

126683

**HASSAS DÖKÜMDE KALİTE TEKNİKLERİ
VE
HATA ANALİZLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Metalurji. Müh. Zafer KAHRAMAN
Enstitü No: 506981105

YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANİSYON MERKEZİ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28 Haziran 2002
Tezin Savunulduğu Tarih : 29 Mayıs 2002

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Yılmaz TAPTIK
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Niyazi ERUSLU
Prof.Dr. Müzeyyen MARŞOĞLU (Y.T.Ü.)

Yılmaz Tapık

126683

HAZİRAN 2002

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresinde kalite konusunda bilincin oluşmasında, bu çalışmanın şekillenmesinden ortaya çıkmasına kadar olan tüm aşamalarda engin bilgi birikimini ve deneyimini büyük bir alçakgönüllülükle benden esirgemeyen ve itici bir güç olarak yol gösteren ve beni yönlendiren, yaşamın her noktasında bana yol gösterici olacağına inandığım çok değerli hocam Prof. Dr. Yılmaz TAPTIK'a yürekten minnet ve şükranlarımı arz ederim.

Bu tezin uygulama aşamasında, beni kalite ve hassas döküm konusunda bilgilendiren ve yardımcı olan tüm GÜR METAL San. Ve Tic. Ltm. Şirketi çalışanlarına da en içten dileklerimle teşekkürü bir borç bilirim.

Tezin oluşması aşamasında bana yardımcı olan ve destekleyen arkadaşım Özgür Erkuvan'a da teşekkür ederim.

İstanbul,13 Mayıs 2002

Zafer KAHRAMAN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xi
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. HASSAS DÖKÜM YÖNTEMİ	3
2.1. Hassas Döküm Yönteminin Tarihi	3
2.2 Hassas Döküm Yönteminin Dünya’da Uygulama Oranı	4
2.3 Neden Hassas Döküm Yöntemi ?	5
2.4. Hassas Dökümün Endüstriyel Kullanım Alanları	5
2.5 Hassas Döküm Yöntemleri	6
2.5.1. Dereceli Hassas Döküm Yöntemi	6
2.5.2. Seramik Kabuklu Hassas Döküm Yöntemi	8
2.6 Hassas Dökümün Diğer Yöntemlerle Karşılaştırılması	10
2.7 Hassas Döküm Mumlarının Sınıflandırılması	10
2.7.1 Hassas Döküm Mumlarının Kullanım Noktaları	10
2.7.1.1 Hassas Döküm Mumlarının Kontrol Noktaları	10
2.8 Hassas Döküm Modelleri	12
2.8.1 Hassas Döküm Maçaları	12
2.9 Hassas Döküm Yönteminde Kullanılan Mineral Kumlarının Özl.	13
2.9.1 Zirkon Kumu	13
BÖLÜM 3. HASSAS DÖKÜMDE KALİTE OLUŞTURULMASI	15
3.1 Kaliteyi Etkileyen Temel Etkenler	15
3.2 Kalite Maliyetleri	15
3.2.1.Önleme Maliyetleri	17
3.2.2 Değerlendirme Maliyetleri	18
3.3.3 Hata Maliyetleri	20
3.4 Kalitesizlik Maliyeti ve Riski	21
3.4.1 Hesaplanabilir Maliyetler	21
3.4.2 Gizli Maliyetler	22
3.5 Gelişmekte Olan Ülkelerde Kalite Sorunları	23
3.5.1 Gelişmekte Olan Ülkelerde Kalite Sorunlarına Nedenleri	23
3.5.1.1 Yetersiz Teknoloji	24

3.5.1.2 Teçhizat Noksanlığı	24
3.5.1.3 Hammadde ve Ara Girdiler	24
3.5.1.4 Yetersiz İnsan Gücü	24
3.5.1.5 Eğitim ve Öğretim Standartlarının Yetersizliği	25
3.5.1.6 Yetersiz ve Düzensiz Enerji	25
3.5.1.7 Kanuni Düzenlemeler	25
3.5.1.8 Modern Yönetim Anlayışlarının bilinmemesi	25
BÖLÜM 4. HASSAS DÖKÜM YÖNETİMİNDE KALİTE TEKNİKLERİ (UYGULAMA)	26
4.1 Gür Metal	26
4.2 İstatistik ve Kalite Teknikleri	27
4.2.1 Veri Toplama	27
4.2.2 Verilerin Grupta Toplanması	29
4.3.İstatiksel Kalite Teknikleri	30
4.3.1. Histogram Diyagramları	31
4.3.1.1 Bir Histogram Diyagramı Nasıl Kullanılır ?	31
4.3.1.2. Histogram Diyagramların Çizilmesi	31
4.4 Pareto Analizi	34
4.5 Dağılma (Serpilme) Diyagramları	35
4.6 Kontrol Diyagramları	35
4.7 Yeni Kalite Teknikleri	36
4.7.1 Yakınlık Diyagramı	36
4.7.2 İlişki Diyagramı	37
4.7.3 Ağaç Diyagramı	37
4.8 Neden Sonuç Analizi	38
4.8.1 Neden Sonuç Analizinin Yararları	39
BÖLÜM 5 HASSAS DÖKÜM YÖNETİMİNDE HATALAR ve NEDENLERİ (UYGULAMA)	40
5.1 Hassas Döküm Yöntemleri Meydana Gelen Hatalar	40
5.1.1 Mum Modelden Kaynaklanan Hatalar	40
5.1.2 Hassas Dökümde Mum Modellerde Görülen Hatalar	40
5.1.3 Döküm Aşamasında Meydana Gelen Hatalar	41
5.1.4 Hassas Döküm Parçalarında Görülen Hatalar	41
5.2 Hassas Dökümde Mum Modellerde Görülen Hataların Analizi	42
5.2.1 Çarpılma	42
5.2.2 Eksik Parça	43
5.2.3.Şişme	44
5.2.4 Çapak	45
5.2.5 Dalgalı Yüzey	46
5.3 Hassas Döküm Parçalarında Görülen Hataların Açıklaması	47
5.3.1.Metal Yürümemesi	47
5.3.2 Curuf	48
5.3.3 Çekme Boşluğu	49
5.3.4 Seramik Kopması Hatası	50
5.3.5 Soğuk Birleşme	51
5.3.6 Gaz Boşluğu	52

5.3.7 Boncuklaşma Hatası	53
5.3.8 Sinterleme Hatası	54
5.3.9 Hassas Döküm Hataları	55
SONUÇLAR	62
KAYNAKLAR	64
ÖZGEÇMİŞ	66



TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Hassas Dökümün Diğer Yöntemlerle Karşılaştırılması	11
Tablo 4.1 Numune çap ölçümleri	32
Tablo 4.2. Önerilen kolon sayısı	32
Tablo 4.3. Kolon sınırları ve frekansları	33
Tablo 4.4. BIEELLETTE parçasının histogram diyagramı	33
Tablo 4.5. Hata türü, hata adedi, hata oranı belirten tablo	34
Tablo 4.6. Pareto analizi diyagramı	35
Tablo 5.1. Hassas döküm hataları	55



ŞEKİL LİSTESİ

		<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1	Hassas dökümün dünyada uygulama oranı .	4
Şekil 2.2	Kalıba mum enjekte edilmesi	7
Şekil 2.3	Mum model elde edilmesi	7
Şekil 2.4	Modellerin salkıma monte edilmesi	7
Şekil 2.5	Dereceye kalıp harcının doldurulması	7
Şekil 2.6	Kalıp malzeme katılaştıktan sonra mum eritilmesi	7
Şekil 2.7	Isıtılmış kalıba metal dökülmesi	7
Şekil 2.8	Kalıp kırılarak dökülen parça elde edilmesi	7
Şekil 2.9	Mum model hazırlamak için kalıp yapımı	7
Şekil 2.11	Kalıp içine eriyik mum enjekte edilmesi	8
Şekil 2.12	Mum modelin kalıptan çıkarılması	8
Şekil 2.13	Mum modelin salkıma monte edilmesi	8
Şekil 2.14	Mum salkımın seramik sıvısına daldırılması	8
Şekil 2.15	Daldırma işleminin birkaç kez tekrarlanması	8
Şekil 2.16	Salkıma refrakter toz banyosuna tutarak seramik kabuk oluşturulması	9
Şekil 2.17	Otoklavda mum eritilerek seramik kabuğun içinin boşaltılması	9
Şekil 2.18	Seramik kalıbın döküm işlemine alınmadan önce ısıtılması	9
Şekil 2.19	Potadan sıcak döküm işleminin seramik kalıp içine yapılması	9
Şekil 2.20	Salkımı kaplayan seramik kabuğun kırılması	9
Şekil 2.21	Döküm parçalarının yolluklarının kesilmesi ve yüzey işlemlerinin yapılması	9
Şekil 2.22	Döküm parçasının son şeklini alması	9
Şekil 2.23	Mineral kumlarının ısı genleşme katsayıları	14
Şekil 5.1(a)	Çarpılma	42
Şekil 5.1(b)	Çarpılma	42
Şekil 5.2	Çarpılma, balık kılçığı	42
Şekil 5.3(a)	Eksik parça	43
Şekil 5.3(b)	Eksik parça	43
Şekil 5.4	Eksik parça, balık kılçığı	43
Şekil 5.5(a)	Şişme	44
Şekil 5.5(b)	Şişme	44
Şekil 5.6	Şişme hatası, balık kılçığı	44
Şekil 5.7(a)	Çapak	45
Şekil 5.7(b)	Çapak	45
Şekil 5.8	Çapak, balık kılçığı	45
Şekil 5.9(a)	Dalgalı yüzey	46
Şekil 5.9(b)	Dalgalı yüzey	46
Şekil 5.10	Dalgalı yüzey, balık kılçığı	46

Şekil 5.11(a)	Metal yürümemesi	47
Şekil 5.11(b)	Metal yürümemesi	47
Şekil 5.12	Metal yürümemesi, balık kılçığı	47
Şekil 5.13(a)	Curuf	48
Şekil 5.13(b)	Curuf	48
Şekil 5.14	Curuf, balık kılçığı	48
Şekil 5.15(a)	Çekme boşluğu	49
Şekil 5.15(b)	Çekme boşluğu	49
Şekil 5.16	Çekme boşluğu, balık kılçığı	49
Şekil 5.17(a)	Seramik kopması	50
Şekil 5.17(b)	Seramik kopması	50
Şekil 5.18	Seramik kopması, balık kılçığı	50
Şekil 5.19	Soğuk birleşme	51
Şekil 5.20	Soğuk birleşme, balık kılçığı	51
Şekil 5.21	Gaz boşluğu	52
Şekil 5.22	Gaz boşluğu, balık kılçığı	52
Şekil 5.23(a)	Boncuklaşma	53
Şekil 5.23(b)	Boncuklaşma	53
Şekil 5.24	Boncuklaşma, balık kılçığı	53
Şekil 5.25(a)	Sinterleme	54
Şekil 5.25(b)	Sinterleme	54
Şekil 5.26	Sinterleme, balık kılçığı	54

SEMBOL LİSTESİ

N	: Ana Kütle
n	: Örneklem Adedi
X_L	: Partideki En Yüksek Değer
X_S	: Partideki En Düşük Değer
R	: Dağılım Aralığı
h	: Sınıf Aralığı
k	: Önerilen Sınıf Sayısı
f	: Frekans



HASSAS DÖKÜM YÖNTEMİNDE KALİTE TEKNİKLERİ VE HATA ANALİZLERİ

ÖZET

Hassas döküm, kaybolan mum yöntemi yüzyıllarca heykel dökümü ve diğer sanatsal alanlarında kullanılmaktadır ve bu yöntem bronz döküm endüstrisinin de başlangıcını teşkil etmektedir. Ayrıca bu yöntem karmaşık ve yüksek değerli bileşiklerin ihtiyaç duyulduğu alanlarda tek parça halinde üretim gerçekleştiğinde önemli fırsat elde eder. Pahalı işleme, kaynak ve bunun gibi zorluklar gerektiren alan da öne çıkar.

Yöntemde mum modeller yada daha düşük ergime sıcaklığına sahip malzemeler kalıp içine dökülerek kullanılırlar. Model, refrakter sıvısı ile birkaç kez yeterli mukavemete ulaşması için kabuk kaplanır. Model eritildikten sonra kalan kabuk fırında mukavemetlendirilir ve nem uzaklaştırılır. Kalıp, daha sonra döküm için hazırlanmış olur.

Döküm hataları kritik yapısal alanlarda ve yüzeylerde arzu edilmez. Küçük hatalar yüzey iyileştirilmesinden sonra görülmezler.

Üretim yöntemi içersinde çeşitli hatalar malzemeye, parça dizaynına ve üretim tekniğine bağlı olarak ortaya çıkabilir. Hatalardan bazıları sadece malzeme görünüşünü etkilerken , diğer hatalar malzeme yapısını büyük ölçüde etkiler. Dökümlerde gelişebilecek birkaç hata şunlardır; gaz boşluğu, sıcak yırtılma, yürümeme, curuf, soğuk birleşme.

Problem çözme teknikleri ile oluşan yada oluşabilecek uygunsuzlukların tespiti ve çözümü gerçekleştirilebilir.

Bu master tezinde, hassas döküm yönteminden ve avantajlarından, kalite ve maliyetlerinden, döküm hatalarından ve oluşma nedenlerinden, problem çözme tekniklerinden, hassas döküm yönteminin uygulandığı bir firmadan proses sırasında meydana gelen uygunsuzlukların çözümünde kullanılan kalite sistem araçlarının bir kısmından örnek uygulamalar verilerek anlatılmıştır ve ortaya çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir.

QUALITY TECHNIQUES IN THE INVESTMENT (PRECISION) CASTING PROCESS AND DEFECT ANALYSIS

SUMMARY

Investment casting by the "lost wax" process has been used for centuries for casting statues and other art castings and this is still its main outlet in the bronze foundry industry. It is also a process worth considering where complex, high precision components are required as it offers the opportunity to make by a single casting an object that might otherwise entail difficult and expensive machining or a welded or brazed assembly.

The process uses a pattern of wax or other low melting point material which has itself to be 'cast' in a mould, although it may be built up from several parts. The pattern is invested with a refractory slurry several coatings being applied to build up a shell of adequate strength. The pattern is then melted out of this shell which is baked to strengthen the bonding of the refractory and remove moisture. It is then ready for casting.

Casting defects are undesirable in critical structural areas and on surfaces. Minor defects that would not be particularly noticeable can become quite obvious after surface treatment.

Various defects can occur in manufacturing processes, depending on factors such as materials, part design, and processing techniques. While some defects affect only the appearance of parts, others can have major adverse effects on the structural integrity of parts made. Several defects can develop in castings. For example; gas porosity, hot cracks, misrun, slag, cold shut.

Problem solving techniques are used for detecting and solving problems caused by defaults that are already occurred or might be occurred.

In these master thesis, the investment casting method and its advantages, quality, casting defects and their reasons, problem solving techniques and concerning examples and results will be discussed.

1. GİRİŞ

Hassas döküm yöntemi ile elde uygun malzemeden yapılmış bir model olduğu sürece çok karmaşık metal dökümler rahatlıkla yapılabilir. Çeşitli literatür çalışmalarda aşağıdaki isimlerde bu döküm tekniğine ulaşılabilir;

- Investment Casting veya Investment Shell Casting
- Precision Casting
- Lost-Wax
- Cire Perdue

Hassas döküm, iki farklı yöntem ile gerçekleştirilebilir. Bunlar; dereceli hassas döküm yöntemi (Solid Investment – Flask Investment) ve seramik kabuklu hassas döküm yöntemi (Shell Investment) dir.

Bu yöntemlerden seramik kabuklu hassas döküm için yapılan işlemleri kısaca şöyle sıralayabiliriz:

Öncelikle, metalden dökülmesi istenilen parçanın balmumu veya benzeri bir malzemeden modeli hazırlanır. Genellikle alüminyum (mücevhercilikte ise silikon) bir kalıp imal edilir ve plastik enjeksiyon yöntemi ile istenildiği kadar mum model elde edilir. (Döküm sonrası soğuma ve büzülme tahmini yapılarak model aslından biraz büyük imal edilebilir)

Parçalar yine mumdun yapılmış bir gövdeye yapıştırılırlar. Model, seramik banyosuna batırılarak (sulu alçı görünümünde bir sıvı) çevresine ince bir tabaka kaplanması sağlanır.

Seramik tabaka kuruyup katılaşınca kadar bekletilir. Yeteri kalınlıkta seramik kaplanınca kadar son iki işlem tekrarlanır. Dış tabakalarda daha kalın seramik tozu kullanılır.

Dış cidarı sert seramik kaplı parça bir fırına (otoklav) sokularak modelin eriyip dışarı akması sağlanır. Seramik malzeme ise yüksek sıcaklığa dayanıklı

Dış cidarı sert seramik kaplı parça bir fırına (otoklav) sokularak modelin eriyip dışarı akması sağlanır. Seramik malzeme ise yüksek sıcaklığa dayanıklı olduğundan şeklini muhafaza eder. Bu esnada mum modelin akarak çıkmayan kısımları da tamamı ile buharlaşır.

Modelden kalan boşluğa (daha önce bırakılmış bulunan bir ağızdan) ergimiş halde metal dökülür. Metal soğuyup katılaştıktan sonra darbe ile dış cidardaki seramik kırılarak parça ortaya çıkarılır. Parçalar ana gövdeden dairesel bir testere ile kesilerek alınır, bir başka deyişle göbek bağları kesilir. Son olarak gerekli çapak alma ve yüzey parlatma işlemleri yapılır [1-4].

Yukarıda anlatıldığı gibi bu proses son derece uygulanabilir bir özelliğe sahiptir.

Firmanın daha kapasiteli, sistemli çalışması, teknolojiyi takip etmesi, maliyetlerini aşağıya çekmesi ve en önemlisi de rekabet şansını artırması için her aşamada kaliteye önem vermesine bağlıdır.

Hassas dökümde, kalite iyileştirilmesi için döküm işleminin gerçekleşmesinden önce müdahale edilerek son aşamada ortaya çıkabilecek hataların önüne geçilecektir. Bunu başarabilmek için de kalite teknikleri ve hata analizlerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir.

Hassas dökümde kalite iyileştirilmesi sadece ilk aşamada değil son ürün elde edilip sevkiyata sunulana kadar devam eden bir süreçtir.

2. HASSAS DÖKÜM YÖNTEMİ

2.1 Hassas Döküm Yönteminin Tarihi

Hassas döküm yöntemi, en eski ve gelişmiş metalurjik tekniklerinden biridir. Hassas döküm tekniği günümüzde uçak endüstrisinden denizaltılarına kadar çok geniş bir uygulama alanına sahip olduğu görülür.

Fakat 'kaybolan mum' diye de adlandırılan bu tekniğin temelleri yaklaşık M.Ö 4000 yıllık geçmişe sahiptir. Eski Mısır ve Mezopotamya'da artist ve hetkeltraşlar hassas döküm yönteminin temellerini atarak, çok detaylı mücevherler, süsler ve heykeller yapmışlardır. Benzer teknikler çeşitli medeniyetlerde Çin'de, Afrika'da Benin krallığında ve Aztekler tarafından kullanılmıştır.

Modern endüstri tarafından 20. yüzyılın başına kadar hassas döküm yöntemi pek fazla dikkat çekmemiştir. Hassas dökümün kayıtlara göre teknik olarak ilk kullanımı dişçilik endüstrisinde protez yapımında 1897 yılında Iowa'da olmuştur.

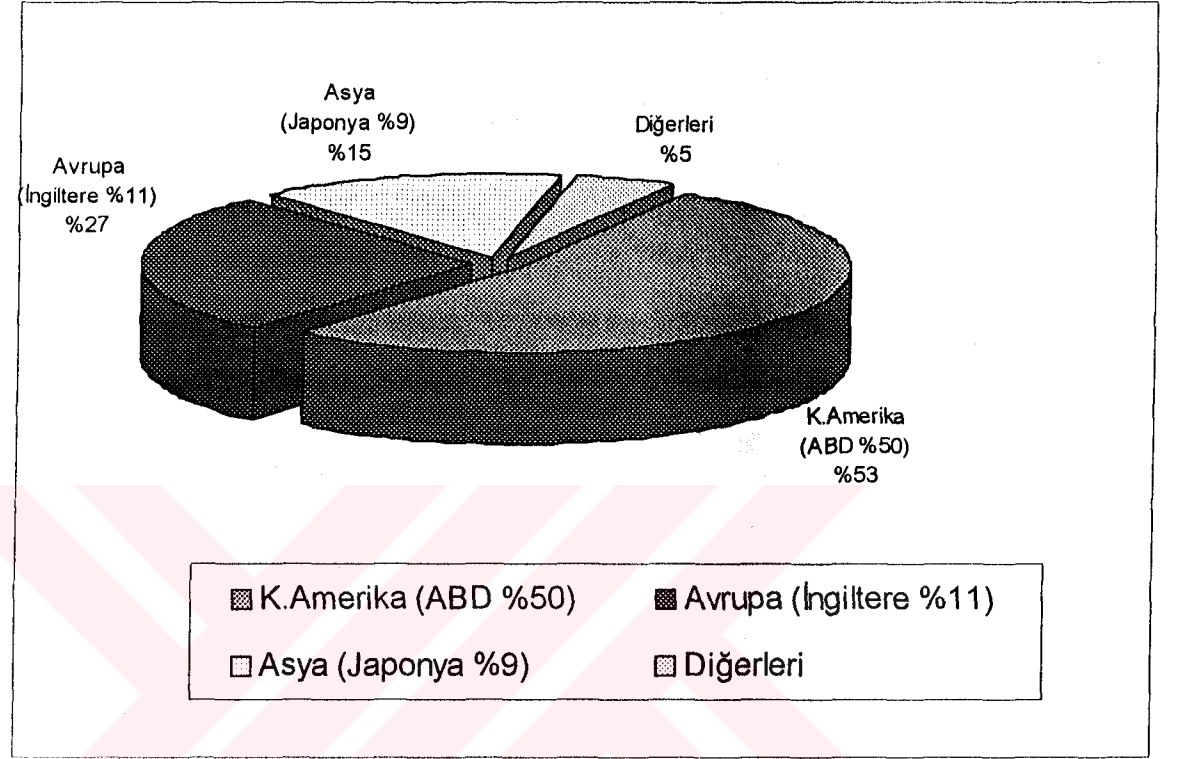
1932 yılında kaybolan mumun seramikle kaplanması prosesi geliştirilerek dişçilik ve ortopedik parçaların üretiminde kullanıldı. 2. Dünya Savaşı süresince acil askeri malzeme ihtiyaçlarının yeterince çabuk karşılanmaması ve diğer alternatif yöntemlerinin üretime elverişli olmaması (küçük ve geometrisi karmaşık olan parçalar) nedeniyle hassas döküm yöntemi öne çıkmıştır ve artık kendini endüstri alanında kabullendirmiştir [5,6].

Özellikle uçak endüstrisinde önemli gelişmelerin temeli bu yöntemin ilerlemesiyle atıldı. Savaşın sona ermesiyle diğer endüstrilerde de bu yöntemin uygulamaya girmesiyle dünyada yaygın bir kullanma yelpazesine sahip oldu.

2.2 Hassas Döküm Yönteminin Dünya'da Uygulama Oranı

Hassas döküm yöntemi dünya üzerinde her geçen gün daha geniş uygulama alanları bulmakla beraber uygulama oranı da artmaktadır. Aşağıdaki şekilde dünya genelinde hassas döküm yöntemi uygulamasını %100 kabul edilirse buna göre en fazla bu

yöntemin kullanıldığı yerin Kuzey Amerika da A.B.D'nin en büyük paya (%50) sahip olduğunu rahatlıkla görebiliriz. A.B.D 'ni sırasıyla İngiltere ve Japonya takip etmektedir [7].



Şekil 2.1 Hassas dökümün dünyada uygulama oranı

Yukarıdaki şekilde, hassas döküm yönteminin ülkemizde henüz kendine geniş bir uygulama alanına sahip olmadığı görülür. Bu açıdan ülkemizde hassas döküm yöntemi üzerine yatırımlar artmalıdır. Ancak bu sayede ilerlemiş ülkeler düzeyine çıkılacaktır.

Ayrıca diğer birçok yönetime göre avantajlarından dolayı gelişmiş olan ülkelerde her geçen gün diğer yöntemlere göre uygulama oranı artmaktadır.

2.3 Neden Hassas Döküm Yöntemi ?

Neden sorusuna verilecek yanıtlar bu yöntemin avantajlarını ifade edecektir. Hassas dökümün avantajlarını kısa başlıklar altında sıralanacak olunursa bu tercih edilme sebepleri çok net şekilde görülür

- Dizayn Serbestliği
- Yüksek Üretim Oranı
- Yüksek Boyutsal Hassasiyet
- Kusursuz Yüzey Elde Edilebilirlik
- Kompleks Parçaların Dökümü
- Üretimde Makina Kullanımının Az Olması
- Çevre İle Uyumlu Bir Proses Olması
- Alaşım Seçme Özgürlüğü
- Üretim Maliyetlerinin Az Olması
- Son Ürünün Kolay İşlenebilir Olması

Hassas döküm yöntemin sınırı ise 25 kg kadar parça döküm esnekliğinin olmasıdır [8-10].

2.4 Hassas Dökümün Endüstriyel Kullanım Alanları

Dünya’da hassas dökümün uygulama alanları çok geniştir. Aşağıda kullanım alanlarına örnekler verilmiştir.

- Otomobil parçaları
- Tıp aletleri ve ekipmanları
- Uçak gövdesinde ve yakıt depolarında
- Denizcilik ekipmanları
- Güvenlik sistemlerinde
- Tarım makinaları
- İnşaat gereçlerinde

- Silah parçalarında
- Tekstil makinalarında
- Spor ekipmanlarında [11-13]

2.5 Hassas Döküm Yöntemleri

Dökülen metalin türü, parça boyutları, istenen soğuma hızı gibi faktörlere bağlı olarak aşağıdaki iki farklı döküm yönteminden biri seçilir. Bunlar;

- Dereceli Hassas Döküm Yöntemi (Solid Investment – Flask Investment)
- Seramik Kabuklu Hassas Döküm Yöntemi (Shell Investment)

Bu iki yöntemi açıklayacak olursak;

2.5.1 Dereceli Hassas Döküm Yöntemi

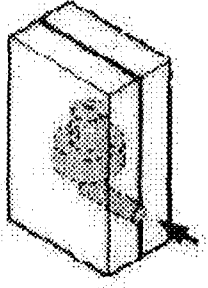
Bu hassas döküm yöntemi uygulamada demir esaslı ve demir dışı alaşımlar için olmak üzere ikiye ayrılır. Demir esaslılarda ve döküm sıcaklığı yüksek olan demir dışı alaşımlarda kalıp malzemesinin 1100°C'a kadar bozulmadan dayanabilmesi gerekmektedir.

Demir dışı alaşımlar için kullanılabilen alçı, demir esaslılara uygun bağlayıcı veya refrakter malzeme olmayacaktır. Demir dışı alaşımlar için modelde ön kaplamaya ihtiyaç olmamakla beraber, demir esaslılarda ön kaplama yapmak gerekmektedir.

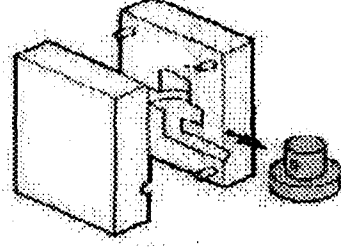
Mum model salkımı, 1000°C'den daha yüksek sıcaklıklarda eriyen metallerin dökümü için önce refrakter çamuru daldırılarak ön kaplama yapılır. Düşük sıcaklıkta eriyen metaller için gerekli olmayan bu ön kaplamadan sonra model salkımı paslanmaz çelik bir derece içinde refrakter bir karışımla kalıplanır.

Kalıplama masasına titreşim uygulanarak kalıp harcının yerleşmesi ve modeli tümüyle sarması sağlanır. Kalıplar kaplamadan sonar ters çevrilir ve 95-150°C sıcaklığa ısıtılarak eriyen mum dışarı akıtılır [14,15].

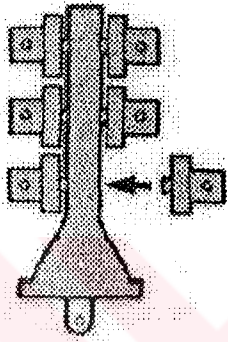
Aşağıdaki şekillerde dereceli hassas döküm prosesin adımları gösterilmiştir [16].



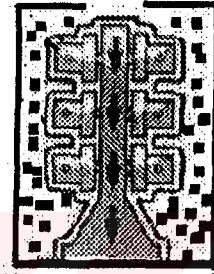
Şekil 2.2 Kalıba mum enjekte edilmesi



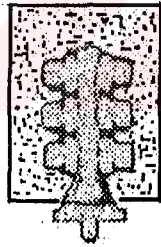
Şekil 2.3 Mum model elde edilmesi



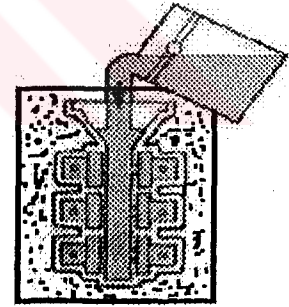
Şekil 2.4 Modeller salkıma monte edilmesi



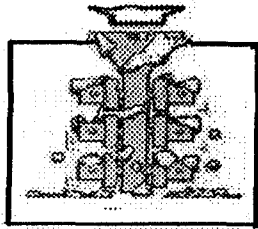
Şekil 2.5 Derece kalıp harcı ile doldurulması



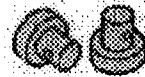
Şekil 2.6 Kalıp malzemesi katılaştıktan sonra mum eritilmesi



Şekil 2.7 Isıtılmış kalıba metal dökülmesi



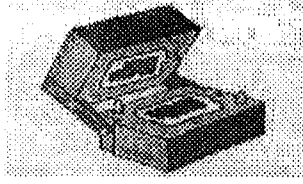
Şekil 2.8 Kalıp kırılarak dökülen parça alınması



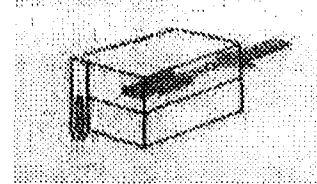
Şekil 2.9 Parçaların salkımdan kesilmesi ve elde edilmesi

2.5.2 Seramik Kabuklu Hassas Döküm Yöntemi

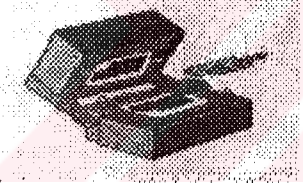
Seramik kabuklu hassas döküm yöntemi, karbon çelikleri ve alaşımlı çelikler, paslanmaz çelikler, ısıya dirençli alaşımlar ve diğer ergime dereceleri 1100°C'in üzerinde olan alaşımların dökümünde kullanılır. Bu döküm yöntemi, tez çalışmanın yapıldığı Gür Metal'de de olduğundan daha ayrıntılı şekilde açıklanacaktır. Bu prosesin adımları aşağıda şekillerde gösterildiği biçimde ilerlemektedir [17].



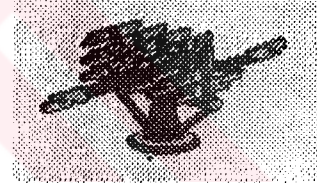
Şekil 2.10 Mum model hazırlanması için kalıp yapımı



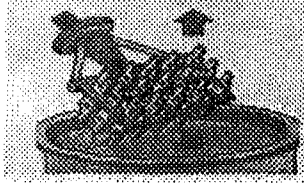
Şekil 2.11 Kalıp içine eriyik mum enjekte edilmesi



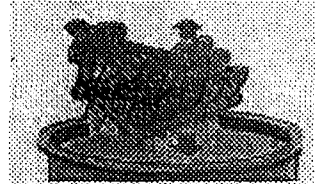
Şekil 2.12 Mum modelin kalıptan çıkarılması



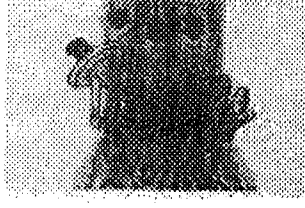
Şekil 2.13 Mum modellerin salkıma montaj edilmesi



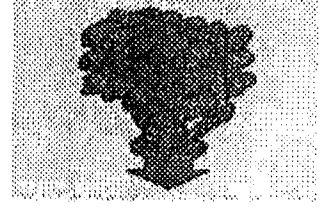
Şekil 2.14 Mum salkımının seramik sıvısına daldırılması



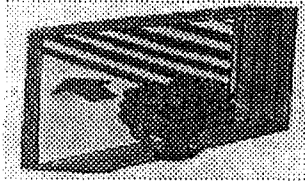
Şekil 2.15 Daldırma işleminin birkaç kez tekrarlanması



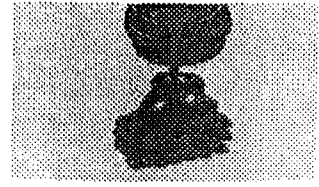
Şekil 2.16 Salkımı refrakter toz banyosuna tutarak seramik kabuk oluşturulması



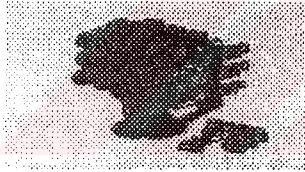
Şekil 2.17 Otoklavda mum eritilerek kabuk içinin boşaltılması



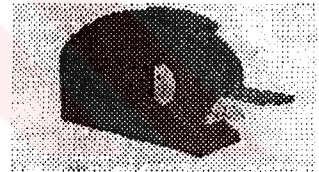
Şekil 2.18 Seramik kalıbın döküm işlemine alınmadan önce ısıtılması (Sinterleme)



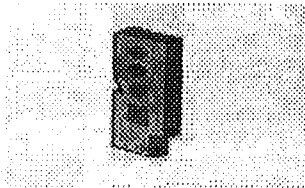
Şekil 2.19 Potadan metal döküm işleminin sıcak seramik kalıp içine yapılması



Şekil 2.20 Salkımı kaplayan seramik kabuğun kırılması



Şekil 2.21 Döküm parçalarının yolluklarının kesilmesi ve yüzey işlemlerinin yapılması (Taşlama, Kumlama, Sıfırlama)



Şekil 2.22 Döküm parçasının son şeklini alması

2.6 Hassas Dökümün Diğer Yöntemlerle Karşılaştırılması

Hassas döküm yönteminin diğer yöntemlerle karşılaştırılması Tablo 2.1’de gösterilmiştir. Karşılaştıma özelliklerinden tolerans aralığı, dizayn serbestliği, alaşım seçimi, boyutsal aralık, işleme zamanı özelliklerinin mükemmel düzeyde olduğu görülür [18].

2.7 Hassas Döküm Mumlarının Sınıflandırılması

Hassas döküm mumları gerçek anlamda bir kaç çeşit malzeme bileşiklerinden meydana gelmektedir. Bu nedenle üretimde önemli bir etki alanına sahiptir. Hassas dökümde kullanılan mumlar üç ana sınıfa ayrılır[19] ;

- Doğal Ester Mumları
- Doğal Hidrokarbon Mumları
 - i. Parafin Mumları
 - ii. Orta Derece Mumları
 - iii. Mikro-Kristalin Mumları
- Sentetik Mumlar

2.7.1 Hassas Döküm Mumlarının Kullanım Noktaları

Hassas dökümde mumların proses de kullanım noktaları şunlardır;

- Model mumu olarak
- Yolluk mumu olarak
- Kafa mumu olarak

2.7.1.1 Hassas Döküm Mumlarının Kontrol Noktaları

Hassas döküm mumlarının kontrol noktaları şunlardır;

- Ergime ve katılaşma noktası
- Sertlik ve elastiklik
- Viskozite

Tablo 2.1 Hassas Dökümün Diğer Yöntemlerle Karşılaştırılması

PROSES	Tolerans Aralığı	Dizayn Serbestliği	Alaşım Seçimi	Boyutsal Aralık	İşleme Zamanı	Yüzey Bitirmesi	Yatırım maliyeti
Hassas Döküm	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel	Kısa	İyi	Orta
Basınçlı Döküm	Mükemmel	Mükemmel	Düşük	İyi	Uzun	İyi	Yüksek
Toz Met.	Mükemmel	Orta	İyi	Orta	Uzun	Mükemmel	Orta
Presle Basma	Mükemmel	İyi	Orta	Orta	Kısa	İyi	Yüksek
Dövme	Orta	Orta	İyi	Orta	Uzun	Orta	Yüksek
Kum Döküm	İyi	İyi	İyi	İyi	Kısa	Orta	Düşük

- Kül içeriği
- Çökelme
- Kararlılık [20]

2.8 Hassas Döküm Modelleri

Hassas döküm yönteminde model malzemesi olarak en çok balmumu kullanılır. Ayrıca plastik malzeme modellerde kullanılmaktadır ve model malzemesi olarak kullanılan Hg ise artık kullanımdan kalkmıştır.

Hassas dökümde boyutsal tolerans , en uygun şartlarda 2,54 cm'den büyük olmayan döküm parçaları için 0.005 cm olarak kabul edilebilir. Bununla beraber bir çok metal alaşım için, yine döküm parçasının maksimum boyutu 2,54 cm'yi geçmemek kaydıyla, boyutsal tolerans 0.001 cm alınmalıdır. Bu hassasiyeti elde edebilmek için refrakter karışımının ve model malzemesinin uyumlu olması gerekmektedir. Ayrıca aşağıda belirtilen genleşme ve çekilme özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekir [21].

- Model malzemesindeki çekme
- Modeldeki çekilme ve katılaşma sırasında oluşan maksimum çekmenin yönü
- Metalin katılaşmadan sonraki oda sıcaklığına kadar olan büzülmesi
- Ön ısıtma esnasında kalıpta genleşme
- Sıvı metal içine doldurulduğunda kalıptaki genleşme

2.8.1 Hassas Döküm Maçaları

Hassas döküm yöntemiyle üretilen parçaların bir kısmı geometrik açıdan karışık olabilir ve bu durumda kalıp içinde istenilen boşlukların model ile sağlanamadığı durumda boşlukların elde edilmesi için maçalardan yararlanılır.

Çözünen balmumu maçalar (geçici modeller) su veya zayıf asitlerde çözünen balmumundan yapılır. Bu maçalar model kalıbı içine yerleştirilir, bunların çevresine normal olarak kullanılan model balmumu (çözünmeyen) enjekte edilir ve ardından

zayıf bir asit solüsyonu yardımı ile çözünen balmumu ortamdan uzaklaştırılır. Tek parça halinde ve gereken boşlukları içeren model elde edilir.

Başka bir yöntem de kompleks şekilli modellerin ayrı parçalar halinde ayrı kalıplarda yapılıp sonra bir araya getirilmesi şeklindedir. Son bir yöntem ise şekil verilmiş ve pişirilerek sertleştirilmiş seramik maçaların kullanımınıdır.

2.9 Hassas Döküm Yönteminde Kullanılan Mineral Kumlarının Özellikleri

Hassas döküm yönteminde kullanılan çeşitli mineral kumlarından istenen özellikler şunlardır;

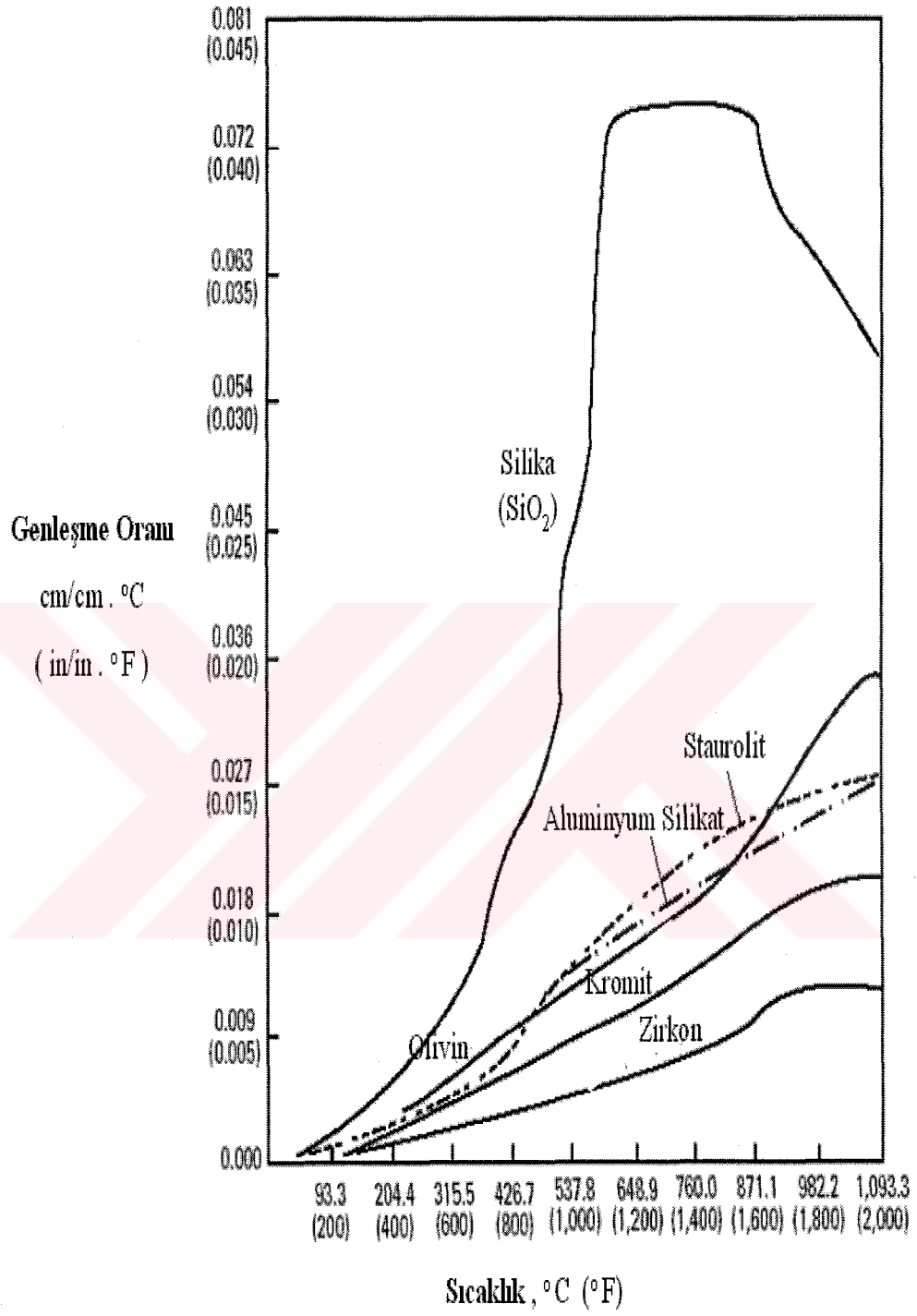
- Düşük Termal Genleşme Katsayısı
- Yüksek Refrakterlik Özelliği
- Sıvı Metalle Reaksiyona Girmemesi
- Sıvı Metali Taşıyabilecek Bir Mukavemet
- Yüksek Sıcaklıkta Kararlılık
- Yüksek Termal Şok Direnci
- Düşük Maliyet
- İyi Yüzey Kalitesi

2.9.1 Zirkon Kumu

Hassas döküm yönteminde mineral kumu olarak en çok kullanılan Zirkon'dur. Kimyasal bileşimi (ZrO_2SiO_2) (%67 ZrO_2 , %33 SiO_2)dir.

Zirkon'un en iyi refrakter özelliğine sahip olması, metal sızmasına karşı direnci, hava veya vakum ortamında döküme uygun olması tercih edilmesinde önemli etkindir. Ancak Zirkon'un tek dezavantajı yüksek ısı iletkenliğinden dolayı ince kesitli parçalarda hızlı katılaşmanın sonucunda birleşmeme sorunu çıkarabilir.

Zirkon kumunun, sıcaklık ile ısıl genleşmesi arasındaki ilişki aşağıdaki Şekil 2.23 de verilmiştir [22,23].



Şekil 2.23 Mineral Kumlarının Isıl Genleşme Katsayı

3. HASSAS DÖKÜMDE KALİTE OLUŞTURULMASI

3.1 Kaliteyi Etkileyen Temel Etmenler

Ürün kalitesinin rekabet ortamında temel teşkil etmesinden sonra bir çok firma kalite imajını oluşturma ve devam ettirme çalışmaları başlatmışlardır. Bu imaj, müşterilere, pazarlama ve satış bölümleriyle yansıtılırken, reklam politikalarının da anahtar kelimesini oluşturur.

Ürünlerin ve hizmetlerin kalitesi başlıca dokuz temel faktörden direkt olarak etkilenir. İngilizce olarak 9M olarak da bilinen bu faktörler şunlardır.

Pazar	(Markets)
Para	(Money)
Yönetim	(Management)
İnsan	(Men)
Motivasyon	(Motivation)
Malzeme	(Materials)
Makina ve Techizat	(Machines and Mechanization)
Modern Bilgi Metodları	(Modern Information Methods)
Üretim Parametrelerini Oluşturma.	(Mounting Product Requirements)

Ürün ve üretim sistemlerinin güvenilirliğini sağlamak ve sistem performansını düşürmemek için hiç bir faktörün sisteme etki etmesine izin verilmemelidir.

3.2 Kalite Maliyetleri

Bir kalite eğitimi sonunda ABD'deki orta büyüklükteki bir firmanın üst yöneticisi şunları söylemiştir. "Gerçekten kötü kalite nedeniyle ne kadar para kaybettiğimi şimdiye dek hiç düşünmemiştim. Hurda maliyeti, muayenelerin maliyeti ve kalite kontrol departmanının maliyetini biliyordum, fakat kötü kalitenin;

müşteri kaybı, geciken teslimler, fazla mesai, iyi personelin kaybı gibi maliyetlerini düşünmemiştim. Hele kötü kalite maliyetlerinin satışlarımızın % 20'sini oluşturduğunu hiç düşünmemiştim, fakat şimdi öyle olduğunu iddia ediyorum. Bu maliyet üretiminin en alt düzeyinde kaybedilen paradır.”

Bir kuruluştaki uygulanan istatistiksel kalite kontrol programının başarısı ve etkinliği sonuçta hataların miktarını azaltılacak ve maliyetleri dolayısıyla kuruluşun karlılığının etkileyecektir.

İşletmeciliğin çeşitli alanlarında söz konusu olduğu gibi, kalite planlama ve kontrolünde de birden fazla seçenek arasında belli kıstaslara göre seçim yapmak durumu vardır. Bu kıstaslardan tahmin edileceği gibi maliyettir.

Kaliteye ilişkin maliyetler, sağlıklı bir biçimde belirlenip hesaplandıklarında aşağıdaki yararları sağlarlar:

- Kalite planlama ve kontrol programının etkinliği hakkında bir değerlendirme yapılmasını olanaklı kılarlar.
- Belirlenen gereksinimlere göre programların düzenlenmesini sağlarlar.
- Ürünlerin fiyatlandırılmasında net olarak bilgi sağlarlar.
- Kalite planlama ve kontrol çabalarının kuruluşun kaliteye ilişkin faaliyetleri arasında dengeli bir şekilde yayılmasını kolaylaştırırlar.

Bu noktada hemen belirtmek gerekir ki sadece yüksek kalitede mal üretmek bir kuruluşun uzun dönemdeki başarısı için yeterli değildir; bu kalitede malı üretebilmek için yapılan hata harcamaları ve bunların dağılımı da en az kalite düzeyi kadar önemlidir. Kaliteye ilişkin kararların ekonomik yönleri incelenirken hataların önlenmesi ve değerlendirilmesi son derece önem verilmesi gereken bir konudur [24].

Kalite Maliyetleri, aşağıda detaylı olarak tanımlanmış gruplar bazında izlenir. Aşağıda bahsedilen ASQC'nin önerdiği kalite öncülerinden Armand Feigenbaum'um geliştirdiği metodolojidir.

Amerikan Kalite Kontrol Derneği'nin Kalite Maliyeti Komitesi, Kalite Maliyetlerinin 3 kategoride tanımlanabileceğini belirtir:

1. Önleme:

Kalite Sistemini tasarlamak, geliştirmek ve korumakla görevli personelle ilgili maliyetler.

2. Değerlendirme:

Kalite Standartlarına ve çalışma gereklerine uygunluğu temin etmek için mamullerin, parçaların ve satın alınan malzemelerin ölçümü, değerlendirilmesi ve muayenesiyle ilgili maliyetler.

3. A. İ Hata Maliyetleri:

Kalite gereklerini karşılayamayan ve imalat kayıplarına yol açan hatalı mamul, parça ve malzemeyle ilgili maliyetler.

B. Dış Hata Maliyetleri:

Müşterilere kusurlu mamul teslim etmekten doğan maliyetler.

Amerikalı Mühendis David Simmons “Practical Quality Control” adlı kitabında, ayrıntılı kalite maliyetleri tanımları yapmıştır. Buna göre üç kalite maliyeti kategorisinin toplam kalite maliyetleri içerisindeki payları şöyledir.

1. Önleme Maliyetleri (%5 ya da daha az)
2. Değerlendirme Maliyetleri (%25)
3. Hata Maliyetleri (%70)

3.2.1 Önleme Maliyetleri

a-) Kalite Yönetimi:

Değerlendirme etkinliklerinden direkt sorumlu olanların (muayene formeni gibi) dışındaki bütün kalite nezaretçisi personelin maliyetleridir.

b-) Kalite Mühendisliği:

Planlama safhasıyla ilgili bütün kalite mühendisliği personeli ve etkinliklerinin maliyetidir. Bu mamul tasarımı, tüketici şikayetleri ve benzer etkinlikleri içermez.

c-) Diğer Etkinliklerle Kalite Planlama:

Kalite Kontrol Bölümü dışındaki personel tarafından yapılan test teçhizatı tasarımı, güvenilirlik çalışmaları, muayene planlama ve benzer etkinliklerin maliyetini oluşturur.

d-) Kalite Eğitimi:

Kalite eğitim programları ile ilgili bütün maliyetler.

e-) Tedarikçi Değerlendirme (Audit/Denetim Giderleri):

Uygun tedarikçi firmayı seçmede ve satıcı araştırmaları için sarfedilen zaman artı yol masraflarıdır. (Bunlar tedarikçi firmanın fabrikasındaki muayeneleri içermez.)

f-) Mevzuat ve El Kitapları:

Kalite mevzuatı, işçi el kitabı, muayene standartlarını geliştirme ile ilgili maliyetler toplamıdır.

g-) Diğer Önleme Maliyetleri:

Planlama safhasındaki kalite programı ile ilgili diğer önleme maliyetleridir.

h-) Çizim Kontrol Merkezleri:

Çizimleri, spesifikasyonları kontrol etme ve gözden geçirme ile ilgili tüm iş gücü masraflarıdır. (orijinal dökümanların elde edilme maliyetini içermez.)

ı-) Diğer Kalite Kontrol Yönetimi Görevleri:

Direkt olarak değerlendirme etkinliklerine atfedilemeyen diğer Kalite Kontrol Bölümü maliyetleridir. Bunlar form ve raporların hazırlanmasına harcanan zaman ile sırf bu işte kullanılan teçhizatın maliyetlerini içerir.

Başka bir anlatımla, hatalı üretimin önlenmesi amacıyla yürütülen faaliyetlerden doğan maliyetler önleme grubunda yer alır.

3.2.2 Değerlendirme Maliyetleri

Değerlendirme maliyetleri, fabrika ve piyasada ham ve yardımcı madde, yarı mamul madde ile ürünün kalite standartlarına uygunluğunu denetlemesi faaliyetlerinden doğan maliyetlerdir.

a-) Teslim Muayenesi:

Satın alınan malzemelerin muayene ve testleriyle ilgili muayene masraflarıdır. Her türlü laboratuvar tahlili ve diğer özel hizmetler buna dahildir. Ancak reddedilen yığınların yeniden işlenmesi etkinliklerini içermez.

b-) Tedarikçi Muayeneleri:

Satıcı firmanın fabrikasında muayeneleri gerçekleştirmek üzere harcanan zaman ve yol masraflarını içerir. (Tedarikçi değerlendirme masraflarını içermez)

c-) Muayene ve Test:

Mamulun değerlendirilmesi ve kontrolü için yapılan tüm muayene ve test masraflarıdır.

d-) Ayarlama ve Bakım:

Değerlendirme işlemlerinde kullanılan muayene ve test teçhizatlarının ayarlama ve bakım masraflarını içerir.

e-) Belirleme Testleri:

Ömür ve Çevre testlerini yürütme masraflarıdır. Bu masraflar test sonucunda kullanılamaz hale gelen malzeme ya da mamulun maliyetini içermez.

f-) Son Muayene:

Son muayene masraflarıdır. Ayrıca paketleme, koruma, yükleme ve nakliye masraflarını da içerir.

g-) Satıcı Hizmetleri:

Ayarlama, belirleme testleri, laboratuvar testleri ve teçhizat tamiri gibi satıcı hizmetleri masraflarıdır.

h-) Tüketici Testleri:

Mamulü tüketiciye teslim etmeden ürünü tüketicinin kullanacağı yere yerleştirme ile ilgili test masraflarıdır.

i-) Operator Muayeneleri:

Kalite personeli tarafından verilen talimata uygun olarak gerçekleştirilen tüm kontrol masraflarını oluşturur.

j-) Proses Kontrol Masrafları:

Ekipman ve işgücü olarak proses denetim giderlerini içerir.

k-) Proses Kontrol Mühendisliği:

Değerlendirme etkinliklerini sarf edilen kalite mühendisliği masraflarıdır. İçerdikleri; ilk parça muayeneleri, sorunları giderme, standartların açık bir hale getirilmesi, mamul özelliklerini belirleme vs.

l-) Techizat:

Techizat kullanımı için yapılan masrafların toplamıdır.

m-) Malzeme:

Değerlendirme etkinliklerinin bir parçası olarak harcanan malzemelerin maliyeti, testler sırasında bozulan mamul ve örneklerin maliyeti, kullanma maliyeti ve diğer malzeme maliyetleridir.

n-) Kalite Raporları:

Değerlendirme çalışmaları üzerine periyodik kalite raporları hazırlamada harcanan işgücü ve bilgi masraflarıdır.

3.3.3 Hata Maliyetleri

a-) İskarta:

İşlem hataları yüzünden ıskartaya ayrılan maddelere harcanan malzeme ve işgücü maliyetleridir. Bu hatalar kötü tasarım ve diğer nedenlere bağlanabilir. Hammaddelerin işlenmesinde harcanan malzeme masraflarını içermez. Modası geçmiş olduğundan ya da programda kısıntı sonucu elde kalan malzeme maliyetlerini içermez.

b-) Yeniden İşleme:

Mamul ilk seferinde doğru üretilmediği için yeniden işlenmesiyle ilgili masrafları içerir.

c-) Tedarikçi Hataları:

Malzemelerin satın alındığı firmanın hatalarına dayanan her türlü yeniden işleme ve ıskarta maliyetleridir. Satıcı tarafından garanti edilen masrafları içermez. Ancak reddedilen yığınların muayene masraflarını içerir.

d-) Malzeme Taşıma:

Reddedilen malzemeyi taşıma masrafları, malzemenin reddedilmesinden doğan tüm masraflardır.

e-) Müşteri Masrafları:

Mamul müşteriye ulaştırılıp kullanıldıktan sonraki tüm masrafları içerir. (Garanti, değiştirme, servis, şikayetlerin takip edilmesi).

f-) Diğer Bölümlerin Kalite Çalışmaları: Bir kalite sorununu çözmede mühendislik, satın alma ve diğer bölümlerin sarfettiği masraflardır. (Mamulün denenmesi ile ilgili normal mamul geliştirme mühendisliği masraflarını içermez).

3.4 Kalitesizlik Maliyeti ve Riski

Öyle bir firma düşününüz ki, ürettiği her 100 maldan 20'si düzeltilmek üzere müşteriden dönüyor olsun. Bu tablo ile ilgili maliyet boyutunun iki bileşkesi vardır:

a-) Hesaplanabilir Maliyetler:

b-) Gizli Maliyetler:

3.4.1 Hesaplanabilir Maliyetler:

Yukarıda belirtildiği gibi bu maliyetler, hatalı ürünün düzeltilmesi için yapılan masraflardır. Bunlar;

- Tamir için gereken parça maliyeti
- Fazladan harcanan işgücü
- Üretim safhasında işgal edilen saha ve diğer kullanım kalemleri
- Taşıma giderleri
- İletişim giderleri
- Taşıma ve iletişim için kullanılan işgücü

3.4.2 Gizli Maliyetler:

Bu maliyetteki unsurlar için tahminde bulunmak güçtür. Müşteri kitlesinin alternatif ürünlere ve rakip firmaların ürünlerine yönelmesi ve pazar kaybı gibi olasılıklar bu maliyetin bileşenleri olarak düşünülebilir.

Bir veya bir kaç kez uygunsuz mal ile karşılaşan müşteri, normal şartlar altında, söz konusu firmanın malını kapısından içeri sokmayacaktır. Ayrıca unutmamak gerekir ki, şikayetçi bir müşterinin etkilediği müşteri potansiyeli memnun bir müşteriye kıyasla çok daha fazladır.

Japonya’da bu konuda bir özdeyiş vardır: “Memnun bir müşteri belki bir tane daha getirebilir, ancak kızgın bir müşteri mutlaka sekiz tane daha kaçırır.”

Bu bağlamda kalitesiz ürün veya hizmet sunmanın riski firma bazında ve müşteri bazında olmak üzere iki yönden incelenebilir:

Firma için riskler:

- Satışların azalması
- Prestij kaybı
- Kaynakların israfı ve verimin azalması
- Çalışanların motivasyonunu kaybetmesi
- Maddi ve manevi tazminatlar

Müşteri için riskler:

- İnsan sağlığı ve güvenliği
- Mal ve hizmetlerde tatminsizlik
- Güvensizlik

Bütün bu risklerin ortadan kaldırılması için firmalar öncelikle kalitesiz mal üretmemeye çalışmalı, eğer kalitesiz mal üretilmişse müşteriye ulaşmasına engel olmalı, eğer olamamış ve geriye dönmüş ise müşteriye en iyi biçimde memnun etmelidirler.

Şunu unutmamalıdır ki, üründen memnun olmayan pek çok müşteri, şikayetlerini işletmeye bildirmezler ve bu hoşnutsuzluklar da büyüyerek uzun vadede işletmenin sürekliliğini tehlikeye sokar.

Bu riski önlemek için şirketler düzenli olarak ürünleri satın alan müşterilere anket düzenleyerek şikayetlerini, geliştirilmesi ve değiştirilmesi gereken konular hakkındaki görüşlerini öğrenmeli ve bu verileri değerlendirerek üretim sürecine sokmalıdır [25].

3.5 Gelişmekte Olan Ülkelerde Kalite Sorunları

Bir ülkede yönetimi ve sanayinin gelişmesiyle birlikte kalite yönetimi de daha karmaşık bir yapı kazanmaktadır. Ekonomik ve sınai gelişmelerde istikrar, kaliteli üretimi sürdürmenin temel koşullarından birini oluşturmaktadır. Kalite sistemi basit bir işlemler kümesi olmayıp ülkenin ekonomik ve sınai düzeyi tarafından etkilenen tümleşik bir sistemdir. Gelişmekte olan ülkelerde işletme yöneticileri genel olarak Toplam Kalite Yönetimi felsefesini kavramışlardır. Ancak uygulamada gerek teknik ve gerekse yönetsel açıdan çeşitli güçlüklerle karşılaşmaktadırlar.

3.5.1 Gelişmekte Olan Ülkelerde Kalite Sorunlarının Nedenleri

Gelişmekte olan ülkelerde kalite sorunlarının nedenlerini aşağıda maddeler şeklinde sıralanmıştır;

- Yetersiz teknoloji
- Techizat noksanlığı
- Hammadde ve ara girdiler
- Yetersiz insan gücü
- Eğitim ve öğretim standartlarının yetersizliği
- Yetersiz ve düzensiz enerji
- Kanuni düzenlemeler
- Modern yönetim anlayışlarının bilinmemesi

3.5.1.1 Yetersiz Teknoloji

Bilimsel ve teknolojik gelişmeler, daha karmaşık ve gelişmiş mamul ve hizmetlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. İleri teknoloji uygulanması ile bir yandan daha nitelikli mamul ve hizmetleri tüketiciye sunulurken diğer yandan üretim sisteminin işletilmesi ve yönetilmesi daha karmaşık hale gelmektedir. İşte gelişmekte olan ülkelerde en önemli sorunlardan bir tanesini teknolojik düzeyin yetersizliği oluşturmaktadır.

3.5.1.2 Teçhizat Noksanlığı

İleri teknoloji ile yakından ilgili olarak donanımlar yani modern makine ve teçhizat noksanlığı, gelişmekte olan ülkelerde düşük kalitenin bir diğer nedenidir. Teknolojik gelişmeler sonucunda karmaşık bir yapı kazanan modern donanımların sağlanması konusunda gelişmekte olan ülkelerde çeşitli güçlükler olduğu bilinen bir olgudur.

3.5.1.3 Hammadde ve Ara Girdiler

Sınai mamullerin ve hizmetlerin kalitesini etkileyen önemli etmenlerden bir diğeri, hammadde ve ara girdilerdir. Gelişmekte olan ekonomilerde gerek döviz dar boğazı ve gerekse diğer teknik sorunlar nedeniyle malzeme kalitesinde istikrar, yeterince sağlanamayan bir unsur olmaktadır.

3.5.1.4 Yetersiz İnsan Gücü

Düşük kaliteye yol açan bir başka etmen nitelikli insan gücünde görülen kıtlıktır. Tarım toplumundan sanayi toplumuna geçiş döneminde bulunan gelişmekte olan ülkelerin önündeki en önemli engellerden bir tanesi nitelikli insan gücü eksikliğidir. İnsan gücünün yetişmesi ve nitelik kazanması yüksek teknolojinin uygulandığı ortamlarda mümkün olabilmektedir. İleri düzeyde teknolojik altyapı ve kültür birikimi için yüksek teknolojinin uygulandığı ortamlarda mümkün olabilmektedir. İleri düzeyde teknolojik alt yapı ve kültür birikimi için yüksek teknolojinin yaşama geçirilmesi zorunlu koşuldur.

3.5.1.5 Eğitim ve Öğretim Standartlarının Yetersizliği

Eğitim ve öğretim standartlarının yetersizliği, sosyal ortamın ve kültürel yapının elverişsizliği, gelişmekte olan ülkelerde kalitenin sağlanması ve sürdürülmesinde karşılaşılan diğer sorunlardır. Bu konularda ilerleme sağlanabilmesi, devletin yanında kuruluş yöneticilerinin de gerekli ilgi ve desteği göstermelerine bağlıdır.

3.5.1.6 Yetersiz ve Düzensiz Enerji

Yetersiz altyapı nedeniyle ucuz ve bol miktarda enerji üretiminin sağlanamaması dolaylı olarak kaliteli mal üretimini etkileyen bir başka etmendir. Enerjinin sık sık kesildiği ve kısıtlandığı zamanlarda prosesler durmakta ve belli üretimlerde bozuk mamul oranı yükselmektedir. Benzer biçimde, hizmet kullanımı olumsuz yönde etkilenmekte ve müşterilerin doyumu azalmaktadır.

3.5.1.7 Kanuni Düzenlemeler

Bu ülkede kalitenin yaratılmasını yakından ilgilendiren konulardan bir de yasalardır. Yüksek gelirli tüketicilerin yüksek kaliteli mal ve hizmetleri talep etmesi yanında eğitim ve kültür düzeyi gelişmiş ve bilinçli tüketicilerin (müşterilerin) var olduğu toplumlarda yasalar bu yönde çıkarılmaktadır. Tüketici korunması ile ilgili mevzuat ve buna bağlı olarak standartlar, toplumdan gelen baskınlar ve güdülemeler sonucu oluşturmaktadır.

3.5.1.8 Modern Yönetim Anlayışlarının Bilinmemesi

Gelişmekte olan ülkelerin büyük bir çoğunluğunda organizasyonlar çoğunlukla Taylor öncesi dönemi çağrıştıracak, Taylor sonrası modellerde ise kalıplaşmış iş tariflerinden ve kişileri bulundukları hücrelere tıkayan organizasyon şemalarından medet umulur. Günümüzde ezici rekabet koşullarında var olma mücadelesinde başarılı olunabilmesi için geliştirilen Lean Management (Yalın Yönetim), Total Quality Management (Toplam Kalite Yönetimi) gibi çağdaş ve modern yönetim biçimleri bilinmemektedir. Bu liste daha da uzatılabilir.

Bu noktada gelişmekte olan ülkeler sınıfına dahil olan ülkemizde kalite hususunda karşılaşılan sorunlar ve ortaya çıkan başarısızlıkların nedenlerini ana hatlarıyla belirtildikten sonra hataları incelemekte fayda vardır [26].

4. HASSAS DÖKÜM YÖNTEMİNDE KALİTE TEKNİKLERİ (UYGULAMA)

Yüksek lisans tez çalışmasının uygulama aşaması hassas döküm yöntemindeki hataların tespiti ve değerlendirmeleri uygulamaları Tuzla'daki GÜR METAL San. Ve Tic. Ltm. Şirket'in de yapıldı.

Hassas döküm yönteminde uygulama alanında farklı kademelerinde ortaya çıkan hataların nedenleri, önlenmesi ve bu hataların kalite üzerindeki etkileri incelenmiştir. Öncelikle Gür Metal firmasını kısaca tanıtmayla başlarsak;

4.1 Gür Metal

1990 yılında kurulan Gür Metal 4444 m² açık alan ve 2640 m² kapalı alanda faaliyet göstermektedir.

Gür Metal'in döküm kapasitesi 600 ton/yıl olup başta Almanya olmak üzere Fransa, Belçika ve Hollanda'ya imalatın %30'u civarında ihracat yapılmaktadır. İmalat özel bir bilgisayar programı vasıtasıyla kontrol edilmektedir. Kalıbı olmayan parçaların kalıp imalatıyla birlikte numune teslim süresi 6-8 hafta olup keza iki parti teslimat süresinde 6-8 hafta arasındadır. Her sevkiyatla birlikte Kalite Kontrol Raporu (EN 10204) hazırlanıp yollanmaktadır Kalıp dizaynları firma tarafından hazırlanmakta ve imatları kalıp atölyesinde gerçekleştirilmektedir.

Gür Metal günde iki tona ulaşan döküm kapasitesiyle, ağırlıkları 1 gram'dan 25 kilograma, boyutları 1 mm'den 600 mm'ye kadar değişen 1000 adedin üzerindeki farklı parçayı özellikle ;

- Tekstil ve dokuma
- Otomotiv
- Ziraat
- İnşaat

- Tıp ve ortopedi
- Silah ve Savunma

Endüstrilerine yönelik olarak tüm sektörlerin beklentilerini en üst düzeyde karşılayacak şekilde özenle üretmektedir

Gür Metal sorumlulukların bilincindeki seçkin mühendis, yetişkin usta ve kalite kontrol elemanlarıyla, Hassas Döküm parçalarının yüksek kalite standardını, üretimin tüm aşamalarında uygulanan kalite güvence sistemi ile sağlamaktadır. Gür Metal bu nedenlerle Hassas Döküm Sanayi'nin yıllardır en önde gelen kuruluşlarından biri olup RW-TÜV ISO 9002 belgesine sahiptir [27].

4.2 İstatistik ve Kalite Teknikleri

İstatistik ve kalite tekniklerini kullanmamız için öncelikle elimizde verilerin olması gerekmektedir. Bu amaçla veri toplama işleminden bahsederek;

4.2.1 Veri Toplama

Bir işletmenin yada prosesin performansını geliştirmek için mutlaka verilere ihtiyaç vardır. 'Gerçeklere dayalı yönetim' ve 'sürekli gelişme' ancak doğru, zamanlı ve güvenilir verilerle gerçekleşir.

Daha çok veri daha başarılı bir yönetim anlamına gelmez; sadece gerekli veriler toplanmalıdır. Kullanılmayan veya değerlendirilmeyen veriler zararlıdır, zira gereksiz maliyet getirirler. Kimi işletmelerde bilinçsizce veri toplanır ve değerlendirilmeden depolanır. Bu tür veri toplama, 'nasılsa bir gün işe yarar' mantalitesi kişileri de, bilgisayarları da, işletmeyi de, meşgul eder, yararlı işleri geciktirir.

Veriler belli bir amaç için ve o amaca uygun yöntemlerle toplanır, değerlendirilir ve gereği yapılır. Bu nedenle:

- Amaç açıkça belirlenir.
- Amaca hizmet edecek verilerin hangileri olduğu kararlaştırılır.
- Bu verilerin hangi örnekleme yöntemi ile ve nasıl toplanacağı saptanır.

- Verilerin kim(ler) tarafından, hangi tarihte, nasıl ve hangi birimlerce toplandığı kaydedilir.
- Bu amaçla, özel bir form geliştirilebilir.
- Verilerin istenilen hassasiyette ve doğru olması için ölçü aletlerinin uygunluğu ve güvenilirliği sağlanır; tekrarlanabilirlik güvenceye alınır.

Veriler, proses(faaliyet / işlem) girdileri ile, çıktıları veya proses özellikleri ile ilgili olabilir. Veriler, ilgili özellikteki değişkenliği incelemek için toplanır. Değişkenlik üç türlü olabilir:

1-Zamana göre değişim:

Örneğin, bir proseste sıcaklığın zamana göre değişimi

2- Konuma göre değişim:

Örneğin, bir çubuğun çapının eksen yönündeki değişimi

3- Parçadan parçaya değişim

Örneğin, üretilen hassas döküm parçalarının ağırlıkları arasındaki farklılık.

Değişkenlik genelde iki ayrı karakterdedir. Bunlar;

- a- Sistematik değişkenlik: Özel bir nedene bağlı olarak ortaya çıkar, bu neden yok edilirse değişkenlikte kalmaz.
- b- Doğal değişkenlik: Bütün faktörler sabit kalsa bile, sebebi bilinmeyen nedenlerden ötürü gözlenen değişkenliktir. Doğada birbirinin tıpatıp aynısı iki nesne bulunmaz, hiç bir değer sürekli aynı kalmaz.

Değişkenlik ister sistemetik olsun, ister doğal yine de kaliteyi olumsuz yönde etkiler. Sistematik değişkenliği tespit etmek daha kolaydır; gidermekte nispeten kolay veya ucuzdur. Doğal değişkenlik ise sistemin bütününden kaynaklanır ve hiç bir zaman tamamı ile giderilemez. Azaltılması mümkündür ancak çok kapsamlı ve köklü tedbirler gerektirir. Genelde, sistemin tek bir özelliğini değiştirmekte yeterli olmaz, çeşitli yönlerini ve özelliklerini değiştirmek gerekir.

4.2.2 Verilerin Grupta Toplanması

Veriler iki ana grupta toplanabilir:

- 1- Değişken veriler: Kalınlık, sıcaklık, basınç v.b belli normal kıyaslanacak değerlere sahiptirler.
- 2- Niteliksel veriler: Belli bir özelliğin olup olmaması veya kaç adet olduğu ile ilgilidir. Örneğin, bir parçanın kusurlu olup olmadığı sıfır veya bir ile ifade edilir. Bir parçada kaç adet kusurlu bulunduğu da bir diğer niteliksel veri türüdür.

Değişken veriler kalite geliştirme çalışmalarında genellikle niteliksel verilerden daha yararlıdır. Niteliksel verilere ancak değişken veriler elde edilemediğinde yada aşırı pahalı olduğunda başvurulur.

Veri toplarken şu hususlara dikkat etmek gerekir;

Toplanan veriler hedeflenen amaca uygun hassasiyette olmalıdır. Yeterli hassasiyete sahip olmayan veriler işe yaramaz.

Verinin hassasiyeti ölçü aletinin yeteneğini aşamaz.

Yapılacak gözlem sayısı, uygulanacak örnekleme yöntemi ve verilen değerlendirme tekniği araştırılan konunun özelliklerine uygun olmalıdır.

Veri toplanırken, her veri için geçerli olan tüm koşullar saptanmalı ve kaydedilmelidir.

Veriler otomatik bir sistemle ya da manuel olarak toplanır. Tercih edilmesi gereken manuel bir veri toplama yöntemidir. Teknojik gelişme ile çelişkili görünen bu tercihin çok köklü nedenleri vardır. Bunlar;

- Manuel veri toplama işi yapanı prosese yaklaştırır, onu daha iyi anlamasını ve hissetmesini sağlar.
- Olaylar veya zaman ilerledikçe veriyi toplayan kişi prosesi izlerken sebep-sonuç ilişkilerini görmeye, bazı keşifler yapmaya başlayacaktır. Esas amaç da zaten bunu başarmaktır.
- Bu şekilde veri toplama yaklaşımı dinamik bir hale getirecektir. Kimi verilerin gereksizliği ortaya çıkacak ve veriler toplanmayacak, kimi zamanda yeni faktörler araştırılarak onların verileri toplanacaktır.

Böylece, optimum bir veri toplama düzeneği kısa sürede kurulabilecektir.

- Sürekli gelişme amaçlı veri toplama araştırma niteliklidir ve geçicidir. Gelişme sağlanınca, veri toplama da bırakılacaktır. En azından, araştırılacak yeni konuya bağımlı olarak mahiyeti değiştirilecektir. Geçici faaliyetler için manuel sistemler daha esnek ve ucuzdur.

Burada sıralanan gerekçeler otomatik sistemlerin hiç bir zaman kullanılmaması anlamına gelmez. Aşağıdaki durumlarda otomatik veri toplama sistemleri avantajlı, hatta zorunlu olabilir;

- Değişimin çok hızlı olduğu durumlarda
- Çok sayıda verinin aynı anda toplanması gerektiğinde
- Sağlık ya da emniyet nedeni ile manuel veri toplamanın riskli olması halinde
- Veri toplamanın matematiksel analizinin de yapılmasının gerektiğinde

Veriler iki şekilde kayıt edilir;

- Sayısal olarak tablolara veya formlara
- Grafiksel olarak çizelgelere

Grafiksel kayıt aynı zamanda görsel analize de olanak sağladığından hem kayıt hem değerlendirme işlevi görür. Bu bakımdan başka bir neden yoksa her fırsatta tercih edilmelidir [28].

4.3 İstatistiksel Kalite Teknikleri

Toplanan veriler sayesinde aşağıdaki temel istatistiksel yöntemler kullanılabilir. Bunlar;

- Histogram Diyagramları
- Pareto Analizi
- Neden-Sonuç Analizi (Balık Kılçığı Diyagramları)
- Gruplandırma (Tabaklama)

- Çetele Diyagramları
- Dağılma Diyagramları (Serpilme)
- Kontrol Diyagramları (X-R Diyagramları)

4.3.1 Histogram Diyagramları

Bir histogram diyagramı ölçülmüş değerlerin belli bir oran içinde dağılımını gösterir. basit fakat etkili bir tekniktir. Kalite geliştirme açısından en çok başvurulan tekniklerin başında gelir. Aynı mamül için benzer ölçümlerin yapıldığı durumlarda çok faydalıdır [29].

4.3.1.1 Bir Histogram Diyagramı Nasıl Kullanılır ?

Proseslerin Kontrolü Veya Değerlendirilmesi

- Düzeltme Veya Önlemin Alınması İçin Gerekli İhtiyacın Belirlenmesi
- Düzeltme Önleme Sisteminin Etkililerinin Arttırılması
- Makinaların Performans Değerlendirilmesi
- Malzeme Karşılaştırılması

4.3.1.2 Histogram Diyagramının Çizilmesi

- 1) Bir parti büyüklüğü belirlenir. Bu parti büyüklüğüne 'ana kütle' denir ve 'N' ile gösterilir.
- 2) Örneklem sayısı belirlenir. ve 'n' ile gösterilir.
- 3) Partideki en yüksek değerden (X_L) en düşük değer (X_S) çıkartılarak sınıf dağılım aralığı (R) bulunur.
- 4) İstenilen sınıf sayısı (k) tablodan bulunur ve kolon aralığı

$$h = (X_L - X_S) / k \quad (4.1)$$

dan bulunur.

- 5) Bir tablo oluşturularak sınıf sınırları ve frekanslar gösterilerek diyagram çizilir.

ÖRNEK PROBLEM-UYGULAMA :

Hassas dökümü ile 3000 adet üretilen büyük çap ölçüsü 11.3 – 11.7 mm aralığında verilen BIELLETTE adındaki döküm parçasından rastgele 70 adet numune alınmıştır.

Tablo 4.1 Numune çap ölçümleri

Alınan 70 Adet (n) Numune Çap Ölçümleri (mm)									
11.4	11.5	11.4	11.6	11.5	11.2	11.5	11.5	11.4	11.4
11.6	11.5	11.3	11.6	11.4	11.4	11.6	11.7	11.5	11.4
11.5	11.4	11.6	11.6	11.3	11.5	11.5	11.7	11.6	11.4
11.4	11.4	11.5	11.6	11.2	11.5	11.5	11.5	11.4	11.5
11.5	11.4	11.5	11.4	11.3	11.5	11.5	11.6	11.7	11.5
11.5	11.6	11.4	11.4	11.4	11.3	11.5	11.6	11.6	11.5
11.3	11.5	11.6	11.4	11.6	11.7	11.3	11.3	11.4	11.3

- $N = 3000$ Adet
- $n = 70$ Adet
- $X_L = 11.75$ $X_S = 11.27$ $R = X_L - X_S = 11.75 - 11.27 = 0.48$
- Önerilen Sınıf Sayısı (k) tablodan (Tablo 4.2) 6 alınır.

Tablo 4.2 Önerilen sınıf sayısı

n (Alınan Numune Sayısı)	k (Önerilen Sınıf Sayısı)
30 – 50	4 – 6
51 – 100	5 – 10
101 – 200	9 – 13
201 – 500	12 – 15
501 – 1000	15 – 20

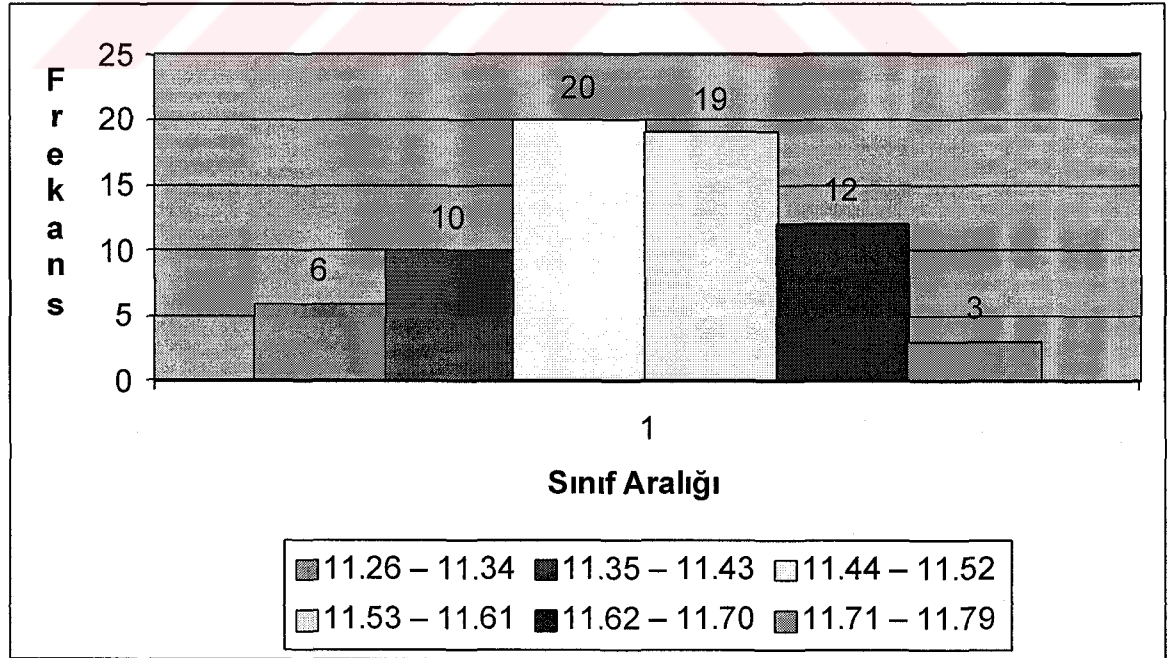
$$\text{Sınıf Aralığı (h)} = (X_L - X_S) / k = 0.48 / 6 = 0.08$$

Tablo 4.3 Sınıf aralıkları ve frekansları belirten tablo

Sınıf Aralığı	Çetele	Frekans (f)	f / n	Σ (f / n)
11.26 – 11.34	IIII I	6	0.087	0.087
11.35 – 11.43	IIII IIII	10	0.143	0.230
11.44 – 11.52	IIII IIII IIII IIII	20	0.285	0.515
11.53 – 11.61	IIII IIII IIII III	19	0.271	0.786
11.62 – 11.70	IIII IIII II	12	0.171	0.957
11.71 – 11.79	III	3	0.043	1

Elde edilen veriler doğrultusunda da en son aşağıdaki histogram diyagramı oluşturulur.

Tablo 4.4 BIELLETTE parçasının histogram diyagramı



Eğri dengeli bir dağılım göstermektedir Birimlerin çoğu orta değerde toplanmıştır. Buna ‘Normal Dağılım’ veya ‘Çan Eğrisi’ denir.

4.4 Pareto Analizi

Bu analiz tekniği herhangi bir sonuca neden olan faktörleri önem sırasına göre öne çıkartır.

Pareto analizi hangi faktörlerin en önemliler olduğunu ve dikkatimizi nereye yönlendirmemiz gerektiğini gösterir .Böylece gelişme için gayretlerimizi en verimli nerede sarfedeceğimizi belirtir.

Kısacası önemliyi önemsizden ayırt etmekte pareto analizi yaygın olarak kullanılır [30].

UYGULAMA :

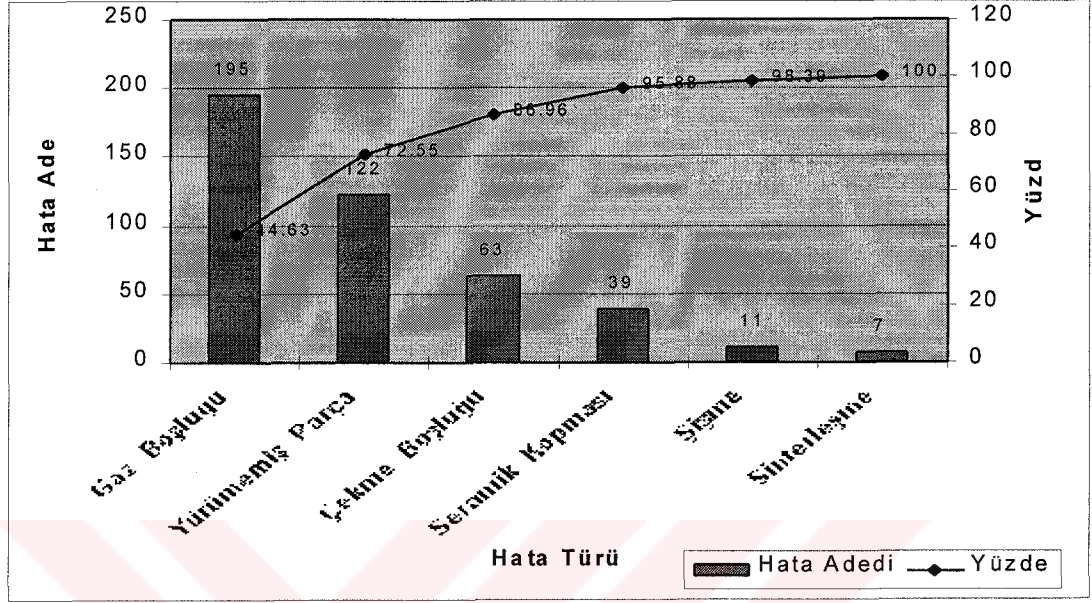
Hassas dökümde 2500 adet üretilen bir döküm parçası için elde edilen hatalar aşağıdaki tabloya yerleştirilmiştir.

Tablo 4.5 Hata türü, hata adedi ve hata oranını belirten tablo

Hata Türü	Hata Adedi	Hata Oranı	Toplam Hataların Yüzde Oranı (%)
Gaz Boşluğu	195	195 / 437	44.63
Yürümemiş Parça	122	122 / 437	27.92
Çekme Boşluğu	63	63 / 437	14.41
Seramik Kopması	39	39 / 437	8.92
Şişme	11	11 / 437	2.51
Sinterleşme	7	7 / 437	1.61

Yukarıdaki Tablo 4.5 de yer alan veriler doğrultusunda aşağıdaki pareto analizi diyagramı çizilir.

Tablo 4.6 Pareto analizi diyagramı



4.5 Dağılma (Serpilme) Diyagramları

Bir hatayı oluşturan sebepleri, sebep-sonuç diyagramında görebiliriz hatta pareto diyagramında bunun sıklığını da görebiliriz. Fakat bu sebeplerin sonuca etkilerinin yönünü ve şiddetini öğrenebilmemiz için çizilen grafiklere serpm diyagramı denir. Bu diyagramlar sebep ve onu oluşturan neden arasında ilişkileri gösterdiğinden, bunlardan birisinin kontrol edilmesi halinde diğerine ne olacağı hakkında bilgimiz olur.

4.6 Kontrol Diyagramları

Üretim sırasında kabul edilebilir bir kalite düzeyini kontrol ve analiz etmeye yarayan prosedürlerdir. Ürünlerin fiziksel değişkenlerini kontrol etmek için kullanılır. İlk defa 1924'te Bell telefon şirketinde Shewhart tarafından kullanılmıştır. Feigenbaum kalite kontrol diyagramlarını, "ürünün, ürünü oluşturan parçaların veya diğer bileşkenlerin kalite spesifikasyonlarını geçmiş deneyimlere dayanarak saptanan limitlere göre

kronolojik (saat, gün, dakika, vb.) olarak karşılaştırmaya yarayan grafik araçlardır” olarak tanımlar.

- Kontrol grafiklerinin kullanılması için:
- Kontrol edilecek özelliklerinin belirlenmesi
- Arzulanan bir ortalama değerin saptanması ve bu değerin altında ve üstündeki sapmaların ne ölçüde olduğunun kararlaştırılması
- Üretim sürecinin bu sınırlar arasında yürütülmesinin ekonomik açıdan gerçekleştirilebilir olduğunun görülmesi gerekir.

Kontrol diyagramı bu özel nedenin giderilmesi ve daha kaliteli ürünler üretilmesini sağlayan bir araç olmuştur [31].

4.7 Yeni Kalite Teknikleri

Yeni kalite teknikleri, araştırma ve problem çözme sürecinde yaratıcılığın ve yeteneklerin konu üzerinde yoğunlaştırılarak, yeni fikirler üretmek ve yeni çözüm yolları bulmak için kullanılır. Yedi Yönetim ve Planlama Aracı olarak adlandırılmaktadır [32].

4.7.1 Yakınlık Diyagramı (Affinity Diagram)

KJ metodu olarak da bilinen bu yöntem, düzensiz koşullardan sözel veri toplama ve bu verileri, çözülmemiş problemleri çözmek için kullanma olarak tarif edilebilir. Yakınlık diyagramlarının kullanım amaçları şunlardır [33].

- Yeni bir kuruluş veya fabrika için bir kalite çemberi politikası geliştirmek ve bunu yürütmek,
- Yeni projeleri, yeni ürünleri ya da yeni teknolojiyi kapsayan bir kalite çemberi politikası kurarak bunu yürütmek,
- Yeni ve denenmemiş bir kalite politikasına giriş yaparken kalite ve güvence ile ilgili pazar araştırmalarını yönlendirmek,
- Her departmanda meydana gelen problemlere dayanarak değişik fikirlere sahip çalışanlar arasında bir karar birliği oluşturularak yeni bir toplam kalite çemberi promosyonu başlatmak için adım atmak,
- Çeşitli takımları yeni projeler üstünde çalışmaya teşvik etmek.

4.7.2 İlişki Diyagramı (Relations Diagram)

İlişki diyagramları, karmaşık ilişkiler söz konusu olduğu durumlarda birbiri içine geçmiş ara sebep ve etkileşimleri ve varsa göz ardı edilen tesadüfi ilişkileri ortaya çıkarmak ve sorunlara uygun bir çözüm bulabilmek amacıyla geliştirilmiştir. Metodu oluşturan adımlar şunlardır.

- Problemi ilgilendiren tüm faktörleri ortaya çıkarır,
- Bu faktörleri tüm detaylarıyla tanımlar,
- Sebep sonuç ilişkilerini mantıksal bir sırada tanımlar ve bu ilişkileri oklar ile görselleştirir,
- Problemin bütününi görselleştirir,
- Anahtar faktörleri elde eder.

İlişki diyagramları aşağıdaki amaçlara ulaşmak için kullanılır.

- Kalite güvence ve kalite kontrol politikalarını oluşturmak ve geliştirmek,
- Toplam Kalite Yönetimi faaliyetlerinde geliştirme planları yapmak,
- Piyasadaki şikayetleri cevaplamak için gerekli adımları tasarlamak,
- Üretim prosesindeki kaliteyi geliştirmek (özellikle belirsiz ya da görünmeyen hataları ortadan kaldırmak)
- Satın alınmış veya sipariş edilmiş maddelerin kalite kontrolünü geliştirmek,
- Küçük grup aktivitelerini geliştirmek ve özendirmek,
- Proses kontrolüne bağlı olarak meydana gelen hataları ortadan kaldırmaya yönelik önlemler geliştirmek,
- Yönetimde ve yönetimse departmanlarda reform gerçekleştirmek.

4.7.3 Ağaç Diyagramı (Systematic Diagram)

Ağaç ya da sistem diyagramı olarak adlandırılan bu yöntem, bir problemi çözmek için birbirini takip eden tüm aşamaları ve bu aşamalarda etkisi olduğu düşünülen tüm sebepleri dikkate alarak problemin araştırılmasıdır.

Ağaç diyagramı hazırlanırken; analiz edecek problem seçilmeli ve amaç belirlenmelidir. İstenilen amaca ulaşmak için ön koşulların belirlenmesi hedefi ile hareket edilmelidir. Ağaç diyagramlarının oluşturulmasında, yakınlık ve ilişki diyagramlarından faydalanılabilir. Ağaç diyagramı şu amaçlarla kullanılmaktadır.

- Yeni ürünler için tasarım kalitesini geliştirmek,
- Kalite güvencesinin şartlarının sağlanabilmesi için, kalite güvence ile kalite kontrol aktivitelerini koordine etmek,
- Sebep-sonuç diyagramı oluşturmak,
- Kalite, maliyet, üretim hacmi ve dağıtım gibi içsel problemlere ilişkin çözümler geliştirmek,
- Hedefleri, politikaları ve yürütme aktivitelerini geliştirmek,
- Üretkenliği arttırmaya çalışmak ve kontrol fonksiyonlarına anlaşılabilirlik kazandırmak.
- Ağaç diyagramının avantajları şöyle sıralanabilir:
- Problem çözmede ya da sistematik veya mantık olarak bir amacın geliştirilmesinde hiçbir önemli madde gözardı edilmeksizin bir strateji sistemi kurulabilir,
- Grup üyeleri arasında fikir birliğine varılmasına yardım eder,
- Bir problemin çözülmesi için gerekli stratejileri açık bir şekilde tanımladığından dolayı yüksek oranda ikna edicidir.

4.8 Neden Sonuç Analizi (Balık Kılçığı Diyagramı)

Japon kalite devrimi mimarlarından Prof. Kauro Ishikawa, işletmelerde kalite sorunlarının nedenlerini belirlemek için bir metod geliştirmişti. Bir hayli başarılı olan ve kendi adı ile adılan bu yönteme ‘Balık Kılçığı Diyagramı’ da denmektedir. Uygulaması oldukça basit olan bu yöntem sorunun nedenlerini sistemli bir biçimde araştırmaya yöneliktir.

Diyagramın sol tarafında 'Nedenler', sağ tarafında 'Sonuç' yer almaktadır. Tek bir sonuç genellikle bir sorun inceleme konusudur. Nedenler ise ana grublar halinde ele alınır; her ana nedenin alt nedenleri vardır. Tipik olarak sorun bir kalite özelliğidir.Örneğin; boyut, sertlik, dayanıklılık v.b özellikler veya fire oranı, hatalı ürün oranı gibi sorunlardır. Nedenler ise kimyasal yapı, imalat yöntemi, kullanılan ölçüm cihazı veya elemanın iş bilgisi v.b gibidir.

Bir balık kılçığı diyagramı aşağıdaki sıra içinde gösterilir.

- Araştırılacak sorun bir kutu içine alınır ve kalın bir okla gösterilir.
- Bu soruna sebep olabilecek ana nedenler birer kutu içine alınarak bu oka bağlanır.
- Her ana nedenin hataya sebep olaabilecek alt nedenleri işaretlenir.
- Tüm alt nedenler (temel nedenler) tanımlanıncaya kadar diyagram dallandırılır.
- Çalışmayı yapan grup üyeleri (beyin fırtınası kurallarını uygulayarak) en önemli nedenleri belirler.
- Belirlenen bu nedenlerin doğrulanması için veri toplanır, incelenir ve yorumlanır.Sorun giderilene kadar araştırılmaya devam edilir.

4.8.1 Neden - Sonuç Analizinin Yararları

Neden - Sonuç analizinin yararları şunlardır;

- Yöntem, sorunların üzerine giden aktif bir yönetimi geliştirir.
- Diyagramın hazırlanması iletişimi güçlendirir. Herkesin dikkatini bir noktaya toplamasını sağlar.
- Başlı başına eğitici bir çalışmadır, herkesin bilgisini geliştirir.
- Verilerin toplanmasını ve konuya bilimsel biçimde yaklaşmayı sağlar.
- Konuya hakimiyeti sınamak için eşsiz bir tekniktir.
- Tüm sorunlara uygulanabilir.

Bütün bu sayılan nedenlerden ötürü, yöneticiler her sorunla ilgili olarak balık kılçığı diyağramının uygulanmasını talep etmelidirler.

5. HASSAS DÖKÜM YÖNTEMİNDE HATALAR ve NEDENLERİ (UYGULAMA)

5.1 Hassas Döküm Yönteminde Meydana Gelen Hatalar

Hassas döküm yönteminde meydana gelen hatalar üç ana başlık altında toplanır;

- Mum modelden kaynaklanan hatalar
- Seramik kalıptan kaynaklanan hatalar
- Metalurjik hatalar

5.1.1 Mum Modelden Kaynaklanan Hatalar

Mum modellerde ortaya çıkan hataların sebeplerine geçmeden mumda değişken parametreleri belirtmekte fayda vardır. Bunlar;

- Mum sıcaklığı
- Mum bileşimi
- Mumun enjeksiyon basıncı
- Mum enjeksiyon sırasında kalıp sıcaklığı

5.1.2 Hassas Dökümde Mum Modellerde Görülen Hatalar

Mum modellerde görülen hataları şu başlıklar altında toplayabiliriz;

- Eksik parça
- Çarpılma
- Şişme
- Çapak
- Sürekli yüzey hataları (itici pim izi.)
- Hava kabarcıkları
- Dalgalı yüzey

- Yolluk kopması
- Ölçüsel hatalar
- Yüzeyde çukurluk hatası (çökme, çekinti)

5.1.3 Döküm Aşamasında Meydana Gelen Hatalar

Döküm aşamasında meydana gelen hataların nedenlerini de şu başlıklar altında toplayabiliriz.

- Dökülen metalin bileşimi
- Dökülen metalin sıcaklığı
- Döküm tekniği
- Kalıptan kaynaklanan hatalar

5.1.4 Hassas Döküm Parçalarında Görülen Hatalar

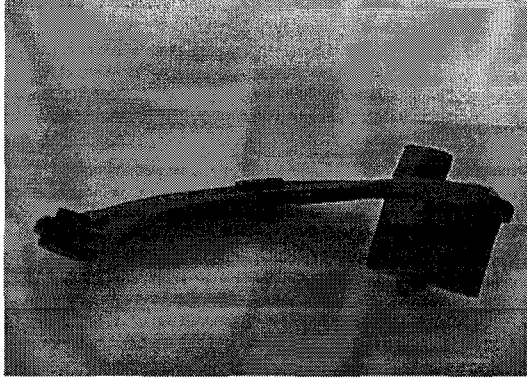
Hassas döküm parçalarında görülen hata türleri ise şunlardır;

- Metal yürümemesi
- Çekme boşluğu
- Curuf
- Soğuk birleşme
- Gaz boşlukları
- Sinterleşme
- Sıcak yırtılma
- Şişme
- Çapak
- Boncuklaşma

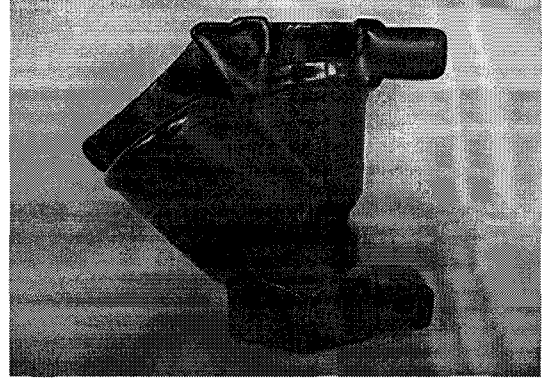
Şeklinde hatalar görülebilir. Bu hatalardan bir kısmının fotoğraflar ile birlikte balık-kılçığı diyagramları çıkarılmıştır. Bunları inceleyecek olursak;

5.2 Hassas Dökümde Mum Modellerde Görülen Hataların Analizi

5.2.1 Çarpılma

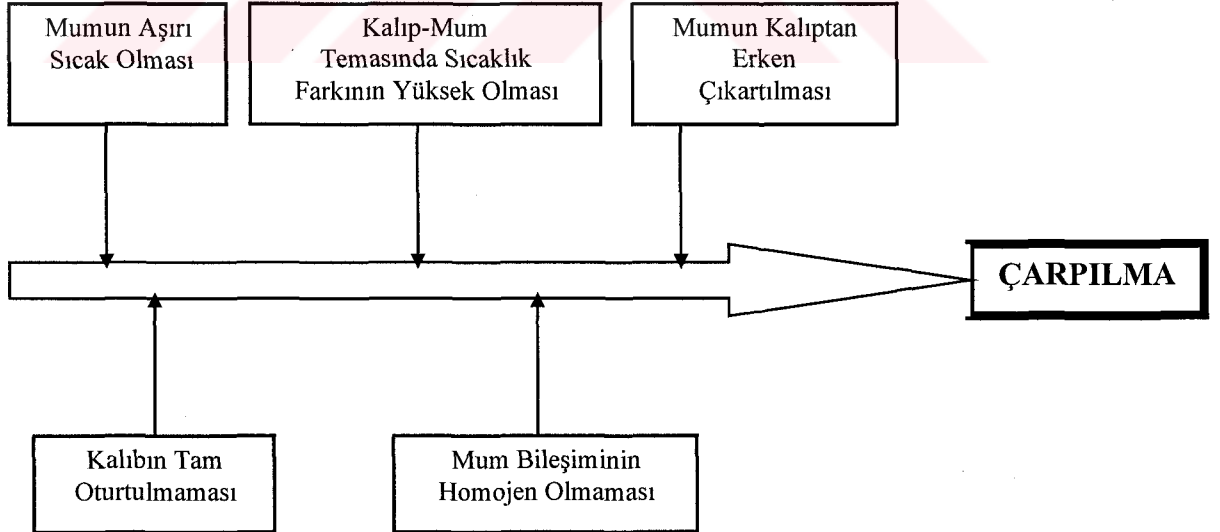


Şekil 5.1 (a) Çarpılma



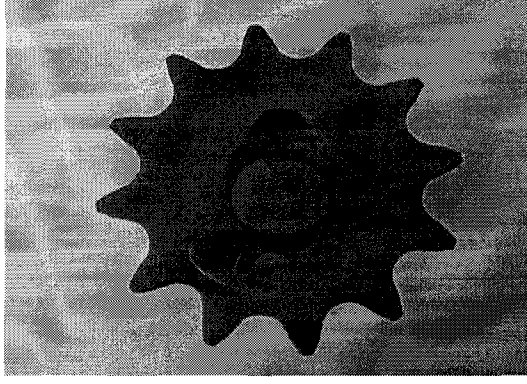
Şekil 5.1 (b) Çarpılma

Tanımı: Çarpılma, mum model yapısında düzensiz görünümlere yol açan bir hata türüdür. Yukarıdaki şekillerde de görüldüğü gibi mum modelin eksenleri üzerinde kayma yapacağı gibi yapısında da onarımı mümkün olmayan hataları oluşturmaktadır.



Şekil 5.2 Çarpılma, balık kılçığı analizi

5.2.2 Eksik Parça

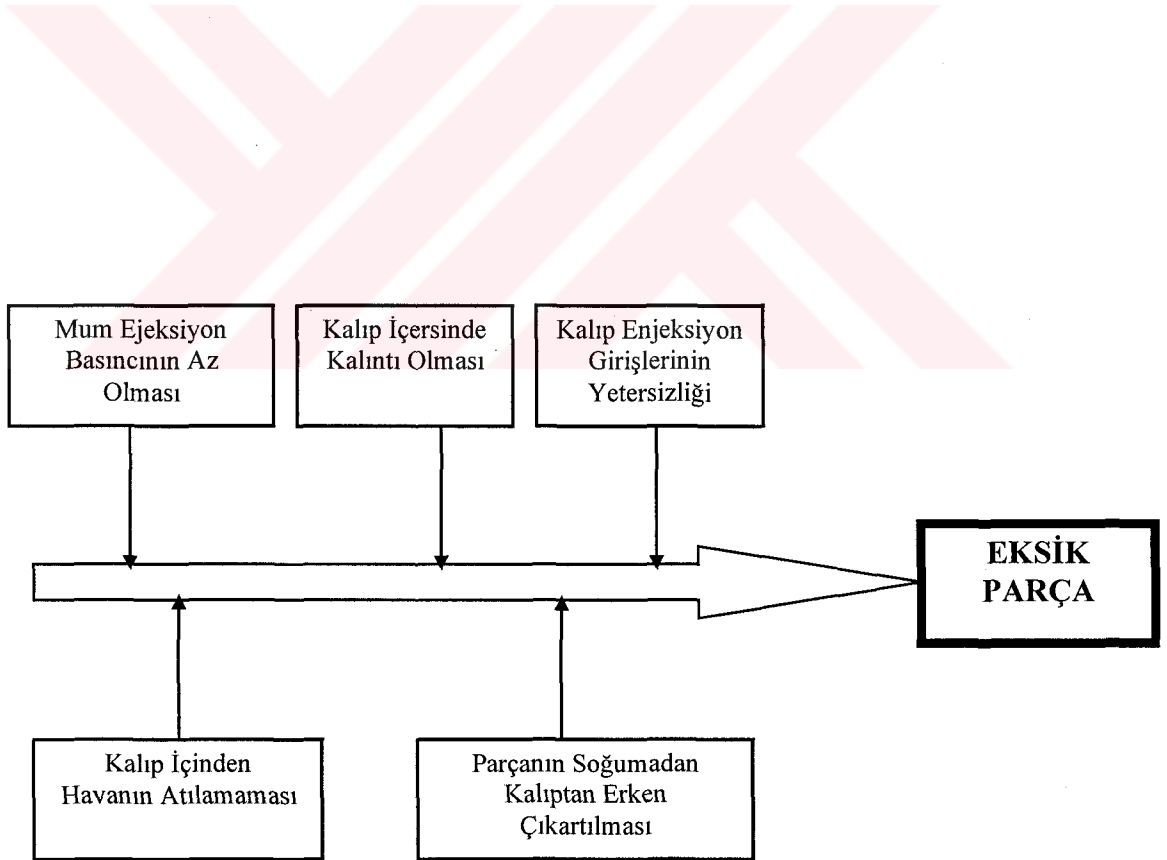


Şekil 5.3 (a) Eksik parça resmi



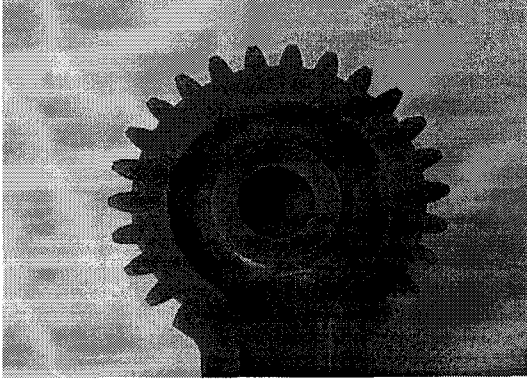
Şekil 5.3 (b) Eksik parça resmi

Tanımı: Mum model tamamlanamamıştır. Mum parçanın tamamlanamaması sonucu oluşan hataların bir kısmı tekrardan mum ilavesi ile giderilme imkanı vardır.

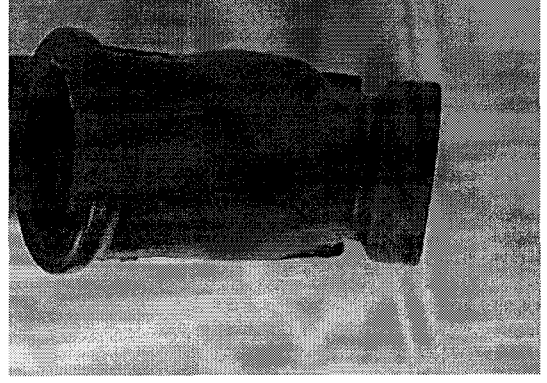


Şekil 5.4 Eksik parça, balık kılçığı analizi

5.2.3 Şişme

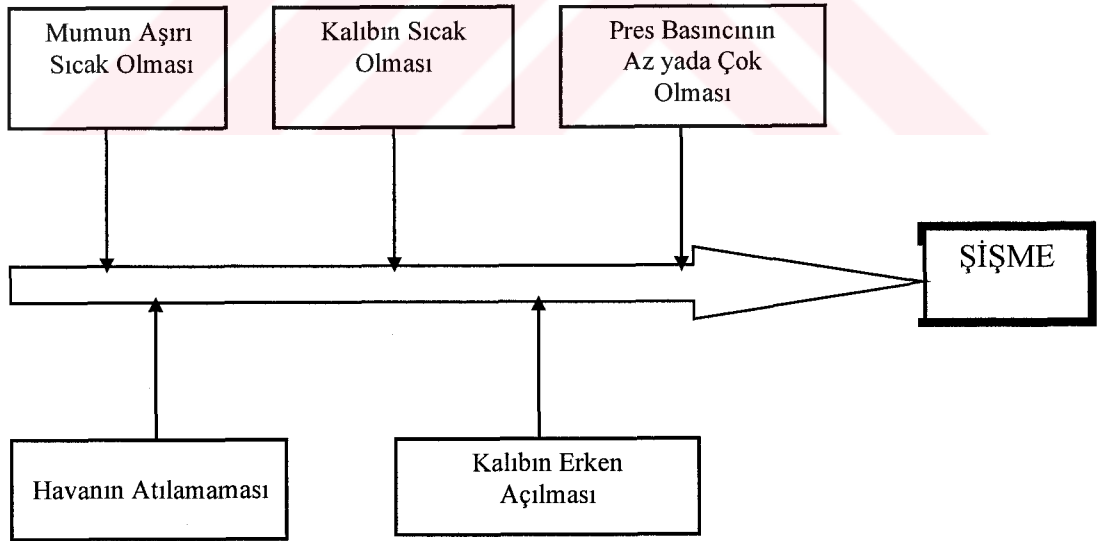


Şekil 5.5 (a) Şişme hatası



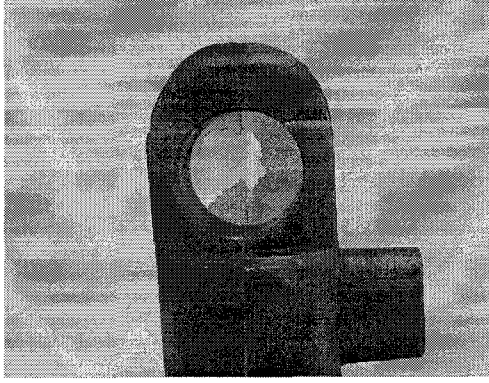
Şekil 5.5 (b) Şişme hatası

Tanımı : Model yüzeyinde enjeksiyon sonucunda görülen şişkinliklerdir. Çok belirgin bir özelliğe sahiptir.



Şekil 5.6 Şişme hatası, balık kılçığı analizi

5.2.4 Çapak

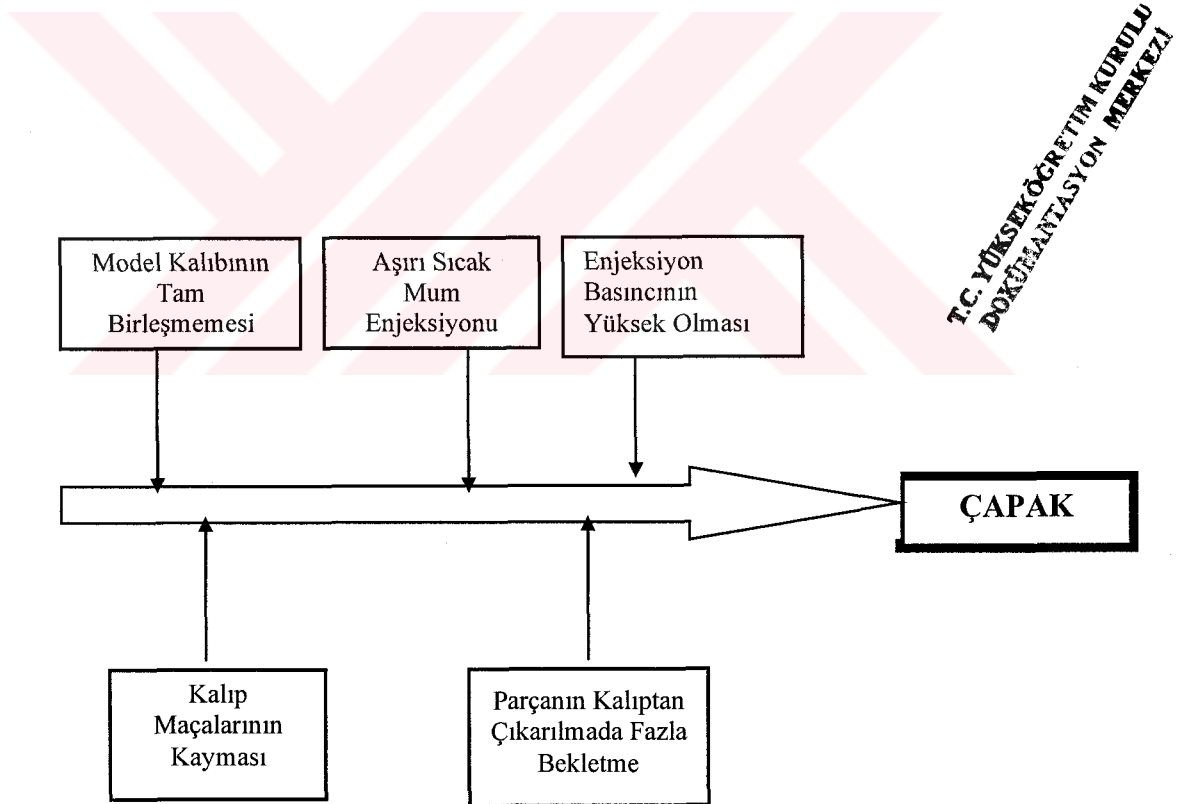


Şekil 5.7(a) Çapak



Şekil 5.7 (b) Çapak

Tanım : Mum modellerde kenarlarda yada boşluklarda ince kenarlı ek cidarların oluşmasıdır. Bu oluşan çapakların giderilmesi mümkündür.

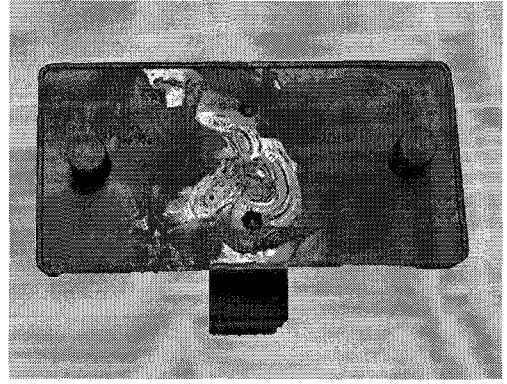


Şekil 5.8 Çapak, balık kılçığı analizi

5.2.5 Dalgalı Yüzey

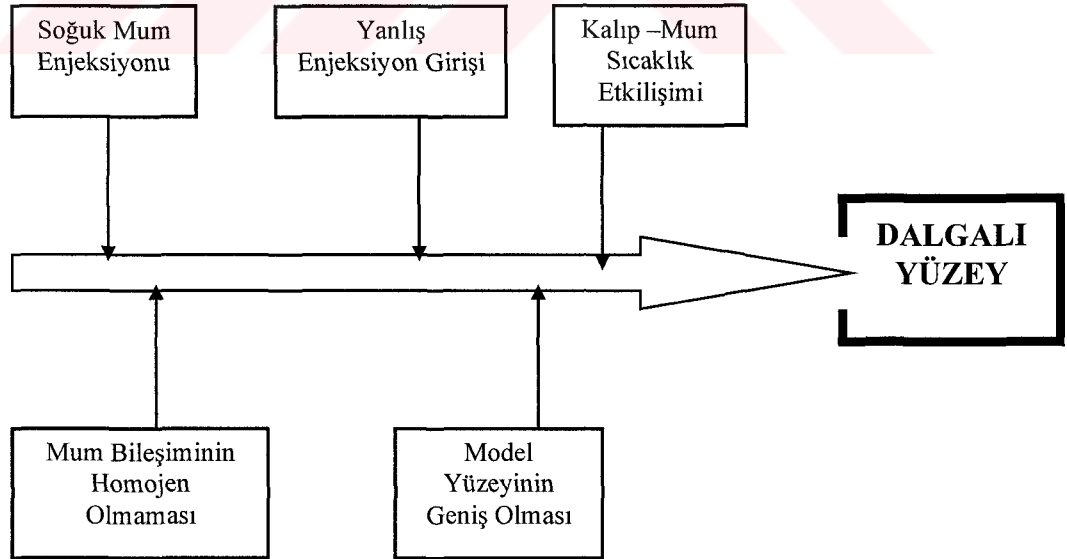


Şekil 5.9 (a) Dalgalı yüzey



Şekil 5.9 (b) Dalgalı yüzey

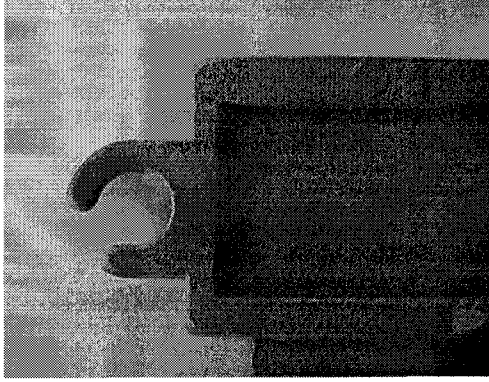
Tanım: Mum model yüzeylerinde dalga şeklinde bu hatalar olduğundan bu ad verilir. Özellikle mum model yüzey alanı artığında bu hatalara rastlanmaktadır.



Şekil 5.10 Dalgalı yüzey, balık kılçığı diyagramı

5.3 Hassas Döküm Parçalarında Görülen Hataların Analizi

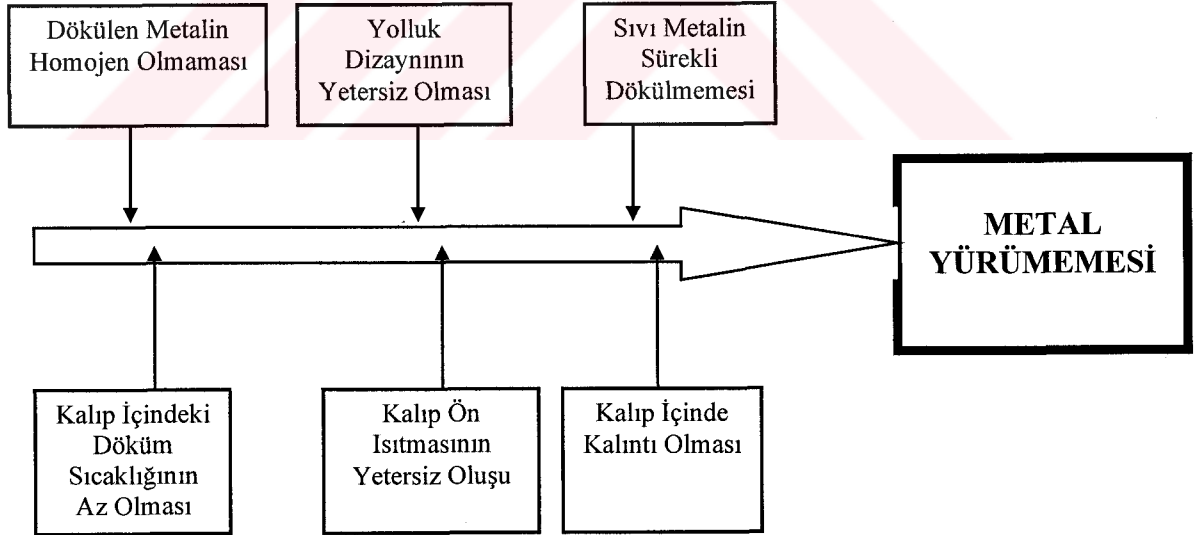
5.3.1 Metal Yürümemesi



Şekil 5.11 (a) Metal yürümemesi

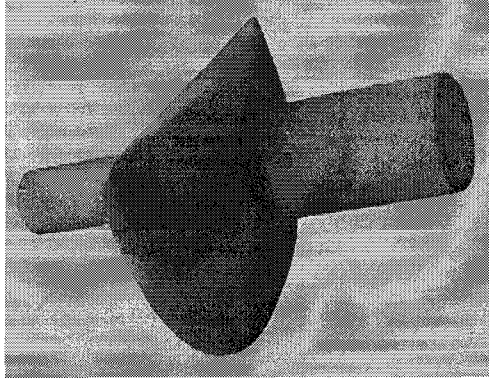
Şekil 5.11 (b) Metal yürümemesi

Tanımı : Kalıba eksik dolmuş metal nedeniyle meydana gelen eksik kısım ve delillerden meydana gelir. Bu eksik kısım ve deliklerin çevreleri pürüzsüz ve yuvarlatılmış görünüştedir.

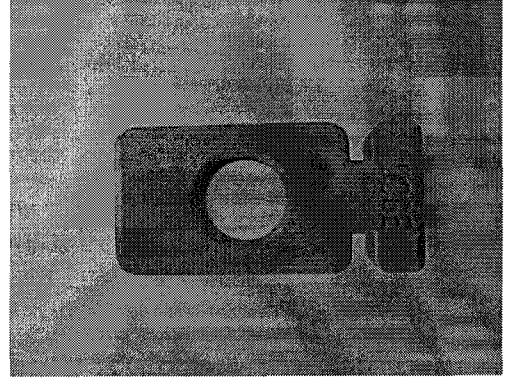


Şekil 5.12 Metal yürümemesi, balık kılçığı analizi

5.3.2 Curuf

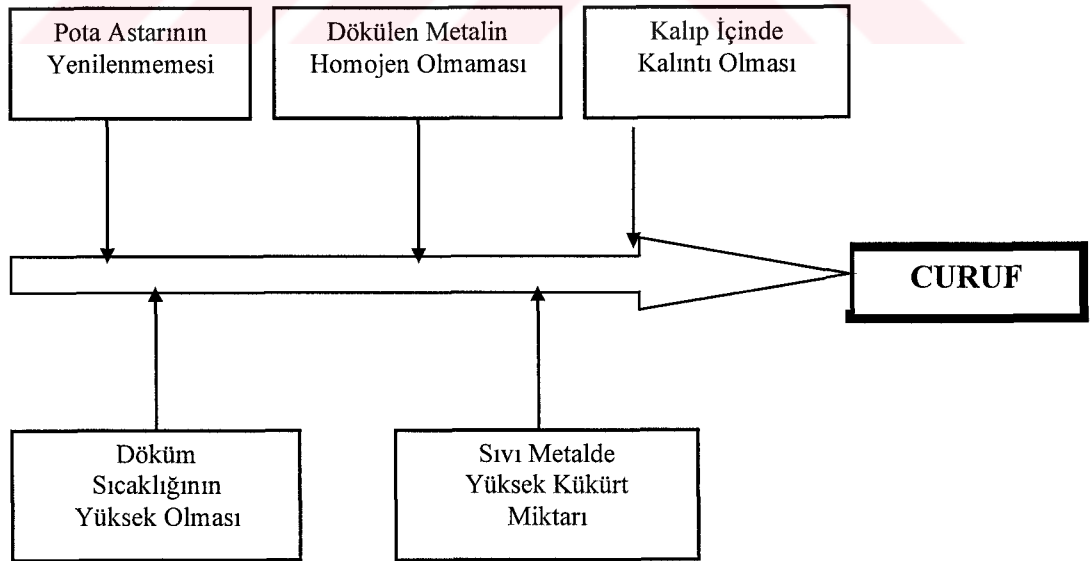


Şekil 5.13 (a) Curuf hatası



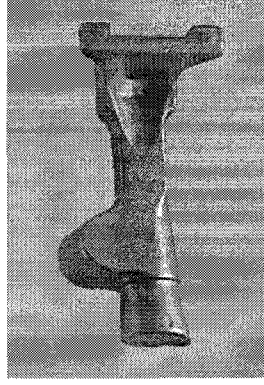
Şekil 5.13 (b) Curuf hatası

Tanımı : Değişik ve düzensiz şekillerden oluşur. Parça yüzeyinde ya da iç kısımlarda oluşabilirler. Curuflar metalik olmayan bileşiklerdir. Koyu renkli camsı malzeme içeren veya içermeyen pürüzsüz cidarlı yüzey boşluklarıdır.

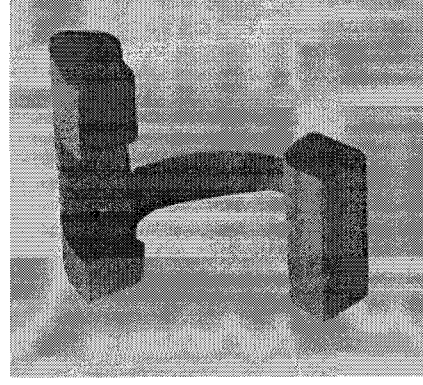


Şekil 5.14 Curuf, balık kılıcı analizi

5.3.3 Çekme Boşluğu

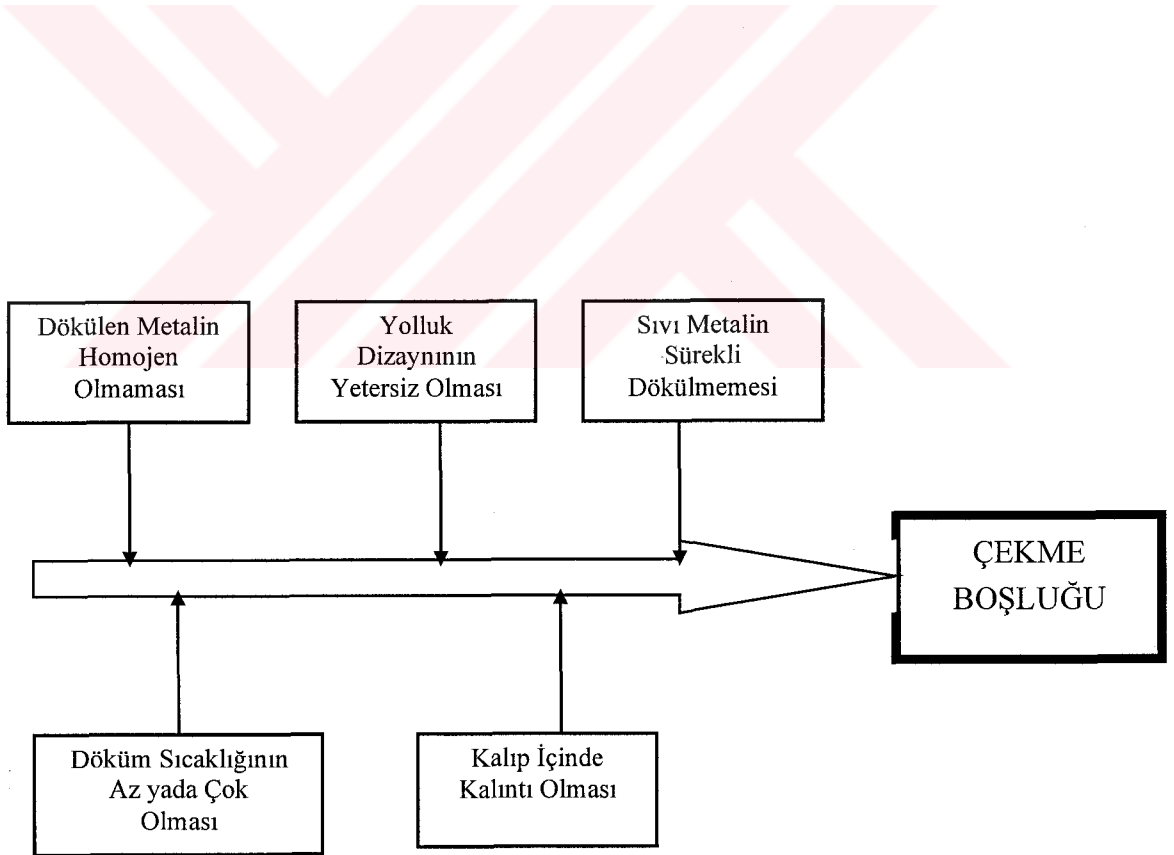


Şekil 5.15 (a) Çekme boşluğu



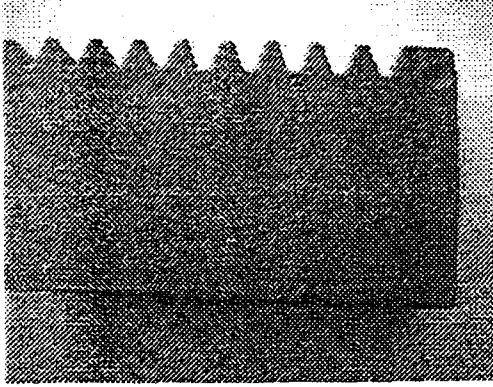
Şekil 5.15 (b) Çekme boşluğu

Tanımı : Soğumanın son aşamasında meydana gelir. Gövdenin tamamı soğuduktan sonra sıvı olarak kalmış bir kısmının sonradan soğumasından oluşur. Bu boşluklar özellikle birleşme noktalarında bir parça halinde görülür.

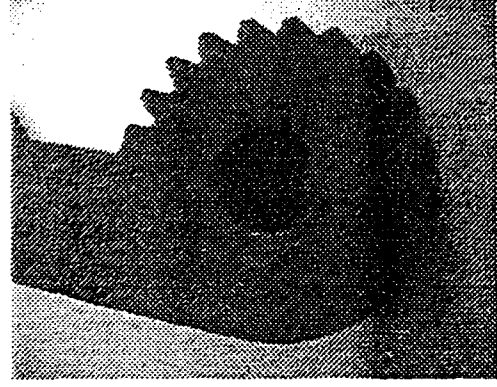


Şekil 5.16 Çekme boşluğu, balık kılıcı analizi

5.4.4 Seramik Kopması Hatası

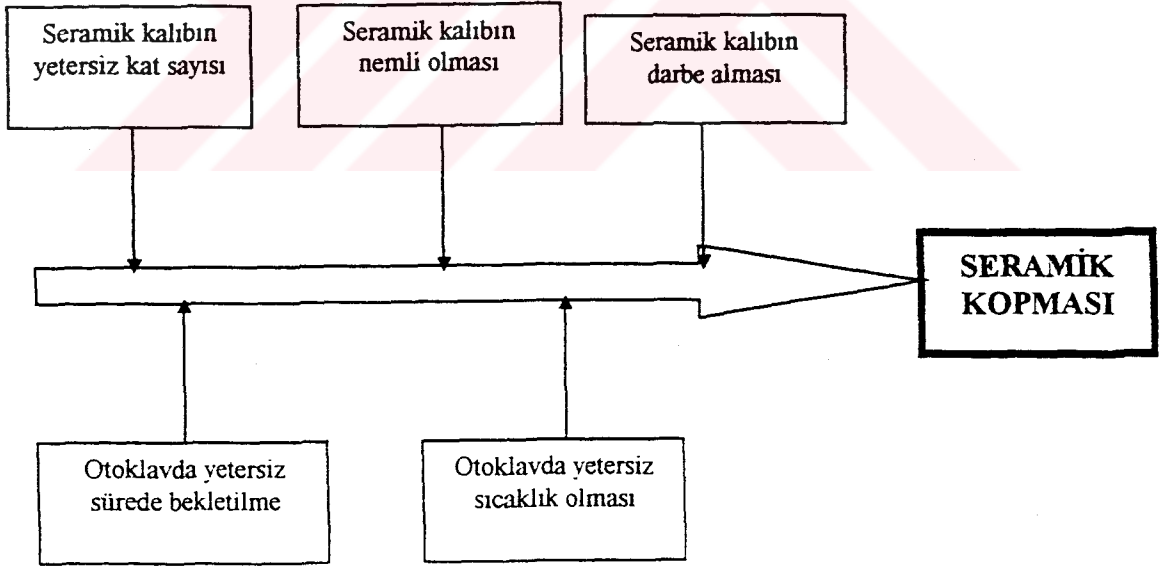


Şekil 5.17 (a) Seramik kopması



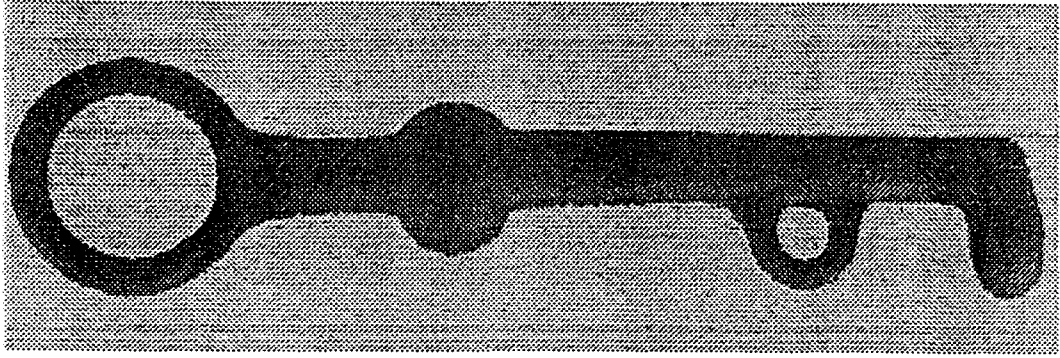
Şekil 5.17 (b) Seramik kopması

Tanım : Seramik kabuk kalıptan kaynaklanan hatadır ve seramik katmanlarının az olması ve kırılma, çatlak durumlarında metalin kaçmasından kaynaklanır.



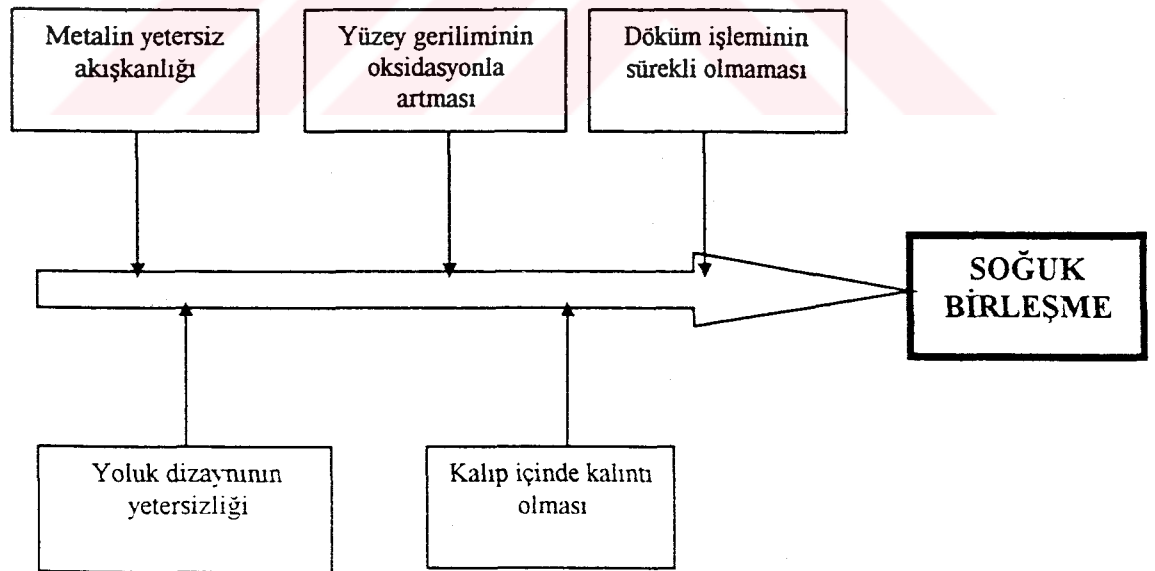
Şekil 5.18 Seramik kopması, balık kılçığı analizi

5.4.5 Soğuk Birleşme



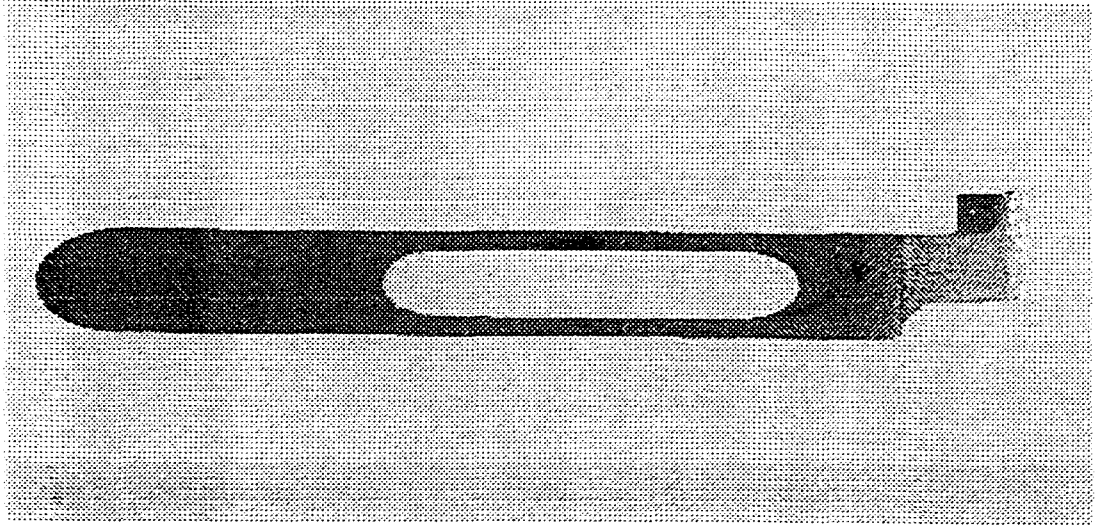
Şekil 5.19 Soğuk birleşme

Tanım: İki karşılıklı metal akımının süreklilik devam etmeden birleştiği yerde ortaya çıkan yuvarlak kenarlı derin bir çatlaktır



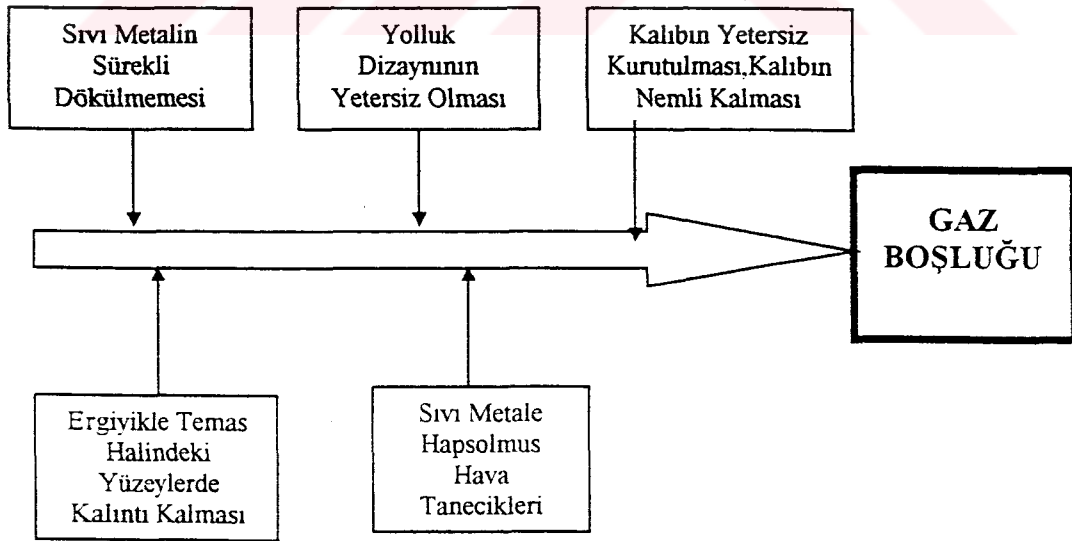
Şekil 5.20 Soğuk birleşme, balık kılçığı analizi

5.4.6 Gaz Boşluğu



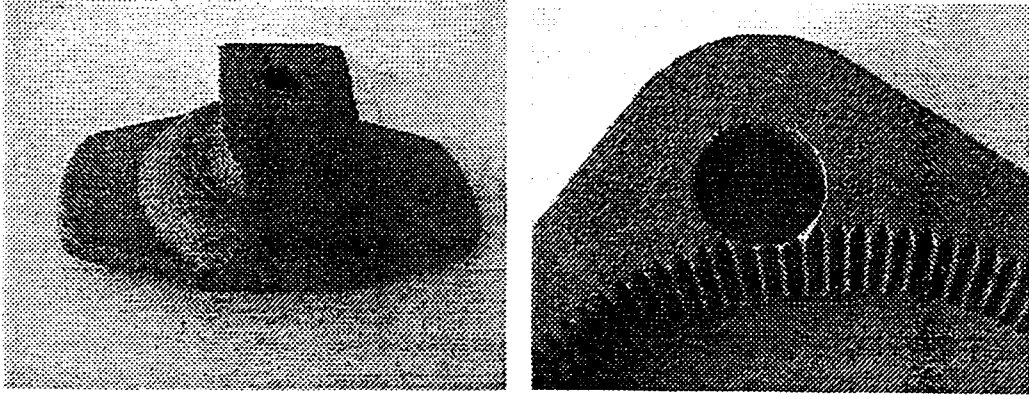
Şekil 5.20 Gaz boşluğu

Tanım : Genellikle oksitlenmiş bir yüzey arz eden pürüzsüz cidarlı boşluklardır. Döküm sırasında genellikle üst yüzeyde görülürler.



Şekil 5.21 Gaz boşluğu, balık kılçığı analizi

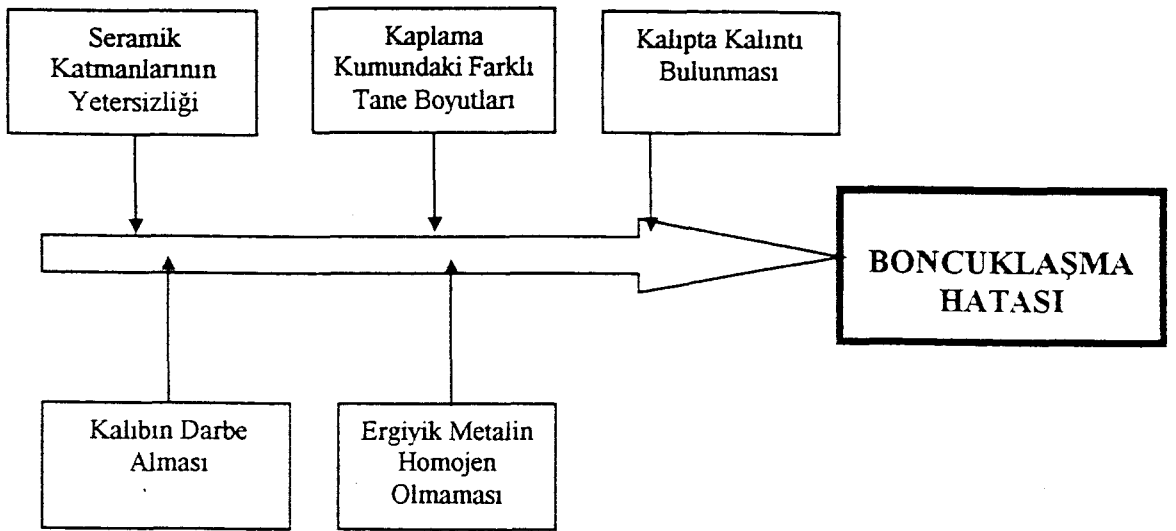
5.4.7 Boncuklaşma Hatası



Şekil 5.22 (a) Boncuklaşma

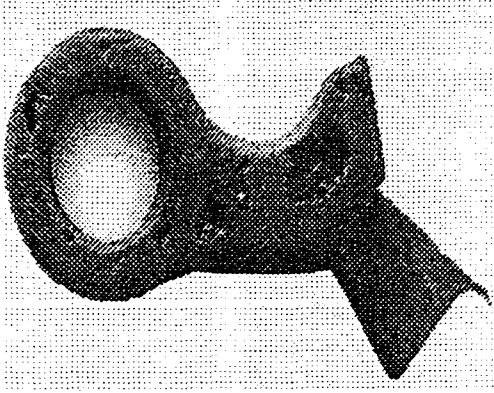
Şekil 5.22 (b) Boncuklaşma

Tanım: Parça yüzeyinde boncuk şekillerinde noktasal hatalardır. Şekillerinden dolayı kolay seçilirler. Seramik bölümünden kaynaklanmaktadır.

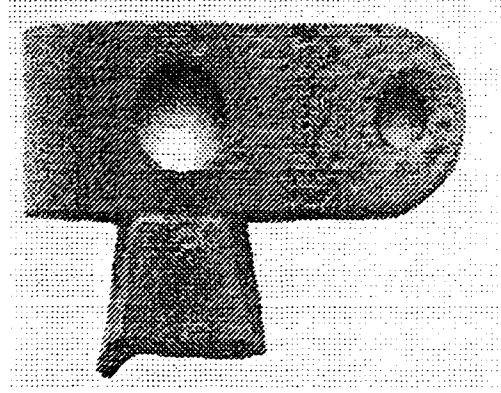


Şekil 5.23 Boncuklaşma, balık kılçığı analizi

5.4.8 Sinterleme Hatası

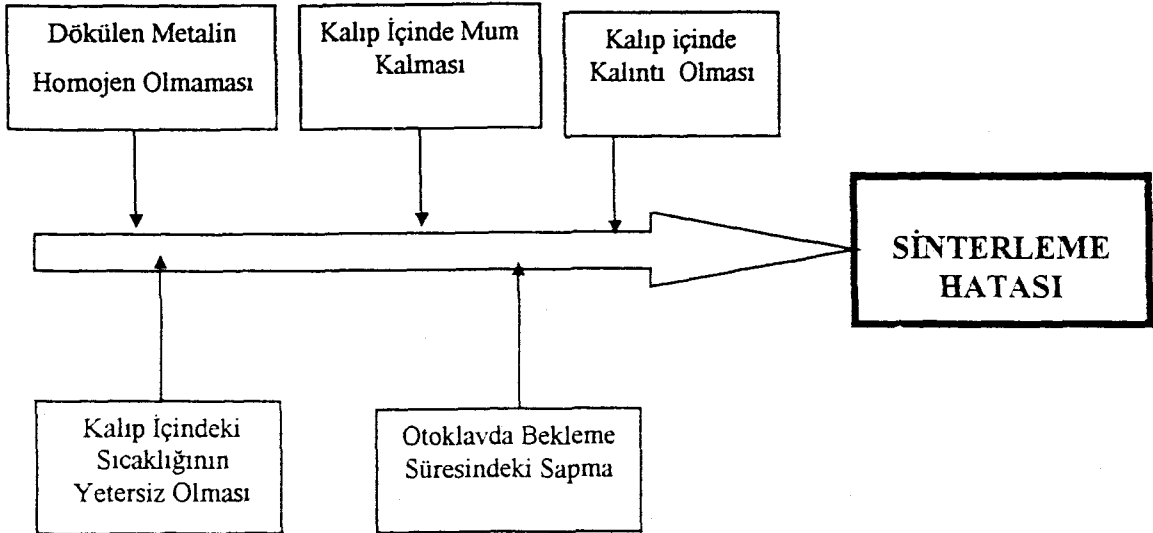


Şekil 5.24 (a) Sinterleme



Şekil 5.24 (b) Sinterleme

Tanımı: Döküm parçalarının aşırı sıcaklığa maruz kalmasından ve mum kalıntılarından dolayı parça yüzeyindeki bozulmalardır. Bu bozulmalar net bir şekilde seçilebilmektedir.



Şekil 5.25 Sinterleme hatası, balık kılçığı diyagramı

Tablo 5.1 Hassas Döküm Hataları

HATA TİPİ	TANIMI	OLASI NEDENLERİ	ÖNLENMESİ
Yüzey Hataları 1- Curuf	Koyu renkli camı malzeme içeren veya içermeyen pürüzsüz cidarlı yüzey boşlukları	Ergitme sırasında malzemenin aşırı oksitleyici atmosfere maruz kalması	Doğru ergitme tekniği kullanımı Örn: curuf örtücü redükleyici atmosfer kullanımı
		Kirli ergitme haznesi	Temiz ergitme haznesi kullanımı
		Pota-metal reaksiyonu	Doğru pota ve ergitme uygulaması
		Döküm sırasında curuf kaçması	Mümkün olan en düşük sıcaklıkta etkin curuf temizliğinin sağlanması. Yolluk türbilansı azaltıcı şekilde yapılmalı
		Metal- kalıp etkileşimi	Mümkün olan en düşük kalıp ve metal sıcaklığında döküm yapılması ve birincil seramik kaplamanın refrakterliğinin azaltılması
		Deoksidasyon sırasında silikat oluşumu	Deoksidasyon uygulaması yeniden düzenlenmesi
		Kirli ergitme haznesi	Temiz ergitme haznesi kullanımı
2-Oksit	Döküm yüzeyinde düzensiz şekilli ince siyah film tabakası veya akıntılar	Ergitme sırasında reaktif elementlerin oksidasyonu	Koruyucu atmosfer veya vakum kullanımı
3-Yabancı Maddeler	Muhtemelen refrakter kalıntıları içeren düzensiz boşluklar	Refrakter inklüzyonların kalıp boşluğuna girmesi	Doğru operasyon teknikleri kullanımı ve proses şartlarının sağlanması

HATA TİPİ	TANIMI	OLASI NEDENLERİ	ÖNLENMESİ
Yüzey Çekintisi	Yüzey çöküntüsü veya düzensiz boşluklar, bazen dentritik şekil gösterirler	Kalıp içinde sıcak bölgelerin oluşumu	Döküm parçasında büyük kesit değişimlerinin azaltılması. Parça giriş yolluğunun dolaylı dizaynı
		Yetersiz besleme	Yeterli beslenmenin sağlanması
		Yüksek kalıp ve/veya metal sıcaklığı	Kalıp ve metal sıcaklığının azaltılması
Dağınık Dahili Çekinti	Radyografik ve/veya mikro, makro inceleme ile görülen dağınık halde küçük veya lineer tipteki boşluklar	Yetersiz ve doğru olmayan besleme	Doğru metodun kullanımı
		Doğru olmayan döküm şartları	
		Doğru olmayan katılaşma aralığı	
Kaba Dahili Boşluklar	Radyografi veya bölme ile görülen geniş dahili düzensiz boşluklar	Yetersiz veya yanlış besleme	Doğrusal katılaşmayı teşvik etmek için ilgili bölümün yeterli beslenmesinin sağlanması
		Doğru olmayan döküm şartları	Doğru döküm şartlarının sağlanması
		Doğru olmayan katılaşma aralığı	Parça dizaynının iyileştirilmesi
Sıcak Yırtılmalar	Oksitlenmiş kırılma yüzeyi görünümünde taneler arası çatlaklar	Keskin iç açılar	Yeterli düzgün açılar sağlanması
		Besleme sisteminin doğru tasarlanmaması	Beslenme sistemlerinin incelenmesi; parça gerilimlerini minimize etmek için tasarım ve iyileştirme

HATA TİPİ	TANIMI	OLASI NEDENLERİ	ÖNLENMESİ
		Yüksek sıcaklıklarda döküm büzülmesinin sınırlanması	Kalıp dayanımının azaltılması. Büzülme sınırlamasından kaçınmak için tasarımın iyileştirilmesi
		Doğru olmayan döküm şartları	Döküm şartlarının iyileştirilmesi
		Parça tasarımdaki ana kesit değişiklikleri	Mümkün olduğunca kesitsel değişiklikleri düşürerek bu bölgelerde parça dizaynını iyileştirmek
		Döküm sonrasında seramik kabuğun vaktinden önce hareketi	Katılaşmanın tam anlamıyla sona ermesini sağlamak için yeterli süre tanınması
Büzülme Gerilmesi Çatlakları	Parlak kristalsi yüzeyler gösteren tanelerarası veya tane içi çatlaklar	Döküm büzülmesinin sınırlanması	Kalıp dayanımının azaltılması. Büzülme sınırlanmasından kaçınmak için tasarımın iyileştirilmesi
		Yüzey düzenlenmesine bağlı olarak iç gerilmeler	Gerilimi azaltmak için tasarım iyileştirilmesi. Döküm şartlarının tekrar düzenlenmesi, kalıp sıcaklığının artırılması

HATA TİPİ	TANIMI	OLASI NEDENLERİ	ÖNLENMESİ
Soğuk Birleşme	İki karşılıklı metal akımının süreklilik devam etmeden birleştiği yerde ortaya çıkan yuvarlak kenarlı derin bir çatlaktır	Yetersiz akışkanlık	Metal ve/veya kalıp sıcaklığının artırılması. Akışkanlığın artırılması için metal bileşiminin yeniden düzenlenmesi
		Yüzey geriliminin artmasına neden olan yoğun oksidasyon	Kontrollü bir atmosferde ergitme yapılması
		Birincil seramik kaplamaya göre metalin yüzey geriliminin çok fazla olması	Birincil seramik kaplama malzemesinin değiştirilmesi, örneğin alümina yerine zirkon kullanımı
		Metal damlacıklarının ana metalle birleşmesindeki noksanlık	Seramik kalıp içersinde metal şıçramasından kaçınmak
Metal Yürümemesi	Döküm parçasının tam olarak şekillenmediği yerde yuvarlak kenarlı tamamlanmamış kısımlar	Yetersiz akışkanlık	Metal ve/veya kalıp sıcaklığının artırılması. Akışkanlığın arttırılması için metal bileşiminin yeniden düzenlenmesi
		Aşırı ince metal kesitler	Mümkünse metal kesitinin artırılması. İnce kesitlerin genişletilmesi ve resim ölçülerinin buna göre düzenlenmesi

HATA TİPİ	TANIMI	OLASI NEDENLERİ	ÖNLENMESİ
		Yetersiz yolluk dizaynı	Yolluk dizaynının yeniden yapılması
		Düşük kalıp nüfuziyeti	Kalıp nüfuziyetinin artırılması. İnce kesitlerden hava çıkışının sağlanması
		Aşırı yavaş döküm yapılması	Hapsolmuş hava kalmayacak şekilde döküm hızının artırılması
Gaz Boşluğu 1-Hapsolmuş Hava	Genellikle oksitlenmiş bir yüzey arz eden pürüzsüz cidarlı boşluklar (Döküm sırasında genellikle üst yüzeyde görülürler)	Kalıp içersinde aşırı türbülanslı metal akışı	Daha az türbülanslı akış için parça giriş yoluğunun tekniğinin yeniden düzenlenmesi
2-Metaldeki Boşluk	Genellikle parlak yüzeyli yuvarlak boşluklar (Parçada baştan başa dağılmış olarak görülürler)	Ergiyikle temas halindeki pis, kirlenmiş veya nemli şarj malzemeleri ve yüzeyler	Sıvı metalle temas halinde bulunan tüm şarj malzemelerinin ve yüzeylerin temiz ve kuru olmasına dikkat edilmesi
		Tatmin olmayan deoksidasyon	İndirgeme yönteminin iyileştirilmesi
3- Metal Kalıp Etkileşimi	Genellikle parlak yüzeyli yuvarlak boşluklar.(Reaksiyon bölgesine yerleşmiş olarak)	Yanlış ısıtma uygulaması	Kalıp ısıtma sıcaklığının veya zamanının artırılması. Fırın sıcaklığının kontrol edilebilmesi
		Kalıp veya kalıp malzemelerinin kirlenmesi	Kalıp veya kalıp malzemelerinin temizlenmesi

HATA TİPİ	TANIMI	OLASI NEDENLERİ	ÖNLENMESİ
Erime Lekesi	Parça yüzeyinin çoğunu kaplayan koyu renkli sıg çöküntüler topluluğu (Kalın kesitlerde genellikle daha yoğun görülür)	Yüksek krom-demir alaşımlarının yüzey oksidasyonu	Döküm sırasında veya dökümden hemen sonraki indirgeyici şartların sağlanmasına dikkat edilmesi. Kalıp/seramik kabuki kalıp içinde veya çevresinde karbon içeren malzeme kullanmak. Dökümden hemen sonra kalıbı/kabuki kalıbı derhal indirgeyici ortama koymak.
Çarpılma	Döküm parçasının geometrisi ile parça resminin uyuşmaması	Parça ve/veya yolluk sistemi geometrisinin düzensiz büzölmeye yol açması	Düzeensiz gerilimin en aza indirilmesi
		Giriş yolluğu büzölmesi ve parçanın 'çekme' kısmı	Yolluk sisteminin yeniden değerlendirilmesi ve gerilimlerin azaltılmasına yönelik iyileştirme
		Her türlü büzölmeyi engelleyen yüksek dayanımlı kalıp	Kalıp dayanımının azaltılması
		Besleyici malzemenin ve döküm havuzunun büzölmesine bağlı olarak yüksek sıcaklıkta seramik kabuki kalıbın gerilim altında kalması	Harcanmayan besleyici malzemenin kullanılması. Döküm havuzunun tampon malzeme ile kaplanması

HATA TİPİ	TANIMI	OLASI NEDENLERİ	ÖNLENMESİ
		Seramik kabuğu yüksek sıcaklıkta bozmak	Düşük sıcaklıkta bozulması
		Isıl işlem sırasında oluşan gerilim	Isıl işlem sırasında parçaların doğru bir şekilde yerleştirilmesi
Yüzeyde Karbür Azalması	Mikroskopik incelemede belirlenen parça yüzeyinde karbon kaybı	Döküm sırasında veya dökümden hemen sonra aşırı oksitlenme	Kalık /seramik kabuki içinde veya çevresinde karbon içeren malzeme kullanmak. Dökümden hemen sonra kalıbı/ kabuk kalıbı derhal indirgeyici ortama koymak.Dökümün ve soğutmanın vakum altında yada koruyucu atmosferde yapılması
		Belirli alaşımların ısıl işlemi esnasındaki oksitleyici ortam	Isıl işlem sırasında oksitleyici atmosferden kaçınılması, tekrar karbürleme ısıl işleminin yapılması

6. SONUÇLAR

Hassas döküm yöntemi, diğer birçok döküm yöntemine göre avantajlara sahiptir. Özellikle geometrisi karmaşık parçaların dökümdeki avantajdan dolayı tercih edilmede öne çıkmıştır. Fakat, hassas döküm yöntemi dünyada geniş uygulama alanına sahipken ülkemizde henüz istenilen düzeyde bir uygulama alanına sahip değildir. Bunun en büyük nedeni bu yöntemin iç piyasada yeterince tanıtılmamasından kaynaklanmaktadır. Bu problem aşıldığı takdirde hassas döküm yöntemi çeşitli üstünlüklerinden dolayı kendini kısa sürede piyasaya kabul ettirecektir ve endüstriyel uygulamalar bakımından çok geniş bir yelpazeye sahiptir.

Günümüz yoğun rekabet ortamında faaliyet gösteren işletmeler, varlıklarını sürdürebilmek için kaliteyi çok iyi anlamaları ve uygulamaları gerekmektedir, böylece oluşabilecek hataların daha oluşmadan önüne geçmeyi amaçlanmaktadır.

Kalite doğru şekilde geliştirildiğinde hataları önler, düzeltici faaliyetlere gerek bırakmaz, net üretimi artırır, gecikmeleri ortadan kaldırır, aşırı stokları engeller. Kısacası maliyetleri düşürür bu da bir işletme açısından en büyük avantajlardan biridir.

Hataların en büyük etkisi maliyetler üzerinde olmaktadır. Bu nedenle işletmelerin daha kapasiteli, sistemli çalışması, teknolojiyi takip etmesi ve maliyetlerini aşağı çekmesi için kalite tekniklerinin çok iyi bilinerek uygulanmaları gerekmektedir.

İşletmelerin hedefi en ekonomik şekilde, müşterilerin istekleri doğrultusunda sürecini kontrol ederek, çıktı kalitesini sürekli artırmak olmalıdır. Bu ise hataların analizinden geçmektedir. Kalite teknikleri sayesinde bu hatalar tespit edilmekte ve tespit edilen hatalar değerlendirildikten sonra hataların giderilmesi üzerine yoğunlaşıldığı takdirde istenilen kalite seviyesine rahatlıkla çıkılacaktır.

Hassas döküm yönteminde, aynı şekilde yaklaşıldığında döküm parçalarında gaz boşluğunun en büyük hata nedenlerinden biri olduğu görülmüştür. Bunun için bir pareto diyagramı kullanarak rahatlıkla bu sonuca ulaşılmıştır. Hassas döküm yönteminde hataların ortaya çıkabileceği üç ana kademe ise mum modelleri

oluşturulması aşaması, seramik kaplama aşaması ve döküm aşamasıdır. Bu üç işlem kademeleri çok iyi kontrol edildiği taktirde hataların önüne geçmekte fazla bir sorun kalmaz.



KAYNAKLAR

- [1] www.cda.org.uk/megab2/costeff/pub97/sec51.htm
- [2] www.jmlcanada.com
- [3] www.tridentsteel.com
- [4] www.innotek.com.tr/articles/autofab/tr/i_casting.htm
- [5] www.hitchiner.com
- [6] www.implog.com/foundry/ichist.htm
- [7] **Beeley P.R., Smart R.F**, 1995. Investment Casting. The University Press Cambridge, UK
- [8] www.mastop.com/products/precision
- [9] www.bicta.co.uk/process.htm
- [10] www.pmmcastings.com/advast.htm
- [11] www.jobshop.com/techinfo/papers/investmentcasting2.shtml
- [12] www.jobshop.com/techinfo/papers/investmentcasting4.shtml
- [13] www.tridentsteel.com/pdf7
- [14] **Çavuşoğlu E.N**, 1992. Döküm Teknolojisi ,Bölüm 7 Hassas döküm yöntemi, İstanbul
- [15] **Metal Handbook**, 1988, ASM Casting Vol.15, Ohio pp253-269
- [16] www.jmlcanada.com/proc.html
- [17] www.tridentsteel.com/process.htm
- [18] www.signicast.com/advantage.html
- [19] **Kotzin L.E**,1981. Metal Casting and Molding Process
- [20] **Altınoğlu,A** ,1996. Hassas Döküm Yöntemi, TMMOB Metalurji Müh. Odası Dergisi,102. Sayı, Ankara

- [21] **Karaman,D**,1993 Hassas Döküm Yöntemi,İstanbul
- [22] **Özkan, Ergin,Sönmez N**,1990. Hassas dökümde kullanılan refrakter malzemeler.TMMOB Metalurji Müh. Odası Dergisi, Haziran,102.sayı,pp48-53
- [23] www.dupont.com/tipure/starblast/pdf/h69481-1pdf
- [24] **Yağız Ö**,Kalite Planlaması ve Kontrolü Seminer Notları
- [25] Koç Holding Yayınları ‘Toplam Kalite’
- [26] **Nwachukwu J. C.**, 1985 Quality Control Practice in Developing Countries- ‘The Case of Nigeria’, Management Internatianol Review, vol 25
- [27] www.gurmetal.com.tr
- [28] **Kavrakoğlu İ.** ,1996. Kalite Cep Kitabı, 3. Basım, KalDer yayınları No:3
- [29] İstatistiksel Proses Kontrol Eğitim Notları, Ankara
- [30] **Birgen A.**,1996. Problem Çözme, MESS Eğitim Vakfı İşletmesi
- [31] **Burnak** , 1995. Kontrol Diyağramları
- [32] **Mizuno S.**,1988. Management for Quality Improvement, The Seven Tools, Productivity Press, Portland-Oregon
- [33] **Taptık Y. ve Keleş**,1998. Kalite Savaşları
- [34] American Foundry’s Society, 1974. Analysis of Casting Defects
- [35] **Walgreif D. ve Ghoniem N.**, Pattern Defects and Materials İnstabilities
- [36] Y.T.Ü Döküm dersi notları
- [37] www.teg.co.uk/teg/hoben/castprob.htm
- [38] www.teg.co.uk/teg/hoben/waxprob.htm

ÖZGEÇMİŞ

9 Aralık 1975 tarihinde Çerkezköy/Tekirdağ'da doğdum.1998 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Metalurji Mühendisliği Bölümünden mezun oldum. Aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi yüksek lisans programını kazanarak İngilizce Hazırlık Programı okudum. Ertesi yıl İstanbul Teknik Üniversitesi Endüstri ve İşletme Yöneticiliği Sertifika Programını başarıyla tamamladıktan sonra 2000 senesinden itibaren İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı Üretim Metalurjisi Programında Yüksek Lisans Öğrenimini devam ettirmekteyim.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ