

46259

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BASINÇLI DÖKÜM YÖNTEMİYLE ÜRETİMDE OHTEA TEKNİĞİ
UYGULAMASI İLE ÜRÜN VE PROSES OPTİMİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Met.Müh. Murat ATEŞ

Anabilim Dalı : METALURJİ MÜHENDİSLİĞİ

Programı : ÜRETİM METALURJİSİ (KISMEN ALMANCA)

HAZİRAN 1995

**BASINÇLI DÖKÜM YÖNTEMİYLE ÜRETİMDE OHTA TEKNİĞİ
UYGULAMASI İLE ÜRÜN VE PROSES OPTİMİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Met.Müh. Murat ATEŞ

**F.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Tezin Enstitüye verildiği tarih	:	12 Haziran 1995
Tezin savunulduğu tarih	:	27 Haziran 1995
Tez Danışmanı	:	Yrd.Doç. Dr. Cüneyt ARSLAN
Diğer jüri üyeleri	:	Doç. Dr. Yılmaz TAPTIK Doç.Dr. Süheyla AYDIN

Haziran 1995

ÖNSÖZ

Günümüzde artık ülkeler arasındaki sınırlar giderek anlam değiştirmekte ve tüm dünyayı kapsayan bir globalleşmeye doğru gidilmektedir. Bu çerçevede oluşan uluslararası pazarda firmaların ezici rekabet ortamında hayatlarını devam ettirmeleri söz konusudur. Bununla tek reçetesi ürettikleri ürünü daha ucuza, müşterinin istekleri doğrultusunda ve de zamanın da üretmektir.

Bu çalışmada orta ölçekli bir basınçlı döküm fabrikasında " Kalite Güvence Sistemi" kurma çalışmaları kapsamında kalite teknikleri uygulanmış olup bu tezin oluşturulması, yönetilmesi ve yazılması aşamalarında değerli zamanlarını benden esirgemeyerek yapıcı eleştirileri ile destek olan sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Cüneyt Arslan ve Doç. Dr. Yılmaz Taptık'a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Tezin oluşturulması esnasında özellikle uygulamaya dönük çalışmalarında benden maddi manevi desteklerini esirgemeyen MİTA Kalıp ve Döküm Sanayii Ticaret Anonim Şirketine ve tüm çalışanlarına teşekkür ederim.

Tezin oluşturulması ve yazımı sırasında emeği geçen metallurji mühendisi Özgül Keleş'e, araştırma görevlisi Uğur Demirler'e ve metallurji mühendisi Levent Kösoğlu'na teşekkürlerimi sunarım.

Tüm öğrenim hayatım boyunca vermiş olduğum kararlarda her zaman maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

HAZİRAN , 1995

Murat ATEŞ

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	VI
ZUSAMMENFASSUNG.....	VII
BÖLÜM 1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
BÖLÜM 2. BASINÇLI DÖKÜM YÖNTEMİ.....	3
2.1. Basınçlı Döküm Yönteminin Önemi ve Diğer Yöntemlerle Karşılaştırılması.....	3
2.2. Basınçlı Döküm Makinası.....	6
2.3. Kalıp ve Faz Ayarları.....	10
2.4. Basınçlı Döküm Alaşımları.....	20
2.5. Ergitme Fırını, Döküm Potası ve Temizleme İşlemi.....	25
2.6. Basınçlı Döküm Parçalarının Bitirme İşlemleri.....	28
2.7. Basınçlı Dökümdeki Teknolojik Gelişmeler.....	29
2.7.1. Hidrolik Sistemin Orantılı Kumandası.....	30
2.7.2. Sabit Ventille Gerçek Zaman Ayarlama Sistemi.....	31
2.7.3. Mikroprosessor Kumanda (Bilgisayar Kullanımı).....	32
2.7.4. Kalıbın Hızlı Değişimi.....	34
2.7.4.1. Kalıbın Hızlı Değişimi İçin Hidrolik Kalıp Bağlama Düzeni.....	34
2.7.5. İticilerin Hızlı Bağlanması İçin Hidrolik Bağlama Donanımı.....	35
2.7.6. Döküm Durumunun Hızlı ve Otomatik Olarak Değiştirilmesi.....	35
2.7.7. Ölçme ve Kontrol Aletlerinin Otomasyonu.....	36
BÖLÜM 3. KALİTE GÜVENCE SİSTEMİ.....	39
3.1. Giriş.....	39
3.2. Sistem Anlayışı.....	41
3.3. Toplam Kalite Kontrol ve Kalite Maliyeti.....	44
3.3.1. Kalite Kontrol Çemberleri.....	50
3.4. ISO 9000 Serisi Standartları.....	55
3.5. Kalite Politikası.....	57
3.6. Amaçların Saptanması.....	58
3.7. Örgütlenme.....	61
3.8. Yöntemler ve İşlemler.....	62
3.9. Kanıtlama ve Belgeleme.....	63
3.10. Kalite Planlaması.....	63
3.11. Kalite Sisteminin Değerlendirilmesi.....	65
3.12. Kalite El Kitabı.....	66

BÖLÜM 4. KALİTE GÜVENCE SİSTEMİ KAPSAMINDA KULLANILAN KALİTE TEKNİKLERİ.....	68
4.1. İstatistik Proses Kontrol (İ.P.K).....	68
4.1.1. Veri Toplama.....	71
4.1.2. Ishikawa Diyagramları (Sebeb-Sonuç Diyagramları).....	71
4.1.3. Pareto Analizi.....	74
4.1.4. Proses Kontrol Diyagramları.....	74
4.1.4.1. Değişken Veriler İçin Kontrol Diyagramları.....	75
4.1.4.2. Niteliksel Değişkenler İçin Kontrol Diyagramları.....	77
4.1.4.3. Proses ve Makina Yetenek Analizi.....	78
4.2. Kalite Fonksiyonlarını Geliştirme Tekniği (QFD).....	80
4.3. Deneylerin Tasarımı. (DoE).....	81
4.4. Hata Ağacı Analizi (FTA).....	85
BÖLÜM 5. OLASI HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (OHTEA)....	86
5.1. Giriş.....	
5.2. Olası Hata Türü ve Etkileri Analizinin (OHTEA) Temeli..	87
5.3. Tasarım-OHTEA.....	94
5.4. Proses-OHTEA.....	96
5.5. Ürün-OHTEA.....	98
5.6. OHTEA Analizi Ne Zaman Yapılmalıdır ve Sorumlusu Kimdir ?.....	100
5.7. Bir OHTEA Analizinde Çalışma Grubunun Oluşturulması.....	100
5.8. OHTEA Çalışmasının Uygulama Aşamaları.....	104
5.8.1. Ürün/Tasarım-OHTEA Çalışması.....	104
5.8.2. Hata Türü ve Şeklinin Tanımlanması.....	105
5.8.3. Olası Hata Türlerinin Etkisinin (Sonucunun) Belirlenmesi.....	106
5.8.4. Olası Hata Türlerinin Ortaya Çıkma Sebepleri.....	108
5.8.5. Olası Hata Sebeplerinin Tesbiti İçin Kontrol Önlemlerinin Alınması.....	109
5.8.6. OHTEA Analizinde Karar Verme Yöntemi.....	110
5.8.6.1. OHTEA Analizinde Değerlendirme Kuralları.....	112
5.8.6.1.1. Hata/Sebebe Olasılığı (Po).....	113
5.8.6.1.2. Hatanın Şiddeti (s).....	117
5.8.6.1.3. Hatanın Keşfedilebilirliği (Pd).....	119
5.8.6.1.4. Risk Öncelik Sayısının Tesbiti (R.Ö.S).....	122
5.8.6.1.5. Tavsiye Edilen İyileştirmeler ve Takibi.....	122

BÖLÜM 6. OLASI HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİNİN ORTA ÖLÇEKLİ BİR BASINÇLI DÖKÜM FABRİKASINA UYGULANMASI.....	125
6.1. Uygulamanın Gerçekleştirildiği Firmanın Tanıtılması.....	125
6.2. Firmada Üretim Esnasında Kullanılan İş Akış Şeması ve Kalite Planı.....	126
6.3. Genel Olarak Basınçlı Döküm Prosesinde Ortaya Çıkan Hatalar ve Hata Sebepleri.....	136
6.4. Üretim Prosesinin Basınçlı Döküm Aşamasına Ait Sebeup-Sonuç Diyagramı (Kılçık Diyagramı).....	140
6.5. Üretim Prosesinin Basınçlı Döküm Kısmı İçin Proses-OHTEA Analizinin Uygulanması.....	143
6.5.1. Proses-OHTEA Analizinin “R-12 Su Pompası” İçin Uygulanması.....	143
6.5.2. Proses-OHTEA Analizinin “R-12 Depo Kapağı (Eski + Yeni) Nüvesi (Renault Anahtarlı)” İçin Uygulanması.....	159
6.5.3. Proses-OHTEA Analizinin “R-12 Kalorifer Musluğu” İçin Uygulanması.....	172
6.6. Döküm Prosesinde Ortaya Çıkan Hata türü Referansları.....	183
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	195
KAYNAKLAR.....	196
ÖZGEÇMİŞ.....	199

ÖZET

Kaite Güvence Sistemi içerisinde yürütülen faaliyetler arasında kalite olgusunun kavranması ve işletmecilik fonksiyonları dikkate alınarak yürütülmesinin yanında üretilen ürünlerin müşteri istekleri doğrultusunda olması için kullanılan kalite teknikleri büyük bir önem taşımaktadır.

Kalite tekniklerinden Olası Hata Türü ve Etkileri Analizi (O.H.T.E.A.) (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA) bu çalışma kapsamında basınçlı döküm yöntemiyle üretim yapan ve özellikle otomotiv sektörüne parça üreten orta ölçekli bir firma ile işbirliği sonucu temin edilen alüminyum alaşımı bazlı parçalar üzerinde uygulamalı olarak yürütülmüştür.

Bu çalışmanın başlangıç noktasını basınçlı döküm prosesi esnasında ortaya çıkmış hatalı parçalar oluşturmaktadır. O.H.T.E.A. çalışması yapılmış olup parçalarda meydana gelen hataların müşterideki etkisi ve giderilmesi O.H.T.E.A. kartlarında açıkça belirtilmiştir.

Bu çalışma gerek basınçlı döküm prosesinin optimizasyonuna, gerekse üretilen ürünlerdeki hataların azaltılmasına yönelik katkıları ve buna bağlı olarak kalite düzeyinin geliştirilmesi nedeniyle anlamlıdır.

OPTIMIERUNG DER PRODUKTE UND PROZESSEN BEI DRUCKGUSSFERTIGUNG MIT HILFE DER FEHLER MÖGLICHKEITS UND EINFLUSS ANALYSE (F.M.E.A) TECHNIK

ZUSAMMENFASSUNG

Marketing wurde lange als betriebliche Funktion, angesiedelt zwischen Vertrieb und Kunden gesehen. Durch die zwangsläufig immer stärker werdende Ausrichtung von Herstellern und Dienstleistern auf offene und latente Kundenanforderungen verändert sich die Aufgabe im Marketingbereich.

Werden die Bedürfnisse des Kunden als Zielgrösse für die Qualität von Produkten und Dienstleistungen angenommen, so ist das Urteil des Kunden alleinige Mass für Qualität. Seine Aussage über den Grad der Erfüllung oder Nichterfüllung seiner Bedürfnisse ist massgebend. Eine Diskussion darüber, ob diese Aussagen richtig oder falsch sind, ist sinnlos. Insofern sind Marktforschungsergebnisse ein weiteres Hilfsmittel, um offene und verborgene Kundenwünsche zu ermitteln.

Der Dialog kann auch durch Kundenbefragung, Wettbewerbsanalyse, Fachliteratur oder Testzeitschriften erfolgen. Trotz vielfältiger Möglichkeiten ist jedoch festzustellen, dass für die Erfassung der Kundenurteile - positiv wie negativ - ein sehr geringer Aufwand betrieben wird, verglichen mit den internen Anstrengungen in Bezug auf die technische Produktqualität.

Da Kundenmeinungen subjektiv sind, wird auch Qualität subjektiv empfunden. Jeder Versuch, Qualität aus Sicht des Kunden zu Objektivieren, muss zwangsläufig scheitern. Damit hat die zu Beginn erläuterte Definition von Qualität ihre Absolutheit verloren. Qualität ist relativ und nur in Zusammenhang mit speziellen Kunden oder Kundengruppen zu verstehen.

Das Erreichen der vollständigen Zufriedenheit des Abnehmers mit den ihm dargebotenen Einheiten (Produkten, Dienstleistungen) durch

- Berücksichtigung seiner Anforderungen und Wünsche in Bezug auf Preis , Leistung und Zeit,

- Beachtung der Interessen der Allgemeinheit (Gesetze. Umweltschutz. Sicherheit, usw) und

- Die Pflege guter Beziehungen zum Kunden bei Beratung, Service oder Reklamationsbearbeitung.

Nach einer Definition "Qualitaet" und einem geschichtlichen Rückblick auf seine Entwicklung wird die Qualitaet als statistische Grösse behandelt. Hierbei sind die Wahl des Stichproben umfanges und die Probennahme entscheidende Faktoren für die Aussage der Prüfung.

Die Qualitaetssicherung umfasst die Planung, Erzeugung, Prüfung und Bewertung von Qualitaet der Werkstoffe und Produkte in allen Stufen der Fertigung. So kann man die Qualitaetssicherung als einen Regelkreis auffassen, der die Produkte auf bestimmte qualitative Sollwerte regelt.

Qualitaet als Gesamtheit von Eigenschaften und Merkmalen. Eigenschaften und Merkmale, die in ihrer Gesamtheit die Qualitaet eines Produktes ausmachen. müssen quantifizierbar sein, damit objektiv gemessen werden kann.

Qualitaetsplanung: Qualitaetssicherung beginnt mit der Qualitaetsplanung. Dabei ist zunaechst zu fragen, welchen Anforderungen, die zu erzeugenden Produkte genügen müssen. Diese Frage führt zu verschiedenen Antworten. je nachdem. Ob neue oder nichtgenormte Produkte oder Norm-und Regelprodukte herzustellen sind.

Es wurde zunaechst gezeigt, dass Qualitaet im industriellen Sinne auf die Anwendung hin definiert, dass Qualitaet mit chemischen und physikalischen Methoden messbar sein muss und dass die Messergebnisse mit Methoden der mathematischen Statistik aufbereitet werden können. Der auf diese Weise objektivierter Qualitaetsbegriff ist die Basis für eine wirksame Qualitaetssicherung.

Qualitätsmanagementsystem-Zertifikate können auch für interne Zwecke (Motivation) und zu Marketingzwecken verwendet werden. Damit wird z.B. einem Abnehmer die Möglichkeit gegeben, auf eigene Beurteilung des Qualitätsmanagementsystems beim Lieferanten zu verzichten, in dem er auf die Aussagefähigkeit des Zertifikats vertraut. Hierdurch können Vielfachbeurteilungen von Qualitätsmanagementsystemen durch Abnehmer vermieden werden.

Die Normen der Reihe ISO 9000 werden, da sie allgemein formuliert sind, in immer mehr Branchen bzw. Produkt-einschliesslich Dienstleistungsbereichen angewandt.

Die Norm ist anwendbar z.B. auf Unternehmen /Organisationen im Gaststätten- und Hotelgewerbe, im Kommunikationsbereich, im Gesundheitsbereich, für Instandhaltungen, Transportunternehmen usw.

Die fünf Teile des Normenwerks haben folgenden Inhalt:

a-) **ISO 9000:** Qualitätsmanagement -und Qualitätssicherungsnormen. Leitfaden zur Auswahl und Anwendung.

b-) **ISO 9001:** Qualitätssicherungssysteme. Modell zur Darlegung der Qualitätssicherung in Design /Entwicklung. Produktion Montage und Kundendienst.

c-) **ISO 9002:** Qualitätssicherungssysteme. Modell zur Darlegung der Qualitätssicherung in Produktion und Montage.

d-) **ISO 9003:** Qualitätssicherungssystem. Modell zur Darlegung der Qualitätssicherung bei der Endprüfung.

e-) **ISO 9004 :** Qualitätsmanagement und Elemente eines Qualitätssicherungs-Systems Leitfaden

Qualität zu produzieren und nicht zu erprüfen - das ist das Ziel der Qualitätsanstrengungen eines Unternehmens. Dieses Ziel lässt sich am ehesten erreichen, wenn bereits bei der Konstruktion mögliche Fehler, ihre Ursachen und Abhilfemassnahmen bedacht werden. Auf systematische Weise ist dies mit der FMEA (Fehler Möglichkeits und Einfluss Analyse) möglich.

Beim Druckgiessprozess haengen die verschiedenen Qualitaetseigenschaften eines Druckgussteiles in besonderer Weise von den Giessbedingungen bei seiner Herstellung ab. Insofern kommt der richtigen Wahl der Giesbedingungen ausserordentliche Bedeutung zu.

Mit einem geeigneten Messsystem können die Giessbedingungen unter denen das Gussteil in der Form entsteht, erfasst werden. Damit gewinnt man eine bessere Voraussetzungen zu ihrer Beeinflüssung.

Prozessdaten Erfassung und -Auswertung werden beim Giessen von Dünnwandigen platten und dünnwandigen Gehaeusen aus Zink -Druckguss veranschaulicht.

Die FMEA (Fehler Möglichkeits und Einfluss Analyse) ist eine Methode . um potentielle Fehler bei Entwicklung Fertigung und Montage eines Produkts oder in einem Verfahren systematisch zu erfassen und durch geeignete Massnahmen zu vermeiden. Dazu werden:

- Alle möglichen Fehler systematisch aufgelistet,
- Ihre Folgen für den naechsten Schritt (bei einem weiterführenden Prozess oder beim Kunden) untersucht,
- Ihre Wirkung auf die Funktion beurteilt,
- Die möglichen Fehlerursachen bzw. Prozessüberwachung und Vermeidung dieser Fehler bewertet,
- Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens. die Auswirkungen auf den naechsten Schritt und die Möglichkeit des Entdeckens des Fehlers beurteilt und hieraus eine Prioritaetszahl gebildet,
- Entsprechende konstruktive. fertigungs- und prüftechnischen Massnahmen festgelegt,
- Die Verantwortlichen für deren Durchführung bestimmt,
- Die Fehlererkennung und- Vermeidung entsprechend den festgelegten Massnahmen erneut bewertet,

Die FMEA als "lebendes" Projekt wird nicht nur einmal erstellt, sondern sie muss bei Änderungen des Produkts oder des Fertigungsprozesses überarbeitet und ergänzt werden.

Konstruktions-FMEA: Mit einem Stammteam von Mitarbeitern aus Entwicklung, Konstruktion und Qualitätssicherung, Fertigungsplanung und -technik und der Fertigung des Herstellers und Verbraucherwerkes zu erstellen.

Bei der Konstruktions -FMEA handelt es sich um eine analytische Technik, die von Entwicklungsingenieuren angewendet werden soll, um sicherzustellen, dass jeder denkbare Fehler in Erwägung gezogen und behandelt wird.

Prozess-FMEA: Mit einem Stammteam aus Mitarbeitern aus Fertigungsplanung und Qualitätssicherung.

Die Prozess-FMEA ist durch die für das Herstellerwerk verantwortliche Fertigungsplanung, Qualitätssicherung oder Fertigung unter Beteiligung der betroffenen Fachabteilungen des Hersteller- und Verbraucherwerkes zu erstellen.

Sie ist mit der Prozessplanung der erforderlichen Produktions- und Prüfeinrichtung zu beginnen und rechtzeitig vor Installation der serienmässigen Fertigungseinrichtungen abzuschliessen.

Diese Diplomarbeit ist in ein Betrieb, aus Aluminium der Druckgussteile produziert durchgeführt, und Als Beispiel werden diese Teile vorgenommen und mit Hilfe der Prozess-FMEA untersucht. Erst werden die Möglichen Fehler in der Druckgussfertigung festgestellt und dann mit Hilfe einer Ursachen - Wirkungsdiagramm nach möglichen Fehlerursachen untersucht. Mögliche Ursachen sind festgelegt und dazu mögliche Massnahmen gegeben Anschliessend ist für vorgenommene Teile FMEA-blätter und ein Katalog für mögliche Druckgussfehler gegeben.

BÖLÜM 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Günümüz kalite anlayışının geçmişten farkı, geçmişte kalitenin çok sayıda titizlikle yürütülen kontrollerle gerçekleştirilen ve sadece kontrol işlemini ön plana çıkaran çok pahalı bir sistem olması, bugün ise bir işletmede ki tüm fonksiyonları kapsayan sistem olmasıdır.

Kalitenin elde edilmesi mutlaka yüksek teknoloji uygulamasını gerektirmez. Kalite, bir ürün veya hizmette müşterinin beklentilerini karşılayabilmek ve bu durumu sürekli güvence altına alabilmektir.

Kalite Güvencesi faaliyetlerini nitelikleri açısından başlıca iki grupta değerlendirmek mümkündür. Kalite Güvencesinin işletmecilik ve mühendislik faaliyet ve uygulamaları ağırlıklı konular olmak üzere iki grupta tanımlanabilecek ve değerlendirilebilecek, ancak biri birinden bağımsız olarak ele alınması mümkün olmayan faaliyet ve uygulamalardır.

Kalite sisteminin gerekleri ürün gereklerini tümleyicidir. Bu nedenle ISO 9000 standartları ürünlere ve süreçlere özgü şartnamelerin (Ürün standartları) dışındadır ve farklıdır.

ISO 9000 standartları kalite sistemi uygulayıcılarının sonuçta ulaşması gereken noktaları tanımlamakta ve bu yolda kılavuzluk yapmaktadır.

Günümüzde üretim yöntemlerinden beklenen en büyük istek aynı zaman periyodunda daha seri üretim yapabilmesi ve yeni teknolojilerin adaptasyonunun sağlanabilmesidir.

Basınçlı dökümle elde edilen parçaların mekanik özellikleri daha iyi, yüzey kalitesi yüksek , boyut hassasiyeti yüksek ve üretilen parça miktarının fazlalığından dolayı işçilik maliyeti düşüktür. Aynı zamanda hammadde tasarrufu sağlanmaktadır.

Kalitede artan isteklerin cevaplanabilmesi üretime geçmeden önce hazırlık aşamasında hata denetimi ile mümkündür. Hatasız ürünler ve kalitenin yüksekliği müşteri tatmininin anahtarıdır. Bu yaklaşıma da sadece problemi önleyici bir bilinçle ulaşılır.

Bu çalışmada orta ölçekli bir basınçlı döküm fabrikasında üretilen üç parça üzerinde *Olası Hata Türü ve Etkileri Analizi (OHTEA)*, (Failure Mode and Effect analysis FMEA, Fehler Möglichkeits und Einfluss Analyse FMEA) döküm prosesi için uygulanmıştır. OHTEA çalışmasında kalite süreci içerisinde ürünlerin tasarım prosesinde ve üretimde potansiyel hatalar tespit edilmiştir. Sayısal değerlendirme yardımıyla gerekli tedbirler alınmıştır. Gerçekleştirilen düzeltmeler belirlenir bu şekilde arkadan gelen proseslerde hata önleme çalışmalarını yapmaya olanak sağlamaktadır.

Bu çalışmada önemli proses değişkenleri müşteri üzerine olan etkisine göre sıralanmış bir olası hata türleri belirlenmiştir. Böylece iyileştirme faaliyeti için bir öncelik sistemi kurulması sağlanmıştır. Aynı zamanda üretim ve montaj proses sonuçları belgelendirilmiş olmuştur.

BÖLÜM 2. BASINÇLI DÖKÜM YÖNTEMİ

2.1. Basınçlı Döküm Yönteminin Önemi ve Diğer Yöntemlerle Karşılaştırılması

Basınçlı döküm yöntemi, döküm endüstrisindeki en ekonomik yöntemlerden bir tanesidir. Yüksek miktarlardaki ve karmaşık parçaların döküm yöntemiyle üretilmesinde, günümüzdeki en büyük sektörlerden bir tanesidir. Basınçlı dökümde hammadde tasarrufunun yüksek olması, döküm parçasının mekanik özelliklerinin, yüzey kalitesinin iyi olması, boyut hassasiyetinin yüksek olması ve buna bağlı ilave işlem ve montaj faaliyetlerinin azalması ve parça başına işçilik maliyetlerinin düşük olması nedeniyle önemli bir döküm yöntemidir. Günümüz teknolojisinin gelişmesine paralel olarak en üst düzeyde uyum sağlayacak otomasyon olanağı vermesi dolayısı ile geniş bir uygulama alanı bulmuştur.

Daha çabuk ve daha hızlı döküm yapabilmek için 1849'da Sturges, 1852'de Barr, 1856'da Pelize, 1877'de Dusenburger ve benzeri araştırmacılar bu yöntemle çalışan makinelerin patentlerini almışlardır. Bunu Ottmar Mergenthaler'in Linotip makinasını geliştirmesi takip etmiştir. Bu makinede birçok metal formlar ve matrisler otomatik olarak uygun sıra ile dizilebilmekte ve gazetelerin satırları getirilerek dökülebilmekteydi. Yüzyılın başında H.H. Doeblin ilk basınçlı döküm makinasının patentini almıştır. Söz konusu çalışma prensibi ilk Mergenthaler'in makinasının çalışma prensibi ile aynıdır yani, sıvı metalin içine daldırılmış silindir ve piston yardımı ile, ergimiş metali basınçla kalıba göndermekteydiler. [1]

İlk endüstriyel uygulama kurşun ve kalay alaşımlarıyla motor yataklarının basılması ile başlar. Çinko alaşımları, Sn-Pb alaşımlarına nazaran, biraz daha yüksek ergime sıcaklığına sahip olduğu için ikinci olarak denenmiştir. 1915'de DOEHLER Pres döküm şirketi ilk defa ticari alüminyum alaşımı parçaları üretti. Ticari madenlerin içinde en önemli olanlarından bir tanesinde Magnezyumdur. Bu metalin pres döküm işlemleri metalurjik gelişmeler sayesinde sağlanmıştır. [1]

Alüminyum ve Magnezyum alaşımlarının her ikisinde yaklaşık olarak 650°C'da erirler. Erime sıcaklığı sıralamasında iki numarayı pirinç (Cu-Zn) alır. Bu alaşımların erime noktası 870°C ve daha yukarıdır. 220°C'lik fark belki büyük görülmeyebilir, ancak erime sıcaklığının artışı pres döküm güçlüklerinin artmasına neden olur. [1]

Basınçlı dökümdeki en büyük gelişmeler özellikle 1970'li yıllardan bu yana kadar aşağıda belirtilen faktörlerdeki gelişmeler sayesinde kaydedilmiştir. [2]

- Döküm alaşımlarındaki çeşitlilik ve ergitme sistemleri.
- Üretilecek parça miktarlarındaki artışa müsaade eden kalıp malzemesi ve kalıp imalatındaki gelişmeler.
- Döküm makinasının otomasyon sistemlerindeki gelişmeler ve makina büyüklüklerindeki artışlar sayesinde daha büyük parçaların dökümüne imkan vermesi.
- Döküm şartlarının tesbitinde ve makinanın yanında diğer aksamaların makinaya olan adaptasyonunda ki gelişmeler.

Basınçlı döküm olağan üstü komplike bir prosestir. Kalıp doldurma şartları çok sayıdaki etkinin altındadır. Bu nedenle bu faktörlerin malzeme spesifikasyonları ile beraber bir optimum noktanın bulunması gerekmektedir. Aynı zamanda bu faktörlerin yanında kalitesi yüksek bir verimin elde edilmesinde özellikle düşük maliyet, yüksek imalat, yüksek kalite v.b. faktörlere etki eden kimyasal kontrol aletleri veya son işlemler, parçaların döküm anında veya sonrasında işleme ve esnasında imalatın çabuk ve doğru olarak kontrolü, yetişmiş mühendis, teknisyen ve işçi arasındaki koordinasyonu gerektirir.

Basınçlı döküm tanım olarak , sıvı metalin yüksek basınç altında çelik kalıba doldurulması, belli bir katılaşma sürecinden sonra parçanın kalıptan alınması şeklinde kısaca tanımlanabilir. Bu çevrim sürekli tekrar etmektedir. [2]

Basınçlı döküm yönteminin öteki döküm yöntemlerine göre avantaj ve dezavantajları; [3]

- Üretim şekli olarak sıvı metal yüksek basınç altında metal kalıba doldurulur.
- Kullanılan hammaddeler Kurşun, Çinko, Kalay, Alüminyum, Magnezyum ve Cu alaşımlarıdır.
- Hammadde tasarrufu ve çok az artık ürün bırakması.
- Üretim miktarı yüksektir (birkaç bin parça) saatte 200...300 parça.
- Çok ince et kalınlığı (0,8.....3,5 mm).
- Delik ve boşlukların uygun kalıp dizaynıyla çok rahat elde edilmesi.
- Makina büyüklüğü ve tekniğin gün geçtikçe artmasıyla daha büyük döküm parçasının elde edilme olasılığı.
- Yüzey nitelikleri bakımından daha sonraki işlemlere uygundur. (Galvanizleme, kaplama, boyama vs.)
- Ulaşılabilecek en iyi ölçü tamlığı (herbir alaşım ve parça için $\pm 0,005$ mm'ye kadar)
- Parçaların dayanımı yüksek.
- Yüzey karakteristiğinin iyi olması ve ölçü tamlığının yüksek olmasından dolayı daha sonraki müteakip işlem masraflarının azalması.
- Takım maliyeti ve ilk yatırım maliyeti yüksektir.
- Karmaşık ve kompleks parçaların dökümüne imkan vermektedir.

Basınçlı döküm yolu ile elde edilen parçaların, parça başına düşen maliyetin az olmasının sebepleri; kullanılan hammalzeme ihtiyacının düşük oluşu, üretilen parça miktarının fazlalığı, müteakip işlemlerin azalması, yüzey işlemlerinin azalması ve de montaj maliyetinin düşüklüğüdür.

Günümüzde basınçlı döküm yolu ile elde edilen parçaların kullanım alanları gün geçtikçe artmaktadır. Otomotiv sektöründe, ev araçlarında, büro makinelerinde, makinelerde, uçak sanayinde, hassas aletlerde, tarım aletlerinde, dayanıklı tüketim mallarında ve telekomünikasyon alanında kullanılmaktadır.

2.2. Basınçlı Döküm Makinası

Basınçlı döküm yönteminde, üretim süreci boyunca en önemli kısım döküm kısmıdır. Çünkü bu kısımda meydana gelebilecek hataların daha sonra telafi edilmesi mümkün olmayan veya edilse dahi maliyetin çok fazla yükselmesine sebep olacaktır. Döküm prosesinde, prosesi etkileyen önemli parametre döküm makinasıdır.

Genel olarak makinanın fonksiyonu, iki kalıp yarımını birbirine karşı kenetlenmesini sağlamak ve enjeksiyon işleminde kalıp yarımlarının enjeksiyon basıncı katkısında açılmasını önlemektir. Daha sonra ise kalıbın açılmasını sağlayarak döküm işlemi tamamlanmış olur. [2]

Dökülecek parçanın kalıbı iki blok ile bazı parçalardan meydana gelir ve döküm makinasının hareketli ve sabit plakalarına monte edilir. Makina kapatıldığında iki kalıp yarımı sıkıca birbirine kilitlenir, ergimiş metal yüksek basınç ve hız altında kalıp kanalları yolu ile kalıp boşluğuna basılır. [2]

Bir basınçlı döküm makinasının ana parçaları :

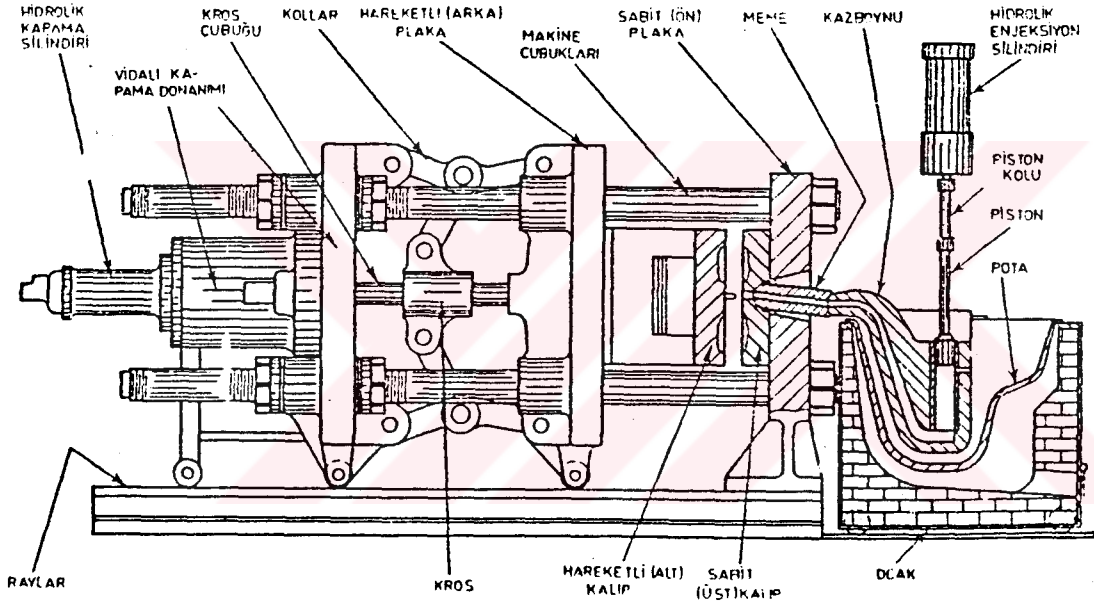
- 1- Şasi (tüm parça ve sistemleri taşır)
- 2- Piston-Silindir sisteminden meydana gelen ve kalıbı açıp kapayan çalıştırma düzeni.
- 3- Ergimiş metal alaşımını basınç altında kalıp boşluğuna basan enjeksiyon sistemi.

Basınçlı döküm makinası tipleri : [1]

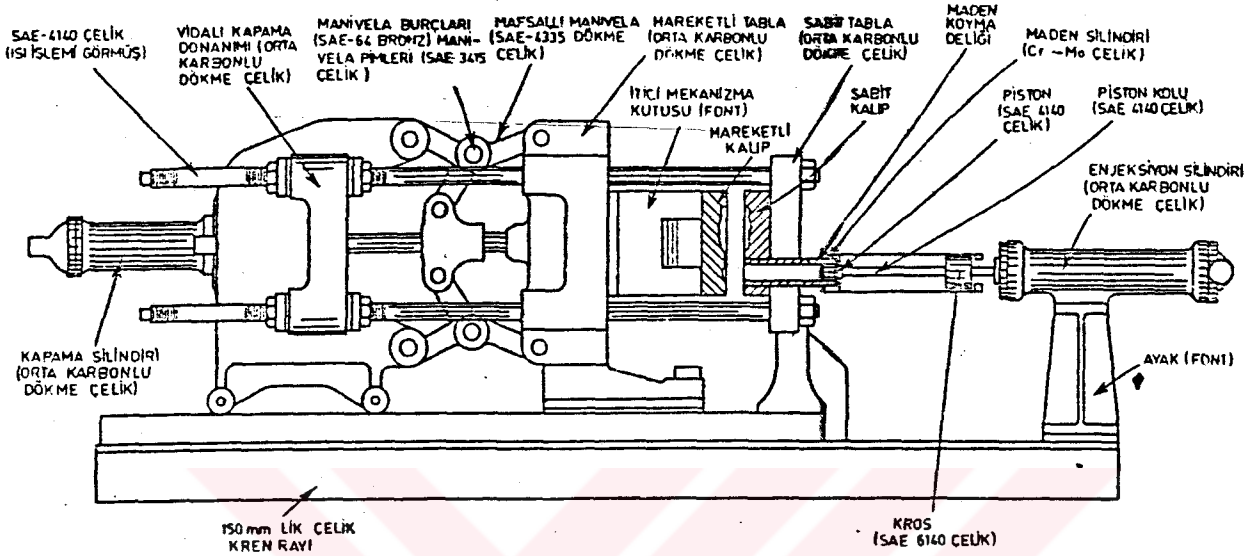
- 1- Sıcak kamara (Dalgıç-piston sistemi, Sn, Pb, Zn alaşımlarında)

2- Soğuk kamara (Al, Mg, Cu alaşımlarında kullanılan)

Soğuk kamarada sıvı metal bir kepçeyle veya otomatik olarak döküm kovanına boşaltılır. Dalgıç-piston tipi makinada fırın makinasının ön tarafına bağlıdır ve piston silindir sistemi, ergimiş metalin içindedir. Her baskı sonunda metal silindirin içine akar ve ikinci çevrimin başında pistonla kalıbın içine basılır.



Şekil 2.1. Sıcak kamara tipi bir makinenin genel görünüşü.

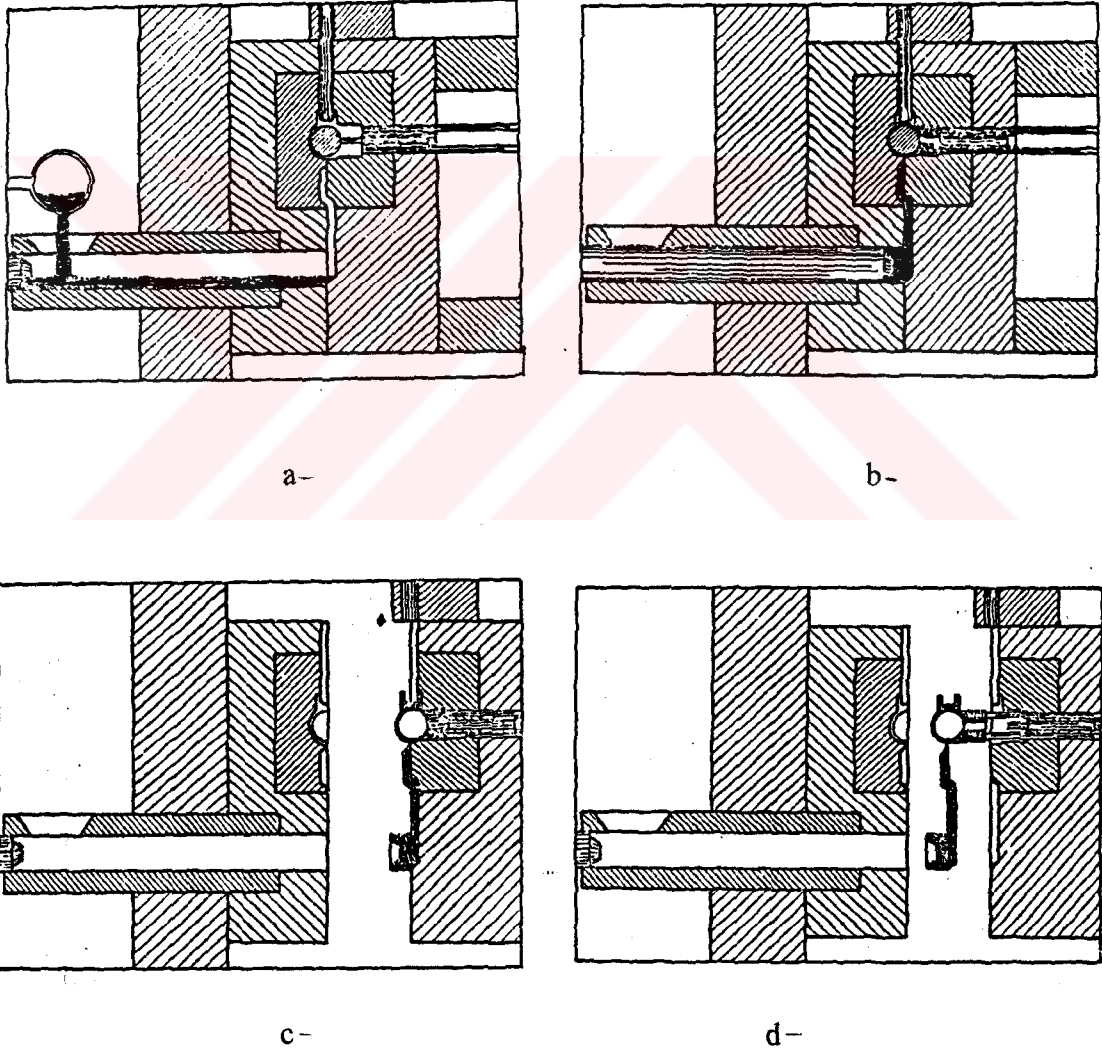


Şekil 2.2. Soğuk kamara tipi bir makinanın genel görünüşü.

Basınçlı dökümdeki bir çevrim, operatörün düğmeye basarak çevrimi başlatmasıyla başlar ve makina açılınca döküm parçası elle veya otomatik olarak dışarı alınır. Bugünkü makinalarda otomasyon sayesinde çevrim otomatik olarak ayarlanmaktadır.

1. SICAK KAMARA: Modern sıcak kamara tipi makinelerde pnömatik güç yerine, hidrolik güç kullanımı ve zaman ayarlayıcılar, otomatik kontrollu valflar, röleler, limit şalterleri gibi yenilikler kullanılarak otomatikleştirilmiştir. Modern bir sıcak kamarada, operatör düğmeye bastığında itici pimleri kalıp yüzeyinden ayrılır, makina kapanır, kilitlenir ve piston hareket ederek kalıp boşluğuna ergimiş metal alaşımını basar. Önceden belirlenen belirli bir süre sonunda piston geri döner, makina açılır, itici pimleri döküm parçayı kalıptan dışarı iter. Operatör kalıp yüzeylerini temizleyip yağlar ve tekrar düğmeye basarak ikinci çevrimi başlatır.

2. SOĞUK KAMARA: Ergimiş metal kalıp içine hidrolik çalışan bir pistonla basılır. Ergimiş metal kalıbı birkaç defa doldurabilecek hacimde, bir potadan kepçeyle veya otomatik bir sistemle alınır ve döküm kovanına boşaltılır. Dolma işleminden hemen sonra piston çalışarak doldurma deliğini kapatır ve ergimiş metali basınç altında kalıba basar.



Şekil 2.3- Soğuk kamaralı basınçlı döküm makinasında parça şekillendirme sırası

- a- Kepçe ile döküm kovanına ergimiş sıvı metal konur
- b- Piston metali kalıp içine enjekte eder.
- c- Kalıp açılır.
- d- Madenle beraber kalıptan çıkarılır.

Modern makinalarda büyüklük ölçüsü, sabit ve hareketli kalıp yarımalarını taşıyan kızakların eksenleri arasındaki uzaklıktır. Gerçekte bir makinanın büyüklüğü ve çalışma karakteristikleri yapıcıya bağlıdır. Makinalarda kalıp açıklığı ve azami kalıp yüksekliği sınırlamaları mevcuttur.

Modern makinalarda :

a-) Kalıp kilitleme metodları

- Hidro-mekanik sistemler
- Hidrolik sistemler
- Mekanik sistemler

b-) Enjeksiyon sistemleri

c-) Otomatik çevrim kontrolü

d-) Yağ ve hidrolik sistemler

e-) Kilitler ve emniyet aparatları ile otomasyon.

En önemli döküm değişkenleri: [3]

- Enjeksiyon hızı
- Metal alaşımının gizli ergime ısısı ve özgül ısısı
- Alaşımın ısı iletme katsayısı
- Alaşımın katılaşma noktası
- Kalıp sıcaklığı
- Kalıbın ısı iletme katsayısı
- Döküm kesitlerinin karakteri (ince yada kalın)
- Kalıp boşluğunun dolması için metalin alması gereken ortalama yol.

2.3. *Kalıp ve Faz Ayarları*

Kalıp iki çelik bloktan meydana gelir. Kalıbın her parçası dökülecek parçanın bir kısmına ait boşluğa sahiptir. Kalıp yarımalarından birisi sıvı metalin enjekte edildiği tarafa bağlanır ve sabittir. Bu parçaya “Sabit kalıp yarısı” denir. Diğeri hareketlidir, üzerinde itici mekanizmaları taşır, bunada “Hareketli kalıp yarısı” denir. Kalıpların

birleşme yüzeyi çok iyi işlenmiş ve birbirine tamamiyle intibak eder durumda olmalıdır. Kalıplar kapandıktan sonra kilitlenir ve sıvı metal enjekte edilir. Hareketli kalıp yarısı geri çekilerek parçanın kalıptan çıkartılması sağlanır. Kalıp açılınca, iki yarısı arasındaki mesafe dökülmüş parçanın rahatça çıkarılmasını sağlayacak minimum ölçüde olması zorunludur, iki kalıp yarısının merkezlenmesi için uygun pimleme yapılmış olmalıdır. İtici mekanizması (döküm parçasının alınmasını sağlayan) uygun şekilde tertiplenmiş itici pimlerden meydana gelir. Pimler, itici palakasına dikkatle bağlandıktan sonra esas kalıba monte edilir. Parçaya göre itici pimlerin konumu tesbit edilir. [4]

Kalıp malzemesinin önemli olmasının sebebi;

- Kalıp malzemesinin, kalıp içine yüksek basınç altında enjeksiyonda meydana gelecek büyük darbe ve mekanik şoku karşılayabilecek nitelikte olmalıdır.

- Kalıp içine enjekte edilen sıvı metal yüksek sıcaklıktadır. Kalıp malzemesinin aynı zamanda enjeksiyonda meydana gelebilecek termik şokada dayanıklı olmasında gerekmektedir.

Kalıp Çelikleri: Basınçlı döküm kalıpları normalleştirilmiş olmalıdır, çünkü ancak bu durumda istenilen işleme olanağına kavuşmuş olur. En büyük güçlük kalıp bittikten sonra ısıl işleme tabi tutarak sertleştirme zorunluğudur.

Çinko basınçlı döküm kalıplarının yapımında önceden 200-300 BSD kadar sertleştirilmiş çelikler kullanılır. Yaşlandırma suretiyle sertleştirme çinko basınçlı döküm kalıplarında kullanılabilir. Bunların işlenmesi kolayca ısıl işlemi görmüş durumda yapılabilir.

Kalıplar sertlik bakımından üç kısma ayrılırlar; [4]

- 1- Sertlikleri 85-125 BSD arasında olanlar (presleme sureti ile kalıp boşluğu açılan bu kalıp çelikleri düşük karbonludur ve çok yumuşak olduğundan kısa zamanda arızalanır.

2- Ön sertleştirilmeli kalıp çelikleri: (200-300 BSD) düşük ergime sıcaklığındaki alaşımların dökümünde kullanıldığında, kalıp ömrü uzun olur. Özellikle çinko esaslı alaşımlarla çalışıldığında ve kalıp temiz tutulduğunda bu rahatça sağlanabilir.

3-) Sert kalıp çelikler: Isıl işlemlerin yardımı ile sertleştirilen bu malzemelerin sertlikleri 375-460 BSD arasındadır. Bu tip çeliklerin kullanılması çekiçleme etkisini ve kenar aşınmalarını önler ve ençok istenen sertlik derecesi 440 BSD'dir.

Bir kalıbın sıcaklığı 200°C'a kadar yükseltilecek olursa çarpma dayanımı normal atelye sıcaklığındaki değerinin takriben 2 misli olur. Bu durum, kalıpların servise konmadan önce ısıtılma gereğini açık olarak belirtir.

Kalıp çeliği bileşimi seçilirken dokusunun martenzitik olması sağlanmalıdır. Kullanılan ilk alaşım çeliği, alüminyum esaslı alaşım dökümü için olmuştur. Alaşım çeliği bileşimi % 0,40 Karbon, % 2,00 Krom ve % 0,25 Vanadyumludur ve yağda sertleştirilmiştir. Daha sonra Wolfram-krom ve krom-molibdenli hava çelikleri kullanılmaya başlanmıştır. [4]

Alüminyum basınçlı döküm kalıp çeliklerinin bileşimleri birçok bakımdan birbirlerine benzerler. Pek çoğunun bileşimi şöyledir: % 0,35-0,40 Karbon, % 0,20-0,50 Mg, % 0,9-1,10 Si ve % 5,00-5,25 krom. Değişken olan elemanlardan Mo pek çok çeliklerde % 1 kadardır, vanadyum ise % 0,35-1 arasında değişir. Yolluk memelerinde aşınmayı önlemek için % 1 vanadyum ihtiva etmektedir. Diğer tip çeliklerde, Molibden ve Vanadyum miktarı % 0,50 civarında veya mevcut değilse % 1,25 Tungsten kullanılır. [4]

Alüminyum ve magnezyum alaşımlarının basınçlı dökümleri kalıba 750°C'de maden enjekte edilmekle sağlanabilirken, pirinçte 928°C kadar çıkacağından alüminyum dökümünde kullanılan kalıp malzemesi burada katı olarak kullanılmayacaktır.

Pirinç basınçlı dökümünde kalıp yüzeyinin erimiş madenle temas eden kısımları çeliğin değişim sıcaklığına kadar çıkar. Yüzeyin devamlı ısınması kalıp malzemesinin sertlik ve dayanımını azaltırken, çeliğin erimiş alaşımın aşındırıcı etkisine karşı mukavemetini düşürür.

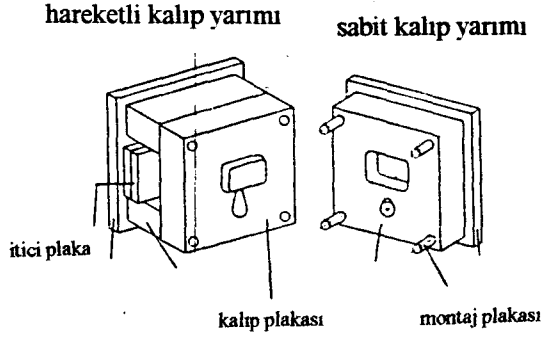
Tablo 2.1. 'de Basınçlı döküm kalıbında kullanılan çelikler kullanım alanlarına göre verilmiştir.

Kalıp konstrüksiyonu sırasında parça kalitesini etkileyen özellikler [4,2]

- Kalıp kullanım ömrünü artırmak için uygun kalıp malzemesi seçimi
- Parçayı, ayrılma yüzeyi düzlem olacak şekilde dizayn edilmeli
- Parçada dayanım ve katılık şartlarına uygun en küçük et kalınlığı seçilmelidir.
- Cidar kalınlığı homojen tutulmalı, malzemenin homojen dolması sağlanmalıdır.
- Dökülen metalin soğuma ve katılaşma hızını azaltan ince kalıp kısımlarından kaçınılmalıdır.
- Hareketli veya eğri kalıp elemanları ile çıkartılan delik ve ara boşlukları yok etme yolları aranmalıdır.
- Kesişen maça gerektiren ara kesitli delikleri parça üzerinden kaldıracak tipte basitleştirmeye gitmelidir.
- Kavisli deliklerin çıkarılmasında ve kesit dayanımı arttırmalarında gömme parçalardan yararlanılmaktadır.
- Delik ve kanallar arasında uygun aralıklar bırakılmalı ve çok ince olan çeperler normalleştirilmeli ve metalin ısı kaybı azaltılmalıdır.
- İnce ve uzun maçalardan kaçınılmalıdır.
- Ayrılma yüzeyine herhangi bir açı ile gelen şekillerden kaçınılmalıdır.
- Kesişen iki maça ara kesiti köşeli bırakılmalıdır.
- Parça yüzeyine ve maçalı şekillere uygun koniklik verilmelidir.
- İki kalıp yarısı ile meydana getirilen parça ölçülerinde geniş toleranslar öngörülmelidir.

Tablo 2.1. Kullanım alanına göre kalıp çelikleri.[3]

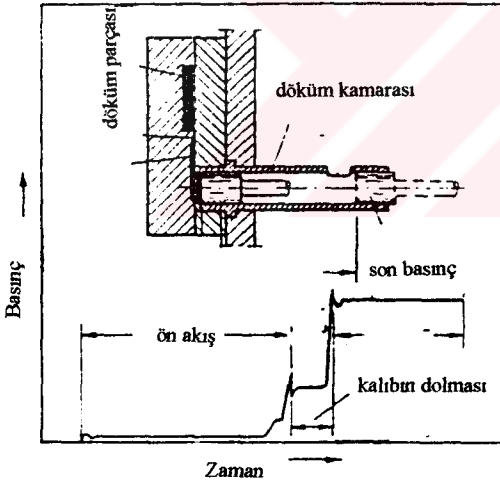
Kalıp Parçası	Döküm Malzemesi	Kalıp Çeliği Çeşitleri DIN 17006'ya göre gösterilişi		Dayanım N/mm ²	Sertlik HRC
Kalıp Plakası	Zn-,Sn-ve Pb alaşımları	1.2323	45CrMoV67	1400-1450	43-45
		1.2341	6CrMo18		
Kalıp Tertibatı	Al ve Mg alaşımları	1.2343	X38CrMoV51	1450-1600	45-48
		1.2567	X30WCrV53		
		1.2343	X38CrMoV51		
		1.2344	X40CrMo51		
		1.2365	X32CrMoV33		
		1.2367	X40CrMoV53		
Maçalar	Pirinç	1.2606	X37CrMo51	1250-1350	36-42
		1.2709	X3NiCoMoTi1895		
		1.2344	X40CrMo51		
		1.2365	X32CrMoV33		
		1.2581	X30WCrCo93		
		1.2662	X30WCrCoV93		
Otomatik Döküm İşletmesi için Kalıplarda	Zn ve Al alaşımlarında.	öncekil- er gibi		1600-1700	48-50
Vakumlu basınçlı döküm için.	Zn ve Al alaşımlarında.			1700-1800	50-52
İticiler	Zn-,Sn-ve Pb alaşımları	1.2344	X40CrMoV51	1550-1650	47-49
		1.2606	X37CrMoW51		
	Al ve Mg alaşımları	1.2344	X40CrMoV51	1600-1700	48-50
		1.2365	X32CrMoV33		
		1.2367	X40CrMo53		
	Pirinç	1.2662	X30WCrCıV93	1250-1350	39-42
		1.2889	X40CoCrMoV555		



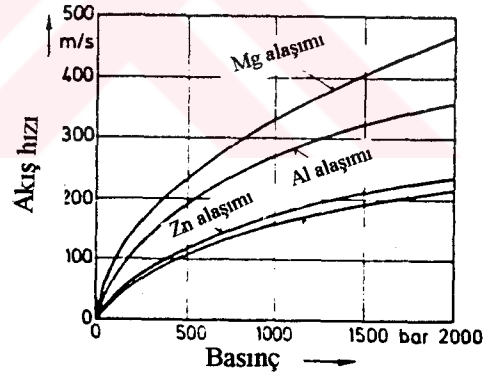
Şekil 2.4. Bir kalıbın genel görünüşü.

Enjeksiyon hızı ve basınç ayarlamalarında,

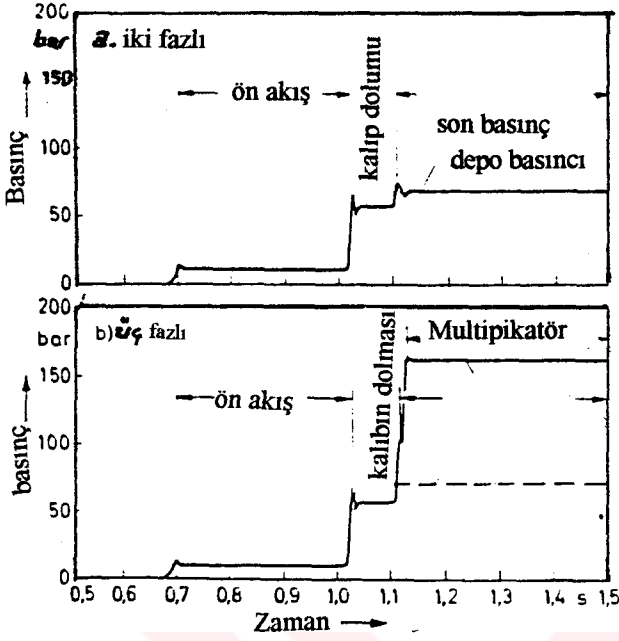
- Zaman ve basınç ayarlarının yapılması
- Zaman ve uzaklık ayarlarının yapılması.



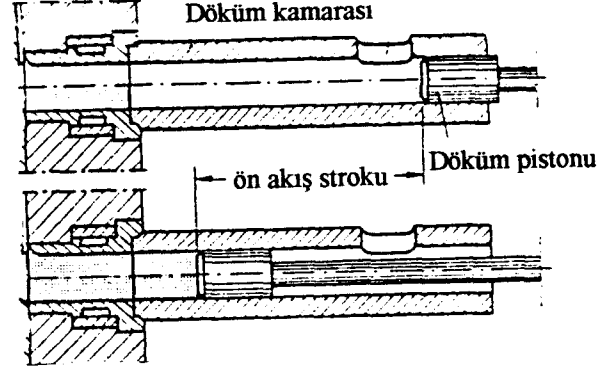
Şekil 2.5. Soğuk kamarada basınçla zamanın değişimi.



Şekil 2.6. Sıvı metal alaşımlarının enjeksiyon hızının basınçla değişimi.



Şekil 2.7. Soğuk kamarada iki fazlı ve üç fazlı kumanda da basınçla zamanın değişimi görülmektedir.



şekil 2.8. Döküm kamarasının
a-)Başlangıçtakamaranın sıvı metal ile doldurulması.
b-)Yüksek hızla metalin kalıba basılması.

Makina kontrolunda (dökümde) [2]

- İki fazlı kontrol
- Üç fazlı kontrol

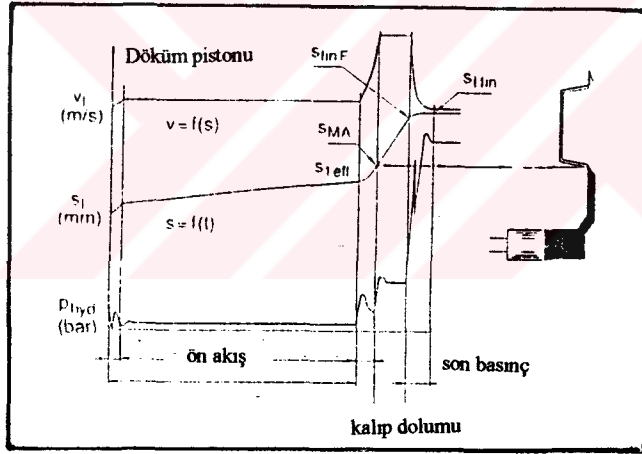
İki fazlı yöntemde multiplikatör kullanılmaz. [2]

Üç fazlı sistemde Şekil 2. 7.'de görülebilir, buna:

1. fazda : Sıvı metalin yavaş bir akışla yolluğa kadar doldurulması
2. fazda : Hareketli döküm pistonunun daha yüksek hızda sıvı metali kalıba doldurması
3. fazda : En son ve şok bir basınçla sıvı metale son bir basınç uygulanır. (Bu basınç özellikle yüksek azot basıncı sayesinde sağlanır.)

Yavaş akışlarda genelde hidrolik sistem kullanılır. Azot basıncının zamanında başlayabilmesi için piston koluyla beraber hareket eden kam mili, seçilen noktada kumanda sinyalini verir ve azot kabının açma kapama ventili açılır. Bu seçilen nokta (çevrim noktası ne kadar iyi ayarlanabilirse, istenilen şartlarda döküm yapabilme şansıda o kadar artar). Döküm kamarasına konan sıvı metal miktarı ne kadar az ise, o kadar fazla hava kalma ihtimali yüksektir. Döküm kalitesi bakımından başlangıç doldurma derecesinin uygun olması gerekir. [3]

Konvansiyonel döküm eğrilerinde ilk olarak metal sabit bir hızla yolluğa kadar sıkıştırılır. Metal yolluğun başında iken kısa bir ivmelenmeyle kalıp boşluğunun doldurulması ve sonra hızlı ve şok basınçla parçanın sıkıştırılması işlemi tamamlanır. Sonra bu son basınç hemen geri alınır. (Döküm pistonu durduğu anda) Burada önemli olan kalıp boşluğunun dolması esnasında piston hızının sabit olmasıdır.



Şekil 2.9. Standard uygulamalar için döküm eğrisi.

4 fazlı döküm sistemleri mevcuttur. Bunlar programlanabilir fazlardır. Yolluğa kadar kalıp çok yavaş bir biçimde doldurulur. Böylece gaz problemi büyük ölçüde halledilmiş olmaktadır. Aynı zamanda kalıpta meydana gelebilecek hasarda minimuma inmektedir. En iyi kalıp dolumu yolluktan tarafa doğrudur. Bu doldurma prensibinin uygulaması parça ve yolluğa bağlıdır ve bilinen hatalar yollukta veya gaz alma tasarımıyla birleştirilebilir. En son basınç artırılır ve şok basınç uygulamasıyla döküm tamamlanmış olur. Bu yöntemle kalıp korunmuş olur. (Özellikle sürtünen bölgeler) Çapaksız parçalar elde edilir ve yüksek proses güvenliği sağlanmış olur.

“PRASHOT” Metodu soğuk kamarada sıvı metal döküm kamarasına konduğundan itibaren zamanla sürekli artan bir ivmeyle döküm pistonu hareket eder ve kalıbın tam dolmasından sonra bu ivme en yüksek değerine ulaşır. Bu yöntemin avantajı sürekli hareket olduğundan sıvı metalin gaz kapmasına müsaade edilmiyor.

Kalıp sıcaklığının dökülen alaşımın cinsine göre belirli değerler arasında olması gerekmektedir. Kalıplar eğer düşük sıcaklıklarda çalıştırılırsa yüzey kalitesi kötü ve darbe dayanımları düşük dökümler elde edilir. Daha yüksek kalıp sıcaklıkları mekanik özelliklere zararlı fakat yüzey kalitesi yönünden pek az etkilidir. Alüminyum alaşımlarının dökümünde en iyi yüzey kaliteleri 260-315°C kalıp sıcaklıklarında elde edilir. Çekme dayanımı ve mikro yapıda kalıp sıcaklığından etkilenmektedir. Parçada küçük toleransların tutulmaları ancak ergimiş metal ve kalıp sıcaklıklarının dar limitler arasında kontrol edilmeleri ile mümkündür. Kalıp sıcaklıklarının değişmesi parçanın boyutsal hassasiyetini değiştirecektir. Kalıp sıcaklığının artmasıyla enjeksiyon hızında bir düşme meydana gelir. Her döküm için optimum kalıp sıcaklığı aralığı tesbit edilmeli ve bu aralıkta kalınmalıdır. Döküm esnasında kalıbın yüzey sıcaklığı, makinanın çalışma çevriminin ayarlanmasıyla dar limitler içinde sabit tutulabilir. Böylece döküm işlemi sabit bir ısı girişi altında yapılır. Kalıptaki soğutma kanalları ancak bölgesel soğutma yapabilmektedirler ve hareketli parçaların kalıpta sıkışıp kalabilmesini sağlamaktadır. [4]

Kalıp sıcaklığını ölçme şekilleri:

- Isıl çift (Termokupl)
- El pirometresi

- Radyasyon pirometresi

Enjeksiyon hızını etkileyen faktörlerden bir tanesinde kalıbın ısı iletkenliğidir. Bu faktör ve dökümün büyüklüğü ile ilgili faktörlerin değerlendirilmesi çok güçtür. Dökülen alaşım ne olursa olsun kalıbın ısı iletkenliği sabittir. Fakat kalıbı yağlamak için kullanılan yağ ve gres ısı iletimini etkileyerek iletkenliğin azaldığı veya arttığı fikrini uyandırabilir. Örneğin kolloidal grafit gibi çok ince bir yalıtım tabakasının dökümün katılaşma süresinde etkisi önemlidir. [4]

İyi döküm elde etmek için gerekli döküm ağız ve kanal sayısı mümkün olan en basit kombinezonda tutulmalıdır. Dökümün bir kısmının başka bir kısım için kanal görevini yerine getirdiği unutulmamalıdır. Ergimiş metal, kalıp boşluğunun belirli kısımlarına yöneltilmelidir. Döküm ağız ve kanalların konum ve boyutları aşırı düşük veya yüksek enjeksiyon hızlarına sebep olmayacak şekilde düzenlenmelidir.

Kalıbın yağlanması : Yağlama maddesinin en önemli fonksiyonu döküm yüzeyi ile kalıp boşluğunun iç yüzeyi arasında ince bir yağ filmi meydana getirerek ergimiş alaşımın kalıp boşluğu yüzeyini ertitip demir bileşikleri meydana getirmesini önlemektir. Aksi halde kalıp kısa zamanda bozularak kullanılmaz hale gelir, döküm parçası yapışarak kalıpta kalır, dökümler bükülebilir. Ayrıca kalıp yüzeylerinde “lehimleme” denen birikintiler yer alabilir ve dökümün temizlik işleminden geçirilmesi gerekebilir.

Yağlayıcılar sıkışma ve aşınma olaylarını önlemek için kalıbın hareketli parçalarına da uygulanır. Bu parçaların yetersiz yağlanması ile kalıp iç yüzeylerinin yetersiz yağlanması aynı sonuçları verir. Kalıp ömründen önce bozulur ve döküm kalitesiz elde edilmektedir.

2.4. Basınçlı Döküm Alaşımları

Basınçlı dökümde günümüzde kullanılan en önemli alaşımlar Çinko alaşımları, Alüminyum alaşımları, Bakır alaşımları, Magnezyum alaşımları, Kalay ve Kurşun alaşımlarıdır.

Öncelikle uygulama alanına (parçanın özelliklerine ve kullanılacağı yere göre) alaşım seçilmelidir. Bu nedenle en yüksek kaliteli parçayı verecek en ekonomik döküm alaşımını bulmak gerekir. Bu amaçla,

- Dayanım, sertlik gibi mekanik özellikler
- Isıl işlemlerin özelliklere etkileri ve boyutsal kararlılık
- Alaşımın basınçlı döküm metoduna uygunluğu, dökülebilirliği, akıcılığı
- Düşük ve yüksek sıcaklıklardaki dayanımı
- Cilalama, parlatılma, kaplanma, boyanma ve diğer yüzey bitirme işlemlerine uygunluğu
- Korozyon direnci
- Ağırlığı ve maliyeti

Döküm kolaylığı ve çabukluğunun sağladığı yüksek ekonomi dolayısı ile basınçlı döküm parça üretiminin ağırlıkça % 60'ı çinkodur.

Çinko alaşımlarının düşük döküm sıcaklıkları, yakıt, kalıp ve bakım maliyetlerini de düşürür. Çinko alaşımlarının mekanik özellikleri yüksektir, kolayca işlenebilir ve bitirme işlemlerine yatkındır.

Alüminyumun basınçlı dökümde kullanımının artmasının sebebi hafiftir, yorulma dayanımı, elektrik ve ısıl iletkenliği ile lekelenmeye karşı direnci yüksektir. Çelik ve diğer tip dökümlerle maliyet yönünden rekabet edecek düzeydedir. Yüzey bitirme işlemleri kolay ve ekonomiktir.

Magnezyum alaşımları daha çok hafiflik istenen uygulamalarda kullanılır. Kalay otomobillerde yatak olarak kullanılmıştır. Kalay korozyon direnci yönünden önemlidir. Kurşun alaşımlarıda korozyona dayanımlarından ötürü kullanılırlar.

Basınçlı dökümde en fazla kullanılan Alüminyum ve Zn alaşımlarının özellikleri aşağıda verilmiştir.



A-) Basınçlı dökümde kullanılan alüminyum alaşımları için

1-) Tablo 2.2. Döküm alaşımlarının kimyasal bileşimi. [3]

Malzeme	Alaşımların Kimyasal Bileşim Limitleri										
	Alaşım elemanları				Kabul edilebilir katkıları.						
	Si	Cu	Mn	Mg	Fe	Ni	Pb	Sn	Ti	Zn	Cu
GD-AlSi9Cu3 Etial 160	8-11	2-3.5	0.1-0.5	0.1-0.5	1.2	0.3	0.2	0.1	0.15	1.2	-
GD-AlSi12 Etial 150	10.5-13.5	-	0.009-0.4	-	0.1	-	-	-	0.15	0.1	0.1
GD-AlSi12(Cu) Etial 140	10.5-13.5	-	0.1-0.5	-	1.2	0.2	0.2	0.1	0.15	0.5	1.2

2-) Tablo 2.3. Mekanik özellikler.[3]

Malzeme	Çekme Dayanımı Rm N/mm2	Akma Sınırı Rp02N/mm2	Kopma uzaması % AS	Brinell Sertliği HB
GD-AlSi9Cu3 Etial 160	240-310	140-240	0.5-3	80-120
GD-AlSi12 Etial 150	220-280	140-180	1-3	60-100
GD-AlSi12(Cu) Etial 140	220-300	140-200	1-3	60-100

3-) Tablo 2.4. Genel ve fiziksel özellikler.[3]

Adlandırma	Alaşım Çeşidi			
	GD-AlSi12(Cu) Etial 140	GD-AlSi12 Etial 150	GD-AlSi9Cu3 Etial 160	Öçlü Birimleri
Katılaşma Aralığı	580-530	580-570	600-490	°C
Basınçlı Döküm Sıcaklık Aralığı	680-690	680-690	680-690	°C
Ergime sıcaklığı	575-585	525-580	540-595	°C
Elastik Modülü	76	75	76	kN/mm ²
Doğrusal Genleşme Katsayısı (20-200 °C)	21	21	21	10 ⁻⁶ /K
20 °C ısı iletkenliği.	1.2	1.2	1.1	W/cmK
Özgül Sıcaklık	0.89	0.90	0.89	j/gK
20 °C Elektriksel Geçirgenlik	15	16	14	m/Ωmm ²

4-) Tablo 2.5. Teknolojik özellikler.[3]

Adlandırma	GD-AlSi12(Cu) Etial 140	GD-AlSi12 Etial 150	GD-AlSi9Cu3 Etial 160
Döküm yapılabilirlik	Mükemmel	Çok iyi	Mükemmel
Yüzey işlemleri			
a) Mekanik parlatma b) Anodik oksidasyon	İyi Tatbik edilmez	İyi Tatbik edilmez	İyi Tatbik edilmez
Korozyona Karşı			
a) Değişme etkisi. b) Deniz suyu	Yeterli Tatbik edilmez	İyi Yeterli	Sınırlı Tatbik edilmez
Korozyona dayanım	Çok iyi	Orta	Orta
Kesici takım ile işlenebilme	İyi	İyi	Çok iyi
Kaynak yapabilme	Sınırlı	Sınırlı	Sınırlı

B-) Basıncılı dökümde kullanılan çinko alaşımları için

1-) Tablo 2.6. Çinko alaşımlarının kimyasal bileşimi.[3]

Malzeme	Alaşımların Kimyasal Bileşimleri %							
	Alaşım Elemanları				Kabul Edilebilir Katkıları			
	Al	Cu	Mg	Fe	Cu	Ni	Sn	Pb-Cd
Gd-ZnAl4Cu1 (Z410) Zamak 5	3.5-4.3	0.4-1.1	0.02-0.001	0.05	-	0.02	0.002	0.009
GD-ZnAl4 (Z400) Zamak 3	3.5-4.3	-	0.02-0.06	0.05	0.1	0.02	0.002	0.009

2-) Tablo 2.7. Mekanik Özellikler.[3]

Malzeme	Çekme Dayanımı Rm N/mm ²	Akma Sınırı RP0,2 N/ mm ²	Kopma Uzaması A5%	Brinell Sertlik HB
Gd-ZnAl4Cu1 (Z410) Zamak 5	280-350	220-250	2-5	85-105
GD-ZnAl4 (Z400) Zamak 3	250-300	200-230	3-6	70-90

3-) Tablo 2.8. Genel ve fiziksel özellikler.[3]

Adlandırma	Değerleri	Ölçü Birimi
Yoğunluk	6.6	kg/dm ³
Ergime noktası	380-390	°C
Elastik modülü (E)	130	kN/ mm ²
Doğrusal Genleşmekatsayısı (20-100 °C)	27.10 ⁻⁶	k ⁻¹
20 °C de ısı iletkenliği	0.92-1.05	W/Kcm
20 °C elektriksel iletkenlik	15	m/mm ²
Doğrusal çekme	1.17	%
Maksimum döküm sıcaklığı	480	°C
En iyi basınçlı döküm sıcaklığı	400-440	°C
Basınçlı dökümde kalıplama sıcaklığı	200	°C

4-) Tablo 2.9. Teknolojik özellikler.[3]

Adlandırma	Çok iyi	İyi	Yeterli	Yetersiz
Döküm yapılabilirlik		*		
Kesici takımla işlenebilirlik		*		
Sıcakta mekanik özellikler (150 °C)				*
Basınca dayanımı		*		
Parlatılabilirlik		*		
Paslanmaya dayanım			*	

5) Genel nitelikte kullanılan standartlar

DIN 1743 T 2 GD-ZnAl4Cu1 (Z410)

DIN 1743 T2 GD-ZnA4 (Z400)

2.5. *Ergitme Fırını, Döküm Potası ve Temizleme İşlemi*

Günümüzde basınçlı döküm yapan işletmelerde en yaygın olarak elektrik kullanılmaktadır. Bunun yanında mazot kullanan ve brülörle çalışan fırın tipleri mevcutsa da bunların temizlik açısından sakıncaları mevcuttur. Ergitme işlemi esnasında kullanılan hammalzemenin bileşiminin kontrol edilmesi gerekir. Aynı zamanda ergitme esnasında gaz giderici sistem veya yardımcı maddeler kullanılır. (özellikle heksakloreten esaslı haplar kullanılmaktadır). Örneğin Alüminyum için etkin gaz giderici Azot, helyum ve klordur. Bu işlem çok dikkatli yapılmalıdır. Katı tuz flaksları kuru olmalı ve ergimiş metalle mümkün olduğu kadar geniş bir alanda reaksiyona girecek şekilde karıştırılmalıdır. Bu işlem tavsiye edilen sıcaklıklarda yapılmalıdır. [4]

Ergitme ve temizleme işlemlerinden sonra sıvı metal muhakkak suretle dinlendirilmelidir. Aksi halde döküm kalitesi istenen düzeyde olmaz.

Günümüzde tamamen vakum altında çalışan ve havayla hiç temas etmeyen sistemler sayesinde gaz problemi halledilmiş durumdadır.

Kullanılan fırın tipleri :

- Reverber fırını
- Metal alaşımı bir pota içinde ergitilir ve pota dıştan ısıtılır.
- Endüksiyon fırınlarında alaşım endüksiyon akımlarıyla ergitilir. (Bu yöntemde çok temiz ürün elde edilir.)
- Gaz, sıvı veya katı yakıtla çalışan pota fırınları.

Sekonder malzemenin kesinlikle bir temizleme işlemi yapılmaksızın tekrar ergitmeye verilmesi çok sakıncalıdır.

Eriyikteki çözünmüş gaz metal sıcaklığına ve basınca bağlıdır. Tuz ilavesiyle uçucu maddeler (örneğin Al-MgClorid gibi) elde edilebilir veya heksakloreten gibi çabuk parçalanana maddeler ilave edilir. Azot gibi inert gaz ilavesiyle de kısmi basıncın düşmesiyle hidrojen gazı giderilmiş olur.

% 4'den fazla Mg içeriği olan Al-Mg alaşımlarında tuz gerekir. sebebi Magnezyum nitrit oluşumunu engellemek içindir. Eriyikle Florid tuz bileşikleri arasındaki reaksiyon sonucu klorid gazı oluşur. Bu etki çabuk uçucu hekzakloretan (C_2Cl_6)'da daha iyi görülür.

Bir tuzun kullanımı esnasında kendisinden beklenenler; [2]

- Çabuk akıcı olmalı
- Özgül ağırlığı Alüminyumdan az olmalı
- Higroskopik olmamalı
- Zehirli olmamalı ve kokusuz olmalı
- Alüminyumda çözünmemeli
- Kullanımı pahalı olmamalı

Tuzları üç kısma ayırabiliriz.

- 1- Metal ve oksit arasındaki yüzey enerjisinin azaltılmasıyla oksit oluşumu özelliği azaltılır.
- 2- Magnezyum kayıplarının azaltılması
- 3- Çabuk uçucu tuzlarla mekanik etkiyle gaz alma ve saflaştırma.

Florid esaslı tuzlar şunlardır :

- Kriyolit (ergime sıcaklığı : 995°C)
- Na-floridi (ergime sıcaklığı : 992°C)
- Ba-floridi (ergime sıcaklığı : 1280°C)
- Ca-floridi (ergime sıcaklığı : 1378°C)

Bunlar karışım halinde de kullanılabilir. Örneğin Na-floridi ve Ca-floridi karışımında % 20 Na-florid ve % 80 Ca-florid karışımı 653°C'de erir. Daha düşük sıcaklıklar için üçüncü bir tuz kullanılır.

kriyolitce zengin yüksek ergime noktasına sahip tuzlar özellikle büyük oksitlenme yüzeyine sahip talaşların ergitilmesinde kullanılır.

Klorid ve florid, alakaliler ve toprak alkalilerde genellikle döküm alaşımlarında bulunan Magğnezyumla yer değiştirerek, Mag nezyum kayıplarına sebep olurlar ve alaşımin sertliğini azaltırlar.

Mg-klorid bazlı tuzlarda şiddetli higroskopik özelliğe sahip olduklarından kullanımda özellikle dikkat edilmesi gerekir. [6]

Tuzların kullanma miktarı metal miktarının % 0,2-1'i arasında değişir. Tuzlar kullanım esnasına kadar kuru olmalıdır. Toz veya hap şeklinde olanları mevcuttur. Yarım veya bir kiloluk paketler açıldıktan sonra hemen kullanılmalıdır. Tuzlar hekzakloreten hariç diğerleri 250°C'ye ısıtılmış bir fırının içinde saklanması daha iyidir. Tuzların nem alması halinde dökümde gaz boşlukları meydana gelir. Tuz birkez nem aldı mı tekrar kurutmak bir sonuç vermez ve dökümün dahada kötüleşmesine sebebiyet verir. [6]

Tuzların ilavesi sırasında çıtır çıtır yanma ve sıçrama meydana gelir veya uygulama esnasında metal yüzeyinde şiddetli bir yanma meydana gelir.

Sıvı eriyik içindeki hidrojenin kısmi basıncını düşürmek için eriyiğin içine inert gaz gönderilir. Çözünmüş hidrojen bu gönderilen gaz habbeciğiyle birlikte banyo yüzeyine taşınır. Bu durumda, metal ve gaz kabarcığı arasında denge kurulur. Azot gazı kuru olmalıdır. Askıda bulunan metalik olmayan kalıntılar özellikle oksitler uzaklaştırılmış olur.

Klor gazı ile yapılan işlem biraz daha karmaşıktır. Özellikle hurda kullanılmasında (sekonder ergitmede) kullanılır. Klor gazı kullanımında Azottaki gibi sadece mekanik etki değil aynı zamanda kimyasal etkilerdende söz edilir. Alüminyumda çözünmeyen safsızlıklar örneğin Oksid, nitrid, sülfid ve karbürler yukarıya doğru sürüklenir. Yavaş klorlamada 10-15 dakika yeterlidir.

Kaymak kıvamında balmumu emülsiyonu çinko dökümlerde iyi sonuçlar alınmıştır, özellikle yüksek yüzey kalitesi vermektedir. Bu emülsiyon dökümü lekelemez ve yüzey parlaklığını bozmaz. Fakat Alüminyum ve diğer yüksek ergime noktalı alaşımlar için uygun değildir ve hareketli kalıp parçalarında kullanılamazlar.

2.6. *Basınçlı Döküm Parçalarının Bitirme İşlemleri*

Basınçlı döküm ile elde edilen parçaların bitirme işlemlerinin tabi tutulmasındaki amaçlar; [4]

- a- Görünüşünü güzelleştirmek ve satış imkanını arttırmak
- b- Ana metali rutubet ve diğer etken ortamların korozyon etkisinden korumak
- c- Yüzey düzgünlüğünü sağlayıp parçanın her bakımdan temiz tutulabilmesini sağlamaktır

Uygulanan bitirme işlemlerini aşağıda genel gruplar halinde toplayabiliriz;

- Mekanik bitirme işlemleri
- Kimyasal bitirme işlemleri
- Elektrolitik bitirme işlemleri (Anodik oksidasyon yolu ile sağlam bir oksit kaplama meydana getirilir)
- Elektro-kaplama işlemleri (kullanılan kaplama malzemeleri bakır, nikel, krom, pirinç, altın ve gümüştür)
- Boya ve organik işlemler
- Metalik işlemler (Döküm parça yüzeyine sıvamadan püskürtme veya döküm parçayı sıvı maden içine daldırma yolu ile kaplamadır.

Bu işlemlerden bir veya bir kaç bir beraberde kullanılabilmektedir.

2.7. *Basınçlı Dökümdeki Teknolojik Gelişmeler*

Basınçla döküm yapan bir işletmede, ekonomik bir üretim ancak daha az hurda (artık), daha yüksek otomasyon derecesi, üretim zamanının kısalması, sonraki işlemlerin azalması ve de çok az personel ihtiyacıyla mümkündür.

Yukarıdaki durumlara ulaşabilmek için aşağıdaki tedbirlerin alınması gerekir;

[7]

- 1- Tüm üretim prosesini içine alan daha güçlü otomasyon
- 2- Takım ve teçhizat ile makinaların adaptasyonu
- 3- Daha hızlı çalışma
- 4- İş akışındaki bilgilerin genişletilmesi
- 5- Makinanın fonksiyonel akışının kontroller ile sabit tutulması
- 6- Özel kontrol, kumanda ve düzeltici aletlerin kullanımı
- 7- Serbest programlanabilir kumanda sisteminin kullanılması.

Bir dökümhanenin günümüzde aşağıdaki koşulları taşıması gerekir.

- Çalışma ortamının iyileştirilmesi
- Enerjinin optimum kullanılması
- Minimum çevre kirlenmesi
- Üretim maliyetinin düşürülmesi
- Tam zamanında üretim
- Uygulama alanının genişletilmesi ve yöntem esnekliğinin sağlanması.

Otomasyon sistemleri.

- Dozaj (şarj) otomasyonu
- Parça alma sistemi
- Kalıp temizleme

- Çapak kırma (temizleme) ünitesi
- Kumanda sistemleri
- Hidrolik sistemler
- Kalıp değişim sistemi
- Zaman ayarlama (faz zamanları) sistemleri
- Basınç ve çevrim ayarlama sistemleri.

Bu otomasyon sistemleri sayesinde ;

- Yüzey kalitesinde yükselme
- Gaz içeriğinin azalması
- Çapak oluşumunun azaltılması
- Maça ve kalıba yapışmanın azaltılması
- Yüksek ölçü tamlığı
- Parça başına maliyet ve işçiliğin azaltılması ile zamandan tasarruf sağlanmış olur.

2.7.1. Hidrolik Sistemin Orantılı Kumandası

Basınçlı döküm makinalarındaki hidrolik sistemlerdeki gelişme daha çok aynı büyüklüğe sahip makinalardan daha fazla verim almak, daha yüksek çalışma sessizliği, daha fazla fonksiyonel kabiliyet ve de yüksek çalışma güvenliği için nitelendirilebilir.

Avantajlarını sıralayacak olursak ;

- Daha az sayıda ventil
- Tam olarak ayarlanabilirlik
- İvme kazandırma ve frenlemede (özellikle döküm pistonu için) daha iyi imkan vermesi
- Bu sistem yardımıyla alan tasarrufu
- Montaj ve bakımında servis kolaylığı

Dökümdeki 1. 2. ve 3. fazların orantılı ventil kullanımı yardımıyla daha kolay ayarlanabilir. Özellikle bu ventil çok kısa çevrim zamanları ve tekrar tamlığı için kullanılır. Daha hızlı tepki veren orantılı ventil ile çapaksız döküm parçası elde edilir. Çünkü döküm pistonunun 2. fazın sonunda masrafsız bir şekilde istenilen hız seviyesine frenlenebilir. Aynı zamanda yola veya basınca bağlı bir şekilde nasıl arzu edilirse, 3. fazda ekstra bir basınç artışıda bu sistem yardımıyla sağlanabilir.

2.7.2. Sabit Ventille Gerçek Zaman Ayarlama Sistemi

Klasik basınçlı döküm makinalarında son basınç (genelde iki kademeli olan) basınç multipikatörü yardımıyla sağlanır ve kalıbın doldurulması yüksek hızla tamamlanır. Bu sistemde ise döküm pistonunun basıncı ve hızı yalnızca sabit ventille sağlanır.

Burada geliştirilen dijital zaman ayarlama düzeni (döküm esnasında ayarlama) çok küçük zaman birimlerinde bile dökümü kontrol altında tutabilmektedir. **(Toplam kalıp doldurma zamanı 0,1 saniyedir).** Bu sistem hidrolik pompalardan ve elektronik sistemlerden oluşur. [7]

Bu sistemlerde CNC-Kontrol sistemi kullanılır. Bu sistemdeki proses parametreleri; [7]

- Fiziksel büyüklüklerin programlanabilmesi
- Entegre proses kontrolü
- Direk döküm piston koluna bağlı yol ölçü sistemi
- Döküm piston hızı ve basıncı

Döküm eğrilerinin (Faz eğrileri) programlanması için kumanda monitöründe piston yolunun belli noktaları ve piston hızı verilebilir. Bu şekilde istenilen zaman ve pistonun istenilen konumlarda frenlenmesi veya ivmelendirilmesi çok rahat sağlanabilir. Basınç düzeninde son basınç fazıda programlanabilir. [7]

Otomasyon için aşağıdaki verilerin bilinmesi gerekir: [7]

- Yolluktaki sıvı metalin sahip olacağı hız
- Sıvı metalin yollukta katedeceği yol
- Kalıbı doldurma seviyesi ve doldurma zamanı
- Döküm artığı ve kalıp boşluğunda son sıkıştırma basıncı
- Kalıp kapama kuvveti (sıvı metalin enjeksiyon esnasında püskürtme yapmaması için).

Yukarıdaki bilgilerin tamamı döküm çevriminde kontrol edilecek verilerdir. Bu bilgiler her değişik döküm parçası için dökümente edilmiştir. Daha sonra bu bilgiler istatistik olarak değerlendirilir ve bir diskette bilgi verisi olarak sağlanır. Her yeni proses uygulanması esnasında önceki bilgilere muhakkak ihtiyaç duyulacaktır. [7]

2.7.3. Mikroprosessor Kumanda (Bilgisayar Kullanımı)

Mikroprosessor kumandası yardımıyla üretici ve müşterinin istediği, makina kontrolünü sağlayan kumanda sistemi daha kapsamlı yapılabilmektedir.

-Bu kumanda sistemi ekonomik makina kumandasını mümkün kılmaktadır. Bu demektirki her tür makina tip ve büyüklüğüne adaptasyonu mümkündür. Böylece büyük bir esneklik ve standartlaşmayı beraberinde getirmektedir.

- Tüm ayarlamaların doğru ve sürekliliğinin sağlanmış olması gerekmektedir. Böylece insandan kaynaklanan hata azaltılmış olur.

- Kumanda sistemi özel fonksiyonlara veya şartlara çabuk ayarlanabilir olmalıdır.

Serbest programlanabilir kumandanın faydaları “Yüksek Verimle” birleştirilebilir. Bunun sayesinde geniş bir fonksiyon alanı elde edilebilir. Kumanda sistemi daha güvenilirdir. Ayarlama ve durma zamanları çok kısadır.

Mikroprosessor kumandası kullanılan bir makinanın kazandığı nitelikler;

- Makina fonksiyonları ayrı bir programlama aracı ile verilir. (Örneğin kalıbın açma-kapama zamanı)

- Makina programları dökümantasyonda da kullanılır

-Giriş ve çıkış kartlarının fonksiyonu sinyalizasyon yardımıyla anlaşılır. (Hatalı parçaları bu sistem içinde ayırabilmek için ilave servis araçları kullanılabilir)

- Bu sistemle çalışan bir makinada kumanda verileri program şalteri ve çok yönlü şalterle verilir.

- Kumanda sisteminde bilgi girdisinde bir klavye, monitör veya kaset, disket, delikli kart kullanılır

- Bu kumanda sisteminde iticiler ve klavuz sütunlar otomatik olarak fonksiyonunu yerine getirmektedir.

Döküm verilerini sayacak olursak [8]

a-) Döküm pistonunun toplam alacağı yol

b-) Şok basıncın başlama noktası

c-) Hızı azaltma noktası

d-) 1. faz hızı

e-) 2. faz hızı

f-) Son sıkıştırma şok basıncı için basınç yükseltilmesi

g-) Pres basıncı

h-) Döküm öncesinde kapama kuvveti

ı-) Döküm sonrasında kapama kuvveti

i-) Hareketli kalıp yarısı sıcaklığı

j-) Sabit kalıp yarısı sıcaklığı

k)-Hız ölçüm noktalarının tesbiti

l-) Minimum ve Maksimum değerlerin tesbiti ve sapmalarda sinyalizasyonu

m-)Uygun makina ve makina verilerinin tesbiti.

2.7.4. Kalıbın Hızlı Değişimi

Değişme zamanının azaltılması genel çerçevede kılavuz pistonların çekilmesi, kalıp ve itici plakalarının kullanım esnasında otomasyonuyla mümkündür.

Otomatik kılavuz pistonların çekilmesi : Makinada üst iki kılavuz ayrı ayrı düzenlenmiş silindir üzerinden beraber veya ayrı ayrı çekilir. Bu olay yine bir hidrolik sistem yardımıyla yapılmaktadır. Bu sistem sağa ve sola hareket edebilmektedir. Bu sistemde ilgili fonksiyonlar elektrikle sağlanır. Bu sistemde kızak pistonların çekilmesi 60 saniye içerisinde yapılabilmektedir. Bu sistemin bir diğer faydası kılavuz pistonların kalıbın değişimi sırasında zarar görmesi engellenmiş olmaktadır.

2.7.4.1 Kalıbın Hızlı Değişimi İçin Hidrolik Kalıp Bağlama Düzeni

Bu yeni makina için yeni sistem olarak sabitleme civataları (takımları) taşıyan plakayla düzenlenmiştir. Bu civata ve bağlama sistemleri kalıba çok rahat uygulanabilir.[10]

Bu sistem aşağıdaki avantajları sunmaktadır.

- Kapama silindiri hareketli ve sabit plakalara bağlanır ve sabitlenir.
- Bu sistem büyük kalıpların yerleştirilmesine imkan vermektedir.
- Kapama silindirinin açma-kapama işlemi elektrikle kontrol edilir.
- Bağlama elemanlarındaki herhangi bir uygun olmayan durum kapama kuvvetinde ve de dolayısı ile hidrolik sistemlerde zararlara yol açar.
- Kalıp soğutulmasında ekstra olarak su kullanımı vardır. Çünkü temizleme sistemindeki alanların kirlenmemesi için. Elektrikle kontrol ile hata oluşumu çok aza indirilir.
- Kalıbın montajı sırasında diğer elemanların zarar görmesi mümkün değildir. Çünkü kullanım dışındadır.

Bu sistemin uygulanabilmesi için kalıbın uygun şekilde olması gerekmektedir. Maça hidrolik silindirleri monte edilir, hidrolik ve elektrik bağlantıları aynı şekilde

kalıp sıcaklığı için bağlantı elemanı sabitlenir, (fişle elektrik bağlantıları için) aynı şekilde hidrolik ve diğer bağlantılar sürgülü bir sistemle kısa sürede bağlanır ve hazır olan kalıp ön ısıtması hemen gerçekleştirilir. [9]

İşi biten kalıp için, makinanın iki kalıp yarısını birbirine kenetler daha sonra kalıpla plaka arasındaki bağlantılar sökülür, hidrolik bağlantılar sökülür. Makina açılır ve üst kılavuz pistonlar çekilir ve kalıp nakil bandına alınır. [9]

İşi biten kalıbın alınması ve yeni kalıbın bağlanması 6-8 dakika alır ve ön ısıtmada dahil 15 dakikada döküme geçilebilir. [9]

2.7.5. İticiilerin Hızlı Bağlanması İçin Hidrolik Bağlama Donanımı

İtici pimlerin elle bağlanması her kalıp değişiminde, zaman alıcı bir olaydır. Çünkü hareketli plakanın arkası ile eklemlili kol arasındaki alan çok sınırlıdır. Aynı zamanda eklemlili kol tehlikeli bir alanda yer almaktadır. Bu nedenle çok az bir hareket serbestliği vardır. Bundan dolayı iki sistem geliştirilmiştir ve bu olay saniye mertebesine indirilmiştir. Sistemlerden bir tanesinde itici plakasında 4 küçük ayrılmış bağlama silindiri tespit edilir. Kalıbı itici plakaya sıkıca bağlayan 4 çubuk vardır, bunlarda otomatik olarak hareket eder. [11]

Bir diğer sistem sürgülü kapamadır. Bu itici plakada hareketli plakaya yüklenir ve iki kramayer dişlisi pistonu üzerinden işlemektedir. Bir tanesi civatayı 90° çevirir, diğer piston civatayı kalıpta itici plakaya karşı sıkar, böylece oynamaksızın sağlam olarak bağlanır. Bunun avantajı hareketli plakada civata olmamasıdır ve böylece kalıp montajında fazla alan ihtiyacı olmamaktadır. İtici plakaların bağlanıp ve sökülmesi elektrikle kontrol edilir.

2.7.6. Döküm Durumunun Hızlı ve Otomatik Olarak Değiştirilmesi

İstenen döküm durumu kontrol tablosundan seçilir ve ayar düğmesine basılır ve döküm şartları otomatik olarak tespit edilir. Döküm sıfır noktasından başlar.

Döküm durumuna geçildikten sonra döküm şartları otomatik olarak değiştirilebilmektedir.

Döküm durumunu değiştirmek için çok kısa bir zaman gereklidir. (20 saniye). Bağlama ve sökmedeki tüm fonksiyonlar ve yüksek ayar değiştirmeler elektrikle kontrol edilir.

2.7.7. Ölçme ve Kontrol Aletlerinin Otomasyonu

Kumanda tablosunda basınçlı dökümdeki tüm önemli parametreler bulunmaktadır. Böylece örneğin döküm piston yolu (mesafesi), döküm piston hızı, azot basıncı, döküm artık büyüklüğü, 1. 2. ve 3. faz zamanları tesbit edilebilir. Parametre değerleri dijital şekilde gösterilir. Benzer değerler osiloskopta görülebilir ve grafiğe alınabilir. Döküm hareketi ekranda dijital olarak görülebilir.

Önceden verilen döküm piston yolunun hep aynı zamana sahip olması lazımdır. Çünkü basınçlı dökümde çevrimin ana şartı eşit zamanlardaki hareket akışıdır. Burada birçok hata faktörü olabilir. Tıpkı örneğin döküm pistonu aşınması, dozaj miktarının yanlış seçilmesi, yağ viskozitesi, metal sıcaklığı, döküm pistonu soğutması v.s. Bu hata sebeplerinin istenen toleranslar için kalabilmesi için data kartları geliştirilmiştir. [12]

Orantılı hidrolik ventilde ayarlama için motor potansiyometresi kullanılır ve her döküm çevriminde bu sistem ayar yenilemesi yapar. Potansiyometre tarafından orantılı ventilin kumanda kartı karşılaştırma gerilimini (voltajını) taşır ve uygun ventil açıklığını daha fazla veya daha az açar ve piston hızını değiştirir. Kendi ayar impulsu ve motor potansiyometresinin açılması her defasında döküm çevriminden sonra açık kalıp durumunda bir sonraki çevrime hazırlanır. [12]

Kapama kuvveti ölçü aleti : Kapama kuvvetinin belirli sınırlar içinde kalması gerekmektedir. Bunun muhakkak kontrol altında tutulması gerekir. Bu kapama kuvveti ölçü aleti ile ölçülür. (blok kontrol). Bu araçla kılavuzların genişlemesi indüktif-ölçü değerlendirme metoduyla kontrol edilir ve kapama kuvveti tekil olarak,

indüktif-ölçü değerlendirme metoduyla kontrol edilir ve kapama kuvveti tekil olarak, genel dijital gösterilir. Sınır değer şalteri tek bir kılavuz pistonunun yüklenmesi esnasındaki toplam kapama kuvvetini kontrol eder.

- Bütün değerler için başlangıç noktası, tıpkı üst ve alt tolerans limitleri gibi
- En son geçmiş çalışma çevriminde kılavuz piston kuvvetinin maksimum ve minimum değerleri depolanır. (Dökümantasyon)

Kalıp sıcaklığı ve basınç ölçümü :

Pratikte üç ana kriter vardır. [12]

- Sensörlerin yüksek aşınma dayanımı
- Onarım zamanının saniye düzeyinde olması
- Ölçüm zincirinin pratikte doğru ve güvenilir bir şekilde sensör uçları tarafından gösterilmesi ve değerlendirilmesi.

Böylece ;

- Kalıp optimizasyonu
- Kalite yükseltilmesi ve optimizasyonu
- Genel yöntem hakkında bilgi kazanmak ve genişletmek.

Çevrim esnasında 1. fazın sonunda (kalıbın dolmaya başlamasında) bir sıcaklık sensörü vardır. Isı sensörü sıcak metalle karşılaştığı anda basınç profili başlar.

Bu sistemin avantajları : [12]

- Hatasız ve kaliteli döküm eldesi için döküm akışının optimizasyonu
- Örneğin çok farklı et kalınlığı ve yüzey alanı büyük yapı elemanları için uygun döküm şartlarının araştırılması.

Çevrim zamanı azaltılabilir.

- Paralel veya ardışık hareket. (Örneğin: kalıbın açılması ve maçaların ayrılması)
- Hareket ve fonksiyonların zaman optimizasyonu.

PROCESSTROL sistemi döküm parçasının alınmasını ve otomatik olarak kontrolle ayrılmasını sağlar. Belli kalite spesifikasyonları ve toleranslar içindeki parçalar ayrılır. (Özellikle yüzey düzgünlüğü ve parça tamlığı)

Genel olarak kontrol sistemleri :

- 1) **DATACESS** : Makina ve tesis çevresinin kumandası
- 2) **PROCESSTROL** : Parametrelerin saptanması ve tek döküm olayının kontrolü.
- 3) **SUBITO** : Sıralanan proses analizi
- 4) **LANCAS** : Basınçlı dökümhane için işletim sistemi ve bilgi değerlendirilmesi

BÖLÜM 3. KALİTE GÜVENCE SİSTEMİ

3.1. Giriş

Günümüz dünyasında artık nerdeyse ülkeler arasındaki sınırlar kalkmış ve globalleşmeye doğru gidilmektedir. Bu nedenle firmaların bu ortamda yaşamlarını sürdürebilmeleri için bu uluslararası pazarda rekabet edebilmeleri ve ayakta kalmaları için kalite kavramını özümsemeleri gerekmektedir.

Günümüzdeki başlıca rekabet etmeni, arz edilen bir ürün (veya hizmetin) alıcı gözündeki değeridir. Değer, matematiksel olarak Kalite/Fiyat biçiminde ifade edilebilir. Günümüzdeki çetin rekabetin özü, daha kaliteli ürünü (veya hizmeti) daha ucuza ve zamanında sunabilmektir. [13]

Kalite her konuda yüksek teknoloji uygulaması değildir. Kalite, bir ürün veya hizmette alıcıların beklentilerini cevaplayabilmektir.

Kalite güvencesi sistemleri yaklaşık yarım asırlık bir geçmişe sahiptir. Öncelikle savunma sanayiinde bu kavram gelişmiş, arkasından uçak sanayinde, tıbbi cihazlar ve ürünleri alanında, daha sonra da nükleer tesislerde zorunlu tutulmuştur. İkinci dünya harbinin öncesine kadar uzanan bu gelişmelere bakılarak aslında kalite güvencesinin ve sıfır hata talebinin yeni bir yaklaşım olmadığı düşünülebilir. Burada ayırt edici özellik geçmişteki kalite güvencesinin çok sayıda ve titizlikle yürütülen kontrollerle gerçekleştirilmesi ve bu nedenle de çok pahalı bir sistem olması idi. Günümüzde ise yüksek kalite hatasızlıkla özdeşleşmiştir. [14]

Endüstri devrimi ile ustanın yerini her biri yalnızca küçük parçalara ayrılmış işleri tekrarlayarak yapan endüstri işçileri aldı. Artık tasarımı mühendisler yapıyor, işçiler ise bu tasarıma uygun imalatı gerçekleştiriyorlardı. Dolayısıyla kalite, “Tasarım Kalitesi” yani tasarlanan niteliklerin üstünlüğü ve “Uygunluk Kalitesi” yani esas alınan niteliklerin imalatı sağlanabilme derecesi şeklinde ikiye ayrılmıştır. [15]

II. Dünya savaşı sırasında ve ertesinde hızla gelişen uzay-havacılık ve nükleer enerji projeleri, yüksek kalite (tasarım kalitesi) ve kalite güvencesi (tasarıma uygun sevkiyat) talepleriyle ortaya çıktı. Bu talepler zaman içerisinde Kanada ve İngiltere’de ilk sivil sistem standartlarına dönüştü. CSA Z.229 ve BS 5750. Daha sonra Uluslararası Standardlar Örgütü (ISO) tarafından ISO 9000 koduyla yayınlanan bu standard serisi Avrupa Topluluğu tarafından EN 29000 kodu altında aynı içerikle Avrupa Standardı olarak kabul edildi. [15]

Bugün dünyanın birçok ülkesinde ulusal standard olarak çevrilerek aynen kabul edilen ISO 9000, kendi içerisinde bir dizi standarddan oluşur ve temelinde yada hizmetin geçtiği tüm aşamaların talimatlar, prosedürler, görev ve sorumluluk tarifleri vb. ile dökümanite edilmesi ve çalışanların eğitilmesi ve bilişlendirilmesi yoluyla kalitenin güvence altına alınması yatar. [15]

ISO 9000 bir kuruluşun üst yönetim kademesinden başlamak üzere tüm yönetim kademelerine, kuruluşun organizasyonel yapısına ve tüm iş akışlarına bazı düzenlemeler getirmektedir. [15]

Toplam kalite yönetimi, ya da toplam kalite kontrol yönetimi, çok özlü ve özel bir anlatımla bir işletmede her işin bir defada ve hatasız/eksiksiz olarak -sıfır hata ile- yapılması ve müşterinin % 100 tatmin edilmesidir. Toplam Kalite Yönetimi sıfır hata ilkesini temel aldığı için hammadde aşamasında başlayan, işletmeye girdi sağlayan yan sanayileri de kapsamına alan ve müşteri şikayetleri ile birlikte satış sonrası hizmetleri de içeren bir süreç niteliğindedir.

Kısaca kalite, özellikle tüketicinin ihtiyaç ve beklentilerinin bilinmesi, bu ihtiyaç ve beklentilerinin karşılanması, bunların hatasız bir şekilde oluşturulması, satış işlemleriyle ilgili bileşenlerin ve alt bileşenlerin güvenilir bir şekilde sağlanması, performansın ve güvenliğin belgelendirilmesi, kullanımla ilgili birtakım manuellere açık bir şekilde ortaya konması, uygun bir şekilde ambalajlama, ambalajlama ve teslimatın dakik bir şekilde gerçekleştirilmesi, geriye dönük olarak servis hizmetinin verimli olması ve bu konuyla ilgili deneyimlerin tamamıdır.

3.2. Sistem Anlayışı

Japonya, klasik kalite kontrolün muayene ve sınamaya dayalı çabalarının yeterince etken olmadığını gören Dr. W.E. Deming ve Dr. J.M. Juran gibi yeni kalite anlayışı öncülerinin uyarılarına kulak vererek, kalite sağlama çabalarına sistem anlayışı getirmiştir. Sistem anlayışının ana hatları şu biçimde özetlenebilir : [13]

- Kalite kontrolü, kusurlu ürünün muayene ile ayıklanması yerine, kusurlu üretimin nedenlerinin ortadan kaldırılmasına yöneliktir.
- Kaliteyi sağlamak ve geliştirmek, kuruluştaki herkesin sorumluluğu ve görevidir.
- Bir üründe olması gereken kalite, alıcı isteklerinin belirlenmesi ile başlayıp, tasarım, üretim, montaj, sevkiyat, satış sonrası hizmetler gibi çok geniş kapsamlı ve zincirleme çabaların bileşimidir. Yeni tanımın sonucu ortaya çıkan anlayış, toplam kalite kontrolü olarak adlandırılmıştır.

Çetin rekabetin yanı sıra, “Kalitesizlik” nedeniyle üreticiye yüklenen kusur ve sorumluluğun boyutları da, geçmişe oranla, çok genişlemiştir. Garanti giderlerinin yanı sıra, piyasa kaybından veya hukuki tazminatlar dolayısıyla uğranabilecek zararlar çok büyük boyutlara ulaşabilmektedir. Bunun için kalitenin gereklerinin sürekli yerine getirilmesi konusunda sistemli çabalar, kısaca **Kalite Güvencesi** ve **Kalite Sistemi** anlayışı büyük önem kazanmıştır.

Sistem anlayışının temel hedefleri aşağıda özetlenmiştir :[13]

a-) Ürünlerinin kalitesini, kalite gerekleri ile uyumlu biçimde tutturmalı, sürdürmeli ve sürekli geliştirmelidir.

b-) Alıcıların (ve diğer pay sahiplerinin) açık ve dolaylı ihtiyaçlarını sürekli cevaplayabilecek biçimde, uğraşlarının kalitesini geliştirmelidir.

c-) Kendi yönetimine ve çalışanlarına şu hususlarda güven verebilmelidir.

- Kalitenin gerekleri yerine getirilmektedir.
- Bunların sürekliliği sağlanmıştır.
- Kalite düzeyi sürekli geliştirilmektedir.

d-) Alıcılara arz edilecek üründe, kalite gereklerinin yerine getirilmiş olduğunun, veya yerine getirileceğinin güvencesini verebilmelidir.

e-) Kalite sisteminin gereklerinin yerine getirilmiş olduğunu kanıtlayarak (Sözleşme gereği dış denetleme veya sertifika alınması gibi), güven duygusu yaratabilmelidir.

Yukarıdaki hedeflerden “c” maddesi **içe dönük kalite güvencesi**, “e” maddesi ise **dışa dönük kalite güvencesi**’dir.

ISO 9000 standartlarının sisteme ilişkin tanımları aşağıda özet biçiminde sunulmuştur : [13]

- Her kuruluşun temel endişesi, ürün veya hizmetlerinin kalitesi olmalıdır.
- Kalite sistemi, kalite yönetiminin gereklerini yerine getirmeye yönelik örgütlü yapılanma, sorumluluklar, uygulama esasları ve kaynaklardır.
- Kalite sisteminin ve eldeki veya yeni ürünlerin geliştirilmesinde, pazardan alınan girdiler temel alınmalıdır.
- Amaçlarına ulaşabilmek için, bir kuruluş, ürün veya hizmetlerinin kalitesini etkileyen teknik, yönetsel ve insan faktörlerini kontrol altında tutabilmelidir. Tüm kontroller, kalite düzeyini düşüren kusurların azaltılmasına, giderilmesine, daha da önemlisi, tekrarlanmasının önlenmesine yönelik olmalıdır.
- Bir kalite sisteminin her bir ögesi (veya gereği), önem derecesi açısından, bir çalışmadan ötekine, bir ürün veya hizmetten ötekine değişir.

- Azami etkenlik ve alıcı memnuniyetini sağlayabilmek için, kalite sisteminin, kuruluşun çalışma alanına ve arz edilen ürün veya hizmetin türüne uygun olması zorunludur.

- Etken bir kalite sistemi, alıcının ihtiyaçlarını cevaplarırken, kuruluşun çıkarlarını da gözetir biçimde düzenlenmelidir.

- Kaliteye doğrudan veya dolaylı katkıda bulunan tüm uğraşlar belirlenmeli, belgelenmeli ve aşağıdaki adımlar atılmalıdır :

a-) Genel ve özel kalite sorumlulukları açık ve seçik tanımlanmış olmalıdır.

b-) Kaliteye katkıda bulunan her çabaya verilen sorumluluk ve yetki ortaya konmalı, sorumluluk ve yetki, varılması gereken kalite hedeflerine arzu edilen verimle ulaşılmasını sağlayacak düzeyde olmalıdır.

c-) Değişik alanlar arasındaki kontrol ve eşgüdüm ölçütleri tanımlanmış olmalıdır.

d-) İyi yapılanmış ve verimli bir kalite sistemi oluşturmakta öncelik, mevcut ve potansiyel kalite sorunlarının belirlenmesine ve ortadan kaldırıcı veya giderici önlemlere önayak olunmasına verilmelidir.

e-) Yönetim kalite güvencesinin içeriden veya dışarıdan denetlenmesi sorumluluğunu başkalarına aktarabilir. Sorumluluğun aktarıldığı şahıslar, rapor vermekle yükümlü oldukları çalışmaların dışında tutulmalıdırlar.

Kalite sisteminin gerekleri, ürün gereklerini tümleyicidir. Bu nedenle, ISO 9000 standartları ürünlere ve süreçlere özgü şartnamelerin (örneğin ürün standartları) dışındadır ve farklıdır.

ISO 9000 standartları, kalite sistemi uygulayıcılarının sonuçta ulaşması gereken noktaları tanımlamakta ve bu yolda kılavuzluk yapmaktadır. Söz konusu standartlar bu sonuçların elde edilmesi için asla bir reçete değildir. Her kuruluşu, kendi pazarı ve bu pazar için geçerli olan rekabet koşulları açısından, ayrıntılarda ve kendi kalite düzeylerini saptamakta serbest bırakmaktadır. [13]

Tedarikçinin kaliteyi etkileyen tüm faktörleri etken ve sürekli kontrol altında tutabilen bir sistem kurması ve sistemin :

- Varlığını
- Etkenliğini (yürürlüğünü)
- Sürekliliğini

belgelemesi gerekmektedir. Kalite sisteminin bir bölümünü oluşturan belgeleme de, diğer etkinlikler gibi, yöntemleştirilmelidir. Bu konu, kalite el kitabının önemli bölümlerindeki bir tanesidir. Sistemin ayrıntıları kullanıcıya (sistemi kuracak kişiye) bırakılmıştır.

3.3. Toplam Kalite Yönetimi ve Kalite Maliyeti

Toplam kalite kontrol ve yönetimi tam anlamda Japonya'da uygulanmaya başlanmıştır. 1960'lı yıllara gelindiğinde birşey daha anlaşıldı : Kalite kontrol bir yönetim felsefesi olarak uygulanıp tüm bölümlere yayılsa da işçileri faaliyetin içine katmadan kusursuz ürünler üretme olanağı çoktur. Bu noktadan hareketle Japonlar, işçi ve ustabaşında Toplam kalite sistemine katmak için Kalite Kontrol Çemberleri veya kısaca **Kalite Çemberlerini** geliştirdiler. [16]

Başlangıçta Toplam Kalitenin kapsamı, şirket Genel Müdürü, Müdürler, Personel, Ustabaşları, İşçiler ve Satışelemanlarını içine alırken, son yıllarda yan sanayileri, dağıtım sistemlerini ve ortak firmaları da içine alacak şekilde genişletilmiştir. [16]

Toplam kalite yönetimi anlayışının başlıca amaçları arasında :

- Firmanın dinamizmini ve yapısını geliştirmek
- Firmada tüm çalışanların işbirliğine dayanan bir kalite güvenliği sistemi kurarak üretim ve/veya hizmette sıfır hatayı esas almak
- Müşterilerle, tüketicilerin güvenini kazanmak
- Dünyadaki en yüksek kalite düzeyine ulaşmayı dilemek
- Ve bu amaçlara yönelik olarak yeni ürünler geliştirmek.

Toplam kalite yönetimi felsefesi bazı temel ilkelere dayanmaktadır. [16]

1. İlke : Devrimsel hız

- Üst yönetim toplam kalite kontrol'un önderliğini bizzat yapmalıdır
- Kaliteyle ilgili olarak tüm çalışanları kapsayan kitlesel bir eğitim programı uygulanmalıdır
- Kalite Geliştirme sürekli ve devrimsel bir hızla gerçekleştirilmelidir.

Devrimsel hızla gelişmeyi engelleyen başlıca faktörler :

- a-) Eğitim eksikliği
- b-) Araştırma-Geliştirme faaliyetlerinin yapılmaması
- c-) Yönetim anlayışının eksik-yanlış, ya da yetersiz olması
- d-) Hedef ve stratejilerin doğru saptanmaması.

2. İlke : Organizasyon kültürü :

Üst yönetim bu anlayışa sahip olmalı ve öncülük yapmalıdır. Klasik/geleneksel kalite ve standart kültürünün tümüyle terkedilmesi gereklidir. Bu amaçla organizasyonda şu hususların gerçekliği tümüyle kavranmalıdır.

- Değişiklik kaçınılmazdır
- Değişikliğe tepki doğaldır
- Organizasyon kültürü işletmeden işletmeye farklıdır
- Değişiklik etkilediği kişilere bir yarar ifade etmelidir
- Değişiklik, üstlendiğimiz görevlerin yükünü arttırabilir
- Daima teknik ve yönetsel destek gereklidir
- Belirli bir öğrenme süreci gereklidir.

3. İlke : Toplam Kalite Yönetim Anlayışına Bağlılık

Bu ilkede şu kurallar benimsenmelidir :

- Kalite herşeyden önce gelir
- Müşteriler herşeyin odağı olmalıdır
- Sürekli gelişim kalite için temeldir
- Çalışanların katılımı bir yönetim biçimidir
- Çalışanlar ve bayiler şirketin ortaklarıdır
- Dürüstlük temeldir.

4. İlke: Planlama : Toplam Kalite Yönetimi anlayışı belirli bir planlama süreci içerisinde ele alınmalı ve yürütülmelidir.

5. İlke : Sürekli Gelişme : Toplam Kalite Yönetim anlayışının uygulanabilmesi kararlı ve sürekli bir gelişimle gerçekleşebilir. Bu nedenle :

- Sürekli gelişme, sorunlarla birlikte yaşama alışkanlığına karşı çıkar.
- Sürekli gelişme en büyük kronik nitelik taşıyan sorunları saptayarak öncelikle onların çözümünü amaçlar. (Pareto ilkesi)
- Sürekli gelişme, ani değişikliklerin tersine yavaş, ancak sürekli durmayan bir süreçtir.

Sürekli gelişmenin uygulanmasında :

- Öneri sistemleri
- Sorun çözme ekipleri
- İstatistik kontrol
- Kendi kendini kontrol
- Deming çemberi

(Deming Çemberi : Planlama-uygulama-denetleme ve düzeltme-tekrar harekete geçme gibi hususlara dayanmaktadır).

6. ilke : Ölçüm

Sorunların saptanması ve ölçülmesi bir diğer önemli ilke niteliğindedir.

a-) Görülebilir sorunlar

- reklamasyon
- ıskartalar
- üretim hataları

b-) Görülemeyen sorunlar

- Müşteri tatminsizliği
- Pazar kaybı
- İmaj zedelenmesi
- Şirkete güvenin yitirilmesi

Ölçümlerin sürekli yapılması ve açık olarak raporlanması şarttır.

7. ilke : Herkesin Katılımı Şarttır.

8. ilke : Hedef % 100 Kalitenin Sağlanması

9. ilke : Takdir Uygulamaları

Toplam kalite yönetimi anlayışı çalışanların takdirini ve teşvik edilmesine büyük önem verir.

10. ilke : Müşteri Odaklı Olma :

Tüm faaliyetlerin kısa ve uzun dönemli temel amacının müşteriye dönük olma, müşteriye tam tatmin sağlama olduğu sürekli gözönünde bulundurulmalıdır. Ancak toplam kalite yönetim anlayışında müşteri sadece firmanın mal ve/veya hizmetini sunduğu kesimler değil, aynı zamanda işletme içinde herbir bölüm-kishi için, bir sonraki bölüm-kishidir. [16]

11. ilke : Muayene Değil Önlleme :

Hatayı oluştuktan sonra denetlemek ve düzeltmeye çalışmaktan çok oluşmadan önce önllemeye çalışmak ve hatasız üretim-iş yapmak gerekmektedir.

12. ilke : Eğitim ve Öğretim:

Tüm alışanların toplam kalite yönetimi anlayışının önemini, gerekliliğini amaçlarını ve uygulamasını öğrenmelerini sağlayıcı bir şekilde eğitilmeleri ve eğitimin sürekli olması gerekmektedir.

13. ilke : Toplam Kalite Bir Süreçtir:

Toplam kalitenin hammaddeden başlayan yan sanayii, tüm çalışanları dağıtım örgütünü, bayileri ve müşterileri kapsayan ve satış sonrası hizmetleri de içerisine alan bir süreç olduğu sürekli gözönünde bulundurulmalıdır.

14. ilke : Kalite=Verimlilik :

Kalitenin yükselen düzeyi maliyetlerin düzeyinin düşmesine üretim kayıplarının zaman ve mal arzlarının azalmasına ve sonuçta verimliliğin artmasına neden olmaktadır.

15. ilke : Tedarik/Girdi Kaynaklarının Önemi :

16. ilke : Bürokrasi :

Yönetim maliyetini düşürmek için ;

- Bürokrasi sürecindeki gereksiz iş hacminin azaltılması
- Kademe sayısının azaltılması
- Yöneticilerin ne tür destek gereksinimlerinin olduğunun saptanarak sözkonusu desteklerin sağlanması.

Bunun yanında ;

- İşlerin bir defada ve doğru olarak yapılması bürokrasi sürecindeki hataları azaltacak
- İş rotasyonu yolu ile çalışanların işletme bütününe daha iyi kavramaları ve “ortak dilin” oluşumu kolaylaştırılacaktır.

Kalite kontrol, edilmesi gereken bir özellik olarak değil, üretilmesi gereken bir özellik olarak görülmekte ve kalitenin oluşturulmasında maliyet unsurunda gözönüne alınarak ucuza üretilmeye çalışılmaktadır. Hatalı ürünlerin tespit edilmesi ürünlerin üretildikten sonra muayenesiyle mümkündür. Muayenenin kendisi üretken bir çaba olmadığından ayrıca kaynak israfına neden olmaktadır. [17]

Kalite maliyetini üç farklı kategoriye ayırmak mümkündür. Bunlar : [17]

1- **Hata Maliyeti** : Hatalı ürün üretmekten ve bunları yeniden kazanmak için yapılan çalışmalardan doğan maliyet.

2- **Değerlendirme Maliyeti** : Üretilen ürünlerin kalitesinin varolan kalite düzeyini kontrol etmekten doğan ve nihai kontrol, test ve muayene ve kalibrasyon araçları gibi unsurları kapsayan maliyet.

3- **Önleme Maliyeti** : Hatalı ürünlerin üretiminin engellenmesi, kaliteye yönelik veri toplanması ve kalite planlarının yapılmasıyla ilgili maliyet.

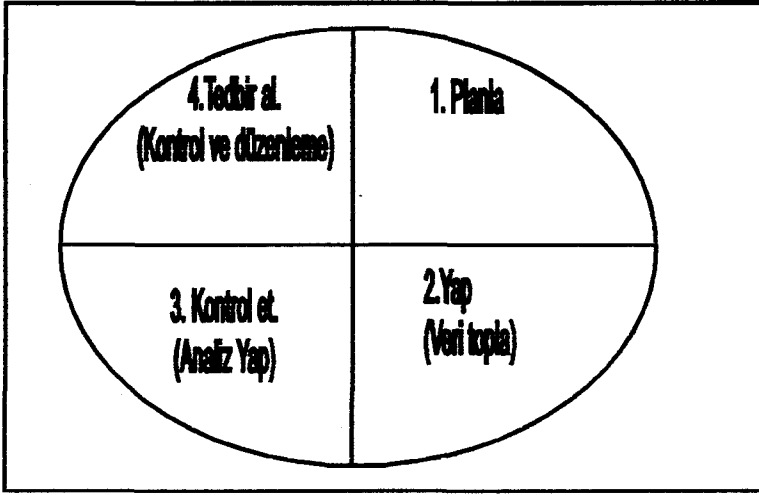
Eğer bir işletmede toplam kalite kontrol uygulanmıyorsa, önleme maliyeti genellikle çok düşük olmakta, buna karşılık hata maliyeti ve değerlendirme maliyeti çok yüksek olmaktadır. Önleme faaliyetlerindeki ufak bir artış, yani önleme maliyetindeki ufak bir yükselme hata maliyetinde ve değerlendirme maliyetinde önemli bir azalmaya dolayısıyla toplam kalite maliyetinde de önemli bir azalmaya neden olmaktadır. [17]

Toplam kalite kontrol bir insanın sağlıklı olmak için her gün düzenli yapması gereken işlere benzetebiliriz; düzenli beslenildiğinde, spor yapıldığında ve koruyucu tedbirler alındığında bir insanın hastalanma ihtimali azalmaktadır. Bunlar yapılmadığında ise hastalıklar daha sık ortaya çıkmakta ve bu durumda hastalığın tedavi edilmesi gerekmektedir. Bu, birincisine göre daha zahmetli ve rahatsız edici olduğu gibi, hem zaman kaybına neden olmakta hem de daha masraflı olmaktadır. [17]

3.3.1. Kalite Kontrol Çemberleri

Kalite kontrol çemberleri uzun senelerdir uygulanan, çok etkin bir biçimde çalışanların katkısını sağlayan ve Japon mucizesinin esas sebeplerinden biri olarak gösterilmektedir. KKÇ adı Dr. E.DEMİNG'in çalışma çemberinden yola çıkılması ve başlangıçta çoğunlukla kalite problemlerini ele alması sebebiyle verilmiştir. Çalışanların, işyerinin her türlü problemine çare aradığı küçük geliştirme gruplarıdır. [18]

KKÇ kalite yanında, maliyetleri düşürmek, prodüktiviteyi arttırmak, mutlu ve başarılı bir çalışma ortamı ve insanların saygınlığının olduğu çalışma şartlarının düzenli bulunduğu bir işyeri yaratmak ve çalışanların yaratıcılık yeteneklerini ortaya çıkarmak gibi katkılarda da bulunurlar. [18]



Şekil 3.1. Deming Çemberi

Dr. J. JURAN'a göre "Kalite Dizayn Safhasında Başlar, Müşteriye Tatmin Edici Servisin Verilmesi ile Sona Erer". Başarı, imalat kalitesine bağlı olmayıp toplam kalite kontrol ile ilgilidir.

KKÇ' nin Tanımı ve Felsefesi : KKÇ bir kuruluşun sorunlarını belirlemek, incelemek ve çözümlmek amacı ile belli zamanlarda (Ör. haftada bir) toplanan küçük (Ör. 10 kişi) iş gören (çalışan) gruplarıdır. KKÇ'lerin temel felsefesi "Bir işi en iyi, o işi yapan bilir" olmuştur. Ayrıca işçilerin beyin gücünü kullanmadıkları, monoton işlerde çalıştırdıkları iddiasını ciddiye alıp, bu kullanılmayan beyin enerjisini işletmenin gelişmesine katkı sağlayacak şekilde kullanmak fikrine dayanır. [18]

Japonların KKÇ'nin gelişmesine katkı sağlayan şu özelliklerine dikkat edilmelidir : [18]

- İşçinin firmasına olan bağlılığı (öncelik sırası)
- İşçi dönüşümünün düşüklüğü (ömür boyu istihdam)
- İşçi eğitim düzeyi (lise düzeyi)
- Araştırma-Geliştirmeye verilen önem

- Kalite bilinci düzeyi ve eğitimi
- Ast-Üst ilişkilerinin rahatlığı
- Veri toplama sisteminin sağlıklı olması
- İnsancıl yöntem tarzı
- Just in time prensibi (herşey zamanında hazır) (stok tutmama)
- Yanlışlara izin vermeme (Murphy Kanunu)
- Sıfır kusur (bugün ulaşılan seviye % 0.1, hedef % 0.01'dir)
- Kendi makina ve teçhizatını (% 60) üretme
- Acelecilik ve aşırı yüklemeyi önleme.

Kalite kontrol çemberi üyelerinin tanıtımda belirtilen görevleri yapabilmeleri için önce kalite kontrol çemberi prensipleri ve kullanılan özel teknikleri öğrenmek üzere bir eğitimden geçmeleri gerekmektedir. Bunun dışında üst ve orta kademeninde tam desteğinin sağlanabilmesi için firma çapında tanıtıcı bir eğitim verilmelidir. [18]

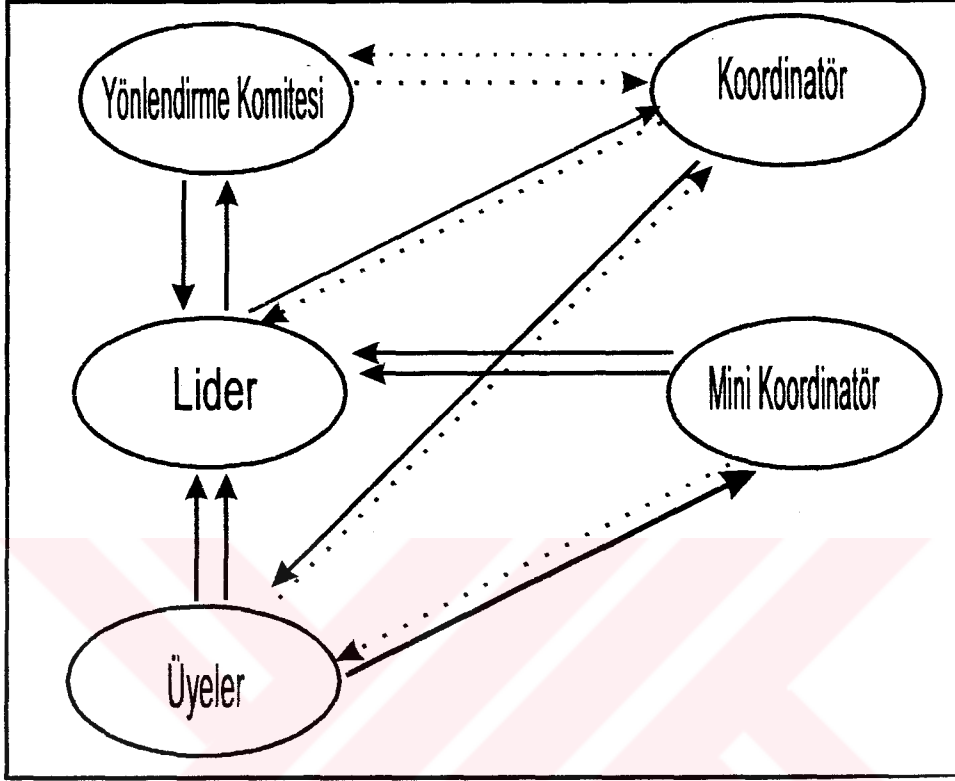
KKÇ ne değildir.

- Yönetimin korkması gereken birşey
- Sadece yönetimi ilgilendiren bir program
- Her derde deva
- Başarıyı garanti eden sihirli değnek
- Her zaman duymak istediklerimizi su üstüne çıkaran bir araç

KKÇ nedir.

- Çalışanların kalite konusunda mesuliyet duymalarını ve ilgilenmelerini sağlayacak etkin bir metoddur.

KKÇ'nin örgütlenmesi (organizasyon)



Şekil 3.2. KKÇ'nin organizasyonu.

Y.K. : Koordinatör ve üst kademe yöneticileri (Müdürler)

Koordinatör : Yönetici seviyesinde KKÇ Koord. eğitim ve Y.K. bağı

Mini Koordinatör : Orta yönetici ve danışmanı

Lider : Formen (postabaşı) veya bir işçi

Üyeler : GÖNÜLLÜ tüm işçiler.

Kalite kontrol çemberi ne yapabilir

1. Konuya karar verme (hedefleri belirleme)
2. Bu belli konunun seçilme nedenlerini açıklama
3. Şimdiki durumu değerlendirme

4. Analiz (nedenleri araştırma)
5. Düzeltici önlemleri belirleme ve yerine getirme.
6. Sonuçları değerlendirme
7. Standardizasyon, yanılmaların önlenmesi ve tekrarın önlenmesi
8. Sonradan akla gelen düşünceler, geriye kalan sorunların dikkate alınması
9. Gelecek için planlama.

Kalite Kontrol Çemberlerinin İşleyişi [18]

- a-) Problem seçimi (beyin fırtınası)
- b-) Problemin tanımlanması (veri toplama, pareto analizi)
- c-) Sebep araştırması (sebep-sonuç diyagramı)
- d-) Kendi tesir imkanlarını kararlaştırma
- e-) Çözüm aranması (veri toplama, analiz)
- f-) Çözümün belirlenmesi (beyin fırtınası)
- g-) Takdim ve raporlama
- h-) Yönetimin onayı ve uygulama, takip

Uygulanan Teknikler [18]

- a-) **Beyin Fırtınası :** Herkes bir görüş bildirir bunlar sessizlik içinde tahtaya yazılır (sözle veya kağıda yazılarak). En fazla katkı ve çok sayıda fikir üretme amaçlanır. Fikirlerle mütahale ve alay edilmez. Sonuç oylama ile belirlenir.
- b-) **Pareto Analizi :** Birçok sebepten en etkilisi, önemlisi ve çok tekrar edilen seçilir. Bu sebep öncelikle ele alınır.
- c-) **Sebep-Sonuç Diyagramı :** Sonuç problemin kendisi olarak ele alınıp muhtemel sebepleri Makina, İnsan, Malzeme, Metod ana grupları altında toplamak her sebebinde alt sebeplerini belirlemek amacıyla kullanılır.
- d-) **Veri Toplama :**
 - Kontrol resimleri, kayıt formları kullanılır
 - Grafik haline getirilen sonuçlar daha iyi anlaşılır ve etkileyici şekilde sunulur. (Çizgi, Sütun, Çubuk, Pasta ve vb.)

e-) Kontrol Diyagramları :

*** Ölçülebilen özellikler**

- Dağılma aralığı (R)
- Ortalama (X)
- Standart sapma (S)

*** Ölçülemeyen özellikler**

- Hatalı oranı (P)
- Parça başına hata (C)
- Birim başına düşen hata (U)

Kontrol diyagramları proste mevcut hatalar konusunda bilgi verir.

3.4. ISO 9000 Serisi Standartları

ISO 9000 standartları beş dizi standarddan oluşmaktadır. [19]

ISO 9000 genelde kalite yönetimi ve kalite güvencesi standartları seçim kılavuzudur. İşletmeler hangi standardı seçeceklerini bu kılavuzu kullanarak tesbit edeceklerdir. ISO 9001 mamul tasarımındaki kalite güvencesini, mamul tasarım ve geliştirilmesinde kalite güvencesini belirleyen bir sistemdir. ISO 9002 ise üretimde kalite güvencesini belirleyen ve istenen şartlara uygun üretimin sağlanması için gerekli düzenlemeleri belirleyen bir standırttır. ISO 9003 ise son muayene ve deneylerde kalite güvencesi modelini tarif eder. ISO 9004 ise kalite yönetimi konusunda bir kılavuzdur. Belirlenen hedefleri, istenen standartları gerçekleştirmek için ürün ve hizmetlerin kalitesini etkileyen, teknik, idari, insan faktörlerini kontrol altında tutmak için nasıl organize olunması gerektiğini tarif eder. Görüldüğü gibi ISO 9000 sadece bir mamul standardı değil, mamulden üretime, üretimin nasıl yapılacağına, ne şartların sağlanacağına, kontrolün nasıl yapılacağına kadar geniş bir alanı kapsayan bir sistemdir. [19]

ISO 9000 serisi standartlar, üretimin ve hizmetin türü ve hangi ülke olduğuna bakılmaksızın gösterilmesi istenilen, daha üstün kaliteye yönelik

çalıdır. Dolayısıyla, kalite sistemi gereklerinin asgari standardı olarak görülmelidir.

Uluslararası ISO 9000 standartlarını 1994 versiyonuna göre; [20]

1-) ISO 9001/1994 : Kalite sistemleri-Tasarım, araştırma, üretim, tesis ve ilgili hizmetlerin kalite güvencesi için model.

2-) ISO 9002/1994 : Kalite sistemleri-Üretim, tesis ve ilgili hizmetlerin kalite güvencesi için model.

3-) ISO 9003/1994 : Kalite sistemleri-son muayene ve deneylerin kalite güvencesi için model.

ISO 9001/9002/9003 uluslararası standartları 1987 ve 1994 versiyonları arasındaki genel farklar: [20]

1-) Amaç ve Hedefler

1987 Baskısı : Standartta belirlenen yükümlülükler, esas olarak tasarım, üretim, tesis, sırasında ortaya çıkacak hataların önlenmesini ve tekrarlanmasını önleyecek araçları uygulamaya koymayı hedeflemektedir.

1994 Baskısı : Standartta belirlenen yükümlülükler, esas olarak, tasarımdan ilgili hizmetlere kadar tüm aşamalarda hataların önlenmesi yoluyla müşterinin tatminini hedeflemektedir.

2-) Uygulama alanı

1987 Baskısı : Kalite sistemi yükümlülükleri konusunda, hazırlanıp sunulan üç ayrı standart, iki taraf arasında sözleşme çerçevesinde, “Fonksiyon ve Organizasyon Yeteneği” ve ürünün kabul edilebilirliği açısından önemli olan prosesleri “Kontrol altında tutma yeteneğini” ispatlamak için uygulanır.

1994 Baskısı : Kalite sistemi yükümlülükleri konusunda hazırlanıp sunulan üç ayrı standart, bir firmanın yeteneklerinin ispatlanması ve dış kuruluşlarca değerlendirilmesi için uygundur.

Yorum :

1987 Baskısı : Müşteri/firma arasında oluşurdu.

1994 Baskısı : Müşteri/Firma ve üçüncü tarafları (örneğin kalite sertifikası veren kuruluşu) da kapsamına alıyor.

3.5. Kalite Politikası

Kalite politikasının oluşturulması ve belirlenmesi, kesinlikle üst yönetimin sorumluluğudur. Sistem kurmaya yönelik tüm temel çabalar için olduğunca belgelenmelidir. Politikanın oluşturulmasında, temel hareket noktaları : firmanın kuruluş olarak amaçları, alıcıların istekleri ve beklentileridir. Firmanın politikası, kuruluşun her düzeyinde, anlaşılmış olmalı, gerekleri yerine getirilmeli ve çabalar sürdürülmelidir. Bu nedenlerle, gücünü üst yönetimden almayan bir kalite politikası başarılı olamaz. Bu politika, firmanın diğer politikaları ile tutarlı olmalıdır. [13]

Kalite politikasının en önemli yanı, kaliteden sorumlu olan herkese görevlerinin bilincini aşılmasıdır. İzlenecek politikanın standardı ve tutarlılığı başarının anahtarıdır. Ortak ve herkes tarafından iyi anlaşılmış bir kalite politikasının olmadığı yerde, çok başlılık hemen egemen olur. Kalite politikasının açık ve seçik olması temel amaçtır. Herkes kalite politikasını anlamalı, gereklerini yerine getirilmeli ve çabalara katkıda bulunmalıdır.

Her kuruluşun kalite politikası ve bu politikanın gerektirdiği uygulamalar, yazılı belgelere dönüştürülmelidir. Kalite El Kitabı, Kalite planları ve kayıtlar, ortak anlayış ve davranışı sağlamaya yönelik evraka örnektir. Bu evrakin derlenmesi, tasnifi, dağıtımı ve saklanması da sistem çalışmalarının bir bölümü olduğu unutulmamalıdır.

Kaliteyi geliştirmek yolunda istek yaratmak, başarının en önemli adımıdır. İsteğin, daha iyinin nasıl olabileceğini gösteren açık ve seçik talimatlar, daha da önemlisi, eğitim ile desteklenmesi zorunludur. Bu nedenle, kalite sistemi kurulması

çok dikkatli bir düşünme ve planlama sürecini gerektirir. Kalite politikasının ne ölçüde yer ettiği ve sonuçları, yine üst yönetim tarafından izlenmelidir. Öte yandan, bilgi toplamak ve görüş almak gibi konularda alt kesim devre dışı bırakılmamalıdır. En iyi yönetim politikası, “Daha iyisi için herkesi katılımcılığa teşvik etmek; fakat, “Daha iyisi” resmen uygulamaya konuluncaya kadar, herkesin eldeki sistemin gereklerini aynen yerine getirmesini sağlamaktır.” [13]

3.6. Amaçların Saptanması

Başarılı ve başarısız girişimler arasındaki en büyük fark, kararlılıktır. Ancak kararlılık, söslü sözlerle bezenmiş sloganlarla sağlanamaz. Kararlılık, firma içinde üstten aşağı doğru olmalıdır. Üst yönetim çok kararlı olabilir, öte yandan alt düzeydeki personelin neyin yapılmaya kararlı olduğunu bilmemesi durumunda, sistem kurulamaz ve yürütülemez. Toplam kalite kontrol topyekun kararlılık gerektirir. [13]

Kararlılığın eşgüdümlü çalışmalara ve çabalara ve daha da önemlisi, herkesin izleyebileceği amaçlara dönüştürülmesi başarı için zorunludur. Yapılmış olan tanımlar, kapsam ve süre olarak, ikilem ve duraksamalar yaratmamalıdır. Amaçları gerçekçi biçimde saptayabilmek ve bunlara asgari maliyetle ulaşabilmek, herkesin katkısıyla olasıdır. Amaçların saptanmasına yardımcı olanlar, bunlara ulaşılmasından da sorumlu olmalıdırlar. Sorumluluk ve yetkilerin alt kademelere aktarılması önemli örgütsel kararlar olduğundan, üst yönetimin kalite çalışmalarındaki ilgisine olan kesin bağımlılığın başlıca nedenlerinden birisi de budur.

Amaçların belirlenmesi aşamasında, şu noktaların gözönünde tutulmuş olması yararlıdır; [13]

1- Kaliteyi geliştirme çabalarından ne bekleniyor

Alicıların beklentilerinin karşılanmasını sağlamak klasik olmakla birlikte, yetersizdir. Ulaşılmasında amaçlanan kalite düzeyine ilişkin tanımlarda,

standartların temel kalite öğeleri olarak tanımladıkları : kullanıma uygunluk, güvenlik, performans ve güvenilirlik açısından bir eksiklik olup olmadığını bilmeden ayrıntılara inilmesi imkansızdır. Kalite sağlamanın maliyetinin düşürülmesinde, kalitesizlikten doğan giderlerin azaltılması da ana amaçlar arasında düşünülmeli ve ele alınmalıdır. Bu amaca ulaşılabilmesi firmanın kalitesizlikten doğan giderlere ilişkin olarak sağlam veri tabanının bulunması durumunda olasıdır.

Amaçlar alt düzeye, kalite planları ve çalışma programları biçiminde, teknik ve idari ayrıntılarına inilmiş net hedefler olarak yansımalıdır.

2- Amaçlara varmak için düşünülen stratejiler nelerdir

Strateji saptarken, bulunulan nokta ile varılması düşünülen hedef arasındaki tüm sorunların ve engellerin ele alınmış olması gerekir. Hedeflere varmak için gereken çabaların saptanmasının belirli bir kesimin ödevi durumuna dönüşmemesidir. Stratejinin saptanması, hedeflerin, kapsam ve ulaşılması gereken süre açısından, gerçekçi, tutarlı ve kararlı biçimde ortaya konmasıdır.

Kaynak ve personel ayrılmasına büyük önem verilmelidir.

Kaynaklar;

- İnsan kaynakları, özel bilgi ve becerileri,
- Tasarım geliştirme aygıtları,
- Üretim olanakları,
- Kontrol, ölçme ve sınama olanakları,
- Diğer aygıtlar ve bilgisayar programları ve yazılı veriler.

İnsan kaynaklarına dönük hususlarda, aranılacak deneyim, bilgi ve eğitim gibi noktaların tanımlarının yapılması, sağlıklı bir strateji saptanabilmesinin temel koşuludur.

Alt düzeyin katkıda bulunması için geçecek sürenin kısaltılması için;

- Amaçlar açık ve seçik olmalıdır,
- Amaçlar gerçekçi olmalıdır,
- Başarı dereceleri ölçülebilir (veya karşılaştırılabilir) olmalıdır,
- Amaçlar, herkesin katkıda bulunabileceği, alt hedeflere dönüştürülmelidir.

Amaçlara varmak için ulaşılması gereken hedefler, aşama aşama, bir takvime bağlanarak, belirlenmelidir.

3- Amaçlara ne ölçüde yaklaşılmış olduğu hangi ölçütlerle saptanacaktır

Dikkatli ve sistematik bir inceleme yapılmazsa, bir çok sorun gözden kaçabilir; üstelik bir çok yanlış uygulamanın da sorun olarak üzerinde durulmamış olabilir. Etkin bir rapor sistemi, bu yolda en önemli adımdır. Amaçlanan hedeflerden uzaklaşanlara daha çok yardım havası ile yaklaşılmalı ve sorunların birlikte daha kolay çözümlenebileceği inancı verilmelidir.

Değişik departmanlardan gelen raporlar ayrıntılı değerlendirilmelidir. En iyi yöntem, raporların sonuçlarını görsel izlemeye dönüştürebilecek biçimde bilgi akışı sağlamaktır.

4- Elde edilen sonuçların kalıcı olduğu nasıl anlaşılabilecektir

Durmak yapılmış olanların bir süre sonra yozlaşması veya verimini yitirmesi olarak düşünülmelidir. Sürekli bilgi toplamak ve kusurlu üretimin nedenlerini arıştırmak ve giderici çabaları geri bırakmamak, yapılmış olanları daha iyiye götürebilmenin temel koşuludur.

5- Sürekli gelişme nasıl sağlanacaktır

Kaliteyi geliştirme çabaları başlangıçta yüksek olmasına karşın zamanla bu oran düşmektedir. Sürekli geliştirme, firma içindeki uygulamaları iyileştirme ile

sınırlı kalmamalıdır. Teknolojik gelişmeler ve yenilikler yakından izlenmeli ve bunların gerektirdiği uyarlamalara hazır olunmalıdır.

Her alanda olduğu gibi geliştirmenin sürekliliğinde de eğitim kilit faktörlerden birisidir.

Prof. Ishikawa bir bildirisinde Japonyanın kalite kontrolda hızla gelişmesinin nedenlerini özetle Japon halkının eğitime verdiği öneme, tutkuya, ülke çapında yaygınlaştırılan kalite kontrol kurslarına, bünyelerine uygun olarak kurdukları ulusal kalite kontrol sistemlerine, iyi kaliteye teşvik için düzenledikleri ödüllendirme sistemlerine, en üst yöneticiye bile uygulanan kalite kontrol sınavlarına, ülke çapında düzenledikleri kalite aylarına, Q simgesini taşıyan özel flamaya, her iş yerinde işçilerden oluşan, sayıları yüzbinleri bulan kalite çemberlerine (sorun çözme grupları), ihraç ürünlerine uygulanan özel kontrol sistemine ve son olarakta oluşturulan serbest rekabet sistemine bağlamaktadır.

3.7. Örgütlenme

Kalite politikasının gereklerini yerine getirebilmesi için kalite yönetimi oluşturması zorunludur. Kalite anlayışının sistemleşmesi için, her örgütte aşağıdaki tipik anlayış olmalıdır. [17,13]

- Çok iyi tanımlanmış sorumluluk alanları,
- Çok iyi tanımlanmış yetki sınırları,
- Kalite sisteminden birinci derecede sorumlu olanlara, kusurlu üretimin nedenlerine yönelmek ve bunları incelemekte bağımsız hareket edebilmelerine olanak sağlanması,
- Kalite sisteminden birinci derecede sorumlu olanlara, çözüm yolu önermek, bunları uygulamaya koymak ve izlemekte yetki tanınması.

ISO 9001-9003 taslaklarında, kalite konusunda idareyi temsilen bir yetkilinin bulunması öngörülmektedir. Bu kişinin aşağıdaki konularda yetkili olması gerekmektedir.

a-) İlgili standard uyarınca kalite sistemi gereklerinin belirlenmesi ve yerine getirilmesi ve sürekliliğinin sağlanması

b-) Geliştirme ve düzeltmelere temel olacak biçimde kalite sisteminin performansını izleyerek, üst yönetime rapor vermek.

Kalite sisteminden birinci derecede sorumlu olan elemanlar, kısaca, Kalite Güvencesi (KG) ekibi olarak tanımlanmaktadır. KG'nin çalışmaları, klasik kalite kontrolünün etki alanı ve onlara verilen yetki ve sorumluluk anlayışından farklı olarak ele alınmadıkça, sistem anlayışına geçilemez; veya sistemden beklenen yarar sağlanamaz. Bu nedenle; [13]

a-) KG'nin çalışmaları, klasik kalite kontrolünün gerektirdiği ölçme, muayene, kontrol vb. çalışmaları ortadan kaldırmaz, aksine, bunların olması gereken noktalarda yapılmasını ve etkinliğini denetler.

b-) KG raporlarını en yetkili yönetim katına vermelidir.

c-) Kalite Güvencesinin oluşturulması daima ortak sorumluluk olarak görülmelidir. Etkinliğini koruyabilecek kadar üst düzeyde, fakat diğer ekiplerle sıkı işbirliği uzaklığında olmalıdır.

d-) Kalite Güvencesi sistem bazında sorumludur.

e-) Kalite Güvencesinin varlığı, diğer bölümlerin kusurlu üretimden doğacak sorumluluğunu ortadan kaldırmamalıdır.

3.8. Yöntemler ve İşlemler

Bir yöntem veya işlem, ISO 8402 uyarınca, bir etkinliğin amaç ve kapsamıdır. Bu tanım, neyin yapılacağını ve nasıl yapılacağını da içerir. Buna göre; [17]

- Uygulanacak tüm yöntemler ve yapılacak işlemler tanımlanmış olmalıdır. Bu tanımlar, değişik yönere çekilemeyecek açıklıkta ve sadelikte olmalıdır. Neyin nasıl yapılacağını yanı sıra, değerlendirme ölçütlerininide içermelidir; örneğin kusurlu denildiğinde neyin anlaşılacağı gibi

- Yöntemler ve işlemler ilgililere ulaştırılmış olmalıdır.
- Herkesin bunlara uyması sağlanmalıdır.

Yöntemler ve işlemlere ilişkin evrakın hangi alanları kapsayacağı ve içereceği ayrıntılar, kullanılacak yöntemlere, gereken bilgi ve becerilere ve personelin eğitim derecesine bağlıdır.

3.9. Kanıtlama ve Belgeleme

Kalite sisteminde uygulanan belgeleme esasları, el kitabında tanımlanmış olmalıdır. Kalite sisteminin yeterliliği ve sistemin belirlenen kalite düzeyi sınırları içinde üretim yapabileceği hususlarında alıcıya güvence bu yolla verilir. Bunu sağlamanın yükümlülüğü sağlayıcındır.

Kanıtlamanın sınır ve kapsamı aşağıdaki faktörleri içerir :

- Ürünün değeri, kullanımı ve kullanım koşulları,
- Ürün tasarımının gerektirdiği teknolojik düzey,
- Üretim aşamasının özellikleri ve zorluk derecesi,
- son muayeneyle ürünün kalite düzeyinin yeterince saptanıp saptanamayacağı,
- Ürüne ilişkin, o topluma özgü kurallar,
- Sağlayıcının ünü.

ISO 9000 standartlarının gerektirdiği belgeler, ilgili standardın gereklerinin yerine getirmekte olduğunun maddi ve objektif kanıtlarıdır; El kitabı, kalite planları, kaliteyi sağlayıcı usuller, işlem yaprakları, kalite kayıtları vb.

3.10. Kalite Planlaması

En genel anlamda, sistemi yerleştirmek ve oturtmak ancak kalite planı anlayışıyla olasıdır. Kalite planı aşağıdaki tanımları kapsamalıdır. [13,15]

a-) Varılması gereken kalite hedeflerini, (örneğin kalite öğeleri, şartnameler, maliyet, tek düzelik, güvenilirlik, vb.)

b-) Bu hedeflere yönelindiğinde, her aşamada, kimlere hangi görevlerin verilebileceğini, bu kişilerin sorumluluk ve yetkilerini,

c-) Uygulanacak yöntemleri ve işlemleri,

d-) Kalite planındaki değişiklik ve düzeltmelerin yapılmasında uygulanacak yöntemleri,

e-) Hedeflerine ne ölçüde varılmış olduğunun ölçütlerini,

f-) Tasarım ve geliştirme durumunda, uygun aşamalarda uygulanacak kontrol, muayene, sinama vb.,

g-) Diğer tamamlayıcı hususları.

Sağlayıcı, aşağıdaki noktalardan geçerli olanları, zamanında dikkate alacaktır.

a-) Bir ürün, proje veya sözleşme için kalite planlarının hazırlanması,

b-) Gereken kalite düzeyini elde etmek için ihtiyaç duyulabilecek tüm kontrol, süreç, muayene aygıtları, özel takımlar, üretim olanakları ve becerilerin belirlenmesi ve sağlanması,

c-) Tasarım, üretim süreçleri, montaj, bakım, muayene ve sinama yöntemleriyle, bunlara ilişkin evrak arasında tutarlılığın sağlanması,

d-) Yeni ölçme yöntemleri geliştirilmesi dahil, kalite kontrolü, ölçme ve muayene yöntemlerinden gerekenlerin modernleştirilmesi,

e-) Eldeki yöntemlerin kısa düşeceği ölçme ve muayene gereklerinin, gereken yöntemlerin geliştirilmesine süre tanıyabilecek kadar önceden belirlenmesi,

f-) Kişisel değerlendirmelere açık olanlar dahil, her tür gerek ve özellik için, kabul standartlarına açıklık getirilmesi,

g-) Tutulması zorunlu kalite kayıtlarının belirlenmesi ve hazırlanması.

9001 için hazırlanmış olan bu değişiklik taslağı, tasarım sözcüğünün kaldırılmış olduğu "c" maddesi dışında, 9002 için de, tümüyle aynıdır.

Kalite planı Kalite El Kitabının bir bölümü değildir. Ancak, kuruluşun kalite güvencesi yolundaki çabalarının kanıtlanması açısından önemli bir belgedir. Bunun yanı sıra, kalite planı olmayan ürünler için hazırlanacak bir El Kitabının gerçekçi dayanağının olmayacağı da açıktır.

3.11. Kalite Sisteminin Değerlendirilmesi

Değerlendirme süreç bazında şu üç soruya cevap aranarak yapılmaktadır.

- 1- Tüm süreçler ve bunların yapısal öğeleri tanımlanmış ve uygulanan yöntemler ve yapılan işlemler, uygun biçimde, yazılı belgelere dönüştürülmüş müdür ?
- 2- Tüm süreçler ve bunların öğeleri, olmaları gereken noktalarda mıdır ? Yazılı belgelerdeki hususlar tümüyle yerine getirilmektedir mi ?
- 3- Süreçlerden beklenen sonuçlar elde edilmekte midir ?

Yönetimin Sorumluluğu :

Yönetimin belirlenmiş aralıklarla kalite sistemini gözden geçirmesi, ISO 9001, 9002 ve 9003'de kuvvetle vurgulanmış olan bir zorunluluktur. Yönetimin gözden geçirmesi bu standartlarla sınırlı kalmamalı, bunların dışındaki faktörleri de içermelidir. Üst yönetimin bu çabaları, sistemin etkinlik derecesi ve verimini artırmaya yönelik olmalıdır.

Kalite Sisteminin Denetlenmesi :

Denetleme üç kategoride olabilir.

- 1- Kendi kendini denetleme (1. şahıs eliyle denetleme)
- 2- Alıcıların denetlenmesi (2. şahıslar eliyle denetleme)
- 3- Bağımsız organların denetlenmesi (3. şahıslar eliyle denetleme)

1. Şahıs eliyle denetleme : Sonuçları açısından içe dönüktür. Sonuçlara göre gereken düzeltme ve düzenlemeleri yapmak durumundadırlar. İç denetleme, idari veya işletme servislerindeki, uygun kademedeki elemanlar eliyle yapılabilir. Bu kişilerin denetledikleri süreçle ilgileri olmamalıdır.

Bir firmanın kendi kendisini denetlemesinden amaç, iç kalite güvencesidir. Böylece yönetim, uyguladığı kalite sisteminin rekabet koşullarını ne ölçüde yerine getirebildiğini ve bunun maliyetini, görmüş olmaktadır.

2. Şahıslar eliyle denetleme : Güçlü bir firmanın yan sanayini denetlemesi veya alıcının, kendi güvencesi açısından, sözleşmeye bu tür bir hüküm koyması nedeniyledir. Alıcı kendisi açısından risk gördüğü zaman sağlayıcıdan (Tedarikçiden), eldeki sistemde değişiklikler yapmasını, veya bazı sistem öğelerini, işlevleri veya süreçleri sisteme dahil etmesini isteyebilir.

3. Şahıslar eliyle denetleme : Firmanın yetkili organlara başvurarak, her alıcıya sunabileceği bir belge almak isteği ile yapılır. Bu tür bir belgeleme, 2. şahısların denetleme yapmak hakkından vazgeçmesi anlamına gelmez. Bu tür bir belgeleme bir grup alıcı için kafi bulunmayabilir.

2. ve 3. şahıslar eliyle yapılacak denetlemelerde, taraflar hangi standardın temel alınacağını da anlaşırlar. Arzulanan kalitenin sağlanabileceğine güven duyulması esastır.

3.12. Kalite El Kitabı

Kalite El Kitabı, kaliteyi geliştirme çabalarının en önemli belgesidir. ISO 9004 standardında belirtilen Kalite El Kitabının amacı şöyle özetlenmektedir. [13]

- Kalite sistemini yeterince tanıtabilmeli,
- Söz konusu sistemin yerleşmesi ve sürdürülmesi konusunda, sürekli başvuru kaynağı olmalıdır.

Kalite El Kitabı bir firmanın :

- a-) Kalite geliştirmeye yönelik politikası olduğunun,
- b-) Bu politikanın uygulanmasında planlı ve kararlı hareket ettiğinin,
- c-) Kalite politikasının hedeflerini yerine getirecek biçimde örgütlendiğinin,
- d-) Kalite sistemini kurmuş olduğunun,
- e-) Sistemin işlerlik derecesi ve veriminin sürekli denetlendiğinin
- f-) Sistemi sürekli daha iyiye götürmek çabaları olduğunun belgesel ispatıdır.

Kalite El Kitabı bir firmanın özgün eseri olmalıdır. Dolayısıyla her kuruluşun Kalite El Kitabının kapsamı, biçimi ve hacmi :

- Kuruluşun büyüklüğüne,
 - Çalışma alanlarının nitelik ve özelliklerine,
 - Amaçlanan sonuçlara
- bağlıdır.

Bir firmanın El Kitabı ya firmayı olduğu gibi göstermeli, ya da firma El Kitabında gözüktüğü gibi olmalıdır. Kalite El Kitabında yazılanların hayata geçirilmemiş olması, haklı olarak, alıcıyı ön yargılı olmaya itecek ve güven duygusunu yok edecektir.

BÖLÜM 4. KALİTE GÜVENCE SİSTEMİ KAPSAMINDA KULLANILAN KALİTE TEKNİKLERİ

Tablo 4.1. ' de genel olarak kalite güvence sistemi içerisinde kullanılan kalite tekniklerinin karakteristiği, hedefi, aşaması ve kullanım derecesi verilmiştir.

4.1. İstatistik Proses Kontrol (İ.P.K) (SPC)

İstatistik yöntemler hatayı tespitten çok, hatayı önlemeye yarayacak kalite emniyetini artırıcı rol oynarlar. İstatistik datalarla oluşturulan diyagramlar makina, cihaz ve prosesin kapasite ve sınırlandığı durumların tesbitini kolaylaştırır. Herhangi bir pro-ses, kontrol altında olduğunda, güvenilirliğinde çok yüksek olacağı, hatasız ürün elde edi-leceği ve dolayısı ile kalite emniyetinin sağlanmış olacağı açıktır. İstatistik karakterine göre, son kontroluda gerekse kılabilmektedir. Bir çok işletmede istatistik kontroller so-nucu elde edilen eğrilerin gidiş şekline bir çok hatanın önlenmesinde başarılı olun-duğu bir gerçektir.

Prosesi sürekli kontrol altında tutmak amacı ile İ.P.K. uygulanır. İ.P.K.'nın hangi türünün ve hangi spesifikasyonlara uygulanacağı üretim kararı alınmadan önce kalite planlama aşamasında belirlenir. Kalite muayene ve deney sistemi ile, parça bazında tanzim edilen İ.P.K. raporlarında yazılı olarak belirtilir.

En genel anlamda İ.P.K. yöntemleri şunlardır:

a-) Ishikawa diyagramları

- b-) Pareto analizi
- c-) Makina yetenek analizi
- d-) Proses yetenek analizi
- e-) Veri toplama
- f-) Histogram ve dağılım.
- g-) Kontrol diyagramları

İ.P.K. sonuçlarının değerlendirilmesi üç aşamada yapılır.

- 1-) İ.P.K. mühendisi tarafından kontrol kartları değerlendirilir ve düzeltici tedbirler grafik üzerine kaydedilir.
- 2-) Kalite kontrol departmanı tarafından haftalık olarak değerlendirilen bu kartlardan el-de edilen sapmalar, tesbit edilerek düzeltme faaliyetlerinin yürütülmesi amacı ile gün-dem maddesi olarak haftalık kalite kontrol toplantılarına getirilir.
- 3-) Periyodik kalite kontrol toplantılarında kalite iyileştirme çalışması yapılması, öngörülen konular aylık kalite geliştirme toplantılarına getirilir ve düzeltme faaliyetleri ile sorumluları belirlenir.

Tablo 4.1. Kalite Teknikleri

KALİTE TEKNİĞİ		TEKNİĞİN KARAKTERİSTİĞİ	HEDEF	AŞAMA	KALİTEYE ETKİSİ	KULLANIM
QFD KALİTE FONKSİYONLARININ GELİŞTİRİLMESİ		Ürün ve proses niteliklerine tüketici taleplerinin adapte edilmesi	Tüketicinin gereksinimine uygun ürünler	Ürün fikrinden proses aşamasına kadar	*****	Orta ↓ Yüksek
FTA HATA AĞACI ANALİZİ		Hata nedenlerinin sistematik araştırılması	İşletmede olası arızaların önceden ortadan kaldırılması	Tasarım aşamasından seri üretime kadar	***	Orta
FMEA OLASI HATA TÜRÜ ETKİSİ ANALİZİ		Disiplinlerarası diyalog ve sistematik yaklaşımla hataların tanımlanması	Olası hataların azaltılması	Tasarımdan üretime kadar	****	Orta
DoE DENEYLERİN TASARIMI		İstatistik deney planlaması için uygulamalı yöntem	Deney uygulamalarının azaltılması, sağlamlığın artırılması	Ürün geliştirme ve üretim	**	Orta
POKA-YOKE		Üretimde olası hata kaynaklarının azaltılması	Hata davranışlarının tanımlanması ve önlenmesi	Üretim ve montaj	**	Az ↓ Orta
SPC İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL		Kalite yeteneği olan üretimin yolunda tutulmasına yönelik proses gözetimi	Pahalı olan iyi kötü ayrımının azaltılması, prosesin iyileştirilmesi	Üretim Kalite planlama	** ***	Yüksek ↓ Orta
P R O S E S A N A L İ Z İ	Sebeup-Sonuç Diyagramları	Kaliteli üretim için kaliteye etki eden sistematik proses parametrelerinin ortaya konmasına olanak sağlayacak yöntem	Kaliteye etki eden proses parametrelerinin saptanması ve istatistiki olarak gözetilme olanaklarının araştırılması	Proses tasarımıdan kalite planlamaya kadar	****	Orta ↓ Yüksek
	Pareto Analizi Hata toplama	Üretim sürecinde oluşan hataların ve önem derecelerinin saptanmasına yönelik sistematik araştırmalar	Hataların ortadan kaldırılmasına yönelik çalışmalarda öncelik sırasının saptanması	Üretim sürecinde, tüketim ve servis aşamalarında	****	Yüksek
	Makina Yetenek Analizi	Üretimde kullanılan makina ve donanımların öngörülen kalite gereksinimlerini sağlamaya yönelik kısa süreli uygulamalar	Üretim makina ve donanımlarının kalite üretebilme ve kabuledilebilirlik kararına temel oluşturulması	Üretim prosesi ve kalite planlama sürecinde	****	Yüksek
	Proses Yetenek Analizi	İmalat sürecine etki eden parametrelerin öngörülen üretimi öngörülen kalite gereksinimleri çerçevesinde gerçekleştirilebilmesine olanak vermesi açısından değerlendirilmesi	Üretim faaliyetlerinin yerine getirilmesine yönelik olarak proses parametrelerinin muayenesi, sistematik proses arızalarının eliminasyonu, muayene ve hata maliyetlerinin azaltılması, üretim sürelerinin kısaltılması, prosesin hakim olmak	Üretim prosesi, tasarım ve üretim sürecinde	****	Orta

4.1.1. Veri Toplama

Bir sürecin gözlemlenmesi ve süreci etkileyen çeşitli parametrelerin ölçülmesi ile elde edilen bilgilere veri denir. İstatiksel olarak verileri değişken veriler ve niteliksel veriler olarak ikiye ayırmak mümkündür. Değişken veriler bir ölçek üzerinde ölçülebilmek özelliğini taşırlar. (Sertlik, boyut, sıcaklık gibi). Belirli bir özelliğin gözle muayenesi sonucu algılanabilen ve ölçülemeyen veriler ise niteliksel verilerdir. (Distorsiyon, renk, hata yeri gibi). İ.P.K. çalışmalarında kullanılan tüm teknikler için veri toplama bir başlangıç aşaması olup yapılan tüm çalışmaları ve alınan tüm kararları direk olarak etkilemesi açısından çok önemlidir. Bu nedenle çok dikkatli çalışılması gereken bu adım-da konu, amaç ve örnekleme metodu çok iyi seçilmeli, ölçüm hassasiyeti kontrol edil-meli, verilerin tarihi ve kaynağı, ölçümü yapan, ölçme aletleri kaydedilmeli ve son aşamada aşağıda belirtilen formların tipinde veriler muhafaza edilmelidir.

Kontrol listeleri: Yapılması gereken işlerin ve gereken tüm verilerin toplandığı bir listedir.

Kontrol tabloları :Verilerin toplanma aşamasında kaydedildiği basit ve pratik bir formdur.

Çizimler : Parça resmi üzerinde hatanın bulunduğu yeri ve türünü gösteren çizimlerdir.

4.1.2. Ishikawa Diyagramları (Sebe-Sonuç Diyagramları)

Bir problemi çözmek için kullanılan basit araçlardır. Bu diyagramlar, süreç değişkenlerinin birikmiş kaynaklarını analiz etmek için değişik süreç elemanlarının (iş gücü, malzeme, makina vb.) grafiksel açıklamalarından meydana gelmişlerdir. Bunlar “Etki-neden diyagramları” olarakta adlandırılır. Balığın kafası sorunu (etkiyi), kalın kıl-çık birikmiş nedenlerin ana kategorilerini ve küçük kılçıklar ise küçük kategorileri temsil ederler.

Bu diyagram bir problem oluşmasına yol açan faktörlerin ilişkilerini etki-neden açısından açıkça ortaya koyan bir araçtır. Bir balık kılçığı biçiminde oluşturulduğundan kılçık diyagramıda denilen bu teknik, problem kaynaklarının ilişki ve ağırlıklarını gös-termesinin yanısıra, işletmede haberleşmenin de gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Diyagram oluşturulurken;

1- Probleme yol açan sebepler pareto diyagramındaki ağırlığa, yönetim ve kalite çevrimleri düşüncelerine uygun tarzda belirlenir.

2- Kılçık biçiminde çizilen şekil üzerinde problem ve kaynaklar önem derecesine göre sıralanır. Bu yapılırken ana çizginin önüne problem, yan çizgilere de bu probleme yol açan ana sebepler yazılır. Ana sebepleri doğuran yan sebepler de yana çizgiler üzerinde belirtilir.

Böylece bir etkiye yol açan çeşitli nedenler mantıksal bir düzenleme içerisinde gözler önüne serilir.

Kısaca verimliliği ve kaliteyi arttırmak, maliyetleri azaltmak görüşüyle bir prob-lem ele alındığında çözüm olabilecek tekliflerin bir arada verildiği ve düzeltme yollarını belli bir sıraya sokmada kullanılan bir tekniktir.

Hatalara neden olarak 4 temel sebep gösterilebilir.

1- İnsan gücünden kaynaklanan nedenler:

- Gerçekleşmesi mümkün olmayan dizayn oluşturmak veya toleranslar vermek.
- Planlamada yeterli araç gereç temini konusunu ihmal etmek.
- Satın almada kötü firma seçmek, şartnameleri eksik hazırlamak.
- İmalat ve muayene işlemlerine ait standart zamanları gereğinden küçük saptamak.
- Yeterli tecrübe ve yeteneğe sahip olmayan operatör ve muayenecilere iş vermek.

2- Malzemedan kaynaklanan nedenler :

- Kullanılma yerine gelinceye kadar herhangi bir muayeneden geçmeyen malzemeler.
- Red edilmesi gereken, fakat çeşitli nedenlerle bilerek veya bilmeyerek kabul edilen malzemeler.

3- Ölçme yöntemlerinden kaynaklanan nedenler:

- Saptanan ölçü toleranslarına göre yeterli duyarlılıkta olmayan ölçü aletleri kullanılması.
- Zamansız ve yersiz uygulanan muayene işlemleri.
- İstenilen spesifikasyonun durumunu belirleyecek karakteristikler yerine başkalarının ölçülmesi.
- Dizayn aşamasında gereğinden sıkı saptanan toleranslar.
- “İmalatın toleransları gereğinden sıkı saptanmıştır” düşüncesi ile gereken öne-min verilmemesi.
- Eski ve aşınmış takım, aparat ve gereç kullanmak.

4- Yönetimden kaynaklanan nedenler:

- Sadece üretilen parça sayısına göre ücret ödenmesi.
- İmalat ustabaşılarının başarı değerlendirilmesinde üretim miktarının yanısıra uygunluk kalitesinin gözönüne alınmaması.
- Üretim kalitesinin ölçülebilir büyüklükler yerine yuvarlak sözlerle tanımlanması.
- Kalite kontrol muayene elemanlarının sadece kusurlu parçaların bulunmasına önem vermeleri, hata kaynakları üzerinde durmamaları.
- Kalite kontrol ve imalat arasında sadece kontrol eden ve kontrol edilen ilişkisinin bulunması.
- Bilgi yetersizliği (işletmede, proje üzerinde çalışan elemanların bilgi düzeylerinin araştırılması, hata takibine ışık tutar)
- İşbirliği ve haberleşmenin yetersizliği.

4.1.3. Pareto Analizi

Pareto diyagramları hataların, istenmeyen oluşumların vb. hususların sınıflanması ve büyükten küçüğe sıralanması esasına göre oluşturulan diyagramlardır. Diyagrama esas olan dataların miktar, parasal karşılık vb. değerlerini kümülatif olarak gösteren grafik mukayese amacıyla da yararlı olabilmektedir. Çok sayıda hata veya problem arasında genellikle yalnız bir kaç tanesi büyük önem taşır ve bunların çözümlenmesi perfeksiyonu sağlamada önemli rol oynar. Pareto diyagramları gerek hataların nedenini bulmada gerekse rapor hazırlamada yüksek anlam aktarıcı ve anlaşılabilirlik özellikle-rinden dolayı çok yararlıdır.

Pareto diyagramında problemlere neden olan faktörler, probleme olan katkı-rının büyüklüklerine göre sıralanırlar. Pareto analizi 4 değişik tipte düzenlenebilir.

- 1- Maliyet bileşenleri sınıfına göre
- 2- Departmanlara göre
- 3- Ürünlere göre
- 4- Diğer gruplamalara göre.

Maliyetlerin sebeplerinin pareto diyagramında yer almasıyla sorumlulukların birçok sebepten ancak bir kaçına ait olduğu görülür. Bu birkaç sebep düzeltilmesi gereken problem kaynaklarıdır. Kusurlu maliyetlerin en önemli nedenleri büyükten küçüğe doğru ortadan kaldırıldıkça maliyetlerde aynı sırayla azalacaktır. Buna paralel olarak değerlendirme maliyetleride azalacaktır. (Çalışanların ürettikleri hatalı ürünlerde pareto analiziyle tespit edilebilir).

4.1.4. Proses Kontrol Diyagramları

Bir üretim prosesinde sıklıkla rastlanan dağılım normal (Gaussian) dağılım olup makina ve prosesin performansı ve de özellikleri hakkında tahmin yapılabilmesini sağlamak açısından önem taşır. Grafikselsel olarak simetrik, çan şeklinde bir eğridir. Eğer normal dağılım gösteren bir sınıfın ortalama ve standart sapma değerleri biliniyorsa bu sınıfın herhangi iki limit arasında nasıl yayıldığı görülebilirken bu

limitlere kontrol limitleri adı verilir. Dağılımda görülen simetri bozuklukları ve limitlerin dışına çıkma halleri değerlendirilerek prosesin nasıl daha iyi hale getirilebileceği hakkında yorumlara gidilebilir. Ortalama ve standart sapma hesaplamalarında kullanılan formüller $X_1, X_2, \dots$ numunelerin ölçülen değerleri ve numune sayısı olmak kaydıyla aşağıdaki gibidir.

$$\text{Ortalama} : \bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\text{Standart sapma} : s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

4.1.4.1. *Değişken Veriler İçin Kontrol Diyagramları*

Kontrol diyagramları bir proseste ortaya çıkan değişiklikleri izlemek amacıyla ölçülebilen verilerden yararlanarak çizilen diyagramlar olup, amacı sadece hataları orta-ya çıkarmak değil, hataların önlenmesine yönelik etkin tedbirler alınmasını sağlamaktır.

X-R Diyagramları

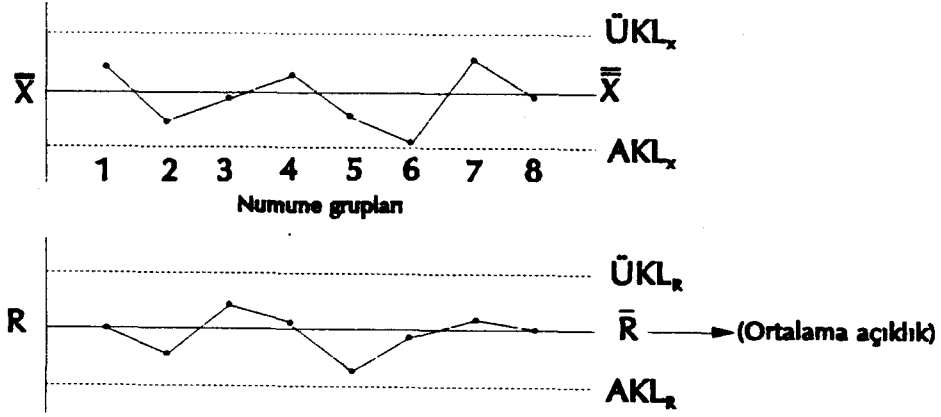
Ortalama $\bar{X}$ ile dağılım aralığı R 'nin dikey eksenlerde yer aldığı ve yatay eksenlerde ise belirli aralıklarla alınan numune gruplarının ardarda yazıldığı iki diyagramdan oluşur. R , numune grubunda ölçülen değerlerden en büyük ve en küçüğü arasındaki farktır. ($R = X_{\max} - X_{\min}$). Ardarda yazılan tüm numune gruplarının ortalamalarının aritmetik ortalamasının hesaplanmasıyla orta çizgi $\bar{X}$, orta çizgiye standart sapmanın üç katının eklenmesi ve çıkarılması ile üst ve alt kontrol limitleri bulunur.

$$\bar{U}KL_{\bar{X}} \text{ ve } \bar{A}KL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} \pm 3s$$

$$\bar{U}KL_R \text{ ve } \bar{A}KL_R = \bar{R} \pm 3s_R$$

Ortalama ($\bar{X}$) diyagramında, hata çıkması genelde malzeme veya insanla ilgilidir. Aynı zamanda malzemede değişimler, tezgah ayarlarının değiştirilmesi veya ölçme metodlarının değiştirilmeside ($\bar{X}$) diyagramında hata gösterebilir. [3]

Farklar diyagramında (R), hata çıkması genelde tezgahla ilgilidir. Tezgahın bakıma ihtiyacı olması, malzemenin homojen olmayışı, ölçme aletinden gelen hatalar R diyagramında hata gözükmesine neden olabilir. [3]



şekil 4.1. X-R diyagramı.

X-S Diyagramları :

Bu tip diyagramlar X-R diyagramlarına benzer olarak çizilirler fakat R değerleri yerine standart sapma (s) değerleri hesaplanarak grafiğe yerleştirilir. Genel eğilim X-R diyagramlarının kullanılması yönündedir ancak sınıf hacminin büyüdüğü durumlarda standart sapma değerleri proses özelliklerini daha sağlıklı biçimde ortaya koyabilmektedir.

Hem X-R hem de X-S diyagramlarından söz edilirken unutulmamalıdır ki daha önceden alınmış verilere göre ya da standartların verilmesi durumunda mevcut katsayılar kullanılarak $\bar{ÜKL}$ ve $\bar{AKL}$ hesaplanabilir ancak $\bar{X} \pm 3s$ formülüyle bulunan kontrol limitleri arasında % 0,27'lik bir risk oranı kalır ki bu oran oldukça cazip ve sağlıklı bir güven aralığını temsil etmektedir.

4.1.4.2. Niteliksel Değişkenler İçin Kontrol Diyagramları

Nitel kontrol diyagramları bir prosesin yada operasyonun zamana bağlı olarak randımanı hakkında bilgi verirler ve kullanılan değişkenler, iyi/kötü, hatalı/hatasız, uygun/uygun değil, kabul edilebilir/kabul edilemez şeklinde ölçüme dayanmayan değişkenlerdir.

P-Diyagramları

Bu tip diyagramlar bir yığındaki hatalı ürünlerin oranını veren, kontrol limitlerinin binominal dağılım temeline göre ayarlandığı, yığın hacminin sabit olmadığı durumlarda kullanılabilen diyagramlardır. P hatalı oranı, np yığındaki hatalı sayısı ve n muayene edilen parça sayısı olarak alınırsa bu tip diyagramların oluşturulmasında aşağıdaki formüller kullanılır.

$$\bar{p} = \frac{np_1 + np_2 + \dots + np_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

$$\text{ÜKL}_p \text{ ve } \text{AKL}_p = \bar{p} \pm 3 \frac{\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}}{\sqrt{\bar{n}}} \quad \bar{n} = \text{ortalama numune sayısı}$$

np-Diyagramları:

Bu tip diyagramlar P diyagramları ile benzerdirler. Farklı olarak uygun olmayan ürünlerin sayısı yine P diyagramları ile aynı değişkenleri kullanarak gösterirler. Yığın hacminin sabit olduğu durumlarda kullanılırlar.

$$n\bar{p} = \frac{np_1 + np_2 + \dots + np_k}{k} = \frac{\sum np}{k}$$

$$\text{ÜKL}_{np} \text{ ve } \text{AKL}_{np} = n\bar{p} \pm 3 \sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} \quad n = \text{alt grup numune sayısı}$$

c-Diyagramları:

Belli bir hatalı oranının kabul edilebileceği durumlarda birim başına düşen hatalı sayısı gösteren diyagramlardır. P ve np diyagramlarına benzer şekilde oluşturulurlar. Eğer c hatalı sayısı ise;

$$\bar{c} = \frac{c_1 + c_2 + \dots + c_k}{k} = \frac{\sum c}{k}$$

$$\text{ÜKL}_c \text{ ve } \text{AKL}_c = \bar{c} \pm 3\sqrt{\bar{c}}$$

u-Diyagramları:

C diyagramları ile benzer diyagramlar olup aynı dataları kullanmakla birlikte süreklilik gösteren ölçüm skalası ve ürün bazında hatalı sayısı verileri ile oluşturulması açısından farklılıklar gösterir. Alt grup hacminin ise sabit olması gerekmez. Eğer $u(u=c/n)$ alt grup başına düşen hatalı sayısı ise;

$$\bar{u} = \frac{c_1 + c_2 + \dots + c_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k} = \frac{\sum c}{\sum n}$$

$$\text{ÜKL}_u \text{ ve } \text{AKL}_u = \bar{u} \pm 3 \frac{\sqrt{\bar{u}}}{\sqrt{\bar{n}}}$$

4.1.4.3. Proses ve Makina Yetenek Analizi

İstatiksel olarak kontrol edilen bir makina veya prosesin belirlenen bir periyod için performansının spesifik limitlerle karşılaştırılmasıdır. Spesifik limitler müşteri tarafından belirtilen toleranslar ile oluşturulur. Proses veya makina yetenek indeksleri, diğer teknikleri uygulamak için alınan veriler kullanılarak hesaplanır. Hesaplanan indekslerden Cp ve Cm kısa vadeli, Cpk ve Cmk uzun vadeli.

Proses yetenek indeksi :

Proses yetenek indeksi Cp prosesin standart sapmasını alt (ASL) ve üst (ÜSL) spesifik limitlerin farklılığı ile ilgili olarak belirtir.

$$C_p = \frac{\text{ÜSL} - \text{ASL}}{6s}$$

Cpk ise prosesin ortalamasını üst ve alt spesifik limitlerle ilgili olarak belirtilir.

$$C_{pk} = \text{minimum} \frac{\text{ÜSL} - \bar{X}}{3s}; \frac{\bar{X} - \text{ASL}}{3s}$$

X : numunelerin aritmetik ortalamalarının ortalaması.

s : Standart sapma

δ üretilen bir parçanın tümünden alınan verilerin standart sapmasıdır. Bütün parçalar test edilmediğinden δ bilinmez ancak aşağıdaki formülle yaklaşık olarak hesaplanabilir. Bu formülde s numune sınıflarının standart sapmalarının ortalaması, C_4 ise numune sayısına bağlı olarak bulunan sabittir. (Ör.: n=3 ise $C_4=0,886$, n=5 ise $C_4=0,940$)

$$\sigma = \frac{\bar{s}}{C_4}$$

Proses yeterlilik indekslerinde Cp ve Cpk'nın minimum değerleri 1 olmalıdır.

Makina Yetenek Analizi:

Makina yeterlilik indeksi için C_m ve C_{mk} 'da proses yeterlilik indeksinde olduğu gibi aşağıdaki formüllerden hesaplanır. Burada görülen s tahmin edilen yeteniktir. ($s=\pm 4s/8$)

$$C_m = \frac{\bar{U}SL - ASI}{6s}$$

$$C_{mk} = \text{minimum} \quad \frac{\bar{U}SL - \bar{X}}{3s}; \frac{\bar{X} - ASI}{3s}$$

4.2. Kalite Fonksiyonlarını Geliştirme Tekniği

Günümüz koşullarında üretimplanlama ve tasarım aşamasında “Kalite Fonksiyonlarını Geliştirme” adıyla bilinen bu yeni teknik müşterinin istek ve beklentilerini ürün kalitesine yansıtmayı amaçlamaktadır. “Kalite Fonksiyonlarını Geliştirme” tekniğinin temel amacı müşteri istek ve beklentilerini karşılarken elde edilen bilgilerle ürün tasarımına yardımcı olmanın yanında Toplam Kalite Kontrol kapsamında daha sonra gerçekleştirilecek olan Deneylerin Tasarımı (DoE) ve İstatiksel Proses Kontrol (SPC) çalışmalarında temel hazırlamaktadır.

QFD tekniği ürün tasarımına veya varolan ürünün fonksiyonlarının geliştirilmesine yönelik bir teknik olup dört aşamada incelenebilir.

I. Aşama : Gruplar halinde müşteri ile eğer mümkünse anket çalışmaları şeklinde yapılan yüzyüze görüşmeler neticesinde isteklerinin, beklentilerinin ve ihtiyaçlarının belirlendiği safhadır.

II. Aşama : Müşterinin beklenti ve istekleri neticesinde alınan ürün ölçülerinin günümüz teknoekonomik koşullarında yapılabilirliği tartışılarak bu ürün ölçülerinin ürün karakteristiklerine dönüştürülmesi gerçekleştirilir.

III. Aşama : Belirlenen ürün karakteristiklerinin imal edilebilirliği tartışılarak bu karakteristikler imalat karakteristiklerine çevrilir. Böylece müşterinin sesi anlaşılır ve yorumlanabilir hale getirilmiş olur. Bu tekniğin yorumlanabilmesi açısından ürün karakteristikleri ve imalat karakteristiklerinin derecelendirildiği “kalite evi” sekiz önemli bölümden oluşur.

- Müşteri isteklerini içeren müşterinin sesi bölümü
- Ürün gereksinimleri bölümü
- Müşteri istekleri ile ürün gereksinimleri arasındaki ilişkiyi gösteren bölüm
- Performansın rekabet ortamında değerlendirildiği bölüm
- Teknik olanakların gözden geçirildiği bölüm
- Tekniklerin rekabet ortamında değerlendirildiği bölüm
- Müşterinin ürüne ait talepleri ile teknolojik olanakların karşılaştırıldığı bölüm
- Önemli kontrollerin yapıldığı bölüm.

IV. Aşama : Teknik güçlükler derecelendirilerek imalat karakteristikleri, imalat kontrol karakteristiklerine çevrilir ve bütün aşamalardan elde edilen bilgiler ışığında oluşturulan kalite evi kapsamında ürün tasarımı ve ürün geliştirme faaliyetleri yürütülür.

4.3. Deneylerin Tasarımı (DoE)

Bu teknik Dr. Genichi Taguchi tarafından geliştirilmiştir. Temelde müşteri istekleri doğrultusunda değişkenlerin azaltılarak maliyetin düşürülmesi hedef alınmış ve bu tekniğin uygulanmasıyla geleneksel kalite anlayışında yer alan spesifikasyonlara uygunluk fikri yerini, hedef değere ulaşma çabasına bırakmıştır.

Her zaman için müşteri istek ve ihtiyaçlarının ilk sırayı aldığı Taguchi anlayışında kalitenin yüksekliği üretilen ürünün fonksiyonlarını istenen şekilde yerine getirilmesi ile orantılıdır, aksi takdirde kalite bir kayıptır. Bu kayıp ancak proses ve ürün değişkenlerini azaltıp, ürün karakteristiklerinin, performans karakteristiklerinin ideal değeri olan hedef değere yaklaştırılmasıyla azaltılabilir.

Genichi Taguchi'nin ortaya çıkardığı bu felsefe yedi temelde basitçe anlatılabilir.

1- İmal edilmiş ürünün kalitesi topluma verdiği kayıpla ölçülür. Üretilmiş ürün servis ömrü esnasında kendisinden beklenen fonksiyonlardaki herhangi bir değişiklikten dolayı kullanıcıya zarar veriyorsa bu zarar kayıptır ve doğrudan kaliteye yansıtılmalıdır.

2- Rekabetçi ekonomi ortamında iş hayatında ayakta kalabilmek için devamlı kalite gelişimi ve düşük maliyet gereklidir.

3- Devamlı ürün geliştirme programı ürün performans karakteristiklerinin hedef değerler etrafında azaltılmasını içermektedir. (Öncelikli kalite karakteristikleri olan performans karakteristikleri birinci derecede değerler olarak ele alınmalı ve performans karakteristiklerinin ideal değeri olan hedef değere yakın performans göstermesi sağlanmalıdır.)

4. Ürün performans değişiminin sebep olduğu kayıplar performans karakteristiklerinin hedef değerlerden sapmasının karesi ile orantılıdır.

Taguchi bu kaybı Gauss'un 1809'da geliştirdiği en küçük kareler yöntemini temel alan quadratik fonksiyon ile tanımlamıştır. Taguchi'nin kayıp fonksiyonu ile geleneksel yaklaşım arasındaki farkı (Şekil 4-3)'de görebiliriz. Geleneksel yaklaşımda belli bir spesifikasyon aralığı tanımlanırken, Taguchi yaklaşımında buna ek olarak bir de hedef değer tanımlanmıştır. (Bu kayıp fonksiyonuna göre);

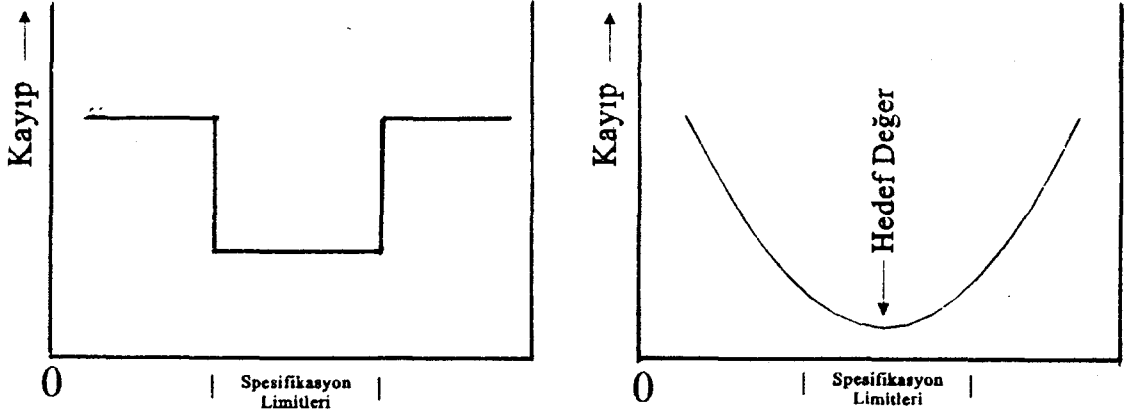
$$L=k.(Y-m)^2$$

L : Kayıp (TL

k : Sabit

Y : Sonuç değeri

m : Hedef değer ortalaması.



Şekil 4.2. Kayıp fonksiyonu açısından geleneksel yaklaşımla Taguchi yaklaşımı arasındaki fark.

5. İmal edilmiş ürün kalitesi ve maliyeti, ürünün tasarımına ve imalat prosesine bağlıdır.

Ürün tasarımı yapılmadan önce üründen beklenen performans karakteristikleri belirlenmeli ve bu amaçla malzeme seçimi iyi yapılmalıdır. İmalat tasarımı aşamasından önceki proses tasarımı aşamasında imalat hatalarının en aza indirilmesi ve dolayısıyla maliyetin düşürülmesi amaç edinilmektedir.

6. Performans karakteristikleri üzerinde ürün parametrelerinin lineer olmayan etkisi ortadan kaldırılarak ürün performans değişikliklerinin azaltılması gereklidir.

Taguchi sisteminin kalite sistemi Off Line (Çevrim Dışı) kalite kontrol ve Online (Çevrim içi) kalite kontrol olarak ele alınmıştır. Off line kalite kontrol müşteri istek ve ihtiyaçlarının doğru olarak tanımlanmasından bu ihtiyaç ve isteklere göre ürün tasarımının yapılması, bu tasarımın ekonomik olarak üretimi ve bu üretime uygun açık yazılmış spesifikasyon, standart ve prosedürün hazırlanmasına kadar uzanan geniş çalışma alanını kapsar. Off line kalite kontrol ürün ve proses tasarımından oluşan iki aşamada müşteri istek ve beklentilerini karşılayan, imal edilebilir yeni ürün geliştirerek veya varolan ürünü modifiye ederek ürün tasarımı safhasını gerçekleştirirken proses

tasarımı aşamasında, ürün tasarımı aşamasında gerçekleştirilen spesifikasyonlarda imalat prosesini geliştirmek amaç edinmiştir. Taguchi Off line kalite kontrolün her iki aşamasında da kaliteyi güvence altına alabilmek için, içinde sistem tasarımı, parametre tasarımı ve tolerans tasarımı içine alan üç adım geliştirilmiştir.

On line kalite kontrol proses tasarımı sırasında geliştirilmiş prosedürler kullanılarak ve tasarımı esnasında oluşturulmuş spesifikasyonlar dahilinde ürünlerin imal edilmesiyle meşgul olur. On line kalite kontrolde Taguchi tarafından üretim kalite kontrol metodları müşteri ilişkileri olarak üç aşamada tanımlanır.

Üretimde kalite kontrol;

- * Proses Teşhisi ve Ayarlaması
- * Tahmin etme ve Doğrultma
- * İncelemeler ve Değerlendirmeler.

İncelemeler ve değerlendirmeler safhasında zararlı birimler ve hurdaya alınacaklar belirlenir. On line ve Off line kalite kontrolün safhalarını içine alan bir tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.2. Çevrim dışı ve çevrim içi Kalite Kontrol Aşamaları

Çevrim Dışı Kalite Kontrol	Ürün Tasarımı	1) Sistem Tasarımı 2) Parametre Tasarımı 3) Tolerans Tasarımı
	Proses Tasarımı	1) Sistem Tasarımı 2) Parametre Tasarımı 3) Tolerans Tasarımı
Çevrim İçi Kalite Kontrol	Üretim	1) Proses Teşhisi ve Ayarlaması 2) Tahmin Etme ve Düzeltme 3) İnceleme ve Değerlendirmeler
	Müşteri İlişkileri	Satış sonrası servis ilişkileri

7. Performans değişimini azaltan ürün veya proses parametrelerinin gruplarını tanımlamak için istatistiksel olarak planlanmış deneyler kullanılır.

4.4. Hata Ağacı Analizi (F.T.A)

Hata ağacı analizi sistem güvenilirliğini ve emniyetini tanımlamak için kullanılan bir tekniktir. Analiz tasarımcının bazı çözümler ortaya koyması gerektiği hata türlerinin tanımlanması ile başlar ve hataya neden olan olası direk sebeplerin araştırılması ile devam eder. Ayrıca bize, hataların çıkarılması için adımlar dizisi boyunca yol gösterir. Bu metod, karmaşık ilişkiler sonucu oluşan bir olumsuz olayın (sistem hatası) oluşma olasılığını değerlendirmeyi amaçlar.

Hata ağacı analizinin temel adımları şunlardır;

1. Sistem tanımlanması
2. Hata ağacının oluşturulması
3. Hata ağacının kalitatif değerlendirilmesi
4. Hata ağacının kantitatif değerlendirilmesi
5. Düzeltici çalışmalar için öneriler.

Hata ağacında en önemli olayla, birincil olayların bağlantısını aşağıda tanımlanan hata ağacı sembollerle gösterilebilir. Buna paralel olarak bir blok diyagramı yardımıyla ayrı ayrı seri ve paralel alt sistem konfigürasyonları ile oluşturulur. Bu şekilde bir hata ağacı ağını geliştirmek daha kolay olmaktadır. Bu metod karmaşık ilişkiler sonucu oluşan bir olumsuz olayın oluşma olasılığını değerlendirmeye teşebbüs eder ve katkıda bulunan bütün faktörleri içermesi için gayret eder.

Hata ağacı gelişim sırasının adımları :

- a-) En önemli olayın seçilmesi : Tesbit edilmesi zorunlu olan olay ve bu olayı ilk önceliktir.
- b-) Ağacın oluşturulması : Bu olaya sebep olan yardımcı olaylar tespit edilmelidir.
- c-) Hataların, etkilerinin şartlarının tanımlanması : Her olası olay oluşabileceği ve oluşmasına sebep olan faktörler altındaki durumlar için çalışılır.
- d-) Ağacın kullanımı : Ağaç, düzeltici faaliyetin nerede kullanılması gerektiğini gösterir.

BÖLÜM 5. OLASI HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (OHTEA)

5.1. Giriş

Olası hata türü ve etkileri analizi öncelikle bir grup çalışmasıdır. Bir ürünün tasarım ve üretimiyle ilişkili olarak çıkabilecek hata türleri ve sebeplerinin tanınması ve değerlendirilmesi, çıkabilecek hatanın meydana gelme şansını azaltacak veya ortadan kaldıracak faaliyetlerin belirlenmesi ve de enson olarak bu işlemlerin yazılı hale getirilmesidir. [21]

OHTEA'nın en genel amacı ; ürünlerin kalite eksikliklerinin belirli aşamalarda önceden saptanıp önlenmesi prensibine dayanmaktadır. Kısaca OHTEA kusur tipleri ve bunların neden ve sonuçlarının analizidir. [22]

OHTEA'yı üç grup altında toplayabiliriz ; [22]

- a-) Tasarım-OHTEA çalışması
- b-) Ürün-OHTEA çalışması
- c-) Proses-OHTEA çalışması.

Tasarım ve Ürün OHTEA : Ürün tasarımı aşamasında ve ürünün tanımlanmasıyla ilgili tüm çalışmalar düzeyinde. Buradaki kusur terimi tasarım ya da müşterinin ihtiyacını değerlendirme hatalarından kaynaklanan ürün kusurlarıdır. Üründeki kusur kavramı ise ürün tanımına, malzeme seçimine, tabi tutulduğu işlemlere, boyutlarına, fizibilite sorunlarına bağlı ürün kusurlarıdır. [22]

Proses-OHTEA : Ürün imalatı aşamasında ve tüm imalat yöntemleriyle ilgilidir. Burada imalat prosesi hatalarından, müşteriye teslimat sırasında hammadde bozukluklarından kaynaklanan kusurlardır. [22]

Bugün artık dünyada, ana ürünü imal eden şirketler, yan sanayilerinden sağladıkları parçalar için Proses-OHTEA çalışması yapılmasını, yan sanayi tarafından tasarlanarak üretilen parçalar içinde hem Tasarım hem de Proses-OHTEA çalışmasının yapılması şartını koşmaktadırlar. Tam olarak uygulanıp sonuçlandırılmış bir OHTEA çalışması, pek çok çıkabilecek hata türlerinin önlenmesini sağlamaktadır.

Bir OHTEA programının başarılı olarak gerçekleştirilmesindeki en önemli faktörlerden birisi tam zamanında yapılmasıdır. Bunun anlamı, olayla karşılaşmadan önce yapılması, olumsuzluk gerçekleşikten sonra uygulanmamasıdır. İyi bir OHTEA çalışmasıyla, tasarım ve proses değişiklikleri çok kolaylıkla ve ucuz bir şekilde gerçekleştirileceğinden, imalattan sonra yaşanacak krizleri önleyecektir.

5.2. Olası Hata Türü ve Etkileri Analizinin (OHTEA) Temeli

OHTEA metodu problemlerden kaçınmada uygun bir metoddur. Kalitede artan isteklerin cevaplanabilmesi, hazırlık aşamasında hata denetimi ile mümkündür. Hatasız ürünler ve kontrollü prosesler kalite maliyetinin daha düşük olmasını ve kalite yükselmesiyle müşteri tatmininin anahtarıdır. Bu yaklaşıma da sadece problemi önleyici bir bilinçle ulaşılabilir. [23]

OHTEA çalışmasında kalite süreci içerisinde, ürünlerin tasarım proseslerinde ve üretiminde potansiyel hatalar tesbit edilir, bu hataların etkileri belirtilir ve bu kusurların sebepleri analiz edilir. Sayısal değerlendirme yardımı ile uygun tedbirler alınır. Gerçekleştirilen düzeltmeler belgelendirilir ve yeniden değerlendirilir. Bu teknik yardımı ile analiz edilen proses ve arkadan gelen proseslerde hata önleme çalışmalarını yapmaya imkan doğmaktadır. [23]

OHTEA çalışması işletmedeki kişilerin tecrübesine ve bilgisine dayanmaktadır. Bir ürünün üretimine başlamadan önce yapılan erken takım çalışması, ürünün üretimi esnasında her kademede daha iyi proses kontrolüne ve motivasyonlu çalışmaya anahtar konumundadır. Sadece uygun OHTEA stratejisi doğru zamanda, doğru insanların ve de doğru problemlerle çalışmasıyla mümkün olabilmekte ve doğru tedbirlerin önerildiği neticeler alınabilmektedir. [24]

Bir OHTEA çalışmacısının yapılmasına ihtiyaç duyulmasının nedenleri kısaca şöyledir ;

- Günümüzün müşteri ve pazarları, Tasarım ve Proses için OHTEA çalışmasının yapılmasını istemektedir.

- ISO 9004 gibi kalite standartları OHTEA'yı istemektedir. (OHTEA 1980'den bu yana DIN 25448'de standartlaştırılmış bir yöntemdir.

- Rizikosu bilinen üretim yöntemi ve tasarımları gerçekleştirilir.

- Çalışma araçlarındaki değişiklikler azaltılır.

- Konstrüksiyon değişiklikleri azaltılır.

- Ölçme ve deney araçları zamanında planlanır ve uygulanması sağlanır.

- Proses zamanı azaltılır.

- Kriz oturumları, OHTEA oturumlarıyla yer değiştirir.

- Disiplinsiz çalışmalar düzeltilir.

- Hata maliyeti ve hata sayısı azaltılır.

- Muayene maliyetinden tasarruf edilebilir.

- OHTEA çalışması dışardan kontrol edilmez, bilakis üretici ve planlayıcının kendi sorumluluğunda kalite teşvikiyle kontrol edilir.

- OHTEA bütün kalite problemlerinin özünü amaçlar, kalite hedeflerinin belirlenmesini ve ek olarak makina ve işletme kabiliyetlerini belirler.

- "Sıfır hataya" ulaşılmasını sağlar.

- OHTEA'nın başarısı hesaplanabilir ve sayısal olarak değerlendirilir.

OHTEA çalışması en genel anlamda, Tasarım-OHTEA, Proses-OHTEA ve Ürün-OHTEA'sını kapsamaktadır. Farklı OHTEA'ların amacı ürün oluşturma ve proses tanımlanmasındaki farklı durumların daha önceden tanınabilmesini mümkün kılma, hangi potansiyel hataların var olabileceği, hangi hata sebeplerinin ortaya çıkabileceği ve rizikonun hesaplanması ve de güvenli bir şekilde giderilmesini

sağlamak içindir. Bu sırada meydana getirilen OHTEA çalışmaları içerik olarak birbirine bağımlı ve birbiri arkasından oluşturulabilir. Tüm OHTEA'lar ortaklaşa “yaşayan dökümantasyon” olarak daima aktüel durumda tekrar rol oynamaktadır. [25]

Kontrol planında tasarım kontrolünün, seri üretim kontrolünün yanında ürünün hesapsal ve deneysel güvenilirlik neticeleri tüm katılan bilirkişilerin toplam neticelerine sunulur. OHTEA'lar analitik ve sistematik olarak bu esnada izole edilmeksizin gözlenmelidir. [25]

Faaliyet		
K	Üretilebilirlik etüdü	Müşteri sorunlarının tanımlanması ürün planı, gerçekleştirilebilirlik, maliyet vb.
O	Tasarım-OHTEA	ürünün geliştirilmesi ve yapımının tespiti.
N		OHTEA çalışma sahası (Tasarımda)
T	OHTEA-Ek	Örnekleme ve numune alma yapısı.
R	Proses-OHTEA	Seri üretim ve kalite planı, hızlı iletişim
O		OHTEA çalışma sahası (Proses)
O	OHTEA-Ek	Tüm araçların, işletmenin ve kontrol araçlarının saptanması (içte ve dışta)
L		
P	OHTEA-Ek	Gelişmelerin kontrolü, çalışmalardaki tecrübe
	OHTEA-Ek	Seri üretimde sıfır hata, ilk numune alımı, kabiliyet denenmesi.
L		
A	OHTEA-Ek	Seri üretimde istatistik proses kontrolü, seri üretime eşlik eden güvenilirlik testleri, alan izlenmesi, düzgün ürün ve proses iyileştirilmesi.
N	Ürün-OHTEA	
I		

Şekil 5.1. Kalite planlamasının OHTEA çalışması kapsamında tasarlanması. [2]

Sadece iyi tasarlanmış ve uygulanmış OHTEA'lar işletmeye ve müşteriye fayda sağlayacaktır. OHTEA bir işletme için hata önleyici bir yönetim aracıdır. Bilirkişi (animatör) kendisi ve çalışma arkadaşlarını OHTEA ile nasıl kullanmak istediğine kendisi karar verir. [23]

Bilgisayar programının kullanılmasıyla strateji ve OHTEA'nın etkisi güçlenmektedir. [23]

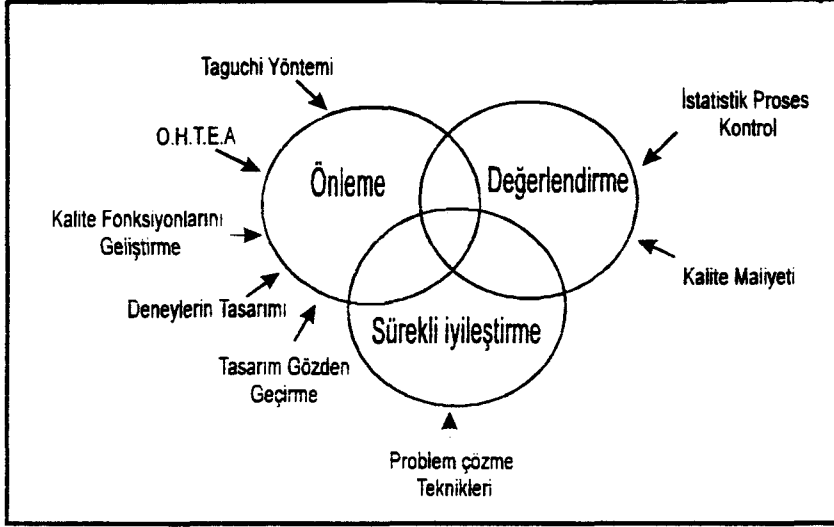
Stratejinin nitelendirilmesi ;

- Proses seçimi ve tanımlanması
- Disiplinli ve aynı seviyede takım oluşturulması
- Hata ağacı analizi veya pareto analizi gibi yardımcı araçlar kullanımı
- Dökümantasyonla takım çalışması
- Hesap yardımı
- Riziko tesbiti
- Tedbirlerin belirlenmesi ve uygulanması
- Proses takibi (% 20'den % 40'a kadar verimlilik artışı)

OHTEA çalışmasının temel ilkeleri aşağıda belirtilmiştir. [24]

- Ortaya çıkması mümkün olan hatalar sistematik olarak listesi yapılır.
- Ürünün bir sonraki adımda (proses aşamasında veya müşteride) etkisi araştırılır.
- İhtimali olan hata sebepleri tespit edilir.
- Proses spesifikasyonları değerlendirilerek hata önlenmeye çalışılır.
- Bir sonraki adımda ortaya çıkması muhtemel hataların etkisi hakkında hüküm verilir.
- Uygun konstrüksiyon, bitirme ve deney tekniği önlemleri belirlenir.
- Bunların yerine getirilmesinde sorumluluklar tespit edilir.
- Hataların tespit edilmesinde ve önlenmesinde saptanan tedbirler tekrar değerlendirilmesi bu yöntem vasıtasıyla gerçekleştirilir.

OHTEA toplam kalitede bir önleme tekniğidir.



Şekil 5.2. kalite teknikleri içerisinde OHTEA'nın yeri.

OHTEA'nın amaçlarını kısaca sayarsak ; [21]

- Hata/kusur (arıza) türlerini, etkilerini ve kritikliklerini kararlaştırmak.
- Ürünün kritik (tehlikeli) hata/arızalarını belirlemek.
- Hataları, kusurları, arızaları ve kritiklikleri ortadan kaldıracak veya en aza indirecek değişiklikleri, yöntemleri ve testleri kararlaştırarak ürünü geliştirmeyi başarmak.

OHTEA'dan beklenen yararlar :

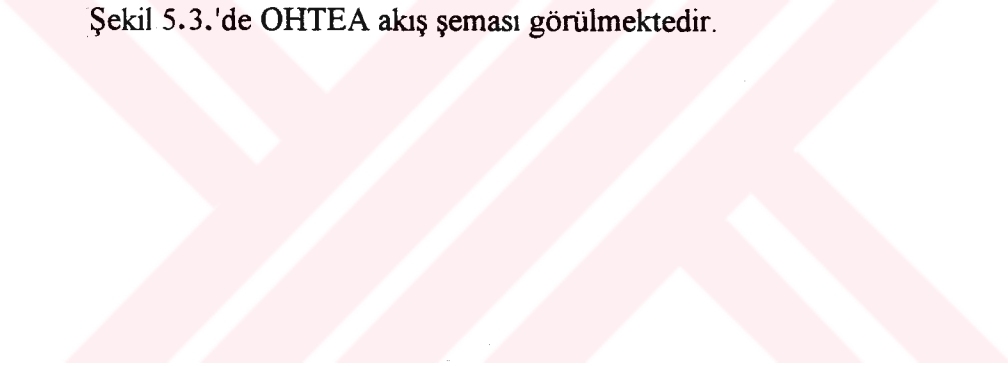
- Emniyet, güvenilirlik, üretim teknolojisi alanlarındaki zayıflıkları belirlemek.
- Kayıplarda ve donanımlardaki değişikliklerin sayısını azaltmak.
- Olası değişikliklerin maliyetinde azalma; tezgahlarda, donanımda ve kalıplarda yapıldığına nazaran, kağıt üzerinde yapıldığında daha az pahalı olan her tür değişiklik zaten yapılır.

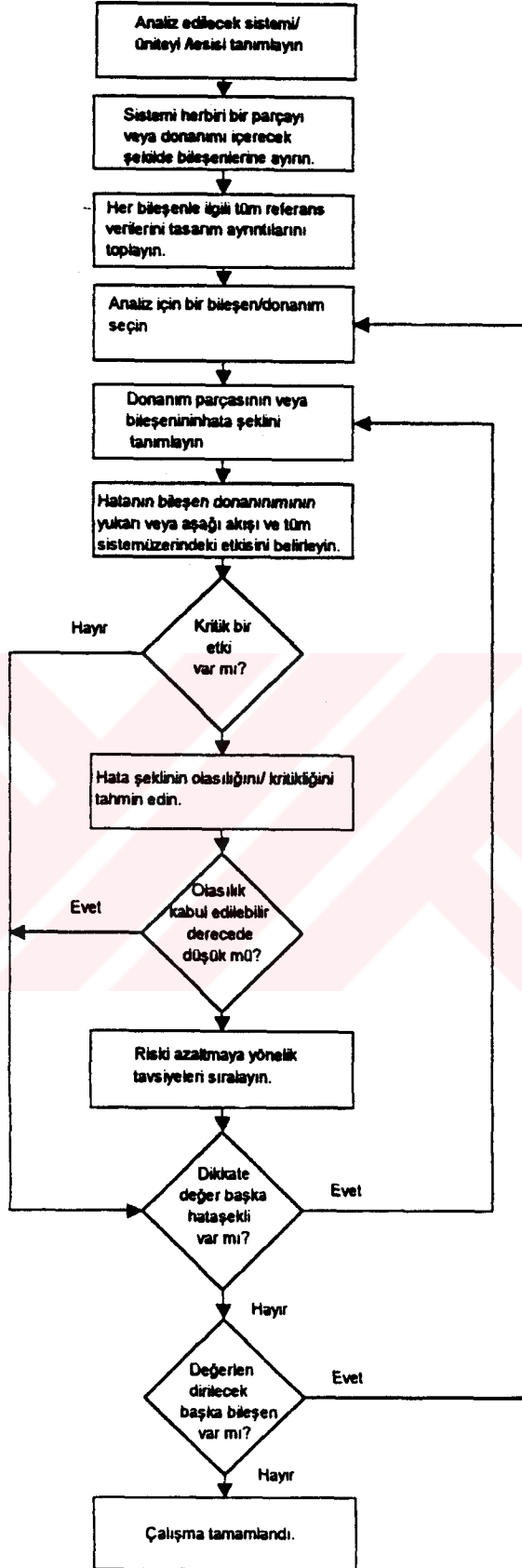
- Ürünün satışa hazır olma süresinde azalma, kağıt üzerindeki değişiklikler, tamamlanmış olan kalıplar, donanımlar ve tezgahlar üzerinde yapılacak olanlardan zaten çok çabuk olur.

- Garanti giderlerinde azalma.
- İç hurdalarda azalma.
- Ürün yükümlülüğünde daha az risk.
- Daha fazla müşteri tatmini.

Yönetimin rolü : OHTEA, işletme içerisinde yüksek görünüşlü bir faaliyet olarak varsayılmalı ve doğrudan üst yönetim tarafından takip edilmelidir. Üst yönetimin muhakkak çok ciddi kararlılığı olmalıdır.

Şekil 5.3.'de OHTEA akış şeması görülmektedir.





Şekil 5.3. OHTEA Akış şeması

5.3. Tasarım-OHTEA

Bir tasarım-OHTEA çalışması kontrol altında tutulan parçadaki tüm düşünülen ve mümkün olan eksikler ve olası hata sebeplerini inceler. O andaki tüm sistem veya onun fonksiyonunu inceler. Potansiyel hata sebepleri hem tasarımda hemde üretim tekniğinden dolayı oluşabilir. O anki analizin sonunda üretim tekniği ve tasarımda gerekli kalite güvenilirliği tedbirleri değerlendirilir. İyileştirme çalışmaları düzenlenir ve kontrol edilir. Tasarım sorumluluğu çalışma grubundadır. Eğer tasarım-OHTEA çalışmasında belirtilen bir hata üretim esnasında ortaya çıkıyorsa, bu potansiyel hatanın detaylandırılması vs. proses-OHTEA'sında belirtilecektir. [25]

Bir tasarım-OHTEA, çıkabilecek olası bütün hata türlerinin ve bunlarla ilgili sebeplerin ele alınmasını ve çözümlenmesini sağlayan bir analitik teknik olarak ürün mühendislerince daima göz önüne alınmıştır. En geniş anlamıyla, bir OHTEA, bir sistem veya parça tasarımı gibi (geçmişteki tecrübe ve endişelere dayanarak yanlış gidebileceği düşünülerek herbir konunun analiz edilmesini kapsayan) bir mühendisin düşüncelerinin özetidir. [21]

Tasarım-OHTEA, aşağıdakilerle hata risklerini azaltarak, tasarım işlemine destek sağlar : [21]

- Tasarım ihtiyaçları ve tasarım alternatiflerinin hedef değerlendirmelerine yardımcı olur.
- Sistemin işleminde çıkabilecek hata türleri ve onların sonuçlarının tasarım/geliştirme sürecinde gözönüne alınma olasılığını artırır.
- Tam ve etkili tasarım test ve geliştirme programlarının planlanmasına ilave bilgiler sağlayarak yardımcı olur.
- Müşteri üzerine olan etkisine göre sıralanmış, çıkabilecek olası hata türleri listesinin geliştirilmesini sağlayarak, tasarım iyileştirmeleri ve geliştirme testleri için bir öncelik sisteminin kurulmasına yardımcı olur.
- Risk azaltıcı faaliyetlerin önerilmesi ve izlenmesi için açık bir yayın formu oluşturulur.

- Saha endişelerinin analizinde, tasarım değişikliklerinin değerlendirilmesinde ve ileri tasarımların geliştirilmesinde yardımcı olmak üzere gelecekte bir referans sağlar.

Tasarım-OHTEA çalışması, üretimin serbest bırakılmasından önce, ilgili kalite güvenliği sorumlularının katılımı altında, ürünün tasarımı için sorumlu bölümden bir grupla yapılır. Üretim planı ve üretim tekniği tespit edilir. Benzer yapılmış çalışmalar bu çalışmayı garanti edicidir ve ayrıca deney sonuçları da gözönünde tutulmalıdır. [26]

Tedarikçi için tamamen veya kısmi tasarım sorumluluğu olan parçalar tasarım OHTEA'sında belirtilmelidir. Şayet bir mühendis bir parça veya sistem tasarlıyorsa, mühendisin düşünce ve fikirlerinin özeti Tasarım-OHTEA'sıdır. [26]

Bu analiz, tasarım sırasında teorik bilgiler ve tecrübelerin karşılaştırılması neticesinde gerçekleştirilir. [26]

Tasarım-OHTEA'sına ilave olarak;

- Ulaşılabilecek hata olasılığında nitel ve nicel araştırmalar
- Alternatif çözüm taslakları arasında hata olasılığının karşılaştırılması
- Tasarımdaki zayıf noktaların araştırılması, bu demektir ki bu kısımların veya taslak detayının toplam güvenlik açısından etkisi kritik olarak gözlenmelidir
- Amaca uygun seçilen tasarımlardaki kalite kabiliyeti muayenesi ve gerekli tedbirlerin zamanında alınması.

* Tasarım-OHTEA : Üretilen malzeme ve parçayla ilgilidir.

* Proses-OHTEA : Üretim prosesinin çeşitli kademeleriyle ilgilidir.

Her iki tür analiz birbirini tamamlayıcı mahiyettedir ve her ikisi de müşteri ürünü kullanırken çıkabilecek ürün hatalarının sebeplerini ortadan kaldırmaya yöneliktir. Tasarım-OHTEA ürünün güvenilirlik ve/veya emniyetine çok zarar verebilecek herhangi kritik durumlarını veya zayıf noktalarını belirlemek için tasarımı

analiz etmenin bir yöntemidir. Yöntemin konusu, tasarımı iyileştirmek için hangi önlemlerin alınacağını belirlemektir.

Bir tasarımın kullanıcıları olan üretim, montaj ve servis mühendisleri veya çalışanlarıdır.

Tasarım-OHTEA şu konuları kapsamalıdır :

- Bütün yeni parçaları,
- Eski parçaların yeni uygulamalarını
- Parça değişiklikleri, örneğin satın alınan veya imal edilen parçalardaki geliştirmeleri.

Tasarım-OHTEA çalışması, Kalite Güvence Bölümleri, Üretim Bölümleri ve Yan Sanayilerden sağlanan bilgilere dayanarak, prototip çizimleri yayınlanmadan hemen önce süratle yapılmalıdır.

5.4. Proses-OHTEA

En geniş anlamıyla bir proses geliştirilirken (geçmişteki tecrübe ve endişelere dayanarak yanlış gidebileceği düşünülerek her bir konunun analiz edilmesini kapsayan) bir mühendisin düşüncelerinin özetidir. Proses-OHTEA yöntemi, parça veya sistemler için kullanılan üretim proseslerinin incelenmesindeki normal mühendislik yaklaşımına sistemli bir birleşim sağlar. Çalışmanın amacı üretim prosesinin zayıf noktalarını belirlemektir. [21]

Tasarım-OHTEA çalışması, proses-OHTEA için bir taslak oluşturmaktadır. Tasarım-OHTEA'sı esnasında üretim prosesindeki eksik bir fonksiyon proses-OHTEA'sında mümkün hata olarak yakalanabilir ve devam eden analizlerde saptanabilir. [26]

Proses-OHTEA'sı gerekli ürün ve deney donanımının proses planıyla başlar ve seri haldeki üretim donanımının kurulmasıyla tamamlanır. [26]

Proses-OHTEA'sının amacı planlanan üretim ve montaj proseslerinin analizini yapmak, kalite isteklerinin yerine getirilmesini sağlamak. Proses-OHTEA'ları yeni bir makinanın geliştirilmesinde ve donanımında da yardımcı olabilir. Bu metod burada makina veya donanımı bir ürün olarak değerlendirmektedir. [26]

Üretim prosesindeki değişiklikleri takip etmek için OHTEA çalışması sık sık güncelleştirilmeli ve bu değişikliklerin ürün üzerindeki etkilerine göre sürekli olarak değerlendirilmelidir.

Proses-OHTEA aşağıdakilere ait üretim proseslerini kapsamalıdır.

- Bütün yeni ürünler veya parçalar
- Değişiklik yapılan ürünler veya parçalar
- Yeni üretim teknolojilerinin uygulandığı bilinen ürünler veya parçalar.

Bu çalışmayla önemli proses değişkenleri "Müşteri" üzerine olan etkisine göre sıralanmış bir olası hata türleri listesi geliştirerek, iyileştirme faaliyeti düşüncesi için bir öncelik sistemi kurulmasına yardımcı olur. Aynı zamanda, üretim ve montaj prosesi sonuçlarını belgelendirir.

Bir OHTEA çalışmasına başlamadan önce, üretim prosesinin hangi parçasının gözönüne alınacağı tam olarak kararlaştırılmalıdır. Verilen bir ürün veya parça için tüm üretim prosesini kapsayacak şekilde OHTEA çalışması yapmak gerekmez. Diğer taraftan, bir ürünün üretim prosesi olarak genelde, değişik makinalarla işleme, şekillendirme, montaj, muayene ve ürün eleme gibi, ham madde halinden tamamlanmış ürün oluncaya kadar geçen tüm aşamalar anlaşılır. Ama bir OHTEA çalışmasının bu kadar geniş faaliyet alanlarını kapsaması olanaksızdır. Üretim prosesi, her birinin ürüne belirli bir özellik verdiği bağımsız temel faaliyetler veya kademelere bölünür.

Bir proses-OHTEA'da müşteri, daha sonraki üretim veya montaj işlem ve kademeleri olabileceği gibi servis faaliyetleride olabilir.

Proses-OHTEA yaşıyan bir belgedir ve ön hazırlık çalışmaları esnasında veya öncesinde başlatılmalı ve bağımsız parçalardan başlayarak, tüm montaja kadar olan bütün üretim faaliyetlerini hesaba katmalıdır. Yeni ve değiştirilen proseslerin önceden gözden geçirilmesi ve incelenmesi, yeni model veya parça programının üretim planlama safhalarındaki olası proses kuşkuına karşı önceden davranmak, çözmek veya gözlemlemek için desteklenir. Proses-OHTEA, ürünün tasarlandığı şekliyle tasarım amaçlarını karşılayacağını varsayar. Tasarım eksikliği nedeniyle oluşabilecek olası hataları bir proses-OHTEA kapsamaz. Bunların etkileri ve önlenimleri Tasarım-OHTEA'nın kapsamı içerisinde. [21]

Bir proses-OHTEA, prodesteki zayıflıkların üstesinden gelmek için ürün tasarım değişikliklerine güvenmez. Fakat son ürünün müşteri gereksinimlerini ve beklentilerini daha mümkün olan kapsamda karşılaması için, planlanan montaj veya prosesin ürünün tasarım özelliklerini sağladığı gözönünde bulundurulur.

5.5. Ürün-OHTEA

Ürün-OHTEA çalışması aslında temelde Tasarım-OHTEA ile aynıdır. Ürün-OHTEA'sı bir ürünün tasarım ve üretim tekniğinin açık bir görünüşüdür. Ürün-OHTEA'sı yalnız tek bir OHTEA analizidir. [25]

Bu OHTEA çalışmasında müşteri, tedarikçi ile beraber satın aldığı önemli parçaları kontrol eder. Özellikle bu şekilde iletilen parçalarda üretimde veya fonksiyonu önemli olan koşullarda bir sonraki işlem içinde veya bitirme prosesinde hesaba katılmalıdır. [Örneğin otomatik montaj] [25]

Ürün-OHTEA'sı parça ürünün birçok kademedan tek bir kademeye kadar sistematik paylaşımından oluşur. Böylece ürün bölümlenir ve her defasında sistematik bir akış gereklidir.

Tüm ölçüler, çizim talimatları ve montaj adımları, çizimler ve montaj planları sayesinde detaylandırılarak liste edilir, analiz edilir ve potansiyel riskler tespit edilir.

Müşteri ve tedarikçiler arasındaki ilişki ürün-OHTEA çalışmasında karşılıklı anlayışla tekrar gelişmeyle büyük imkanlar sunar. Böylece örneğin bir ürünün kullanım şartlarındaki düzeltilmiş bilgiyle kullanım yeteneği yükseltilir. Gereksiz dar toleranslar kalkar ve proses fiyatı uygun olur. (Burada proses yeteneği zorunlu olarak daha iyidir) [25]

Genel olarak bir üründen beklenen özellikler :

- Yetenek (müşteri gereksinimlerini karşılayan fiziksel, fonksiyonel ve performans özellikleri)
- Hazır bulunma (müşterinin istediği anda bulunabilir ve kullanılabilir olması)

Güvenirlilik : Belirlenen koşullarda ve belirli bir süre için, bir nesnenin (sistem veya parça) doğru olarak çalışma olasılığıdır.

Daha tasarım aşamasında güvenirlilik düşünülür.

* Gerekenden daha fazla dirence sahip parça ve malzemeleri seçiniz ve tasarlayınız.

- * Parçaların çalışma koşullarını iyileştiriniz.
- * Birbiriyle aynı olan parçaları doğru olarak kullanınız.
- * Parça sayılarını en aza indiriniz.
- * Belirli bir güvenirlilik geçmişine sahip satın alınmış parçalar kullanınız.

5.6. OHTEA-Analizi Ne Zaman Yapılmalıdır ve Sorumlusu Kimdir ?

a-) Tasarım-OHTEA ve Ürün-OHTEA

Sorumlu : Ürünün tanım aşamasında ilgili etüd bürosu mühendisi. (Normal bir üretim sırasında ortaya çıkan herhangi bir aksaklık durumunda “kalite sorumlusu”) [22]

Zamanı :

- Her üretilmek istenen yeni üründe.
- Üründe hem tasarımı hem de üretimi etkileyecek düzeyde yapılan büyük değişiklikler.
- Yeni bileşenler ortaya çıktığında veya mevcut bileşenlerin başka alanlarda kullanılacağı zaman.
- Fizibilite sorunları baş gösterdiğinde.
- Kalite noksanlığı durumları ortaya çıktığında.

b-) Proses-OHTEA

Sorumlu : Üretim yöntemiyle ilgili metod mühendisi. [22]

Zaman :

- Her yeni proses için.
- Proseste yapılan her büyük değişiklikte.
- Talimatlara uygun veya uygun olmayan bir üretimde meydana gelen kusurlar.

5.7. Bir OHTEA Analizinde Çalışma Grubunun Oluşturulması

Bir ürünün güvenilirliğindeki ana safhaları, o ürünün meydana gelmesinde oluşan safhalar (aşamalar) ile bağlantılıdır. Bu konu çalışmalara katılan her bölümün sorumlusunu ilgilendirmektedir. (uygun zamanda, uygun maliyet ile gerçekleştirilmeli ve maksimum tavsiyeler içermelidir). [23]

OHTEA'nın etkinliği, işletmedeki görevlerarası gruplardan doğru bir çalışma ekibi oluşturulması esasına dayanır. OHTEA çalışma ekibine katılanların halen incelenmekte olan ürünün tasarımı, gerçekleştirilmesi ve kontrolunda işin içine tam anlamıyla girmiş olmaları gerekir. Sonuçların kalitesi işi yapan kişilerin kalitesiyle doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, çalışma ekibinin oluşturulmasına, analiz edilecek olan ürün/prosesin seçiminden hemen sonra karar verilmelidir. [21]

Herkes ortaya çıkan bir problemin çözümünü sağlamak için bir çalışmanın başlatılması girişiminde bulunabilir. Konu, talep eden şahsın ilgi alanı ile bağlantılıdır. (Fayda sağlamayan çalışmaları düzenlemek ve başkalarının problemlerini çözümlmekten kaçınılmalıdır). Karar veren kişi, son olarak başvurulacak ve kesin tercihin seçimini gerçekleştiren kişidir. Kaynağı, çalışmanın sınırları dışında bulunan bir hata, bazen göz önüne alınır. (Bu durumda grup içinde çözüm aranmamalıdır. Fakat göz ardı da edilmemelidir. Bu gibi hatalar sorumlu bölümlere iletilmelidir) [27]

Grup konu üzerinde bilgili ve sorumlu kişilerden oluşmuştur. Bu kişiler analiz esnasında gerekli bilgilerin aktarılmasını sağlarlar.

Aşağıdaki üç bölümden kişilerin oluşturduğu sürekli bir çekirdek mevcuttur.

- Araştırma bürosu
- Mühendislik
- İmalat

Gerekli olduğunda ve fırsat bulunduğunda (geçici olarak) konu üzerinde bilgili diğer bölümlerden de şahıslar çağrılabilir. Satınalma, kalite, bakım vs.

Grubun büyüklüğü 3-7 kişi arasında sınırlandırılmıştır. Toplantıların sıklığı, çalışmanın hedeflerine uygun olarak belirlenir. (Bir inceleme 2 aydan uzun sürmemelidir, gerekirse böyle bir konuyu küçük kapsamlı konulara bölmek gerekir)

OHTEA animatörünün nitelikleri : [27]

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

OHTEA animatörünün nitelikleri : [27]

- Metodun uygulanmasının garantörüdür
- Grubun yaşamını düzenler.
 - * Kesin toplantı gündeminin belirlenmesi
 - * Toplantının hakim bir şekilde yönlendirilmesi
 - * Toplantı esnasında notların alınması
 - * Toplantının ertesi günü raporunun hazırlanması.
- Tarafsızdır
- İncelemenin devamını sağlar.

Grubun etkenliği aşağıdaki şartlara bağlıdır : [27]

- İyi şekillendirilmiş bir çalışma
- Değişik kaynaklardan gelen tecrübelerin ortak kullanımı
- Katılımcıların, değerlendirme konusunda sorumlulukları.

Kaçınılması gerekli konular :

- Grubun tek bir bölümden katılan kişilerce oluşturulması
- Çalışılan konu üzerinde ilgisiz kişilerin gruba dahil edilmesi
- Katılımcıların aşırı kalabalık olması. ($N > 10$)
- Grup çalışması kurallarının hiçe sayılması
- Yetkisiz bir animatörün yönetimi.

NOT : Animatörün çalışılan konu üzerinde uzman olması zorunlu değildir. O halde, konu hakkında bilgi toplaması gerekir. Daha sonra, grup için oyunun kuralları olan, bir çalışma planı, analiz metodu ve yardımcı araçlarını hazırlar.

Yardımcı araçlar :

- Bunlar inceleme için gerekli olan planlar, şartnameler, gamlardır.
- İncelenen parçayı oluşturan detay parçaların toplanarak grup kullanımına sunulması faydalı olur.
- Konunun gruba anlatımında faydalı olacak olan çalışma planı, ve gerekli şemalar analiz süresince gözönünde bulundurulmalıdır. (Hazırlıksız bir OHTEA çalışması kesinlikle başlatılmamalıdır)

Gruptaki kişiler genel olarak aşağıdaki departmanlardan olabilir.

OHTEA-ürün/tasarım

- Etüd-büro mühendisi
- Kalite temsilcileri
- Metod temsilcileri
- Satınalma temsilcileri
- Deney temsilcileri
- Satış temsilcileri
- Servis temsilcileri

OHTEA-Proses

- Metod mühendisi
- Üretim temsilcisi
- Kalite güvence
- Etüd-büro veya deney
- Satınalma
- İmalat
- Servis temsilcisi.

Ekip lideri (animatör) aşağıdaki bilgi ve belgeleri mümkün olduğunca hazırlanmasından sorumludur.

- * Parça/ürünün tanımı (şartnamelere veya gelişmelere uygun olarak)
- * Montaj hattı/prosesin doğal toleranslarının kontrol limitleri dışındaki redler/problemlerle ilişkili saptanmış hata verileri.
- * Hata türü tasnifi.
- * Proses ve montaj hattı akış şemaları ve açıklamaları
- * Proses yerleşme planı.
- * Detaylı teknik resimler (şemalar vs.)
- * Taşıma çevrimleri

* Muayene planı (kontrol önlemlerini gözönüne alan) ve Mühendislik talimatları.

* Yeni bir parça numunesi

* Kusurlu bir parça numunesi.

5.8. OHTEA Çalışmasının Uygulama Aşamaları

5.8.1. Ürün/Tasarım-OHTEA Çalışması

A-) Ürün/tasarım-OHTEA çalışması :

- Etüd-büro sorumlusu tarafından ürünün işlevsel fonksiyonuna ayrılması (birincil ve ikincil fonksiyonların belirtilmesi)

- Ürünün tüm bileşenleri işlev ve bağlantıları ile gösterilmelidir. (Bu tespit edilen her bir parçanın fonksiyonunun belirlenmesi)

- Ürünün bütün fonksiyonları ve kullanılacağı çevre ve muhtemel bağlantıları belirlenecektir.

- İlgili ürünün plan ve spesifikasyonları ile fizibilite etüdları, prototip deney sonuçlarının dağıtımı yapılacak.

- Kalite sorumlusu tarafından, söz konusu veya benzer ürünlerle ilgili kalite takip föylerinin, istatistiksel grafiklerin ve kontrol planlarının toplanması.

- Satınalma sorumlusu tarafından ürün teknik dökümantasyonunun toplanması.

B-) Proses-OHTEA çalışması :

- İlgili metod sorumlusu tarafından imalat gamının hazırlanması (ilgili ürün ve bileşenin elde edilmesindeki muhtelif adımlar gösterilecektir)

- Ürün işlevsel olarak dağıtılacaktır. (Dekompozisyon)

- Fonksiyon ve işlevsel parçalarla ilgili kısımlar Tasarım-OHTEA ön hazırlığıyla aynıdır.

- Hazırlık, grubun etkinliğini zaman kazandırarak ve fikir üretimine katkıda bulunarak etkinliğini iyileştiren vazgeçilmez bir safhadır. Hazırlıksız bir OHTEA

çalışması kesinlikle başlatılmamalıdır. Uzman kişilerden daha fazla bilgi sahibi olmaya çalışmak.

5.8.2. Hata Türü ve Şeklinin Tanımlanması

Performans gereksinmelerini ve/veya müşteri beklentilerini sağlayamayan husus, olası hata türü olarak tanımlanır. En basit anlamda, bir hata; bir parçanın veya sistemin tasarımıdaki amaç ile kendisine verilen fonksiyonu yapmaması veya eksik yapmasıdır. Hata türleri listelenirken, benzer ürünlerdeki deneyimlerden, benzer ürünlerden toplanan verilerden faydalanır. Belirli çalışma koşullarında ve belirli kullanma koşullarında ortaya çıkabilecek hata türleride gözönüne alınır. Olası hata türleri “fiziksel” veya “teknik” ifadelerle tanımlanmalı, müşteri tarafından farkedilen bir arıza belirtisi olarak tanımlanmamalıdır. [21]

Tasarım-OHTEA’ında hata türünden kastedilen, bir ürün veya parçanın ömrü boyunca beklenen performansını sağlayamaması şeklinde tanımlanır. Tasarım-OHTEA’ında sadece ürün veya parçaların hataları incelenir. [21]

Proses-OHTEA’ında hata türünden kastedilen, bir proses veya işlemin konulan hedeflere göre çalışmaması veya tasarıma uygunluğunu sağlayamaması şeklinde tanımlanır. Proses-OHTEA’da sadece proses tarafından neden olunan hatalar incelenir. Ürünün sadece müşteriye teslim edilmeden hemen önce ortaya çıkabilecek hataları değil keza ömür boyunca çıkabilecek hatalar göz önüne alınmalıdır. [21]

Hatanın gözükmeye şekli :

- Bir fonksiyona bağlıdır.
- Bir sistemin fonksiyonlarını yerine getirememesi durumunda fiziksel özellikler ile ifade edilir.
- Zaman içinde ve yorulmalar sonucu oluşan hata şekilleri göz ardı edilmemelidir.
- Fiziksel bir özellik ile ifade edilen hata şekli ölçülebilmelidir.

- Hata şekli genellikle araştırma bürosu tarafından ortaya konulur.

Dikkat edilmesi gereken hususlar :

- Hata şeklinin, montaj edilememe veya imal edilememe gibi terimler ile ifade edilmesi doğru değildir.
- Hiç yazılmamış yada eksik yazılmış bir fonksiyon yanlış bir hata şeklinin oluşmasına ve arkasından hatalı bir analize sebebiyet verir.

Son ürün olarak daha önceki OHTEA'lar veya tesbitler yardımıyla benzer veya karşılaştırılabilir parçaların veya üretimin, kalite, garanti problemi, ömrü, dayanımı hakkında tekrar kontrol edilebilme imkanı mevcuttur. [26]

Potansiyel hata listesi için ihtimal dahilinde olan hataların, olası olup olmadığına, zamanında ortaya çıkarılıp çıkarılmayacağına veya gerekirse kötü neticelerden korkulduğundan ilk önce tamamiyle bağımsız incelenmelidir. [25]

Bazı hatalar mutlaka görünmez. Ancak belli şartlar ortaya çıktığında görülür. (Örneğin aşırı sıcaklık, nem değişikliği, kir ve toz, enerji dalgalanmaları vs.)

5.8.3. Olası Hata Türlerinin Etkisinin (Sonucunun) Belirtilmesi

Hatanın etkisi kullanıcının hata ile karşılaştığında oluşan sonuçları tarif eder. Hatanın şekli ile bağlantılıdır. Hatanın meydana geldiğinde, müşterinin neyi farkedebileceği veya başına ne geleceğini tanımlar. Bunlar daima ürün performansı açısından ifade edilmelidir. Son kullanıcı için sonuçlar daima ürün veya sistem performansı yönünden göz önüne alınmalıdır. Eğer müşteri üretimin bir sonraki veya daha sonraki işleme (leri)/konum (ları) ise, sonuçlar proses/işleme performansı yönünden ifade edilmelidir. [21, 25, 27]

Hatanın etkisini, araştırma veya kalite bölümü temsilcileri belirler. Ürün mühendisi ile tasarımcı, iyileştirmeleri önerirken her ne kadar farklı yolları izlerse de,

her iki teknik arasında belirli miktarlarda çakışmalar olduğu gerçeğinden hareket ederek, Tasarım, Üretim ve Kalite Güvence arasında yakın işbirliğini çağırır. [21]

NOT : Müşteri hiç bir zaman bir bölüm, servis, fabrika, atölye, imalat postası değildir, her zaman ürün kullanıcısıdır.

Etkinin tarifini belirgin hale getirmek için çevre koşulları (zaman, ısı, yer vs.) parantez içinde yazılır.

Müşteri için hatanın sonuçlarını belirten terimler ile ifade edilen kriterler, etkinin belirtildiği sütuna yazılmalıdır.

Kriterler : [27]

- En az hata şekli, müşteri farkına varmaz.
- Müşterinin farkına varabileceği, fakat hafif rahatsızlıktan başka, ürünün performanslarında hiç bir düşüş yaratmayan önemsiz hatalar.
- Müşterinin hoşnut olmadığı, üründe arızaya yol açabilecek hatalar. Bu hata durumlarında müşteri rahatsız olur veya zor durumda kalır.
- Ürünün bir bölümünde veya tamamında önemli performans düşüklüğüne yol açan hatalar, müşteri hoşnut değildir.
- Müşteriyi son derece rahatsız eden ve/veya önemli onarım masraflarına yol açan ve arızaya yol açabilecek hatalar.
- Aniden ortaya çıkan ve güvenlik problemleri oluşturan hatalar.

Aşağıdaki etkilere (sonuçlara) sebep olan bütün hasarlar göz önüne alınmalıdır

- İç hatalar (Iskartalar, tekrar işleme)
- Dış hatalar (garanti, geri iade, iskonto, satış kayıpları vb.)

5.8.4. Olası Hata Türlerinin Ortaya Çıkma Sebepleri

Hatanın sebebi, hatanın şeklini oluşturabilecek ilk anormalliktir. Kısaca sonuçta bir hata türüne neden olacak, tasarım zayıflığının bir göstergesi şeklinde de tanımlanabilir. Her hata türüne sebep olabilecek bütün olası sebepler liste halinde sıralanmalıdır. Sebepler hataları yaratır, hatalarda müşteri üzerine olan etkileri (sonuçları) yaratır. [21, 27]

Hata sebebi proses-OHTEA'sında, proses esnasında hangi problemlerin meydana gelebilme sebeplerini gösterir. Sebep, hedeflere, bir kusur veya hasara karşı korumasızlık yönünden üretim prosesinin bir yetersizliği olarak görülmelidir. Sebeplerin pek çoğu hatayla karşılıklı olarak doğrudan ilişkili olmadığından ve sebebi düzeltmek veya kontrol etmek için, örneğin bir deney tasarımı, hangi ana sebeplerin esas etkileyici oldukları ve hangilerinin en kolay şekilde kontrol edileceğine karar vermek için göz önüne alınabilir. Yardımcı çare faaliyetlerinin uygun olan sebeplere en iyi hedefleneceği şekilde, sebepler çok iyi tanımlanmalıdır. Belirsiz ve kesin olmayan sebepler (örneği, işçi hatası, makina arızası) kullanılmamalıdır. [21]

Birden fazla ürün hatası, tek bir hata şekline yol açabilir. Bir ürün hatası bir hatalar zinciri sonucu oluşmuş olabilir. [27]

Hatalar zinciri aşağıdaki durumlarda önlenabilir: [27]

- Ortaya atılan varsayımlar doğrultusunda yapılan çalışmanın dışına çıkılması.
- Etkili olamayacağımız alanlara girilmesi (hava durumu, zaman, insanların tecrübesi ve tutumu vs.)

Hataların sıralanması onları kesinlikle düzeltici ölçümlerin gerçekleştirilmesini sağlar. Tecrübelerimizden daha ileriye doğru gitmek, aklımıza gelmeyen ve oluşma ihtimali az olan hataların ortaya konulmasını sağlar. [27]

NOT : Direk olarak hata şeklini oluşturan hata nedeni, daima ürün ile bağıntılı bir hata sebebidir.

Olası hata türünün, olası sebeplerini tanımlamak için teşhis araçları :

- Beyin fırtınası
- Sebeb-sonuç diyagramı
- Nominal Grup tekniği kullanılır.

5.8.5. Olası Hata Sebeplerinin Tesbiti İçin Kontrol Önlemlerinin Alınması

Oluşmuş olduğu kabul edilen, bir hata sebebi (veya şekli)'nin müşteriye ulaşmasını önleyen uygulamalara tespit adı verilir. Tespit çalışmaları, hatanın müşteriye ulaşmaması için öngörülmüş bütün önlemleri içerir. Tesbit noktası hata kaynağının yakınında veya uzağında olabilir.

Olası hataların tasarım sebeplerinin oluşumunu ve sonuçta hata türünü önlemek veya ortaya çıkarmak için uygulanacak bütün kontroller listelenmelidir. Bu “mevcut kontroller” (Mühendislik talimatları, tasarımın gözden geçirilmesi, kalite kontrol talimatları, laboratuvar test talimatları, prototip testleri, saha testleri, satınalma talimatları, standartlar vs.), daha önce aynı veya benzer parçalar üzerinde uygulanmış veya uygulanmakta olan kontrol türleridir. Eğer daha ileri kontrollerin uygulanması gerekiyorsa, bunlar “önerilen iyileştirmeler” kolonuna yazılmalı ve mühendislik dökümanlarına ilave edilmelidir.

Tamamen yeni tasarımlar için, mevcut kontroller son derece sınırlı olabilir veya hiç olmayabilir. Bu durumlarda, tasarımcı diğer uygun bölümlerce de yayınlanmış ve onaylanmış genel kontrol planı kullanılır. [25]

Proses-OHTEA'sında, kontrol önlemleri, hata türünün meydana gelmesini önleyen veya çıkabilecek hata türünü keşfeden kontroller olarak tanımlanabilir. Bunlar, İstatistiksel Proses Kontrol gibi prosesle ilgili kontroller olabileceği gibi proses sonrası muayene ve testler'de olabilir. [21, 25]

Tesbit genellikle kontrol olarak tanımlanır, fakat aşağıdaki konularda göz ardı edilmemelidir.

- İşlemenin yapılamaması.
- Montajın yapılamaması.
- Endüstriyel prosesin devam edememesi.
- Hesaplama yöntemleri.

Bir hata sebebi için, firma içinde öngörülmüş bütün tesbit yöntemlerinin yazılması, bu yöntemlerin aşağıda belirtildiği gibi en uygun şekilde (maliyetin düşürülmesi, etkinliğinin artırılması vs.) kullanımını sağlar :

- Tesbit yönetimini hatanın olduğu en yakın yere yerleştirilmesi.
- Veya hata sebebi tesbit edilemiyorsa, hata şeklini tespit edecek bir yöntemin gerçekleştirilmesi.

Kaçınılması gereken konular :

- Kontrol ile tesbitin karıştırılması
- Bizim gerçekleştirdiğimiz çalışmalardan sonra uygulanan tesbit yöntemlerinin gözönüne alınmaması.

5.8.6. OHTEA Analizinde Karar Verme Yöntemi

Bir OHTEA çalışmasında karar verme aşaması iki aşamadan meydana gelmektedir.

A-) Analiz :

Konunun bütün hatlarının incelenmesini sağlar. Bu kısım fikirlerin üretildiği safhadır.

- Ürünün tanınması (fonksiyon ve çalışma şekli)
- İmalat yönteminin tanınması.

ile başlar ve aşağıda belirtilen terimler ile ifade edilen ortaya çıkabilecek risklerin aranması ile devam eder.

- * Etki
- * Şekil
- * Sebeb
- * Tespit

Analiz aşamasını kısaca özetleyecek olursak :

1- Mantık sırası şöyledir.

SEBEB → Hata türü → Sonuç (etkisi) [Ishikawa felsefesi]

2- Her bir hata türü ayrı olarak listelenmelidir.

3- Eğer bir hata türünün çok sonucu (etkisi) varsa, her biri ayrı satırlarda ayrı grup parçası oluştururlar.

4- Hata türünün çok sebebi varsa, her bir sebep ayrı bir satırda listelenmelidir.

5- Eğer sadece bir tane hata türü sebebi belirlenmişse, gerektiğinde, olasılıkla sebep-sonuç diyagramını kullanarak, başka sebebin olmadığı kontrol edilir. (Bir hata türü genellikle daha çok sebebe sahiptir)

B-) Değerlendirme :

Oluşan fikirlerin, en tehlikelilerini ortaya çıkarmak ve gidermek için, rakamsal olarak ayrıştırılmasını sağlar. Önceden belirlenmiş baremlerden hareketle gerçekleştirilir ve aşağıda belirtilen göstergeler ile ifade edilir.

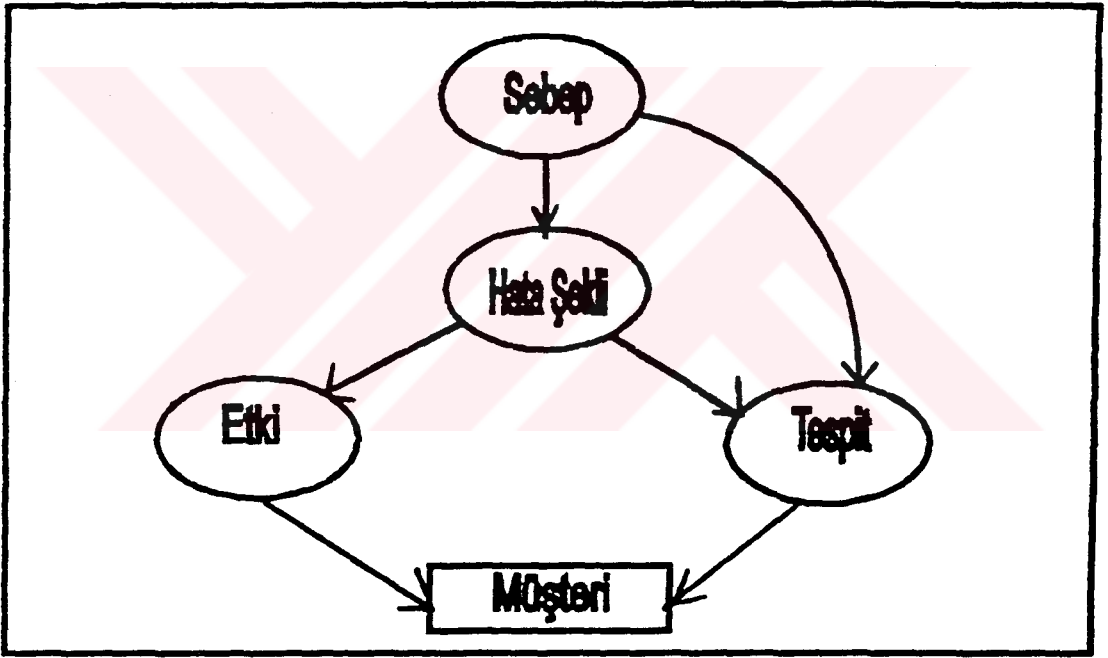
- a- Hata/sebeb olasılığı
- b- Hatanın şiddeti
- c- Hatanın keşfedilebilirliği.

5.8.6.1. OHTEA Analizinde Değerlendirme Kuralları

Aşağıdaki konuları gerçekleştirmek için muhtemel arıza nedenlerinin sayılandırılmasını ve sınıflandırılmasını yapmak.

- Kritik durumları ortaya koymak
- En az harcamayla kalite hedeflerine ulaşmak.

Kural olarak :



Şekil 5.4. OHTEA analizinin değerlendirilmesi

Muhtemel hata nedeninin kullanıcıya verilen bir şekilden ötürü zarar vermesi için aşağıdaki üç şartın biraraya gelmesi lazımdır.

1-) Hata nedeni ortaya çıkmıştır, bu olaya (Pa) diye adlandırdığımız olasılığı bağliyabiliriz.

2-) Hata nedeni oluştuktan sonra bizim varsaydığımız arıza şekline götürmesi gerekir. Bu olaya bağli olan olasılık değeri, şartlı bir olasılıktır: bunu (S) diye tanımlayacağız.

3-) Hatanın, sebep-şekli çifti ortaya çıktıktan sonra tesbit kontrollerinden geçmesi gerekir. (Pd) diye adlandırdığımız olasılık hatanın müşteriye ulaşma olasılığıdır.

Bir hata şeklinin müşteriye ortaya çıkma olasılığı

$$P = P_o * S * P_d \text{ 'dir.}$$

5.8.6.1.1. Hata/SebeP Olasılığı (Po)

Sebebin ve onun yarattığı hatanın beraberce meydana gelme olasılığıdır. Hata/sebeP olasılığına 1 ile 10 arasında bir değeri verilen sıkladan faydalanarak puanlandırma işlemi yapılır. Bir tasarım değışikliğıyle hata türünün bir veya birkaç sebebinin ortadan kaldırılması veya kontrol altına alınması, olasılık değeri azaltıcı yönde etkileyebilecek tek yoldur. [22, 27]

Hata olasılığını değıştirmek için aşağıdaki önlemler alınabilir. [22]

1- Gerçekte hata oluşacağından, o hataya sebep olma olasılığını azaltmak için tasarım değıştirilebilir.

2- Hata sebeplerini filtrelemek için kontrol sistemleri iyileştirilebilir.

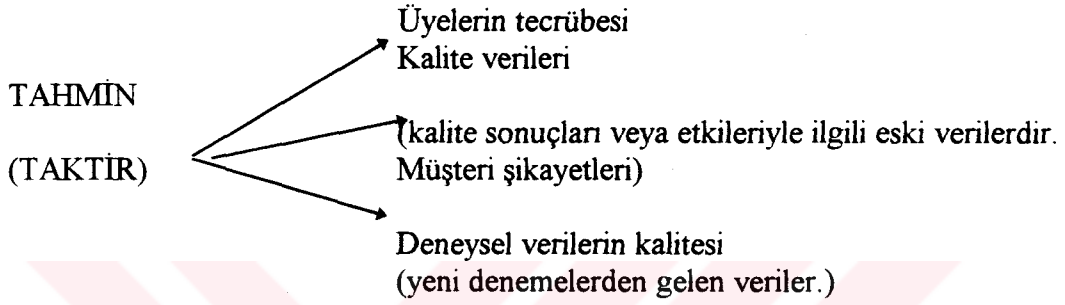
Olasılık, belirli bir sebebin sonucu olarak, bir hata türünün ne kadar sıklıkla ortaya çıkmasının tasarlanmasıdır. Olasılık değeri sayısının, bir değeri zıyade bir anlamı vardır.

Proses-OHTEA'sında meydana gelecek olayın olasılığı aşağıdaki işletme verileri kullanılarak tahmin edilebilir :

- Montaj hattı boyunca kusur sayısı
- Son muayenede kusur sayısı

- Reddedilen yüzde
- Yeniden işlenen yüzde.

Olasılık tahmini yapılırken, hatanın ve tesbitinin ürün müşteriye ulaşmadan ortaya çıkmamış olduğu varsayılır. Hata/sebeb olasılığı, üretim prosesinde bir problemin ortaya çıkma olasılığıdır. Bu durumda ortaya çıkma olasılığı bir prosesin iç etkenidir.



Tablo 5.1. Tasarım OHTEA analizinde Hata/Sebeb olasılık değerlendirme tablosu.(Po) [21,22,25,27]

Tasarım-OHTEA Kriter	Bir kusurun meydana gelme olasılığı	Not (Po)
* Önceki projelerde bulunmayan kusur	0	1
* Arizi şekilde veya sadece önerilerde meydana gelen kusur.	1/100.000	2
* Daha önce ender olarak meydana gelen kusur	1/10.000	3
* Arizi olarak özel bir dikkat gerektiren bilinen kusur	1/500	5
* Tasarıma bağlı, bilinen ve sık meydana gelen kusur	1/100	6
* Aynı, daha yüksek orantılarda	1/20	7
* Yüksek olasılık, bir tasarım problemine kötü bir üretim hakimiyeti eklenmekte	1/10	8
* Aynı, fakat bu kusur sürekli olarak problemlere neden olmuştur. Limit tasarım ve üretim	1/5	9
* Sürekli kusur	1	10

Tablo5.2. Proses OHTEA Analizinde Hata/Sebep Olasılığı tablosu (Po)
[21,22,25,27]

($\sigma \rightarrow$ standart sapma)

Prosesin yeteneğii	Bir kusurun meydana gelme olasılığı	Not
* Asgari $\pm 4 \sigma$ ($Cpk \geq 1,33$)	1/10.000	1
	1/5000	2
* Asgari $\pm 3 \sigma$ ($Cpk \geq 1$) $\Rightarrow$	1/2000	3
	1/1000	4
	1/500	5
	1/200	6
* ± 3 ila $\pm 2,5 \sigma$ arası benzer proseslerde meydana gelen arızı kusurlar. ($Cpk \geq 0,83$)		
	1/100	7
* Asgari $\pm 2,5 \sigma$ benzer proseslerde meydana gelen kusurlar ($Cpk < 0,83$)		
	1/50	8
* Benzer proseslerde sık sık meydana gelen kusurlar. ($Cpk < 0,83$)		
	1/10	9
* Kötü hakim olunan proses		
	1/5	10
* Sistematik kusur.		

Puanlandırma işleminin faydaları :

- Puanlandırma işlemi nitelik ve tanımlama ile ilgili ve subjektif kriterler arasında bir bağıntı geliştirir.
- Hata olasılığı frekans ve tesbit imkanlarından bağımsızdır.
- Endis seviyesini belirlemek için müşteri anketlerini referans almak mümkündür.

Dikkat edilmesi gereken konular :

- Bir incelemede, hata olasılığı endisi kullanımında belli bir seviye tutturmak gerekir. Bunu sağlamak için, etkileri sınırlamak ve karşılaştırmak yolu ile anında puanlandırmak gerekir.

5.8.6.1.2. Hatanın Şiddeti (S)

Yine 1 ila 10 rakamları arasında değişen bir sıklıkla yardımıyla hesaplanır. Hata şiddeti değerleri için hatanın müşteri üzerine etkisi esas alındığından, belirli bir hatanın bütün olası sebeplerine aynı şiddet değeri verilmelidir. Şiddet değeri Tasarım-OHTEA’ında ancak parça/ürün tasarımında alınacak önlemlerle değiştirilebilir.

Proses-OHTEA’ında şiddet olası hata türünün müşteriye olan etkisinin (sonucunun) önem ve tehlikesinin bir değerlendirmesidir. Müşteri yönünden şiddet derecesini yalnızca tasarımın değiştirilmesiyle mümkün kılınabilmektedir. Üretim sırasındaki kontrollerin etkisi yoktur. Belirli bir sonuç yaratan hatanın tüm olası sebepleri de aynı şiddet değerini alır. Hatanın daha sonraki proses işlemlerinde doğurduğu sonuca bağlı olarak şiddet değeri artırılabilir. Bilhassa müşteriye sevkiyattan sonra ürün hususunda, proses problemlerinin sonuçlarının şiddetidir.

Tablo 5.3. Hatanın Şiddet Değeri (S değeri) [21,22,25,27]

Kriterler	S değeri
* Ufak arıza, müşteri bunun farkında olmaz. (İhtimal dahilinde olmayan hatalar.	1
* Ürünün performansını düşürücü bir etki yaratmayan geçici bir sıkıntıya sebep olan, müşterinin kendinin giderebileceği ufak kusurlar.	2-3
* Bozulma meydana gelmeden bunu çeşitli emarelerle belli eden ve müşteride hoşnutsuzluk yaratan hatalar. Bunlar müşteriyi rahatsız eder veya zor durumda bırakır.	4-5
* Ürünün performansının düşmesine neden olan arızalar müşteride hoşnutsuzluk yaratır.	6-7
* Arıza meydana gelmeden önce bunu çeşitli emarelerle belli eden, müşteride büyük hoşnutsuzluğa yol açan ve/veya yüksek tamir maliyeti gerektiren arızalar.	8
* Arızanın meydana gelmesinden önce hiç bir emare göstermeyen müşteride büyük hoşnutsuzluğa yol açan ve/veya yüksek tamir maliyeti gerektiren arızalar.	9
* Güvenlik sorunları yaratan ve emare göstermeyen arızalar.	10

5.8.6.1.3. Hatanın Keşfedilebilirliği

Ortaya çıktığı varsayılan hata sebebinin (ya da şeklinin) müşteriye ulaşabilme olasılığıdır. Ortaya çıkmış olan muhtemel hata (sebeb ya da şekil olarak) öngörülen tespit (keşfedilebilirlik) önlemlerinden geçmiş olmalıdır. [27]

Tasarım-OHTEA'sında hatayı oluşmuş gibi varsayıp, mevcut bölüm kontrol önlemlerinin hatayı müşteriye gitmeden önce keşfetme verimleri değerlendirilmelidir. Keşfedilebilirlik değerinin artırılması için kontrol önlemlerinin iyileştirilmesi veya artırılması gereklidir. Bazı durumlarda keşfedilebilirlik olasılığını tasarım değişikliği de arttırabilir.

Proses-OHTEA'sında düşük frekanslı hata türlerini keşfetmek veya onları prosesin daha sonraki aşamalarına gitmelerini önlemek için proses kontrol önlemlerinin yetenekleri değerlendirilmelidir. İstatiksel esaslar dahilinde numune kontrolleri geçerli bir keşfetme kontrolüdür.

Keşfedilebilirlik, üretim prosesi esnasında üretim prosesindeki problemleri/sebepleri ve bunlardan kaynaklanan ürün üzerindeki hata türlerini/etkilerini ürün müşteriye ulaşmadan önce keşfetme olasılığıdır. Bir sebebin söz konusu olan tüm üretim prosesi esnasındaki keşfedilebilme olasılığıdır.

Belirleme iki şekilde mümkün olabilmektedir;

- Hata/sebep analizi,
- Kontrol önlemleri analizi.

Keşfedilebilirliğin kestirilemediği durumlarda ona bir değer biçebilmek için katılımcıların deneyimlerine başvurulur. Bu durumda değerlendirmenin subjektif olduğu sonuç yazısında belirtilmelidir. [27]

NOT : Eğer tespit noktası inceleme sınırlarımız içinde değil ise, grup tarafından değerlendirilemez ve değerlendirilmemelidir. İkinci bir konuda kontrol ile keşfedilebilirliği karıştırmamak gerekir. Sonuç olarak bir kontrol operasyonu % 100 etkili olabilir ama uygun olmadığı halde müşteriye teslim edilmiş parçalar varsa tespit yönteminin hiç bir değeri yoktur. [27]

- Tüm değerlendirme süresince aynı seviyede kalmak: bunun için tüm puanlandırmalar belirli bir zaman diliminde yapılmalıdır.

- Ortaya çıkan bir hata (ve/veya bir şekli)'dan hareketle tespit seviyesinin belirlenmesi,

- Kontrol edilerek engellenen ile, bu kontrolde tespit edilemeyenlerin karıştırılmaması.

Keşfedilebilirlikte genellikle aşağıdaki kriterler kullanılmaktadır; [21,25]

- :Bir insan tarafından yapılan kontrolün keşfedilebilirliği otomatik olarak yapılandan daha küçüktür.

- Gözle yapılan kontrolde keşfedilebilirlik aletlerle yapılandan daha küçüktür.

- Eğer özellikler çok yüksek oranda tekrarlanmıyorsa, bir örnekleme kontrolün keşfedilebilirliği çok düşüktür.

- Eğer özellikler çok yüksek oranda tekrarlanıyorsa, bir örnekleme kontrolün keşfedilebilirliği iyi olabilir. (Müşteri giriş mamulleri bölümünde yapılan kontrolleri göz önüne almayınız.)

Tablo 5.4. Kusurun (hatanın) Keşfedilebilme Olasılığı (Pd) [21,22,25,27]

	Kriter	Hatanın müşteriye yansıma olasılığı	Not
*	Kesin olarak saptanır. Kusur muayenelerden geçemez. [$>99,99\%$] (S.P.C)	1/100.000	1
*	Kusurun saptanması olasılığı çok : Proses üzerinde istatistiksel veya görsel kontrol. [$> 99,7\%$]	1/10.000	2
*	Kusurun bir sonraki postaya ulaşması zayıf bir olasılıktır. [$> 99,7\%$]	1/1000	3
*	Kusurun posta üzerinde saptanması olasılığı az fakat önceden çok olası. [$> 99,7\%$]	1/500	4
*	Kusurun posta üzerinde saptanması olasılığı az fakat nihai kontrolde mümkün. [$> 99,7-98\%$]	1/100	5
*	Kusurun saptanması sadece ambalaj safhasında mümkün.	1/20	6
*	Kusurun saptanması sadece süper kontrol safhasında mümkün	1/10	7
*	Kusurun saptanması, imalatçının montaj hattından önce hemen hemen imkansız.	1/3	8
*	Kusurun saptanması, ürünün deneyinden önce hemen hemen imkansız.	1/2	9
*	Hiçbir saptama imkanı yok.	1	10

5.8.6.1.4. Risk Öncelik Sayısının Tesbiti (R.Ö.S.)

Risk öncelik sayısı şu üç kriterin çarpılmasıyla elde edilir;

- 1-) Hata/sebep olasılığı (Po)
- 2-) Hatanın şiddeti (S)
- 3-) Hatanın keşfedilebilirliği . (Pd)

Bu indisler 1 ile 10 arasında değişirken, R.Ö.S. değeri ise 1 ile 1000 arasındadır. (Hesaplama işi grupça yapılan çalışma haricinde yapılır.)

(R.Ö.S.)'nin tespitiyle hata sebeplerinin birbirlerine nazaran göreceli önemini gösteren bu değer aynı zamanda tasarımdaki endişeleri büyükten küçüğe doğru sıralamak içinde kullanılır. Böylece olası sebebin düzeltilmesinde öncelik tayini amacıyla kullanılır. Üretim prosesinin önerilen iyileştirmeleri (RÖS)'lerine dayandırılır. Yüksek (RÖS)'leri ve olasılık değerleri, iyileştirici önlemlerin uygulanmasında ve istatistiksel proses kontrol listesine alınmasında, öncelikle ele alınması gereken durumlardır. [21,25,27]

$$R.Ö.S. = Po \times S \times Pd$$

NOT : (R.Ö.S.)'nin büyük olması, olası hata türünün direk müşteri tatminsizliği meydana getireceğidir. Oysa üretim esnasında çok büyük önem arzeden bir hata türü bir sonraki üretim aşamasına geçmeden önce tespit edildiğinden müşteriye etkisi olmadığı düşünülse de parça maliyetinin artmasına sebep olacak ve yine müşteri kaliteyi pahalıya almak zorunda kalacağından etkilenecektir.

5.8.6.1.5. Tavsiye Edilen İyileştirmeler ve Takibi

Düzeltilici önlemler, (R.Ö.S) değerleri daha önceden belirlenmiş ve seviyeyi aşan hata nedenleri için uygulamaya alınır. Bu seviye ise $R.Ö.S \geq 100$ 'dür. Düzeltilici önlemler, diğer alanlardaki başarısı kanıtlanmış uygun tedbirler önerilir. Eğer

düzeltilme tedbirleri uygulanmıyorsa yapılan OHTEA çalışmasının hiçbir fonksiyonu yoktur. [26]

Özellik hatayı meydana getiren sebep üzerine veya hatanın oluşma olasılığı üzerinde müdahalede bulunarak, hatanın meydana gelmesi engellenebilir. Bu tedbirler içerisinde Tasarım veya proses değişimi gerekli olabilir. (İstatistik kontrol sadece proses kontrolünde kullanılır ve sonuçları ilgili alanlarda sürekli iyileştirme ve hata önlenmesini sağlar) [26]

Parça tasarım değişikliği yardımıyla hatanın etkisi (önemi) azaltılır. Kontrol tedbirlerinin etkisinin artırabilmesi için tasarım veya proses değişikliği yükseltilir. Genellikle hatanın bulunmasını sağlayan tedbirler maliyeti yükseltir ve kalite iyileştirmesini getirmez. Aynı zamanda kontrol sıklığındaki yükseliş yararlı bir durdurma tedbiri değildir ve sadece bu davranış geçici çözümler üretir. [26]

İyileştirme tedbirlerinin faydalı olabilmesi için sorumluluk alanları tam olarak tespit edilmelidir. Yapılan çalışmaların muhakkak kontrolü şarttır. Alınan önlemler muhakkak ilgili birimlere bildirilmelidir. (Örneğin resimlerin, spesifikasyon değişiklik numaralarının, değerlendirilen toleranslar vs.) Şayet önerilen tedbirlerin uygulanmaması veya kısmen uygulanması söz konusu ise OHTEA uygulayıcısı bu durumdan genel olarak haberdar edilmeli ve ortak bir çözüm bulunmalıdır. [26]

Seri üretim esnasında daha sonraki genişletme ve iyileştirme çalışmaları yine OHTEA çalışması baz olarak ve OHTEA çalışması içerisinde yürütülmelidir. [25]

Hata azaltıcı tedbirlerin temelinde, hata/sebebe ortaya çıkma ihtimalinin azaltılması, hatanın saptanmasına tercih edilmelidir. İstatistiksel proses kontrol araçlarının yardımıyla “proses kabiliyetinin” saptanması hatalı parçaların % 100 kontrolle seçilmesinden daha akılcıdır. En iyisi potansiyel hatanın tasarımda veya üretim tekniğindeki düzeltmelerle elemine edilmesidir. [25]

Tüm önleyici ve düzeltici tedbirlerin, saptanabilen alanlarda, tasarımda, üretim planı ve üretim tekniğinde vede üretim ve üreticinin kalite güvenirliğinde belirtilmiş olması gerekir. Teslimatçı ve müşterinin ortaklaşa çalışmasıyla da amaç birliği sağlanabilmektedir. Değiştirilen çizimler, spesifikasyonlar, üretim planları ve kontrol talimatları planlanan bir akış planında karşılaştırılmalı ve sapmalar hemen değerlendirilmelidir. [25]

Düzeltilmeler sonucu, neticelerin değerlendirilmesi işlemi yine OHTEA kapsamı içerisinde yapılır ve (Po, S, Pd) indisleri tekrar bulunur yeniden (R.Ö.S)'sı hesabı yapılarak sonucun iyiye gidişi onaylanmış olur. Böylece bir sonraki düzeltme adımının gerekli olup olmadığına karar verilir. [25]

Tasarımcı imalat prosesi üzerinde sınırlı bir kontrole sahiptir. Bununla beraber, Mühendislik Talimatları, Standartlar, Teknik çizimler ve Tedarik şartnameleri yoluyla, proses kontrollerini, muayeneleri ve testleri belirleyebilir. Bu durum yan sanayicilere proses yetenek çalışmaları, küme muayenesi ve veri toplama gibi özel kontrol önlemlerinin gerçekleştirilmesini zorunlu hale getirir.

Kısaca:

- Hata/sebep (Po) olasılığını azaltmak için, Tasarımı değiştirerek (malzeme, boyutlar, veriler, vb.) veya prosesi değiştirerek (makinalar, kalıplar, çevrimler, tezgah yerleştirmesi, vb.) azaltılabilir.
- Hatanın şiddetinin (S) veya hata etki şiddeti ancak ve ancak hatalarını önleyerek yapılacak dikkate değer bir tasarımın gözden geçirilmesiyle azaltılabilir.
- Keşfedilebilirlik sayısı, mevcut kontrol önlemlerini iyileştirerek ve daha etkili kontrolleri benimseyerek azaltılabilir. (Kontrolün sıklığını artırarak vs.)

BÖLÜM 6. OLASI HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİNİN ORTA ÖLÇEKLİ BİR BASINÇLI DÖKÜM FABRİKASINA UYGULANMASI

6.1. Uygulamanın Gerçekleştirildiği Firmanın Tanıtılması

“MITA Kalıp ve Döküm Sanayii ve Ticaret A.Ş.” Alüminyum ve Çinko alaşımlarından basınçlı döküm yöntemini kullanarak özellikle otomotiv, dayanıklı tüketim malları, tarım aletleri ve telekomünikasyon alanında faaliyet gösteren birçok firmaya yan ürün olarak parça üreten bir yan sanayii kuruluşudur. Aynı zamanda ürettiği bazı parçalarlada direk piyasaya girmiş durumdadır.

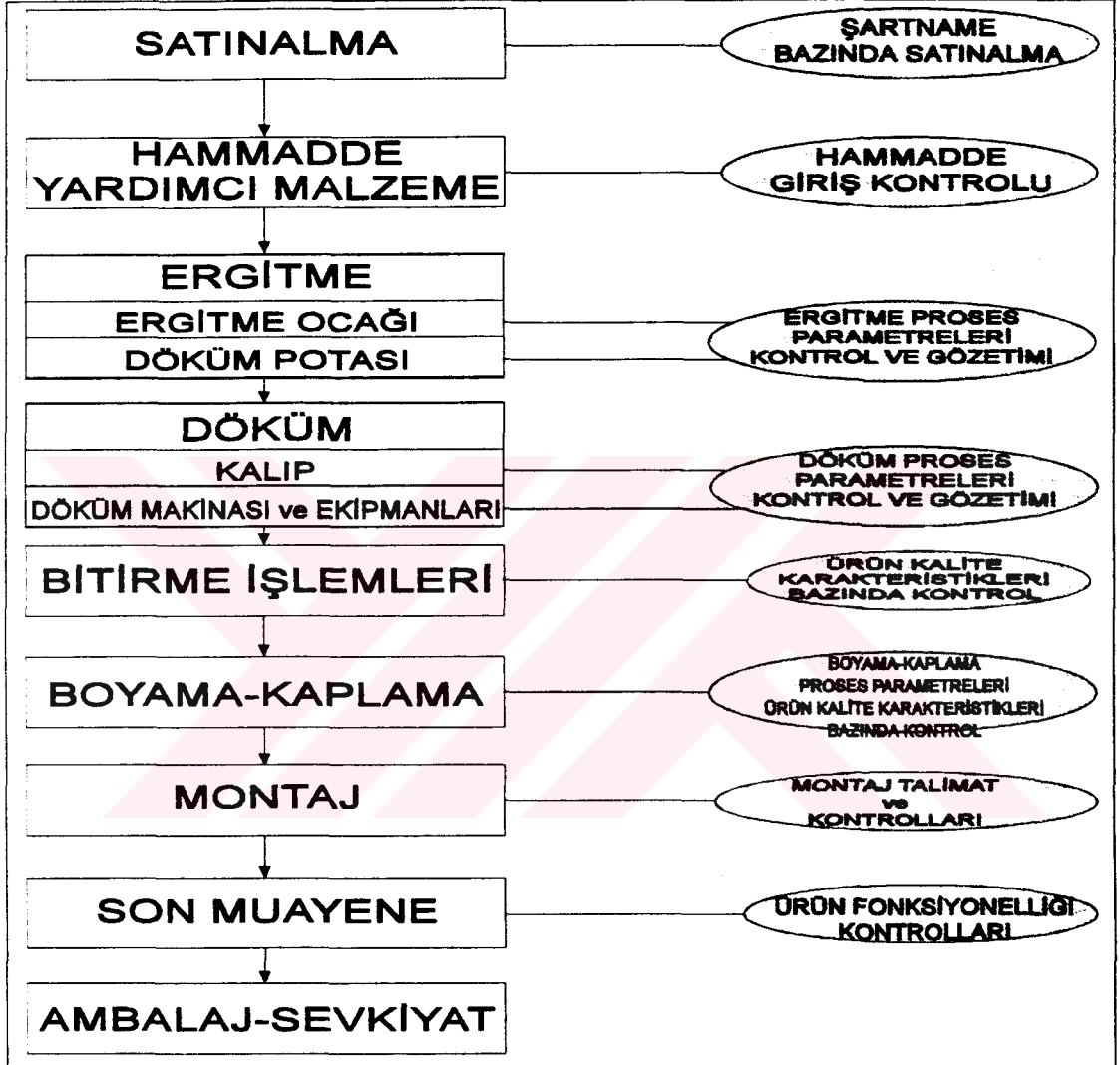
“MITA Kalıp ve Döküm Sanayii ve Ticaret A.Ş.” nin 50 tane işçisi bulunan ve sadece basınçlı döküm değil aynı zamanda özellikle otomotiv parçalarında montaj yapımında gerçekleştirmektedir. Bu firmada üretilen parçalar genelde ham malzeme girdisinin tüm üretim aşamalarının akabinde tam bir mamul olarak fabrikadan çıkmaktadır. Yan sanayii kuruluşlarıyla çalışmalar minimum düzeyde olup ürettiği mamullerin tamamına yakını kendi bünyesinde imal edilmektedir.

Firmanın en önemli karakteristiklerinden bir tanesi de, basınçlı dökümde çok önemli bir konuma sahip olan kalıp imalatıdır. Firma kendi kalıbını kendi kalıp atölyesinde yapmakta ve aynı zamanda piyasaya da kalıp imal etmektedir.

Firmada kalite güvence sistemi kurma çalışmaları 1992 Haziran ayında başlamıştır. Bu çalışmada kalite güvence sisteminin başarısının garanti altına

alınmasına ve kalitenin geliştirilmesine katkısı büyük olan kalite tekniklerinden olan proses-OHTEA analizinin uygulamasına yer verilmiştir.

6.2. Firmada Üretim Esnasında Kullanılan İş Akış Şeması ve Kalite Planı



Şekil 6.1. Genel üretim akış şeması ve kalite planı.

	MITA KALIP ve DÖKÜM SANAYİİ A.Ş. KALİTE GÜVENCESİ EL KİTABI	Sayfa:9 Revizyon:0 Tarih: Mayıs 1994
Bölüm No: III	Bölüm Adı: Kalite Güvence Sistemi İş Talimatları	K7-1

ERGİTME FIRINI ÇALIŞTIRMA TALİMATI

A. ANA OCAKLAR

1. ALÜMİNYUM VE ZAMAK KÜLÇELERİ ORTA ÇENTİKLERİNDEN İKİ EŞİT PARÇAYA AYIRDIKTAN SONRA ANA OCAK CİVARINDA GÜNLÜK DÖKÜM MİKTARI KADAR İSTİFLE.

ZAMAK MAMÜLLER İÇİN ÖNGÖRÜLEN C VE ALÜMİNYUM MAMÜLLER İÇİN ÖNGÖRÜLEN C SICAKLIK AYARLARINI TERMOSTATİK DEVRELİ KONTROL PANELİNE AŞAĞIDAKİ ŞEKİLDE PROGRAMLA.

PROGRAMLAMA İŞLEMİ

a) Alt (low) sıcaklık değerini ayarlamak için (set) düğmesine basıp, küçük bir tornavida yardımı ile saat yönünde çevirerek sıcaklığı (adj) yuvasından istenen değere ayarla.

b) Üst (high) ısı değerini ayarlamak için set düğmesine basıp (adj) vidasından üst sıcaklık değerini ayarla.

2. DEVREYE GİREN OCAKLARDA ÖN ERGİTMEYİ SAĞLAMAK AMACI İLE POTAYA BİR MİKTAR SIVI METAL İLAVESİ YAP.

İSTİFLEDİĞİN YARIM KÜLÇELERİ POTA İÇİNE DÜZGÜN ŞEKİLDE DİZ. ALÜMİNYUM BESLEMEDE ÖN ERGİTME TEMİZLEME TOZUNDAN 300 GR. POTA TABANINA YERLEŞTİR.

3. ERGİTME SIRASINDA OCAK KAPAKLARINI KAPALI TUT, HAVALANDIRMA SİSTEMİNİ ÇALIŞTIR.

Hazırlayan : Neçirhan Bulent YARDIMCI	Kısım Adı:	ONAY: Teknik Müdür
--	------------	-----------------------

Şekil 6.2. Firmada kullanılan talimat ve prosedürler ve formlar

 mita	MİTA KALIP ve DÖKÜM SANAYİİ A.Ş. KALİTE GÜVENCESİ EL KİTABI	Sayfa 7 Revizyon 0 Tarih: Mayıs 1994
Bölüm No III	Bölüm Adı: Kalite Güvence Sistemi İş Talimatları	K7.1

B. YARDIMCI OCAKLAR

1. ALÜMİNYUM VE ZAMAK ESASLI HURDALARI ANA OCAKLARDA OLDUĞU GİBİ ERGİTME İŞLEMİNE TABİ TUT.

HURDA VE YOLLUKLARI BİR POTA KAPASİTESİ KADAR DOLDUR.

KONTROL PANELİNDEN ALÜMİNYUM İÇİN C VE ZAMAK İÇİN C DEĞERLERİNİ PROGRAMLA.

2. İLK BESLEME VE MÜTEAKİP BESLEMELERDE ALÜMİNYUM İÇİN GEREKLİ 200 GR. TEMİZLEME TOZU İLAVESİNİ YAP.

Hazırlayan: Mr. Ali Bulent YARDIMCI	Kısım Adı:	ONAY: Teknik Müdür
--	------------	-----------------------

Şekil 6.2'nin devamı

	MITA KALIP ve DÖKÜM SANAYİİ A.Ş. KALİTE GÜVENCESİ EL KİTABI	Sayfa:4 Revizyon:0 Tarih: Mayıs 1994
Bölüm No: III	Bölüm Adı: Kalite Güvence Sistemi İş Talimatları	K761

C. DÖKÜM İŞLEMLERİ :

KALIP VE POTA İŞLEMLERİNİ TAMAMLADIKTAN SONRA DÖKECEĞİN MALZEMENİN ÖNGÖRÜLEN MENGENE BEKLEME SÜRESİ VE VURUŞ AYARINI MAKİNA ÜZERİNDE AYARLATARAK, DÖKÜME GEÇ.

DÖKÜM ESNASINDA PARÇA İÇİN BELİRLENMİŞ KEPÇEYİ KULLAN. DÖKTÜĞÜN MALZEMEYİ BOŞLUK, EKSİKLİK, MAÇA DELİĞİ, SİMETRİ ÖZELLİKLERİNİ DİKKATE ALARAK BİR ÖN KONTROLDEN GEÇİR. SAĞLAM OLDUĞUNA GÜVENDİĞİN PARÇAYI DÖKÜM ARABASINA KOY.

Hazırlayan : MGT/Mth. Bulent YARDIMCI	Kısım Adı:	ONAY: Teknik Müdür
--	------------	-----------------------

Şekil 6.2'nin devamı

	MITA KALIP ve DÖKÜM SANAYİİ A.Ş. KALİTE GÜVENCESİ EL KİTABI	Sayfa:5 Revizyon:0 Tarih: Mayıs 1994
Bölüm No: III	Bölüm Adı: Kalite Güvence Sistemi İş Talimatları	Kod:

DÖKÜM SIRASINDA YAPILACAK İŞLEMLER TALİMATI

A. KALIP İŞLEMLERİ

GEREKLİ KISIMLARINA ÖNGÖRÜLEN ÖLÇÜDE KALIP YAĞINI SÜR VE DAHA SONRA BASINÇLI HAVA İLE SÜRMÜŞ OLDUĞUN KISIMLARIN ÜZERİNE YAĞI YAY.

PİSTONA SÜRDÜĞÜN YAĞIN AZ MİKTARDA VE İNCE OLMASINA DİKKAT ET.

KALIP YÜZEYİNDE ÇAPAK VE PİSLİK OLMAMASINA DİKKAT ET. EĞER VARSA BASINÇLI HAVA VE YAĞ KARIŞIMI PÜSKÜRTMEYİ İHMAL ETME.

Hazırlayan : Mec. Muh. Bulent YARDIMCI	Kısım Adı:	ONAY: Teknik Müdür
---	------------	-----------------------

Şekil 6.2'nin devamı

	MITA KALIP ve DÖKÜM SANAYİİ A.Ş. KALİTE GÜVENCESİ EL KİTABI	Sayfa 6 Revizyon 0 Tarih: Mayıs 1994
Bölüm No: III	Bölüm Adı: Kalite Güvence Sistemi İş Talimatları	Kod:

B. POTA İŞLEMLERİ :

ERGİMiŞ SIVI METAL BANYOSUNUN SICAKLIĞINI KALİTE KONTROL ELEMANLARINDAN BAĞIMSIZ OLARAK HER 30 DAKİKADA BİR PİROMETRE İLE ÖLÇ.

HER PARÇA İÇİN ÖNGÖRÜLMÜŞ DÖKÜM SICAKLIĞINI GEÇMEYECEK ŞEKİLDE KONTROL PANELİNDEN TAKİP ET.

ÖLÇTÜĞÜN DEĞERLERİ DÖKÜM SICAKLIĞI TAKİP FORMUNDAKİ İLGİLİ HANELERE KAYDET.

YAPTIĞIN HER ALÜMİNYUM KÜLÇE ŞARJINDAN SONRA AŞAĞIDAKİ TEMİZLEME PROGRAMINI UYGULA.

Daldırma çanının içine 200 gr. temizleme tozu ilavesi yap. (Kalite kontrol tarafından hazırlanmış poşet)

Çanı pota tabanına daldır ve reaksiyonun gelişimini takip et.

Reaksiyon sona erdiğinde çanı çıkar ve yüzeyde biriken topaklanmış tozlarla birlikte curufu kevgir kepçe yardımı ile temizle ve hurdaya at.

Hazırlayan : Ays Mula Bulent YARDIMCI	Kısım Adı:	ONAY: Teknik Müdür
--	------------	-----------------------

Şekil 6.2'nin devamı

	MİTA KALIP ve DÖKÜM SANAYİİ A.Ş. KALİTE GÜVENCESİ EL KİTABI	Sayfa: 8 Revizyon: 0 Tarih: Mayıs 1994
Bölüm No: III	Bölüm Adı: Kalite Güvence Sistemi İş Talimatları	Ktd:

C. POTA DEĞİŞTİRME

1. POTA DIŞINA TAŞAN MALZEMEYİ İYİCE TEMİZLE.
2. POTA DİBİNE AMYANT VEYA DİPCİK YERLEŞTİR.
3. UYGUN ÖLÇÜDEKİ POTAYI OCAK İÇİNE KOY.
4. ISI YALITIMI İÇİN AĞIZ KISMINI KAYA YÜNÜ İLE KAPAT.
5. OCAK ÇEMBERİNİ POTAYA DEĞMEYECEK ŞEKİLDE YERLEŞTİR.
6. OCAK TAHLİYE DELİĞİNİ ALÜMİNYUM FOLYO İLE SIKICA KAPAT.
7. POTAYI AKKOR HALE GELENE KADAR ISIT 10 DAKİKA BEKLET VE YÜKLEMİYİ YAP.
8. POTA CİNSİNİ VE DEĞİŞİM TARİHİNİ POTA DEĞİŞİM ÇİZELGESİNE YAZ.

Hazırlayan : Mecidiye Bulent YARDIMCI	Kısım Adı:	ONAY: Teknik Müdür
--	------------	-----------------------

Şekil 6.2'nin devamı

	MİTA KALIP ve DÖKÜM SANAYİİ A.Ş. KALİTE GÜVENCESİ EL KİTABI	Sayfa: 1 Revizyon: 0 Tarih: Mayıs 1994
Bölüm No: III	Bölüm Adı: Kalite Güvence Sistemi İş Talimatları	Kırt:

BASINÇLI DÖKÜM MAKİNASI ÇALIŞTIRMA TALİMATI

1. KALIBI MAKİNAYA BAĞLARKEN ŞALTERİ KAPAT.
2. KALIBIN EKSİKSİZ BAĞLANMIŞ OLMASINA DİKKAT ET.
3. ÇALIŞIRKEN KULLANILACAK ALET VE YARDIMCI MALZEMELERİ HAZIR BULUNDUR.
4. SOĞUTMA SUYU GİRİŞ VE ÇIKIŞ BORULARINI KALIBA BAĞLA.
5. AZOT BASINCI VE HİDROLİK BASINCI DÖKÜMÜ YAPILACAK PARÇA İÇİN AYARLA.
6. DÖKÜME BAŞLAMADAN ÖNCE KALIBI ISIT KALIP SICAKLIĞINI 150-200 C ARASINDA AYARLA.
7. DÖKÜM İŞLEMİ İÇİN MAKİNA HAZIR DURUMDADIR.
8. MENGENE VE MAÇALARIN KAPALI OLMASINA DİKKAT ET.
9. PRES SİPERİNİ KAPA VE DÖKÜM İŞLEMİNE BAŞLA.

Hazırlayan : Ali Akif BİLİR YARDIMCI	Kısım Adı:	ONAY: Teknik Müdür
---	------------	-----------------------

Şekil 6.2'nin devamı



FORM NO:

PROSES TAKIP FORMU 1A										Plast.Enj. ☐ Metal Enj. ☐		ÜRETİM BAŞLAMA ÜRETİM BİTİRME	
NO		PARÇA ADI				PARÇA KODU				TOPLAM ÜRETİM SÜRESİ			
1										TOPLAM ÜRETİM ADEDİ			
2										TOPLAM HATALI ÜRETİM ADEDİ			
3										ÜRETİM YAPAN			
4													
5													
MALZEME		PRES NO:		KALIP NO:		KALIPTAKİ GÖZ ADEDİ				PARTİ NO:		TAKİP KONTROL RAPOR NO:	
						NO: 1 2 3 4 5 Göz Ad.							
KONTROL AÇIKLAMASI (.....)										ÜRETİM SİRASINDAKİ AKSAMLAR AÇIKLAMA BOLUMUNDE BELİRTİLECEKTİR			
KONTROL TARİHİ	KONTROL EDİLEN	KUSURLU	KONTROL SAATİ	KONTROL DAMGASI	GÜNLÜK HATALI ÜRETİM ADEDİ	AÇIKLAMA							
TOPLAM													
						KONTROL		ONAY					

Şekil 6.2'nin devamı



FORM NO:

[illegible]

Şekil 6.2'nin devamı

6.3. *Genel Olarak Basınçlı Döküm Prosesinde Ortaya Çıkan Hatalar ve Hata Sebepleri*

Hata sebebi makinanın basit konstrüksiyonu olabilir. Sıkıştırma sistemindeki hidrolik aksamdaki aksamaların yanında, kapama tarafıda bir hata kaynağı olabilir. Makina plakalarındaki aşınma önemli bir değere ulaştığında hata kaynağı meydana gelebilir. Presleme silindiri eksenden birkaç milimetre sapabilir, öyleki basınç pistonunun aşınması yükselir ve şüphesiz darbesiz döküm elde edilmez. [5]

Kalıp yüzeyleri yaklaşık 100.000 dökümden sonra bozulur. Bunun için tekrar işlenmesi gerekir. Tam hatasız dökümlerde oyukların daha sonra işlenmesi pahalıdır, bu yüzden kalıp yüzeyleri çok itinalı işlenmelidir.

En önemli hata kaynaklarından biride kalıptaki çatlaklardır. Özellikle yüksek sıcaklıkta ergiyen alaşımların dökümünde kalıp için uygun çeliğin seçimi ve ısıtma işlemi, sıcak yırtılmalar için en iyi garantidir. İlk sıcak yırtılmada kalıp özenle parlatılmalıdır ve daha sonraki çalışmalarda yüzey iyi bir kalıp yağlayıcısıyla yağlanmalıdır. (5)

Basınçlı döküm prosesinde dökümün çabuk donması yüksek dayanımlı ve ince taneli bir yapı verir. Eğer parçada ani yön değişimleri varsa donma olayı yüksek iç gerilmelere yol açar. İç gerilmeler normal olarak dökümün güçlü kabuğu tarafından kontrol altında tutulurlar. Fakat çok yüksek oldukları takdirde çekme çatlaklarının oluşmasına sebep olurlar, aynı zamanda parça atelye işlemlerine verildiğinde veya yüksek sıcaklıklarda çalıştırıldığında şekil bozulmasına yol açabilirler. Normalleştirme işlemi iç gerilmeleri azaltmakla beraber mekanik özelliklerde düşmelerde sebep olabilir. İç gerilmelerin şiddeti metalin esneklik modülüne ve çekmedeki hacim değişikliğine bağlıdır. Bu nedenle eşdeğer şartlar altında alüminyum alaşımlarının dökümündeki iç gerilmeler daha fazladır.

Basınçlı döküm parçalarında görünen belli başlı hatalar aşağıda verilmiştir.

a-) Çekme boşlukları : Yetersiz beslenmeden doğan çekme boşluklarına rastlanılabılır. Kalıp içindeki sıvı metal katılaşmadan kanaldaki metal donarsa çekme dolayısıyla meydana gelen hacim değişimi kanaldan gelecek fazla metalle dengelenemez ve kütlede boşluklar yer alır.

b-) Gaz boşlukları : Porozite kalın kesitli döküm parçasında az sayıda büyük boşluklar veya parçanın içinde küçük gözenekler şeklinde özellikle yüzeye yakın yerlerde görülür.

Genellikle porozitenin değişik sebepleri vardır.

1-) Uygun olmayan kalıp konstrüksiyonundan dolayı hava içerde kalabilir. Küçük kesitlerde akış hızı artacak ve havanın kalıptan uzaklaşması için zaman kalmayacak, ayrıca hava kanalları önceden tıkalı olabilir. Derin oyuklu kalıp parçalarında havanın bu kanallara ulaşması zordur. Buna çare olarak metal önce derin oyuklara gönderilir. İki kalıp parçası arasında hava alma kanalları açılır. Metalin bu kalıp oyukları doldururken birçok ters akışa sebep olduğundan mümkün olduğu kadar tek bir yollukla çalışılır. Hava kanalları mümkün olduğu kadar gözeneklilik olabilecek bölgelere yakın konulur. Eğer hava kanalı mevcutsa ve parça gözenekli ise hava kanalı ya küçük yada tıkalıdır.

2-) Yanlış yağlayıcıların kullanılmasında poroziteye sebep olabilir. Çünkü bazı yağlayıcılar gaz ve buhar oluşumuna yatkındırlar. Bu tip durumlarda başka yağlayıcı kullanılmalı (örneğin tıpkı grafit gibi kuru yağlayıcılar kullanılabilir.)

3-) Porozit düzensiz katılaşma yoluyla da ortaya çıkabilir. İki döküm arasında veya yollukta metalin ince olarak daha önce katılaşması ve sonraki metal akışını engellemesi. Yüksek sıcaklıklarda ergiyen metallerde basınç artırılır ve böylece kalıp daha hızlı dolar bu sırada kalıp ve metal sıcaklığı daha yüksektir. Ek olarak fazla metal yığılan yerlerde etkili soğutma yapmak yardımcı olur.

Yolluğun konumu öyle olmalıdır ki, sıcak metal önce kalın kesitli yerleri doldurmalıdır, ama bu durum her zaman uygun olmaz. Metalin soğuma esnasındaki çekilmesiyle porozite ve çekilme çatlakları meydana gelebilir. Genellikle kullanılan alaşıma ve basınçlı döküm parçasının şekline bağlıdır.

c-) Tabakalaşma : Burdaki tabakalaşma bileşimleri farklı iç ve dış metal tabakalarının oluşumudur. Dış tabaka düşük sıcaklıklarda, iç tabaka da yüksek sıcaklıklarda katılaştıran bileşenler bakımından zengindir. Tabakalaşmanın şiddeti kesit kalınlığına ve soğumanın nüfus derinliğine bağlıdır. Bazı hallerde, özellikle düşük sıcaklık ve düşük enjeksiyon hızlı dökümlerde, primer kristaller katı eriyikten ayrılarak kalıp ağzındaki besleme havuzunda birikirler, böylece kalıp içine akan metalin bileşimi çok farklı olabilir.

d-) Yüzeyde Gözeneklilik : Sıvı metal yüzeyinde oluşan oksit tabakası ve gazlar döküm esnasında metal bünyesine girdikleri takdirde dökümde süngerimsi bir yapı meydana gelir. Metal bünyesindeki gazların açığa çıkmaları, metalin kalıp içinde ve maçalar çevresinde yağ ve greslerle temasa gelmeside gözenekliliğe sebep olur.

e-) Pullanma : Kalıp dolmadan önce gelen sıcak metal içeride kısmen soğumuş veya katılaşmış olan bir metal tabakası ile karşılaştığında dökümün yüzeyine gevşek bağlanan ve kolayca soyulabilen pul pul parçalar meydana gelir. Sıcak metal kalıp duvarı ile soğuk metal arasına girerek tam kaynamamış ince bir tabaka meydana getirir. Bu olaya “Pullanma” adı verilir. Pullanma olayı ince ön akışların kalıp duvarları boyunca akarken katılaştıktan sonra üzerlerinin sıcak ergimiş metal tabakaları ile kaplanmasından da doğabilir.

f-) Sert noktalar : Özellikle alüminyum alaşım dökümlerde sert noktalar meydana gelebilir. Bunlar ergimiş metal alaşımı ile kalıba sürüklenen metalik olan veya olmayan yabancı maddelerdir. Bu sert noktalar dökümün atelye işlemlerini güçleştirir ve bazen koparak parçanın hurdaya atılmasına yol açarlar.

g-) Yüzey çöküntüleri : Kalıp şiddetli darbe veya yöresel aşırı ısınmalara maruz kaldığında dökümde yüzey çöküntüleri görülür. Yöresel ısınmalarda sıcak

nokta yakınındaki metal katılaşmaz fakat bunun üzerine gelen metal sıcaklıktan daha uzak olduğu için katılaşır. Katılaşmayan metal nihayet katılaşp çekildiğinde hacmi küçülerek bir çöküntü meydana getirir.

h-) Akış çizgileri : Bunlar basınçlı dökümün karakteristik hata sebebidir. Eğer bu duruma düşük kalıp sıcaklığı sebep oluyorsa bunun ortadan kaldırılması çok kolaydır. Bazen tam bir ergime ve kaynama için bütün şartlar sağlandığı halde, kalıpta ayrılan akışlar karşılaştıklarında kaynayamayacak kadar soğumuş olabilirler. Bu takdirde döküm yüzeyinde ince eğriler görülür. Kalıp sıcaklığı çok düşükse bu çizgiler derindir. Bunların derinliği genellikle 1/100 mm'den azdır. Çok düzgün bir yüzey ancak homojen ısıtılmış bir kalıpla elde edilir. Genellikle akış çizgilerinin sebebi uygun olmayan döküm basıncı ve daha düşük metal akış hızlarıdır. Bu durumda kompleks parçalar daha geç doldurulur. Basıncın ve hızın yükseltilmesinin yanında daha geniş yollukda yardımcı olur. İletme kanalları o şekilde olmalı ki, güzel yüzey elde edilecek bölgeler daha önce doldurulmalıdır.

ı-) Çekme çatlamları : Dökümün katılaşması esnasında meydana gelen iç geril meler soğumada çekme çatlamlarına sebep olabilirler. Metal maçalarla uzun süre temasta kaldığı takdirde de çatlamlar meydana gelebilir. Maçalar zamanında çekilmezse yavaş yavaş artan çekme gerilmeleri maça çevresindeki metalin o sıcaklıktaki dayanımından yüksek bir değere çıkarlar ve metalde çatlamlar başlar.

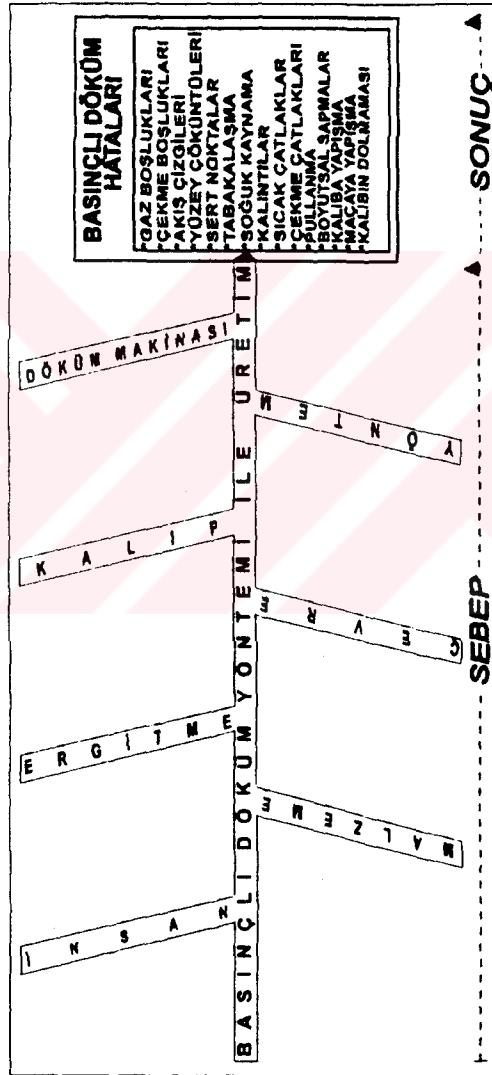
i-) Soğuk kaynamış bölgeler : İki metal akışı birbirleriyle karşılaştıklarında birbirleri içinde ergimeyecek kadar soğumuşlarsa bu olay meydana gelir.

j-) Kalıba ve maçaya yapışma : Özellikle bu olay Alüminyum ve Çinko (Zamak) alaşımlarının kötü bir özelliğidir. Bu olayın sebepleri;

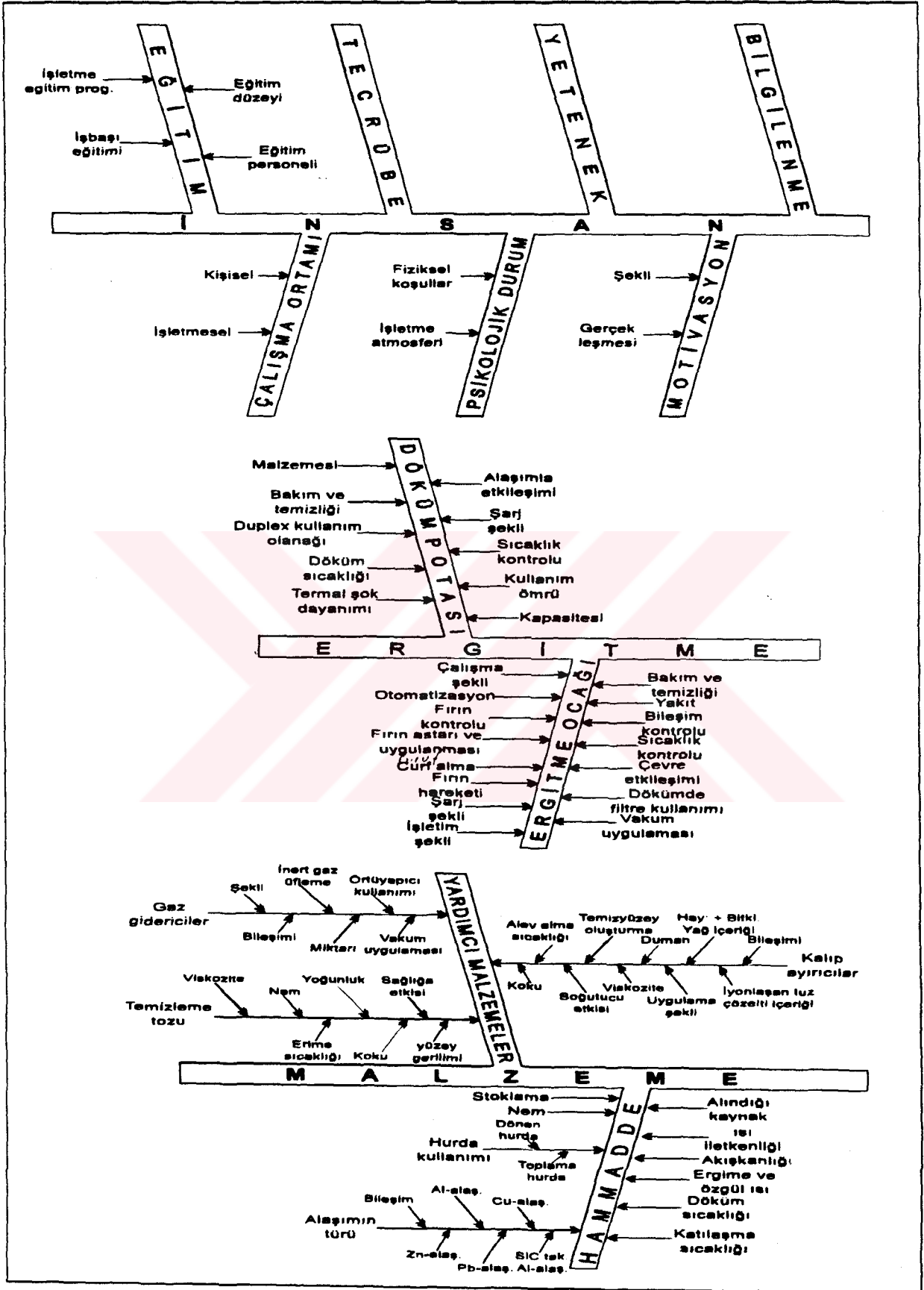
- Kalıp oyuklarının uygun olmayan ve yanlış yağlanması
- Aşırı ısıtılmış metal
- Metal akışının yanlış beslenmesi, kalıp boşluğunun direk doldurulması veya büyük metal akış hızı

- Uygun olarak sertleştirilmeyen kalıpta erozyon kalıba zarar verir.
- Çok az Fe içerikli Alüminyum alaşımlarının kullanılmasıyla yapışma önlenabilir. (Ergimiş metalin temiz olmasına dikkat edilmelidir.)

6.4. Üretim Prosesinin Basınçlı Döküm Aşamasına Ait Sebep-Sonuç Diyagramı (Kılçık Diyagramı)



Şekil 6.3. Basınçlı döküm prosesi için kılçık diyagramı



Şekil 6.3'ün devamı

Şekil 6.3'ün devamı

6.5. Üretim Prosesinin Basınçlı Döküm Kısmı İçin Proses-OHTEA Analizinin Uygulanması

6.5.1. Proses-OHTEA Analizinin “R-12 Su Pompası” İçin Uygulanması

A-)

Parça : R-12 Su pompası
 Katılımcılar : Murat ATEŞ
 Yılmaz TAPTIK
 Bülent YARDIMCI
 Alphan SİLAHTAR

Yer : “MİTA Kalıp ve Döküm Sanayii ve Ticaret A.Ş.”
 Tarih : Nisan-1995

B-) Parçanın adı : R-12 Su pompası
 Numarası : 05612061
 Malzemesi : Alüminyum
 Kullanıldığı yer : Otomobil motorlarında (Reno 12)
 Fonksiyonu : İçten yanmalı motorların soğutulmasını sağlayan suyun radyatör ile motor blokundaki su soğutma kanalları arasında devri daimini sağlamaktır.

Kullanımda istenen özellikler : Sızdırmazlık, mekanik yeterlilik, ömür.

C-) Ürünün alt parçalara ayrılması ve fonksiyonları aşağıda verilmiştir.

1-) GÖVDE

Malzemesi : Alüminyum
 Üretim tekniği : Basınçlı döküm (soğuk kamara)
 Kalıp göz adedi : 1
 Fonksiyonu : Mekanik aksamaları üzerlerinde toplayan ve motor blokuna monte edilmesini sağlayan parça.

Kısaca içten yanmalı bir motorda soğutma suyunun sirkülasyonunun herhangi bir kaçak vermeden düzenli bir şekilde devrinin motor bloku içinde sağlanması.

2-) RULMAN

Malzeme : Sertleştirilebilen çelik
Fonksiyonu : Kasnak göbeği, su çarkı ve keçe yuvasının birbiri içinde uyumlu ve dönerek çalışmasını sağlamak.

Rulman; su alabilen çelikten, parçaların yüzey pürüzlülüğünün minimum olacak şekilde işlenmiş ve hassasiyeti çok yüksek bilyalar yardımıyla döner sistemin oluşturulmuş şeklidir. (Rulman Yurt dışından alınmaktadır.)

3-) SU ÇARKI

Malzeme : Alüminyum
Üretim yöntemi : Basınçlı döküm (soğuk kamara)
Kalıp göz adedi : 1
Fonksiyonu : Pompa adaptörü içerisindeki suyun sirkülasyonunu sağlamak.
İlişkide olduğu parça : Rulman

4-) O-RİNG

Malzeme : Epidiem
Sertlik : 70-71 Shore
Fonksiyonu : Keçe ve pompa gövdesi birleşme yüzeyi arasındaki sızdırmazlık.

5-) KASNAK GÖBEĞİ (KAPLİN)

Malzeme : GG-25 Sfero döküm
Fonksiyon : Motor bloğundaki kasnağa bağlanarak pompayı harekete geçiren eleman.
İlişkide olduğu parça : Rulman ve bağlantılı olarak motor bloğu.

D-) Proses akış şeması ve herbir aşamada yapılan kontroller.

1-) GÖVDE DÖKÜMÜ

Burada ortaya çıkabilecek hatalar direk bir sonraki işlemi veya doğrudan müşteride sorunlar yaratacaktır.

- * 1/2 saatte alaşımın sıcaklığının ölçümü
- * Operatörün yaptığı kontrol
- * Gözle yüzey kontrolü (çapak ayırma ve sayım esnasında)
- * İstatiksel proses kontrolü (2 saatte bir numune alınıyor)
- * İlk baskı kontrolü (dökümante ediliyor)
 - Yüzey kontrolü
 - Döküm boşluğuna bakılır
 - Montaj malzemelerini kullanarak mekaniksel işlevselliğin kontrolü.

2-) YOLLUK KIRMA

- * Göz kontrolü

3-) ÇAPAK ALMA

- * Göz kontrolü

4-) ZIMPARALAMA

- * Göz kontrolü

5-) HİDROLİK PRESTEN GEÇİRME

6-) DELİK DELME

- * İstatistik proses kontrolü

7-) KUMLAMA

8-) TORNALAMA

- * Geçer-Geçmez masterla % 100 kontrol

9-) MADİSYON MASTARI ÇEKME

Amaç torna izini kaybedip yüzeyi düzgünleştirmek.

10-) YIKAMA

* Gözle kontrol

Deterjanlı suya daldırılıyor. Çapak kalıntısı ve yüzey görüntüsü düzeltilir.

Daha sonra havayla kurutulur.

11-) RULMAN ÇAKMA

* Dönüp dönmediğinin elle % 100 kontrolü.

12-) KEÇE ÇAKMA

* Sızdırmazlık kontrolü (O-Ring kullanımı bu aşamadadır.)

13-) KONTROL

* Sistemin basınç altında (2 atm'de) % 100 kontrolü.

14-) KAPLİN ÇAKMA

14.1- HAM KAPLİN

* Döküm boşluğunun gözle % 100 kontrolü

14.2- TORNADA İŞLEME

* Göbek deliği kontrolü (misket geçme)

14.3- DELİK DELME (6,7 mm)

* Masterla kontrol

14.4- HAVŞALAMA

* Göz kontrolü

14.5- M8 KILAVUZ ÇEKME

15-) SU ÇARKI ÇAKMA

* Dönüş kontrolü (elle yapılır.)

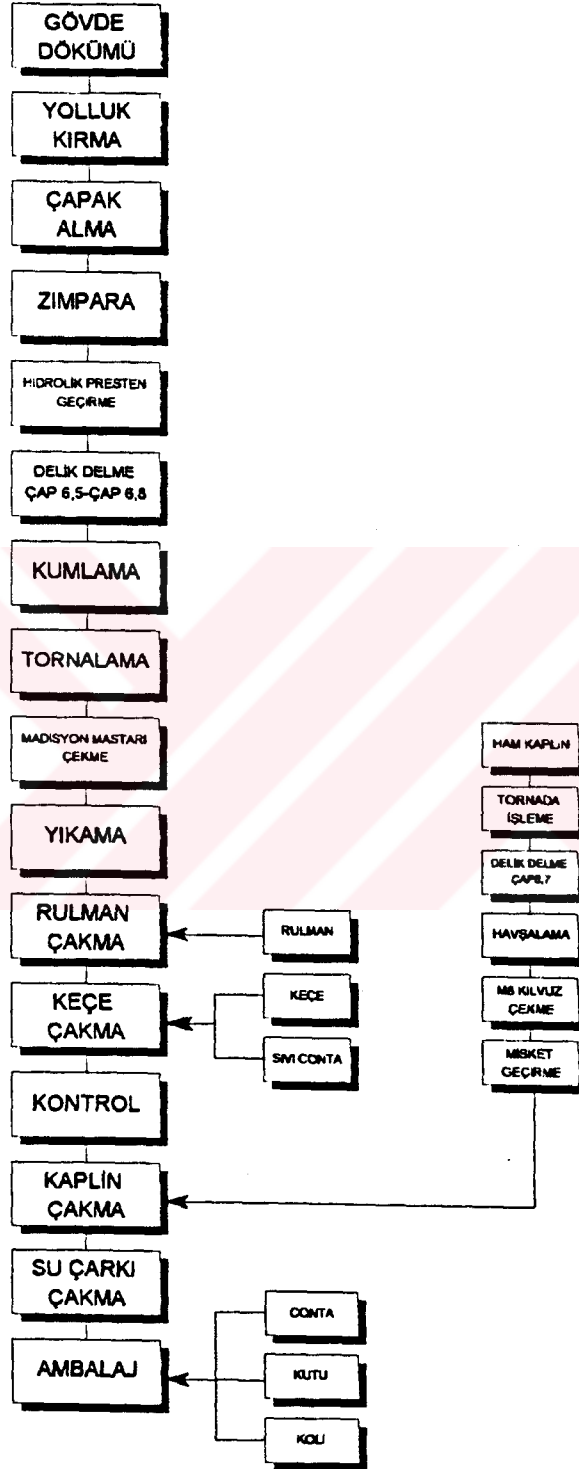
16-) AMBALAJ

16.1- CONTA

16.2- KUTU

16.3- KOLİ

R.12 SU POMPASI



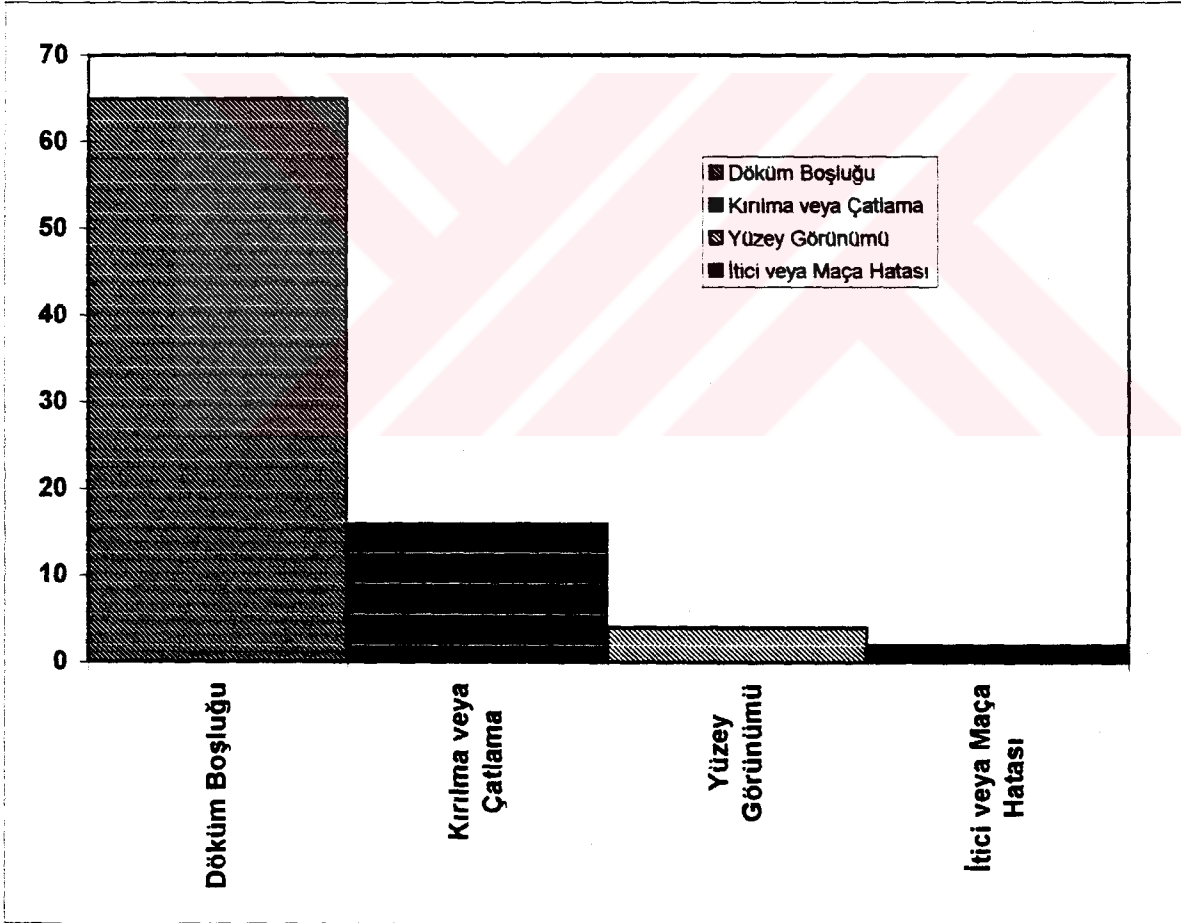
Şekil 6.4. R-12 Su Pompası için proses akış şeması

E-) Ürün fonksiyonları ve beklentiler :

- a-) Soğutma suyunun devri daimini sağlamak
- b-) Sızdırmazlığı garanti etmek
- c-) Dönme devrinde kayıp meydana gelmemesi.
- d-) Tüm elemanların uyum içinde çalışması.
- e-) Çalışma ömrü boyunca çalışma koşullarından etkilenmemesi.

F-) R-12 Su pompası için yapılmış (döküm aşamasında)

Pareto analizi Şekil 6.5. 'de görülebilir.



Şekil 6-5- R-12 Su Pompası için pareto analizi

G-) Hata türleri:

1-) Döküm prosesinde;

- HT1) Döküm parçasında meydana gelen porozite
- HT2) Yüzey bozukluğu (lekeler, çiçeklenme, çöküntüler, süngerimsi bölgeler)
- HT3) Maçaya ve kalıba yapışma (maça sıyırması)
- HT4) İticilerden dolayı parçanın şeklinin bozulması veya kırılma (itici izleri)

2-) Bitirme işlemleri prosesinde;

- HT5) Delik delmede çaptan sapmalar ve eksen kaçıklığı
- HT6) Tornalamada boyut hatası

3-) Montaj işlemlerinde;

- HT7) Rulmanın yağ kaçırmaması, ölçü tamlığı
- HT8) Su çarkında ölçü kaçıklığının meydana gelmesi
- HT9) O-Ringin görevini yapmaması
- HT10) Kaplindeki balans kaçıklığı
- HT11) Keçenin kaçırmaması (sızdırmazlık)
- HT12) Su çarkının gövdeye sürtme yapması.

H-) Hataların etkileri :

1-) Döküm prosesinde;

- HT1) Sızdırmazlık problemi, görünüm bozukluğu, parçaların birbirleriyle çalışmalarının güçleşmesi, maliyetin artması, parçanın ıskartaya ayrılması.
- HT2) Müşteri tatminsizliği, montaj edilen yere uygunsuzluk
- HT3) Ürünün ıskartaya ayrılması, sızdırmazlık

HT4) Ürünün ıskartaya ayrılması, sızdırmazlık.

2-) Bitirme işlemleri prosesinde:

HT5) Doğrudan müşteri tatminsizliği, pompanın motor blokuna düzgün monte edilmemesi.

HT6) Sızdırmazlık problemi, rulmanın oturmaması

HT7) Rulmanın bir tarafında kasnak ve kaplin göbeğinin diğer tarafta ise su çarkı sürtme meydana gelecek veya dönmeyecektir, dönerken ses çıkarır,

HT8) Rulmanla olan bağlantının gevşemesine veya sıkışmasını sağlar

HT9) Sızdırmazlık problemi

HT10) Rulmana oturmama, gövdeye sürtme yapabilir.

HT11) Sızdırmazlık probleminin ortaya çıkması, ürün ıskarta

HT12) Doğrudan müşteri tatminsizliği, pompa görevini yerine getirmez.

1-) Hataların ortaya çıkış sebepleri:

1-) Döküm prosesinde:

HT1: * Gaz alma işleminin doğru ve zamanında yapılmaması

* Uygun yağlayıcı çeşiti ve miktarının ayarlanmaması

* Üretim esnasında kalıbın gereği gibi temizlenmemesi

* Kalıbın soğuk olması

* Metal sıcaklığının düşük olması.

HT2 : * Kalıp duvarının hızlı soğutulması (Düşük kalıp sıcaklığı)

* Düşük çalışma sıcaklığı

* Fazla yağlama, yanlış gaz alma

* Döküm basıncının düşük olması

* Oksit ve curuf kalıntılarının, yağ ve artığın kalıpta kalması

* Kalıbın bölgesel ısıtılması.

HT3 : * Uygun olmayan kalıp maça dizaynı

- * Uygunsuz kalıp yağlama
- * Metalin fazla ısınması
- * Kalıp yüzeyinin zarar görmesi
- * Alüminyum alaşımlarındaki Fe miktarının fazla olması
- * Açma kapama zamanının gereğinden fazla olması.

HT4 : * Kalıbın erken açılması

- * İticilerin parça üzerindeki dizaynının uygun olmaması
- * Operatörün parçayı kalıptan alırken uygun olan şekilde yapması gerekir.

2-) Bitirme işlemleri prosesinde ;

HT5 : * Matkaptan ötürü çaptan sapmalar

- * Eksen kaçıklığı.

HT6 : * Torna kaleminin aşınması

- * İşçi hatası.

3-) Montaj işleminde;

HT7 : * Rulmanın bilyaları arasında boşluk bulunmamalıdır

- * Rulmanın gövdeye oturmasını sağlayan aparatın açısında bir bozukluk varsa rulmanın bilyalarında ezilme meydana gelecektir.

HT8 : * Rulmana tam oturmaması

- * Göbek çapının gereğinden büyük olması
- * Göbek çapı rulmanla sıkı geçme yaparsa çark çatlar
- * Fazla çakılmadan dolayı alt yüzeye sürtme

HT9 : * Malzemenin sertliğinin standarda uygun olmaması

- * Malzeme yüzeyinde ve yapısında kılcal çatlaklar bulunması
- * O-Ring oturma yüzeyinin pürüzlü olması.

HT10 : * İşlemenin yeterince özenle yapılmaması

* Kaplin çakma sırasında presin ayarının iyi olmaması.

HT11 : * Keçe malzemesi (Seramik + C) üzerindeki mikro çatlaklardan üzerine

kaplanan metalin formundaki bozukluk

* Keçenin bir süre nem almış olması

* Genleşmeden dolayı yüzeyde çatlak ve bozulmalar.

HT12 : * Fazla çakılmış olması

J-) Hatanın oluşmasını önleyici tedbirlerin alınması :

1-) Döküm prosesinde:

I-) Gaz alma işleminde kullanılan hapların miktarının, kullanım şeklinin ve zamanının ayarlanması. Eğitim ve talimatlara uyulması.

II-) Uygun yağlayıcının seçimi, miktarı, kullanım şekli ve kalıp temizliğinin talimatlar doğrultusunda yapılması

III) Kalıp ve sıvı metal sıcaklığının istenen sınır değerleri arasında olması.
Kalıp soğutma suyunun devridaiminin ayarlanması

IV-) Döküm enjeksiyon basıncının ve kalıp kapama kuvvetinin ayarlanması.
Kalıp açma-kapama zamanının ayarlanması

V-) Kalıp ve maça dizaynının tekrar gözden geçirilmesi. Kalıp yüzeyinin, çıkan parça yüzeyleri üzerindeki etkisinin mütemadiyen döküm esnasında kontrolü

VI-) Operatörün çalışma şeklinin talimatlara uygun olmasını sağlamak.
Operatörün eğitiminin sürekliliğinin sağlanması.

2-) Bitirme işlemleri ve montaj işlemlerinde:

- VII-) Yan sanayiiden veya yurt dışından alınan malların girdi kontrolünün gereğince yapılması. (Gelen malzemenin kabul edilebilir nitelik seviyesinde olması gerekmektedir).
- VIII-) Montaj araç ve tesisatının bakım ve onarımının zamanında yapılması ve kartlarına işlenmesi
- IX-) Depolamada talimatlara uygun davranılması.

Şelil 6.6.' da OHTEA kartları görülmektedir.

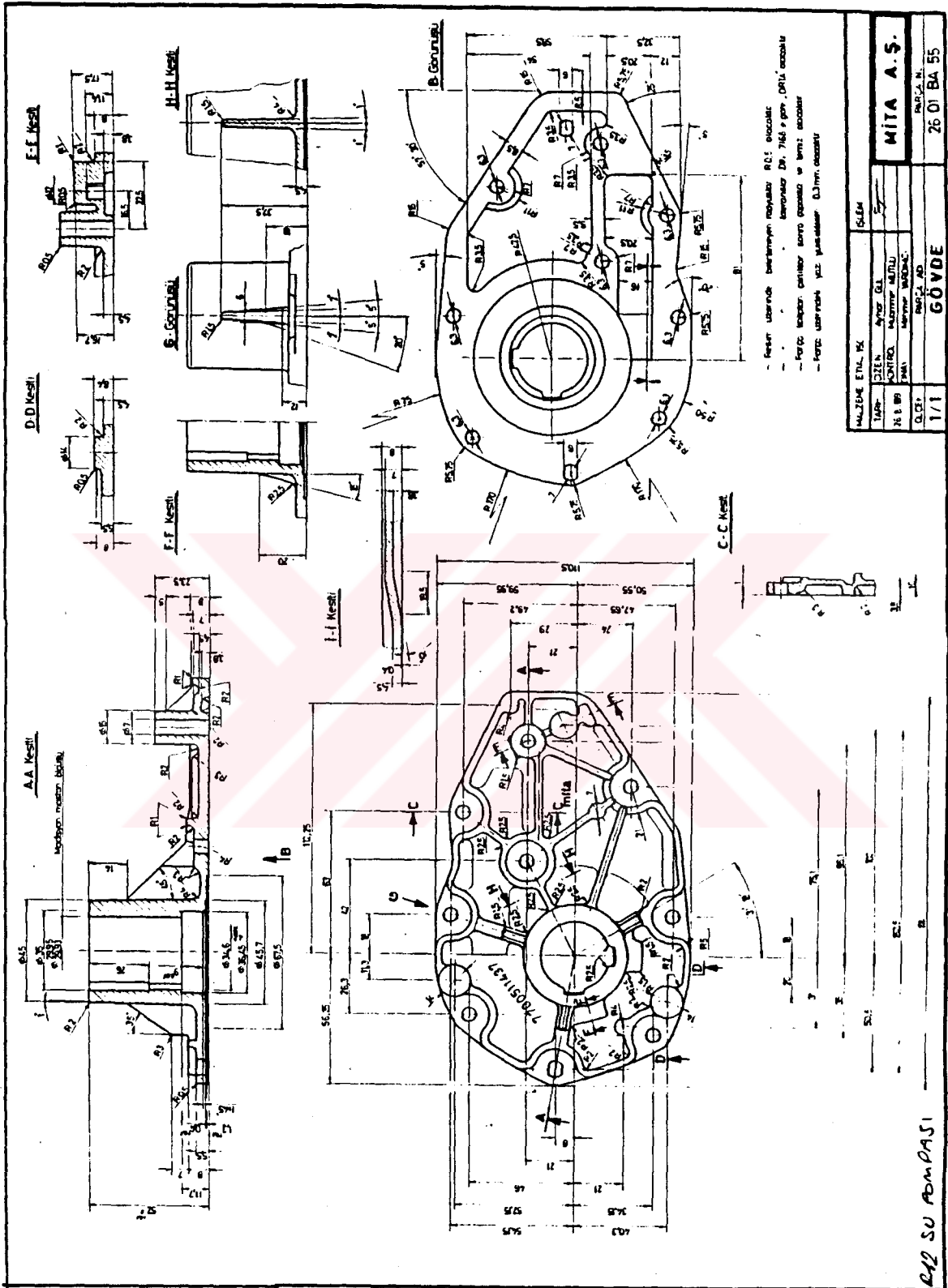


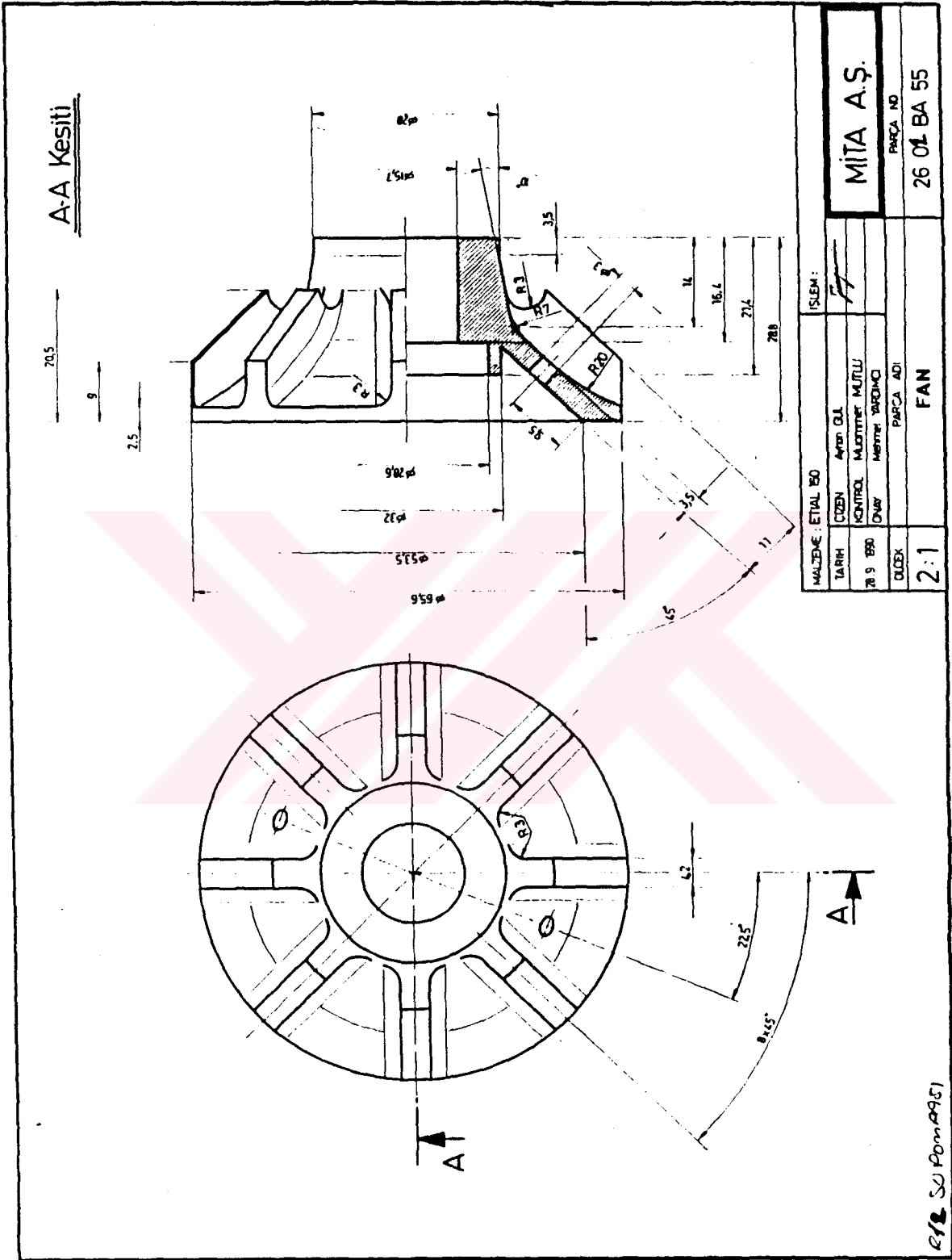
PROSES OHTEA (HATA TURLERİ VE ETKİLERİ) ANALİZİ YENİ PROSES										SİSTEM / PARÇA				RESİM NO:			
EKİP ÜYELERİ		İŞLETME		YAN SAKAYI						İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:					
										TARİH:	REV. TAR:	SAYFA:					
PROSES KADEMESİ	PROSES HATA TURLERİ	HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)	HATANIN SEBEBLERİ	KONTROL ÖNLEMLERİ	ŞART Kİ KOŞULLAR				RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ	ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER	TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK	TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ	İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR				RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ
					OLASILIK	ŞİDDET	KEŞİF EDİLE	BLR'LİK					OLASILIK	ŞİDDET	KEŞİF EDİLE	BLR'LİK	
BASINÇLI DÖKÜM PROSESİ	* MACİTA VE KALIBA YAPIŞMA (MACİTA SİTİRMESİ)	* MALİTET ARTIŞI VE ÜRÜNÜN İSKARTAYA ATRILMASI	* TAMLIŞ KALIP TAÇLANA * METAL SICAKLIĞININ YÜKSEK OLMASI * AÇMA-KAPAMA ZAMANININ UZUN OLMASI * ALAŞIMIN BİLEŞİMİNİN İSTENEN DEĞERLERDE OLMAMASI	* 2 100 GÜZ KONTROLÜ * PARETO ANALİZİ * GİRDİ KONTROLÜ	5	2	1	10		* DİNE ÖZMİLİ TAÇLANA * SİYİ METAL SICAKLIĞININ DÜŞÜRÜLMESİ * ALAŞIMIN BİLEŞİMİNİN AYARLANMASI * AÇMA-KAPAMA ZAMANININ KISALTILMASI							
BASINÇLI DÖKÜM PROSESİ	* POROZİTE PROBLEMİ	* PARÇANIN FORMSİYON KAYBI * MALİTET ARTIŞI	* UTGUNSIZ KALIP TENDİZLİĞİ VE TAÇLANA * YÜKSEK METAL SICAKLIĞI * KALIBIN SOĞUK OLMASI * UTGUNSIZ CAZ ALMA İŞLEMLİ * EĞİTİM EKİSİLLİĞİ VE DEHETİNSİZLİĞİ	* 2 100 GÜZ KONTROLÜ * TARDİ SAATTE BİR ALAŞIM SICAKLIĞININ KONTROLÜ * İLK BASKI KONTROLÜ	3	3	1	9		* TALİMATLARA UYGUN KALIP TENDİZLİĞİ VE TAÇLANIN YAPILMASI * KALIP SICAKLIĞININ ARTIRILMASI * TALİMATLARA GÖRE CAZ ALMA İŞLEMLİNİN YAPILMASI * SİYİ METALİN DİMLENDİRİLME							
OLASILIK DEĞERLENDİRME	TAH-MİN	ŞİDDET	TAH-MİN	PUANLARI	KEŞİF EDİLEBLİRLİK DEĞERLENDİRME				RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ DEĞERLENDİRME				EKİP ÜYELERİ				BÖLÜM
Çok uzak	1	Mevcut Değ	1		Yüksek				TAH-MİN				1				
Düşük	2,3	Düşük Kritiklikte	2,3		Orta				2,3				2,3				
Orta	4,5,6	Orta Kritiklikte	4,5,6		Düşük				4,5,6				4,5,6				
Yüksek	7,8	Yüksek Kritiklikte	7,8		Çok Düşük				7,8				7,8				
Çok Yüksek	9,10	Çok Yüksek Kritiklikte	9,10		Çok Düşük				9,10				9,10				

Şekil 6.6. R-12 Su Pompası için OHTEA kartları

PROSES ÖRNEK (HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ) YENİ PROSES										SİSTEM / PARÇA		RESİM NO:																							
EKİP LİSTESİ		İŞLETME		YAN SANAYİ		İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:		REV. TARİHİ		REV. TARİHİ		SAYFA:																					
PROSES KADEMESİ		PROSES HATA TÜRLERİ		HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)		HATANIN SEBEPLERİ		ŞİMDİKİ KOŞULLAR				YİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR																							
								KONTROL ÖNLEMLERİ		OLASILIK		ŞİDDET		KESİFİLEBLİRLİK		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ		ÖNERİLEN YİLEŞTİRMELER		TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK		TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ		OLASILIK		ŞİDDET		KESİFİLEBLİRLİK		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ					
BASINÇLI DÖKÜM PROSESİNDE		*YÜZEY BOZUKLUĞU		*MÜŞTERİ TATMİNİSİZLİĞİ * MALİYET ARTIŞI		* KALIBIN HOMOJEN İSTİNNAMASI (KALIBIN HIZLI SÖCÜTÜLMESİ) * FAZLA ENJEKSİYON BASINÇININ DÜŞÜKLEŞİ * BAZI DEKİSİKLİĞİ VE DENEYİNSİZLİK * METAL STAKLİĞİNİN YÜKSEKLİĞİ		* OPERATÖR TARAFINDAN 2100 GÖZ KONTROLÜ		4		5		1		20		* KALIP SIVI METAL SICAKLIĞININ DÜŞÜRÜLMESİ * KALIBIN HOMOJEN İSTİTNAMASI * KALIBIN FAZLA YAĞLAMASI * KALIBIN İZASAR GÖRÜŞÜ * KALIBIN İZASAR KİTİMLERİNİN REVİZYONA ALINMASI																	
MONTAJ AŞAMASINDA		*TECENİN LAÇIRMASI		*MÜŞTERİ TATMİNİSİZLİĞİ *ÜRÜNÜN İSCARTAYA AYRILMASI		*KEÇE TALİHSİZLİĞİ *ÜRÜNÜN İZARTAYA AYRILMASI *TECENİN NEM ALMASI *GENLEŞMEDEN DOLAYI YÜZEYDE ÇATLAK ve BOZUNMALAR		*GİRDİ KONTROLÜ *STOK KONTROLÜ		1		9		5		45																			
OLASILIK DEĞERLENDİRME		TAH-MİN		ŞİDDET DEĞERLENDİRME		KUSUR PLANLARI		KESİFİLEBLİRLİK DEĞERLENDİRME		TAH-MİN		RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ		EKİP ÜYELERİ		BÖLÜM																			
Çok Yüksek		1		Mevcut Değ		1		Yüksek		1																									
Düşük		2,3		Düşük Kırıklarda		2,3		Orta		2,3																									
Orta		4,5,6		Orta Kırıklarda		4,5,6		Düşük		4,5,6																									
Yüksek		7,8		Yüksek Kırıklarda		7,8		Çok Düşük		7,8																									
Çok Yüksek		9,10		Çok Yüksek Kırıklarda		9,10		Orta Düşük		9,10																									

Şekil 6.6'nın devamı





Şekil 6.7'nin devamı

6.5.2. Proses-OHTEA Analizinin “R-12 Depo Kapağı (Eski + Yeni) Nüvesi (Renault Anahtarlı)” İçin Uygulanması

A-)

Parça : R-12 Depo kapağı nüvesi

Katılımcılar : Murat ATEŞ

Yılmaz TAPTIK

Bülent YARDIMCI

Alphan SİLAHTAR

Yer : “MİTA Kalıp ve Döküm Sanayii ve Tic. A.Ş.”

Tarih : Nisan-1995

B-)

Parçanın adı : R-12 Depo kapağı nüvesi

Numarası : 2124 AA57

Malzemesi : Zamak (GD-ZnAl4)

Kalıp göz adedi: İki

Kullanıldığı yer: Kilit mekanizmasında

Fonksiyonu : Fişelerin rahat ve anahtarla uyumlu çalışmasını temin ederek kilitleme işlevini yerine getirmesi.

C-) Ürünün alt parçalara ayrılması ve fonksiyonları aşağıda verilmiştir.

1-) KEP

Malzemesi : dkp saç

Fonksiyonu : Kep kapağının nüveyle monte edilmesini sağlamak.

2-) KEP KAPAĞI

Malzemesi : plastik (Derlin)

Fonksiyonu : Nüvenin anahtar takılan kısmına toz ve pisliklerin girip kilidin mekanik işlevselliğini azaltmamaktır.

3-) KEP KAPAĞI YAYI

Malzemesi : Paslanmaz yay çeliği

Fonksiyonu : Anahtar nüveye girerken yayı toplayarak kep kapağını geri iter ve anahtar yuvasını açığa çıkartır. Daha sonra anahtar çıkarıldığında kep kapağının geri itilmesinden dolayı açılmış olan anahtar yuvasını, normal konuma gelecek kep kapağını ileri iterek kapatmak.

4-) FİŞE

Malzemesi : Prinç (MS-68)

Fonksiyonu : Nüvenin içindeki fişe yuvalarında anahtar ve/veya yayın yardımı ile içeri veya dışarıya doğru hareket ederek kilitleme ve kilidi açma fonksiyonunu yerine getirmektedir.

5-) FİŞE YAYI

Malzemesi : Yay çeliği

Fonksiyonu : Fişelerin, anahtar çekildiğinde, fişe yuvasından dışa çıkmalarını sağlamak. Anahtar; anahtar yuvasına girdiği zaman fişe yayı toplanarak fişeler içeriye çekilir, anahtar çıkarıldığı zaman fişe yayı eski konumuna gelerek fişeleri dışarı iter.

6-) FİŞE SIKIŞTIRMA SACI

Malzemesi : dkp Saç

Fonksiyonu : Monte edilmiş olan fişe ve fişe yaylarının nüve üstünde fikse etmektir. (Sabitlemektir)

7-) ANAHTAR

Malzemesi : Pirinç (MS-63)

Fonksiyonu : Kilitteki fişelerin, şifresine uygun şifreye sahip olarak kilidi açma-kapama görevini yerine getirir.

D-) Proses akış şeması ve herbir aşamada yapılan kontroller.

1-) NÜVE DÖKÜMÜ

Döküm prosesi esnasında ortaya çıkacak problemler (hatalar) bir sonraki işlemi veya doğrudan müşteride hoşnutsuzluk yaratacak ve parçanın ıskartaya ayrılmasına sebebiyet verecektir.

Yapılan kontroller :

- * 1/2 saatte bir alaşımın sıcaklığı ölçülüyor
- * Her baskıdan sonra operatörün kontrolü
- * Gözle yüzey kontrolü (çapak ayırma ve sayım esnasında)
- * Maça boşluklarının anahtarla kontrolü
- * İstatistiksel proses kontrolü (2 saatte bir numune alınıyor)
- * Pareto analizi
- * İlk baskı kontrolü (dökümante ediliyor)
 - Yüzey kontrolü
 - Döküm boşluğunun kontrolü
 - Montaj malzemeleri kullanılarak mekaniksel işlevselliğin kontrolü.

2-) YOLLUK KIRMA

- * Göz kontrolü

3-) ZIMPARALAMA

- * Göz kontrolü

4-) KAPLAMA (Galvaniz + Kromatlama)

(Yan sanayide yaptırılıyor)

5-) KEP MONTAJI

- * Anahtar kep kapağının görevini yapıp yapmadığının kontrolü
- * Gözle yüzey kontrolü

- * Elle kapak montajının sıkı-gevşek kontrolü.

6-) TARAKLAMA

- * Göz kontrolü (KNS=10)

7-) FİŞE MONTAJI

a-) FİŞE

- * Çapak kontrolü
- * Boyut kontrolü

b-) FİŞE YAYI

- * Çapı ve boyunun kontrolü
- * Sarım sayısı kontrolü

c-) FİŞE SIKIŞTIRMA SACI

- * Boyut kontrolü

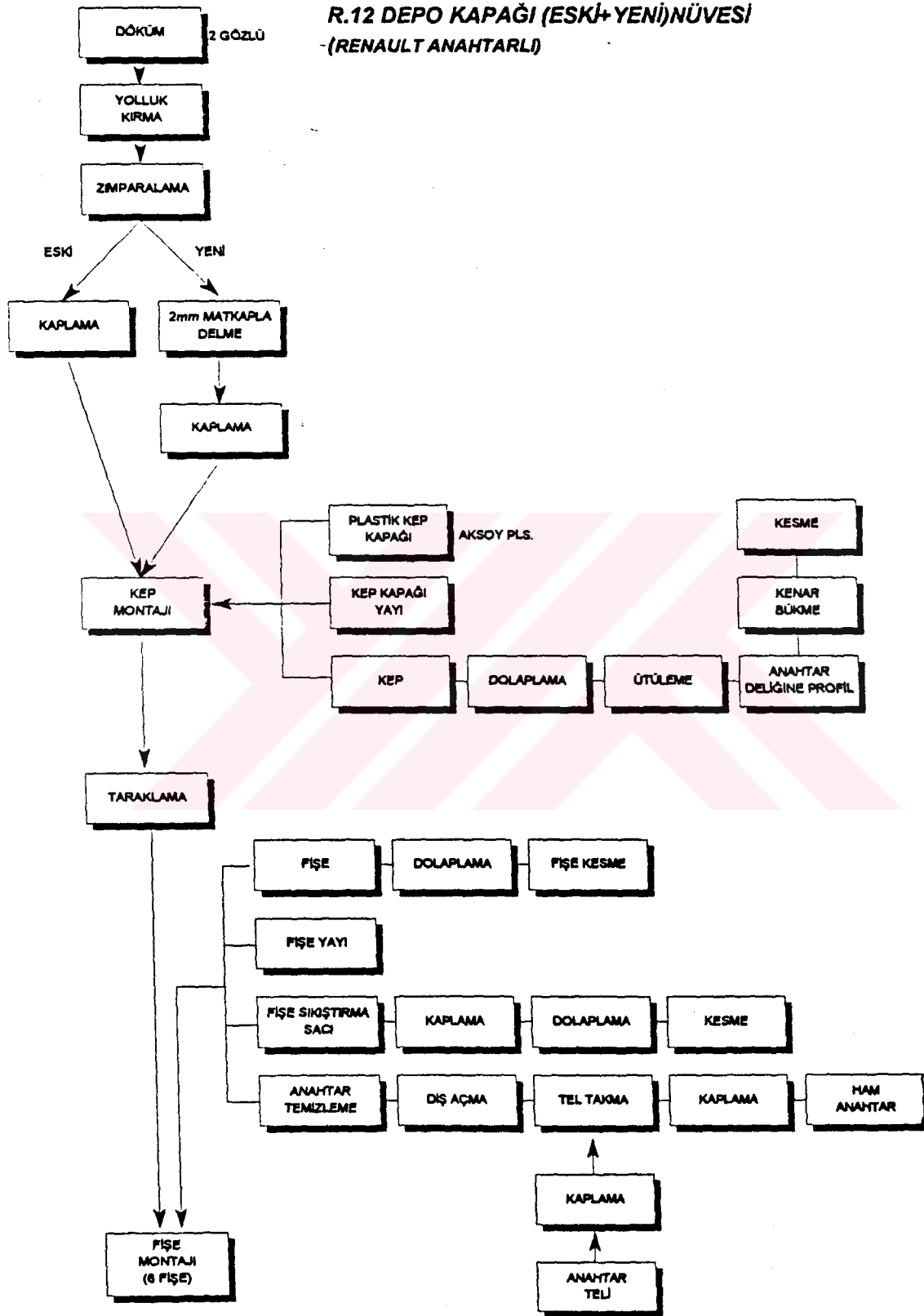
d-) ANAHTAR

- * Malzeme kontrolü
- * Boyut kontrolü
- * Kanal bölgesi genişliği kontrolü
- * Et kalınlığı kontrolü
- * Dış açmada sıvanma kontrolü
- * Fişle beraber mekaniksel işlevselliğin kontrolü.

8-) FİŞE MONTAJI (6 fişe)

- * Hem fişenin hemde anahtarın birbirine uyumlu olup olmadığının kontrolü.

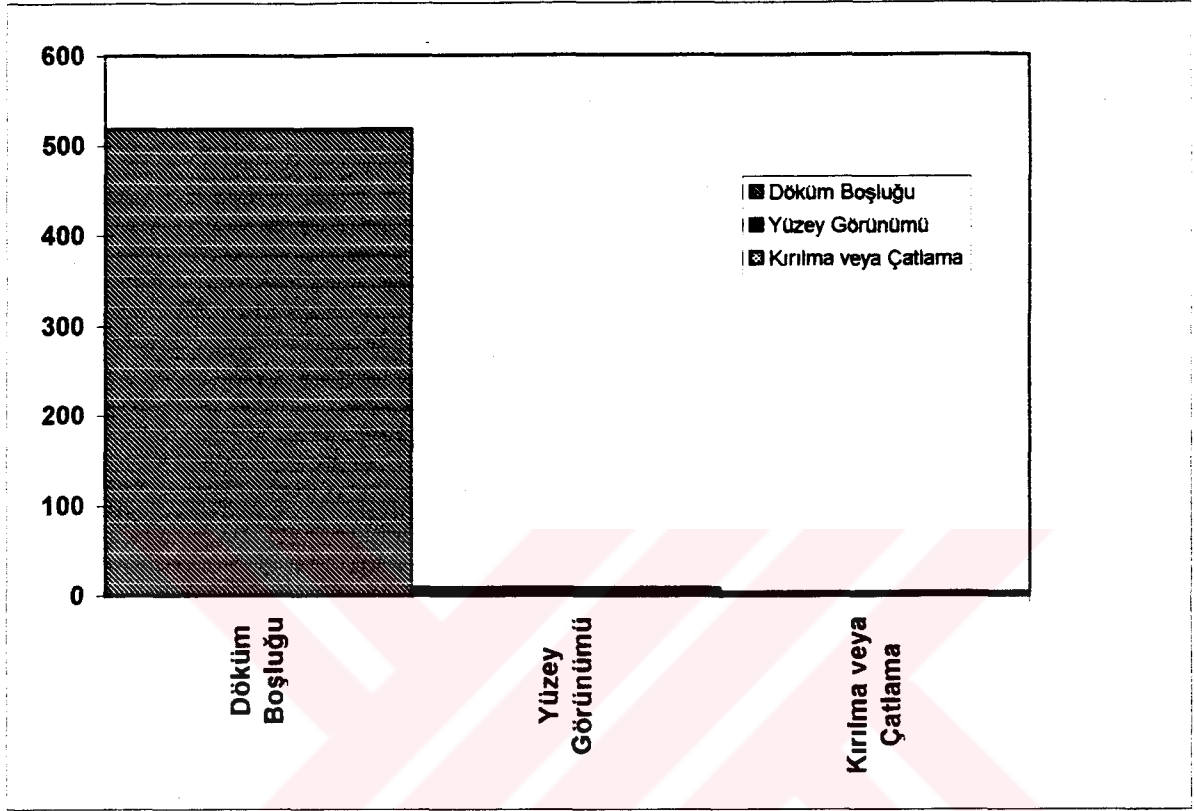
Şekil 6.8. 'de R-12 Depo kapağı nüvesi için proses akış şeması verilmiştir.



Şekil 6.8. R-12 Depo kapağı nüvesi için proses akış diyagramı

E-) R-12 Depo kapağı nüvesi için yapılmış (döküm aşamasında)

Pareto analizi Şekil 6.9. 'de verilmiştir.



Şekil 6.9. Depo kapağı nüvesi için pareto diyagramı

F-) Hata türleri:

1-) Döküm prosesinde:

- HT1-) Kalıp boşluğunun dolmasındaki eksiklik, (kofluk problemi)
- HT2-) Parçanın ölçüsünden sapmalar
- HT3-) Çekme boşluklarının meydana gelmesi
- HT4-) Kalıp ve maçaya yapışma
- HT5-) Yüzey bozukluğu (lekeler, çiçeklenme, çöküntüler, süngerimsi bölgeler)

2-) Bitirme işlemleri ve montaj aşamasında:

- HT6-) Anahtar yuvadan çekildiğinde kep kapağının görevini yerine getirmemesi, (kapağın kapanmayarak açık kalması)
- HT7-) Fişelerin takılması
- HT8-) Anahtar ile fişe şifrelerinin uyuşmaması.

G-) Hataların etkileri

1-) Döküm prosesinde:

- HT1-) Parçanın ıskartaya ayrılması, maliyetin artması
- HT2-) Montajda problem yaratması, müşteri tatminsizliği
- HT3-) Maliyet artışı, parçanın ıskartaya ayrılması
- HT4-) Parçanın ıskartaya ayrılması
- HT5-) Görünümün iyi olmaması, parçanın fonksiyonunda kayıp meydana gelir.
(İlişkide olduğu parçalarla çalışmasında)

2-) Bitirme işlemleri ve montaj aşamasında:

- HT6-) Doğrudan müşteri hoşnutsuzluğu, bir süre sonra nüvenin fonksiyonunu yerine getirmemesi
- HT7-) Anahtarın vede dolayısıyla kilidin fonksiyonunu yerine getirmemesi.
Doğrudan müşteri hoşnutsuzluğu
- HT8-) Yine kilidin fonksiyonunu yerine getirmemesi.

H-) Hataların ortaya çıkış sebepleri

1-) Döküm prosesinde:

HT1-) * Kalıbın dolması esnasındaki uygun olmayan metal akışı

- * Enjeksiyon basıncının yanlış seçilmesi
- * Metal akış hızının uygun olmaması
- * Küçük yüzeylerin büyük yollukla vede büyük akış hızıyla doldurulması
- * Yanlış gaz giderme
- * Fazla yağlama, kalıbın düzgün temizlenmemesi
- * Kalıp ve metal sıcaklığının düşük olması.

HT2-) * Kalıptaki yanlış ısı dengesi

- * Çalışma sıcaklığının kontrolsüz oluşu
- * Kalıp açma-kapama zamanının yanlış seçilmesi
- * Kalıp parçalarının zarar görmesi (maçalardaki boyutsal sorunlar, maçaların kırılmış olabilir, maçanın yüzeyinde zedelenme meydana gelmiş olabilir, iticilerdeki boyutsal problemler, kırılabilir veya boyu kısalmış olabilir.

HT3-) * Metal sıcaklığının yanlış seçilmesi

- * İnce kesitle katılaşmalar
- * Kalıp açma-kapama zamanının uzun olması
- * Yolluk dizaynının yanlış seçilmesi.

HT4-) * Uygun olmayan kalıp-maça dizaynı

- * Uygunsuz kalıp yağlama
- * Metal sıcaklığının yüksek olması
- * kalıp sıcaklığının yüksek olması
- * Kalıp yüzey hassasiyetinin bozulması
- * Kalıp açma-kapama süresinin uzun olması

HT5-) * Düşük kalıp sıcaklığı

HT5-) * Düşük kalıp sıcaklığı

- * Düşük çalışma sıcaklığı
- * Fazla yağlama yanlış gaz alma
- * Enjeksiyon basıncının düşük olması
- * Oksit ve curuf kalıntılarının, yağ ve artığın kalıpta kalması
- * Kalıbın bölgesel ısıtılması.

2-) Bitirme işlemleri ve montaj aşamasında:

HT6-) * Yayın boyunun kısa olması

- * Yayın çapının küçük olması
- * Gücünün yeterli olmaması. (sarım sayısının eksik olması)
- * Çapak kalması
- * Anahtar deliğinde kayıklık olabilir.

HT7-) * Nüvede çapak olması

- * Fişe yayının görevini yerine getirmemesi
- * Tarağın tam geçmemesi, aşınması ya da dişlerinden birinin kırılması.

HT8-) * İşçi hatasından dolayı anahtara yanlış şifrenin açılması

- * Anahtarda sıvanma meydana gelmesi
- * Çapaktan dolayı anahtarın takılması
- * Fişe yaylarının görevini yapmaması.

I-) *Hatanın oluşmasını önleyici tedbirlerin alınması*

1-) Döküm prosesinde;

- I-) Gaz alma işleminde kullanılan hapların miktarının, kullanım şeklinin ve zamanının ayarlanması. Talimatlara uygun davranılması. Bu konuda eğitim çalışmalarının artırılması ve teknolojik gelişmelerin takip edilmesi.

- II-) Uygun yağlayıcının seçimi, miktarı, kullanım şekli ve kalıp temizliğinin talimatlara uygun yapılması.
- III-) Kalıp ve sıvı metal sıcaklığının istenen sınır değerleri arasında olması. Kalıp soğutma suyunun devri-daiminin ayarlanması.
- IV-) Döküm enjeksiyon basıncının ve kalıp kapama kuvvetinin ayarlanması. Kalıp açma-kapama zamanının ayarlanması. Uygun metal akışının sağlanması (döküm pistonunun alın geometrisinin değiştirilmesi)
- V-) Kalıp ve maça dizaynının tekrar gözden geçirilmesi. Kalıp yüzeyinin, çıkan parça yüzeyleri üzerindeki etkisinin mütemadiyen döküm esnasında kontrolü. Yolluk dizaynının gözden geçirilmesi.
- VI-) Operatörün çalışma talimatlarına uygun çalışmasının sağlanması. Operatörün gerek çalışma şekli gerekse döküm makinası hakkında bilgilendirme çalışmalarının sürekliliğinin sağlanması.

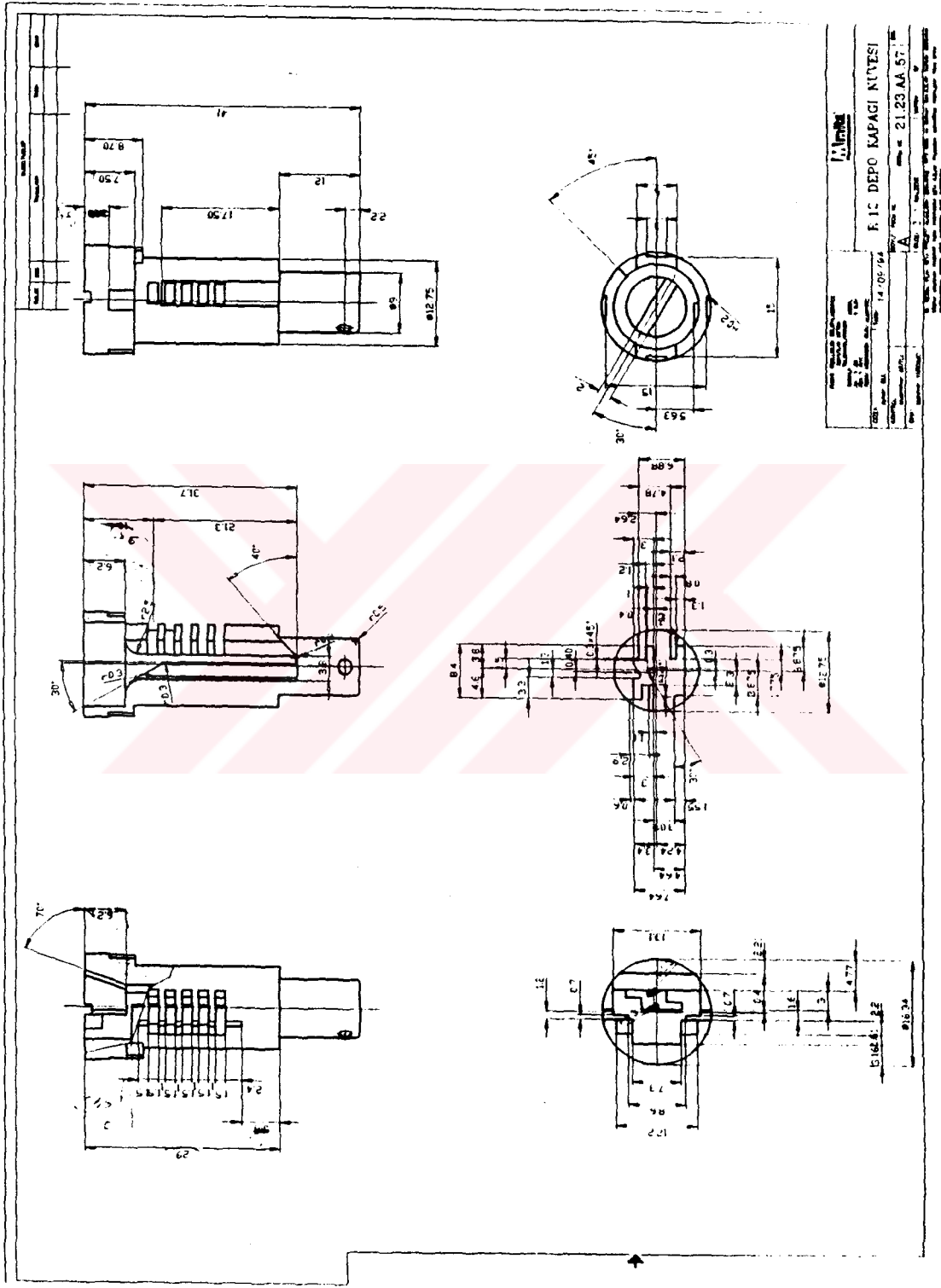
2-) Bitirme işlemleri ve montaj işlemlerinde:

- VII-) Montaj işlemlerinin işçi eğitimiyle çalışma talimatlarına uygun olması sağlanmalıdır.
- VIII-) Montaj araç ve tesisatının bakım ve onarımının zamanında yapılması ve kartlarına işlenmesi.
- IX-) Girdi kontrolünün ve Depolamanın talimatlara uygun yapılması.

Şekil 6.10-'da R-12 Depo kapağı nüvesi için OHTEA kartları verilmiştir.

PROSES ÖNTEYİ (HATA TİRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ)										SİSTEM / PARÇA		RESİM NO:							
YENİ PROSES										İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:							
İŞLETME										TARİH:		REV. TAR.:		SAYFA:					
EKİP LİDERİ										İYİLEŞTİRİLEN KOŞULLAR									
PROSES HATA TİRLERİ										DÜZELTİCİ ÖNLEMLER									
HATANIN SONUÇLARI (ETKİLERİ)										HATANIN SEBEPLERİ									
HATANIN										HATANIN									
KONTROL ÖNLEMLERİ										RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ										ÖNERİLEN İYİLEŞTİRMELER									
TAMAMLANMA PLANI VE SORUMLULUK										TAMAMLANAN ÖNLEMLER VE TAMAMLANMA TARİHİ									
OLASILIK										ŞİDDET									
KESİFEDİLİRLİK										BİLİRLİK									
RİSK ÖNCELİK GÖSTERGESİ																			

Şekil 6.10'nun devamı



Şekil 6.11. R-12 Depo Kapağı Nüvesi teknik resimi!

**6.5.3. Proses-OHTEA Analizinin “R-12 Kalorifer Musluğu”
İçin Uygulanması**

- A-) Parça :** R-12 Kalorifer Musluğu
Katılımcılar : Murat ATEŞ
 Yılmaz TAPTIK
 Bülent YARDIMCI
 Alphan SİLAHTAR
Yer : “MİTA Kalıp ve Döküm Sanayii ve Ticaret A.Ş.”
Tarih : Mayıs-1995
- B -) Parçanın adı :** R-12 Kalorifer Musluğu
Numarası : 06112121
Malzemesi : Alüminyum
Kullanıldığı yer: Otomobil motorlarında (Reno-12)
Fonksiyonu : Motorun içinde devri-daim eden soğutma suyunun (motor blokunu soğutan su) motoru soğuturken kendisinin ısınmasından yararlanarak çalışan kalorifer sistemine sıcak suyun, kaloriferi açtığımız zaman ulaşmasını sağlar.

Kullanımda istenen nitelik: Sızdırmazlık probleminin olmaması, açma kapama işleminin tam olarak yapılması.

C-) Ürünün alt parçalara ayrılması ve fonksiyonları.

1-) GÖVDE ve KAPAK

- Malzemesi :** Alüminyum
Fonksiyonu : Kalorifer musluğunun işlevini yerine getirmesini sağlayan ekipmanların, motor soğutma suyunun dışarıya sızmasını engelleyecek şekilde görevlerini yerine getirmelerini sağlarlar.(Bütün işlevsel parçaları bünyesinde toplar)

İlişkide olduğu parçalar : Gövde bağlama firketesi, segman, iç sızdırmazlık lastikleri, fosfor-bronz saçlar, kapak, açma kapama

mandalı gövdesi vidasının somununun boğaz contası,
kapak sızdırmazlık contası.

2-) GÖVDE BAĞLAMA FİRKETESİ

Malzemesi : Saç

Fonksiyonu : Kalorifer musluğunun motor blokundaki konumunun
sabitlenmesini sağlar. (Gövdeyle bağlantı teşkil eder)

3-) TEL BAĞLAMA FİRKETESİ

Malzemesi : Saç

Fonksiyonu : Açma-kapamayı sağlayan telin yönünün belirlenmesini ve
kalorifer musluğuna fikse edilmesini sağlıyor. (Kalorifer
musluğu kapağına bağlanıyor)

4-) AÇMA KAPAMA GÖVDESİ

Malzemesi : Polyacetal

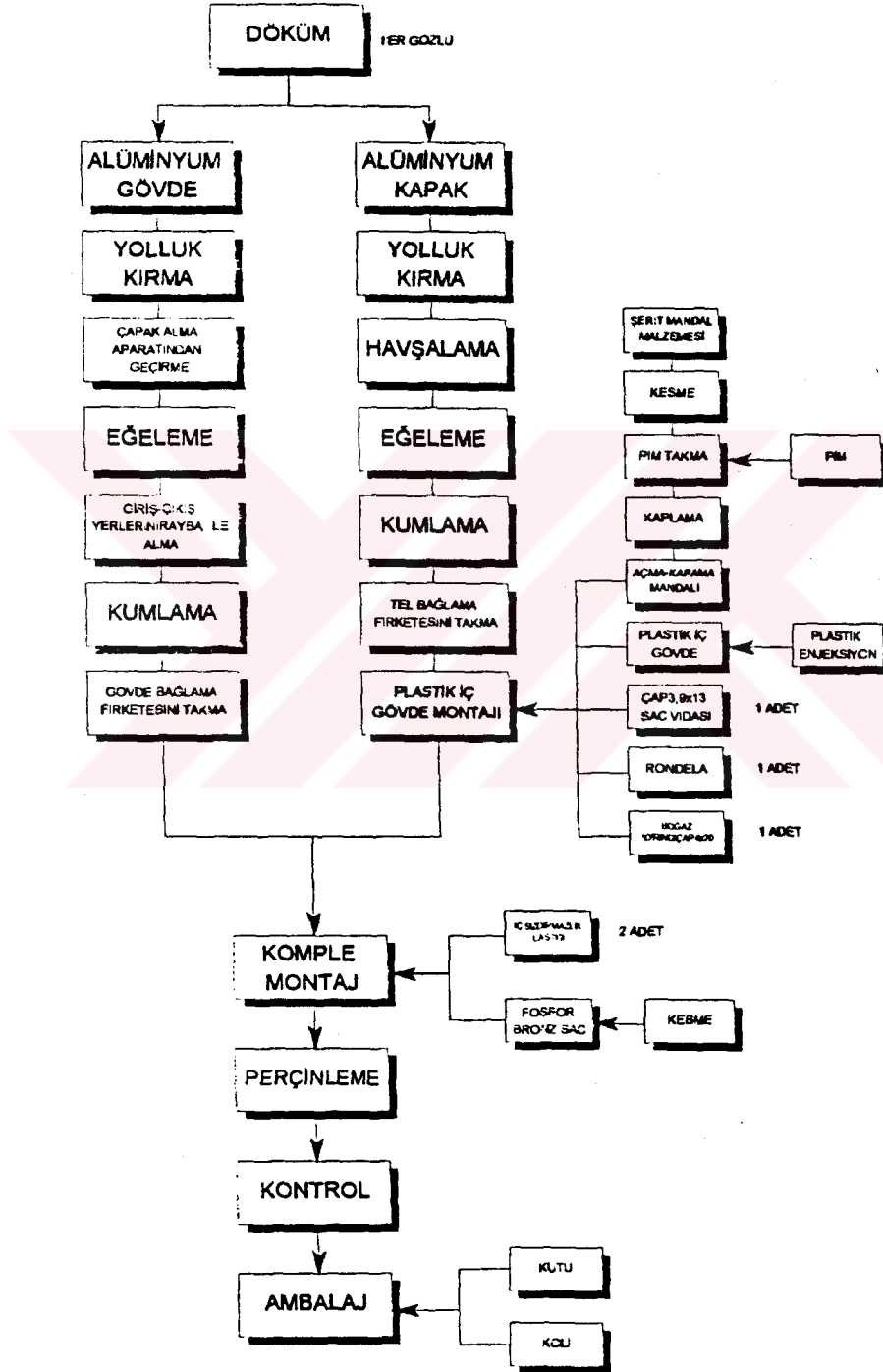
Fonksiyonu : İçkapama mandalına bağlı olarak kalorifer musluğunu açık
veya kapalı konuma getiriyor. Kısaca suyun girmesini veya
girmemesini sağlıyor. (Kapak ve açma kapama mandalı ile
ilişkisi vardır.)

5-) AÇMA KAPAMA MANDALI

Malzemesi : Saç

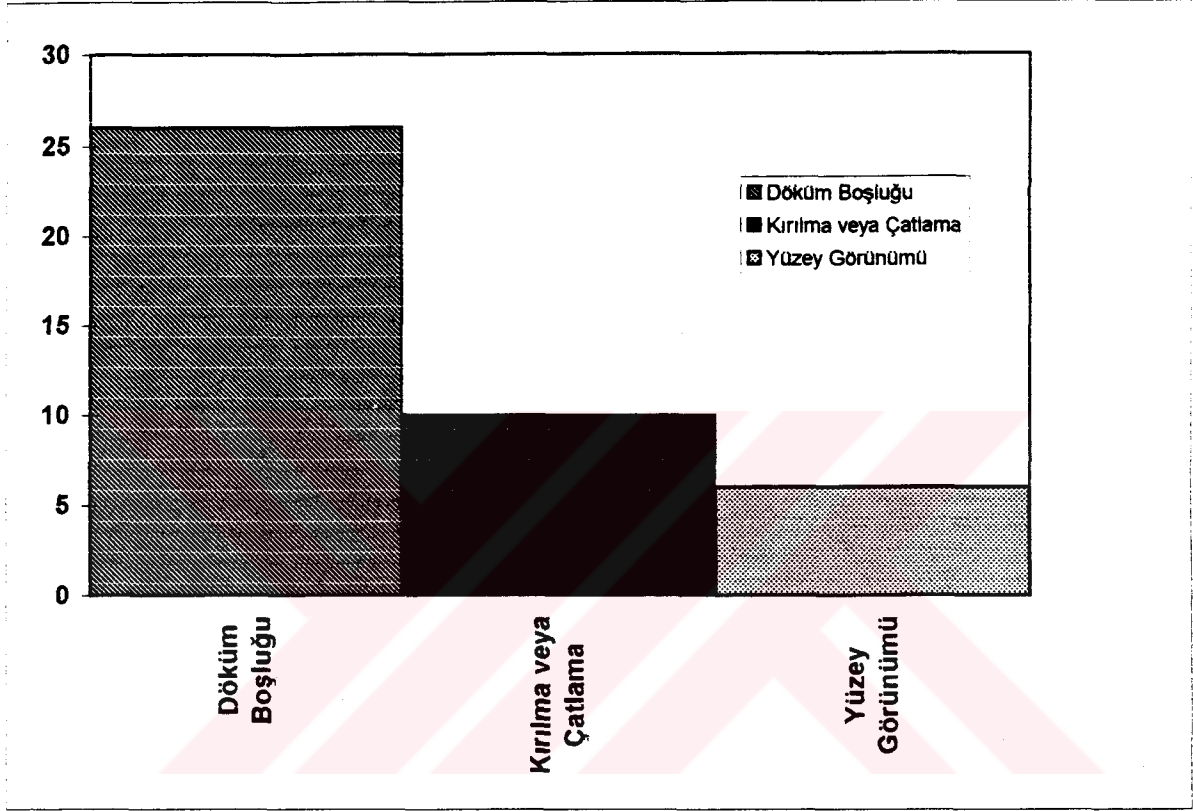
Fonksiyonu : Açma-kapama telinin vermiş olduğu hareketi açma-kapama
gövdesine ileterek kalorifer musluğunu açık veya kapalı
konuma getirmek. (Açma-kapama gövdesi ve teliyle ilişkisi
vardır)

R.12 KALORİFER MUSLUĞU



Şekil 6.12- R-12 Kalorifer Musluğu için proses akış şeması

E-) R-12 Kalorifer musluğu için yapılmış (Döküm aşamasında) Pareto analizi



şekil 6.13. R-12 Kalorifer Musluğu için pareto diyagramı

F-) Hata türleri:

1-) Döküm prosesinde:

HT1-) Çekme çatlaklarının meydana gelmesi

HT2-) Yüzey bozukluğu (lekeler, çiçeklenme, çöküntüler, süngerimsi bölgeler, pullanma)

HT3-) Kalıp ve maçaya yapışma

HT4-) Özellikle yuvarlatılmış kenarlarda meydana gelen soğuk kaynama

HT5-) Döküm parçasındaki çöküntüler

2-) Bitirme işlemleri ve montaj aşamasında;

HT6-) Ayakların kırılması

HT7-) Sızdırmazlık problemi

HT8-) Açma kapama işleminin yerine getirilmemesi.

G-) Hataların etkileri (Sonuçları):

1-) Döküm prosesinde;

HT1-) Sızdırmazlık problemi, parçanın ıskartaya ayrılması dolayısı ile maliyetin yükselmesi, montajda problem yaratır.

HT2-) Müşteri tatminsizliği, montaj edilen yere uygunsuzluk

HT3-) Ürünün ıskartaya ayrılması, maliyet artışı

HT4-) Ürünün ıskartaya ayrılması, montaj yapılamaz.

HT5-) Ürünün ıskartaya ayrılması, maliyet artışı, müşteri hoşnutsuzluğu.

2-) Bitirme işlemleri ve montaj aşamasında;

HT6-) Parçanın ıskartaya ayrılması, montaj yapılamama.

HT7-) Doğrudan müşteri hoşnutsuzluğu, parçanın geri iadesi söz konusudur.

(Motorun soğutma suyu azalacağından motorun yanması söz konusudur)

HT8-) Doğrudan müşteri hoşnutsuzluğu, soğutma suyunun azalması, parçanın fonksiyonunu yerine getirememesi.

H-) Hataların ortaya çıkış sebepleri:

1-) Döküm prosesinde;

HT1-) * İç gerilmelerin alaşımın dayanımından daha büyük olması

* Metal sıcaklığının yüksek olması

* Keskin köşe ve kenarların mevcudiyeti

- * Maçaların geç çekilmesi
- * Açma-kapama süresinin uzun tutulması.

- HT2-) * Kalıp sıcaklığının düşük olması
- * Çalışma sıcaklığının düşük olması
 - * Fazla yağlama yanlış gaz alma
 - * Döküm enjeksiyon basıncının düşük olması
 - * Oksit ve curuf kalıntılarının, yağ ve artığın kalıpta kalması
 - * Kalıbın bölgesel ısıtılması.

- HT3-) * Uygun olmayan kalıp-maça dizaynı
- * Uygunsuz kalıp yağlama
 - * Metalin fazla ısınması
 - * Kalıp yüzeyinin zarar görmesi
 - * Alaşımın bileşimindeki Fe miktarının fazla olması (Alüminyumda)
 - * Açma-kapama zamanının uzun olması.

- HT4-) * Kalıptaki sıvı metal akışının birçok parçaya ayrılması
- * Kalıp soğutulmasının homojen olmaması
 - * Sıvı metal akışının engellenmesi (oksit oluşumuyla)
 - * Metal akışındaki basınç azalması.

- HT5-) * Kalıbın bölgesel ısıtılması
- * Metal sıcaklığının yüksek olması
- 2-) Bitirme işlemleri ve montaj aşamasında;

- HT6-) * Yolluğun kırılması ve parçanın taşınması esnasında
- * Kumlamaya gidip gelirken
 - * Döküm arabasından boşaltılırken.

- HT7 ve HT8-) * Açma kapama gövdesinin görevini yapmaması
- * Açma kapama mandalının görevini yapmaması

- * Boğaz O-Ringi ve kapak sızdırmazlık contasının görevini yapmaması
- * Döküm gövde ve kapakta çatlağın bulunması
- * Açma kapama mandalıyla, açma-kapama gövdesini sabitleyen saç vidasının tam oturmaması.

I-) Hataların oluşmasını önleyici tedbirlerin alınması

1-) Döküm prosesinde:

- I-) Gaz alma işleminde kullanılan hapların miktarının, kullanım şeklinin ve zamanının ayarlanması. Sıvı metalin dinlendirme zaman ve sıcaklığının tespit edilmesi gerekir. Talimatlara uygun davranılması. Bu konudaki eğitim çalışmalarının artırılması ve teknolojik gelişmelerin takip edilmesi.
- II-) Uygun yağlayıcının seçimi, miktarı, kullanım şekli ve kalıp temizliğinin talimatlara uygun yapılması.
- III-) Kalıp ve sıvı metal sıcaklığının istenen sınır değerler arasında olması. Kalıp soğutma suyunun devri-daiminin ayarlanması.
- IV-) Döküm enjeksiyon basıncının ve kalıp kapama kuvvetinin ayarlanması. Kalıp açma-kapama zamanının ayarlanması. Uygun metal akışının ve hızının sağlanması. (Döküm pistonunun alın geometrisinin değiştirilmesi)
- V-) Kalıp ve maça dizaynının tekrar gözden geçirilmesi. Kalıp yüzeyinin, çıkan parça yüzeyleri üzerindeki etkisinin mütemadiyen döküm esnasında kontrolü. Yolluk dizaynının gözden geçirilmesi.
- VI-) Operatörün çalışma talimatlarına uygun çalışmasının sağlanması. Operatörün gerek çalışma şekli gerekse döküm makinası hakkında bilgilendirme çalışmalarının sürekliliğinin sağlanması.

2-) Bitirme işlemleri ve montaj işlemlerinde:

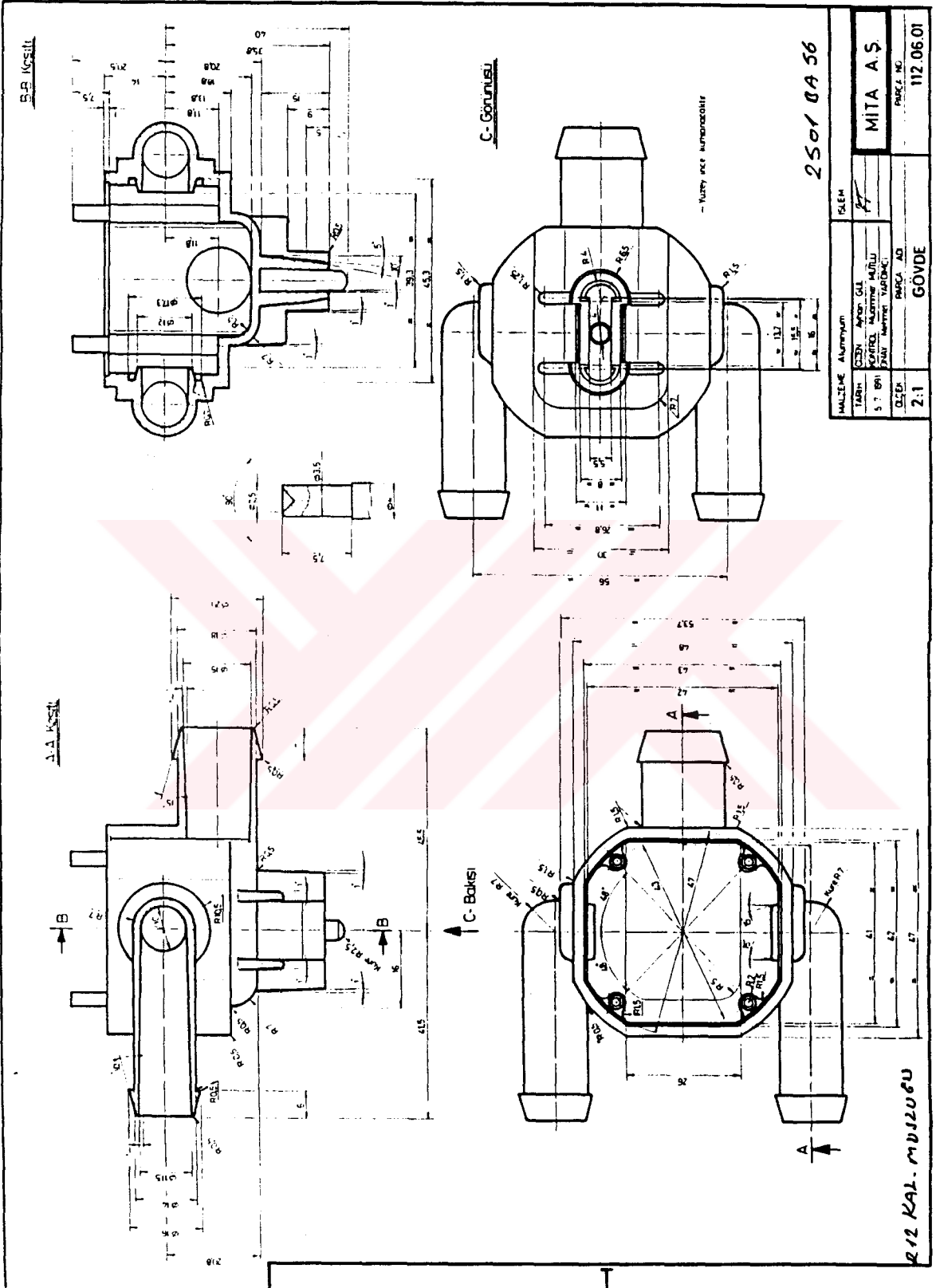
- VII-) Montaj işlemlerinin işçi eğitimiyle çalışma talimatlarına uygun ve problemler karşısında duyarlı olmasını sağlanmalıdır.
- VIII-) Montaj araç ve tesisatının bakım ve onarımının zamanında yapılması ve kartlarına işlenmesi.
- IX-) Girdi kontrolünün ve depolamanın talimatlara uygun yapılması.

[illegible]

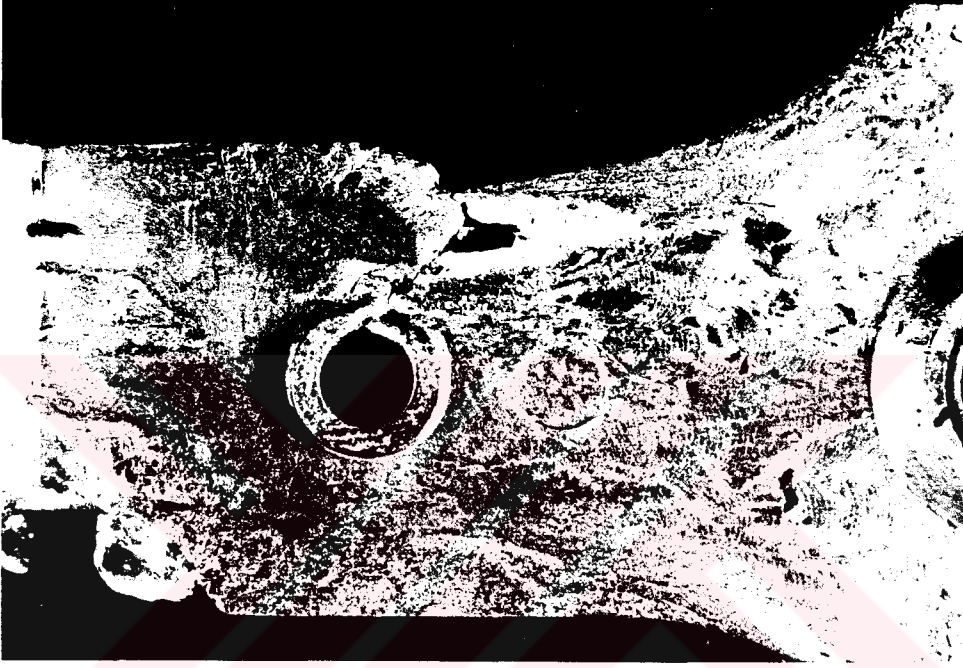
Şekil 6.14. R-12 Kalorifer musluğu için OHTEA kartları

PROSES ÖHTEA (HATA TÜRLERİ VE ETKİLERİ ANALİZİ) YENİ PROSES										SİSTEM / PARÇA		RESİM NO:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:
EKİP ÜYELERİ			İŞLETME		YAN SANAYİ					İŞLETME / MAKİNA		SON REVİZYON:

Şekil 6.14'ün devamı



şekil 6.15. R-12 Kalorifer Musluğu teknik resimleri

6.6. Döküm prosesinde ortaya çıkan hata türü referansları.

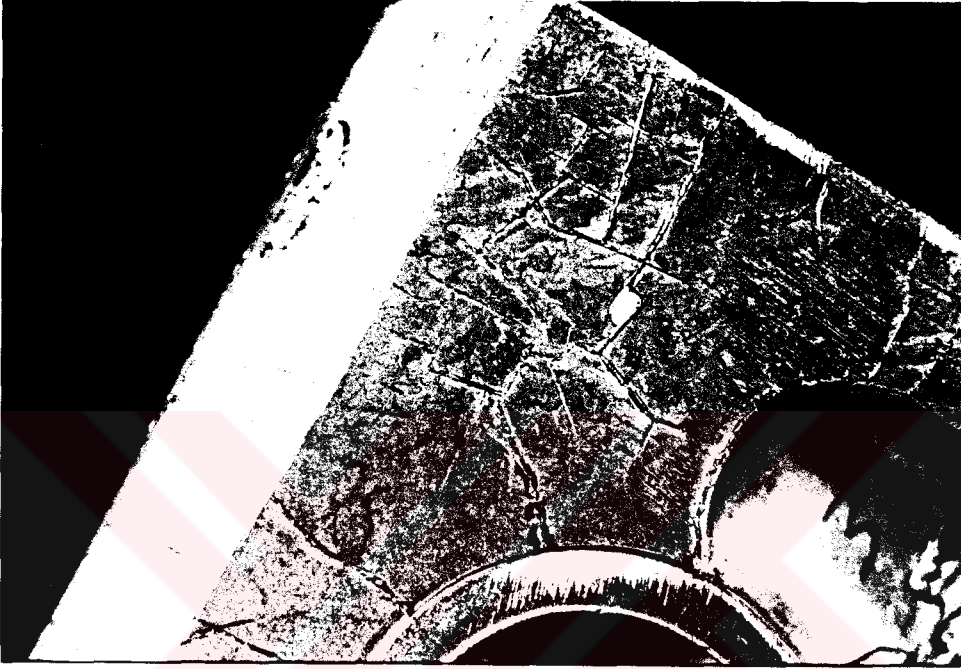
Hatanın tanımı: Parçanın elde edilememesi, yüzeyinin kirli ve parçanın tamamen çarpık ve eksik olması.

Hatanın sebebi:

- * Kalıbın ısınmamış veya heterojen olarak ısınmış olması
- * Fazla yağlama
- * Düşük enjeksiyon basıncı.

Hatanın giderilmesi:

- * Enjeksiyon basıncının artırılması gerekir
- * Kalıbın tam ve homojen ısıtılması.



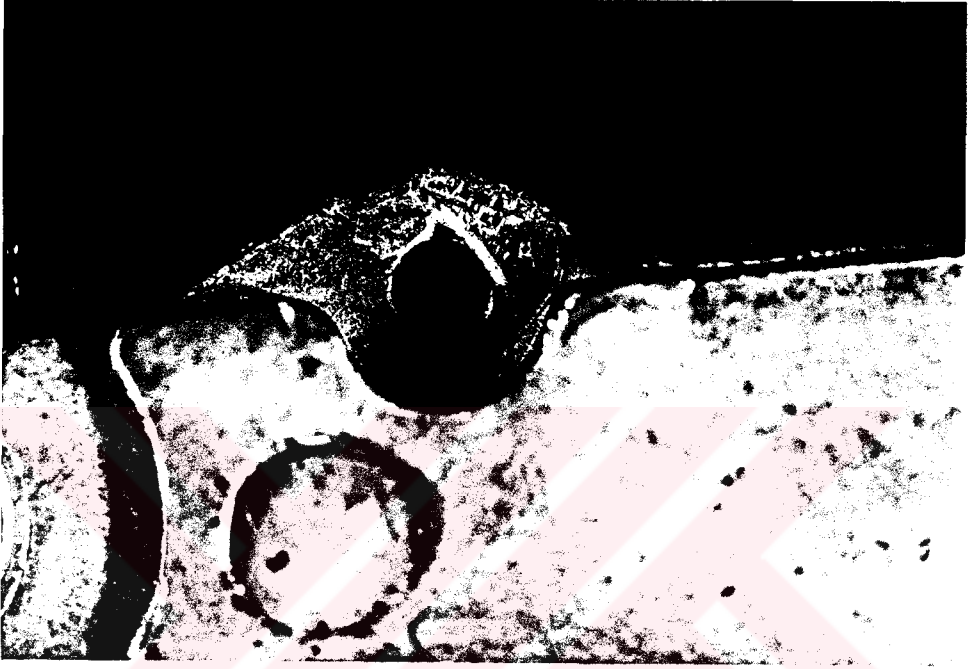
Hatanın tanımı : Döküm parçasının yüzeyinde meydana gelen pullanma ve çatlamlar.

Hatanın sebebi :

- * Kalıbın soğuk ve heterojen ısı dağılımına sahip olması
- * Döküm enjeksiyon basıncının düşüklüğü
- * Kalıp yüzeyinden gelen kusurlar
- * Uygunsuz yağlama.

Hatanın sebebi :

- * Kalıp homojen ısıtılmalıdır
- * Açma-kapama zamanının uygun olması
- * Döküm basıncı ve metal sıcaklığı yüksek olmalıdır.



Hatanın tanımı : Döküm parçasındaki soğuk kaynama.

Hatanın sebebi :

- * Bölgesel kalıp soğutumu (soğutma suyunun akış hızının uygun olmaması)
- * Düşük enjeksiyon basıncı ve düşük metal sıcaklığı
- * Sıvı metal akışının kollara ayrılmasından.

Hatanın giderilmesi :

- * Kalıptaki sıvı metal akışının birçok parçaya ayrılmasının önlenmesi
- * Kalıp soğutulmasının homojen olmasının sağlanması
- * Metal akışındaki basınç kaybı ve oksit oluşumunun önüne geçilir. (Böylece metal akımının engellenmesi önlenir)
- * Basınç ve sıcaklık artırılır
- * Faz ayarları değiştirilir
- * Yolluk değiştirilir.



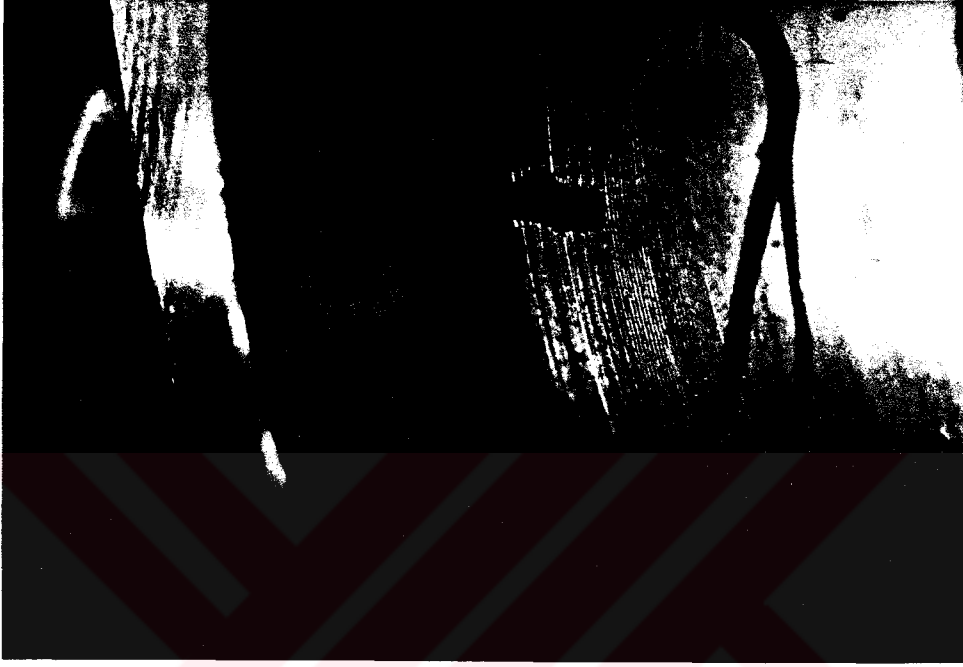
Hatanın tanımı : İtici izleri ve parçanın şeklinin bozulması.

Hatanın sebebi :

- * Operatörün eğitim eksikliği
- * Kalıptaki sıvı metalin katılaşmadan itici pimlerin ve açma mekanizmasının harekete geçmesi
- * Parça üzerinde itici pimlerin konum yanlışlığı.

Hatanın giderilmesi :

- * Kalıp açma-kapama süresinin uzatılması
- * İtici konumlarının düzeltilmesi
- * Yanlış parça alma şeklinin önüne geçilmesi (işçi hatasının önlenmesi)



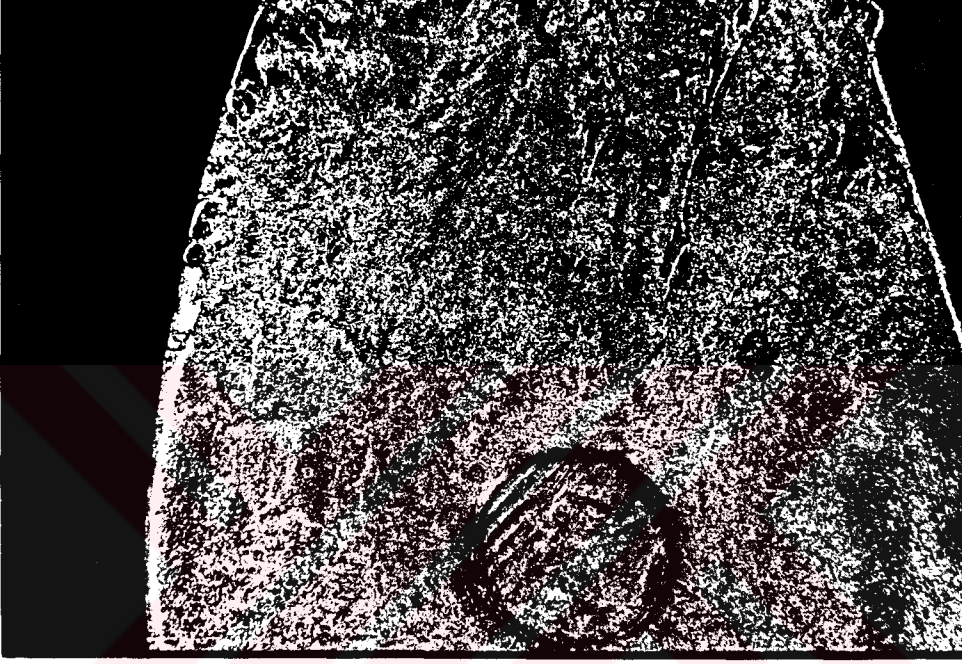
Hatanın tanımı : Döküm parçasındaki süngerimsi bölgeler, sert noktalar.

Hatanın sebebi :

- * Gaz gidermenin talimatlara uygun yapılmaması. (Bu işlem esnasında kullanılan malzemelerin sürekli etken olduğunun yapılan ara kontrollerle teyit edilmesi gerekir.)
- * Operatörün eğitiminin eksikliği
- * Çalışma ortamının temizliği ve açık sistemlerde daha dikkatli olunması.

Hatanın giderilmesi :

- * Oksit ve curuf kalıntılarının iyi bir metalurjik kontrolle önüne geçilmelidir. (Gaz giderme işlemi ve dinlendirmenin yapılması)
- * Kalıbın daha dikkatli ve daha az yağlanması.



Hatanın tanımı : Dökümde akış çizgileri ve çiçeksi görünüm, yüzey bozukluğu.

Hatanın sebebi :

- * Kalıp duvarının hızlı soğutulması
- * Döküm basıncının düşük olması
- * Yüksek akış hızı
- * Fazla yağlama ve kalıp temizliğinin gereği kadar itina ile yapılmaması.

Hatanın giderilmesi:

- * Daha yüksek kalıp sıcaklığının sağlanması
- * Daha yüksek döküm basıncının sağlanması
- * Akış hızının düşürülmesi (daha büyük yolluk ile)
- * Fazla yağlama yapılmamalı ve gaz giderme doğru yapılmalıdır.



Hatanın tanımı : Maçaya ve kalıba yapışma (maça sıyırması)

Hatanın sebebi :

- * Bilinçsiz ve uygunsuz yağlama
- * Yüksek sıvı metal sıcaklığı
- * Kalıp bakımının yetersiz olması
(Her 100.000 dökümden sonra kalıbın yüzeyinin revizyona tabii tutulması gerekir.)
- * Alaşım bileşiminin standart değerlerde olmaması (alaşımın gerek ortamdan, gerekse pota ve kalıpla etkileşimle Fe oranının artması durumu)

Hatanın giderilmesi:

- * Kalıp yağlamanın daha dikkatli yapılması
- * Sıvı metal sıcaklığının düşürülmesi
- * Kalıp yüzeyinin bozulmasının önlenmesi
- * Alaşımın bileşiminin ayarlanması.
(Çok az Fe ihtiva eden alaşımlar kullanılır)
- * Açma-kapama zamanının kısaltılması.



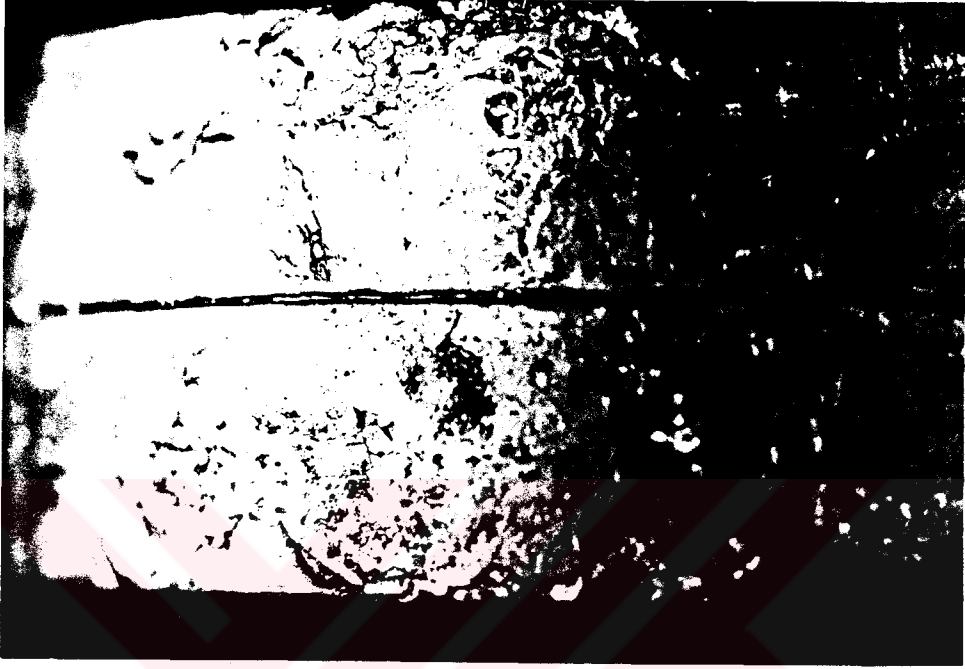
Hatanın tanımı: Döküm parçasındaki katlanmalar ve Tabakalaşma (sıcak metal akışının daha önce katılaşmış soğuk metal tabakasıyla karşılaştığında ortaya çıkan durumlar)

Hatanın sebebi:

- * Kalıp sıcaklığının düşüklüğü
- * Sıvı metal sıcaklığının düşüklüğü
- * Yolluğun dizaynının yanlışlığı
- * Açma-kapama zamanının uygun olmaması

Hatanın giderilmesi:

- * Düşük kalıp ve sıvı metal sıcaklığından kaçınılması.
- * Tabakalaşmanın şiddeti kesit kalınlığına ve soğumanın nüfuz derinliğine bağlı olduğundan yolluk dizaynı ve kalıp dizaynı önemlidir.
- * Havanın kalıptan daha iyi iletimi sağlanmalıdır.
- * Açma-kapama zamanının ayarlanması.



Hatanın tanımı: Döküm parçasının yüzeyinin bozukluğu, çöküntü ve kalıntılar.

Hatanın sebebi:

- * Kalıp sıcaklığının yüksekliği
- * Metal sıcaklığının yüksekliği
- * Fazla ve özensiz yağlama (Operatörün deneyimsizliği ve eğitimsizlik)
- * Yetersiz kalıp temizliği

Hatanın giderilmesi:

- * Çöküntüleri önlemek için kalıp ve sıvı metal sıcaklığının düşürülmesi
- * Kalıbın bölgesel ısıtılmasından kaçınılması
- * Kalıp temizliği ve yağlamasının daha özenli yapılması (Fazla yağlanmamalı)
- * Kalıbın şiddetli darbe ve yöresel aşırı ısınmalara maruz kalmış bölgelerinin tekrar yüzey işlemlerine tabii tutulması gerekir
- * Bölgesel ısıtma eğer yüksek değerlerde ise sıcak nokta yakınındaki metal katılaşmaz, bu kısım daha geç katılaşacağından hacmi küçülerek bir çöküntü meydana getirecektir.



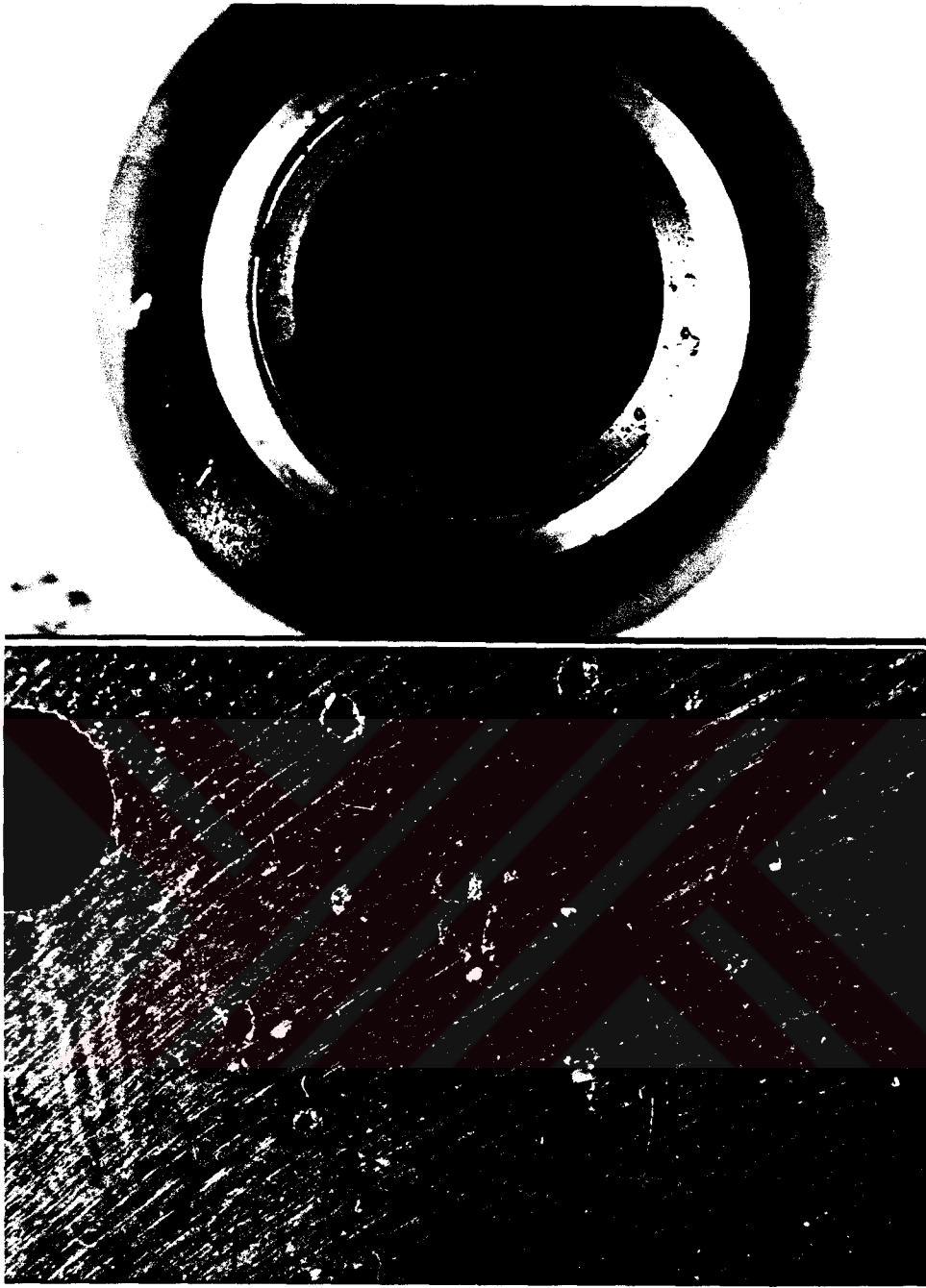
Hatanın tanımı: Çekme çatlakları (İç gerilmelerin alaşımın dayanımından daha büyük olması sebebiyle ortaya çıkan hatalar)

Hatanın sebebi:

- * Açma-kapama süresinin uzun olması
- * Sıvı metal sıcaklığının yüksek olması
- * Kalıp dizaynındaki keskin köşe ve kenarlar.

Hatanın giderilmesi:

- * Sıvı metal sıcaklığının düşürülmesi
- * Maçaların daha erken çekilmesi
- * Dökümün daha erken alınması (Kısaca açma-kapama süresinin kısaltılması)
- * Çatlamaya meyilli olmayan alaşımın seçiminin yapılması
- * Yolluk ve parça dizaynının değiştirilmesi. (Eğer bu tip hata üretim sürecinde, sürekli olarak meydana geliyorsa)



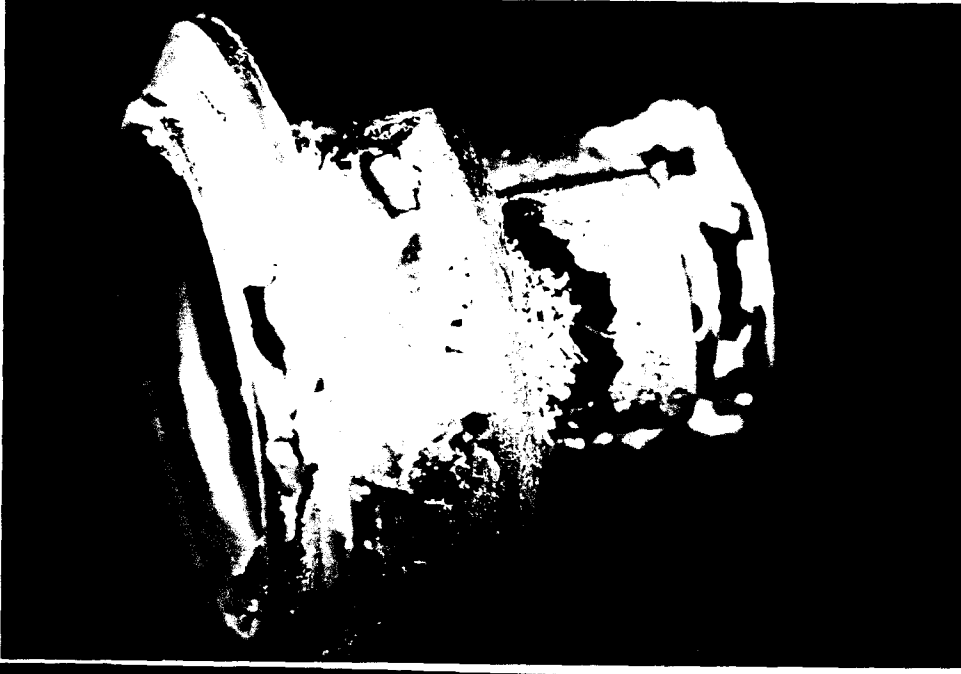
Hatanın Tanımı: Gaz boşlukları, porozite
özellikle kalın kesikli döküm parçalarında
yüzeğe yakın bölgelerde görülen boşluk
ve gözenekler)

Hatanın sebepleri:

- * Kalıbın soğuk olması
- * Uygunsuz gaz alma işlemi
- * Fazla yağlama ve yağlamanın uygunsuz yapılması.
- * Yüksek metal sıcaklığı

Hatanın giderilmesi:

- * Kalıp temizliği ve yağlamanın talimatlara uygun şekilde yapılması
- * Kalıp sıcaklığının artırılması
- * Gaz alma işleminin uygun yapılması
- * Sıvı metal sıcaklığının düşürülmesi
- * Sıvı metalin yeteri derecede dinlendirilmesi ve sekonder hammadde kullanımından kaçınılması
- * Doğru yağlayıcıların kullanılması (Gaz ve buhar oluşumuna meydan vermeyen yağlayıcıların kullanımı)



Hatanın Tanımı: Kofluk (kalıp boşluklarının doldurulmasındaki eksiklik) Çekme boşlukları.

Hatanın sebepleri:

- * Döküm kovanındaki metal akışının hızının yavaş olması ve de akış şeklinin kalıpta hem doldurma olayını güçleştirecek şekilde olması hem de kalıp içine hava girmesini kolaylaştıracak şekilde olması.
- * Fazla yağlama ve kalıp kirliliği
- * Soğuk kalıp ve sıvı metal sıcaklığındaki düşük değer.
- * Enjeksiyon basıncının düşük olması.

Hatanın giderilmesi:

- * Uygun metal akışının sağlanması (Metal akış hızının yükseltilmesi)
- * Enjeksiyon basıncının yükseltilmesi
- * Doğru gaz gidermenin yapılması
- * Kalıpta yağ veya metal artığının kalmasının engellenmesi
- * Kalıp ve metal sıcaklığının yükseltilmesi (Döküm sıcaklığının yükseltilmesi)
- * Kalıbın daha sık temizlenmesi.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüzde bir firmanın performansını sadece ürettiği ürünlerle değil aynı zamanda değişim ve sürekli gelişme için harcadığı zaman ve insana yaptığı yatırımla da ölçmek gerekir. İşletmenin herhangi bir biriminde, herhangi bir gelişmenin olmadığı tek bir gün bile geçirilmemelidir.

Basıncılı döküm yolu ile üretim yapan bir işletmede daha kaliteli ve verimli üretim yapabilmek için, tüm üretim prosesini içine alan daha kapsamlı bir otomasyon, takım ve teçhizat ile makinaların adaptasyonu, daha hızlı çalışma, iş akışındaki verilerin genişletilmesi, makinanın fonksiyonel akışının kontrol sistemleri ile sabit tutulması, serbest programlanabilir kumanda vs. sistemlerin kullanılması gerekmektedir.

Bir OHTEA çalışmasının başarılı olarak gerçekleştirilmesinde ki en önemli faktörlerden birisi tam zamanında yapılmasıdır. Bunun anlamı, olayla karşılaşmadan önce yapılması, olumsuzluk gerçekleştikten sonra uygulanmamasıdır. İyi bir OHTEA çalışmasıyla, tasarım ve proses değişiklikleri çok kolaylıkla ve daha az maliyetle gerçekleştirileceğinden, imalattan sonra yaşanacak krizleri önleyecektir.

Üretim prosesi esnasında tespit edilme olasılığı yüksek bir hata türü bir sonraki üretim aşamasına geçmeden önce tespit edildiğinden müşteriye etkisi olmadığı düşünülse de parça maliyetinin artmasına sebep olacak ve yine müşteri kaliteyi pahalıya almak zorunda kalacağından etkilenecektir.

KAYNAKLAR

- [1] ÇIĞDEMOĞLU. M, " Basınçlı döküm" ,cilt.1,Ankara 1972
- [2] BRUNHUBER. E ,'Praxis der Druckgussfertigung " ,Verlag schile-Schön Gmbh 1980. ISBN 3-7949-0342-0
- [3] REİMER, "Druckguss", Carl hanser verlag münchen, 1968
- [4] DOEHLER.H.H, Çeviri BAYVAS.M, "Basınçlı döküm", Ankara 1974
- [5] NEHRİNG..J , SAND.J ve ROTHER.G, Giesserei, 79,7,1992
- [6] KNIPP.E, "Aluminiumguss in Sand und Kokille", Aluminium verlag . Düsseldorf .p.p 95-104. 1959
- [7] Giesserei 78, Nr 10-13.Mai , p.p 348-352 ,1991
- [8] Giesserei 69, Nr 2-18.januar, p.p 37-42, 1982
- [9] Giesserei 79, Nr 9-27.April, p.p 347-354, 1992
- [10] Giesserei 71, Nr 3-30.januar, p.p 128-132, 1984
- [11] Giesserei 77, Nr 3-5.Februar, p.p 84-87, 1990
- [12] Giesserei 76, Nr24-27.November, p.p 831-832, 1989
- [13] ESİN:A, ISO 9000 Notları, ODTÜ, p.p 5-9
- [14] KAVRAKOĞLU.İ, " Sanayi Odası Dergisi", p.p 9-10, Ekim 1992
- [15] GÜVEN.S", Sanayi Odası Dergisi", p.p 11-14, Ekim 1992
- [16] DENİZ.B , " Sanayi Odası Dergisi", p.p 15-20, Ekim 1992
- [17] KIRÇIK.O,' 'Katılımlı Kalite Kontrol", MPM, p.p 1-12
- [18] TÜMER.T , "Kalite Kontrol Çemberleri", SEGEM, p.p 1-15
- [19] ARIKAN.N,"Sanayi Odası Dergisi ", p.p 23-24, Ekim 1992

- [20] ÇAKMAK. N." ISO 9000/1994 versiyonu ve avrupa uygulama örnekleri seminer notu ". Mess Eğitim Vakfı. p.p 9-15. Aralık 1994
- [21] ÇİGDEM.S, "Hata Türü ve Etkileri Analizi [HTEA]", KOGEM, 1994
- [22] AMDEC Talimatı, Oyak renault eğitim enstitüsü, 1990
- [23] BLASING.J.P, "Transferzentrum Qualitaetssicherung [TQU]", 2.Auflage. Januar 1989
- [24] WEISSENBURG.D.W, "Rechnerunterstützte FMEA im Spritzgissbetrieb ".1992
- [25] FRANKE.W:D, "Fehlermöglichkeits und Einflussanalyse in der Industriellen Praxis ", Verlag Moderne Industrie AG und Buchverlag . ISBN 3-478-41282. 1989
- [26] "Qualitaetskontrolle in der Automobilindustrie " , Verbander automobilindustrie e.v (VDA), Western Strasse 61.,Frankfurt. 1990
- [27] AMDEC Animatörü El Kitabı, Oyak Renault Eğitim Enstitüsü, 1990

ÖZGEÇMİŞ

Murat ATEŞ 1971 yılında Kahramanmaraş'da doğdu. İlk öğrenimini K. Maraş İstiklal ilkokulu, orta öğrenimini K. Maraş Merkez Ortaokulu ve Lise öğrenimini ise K. Maraş Lisesinde tamamladı. 1988 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya-Metalurji Fakültesi Metalurji Mühendisliğine girdi. 1992 yılı yaz döneminde lisans tezini vererek aynı yıl İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Metalurji Mühendisliği Anabilim Dalı Üretim Metalurjisi (Kısmen Almanca) programında yüksek lisans öğrenimine başladı.

