

ZAMAK DÖKÜMDE SIKÇA KARŞILAŞILAN HATALAR

B. Deniz POLAT

Metalurji Mühendisi

ÖZET

ZAMAK, saf çinkoya %4 alüminyum, gerekli görüldüğü durumda bakır ve magnezyum ilavesi ile elde edilen çinko döküm alaşım ailesinin genel ismidir. Zamak alaşımları çinko alaşım ailesi içerisinde sahip olduğu üstün fiziksel ve mekanik özellikleri nedeniyle ticari önemi en yüksek ürünlerden birisidir. Bu malzeme, seri üretime uygunluğu, düşük boyutsal toleransı, yüksek korozyon direnci, düşük döküm sıcaklıklarında sergilediği yüksek metalik akışkanlığı, sağladığı uzun kalıp ömrü ve nihai ürün eldesinde gösterdiği üstün şekil alabilme kabiliyetleri nedeniyle başta otomotiv, yapı sektörleri olmak üzere spor aletleri, oyuncaklar, hırdavat, dekoratif parçalar, beyaz eşya parçaları, ara bağlantı elemanları gibi birçok alandaki ürün ve yarı ürünlerin üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadırlar.

Bu çalışmada ilk bölümde başarılı bir zamak döküm parçası elde edebilmek için uyulması gerekenler özetlenmiş, ikinci bölümde de zamak üretimi yapan işletmelerin sıkça karşılaştıkları problemler incelenmiş, söz konusu problemlere ait çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar kelimeler

Zamak alaşımları, Yüzey İşlemler

NEDEN ZAMAK KULLANIYORUZ?

Zamak alaşımları içerdikleri alaşım elementi miktarlarına bağlı olarak kodlanırlar. Tablo1’de yoğun olarak kullanılan farklı zamak alaşımlarının standartlara uygun kimyasal içerikleri verilmektedir.

Tablo 1: Zamak alaşım bileşimleri [1]

	Zamak2	Zamak3	Zamak5
Al	3.8-4.2	3.8-4.2	3.8-4.2
Cu	2.7-3.3	≤0.03	0.7-1.1
Mg	0.035-0.06	0.035-0.06	0.035-0.06
Pb	≤0.003	≤0.003	≤0.003
Fe	≤0.020	≤0.020	≤0.020
Cd	≤0.003	≤0.003	≤0.003
Sn	≤0.001	≤0.001	≤0.001
Si	≤0.020	≤0.020	≤0.020
Ni	≤0.001	≤0.001	≤0.001

Zamak alaşımları renklendirilmelerinin zorluğu, fiyat kararsızlığına sahip olmaları ve yüksek sıcaklıktaki çalışmalar için elverişli olmamalarına rağmen yüksek korozyon dirençleri, mekanik (sürünme/yorulma mukavemet, yüksek rijitlik, yüksek çatlama tokluğu, darbe mukavemeti, sertliği, boyutsal kararlılık, aşınma direnci ve işlenebilirlik) ve fiziksel (ısı ve elektrik iletkenliği) özellikleri nedeniyle günümüzde halen döküm sektöründe sıkça tercih edilen alaşımlar arasındadırlar. Ayrıca bu alaşımların patlayıcı olmamaları ve ergitmeleri için ihtiyaç duyulan sıcaklıkların yüksek olmaması, kullanılan ekipman ömürlerinin uzun olması ve yatırım maliyetlerinin düşük olması da tercih edilmelerinde rol alan faktörlerdir.

EN VERİMLİ PARÇA ELDESİ NASIL SAĞLANIR?

Zamak dökümünde ekonomik olarak yüksek kalitede parça üretebilmek için temelde üç noktaya dikkat edilmelidir:

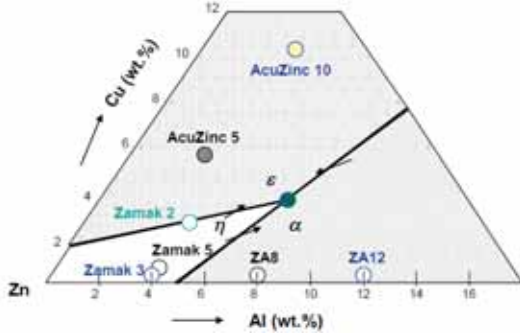
1. Alaşım tasarımı
2. Besleme sistemi ve kalıp tasarımı
3. Proses tasarımı

Bu tasarım aşamalarından birinde yaşanacak olumsuzluk üretilen parça kalitesini doğrudan etkilemektedir.

1. Alaşım Tasarımı

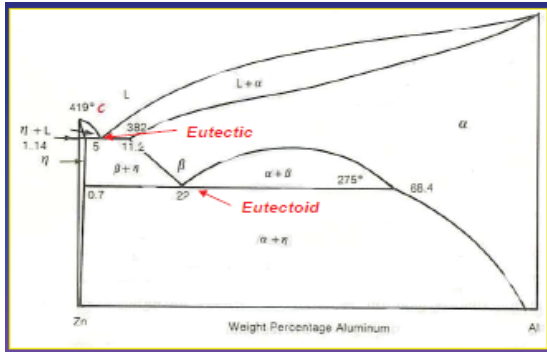
Zamak döküm parçasından beklenen performansın alaşım malzemesi ile ilişkisi açıkça görülmektedir. Alaşım malzemesinin akıcı olması durumunda daha kompleks şekilli parçaların üretilmesi sağlanırken daha viskoz olması durumunda basit şekilli malzemelerin üretiminde tercih edilmeleri gerekmektedir.

Farklı zamak alaşımlarının üçlü denge diyagramı gözönüne alınırsa içeriğin standartlara uygun olmasının temel sebebi görülmektedir (Şekil 1). Bunun için bağımsız laboratuarlardan analizler yaptırarak alaşımın belirli aralıklarla kontrol edilmesi gerekmektedir. Alaşım içerisinde bulunan elementlerin nihai ürüne etkisi aşağıda kısaca özetlenmiştir.



Şekil 1: Al-Zn-Cu üç'lü faz Diyagramı üzerinde farklı zamak alaşımları[2,3]

Alüminyum: Çinko-alüminyum faz diyagramı incelendiğinde (Şekil 2) 382°C'de ötektik reaksiyonu gerçekleşirken 275°C'de ötektoid reaksiyonu olduğu görülmektedir. %4Al civarı görülen ötektik reaksiyonu sayesinde de alaşım çinko'nun kendi ergime sıcaklığının altında bir sıcaklıkta dökülbilir hale gelmektedir.



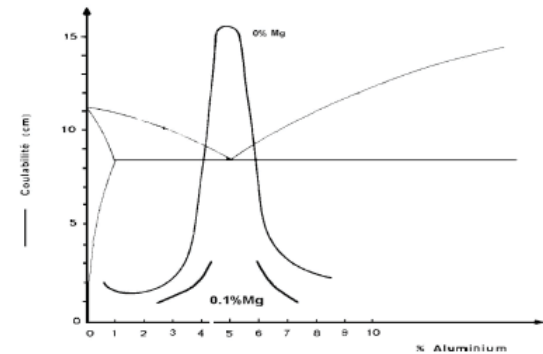
Şekil 2: Zn-Al faz diyagramı[3,4]

Şekil 3'de ise Zn-Al bileşiminin akışkanlık ve rezilyans değerleri ile ilişkisi görülmektedir. Buna göre %4 Al içeriğine sahip alaşımla hem nihai parçanın mekanik özellikleri hem de ergiyik metalin akışkanlığı artırılmış olur.



Şekil 3: Zn-%4Al alaşımının özellikleri [3,4]

Magnezyum: Alaşımın içerisinde bulunan empürüteler ile reaksiyona girerek alaşımda gerçekleşmesi muhtemel taneler arası korozyonu engeller, döküm yapılan parçanın mekanik gücünü artırır. Ayrıca, alaşımın aşınma direncini de arttıran magnezyum, zamak alaşımı üretimi sırasında dikkat edilerek katılmalıdır. Ergiyik metalde izin verileden fazla Mg bulunması durumunda alaşımın akışkanlığı azalır. İkincil zamak kullanılırken özellikle dikkat edilmesi gereken bir element olan magnezyum ergitme ve tekrar ergitme sırasında oksidasyona uğrayarak kaybedilmesi olasıdır.



Şekil 4: %0.1 Mg yapıya katıldığı durumda malzeme akışkanlığının grafiği[2-4]

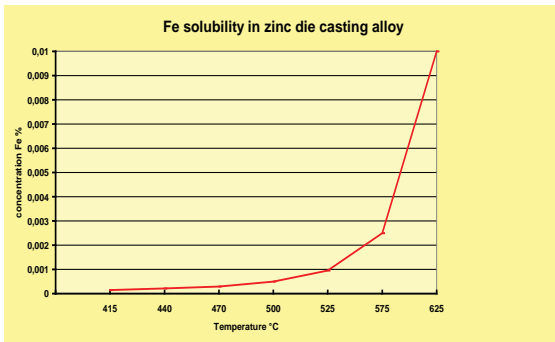
Bakır: Döküm parçasının mukavemetini, aşınma direncini ve sertliğini arttıran bakır elementinin yapıda fazla bulunması durumunda yapının sünekliği azalır. Bakır elementinin ilavesinde temel kısıtlayıcı etken ise bakır miktarının %1,25'den fazla alaşımda bulunduğu durumda döküm yapılan parçanın boyut kararlılığının negatif etkilenmesidir.

Safsızlıklar: Zamak alaşımlarında en sık görülen safsızlıklar Pb, Cd ve Sn'dir. Bunlar alaşım içerisinde

bulduklarında hem döküm parçasının mekanik özelliklerini zayıflatırlar hem de taneler arası korozyona sebep olurlar.

Demir elementi de yine alaşım yapısında sıkça görülen kirliliklerdendir. Ergiyik alaşımında bulunan demir sadece alaşım elementlerine ait safsızlığa bağlı olarak yapıda yer almayıp, asıl oluşum sebebi döküm ekipmanları ile alaşımın sürekli temas halinde bulunması neticesinde aşınan döküm ekipmanlarındaki Fe'nin alaşıma girmesidir. Şekil 5'de ergiyik metal içerisinde bulunan demir miktarı ile ergiyik metal sıcaklığı arasındaki ilişki verilmektedir. Şekil 5 incelendiğinde döküm için ideal sıcaklığın en yüksek 420°C civarında olması gerektiği görülmektedir. (Bütün zamak alaşımları için ideal döküm sıcaklıkları Tablo 2'de verilmiştir.)

Alaşımında %0,02'den fazla miktarda demir bulunmasına izin verilmemesinin asıl sebebi demirin yalnızca alaşımında sertliği (döküm parçasının gevrekliği) arttırması değil aynı zamanda Al ile girdiği reaksiyon sonucu Al-Fe intermetaliti oluşturarak alaşım içerisinde bulunan Al miktarının azalmasına sebep olmasıdır. Alaşımdaki Fe içeriği bu şekilde hem alaşımın bileşiminin zamanla bozulmasına sebep olur, hem döküm ekipmanlarına zarar verir hem de üretim sırasında curüf miktarını arttırır.



Şekil 5: Ergiyik Zn'de bulunan demir ile sıcaklık arasındaki ilişki[4]

Tablo 2: Önerilen Alaşım Döküm sıcaklıkları[3]

Alaşım türü	Önerilen Döküm Sıcaklığı(C)
Zamak 2	415-430
Zamak 3	415-430
Zamak 5	415-430

2. Besleme sistemi ve Kalıp Tasarımı

Döküm parçasının başarılı bir şekilde elde edilebilmesi için besleme sistemi ve kalıp tasarımına dikkat edilmelidir. Yapılacak olan tasarım da metalin kalıba dolma zamanının minimum olmasına özen gösterilmeli ve metalin kalıp içerisine dolarken katılaşması engellenmelidir. Optimum dolum zamanının belirlenmesi aşamasında dolum süresi ile metal akışkanlığı, parça kalınlığı ve parçanın estetik görünümü dikkate alınmalıdır. Bu yüzden ergiyik metalin kalıba, besleme sisteminden döküm parçasına kadar önünde engel olmadan, daralan kesit alanına bağlı olarak artan döküm hızı ile mümkün olan en kısa yoldan erişimi sağlanmalıdır. Şekil 6'da zamak bir parça üretiminde kullanılabilecek farklı alternatif besleme sistemleri verilmektedir.



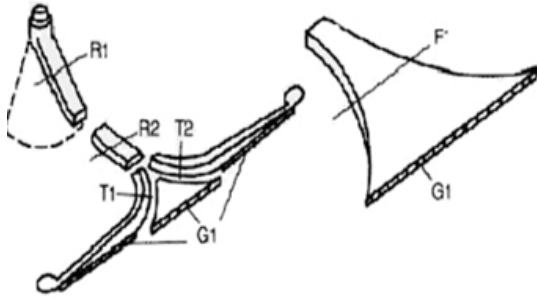
Şekil 6: Aynı parça üzerinde farklı metal girişleri
a)ideal b)tavsiye edilmeyen c)tavsiye edilmeyen [4]

Kalıp tasarımında verimli akış için, akış uzunluğunun kısa tutulması, geniş radyal dönüş açıları kullanılması gerekmektedir. Aksi takdirde dökülen parçada porozite başka bir deyişle hava kabarcıkları oluşur. (bknz Şekil 7)



Şekil 7: Kalıp tasarımında keskin-dik köşelerden kaçınılmalıdır [3,4].

Kalıp tasarımlarında nözül (havuç) kanallarına özellikle dikkat edilmesi gerekmektedir. Et kalınlığı fazla olan kanalsız "havuçlar" kalıp tasarımlarında asla tercih edilmemelidir. Konilerin boyunlarının uzun olmaması, et kalınlıklarının düşük olması bu noktada çok önemlidir. Özetle, "Adım Adım Kesit Azaltma" kuralına bağlı kalınarak kalıp tasarımları tamamlanmalıdır (bknz Şekil 8) [3,4]



Kesit R1 > Kesit R2 > Kesit G1

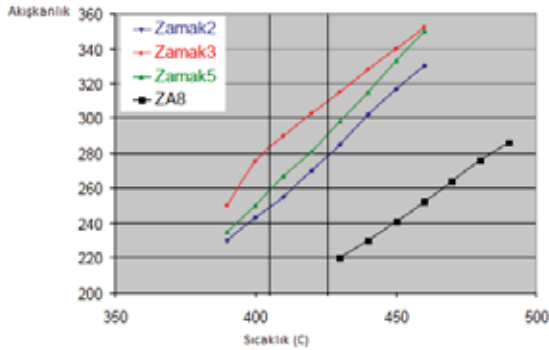
Őekil 8: Kesit altıtma kuralının Őekil űzerinde gűsterilmesi[3,4]

3. Proses Tasarımı

Zamak dűkűmde proses tasarımı enjeksiyon parametreleri, makinaların bakım onarımı ve kalibrasyonu ile dođrudan iliŐkilidir.

BaŐarılı bir zamak enjeksiyonu gerŐekleŐtirebilmek iŐin pota dolm miktarlarının ve sıcaklıkların dűzenli olarak izlenmesi gereklidir. Pota dolm seviyelerinin aynı dűzeyde olması ve ani sıcaklık deđiŐimlerinin olmaması parŐa kalitesi ve proses kontrolű aŐısından űnemlidir. Bu amaŐla enjeksiyon sırasında yeni ingotlar ya otomatize bir sistemle ergiyik metal olarak potaya sokulmalıdır ya da űnceden potanın yanında ısıtılmıŐ ingotlar yarı otomatize bir sistemle erigitilmelidirler.

Ayrıca dűkűm sırasında ergiyik metalin akıŐkanlıđının sıcaklıđa karŐı Őok hassas olması sebebiyle (bknz Őekil 9) metalin geŐtiđi bűtűn yol boyunca sıcaklıđın homojen tutulmasına da űzen gűsterilmelidir[2,4].



Őekil 9: Zamak alaŐımlarını farklı sıcaklıklarda gűsterdikleri farklı akıŐkanlık değerleri[3,4]

Burada dűkűm sıcaklıđının parŐa yűzey kalitesine etkisi de űnem kazanmaktadır (Tablo 3). Őok yűksek dűkűm

sıcaklıđında kabarcık ve ısıl parŐalanma riski varken, Őok dűŐűk dűkűm sıcaklıklarında sođuk damlama ve űnceden katılaŐmıŐ inklűzyonlara rastlama riski bulunmaktadır.

Tablo 3: Dűkűm sıcaklıđı ile parŐa yűzey űzellikleri arasındaki iliŐki [3,4]

	Kalıp yűzey sıcaklıđı (C)	En hızlı doldurma sűresi (ms)	SıkıŐtırma Zamanı (s)	Alaşım sıcaklığı (C)
Estetik parŐalar	150-200	20 veya az	0,5-1	420-425
Mekanik parŐalar	100-150	30	1-2	415-420

Ergiyik metal űzerinde bulunan pota yűzeyine homojen olarak yayılmıŐ ince cűruf tabakasının Őok fazla hareket ettirilmeyip altta bulunan metalin oksitlenmesinin engellenmesi de verimli űretim yapmak isteyen bir iŐletme aŐısından űnemlidir.

Enjeksiyon makinesinin kontrolű iŐinse en űnemli nokta iki fazda enjeksiyon yapan makinelerde bulunan azota bađlı akűműlatűrűn, segmentlerin ve yađ filtrelerinin performanslarının dűzenli olarak tercihen 15 gűnde bir űlŐűlmesidir. Ayrıca makine karakteristiđinden yararlanılarak belirlenen P- Q² diyagramı sayesinde uygun metal akıŐ hızının sađlandıđı Őartta kalıp parŐasının boŐluđunu minimum sűrede doldurmak iŐin gerekli maksimum makina basıncı (P) ve piston Őapı (Q) belirlenerek baŐarılı bir dűkűm gerŐekleŐtilebilir.

Buraya kadar baŐarılı bir parŐa elde iŐin alaŐım bileŐimin, kalıp - besleme sistemi dizaynı ve proses parametrelerinin űnemi teorik olarak aŐıklanmıŐtır.

Tablo 4'te ise ilk bűlűmde aŐıklanan űrűn kalitesine etkiyen bu parametrelerden en űnemlilerinin nihai parŐalarda en sık gűrűlen hatalarla iliŐkileri űzetlenmiŐtir. (+) iŐareti etkileŐimin varlıđını, (-) iŐareti etkileŐimin olmadıđını gűstermektedir. Bu iliŐkilerin űrneklenmesi iŐin ikinci bűlűmde Nyrstar firmasının műŐterilerini bilgilendirmek amaŐıyla bűnyesinde bulunan Balen (BelŐika) ve Auby (Fransa) fabrikalarında gerŐekleŐtirdiđi analizlerden yararlanılmıŐtır. İncelemenin sektűrel anlamda bilgilendirici olması iŐin bu parŐalar dűnya űzerindeki farklı iŐletmelerden alınıp hassas kesici ile kesildikten sonra 320- 600- 800- 1200- 2400 no'lu zımparalarda zımparalanıp 0,5 alumina'da parlatılmıŐ ardından da optik mikroskopta kesit gűrűntűleri incelenmiŐtir.

Tablo 4: Proses parametrelerinin nihai üründe gözlemlenen hatalarla ilişkinin incelenmesi

	Soğuk Damlama	Kabarcık	İçsel Porozite	Homojen Olmayan Katlaşma	Katlaşma Sonrası Oluşan Çatlaklar	Sıcak Yırtılma
Boşluk Dolum Zamanı	+	-	+	+	-	-
Alaşımın Potada Sıcaklığı	+	-	-	-	-	-
Metal Çıkış Hızı	+	+	+		+	-
Sıvı Metalin Takip Ettiği Yol	+	+	+	+	+	+
Dökümün Makineyi Terk Ettiği Sıcaklık	+	+	+	+	+	-
Basınç Destekleyen Yağ Seviyesi	-	-	-	+	+	+



Son Söz

Tüm bu noktalar göz önüne alındığında zamak döküm yapan bir işletmenin ekonomik olarak yüksek kalitede parça üretebilmesi için kullandığı alaşımın standartlara uygun olmasının çok önemli olduğu gerek faz diyagramından gerekse de farklı elementlerin alaşıma ektileri gözününe alındığında açıkça görülmektedir. Ayrıca proses parametrelerinin, besleme ve kalıp dizaynının da ergiyik metal akışının 40m/s'ye en yakın yüksek hızda, akış yolu üzerinde tirbülans yaratmadan homojen olarak kalıp dolumunu sağlayacak şekilde optimize edilmesi de başarılı bir ürün eldesinde önemli rol oynadıkları bölümde açıklanmıştır.






Verilen tüm bu teorik bilgilerin zamak dökümü yapan işletmelerde uygulanması için hatalı numuneler üzerinde incelemeler yapılmış oluşum nedenlerine bağlı olarak hatalar alaşımdan, dökümden ve kaplamadan kaynaklanan hatalar olmak üzere gruplandırarak hatanın nedeni, sonucu ve çözüm önerileri detaylı olarak tartışılmıştır.

Bu çalışma kapsamında yardımları ve emeği için Doç. Dr. Özgül Keleş'e teşekkür ederim.

1. ALAŞIMIDAN KAYNAKLANAN HATALAR[3-4]


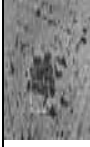



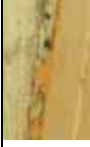
Problemin Tanımı:	Neden	Sonuç	Çözüm ve Öneriler
<p>Intergranüler Korozyon</p> 	<p>İkincil zamak kullanımı oranı çok arttığında yada uygun zamak alaşımı kullanılmadığında yapıda Pb,Cd,Sn miktarı artar buda intergranüler (taneler arası) korozyona sebep olur.</p>	<p>Söz konusu korozyon yüzünden üretimden sonra depolanan parçaların zamanla mekanik mukavemeti azalır.</p>	<p>Döküm potası boşaltılıp temizlenmelidir.</p>
<p>Intermetalik Oluşumu</p> 	<p>Eritilmiş Zn'nin sıcaklığının yüksek olmasına bağlı olarak ergiyük çinko içerisinde çözünebilen demir miktarı artar.</p>	<p>Zamak alaşımı içerisindeki alüminyum metali demir ile reaksiyona girerek (Fe₃Al) ekipmanlarda aşınma yaratır, alüminyum ve magnezyum miktarı azalır, curuf artar.</p>	<p>Pota sıcaklığı 415-430°C'de çalıştırılmalıdır.</p>

2. DÖKÜMDEN KAYNAKLANAN HATALAR [3-7]







Problemin Tanımı	Neden	Sonuç	Çözüm ve Öneriler
 Soğuk Damlama	Döküm sıcaklığının idealin altında olmasından kaynaklanır	Parçanın tam dolmaması veya yüzey özelliklerinde meydana gelen düzensizliklerle sonuçlanabilir.	Döküm maksimum pratik sıcaklıkta yapılmalıdır. Dökümler en kısa boşluk doldurma zamanında (0,02sn) tamamlanmalıdır. Metal girişinde, metal hızı yüksek olmalıdır (35-50m/s) Yolluk ve metal çıkışlarında kararlı ve homojen akış sağlayacak şekilde tasarım yapılmalıdır. (Kesit daralması kuralına özen gösterilmelidir). Döküm parçasındaki hataları düzeltmek için kumlama uygulanabilir.
 Kabarcık oluşumu	Besleme sistemi, kalıptaki metal akışı, metal çıkış hızı veya döküm sıcaklığında düzensizlikten kaynaklanır.	Parça yüzeyinde kabarcıklar gözlemlenir.	Hapsolmüş gaz miktarını azaltmak için kalıp tasarımlarında mümkün olduğunca köşeli yapılardan ve türbülans yaratacak geçişlerden kaçınılmalıdır.
 İç Porozite	Döküm sırasında piston hızının yeterli gelmemesi, kalıp tasarımının uygun olmaması, metal akışının yavaş olması veya katılma büzüşmesi yüzünden parçada gaz kalabilir.	Çıkış bölgesinde yoğunlaşmış içsel poroziteye sebep olurlar.	Parçada kalan gazı atarak içsel porozite azaltılabilir. Bu amaçla piston hızları kontrol edilmeli, optimum yüksek atomizemetal çıkışı(>35m/s) sağlanmalı, döküm geometrisine uygun tasarım yapılmalıdır.
 Düzensiz Katılma	Aşırı ısıtılmış dökümlerde ve yetersiz kalıp doldurma durumlarında boyut ve şekil olarak değişken, dökümün her zaman bir bölgesinde gözlenen düzensiz katılmaya bağlı olarak (daha yukarıda kalan yüzey daha hızlı soğur) oluşur bu hatalar	İki farklı alan arasında büzüşme şeklinde her zaman aynı tip döküm parçasının aynı bölgesinde görülmektedir.	Metal hızını yüksek olduğu veya ergimiş metalin sıcaklığının yüksek olduğu durumlarda zamak kalıba yapılarak(kimyasal bağ ile) döküm erozyonuna sebep olabilir. Metal akışı azaltılmalıdır. Eğer dökümün bazı kısımları çok sıcak ise durumu düzeltmek adına soğutma sistemi tekrar düzenlenmelidir
 Sıcak Kanama	Yüksek Kalıp sıcaklığı, uygun olmayan kalıp yağlayıcısından kaynaklanmaktadır.	Nihai parçanın katılmasında düzensizlikler meydana gelir	Kalıp sıcaklığı değiştirilmelidir Kalıp yağlayıcısı değiştirilmelidir. Kalıp gözü dolm süresi minimize edilmelidir. Daha kısa döküm doldurma zamanında işlem tamamlanmalıdır.

3. KAPLAMADAN KAYNAKLANAN HATALAR [3-4]

A. Metalik Kaplamadan Sonra Gözlemlenen Hatalar

	Problem Tanımı	Neden	Sonuç	Çözüm ve Öneriler	
Kabarcık Oluşumu		Döküm-parlatma, parlatma-kaplama prosesleri arasında gecikmeden veya verimsiz temizlemeden kaynaklanır.	Yuvarlak küme halinde kabarcıklar oluşur.	Korozyon olan yerde titreşimli mekanik temizleme, anodik temizleme ya da asidik daldırma yöntemleri ile bütün korozyon ürünlerinin yüzeyden uzaklaştırılması sağlanmalıdır. Emülsiyon temizleyici ve basınç spreyi gibi alternatif yap temizleme yöntemleri de temizleme işleminin verimini arttırmada kullanılabilir. Her adımdan sonra durulama işlemi yapılmalıdır.	
		Korozif sıvı sıçradığında lokal çukurlar oluşur.	Sıkıca kapanmış ufak kümeler şeklinde bulunurlar yüzeyde.		
		Zamak-bakır-nikel kaplamaları arasında uyumsuzluk yüzünden yüzeyde oluşur	Küçük, rast gele dağılmış minik çıkıntılar bulunur.		Bakır katmanı yeterli kalınlıkta atılmalı Bakır ile nikel katmanları arasında süre az olmalı Kaplama çözeltileri temiz olmalı
		Nikel kaplama sırasında çıkan hidrojen kabarcıklarının yüzeye yapışır.	Yüzeyde küçük rastgele dağılmış çukurlar oluşur		Nemlendirici ajan eklenmeli. Banyo mutlaka havalandırılmalıdır.
Yanma		Lokal olarak akım yoğunluğu aşırı artar	Yanmış nikel kaplamalar ve mat nikel görüntüsüne sebep olur	Selektif yaparak çözelti temizlenmeli. Daha düşük akım yoğunluklarında çalışılmalı.	
Yanma		Nikel kaplama çözeltilerinde süspansiyondaki ya da döküm yüzeyindeki partiküllerden kaynaklanır.	Yüzeye kumlu görüntü veren küresel ya da tek tek bulunabilen nodüller vardır.	Döküm parçalarını temizliği tam yapılmalı. Kaplama banyolarının temizliğine özen gösterilmelidir.	

B. Boyama Sonrası Gözlemlenen Hatalar

Problemin Tanımı	Neden	Sonuç	Çözüm ve Öneriler
	Ocak zamanı ve sıcaklığındaki farklılığa bağlı olarak son katın rengi değişmektedir.	Daha önceki gruplarından farklı olarak son katın gölgesi farklılaşır.	Gezerek kaydeden pirometre kullanılarak ocak sıcaklığı ve zamanı kontrol edilebilir. Ayrıca tozun eski/yeni olması da çok önemlidir.
	Döküm sırasında sıkışan havanın ve kalıp yağının fırınlama sırasında sıcaklığın etkisi ile gaz kabarcığı olarak ortaya çıkar.	Kaplama bıçakla kaldırıldığında döküm yüzeyinde de aynı şişlik vardır. Bu şişlikler 1mm-8mm çapa sahiptirler ve genelde gruplar halinde bulunan yarı kümelerdir.	Çözüm olabildiğince düşük sıcaklıkta fırınlama uygulamaktır.
	Fırınlama sırasında parça yüzeyinde gelişen gaz bunun temel sebebidir. Ayrıca aüzeyde/tozda tutulmuş sudan da kaynaklanabilir.	Merkezinde delik olan küçük kabarcıklar yüzeyde bulunabilir.	Çözüm olarak komponentlerin temiz ve nemden uzak olduğundan emin olmak gerekmektedir. Bunun için de her kaplama öncesi mutlaka 100°C'de ön kurutma işlemi uygulanmalıdır.
	Metalin yüzeyinde kalmış yağ buna sebep olabilir.	Parmak izi gibi görünen kaplamasız alanlar yüzeyde bulunabilir. Veya kaplanan alanlar yüzeyden kolayca pul pul dökülebilirler.	Boyamadan önce kalıpların temiz ve oksitsiz olduğundan emin olmak gerekmektedir. İşlem sonrasında mümkün olduğunca koton eldiven tercih edilmelidir.
	Faraday kafesi elektrik etkisi sebebi ile köşe ve kavşaklarda elektrik potansiyeli düşük olur.	İç köşelerde ya da birleştirme kavşaklarında kaplama yoktur.	Bunu yenmek için köşeleri ve kavşakları mümkün olduğunda büyük yarı çaplı hazırlayın.
	Yüzeyde kalan toz/talaş bunun sebebi olabilir.	1mm'den daha küçük çaplı gruplar halinde bulunan ufak benekler yüzeyde bulunabilir.	Bunun engellenmesi için kalıp ve parça temizliğine özen gösterilmelidir.