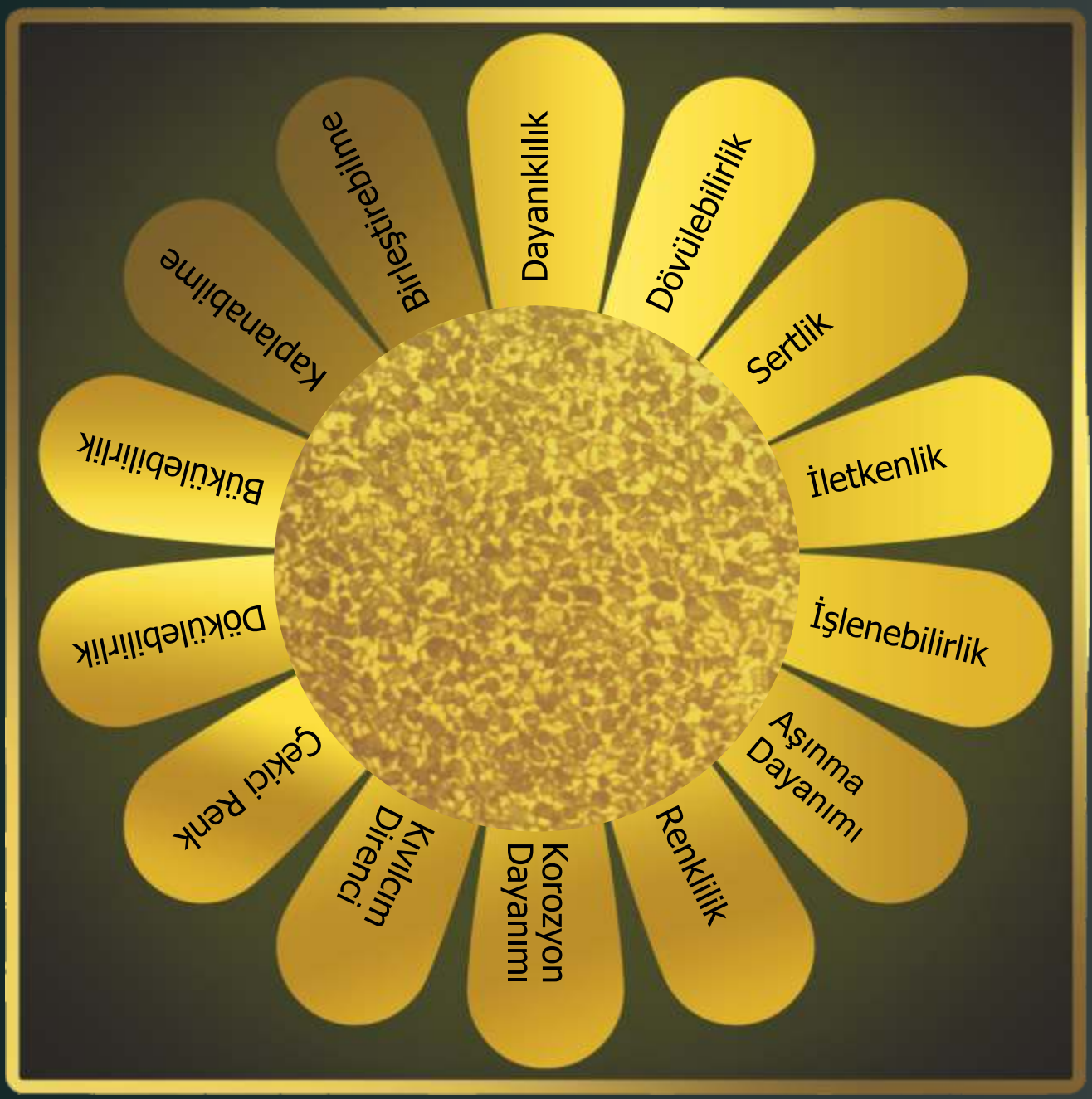
SARI METAL

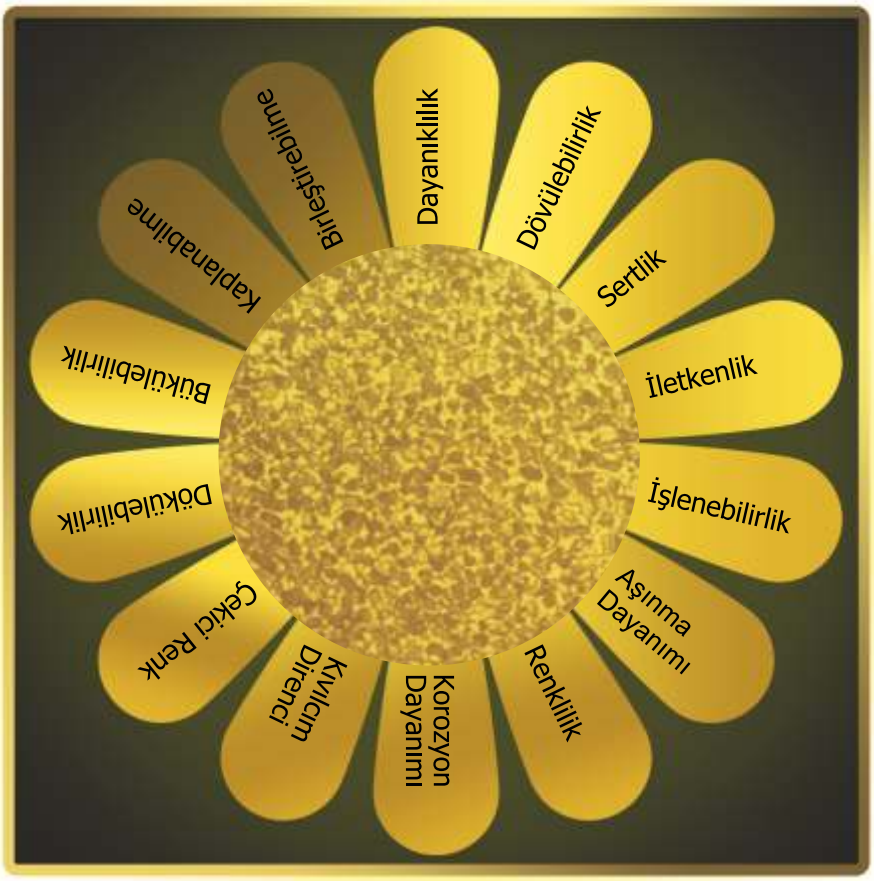
" PİRİNÇ "



Bir Sarbak Metal A.Ş. Yayınıdır.

SARI METAL

" PİRİNÇ "



SARBAK METAL

TİCARET VE SANAYİ ANONİM ŞİRKETİ

PİRİNÇ, BAKIR ALAŞIMLARI MAMÜLLERİ İMALATI

MERKEZ

Arapcami Mahallesi, Galata Mahkemesi Sk. Nafe Han No.13 Kat: 2 D: 12 34420 Karaköy - Beyoğlu - İSTANBUL

Tel.: 0090 (212) 237 66 04 (Pbx) Fax : 0090 (212) 253 51 45

FABRİKA

Organize Sanayi Bölgesi Gazi Osman Paşa Mah. İtfaiye Cad. No.3 59500 Çerkezköy - TEKİRDAĞ

Tel. : 0090 (282) 725 19 60 (Pbx) Fax : 0090 (282) 725 19 70

www.sarbak.com.tr • www.ekosari.com

E-mail: sarbak@sarbak.com.tr

Bu kitap SARBAK METAL TİC. ve SAN. A.Ş.'nin sektöre armağanıdır. Para ile satılmaz.

ÖNSÖZ

İnsanların metallerle tanışması yaklaşık 12.000 yıl önce altın ve 8.000 yıl önce bakırın keşfedilmesiyle başlamıştır. Soy özelliklerinden dolayı nabit halde bulunabilmeleri ve özel renklere sahip olmaları bu metallerin ilk olarak bulunmalarını sağlayan en önemli faktörler olmuştur. Altın ve bakır çok yumuşak metallerdir. Altın nadir bulunabilmiş ve bu nedenle süs ve mistik eşya anlamında kullanılmış ve de zamanla para halinde en önemli ticari simge olmuştur. Bakır ise daha kolay ve daha çok elde edilebildiğinden insanlığın temel tüketimde kullandığı ilk kütlesel metal olarak çok önemli bir konuma sahiptir. Odun kömürü ile ergitilebilmesi (1.083 ^{o}C), kolay şekillendirilmesi gibi üstün vasıfları olan bu metalin, kolay yorularak kopması bakır eşyanın kullanımını çok kısıtlamıştır. Bu nedenle bakırın kalayla(tunç) halita yapılarak kullanımı tercih edilmiştir.

Bakır ve alaşımlarının ilk üretildiği yer 8.000 yıl önce Anadolu'dur (Elazığ-Maden-Çayönü buluntuları). Antik tarihi çağ isimleri de bu topraklarda bulunan kalıntılara göre verilmiştir. Bakır çağı ve tunç çağı (kalaylı alaşım) isimleri bakır ve alaşımlarının ne derece önemli olduklarının kanıtıdır.

Kalamine (simitsonit) tarihte ilk kez İran, Hindistan ve Çin'de bulunmuş oksitli-karbonatlı bir çinko cevherdir. Yine bu yörelerde bu cevherin curuflaştırıcı olarak bakır izabesinde kullanılması pirincin oluşmasını sağlamıştır. Mısır, Yunan ve Romalılar bu alaşımı tesisat malzemesi, süs eşyası gibi özel amaçlarla tüketmişlerdir. Orta çağda Hindistan'dan gelen çinko cevheri ile özellikle kampana ve silah üretiminde pirinç tüketimi artmış 19. asırdan itibaren ise bilim ve sanayi çağının başlaması ile üstün vasıfları keşfedilen pirinç vazgeçilmez bir malzeme haline gelmiştir. 20. yüzyılda önemi daha da artan pirincin ürün gamı da genişlemiştir. Elektronik, hidrolik, pnomatik, sıhhi tesisat, otomasyon, dekorasyon ve hatta uzay sanayinde çok değişik pirinç alaşımı teknolojiye hizmet vermiştir.

Sanayi gelişmekte, geliştikçe daha ekonomik, çevreci ve sağlığa zararsız, kanserojen madde içermeyen malzemeye yönelim de artmaktadır. Bu anlamda, pirinç sektöründe; sürekli arayışlarla kendini geliştirmek adına yeni çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin "kurşun" insan sağlığı için bir tehdit olup, kanserojen bir maddedir. Dolayısıyla yeni çalışmalarda öncelik, kurşunu kimyasal kompozisyondan çıkartılması yönünde olmaktadır. İçilen ve kullanılan suyun geçtiği tüm pirinç malzemelerde, kurşun içermeyen pirinç kullanımına dönük bir çok çalışma yapılmaktadır. Bu malzeme ile ilgili klasik bilgi ve tanıtımlar yanında yeni ilavelerle sektörün taleplerine daha iyi cevap veren pirinç alaşımlarının geliştirilmesi ile ilgili bilgiler de kitapta yerini almaktadır.

SARBAK METAL TİC. ve SAN. A.Ş. tarafından hazırlanan bu kitapta, pirinç malzemenin yeniden keşfi anlatılmamaktadır. Keşfedilmiş bu malzemenin, kullanma maksadına en uygun olarak hangi yeni alaşım elementleri ile hazırlanabilineceği ve bu yeni nesil pirinçlerin nerede nasıl kullanılacağının hakkında bilgiler verilecektir. Yine bu kitapta ana amaçlardan biri, yurdumuzca yıllardır pirinç malzemenin saklı kalmış taraflarını gün ışığına çıkarmaktır.

Bu eser sektörde yol haritası, kullanıcıya ise el kitabı olacak mahiyettedir. Dolayısı ile bu esere katkılarından dolayı;

Sn, Prof.Dr. Fevzi YILMAZ / (İstanbul Arel Üniversitesi)
Sn, Prof.Dr. Ercan AÇMA / (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Sn, Yrd. Doç. Dr.Hikmet ERBIYIK / (Yalova Üniversitesi)'a teşekkür ederiz.

Ayrıca firmamız yöneticilerinden;
Sn, Meliha HALIGÜR / (Yön. Kur. Bşk. Yrd.)
Sn, Tuğhan ÖZÇAMSIRTI / (Fabrika Müdürü / Metalurji Mühendisi)
Sn, Arzu KANTAY / (İthalat İhracat Müdürü)
Sn, İbrahim GÜL / (Dökümhane Müdürü / Metalurji Mühendisi)
Sn, Bilal BARUTÇU / (Teknik Müdür / Elektrik Mühendisi)
Sn, Şirin BİLGİN / (Kalite Müdürü / Maden Mühendisi)
Sn, Özge DELİ / (Çevre Yöneticisi / Makine Mühendisi)
Sn, Hürkan KARATAŞ / (Üretim Md. Yrd./ Metalurji Mühendisi)
Sn, Kaan ERDAL / (Dökümhane Md. Yrd. / Maden Mühendisi)
Sn, Enver TERZİ / (İthalat İhracat Md. Yrd.)'a şükranlarımızı sunarız.

Bu kılavuz kitap bir SARBAK METAL A.Ş. yayını olup, sektör mensuplarına, öğrencilere, teknik elemanlara ve pirinç kullanıcılarına faydalı olacağı inancındayız.

Andon ARAKELYAN
Yön. Kur. Bşk. / Sarbak Metal Tic.San.A.Ş.

BİLGİ PAYLAŞTIKÇA BÜYÜR. Sarbak Metal Tic. ve San. A.Ş. olarak bu anlayışla yola çıktık. Önce uzun bir araştırma süreci yaşadık. Bilgi ve deneyimler derlendi, toplandı. Uluslar arası yayınlar incelendi, çeviriler yapıldı. Hakikaten çok meşakkatli bir süreci geride bıraktık. Bu çalışmalarda katkısı bulunan tüm arkadaşlar özveri ile hem asıl görevlerini yerine getirdiler hem de bu kitaba emeklerini verdiler.

Sonuçta şahsım adına güzel bir yayın olduğu kanaatindeyim. Bu yayın pirinç sektöründe bir ilke imza atmıştır. "SARI METAL PİRİNÇ" sektörün el kitabı olacaktır. Zira her zaman başvurulacak sektörün başyapıtıdır.

Bu yayında emeği geçen tüm arkadaşlara şükranlarımı sunar bizleri alıştırdığınız bu tip yeniliklerde farklı farklı ufuklar açmanızı dilerim.

Meliha HALIGÜR
Yön. Kur. Bşk. Yrd.
Haziran 2010

SARBAK METAL TİC. ve SAN. A.Ş. 'nin bakır ve alaşımları sektörüne kazandırdığı 'Sarı Metal-Pirinç'isimli kaynak kitapta, SARBAK METAL TİC. ve SAN. A.Ş.'nin 2009 yılı başından beri başlattığı 'Tüm Süreçlerde Inovasyon Yönetimi' projesi kapsamında İNOVASYON konusuna ayrı bir bölüm açılmıştır.

Küresel düzeyde yapılan son araştırmalar göstermektedir ki ekonomik büyüme ve gelişmeyi , seri üretimle gelen sermaye birikimi ve bunun serbestçe dolaşımı değil, yenilikçi ürün ve hizmetlerle sürekli yinelenen ve katlanarak artan katma değer yani temelde fikirlerin ve bilginin serbestçe dolaşımı belirlemektedir. Özellikle 1980'li yıllarda teknolojiyi taklit ederek gelişmek ve büyümek mümkünken , 1990'lardan bu yana sadece 'inovasyon' sistemlerini kurabilen ülkeler dünya ekonomisinde söz sahibi olabilmektedir. Örnek olarak, kalkınma ve büyüme hamlesine eş zamanlarda başladığımız Güney Kore'nin inovasyonu tüm sosyal ve ekonomik sisteminin merkezine oturtmayı başarması sonucunda yakaladığı kalkınma trendi takdire şayandır.

TÜSİAD eski başkanlarından Erkut Yücaoğlu'nun bir tespitine göre Türkiye , lisans, royalty, know-how, isim hakkı ve benzeri yeni teknoloji kullanımı için bir yılda dış ülkelere 2 milyar dolar ödemektedir. Yine bu tespite göre belirtilen tutar, 45 bin Araştırma-Geliştirme mühendisinin 2 yıllık ücretine eşit düzeyde bulunmaktadır. Bu sonuca göre , ekonominin gelişimi için AR-GE ve İNOVASYON'a önem verilmesi ile hem cari işlemler açığı hem de genç kuşaklardaki işsizlik probleminin çözümüne ciddi katkıda bulunulabileceği görülmektedir.

Günümüzde tüm ülkelerin küresel pazara birlikte girebiliyor olduğu, teknolojideki değişme ve gelişme hızının gittikçe arttığı ve piyasadaki ürün ve hizmetlerin pazara girme ve çıkma süresinin oldukça kısaldığı bir sosyo-ekonomik ortamda 'İNOVASYON'u etkili olarak yapabiliyor olmak hem ülkeler hem de firmalar için en öncelikli rekabet aracı haline gelmiştir.

Son ekonomik analizler ve istatistiklere göre , Türkiye'nin imalat sektöründe orta ve ileri teknolojiye dayalı katma değerin tüm ortak Pazara üye ülkelere göre çok düşük oranda olduğu ve dış ticaretin büyük ölçüde emek-yoğun ve düşük beceri sanayi ürünlerine dayandığı görülmektedir. Uzun vadede bu tablo uluslar arası rekabet edebilirlik kapasitesi anlamında büyük sıkıntılar doğuracaktır.

Avrupa'da , Asya'da ve Latin Amerika'da pek çok ülke bilgi ekonomisinden fayda sağlamaya yönelik alt yapılarını hızla geliştirirken, Türkiye'nin yavaş hareket etmesi ya da bu mekanizmaları oluşturabilmek konusunda yetersiz kalması özellikle son 20 yıldan beri sahip olduğumuz kazanımlardan mahrum kalacağımız anlamına gelebilecektir.

Bakır ve alaşımları üretimi sektörünün öncü firmalarından SARBAK METAL TİC. ve SAN. A.Ş. sektörde 40 yıla yaklaşan bilgi birikimi ile özellikle son 10 yılda gerçekleştirdiği aşamalarla 'Toplam Kalite Yönetimi'nin şemsiyesi altında tüm süreçlerinde 'İnovasyon Yönetimi'ni etkin olarak uygulamaya başlamış ve en son teknolojik gelişmeleri AR-GE faaliyetleri içinde hızla devreye sokarak Türkiye'de "Yeni Nesil Kurşunsuz Pirinç" üretiminde öncü firma özelliğini kazanmıştır.

Bu doğrultuda SARBAK METAL TİC. ve SAN. A.Ş.'nin Wieland Werke ve Federal Metal ile lisans anlaşması imzalayarak üretimine aldığı ve "EKOSARI" ticari adıyla piyasaya sürdüğü ürünlerde kurşun sıfırlanmış, çevre ve insan sağlığı için mevcut potansiyel tehlikeler elimine edilmiştir. Sosyal Sorumluluk ilkesine bağlılıktan yola çıkarak SARBAK METAL üst yönetiminin desteklediği 'İNOVATİF' bir çalışma ortamı sayesinde bu istisnai özellik yanında kurşunun pirinç alaşımından çıkarılmasına rağmen , talaşlı imalat, korozyon dayanımı, dövülebilme, soğuk iş, yüksek dayanım ve geri dönüşebilirlik özelliklerinde üstün kalite seviyesine ulaşılabilmiştir.

"Ekosarı" ürünler, sanayinin pek çok kesimlerinde özellikle dövme, otomat ve döküm uygulamalarındaki ihtiyacını karşılamak için üretilmektedir.

Saygılarımızla

Tuğhan ÖZÇAMSIRTI

Metalurji Mühendisi

SARBAK METAL TİC. ve SAN. A.Ş.

Fabrika Müdürü

Haziran 2010

Bakır ve alaşımlarının çok eski çağlardan beri insanlığın hizmetinde çok çeşitli maksatlar için kullanımı tarihi kayıtlar ve antik bulgularla da teyit edilen bir gerçektir.
Günümüzde bakır ve alaşımlarının yüzlerce farklı maksat için kullanımı için gereksinmeler çok daha fazla önem arz eden bir seviyeye ulaşmıştır.

SARBAK METAL TİC. ve SAN. A.Ş. 'nin bakır ve alaşımları sektörüne kazandırdığı 'Sarı Metal-Pirinç isimli kaynak kitapta;
1. BÖLÜM; GİRİŞ,
2. BÖLÜM; PİRİNCİN TARİHİ: Bakır ve alaşımlarının tarihsel süreç içinde en eski çağlardan günümüze kadar geçirdiği evrimin kronolojik bir sırada kısa açıklamaları,
3. BÖLÜM ;Pirinç Tipleri, Alaşım Elementlerinin Etkisi, Kolay İşlenebilir ve Yüksek Dayanımlı Pirinçler, İmalat Yöntemlerinin ve Çinko Muhtevasının Pirinç Özelliklerine Etkisi, Dökülebilirlik Özelliği, Uygulanabilen Formlar ve Özellikleri, 'Pirinç'e Ait Teknik Özellikler (mekanik, fiziksel,..) ,
4. BÖLÜM; PİRİNÇ KULLANIMININ AVANTAJLARI,
5. BÖLÜM; DOĞRU PİRİNÇ SEÇİMİ,
6. BÖLÜM; FORM PİRİNÇLER (PROFİL, UZUN,YASSI, YUVARLAK VE DÖKÜM) ,
7. BÖLÜM; KOROZYON DAYANIMI İÇİN PİRİNÇLER
8. BÖLÜM ;ÇEVRECİ PİRİNÇLER-EKOSARI

konusunda ulusal ve uluslar arası standartlar, iyi sanayi uygulamaları, en güncel teknolojik gelişmeler ışığında olabildiğince kapsamlı teknik bilgiler verilmiştir.

Eskiden beri bilinen alışılagelmiş bakır alaşımı (pirinç) yanında özellikle kurşunsuz pirinç alaşımları üretimi ve kullanımı günümüzde insan ve çevre sağlığı açısından kritik bir önem kazanmıştır.

Kurşunsuz pirincin döküm için uygun bir versiyonu olan Ecocast ve Federalloy alaşımları özellikle su saatleri ve su armatürleri için en son uluslar arası sağlık ve güvenlik standartlarına uygun bir vasıfta üretilmektedir. Sağlık ve hijyen açısından sahip olduğu özgün özellikler yanında yerini aldığı konvansiyonel alaşımlardan dökülebilirlik ve akışkanlık bakımından ayrıca daha üstün özelliklere haizdir.

SARBAK METAL TİC. ve SAN. A.Ş. , insan sağlığı ve çevrenin korunması konusundaki hassasiyeti ile kurşunsuz pirinç üretiminde sürekli yenilenen teknolojik yatırımlar yapma planlarını hayata geçirmiş ve Amerika ve Avrupa kaynaklı patentlere sahip Kurşun yerine Bizmut ve Silisyum içerikli versiyonları bulunan “Yeni Nesil Kurşunsuz Pirinçlerin” Türkiye'de üretimi için dünya lideri firmalarla gerekli patent ve know-how anlaşmalarını imzalayarak üretimini başlatmıştır. Alaşım içindeki Bizmut ve Silisyum homojen olarak dağılmış olması, ürüne polisajlanma kolaylığı getirir. Sonuçta çok parlak bir görünümle çok düzgün bir yüzey elde edilir. Bunlara ilave olarak işlenebilirlik özelliği kurşunlu pirinçlerle karşılaştırılabilecek değerlerdedir.

SARBAK METAL A.Ş.'nin 40 yıla uzanan deneyimi, değerli metalürjist akademisyenler, sektör uzmanları ve tecrübeli yöneticilerinin etkin bilgi alışverişi sonucunda bakır alaşımları sektöründe faaliyet gösteren kuruluşlara, ilgili akademik kurum ve kuruluşlara, konu ile ilgili yüksek öğrenim öğrencilerine elinizdeki kıymetli kitabın önemli ve değerli bir kaynak oluşturması dileği ile…..

Saygılarımızla
Yrd. Doç. Dr. Hikmet Erbıyık
Haziran 2010

SUNUŞ

Arkeometalurjistler, tarihi kayıtlara bakırın yaşını 8 bin yıl olarak düşmüşlerdir. Bakır ve alaşımları M.Ö. 6000'lerde bilinmeye başlanmış ve eski çağlara ad olmuştur(Tunç Devri gibi). Yeşil ada KIBRIS adı da bakırdan gelmektedir (Cyprus- Copper). Gerçekten de Dünyanın en eski bakır maden yatağı ve işletmesi Kıbrıstadır.Bakır minerali olan malakit kayaçları çok sevimli yeşil renge sahiptir, adeta Kıbrıs için kullanılan yeşil ada tanımını kanıtlar gibi! Renk harmonisi, tınısı, gizemi ve sanatsal ürünleri ile bakır ve alaşımları (özelde pirinçler) uygarlığımızın önemli yapı taşıdır. Korozyona direnç onları su tesisat malzemesi, iyi iletkenlik elektrik-elektronik endüstri ana girdisi, imalat kolaylığı onlara yapı elemanı olma özelliği kazandırmıştır.

Dünyada her yıl tüketilen bakırın yaklaşık yüzde 20'si pirinç üretimine gider. Pirinç, bazen rengiyle (sarı gibi) , bazen ticari isimle (bahriye pirinci gibi), bazen mukavemetiyle (yüksek dayanımlı pirinç gibi), bazen mikroyapısıyla (alfa/beta pirinçi gibi) v.b. anılan harika bir mühendislik malzemesidir. Bakır-çinko alaşımı olarak ta anılan pirinçten; küçük büyük işlenmiş parçalar, tel, boru, profil,vana, pompa gibi birçok öğeler üretilir. Pirincin mukavemeti, sızdırmazlığı ve işlenmesi çok iyi olup fiyatı da makul sınırlar içindedir.

Sarbak Metal Tic. ve San. A.Ş.'nin bastırdığı "SARI METAL– PİRİNÇ" kitabı sektörün el kitabı niteliğini taşıyacaktır. Kitap; döküm ve şekillendirmeden malzeme seçimine, mekanik özelliklerden sağlık etkilerine kadar geniş bir alanı kapsamaktadır. Kitapta, yeni nesil pirinç alaşımlarına (eco- ve enviro- gibi) ve yeni alternatif uygulamalara da yer verilmiştir. Bu yönüyle kitap geçmişten geleceğe bir projeksiyon çizmektedir.

Bazı bölümlerin hazırlanmasında katkı sağladığım "SARI METAL–PİRİNÇ" başlıklı bu eser önemli bir boşluğu dolduracaktır. Kitabın; bakır sektörü çalışanlarına, uygulayıcılara, teknik elemanlara ve öğrencilere faydalı olmasını dilerim.

Prof. Dr. Fevzi Yılmaz
Haziran 2010

İÇİNDEKİLER

Şekiller Listesi	**Sayfa No.**
Tablolar Listesi	
BÖLÜM 1. GİRİŞ	**1 - 2**
BÖLÜM 2. PİRİNÇ TARİHİ	**3**
BÖLÜM 3. PİRİNÇ TİPLERİ	**4**
3.1. Çinko İçeriğinin Etkisi	**4**
3.1.1. Alfa Pirinçleri	**4**
3.1.1.1. Yaldız Metaller ve Mühimmat Bakırı	**5**
3.1.2. Dubleks Pirinçler	**5**
3.2. Alaşım Elementlerinin Etkisi	**6**
3.3. Kolay İşlenebilir Pirinçler	**7**
3.3.1. Kurşunsuz Otomat Pirinçler	**8**
3.4. Yüksek Çekme Dayanımlı Pirinçler	**8**
3.5. İmalat Yöntemlerinin Fiziksel Özelliklere Etkisi	**9 - 10**
3.6. Çinko İçeriğinin Özellikler Üzerindeki Etkisi	**11**
3.7. Dökülebilirlik	**12**
3.8. Uygulanabilir Formlar ve Özellikleri	**13**
3.9. Mekanik ve Fiziksel Özellikler	**14**
BÖLÜM 4. PİRİNÇ KULLANIMININ AVANTAJLARI	**15**
4.1. Giriş	**15**
4.2. Maliyet-Etkinlik	**15**
4.2.1. Ekonomik Sipariş Boyutu	**16**
4.3. Teknik Ömür-Fiyat Etkinliğini Belirleyen Başlıca Özellikler	**16**
4.3.1. Çok Çeşitli Formda Bulunabilme	**16**
4.3.2. Dayanım	**17**
4.3.3. Süneklik ve Şekillendirilebilme	**18**
4.3.4. İşlenebilirlik	**18**
4.3.5. Korozyon Direnci	**19**
4.3.6. İletkenlik	**20**
4.3.7. Aşınma Dayanımı	**20**
4.3.8. Kıvılcım Direnci	**20**
4.3.9. Çekici Renk	**21**
4.3.10. Dekoratif ve Koruyucu Son İşlem Uygulamaları	**21**
4.3.11. Kolay Birleştirme	**21**
4.3.12. Hijyen	**21**
4.4. Düşük Üretim Maliyeti	**21**
4.4.1. Talaşlı İmalat İşlemleri	**21 - 22**
4.4.2. Pirinç Fiyatları	**23**
4.4.3. Geri Dönüşüm Değeri	**23**
4.4.4. Profil ve İçi Boş Çubuk Kullanmanın Avantajları	**23**
4.4.5. Dövme	**23**
4.4.6. Döküm	**24**
4.4.7. Yüksek Hızda İşleme Şartları	**24 - 26**

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
BÖLÜM 5. DOĞRU PİRİNCİ SEÇMEK	27
5.1. Özel İmalat Şartlarına Uygun Pirinçler	27
5.1.1. Yüksek Hızda İşlenebilir Pirinçler	27
5.1.2. Sıcak İş İçin Pirinçler	27
5.1.3. Sıcak Dövme Pirinçleri	28
5.1.4. Soğuk İş Pirinçleri	28
5.1.5. Döküm Pirinçleri	29
5.2. Özel Uygulamalar İçin Pirinçler	29
5.2.1. Yüksek Dayanımlı Pirinçler	29
5.2.2. Elektrik Uygulamaları İçin Pirinçler	30
5.2.3. Mimari Uygulamalar İçin Pirinçler	31
5.2.4. Dekoratif Uygulamalar İçin Pirinçler	31
5.2.5. Çinkosuzlaşma Dayanımlı Pirinçler	31
5.2.6. Deniz Suyuna Dayanıklı Pirinçler	31
5.2.7. Akışkanlar İçin Pirinç Borular	31 - 32
BÖLÜM 6. FORM PİRİNÇLER (PROFİL, UZUN,YASSI, YUVARLAK VE DÖKÜM)	33
6.1. Ekstrüzyon	33
6.2. Sıcak Presleme	33
6.3. Dövme	34
6.4. Tel	34 - 35
6.5. Plakalar ve Şeritler	36
6.6. Borular	36
6.7. Pleytler (Platinalar)	37
6.8. Dökümler	37
6.8.1. Kum Kalıba Döküm	38
6.8.2. Sabit Kalıba Döküm	38
6.8.3. Alçak Basınç Kalıba Döküm	38
6.8.4. Yüksek Basınç Kalıba Döküm	38
6.8.5. Hassas Döküm	38
6.9. Sipariş Verme Bilgileri	38
6.9.1. Avrupa Standartları (EN) Tarifnameleri	38 - 39
6.9.2. Kalite Güvence	40
6.9.3. Sertifikasyon	40
6.9.4. TSE-TSEK	40
6.9.5. CE İşareti	40
6.9.6. DIN50930-6, ROHS, REACH	40
6.9.7. Ağırlık Hesabı	40 - 46
6.10. Pirinci Şekillendirme	47
6.10.1. Bükme	47
6.10.2. Perçinleme ve Soğuk Biçimlendirme	47
6.10.3. Derin Çekme ve Eğirme	47
6.10.4. Madeni Para Basma	48
6.10.5. Yay Sarma	48
6.10.6. Darbeli Ekstrüzyon	48
6.10.7. Sıcak Haddeleme	48
6.10.8. Ekstrüzyon	48

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
6.10.9. Sıcak Presleme	48
6.10.10 Isıl İşlem	48
6.10.11. Tavlama	48
6.10.12. Tam Tavlama	49
6.10.13. Gerilim Giderme	49
6.10.14. Gerilim Gidermenin Etkinliğini Denetleme	49
6.10.15 Yumuşatma Tavı	49
6.11. Pirinçleri Birleştirme	49
6.11.1. Lehimleme	49
6.11.2. Pirinç Kaynağı	50
6.11.3. Bronz Kaynağı	50
6.11.4. Elektron Işın Kaynağı	50
6.11.5. Sürtünme Kaynağı	50
6.12. Talaşlı İmalat	50
6.12.1. Elektriksel Şekillendirme	50
6.12.2. Asitle Aşındırarak Şekillendirme	50
6.13. Özel Yüzey Koruması	50
6.13.1. Yüzey Temizleme Yöntemleri	50
6.13.2. Alkali Çözeltilerle Kimyasal Ön İşlem	50
6.13.3. Organik Solventlerle Yağ Temizleme	51
6.13.4. Alkali Çözeltilerde Elektrolitik Yağ Temizleme	51
6.13.5. Pirinç Küfü	51
6.13.6 Parlatma	51
6.13.7. Kaplama	51
6.13.8. Asitle Temizleme	51
6.13.9. Parlak Daldırma	51
6.13.10. Kromat Dönüşümlü kaplama	52
6.13.11. Emaye Kaplama	52
6.13.12. İnhibitörler	52
6.13.13. Laklar	53
6.13.14. Nikel-Krom Kaplama	53 - 54
6.13.15. Gümüş	55
6.13.16. Altın	55
6.13.17. Elektrolizsiz Nikel Kaplama	55
6.13.18. Katodik Koruma	55 - 56
6.14. Sıcak Dövme Pres Ürünleri	57
6.15. Şerit ve Tel Ürünleri	58
BÖLÜM 7. KOROZYON DAYANIMI İÇİN PİRİNÇLER	59
7.1. Soğuk İş Pirinçleri	59
7.1.1. Haddelenmiş Levha	59
7.2. İki Fazlı (Alfa-Beta) Pirinçler	59
7.2.1. 60/40 Pirinci (Muntz Metal)	59
7.2.2. Naval (Donanma) Pirinci	60
7.3. Ekstrüzyon Pirinçleri	60
7.3.1. Ekstra Korozyon Direnci İstenen Bileşenler	60
7.3.2. Mimari Kullanım	60
7.3.3. İşleme Amaçlı Çubuk	60
7.3.4. Sıcak Dövme	61
7.4. Çinkosuzlaşma Dayanımlı Pirinçler	61 - 64
7.4.1. Çinkosuzlaşma Oluşum Koşulları	65
7.4.2. Çinkosuzlaşmaya Karşı Alınacak Önlemler	65
7.4.3. Çinkosuzlaşma Dayanımı Deneyi	66

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
7.4.4. DZR Pirinçlerin Tarihsel Gelişimi	66
7.4.5. Merkezi Isıtma Sistemleri	66
7.5. Erozyon Korozyonu	67
7.5.1. Erozyon Korozyonunun Tanınması	67
7.5.2. Erozyon Korozyonuna Karşı Alınacak Önlemler	67
7.5.2.1. Alaşım Seçimi	67
7.5.2.2. Tasarım Özellikleri	68
7.5.2.3. Diğer Koruyucu Önlemler	68
7.6. Stres Korozyonu Kırılması (SKK)	69
7.6.1. SKK'nın Tanımlanması	69
7.6.2. Çinkonun Stres Seviyesine Etkisi	69
7.6.3. Amonyak Atmosferinde Yapılan Testler	70
7.6.4. Stres Korozyonundan Kaçınma	70
7.7. Taneler Arası Korozyon	71
7.8. Oyuk Korozyonu	71
7.9. Galvanik Korozyon	71
7.9.1. Göreceli Alan Etkisi	71
7.9.2. Yalıtım ve Kaplama Yöntemleri ile Korunma	72 - 73
BÖLÜM 8. ÇEVRECİ PİRİNÇLER -EKOSARI	74
8.1. Giriş	74
8.2. Ecobrass-Ecocast	74
8.2.1. Genel Özellikler	75
8.2.2. Fiziksel Özellikler	75
8.2.3. Ecobrass Mekanik Özellikler	75
8.2.4. Ecocast Mekanik Özellikler	75
8.2.5. Mikroyapı	76
8.2.6. Korozyon Davranışı	77
8.2.7. Talaşlı İmalat	78
8.2.8. Dövme	78
8.2.9. Soğuk İş	78
8.2.10. Yüzey İşlemleri ve Şekillendirme	78
8.2.11. Dökülebilirlik	79 - 80
8.2.12. Spiral Testi	81
8.2.13. Geri Dönüşüm	81
8.2.14. Ecobrass-Ecocast Alaşımlarının Yerini Alacağı Ürünler	81
8.2.15. Ecobrass-Ecocast'ın Bazı Kullanım Yerleri ve Tercih Sebepleri	82
8.2.16. Ecobrass'ın Genel Kullanım Alanları	83
8.2.17. Ecocast 'ın Genel Kullanım Alanları	83
8.3. Federalloy Kurşunsuz Külçe - Dökümler İçin	83
8.3.1. Federalloy Kurşunsuz Armatür Pirinci	83 - 84
8.3.2. Federalloy Kullanımında İşletmelerde Çevresel Etki Faydaları	85
8.3.3. Federalloy'un Teknik Faydaları	86
8.3.4. Federalloy'un Yapısal Faydaları	86
8.3.5 İşletme Dostu Federalloy	86
8.3.6 Federalloy Külçe Kullanım Yerleri	87
KAYNAKLAR	88 - 89
Sıcak Dövme ve Soğuk Çekme Pirinçleri Kimyasal Kompozisyonları	90 - 92
Kurşunsuz Sıcak Dövme ve Soğuk Çekme Pirinçleri Kimyasal Kompozisyonları	93
Döküm Pirinçleri Kimyasal Kompozisyonları	93 - 94
Kurşunsuz Döküm Pirinçleri Kimyasal Kompozisyonları	95
FABRİKAMIZDAN GÖRÜNÜMLER	96 - 101
ÜRÜNLERİMİZ	102 - 106

TABLOLAR VE ŞEKİLLER

Şekil Listesi **Sayfa No.**

Şekil 1.1. Pirinçler ve Bileşime Göre Özellikler 2
Şekil 3.1. Bakır-Çinko Faz Diyagramı 6
Şekil 3.2. Avrupa Standartlarındaki Mevcut Bakır ve Kurşun Aralığına Göre Semboller 8
Şekil 3.3. Pirinç Parçaların Basitleştirilmiş Üretim Akış Şeması 10
Şekil 3.4. Pirinçlerin Mekanik Özellikleri ve Modülleri Üzerinde Kompozisyonun Etkisi 11
Şekil 3.5. Pirinçlerin Isı İletkenliği ve Elektrik Özdirenci Üzerinde Kompozisyonun Etkisi 12
Şekil 3.6. Kompozisyonun Şişirme Limitine Etkileri 12
Şekil 3.7. Levha ve Sac -CuZn30 pirinci- Tavlanmış - Tane Boyutu ve Sertlik İlişkisi 14
Şekil 4.1. Sıcaklığın İşlenebilir Pirinçlere Etkisi (CW614N) 17
Şekil 4.2. Pirinç Malzemelerin İşlenebilirliği ve Alternatifleri ile Mukayesesi 19
Şekil 4.3. İşlenebilirlik Grubu 1 ve 2 deki Pirinçlerin İşlenmesi İçin Takım Geometrisi 22
Şekil 4.4 Düşük Alaşımlı Çelik ve Pirincin Fiyat Karşılaştırması 26
Şekil 6.1. Pirinç külçeler tekrar eritilerek su armatürleri imal edilir. 45
Şekil 6.2. İçi boş kollektör profillerinden imal edilen sıhhi tesisat ürünlerinden sanayi uygulamaları. 45
Şekil 6.3. Kilit imalatında pirincin kullanım alanı çok geniştir. 45
Şekil 6.4. Otomat pirinci işleme sistemi 45
Şekil 6.5. Pirinç külçeler tekrar eritilerek su armatürleri imal edilir. 46
Şekil 6.6. Gaz armatürü imalatında pirinç kullanımı. 46
Şekil 6.7. Otomat pirinci işlenmiş parça örnekleri 46
Şekil 6.8. Levha ve Sac (CuZn30) Pirinci - Tavlanmış - Tane Boyutu ve Sertlik İlişkisi 47
Şekil 6.9. Sıcak Dövme Pres Mamul Örnekleri 57
Şekil 6.10. Şerit ve Tel Mamul Örnekleri 58
Şekil 7.1. Çinko Miktarının Pirinçteki Stres Korozyonu Hassasiyetine Etkisi 69
Şekil 7.2. Deniz Suyu Ortamında Belirli Metal Ve Alaşımların Galvanik Dizisi 72
Şekil 8.1. Ecocast Sürekli Döküm Külçesi 75
Şekil 8.2. Ecocast Serbest Döküm Külçesi 75
Şekil 8.3. Ecocast Mikro Yapı 76
Şekil 8.4. CB 755 S (Kurşunlu) Mikroyapı 76
Şekil 8.5. Ecocast Tane İnceltme Öncesi Mikro Yapı-1 76
Şekil 8.6. Ecocast Tane İnceltme Sonrası Mikro Yapı-1 76
Şekil 8.7. Ecocast Tane İnceltme Öncesi Mikro Yapı-2 76
Şekil 8.8. Ecocast Tane İnceltme Sonrası Mikro Yapı-2 76
Şekil 8.9. Ecocast Tane İnceltme Öncesi Makro Yapı 77
Şekil 8.10. Ecocast Tane İnceltme Sonrası Makro Yapı 77
Şekil 8.11. Gerilmeli Korozyon Çatlağı Test Karşılaştırması 77
Şekil 8.12. CuZn36Pb2As DZR Mikro Yapı 77
Şekil 8.13. Ecobrass – Ecocast DZR Testi Mikro Yapı 77
Şekil 8.14. Çeşitli Kurşunsuz Pirinç Ürünler 77
Şekil 8.15. Değişik Hızlarda Ecobrass Talaşının Aldığı Şekiller 78
Şekil 8.16. Ecobrass Talaşı Kesme Yüzeyleri 78
Şekil 8.17. Ecobrass ve CuZn39Pb3'ün Kaplama Kıyaslaması 78
Şekil 8.18. a. Soğuk İşlem - Mukavemet İlişkisi 79
Şekil 8.18. b. Soğuk İşlem - Uzama İlişkisi 79
Şekil 8.19. Ecocast'ın Döküm Özelliği 79
Şekil 8.20. Ecocast ve C83600 Alaşımlarının Spiral Test Sonuçları 81
Şekil 8.21. Kurşunsuz Pirinç Vida 81
Şekil 8.22. Kurşunsuz Elektronik Ekipman Vidası 82
Şekil 8.23. Scuderia Ferrari (Ferrari Team) Ambleminde Kurşunsuz Pirinç Kullanılmaktadır. 82
Şekil 8.24. Kurşunsuz Hareketli Aksam 82
Şekil 8.25. Kurşunsuz Hareketli Aksamlar 82
Şekil 8.26. Kurşunsuz Musluk 1 82
Şekil 8.27. Kurşunsuz Musluk 2 82
Şekil 8.28. Federalloy IV B2 Tane İnceltme İşlemi Öncesi Mikroyapı 85
Şekil 8.29. Federalloy IV B2 Tane İnceltme İşlemi Sonrası Mikroyapı 85
Şekil 8.30. Federalloy IV B3 Dzr Testi 85
Şekil 8.31. Federalloy Külçeden Mamul Musluk 87
Şekil 8.32. Federalloy Külçeden Mamul Su Saati 87
Şekil 8.33. Federalloy Külçeden Mamul Küresel Vana 87

Tablo Listesi

	Sayfa No.
Tablo 1.1. Tipik Mühendislik Uygulamaları	2
Tablo 3.1 Biçimlenebilen Pirinçlerin Genel Ölçü Aralığı	13
Tablo 3.2. Tolerans Sınıfları	14
Tablo 4.1. Ağır Hizmet Vana Gövde Maliyeti Fiyat Karşılaştırması (2005)	17
Tablo 4.2. Uygulamadaki Talaş İşlenebilirliği	18
Tablo 4.3. Çeşitli Metallerde İşlenebilirlik	24
Tablo 4.4. Pirinç, Çelik ve Paslanmaz Çeliklerin Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırılması	25
Tablo 4.5. Birçok Yönüyle Pirinç Çelikten Daha Ucuzdur	26
Tablo 5.1. Piyasada En Çok Bulunan İşlenebilir Pirinç Alaşımları	27
Tablo 5.2. Sıcak Dövme İçin En Popüler Pirinçler	28
Tablo 5.3. Soğuk İşleme İçin Pirinçler	28
Tablo 5.4. Döküm Pirinçleri	29
Tablo 5.5. EN Standartlı Yüksek Dayanımlı Pirinçler	30
Tablo 5.6. Bazı Pirinçlerin Elektrik İletkenliği ve Elastik Modülü	30
Tablo 6.1. Çubuk ve Profiller İçin Uygun Pirinçler	33
Tablo 6.2. Sıcak Dövme Pirinçleri	34
Tablo 6.3. Pirinç Teller (EN 12166)	35
Tablo 6.4. EN 12166 - Yuvarlak Tellerin Standart Tolerans Çapları	35
Tablo 6.5. Yassı Pirinç Ürünler(EN 1652)	36
Tablo 6.6. Pirinç Borular - Genel Amaçlı (EN 12449)	37
Tablo 6.7. a)Pirinçler için Tanımlamalar	39
Tablo 6.7. b) Otomat Pirinç Çubuğun EN 12164'e Uygun Olarak Sipariş Verilmesi Örneği	39
Tablo 6.7. c) Pirinçleri Kapsayan Bakır ve Bakır Alaşımları İçin Avrupa Standartları	39
Tablo 6.8. Biçimlenebilir Ürünler İçin Uygulanabilir Kompozisyonlar - Özet Tablo	41
Tablo 6.9. Döküm Pirinçleri	44
Tablo 6.10. Temiz Kaplamada Kullanılan Polimerler	54
Tablo 7.1. Pirinçlerin Agresif Ortamlarda Uygulamaları	62
Tablo 7.2. Deniz Suyunda Kullanılan Bakır Alaşımlı Kondenser Borularının Erozyon Korozyonuna Dayanımı	67
Tablo 7.3. Pirinçlerin Fiziksel Özelikleri	73
Tablo 8.1. Ecobrass'ın Fiziksel Özellikleri	75
Tablo 8.2. Ecobrass - Mekanik Özellikler	75
Tablo 8.3. Ecocast - Mekanik Özellikler	75
Tablo 8.4. Ekosarı / Ecocast - Ecobrass Proses Davranışları	79
Tablo 8.5. Ecocast - CuZn39Pb1AlB - C83600 Döküm Özellikleri Karşılaştırması	80
Tablo 8.6. Ecocast ve Muhtelif Alaşımların Ergime Dereceleri	80
Tablo 8.7. Ecocast Dökümü ile İlgili Sıcaklıklar	80
Tablo 8.8. Ecocast ve C83600 Alaşımlarının Spiral Test Karşılaştırması	81
Tablo 8.9. Federalloy Alaşımları Kimyasal Kompozisyonları	84
Tablo 8.10. Federalloy IV B2 Mekanik Özellikler	85

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Pirinç, elektrik ekipmanları ve hassasiyet gerektiren işlerin yapıldığı teçhizat parçalarının imalatında ilk akla gelen malzemelerdendir. Uzun ömürlü ve uygun fiyatlı olan pirinç birçok fiziksel özelliği aynı anda bulundurduğundan diğer malzemeler ile kıyaslanamayacak eşsiz niteliklere sahip bir malzemedir.

Genel ismi "pirinç" olarak geçen malzeme, aşağıdaki özelliklere sahip bakır-çinko alaşımlarının genel adıdır:

- Dayanıklılık
- Dövülebilirlik
- Sertlik
- İletkenlik
- İşlenebilirlik
- Aşınma dayanımı
- Renklilik
- Korozyon dayanımı

Pirinçler, kolay dökülebilir, ekstrüzyonla imal edilebilir, haddelenebilir, sıcak dövme yapılabilir ve soğuk şekillendirmeye uygundurlar.

- Diğer metallerle kıyaslandığında işlenebilirliği üst düzeydir.
- Çok geniş uygulamalarda kullanılır.
- Kullanım ömrü esas alındığında en ucuz malzemedir.
- İmalat ve işletme gereksinimlerini karşılayacak ekonomik pirincin seçimi çok önemlidir.

Tablo 1.1. de şekil, özellik ve kullanım yerleriyle pirinçler verilmiştir. Şekil 1.1. de ise ana özelliklere etkileri verilmiştir.

Her ihtiyacı karşılayacak nitelikte altmışın üzerinde pirinç alaşımı vardır. Ana metal olan bakır %58 ile %95 arasında değişir. Geri kalanı genellikle çinko ve % 4'ün altında kurşun oluşturur.

Yeni nesil kurşunsuz pirinçlerde kurşunun yerini Silisyum ve Bizmut almıştır.

Tablo 1.1. Tipik Mühendislik Uygulamaları

Şekil	Soğuk iş	Talaşlı İmalat	Yüksek Dayanım	Yüksek Korozyon Dayanımı
Çubuklar	Pinyon Hareket Sensörleri Perçinler	Pullar Civatalar Enjektörler Kablo Pabuçları Klemensler Nozullar Miller	Valf pimleri Şaftlar	Gemi Tesisat Malzemeleri Sıhhi Tesisat Malzemeleri Doğalgaz Tesisat Malzemeleri Pnömatik Tesisat Malzemeleri Hidrolik Tesisat Malzemeleri
Profiller	Banyo malzemeleri	Klemensler Valf Gövdeleri Balans Ağırlığı Akü Kutup Başı, Kilit	Valfler Vanalar Ark Dayanımlı Ekipman	Banyo Malzemeleri
İçi Boş Çubuklar	Otomotiv Parçaları	Somunlar Kablo Konektörleri	Rulmanlar	Somunlar Kollektörler
Sıcak Presleme	Uygun değil	Tesisat Malzemeleri Elektrik Komponentleri Su Sayaçları	Dişli Saplamalar Madencilik Ekipmanları	Sıhhi Tesisat Malzemeleri
Levha	Uygun değil	Uygun değil	Uygun değil	Soğutucu Eşanjör Plakaları
Plakalar	Lamba Duyları Pres Zımba Delme Reflektörler	Saat Tabakaları Teçhizat Çerçeveleri	Uygun değil	Tesisat Kasaları Mermi Kovanı
Şeritler	Yaylar Klemensler Sigorta Kutusu Çanlar	Uygun değil	Dayanıklı levha	Isı Eşanjörleri
Tel	Yaylar Pimler Perçinler Fermuar Mücevherat	Vidalar Kablo yüzüğü	Uygun değil	Bulaşık Teli Kağıt Yapma Kalıpları
Borular	Isı eşanjör boruları	Somunlar Kablo Konektörleri	Uygun değil	Korozif ortam için özel ısı eşanjör boruları
Döküm Parçaları	Uygun değil	Musluk Bataryaları Sıhhi Tesisat Malzemesi Su Sayaçları	Rulmanlar	Vana Gövdeleri

Şekil 1.1. Pirinçler ve Bileşime Göre Özellikler

BÖLÜM 2

PİRİNÇ TARİHİ

Pirinç, bakırın bulunuşundan bu yana bakırla birlikte kullanılmaktaydı. Son bin yıldır pirinç bakırdan ayrı olarak özel mühendislik amaçları için kullanılmaya başlandı. Başlangıçta bakır ve kalay kullanılarak bronzdan kap, sahan gibi mutfak eşyaları yapılmaktaydı. Eski Mısır uygarlığı bakırı çok iyi tanıyordu ve Mısır hiyerogliflerde aynı zamanda sonsuz yaşamın da simgesi olan ankh sembolü ile gösterilmekteydi. Eski Mısırlılar, bakır ve bakır alaşımlarının kullanım ömürlerinin uzunluğunu takdir etmekteydiler. Kalay, daha kolay elde edilebiliyor olduğundan bronz günlük yaşamda daha çok kullanılmaktaydı. Pirinç altına benzerliğinden dolayı görsel amaçla kullanılmaktaydı. Antik Yunanlar pirince '*oros*' (dağ) ve '*chalcos*' (bakır) kelimelerinden oluşan 'oreichalcos' ismi vermişlerdi. Pirinci beyaz parlak bir bakır çeşidi olarak adlandırıyorlardı.

Romalılar pirince 'aurichalum' diyorlardı ve altın renkli miğferlerinin imalatında ve kuyumculuk işlemlerinde kullanmaktaydılar. Parlak altın renkli pirinçlerden değerli süs eşyası yapmak için %11-28 arası çinko oranlı alaşımlardan kullanmaktaydılar. Metal işiyle süslemeye en müsait süneklik sağlayan alaşımı %18 çinko oranlı kompozisyon olarak belirlemişlerdi. Bu, günümüzde de aynı işler için kullanılmakta olan 20/80 yaldız metallerine çok yakındır.

Çinkonun 420°C 'de ergimesi ve 906°C kaynaması ve bu arada oluşan çinko oksitlerin odun kömürü ile curuflarının alınıp saflaştırılmasının öğrenilmesi ancak 18. yüzyılda oldu. Saf çinko yokken pirinç yapmak için çinko-karbonat kristali olarak doğada bulunan smitsonit cevheri ile bakır, potada eritiliyordu. Isı, cevheri eritip sıvı metal haline getirdiğinde bakır ergimemiş oluyordu. Çinko buharı bakırın yüzeyinden nüfuz ederek pirinç formuna dönüşüyordu. Daha sonra alaşımı homojenleştirmek için tekrar ergitilmekteydi.

Ortaçağda hala saf çinko elde edilememekteydi. Çinko cevheri olan ve yapısında çinko oksit ile çok az demir oksit bulunduran kalamin mineralinden pirinç yapılabilmeye başlandı. Kilise anıtlarında taş yer döşemelerinin arasına ince pirinç tabakalardan yerleştirerek ölümün hep hatırlanması vurgulandı. Genelde %23-29 çinko oranları ile bazen de kurşun ilavesi kullanılmaktaydı.Aynı zamanlarda pirincin geri dönüştürülüp yeniden ergitilmesi de yapılmaya başlandı.
Yün yapımında pirinç malzemelerin kullanılması endüstriyel devrim ile birlikte daha da yaygınlaştı. Daha sonra iğne ticareti önem kazandı. İğne yapımında % 15-20 çinko oranıyla soğuk şekil vermeyi kolaylaştırmak için az miktarda kurşun ve kalay ilaveleri yapılmaktaydı. Pirincin kolay imalat özellikleri, kolay işlenebilirliği ve korozyon dayanımı birçok hareketli aksamın imalatında standart metal haline gelmesini sağladı. Artık küçük büyük tüm saatler, gemicilik yön bulma cihazları pirinçten yapılır olmuştu.

İlk önceleri pirinç teller el ile çekiliyor ve pirinç tabakalar preslenerek imal ediliyorlardı. 1697 ilk haddeleme tezgahları pirince şekil vermeye başladı. 30 kg'lık pirinç tabakalardan iğne imalatı yapılmaktaydı. Haddeleme millerini su gücü çevirmekteydi. Tel çekmeden önce ara ısıl işlemle malzemeler ısıtılmaktaydı. Bu sistemler 19. yüzyılın ortalarına kadar kullanıldılar.

Ms60 pirincinin 1832'den sonra kullanılmaya başlanması ucuz ve kolay sıcak işlenebilir pirinç tabakaları yaygınlaştırdı. Bakırın yerini alarak gemi tahtalarının kaplanarak kurtlanmasını önlemek amacıyla kullanılmaya başlandı.

BÖLÜM 3

PİRİNÇ TİPLERİ

Pirinçler, çinkonun temel alaşım elemanı olduğu bakır alaşımlarıdır. Özellikleri her şeyden önce mevcut çinko oranına bağlıdır; ancak ilave edilen elementlerin girişi ile mukavemet, işlenebilirlik veya korozyonun farklı türlerine karşı direnç gibi özel nitelikler sağlanabilir.

Belli başlı işlenmiş ve döküm pirinç bileşimleri, kullanılabilir oldukları uygulamaların göstergesi ile Tablo 6.8. ve 6.9. da listelenmiştir.

3.1. Çinko içeriğinin etkisi

Çeşitli uygulamalar için sorunsuz imalat ve kullanıma uygun alfa ve alfa-beta pirinçleri geliştirilmiştir. (Şekil 3.1.)

Bakıra, %35'e kadar çinko eklendiğinde, çinko bakırın içinde çözünerek homojen katı bir faz oluşturur. Çinko oranında daha fazla artış, orijinal katı çözeltinin bir karışımını (alfa fazı-α) ve daha fazla çinko oranının yeni bir katı çözeltisini (beta fazı-β) meydana getirir.

%35 - %45 çinko içeren pirinçler, bu iki fazın karışımlarından oluşur ve alfa-beta veya dubleks fazlı pirinç olarak bilinir; alfanın beta fazına oranı esas olarak çinko oranına bağlıdır. Bazı üçüncü elementlerin – alüminyum, silisyum ve kalay başta olmak üzere – katılımı, her değişik çinko oranı için beta fazı oranını artırma etkisine sahiptir.

Beta fazının alfa-beta pirinçlerinde var olması soğuk sünekliği azaltır ancak kurşun mevcut olduğunda bile, ekstrüzyon ve presleme ile sıcak şekillendirmeye müsait bir yapı oluşur. Sıcak şekillendirmede ısıl gerilme çatlaması olmaz. Alfa-beta alaşımları daha yüksek çinko oranı içermelerinden dolayı alfa alaşımlarından daha güçlü ve daha ucuzlardır. Bununla birlikte, çinkosuzlaşma korozyonuna daha yüksek hassasiyet gösterirler ve böylece bu tür tehlikenin oluşmasının muhtemel olduğu hizmet koşullarına daha az elverişlidir.

3.1.1. Alfa pirinçleri

'Alfa pirinç' veya 'soğuk işleme pirinci' olarak adlandırılan alaşımların bu türü, minimum %63 oranında bakır içerir. Alfa pirinçleri, oda sıcaklığında yumuşaktırlar ve haddeleme, çekme, eğme, bükme, derin çekme, soğuk şişirme ve diş haddeleme ile büyük ölçüde deformasyona uğratılabilirler. Bu grupta en iyi bilinen materyal %30 çinko içerir ve çoğunlukla '70/30',MS70 veya 'fişek' pirinci olarak bilinir, CuZn30 – fişek kovanının imalatı için alaşımın derin çekilebilmesi kolaydır. Fişek kovanları (çapı 100mm'ye kadar), şeritten veya ince tabakadan çıkarılmış düz diskler gibi başlar ve art arda, yan duvarları devamlı olarak çekip uzatan ve kalınlıklarını azaltan, oda sıcaklığında gerçekleştirilen, bir dizi işlemden geçerek son şeklini alır. CuZn30, soğuk çekilebilmesini sağlayan dayanıklılık ve süneklik özelliklerinin en uygun kombinasyonuna sahiptir. Alfa pirinçlerinin sünekliği, soğuk işlemeye olanak sağlar ve alaşım daha yüksek çinko oranına sahip pirinçlerden daha iyi korozyon direncine sahiptir.

Derin çekme ile üretilen ürünlerin uzun üretim dönemleri için, sürecin iyi kontrol edilmesini sağlamak gerekir. Takımlar ve yağlayıcıların tedarikleri için minimum stok seviyeleri kontrol edilmelidir.Derin çekme özellikleri, alaşımın ana metalleri ve empüritelerin(özellikle kurşun ve demir) oranlarıyla kontrol edilir.Isı eşanjörleri için borular, çoğunlukla alfa pirinçlerden (genellikle 70/30, MS70 bileşiminden) üretilir, ama sıkça korozyon direncini arttıran empüriteler içerir. Önemli miktarda alfa alaşımları, ayrıca ahşap civataları, perçin civataları ve fermuarlar gibi perçinlerin imalatı için kullanılır.

Evsel bir elektrik prizindeki kontak yayları gibi daha az zahmetli fabrikasyonlar için; CuZn33, CuZn36 ve CuZn37 (perçin pirinci) gibi daha yüksek bir çinko oranına (dolayısıyla daha düşük fiyata) sahip bir alaşım kullanılabilir. Diğer mekanik özellikler benzer olmasına rağmen, bu alaşımlar CuZn30 kadar sünek değildir. Bu pirinçler bütün soğuk işler için uygundur ve soğuk işlemin daha yoğun kullanıldığı uygulamalar için en uygun pirinçlerdir.

3.1.1.1. Yaldız Metalleri ve Mühimmat Bakırı

Renkleri altınınkine çok benzeyen, daha yüksek bakır oranlı (%80–90) alfa pirinçler, 'yaldız metal', CuZn10, CuZn15 ve CuZn20 (CW501L-CW503L) olarak bilinir. İmitasyon mücevher, rozetler, düğmeler vb.nin yanı sıra; dekoratif metal eşyaların ve mimari uygulamalar için haddelenmiş profil imalatında kullanılır. Uzun ömür için genellikle 'bronz' bir renk tonuna sahip olmalarını sağlayan kimyasal bir yüzey işlemine tabi tutulurlar. 'Mimari bronzlar' olarak da bilinirler. Bu terim; normalde mimari amaçlı (manganlı pirinçler) yapılan yüksek çekme dayanımlı pirinç ekstrüzyonları ile karışıklığa yol açabilir ve EN gösterimi bu yüzden belirtilmelidir; alaşım tablolarına (Tablo 6.8. ve 6.9. a) bakınız.

Mühimmat bakır CW500L, iyi sünekliğe ve korozyon direncine sahip 95/5'lik bir pirinçtir, CuZn5, mühimmat başlığı dışındaki işlerde nadiren kullanılır.

3.1.2. Dubleks Pirinçler

'Alfa-beta pirinçleri', 'dubleks pirinçler' veya 'sıcak işleme pirinçleri' genellikle %38 ile %42 arasında çinko içerir. Alfa pirinçlerinin aksine, dubleks pirinçlerin oda sıcaklığında şekil değişimine uğrayabilmesi daha sınırlıdır. Daha yüksek sıcaklıklarda dubleks pirinçler ile çalışmak alfa pirinçlerine göre daha kolaydır. Bu pirinçlerde yüksek sıcaklıkta ekstrüzyon yöntemi ile çubuk, altıköşe, profil ve içi boş çubuk üretilebilir ayrıca sıcak presleme ile karmaşık şekiller basılabilir.

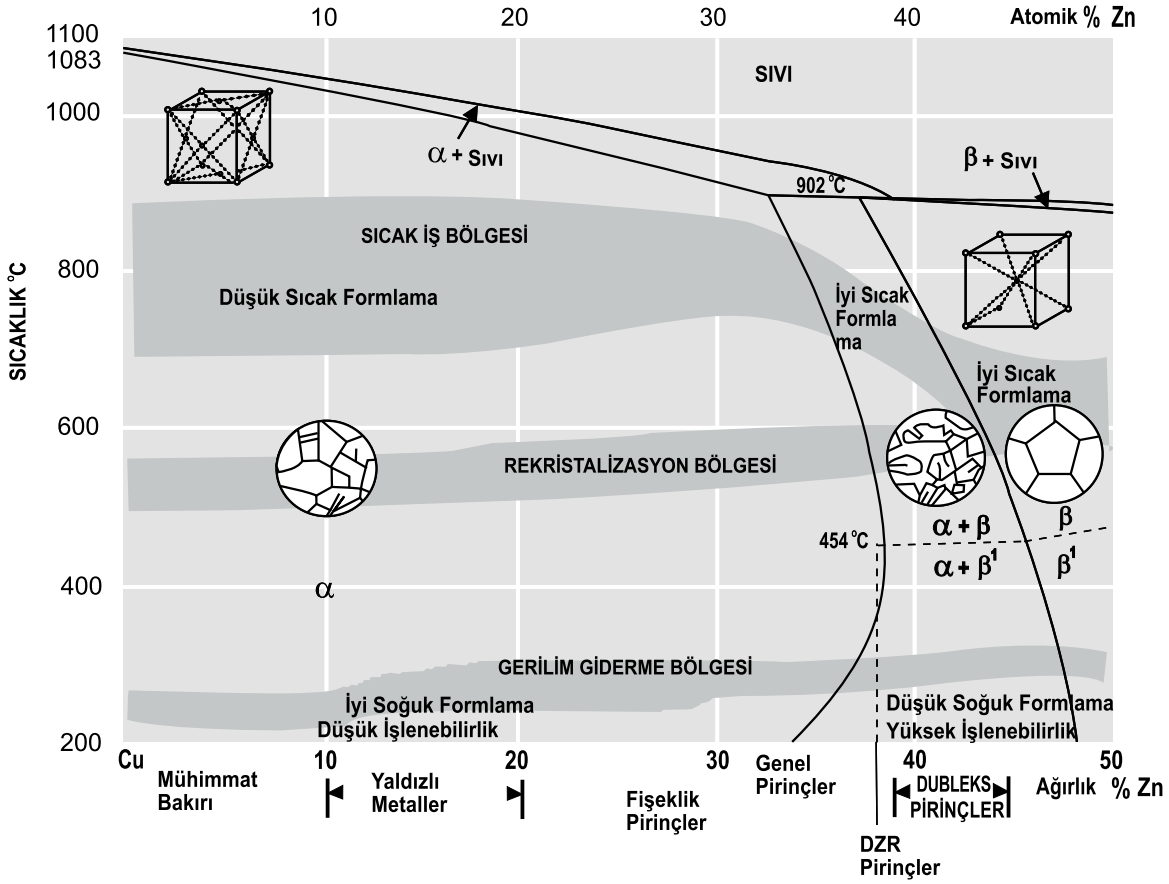
Sıcak işleme sıcaklığının ideal aralığı, 750°C'den 650°C'ye soğuma esnasında alfa fazının çökeldiği sıradadır. Mekanik işleme süreci, alfa fazı çökelirken onu küçük parçacıklara ayırır ve bu da iyi mekanik özelliklere sebep olur.

Eğer çinkosuzlaşma dirençli pirinç(DZR) gibi yüksek çinko oranına sahip bir pirinçte tek fazlı bir alfa yapısı sağlamak gerekirse, tavlama sıcaklığının ve soğutma hızının dikkatli kontrol edilmesi gerekmektedir.

Bu pirinçler mühendislik bileşenlerinin ve aksesuarlarının çok geniş bir alanının imalatı için yarı mamul olan biyetten basılmış - çekilmiş çubuklar, içi boş çubuk ve profiller olarak mevcuttur.Boru teçhizatı, sıhhi tesisat muslukları, radyatör vanaları, gaz tesisatı, kapı ve pencere aksesuarları, bu yarı mamüllerden imal edilebilecek ürünlerin sadece birkaç tipik örneğidir.

Alaşımlara kurşun ilavesi talaşlı imalatta talaşın kırılıp küçük taneli olmasına neden olacağından, tezgahın temizliğini kolaylaştırır, takım sıkışmasına engel olur, takım ömürlerinin uzamasını sağlar ve işlenebilirliği arttırır.

Çinko fiyatının bakıra göre daha düşük olması yüksek çinkolu pirinçlerin ilk maliyetlerini ve bu malzemeden üretilen parçanın imalat fiyatını düşürür.



Şekil 3.1: Bakır-Çinko Faz Diyagramı

3.2. Alaşım Elementlerinin Etkisi

Temel bakır-çinko alaşımlarına çeşitli nedenlerden dolayı alaşım elementleri ilavesi yapılır. Bunlar;

- İşlenebilirliği artırmak,
- Dayanım ve aşınma mukavemetini artırmak
- Korozyon direncini artırmaktır.

Çok farklı uygulamalar ve optimum özelliklerin kombinasyonu için özel alaşım ilaveleri yapılır.

Kurşun

İşlenebilirliği arttırmak için alfa-beta pirinçlerine %3'e kadar ilave edilebilir. Kurşun, bakır ve çinko ile katı bir çözelti oluşturmaz, fakat dağılmış bir süreksiz faz olarak alaşımın her tarafına yayılmış bir şekilde bulunur. Korozyon direnci üzerinde hiçbir etkiye sahip değildir. Kurşun, biçimlenebilir alfa pirinçlere ilave edilmez; beta fazının, yetersiz olması durumunda, sıcak işleme esnasında çatlamaya sebep olur.

Kalay

%1 kalay, amiral pirinci CW706R ve donanma pirinci CW712R bileşimine ilave edilir. İsimlerinin belirttiği gibi, bu pirinçler aslen deniz suyu kullanımı için geliştirilmiştir, gelişmiş korozyon direnci sağlamak için kalay ilave edilir. Günümüzde, alüminyum pirinci, denizcilik hizmeti için amiral pirincinin yerini almıştır, ama amiral pirinci tatlı su uygulamaları için hala kullanılmaktadır. Donanma pirinci halen deniz suyu kullanımında önemini sürdürmektedir.

Silis

Silis, pirincin dayanımını ve aşınma mukavemetini artırır ve ayrıca bazen gaz kaynağı için çinkonun oksitlenmesini azaltmak ve akışkanlığa yardım etmek amacıyla, döküm pirinçlerine ve dolgu alaşımlarına dahil edilir. Silis ilavesi beta faz oranını artırmaktadır. Silisin kesici takım ömürleri üzerinde bir miktar olumsuz etkisi vardır.

Arsenik

Arsenik, çoğunlukla, **Bölüm 3**'te ele alınan çinkosuzlaşma korozyonuna karşı koruma sağlamak amacıyla, alfa pirinç alaşımlarına düşük miktarda ilave edilir.

Nikel gümüşleri

%10–20 oranında nikel içeren ve nikel gümüşleri olarak bilinen bakır-nikel-çinko alaşımlarının dizisi, özel pirinçler olarak kabul edilebilir. Tipik pirinç renginden ziyade gümüşi bir görünüme sahiptirler. Neredeyse her bakımdan alfa pirinçlere benzer korozyon özellikleri gösterirler; fakat daha yüksek nikel versiyonları, kararmaya ve gerilim korozyonu çatlamasına karşı üstün dirence sahiptirler.

Çinko eşdeğeri

Kurşun hariç olmak üzere, bilinen ilave elementlerinin çoğu pirinçte katı çözeltiye katılır ve basit iki elementli bakır-çinko denge diyagramı bundan böyle geçerli değildir. Eğer bir pirincin karakter olarak alfa veya dubleks olup olmayacağını değerlendirmek istenirse; ilavelerin çinko eşdeğeri faktörünü kullanmaya, silis içeriğini 10'la, alüminyumunkini 6'yla, kalayınkini 2'yle, kurşununkini 1'le, demirinkini 0.9'la ve manganı 0.5'le çarpılır. Nikel içerik miktarının iki katı toplamdan çıkarılır ve aşağıdaki formül uygulanır.

$$\% \text{ Çinko eşdeğeri} = \frac{A}{B} X 100$$

$$\%A = \%Zn + (10 \times \%Si + 6 \times \%Al + 2 \times \%Sn + \%Pb + 0{,}9 \times \%Fe + 0{,}5 \times \%Mn) - (2 \times \%Ni)$$

$$\%B = \%A + \%Cu$$

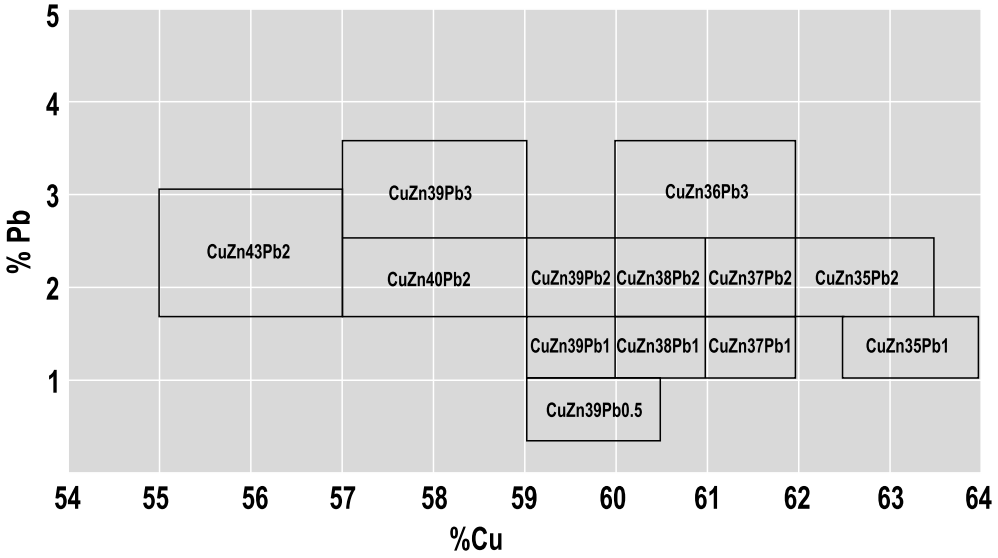
Bu metot yüksek dayanım pirinçlerinde ilave alaşım elementleri %2'yi aşmadığında yaklaşık sonuç vermektedir.

3.3. Kolay İşlenebilir Pirinçler

Tipik olarak, kolay işlenebilir pirinç aşağı yukarı %58 bakır ve %39 çinko içerir. Kurşun, işlenebilirliği artırmak için ilave edilir; kolay işlenebilir olması ve perçinleme veya soğuk işleme için yeterli sünekliğe sahip olması istenen diğer alaşımlar, daha az kurşun ve daha fazla bakır içerir.

Mangan, kalay, alüminyum, demir, silisyum ve arsenik gibi başka elementlerin ilaveleri, dayanıklılık ve korozyon direncini artırmak için kullanılabilir. Bu, çok geniş bir alaşım seçimine yol açar.

Bir uygulama için kullanılacak olan alaşımın tercihi; işlenebilirliğine, şekline, ekstrüzyona uygunluğuna ve soğuk iş ile şekillendirme özelliklerine göre alaşımın balanslanmasına dayanır. Kullanım yerine uygun birçok standart alaşım vardır. EN (Avrupa Normu) standartları, bakır, çinko, kurşun içeriğine göre sınıflandırılmış materyalin kategorilerini tanımlar. (Şekil 3.2.)



Şekil 3.2. Avrupa Standartlarındaki Mevcut Bakır ve Kurşun Aralığına Göre Semboller

3.3.1. Kurşunsuz Otomat Pirinçleri

Sıhhi tesisat teçhizatları gibi bazı uygulamalarda kurşunun insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkilerinden sakınmak için alternatif yöntemler aranmış ve kurşunsuz otomat pirinçleri geliştirilmiştir. İlk üretilen alternatif kurşun yerine benzer karakteristik özellikler gösteren bizmutun kullanılmasıdır, daha sonrasında yüksek bakırlı silisli kurşunsuz pirinçler geliştirilmiştir. Kurşunlu pirinçlere oranla işlenebilirlikleri göreceli olarak düşüktür.

3.4. Yüksek Çekme Dayanımlı Pirinçler

Yüksek çekme dayanımlı pirinçler, genellikle dubleks veya alfa-beta pirinçlerdir. Alaşım ilaveleri bu yapıyı elde etmek amacıyla yapılır ve istenen gelişmiş özellikleri sağlar.

Demir ve **mangan** en yaygın ilavelerdir; sertlik, dayanım gücü ve çekme mukavemeti geliştirirler, bir miktar süneklikte azalma oluşur.

Alüminyum, sertliği, dayanım gücünü ve çekme mukavemetini artırmada en büyük etkiye sahiptir. Yumuşaklık ve mikroyapı üzerindeki etkilerinden dolayı özelliklerin optimum kombinasyonunu sağlamak için dikkatli kontrol gereklidir. Alüminyumdan kaynaklanan oksit film tabakaları alaşıma korozyon direncini arttıran bir özellik kazandırır.

Kalay, deniz ve maden ortamlarında korozyon direncini geliştirmek için ilave edilebilir. Sertlik ve çekme mukavemetinde küçük bir artış sağlar.

Silis, ana matriste, bu alaşımlara mükemmel aşınma mukavemeti özelliklerini veren, çok sert bir ara metalik bileşik oluşturur. **Mangan silikat** üretmek için mangan ile birlikte katılır.

Kurşun, sertlik veya çekme mukavemeti üzerinde hiçbir etkiye sahip değildir. Süneklikte bir miktar azalma olur, ancak işlenebilirlikte çok önemli gelişme sağlar.

Nikel, süneklik üzerinde önemli etkiye sahip olmamakla birlikte sertliği ve çekme mukavemetini artırır; yüksek sıcaklıklarda gelişmiş özellikler sağlar.

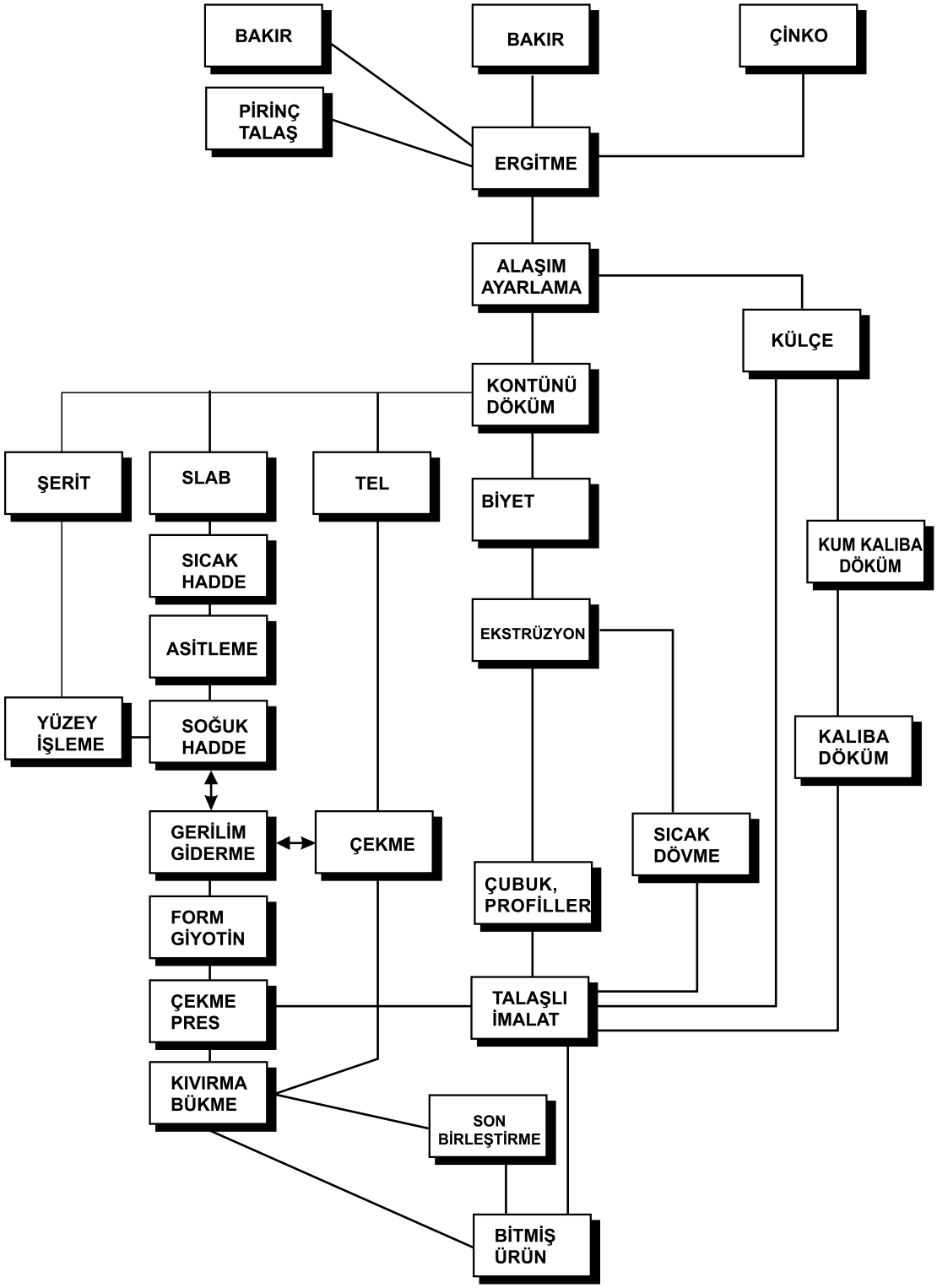
3.5. İmalat Yöntemlerinin Fiziksel Özelliklere Etkisi

Pirinç bileşenleri çok çeşitli tekniklerle üretilebilir. Alaşımın etkilerine ek olarak, imalat yöntemlerinin süreçleri, alaşımın fiziksel özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olacaktır.

Sıcak işleme genellikle ya levhaların sıcak haddelenmesi ile ya da biyetlerin ekstrüzyonu veya dövülmesi ile gerçekleştirilir. Sıcak işlemin pirinçler üzerindeki ana etkisi, mekanik özellikleri geliştirmektir. Bu durumda özellikler tavlanmış (O) hale tekabül eder. Ama eğer son işleme sıcaklığı, yeniden kristallenme için gerekenin altındaysa bazı soğuk işlemeler gerçekleştirilebilir. Malzeme imal edilmiş durumda (M) ise, tavlanmış (O) durumundan genellikle daha kuvvetlidir.

Piyasada satılan pirinçlerin çoğunun gücü, ısıl işlem ile artırılamaz. Tavlanmadan sonra yapılan soğuk işler malzeme özelliğini geliştirebilir. Ekstrüzyonla üretilmiş çubuklar, çokgenler, içi boş çubuklar, profiller ve teller gibi ürünler kalıptan çekilerek soğuk deformasyona uğratılır, fakat levha ve şeritler soğuk haddelemeden geçirilerek soğuk deformasyona uğratılır.

Şekil 3.3. de pirinçlere uygulanan muhtelif imalat yöntemleri ve işlem kademeleri özlü olarak verilmiştir.



Şekil 3.3. Pirinç Parçaların Basitleştirilmiş Üretim Akış Şeması

Artan miktarda soğuk işlem, alaşımın çekme mukavemetini, dayanım gücünü ve sertliğini artırır. Süneklikte ise azalma meydana gelir. İmalatçılardan elde edilen soğuk deformasyona tabi tutulmuş ürün için EN standartlarında, minimum bir sertlik için H veya minimum bir çekme mukavemeti için R harfleri kullanılır.

Örnek: EN 12166 standardında R560 (çekme mukavemeti 560–700 N/mm²) veya H160 (sertlik 160–190 HV) pirinç teli tanımlar (CW508L)

Not: Teldeki çekme mukavemetini ölçmek, sertliği ölçmekten çok daha kolaydır.

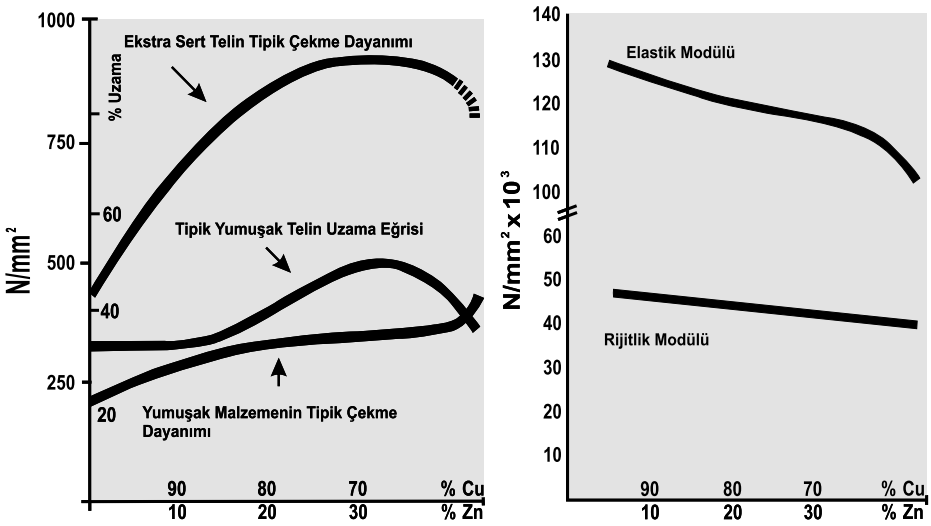
Pirinçlerin bütün formları her tav koşuluna uygun değildir. Enine haddelenenlerden ziyade haddeleme yönünde boylamasına sert haddelenmiş pirinçler, daha iyi yumuşaklığa sahiptir. Yayları veya diğer esnek kısımları tasarlamada bundan yararlanılabilir.

Bitmiş ürüne uygun olarak hangi şekillendirme yönteminin uygulanacağı göz önüne alınarak, üretici pirinç ürün siparişi verirken sertlik derecesini belirlemelidir. Alfa pirinçler, nihai kullanımları ayırmak için sertlik ve tane boyutu gibi özelliklerin çok çeşitli kombinasyonları kapsamında üretilebilir. Sertlikler, 55 HV ile 100 HV arasında ve bunlara bağlı tanecik boyutları 0.08 mm'den 0,01mm aralığında olur. Yumuşak pirinçlerin sünekliği daha iyidir fakat derin çekme işlemi sonrası yüzey işlemi yapılacak uygulamalar için çok küçük tane boyutuna gereksinim vardır.

3.6. Çinko İçeriğinin Özellikler Üzerindeki Etkisi

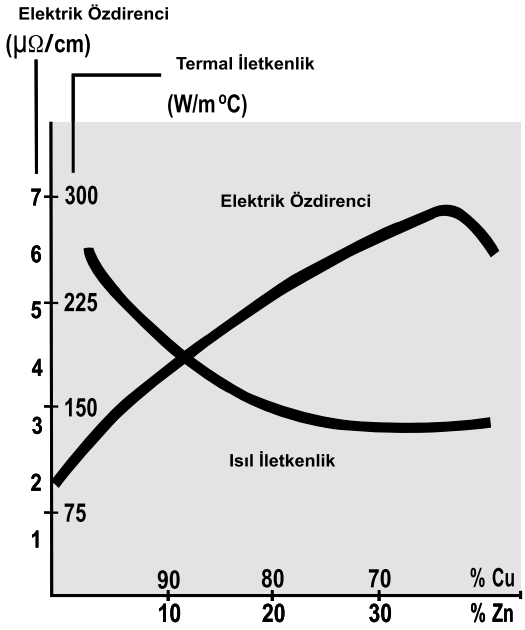
Çinko içeriğindeki artış pirincin çekme mukavemetini artırır ve % uzamayı düşürür. İyi dayanım ve yüksek süneklik özelliklerini birleştirdiğinden, 70/30 (Ms70) alaşımı tel imalatı için tercih sebebidir. Şekil 3.4. te pirincin bileşimine bağlı olarak mekanik özellik değişimi verilmiştir.

Şekil 3.4 b ise, çinko içeriğini artırma ile elastiklik modülü ve rijitlik modülünün her ikisinin fazla olmasa da derece derece azaldığını gösterir. Bu değerler, yay uygulamalarının tasarımında elastik deformasyonu hesaplamak için kullanılır.



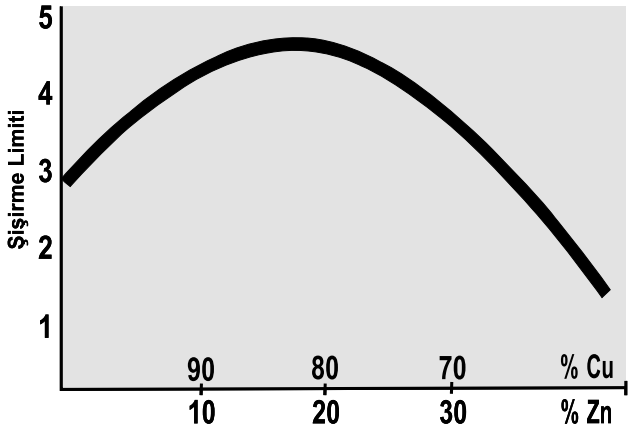
Şekil 3.4. a ve b. Pirinçlerin Mekanik Özellikleri ve Modülleri Üzerinde Kompozisyonun Etkisi

Soğuk işleme ile gerilim sertleşmesi ve bileşimin etkilerine göre, ısı ve elektrik iletkenliğinin her ikisi de genellikle benzer şekilde çeşitlilik gösterir. *Şekil 3.5.*, çinkonun bakıra ilavelerinin elektriksel direnç ve ısı iletkenliği üzerinde sahip olduğu önemli etkiyi gösterir. Bu değerler, elektriksel uygulamalarda ve ısı değiştiricilerde pirinçlerin birçok başarılı uygulamasını açıklamaya yardımcı olur.



Şekil 3.5. Pirinçlerin Isı İletkenliği ve Elektrik Özdirenci Üzerinde Kompozisyonun Etkisi

Eğer pirinç telden şişirme perçin, somun veya benzer bağlantı elemanı yapılacak ise çok iyi süneklik özelliği aranmaktadır. Şekil 3.6.'da bu proseslere en uygun olan 80/20 (CuZn20) pirinç alaşımının şişirme sınırı gösterilmektedir. Şişirme sınırı maksimum kafa çapının taslak tel çapına oranıdır.



Şekil 3.6. Kompozisyonun Şişirme Limitine Etkileri

3.7. Dökülebilirlik

Bütün pirinçler sanayide çok çeşitli döküm alanlarına ve kabiliyetine sahiptir. EN 1982 – Döküm Pirinçleri için Avrupa Standardıdır. İlave elementler pirinçlere çeşitli özellikler katar. Örneğin kurşun ilavesi işlenebilirliği iyileştirir. Kalay ilavesi korozyon dayanımı ve mekanik dayanımı arttırır. Magnezyum % 0,02 civarında katılırsa deoksidan olarak kullanışlıdır ve dayanıklı dökümler yapılmasını sağlar. Metal kalıba dökümler için genellikle 60/40 tip alaşım kullanılır. Yüksek çinko oranı, döküm sıcaklığını düşürür ve süneklik katar. Alüminyum, sıvı metali temiz tutmak amacıyla koruyucu film tabakası oluşturmak için ilave edilir ve sıvı metalin kalıbı etkilemesini azaltır. Ayrıca kimyasal kompozisyon ayarlaması yapılarak bu tip alaşımlar çinkosuzlaşmaya karşı dirençli hale getirilebilir.

Yüksek dayanımlı pirinçler kum kalıba dökülebilir ve CC765S alaşımı ile ayrıca, serbest metal kalıba dökümde yapılabilir.

Pirinç karmaşık şekiller için döküm proseslerine uygundur. Son kullanıcılar için geniş bir kullanım alanına hitap eden ürünler imal edilebilir. Valfler, elektrik komponentleri v.b. gibi parçalarda iyi dayanım, uzun kullanım ömrü, sağlamlık ve petrokimya sanayinde kıvılcımlanmama özelliği gösterir. Ayrıca iyi yüzey görünümü istenen uygulamalarda iyi dökülebilirlik karakteri ve parlaklık gösterir.

3.8. Uygulanabilir Formlar ve Özellikleri

Pirinç malzemeler sıcak ve soğuk işleme ile kolayca şekillendirilebilirler. Yarı mamül ürünleri, plaka, sac, levha, şerit, ekstrüzyon yapılmış halde pres malı ve soğuk çekme yapılmış kalibre ürünler, (çubuklar, profiller, içi boş çubuklar, borular ve tel) kolayca temin edinilebilir.

Yarı mamüllerin işlenme prosesleri; Presleme, dövme, kum kalıba döküm, kabuk kalıba döküm, serbest döküm, basınçlı dökümdür. İmalat yöntemini seçerken malzeme cinsi, miktar, kullanılacak yer v.b. kriterleri göz önüne almak gerekir. Avrupa normlarında, biçimlenebilir ürünler ile ilgili birçok mühendislik uygulamaları için ölçüsel toleranslar mevcuttur. Özel istekler imalatçı ve müşteri arasında anlaşma ile yapılır.

Tablo 6.8. ve 6.9.' da pirinç kompozisyonuna göre uygun ürün formları verilmiştir.

Tablolar standartlara uygun olarak, ürün formunun yanında tipik mekanik özellikleri de içermektedir. Daha ayrıntılı bilgi için Avrupa standartları incelenmelidir. Örneğin; kimyasal kompozisyon limitleri minimum mekanik özellikler, toleranslar ve diğer gereksinimler. Dökümler için çok fazla özellik incelemesine ihtiyaç vardır ve normlarda belirtilmiştir. Döküm dizaynı kesit inceliği ve dökümhane prosesi karakteristikleri önemli etkenlerdir. Kalıpçı ve dökümcülerin ekip çalışmasıyla hataları en aza indirmeleri en önemli konulardan biridir.

Tablo 3.1. ve 3.2. de genel olarak kullanılan pirinçlerin üretilebilir ölçü aralıkları ve tolerans sınıfları gösterilmiştir.

Tablo 3.1 Biçimlenebilen Pirinçlerin Genel Ölçü Aralığı

FORM	**ÖLÇÜ ARALIĞI**
ÇUBUK	140 mm çapa kadar yuvarlak çubuk için 100 mm ölçüye kadar kare kesitliler için 100 mm ölçüye kadar altıköşeler için
PROFİLLER	160 mm çember içinde kalacak ölçüye kadar
İÇİ BOŞLAR	80 mm çapa kadar yuvarlaklar için 77 mm ölçüye kadar köşeli ya da altıköşeler için
SICAK PRESLEME	22 kg ağırlığa kadar
DÖVME	750 kg ağırlığa kadar
LEVHA	2500 X 1250 mm ölçüye kadar
TABAKA	125mm kalınlığa kadar 2M x 1M
FOLYOLAR	0.05mm den 4mm kalınlığa kadar ve 3mm den 400mm genişlikte
ŞERİT VE KANGAL	0,17 mm kalınlıktan yukarı doğru 580 mm genişliğe kadar
TEL	0,02 mm den 6 mm çapa kadar kangal olarak 500 kg a kadar
DÖKÜMLER	Döküm tekniğine bağlı olarak gramlardan birkaç tona kadar

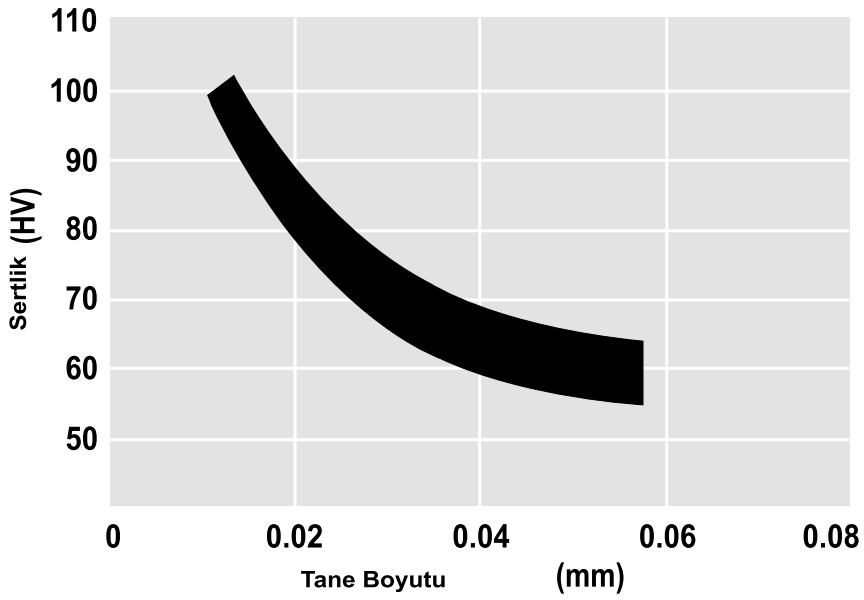
Tablo 3.2. Tolerans Sınıfları

ÜRÜN TİPİ	EN STANDARTLI TOLERANS SINIFLARI
OTOMAT İÇİN ÇUBUK-EN 12164	A ve B yuvarlak çubuk için
OTOMAT İÇİN İÇİ BOŞ ÇUBUK-EN 12168	A,B ve C dış ölçü için A ve B iç ölçü için A ve B et kalınlığı için A ve B merkez kaçıklığı için
DÖVME-EN 12165	A,B ve C yuvarlak çubuk için
DİKDÖRTGEN ÇUBUK-EN 12167	A,B ve C
GENEL MÜHENDİSLİK UYGULAMALARI İÇİN TEL-EN 12166	A,B,C,D ve E yuvarlak çubuk için A,B, ve C düzgün çokgenler için
GENEL AMAÇLAR İÇİN ÇUBUK-EN 12163	A ve B yuvarlak ve çokgen ürünler için

3.9. Mekanik ve Fiziksel Özellikler

Kalite kontrol gereksinimleri için sertlik ve çekme testleri oda sıcaklığında biçimlenebilir ürünler için EN (Avrupa Standardı)' de belirtilmiştir.

Tasarımda en doğru kararı verebilmek için test verileri incelenmelidir. Örneğin sürünme, yorulma, yüksek sıcaklığa dayanım ve kırılma özellikleri incelenmelidir. Fiziksel özellikleri Tablo 7.3. de verilmiştir.



Şekil 3.7. Levha ve Sac -CuZn30 Pirinci- Tavlanmış - Tane Boyutu ve Sertlik İlişkisi

BÖLÜM 4

PİRİNÇ KULLANIMININ AVANTAJLARI

4.1. Giriş

Pirinç, geniş alanlarda malzeme imalatına imkan verir ve benzersiz özelikler taşır. İyi dövülebilirliği olan pirinç, mükemmel korozyon dayanımı ve üstün işlenebilirliğe sahiptir. Çok iyi işlenebilirliği olan pirinç diğer metallerle kıyaslandığında küçük parçaların hassas ölçülerde imalatı bakımından en üst sınıftadır.

Pirinç çubuklar imalatçı veya bayiler aracılığı ile çeşitli ölçü ve formlarda kolaylıkla bulunabilir. Özel ölçü ve formlara yüksek fiyat ödense bile imalat sürecinde fireler azdır ve imalat zamanı bakımından üretim maliyeti düşer. Pirinç çubuk imalatçıları diğer metallerle kıyaslandığında çok çeşitli şekil ve ölçüdeki ürünleri çok az miktarda üretme esnekliğine sahiplerdir.

Özel ölçüler ve içi boş ürünler ekstra kalıp maliyeti getirse bile uzun süreli kullanımda talaşlı imalat süresini azalttığından dolayı daha ekonomiktir.

Alternatif metallerde kullanılan kalıba döküm ve enjeksiyon yöntemlerine göre pirincin sıcak dövme kalıp maliyetleri oldukça düşüktür. Sıcak dövme ile özel şekil verme, yarı mamul üretiminde çok ekonomik bir yöntemdir. İmalatçılar, ürün tasarlama aşamasının başında ölçü ve toleransları göz önüne alarak en uygun alaşımı seçmelidirler.

Pirinçler, dayanıklılık, dövülebilirlik, korozyon dayanımı, işlenebilirlik, iletkenlik ve daha bir çok özellik bakımından çok çeşitli parça ve bitmiş ürünlerin imalatında kullanılırlar. Alternatif metallerle de bu ürünler yapılabilir ancak kullanım ömürlerine göre fiyatları kıyaslandığında pirincin daha ekonomik olduğu görülür.

Pirincin ilk fiyatı bazen diğer alternatif metallerden daha yüksektir fakat diğer maliyetler hesaplandığında daha avantajlı olduğu görülür. Pirincin ekstrüzyon, sıcak dövme ve kalıba dökme ile kusursuz şekillendirmeye uygun olması bitmiş ürün imalatındaki talaşlı imalat maliyetini azaltır veya sıfırlar. Bu avantajlarının yanı sıra çapak ve talaş geri dönüşüm hurda değerinin diğer metallere göre çok yüksek olması önemini arttırır.

4.2. Maliyet - Etkinlik

Herhangi bir ürün için üretici belirli bir tamirat ve yerine koyma garantisi veriyorsa ilk ürün maliyeti çok önemli değildir. Ekonomikliliği izlemek açısından toplam ömür maliyetini değerlendirmek gerekmektedir.

Parça maliyeti aşağıda sıralanan etkenlere dayanır.

İlk Fiyat = Hammadde +İmalat Maliyeti

Ucuz bir hammadde ile ürün yapmak pahalı bir imalat maliyeti getirebilir. Bitmiş ürüne yakın ölçülerde veya işlenebilirliği çok iyi olan bir malzeme kullanarak toplam maliyeti azaltmak mümkündür.

Ömür Fiyatı=İlk Fiyat+Servis Bedelleri+Ürün Hatasından Kaynaklanabilecek Yenileme Bedeli

Çok iyi tasarlanmış ve en uygun alaşım seçilmiş bir ürünü, garanti süresi boyunca sorun çıkarmayacak şekilde imal etmek ilk maliyeti çok ucuz olan bir malzemeden imal etmekten çok daha ekonomiktir.

Malzeme Fiyatı = Metal fiyatları + Döküm maliyeti + İmalat maliyeti – Hurda Değeri

Bu, bitmiş ürün maliyetinin sadece bir parçasıdır. Dikkatli malzeme seçimi toplam maliyeti düşürecektir. Standart malzeme yerine özel amaca uygun malzeme satın alımı için fazladan ücret ödemek, imalat maliyetlerini artırmak yerine düşürücü etkide olmaktadır. Tablo 4.1.'de vana için maliyet girdileri örnek olarak verilmiştir.

4.2.1. Ekonomik Sipariş Boyutu

Dövme için büyük miktarda malzeme alınacaksa, müşteri gereksinimlerini karşılayacak malzeme, en uygun formda malzemeyi imal edebilen tedarikçiden temin edilmelidir. Minimum sipariş miktarı en az imalatçının asgari imalat sınırında olmalıdır. Örnek olarak özel bir profil imalatı isteniyorsa ve bu ürünü verebilmek için 100 kg. imalat yapılıyorsa bu en alt sipariş miktarı olmalıdır.

Ufak miktarlardaki siparişler direk imalatçı yerine bayilerden temin edilmelidir.
Bayiler piyasa isteklerine göre çeşitli ölçülerde ve büyük miktarlarda malzemeyi imalatçılardan temin ederler. İmalatçılar, uzun süreli ve büyük miktarda aynı ölçüde malzeme ürettiklerinde, ölçü değişimlerinin getirdiği çeşitli ayar, kalıp ve aparat değişimlerinden kaynaklanan ölü zamanlar ortadan kalkacağından imalat verimliliği artacak ve böylece malzeme daha ekonomik olacaktır.

4.3. Teknik Ömür - Fiyat Etkinliğini Belirleyen Başlıca Özellikler

4.3.1. Çok Çeşitli Formda Bulunabilme

Sıcak ve soğuk süneklik özelliğinden dolayı, dövme teknikleri, diğer metal şekillendirme tekniklerine göre pirinç malzemeler için en uygun şekillendirme yöntemidir. Ayrıca, pirinçlerin dökümleri de kolaydır.

Çok çeşitli kompozisyonları olsa da aşağıdaki uygulamalar için belirlenmiş alaşımlar birçok imalatçı tarafından standart olarak üretilir.

- Ekstrüzyon ile çubuk, altı köşe, profil ve içi boşlar.
- Yuvarlak ve şekil verilmiş borular.
- Yassı mamuller (Şerit, levha, plaka ..)
- Sıcak dövme
- Teller
- Kum kalıba döküm, Kalıp dökümü (kokil) ve yatay – dikey kontinü sistemler.

Tablo 4.1. Ağır Hizmet Vana Gövde Maliyeti Fiyat Karşılaştırması (2005)

	Yüksek Dayanımlı Pirinç	Çelik
Aranan Dizayn Gereksinimleri		
Çalışma Basıncı(bar)	350	350
Kıvılcım çıkarmama (madencilik uygulamaları için)	evet	hayır
Parça başı maliyet(€)		
Hammadde	7,83	2,96
Ön işleme	-	4,40
Tornalama	-	3,15
Son işlemler	9,95	14,73
Kaplama	-	1,77
Herbir parçanın toplam maliyeti	17,77	30,41

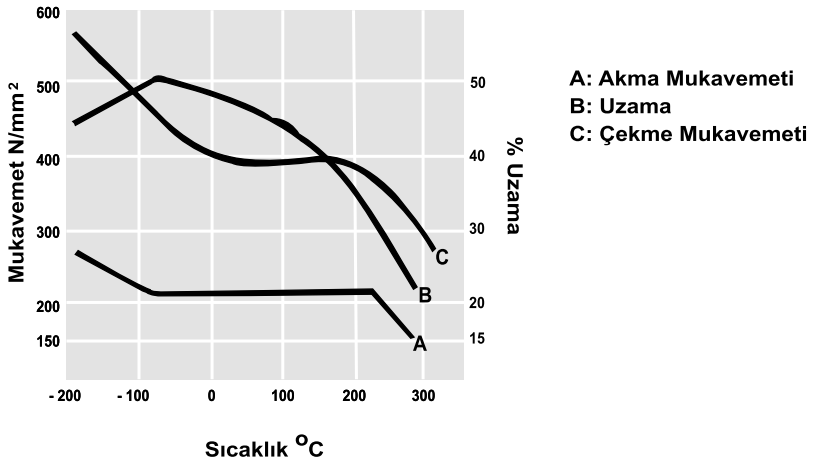
4.3.2. Dayanım

Yumuşatılmış ve gerilim giderme işlemine uğramışlarsa pirinçler haddelenmeye uygundur. Çekme ve sarma gibi soğuk şekil verme yöntemleri sertleşmelerine neden olup sertlik değerlerini artırır. Ekstrüzyon ve çekme ile altı köşe ve profiller sağlam bir yapıya kavuşurlar.

200 ° C sıcaklık civarlarında pirinçler önemli ölçüde sertlik karakteristikliklerini korurlar, 300 ° C da ise sadece % 30 'luk bir sertlikte azalma olur. Bu özelliği, alternatif metallere göre pirinci avantajlı yapmaktadır.

Pirinçler Krayojenik sıcaklıklarda (-150, -238 ° C) çalışmak için çok uygundurlar. Bu gibi koşullarda mekanik özeliklerini kaybetmezler hatta bazı ufak iyileşmeler oluşur. (Şekil 4.1)

Yüksek dayanıklılık gerektiren uygulamalar için yüksek dayanımlı pirinçler kullanılabilir. Bu malzemelere, özelliklerini veren ilave elementler katılmalıdır.



Şekil 4.1. Sıcaklığın İşlenebilir Pirinçlere Etkisi (CW614N)

4.3.3. Süneklik ve Şekillendirilebilme

%63 ten daha fazla bakır içeriği olan pirinçler oda sıcaklığında kolaylıkla şekil değişimine uğrayabilirler. Pres baskı, sıralı çekme, sarma ve soğuk şekil verme için muhtelif elementler belirli miktarlarda alaşıma katılır. Bakır % 63'ün altındaysa ve ilave alaşım elementi katılmamışsa oda sıcaklığında süneklik değeri düşer, ama bu malzemeler ekstrüzyon, dövme, pres şekillendirme ve diğer sıcak iş uygulamaları için çok uygundurlar.

4.3.4. İşlenebilirlik

Esasen tüm pirinçler kolay işlenebilir oldukları halde, alaşımın içine ilave edilen kurşun bu özelliklerini daha da arttırarak pirinci diğer bütün metallerin önüne geçirerek kolay işlenebilirlilik standardını oluşturmuş ve bu olgu dünya çapında kabul görmüştür.
Yüksek işleme hızlarına çıkabilme ve düşük kesici takım maliyetlerinden dolayı toplam imalat maliyeti minimize edilmiştir.

Çok farklı metallerle geniş deneyimleri olan büyük makine parkına sahip bir firma normal çalışma koşullarında farklı metallerin talaş fire oranlarını kıyaslamış ve tablo 4.2.'deki sonuçlar ortaya çıkmıştır.
Kıyaslamada kullanılan Alüminyum alaşımlarından biri 'Alüminyum (a)' güçlü korozyon dayanımına sahipken, 'Alüminyum (b)' iyi işlenebilirlik özelliğindedir.

Tablo 4.2. Uygulamadaki Talaş İşlenebilirliği

Alaşım	Talaş İşlenebilirliği $cm^3/dk.$
Pirinç CW609N(CuZn38Pb4)	133
Alüminyum (a)	44
Alüminyum (b)	80
Yumuşak Çelik	36
Paslanmaz Çelik (304)	6

İyi dayanıklılık, süneklik, korozyon dayanımı ve ark dayanımı özellikleri, kolay imal edilebilirlikle birleştiğinde pirinç kompleks hidrolik ekipmanları için kullanılan ağır şart valf gövdesi malzemesi olarak ideal seçim haline gelir.Pirinçten yapılan valf gövdeleri net şekle yakın ölçülerde ekstrüzyon yöntemi ile yüksek dayanımlı pirinçlerden yapılır. Daha sonra gerekli imalat prosesleri takip edilir ancak çelikler daha büyük parçalardan ön işlemler geçirerek tamamen talaşlı imalat ile şekillendirilir. Şekil 4.2.'de pirinç işleme parçaları ve alternatifleri ile mukayese bilgileri verilmiştir. Pirinç kolay işlenir, işleme hızı yüksektir, alüminyum alaşımlarından daha az takım maliyeti gerektirir ve gerekli uygulama için ideal korozyon dayanımına sahiptir. Talaşlı imalatta operatörün alüminyuma kıyasla pirinç ile benzer malzemeyi işlerken daha az süre ve emek harcanır.

Kolay işlenebilir pirinç

Talaş yapısı küçüktür takım maliyeti ve yağlama ihtiyacı çok azdır.

Çeşitli Kablo Bağlantı Elemanları

Bu tip kablo bağlantı elemanları alüminyumla yapılanlardan %33 daha ucuzdur.

Madencilik Ekipmanları İçin Valf Gövdeleri

Pirinçten yapılan valf gövdeleri çelikten yapılanlardan yaklaşık %30 daha ucuzdur.

Kolay İşlenmeyen Metallerin Talaşları

İşleme hızı yavaştır, takım ömürleri daha azdır ve takımları daha pahalıdır, daha pahalı yağlayıcılara ihtiyaç duyarlar.

•Şekil 4.2. Pirinç Malzemelerin İşlenebilirliği ve Alternatifleri ile Mukayesesi

4.3.5. Korozyon Direnci

Pirinçler mükemmel korozyon dirençlerinden dolayı bir çok uygulama için en ekonomik malzemedir.

Nemli atmosferik ortamlara maruz kalan pirinçlerde bazik oksit, hidroksit ve karbonat ihtiva eden yeşilimsi 'patina' tabakası oluşur. Bu tabakada ince ve koruyucu özelliktedir fakat kuru ortamda oluşan kararmadan daha pürüzlü ve tozlu görünümdedir. Deniz ortamında benzer görünümdeki yeşil patina tabakası oluşur fakat bu film ayrıca bazik kloritleri de ihtiva eder.

Atmosferik etkiler pirincin üzerinde ince koyu bir film tabakası oluşturur. Bu etki daha sonra ilerleyerek 'patina' adı verilen koruyucu bir yeşil tabakaya dönüşür. Mimaride görsel olarak etkileyicidir, uzun süreli olumsuz bir etkisi yoktur, demir ve çelikte oluşan pas ile kıyaslanamaz. Doğru pirinç seçildiğinde deniz suyu uygulamalarında korozyon problemi olmadan kullanılabilir. Ayrıca geçmişten günümüze sıhhi tesisat, merkezi ısıtma ve buhar sistemlerinde pirinç boru, fitings (bağlantı parçaları), vanalar ve diğer ekipmanlar kullanılmaktadır. Yüksek dayanımlı pirinçler mükemmel atmosferik korozyon dayanımı sağlayan mangan ihtiva eder ve sürekli kullanımda atmosferin etkisi sadece koyu bir bronz görünümü vermektedir.

Elektrik ekipmanları ve hidrolik tesisat ürünleri gibi birçok uygulamada pirinçlerin tercih edilmesinin sebebi hem hava hem de çeşitli sıvılara karşı yüksek korozyon direncine sahip olmalarıdır. Denizcilik sektörü gibi korozif ortamlarda Tablo 6.8. ve 6.9.'da listelendiği şekilde donanma pirinçleri gibi özel pirinçler kullanılmaktadır. Bu pirinçler yüksek mekanik dayanımlı ve çinkosuzlaşma dayanımı arttırılmış alaşımlardır. Genel amaçlı pirinçlerin işlenebilirliğine göre işlenebilirlikleri daha düşüktür.

Diğer bakır alaşımları gibi pirinçler de normal atmosfer şartlarındaki korozyona karşı mükemmel dirence sahiptir. Bu özellikleri malzeme seçiminde dikkat edilmesi gereken bir husustur. Bu üstünlüklerinden dolayı pirinçler, elektrik malzemeleri, bilimsel ve kesinlik gerektiren teçhizat imalatı, saatler, fleks hortumlar ve tesisat bağlantı parçaları gibi birçok kritik uygulamalarda uzun ömürlü ve tatminkâr hizmet verebilmek için seçilen malzemeler içinde akla ilk gelen seçenek olmuşlardır.

Koruyucu oksit film tabakaları irdelenecek olursa; pirinçler açık atmosfer şartlarına maruz bırakıldıklarında zamanla kademeli olarak dış yüzeylerinde kararma meydana gelir.Bu tabaka çok ince ve yavaş gelişen bir süreçte meydana gelir. Yüzey oksit filmleri ortamda sülfür kirlenmesi varsa film tabakasının içine belli bir miktar sülfat dahil olur.

Bu film sonuç olarak sabitleşir yani ilerlemez ve koruyucu bir özellik kazanır. Çok ince ve düzgün görünümlüdür ve hareketli parçalar üzerinde oluşmaz. Demirdeki paslanma süreci böyle değildir. Elektriksel uygulamalarda, pirinçlerde oluşan oksitlerin, alüminyumda oluşan oksitlerdeki yalıtkan özellikli tabaka gibi negatif etkisi yoktur.

Tatlı suda kalsiyum tuzu, magnezyum ve demirin ihtiva ettiği durumlarda bile koruyucu bir oksit tabakası oluşur.

4.3.6. İletkenlik

Pirinçler, demir alaşımları, nikel esaslı alaşımlar ve titanyumlu alaşımlarla kıyaslandığında üstün elektriksel ve termal iletkenlik özelliğine sahiplerdir. Yüksek iletkenlikleri yüksek korozyon dayanımı ile birleştiğinde elektrik malzemeleri imalatında en ideal seçenek olarak akla geldiğinden evsel ve endüstriyel uygulamalarda kullanılır. Kondenser ve ısı eşanjörlerinin borularında bakır ile beraber iyi termal iletkenliğinden dolayı pirinç alaşımları da kullanılır.

4.3.7. Aşınma Dayanımı

Pirincin içinde bulunan kurşun yağlayıcılık etkisi göstererek alaşıma düşük sürtünme ve aşınma dayanımı verir. Saatler ve saat parçası olan dişli ve platinalarda kullanılır. Mangan ve silis ihtiva eden özel pirinç alaşımları ağır iş rulmanlarında kullanılmaya uygundur. Silis ve mangan oranı arttıkça aşınma dayanımı da artar.

4.3.8. Kıvılcım Direnci

Pirinçler mekanik çarpma anlarında kıvılcım çıkarmadıklarından dolayı patlama ve yanma riski olan tehlikeli ortamlarda kullanılmaya uygundurlar.

4.3.9. Çekici Renk

Bakır ve altın diğer metallerden ayırt edilebilecek özellikte olan 2 metaldir. Pirinçlerde kırmızı bakıra çinko eklenerek çekici sarı renk tonları elde edilir. Altın rengine benzeyen renkler 95/5, 90/10, 85/15 ve 80/20 alaşımları ile elde edilir. Bunun yanında MS72, MS63 ve MS58 'sarı' diye bilinir ve birçok uygulamada yaygın olarak kullanılır. Uzun süreli estetik görünüm verdikleri için birçok dekoratif parçada kullanılır. Alüminyum, pirince ayırt edici gümüşümsü bir renk verir. Manganlı pirinçler ekstrüzyondan sonra çekici bronz rengi alırlar. Yüksek dayanım pirinçleri aynı zamanda mangan pirinçleri olarak da bilinir ve mimari uygulamalarda bronz etkisi verdiği için kullanılır.

4.3.10. Dekoratif ve Koruyucu Son İşlem Uygulamaları

Pirinçler çok iyi derecede parlatılabilir, doğal rengini korumak için verniklenebilir, krom, nikel, kalay, gümüş, altın vb. metallerle kaplanabilir özelliklerinden dolayı dekoratif amaçlı kullanılırlar. Ayrıca özel kimyasallar kullanılarak mavi-siyah, yeşil-siyah, siyah ve kahve rengi tonlu yüzeyler elde edilebilir.

Diğer metaller, metal kaplama için bakır astara ihtiyaç duyarken pirinç kolaylıkla kaplanabilir. Bu da kaplama maliyetini düşürür.

4.3.11. Kolay Birleştirme

Pirinçler, diğer bakır alaşımları ile veya diğer metallerle kolaylıkla birleştirilebilirler. Genellikle perçinleme, lehimleme, gümüş kaynağı ve sürtünme kaynağı gibi birleştirme yöntemi uygulanır. Modern yapıştırma teknikleri de uygulanmaktadır.

4.3.12. Hijyen

Bakırın anti bakteriyel özelliği bakır ihtiva eden pirince de mikroorganizmaların yaşamalarına engel olan özellik sağlamıştır. Yapılan araştırmalarda pirinç alaşımlarında paslanmaz çelikten daha az sayıda mikroorganizma yaşadığı saptanmıştır. Aynı araştırmada E.coli OH 157 ve Listeria Monokitojen 'in daha az yaşadığı ispatlanmıştır. Bu bakterilerin her ikisi de ciddi zehirlenmelere neden olur.

4.4. Düşük Üretim Maliyeti

4.4.1. Talaşlı İmalat İşlemleri

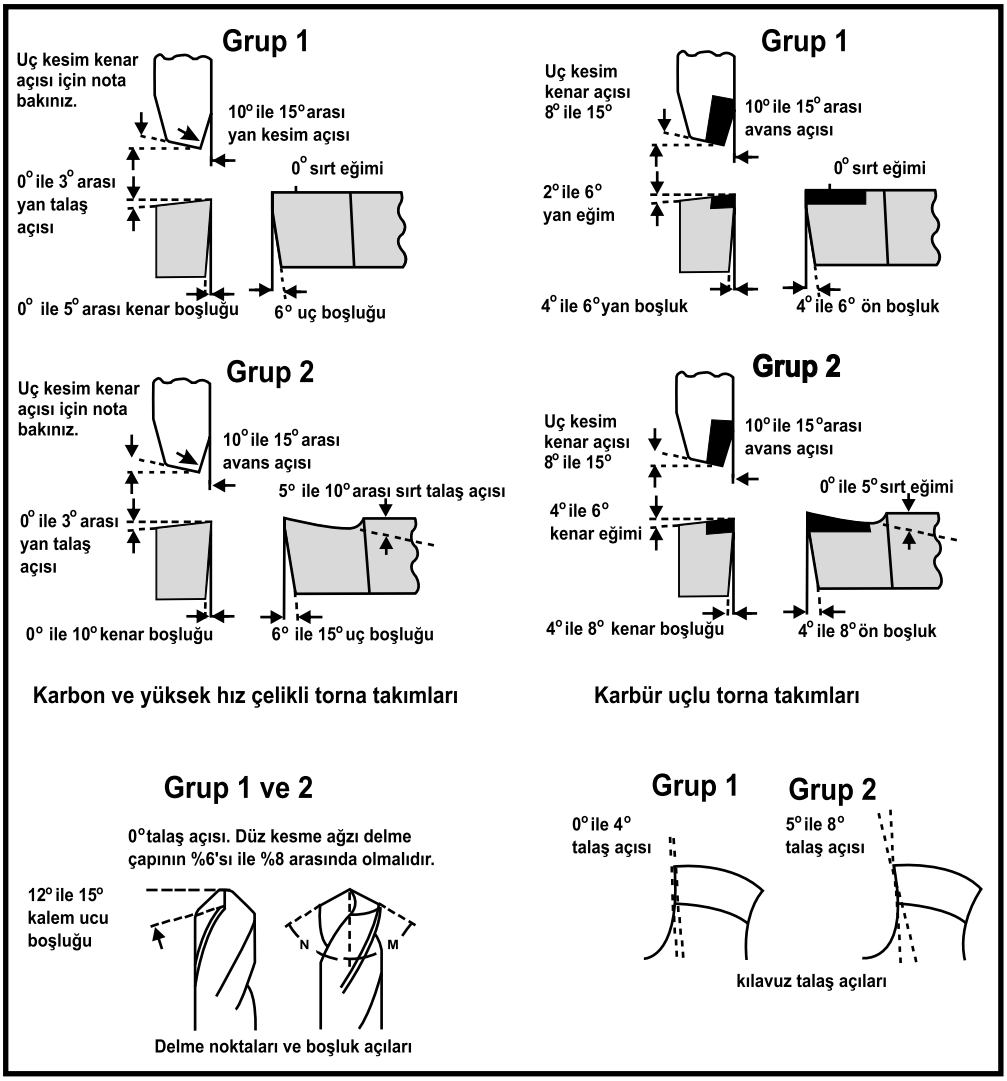
Pirincin mükemmel işlenebilirlik özelliğinden yararlanabilmek için doğru işleme takımı ve teknikleri uygulandığında ürünün işleme maliyeti en alt düzeye inecektir. Bu faydayı arttırmak için işleme takımının geometrisi, hız, besleme ve kesme derinliği parametreleri iyi ayarlanabilmelidir. Bu değerler ancak çalışılan tezgahla elde edilen tecrübeleri değerlendirmekle edinilir (Şekil 4.3.). Bakır alaşımları işlenebilirlik bakımından 3 gruba ayrılır. 1.grupta geleneksel kurşun ihtiva eden kolay işlenebilir pirinçler, 2.grupta kurşunsuz pirinç alaşımları ve 3.grupta ise pirinç kadar kolay işlenemeyen diğer bakır alaşımları vardır

Kolay işlenebilir pirinçlerin talaşına kalem ucu gibi takım materyalleri hiç karışmaz. Bu tür pirinçleri işleyebilmek için kullanılan takımlar çok daha az bileme işlemine ihtiyaç duyarlar. Yaklaşık %20 civarında takım maliyeti avantajları vardır.

Geliştirilmiş kolay işlenebilir pirinçler ile modern tezgâhlarda işleme hızı 2 katını geçmiştir. Dakikada 200metre işleyebilen modern tezgâhlar mevcuttur. Eski tezgâhlarda bu geliştirilmiş işlenebilir pirinç kullanımı belki hızda bir ilerleme sağlamaz fakat takım maliyetini oldukça düşürür.

Pirincin iyi korozyon direncine sahip olması su bazlı kesme yağları kullanılmasına olanak sağlar. Su bazlı yağlar geleneksel mineral yağlardan %70 daha az maliyetlidir ve mineral yağların yüksek sıcaklıklarda buharlaştırdıkları zehirli gazlar gibi zararlı etkileri yoktur.

Pirinç talaşı diğer metallerin talaşından daha küçük yapıda olduğundan tezgâh temizlemesi çok daha kolaydır ve talaş birikmesinden dolayı tezgâh temizlemek zarureti ortadan kalkar ve bu ölü zamanın olmayışı makine etkinliğini arttıracağından üretim maliyeti düşer.



Şekil 4.3. İşlenebilirlik Grubu 1 ve 2 deki Pirinçlerin İşlenmesi İçin Takım Geometrisi

4.4.2. Pirinç Fiyatları

Genellikle çinkonun fiyatı bakırın 1/3'ü kadardır. Bundan dolayı en çok çinko ihtiva eden alaşımın fiyatı en düşük olacaktır. Aynı zamanda yüksek çinko ihtiva eden pirinçlerin işlenebilirliği kolaydır. Bundan da anlaşılacağı gibi MS58 alaşımı,MS63 ve MS70'ten daha çok kullanılmaktadır. MS63 ve MS70 daha çok şerit, plaka, boru ve tel imalatında kullanılır. Yüksek bakırlı metaller sadece özel ürünlerde tercih edilir.

4.4.3. Geri Dönüşüm Değeri

Ürün doğru seçilirse işleme sonucu çıkan talaş en aza indirilebilir fakat bazı uygulamalarda kaçınılmaz olarak % 70'e çıkan talaş oranları meydana gelebilir. Çıkan talaş pirinç endüstrisi içinde tekrar kullanılabilir. Talaşı temiz tutmak ve yüksek oranda aynı nitelikte talaş biriktirmek, talaş değerini arttıracaktır. Bu nedenlerden dolayı pirinç sektöründe fason ticareti yaygındır.

4.4.4. Profil ve İçi Boş Çubuk Kullanmanın Avantajları

Yuvarlak çubuk gibi profil kesitli çubuklarda ihtiyaca göre net ölçülere yakın olarak ekstrüzyon yöntemi ile üretilebilmektedir. Profil kullanımında başarı sağlayabilmek için müşteri ile imalatçı arasında çok iyi bir iletişim ve iş birliği sağlanarak ihtiyaçlara uygun ve uygulanabilir imalat yöntemleri dahilinde en iyi geometride ürün imal edilebilir. Eğer nihai ürün içi boş(somun gibi) formda ise içi boş çubuk kullanmak talaşlı imalatta fire oranlarını düşüreceği, işleme hızını arttıracağı için daha avantajlı olacaktır. Pek tabii ki içi boş çubuk üretim prosesi normal çubuk üretiminden teferruatlı olacağından ilk satın alma maliyeti daha fazla olacaktır fakat fire ve işleme kolaylığından dolayı talaşlı imalat fiyatı toplamda daha düşük olacaktır.

İçi boş çubuk üretiminde, kalıbın şekline göre ortasına hareketli veya direkt mandrel kullanmak sureti ile ekstrüzyon işlemi gerçekleştirilir. Bu işlemin gerçekleştirilebilmesi tavlanmış pirincin çok düşük sürtünmeye sahip olmasıyla açıklanır. Diğer metallerle yapılan içi boş üretimler genellikle köprü tipi kalıplarla, kalıp çıkışında iki yüzey sonunu yapıştırılarak gerçekleştirilir. Hassasiyet gereken uygulamalarda bu tip yöntemle imal edilen malzeme tavsiye edilmez. İnce cidarlı içi boş ürünler çok kolay hasar görebilir. İç delik çapı çok küçük olan içi boş üretimlerin ekonomik olduklarının sorgulanması gerekir. Yeni geliştirilen tekniklerle içi boş çubukların merkez kaçıklığı miktarı en aza indirgenmiştir.

4.4.5. Dövme

Dirsek, T profil veya karmaşık parçalar imal edilmek isteniyorsa tavlanmış pirincin preslenmesi ile talaşlı imalattan daha hızlı ve daha az fire ile özellikle büyük miktardaki üretimlerde ciddi ekonomik kazanımlar oluşur. Ayrıca preste dövme, ürüne güçlü ve homojen bir yapı sağlar.

Tek eksende simetrik malzemelerin imalatında presleme yöntemi yine talaşlı imalata ekonomiklik yönünden üstünlük sağlar. Genel kural olarak dış çapın iç çaptan %25 daha büyük olduğu durumlarda presleme tekniğini kullanmak daha ekonomik olacaktır. Sıcak presleme imalatçısı ile müşteri arasındaki güçlü iletişim en az fireli ve en uygun ölçülerde malzemenin tasarlanmasına olanak sağlar. Presleme tekniklerindeki gelişmeler kalıp fiyatlarının azalmasıyla ve imalat sürelerinin azaltılması ile diğer tekniklerden daha pahalı olmaktan çıkmıştır.

4.4.6. Döküm

Döküm yöntemi ile parçanın şekli, istenilen miktar ve teknik özelliklerine göre tam istenilen ölçülerde ürün elde edilebilir. Farklı döküm metotları vardır. Bunlardan başlıcaları, kum kalıba döküm, kokil kalıba döküm, alçak basınç döküm ve kontinü döküm yöntemleridir.

4.4.7. Yüksek Hızda İşleme Şartları

Değişik metalleri kesin bir doğrulukla işlenebilirlik bakımından kıyaslamanın geçerli bir yöntemi yoktur. ASTM standardı oluşturulmuş ve çeşitli metallerin işleme özellikleri uygulanan test sonucu elde edilmiştir. (Tablo 4.3.)

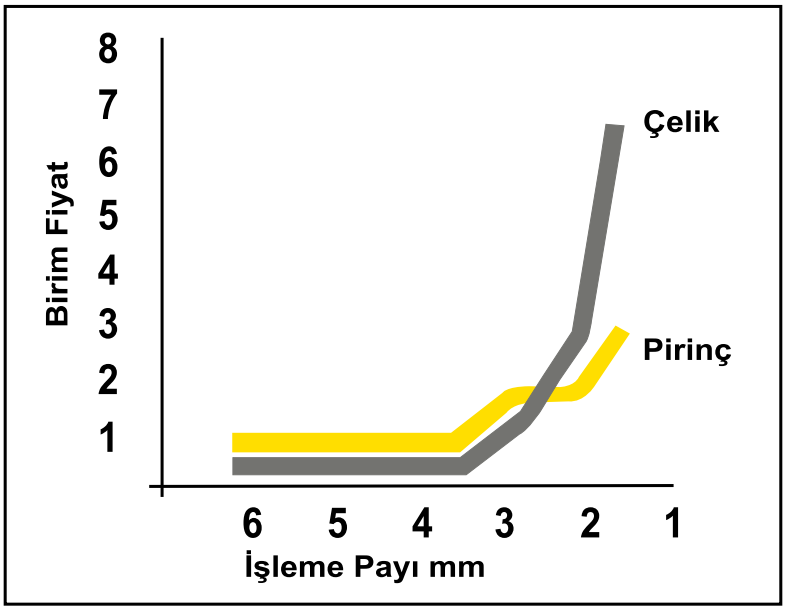
Tablo 4.3. Çeşitli Metallerde İşlenebilirlik

Malzeme Tanımlaması	Kodu	Sertlik	İşlenebilirlik oranı
	EN	HB	%
İşlenebilir Yumuşak Çelik	220M07	160	33
Düşük Karbonlu Çelik	070M26	143	22
Orta Karbonlu Çelik	080A40	205	20
Yüksek Sertlikli Düşük Alaşımlı Çelik 1.5%NiCrMo	817M40	210	17
Yüksek Sertlikli Düşük Alaşımlı Çelik 2.5%NiCrMo	826M31	180	17
1% Karbon ,1% Cr Rulman Yatağı Çeliği	535A99	206	10
Düşük Karbonlu Zırh Çeliği	080M15	131	20
18/8 Paslanmaz Çelik	316	195	12
K-Monel	_	240	12
Titanyum Alaşımları - a	_	188	10
Titanyum Alaşımları - b	_	255	6
Alüminyum Alaşımları	AA2017	95	50
İşlenebilir Alüminyum Alaşımları	AA2011	95	66
Alüminyum Bronzu	CW307G	200	20
Alüminyum-Silis Bronzu	CW301G	180	60
Bakır - Krom	CW105C	140	20
Bakır - Nikel	CW352H	90	20
Bakır	CW004A	50	20
İşlenebilir Bakır	CW118C CW114C	50 50	80 80
EKOSARI - ECOBRASS	CW724R	160	80
Dövme Pirinci	CW617N	70	90
İşlenebilir Pirinç	CW614N	70	100

Tablo 4.4.'de ASTM testleri sonucunda çeşitli pirinçlerin ve hafif alaşımlı paslanmaz çeliklerin tipik mekanik özellikleri ve işlenebilirlikleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 4.4. Pirinç, Çelik ve Paslanmaz Çeliklerin Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Malzeme	Çekme Mukavemeti (N/mm²)	Akma Mukavemeti (N/mm²)	Uzama %	Sertlik	işlenebilirlik indeksi %
EN 12164(BS 2874)					
CW614N	380-520	150-400	30-10	90-150 HV	100
CW617N	380-520	150-400	30-15	90-150 HV	90
CW603N	340-500	130-350	40-15	85-140 HV	97
CW608N	350-510	150-380	40-15	85-140 HV	80
BS 970					
220MO7(EN 1A) Düşük Karbon, Kurşunsuz, İşlenebilir					
Sıcak Çekme	360 Min	215 Min	22	_	_
Soğuk Çekme	355-465	355-465	10-7	_	33
230MO7 Düşük Karbon, Kurşunsuz, İşlenebilir					
Sıcak Çekme	360 Min	215 Min	22	_	_
Soğuk Çekme	570-680	420-530	10-6	_	_
BS 4360 (İnşaat Çeliği)					
Derece 43 c	430-580	275	22	_	_
BS 970 Östenitik Paslanmaz Çelik(Yumuşatılmış)					
304S11	480 Min	180 Min	40	183 HB Max	_
304S15	480 Min	195 Min	40	183 HB Max	_
204S31	490 Min	195 Min	40	183 HB Max	_
316S11	490 Min	190 Min	40	183 HB Max	12
316S13	490 Min	190 Min	40	183 HB Max	12
316S31	510 Min	205 Min	40	183 HB Max	12
316S33	510 Min	205 Min	40	183 HB Max	12
321S31	510 Min	200 Min	40	183 HB Max	_
303S31	510 Min	190 Min	40	183 HB Max	16
BS 970 Paslanmaz Çelik					
Bütün mertebeler soğuk çekmedir(45 mm çapa kadar)					
	650-865	310-695	18 - 12	_	_



Şekil 4.4 Düşük Alaşımlı Çelik ve Pirincin Fiyat Karşılaştırması

Şekil 4.4'de görüldüğü gibi 6mm'den 2mm'ye kadar pirinç ve hafif alaşımlı çelik çubukların perakende satış fiyat ilişkileri gösterilmektedir. Büyük çaplar için fiyatı belirleyen ana unsur malzeme fiyatı olduğundan hafif çelik alaşımlı çubuklar daha ucuzdur. Ancak 3mm'nin altındaki işleme paylarında düzgün yüzey ve ölçü toleranslarında imal edilecekse ürünün satış fiyatına, yapılan ilave işlemlerin maliyetleri ağırlığını koyduğundan pirinçle imal etmek daha uygun olacaktır.

Paslanmaz çeliğin hem imalatı zordur hem de bitmiş ürün fiyatı pirincinkinden 2-5 kat daha fazladır. Tablo 4.5.'de seçilmiş örnek bazında çeliklerle pirinçlerin mukayesesi verilmiştir.

Tablo 4.5. Birçok Yönüyle Pirinç Çelikten Daha Ucuzdur

PARÇA	Gövde Parçası	Manifold adaptörü	Hava Fren Hortum Parçaları	Kumanda Rekoru	Pnomatik Hortum Parçaları	Rakor
Fotoğraf	No:1	Gösterilmemektedir	No:2	No:3	No:4	No:5
Uygulama	Su Altı Pompa Montajı	Otomotiv	Otomotiv	Pnomatik Güç	Uçak	Bahçe Ekipmanları
Özelliği	Teflon Kaplama	Daha Kaliteli ve Ucuz	Güvenli	Derin delik açma	Üretim verimliliği	
Parça Ağırlığı(gr.)	49	33	41	36	26	5.4
Süper Pirinç	23	30	36	17	42	32
Parça İşleme Zamanı-Pirinç (sn.)	4.5	3.2	5.6	4.75	3.7	3.75
Parça İşleme Zamanı-Çelik (sn.)	8.O	5.9	9.1	8.4	8.3	5.5
Pirinç kullanıldığındaki verimlilik kazancı(%)	102	110	86	102	157	68
Pirinç kullanıldığındaki Maliyet kazancı(£/1000)	3.92	0.58	33.98(b)	40.60(c)	25.08(d)	2.62

Notlar: Kıyaslamalar CW603N kolay işlenir pirinç ve 12L14 Kurşunlu kolay işlenir çelik arasında yapılmıştır.

BÖLÜM 5

DOĞRU PİRİNCİ SEÇMEK

(EN) Avrupa Norm ve standartlarında yüzün üstünde pirinç normu mevcuttur. Bu normlar farklı özellikler ve nitelikler taşıyan geniş bir alaşım ailesi oluşturur. Uygulamaya en yakın yeterlilikteki uygun alaşımı seçmek önem kazanmaktadır.

Bu bölümde nikel gümüşlerini de (alman gümüşü) tartışmak yerinde olacaktır. Bu alaşımlar bakır-çinko alaşımı olup belli bir miktar nikel de ihtiva ederler. Güçlü korozyon dayanımları, beyazımsı renkleri ve mükemmel elastikiyet özelliklerinden dolayı seçimde göz önünde bulundururlar.

Standart pirinçlerin ve nikel gümüşlerinin kimyasal kompozisyonları ve mekanik özellikleri Tablo 6.8. ve 6.9. da gösterilmektedir.

5.1. Özel İmalat Şartlarına Uygun Pirinçler

5.1.1. Yüksek Hızda İşlenebilir Pirinçler

İşlenebilirliği arttırmak için pirince kurşun ilave edilir. Alaşım yapısında kurşun fazın içine girmediğinden talaşlı imalatta ufak yapı da talaş oluştururlar. Kurşunun az olduğu yapılarda uzun kıvrık talaşlara rastlanır. Aynı zamanda kurşunun yağlayıcı etkisi de vardır. (Tablo 5.1.)

Tablo 5.1. Piyasada En Çok Bulunan İşlenebilir Pirinç Alaşımları

Kompozisyon Dizaynı EN Numarası	İlgili Özellikler
CuZn39Pb3 CW614N	En çok kullanılan yüksek hız pirincidir.Soğuk iş kabiliyeti düşük fakat diş açmaya uygundur.
CuZn36Pb3 CW603N	Daha iyi soğuk şekillendirmenin yanında mükemmel işlenebilirliğe sahiptir.
CuZn36Pb2As CW602N	Çinkosuzlaşma dayanımlı pirinç
CuZn37Pb2 CW606N	İyi işlenebilirlikle birlikte soğuk şekillendirme özelliği gelişmiştir.Soğuk perçinleme için uygundur.
CuZn39Pb2 CW612N	İyi işlenebilirlik ve bazı uygulamalar için yeterli süneklik ile soğuk şekil verme yapılabilir.
CuZn40Pb2 CW617N	İyi işlenebilirlik fakat sınırlı soğuk süneklik.Genellikle sıcak dövme için kullanılır.

Kurşunlu pirinçlerin dökümünde ve ekstrüzyonunda kurşunun düzgün olarak yapıya dağıldığına, demir ve silis empüritelerinin alaşımın müsaade ettiği sınırlar içinde olmasına çok dikkat etmek gerekir. Demir ve silis gibi sert parçacıklı empüriteler talaşlı imalatta takım ömürleri için olumsuz etki yaratırlar.

Eğer talaşlı imalattan sonra ilave soğuk şekillendirme işlemi uygulanacaksa yüksek bakırlı ve düşük kurşunlu bir alaşım tercih edilmelidir. Örneğin CW601N soğuk şekillendirme için genellikle tercih edilen türdür.

5.1.2. Sıcak İş İçin Pirinçler

Uygun nitelikteki pirinci seçebilmek için bir miktar temel metalurji bilgisi gerekmektedir. Alaşımdaki çinko oranı %35'in altında ise, çinko bakırın içinde katı çözelti olarak bulunur. Bu tip pirinçlere tek faz veya alfa pirinci denir. Oda sıcaklığında sünek yapıdadırlar ve soğuk iş için uygundurlar. Alaşımda %35'ten daha fazla çinko var ise beta fazı oluşur ve oda sıcaklığında alaşımda her iki fazda mevcuttur. Bu tip pirinçlere çift faz pirinci, alfa-beta veya dubleks pirinç denir.

Beta fazına sahip pirinçler çok iyi sıcak süneklik gösterdiğinden dolayı sıcak iş için en uygun alaşımlardır ve bundan dolayı sıcak iş için dubleks pirinçler kullanılır. Alaşım seçimi için diğer faktörlere de bakılmalıdır.

5.1.3. Sıcak Dövme Pirinçleri

Oda sıcaklığında dayanıklı ve makul sünekliği olan kompleks şekilli parçaları dövmek için dövme sıcaklığının 650–750 °C olması beklenir. Optimum kompozisyon %60Cu-%40Zn'dir ve dövme esnasındaki sıcaklıkta kolay şekillenebilir yapıda beta fazındadır, oda sıcaklığında ise dubleks (alfa+beta) yapıdadır. Doğru pirincin seçimi, hizmet gereksinimleri ve imalat imkanları göz önünde bulundurularak yapılmalıdır.

Tablo 5.2'de en çok kullanılan sıcak dövme pirinçleri ve **Tablo 6.2. de** tüm sıcak dövme pirinçleri sıralanmıştır.

Tablo 5.2. Sıcak Dövme İçin En Popüler Pirinçler

Kompozisyon Dizaynı EN Numarası	İlgili Özellikler
CuZn40Pb2 CW617N	Bu alaşım en yaygın kullanılan sıcak dövme pirincidir.Karmaşık şekiller forma girebilir ve iyi işlenebilir özelliğe sahiptir.
CuZn40 CW509L	Kurşunsuz pirinç alaşımıdır.Sıcak iş çalışma özel likleri kadar soğuk iş sünekliği de mükemmeldir.Kolay işlenmez.
CuZn39Pb3 CW614N	Mükemmel işlenebilirlik özelliğine sahiptir.
CuZn39Pb2 CW612N	Bu alaşım CuZn40Pb2'den daha iyi soğuk sünekliğe sahiptir.
CuZn39Pb2As CW602N	Çinkosuzlaşma dayanımlı pirinçtir.Fitting lerde kullanılır.

5.1.4. Soğuk İş Pirinçleri

Maksimum soğuk sünekliğe sahip pirinçler alfa fazı alaşımlardır. En sünek olan, en çok bakır ihtiva eden CW505L(Ms70)'dir. Bu pirinçlere fişek pirinci denir. Genel olarak tel endüstrisinde kullanılır. Daha az özelliğe ihtiyaç duyan uygulamalar için daha az bakır olan alaşımlar CW507L veya CW508L(Ms63) kullanılır ve bunlar daha ucuzdur. (Tablo 5.3.)

Tablo 5.3. Soğuk İşleme İçin Pirinçler

Kompozisyon Dizaynı ve EN Numarası		İlgili Özellikler
CuZn30	**CW505L**	**Mükemmel soğuk süneklik. Şerit halden istenilen incelikte yassı ürün elde etmeye uygundur. Tel olarak iyi soğuk çekme özelliği vardır.**
CuZn37	**CW508L**	**Genel amaç için en iyi şekil verme özelliklerine sahiptir.**
CuZn10	**CW501L**	**Yaldızlı metal ile birlikte yüksek bakır oranına sahiptir. Çok iyi korozyon direncine sahiptir.Pirinç kaynağı ve kaplama için uygundur.**
CuZn15	**CW502L**	**CW501L'ye benzerdir. Fakat mekanik özellikleri çok daha iyidir.**
CuZn20	**CW503L**	**Mekanik özellikleri çok gelişmiştir. CW501L kadar iyi korozyon direncine sahip değildir. Tel ve boru için uygundur.**
CuZn20Al2As	**CW703R**	**Alüminyum pirincidir. Boru formu olarak bilinir. Mükemmel korozyon direncine sahiptir. Özellikle deniz suyu uygulamalarında kullanılır.**

Soğuk iş pirinçleri genel olarak şerit, folyo, rulo, tel veya boru gibi yarı mamul olacak şekilde üretilirler.

Yaldızlı görüntüsü olan alaşımlar, CW501L,CW502L ve CW503L mükemmel süneklikleri, dayanım, korozyon dayanımları ve renk kararlılıklarından dolayı dekoratif mimari uygulamalar ve kuyumculuk sektöründe tercih edilirler. Özel uygulamalar için daha yüksek korozyon dayanımı istenirse alüminyum veya arsenikli pirinçler düşünülebilir. Tuzlu su veya deniz suyu kullanılan kondenser boruları buna tipik bir örnektir.

5.1.5. Döküm Pirinçleri

Çeşitli döküm teknikleri için özel pirinç alaşımları geliştirilmiştir. En çok kullanılan döküm pirinçleri tablo 6.9 'da listelenmiştir. Bazı alaşımlara işlenilebilirliği artırmak için kurşun ilave edilir, korozyon dayanımını ve sertliği arttırmak için kalay ilave edilir. Bunların hepsi döküm anında akışkanlığı arttırıcı özelliktedir ve soğumanın homojen olmasını sağlar. Magnezyum çok iyi bir oksijen alıcıdır,%0,02 gibi az bir oranda alaşımın içinde olması yapıyı güçlendirir. Metal kalıba dökümlerde genellikle 60/40 alaşımı kullanılır. Yüksek çinko oranı kullanmak döküm sıcaklığını düşürür ve iyi bir sıcak süneklik getirir. Ufak miktarlarda kalay veya silis ilave etmek akıcılığı arttırır. Ayrıca kalay korozyon direncini arttırır. Alüminyum ilave edilmesi koruyucu bir oksit film tabaka oluşmasına neden olur ve bu da pürüzsüz bir yüzey oluşmasını sağlar. Bu alaşımlar çinkosuzlaşma dayanımlı döküme de uygundur. (Tablo 5.4.)

Tablo 5.4. Döküm Pirinçleri

Kompozisyon Dizaynı ve EN Numarası	İlgili Özellikler
CuZn33Pb2-C CC750S	Genellikle kum kalıba dökümler için uygundur.Orta sertlikte ve iyi korozyon direncine sahiptir.
CuZn39Pb1Al-C CC754S	Metal kalıba döküm için uygundur.İyi tane yapısı için CC 755S versiyonu vardır. Su armatürlerinde tercih edilir.
CuZn35Pb2Al-C CC752S	CC751S(DZR2) ve CC752S(DZR1),CC754S(DCB3)'e benzer özelliklere sahiptir.Çinkosuzlaşmaya karşı dayanıklı alaşımlardır.
CuZn33Pb2Si-C CC751S	
CuZn35Mn2Al1Fe1-C CC765S	Bu alaşım iyi sertlik,tokluk ve korozyon direncine sahiptir.Kum kalıp veya metal kalıba döküm için uygundur fakat metal kalıba dökümde çok daha iyi sonuçlar verir.
CuZn25Al5Mn4Fe3-C CC762S	Bu alaşıma en yakın eşdeğer standart CC765S tir fakat çok farklılıkları vardır.Bu alaşıma yakın alaşımlar denizle ilgili koşullara uygundur.CC765S'den daha iyi mukavemete sahiptir.

Ağır iş şartları uygulamaları için yüksek dayanım pirinçleri kullanılır. CC765S normu kum kalıp uygulamaları ve aynı zamanda dikey kalıp dökümde de kullanılır.

Döküm prosesi ile kompleks şekilli parçaları üretmek mümkündür.

5.2. Özel Uygulamalar İçin Pirinçler

5.2.1. Yüksek Dayanımlı Pirinçler

Aşınma mukavemeti yüksek pirinçler, aşınma dayanıklılığını arttırmak için ilave elementler katılmış bakır-çinko alaşımlarıdır. Çok uzun süreden beri kullanılmakla beraber yanlış bir adlandırma olan 'mangan bronzu' olarak da bilinirler. Çok iyi aşınma ve korozyon dayanımı olan bu alaşımların çekme mukavemetleri 700N/mm^2 yi aşmaktadır.

Çok geniş uygulama alanları ve hizmet şartlarına cevap verebilirler. Genellikle aşınma dayanımlarının gerekli olduğu mimari dekoratif uygulamalarda, otomotiv transmisyon parçalarında ve madencilik sektöründe ağır hizmet şartlarında tercih edilirler. Alüminyum ihtiva eden alaşımlar çekici görünümlü ve ışıltılı yüzeylidir. Dış yüzeyde oluşan koruyucu tabaka ekstra korozyon dayanımı sağlamaktadır. Silis ihtiva eden alaşımlar ise mükemmel aşınma dayanımına sahiplerdir. Yüksek dayanımlı pirinçler Tablo 5.5.'te EN (Avrupa Normu) ' deki gösterimleriyle açıklanmıştır.

Tablo 5.5. EN Standartlı Yüksek Dayanımlı Pirinçler

Kompozisyon Dizaynı ve EN Numarası	İlgili Özellikler	
	Tipik Uygulamalar	Çekme Mukavemeti (N/mm²)
CuZn40Mn1Pb1AlFeSn CW721R	Gaz valfleri, asansör parçaları, tren kapı kolları, yat fittingleri,burçlar,makara yatakları	450-580
CuZn40Mn1Pb1FeSn CW722R	Düşük alüminyum ihtiva ettiğinden gümüş kaynağı ve lehim uygulamaları için uygundur. Parlak düz uygulamalar için çok uygundur.	450-580
CuZn25Al5Fe2Mn2Pb CW705R	Yüksek mukavemet ve korozyon direncine sahiptir.Vana iç takım uygulamalarında kullanılmaktadır.	600-750
CuZn37Mn3Al2PbSi CW713R	İlave silis katkısı sayesinde şanzıman parçaları gibi gerekli ekstra aşınma dayanımı sağlanmaktadır.	540-700
CuZn40Mn1Pb1 CW720R	Mangan pirincidir.Mimari parçalar için uygundur.	350-600
CuZn35Mn2Al1Fe1-C CC765S	Döküm pirincidir.İyi mukavemet ve korozyon direncine sahiptir.	450(Kum döküm)
CuZn25Al5Mn4Fe3-C CC762S	Döküm pirincidir.İyi mukavemet özelliğine sahiptir fakat korozyon direnci düşüktür.	750(Kum döküm)

5.2.2. Elektrik Uygulamaları İçin Pirinçler

Pirinçlerin, elektrik uygulamalarında, kontak ve soketlerde geniş bir kullanım alanı vardır. Elektrik iletkenliklerinin çok iyi olmasının yanı sıra koruyucu ince oksit film tabakasına sahip olmaları pirinci tercih edilen bir malzeme haline getirir. Elektrik uygulamalarında kullanılan pirinç alaşımları tablo 5.6.'da listelenmiştir. Pirincin hangi alaşımının kullanılacağı uygulama şartlarına bağlıdır.

Tablo 5.6. Bazı Pirinçlerin Elektrik İletkenliği ve Elastik Modülü

Kompozisyon Dizaynı ve EN Numarası	İlgili Özellikler		
	Tipik Uygulamalar	Elastik Modül (N/mm²x10³)	Elektrik İletkenliği (%IACS)
CuZn10 CW501L	Yaylar	124	44
CuZn30 CW505L	Duylar. Tel ve şerit şeklinde yay ve kontaklar.	117	28
CuZn37 CW508L	Duylar ve switch parçaları. Tel ve şerit şeklinde yay ve kontaklar	111	26
CuNi12Zn24 CW403J	Şerit şeklinde role ve kondaktör yaylarında kullanılır. Orta-yüksek sıcaklıklarda rezistans teli olarak kullanılır,kondaktör, konnektör, klemenslerde kullanılır.	130	8
CuNi18Zn20 CW409J	Yukarıdaki gibi	135	6
CuNi18Zn27 CW410J	Yukarıdaki gibi	140	5,5
CuZn40Pb2 CW617N	Klemens gibi sıcak dövme parçaları için uygundur.	96	27
CuZn39Pb3 CW614N	Fiş pinleri ve anahtar kontakları gibi talaşlı imalat ile üretilen parçalar için uygundur.	96	28
CuZn33Pb2-C CC750S	Döküm parçaları	–	20
CuZn39Pb1Al-C CC754S	Döküm parçaları	–	18
CuZn35Mn2Al1Fe1-C CC765S	Mukavemet ve iyi düzeyde elektriksel iletkenlik gerektiren ağır çalışma şartlarındaki parçalar için uygundur.	–	22

5.2.3. Mimari Uygulamalar İçin Pirinçler

Alüminyum ve mangan ihtiva eden pirinçler korozyona karşı daha dirençli olduklarından mimari uygulamalarda sıklıkla kullanılırlar. CW720R kodlu manganlı pirinç oksitlendiğinde çikolata renkli ince koruyucu bir film tabakasıyla kaplanır, EN12167'deki CW623N gibi alüminyum ihtiva eden pirinçler gümüşümsü parlaklıkta açık sarı renktedirler. Her iki pirinç tipinde de sıcak işleme yöntemleriyle kompleks şekilli mimari uygulamalar için ürün geliştirilebilir. Kuyumculuk alaşımları diye bilinen CW501L, CW502L ve CW503L kodlu alaşımları altın tonuna yakın çekici renkli olduklarından mimari uygulamalarda kullanılmaktadırlar.

5.2.4. Dekoratif Uygulamalar İçin Pirinçler

Takı tasarımı, dekoratif süsleme ve benzer estetik düzenleme uygulamaları için kuyumculuk alaşımları veya diğer düşük çinko oranlı alaşımlar tercih edilir. Bu alaşımların parlaklıklarını koruma kabiliyetine sahip çekici altınımsı renkleri vardır. Parlaklığın hiç kaybolmaması isteniyorsa vernikleme işlemi yapılmalıdır.

Dekoratif amaçlı olarak nikel gümüşleri de kullanılmaktadır. Nikel gümüşleri Alman gümüşü olarak da bilinirler. Kapalı alanlarda kullanılıyorken koruyucu ilave önlem ve işleme gereksinim duymazlar. Yalnız alaşımdaki nikel oranı azaldıkça gümüşümsü renkten açık sarıya doğru geçiş olur. Dış alan için renkte kalıcılık isteniyorsa ince bir koruyucu yağlama veya vernikleme yapılmalıdır aksi taktirde tozlu görünümde yeşilimsi patina oluşumu gerçekleşebilir.

5.2.5. Çinkosuzlaşma Dayanımlı Pirinçler

Su kaynaklarının agresifleştikleri şartlarda tesisat malzemelerinde kullanılmakta olan geleneksel dubleks pirinçler çinkosuzlaşma korozyonuna maruz kalırlar. Yüzeyden ayrılan çinko parçaları belirli bir seviyeden sonra tesisat malzemesinin yüzeyinde çatlaklar oluşmasına neden olabilir. Dövme ve otomat gereksinimleri için CW602N kodlu çinkosuzlaşma dayanımlı pirinç geliştirilerek bu durumu ortadan kaldıracak özellikte alaşım üretilmiştir.Döküm versiyonu CB 752S dir.

5.2.6. Deniz Suyuna Dayanıklı Pirinçler

Donanma pirinci ve amiral pirinci alaşımlarında bulunan kalay, deniz suyuna karşı dayanımı arttıracak özelliği pirince kazandırır. Donanma pirinci %60 bakır, %39 çinko ve %1 kalay ihtiva eder. Dubleks pirinç olmasından dolayı sert ve dayanıklıdır fakat amiral pirinci kadar sünekliğe sahip değillerdir. Amiral pirinci diye bilinen alaşım standardı CW706R'dir ve %71 bakır, %28 çinko ve %1 kalay ihtiva eder ve alfa pirincidirler. Son zamanlarda amiral pirinci yerine CW702R alüminyum pirinci gemi iç tesisatı borularında kullanılmaya başlanmıştır. Fakat lehim işlemi gerekebilecek bir durum varsa lehimleme işleminde ortaya çıkan alümina filmlerinden dolayı bu tür pirinçler kullanılmamalıdır.

Çinkosuzlaşma dayanımlı pirinçler ve diğer yüksek dayanımlı pirinçler tuzlu ortamda kullanılabilirler.

5.2.7. Akışkanlar İçin Pirinç Borular

Pirinç boru imalatı soğuk çekme yöntemi ile yapılmışsa veya bükme, kıvırma gibi soğuk işlem uygulanmışsa bunlardan dolayı oluşabilecek gerilim korozyonu kaynaklı çatlakların oluşmaması için gerilim giderme tavlaması yapılmalıdır.

CW707R arsenikli 70/30 pirinçler genellikle otomobil radyatörleri veya yağ soğutucularındaki gibi temiz sulu ısı eşanjörlerinde kullanılmaktadırlar. Arsenik içeriği %0.02 ile %0.06 arasındadır ve çinkosuzlaşma dayanımını geliştirici niteliktedir. Amiral pirinci, CW706R %1 kalay ihtiva eder, bir miktar erozyon korozyonu dayanımını artıracak niteliktedir ayrıca sülfatlı ortamlarda hem erozyon korozyonu dayanımı hem de oyuklaşma dayanımını yeterli derecede sağlar. Kondenser ve ısı eşanjör pirinç borularında kullanılan tatlı suda, çözünmüş katı madde miktarı 2000 ppm'den daha az olmalıdır ve tuzlu su kullanılıyorsa akış hızı 2,5-3m/sn aşmamalıdır. Düşük hızlı sular genellikle yağ soğutucularında kullanılmaktadır.

Alüminyum pirinci CW702R deniz suyu işlerinde, hem kondenser hem de ısı eşanjörü borularında ve deniz suyu boru tesisatında en iyi seçenektir. Genellikle fosil yakıtlı veya nükleer enerji istasyonları kondenserleri dünya çapında kullanılmaktadır ve ayrıca desalinizasyon (tuzsuzlaştırma) işletmelerinin ısı geri kazanım bölümlerinde kullanılmaktadırlar.

CW700R alüminyum-nikel-silisyum pirinçleri havacılık endüstrisi hidrolik hatlarında kullanılmak üzere geliştirilmiştir, yüksek dayanımlıdır ve deniz suyunda da iyi korozyon direncine sahiptir. Tüm pirinçler gibi bu alaşım da krayojenik sıcaklıklarda çok iyi çekme mukavemeti ve sünekliğe sahiptir,-196°C de oda sıcaklığından biraz daha iyidir. Bu alaşımdaki borular, havacılık hidrolik sistemleri, denizcilik ekipmanları, yüksek basınçlı gaz iletim hatları ve yüksek basınçlı oksijen hatlarında kullanılır. Stres korozyonundan kaynaklanan çatlaklara karşı çok iyi dayanımı vardır. Bu hasar görmez olduğu anlamına gelmez, özellikle yüksek stresli borular amonyaklı veya cıvalı ortamlara maruz bırakılmamalıdır.

Temiz su ve denizcilik alanlarında çalışacak pirinç malzemeler satın alınırken genel amaç için EN 12449, ısı eşanjörleri için EN 12451 standartlarına uygun olduğuna dikkat edilmelidir.
Özellikle belirtilmelidir ki yüzey kalitesini bozan karbon filmleri, çekme yağlarının gerilim giderme tavlamasında termik bozulmayla karbonlaşmalarından oluşan tortuların tesisat malzemelerine ve borulara yapışması ile oluşur. Yeni tekniklerle üretilen veya üretilmeye çalışılan yağlayıcılar bu durumu ortadan

BÖLÜM 6

FORM PİRİNÇLER (PROFİL, UZUN, YASSI, YUVARLAK ve DÖKÜM)

6.1. Ekstrüzyon

Dubleks yapıdaki pirinçlerin piyasada en çok tüketilen çeşidi ekstrüzyon yöntemi ile üretilmiş olan yuvarlak, altı köşe ve profillerdir. Ekstrüzyonun temel prensibi sıcak metale güç uygulayarak şekillendirilmiş bir kalıptan geçirilmesiyle uygun bir çekme taşıma sistemi ile presten alınması ve daha sonra oda sıcaklığında soğutulmasıdır. Yuvarlak ve altı köşe mamuller için stok üretimi yapılmaktadır. Özel şekilli profiller sipariş üzerine üretilmektedir. Ekstrüzyon yöntemi ile üretilmiş ürünler direk satışa sunulabileceği gibi mekanik özellikler, toleranslar ve yüzey değerlerini iyileştirmek için soğuk çekme işlemine tabi tutulabilir. Soğuk çekme sonrası düzgün ve homojen görünüm ve yapı kazanırlar. Ekstrüzyon yöntemi ile içi boş profiller de yapılabilmektedir.. Bir çok parçanın imalatında içi boş profil kullanılması daha ekonomik olmaktadır. En sık kullanılan alaşımlar Tablo 6.1. de listelenmiştir.

Tablo 6.1. Çubuk ve Profiller İçin Uygun Pirinçler

Kompozisyon Dizaynı EN Numarası	İlgili Özellikler
CuZn39Pb3 CW614N	Yüksek hız otomat pirinci.
CuZn40Pb2 CW617N	Sıcak dövme pirincidir.
CuZn36Pb2As CW602N	Çinkosuzlaşma dayanımlı pirinçtir. İyi korozyon direncine sahiptir.
CuZn39Pb2 CW612N	İşlenebilirlik ve delik açma için uygundur.
CuZn37Pb2 CW606N	Mükemmel işlenebilirlik özelliğine sahiptir. Bükülmeye uygundur.
CuZn43Pb2 CW623N	Profiller için uygundur.
CuZn43Pb2Al CW624N	Alüminyumlu profil pirincidir.
CuZn36Sn1Pb CW712R	Donanma pirincidir. Korozyon direnci iyidir.
CuZn40Mn1Pb1AlFeSn CW721R	Yüksek çekme mukavemetine sahiptir.

6.2. Sıcak Presleme

Sıcak dövme işlemi, sıcak katı biyetin iki parçalı bir kalıp arasında sıkıştırılması ile yapılır. Kalıplar bitmiş ürüne yakın ölçülerde ve olabilecek en az çapak vererek ekstra yüzey temizleme işlemlerini azaltacak şekilde tasarlanmalıdır. Alaşımın kristal yapısı düzgün ve homojendir. Genellikle dubleks pirinç alaşımları kullanılır. Kullanılan standart alaşımlar Tablo 6.2.'de ve en yaygın kullanılan alaşımlar da tablo 5.2.'de listelenmiştir.

Tablo 6.2. Sıcak Dövme Pirinçleri

Kompozisyon Dizaynı EN Numarası	İlgili Özellikler	Yaklaşık Çekme Mukavemeti N/mm^2
CuZn40Pb2 CW617N	Bu alaşım en çok kullanılan sıcak dövme pirincidir. Kompleks parçalara şekil vermek için uygundur. İyi işlenebilirlik özelliğine sahiptirler.	360
CuZn39Pb3 CW614N	Mükemmel işlenebilirlik özelliği vardır.	360
CuZn39Pb2 CW612N	CuZn40Pb2'den daha iyi soğuk iş sünekliği vardır.	350
CuZn36Pb2As CW602N	Çinkosuzlaşma dirençli pirinçtir. Genellikle musluk fittinglerinde kullanılır.	280
CuZn40 CW509L	Kurşunsuz alaşımdır. Çok iyi sünekliği vardır. Mükemmel sıcak çalışma özelliği vardır. İşlenebilirliği iyi değildir.	340
CuZn37Mn3Al2PbSi CW713R	Yüksek dayanımlı pirinçtir. Alaşımdaki silis ilavesiyle mükemmel aşınma direncine sahiptir.	510
CuZn40Mn1Pb1AlFeSn CW721R	Yüksek dayanımlı pirinçtir. Alaşımdaki kurşun ilavesi işlenebilirliğini geliştirmiştir.	440
CuZn40Mn1Pb1FeSn CW722R	Alüminyumsuz yüksek dayanımlı pirinçtir. Lehimlenebilir özelliğe sahiptir.	390
CuZn40Mn1Pb1 CW720R	Uzama yapmayan yüksek dayanımlı pirinçtir. Genellikle mimari uygulamalarda kullanılır	Tedarikçi ile müşteri arasında anlaşılır.

Sıcak presleme ile gerektiğinde içi boş ürün üretmek mümkündür. Böylelikle fazladan delme işleminden tasarruf edilir. Dayanıklılık, işlenebilirlilik ve korozyon dayanımı gerektiren mühendislik malzemeleri imalatında sıcak dövme yöntemi ideal uygulama yöntemidir. (Dirsek, T, valf, musluk aksesuarları)

6.3. Dövme

Dövme yöntemi genellikle az sayıda ve büyük parçaların imalatında kullanılır. Ön ısıtılmış biyetler örs ve hareketli kafa arasında uygun şekilde oynatılarak istenilen yuvarlak, kare veya özel şekil verilir. Özel dövme çekiçleri ve zımbalarla istenilen şekle yaklaşık ölçülerde ürün çıkması sağlanır. Kurşunlu pirinçler tavlanırken daha fazla dikkat edilmelidir. Tek fazlı alaşımlar açık dövme tekniğine dublekslerden daha elverişlidir.

Flanşlar, büyük kaplinler, rulman yatakları ve benzer parçalar bu yöntemle üretilebilmektedir, metal kristal yapısının homojen olması istenirse döküm teknikleri daha iyi sonuç verir.

6.4. Tel

Pirinç tellerin imalatı, taslak ebattaki pirinç malzemenin çeşitli ölçülerdeki kalıplarla mertebeli olarak çekilmesi ile yapılan bir soğuk çekme işlemidir. Bu işlemler sonucunda elde edilen telin sertliği, çekme mukavemeti ve yaylık özelliği taslak haldeki değerlerinden oldukça geliştirilmiş durumdadır. Kimyasal kompozisyona bağlı olarak çekme mukavemeti 300 - 850 N/mm² ve sertlik 200 HB olan teller üretilebilmektedir. Tellerin imalatında, pirinçlerin süneklik özeliklerine bağlı olarak, kesitlerinin %90 'ı ve üstünde değerlere kadar azaltılması, gerilim giderme yöntemiyle tekrarlanarak gerçekleştirilebilir.

Tablo 6.3.'de EN 12166 normlarına uygun tel üretmeye elverişli pirinç alaşımları listelenmiştir.

Tablo 6.3. Pirinç Teller (EN 12166)

Kompozisyon Dizaynı ve EN Numarası	Tipik Uygulamalar
CuZn10 CW501L	Yaldızlı Metal veya Piyasa Bronzu, Fermuarlar ve dekoratif parçalar.
CuZn15 CW502L	Mücevher bronzu, Yaylar, kontaklar, tel şekilli malzemeler ve mücevheratlar.
CuZn30 CW505L	Floresan lamba duyları gibi elektrik uygulamaları, alkalin pil anotları, elektrikli vakum temizleme sistemleri. Dekoratif yüzeyler ve tel işçiliği. Resim çerçeve profili. Modelcilik.
CuZn36 CW507L	Soğuk perçinlerde kullanılır. Yaylar ve cıvatalarda kullanılır. Resim çerçevesi profili olarak kullanılır.
CuZn35Pb2 CW601N	Vidalar ve işlenmiş parçalar.
CuZn40Si2	Kaynak teli olarak kullanılır. Yumuşak çeliği birleştirmek için idealdir.
CuNi10Zn27	Alman gümüşü olarak bilinir. Beyaz renklidir. İyi korozyon direncine sahiptir. Kuyumculuk sanayiinde ve modelcilikte kullanılır.

Teller genelde yuvarlak formda üretilirler. 0.10 mm den 8.0 mm kadar tel üretilebilir. Piyasada yerleşmiş tel ölçü standartları oluşmuşsa da müşteri isteğine göre bu aralıklarda her ölçüde tel imal edilebilmektedir. Kalıp malzemelerinde gelişmeler tel ölçü toleranslarının giderek hassaslaşmasına ve böylelikle müşteri ihtiyaçlarına uygun tel imal edilmesine olanak tanımıştır. Tellerle ilgili standartlaşmış olan tolerans değerleri Tablo 6.4.'de listelenmiştir. Kare, dikdörtgen ve diğer özel şekilli teller 0.25 mm' den 8.0 mm' ye kadar üretilebilmektedir. Başta elektrik uygulamaları olmak üzere pimler, klipsler, yaylar, fermuarlar ve birçok diğer uygulamalarda pirinç teller kullanılmaktadır.

Tablo 6.4. EN 12166 Yuvarlak Tellerin Standart Tolerans Çapları

SPESİFİK ÇAPLAR		Tolerans(Sınıf A)
min(mm)	max(mm)	±(mm)
-	0,25	0,005
0,25	0,50	0,008
0,50	1,0	0,012
1,0	2,0	0,020
2,0	4,0	0,030
4,0	6,0	0,040
6,0	10,0	0,060
10,0	18,0	0,080

Şekilden bağımsız olarak teller kangal veya bobin şeklinde paketlenebilir. Paket miktarı ince tellerde 3 kg dan başlayıp tel çapı arttıkça 1000 kg' a kadar çıkabilir.

6.5. Plakalar ve Şeritler

Şerit genişlikleri 330 mm' ye kadar çıkabilir ve kalınlıkları neredeyse her ebat için 0.15 mm' den başlayabilir. Özel şerit ürün üretebilen tedarikçiler şeritleri kaynak veya lehim metotları ile birleştirebilir ve çelik karkaslar içinde kesintisiz olarak 500 kg' a kadar tek parça halinde ürün sağlayabilirler. Şeritler genellikle bant sisteminde çalışılan imalathanelerin transfer presleri için yarı mamul olarak üretilirler. Genelde menteşe, reflektör, elektrik malzemeleri, konnektör, klemens, kontaktör, yaylar, mermi kovanı ve ampul duyu imalatlarında kullanılmaktadır.

Şeritler genellikle yarı-kontinü sistemlerde üretilen slaplardan üretilirler. Slaplar (yaklaşık 150 mm kalınlık) sıcak olarak haddeden geçirilir ve şerit haline geldikten sonra (13–20 mm kalınlık) soğuk olarak haddelenir. 625 °C yumuşatma tavı yapılarak kaba kristal yapısı iyileştirilir böylece yumuşatılmış şerit tekrar soğuk çekme ile istenilen ölçüye getirilmek için uygun yapıya kavuşmuş olur.

Plakalar 300mm' den geniş ve 10 mm' den ince yassı düzlemsel ürünlerdir. Genellikle şeritlerde kullanılan alaşımlar kullanılmaktadır, ayrıca ekstra korozyon dayanımına sahip alüminyumlu pirinçler ile düşük kurşunlu saat pirinçlerinden de yapılmaktadırlar.

Birçok uygulama için yüzey hassasiyeti aranmaz. Çekme yağı kullanıldığında imalatı kolaylaşır ancak bazen özellikle dekoratif amaçlı kullanımlarda en az bir yüzün polisajlanması istenir.

Bunun yanında kaliteli yüzey elde etmek isterken amaca uygun kalınlığa göre malzeme sertliği çok iyi ayarlanmalıdır. Aksi halde kenar kesim, bükme ve çekme işlemlerinde çatlak, yırtılma veya diğer hatalar oluşabilir. Tablo 6.5.' de EN 1652' ye dahil kangal, yassı ve rulo pirinçler listelenmiştir.

Tablo 6.5. Yassı Pirinç Ürünler(EN 1652)

Kompozisyonal Dizaynı ve EN Numarası		**Tanımlama**
CW507L	CuZn36	Yaygın Pirinçler
CW505L	CuZn30	70/30 Pirinçler
CW501L	CuZn10	90/10 Yaldızlı Metal
CW502L	CuZn15	85/15 Yaldızlı Metal
CW503L	CuZn20	80/20 Yaldızlı Metal
CW409J	CuNi18Zn20	Nikel Gümüş-Parlak Beyaz

6.6. Borular

Kaynaklı borular şeritlerden elde edilir. Soğuk çekme işlemi olmadığından daha ucuz üretim maliyetleri vardır. Yalnız sadece büyük hacimlerde kullanılabilirler. Şeritler kıvrılarak şekil verilip daha sonra otomatik kaynak işlemiyle boru haline getirilebilirler, tam ölçüye getirmek için hassas ayarlı kıvırma şekillendirmesi gereklidir. Kaynaklı pirinç borular genellikle çekme mukavemeti gibi fiziksel özeliklerin çok önemli olmadığı dekoratif amaçlı işler için üretilmektedir.
Dikişsiz borular genellikle içi boş olarak ekstrüzyon preslerinde basılır. Daha sonra soğuk çekme yöntemiyle isteğe göre yalnızca dış ölçü veya hem dış hem de iç ölçü soğuk çekme kalıplar ve mandrelden geçirilerek istenilen hassas ölçüye getirilir. Amaca göre gerilim giderme tavlaması yapılarak düz boy veya kangal halinde piyasaya arz edilir. EN 12449 standartlarına uygun en sık kullanılan borular Tablo 6.6.' da listelenmiştir.

Tablo 6.6. Pirinç Borular - Genel Amaçlı (EN 12449)

Kompozisyon Dizaynı ve EN Numarası	Açıklamalar
CuZn10 CW501L	Geniş kullanıma sahiptir. Mimari uygulamalar, iletişim sistemleri, elektrik sistemleri, sıvı ve gaz sistemleri
CuZn15 CW502L	Kondenserlerde ve soğutma ünitelerinde kullanılırlar. Manometre gibi ölçü aletlerinde kullanılırlar. Dekoratif amaçlı ve müzik enstrümanı yapımında kullanılırlar.
CuZn20 CW503L	Mimari uygulamalarda kullanılırlar.
CuZn30 CW505L	Kullanımı çok kolaydır. Çok sünektir.
CuZn37 CW508L	Yaygın pirinçtir.CW505L'den daha zor işlenir.
CuZn35Pb1 CW600N	Kurşun içeriğinden dolayı iyi işlenebilir fakat soğuk iş çalışması sınırlıdır.
CuZn36Pb3 CW603N	İşlenebilirlik mükemmeldir. Yüksek kurşundan dolayı soğuk iş çalışmasından kaçınılmalıdır.
CuNi12Zn24 CW403J	Nikel gümüşüdür. Beyaz renklidir, dekoratif uygulamalarda kullanılır.
CuNi18Zn20 CW409J	Nikel gümüşlerinin en beyazıdır. Çok iyi korozyon direncine sahiptir. Dekoratif uygulamalarda kullanılır.

Dikişsiz boru kullanmak soğuk işlem metoduyla ince cidarlı fakat yüksek çekme mukavemetine haiz boru elde etmeye imkan verdiğinden döküm veya talaşlı imalat yöntemleri ile üretilebilecek borulardan daha hafif olma avantajı kazandırır.

Pirinç borular daire formda standart ölçülerde üretilmektedirler. Böylece standart fittings malzemeleriyle birlikte sorunsuzca kullanılmaktadırlar. Bunun yanı sıra pirinç borular standart olmayan diğer ölçü ve şekil değişimleriyle müşteri isteğine uygun olarak üretilebilmektedirler. Yuvarlak, kare ve altı köşe formları piyasada bulunur. Burgulu, çentikli, dekoratif desenli ve yivli formlarda imal edilebilmektedirler. İç ve dış yarıçapları farkı et kalınlığı olarak tanımlanır ve düzgün olabileceği gibi örneğin, içi yuvarlak dışı altı köşe veya kare borular gibi. değişken de olabilir. Isı eşanjörleri ve yağ soğutucularında eş merkezli pirinç borular karışık heliksial yivli ve soğutma yüzeyini artırmak için yükseltilmiş çentikli olarak kullanılmaktadırlar.
Pirinç borular özelikle ısı eşanjörü borularında göreli olarak daha ucuz, sağlam, korozyon dayanımlı ve daha kolay lehimlenebildikleri için tercih edilirler.

6.7. Pleytler (Platinalar)

Genelde pleytler ısı eşanjörlerinde, eşanjör boruları pirinç olmasa dahi kullanılırlar. Sıcak çekme hattında son şekil verilerek imal edilirler. İsteğe bağlı olarak asitlenir veya yüzey düzeltme işlemine tabi tutulur. Uçları makasla kırpılmış, testere ile kesilmiş veya diğer talaşlı imalat yöntemleri ile ayrılmıştır. Kalınlıkları genellikle 10 mm 'den daha büyüktür.
Hem tek fazlı, hem dubleks, kurşunlu veya kurşunsuz pirinç olarak imal edilmektedirler.

6.8. Dökümler

En eski imalat metotlarından biridir. Ergimiş sıvı metali şekil verilmiş bir kalıba döküp daha sonra soğutup kalıptan çıkartmak ve yüzey temizleme ve son işlem uygulamalarıyla birbirinin aynı ölçü ve şekilde ürünler elde edilmektir. Modern teknolojilerle, kararlı bir kalite seviyesinde, istenilen tolerans ve fiziksel özeliklerde döküm yapmak kolaylaşmıştır. Aşağıda günümüzde kullanılmakta olan en yaygın döküm yöntemleri tanımlanmıştır.

6.8.1. Kum Kalıba Döküm

Adından da anlaşılacağı gibi ergimiş sıvı metalin kum kalıbın içine dökülmesi ve soğutulmasıyla yapılan bir metal şekillendirme yöntemidir. Döküm kumuna kil, silikatlar veya organik karışımlar eklenerek kalıp yapısı sağlamlaştırılır.

6.8.2. Sabit Kalıba Döküm

Aynı geometrideki pirinç döküm üründen çok fazla sayıda ve istenildiğinde farklı zamanda imal etmek istendiğinde metal bir kalıp yapmak diğer yöntemlerden çok daha ekonomik olacaktır. Soğutmalı kalıplarla yapılan dökümler hem üretim hızını arttıracak hem de fiziksel özelikleri düzgünleştirecektir. Sıvı metal, açık kalıp ağzına yerçekimi yardımıyla dökülebileceği gibi basınçla kapalı kalıba enjeksiyon edilebilir.

6.8.3. Alçak Basınç Kalıba Döküm

Serbest döküm, musluk ve diğer sıhhi tesisat fitings ürünlerini yapmak için kullanılan yaygın basit ve ucuz bir metottur. Yüksek yüzey kalitesinde karmaşık şekildeki parçaları bu yöntem ile üretmek mümkündür. Soğumadan sonra meydana gelen çekmelerden ve diğer bazı karakteristik özelliklerden dolayı her pirinç alaşımı bu yöntem ile ürün üretmeye elverişli değildir. Kurşunlu MS 60 ve yüksek dayanım pirinçleri en çok kullanılan alaşımlardır.

6.8.4. Yüksek Basınç Kalıba Döküm

Kalınlıkları az olan ürünleri büyük adetlerde üretmek için en uygun yöntemdir. Yüzey kalitesi ve fiziksel özellikler tatmin edicidir. Kalıp maliyeti biraz pahalıdır ancak çok sayıda kararlı fiziksel yapıda, düzgün yüzeyli ürün elde etmek istendiğinde daha ekonomik olduğu görülür.

6.8.5. Hassas Döküm

5.000 yıldır uygulanmakta olan bir yöntemdir. 20. yüzyıla kadar balmumu kullanılmaktayken artık modern malzemeler kullanılmaktadır. İmal edilmek istenen malzemenin mumdan modeli yapılır. Daha sonra çeşitli sertleştirici malzemeler ve ısı kullanılarak seramik kalıp elde edilir. Bu yöntemle çok detaylı dekoratif ya da çok hassas parçalar imal edilebilir. Soğuyup kalıptan çıkan ürüne çok az rötuş yapılabilir. Sayısı az ama ölçü hassasiyeti gereken uygulamalarda tercih edilir. Gramlarla ifade edilen çok küçük parçalara uygulanabileceği gibi tonlarla ölçülen malzemelerde de kullanılan bir yöntemdir.

6.9. Sipariş Verme Bilgileri

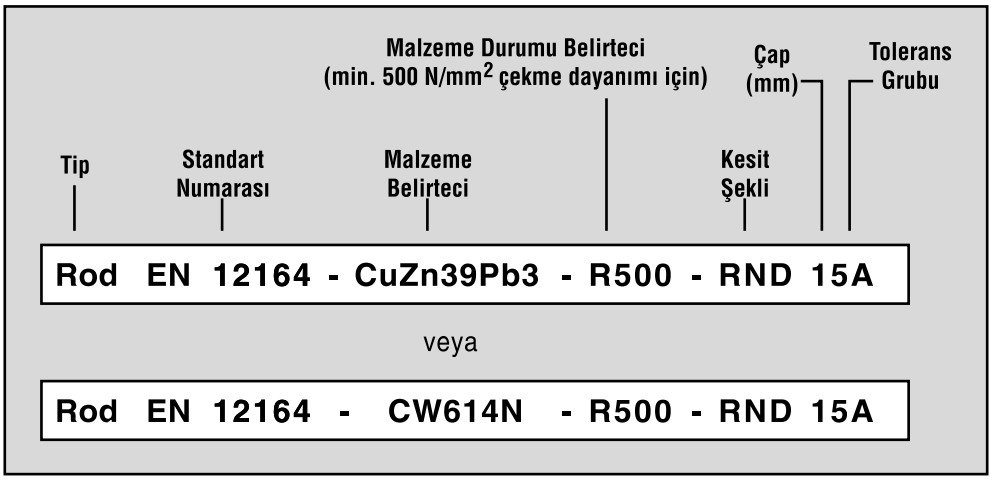
6.9.1. Avrupa Standartları(EN) Tarifnameleri

Uluslararası düzeyde kabul gören tabirlerle oluşturulmuş ürün tanımlaması (EN- Avrupa Normu) benimsenmiştir. Tanımlama sırası, kodlamalar ve pirinçler için EN numaraları Tablo 6.7.'de verilmiştir.

Tablo 6.7. a)Pirinçler için Tanımlamalar

Tip	Örn. Çubuk, Tel, Şerit, İçi boş çubuk
Standart Numarası	(EN XXXXX)
Malzeme Belirteci	Alaşım Sembol veya Numarası, Örn. CuZn39Pb3 veya CW614N
Malzeme Durumu Belirteci	Gerekli Mekanik Özellikler, Örn. R380– min. çekme dayanımı 380N/mm^2
Kesit Şekli	Örn. RND – Yuvarlak veya SQR - Kare
Kesit Ölçüsü	Örn. 15 – 15mm için
Tolerans Grubu	Örn. Çubuk için: A, B, veya C
Köşe Tipi	Gerekli olduğunda, Örn. SH – Keskin veya RD – Yuvarlatılmış

Tablo 6.7. b) Otomat Pirinç Çubuğun EN 12164'e uygun olarak sipariş verilmesi örneği



Ürün belirteci, miktar ve boy/parça ağırlığı toleranslarıyla birleştiğinde ana sipariş bilgilerinin özetini sağlar. İlave sipariş bilgileri test metodunu, paketleme bilgilerini ve kalite güvence sertifikasyon tipini içerebilir.

Tablo 6.7. c) Pirinçleri kapsayan bakır ve bakır alaşımları için Avrupa Standartları

Başlık	EN Numarası
Otomat Tezgahları İçin Çubuk	12164
Biçimlenebilen Ve Biçimlenemeyen Dövme Taslakları	12165
Genel Amaçlar İçin Profiller Ve Dikdörtgen Kesitli Çubuklar	12167
Otomat Tezgahlar İçin İçi Boş Çubuklar	12168
Yassı Mamul, Levha, Lama, Şerit ve Diskler - Genel Amaçlar İçin	1652
Plaka Levha ve Diskler - Kazanlar, Basınçlı Kaplar ve Sıcak Su Depolama Tankları İçin	1653
Yaylar ve Bağlantı Parçaları İçin Şerit	1654
Dikişsiz yuvarlak borular - Genel amaçlar için	12449
Isı Değiştiriciler İçin Dikişsiz Yuvarlak Borular	12451
Isı Değiştiriciler İçin Haddelenmiş Kanallı, Dikişsiz Borular	12452
Genel Amaçlar İçin Çubuk	12163
Teller - Genel Amaçlar İçin	12166
Sert lehimleme ve dolgu için çubuk ve teller	1044
Dövmeler	12420
Boru Bağlantı Parçaları - Bölüm 1 ve 2	1254 - 1/2
Külçeler(ingot) ve Dökümler	1982
Ön alaşımlar	1981
Avrupa Numaralama Sistemi	1412
Malzeme durumu veya temper kısa gösterilişi	1173
Hurda	12861

Tablo 6.8. ve 6.9. da, Sırasıyla dövme ve dökme malzemeler, Avrupa'daki en genel pirinç ve nikel gümüşler gösterilmiştir.

6.9.2. Kalite Güvence

EN ISO 9001:2008

Bu standart, malzemenin üretilmesi için gerekli kalite yönetim sistemi gereklerini kapsayan bir dökümandır. Kalite yönetim sisteminin uygunluğunun sağlandığının değerlendirmesi akredite kuruluşlar tarafından yapılır. Ürünler siparişin gereklerine uygun ve bu standardı sağlayacak şekilde üretilir. Ürün, üreticinin kabul ettiği kalite yönetim sistemine göre olmasına rağmen, malzemenin tasarlanan amaca uygunluğunun siparişte yeterli açıklıkta olduğunu kontrol etmek müşterinin görevidir.

6.9.3. Sertifikasyon

Uygunluk Sertifikaları, gereksinimlerin yazılı olarak siparişi ile tedarik edilmesinde, ürünlerin uygunluğunun en değerli güvencesi olabilirler. Eğer üretici tarafından sertifikalandırılmışsa, müşteri bütün sorumluluğun kabul edildiğini garanti etmelidir. Eğer ürünler EN ISO 9001 gibi kabul edilen bir düzene göre üretilmişlerse, müşteri üreticinin kalite izleme araçlarının uluslararası standartlara göre kalibre edildiğinden daha emin olabilir.

6.9.4. TSE-TSEK

Bir ürün standartlara uygunluğunu ve kabul edilen TSE kalite kontrol standartları altında üretildiğini garanti ediyorsa üzerinde uygun bir markalama bulundurur.

6.9.5. CE İşareti (Comformite Europeene - Avrupa Kriterlerine Uygunluk)

AB direktifleri uyarınca malzemelere 'CE' uygunluk işareti koymak gerekebilir. Bazı uygulamalarda ürünler için ayrı bir 'CE' sertifikası almak gerekir.

6.9.6. DIN 50930-6, ROHS, REACH:

Pirinç malzemeler kullanım yerlerine göre DIN 50930-6 içme suyu standardına uygun üretilmelidir. Ayrıca ROHS (Restriction of Hazardous Subsetances Directive - Zararlı Kimyasal Maddelerin Kullanımının Yasaklanması) (2002/95/EC) Zararlı Kimyasal Maddelerin Kullanımının Yasaklanması Direktifinde belirtilen sınırlar içinde üretim yapılmalıdır. 1 Haziran 2007' de yürürlüğe giren REACH (Registration Evaluation, Authurisation and Restriction of Chemicals - Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi ve İzni) Tüzüğü gereklilikleri metal üretim sektörünü de ilgilendirmekte olup bu yükümlülüklerin yerine getirilmesi gerekmektedir.

6.9.7. Ağırlık Hesabı

Pirinç ağırlığının hesaplanmasında yoğunluk 8450 kg/m^3 olarak alınmıştır.

Şekil	Kg/m
Yuvarlak	Ç^2 x 0,00663
Altı Köşe	Ç^2 x 0,00732
Kare	Ç^2 x 0,00845
Dikdörtgen	G x K x 0,00845

Ç=Çap G=Genişlik K=Kalınlık
*hesaplamada ölçüler mm alınmalıdır.
*(CW614N ve CW617N alaşımları için)

Tablo 6.8. Biçimlenebilir Ürünler İçin Uygulanabilir Kompozisyonlar - Özet Tablo

Alaşım tanımlaması	Genel Tanımlaması	Notlar	Uygulanabilirlik						
EN sembolü ve EN numarası			Boru	Çubuk	Profil	Tel	Dövme	Levha/ tabaka	Şerit
İkili Bakır-Çinko Alaşımları									
CuZn0,5 CW119C		Radyatör yüzgeçlerinde, şerit ve bina gereksinimleri							x
CuZn5 CW500L	Kaplama bakırı	Endüstriyel uygulamalarda, mühimmat için kaplama	x	x				x	x
CuZn10 CW501L	Yaldızlı metal	İyi korozyon dayanımı.Mimari ve mücevher parçalarında kullanılır. Sert kaynak ve emaye yapılır	x	x		x		x	x
CuZn15 CW502L	Yaldızlı metal	Kondenser soğutma ünitelerinde kullanılır	x	x		x		x	x
CuZn20 CW503L	Bükülme pirinci	İyi derin çekme özellikleri	x	x		x		x	x
CuZn28 CW504L		Soğuk deformasyon için uygun		x					
CuZn30 CW505L	70/30 pirinç (fişeklik pirinç)	Tabaka formunda derin çekme pirinci. Tel olarak, çeşitli soğuk deformasyon için uygun	x	x		x		x	x
CuZn33 CW506L		İyi soğuk iş pirinci		x				x	x
CuZn36 CW507L		Basit formlara uygun genel amaçlar için pirinç	x	x	x	x		x	x
CuZn37 CW508L	MS 63	Basit formlara uygun genel amaçlar için pirinç	x	x	x	x	x	x	x
CuZn40 CW509L	60/40 pirinci	Sıcak iş için iyi. Oda sıcaklığında limitli bükülebilirlik	x	x	x		x	x	x
Bakır – Çinko - Kurşun Alaşımları									
CuZn35Pb1 CW600N		Makinalarda kullanıma uygun. İşlenebilir	x	x	x	x		x	x
CuZn35Pb2 CW601N		Makinalarda kullanıma uygun. İşlenebilir. Perçinlemede kullanılır.	x	x	x	x			
CuZn36Pb2As CW602N	Çinkosuzlaşma dayanımlı pirinç	İyi sıcak bükülebilirlik. Isıl işlem çinkosuzlaşmaya karşı ekstra dayanım verir	x	x	x		x		
CuZn36Pb3 CW603N	Otomat pirinci	Harika işlenebilirlik, fakat çok sınırlı soğuk iş	x	x	x	x			
CuZn37Pb0,5 CW604N		İşlenebilir, bazı soğuk işlerde kullanılır	x					x	x
CuZn37Pb1 CW605N		İşlenebilir ve soğuk iş kabiliyeti iyidir.	x	x					
CuZn37Pb2 CW606N	Sünekliği yüksek otomat pirinci	İyi işlenebilirlik, limitli soğuk iş. .Soğuk perçinleme ve başlık için kullanılır.		x	x	x		x	x
CuZn38Pb1 CW607N		İşlenebilir ve iyi soğuk iş kabiliyeti vardır	x	x	x				

Tablo 6.8. - Biçimlenebilir Ürünler İçin Uygulanabilir Kompozisyonlar - Özet Tablo

Alaşım tanımlaması	Genel Tanımlaması	Notlar	Uygulanabilirlik						
EN sembolü ve EN numarası			Boru	Çubuk	Profil	Tel	Dövme	Levha/ tabaka	Şerit
Bakır-Çinko-Kurşun Alaşımları									
CuZn38Pb2 CW608N	Otomat pirinci	İyi işlenebilirlik, bazı soğuk işler için yeterli bükülebilirlik	x	x	x	x	x	x	x
CuZn38Pb4 CW609N	Yüksek hız otomat pirinci	Ekstra yüksek hızlarda kullanılır fakat çok limitli soğuk iş kabiliyeti vardır. Sıcak dövmelerde de kullanılır.		x	x	x			
CuZn39Pb0,5 CW610N		Limitli işlenebilirlik özelliği vardır. Makinalarda kullanıma uygun		x	x	x	x	x	x
CuZn39Pb1 CW611N	Sünekliği yüksek otomat pirinci	Genellikle sıcak preslemede kullanılır. Makinalarda kullanıma uygun ve iyi işlenebilirlik		x	x		x		
CuZn39Pb2 CW612N	Sünekliği yüksek otomat pirinci	İyi işlenebilirlik. CW606N'e göre daha düşük soğuk iş kabiliyeti		x	x	x	x	x	x
CuZn39Pb2Sn CW613N		CW612N'ye benzer fakat daha yüksek empürite vardır.Yüksek hızlarda işlenebilmeye uygun değildir		x	x		x		
CuZn39Pb3 CW614N	Otomat pirinci	Harika işlenebilirlik fakat çok limitli soğuk iş, Sıcak dövmede de kullanılır.	x	x	x	x	x		
CuZn39Pb3Sn CW615N		CW614N'ye benzer fakat daha yüksek empürite vardır,yüksek hızlarda işlenebilmeye uygun değildir					x		
CuZn40Pb1Al CW616N		Dövme pirinci. Alüminyum çarpıcı bir görünüm verir ve kalıptan kolay çıkartılmayı sağlar					x		
CuZn40Pb2 CW617N	Sıcak Dövme Pirinci	Sıcak presleme için en popüler alaşımdır. Harika işlenebilirlik fakat çok limitli soğuk bükülebilirlik	x	x	x	x	x		
CuZn40Pb2Al CW618N	Mimari için pirinç	Mimari profiller için güzel parlak sarı renkli. Yüksek çinko oranlarında daha karmaşık profillere uygun			x				
CuZn40Pb2Sn CW619N		CW617N'ye benzer fakat daha yüksek empürite vardır.yüksek hızlarda işlenebilmeye uygun değildir		x	x		x		
CuZn41Pb1Al CW620N		Sıcak ekstrüzyon ile karmaşık profillerin üretimi			x				
CuZn42PbAl CW621N		Sıcak ekstrüzyon ile karmaşık profillerin üretimi			x				
CuZn43Pb1Al CW622N		Sıcak ekstrüzyon ile karmaşık profillerin üretimi			x				
CuZn43Pb2Al CW624N		Mimari profiller için güzel parlak sarı renkli. Yüksek çinko oranlarında daha karmaşık profillere uygun			x				
Karmaşık Bakır-Çinko Alaşımları									
CuZn13Al1Ni1Si1 CW700R		Özel tüpler	x						
CuZn19Sn CW701R	205 pirinç	İyi korozyon dayanımı ve sertlik. Aşındırma ıstampalarında kullanılır.				x			
CuZn20Al2As CW702R	Alüminyum pirinci	Temiz deniz suyunda harika korozyon dayanımı ve kondenser tüpleri için favori alaşım	x					x	x
CuZn23Al3Co CW703R		Yaylar ve bağlantı elemanlarında kullanılır							x
CuZn23Al6Mn4Fe3Pb CW704R				x			x		

Alaşım tanımlaması	Genel Tanımlaması	Notlar	Uygulanabilirlik						
EN sembolü ve EN numarası			Boru	Çubuk	Profil	Tel	Dövme	Levha/ tabaka	Şerit
CuZn25Al5Fe2Mn2Pb CW705R	Yüksek Dayanımlı Pirinç	Yüksek dayanım ve iyi korozyon dayanımı		x			x		
CuZn31Si1 CW708R		Genel amaçlı alaşım. Çubuk ve tüp formunda üretilir.	x	x					
CuZn32Pb2AsFeSi CW709R		Çinkosuzlaşma dayanımlı pirinç. İsveç orijinli.	x	x					
CuZn35Ni3Mn2AlPb CW710R			x	x	x		x		
CuZn36Pb2Sn1 CW711R	Kurşunlu Bahriye Pirinci	Kalay ilavesi, deniz suyunda korozyon dayanımını arttırır. Kurşun işlenebilirliği iyileştirir.		x					
CuZn36Sn1Pb CW712R	Kurşunlu Bahriye Pirinci	Kalay ilavesi, deniz suyunda korozyon dayanımını arttırır. Kurşun işlenebilirliği iyileştirir.		x	x	x	x		
CuZn37Mn3Al2PbSi CW713R	Silikonlu Yüksek Dayanımlı Pirinç	Silisyum ilavesi ekstra aşınma dayanımı verir. Vites kutularında kullanılır.	x	x	x		x		
CuZn37Pb1Sn1 CW714R				x	x	x	x		
CuZn38AlFeNiPbSn CW715R								x	
CuZn38Mn1Al CW716R				x					
CuZn39Mn1AlPbSi CW718R		Silisyum ve mangan ilavesi iyi aşınma dayanımı verir. Vites kutusu parçaları ve yataklarında kullanılır.	x	x	x		x		
CuZn39Sn1 CW719R	Bahriye Pirinci	Kalay ilavesi korozyon dayanımını arttırır özellikle deniz suyunda.		x	x		x	x	
CuZn40Mn1Pb1 CW720R	Mangan İçerikli Pirinç	Şekil değiştirmeye karşı harika dayanımı vardır. Dökme demir ile temas olan yerlerde kullanılır. Mimari profillerde tercih edilir, çekici çikolata kahverengi oksidi vardır.		x	x	x	x		
CuZn40Mn1Pb1AlFeSn CW721R	Yüksek Dayanımlı Pirinç	Genel amaçlı yüksek dayanımlı alaşım		x	x		x		
CuZn40Mn1Pb1FeSn CW722R	Yüksek Dayanımlı Pirinç	Alüminyum yoktur. Lehimleme ya da sert pirinç kaynağı yapılan yerlerdeki bileşenlerde kullanılır.		x	x		x		
CuZn40Mn2Fe1 CW723R		Genel amaçlı yüksek dayanım pirinci	x	x	x		x		
Bakır-Nikel-Çinko Alaşımları									
CuNi7Zn39Pb3Mn2 CW400J					x	x	x		
CuNi10Zn27 CW401J	10% Nikel Gümüşü					x		x	x
CuNi10Zn42Pb2 CW402J	Kurşunlu 10% Nikel Pirinci				x	x	x		
CuNi12Zn24 CW403J	12% Nikel Gümüşü	İyi yay özellikleri	x	x	x	x		x	x
CuNi12Zn25Pb1 CW404J		Kurşun ilavesi işlenebilirliği arttırır.						x	x
CuNi12Zn29 CW405J		Bu alaşım kurşun içermez ve sadece şerit formunda üretilir.							x
CuNi12Zn30Pb1 CW406J		Bu alaşım ekstrüzyonda kullanılır.			x	x			

Alaşım tanımlaması	Genel Tanımlaması	Notlar	Uygulanabilirlik						
EN sembolü ve EN numarası			Boru	Çubuk	Profil	Tel	Dövme	Levha/ tabaka	Şerit
CuNi12Zn38Mn5Pb2 CW407J					x				
CuNi18Zn19Pb1 CW408J					x	x			
CuNi18Zn20 CW409J	18% nikel gümüşü	Nikel gümüşlerinin en beyaz olanıdır. Optimum korozyon dayanımı vardır	x	x	x	x		x	x
CuNi18Zn27 CW410J		Bu alaşım kurşun içermez ve sadece şerit formunda üretilir.						x	x

Tablo 6.9. Döküm Pirinçleri

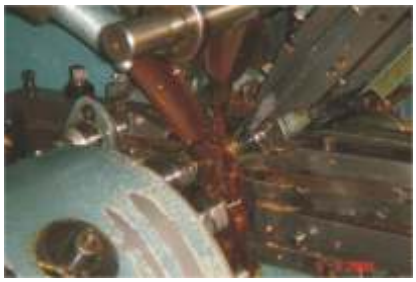
ALAŞIM ADI	KONU İLE İLGİLİ ÖZELLİKLER
EN NORMU SEMBOLÜ / EN NORMU KODU	
CuZn33Pb2-C CC750S	Az zahmetli genel amaçlı dökümler, gaz ve sıhhi tesisatlarında kullanılır. İşlenebilirliği iyidir.
CuZn33Pb2Si-C CC751S	Çinkosuzlaşma dirençli döküm pirincidir. Genelde sıhhi tesisatlarda kullanılır.
CuZn35Pb2Al-C CC752S	Çinkosuzlaşma dirençli döküm pirincidir. Genelde sıhhi tesisatlarda kullanılır.
CuZn37Pb2Ni1AlFe-C CC753S	Metal kalıba döküm pirincidir, ince tane yapılıdır ve işlenebilirliği iyidir.
CuZn39Pb1Al-C CC754S	En çok kullanılan metal kalıba döküm pirincidir. Büyük oranda sıhhi tesisatlarda kullanılır. İnce taneli versiyonu mevcuttur.
CuZn39Pb2AlB-C CC755S	Yüksek dayanım ve ince kesit döküm için uygun pirinçtir. Özellikle su armatürleri imalatında kullanılır.
CuZn15As-C CC760S	Kum kalıba döküm için kullanılır. Korozyon direnci iyidir, birleştirmeye uygundur.
CuZn16Si4-C CC761S	Kum ve metal kalıba genel amaçlı dökümler içindir. Özellikle valf ve sıhhi tesisatlarda kullanılır. Kurşun içeriği düşüktür.
CuZn25Al5Mn4Fe3-C CC762S	Bütün döküm metotları için uygundur. Yavaş hızda, fazla yük altında aşınma direnci iyidir; örneğin dönen millerin yataklarında. Deniz ortamı için uygun değildir.
CuZn32Al2Mn2Fe1-C CC763S	CC765S'nin kurşunlu versiyonudur, genelde sürtünmenin ve aşınmanın olduğu yerlerde kullanılır. Örn. Valf millerinde
CuZn34Mn3Al2Fe1-C CC764S	Genel yüksek dayanımlı pirinçtir. Kum ve metal kalıba dökülebilir.
CuZn35Mn2Al1Fe1-C CC765S	Alaşım iyi mukavemet, tokluk ve korozyon dayanımına sahiptir. Birçok uygulama kum dökümedir. Hatta metal kalıba dökümde de kullanılır ve bu üstün nitelikli mekanik özellik verir.
CuZn37Al1-C CC766S	Metal kalıba döküm için genel amaçlı pirinçtir.
CuZn38Al-C CC767S	Genel amaçlı yüksek kaliteli mühendislik uygulamaları için metal kalıba döküm pirincidir.

Muhtelif pirinç ürünleri ile ilgili endüstriyel örnekler Şekil 6.1-6.7'de verilmiştir.

Şekil 6.1. Pirinç külçeler tekrar eritilerek su armatürleri imal edilir.

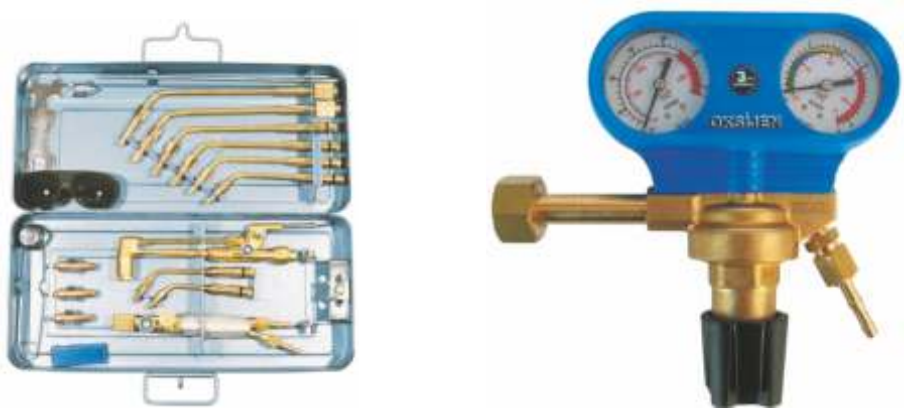
Şekil 6.2. İçi boş kollektör profillerinden imal edilen sıhhi tesisat ürünlerinden sanayi uygulamaları

Şekil 6.3. Kilit imalatında pirincin kullanım alanı çok geniştir



Şekil 6.4. Otomat pirinci işleme sistemi

Şekil 6.5. Pirinç külçeler tekrar eritilerek su armatürleri imal edilir



Şekil 6.6. Gaz armatürü imalatında pirinç kullanımı

Şekil 6.7. Otomat pirinci işlenmiş parça örnekleri

6.10. Pirinci Şekillendirme

6.10.1. Bükme

Tabakadan veya şeritten kesilmiş, biçimlenen kısımlar için minimum bükme açısı; alaşıma, sertlik derecesine ve haddeleme yönüne ilişkin olarak bükme yönüne bağlıdır. Minimum bükme test gereklilikleri, EN 1654'te belirtilmiştir.

6.10.2. Perçinleme ve Soğuk Biçimlendirme

Tek fazlı alaşımlar kolay perçinlenir. Malzemelerin şeritten presleme işlemlerinde ürün tasarımcısı ile pirinç hammadde tedarikçisi arasında iyi bir irtibat olmalıdır. Böylelikle çok sayıda ürün düzgün kenarlı, doğru eğimli ve düzgün çekilmiş olarak üretilebilir.

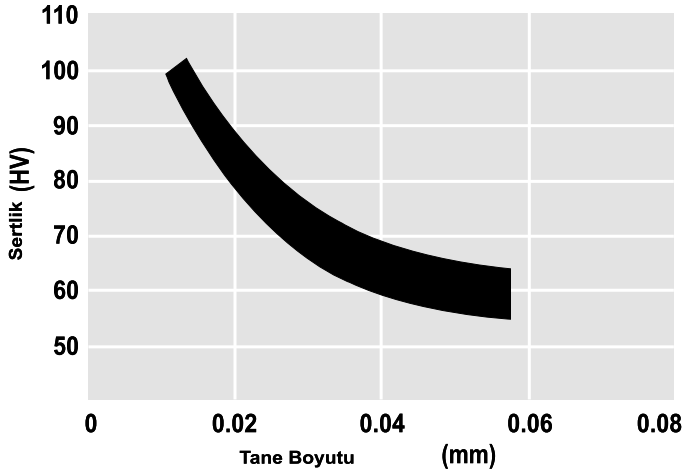
Perçinler, iğneler, vidalar ve benzer parçalar, soğuk şişirme ile telden topluca üretilir ve saatte 30.000 parçaya kadar üretmek mümkündür. CW508L, normal olarak, iyi dayanım ve nispeten düşük maliyeti için tercih edilir, ama daha iyi süneklik için CW505L kullanılabilir. **'Şişirme limiti'**, maksimum baş çapının orijinal tele oranıdır ve %17 çinkoda en yüksek değerine ulaşır. **'Şişirme oranı'**, dövülebilir telin uzunluğunun orijinal tel çapına oranıdır. Pirinç için maksimum değer, tek darbeli makine için yaklaşık 2.3 veya iki darbeli makine için 4.5'tir.

Kurşun içeren dubleks pirinçlerde soğuk biçimlendirilebilirlik sınırlıdır. Çubuktan işlenmeyi ve akabinde soğuk biçimlendirilmeyi gerektiren parçalar için, CW 606N gibi yüksek bakır, düşük kurşun içeren alaşımlar kullanılmalıdır. Küçük vidalar, tel taslakları soğuk şişirme ve hemen sonra yiv haddelemesi ile üretilir. Tel, ayrıca segmanların ve fermuarların üretiminde de kullanılır.

6.10.3. Derin Çekme ve Eğirme

Eğer toplam deformasyon büyükse, uygun ara tavlama işlemleriyle tek fazlı alaşımlar, özellikle CW505L (70/30) 'ye derin çekme ve eğirme işlemleri kolayca yapılabilir. 0.025mm ve aşağısındaki kalınlıklarda CW507L şeritten yapılan delik halkalar ve küçük demir halkaların imalatçıları, 0.020mm'lik tane boyutu ile maksimum 90HV'lik bir sertliğin kombinasyonunu tercih ederler.

CW505L için 'Çekme oranı sınırı (LDR)' (Taslak çapı/Gövde çapı), tek çekme için normalde yaklaşık 2.2'dir.



Şekil: 6.8. Levha ve Sac (CuZn30) Pirinci - Tavlanmış - Tane Boyutu ve Sertlik İlişkisi

6.10.4. Madeni Para Basma

Madeni para basmak için kapalı bir kalıpta soğuk presleme işlemi uygulanır. Örneğin, nikel içeren 80/20 pirinç, madeni paralarının imalatında kullanılır. Alfa pirinçlerde CW508L'den CW502L'ye bu yöntem kullanılarak saatte 100.000 fermuar dişi üretilir.

6.10.5. Yay Sarma

İyi elektrik iletkenliğine sahip olan ve manyetik olmayan pirinçler, yay imalatı için idealdir. Tel yayların tasarım hesaplamaları için, bakır alaşımları direngenlik katsayısı (bükülme modülü) 'G', elastikiyet modülü (E) değerinin %40'ı olarak alınabilir. Burulma ile ilgili esneklik sınırı, genellikle çekme dayanımının yaklaşık %45'i kadardır.

6.10.6. Darbeli Ekstrüzyon

70/30 pirinç ve yaldız metalleri, tam olarak tavlanmış malzemeyle başlayarak, bu yöntem ile ince çeperli teneke kutu veya boruların üretimi için kullanılır.

6.10.7. Sıcak Haddeleme

Kaba döküm yapılarını ıslah etmek ve iyi mukavemet ve süneklik kazandırmak için pirinçler, sıcak haddelemeye tabi tutulur. İşlem sonundaki iş parçası sıcaklığı değişken olduğundan ve son kalınlığa bağlı olduğundan dolayı plaka genellikle 'imal edilmiş' vaziyette satılır. Sıcak haddelenmiş plaka başlangıç yarı mamulü olarak da tabaka ve şerit üretmek için soğuk haddelemede kullanılır.

6.10.8. Ekstrüzyon

Biyetler, sürekli yatay çekim sisteminden çekilir, kesilir ve tavlanarak ekstrüzyon presinde yuvarlak, kare, altıköşe veya özel profilleri üretebilmek için uygun kalıplarla ekstrüzyon yapılır. İçi boş çubukların ekstrüzyonu için ise mandrelli ekstrüzyon sistemi kullanılır. Sıcak iş sıcaklıklarında iyi sünekliğe sahip olan dubleks yapıdaki pirinçler ekstrüzyon edilir.

6.10.9. Sıcak Presleme

Sıcak presleme, şekilli kalıpları kullanarak, 20g'dan 3kg'a kadar her pirinç bileşeninin seri üretimi için çok ekonomik bir yöntemdir. Bu yöntem, çok küçük başka bir yüzey işlemi gerektiren bitmişe yakın bir şekil verir. Pres baskı kalıpları, ihtiyaç duyulan şekle göre dizayn edilir ve delikli kısımlar maçalar yardımı ile elde edilir.

6.10.10. Isıl işlem

Bütün üretim tekniklerinde ısıl işlem yapılırken eşdeğer özellik için çok dikkat edilmelidir. Bunun için çok iyi bir deneyim gerekir. İşlemin ısı derecesi ve süresi; ürün miktarı, metal bileşimi, soğuk şekillendirme derecesi, ocak özellikleri ve ısı ölçüm yöntemleri ile değişir.

6.10.11. Tavlama

Soğuk işlenmiş pirinç kademe kademe tavlandığında, yaklaşık 250°C'deki ilk tepki, iç gerilimin giderilmesidir. Bu azalma, gerilim korozyonunun oluşturacağı çatlakları önler ve makinede işleme esnasında oluşabilecek deformasyonu en aza indirir. Yarım saatten bir saate kadar uygulanması gereken bu düşük sıcaklıktaki ısıl işlem, 'gerilim giderme tavlaması' olarak bilinir ve malzemenin mekanik özellikleri üzerinde az miktarda, eğer varsa, ölçülebilir etkiye sahiptir. Soğuk işleme bağlı olarak gelişen dayanım gerilim giderilme ısıl işleminde kaybedilmez.

Sıcaklık daha fazla arttırıldığında, yaklaşık 400°C'de ve üstünde yapısal değişiklik meydana gelir ve malzeme, zamanla sıcaklıkta 'tavlanmaya' veya yumuşamaya başlar. Soğuk işlemin kuvvetlendiren etkisi, yaklaşık 500°C'deki alaşım tam olarak soğuyana kadar devamlı olarak kaybolur. Tavlama sonrasında kaybedilen soğuk iş özelliklerine tekrar ulaşmak için yeniden soğuk işlem uygulanmalıdır. Pirincin içindeki çinkonun tavlama sırasında uçucu olmasından dolayı parlak bir yüzey elde edilmesi zordur. Bu yüzden de şeritler kontinü üretim sisteminde tavlama yapılmaktadır. İmalat (örneğin, pirinçle lehimlenmiş veya kaynak yapılmış flanşlarla borulama işi) esnasında 400°C'lik veya daha yüksek bir sıcaklığa maruz kalacak olan bileşenlerin tasarımında; güç hesaplamaları, tavlanmış durumdaki malzemenin özelliklerine göre yapılmak zorundadır. Ayrıca birleştirme yeri de özel olarak tavlamaya tabi tutulabilir.

6.10.12. Tam Tavlama

Pirinçler tam olarak yumuşatılmak için, 500–550°C'lik sıcaklıkta yarım saatten bir saate kadar ısıtılır, sonra havada ya da suda soğutulur. Özellikle alfa alaşımları için, aşırı tane büyümesi, su verme veya hızlı ocak soğutma ile önlenir. 'Flash tavlaması', oldukça kısa süreler için daha yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilebilir; ancak aşırı tane büyümesinden kaçınmak için tedbir gerekir.
Koruyucu atmosferin kullanımı oksitlenmeyi azaltır. Normalde bu, yüksek oranda nitrojen ve su buharı içeren bir atmosfer vermek amacıyla kısmen yakılmış amonyaktan hazırlanabilir. Çinko uçucu olduğundan, aşırı ısınmayı önlemek için tedbir alınması gerekir.

6.10.13. Gerilim Giderme

Özellik kaybı olmadan iç direnci gidermek için; kesit boyutuna bağlı olarak, yarım saatten bir saate kadar 250–300°C'de düşük ısı tavlaması kullanılmalıdır.

6.10.14. Gerilim Gidermenin Etkinliğini Denetleme

Uzun yıllar, EN ISO 196'da tanımlanmış cıva nitrat testi kullanılmıştır. Bu test kullanım yerinde gerilim korozyonuna neden olması muhtemel olan artık gerilmeleri kontrol etmek için yapılmıştır. Tecrübe ve denemenin sonucu olarak, güvenilir ürünlerin garanti altına alınabilmesi sağlanır. Bu test, EN standartlarına dahildir ve civanın solunmasından kaçınmak amacıyla gereken tedbir alınmalıdır. ISO 6957'de tanımlanmış alternatif test yöntemlerinde amonyağın bir buhar veya sıvı olarak kullanımı geçerlidir; EN standartları ayrıntı vermiştir. Amonyağın kullanımı testinin sonuçları direkt olarak cıva nitrat testinin sonuçları ile karşılaştırılmamalıdır. İkincisi, gerilim seviyelerini, sıvı metal penetrasyonunun farklı mekanizması ile denetler.

6.10.15. Yumuşatma Tavı

Soğuk işlemle sertleşmiş birçok pirinci, denetimli ısıl işlem ile orta seviyedeki sertliğe düşürmek mümkündür. İstenilen değere ulaşmak için, örneğin 400C'de yarım saat ve değişen süre ve/veya sıcaklıktan başlayarak deney ile tespit edilmesi gerekir. Sonuçlar; sertliği, tane büyüklüğünü, homojenliği ve diğer ilgili özellikleri ölçerek denetlenir.

6.11. Pirinçleri Birleştirme

6.11.1. Lehimleme

Lehimleme, kurşun/kalay veya EN 29453'teki kurşunsuz lehimler ve boraks gibi curuf yapıcılar kullanılarak kolayca yapılabilir. Lehim yapılırken parçalar arasında ısı farklılığı olmamalıdır.Lehim sırasında malzemelere uygulanan baskı malzeme soğumadan bırakılmamalıdır.Aksi takdirde lehimin mikro yapısından dolayı lehimde çatlak ve kırılmalar oluşabilir. Bazı durumlarda, lehimlemeden önce bu kısımların gerilimi giderilmelidir. Lehimlemeden sonra, lekelenmeye ve korozyona sebep olma eğilimini azaltmak için eritici madde kalıntılarını gidermek iyi bir yöntemdir.
Kurşunun istenmediği yerlerde kalay bazlı kurşunsuz lehimler tercih edilir.

6.11.2. Pirinç Kaynağı

Bütün pirinçler, EN 1044 kapsamındaki sert lehim alaşımlarıyla kolayca birleştirilir. Fluks malzemesi kullanıldığında, eğer bileşenin üzerinde kalmasına izin verilirse, pirinç üzerinde korozyona neden olması muhtemeldir. En kısa zaman içinde temizlenmelidir. Eğer bileşen pirinç kaynağından sonra hala sıcak ise temizlemek kolaydır, ancak kaynaklanmış pirinç malzeme ani soğutulmamalıdır böyle bir durumda kaynak yerinde çatlaklar meydana gelebilir.

6.11.3. Bronz Kaynağı

Yüksek bakır içeren pirinçler bu yöntemle birleştirilebilir.

6.11.4. Elektron Işın Kaynağı

Vakum pompasının buharlaşan çinko ile kirlenmesinden dolayı, genellikle tavsiye edilmez.

6.11.5. Sürtünme Kaynağı

Bu yöntemle, bileşenler arasında tatmin edici birleştirmeler yapılabilir. Makine imalatçılarından tavsiye alınmalıdır.

6.12. Talaşlı İmalat

6.12.1. Elektriksel Şekillendirme

Dalma erozyon ve elektro-kimyasal işleme gibi yöntemlerle parçalar imal edilebilir. Makine imalatçılarından tavsiye alınmalıdır.

6.12.2. Asitle Aşındırarak Şekillendirme

Birçok bileşen, nispeten küçük miktarlarda, boyut ve yüzey modellemede hata payını azaltmak için uygulanan asitle aşındırmanın modern yöntemleriyle, kesitten, yüksek hassasiyetle ekonomik olarak üretilebilir.

6.13. Özel Yüzey Koruması

Bundan önceki bölümlerde bahsedildiği gibi, pirinçler, kendilerini korozyona karşı korumak için özel önlemlere ihtiyaç duymazlar. Yine de, pirinçlerin doğal korozyon direncini güçlendirmek veya süsleyici bir yüzeyi korumak için inhibitörler, vernikler, kaplamalar veya katodik korumanın tercih edildiği bazı uygulamalar vardır. Bunların bazıları, aşağıda belirtilmiştir.

6.13.1. Yüzey Temizleme Yöntemleri

Herhangi bir yüzey koruması uygulanmadan önce, olumlu sonuçlar almak için yüzeyi iyi bir şekilde temizlemek gerekir.

6.13.2. Alkali Çözeltilerde Kimyasal Ön İşlem

Bakır ve bakır alaşımı malzemenin temizlenmesi için, çözeltiler; yüzey aktif maddelerin karışımı, suda eriyen maddeler ve emülsiyonlaştırıcılar ile birlikte trisodyum fosfat, sodyum metasilikat, sodyum hidroksit ve sodyum karbonat gibi bileşiklere dayanır. Genellikle temizleme solüsyonu, tuzların %2-5'ini içerir. Verimli bir alkali temizleyici, yüzeyi kimyasal aşınmadan ve lekelenmeden korumalıdır ve yüzeyde hiçbir renk değişikliğine neden olmamalıdır. Bazı temizleyiciler, bakır ve pirinçten, yüzey yağ kirlenmesi ve yüzey oksitlenmesinin eş zamanlı giderilmesini mümkün kılabilirler.

6.13.3. Organik Solventler ile Yağ Temizleme

Birçok organik solvent, metalik yüzeylerden organik ve mineral yağları çözer, ancak sıkıca yapışmış kir parçacıklarını veya parlatıcı bileşik artıkları gibi inorganik ürünleri her zaman gideremez. Bunun için, ultrasonik titreşim kullanımı ile temizleme sürecine ivme kazandırılabilir.

Organik solventler çalışırken çevresel etkilerini azaltmak için önlem alınmalı ve solvent buharını çalışanlara zarar vermeyecek şekilde filtreleyen vantilasyon sistemleri kullanılmalıdır.

6.13.4. Alkali Çözeltilerde Elektrolitik Yağ Temizleme

Kimyasal temizleme için kullanılan alkalik çözeltiler, sürece ivme kazandırmak amacıyla uygulanan elektrik potansiyeli ile yağ temizleme için kullanılabilir. Bileşikler, birleşik bir anodik/katotik döngü vermek için alternatif gerilime maruz kalır.

6.13.5. Pirinç Küfü

Eğer nemli bir atmosfere maruz kalırsa, çoğu pirinç yavaş yavaş, etkileyici bir yeşil küf (patina) oluşturur. Bu renk ve diğer birçok yapay ton, bir tür kimyasal işlem ile üretilebilir.

6.13.6. Parlatma

Alışılagelmiş parlatma yöntemleri, parlatma ve kaplama atölyelerinde gerçekleştirilir. Uygun bileşikler ve donanımlar, bileşenler üzerinde ya verniklemeye ya da kaplamaya hazır olan yüksek koruyucu bir yüzey üretmek için kullanılır.

6.13.7. Kaplama

Krom kaplama gibi aşınmaz veya süsleyici bir yüzey gerektiğinde, pirinç ideal alt tabakayı sağlar. Çoğu kaplanmış tabakalar kısmen gözeneklidir ve kaplamanın altındaki pirincin, tabiatında var olan iyi korozyon direnci, alt tabaka çelik olduğunda kaplama süresince oluşabilecek pas çatlamasının, kabarmasının veya püskürmesinin erken başlamasını önler.

Pirinçler, bu yöntemin uygulandığı bütün normal metallerle kolayca elektrolizle kaplanabilir. Yüksek hassasiyet gereken uygulamalar için, kurşunlu pirinçler sorun oluşturur. Alaşımlardaki kurşun parçacıkları kabul edilemez bir tabakalaşmaya yol açar ve bu durumlarda, son kaplamadan önce bakırdan bir alt kaplamayla önlenir. Krom kaplamanın maliyeti nispeten azdır ve alt tabaka doğal olarak iyi bir korozyon direncine sahip olduğundan, yüzey çok elverişli ve dayanıklıdır.

6.13.8. Asitle Temizleme

Çoğu pirincin ısıl işlemi esnasında oluşan oksitler, ürünleri %10'luk seyreltik sülfürik asit çözeltisine daldırarak, hemen ardından da suyla durulayarak giderilebilir.

6.13.9. Parlak Daldırma

Parlak, temiz, pembe bir yüzey üretmek için, parlak daldırma yöntemi kullanılır. Sıcak işlemeden (örneğin presleme) sonra tipik olarak koyu bir yüzeye sahip olacak olan ürün, nitrik, sülfürik ve hidroklorik asitlerin seyreltik çözeltisine 15–20 saniye boyunca daldırılır. Asitler, yüzey oksitlerini ve yanık yağ gibi kirletici maddeleri çözer; eğer bileşen sıcak durulanmış ve hızlı kurulanmış ise, korunacak olan temiz bir yüzey bırakır. Parlak daldırmadan sonra, istenirse ürüne kromaj ve polisaj yapılabilir.

6.13.10. Kromat Dönüşümlü Kaplama

Pirinç malzeme üzerindeki parlak yüzeyi korumak için, genellikle kromla koruma kullanılır. Sodyum dikromat içeren bir çözelti, pirinç bileşenlerine, örneğin sıcak preslenenlere uygulanır. Pirincin yüzeyi, kimyasal olarak bakır kromata dönüştürülür ve pasif duruma getirilir. Bu, atmosferik oksitlenmeyi önler ve temiz, parlak yüzeyi korur. Kullanımdan önce uzun müddet stoklanabilen, özellikle tesisat malzemelerinde kullanılır.

Yüzey işlemlerinde yukarıda bahsedilen maddelerin herhangi biri ile iş yapıldığında, sağlık ve emniyet ilkelerinin esas alınması olmazsa olmazdır.

6.13.11. Emaye Kaplama

Pirinçler, camsı emaye kaplama için idealdir ve birçok farklı bileşene sahip cam hamurları kullanılabilir. Pirinç, emaye kaplanmış rozet ve mücevherat ile su musluklarını da içeren emaye kaplanmış birçok çeşit dekoratif eşya imalatı için kullanılır.

6.13.12. İnhibitörler

İnhibitörler, tesisatın daha büyük bölümünü oluşturan demirli bileşenleri koruması için; genellikle ısıtma sistemleri, soğutma sistemleri, kazan besleme sistemleri gibi sistemlerdeki pirinç malzemelere uygulanır. Kullanılan inhibitörler, pirinç bileşenleri üzerinde genellikle biraz yararlıdır veya hiçbir önemli etkisi yoktur; ancak su kaynatma işleminde kullanılan bazı aminler, oksijenin de mevcut olduğu yoğuşturuculardaki veya kondens hatlarındaki pirinçlerde stres korozyon çatlamasına neden olabilir.

Büyük yapıların ısıtma sistemlerinde suyu işlemek için kullanılan inhibitör formülasyonları, çoğunlukla, amonyak üretmek için mikrobiyolojik azalmaya maruz kalan sodyum nitrit içerir. Bunun sonucu olarak, aşırı gerilmiş pirinç bileşenlerinin gerilim korozyonu ile başarısız olduğu bazı durumlar meydana gelebilir. Bunlar, neredeyse her zaman, konik boru vida dişli soketlerin fazla sıkıldığı, yüksek çevresel gerilmeler oluşturan vanalardır. Eğer tesisat yapımında doğru uygulamalar izlenirse, bu tür sorunlar ortaya çıkmaz. Eğer öyle olmazsa ve hatalar oluşmaya başlarsa, inhibitör formülasyonunu, amonyak üretmeyen bir formülasyona çevirmek, tesisatta aşırı gerilmiş olabilen ve sonuç olarak risk altında olan her vanayı değiştirmekten daha kolaydır.

En çok pirinçlerin korunması için kullanılan inhibitör, kararmayı önlemede son derece etkili olan benzotriazol (BTA) dur. 2 dakika boyunca 60°C'deki %0,2'lik sulu çözeltiye daldırarak veya temizleyerek rahatça uygulanabilir. Çoğunlukla, asit temizleme hattının sonunda durulama deposuna eklenir.

BTA, çoğu durumda korozyon türlerinin çoğuna karşı pirinci korurken (Sülfür dioksitin varlığında gerilim korozyonu çatlaması dahil) amonyaklı ortamlarda etkili değildir.

Laboratuar testleri, temiz bir laka eklenerek uygulanan feniltiyoürenin lekelemeyi önlediği gibi amonyaklı gerilim korozyonunu da engelleyeceğini göstermiştir.

Dimetilditiyokarbamat, pirinç için bir inhibitör olarak önemli bir kullanıma sahiptir.

6.13.13. Laklar

Fırçalayarak, püskürterek veya daldırarak uygulama için laklama ve parlatma işlemleri kullanılabilir. Tavsiye edilmeyen laklar kaplamanın altındaki metalde kararmanın oluşmasına neden olduğu için bakır, pirinç ve diğer bakır alaşımlarında kullanılmamalıdır. Hava kurutmalı vernikler ile uygun iç koruma sağlanabilir; uzun ömürlü veya dış koruma için ise bir ağartma verniği veya bir ağartma tozu gerekebilir. Tatmin edici kullanım süresi, doğru yüzey hazırlığı ve doğru lak uygulaması için, talimatları takip etmek gereklidir.

İç mekanda kullanılan dekoratif malzemelerin parlak görüntüsünü korumak için kullanılan ucuz, nitroselüloz temizleme cilaları amaca uygun korumayı sağlar, ama bir yıl kadar etkiye maruz kalımından sonra ince alt tabakada kararma görünür hale gelir. Koruyucu katkıları olmadan, selüloz asetat veya akrilik reçine bazlı verniklerden üstün performans elde edilebilir. Fakat, muhtemelen birkaç yıl sonra, kararmanın ince vernik tabakasının altında küçük deliklerden ve çiziklerden yayılması ile bunlar da hata verir. Laka benzotriazolun katılması ile bu sorunun üstesinden gelinebilir.

6.13.14. Nikel-Krom Kaplama

Bilinen kromla kaplama, çok daha fazla kalın bir nikel tortu üzerine çok ince bir krom katmandan oluşur. EN12540 'Metallerin Korozyondan Korunması-Krom Nikel Kaplama' kaplanacak malzemenin kullanım yerine göre Nikel ve Krom tabakalarının tipini, minimum nikel kalınlığını tanımlar. Nikel kaplamada pirinç malzeme ve aynı boyuttaki demir malzemeden daha az nikel kullanılarak yeterli kalınlıkta kaplama yapılır. Örneğin dış ortam koşullarına maruz kalan pirinç ve çeliği kıyasladığımızda, çelik için 30µm'lik nikel kalınlığı gerekli iken pirinç için 20µm'lik kalınlık yeterlidir.

Tablo 6.10. Temiz Kaplamada Kullanılan Polimerler

Polimer	Film Özellikleri	Tipik Uygulamalar
Akrilik	Hava kurutma ve termik yöntemlerle uygulanır. Göreceli olarak yüksek fiyatlı malzemelerdir.Hava kurutmalı uygulamaları dış ortam işlerinde kullanılmaktadır.Yüksek sıcaklık ve erozyon dayanımı gerektiren uygulamalarda tercih edilir.Benzotriazol gibi metallerle bağ yapabilen kimyasalların ilavesi laklanmış malzemenin kararmasını önler.	Isı ile kaplama yapıldığından ve kaplamanın sökülmesi kolay olmadığından dolayı mimari uygulamalarda tercih edilmez.
Katkılı Akrilik	Akrilik reçineler içine poliüretan, polisianat, amino ve diğer reçineler eklenerek iyi mekanik dayanım,kararma dayanımı,esneklik ve yapıştırma özellikleri kazandırılmış malzemeler elde edilir.	Bu laklar uzun ömürlü ve kimyasallara karşı dayanımlıdır.
Epoksi	Epoksi kaplamalar aşınmaya ve kimyasallara karşı yüksek dayanımlıdırlar.Göreceli olarak pahalı malzemelerdir. Pota ömürleri kısadır. İç kaba uygulamalar için iyidir fakat dış uygulamalarda birkaç haftadan sonra kararma eğilimindedir. Termik yöntemlerle veya iki parçalı karışım olarak da uygulanabilir.	İç mekan bakır yüzey uygulamalarında çok iyi yapıştırma ve koruma sağlar
Katkılı Epoksi	Genelde epoksi içine elastikiyeti artırmak, çarpma dayanımı kazandırmak, aşınma ve yıpranma dayanımını geliştirmek amaçlarıyla fenolik veya amino reçinelerin ilavesi ile elde edilirler.	Banyo musluk armatürü uygulamalarında kullanılmaktadırlar.
Nitroselüloz	İç hizmet uygulamalarında çok yaygın kullanılan ucuz bir hava kurutmalı malzemedir.Alkid, akrilik, poliüretan veya diğer reçine türleri ilave edilerek geliştirilebilir. Kimyasallara karşı dayanımları çok zayıftır fakat çok kolay uygulanır ve kururlar.	İç uygulamalarda kullanılırlar. Dış uygulamalarda kullanıldıklarında genellikle soyulurlar ve bir yıldan az bir sürede tekrar kaplamak gerekmektedir.
Selüloz asetat bütirat ve propionat	Bu tür kaplama malzemeleri akrilik ile kıyaslanabilir maliyettedir. Sade veya akrilik katkılı olarak da kullanılabilir.	İç ve dış uygulamalarda kullanılabilir.
Poliüretan	Dayanıklı, esnek ve iyi yapışabilir filmlerdir. Yıpranma dayanımları ve kimyasallara karşı dayanımları iyidir. Tek veya çift karışımlı olarak uygulanabilmektedirler. Bazı türleri zamanla sararma eğilimlidir. Yüksek sıcaklığa maruz kaldıklarında kararmalar oluşur.	Tüm iç mekan uygulamaları için kullanılabilir.
Vinil	Vinil filmler esnek ve yıpranma mukavemetleri çok yüksektir. Ek sağlamlaştırma işlemlerine gereksinim duyarlar.	İç uygulamalarda çok iyi koruma sağlar.
Silikon	Yüksek sıcaklık olan ortamlar için uygun bir kaplama polimeridir. 250 ° C ' de bile üstün dayanıklılık gösterirler. Pahalı oldukları için ince film tabakalarının üstüne ikinci bir uzun ömürlü ve güçlü yıpranma dayanımlı lak tabakası uygulanır. Yüksek sıcaklıklarda pirinç yüzey üzerinde renk bozuklukları oluşabilir.	Yüksek sıcaklığın olduğu uygulamalarda kullanılır.
Alkid	Çok yavaş kurudukları için fırınlanmaları gerekmektedir. Melamin veya ürik reçinelerle güçlendirilirler. Düşük maliyetlidirler,dış uygulamalar için yeterli dayanıklılığa sahiptir fakat zamanla sararma oluşabilir. Genellikle kimyasallara karşı dayanımları iyidir.	Yüksek aşınma mukavemetinin istendiği uygulamalarda kullanılır.
Çözünebilen Fluro Polimerler	Ortam ısısında iyi bir sertliğe ulaşacak kadar kuruyabilir fakat fırınlandığında dayanımı daha üstün olur. Hava şartlarına ve ultra-viyole ışınlara karşı dayanımı iyidir.	Dış uygulamalarda 20 yıl dayanacak kadar üstün mukavemeti vardır. Dış ortam uygulamaları için uygundur.

6.13.15. Gümüş

Pirinç otel eşyaları, yüksek kalitede çatal bıçak takımları ve dekoratif ürünler elektrolitik kaplama yöntemi ile kolaylıkla gümüş ile kaplanabilir. Kullanım yerine göre TS EN ISO 8442-7 'Gıdalarla Temas Eden Malzemeler- Çatal, Bıçak ve Sofra Takımları- Bölüm 7; Gümüşten Diğer Kıymetli Metallerden ve Alaşımlarından Yapılan Sofra Çatal Bıçakları İçin Özellikler ' de kaplama kalınlıkları ve diğer özellikler tanımlanmıştır.

6.13.16. Altın

Altın, gümüş gibi, yalnızca süsleme amacıyla pirinç maddelere sıkça uygulanır. Örneğin, ucuz mücevheratta 0,5µm'ten daha az bir altın tabaka çoğu kez parlak bir nikel alt tabaka üzerine uygulanır. Bu tür tabakalar her zaman gözeneklidir ve böylece alt tabakayı korumak yerine onun korozyonunun artmasına yol açacaktır; bu yüzden genellikle laklanmışlardır.

Altın kaplı pirinç, genellikle bilgisayarlarda ve mikro elektronik cihazlarda kablo uçları ve bağlayıcılar için geniş bir kullanım imkanı bulur. Burada, kaplamanın bir işlevi de korozyon korumasıdır; çünkü şebeke elektriği veya hatta düşük voltaj batarya bağlantıları için pirinç fişlerin performansı üzerinde hiçbir etkiye sahip olmayan hafif kararma, dakika akımlarıyla ilgilenildiğinde önemli olur. Altın, kararmadan arınmayı, düşük kontak direnci ve mükemmel lehimlenebilirliği ile sağlar. Saf altından ziyade sert altın alaşımları, elektronik bağlayıcılarda, banyo donanımlarında da olduğu gibi, kullanım dayanıklılığını sağlamak amacıyla kullanılır. Nikel bir alt tabaka, aksi halde yeterli olmaktansa daha ince altın tabakaların kullanımına imkan verir ve yükselen sıcaklıklarda pirinç ve altın arasında difüzyonu önleyen bir difüzyon engeli sağlar.

6.13.17. Elektrolizsiz Nikel Kaplama

Elektrolizsiz nikel kaplama bir sıcak nikel tuzu çözeltisinde, tuzu sodyum hipofosfat ile indirgeyerek, % 4-12 fosforlu bir nikel alaşımı birikintisi oluşturan kaplama işlemidir.
Bu kaplama, çinkosuzlaşmaya neden olan sularla temasta kullanılmak için kurşunlu alfa-beta pirinçlerinden üretilen karıştırıcı vana vb.nin bileşenlerine korozyon koruması sağlamak için kullanılmıştır. Genellikle İngiltere'de kullanıma sokulan elektrolizsiz nikel kaplamanın türü (genellikle 'Kanigen' nikeli olarak bilinir) nikel ve fosforun bir alaşımını şart koşar. Bu işlem çinkosuzlaşmaya uğrayan bölgelerde başarı ile uygulanır, özellikle su tedarik edilen, suyun içinde çalışan gaz ısıtıcılarının kontrol valflerinde tercih edilir.
Çinkosuzlaşmanın önlenmesi için elektrolizsiz nikelin bu türünün pek çok diğer başarılı uygulamaları bilinir; ancak fosfor yerine bor içeren, elektrolizsiz nikelin bir alternatif türü ile yapılan testler, nikel-bor tabakasının kendi korozyon oranı aşırı olduğu için memnun edici olmamıştır.

6.13.18. Katodik Koruma

Farklı metaller aşındırıcı bir korozif ortamda birbirine bağlandığında galvanik korozyona maruz kalma riski mevcuttur. Metal üzerindeki galvanik korozyon miktarını azaltmak veya önlemek için galvanik dizide onun aşağısında daha reaktif bir metale bağlanır. Sistem, en yaygın olarak demir ve çelik boru hatlarının ya da suya (özellikle deniz suyu veya tuzlu su) daldırılmış veya toprağa gömülmüş diğer yapıların korunması için kullanılır. Ancak boru plakalarına ve kondenserlerin boru uçları gibi bazı pirinç bileşenleri de galvanik korozyona maruz kalabilir.

Galvanik anotlu katodik korumada,korunması istenilen metal yapıya kendisinden daha negatif potansiyelde bir metal (anot) bağlanarak bir galvanik pil oluşturulur. Böylece metal yapı katot haline getirilir. Galvanik anotlar kendiliklerinden çözünerek aynen bir pil gibi akım üretirler. Anodun çözünmesi sonucu açığa çıkan elektronlar, dış bağlantıdan katoda (korunan metal yapı) taşınarak katodik reaksiyon için gerekli olan elektronlar sağlar.
Galvanik anotların akım kapasiteleri ve akım verimi bellidir. Katodik koruma devresine belli süre yetecek miktarda ve sayıda galvanik anot bağlanarak korunacak metal yapının yüzey alanı istenilen süre katot halinde tutulabilir.

Katodik Korumanın Uygulama Alanları:

- **Boru hatları:** İçme suyu boru hatları, doğal gaz boru hatları, atık su boruları deniz dibi borular, yangın hidrant boru hatları, petrol boru hatları.
- **Deniz içi yapı ve araçları:** Gemiler, feribotlar, deniz otobüsleri, deniz altı gemisi, yatlar, liman, iskele, platform, kazık ayakları, şamandıra v.s.
- **Tanklar:** Yeraltı LPG ve akaryakıt tankları, yer üstü akaryakıt tankları atık su tankları, içme su depolama tankları v.s.

Su sistemleri: Eşanjör soğutma ve ısıtma sistemleri, termosifonlar, buhar kazanları, boiler tankları v.s…

Demir ve çelik, çinko, alüminyum ve magnezyum anotlara bağlandığında katotik koruma sağlanır. Anotların hizmette 'aktif' kalmasını sağlamak amacıyla, ticari olarak saf metallerden ziyade alaşımlar kullanılır. Çinko ve alüminyum, ayrıca pirinci korumak için de kullanılırlar; ancak pirinçler için koruma potansiyelleri aşınan demirinkinden daha yüksek olduğundan, demir anotları da kullanılabilir.

Dış akım kaynaklı katodik koruma metale dıştan bir doğru akım uygulanarak yapılır. Bir transformatör redresör sisteminden elde edilen doğru akım (-) ucu korunacak olan metale (+) ucunda bir yardımcı anota bağlanır.

6.14. Sıcak Dövme Pres Ürünleri

Preste sıcak dövme ile yapılan çeşitli parçalar
Şekilde görüldüğü gibi sıcak dövme presleri ile çeşitli şekil ve et kalınlıklarında detaylı ürünler bitmiş ölçülerine çok yakın ölçülerde imal edilebilmektedir.

Nipel ve rakor
Bu tür fittingler içi dolu ve içi boş çubuklardan sıcak dövme, presleme yöntemi ile elde edilebilirler. Büyük miktarda imalat yapılacağında en düşük maliyet yükü getiren imalat yöntemi sıcak dövme preslemesidir . Sadece diş açma işlemi için talaşlı imalat gereksinimleri vardır.

Pnömatik Rakor
Burada düşük maliyetli imalat metodunun aşamaları görülmektedir. Sıcak presten sonra çapaklar temizlenir, Parçanın delikleri işlenerek sadece parça için önemli olan dış ölçüleri talaşlı imalat işlemine tabii tutulur. Son olarak kaplama ve polisaj işlemleri uygulanarak çok çeşitli çevre ortamlarında uzun süreler hizmet verecek bir ürün elde edilmiş olur.

Çinkosuzlaşma dayanımlı pirinç vana ve Te
Tesisatta kullanılan suyun agresif olduğu durumlarda kullanılacak pirinç malzemelerin çinkosuzlaşma dayanımlı olması tavsiye edilir ve bu pirinç CW602N olarak sınıflandırılmıştır. Eğer malzeme EN ISO 6509 testinden geçmiş ise özel 'CR' markası kullanılabilir.

Musluklar
Ölçü ve dizayna bağlı olarak musluklar alçak basınç döküm veya sıcak presleme yöntemlerinden biriyle imal edilebilirler. Döküm ile daha karmaşık parçalar üretmek mümkündür. Sıcak presleme ile belirli ölçülerde ince ve sağlam et kalınlığında dizaynlar üretilebilmektedir.

Şekil 6.9. Sıcak Dövme Pres Mamul Örnekleri

6.15. Şerit ve Tel Ürünleri

Çeşitli çekme telden yapılmış sabitleme elemanları
Bu yöntemle çok çeşitli korozyon dayanımlı ve ucuz ürün elde edilir. İmalat aşamaları şekillendirme, kafalama, diş açma, sıvama ve boy kesim işlemleridir.

Özel klemens, konnektörler
Bu minyatür elektronik bağlantı parçaları yüksek hassasiyette ve çok ucuz maliyetle her miktarda üretilebilir.

İğneler
Pirinçten yapılmış bu ürünler pirincin dayanıklılığını, sünekliğini, şekillendirilebilirliğini ve yüzey işleme kolaylığını göstermektedir.

Elektrik fişi
Fiş iğnelerinin uzun ve sorunsuz bir kullanım ömrü olması için pirinç tercih edilir. Kolay işlenebilirliğinin yanında iyi dayanıklılığı, elektrik iletkenliği ve aşınma dayanımları vardır.

Ampul tabanı
Ampul tabanının kaliteli olması istendiğinde pirinç kullanılmaktadır. Ampul duyda iken yapışma veya arktan dolayı çürüme yaşanmaz. Pirinç şeritlerden bir dizi presleme işlemi sonucu elde edilirler. Şerit artıkları pek tabii ki geri dönüştürülebilir özelliktedir.

Şekil 6.10. Şerit ve Tel Mamul Örnekleri

BÖLÜM 7

KOROZYON DAYANIMI İÇİN PİRİNÇLER

7.1. Soğuk İş Pirinçleri

CuZn30, CuZn33, CuZn36 ve CuZn37 soğuk iş gerektiren ve birçok yerde kullanılan pirinç çeşitleridir.Formlama, çekme vb. işlemlerde kullanılırlar. CuZn30, en iyi eğilebilirlik özelliğine sahip olanıdır ve özellikle derin çekme işlemlerinde tercih edilir. Derin çekme ve benzeri soğuk işlerden sonra "gerilim giderme tavlaması" yapılması gerekmektedir. Bu ısıl işlem gerilmeli korozyon çatlağının kullanım yerinde oluşmasını engeller. CuZn37 , % 63 Cu ve % 37 Zn içerir. Çinko miktarı tamamen alfa pirinçleri için verilen maksimum orandır. Şerit üretiminin modern metotlarla yapılması sırasında tavlamadan sonra yapılan kontrollü soğutmada az miktarda beta fazı oluşumu korozyon dayanımını düşürür. 64/36 kompozisyon bundan dolayı daha çok tercih edilmektedir. Aşırı agrasif ortamlar dışındaki ortamlarda CuZn30, CuZn33, CuZn36 ve CuZn37 yavaşça donuklaşarak bronz rengini alırlar ve oyuklanma veya lokal ortamlardan etkilenmezler. Orijinal görünümleri ile verniklenerek veya polisajlanarak kullanım yerlerine servis edilirler.

Çinkosuzlaşma probleminden dolayı arsenik içermeyen pirinçlerde deniz suyu ile temas tavsiye edilmez. Pirinçler, ana borular, oto radyatör kazanları, soğutma sirkülasyon suları aksamları ve antifriz aksamı soğutma operasyon elemanlarıdır ve bu uygulamalarda memnun edici sonuçlar verirler.

Alüminyumlu pirinç malzemeden imal şerit, deniz suyuna karşı korozyon direncinin yüksek olması istenen yerlerde kullanılır. Örneğin hava soğutmalı ve deniz suyunda kullanılan ana tanklar ve tüplerin kaplamaları Alüminyum pirinç ile yapılabilir. Ayrıca bazen, bu kaplama tipi, ısı değiştirici eşanjörlerde de kullanılabilir. Fakat aşırı yoğun akışın olduğu deniz suyu uygulamalarında soğutma görevini yapamaz, bu durumlarda titanyum kaplama tercih edilir.

7.1.1. Haddelenmiş Levha

Arsenikli çeşit olan CuZn30As (CW707 R) ; boru ve kabuk tipi eşanjörlerde boru kaplama malzemesi olarak kullanılabilir. Aynı zamanda kaynak işlemlerinde geniş boyutlarda deniz suyu boru sistemlerinde de uygundur.

7.2. İki Fazlı (Alfa-Beta) Pirinçler

Geniş kullanma alanları arasında sıcak haddeleme levhaları, ekstrüzyon, talaşlı imalat, dövme teknolojisi, kum ve metal kalıba döküm sistemleri vs. vardır. Ayrıca bronz kaynağında da kullanılabilirler. Hangi korozyon şartlarında kullanılabilecekleri aşağıda belirtilmiştir.

7.2.1. 60/40 Pirinci (Muntz Metal)

CW509 L; özellikle Amerika'da kondenser ve ısı dönüştürücü eşanjör sistemlerinde, pirinç veya bakır-nikel borularda kaplama malzemesi olarak kullanılır. Naval (donanma) pirinci genellikle İngiltere'de tercih edilir. CuZn40, deniz suyunda çinkosuzlaşmaya uğrar fakat kaplamaları katodik koruma sağlar. Kaplanmış dökme demir kutular, küçük ısı dönüştürücü eşanjörlerde katodik koruma amacı ile kendilerini feda ederek kaplama sınırından itibaren hızlıca korozyona uğrarlar. Eğer su tüpü, korozyondan koruma amacı ile kaplanırsa, boru kaplaması demir veya çinko kurban anotlarla korunabilir veya sıkıştırılmış akım katodik koruması yapılabilir.

7.2.2. Naval (Donanma) Pirinci

Naval (donanma) pirincinde (CW712R) %1 kalay içeriği, CuZn40'a göre daha yüksek çinkosuzlaşma mukavemeti sağlar. Beta faz miktarının bir miktar azalması bakır oranının, olması gereken aralığın maksimum noktasına ulaşması ile bu mukavemet daha da artar. Sıcak haddelemede istenen düşük % Cu oranıdır. Küçük ısı dönüştürücü eşanjörlerde, bazı üreticiler yüksek bakır ihtiva eden Naval pirinç ile kaplı döküm tüp kullanırlar. Bu malzemede Beta fazı sürekli değildir ve onu deniz suyunda çinkosuzlaşmaya karşı koruyan, yüksek kalay miktarına sahip bir delta fazı ile sarılmıştır.

Alüminyum pirinci ve bakır-nikel tüp malzemeleri ile beraber, genel olarak en çok kullanılan kondenser ve ısı değiştirici malzemesi Naval pirinçtir. 70/30 pirinçlerde tüp yüzeyinde korozif saldırı önleme amaçlı galvanik kaplama işlemleri yapılabilir fakat 60/40 pirinçlerinde tüp kaplama kalınlıkları çinkosuzlaşmaya karşı herhangi bir işlem gerektirmezler. 60/40 pirinci ile beraber katodik koruma amacı ile demir veya çinko anotlar veya doğru akım uygulanır.

Kondensörlerdeki titanyum boruların galvanik olayları naval pirinçte hızlanmış seri saldırılara neden olur. Epoksi boya korumalı bazı denemeler, kondenserlerdeki naval pirinç kaplamaları korumuştur. Bu malzemeler pirinç veya bakır-nikel kaplı olup; sonradan tamamı veya bir kısmı titanyum ile kaplanmıştır. Yeni yapılanmalarda titanyum ile naval pirincin beraber kullanımı tavsiye edilmez. Bunun için Nikel Alüminyum Bronzu CW304 G önerilir.

7.3. Ekstrüzyon Pirinçleri

7.3.1. Ekstra Korozyon Direnci İstenen Bileşenler

Dar boyut toleranslarında ürün sunabilme, geniş bakım imkanlarının olması, ucuz işleme özellikleri, iyi elektrik iletkenliği ve iyi korozyon dayanımı sayesinde ekstrüzyon mühendislik malzemeleri geniş kullanım alanlarına sahiptir. CW624N bu formda en çok kullanılan pirinçtir. Alüminyum içermeyen çeşitleri, uygulamada yumuşak lehim ve kaplama var ise tercih edilir. %0,5 Alüminyum içeren tipleri ise parlak görünüm istenen ve pas direnci istenen durumlarda kullanılır. Normal kullanımda korozyon koruması gerekmeyen uygulama yerleri; makine parçaları, enstrüman aksamları, elektriksel cihazlar, menteşeler, şalterler ve sigortalardır.

7.3.2. Mimari Kullanım

CW624N malzemeye Alüminyum takviyesi yapılarak iç dekorasyonda kullanım amacı ile parlak sarı renk ve pas direnci sağlanır. CW720R veya Mangan Bronzu ; %38 Zn, %2 Mn, %1Pb, ve %0,5 civarı Fe+Sn içerir ve ekstrüzyon nedeniyle güçlü yüzeysel oksitlenme göstererek koyu kahverengi, fakat pas olmayan bir renge bürünür. Bir sure sonra bu yüzey cansızlaşır ve yeşil küf şeklinde belirmeye başlar ancak bu belirti aylık veya 2 aylık ince yağ temizlemesi ve vernikleme ile giderilebilir. Mimaride pirinç uygulamaları; süsleme amaçlı metal panellerin birleştirilmesinde kullanılabilir. Dış aksamlarda (görünen yerlerde) kullanıldığında ise yüzey bitirme işlemlerinde yağlanmalı ve verniklenmelidir. Polisaj, iç yüzeylerde tercih edilir.

7.3.3. İşleme Amaçlı Çubuk

Pirinçlerde, soğuk şekil verme ve işleme kabiliyetlerini bünyedeki çinko ve kurşun yüzdeleri belirler. Bu pirinçlerin genelde benzer korozyon dirençleri vardır, çinkosuzlaşmaya maruz kalırlar fakat çoğu amaç için özel bir koruma yöntemi gerekli değildir. Naval pirinç (CW712R) ve otomatlarda işlenebilen tiplerinin çinkosuzlaşma dirençleri iyidir; fakat deniz suyu, asidik şartlar ikmal suyu ortamlarında yavaşça tabaka tipi çinkosuzlaşmaya maruz kalırlar, bu durumda mevcut bu koşullar için CW602N önerilir.
Yüksek dayanım ile birlikte çinkosuzlaşma hassasiyeti, CW712R alaşımında vardır ve yüksek dayanımlı pirinçler olan CW721R ve CW705R ile kullanılır. Bunlar, önemli miktarda çinkosuzlaşma oluşmaması istenen civata malzemeleri ile valf dişlilerinde kullanılırlar. Bu malzemeler, katodik koruma olmadan deniz suyu ortamında kullanılamazlar. Ayrıca uzun süreli yüke maruz kalan taşıma ve yük durumlarında gerilmeli korozyon çatlaması oluşturabilirler.

7.3.4. Sıcak Dövme

Bütün çift fazlı (alfa+beta) pirinçleri aynı korozyon direncini gösterirler ve çoğu ortamda ekstra koruma gerektirmezler. Deniz suyu ve ikmal suları ortamında, korozif atıklar içeren ortamlarda kullanıldıklarında çinkosuzlaşmaya uğrarlar. Bu ortamlarda, çinkosuzlaşmaya dirençli pirinçler kullanılmalıdır.

CW617 N malzemesi açısından sıcak dövme işlemi için en çok kullanımı amaçlanan ürünler su ve gaz fittingleri ile diğer boru birleştirme elemanları ve valfleridir. Dekoratif amaçlı olarak bazen krom ve altın kaplama işlemleri uygulanabilir fakat bu işlemlerin korozyondan korunma için herhangi bir etkisi olduğu belirsizdir. Saat kasaları da ter ile temas sırasında paslanmadan korunma amacı ile kaplama yapılır. Sıcak dövme, makine parça ve enstrümanlarında korozyon direnci için gerekli olsa veya olmasa da kullanılan bir işlemdir.

Hızlı çinkosuzlaşma olan iletken ortamlarda CW617N gibi dubleks (alfa+beta) alaşımlar, korozyon dirençleri iyi olsa dahi, kullanım için uygun değildir. Fakat diğer alaşımlara göre biraz daha iyi özellikler gösterirler. Yüksek dayanımlı pirinç CW722R, basit sıcak dövme pirinci olan CW612N malzemeye göre; yüksek basınçlı CO_2 valflerinde daha kötü özellikler gösterir. CW722R malzemede gerilmeli korozyon çatlamalarının iç yüzeylerde oluşma hatalarından sonra yapılan laboratuar testlerinde CO_2 ilaveli yüksek basınçlı su ortamında gerilmeli korozyonunun sonucunda CW722R malzemede yine aynı çatlamalara rastlanmış; fakat CW612N malzemede bu hata görülmemiştir. Kırılma eğiliminin, hem kullanımda hem de laboratuar testlerinde taneler arası ve beta fazına doğru olduğu gözlemlenmiştir. Bu yüzden; CO_2 ortamlarda yüksek gerilmeli pirinçler gerilmeli korozyon çatlaması hataları gösterdiklerinden; CO_2 silindir valflerinin standart malzemesi CW612N olarak belirlenmiştir.

7.4. Çinkosuzlaşma Dayanımlı Pirinçler

Çinkosuzlaşmanın iki tipi vardır. Plug (Tapa) tip ve uniform (Tabaka) tip. Tapa tip çinkosuzlaşmada çoğunlukla yüzeysel etkilenme gözükmez. Valfler ve fittinglerin yan duvarlarında derinlemesine korozyon oluşur. Bu kısımlarda mekanik dayanım kaybı ile kırılma oluşumuna sebebiyet verir.

Uniform (tabaka) tip çinkosuzlaşmada çinko yüzeyden geniş bir tabakada uzaklaşır. Bu tip çinkosuzlaşma valf yada fittinglerin et kalınlığını inceltir.

Çinkosuzlaşma, bulunulan bölgenin durumuna da bağlıdır. Tablo 7.1.'de agresif ortamlar ve etkileri listelenmiştir.
Çinkosuzlaşma aşağıdaki durumlarda oluşur;
- Yüksek oranda karbondioksit ve oksijen içeren sular (uniform tip)
- Durgun veya yavaş akışlı sular (uniform tip)
- Oda sıcaklığında az asitli su, düşük miktarda tuzlu su (uniform tip)
- Yumuşak, düşük pH ve düşük mineralli su kombinasyonuna oksijen de dahil olursa çinko oksit formlar oluşur (uniform tip).
- Yüksek klorid iyonu içerikli sular (uniform tip)
- Nötr ya da alkali sular, yüksek tuz içerikli oda sıcaklığında ya da daha yüksek sıcaklıklarda (tabaka tip)

Aşağıda verilen belirtiler çinkosuzlaşma olduğunu gösterir;

- Parça gövdesinden su damlaması
- Parçanın dış yüzeyinde mineral lekeleri görülmesi
- Parçanın dış tarafında çözülmüş ve yapışmış durumda beyaz çinko oksit tortuları görülmesi.

Tablo. 7.1. Pirinçlerin Agresif Ortamlarda Uygulamaları

Kimyasal	NOTLAR
Asetik Asit	Gemici pirinci santrifüj pompalarında kullanılır. 20%-100% asit, 20°C ' de
Aseton	Valfler
Alkol	Damıtma ekipmanlarında fittingler için kullanılır.
Amil asetat	Damıtma ünitelerinde fittingler için alfa pirinçleri kullanılır.
Amil alkol	Damıtma ünitelerinde fittingler
Anilin	Kondenserler için kullanılır fakat gerilmeli korozyon riski var.
Baryum klorit	100°C ' ye kadar nötr solüsyonlar için fittingler
Benzen	Valf ve fittiglerde kullanılır.Sülfür içeriği bakırda korozyona sebep olabilir.
Borik asit	Eğer havasız ise doymuş solüsyonlar için memnuniyet verici
Bütil asetat	Kondenserler ve fittingler için kullanılır
Bütanol	Valfler ve fittingler
Kalsiyum klorit	Pirinç için, 40% solüsyon , hava ile 80°C ' de 15 g/m^2 korozyon hızı verir.
Karbondisülfid	Karbondisülfit ile ham kükürtün ekstraksiyonunda fittingler,flanşlar,valfler için kullanılır.
Çimento Harç vb.	Çimento ve beton ürünlerinde önemli korozyon yok.Betonlara yapılacak amonyak içerikli köpük uygulamaları gerilmeli korozyon tehlikesi doğurur.
Kloroform	Musluk ve valfler kuru kloroform ile temas edebilir.Islak kloroform hidrolik asit oluşturur ve korozyona sebeb olur.
Sitrik Asit	Santrifüjler ve fittingler için ağ sepeti uygulamalarında,yüksek bakırlı pirinçlerden(15% Zn.)
Reçine	Buhar ısıtmalı musluklar ve işlenmemiş zamk v.b. damıtma ünitelerinde elek olarak ve fittinglerde
Kumarin	Fittinglerde.Oda sıcaklığı ile 100 °C aralığında
Üzüm şekeri, dektroz	Dektroz ve kola şuruplarının solüsyonlarıyla 100 °C ' ye kadar temas edebilir. Tıkaçlarda,musluklarda ve valflerde kullanılır.
Freon (diklordiflormetan)	Valfler ve musluklar için kullanılır.
Damıtma solüsyonu	Fittingler ve valfler.Oda sıcaklığından 100 °C 'ye kadar.

Esans Yağları	Damıtma ekipmanlarında fittingler.Oksidasyon dayanımını arttırmak için.
Doğal Yağlar	Metalin önemsiz korozyonu.Kaliteyi azaltır ve depolama ömrünü azaltır.
Yağlı asitler	Alfa pirinçleri fittingler ve valfler için kullanılır,eğer hava çıkarılmış ise.
Formaldehit	Alfa pirinçleri – özellikle gemici pirinci – fittingler,valfler,pompalarda kullanılır.
Formik Asit	Yüksek bakırlı pirinçler (15% Zn),pompa ve fittingler için ,100°C 'e kadar az havada.
Jelatin	Alfa pirinci ısıtma kangalları için kullanılır – fotografik jelatin için değil.
Hidrojen peroksit	Önemsiz korozyon fakat peroksidin ayrışması bakır üzerinde kalıntı bırakır.
Hidrojen sülfit	Pirinçler – özellikle kalay içeren – hidrojen sülfide ve hidrojen sülfit içeren benzine bakırdan çok daha iyi dayanım gösterir.
Metanol	Fittingler ve valfler
Nitrogliserol	Temizleme için pirinç süpürgeler
Nitrotoluen	Pompalar
Meşe Kabuk Özü	Kova,fıçı,şişe, boru v.b. bakıra çok iyi.
Oksalik Asit	Alfa-beta pirinçleri yeterli değil fakat pirinçler 80% ya da daha fazla bakır içeriyorsa düşük korozyon hızı verir, eğer hava uzaklaştırılmış ise.
Fenol	Fittingler,valfler,ısıl değiştiriciler. Korozyon hızı 0.01g/m^2 günde (oda sıcaklığında). 0.01g/m^2 kaynama noktasında.
Fosforik Asit	Korozyon hızı, mm/yıl , 70/30 pirinç için: **Asit Konstrs. 15°C 50°C 75°C** 20%H_3PO_4 0.27 0.14 0.27 40%H_3PO_4 0.11 - 0.09 60%H_3PO_4 0.02 - 0.04 CuZn33Pb0,5 borular 10% H_3PO_4 60°C de kullanıldı - 22 ay sonunda korozyon görülmedi.
Sıva	Kuru olduğu zaman pirince etki etmedi fakat ıslakken korozif.
Potasyum Karbonat	Alfa pirinçleri kaynama noktasına kadar bütün konsantrasyonlarda memnun edicidir.Alfa -beta pirinçleri yüksek sıcaklıklarda etkilenir.
Potasyum Hidroksit	Gemici pirinçlerinin ısıl değiştiricilerde kullanılır. Yüksek sıcaklıklarda (100°C den büyük) korozyon hızı artar.
Piridin	Bazen kondenserlerde kullanılır fakat biraz gerilmeli korozyon çatlağı riski var.
Sodyum karbonat	Potasyum karbonat ile aynı

Kostik soda, sodyum hidroksit	Pompalar ve valfler,oda sıcaklığından 60°C 'ye kadar, %30 'a kadar bütün konsantrasyonlarda. Oda sıcaklığında havanın miktarına göre korozyon oranları: CuZn29Sn1 4% NaOH 3.3 g/m²/gün CuZn15 4% NaOH 1.1 g/m²/gün CuZn40Pb3 33% NaOH 0.0 g/m²/gün
Sodyumhipoklorit	Oda sıcaklığında solüsyonlar, 2% altında
Sodyumslikat	Sadece yüksek bakırlı (15% çinko) pirinçler memnuniyet verici
Sodyumsülfat	Borular ve valfler.
Sodyumsülfit	Sadece alfa pirinçleri memnuniyet verici.
Kurutma yağları & Cila	Musluk ve valfler için kullanılır.
Şeker Rafinerisi	CuZn30, evaporator borular için. Özellikle amonyak ile gerilmeli korozyon çatlağı sorun oluşturur.
Sülfirik asit	Güçlü solüsyon saldırısı fakat şeker içerikli solüsyonlar biraz sülfürdioksid yavaşça aşındırır. Şeker ve selüloz endüstrisinde valfler için kullanılır.
Neft yağı	Kondenserler, fittingler, borular ve pompalar.

7.4.1. Çinkosuzlaşma Oluşum Koşulları

Havası kirli atmosfer şartlarına uzun süre maruz bırakılan pirinçlerde çinkosuzlaşma beneklerinin oluşma ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır. Fakat asıl çinkosuzlaşma asidik veya çok tuzlu su ortamında gerçekleşir. Genelde içme suyunun pH değeri 7 'dir ve 7 civarında olmasına çalışılır. Bazı maden suları veya endüstriyel ihtiyaçlara talep vermek için pH değeri 7'nın altında olan sulara maruz kalan çinkosuzlaşmaya karşı iyileştirilmemiş pirinçlerde bu tür bir tesir kaçınılmazdır.

Deniz suyu ve tuzlu su şartları normal pirinçlerde çinkosuzlaşma korozyonu üretir. Tuzlu bataklık, asidik bataklık kömürü, suya doymuş kil ve odun kömürü dolgulu zemin gibi koşullara maruz bırakılan normal pirinçler için de risk vardır.

pH değeri 8-8,3 gibi olsa dahi sert ve yüksek klorürlü sularda normal pirinçten üretilmiş fitingler üzerinde beyaz lekeler halinde görülen çinkosuzlaşma korozyonu oluşur.

Çinkosuzlaşma oluşum oranını ve olasılığını artıran iki sebep vardır. Bunlar sıcaklıktaki artış ve birden fazla soy metalli bağlantıların yapılmasıdır. Bakır sıcak su tanklarının kollektörlerinde pirinç malzeme kullanılırsa hem su sıcaklığı hem farklı malzeme etkileri birleştiğinden çinkosuzlaşma oluşabilir. Normal sıcaklıkta genelde bir tehlike yoktur. Bu yüzden dolayı gelişmiş ülkelerde sıhhi su tesisatında kullanılan pirinçlerin çinkosuzlaşma dayanımlı olmaları standartlaşmıştır.

7.4.2. Çinkosuzlaşmaya Karşı Alınacak Önlemler

Çinkosuzlaşma problemi yaşamamak için çinkosuzlaşma riskinin bulunduğu durumlarda çinkosuzlaşmaya dayanıklı pirinç alaşımı kullanmak gerekir. Isı eşanjörleri ve diğer su tesisat boru ve fittinglerinde kullanılan alfa pirinç alaşımlarının içine çinkosuzlaşmayı önlemek için bir miktar arsenik ilave edilmelidir. Şerit ve tabakalarda kullanılan ve alüminyum pirinci olmayan alfa pirinçleri genelde çinkosuzlaşma riski olmayan amaçlar içerdiğinden arsenik ihtiva etmezler. Çok korozif ortamlarda alüminyum pirinci veya bazen %15 'ten daha az çinko ihtiva eden pirinç alaşımları kullanılır. Bu pirinçlerin çinkosuzlaşmaya karşı dayanımları vardır. Nikel gümüşü de (Alman gümüşü) çinkosuzlaşmaya karşı mukavemetli alaşımlardandır.

Çubuk ve profiller ile talaşlı imalat ve sıcak dövme işlemleri yapılacak ise genelde alfa-beta pirinçleri tercih edilir ve bu pirinçler istenmeyen koşullarda çinkosuzlaşma korozyonuna maruz kalırlar.

Alaşım içine arsenik ilave edilerek sıcak dövme ve ekstrüzyon sıcaklıklarında tatmin edici bir sıcak iş için alaşımın yapısı yeterince beta fazında olması ve ilave ısıl işlemler ile malzemenin çinkosuzlaşmaya dayanıklı alfa fazında olması sağlanmalıdır. Örneğin CW602N, EN normlarında çubuk ve dövme yönetmeliklerine uygun olarak standartlaşmış bir çinkosuzlaşma dayanımlı pirinç alaşımıdır. CW602N kurşunlu pirinç olup işlenebilirliği kurşunlu dubleks pirinç olan CW617N 'e yakındır ve genellikle sıhhi tesisat fittinglerinde kullanılır. CW602N'ye imalatçılar tarafından ısıl işlem ile ekstra çinkosuzlaşma dayanımı da kazandırılır. CW602N ile dövme yöntemiyle üretilmiş bir fitting ürünü 500-525 °C 'da en az 2 saat bekletilip yavaşça soğutulursa çinkosuzlaşmaya karşı direnci artırılmış olur. Eğer bu fitting ısıl işlem değerinin üzerinde bir ısı ile ısıtılırsa korozyon direncinde kayıplar oluşacaktır. Genelde lehim işlemleri yapılan fittinglerde böyle bir risk vardır. Eğer lehim yapmak gerekiyor ise çinkosuzlaşma direncinin sağlanması için tekrar ısıl işlem uygulanması gerekmektedir.

7.4.3. Çinkosuzlaşma Dayanımı Deneyi

CW602N için çinkosuzlaşma testi EN standardında belirtilmiştir. Bu testte malzeme, %1 'lik bakır klorit çözeltisinde, 75°C 'de 24 saat maruz bırakılır ve oluşan çinkosuzlaşmanın malzeme kesiti üzerinde oluşturduğu maksimum derinliği ölçülür. Bu konuda en hassas standart AS 2345 tir(Avustralya Standardı).Bu teste göre dövülmüş bir malzemede derinlik eğer maksimum 100 µm ise malzeme testi geçmiş olur. Ekstrüzyon yöntemi ile imal edilmiş malzemelerde boyuna kesitlerde 200 µm ye kadar müsaade edilir. Bu test yöntemi ayrıca Avrupa standardı olarak EN ISO 6509 olarak yayınlanmıştır.

Bu testi geçmiş ve CW602N ile üretilmiş fitting malzemelerinin yanına 'CR' damgası vurulur.

Bazı firmalar "çinkosuzlaşma dayanımlı" adı altında ürünlerini tescil ettirmişler ve piyasaya sürmüşlerdir. Kendi tescilli ürünlerinin çinkosuzlaşma dayanım sınırı bazı ürünlerde normlarda belirtilmiş sınırlardan daha fazla olabilmektedir. İngiltere gibi bazı Avrupa ülkeleri kendi ulusal yönetmeliklerinde EN normlarına vurgu yaparak CR işaretli fittingleri zorunlu hale getirmiştir.

7.4.4. DZR Pirinçlerin Tarihsel Gelişimi

Genellikle iki çeşit pirinç tüketilmektedir. Yüksek bakırlı pirinçler % 63 ve daha fazla bakır ihtiva ederler ve alfa fazlı pirinçlerdirler. İyi soğuk işe uygunlukları ve boru imalatı için çekme uygunluklarından dolayı bu işler için tercih edilirler. Dövmede kullanılacak iyi sıcak iş özeliklerine sahip fitting malzemesi için en optimum alaşım düşük bakırlı ve dubleks kristal yapıya haiz olanıdır.

Çinkosuzlaşma probleminin ciddi bir sorun olduğu ilk kez gemi soğutma suyu sistemlerinde fark edilmiştir. Pirinç alaşımının içine eklenen ilave elementler etkisiyle geliştirilen ürünler ile bu tür korozyona karşı bağışıklık kazandırıldı. Dubleks pirinçlere aynı katkıların ilavesi aynı başarıyı getirmedi, iyileşme sadece alfa fazında oluşuyordu. 1950 'lerin sonlarında dubleks pirinçlerden yapılmış fitting malzemelerindeki çinkosuzlaşma korozyonları fark edilip diğer tip korozyonlardan ayrı bir isimle anılmaya başlandı. Hatta bazı ülkeler sıcak su tesisatlarında dubleks pirinçlerden imal edilmiş fitting malzeme kullanılmasına sınırlama getirdi. Dubleks pirinçleri çinkosuzlaşmaya karşı dayanımlı hale getirmek için bir çok kuruluş çalışmalar yapmaya başladı. 1980'lere gelindiğinde bu sorunu aşmak için sıcak dövme ve ekstrüzyonda kullanılacak olan CW602N normlu pirincin kimyasal kompozisyonu, mekanik özellikleri, ısıl işlemi ve çinkosuzlaşma test yöntemlerinin tanımlanması tamamlanmıştı.

Standart test sonuçlarına göre CW602N alaşımının, içme suyunda kullanılan fittinglerde tamamen güvenli şekilde kullanılabilir olduğu kanıtlanmış oldu.

CW602N içme suyu şebekelerinde kullanılan fittingler için geliştirilmişse de aynı zamanda tuzlu su ve deniz suyu ortamlarında da çinkosuzlaşma dayanımı olduğunu gösterdi. Deniz ortamında su altı filtrelerinde kullanılan CW602N alaşımlı bir parçada çinkosuzlaşma görülmezken aynı şartlarda ve aynı sürede donanma pirincinden yapılmış %10 'dan daha az beta fazı olan malzemede 150 µm derinliğinde çinkosuzlaşma olduğu tespit edilmişti.

7.4.5. Merkezi Isıtma Sistemleri

Kapalı devre sistemlerindeki sular ısıtma esnasında atmosfer koşullarından yalıtılmıştır. Bu durum çinkosuzlaşmayı azaltmakla beraber sistemin herhangi bir noktasında hava girişi imkânı var ise çinkosuzlaşma problemi ile karşılaşılabilir. Sonuç olarak radyatör muslukları, boruları, fittingleri ve diğer merkezi ısıtma sistemi elemanlarının çinkosuzlaşma dayanımlı pirinçten yapılma zorunluluğu yoktur.

7.5. Erozyon Korozyonu

Çinkosuzlaşma problemi arsenik ilave edilmiş alaşımlı pirinçlerle giderildikten sonra buhar türbinlerinde kullanılan pirinç borularda yüksek su hızlarından dolayı oluşan hasarlar büyük problem yaratmaktaydı. Pirinçler, diğer bütün metal ve alaşımlar gibi korozyon dayanımlarını, kullanımlarının ilk günlerinde yüzeylerinde oluşan koruyucu film tabakasının metal ile korozif ortam arasında ince bir tampon bölge oluşturmasından dolayı kazanırlar. Yalnız altın, platin gibi soy metallerde böyle bir tabaka ve korozyon oluşmaz. Su akış hızının çok olduğu durumda bazen metal yüzeyinde oluşan koruyucu film tabakada yırtılmalar meydana gelebilir. Daha sonra, bu metal yüzeyde derinleşen yeni bir film tabaka oluşur. Bu durumun böyle tekrar etmesi ısı eşanjörü giriş kollektörlerinde erozyon korozyonuna sebep olur.

7.5.1. Erozyon Korozyonunun Tanınması

Erozyon korozyonuna maruz kalmış metallerde yüzey su tarafından süpürülmüş temiz görünümlüdür, metal üzerinde herhangi bir tabakalaşma oluşmaz. Genelde tesisatın belirli bir noktasında oluşurlar. Akıntı yönünde ilerleyen suyun aniden önüne bir engel çıkmasıyla oluşan türbülansın sebep olduğu ters akıntılar su akış yönünde açık uçlu at nalı şeklinde oyuklar oluşturur. Korozyona maruz kalma süresi arttıkça at nalı şeklindeki oyuklar gözle görülebilir hale gelir.

Bu tanımlamadan bağımsız olarak tesisatın belirli bir noktasında türbülans varlığı doğrulanıyorsa erozyon korozyonunun da gerçekleşmekte olduğu kabul edilebilir.

7.5.2. Erozyon Korozyonuna Karşı Alınacak Önlemler

7.5.2.1. Alaşım seçimi

Deniz suyu ile soğutma yapan ısı eşanjörlerinde alüminyum pirinci kullanmak giriş kollektörlerindeki korozyon problemini gidermiştir. Bu alaşım 1928' den beri kondenser borularında kullanılmaktadır. Benzer iyileştirme sağlayan alaşımlar 90/10 ve 70/30 bakır-nikel alaşımları ve son zamanlarda titanyumlu bakır alaşımlarıdır.

Tablo 7.2' de deniz suyu ile soğutma yapan ısı eşanjörlerinin donanma pirinçleri, alüminyum pirinçleri, 90/10 ve 70/30 bakır nikel alaşımlarından üretilmeleri durumunda göreceli erozyon korozyonu yapan azami su akış hız seviyeleri verilmiştir.

Tablo 7.2. Deniz suyunda kullanılan bakır alaşımlı kondenser borularının erozyon korozyonuna dayanımı

Alaşım		Max. Su hızı (m/s)
Donanma pirinci	CW706R	3
Alüminyum pirinci	CW702R	4
90/10 Bakır-Nikel	CW352H	3.5
70/30 Bakır-Nikel	CW354H	4.5

90/10 bakır nikel alaşımının alüminyum pirincinden daha üstün nitelikli bir alaşım olduğu düşüncesi ağır bassa da birbirlerine benzer fiziksel özellikleri vardır. 90/10 bakır-nikel alaşımı tuzlu suda erozyon korozyonu bakımından alüminyum pirincinden bir miktar daha dayanımlıdır. Sülfit gibi bileşikleri ihtiva eden agresif sularda suyun yapısına göre bu iki alaşımdan bazen birinin bazen de diğerinin daha dayanımlı olduğu gözlenmiştir. Kirli sulu ortamda 70/30 Bakır-Nikel alaşımı tartışmasız en dayanımlı olandır. Geri kalan üç alaşım içinde ise en uygun olanı alüminyum pirincidir fakat yine de çok kirli suda kullanılabilir olduğu söylenemez. Tablo 7.2' de donanma pirincinin alüminyum pirincinden daha kolay erozyon korozyonuna maruz kalacağı görülmektedir. Donanma pirinci temiz su ısı eşanjörleri için uygundur. Temiz su ısı eşanjörlerinde alüminyum pirincinden daha çok kullanılmaktadır çünkü alüminyum pirincinin temiz su ortamında oyuklaşmaya yatkınlığı vardır.

7.5.2.2. Tasarım Özellikleri

Erozyon korozyonu olasılığının yüksek olduğu ortamlarda kullanılacak pirinç malzemelerin seçiminde alaşım cinsi kadar su akışında aşırı türbülanslara neden olmayacak dizaynda olmalarına da önem gösterilmelidir. Keskin köşeli parçalar yerine yumuşak geçişliler kullanılmalıdır. Örneğin: kapalı dirsek yerine geniş bükümler, T parçalar yerine Y şekilli keskin olmayan dönüş açılı parçalar kullanılmalıdır.

Özellikle vanalar açıkken türbülans oluşturmasalar bile kullanımlarında meydana gelen basınç düşümlerinin ortaya çıkardığı hava kabarcıkları suda çözünerek belirli akış hızlarında erozyon korozyonuna sebebiyet verecek nitelikte olabilir. Bundan dolayı akış kontrol vanaları kullanılarak oluşan havayı tahliye ederek akış yönünde oluşacak türbülansların önüne geçilebilir. Bu vanalar ısı eşanjörlerinin çıkış kollektörlerine konulmalıdır; eğer mümkünse vanadan sonra bir miktar düz boru ile tesisata devam edilmelidir.

7.5.2.3. Diğer koruyucu önlemler

Alüminyum pirinçleri soğutma kondenserlerinde uzun süredir kullanılan ve ilk akla gelen alaşımlardır. İçinde demir ihtiva eden su koşullarına dayanıklı tek malzeme olarak kabul görülmüşlerdir. Suyun içinde bulunan demir, boru iç yüzeyinde koruyucu bir film tabaka oluşturmaktadır. Su depoları, ana borular ve dökme demir ekipmanlardan kaynaklanan demir korozyonu, alüminyum pirinçlerinde koruyucu film oluşturacak demir içeriğini sağlamaktaydı. Bu parçalardaki demir korozyonunu önlemek için toz boya veya kaplamalı olarak üretilmeye başlandı. Diğer yandan, suda alüminyum pirinç yüzey film oluşturmaya yetecek kadar demir içerik olmadığı anlaşıldığında sisteme optimum performansı sağlayacak miktarda ***demir sülfat*** solüsyonu eklenmeye başlandı.

7.6. Stres Korozyonu Kırılması (SKK)

Stres korozyonu kırılması sadece yeterli yüksek gerilme stresi olan bir malzemenin fazla korozif bir ortamda bulunduğunda gerçekleşir. Pirinçler için korozif ortamlar amonyak veya ona yakın bileşikli amin ihtiva eden sıvılar ve hacmen %0.05 ile %0.5 arası kükürtdioksit içeren atmosfer koşullarıdır. Pirinçlerdeki stres korozyonuna dayanıklılık testi, amonyak kullanılan ISO 6957 ve civa-nitrat kullanılan EN ISO 196 standartlarına uygun olarak yapılabilir. Civa ayrıca stres korozyonuna yol açabilir. Gemicilikte kullanılan bazı dişli yağları veya kırık termometrelerden sızıntılar pirinçlere zarar verebilir.

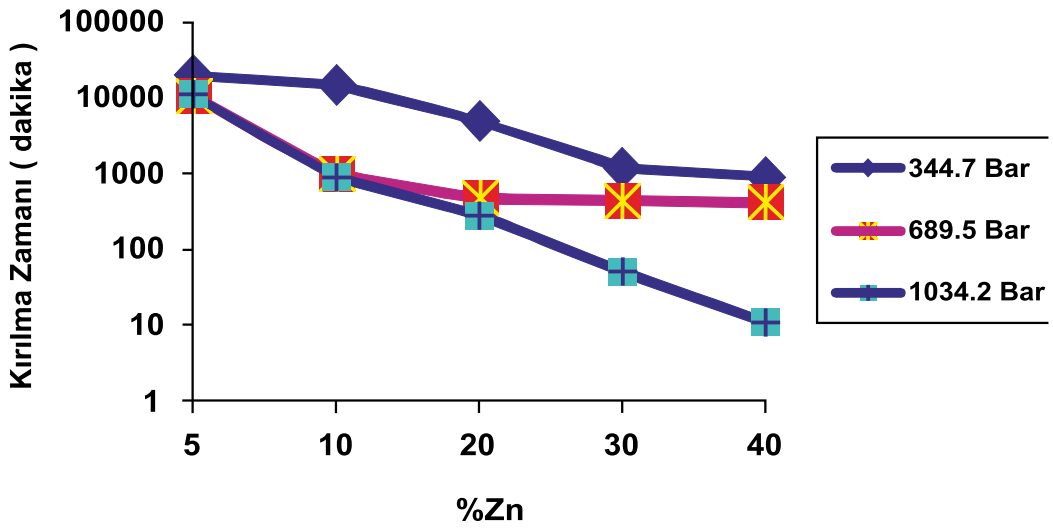
7.6.1. SKK'nın Tanımlanması

Stres korozyonu kırılması genelde küçük bir bölümde meydana gelir. Eğer pirinç amonyağa maruz kalmış ise o bölgede siyahlaşma gözlenir. Kırık yüzeyi satinalı veya parlak olabilir. Bu kırılmanın ne kadar hızlı olduğu ile ilgilidir. Kırıklar hemen hemen maruz kalınan gerilme kuvvetine dikey olarak yayılarak ilerler. Örneğin soğuk çekme yapılmış bir bakır boru gerilim giderme işlemine tabii tutulmadan amonyaklı bir ortamda bulundurulursa uzunlamasına kırıklar oluşması kaçınılmazdır. Aynı şekilde bakır borular soğuk bükme ile biçimlendirilip gerilim giderme yapılmaz ise bükme ekseni boyunca kırıklar oluşabilir. Stres korozyonu kırılması uygulanan kuvvetin eksenini çapraz kesen kırılmalardır.

Kırılma bölgesinin metalografik yapısı mikroskopta incelendiğinde kırıkların iri taneli basit alfa fazlı bölgelerde granüller arasında olduğu görülür. Alüminyum pirinçlerinde ise kırılma granüllerin içindedir ve çok yayılmıştır. Donanma pirinçlerinde her iki yapıda kırılma gözlenmiştir. Stres korozyon kırıkları alfa-beta pirinçlerinde beta fazındaki granüllerin içinde oluşur, bazen alfa-beta ara yüzünde de gerçekleşebilir. Kırıklar kesintili olarak alfa fazının çevresinde yukarı aşağı dağılmış olarak görülür.

7.6.2. Çinkonun Stres Seviyesine Etkisi

Çinkonun stres korozyonu kırılmasındaki etkisini araştırmak için 35 °C 'de %10 amonyak buharı ve %3.7 su buharı bulunan çevre koşullarında çeşitli numune parçalar eksenel kuvvetlere maruz bırakılarak normal çalışma koşullarında oluşabilecek hasarların oluşmaları hızlandırılmıştır. Elde edilen sonuçlar şekil 7.1. de verilmiştir. Bu sonuçlar kullanım ömürlerini kesin tayin etmemekle birlikte kıyaslama yapmak için yol gösterici niteliktedir. Yüksek bakır oranının kırılma dayanımını iyileştirici etkisi vardır.



Şekil 7.1. Çinko Miktarının Pirinçteki Stres Korozyonu Hassasiyetine Etkisi

7.6.3. Amonyak Atmosferinde Yapılan Testler

Amonyak buharlı atmosfer koşullarında test edilen pirinç malzemelerin alaşımlarına üçüncü bir element ilavesi stres korozyonu dayanımını etkilemiştir. Test sonuçlarında nikelin belirgin bir iyileştirici etkisi olduğu görülmüştür. %10 nikel , %25 çinkolu nikel gümüşünün stres korozyonuna 85/15 bakır-çinko alaşımından daha dayanıklı olduğu saptanmıştır.%17 çinko olan bir pirince silis katılması da benzer bir iyileştirme etkisi sağlamaktadır. Bunların değerlendirilmesi ile pirinç endüstrisindeki ürün iyileştirmeye yönelik birçok pratik sonuç elde edilmiştir. Alüminyum pirinçlerinin donanma pirinçlerinden daha iyi bir stres korozyonu dayanımı olduğu da bu testler sonucu ortaya çıkmıştır.

Yukarıdaki test sonuçları ve pratik uygulamalarda amonyak buharlı atmosfer koşullarında oluşabilecek stres korozyonu dayanımları incelenmiş olup pirincin endüstriyel kullanımında en fazla etkileyici olma ihtimali olan korozif madde kükürtdioksittir. Alfa-beta pirinçleri de kloritli ortamlara karşı hassastır.

7.6.4. Stres Korozyonundan Kaçınma

İmalat işlemi ve hizmet koşullarında stres korozyonu oluşturabilecek korozif ortamlar mevcut ise yapılacak şey daha dayanımlı olan yüksek bakırlı pirinçler, nikel gümüşleri ve alüminyum pirinçleri gibi alaşımları tercih etmektir. Fakat unutulmamalıdır ki stres korozyonunun oluşabilmesi için malzemede yüksek bir gerilmenin olması ve istenmeyen korozif çevre koşullarında bulunması gerekmektedir. Eğer çevre koşullarını değiştiremiyorsak imalat esnasında malzemede en az gerilme kuvveti oluşacak yöntemler seçilmeli bu da yapılamıyorsa malzemede oluşan stres, korozif ortama maruz kalmadan önce gerilim giderme ısıl işlemine tabii tutularak giderilmelidir.

Soğuk işlemle yüklenen stresi almak için uygulanacak ısıl işlem genelde en az iki veya üç saat civarında 250-300°C'de olmalıdır. Ayrıca özensiz bir tesisat işçiliği de stres korozyonu kırılmasına yol açabilecek gerilim oluşturabileceğinden tesisat yapılırken dikkatli ve özenli olunmalıdır. Kaçık hizalama, birleşme başlarının tam örtüşmeyecek boşluklu olması ve somunların aşırı sıkılması gibi durumlar sakınılması gereken kötü uygulamalardır. Dişli pirinç vanalarda olumsuz bir durum oluştuğu pek rastlanmamıştır. Dişli bağlantılarında sızdırmazlığı sağlamak için teflon bant kullanıldığında dişi parça üzerinde kolaylıkla çevresel aşırı bir gerilme yüklenebilir. Pratikte çok az amonyaklı ortamlarda bile vana çıkış dişlerinde boylamasına kırıklar olduğu görülmektedir.

Günümüzde geniş çaplı uygulamalarda kullanılan pirinç malzemelerde oluşabilecek stres korozyon kırılmasını önleyebilmek için çevreyi tamamen kontrol etmek uygulanabilir gözükmese de en önemli kırılma etkeni olan amonyak kirliliğinin, kırılmaya sebebiyet veremeyecek derecelerde sınırlandırılması mümkündür. Amonyak kirlenmesi çeşitli yalıtım köpükleri ve plastik tamir kimyasallarında bulunan aminlerden kaynaklanabilmektedir. Soğutma gazlı su soğutma sistemlerindeki vanalarda da amonyaktan etkilenme riski vardır. Daha az etkisi olan amonyak kirleticileri bazı karo, fayans yapıştırıcıları ile amonyak içeren ev temizlik ürünlerinde görülür. Eğer pirinç malzemenin bulunduğu kapalı ortamda bu tür amonyak kirleticileri kullanılması kaçınılmaz ise ortam iyi havalandırılmalı ve artık kimyasallar veya tortuları su ile temizlenmelidir.

7.7. Taneler Arası Korozyon

Taneler arası korozyon alaşımın mikro yapısındaki taneciklerin sınırlarında oluşan ve çok az miktarda olsa dahi malzeme dayanımını ciddi şekilde düşüren bir korozyon türüdür. Özellikle alüminyum pirinçlerindeki fosfor empüritesi %0.015 üstüne çıktığında ve sülfat ihtiva eden suyun bulunduğu çevre koşullarında taneler arası korozyon oluşur. Bu değerin altındaki alüminyum pirinçlerinde ise korozyona pek rastlanmaz. Diğer norm pirinçlerin bir çoğunda bulunan fosfor empüritesi %0.015 'in çok altındadır.

7.8. Oyuk Korozyonu

Bakır su borularında sık rastlanılan oyuk korozyonu pirinç borularda ciddi hasar verici nitelikte değildir. Çinkosuzlaşma iyileştirilmesi yapılmış alfa pirinçlerinde belirli koşularda oyuk korozyonu oluşabilmektedir. Bakırda olduğu gibi oyuklar sınırlı bölgelerde meydana gelirler, sıklıkla yaklaşık yarı küre şeklinde ve üstü küçük yapışkan yeşil korozyon yığınıyla kaplanır. Eğer bu korozyon yığıntısı dikkatlice temizlenirse çukurun iç yüzeyinin kırmızı bakır-oksit kristali kaplı olduğu görülür. Genelde yavaş akış hızı olan sülfat içerikli kirliliği olan deniz suyu ortamında kullanılan alüminyum pirinçlerinde oyuk korozyonu görülür. Bazen temiz su koşularında da alüminyum pirinçlerinde oyuklaşma rapor edilmiştir. Bu yüzden dolayı temiz su uygulamalarında donanma pirinci kullanmak tavsiye edilebilir.

7.9. Galvanik Korozyon

Elektriksel iletkenlik özelliği bulunan suda birden fazla metal kullanılıyorsa bu metallerden birinden diğerine doğru bir galvanik tepkime gerçekleşir. Metallerden bir tanesi göreceli olarak kaplanıp korunurken diğeri korozyona uğrar. *Şekil 7.2*. 'de endüstride yaygın olarak kullanılan metal ve alaşımları, deniz suyu ortamında galvanik korozyona dayanım açısından soyluluk sırasıyla ve pirinçlerle kıyaslanmış olarak görülmektedir.

Şekil 7.2. 'de verilen liste sadece deniz suyu ortamındaki göreceli galvanik etkileşimi göstermekle beraber en yaygın ve muhtemel galvanik korozyon riskli durumu ifade eder. Bu liste sıralaması sudaki kimyasal yapı değiştiğinde pek tabi ki değişebilecektir.

Pirinçler kendi aralarında çok küçük elektro-kimyasal farklılıklar göstermektedir. Bakır oranı daha yüksek olan pirincin diğerlerinden daha soy olduğu söylenebilir. Özel olarak alfa pirinçlerinin beta pirinçlerinden daha soy oldukları da söylenebilir. Beta ve alfa-beta pirinçleri arasında hemen hemen bir fark yoktur.

7.9.1. Göreceli Alan Etkisi

Pirincin galvanik soyluluk bakımından daha soy bir metal ile deniz suyu veya diğer bir elektrolitik sıvı içeren tesisatta birleştirildiği durumlarda oluşan galvanik korozyonun boyutu sadece aralarındaki galvanik soyluluk derecesine değil , aynı zamanda elektrolitik ortamda bulunan göreceli yüzey alanlarına da bağlıdır. Farklı metaller birbirlerine ne kadar yakın olurlarsa elektrolitik ortamda korozyon oluşumuna neden olabilecek galvanik akımlar meydana gelir. Daha soylu yani katodik metalin sıvıya maruz kaldığı yüzey alanı pirincinkinden çok daha büyük ise pirinçte ciddi bir korozyon oluşacaktır. Tersi durumda pirincin alanı çok daha büyük olursa oluşacak korozyon ihmal edilebilir seviyelerde kalacaktır. Örnek olarak pirinç bir vananın içinde paslanmaz çelik bir parça kabul edilebilirken paslanmaz çelik bir tesisatta pirinç fitting kullanmak uygun olmayacaktır.
Temiz su tesisatlarında bakır, pirinç ve paslanmaz malzemelerin birlikte kullanımı yaygındır ve katodik alanlar genelde pirincinkinden fazladır ancak temiz suyun elektriksel direnci önemli bir korozyon oluşumuna sınırlama getirir. Sadece iki farklı metalin birleşme yüzeylerinde hafif bir korozyona rastlanabilir. Sonuç olarak elektriksel iletkenliğin bulunduğu ortamlarda farklı metallerin alanları birbirine ne kadar yakınsa o kadar az bir galvanik korozyon oluşacağı fakat katodik metalin yüzey alanı diğerinkinden çok daha fazla olursa ciddi galvanik korozyon oluşumunun meydana geleceğini söyleyebiliriz.

Metallerin galvanik korozyona hassasiyetleri			
Korozyona en müsait (en düşük soylu)		Magnezyum ve alaşımları	Bu şekilde de görüldüğü gibi pirinçler bir çok mühendislik uygulamasında kullanılan diğer metallerden daha iyi korozyon dayanımlarına sahiptir. Burada görülmekte olan liste deniz suyu ortamındaki metallerin galvanik davranışları göz önünde tutularak hazırlanmıştır. Eğer galvanik korozyon oluşturan bir ortamda bu şekildeki iki metal birleştirilmiş ise listenin üstünde bulunan metal korozyona uğrayacaktır. Gerçek performans işletme koşullarında oluşan yüzey film tabakalarına bağlıdır. Sudaki çözünmüş oksijen bir çok metalde pasif bir film tabakası oluşturur. Bağlantı elemanı çatlakları veya mevcut ise bakteri plakaları suda bulunan çözünmüş oksijeni tüketerek metal yüzeylerinde koruyucu pasif film oluşmasına imkan vermeyebilir bu durum bazen paslanmaz malzemelerde yaşanan anormal davranışı açıklamaktadır. Oksijeni tüketebilen bazı asit ve diğer etkenlerde göz önünde bulundurulmalıdır.
		Çinko ve alaşımları	
		Alüminyum ve alaşımları	
		Kadmiyum	
		Hafif alaşımlı çelik	
		Dökme demir	
		410 Paslanmaz çelik, %13 Cr (aktif)	
		Kurşun-Kalay lehimi 50/50	
		304 Paslanmaz çelik 18/18 (aktif)	
		316 Paslanmaz çelik 18/18/3 Mo (aktif)	
		Kurşun	
		Kalay	
		PİRİNÇLER	
Korozyon dayanımı en yüksek (en yüksek soylu)		Ganmetaller (Kızıl bronz Cu-Sn-Zn)	
		Alüminyum bronzları	
		Bakır	
		Bakır-Nikel alaşımları	
		Monel (Ticari alaşım Cu-Ni-Fe)	
		Titanyum ve alaşımları	
		304 Paslanmaz çelik 18/18 (pasif)	
		316 Paslanmaz çelik 18/18/3 Mo (pasif)	
		Gümüş	
		Altın	
		Platin	

Şekil 7.2. Deniz Suyu Ortamında Belirli Metal Ve Alaşımların Galvanik Dizisi

7.9.2. Yalıtım ve Kaplama Yöntemleri ile Korunma

Galvanik bakımdan açık soy farkı bulunan iki metali korozyondan korumak için aralarında elektriksel yalıtım yapmak mümkündür ancak düşünüldüğünden daha zor uygulanabilirdir. Bu işin zorluğu mekanik olarak birleştirilecek iki metal parçanın aralarında elektriksel iletkenliğinin olmayacak biçimde yapılması gerekliliğindendir. Galvanikliği çinkosuzlaşmayla hızlandırılmış bir alfa-beta pirincinden yapılmış vana, bakır bir kazana bağlanırken flanşların arasına conta konulsa bile cıvatalar üzerinden elektriksel iletim devam edecektir. Vana flanşının deliklerine elektriksel izolasyon sağlayacak yataklama ve civata başına yalıtkan rondela konulması gerekecektir. Bu yalıtım işlemi vana ve tank arasındaki hem borulama tesisatı hem de sabitlemek amacıyla kullanılan çelik konstrüksiyonu destekleyecek şekilde olmalıdır.

Elektrolit ortamlarda iki metal arasında elektriksel bir yalıtım gerçekleştirmenin diğer bir yöntemi de kaplama ve boyamadır. Pirinç boru ve eşanjör plakalarının ve demir-çelik tankın bulunduğu soğutma sisteminde genelde korozyon karşısında zayıf olan anodik taraf çelik tank kaplanır veya boyanır. Prensip olarak katodik malzemeyi boyamak ve kaplamak daha etkili olacaktır. Bu göreceli alan etkisinin bir sonucudur. Mesela anodik kısmın %90 kaplanıp boyandığında geri kalan %10 kısmın galvanik korozyona uğrayacağını söyleyebiliriz. Ancak katodik tarafın %90 kısmı boyanmış veya kaplanmış ise galvanik korozyon %90 oranında azaltılacaktır.

Tablo 7.3.'de seçilmiş pirinçlerin iletkenlik dahil çeşitli fiziksel özellikleri verilmiştir.

PİRİNÇLER

Özellik	Birim	90/10	80/20	Alüminyum Pirinci	MS70	MS60	Kurşunlu MS 60	Yüksek Dayanıklı Pirinç
Yoğunluk (Oda sıcaklığında)	g/cm^3	8,8	8,6	8,3	8,5	8,4	8,5	8,1-8,4
Lineer uzama katsayısı (20°C-200°C)	$X10^{-6}$ - °C	18	19	20	20	21	21	19-22
Oda sıcaklığındaki spesifik ısı	J/g °C	0,38	0,38	0,30	0,38	0,30	0,38	0,38
Termal iletkenlik 20°C 'de 200°C 'de	W/m°C	190 225	140 168	101 127	120 147	125 142	120 -	-
Elektriksel iletkenlik (hacmen) 20°C 'de (gerilim giderilmiş) 200°C 'de (gerilim giderilmiş) 20°C 'de (soğuk iş)	IACS%	44 33 40	32 25 27	23 18 -	28 22 22	28 21 -	28 - -	6-19 - -
Elektriksel direnç (hacmen) 20°C 'de (gerilim giderilmiş) 200°C 'de (gerilim giderilmiş) 20°C 'de (soğuk iş)	µΩm	0,039 0,053 0,043	0,054 0,070 0,064	0,075 0,096 -	0,062 0,079 0,078	0,062 0,082 -	0,062 - -	0,055-0,096 - -
Elastiklik Modülü (Gerilim) 20°C 'de (gerilim giderilmiş) 20°C 'de (soğuk iş)	$X10^3$ N/mm^2	127 120-127	121 106-121	110 -	117 99-117	104 95-104	98 -	93-100 -
Rijitlik Modülü (Bükülme) 20°C 'de (gerilim giderilmiş) 20°C 'de (soğuk iş)	$X10^3$ N/mm^2	46,5 44,0-46,5	44,0 41,5-44,0	40,0 -	41,5 37,0-41,5	39,0 35,0-39,0	30,0 -	- -

Tablo 7.3. – Pirinçlerin Fiziksel Özelikleri

BÖLÜM 8
ÇEVRECİ PİRİNÇLER - EKOSARI

8.1. Giriş

Doğal kaynakların aşırı kullanımı ve ekolojik sistemin eritme/öğütme kapasitesini aşan miktardaki atığın doğaya bırakılması çevreyi tahrip etmektedir. Çıktıların yol açtığı toprak, su ve hava kirliliği doğal olarak atık yönetimi, toprak ve su yönetimini önemli hale getirmiştir.Malzemelerde bir şekilde bulunan ve oranları düşürülen istenmeyen elementler; arsenik (As), berilyum (Be), klor (Cl),kadmiyum (Cd), kurşun (Pb) ve civa (Hg) elementleridir. Musluklarda, pompalarda , vanalarda ve armatürlerde pirinç alaşımı (Cu %60 - Zn %40) yoğun olarak kullanılır. Klasik pirinç malzemede % 3 'e kadar kurşun bulunur. Bu kurşun duran ve akan su tarafından çözünür (liç edilir). İnsan sağlığına çok zararlı olan kurşunun suda müsaade edilen limit değeri 10 pbb (10 mikrogram / litre) dir. (AB (TS 265) 2005 standardı). Bünyesinde % 2 – 3 Pb içeren pirinç gereçten suya geçen kurşun bu limit değerin çok üstünde olup, kullanımı önemli sağlık problemleri doğurur.

Suya kurşun geçişini azaltmak/yok etmek için iki seçenek vardır.
a) Pirince kurşun yerine başka bir element katmak. (Kurşunu alaşımda sıfırlamak)
b) Yüzey işlemi ile kurşunu su temas bölgesinden uzaklaştırmaktır.

a) Ekosarı, Ecobrass, Ecocast, Federalloy Alaşımları, Sebiloy I-II-III çevreci pirinç ailesindendir.
b) Yüzey işlemi ile kurşunu su temas bölgesinden uzaklaştırmak çeşitli kimyasal adımlar gerektirir. Burada esas olan, yüzeye yakın bölgedeki kurşun partiküllerinin ve bileşiklerinin (oksit-hidroksit) alınmasıdır. Pb anfoterik metaldir, asit ve bazlarla çözeltiye alınabilir.
i- NPb (non pb): Alkali veya asit banyoda yüzeyden kurşunu alma – etching (5-6 mikron kalınlığında kurşunsuz yüzey)
ii- PLCS (Parker Lead Clear System): Bir çeşit fosfatlama işlemidir. Yüzeyde fosfat zırhı oluşur.
iii- SLA(Surface Treatment for Lead Reduction by Acid): Nitrik asit kullanılarak elektroliz yoluyla yüzeyden kurşun bileşikleri alınır.

Kurşun başta olmak üzere pirinçte bulunabilen zararlı elementler uygun üretim süreçleri ve malzeme seçimi ile kontrol altında tutulmalıdır. Günümüzde kurşunsuz pirinç alaşımları üretimi insan ve çevre sağlığı açısından önem kazanmıştır. Ticarileşen Ecobrass, Ecocast ve Federalloy'larda kurşun sıfırlanmış ve birçok endişe yok edilmiştir. **Sarbak Metal Tic. San. A.Ş. bu üç kurşunsuz alaşımı Ekosarı ticari adı altında markalaştırmıştır.**

8.2. Ecobrass-Ecocast

a)Ecocast: Kurşunsuz pirincin döküm versiyonudur, su saatleri ve su armatürleri üretiminde kullanılır.

b)Ecobrass: Otomat ve dövme gereksinimleri için üretilir.

8.2.1. Genel Özellikler

Çok iyi talaşlı işlenebilme, dövülebilme, soğuk işte yüksek dayanım ve geri dönüşebilir özelliklere sahiptir. Kurşunun pirinçten çıkarılmasına rağmen yukarıda verilen özellikler kurşunlu muadilleri gibidir ve bazılarında daha iyidir.
Genel alaşım bileşimi (%): Cu; 76, Zn; 21, Si; 3, Pb; 0'dır.
Ecobrass-Ecocast, bakır, çinko ve silisyum kombinasyonundan oluşur. Ecobrass-Ecocast, toksik maddeler içermez. Bu yönüyle Amerika, Japonya gibi ülkelerde kabul edilmiş ve ayrıca Avrupa ülkelerinde de 31 Aralık 2012'de kabul edilecek çevre ve sağlık direktiflerine uyum sağlamaktadır.

8.2.2. Fiziksel Özellikler

Ecobrass-Ecocast, bakırdan yapılmış malzemelerin benzer özelliklerini gösterir. Alaşım elemanı olarak katılan silisyum elektrik ve termal iletkenliği bozmaz, bazı hallerde avantaj sağlar.

Tablo 8.1. Ecobrass'ın Fiziksel Özellikleri

ÖZELLİKLER	DEĞER
Yoğunluk (gr/cm^3)	8,25
Elastik Modül (Gpa)	yaklaşık 85
Elektrik İletkenliği [MS/m] (% IACS)	4.5 (7.8)
Termal İletkenlik (W/m°K)	yaklaşık 35

8.2.3. Ecobrass Mekanik Özellikler

Ecobrass'ın standart pirinçlere göre mekanik karakteristiği daha iyidir. Ölçüye bağlı olarak çekme mukavemeti 700 MPa'ya kadar çıkar. (Tablo 8.2.)

Tablo 8.2. Ecobrass - Mekanik Özellikleri

ÖZELLİKLER	DEĞER
Çekme Mukavemeti Rm [Mpa]	700
%0,2 Akma Mukavemeti Rp0,2 [Mpa]	450
Uzama A5 [%]	25
Brinell Sertliği HB	190
Çentik Darbe Mukavemeti [J/cm2]	50

8.2.4. Ecocast Mekanik Özellikler

Ecocast mekanik değerleri Tablo 8.5'de verilmiştir.

Tablo 8.3. Ecocast - Mekanik Özellikler

REFERANS DEĞERLER	DÖKÜM PARÇA	ÇEKME ÇUBUĞU
Çekme Mukavemeti Rm [MPa]	500	520
% 0,2 Akma Mukavemeti [MPa]	160	200
Uzama A5 [%]	40	35
Brinell Sertliği [HB2.5]	-	120

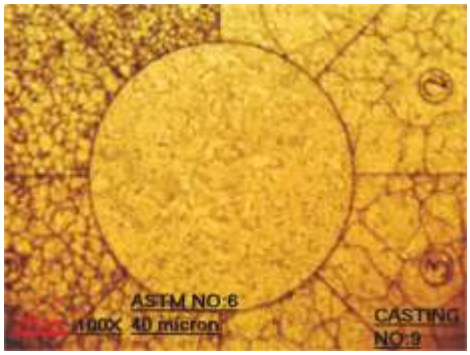
Ecocast parçalar sürekli veya kesikli (serbest döküm) olarak üretilirler. Şekil 8.1. ve 8.2. iki örnek dökümü vermektedir.

Şekil 8.1. Ecocast Sürekli Döküm Külçesi

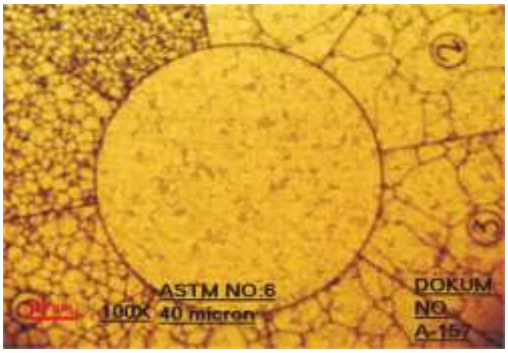
Şekil 8.2. Ecocast Serbest Döküm Külçesi

8.2.5. Mikroyapı

Metalografi çalışmaları, tane büyüklükleri ve dağılım yönüyle Ecobrass-Ecocast ve serbest kesme pirinci (kurşunlu) arasındaki benzerlikleri ortaya koymuştur (Şekil 8.3 ve 8.4). Pirinçlerde silisyum zengin kappa ve gama fazı mikro yapıda talaş kaldırabilirliği sağlar. Ecobrass mikroyapıları ince dağılmış kappa ve gama fazı oluşumlarını vermektedir.

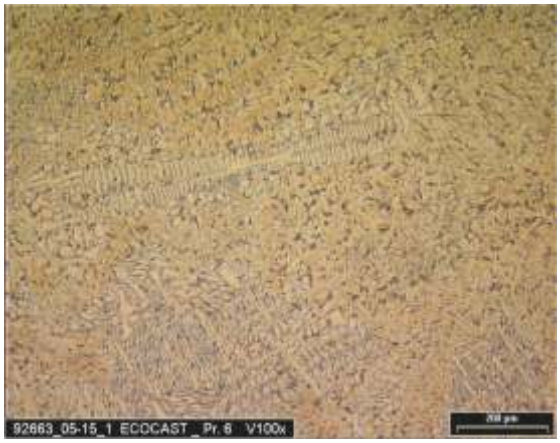


Şekil 8.3. Ecocast Mikroyapı



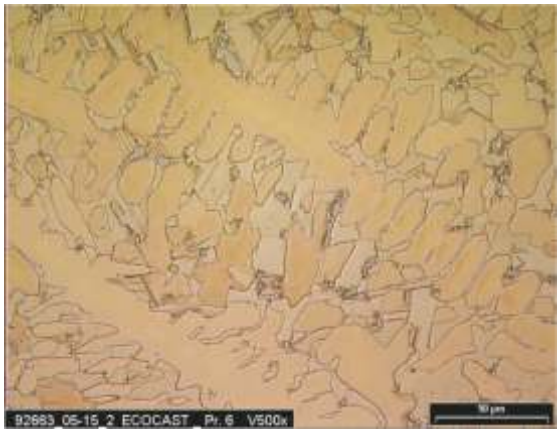
Şekil 8.4 CB 755 S (Kurşunlu) Mikroyapı

Şekil 8.5-8'de tane inceltme öncesi ve sonrası mikroyapıları farklı büyütmelerle verilmiştir. Tane inceltme işlemi sonrası yeterli derecede kristal küçülme ve ovalleşme gelişmektedir.



Şekil 8.5. Ecocast Tane İnceltme Öncesi Mikroyapı-1

Şekil 8.6. Ecocast Tane İnceltme Sonrası Mikroyapı-1

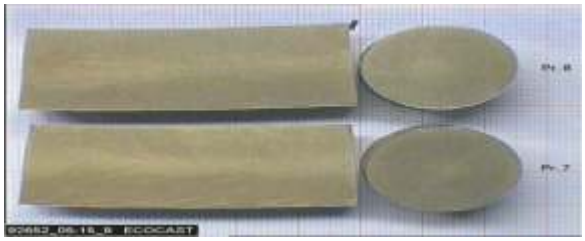


Şekil 8.7. Ecocast Tane İnceltme Öncesi Mikroyapı-2

Şekil 8.8. Ecocast Tane İnceltme Sonrası Mikroyapı-2

Ecocast makroyapıları ve tane incelme Şekil 8.9-10'da verilmiştir.

Şekil 8.9 Ecocast Tane İnceltme Öncesi Makroyapı

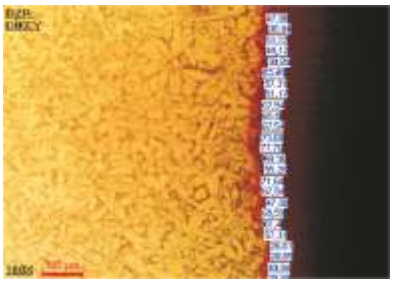


Şekil 8.10. Ecocast Tane İnceltme Sonrası Makroyapı

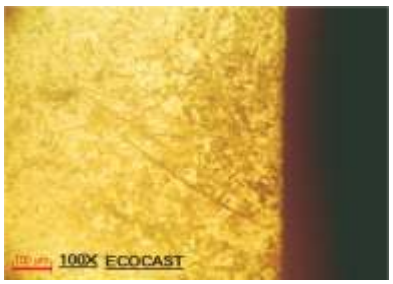
8.2.6. Korozyon Davranışı

Pirince silisyum ilavesi ile metallerde görülen kararmaya karşı dayanım artar. Ayrıca çinkosuzlaşma ve gerilmeli korozyon çatlağına karşı direnç de gösterir.
DIN 50916 bölüm 1'e göre gerilmeli korozyon çatlağı testi yapıldığında ısıl işlemsiz parçalarda bile hata oluşmamaktadır (Şekil 8.11).
Ecobrass-Ecocast'ın çinkosuzlaşma dayanımı ISO 6509'a göre test edilmiş ve standart çinkosuzlaşma pirinci olan CuZn36Pb2As ile karşılaştırıldığında daha iyi değerlere sahip olduğu görülmüştür (Şekil 8.12-13).

Şekil 8.11. Gerilmeli Korozyon Çatlağı Test Karşılaştırması

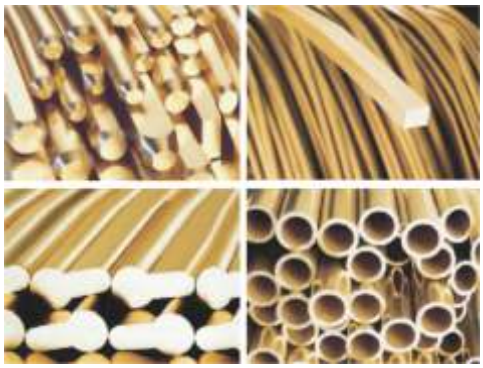


Şekil 8.12. CuZn36Pb2As Dzr Mikroyapı



Şekil 8.13. Ecobrass Ecocast DZR Testi Mikroyapı (çinkosuzlaşma yok)

Ecobrass, içi dolu, içi boş ve profil olarak hem dövme hem de talaşlı imalata uygun olarak üretilebilmektedir. Ecobrass'dan mamul yassı-uzun ürünler Şekil 8.20'de verilmiştir.

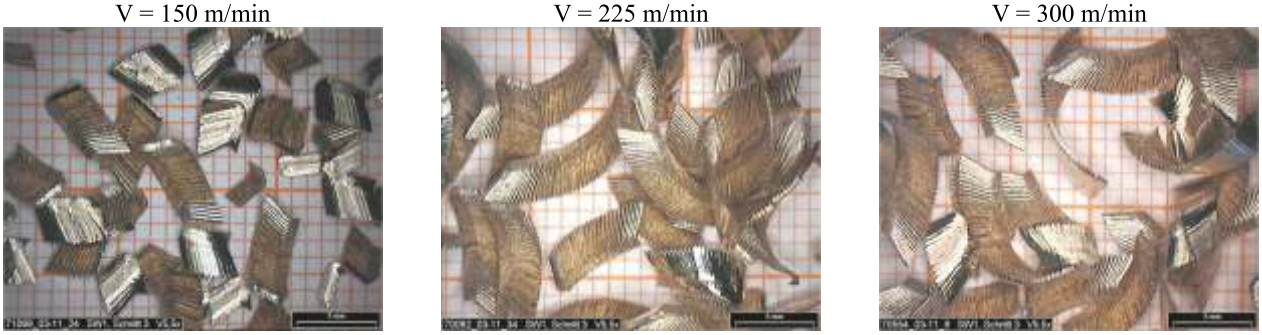


Şekil 8.14 Çeşitli Kurşunsuz Pirinç Ürünler

8.2.7. Talaşlı İmalat

Ecobrass, kurşunlu alternatif pirinçlerle karşılaştırılabilecek kadar mükemmel işlenebilirliğe sahiptir. Kısa ve kırılgan talaşlara sahiptir. Takım aşınması kurşunlu (CuZn39Pb3) ile karşılaştırıldığında az oranda yüksektir.

V = 150 m/min V = 225 m/min V = 300 m/min



Şekil 8.15. Değişik Hızlarda Ecobrass Talaşının Aldığı Şekiller.

Şekil 8.16. Ecobrass Talaşı Kesme Yüzeyleri

8.2.8. Dövme

Standart dövme pirinci olan CuZn40Pb2 ile mukayese edilebilecek kadar iyi dövme özelliklerine sahiptir. Tavsiye edilen dövme sıcaklığı 750 ºC civarıdır.

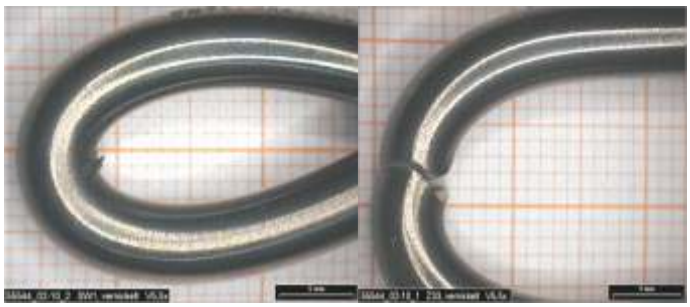
8.2.9. Soğuk İş

Ecobrass'ın soğuk iş özellikleri çok iyidir ve yüksek dayanım özelliklerine sahip olmasına rağmen yeterli uzama gösterir. Ecobrass, işleme ve soğuk formlama kombinasyonlarına uygundur. Örneğin, eğme, diş açma, perçinleme.

8.2.10. Yüzey İşlemleri ve Şekillendirme

Ecobrass, standart pirinçlerle karşılaştırılabilecek kadar iyi elektro kaplama özelliklerine sahiptir (Şekil 8.17)

ECOBRASS **CuZn39Pb3**



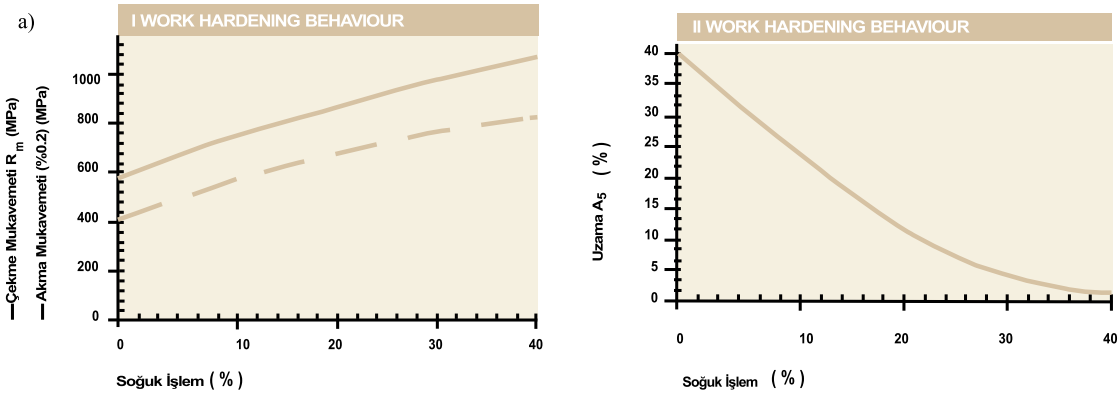
Şekil 8.17. Ecobrass ve CuZn39 Pb3'ün Kaplama Kıyaslaması

Ön işlem:
katodik temizleme - 8 V, 30 s
(anodik temizleme - 5 V, 10 s)
$HCl + H_2SO_4$ ile muamele
Nikel kaplama:
10 µm – 4 A / dm^2 ile kaplama

Tablo 8.4. Ekosarı/Ecocast - Ecobrass Proses Davranışları

ÖZELLİKLER	DEĞER
İşlenebilirlik (CuZn39Pb3 = %100)	%80
Soğuk İşleme Uygunluk	iyi
Sıcak İşleme Uygunluk	çok iyi
Birleştirme İşlemleri	
- direnç kaynağı	iyi
- gaz altı ark kaynağı	iyi
- sert lehimleme	çok iyi
- sıcak lehimleme	çok iyi
Yüzey İşlemi	
- polisaj	iyi
-elektrokaplama	iyi
Isıl İşlem	
- gerilim giderme	300-400 ^{0}C
- yumuşatma tavlaması	550-700 ^{0}C

Ecobrass'ın şekil değiştirme davranışları Şekil 8.18'de verilmiştir.



Şekil 8.18. Soğuk Şekillendirme Grafiği - a) soğuk işlem -mukavemet ilişkisi b) soğuk işlem uzama ilişkisi

8.2.11. Dökülebilirlik

Ecocast'ın dökülebilme karakeristiği çok iyidir. Şekil 8.19'de çevreci özelliği simgeleyen ince yapraklı ağaç, kalıba döküme örnek olarak verilmiştir. Tablo 8.1'da ise Ecocast ile kurşunlu pirinç döküm özellikleri mukayese edilmiştir.

Şekil 8.19. Ecocast'ın Döküm Özelliği

ECOCAST		CuZn39Pb1AlB		C83600	
Özellik	**Seviye**	**Özellik**	**Seviye**	**Özellik**	**Seviye**
Döküm Verimliliği	Orta	Döküm Verimliliği	Orta	Döküm Verimliliği	Yüksek
Curuf Miktarı	Düşük	Curuf Miktarı	Yüksek	Curuf Miktarı	Düşük
Kesit Ölçüsünün Etkisi	Orta	Kesit Ölçüsünün Etkisi	Küçük	Kesit Ölçüsünün Etkisi	Yüksek
Akıcılık	Yüksek	Akıcılık	Orta	Akıcılık	Orta
Gazlanma	Düşük	Gazlanma	Düşük	Gazlanma	Orta
Döküm Model Çekme Payı	3/16	Döküm Model Çekme Payı	3/16	Döküm Model Çekme Payı	3/16
Büzülme	Orta	Büzülme	Orta	Büzülme	Orta

Tablo 8.5. Ecocast - CuZn39Pb1AlB - C83600 Döküm Özellikleri Karşılaştırması

Ecocast'ın ergime derecesi C83600 (kalay bronzu) den 130° C daha düşük olup, akışkanlığı da daha iyidir (Tablo 8.6 -8.7).

Tablo 8.6. Ecocast ve Muhtelif Alaşımların Ergime Dereceleri

Alaşım	Ergime Derecesi
Ecocast	880
C3771	900
C83600[%4-6 Kalay Bronzu]	1,010

Tablo 8.7. Ecocast Dökümü ile İlgili Sıcaklıklar

Ecocast	(°C)
Katılaşma Sıcaklığı	860
Ergime Aralığı	860 -925
Sıvılaşma Sıcaklığı	925
Döküm Sıcaklığı	1,000 -1,050

8.2.12. Spiral Testi

Ecocast'ın akışkanlığı spiral akışkanlık testiyle ölçülmüştür. Dökülebilirliğin tespiti spiral metal bir kalıba dökülen ergimiş metalin aldığı mesafe ile ölçülür. Ecocast'ın, bir kalay bronzu olan C83600'den daha iyi akışkanlığa sahip olduğu görülmüştür. Döküm sıcaklığı C83600'den 100 º C düşük olsa dahi Ecocast rakip ürünlerden daha fazla akışkanlık göstermiştir (Tablo 8.8.Şekil 8.20).

Tablo 8.8. Ecocast ve C83600 Alaşımlarının Spiral Test Karşılaştırması

Alaşım	Sıcaklık (°C)	Mesafe (mm)
ECOCAST	1.100	310
	1.150	360
C83600	1.200	210

Ecocast **C83600**

Şekil 8.20. Ecocast ve C83600 Alaşımlarının Spiral Test Sonuçları

8.2.13. Geri Dönüşüm

Diğer bütün bakır alaşımları gibi Ecobrass-Ecocast' da geri dönüşebilir bir alaşımdır. Ecobrass ve Ecocast talaşları, parçaları, çapakları tekrar üretimde kullanmak üzere geri alınır. Silisyum içeriğinden dolayı diğer pirinçlerle karıştırılmamalıdırlar.

8.2.14. Ecobrass -Ecocast Alaşımlarının Yerini Alacağı Ürünler

- Kurşun ihtiva eden pirinçler (Şekil 8.21),
- Yüzey kaplamalı çelikler,
- Paslanmaz çelikler,
- Alüminyum alaşımları.

Şekil 8.21. Kurşunsuz Pirinç Vida

8.2.15. Ecobrass - Ecocast 'ın Bazı Kullanım Yerleri Ve Tercih Sebepleri

a) Elektronik Ekipman Vidası

Şekil 8.22. Kurşunsuz Elektronik Ekipman Vidası

İstenen Özellikler:

Mekanik Güç
İyi İşlenebilirlik
Kurşunsuzluk

Şekil 8.23. Scuderia Ferrari (Ferrari Team) Ambleminde Kurşunsuz Pirinç Kullanılmaktadır.

Yerini Aldığı Alaşım:

CuZn39Pb3

b) Aktarma Organlarındaki Hareketli Parçalar

Şekil 8.24. Kurşunsuz Hareketli Aksam

İstenen Özellikler:

İyi Kaplanabilirlik
İyi İşlenebilirlik
Kurşunsuzluk

Şekil 8.25. Kurşunsuz Hareketli Aksamlar

Yerini Aldığı Alaşım:

CuZn38Pb1,5
CuZn40Pb2

c) Musluk ve Batarya Sistemleri

Şekil 8.26. Kurşunsuz Musluk 1

İstenen Özellikler:

İyi Kaplanabilirlik
İyi İşlenebilirlik
Kurşunsuzluk

Şekil 8.27. Kurşunsuz Musluk 2

Yerini Aldığı Alaşım:

CB755S (CuZn39Pb1AlB)

8.2.16. Ecobrass'ın Genel Kullanım Alanları

- *Otomotiv Sektörü*
  - Sensör Gövdeleri
  - Termostat Parçaları
  - Sıvı Konnektörleri

- *Endüstri*
  - Cıvata, somun, valf, otomatik vidalama makinesi parçaları, su valf gövdeleri, kondansatör tüp plakaları, pnömatik fitting, pompa parçaları

- *Deniz Sanayi*
  - Deniz sanayi ürünleri, pervane şaftları

- *Tesisat*
  - Musluk, musluk sistemleri, tesisat fitting, su sayacı gövdeleri

8.2.17. Ecocast' ın Genel Kullanım Alanları

- *Endüstri*
  - Su için valf gövdeleri

Deniz Sanayi Ürünleri

- *Tesisat*
  - Musluk, tesisat fitting, su sayacı gövdeleri

8.3. Federalloy Kurşunsuz Külçe - Dökümler İçin

8.3.1. Federalloy - Kurşunsuz Armatür Pirinci

Sarbak Metal, Federalloy serisi kurşunsuz armatür pirinçlerini, üretim listesine dahil etmiştir. Federalloylarda kurşun yerine bizmutu kullanarak kurşunlu pirinçlerin sahip olduğu maksimum basınç sıkılığı ve karakteristik işlenebilirlik özellikleri korunabilmiştir.

Böylece, su armatürleri gibi insan sağlığını yakından ilgilendiren ürünlerde toksik etkiye sahip kurşun, pirinç alaşımından çıkartılmıştır. Tablo 8.9. de Federalloy alaşımlarının bileşim değerleri verilmiştir. Tablo 8.10'da ise mekanik özellikler listelenmiştir.

SARBAK METAL
TİCARET VE SANAYİ ANONİM ŞİRKETİ
PİRİNÇ, BAKIR ALAŞIMLARI MAMÜLLERİ İMALATI

FEDERALLOY IV

KURŞUN

FEDERalloy® Lead
Join us in casting a lead-free World!

FEDERALLOY IV - B1 KUM DÖKÜM VERSİYONU	Cu	Sn	Pb	Fe	Ni	Sb	P	S	Al	Si	Bi	Zn
Min :	60.00	0,50				0.02			0,50		0,75	
Max :	63.00	1,50	0.10	0.50	1.00	0.10	0.01	0.05	0.75	0.05	1,50	KALAN

FEDERALLOY IV - B2 METAL KALIBA DÖKÜM VERSİYONU	Cu	Sn	Pb	Fe	Ni	Sb	P	S	Al	Si	Bi	Zn
Min :	59.50								0.50		0.75	
Max :	60.50	0.10	0.10	0.03	0.01	0.01	0.005	0.01	0.75	0.02	1.50	KALAN

FEDERALLOY IV - B3 DZR VERSİYON	Cu	Sn	Pb	Fe	Ni	Sb	P	S	Al	Si	Bi	Mn	Zn
Min :	61.00					0.02					1.00		
Max :	63.00	0.10	0.10	0.10	0.03	0.10	0.005	0.01	0.005	0.02	1.50	0.02	KALAN

Tablo 8.9. Federalloy alaşımları kimyasal kompozisyonları

Tablo 8.10. Federalloy IV B2 - Mekanik Özellikler (20°C'de)

Isıl Durum	Soğuk İş Sıcaklık	Çekme Mukavemeti	Akma Mukavemeti (%0.5 uzama)	Akma Mukavemeti (%0.2 uzama)	Uzama
	F	ksi	ksi	ksi	%
	C	Mpa	Mpa	Mpa	
M01	68	48	29	28	8
	20	330	200	190	8
M01	68	35	21	20	5
	20	240	140	135	5

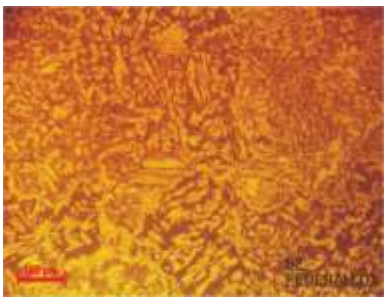
Federalloy alaşımları için döküm sıcaklığı 1050 ^{0}C civarındadır. Bileşime bağlı olarak değişen sıvılaşma ve katılaşma sıcaklıkları sırası ile 892 ^{0}C ve 864 ^{0}C'dir. Sıvı+katı bölgesi oldukça dardır ve iyi bir döküm akışkanlığı elde edilir. Bu alaşımların lehimlenme ve perçinlenme özellikleri klasik pirinçlerle aynıdır. İşlenebilirlik özelliği otomat pirincine çok yakındır (%97). Döküm muadillerine göre daha iyidir.

8.3.2. Federalloy Kullanımında İşletmelerde Çevresel Etki Faydaları

Federalloy kullanılarak yapılan üretimlerde, havadaki kurşun miktarı 8 saatlik çalışma periyotlarında 10 mikrogram/metreküp'ten daha da azdır. Bu değer 30 mikrogram/metreküp'ün çok altında olduğu için kana kurşun geçişi yoktur. 8 saatlik çalışma periyodunda havadaki kurşun oranı 50 mikrogram/metreküp'ün çok altında olduğu için dökümhanede çalışanların cebri havalandırma teçhizatı kullanması zorunlu değildir. Kurşunsuz pirinç üretimi ile toksik etkiler tamamen ortadan kaldırılmıştır.

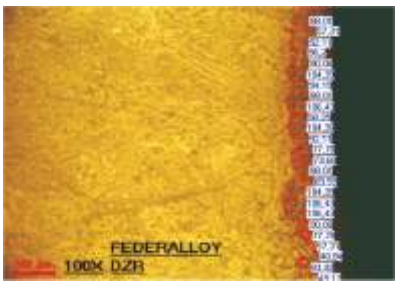
Federalloy ergitildiğinde döküm kalıp kumunun içindeki kurşundan kaynaklanan toksik madde miktarı 1 ppm'nin altındadır. Bundan dolayı kalıp kumu tehlikeli madde olarak sınıflandırılmaz ve atık bertaraf maliyeti düşürülmüş olur.

Federalloyların döküm ve tane yapısı kurşunlu muadillerine benzerdir (Şekil 8.28 ve 8.29). Çinkosuzlaşmaya direnç Federalloy alaşımlarında oldukça iyidir (Şekil 8.30)



Şekil 8.28. Federalloy IV-B2 Tane İnceltme İşlemi Öncesi Mikroyapı

Şekil 8.29. Federalloy IV-B2 Tane İnceltme İşlemi Sonrası Mikroyapı



Şekil 8.30.Federalloy IV-B3 Dzr Testi

8.3.3. Federalloy'un Teknik Faydaları

- İyi işlenebilirlik,
- Eşsiz Federalloy teknolojisi ile sağlanan üretim esnekliği,
- İyi polisaj özelliği ve kaplama karakteristiği,
- Düşük ısıda daha iyi döküm özelliği , son kullanıcıya düşük maliyet.
- Kurşunlu muadilleri gibi iyi uzama ve bükülme kalite testi garantisi,
- Daha kaliteli mikroyapı karakteristiği
- Düşük temizleme maliyeti ve yüksek döngü hızı.

8.3.4. Federalloy' un Yapısal Faydaları

Kurşun, 327 °C gibi düşük bir sıcaklıkta erir ve görsel olarak pirincin içinde çözülmez. Bu özelliklerinden dolayı pirinç dökümde kurşun uzun süredir kullanılmaktadır. Kurşunun pirinç dökümündeki rolü, alaşımın yapısındaki mikro boşlukları doldurması ve yapı sıkılığı sağlamasıdır. Pirinç alaşımına kurşunun ilave edilmesi işlenebilirliğini arttırır. Kurşun ilavesinin dezavantajı toksik etkisidir.

Bizmut, 271°C'de erimektedir ve periyodik cetvelde kurşundan sonra gelmektedir. Kurşuna yakın fiziksel özelliklere sahip olduğu için kurşunun yerine mükemmel bir alternatiftir. Bizmut ile kurşunu ayıran özellikler ise; kurşun yumuşak ve sünektir bunun yanında bizmut sert ve kırılgandır. Federalloy ile yapılmış olan çalışmaların sonucunda bizmutun alaşımın her yanına homojen olarak dağılması sağlanmıştır. Bu sayede bizmutun oluşturduğu kırılganlık problemini ortadan kalkar. Federalloylarda döküm özelliği ve mekanik özellikler yönünden kurşunlu muadiller ile aynı özellikler sağlanırken, kurşun kaynaklı toksik etki de ortadan kalkmıştır.

8.3.5. İşletme Dostu Federalloy

Kurşunlu pirinçlerde büyük ya da küçük parçaların dökümünde döküm sıcaklığı alaşımın karakteristiğini çok etkilemektedir. Federalloy ile kurşunlu pirinçlerden daha yüksek sıcaklıklar da döküm yapılabilir buna rağmen döküm kalitesi düşmez.

- Federalloy bileşenleri buharlaşmaz yapıda olduğundan alaşım analiz ayarlaması kolay hesaplanabilir.

- Federalloy alaşımları kaba dökümlerde kurşunlu pirinçlerden daha iyi kristal yapıya sahiptir.

- Federalloy alaşımları daha az kumlama sürelerine ihtiyaç duyduklarından dolayı yüzey temizleme maliyetleri düşüktür.

- Federalloylar'ın alaşımandaki bizmutun homojen olarak dağılmış olması, ürünün polisajlanabilmesini kolaylaştırır. Böylece parlak ve mücella bir görünüm elde edilir.

- Federalloy içindeki bizmutun homojen olarak dağılmış olması aynı zamanda çok daha iyi bir yüzey elde edilmesini sağlar. Muadili olan kurşunlu pirinçlerden daha iyi işlenebilirlik kazandırır ve bundan dolayı işleme maliyeti daha ucuzdur.

8.3.6. Federalloy Külçe Kullanım Yerleri

- Musluklar (Şekil 8.31)
- Boru ve Fittingler
- Tesisat Ürünleri
- Su Saatleri (Şekil 8.32)
- Evsel Ürünler
- Pompa ve Vana Parçaları (Şekil 8.33)
- Küçük Dişliler
- Kompresör Parçaları

Şekil 8.31. Federalloy Külçeden Mamul Musluk

Şekil 8.32.Federalloy Külçeden Mamul Su Saati

Şekil 8.33.Federalloy Külçeden Mamul Küresel Vana

KAYNAKLAR

1- ASTM Handbook, Metals Society, London, 2000

Volume 1, Properties and Selection: Irons, Steels, and High Performance Alloys
Volume 2, Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials
Volume 3, Alloy Phase Diagrams
Volume 4, Heat Treating
Volume 5, Surface Engineering
Volume 6, Welding, Brazing, and Soldering
Volume 8, Mechanical Testing and Evaluation
Volume 9, Metallography and Microstructures
Volume 10, Materials Characterization
Volume 13A, Corrosion: Fundamentals, Testing, and Protection
Volume 13B, Corrosion: Materials
Volume 15, Casting
Volume 16, Machining
Volume 18, Friction, Lubrication, and Wear Technology

2- Heat Treater's Guide Practices and Procedures for Nonferrous Alloys, 1996

3- Geçkinli, A.E. Metalografi , İ.T.Ü. 1989

4- Umade, T. “Development of Lead Free Copper Alloy Castings” WFO, TUDOKSAD Yayını, 2007, İstanbul.

5- American Foundrymen's Association 'Cast Metals Handbook, 1957

6- Dağıstanlı H.S., Yenice S., Çağın A.B., Karaca M., Pakman E., "Yeni Nesil Pirinç Alaşımlarının Üretilmesi ve Geliştirilmesi", Bitirme Çalışması, İ.T.Ü. Kimya-Metalurji Fakültesi, Ayazağa/İstanbul, Ocak 2008
7- http://www.brass.org/Download/lecture.zip
8- Mutlu G., “Pirinç ve Pirinçte Arsenik Etkisi” Bitirme Çalışması, SAÜ Mühendislik Fakültesi, Adapazarı/Sakarya, Mayıs 2006
9- Yılmaz F., Şen U., “Alaşımların Yapı ve Özellikleri”, Adapazarı, Temmuz 1996
10- Smith W.F., Çeviri: Erdoğan M., “Mühendislik Alaşımlarının Yapı ve Özellikleri Demir Dışı Alaşımlar” ANKARA, Ekim 2001
11- http://rapidshare.com/files/26011987/_A305__imal_usulleri_projesi.pdf
12- http://megep.meb.gov.tr/modulson/1112/metalurji/pirinc%20alasimlari.zip
13- http://ejmt.teknolojikarastirmalar.com/kubilay/dok11.pdf
14- http://megep.meb.gov.tr/modulson/1112/metalurji/basincli%20dokum.zip
15- Sarbak Metal Fabrika Kataloğu
16- Şentürk B.S., “Pirinç Alaşımlarının Ekstrüzyonunda Meydana Gelen Üretim Hatalarının Tespiti, Nedenleri ve Çözüm Yolları”, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mayıs 2007

17- Yılmaz F., Kişisel Notlar, SAÜ 2008

18- Davıes G.J., "Solidification and Casting", London, 1973

19- La Fontaine, A., Keast V.J., Compositional Distributions in Classical and Lead-free Brasses Material Characterization 57(2006)424-429

20- Gregory V.Korshin John F.Ferguson,Alice N.Lancaster Influence of Naturel Organic Matter on the Corrosion of Leaded Brass in Potable Water Corrosion Science 42(2000)53-66

21- Karpavalli R., Balasubramaiam R., Development of Novel Brasses to Resist Dezincification Corrosion Science 49(2007)963-979

22- TS EN 12168 Bakır ve Bakır Alaşımları - Otomat Çubuklar (İçi Boş)

23- TS EN 12164 Bakır ve Bakır Alaşımları - Otomat Tezgahları İçin Çubuk

24- TS EN 12165 Bakır ve Bakır Alaşımları - Biçimlenebilen ve Biçimlenemeyen Dövme

25- TS EN 12166 Bakır ve Bakır Alaşımları - Teller – Genel Amaçlar İçin

26- TS EN 12167 Bakır ve Bakır Alaşımları - Genel Amaçlar İçin Profiller ve Dikdörtgen Kesitli Çubuklar

27- TS EN 1652 Bakır ve Bakır Alaşımları - Yassı Mamul, Lama, Şerit, ve Diskler - Genel Amaçlar İçin

28- TS 1695 EN ISO 2624 Bakır ve Bakır Alaşımları - Ortalama Tane Büyüklüğü Tayini

29- TS EN 1982 Bakır ve Bakır Alaşımları - Külçeler (İngot) ve Dökümler

30- TS 139-1 EN ISO 6506 – 1 Metal Malzemeler – Brinell Sertlik Deneyi – Bölüm1:Deney Metodu

31- TS EN ISO 196 Biçimlendirilebilir Bakır ve Bakır Alaşımları –Kalıntı Gerilimi Tayini–Civa nitrat Deneyi

32- TS ISO 6957 Bakır Alaşımları – Gerilme Korozyonu Direnci İçin Amonyak Deneyi

33- TS 138 EN 10002-1 Metalik Malzemeler – Çekme Deneyi – Bölüm1: Ortam Sıcaklığında Deney Metodu

34- TS 4487 EN ISO 6509 Metallerin ve Alaşımların Korozyonu–Pirincin Çinkosuzlaşma Dayanımının Tayini

35- TS EN ISO 9227 Korozyon Deneyi

36- www.brass.org

37- www.cda.org

38- www.federalmetal.com

39- www.astm.org

40- www.wieland.com

41- www.copper.org

42-www.sarbak.com.tr

43-www.ekosari.com

44-www.sambo.jp

SICAK DÖVME VE SOĞUK ÇEKME PİRİNÇLERİ

Sembol	Numara	Element	Cu	Al	As	Fe	Mn	Ni	Pb	Sn	Zn	Diğerleri Toplamı
CuZn37	CW508L	Min.	62,0	-	-	-	-	-	-	-	Kalan	-
		Max.	64,0	0,05	-	0,10	-	0,30	0,1	0,10		0,1
CuZn40	CW509L	Min.	59,5	-	-	-	-	-	-	-	Kalan	-
		Max.	61,5	0,05	-	0,20	-	0,30	0,3	0,20		0,2
CuZn35Pb1	CW600N	Min.	62,5	-	-	-	-	-	0,8	-	Kalan	-
		Max.	64,0	0,05	-	0,10	-	0,30	1,6	0,10		0,1
CuZn35Pb2	CW601N	Min.	62,0	-	-	-	-	-	1,6	-	Kalan	-
		Max.	63,5	0,05	-	0,10	-	0,30	2,5	0,10		0,1
CuZn36Pb2As	CW602N	Min.	61,0	-	0,02	-	-	-	1,7	-	Kalan	-
		Max.	63,0	0,05	0,15	0,10	0,10	0,30	2,8	0,10		0,2
CuZn36Pb3	CW603N	Min.	60,0	-	-	-	-	-	2,5	-	Kalan	-
		Max.	62,0	0,05	-	0,30	-	0,30	3,5	0,30		0,2
CuZn37Pb1	CW605N	Min.	61,0	-	-	-	-	-	0,8	-	Kalan	-
		Max.	62,0	0,05	-	0,20	-	0,30	1,6	0,20		0,2
CuZn37Pb2	CW606N	Min.	61,0	-	-	-	-	-	1,6	-	Kalan	-
		Max.	62,0	0,05	-	0,20	-	0,30	2,5	0,20		0,2
CuZn38Pb1	CW607N	Min.	60,0	-	-	-	-	-	0,8	-	Kalan	-
		Max.	61,0	0,05	-	0,20	-	0,30	1,6	0,20		0,2
CuZn38Pb2	CW608N	Min.	60,0	-	-	-	-	-	1,6	-	Kalan	-
		Max.	61,0	0,05	-	0,20	-	0,30	2,5	0,20		0,2
CuZn38Pb4	CW609N	Min.	57,0	-	-	-	-	-	3,5	-	Kalan	-
		Max.	59,0	0,05	-	0,30	-	0,30	4,1	0,30		0,2
CuZn39Pb0,5	CW610N	Min.	59,0	-	-	-	-	-	0,2	-	Kalan	-
		Max.	60,5	0,05	-	0,20	-	0,30	0,8	0,20		0,2
CuZn39Pb1	CW611N	Min.	59,0	-	-	-	-	-	0,8	-	Kalan	-
		Max.	60,0	0,05	-	0,20	-	0,30	1,6	0,20		0,2
CuZn39Pb2	CW612N	Min.	59,0	-	-	-	-	-	1,6	-	Kalan	-
		Max.	60,0	0,05	-	0,30	-	0,30	2,5	0,30		0,2
CuZn39Pb2Sn	CW613N	Min.	59,0	-	-	-	-	-	1,6	0,20	Kalan	-
		Max.	60,0	0,1	-	0,40	-	0,30	2,5	0,50		0,2
CuZn39Pb3	CW614N	Min.	57,0	-	-	-	-	-	2,5	-	Kalan	-
		Max.	59,0	0,05	-	0,30	-	0,30	3,5	0,30		0,2
CuZn39Pb3Sn	CW615N	Min.	57,0	-	-	-	-	-	2,5	0,20	Kalan	-
		Max.	59,0	0,1	-	0,40	-	0,30	3,5	0,50		0,2
CuZn40Pb1Al	CW616N	Min.	57,0	0,05	-	-	-	-	1,0	-	Kalan	-
		Max.	59,0	0,30	-	0,20	-	0,20	2,0	0,20		0,2
CuZn40Pb2	CW617N	Min.	57,0	-	-	-	-	-	1,6	-	Kalan	-
		Max.	59,0	0,05	-	0,30	-	0,30	2,5	0,30		0,2
CuZn40Pb2Al	CW618N	Min.	57,0	0,05	-	-	-	-	1,6	-	Kalan	-
		Max.	59,0	0,5	-	0,30	-	0,30	3,0	0,30		0,2
CuZn40Pb2Sn	CW619N	Min.	57,0	-	-	-	-	-	1,6	0,20	Kalan	-
		Max.	59,0	0,1	-	0,40	-	0,30	2,5	0,50		0,2
CuZn41Pb1Al	CW620N	Min.	57,0	0,05	-	-	-	-	0,8	-	Kalan	-
		Max.	59,0	0,5	-	0,30	-	0,30	1,6	0,30		0,2
CuZn42PbAl	CW621N	Min.	57,0	0,05	-	-	-	-	0,2	-	Kalan	-
		Max.	59,0	0,5	-	0,30	-	0,30	0,8	0,30		0,2
CuZn43Pb1Al	CW622N	Min.	55,0	0,05	-	-	-	-	0,8	-	Kalan	-
		Max.	57,0	0,5	-	0,30	-	0,30	1,6	0,30		0,2
CuZn43Pb2	CW623N	Min.	55,0	-	-	-	-	-	1,6	-	Kalan	-
		Max.	57,0	0,05	-	0,30	-	0,30	3,0	0,30		0,2
CuZn43Pb2Al	CW624N	Min.	55,0	0,05	-	-	-	-	1,6	-	Kalan	-
		Max.	57,0	0,5	-	0,30	-	0,30	3,0	0,30		0,2

Sembol	Numara	Element	Cu	Al	Fe	Mn	Ni	Pb	Si	Sn	Zn	Diğerleri Toplamı
CuZn19Sn	CW701R	Min.	80,0	-	-	-	-	-	-	0,2	Kalan	-
		Max.	82,0	-	0,05	-	0,3	0,05	-	0,5		0,2
CuZn23Al6Mn4Fe3Pb	CW704R	Min.	63,0	5,0	2,0	3,5	-	0,2	-		Kalan	-
		Max.	65,0	6,0	3,5	5,0	0,5	0,8	0,2	0,2		0,2
CuZn25Al6Fe2Mn2Pb	CW705R	Min.	65,0	4,0	0,5	0,5	-	0,2	-		Kalan	-
		Max.	68,0	5,0	3,0	3,0	1,0	0,8	-	0,2		0,3
CuZn35Ni3MnAlPb	CW710R	Min.	58,0	0,3	-	1,5	-	0,2	-	-	Kalan	-
		Max.	60,0	1,3	0,5	2,5	1,0	0,8	0,1	0,5		0,3
CuZn36Pb2Sn1	CW711R	Min.	59,5	-	-	-	-	1,3	-	0,5	Kalan	-
		Max.	61,5	-	0,1	-	0,3	2,2	-	1,0		0,2

Sembol	Numara	Element	Cu	Al	Fe	Mn	Ni	Pb	Si	Sn	Zn	Diğerleri Toplamı
CuZn36Sn1Pb	CW712R	Min.	61,0	-	-	-	-	0,2	-	1,0	Kalan	-
		Max.	63,0	-	0,1	-	0,2	0,6	-	1,5		0,2
CuZn37Mn3Al2PbSi	CW713R	Min.	57,0	13	-	1,5	-	0,2	0,3	-	Kalan	-
		Max.	59,0	2,3	0,1	3,0	1,0	0,8	1,0	0,4		0,3
CuZn37Pb1Sn1	CW714R	Min.	57,0	-	-	-	-	0,4	-	0,5	Kalan	-
		Max.	61,0	-	0,1	-	0,3	1,0	-	1,0		0,2
CuZn39Mn1AlPbS	CW718R	Min.	57,0	0,3	-	0,8	-	0,2	0,2	-	Kalan	-
		Max.	59,0	1,3	0,5	1,8	0,5	0,8	0,8	0,5		0,3
CuZn39Sn1	CW719R	Min.	59,0	-		-	-		-	0,5	Kalan	-
		Max.	61,0	-	0,1	-	0,2	0,2	-	1,0		0,2
CuZn40MnPb1	CW720R	Min.	57,0	-	-	0,5	-	1,0	-	-	Kalan	-
		Max.	59,0	0,2	0,3	1,5	0,6	2,0	1	0,3		0,3
CuZn40Mn1Pb1AlFeSn	CW721R	Min.	57,0	0,3	0,2	0,8	-	0,8	-	0,2	Kalan	-
		Max.	59,0	1,3	1,2	1,8	0,3	1,6	-	1,0		0,3
CuZn40Mn1Pb1FeSn	CW722R	Min.	56,5	-	0,2	0,8	-	0,8	-	0,2	Kalan	-
		Max.	58,5	0,1	1,2	1,8	0,3	1,6	-	1,0		0,3
CuZn40Mn2Fe1	CW723R	Min.	56,5	-	0,5	1,0	-	-	-		Kalan	-
		Max.	58,5	0,1	1,5	2,0	0,6	0,5	0,1	0,3		0,4

Sembol	Numara	Element	Cu	Al	Fe	Mn	Ni	As	Pb	P	Sn	Zn	Diğerleri Toplamı
CuZn20Al2As	CW702R	Min.	76,0	1,8	-	-	-	0,02	-	-	-	KALAN	-
		Max.	79,0	2,3	0,07	0,1	0,1	0,06	0,05	0,01	-		0,3
CuZn28Sn1As	CW706R	Min.	70,0	-	-	-	-	0,02	-	-	0,9	KALAN	-
		Max.	72,5	-	0,07	0,1	0,1	0,06	0,05	0,01	1,3		0,3

Sembol	Numara	Element	Cu	Al	Fe	Mn	Ni	As	Pb	Si	Sn	Zn	Diğerleri Toplamı
CuZn31Si1	CW708R	Min.	66,0	-	-	-	-	-	-	0,7	-	KALAN	-
		Max.	70,0	-	0,4	-	0,05	-	0,8	1,3	-		0,5
CuZn32Pb2AsFeSi	CW709R	Min.	64,0	-	0,1	-	-	0,03	1,5	0,45	-	KALAN	-
		Max.	66,5	0,05	0,2	-	0,3	0,08	2,2	0,8	0,3		0,2
CuZn38Mn1Al	CW716R	Min.	59,0	0,3	-	0,6	-	-	-	-	-	KALAN	-
		Max.	61,5	1,3	1,0	1,8	0,6	-	1,0	0,5	0,3		0,3

Sembol	Numara	Element	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Sn	Zn	Diğerleri Toplamı
CuNi7Zn39Pb3Mn2	CW400J	Min.	47,0	-	1,5	6,0	2,3	-	Kalan	-
		Max.	50,0	0,3	3,0	8,0	3,3	0,2		0,2
CuNi10Zn42Pb2	CW402J	Min.	45,0	-	-	9,0	1,0	-	Kalan	-
		Max.	48,0	0,3	0,5	11,0	2,5	0,2		0,2
CuNi12Zn30Pb1	CW406J	Min.	56,0	-	-	11,0	0,5	-	Kalan	-
		Max.	58,0	0,3	0,5	13,0	1,5	0,2		0,2
CuNi12Zn38Mn5Pb2	CW407J	Min.	42,0	-	4,5	11,0	1,0	-	Kalan	-
		Max.	45,0	0,3	6,0	13,0	2,5	0,2		0,2
CuNi18Zn19Pb1	CW408J	Min.	59,5	-	-	17,0	0,5	-	Kalan	-
		Max.	62,5	0,3	0,7	19,0	1,5	0,2		0,2

SemboL	Numara	Element	Cu	Fe	Ni	P	Pb	Sn	Te	Zn	Diğerleri Toplamı
CuSn4Pb2P	CW455K	Min.	Kalan	-	-	0,2	1,5	3,5	-	-	-
		Max.		0,1	0,2	0,4	2,5	4,5	-	0,3	0,2
CuSn4Pb4Zn4	CW456K	Min.	Kalan	-	-	0,01	3,5	3,5	-	3,5	-
		Max.		0,1	0,2	0,4	4,5	4,5	0,2	4,5	0,2
CuSn4Te1P	CW457K	Min.	Kalan	-	-	0,1	-	4,0	0,5	-	-
		Max.		0,1	0,2	0,4	-	5,0	1,0	0,3	0,2
CuSn5Pb1	CW458K	Min.	Kalan	-	-	0,01	0,5	3,5	-	-	-
		Max.		0,1	0,2	0,4	1,5	5,5	-	0,3	0,2

Sembol	Numara	Element	Cu	Bi	O	P	Pb	Diğerleri Toplamı
Cu-FRTP	CW006A	Min.	99,90	-	-	-	-	-
		Max.	-	-	0,100	-	-	0,05
Cu-DLP	CW023A	Min.	99,90	-	-	0,005	-	-
		Max.	-	0,005	-	0,013	0,005	0,03
Cu-DHP	CW024A	Min.	99,90	-	-	0,005	-	-
		Max.	-	-	-	0,040	-	-

Sembol	Numara	Element	Cu	Fe	Ni	P	Pb	Si	Al	Mn	Zr	Co	Cr	Be	Te	Zn	Diğerleri Toplamı
CuBe2	CW101C	Min.	Kalan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	-	-	-
		Max.		0,2	0,3	-	-	-	-	-	-	0,3	-	2,1	-	-	0,5
CuCo1Ni1Be	CW103C	Min.	Kalan	-	0,8	-	-	-	-	-	-	0,8	-	0,4	-	-	-
		Max.		0,2	1,3	-	-	-	-	-	-	1,3	-	0,7	-	-	0,5
CuCo2Be	CW104C	Min.	Kalan	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	0,4	-	-	-
		Max.		0,2	0,3	-	-	-	-	-	-	2,8	-	0,7	-	-	0,5
CuCr1	CW105C	Min.	Kalan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
		Max.		0,08	-	-	-	0,1	-	-	-	-	1,2	-	-	-	0,2
CuCr1Zr	CW106C	Min.	Kalan	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	0,5	-	-	-	-
		Max.		0,08	-	-	-	0,1	-	-	0,3	-	1,2	-	-	-	0,2
CuNi1P	CW108C	Min.	Kalan	-	0,8	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max.		-	1,2	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
CuNi1Si	CW109C	Min.	Kalan	-	1,0	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max.		0,2	1,6	-	0,02	0,8	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,3
CuNi2Be	CW110C	Min.	Kalan	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-
		Max.		0,2	2,4	-	-	-	-	-	-	0,3	-	0,6	-	-	0,5
CuNi2Si	CW111C	Min.	Kalan	-	1,6	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max.		0,2	2,5	-	0,02	0,8	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,3
CuNi3Si1	CW112C	Min.	Kalan	-	2,6	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max.		0,2	4,5	-	0,02	1,3	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,5
CuSi3Mn1	CW116C	Min.	Kalan	-	-	-	-	2,7	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-
		Max.		0,2	-	0,05	0,05	3,2	0,05	1,3	-	-	-	-	-	-	0,5
CuTeP	CW118C	Min.	Kalan	-	-	0,003	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-
		Max.		-	-	0,012	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-	0,1
CuZr	CW120C	Min.	Kalan	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
		Max.		-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	0,1

Sembol	Numara	Element	Cu	Fe	Ni	Pb	Al	Sn	Zn	Diğerleri Toplamı
CuZn5	CW500L	Min.	94,0	-	-	-	-	-	KALAN	-
		Max.	96,0	0,05	0,3	0,05	0,02	0,1		0,1
CuZn10	CW501L	Min.	89,0	-	-	-	-	-	KALAN	-
		Max.	91,0	0,05	0,3	0,05	0,02	0,1		0,1
CuZn15	CW502L	Min.	84,0	-	-	-	-	-	KALAN	-
		Max.	86,0	0,05	0,3	0,05	0,02	0,1		0,1
CuZn20	CW503L	Min.	79,0	-	-	-	-	-	KALAN	-
		Max.	81,0	0,05	0,3	0,05	0,02	0,1		0,1
CuZn28	CW504L	Min.	71,0	-	-	-	-	-	KALAN	-
		Max.	73,0	0,05	0,3	0,05	0,02	0,1		0,1
CuZn30	CW505L	Min.	69,0	-	-	-	-	-	KALAN	-
		Max.	71,0	0,05	0,3	0,05	0,02	0,1		0,1
CuZn33	CW506L	Min.	66,0	-	-	-	-	-	KALAN	-
		Max.	68,0	0,05	0,3	0,05	0,02	0,1		0,1
CuZn36	CW507L	Min.	63,5	-	-	-	-	-	KALAN	-
		Max.	65,5	0,05	0,3	0,05	0,02	0,1		0,1

Sembol	Numara	Element	Cu	Fe	Ni	P	Pb	C	Co	Mn	S	Sn	Zn	Diğerleri Toplamı
CuNi10Fe1Mn	CW352H	Min.	Kalan	1,0	9,0	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
		Max.		2,0	11,0	0,02	0,02	0,05	0,1	1,0	0,05	0,03	0,5	0,2
CuNi30Mn1Fe	CW354H	Min.	Kalan	0,4	30,0	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
		Max.		1,0	32,0	0,02	0,02	0,02	0,05	1,5	0,05	0,05	0,5	0,2

Sembol	Numara	Element	Cu	Fe	Ni	Pb	Mn	Sn	Zn	Diğerleri Toplamı
CuNi12Zn24	CW403J	Min.	63,0	-	11,0	-	-	-	KALAN	-
		Max.	66,0	0,3	13,0	0,03	0,5	0,03		0,2
CuNi18Zn20	CW409J	Min.	60,0	-	17,0	-	-	-	KALAN	-
		Max.	63,0	0,3	19,0	0,03	0,5	0,03		0,2

Sembol	Numara	Element	Cu	Fe	Ni	Pb	P	Sn	Zn	Diğerleri Toplamı
CuSn5	CW451K	Min.	KALAN	-	-	-	0,01	4,5	-	-
		Max.		0,1	0,2	0,02	0,4	5,5	0,2	0,2
CuSn6	CW452K	Min.	KALAN	-	-	-	0,01	5,5	-	-
		Max.		0,1	0,2	0,02	0,4	7,0	0,2	0,2
CuSn8	CW453K	Min.	KALAN	-	-	-	0,01	7,5	-	-
		Max.		0,1	0,2	0,02	0,4	8,5	0,2	0,2
CuSn8P	CW459K	Min.	KALAN	-	-	-	0,01	7,5	-	-
		Max.		0,1	0,2	0,05	0,4	8,5	0,3	0,2

Sembol	Numara	Element	Cu	Fe	Ni	Al	Pb	Mn	Si	Sn	Zn	Diğerleri Toplamı
CuAl6Si2Fe	CW301G	Min.	Kalan	0,5	-	6,0	-	-	2,0	-	-	-
		Max.		0,7	0,1	6,4	0,05	0,1	2,4	0,01	0,4	0,2
CuAl7Si2	CW302G	Min.	Kalan	-	-	6,3	-	-	1,5	-	-	-
		Max.		0,3	0,2	7,6	0,05	0,2	2,2	0,02	0,5	0,2
CuAl8Fe3	CW303G	Min.	Kalan	1,5	-	6,5	-	-	-	-	-	-
		Max.		3,5	1,0	8,5	0,05	1,0	0,2	0,01	0,5	0,2
CuAl9Ni3Fe2	CW304G	Min.	Kalan	1,0	2,0	8,0	-	-	-	-	-	-
		Max.		3,0	4,0	9,5	0,05	2,5	0,1	0,01	0,2	0,3
CuAl10Fe1	CW305G	Min.	Kalan	0,5	-	9,0	-	-	-	-	-	-
		Max.		1,5	1,0	10,0	0,02	0,5	0,2	0,01	0,5	0,2
CuAl10Fe3Mn2	CW306G	Min.	Kalan	2,0	-	9,0	-	1,5	-	-	-	-
		Max.		4,0	1,0	11,0	0,05	3,5	0,2	0,01	0,5	0,2
CuAl10Ni5Fe4	CW307G	Min.	Kalan	3,0	4,0	8,5	-	-	-	-	-	-
		Max.		5,0	6,0	11,0	0,05	1,0	0,2	0,01	0,4	0,2
CuAl11Fe6Ni6	CW308G	Min.	Kalan	5,0	5,0	10,5	-	-	-	-	-	-
		Max.		7,0	7,0	12,5	0,05	1,5	0,2	0,01	0,5	0,2

KURŞUNSUZ SICAK DÖVME VE SOĞUK ÇEKME PİRİNÇLERİ

Sembol	Numara	Element	Cu	Fe	Ni	P	Pb	Si	Al	Mn	Sn	Cd	Cr	Hg	Zn
ECOBRASS	C69300	Min.	73,0	-	-	0,04	-	2,7	-	-	-	-	-	-	KALAN
		Max.	77,0	0,1	0,1	0,15	0,1	3,4	0,05	0,1	0,2	0,01	0,1	0,1	

DÖKÜM PİRİNÇLERİ

Sembol	Numara	Element	Cu	Ni	Pb	Sn	Zn	Al	Fe	Mn	P	Si	S	As	Sb
CuZn33Pb2-B	CB750S	Min.	63,0	-	1,0	-		-	-	-	-	-	-	-	
		Max.	66,0	1,0	2,8	1,5	KALAN	0,10	0,7	0,2	0,02	0,04	-	-	
CuZn33Pb2Si-B	CB751S	Min.	63,5	-	0,8	-		-	0,25	-	-	0,7	-	-	
		Max.	65,5	0,80	2,0	0,8	KALAN	0,10	0,50	0,1	-	1,0	-	-	
CuZn35Pb2Al-B	CB752S	Min.	61,5	-	1,5	-		0,3	-	-	-	-	-	0,04	0,04
		Max.	65,0	0,25	2,4	0,4	KALAN	0,7	0,3	0,15	-	0,02	-	0,12	0,12
CuZn37Pb2Ni1AlFe-B	CB753S	Min.	58,0	0,5	1,8	-		0,4	0,5	-	-	-	-	-	-
		Max.	60,0	1,2	2,5	0,8	KALAN	0,8	0,8	0,20	0,02	0,05	-	-	0,05
CuZn39Pb1Al-B	CB754S	Min.	58,0	-	0,5	-		0,1	-	-	-	-	-	-	-
		Max.	62,0	1,0	2,4	1,0	KALAN	0,8	0,7	0,5	0,02	0,05	-	-	-
CuZn39Pb1AlB-B	CB755S	Min.	59,0	-	1,2	-		0,4	0,05	-	-	-	-	-	-
		Max.	60,5	0,2	1,7	0,3	KALAN	0,65	0,2	0,05	-	0,03	-	-	-
CuZn15As-B	CB760S	Min.	83,0	-	-	-		-	-	-	-	-	-	0,06	-
		Max.	87,5	0,1	0,5	0,3	KALAN	0,01	0,15	0,1	-	0,02	-	0,15	-
CuZn16Si4-B	CB761S	Min.	78,5	-	-	-		-	-	-	-	3,0	-	-	-
		Max.	82,0	1,0	0,6	0,25	KALAN	0,1	0,5	0,2	0,02	5,0	-	-	0,05
CuZn25Al5Mn4Fe3-B	CB762S	Min.	60,0	-	-	-		4,0	1,5	3,0	-	-	-	-	-
		Max.	66,0	2,7	0,2	0,20	KALAN	7,0	3,5	5,0	0,02	0,08	-	-	0,03
CuZn32Al2Mn2Fe1-B	CB763S	Min.	59,0	-	-	-		1,0	0,5	1,0	-	-	-	-	-
		Max.	67,0	2,5	1,5	1,0	KALAN	2,5	2,0	3,5	-	1,0	-	-	0,08
CuZn34Mn3Al2Fe1-B	CB764S	Min.	55,0	-	-	-		1,5	0,8	1,0	-	-	-	-	-
		Max.	65,0	2,7	0,02	0,3	KALAN	3,0	2,0	3,5	0,02	0,08	-	-	0,05
CuZn35Mn2Al1Fe1-B	CB765S	Min.	56,0	-	-	-		0,7	0,5	0,5	-	-	-	-	-
		Max.	64,0	6,0	0,5	0,8	KALAN	2,2	1,8	2,5	0,02	0,10	-	-	0,08
CuZn37Al1-B	CB766S	Min.	60,0	-	-	-		0,6	-	-	-	-	-	-	-
		Max.	63,0	1,8	0,4	0,4	KALAN	1,8	0,4	0,4	0,02	0,5	-	-	0,05
CuZn38Al-B	CB767S	Min.	59,0	-	-	-		0,1	-	-	-	-	-	-	-
		Max.	64,0	0,8	0,1	0,1	KALAN	0,8	0,4	0,4	0,05	0,05	-	-	-
CuSn10-B	CB480K	Min.	88,5	-	-	9,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max.	90,5	1,8	0,8	11,0	0,05	0,01	0,15	0,10	0,05	0,01	0,04	-	0,15
CuSn11P-B	CB481K	Min.	87,0	-	-	10,2	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-
		Max.	89,3	0,10	0,25	11,5	0,05	0,01	0,10	0,05	1,0	0,01	0,05	-	0,05
CuSn11P2-B	CB482K	Min.	83,5	-	0,7	10,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max.	86,5	0,20	2,5	12,5	0,2	0,01	0,15	0,2	0,05	0,01	0,08	-	0,20
CuSn12-B	CB483K	Min.	85,5	-	-	11,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max.	88,5	2,0	0,6	13,0	0,04	0,01	0,15	0,2	0,20	0,01	0,05	-	0,15
CuSn12Ni2-B	CB484K	Min.	84,0	1,5	-	11,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max.	87,0	2,4	0,2	13,0	0,03	0,01	0,15	0,10	0,2	0,01	0,04	-	0,05
CuSn3Zn8Pb5-B	CB490K	Min.	81,0	-	3,5	2,2	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max.	85,5	2,0	5,8	3,5	10,0	0,01	0,50	-	0,03	0,01	0,08	-	0,25
CuSn5Zn5Pb5-B	CB491K	Min.	83,0	-	4,2	4,2	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max.	86,5	2,0	5,8	6,0	6,5	0,01	0,25	-	0,03	0,01	0,08	-	0,25
CuSn7Zn2Pb3-B	CB492K	Min.	85,0	-	2,7	6,2	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max.	88,5	2,0	3,5	8,0	3,2	0,01	0,20	-	0,03	0,01	0,08	-	0,25
CuSn7Zn4Pb7-B	CB493K	Min.	81,0	-	5,2	6,2	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max.	84,5	2,0	8,0	8,0	5,0	0,01	0,20	-	0,03	0,01	0,08	-	0,30

Sembol	Numara	Element	Cu	Ni	Pb	Sn	Zn	Al	Fe	Mn	P	Si	S	As	Sb
CuSn6Zn4Pb2-B	CB498K	Min.	86,0	-	1,2	5,7	3,2	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max.	89,5	1,0	2,0	6,5	5,0	0,01	0,25	-	0,03	0,01	0,08	-	0,25
CuSn5Pb9-B	CB494K	Min.	80,0	-	8,2	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max.	86,5	2,0	10,0	6,0	2,0	0,01	0,20	0,2	0,10	0,01	0,08	-	0,5
CuSn10Pb10-B	CB495K	Min.	78,0	-	8,2	9,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max.	81,5	2,0	10,5	11,0	2,0	0,01	0,20	0,2	0,10	0,01	0,08	-	0,5
CuSn7Pb15-B	CB496K	Min.	74,0	0,5	13,2	6,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max.	79,5	2,0	17,0	8,0	2,0	0,01	0,20	0,20	0,10	0,01	0,08	-	0,5

Sembol	Numara	Element	Cu	Ni	Pb	Sn	Zn	Al	Fe	Mn	P	Si	S	Mg	Sb
CuSn5Pb20-B	CB497K	Min.	70,0	0,5	19,0	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max.	77,5	2,5	23,0	6,0	2,0	0,01	0,20	0,20	-	0,01	0,08	-	0,75
CuAl9-B	CB330G	Min.	88,0	-	-	-	-	8,2	-	-	-	-	-	-	-
		Max.	91,5	1,0	0,25	0,25	0,40	10,5	1,0	0,50	-	0,15	-	-	-
CuAl10Fe2-B	CB331G	Min.	83,0	-	-	-	-	8,7	1,5	-	-	-	-	-	-
		Max.	89,0	1,5	0,03	0,20	0,50	10,5	3,3	1,0	-	0,15	-	0,05	-
CuAl10Ni3Fe2-B	CB332G	Min.	80,0	1,5	-	-	-	8,7	1,0	-	-	-	-	-	-
		Max.	85,5	4,0	0,03	0,20	0,50	10,5	2,8	2,0	-	0,15	-	0,05	-
CuAl11Fe6Ni6-B	CB334G	Min.	72,0	4,3	-	-	-	10,3	4,2	-	-	-	-	-	-
		Max.	81,5	7,5	0,04	0,20	0,40	12,0	7,0	2,5	-	0,10	-	0,05	-
CuAl11Fe6Ni6-B	CB334G	Min.	72,0	4,3	-	-	-	10,3	4,2	-	-	-	-	-	-
		Max.	81,5	7,5	0,04	0,20	0,40	12,0	7,0	2,5	-	0,10	-	0,05	-

Sembol	Numara	Element	Cu	Ni	Pb	Sn	Zn	Al	Fe	Bi	Cr	As	P	Si	S	Cd	Sb
CuSn5Zn5Pb2-B	CB499K	Min.	84,0	-	-	4,2	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Max.	87,5	0,60	3,0	6,0	6,5	0,01	0,30	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01	0,04	0,02	0,10

Sembol	Numara	Element	Cu	Ni	Pb	Sn	Zn	Al	Fe	Bi	Cr	Mn	Si	Mg
CuAl10Fe5Ni5-B	CB333G	Min.	76,0	4,0	-	-	-	8,8	4,0	-	-	-	-	-
		Max.	82,5	5,5	0,03	0,1	0,40	10,0	5,3	0,01	0,05	2,5	0,10	0,05

Sembol	Numara	Element	Cu	Ni	Pb	Zn	Al	Fe	C	Mn	Si	Nb
CuNi10Fe1Mn1-B	CB380H	Min.	84,5	9,2	-	-	-	1,2	-	1,2	-	-
		Max.	-	11,0	0,03	0,50	0,01	1,8	0,10	1,5	0,10	1,0

Sembol	Numara	Element	Cu	Ni	Pb	Zn	Al	Fe	C	Mn	S	Si	P
CuNi30Fe1Mn1-B	CB381H	Min.	64,5	29,2	-	-	-	0,5	-	0,7	-	-	-
		Max.	-	31,0	0,03	0,50	0,01	1,5	0,02	1,2	0,01	0,10	0,01

KURŞUNSUZ DÖKÜM PİRİNÇLERİ

Sembol	Numara	Element	Cu	Fe	Ni	P	Pb	Si	Al	Mn	Sn	Cd	Sb	Zn	Diğerleri Toplamı
ECOCAST	C87850	Min. Max.	75,4 76,4	0,05 0,1	- 0,2	0,02 0,04	- 0,02	3,1 3,45	- 0,05	- 0,05	- 0,3	- 0,0075	- 0,01	KALAN	- 0,2

Sembol	Numara	Element	Cu	Fe	Ni	P	Pb	Si	Al	Bi	Sn	S	Sb	Zn
FEDERALLOY I C89837	ORIGINAL	Min. Max.	84,0 88,0	- 0,30	0,50 1,0	- 0,05	- 0,10	- 0,005	- 0,005	0,70 1,2	3,0 4,0	- 0,08	- 0,25	6,0 10,0
FEDERALLOY I C89833	836 Version	Min. Max.	87,0 91,0	- 0,30	0,50 1,0	- 0,05	- 0,10	- 0,005	- 0,005	1,7 2,7	4,0 6,0	- 0,08	- 0,25	2,0 4,0
FEDERALLOY I C89831	844 Version	Min. Max.	87,0 91,0	- 0,30	0,50 1,0	- 0,05	- 0,10	- 0,005	- 0,005	2,7 3,7	2,7 3,7	- 0,08	- 0,25	2,0 4,0
FEDERALLOY I C89831	848-A Version	Min. Max.	77,0 79,0	- 0,35	0,50 1,0	- 0,05	- 0,10	- 0,005	- 0,005	1,7 2,7	3,0 4,0	- 0,08	- 0,25	15,5 17,5

Sembol	Numara	Element	Cu	Fe	Ni	P	Pb	Si	Al	Bi	Sn	S	Sb	Zn
FEDERALLOY II	922 Version	Min. Max.	Balance	- 0,20	0,50 1,0	- 0,05	- 0,10	- 0,005	- 0,005	1,0 1,75	5,75 6,50	- 0,08	- 0,25	3,0 5,0
FEDERALLOY II	927 Version	Min. Max.	Balance	- 0,20	0,50 1,0	- 0,05	- 0,10	- 0,005	- 0,005	1,0 2,0	9,0 11,0	- 0,08	- 0,25	- 0,70

Sembol	Numara	Element	Cu	Fe	Ni	P	Pb	Si	Al	Bi	Sn	S	Sb	Zn
FEDERALLOY III	932 Version	Min. Max.	85,0 89,0	- 0,20	0,50 1,0	- 0,05	- 0,10	- 0,005	- 0,005	1,7 2,7	6,0 7,5	- 0,08	- 0,25	2,0 4,0
FEDERALLOY III	937 Version	Min. Max.	84,0 880	- 0,15	0,50 1,0	- 0,05	- 0,10	- 0,005	- 0,005	2,7 3,7	9,0 11,0	- 0,08	- 0,25	1,0
FEDERALLOY III	945 Version	Min. Max.	86,0 900	- 0,15	0,50 1,0	- 0,05	- 0,10	- 0,005	- 0,005	4,0 5,0	6,0 8,0	- 0,08	- 0,25	1,20

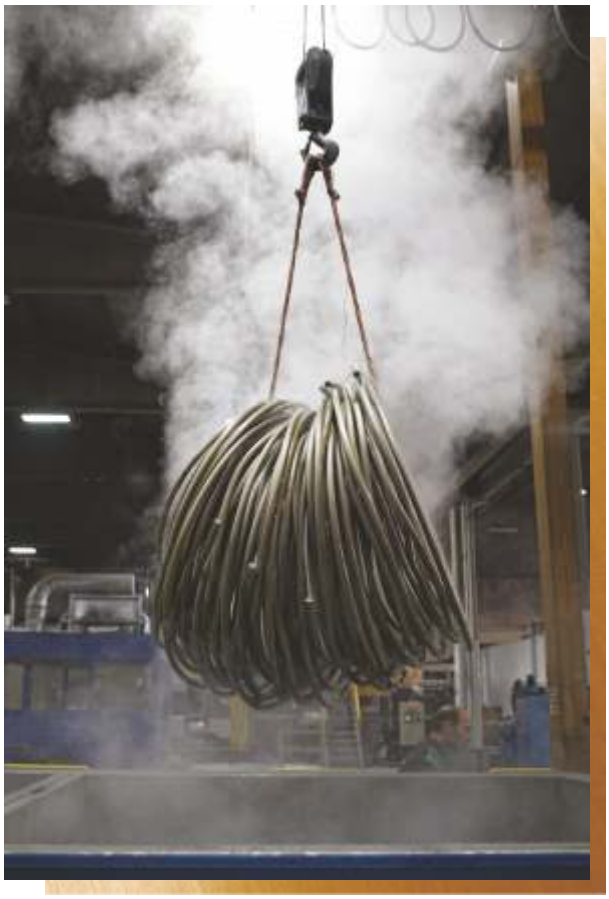
Sembol	Numara	Element	Cu	Fe	Ni	P	Pb	Si	Al	Bi	Sn	Mn	S	Sb	Zn
FEDERALLOY IV	B1 VERSİON	Min. Max.	60,0 63,0	- 0,5	- 1,0	- 0,01	- 0,10	- 0,05	0,50 0,75	0,75 1,50	0,5 1,50	- -	- 0,05	0,02 0,10	KALAN
FEDERALLOY IV	B2 VERSİON	Min. Max.	59,5 60,5	- 0,03	- 0,01	- 0,005	- 0,1	- 0,02	0,50 0,75	0,75 1,50	- 0,10	- -	- 0,01	- 0,01	KALAN
FEDERALLOY IV	B3 VERSİON	Min. Max.	61,0 63,0	- 0,10	- 0,03	- 0,005	- 0,1	- 0,02	- 0,005	1,00 1,50	- 0,10	- 0,02	- 0,01	0,02 0,10	KALAN

FABRİKAMIZDAN GÖRÜNÜMLER

FABRİKAMIZDAN GÖRÜNÜMLER

FABRİKAMIZDAN GÖRÜNÜMLER

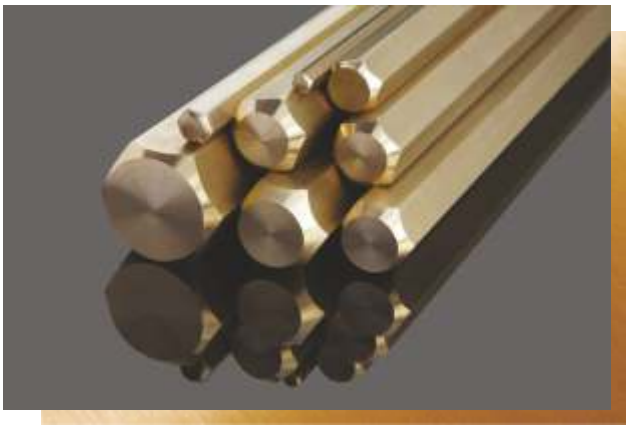
FABRİKAMIZDAN GÖRÜNÜMLER

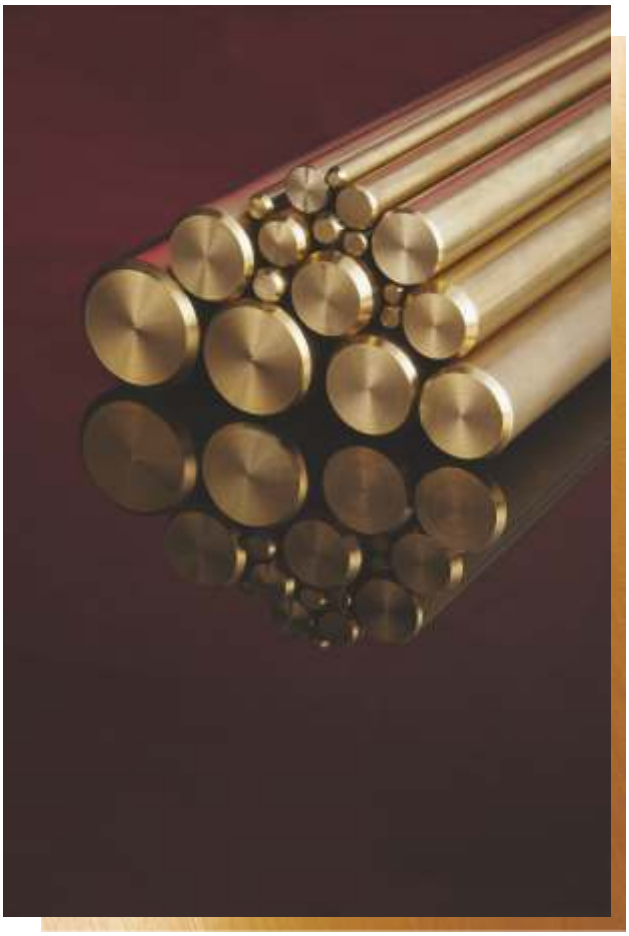


FABRİKAMIZDAN GÖRÜNÜMLER

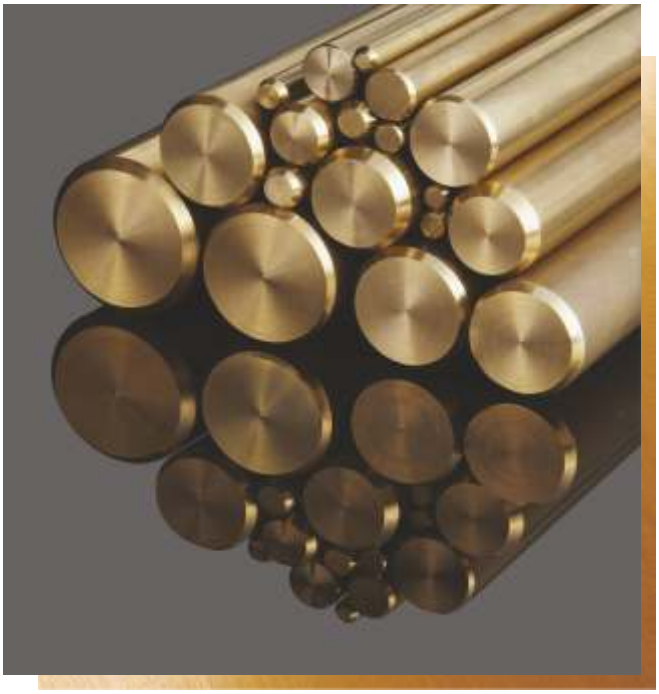
FABRİKAMIZDAN GÖRÜNÜMLER

ÜRÜNLERİMİZ





ÜRÜNLERİMİZ



ÜRÜNLERİMİZ

ÜRÜNLERİMİZ

PİRİNÇ TARİHİ

Pirinç, bakırın bulunuşundan bu yana bakırla birlikte kullanılmaktaydı. Son bin yıldır pirinç bakırdan ayrı olarak özel mühendislik amaçları için kullanılmaya başlandı. Başlangıçta bakır ve kalay kullanılarak bronzdan kap, sahan gibi mutfak eşyaları yapılmaktaydı. Eski Mısır uygarlığı bakırı çok iyi tanıyordu ve Mısır hiyerogliflerde aynı zamanda sonsuz yaşamın da simgesi olan ankh sembolü ile gösterilmekteydi. Eski Mısırlılar, bakır ve bakır alaşımlarının kullanım ömürlerinin uzunluğunu takdir etmekteydiler. Kalay, daha kolay elde edilebiliyor olduğundan bronz günlük yaşamda daha çok kullanılmaktaydı. Pirinç altına benzerliğinden dolayı görsel amaçla kullanılmaktaydı. Antik Yunanlar pirince '*oros'* (dağ) ve '*chalcos*' (bakır) kelimelerinden oluşan 'oreichalcos' ismi vermişlerdi. Pirinci beyaz parlak bir bakır çeşidi olarak adlandırıyorlardı.

Romalılar pirince 'aurichalum' diyorlardı ve altın renkli miğferlerinin imalatında ve kuyumculuk işlemlerinde kullanmaktaydılar. Parlak altın renkli pirinçlerden değerli süs eşyası yapmak için %11-28 arası çinko oranlı alaşımlardan kullanmaktaydılar. Metal işiyle süslemeye en müsait süneklik sağlayan alaşımı %18 çinko oranlı kompozisyon olarak belirlemişlerdi. Bu, günümüzde de aynı işler için kullanılmakta olan 20/80 yaldız metallerine çok yakındır.

Çinkonun 420°C 'de ergimesi ve 906°C kaynaması ve bu arada oluşan çinko oksitlerin odun kömürü ile curuflarının alınıp saflaştırılmasının öğrenilmesi ancak 18. yüzyılda oldu. Saf çinko yokken pirinç yapmak için çinko-karbonat kristali olarak doğada bulunan smitsonit cevheri ile bakır, potada eritiliyordu. Isı, cevheri eritip sıvı metal haline getirdiğinde bakır ergimemiş oluyordu. Çinko buharı bakırın yüzeyinden nüfuz ederek pirinç formuna dönüşüyordu. Daha sonra alaşımı homojenleştirmek için tekrar ergitilmekteydi.

Ortaçağda hala saf çinko elde edilememekteydi. Çinko cevheri olan ve yapısında çinko oksit ile çok az demir oksit bulunduran kalamin mineralinden pirinç yapılabilmeye başlandı. Kilise anıtlarında taş yer döşemelerinin arasına ince pirinç tabakalardan yerleştirerek ölümün hep hatırlanması vurgulandı. Genelde %23-29 çinko oranları ile bazen de kurşun ilavesi kullanılmaktaydı.Aynı zamanlarda pirincin geri dönüştürülüp yeniden ergitilmesi de yapılmaya başlandı.
Yün yapımında pirinç malzemelerin kullanılması endüstriyel devrim ile birlikte daha da yaygınlaştı. Daha sonra iğne ticareti önem kazandı. İğne yapımında % 15-20 çinko oranıyla soğuk şekil vermeyi kolaylaştırmak için az miktarda kurşun ve kalay ilaveleri yapılmaktaydı. Pirincin kolay imalat özellikleri, kolay işlenebilirliği ve korozyon dayanımı birçok hareketli aksamın imalatında standart metal haline gelmesini sağladı. Artık küçük büyük tüm saatler, gemicilik yön bulma cihazları pirinçten yapılır olmuştu.

İlk önceleri pirinç teller el ile çekiliyor ve pirinç tabakalar preslenerek imal ediliyorlardı. 1697 ilk haddeleme tezgahları pirince şekil vermeye başladı. 30 kg'lık pirinç tabakalardan iğne imalatı yapılmaktaydı. Haddeleme millerini su gücü çevirmekteydi. Tel çekmeden önce ara ısıl işlemle malzemeler ısıtılmaktaydı. Bu sistemler 19. yüzyılın ortalarına kadar kullanıldılar.

Ms60 pirincinin 1832'den sonra kullanılmaya başlanması ucuz ve kolay sıcak işlenebilir pirinç tabakaları yaygınlaştırdı. Bakırın yerini alarak gemi tahtalarının kaplanarak kurtlanmasını önlemek amacıyla kullanılmaya başlandı.

Bu kitap SARBAK METAL TİC. ve SAN. A.Ş.'nin sektöre armağanıdır. Para ile satılmaz.