

67854

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HALEN ÜRETİMDE OLAN BİR ÇELİK DÖKÜM
FABRİKASINDA RASYONALİZASYON
ÇALIŞMASI
(PROSESLERİN UYARLANMASI)

Mak. Müh. Mahmut Oral BARKAY

F.B.E Makina Mühendisliği Anabilim Dalı İmal Usulleri Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet Ulvi AVCI

İSTANBUL – 1997

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HALEN ÜRETİMDE OLAN BİR ÇELİK DÖKÜM
FABRİKASINDA RASYONALİZASYON
ÇALIŞMASI
(PROSESLERİN UYARLANMASI)

Mak. Müh. Mahmut Oral BARKAY

F.B.E Makina Mühendisliği Anabilim Dalı İmal Usulleri Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet Ulvi AVCI

İSTANBUL – 1997

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın yapılmasında ve hazırlanmasında benden yardımlarını esirgemeyen hocam Sayın Prof.Dr. Ahmet Ulvi AVCI'ya, ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş. yönetim kurulu üyesi Sayın Ahmet KIRIMTAYYIF'a ve tüm ANADOLU DÖKÜM SANAYİ A.Ş. çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
Türkçe Özet	v
Abstract	vi
1- Giriş	7
2- Çelik Döküm Sektörüne Genel Bakış	9
2 . 1 - Çelik Dökümde Kullanılan Kalıp Malzemeleri	9
2 . 2 - Çelik Dökümde Kullanılan Sarf Malzemeleri	11
2 . 2 . 1 – Ana Ergitme Malzemeleri	11
2 . 2 . 2 – Yardımcı Ergitme Malzemeleri	14
2 . 2 . 3 – Diğer Malzemeler	17
3 – Ele Alınan İşletmeye Genel Bakış ve Değerlendirme	19
3 . 1 – Kum Hazırlama	19
3 . 1 . 1 – Kullanılan Makinalar	19
3 . 1 . 2 – Kapasite	22
3 . 1 . 3 – Görülen Eksiklikler	23
3 . 1 . 4 – Öneriler	23

3 . 2 – Kalıplama	25
3 . 2 . 1 – Kalıplama Hatları	25
3 . 2 . 1 . 1 – BMM Yarı Otomatik Kalıplama Hattı	25
3 . 2 . 1 . 2 – Parça Pres Hattı	27
3 . 2 . 1 . 3 – Bilya ve Silpebs Pres Hattı	28
3 . 2 . 1 . 4 – El Kalıbı Hattı	29
3 . 2 . 1 . 5 – Savurma Döküm	29
3 . 2 . 1 . 6 – Shell Maçalı Kalıplama Yöntemi	30
3 . 2 . 2 – Görülen Eksiklikler ve Öneriler	31
3 . 2 . 2 . 1 – BMM Yarı Otomatik Kalıplama Hattında Görülen Eksiklikler.	31
3 . 2 . 2 . 2 – Pres Hattında Görülen Eksiklikler	31
3 . 2 . 2 . 3 – Bilya ve Silpebs Hattında Görülen Eksiklikler	33
3 . 2 . 2 . 4 – El Kalıbı Hattında Görülen Eksiklikler	33
3 . 2 . 2 . 5 - Shell Makinasında Görülen Eksiklikler	34
3 . 3 – Ergitme ve Döküm	35
3 . 3 . 1 – Ocakların ve Ergitme Kapasitelerinin İncelenmesi	35
3 . 3 . 2 – Şarj Hazırlama Metodları	35
3 . 3 . 3 – Döküm Potalarının İncelenmesi	35
3 . 3 . 4 – Görülen Eksiklikler	36

3 . 3 . 5 – Öneriler	37
3 . 4 – Isıl İşlem Fırınlarının İncelenmesi	38
3 . 4 . 1 – Fırın Kapasiteleri	38
3 . 4 . 2 – Görülen Eksiklikler	39
3 . 4 . 3 – Öneriler	39
3 . 5 – Bitirme İşlemlerinin İncelenmesi	42
3 . 5 . 1 – Kesme	42
3 . 5 . 1 . 2 – Görülen Eksiklikler	42
3 . 5 . 1 . 3 – Öneriler	42
3 . 5 . 2 – Taşlama	44
3 . 5 . 2 . 1 – Taşlama Metodları	44
3 . 5 . 2 . 2 – Görülen Eksiklikler	44
3 . 5 . 2 . 3 – Öneriler	45
3 . 5 . 3 – Kaynak	46
3 . 5 . 3 . 1 – Kaynak Metodları	46
3 . 5 . 3 . 2 – Kullanılan Cihaz ve Malzemeler	46

3 . 5 . 3 . 3 – Görülen Eksiklikler	46
4 – Eksikliklere Ait Geliştirilen Metodlar ve Uygulama Sonuçları	48
5 – İşletme Bünyesinde Seçilen Parçalara Proses Uyarlaması	56
5 . 1 – İşletme Bünyesinde Sürekli Üretim Programında Olan Parçalara Proses Uyarlaması	56
5 . 2 – Sipariş Olasılığı Yüksek ve Farklı Aşamalarda Parçalara Kombinasyonlar Yardımıyla Proses Uyarlaması	76
6 – Uyarlanan Proseslerin Genele Yayılması	97
7 – İleriye Dönük Öneriler	99
8 – Sonuç	101
9 – Kaynaklar	104
Özgeçmiş	106

ÖZET

Çelik döküm parçalar kullanıldıkları endüstriyel alanlarda sahip oldukları önem sebebiyle üretimlerinde azami dikkat gerektiren parçalardır. Çalıştıkları ortamlarda çoğunlukla yüksek sıcaklık, basınç yada darbeye maruz kalmaları sebebiyle kendilerinden beklenen özellikleri mutlaka sağlamaları gerekmektedir.

Oysa Türkiye’de üretilen çelik döküm parçalardan değişik konularda şikayetler gelebilmektedir. Bu şikayetlerin sebepleri ayrı bir tartışma konusu olmasına rağmen bir çoğunun kökeninde etkin bir planlama sistemiyle üretimden çok uzak oldukları gerçeği yatar. Bu şikayetlerin giderilebilmesi için, teknik anlamda alınması gerekli tedbirlerin yanı sıra tüm işlemlerin organize bir şekilde yürütülmesi ve aynı zamanda uyarlanmış proselere göre oluşturulmuş iş akışlarına göre çalışılması da gerekmektedir. Bu noktada çelik döküm işleminin, sadece teknik esaslara dayanan bir işlem değil aynı zamanda çok yönlü bir endüstriyel üretim prosesi olduğu ortaya çıkmaktadır. Buda gösterir ki etkin bir üretimin gerçekleştirilebilmesi için, üretim birimlerinin daha en baştan birbirleriyle hem zaman hemde kapasite açısından uyum sağlayacak ekipmanlarla donatılması ve her parça türü için alınan siparişlere göre çok yönlü bir planlama yapılması gerekmektedir. Bu planlama, parçanın istenen şartlarda üretilmesi için yapılması gerekli tasarımları ve alınması gerekli tedbirleri içermenin dışında, kapasitenin doğru ve etkin kullanımı için gerekli proses planlamasında kapsamalıdır. Zira üretilen parçaların sadece kaliteli ve istenen özellikleri sağlar şekilde üretilmesi yönünde yapılacak çalışmalar kapasite kullanımı ve proses uyarlaması dikkate alınmadığı için hem çok daha fazla maliyetli hemde gereksiz bir takım zaman ve enerji kayıplarıyla üretilmelerine sebep olacaktır.

Döküm işleminin enerji yoğun bir proses olduğu göz önünde bulundurulursa , bu bir işletme açısından asla tercih edilmemesi gereken bir planlama tarzı olmalıdır. Oysa aynı planlamanın gerekli proses uyarlamaları ve maliyet hesaplarıyla birlikte, üretim bölümlerinin senkronizasyonunda kapsamı durumunda ortaya çıkacak sonuç optimum maliyet, optimum enerji kaybı ve maksimum güvenilirlik olacaktır. Dünya’ya entegre olmak isteyen ülkemiz için son derece gerekli olan bu sonucun elde edilebilmesi çok büyük bir öneme sahiptir.

Yukarıda sayılan sebepler doğrultusunda bu çalışmada halen çalışmakta olan bir dökümhanenin tüm birimleri, bu birimlerin sahip oldukları ekipmanlar, bu ekipmanların kapasiteleri ve bir sonraki üretim kademesiyle olan uyumları, ekipmanların kullanış metodları , işlem metodları incelenmekte ve görülen eksikliklerden bahsedilerek bu eksikliklerin giderilebilmesi için alınması uygun bulunan tedbirler yer almaktadır. Ayrıca proseslerin birbirleriyle uyum halinde çalışmasının önemi açısından yapılan hesaplamalarla oluşturulan grafiklerde mevcut çalışma koşullarının önerilen şekillere yudurulmasıyla elde edilecek avantajlardan bahsedilmektedir.

ABSTRACT

Steel casting pieces need maximum care on production due to their great importance on usage areas. Because they usually face with high temperature, high pressure or high tension due to impacts, they have to be compatible with the specifications expected from them. However there are some complaints from steel castings made in Turkey. Even though the reasons behind this is a totally different subject we can simply tell that the truth lies behind this is the production process in Turkey is quite far away from an effective planning.

Along with the technical precautions to be taken, there is a big need to work according to synchronised process planning and work flow charts to eliminate these complaints. At this point, it becomes quite obvious that the steel casting process is not only a technical principles based production but also a very complicated and variable industrial production process. Thus, to be able to make an efficient production which provides full customer satisfaction there is a big need for all production units to be donated with such an equipment that will be completely synchronised from capacity and time point of view with all the other production units with the help of an effective preplanning.

This preplanning must contain process synchronising methods to be able to use the time and capacity efficiently as well as technical precautions to be taken for the particular production process. Because taking only technical precautions will help achieving the targets and standards on production but will cost too much and won't be able to use the capacity properly in the loss of synchronisation activities.

If casting process is considered as energy intense process then this must be the last thing that a company desires. It becomes clear that any type of preplanning, which contains process control functions in it, will result with optimum cost, optimum loss of energy and maximum reliability on cast pieces. To achieve this result has a great importance for our country, which is trying to integrate to the world.

For all the reasons mentioned above, in this thesis a steel foundry with all of its units, equipment's that these units have, their synchronisation with the next production level, methods of equipment usage, and production methods are studied. There are also certain points which have some mistakes are explained along with the ideas to solve these problems and prevent these mistakes. Besides, to be able to show the importance of the synchronising processes there are some examples of preplanings along with calculations and graphs which any steel foundry will benefit from the advantages of preplaning the orders as far as synchronisation of orders are concerned.

1 – GİRİŞ

Çelik dökümü gereksinim duyduğu iyi planlama, farklı teçhizat ve yüksek tecrübe dolayısıyla en zahmetli dökümlerden birisidir.

Çelik dökümünde ortaya çıkan döküm hataları aynı kalıp tasarımıyla bir başka malzemenin dökümünde hiç bir şekilde ortaya çıkmayacak hatalar olabilir.

Genel olarak kullanılan metodların ve tasarım eksikliklerinin yada yetersizliklerinin bu tip hatalara yol açtığı söylenebilir, ancak bu konudaki önemli faktörlerden bir tanesinde işletmelerin yapılacak üretime uygun olarak kurulmamış yada tasarlanmamış olması ve/veya yanlış yada eksik teçhizatlarla çalışıyor olmalarıdır.

Özellikle ülkemizdeki çelik dökümhanelerine bakacak olursak, teknolojilerini, kuruldukları yıllarda tasarladıkları üretim tarzına göre oluşturup daha sonraki yıllarda aynı konuda başka mamullerin üretimine yöneldiklerinde teknolojilerini gözden geçirerek ciddi bir proses analizi yapmadıkları için mamul tesliminde yada kalitesinde ciddi sıkıntılar çektikleri görülebilir.

Bu çalışmada incelenen çelik dökümhanesinde bunlardan biridir. 1969 yılında çimento fabrikalarının öğütme değirmenleri için çelik bilya ve silpebs imal etmek amacıyla kurulan fabrikanın başlangıçta çok ideal bir dökümhane tasarımı olmasına rağmen, parça üretimine ağırlık vermesiyle birlikte ciddi sıkıntıları baş göstermiş ve halen kurulu bulunan teçhizatların yetersizliğinin yanı sıra kapasite arttırabilmek yada parça üretimine yatkın hale gelebilmek için almış olduğu yeni donanımlar da basit birer eklenti olmaktan ileriye gidememişlerdir.

Bu noktada Türkiye'deki iş sektörünün çabuk hareket etmeye dayalı kazanma prensiplerininde etkisi olduğu bir gerçektir, ancak yinede kişisel görüşüm mühendislik prensiplerinin, disiplinli çalışmaya, **iyi planlamaya** ve etkin üretime yatkın olması dolayısıyla atılacak adımlarda, yapılacak yatırımlarda ve üretimin teknik planlama

safhalarında daha dikkatli hareket edilmesiyle işletmelerin çok daha etkin ve verimli olacağı yolundadır.

Bu doğrultuda gerçekleştirdiğim çalışmada bahsettiğim tüm teknik incelemelerin yanı sıra bir bütün olarak ele aldığım işletmeye sadece teknik yönde değil yönetsel kararlar ve planlama metodları konusundada öneriler üretmeye çalıştım. Bu anlamda ciddi bir standardizasyon çalışmasının mühendislik dışı konulardada mühendisçe yaklaşımlarla daha etkin olduğuna inanıyorum.

2 – ÇELİK DÖKÜM SEKTÖRÜNE GENEL BAKIŞ

Ülkemizde sanayinin gelişmesiyle paralel olarak çelik döküm parçalara olan talep gittikçe artmaktadır. Özellikle çimento sanayi, gemi sanayi, ağır iş makineleri sanayi, demir çelik sanayi ve kırıcı tesislerindeki gelişmeleri takiben tüm tesislerde kullanılan değişik çelik döküm parçalara olan talep gittikçe artmıştır. Çelik dökümü diğer döküm türlerine göre metalin özellikleri dolayısıyla çok daha fazla dikkat gerektiren bir işlemdir. Diğer metal dökümlerinden, özellikle demir dökümünden ayrılan en önemli özelliği deoksidasyon gereksinimidir. Metalin oksijene olan açlığı dolayısıyla çelik dökümünde en çok görülen hataların gaz boşlukları ve gaz kapmaya bağlı hatalar olduğu bir gerçektir. Bunun dışında dökülen parçaların mutlaka ısıtılma işlemine girmesi ve bitirme işlemlerindeki değişkenlikleri dolayısıyla oldukça dikkat ve ustalık gerektiren bir işlemdir. Bu sebeple büyük yatırımlar gerektirir. Ancak üretim sektörümüzdeki gelişmelerle çelik döküm fabrikalarının sayılarının artmasıyla bu sorunlar yavaş yavaş aşılacak şekilde ideal üretimleri elde etmek mümkün olabilecektir. Ülkemizdeki işletme ve işçilik maliyetlerinin yüksek olması henüz çok derin araştırma ve geliştirme çalışmalarına imkan sağlamamakla birlikte çelik sanayinin gelişmeleri yakından takip etmesinde oldukça sevindirici bir durumdur. Bu bölümde çelik dökümünde kullanılan malzemeler, ocaklar ve metodlar üzerinde durulacaktır.

2 . 1 – Çelik Dökümünde Kullanılan Kalıp Malzemeleri

Çelik dökümünde genellikle gravite döküm yöntemi kullanıldığından kullanılan kalıp malzemelerinin başında kum gelmektedir. Ülkemizde en yaygın kum Silis kumudur. Silis kumu bir çok döküm fabrikasında tercih edilmesine rağmen, ısıtılma katsayısının yüksek olması sebebiyle yüzey hatalarına sebebiyet vermektedir. Silis kumunun kuarz, tridyimit ve kristobalit olmak üzere üç çeşidi mevcuttur. Ülkemizde bolca bulunması sebebiyle döküm işlemlerinde en çok kullanılan kuarz kumudur. Kuarz kumu yaklaşık 573 °C' ye kadar hızla artan bir ısıtılma katsayısına sahiptir. Bu sıcaklıkta kristal yapısını değiştirerek α kuarz haline geçer. Bu noktadan sonra yaklaşık 1000 °C 'ye kadar ısıtılma katsayısında hafif bir düşme

gösterir. 870 °C 'den sonra bazı katalizörlerinde yardımıyla kristal tridyimit 1470 °C civarında ise kristobalit haline dönüşür. Normal durumda bu kristaller silis kumu içinde mevcut değildir. Kumun kullanımı sırasında dikkat edilmesi gereken önemli değerler ısı genleşme katsayısının yanı sıra , ortalama tane büyüklüğü, tanelerin geometrik şekli, tane büyüklüğü dağılımı, özgül tane yüzeyi, su emme kabiliyeti olarak sayılabilir.

Silis kumları ülkemizde bolca buldukları için tercih edilmelerine rağmen yüzey hassasiyeti istenen işlerde ısı genleşme katsayılarının düşüklüğü ve tane homojenilikleri dolayısıyla Zirkon yada Kromit kumları kullanılır. Bu kumların her ikisinde ithal edildiğinden ve pahalı olduklarından ancak özel ve sürekli siparişler için getirilmeleri söz konusudur.

Çelik dökümünde kullanılan bir başka kalıp malzemesi ise yollukların açılabilmesi için kullanılan ahşap topuklardır. Bu topuklar parça dökümlerinde kalıp tasarımcısı tarafından yapılan yolluk kesidi hesabına göre modelhaneye yaptırılır. Sürekli değişik parçalar üzerinde döküm yapan dökümhanelerde her seferinde topuk yapılması yerine daha önceden yaptırılan topuklarda kullanılmaktadır. Kalıp tasarımının doğru yapılmasıyla doğru orantılı olduklarından kendi başlarına herhangi bir önemleri yoktur. Ancak büyük parça dökümlerinde kum sürüklenmesini önlemek için değişik kesitlerde seramik yolluklarda kullanılmaktadır. Bu yolluklar hazır halde satın alınarak hesaplanan yolluk kesitlerine göre seçilmek suretiyle kalıp içine konur.

Bir başka malzeme ise besleyicilerdir. Besleyiciler için özel bir malzeme gerekmez, yalnızca ince kesitlerde ve derin parçalarda besleyicinin erişemeyeceği noktalara sıcak gömlekler yerleştirilir.

Bunun dışında kalıbın en önemli elemanlarından bir tanesinde boyadır. Zira sıvı metalin yüksek sıcaklıkta kuma direkt temas etmesi kumda şekil değişikliklerine ve genleşmeye neden olacağı gibi kum içine giren sıvı metalin çapak oluşturması yada daha kötüsü sinter yapması söz konusu olduğundan yeterli kalınlıkta boya tatbik edilmesi gerekmektedir. Tatbik edilecek boyanın seçimi dökülecek metalin özelliklerine göre değişmektedir.

2.2 – Çelik Dökümünde Kullanılan Sarf Malzemeleri

Çelik dökümü daha öncede bahsedildiği gibi diğer malzemelerin dökümlerinden belirgin farklarla ayrılan bir döküm şeklidir. Bu farklar kalıp kumu içine konan malzemelerde, kumun boyanmasında, va en önemlisi ise sıvı metal hazırlama esnasında deoksidasyon metodlarının uygulanmasında kendisini göstermektedir. Ergitimde deoksidasyonun nihai mamul kalitesi açısından son derece önemli olması sebebiyle ilave malzemelere gerek duyulması söz konusudur. Bunun dışında kalıp boyama işlemlerinde kullanılan boya, kalıp içine konacak alaşıma uygun olması mecburiyetide söz konusudur. Bu ön bilgiler ışığı altında çelik dökümünde kullanılan malzemeleri ;

- a) Ana Ergitme Malzemeleri
- b) Yardımcı Ergitme Malzemeleri
- c) Diğer Malzemeler

olarak incelemek mümkündür.

2.2.1 - Ana Ergitme Malzemeleri

Çelik dökümünde nihai parçanın evsafını oluşturmak için sıvı metal içinde bulunan tüm metaller ve ferro alaşımlar ana ergitme malzemelerini oluştururlar. Bu malzemeler aslında periyodik cetveldeki elementlerden başka bir şey değildir. Ancak bu elementlerin saf halde yada cevher halinde bulunması her zaman mümkün olmadığından ve ayrıca çok pahalı olduklarından terkip hesaplama metodları kullanılarak analizleri bilinen çelik alaşımlı hurdalardan yada kırıntı ve ferro alyajlardan yararlanılarak istenen alaşım elde edilir. Örneğin bu tezin standardizasyon kısmında daha ayrıntılı olarak incelenecek olan 18 Cr'lu bilyanın malzeme evsafının

elde edilebilmesi için 430 kalite çelik, FeSi, FeCr, ve grafit kullanılabilir. Sayılan malzemelerin Tablo 1'de verilen oranlarda kullanılması sonucunda bilya alaşımında %2 C, %0.60 Si, % 0.90 Mn, %18 Cr ve % 0.10 Mo içeriğini elde etmek mümkündür.

Bu teze ait pratik çalışmanın yapıldığı işletmede geliştirilen bir yöntem ile aynı alaşımı değişik malzemeler kullanarak maliyeti minimum tutacak şekilde hazırlamak mümkündür. Günümüz piyasa şartlarında maliyetin son derece önemli bir unsur olması sebebiyle kullanılacak malzemelere ait terkiplerde en düşük maliyet (ergitim ve döküm için diğer değişkenler sabit tutulmak kaydıyla) en çok tercih edilen terkip olarak kabul edilir.

DKP	304	430	FeSi	RafMn	FeMn	FeMo	FeV	FeW	NI	FeCrEL	FeCrAN	GRAFIT	HURDA
100,00	0,00	64,35	0,39	0,00	0,60	0,10	0,00	0,00	0,00	3,54	0,00	1,01	30,00
C	0,06	0,10	1,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00	0,07	85,00	2,60
SI	0,08	0,20	75,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
Mn	0,25	0,25	0,00	78,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90
CR	0,00	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,00	70,00	0,00	18,00
NI	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	99,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
W	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

C	SI	Mn	Cr	NI	Mo	V	W	TI	AL	Cu
2,00	0,60	0,90	18,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

DKP	304	430	FeSi	RafMn	FeMn	FeMo	FeV	FeW	NI	FeCrEL	FeCrAN	GRAFIT	HURDA
14,5	70	30	65	140	60	850	1800	850	900	150	220	16	41

BIN TL

BİRİM MALİYET : TL/KG 38.572 TL

Tablo 1 - Terkip Hazırlama İşleminde Kullanılan Ana Ergitme Malzemeleri Kimyasal Analizleri

Genel anlamda çelik içinde bulunan elementler C, Si, Mn, Cr, Ni, Mo, V, W, Ti, Al, Cu olarak sayılabilir. Bu elementlerin her alaşımda bulunması bir mecburiyet değildir. İstendikleri taktirde terkip hesaplarıyla uygun oranlarda alaşımın içinde bulunurlar. İşletmede bu elementlerin bulunduğu alaşımları oluşturabilmek için Tablo 1'de içlerindeki alaşım elementlerini kimyasal analiz miktarları verilen DKP, 304, 430, FeSi, Rafine Mn, FeMn, FeMo, FeV, FeW, Ni, Elazığ Cr, Antalya Cr ve grafit kullanılmaktadır. Ayrıca işletmedeki temel prensip parçaların mekanik ve fiziksel dayanımlarına standart dışı bir zarar vermemek için ocaklara toplam şarjın %30'unu geçmeyecek şekilde aynı alaşımdan hurdanın atılması şeklindedir.

2.2.2 – Yardımcı Ergitme Malzemeleri

İşletmede kullanılan yardımcı ergitme malzemeleri daha önceki şarjlarda aynı alaşımdan dökülmüş kütükler, bitirme işlemlerinde kesilmiş yolluk ve besleyiciler ile aynı elementleri içeren hurdalar olarak sayılabilir. Bu malzemeler terkip hesapları sonucunda belirlenen oranlarda şarja konur, ancak toplam oranları şarjın %30'unu geçemez.

Hurdaların dışında daha öncede bahsedildiği gibi çelik dökümünde zaruri bir işlem olan deoksidasyon ve aşılama malzemeleride ergitimde yardımcı malzemeler sınıfına girerler. Bu malzemeler hazırlanmakta olan şarjın içine Tablo 2'de verilen oranlarda konularak sıvı metal içinde oluşan oksijeni almak için kullanılırlar.

Aşılama malzemeleri çelik dökümünde üretilecek parçaya göre değişiklik gösterir. Genel olarak bu malzemeleri CaSi, ZrSi, Ti, Al olarak sayabiliriz. Sayılan malzemelerden de anlaşılacağı gibi hepsinin ortak karakteristik özelliği oksijene karşı olan ilgileridir. Maliyetinin ucuz olması ve kolay bulunabilmesi sebebiyle Alüminyum bunların arasında en çok tercih edilenidir.

Deoksidasyon için atılacak malzemelerin dışında önemli metodlardan bir tanesinde ergitme ocaklarına yapılan özel bir düzenekle sıvı metal içine belli aralıklarda soy gaz üflemeğdir. Bu metotta kullanılan gaz genellikle argon gazıdır. Bu metod

deoksidasyon açısından çok etkin bir metod olmakla beraber işletmede uygulanmamaktadır.

Bunun dışında şarj hazırlanması sırasında kullanılmakta olan curuf yapıcılarda bir başka sarf malzemesi olarak kullanılmaktadır. Siparişe göre bir proses uyarlaması söz konusu olduğunda kullanılan hesaplamalarda yardımcı malzemelerin hesaplanabilmesi için belli oranda bir ihtiyaç olarak ortaya çıkarlar.



ANADOLU DÖKÜM
SANAYİ A.Ş.

DEOKSİDANT VE AŞILAMA MALZEMELERİNİN ALAŞIMLARA GÖRE KULLANIM MİKTARLARI

ALAŞIM	Ti	Ca Si	ALÜMİNYUM
KARBON ÇELİKLERİ			
GS - 38		100 kg için : 100 gr	100 kg için : 100 gr
GS - 45		150 kg için : 150 gr	150 kg için : 150 gr
GS - 52		200 kg için : 200 gr	200 kg için : 200 gr
GS - 60		250 kg için : 250 gr	250 kg için : 250 gr
GS - 70		300 kg için : 300 gr	300 kg için : 300 gr
16 Mn 5		350 kg için : 350 gr	350 kg için : 350 gr
20 Mn 5		400 kg için : 400 gr	400 kg için : 400 gr
43S	100 kg için : 100 gr	100 kg için : 100 gr	
MANGANLI ÇELİKLER			
GX 120 Mn 12		100 kg için : 120 gr	
16 - 18 Mn + 1,5 CR		150 kg için : 180 gr	
GX 120 Mn 12 2		200 kg için : 240 gr	
		250 kg için : 300 gr	
		300 kg için : 360 gr	
		350 kg için : 420 gr	
		400 kg için : 480 gr	
PASLANMAZ ÇELİKLER			
GX 25 CrNİSİ 189	100 kg için : 100 gr	100 kg için : 150 gr	
GX 40 CrNİSİ 229	150 kg için : 150 gr	150 kg için : 225 gr	
GX 25 CrNİSİ 2014	200 kg için : 200 gr	200 kg için : 300 gr	
GX 35 CrNİSİ 2512	250 kg için : 250 gr	250 kg için : 375 gr	
GX 40 CrNİSİ 2520	300 kg için : 300 gr	300 kg için : 450 gr	
AISI 316	350 kg için : 350 gr	350 kg için : 525 gr	
AISI 303	400 kg için : 400 gr	400 kg için : 600 gr	
AISI 310			
MARTENSİTİK PASLANMAZ ÇELİKLER			
13 Cr - 4 Ni		100 kg için : 200 gr	100 kg için : 100 gr
		150 kg için : 300 gr	150 kg için : 150 gr
		200 kg için : 400 gr	200 kg için : 200 gr
		250 kg için : 500 gr	250 kg için : 250 gr
		300 kg için : 600 gr	300 kg için : 300 gr
		350 kg için : 700 gr	350 kg için : 350 gr
		400 kg için : 800 gr	400 kg için : 400 gr
DÜŞÜK ALAŞIMLI ÇELİKLER			
SAE 4140 - GS 42 CrMo 4		100 kg için : 100 gr	100 kg için : 100 gr
1 , 2344		150 kg için : 150 gr	150 kg için : 150 gr
4330		200 kg için : 200 gr	200 kg için : 200 gr
GS 25 CrMoV 104		250 kg için : 250 gr	250 kg için : 250 gr
39 CrNiMo 4		300 kg için : 300 gr	300 kg için : 300 gr
Gx 30CrSi 6		350 kg için : 350 gr	350 kg için : 350 gr
GS 50CrMo 4		400 kg için : 400 gr	400 kg için : 400 gr
2,9 - 3,1 Cr' LU			
NI - HARDLAR			
NI - HARD - 2	100 kg için : 50 gr	100 kg için : 100 gr	
NI - HARD - 4	150 kg için : 75 gr	150 kg için : 150 gr	
Gx 260CrMoNi 2021	200 kg için : 100 gr	200 kg için : 200 gr	
	250 kg için : 125 gr	250 kg için : 250 gr	
	300 kg için : 150 gr	300 kg için : 300 gr	
	350 kg için : 175 gr	350 kg için : 350 gr	
	400 kg için : 200 gr	400 kg için : 400 gr	

Tablo 2 - Deoksidasyon ve Aşılama Malzemelerinin Alaşımlara göre Kullanım Miktarları

2.2.3 - Diğer Malzemeler

Daha önceki bölümlerde kullanılan kalıp malzemelerinde belirtildiği gibi boya kalıplarda son derece büyük öneme sahip bir malzemedir. Zira yeterli kalınlıkta uygulanmaması halinde sintere sebep olabileceği gibi, yeterince kurutulmaması halinde ise sıvı metalde kaynamaya yol açabilir. İşletmede Manganlı çelikler için manganlı toz boya kullanılır. Su ile inceltilerek hazırlanan bazik bir boyadır. Yine bazik alaşımlarda kullanılan ve izopropil alkol ile hazırlanan bir başka çeşit manganlı boyada mevcuttur. Karbon çelikleri ve alaşımlı çeliklerde ise piyasa ismi HOLKOT 110 olan ve su veya alkolle karıştırılarak hazırlanan zirkon bazlı asidik boyalar kullanılmaktadır.

Kalıpta kullanılan malzemelerden bir diğeri ise modelin kalıptan kolay çıkartılabilmesi için yüzeylerine sürülen grafitir. Grafit demir dökümhanelerinde kumun içine de karıştırılmaktadır. Ancak çelik dökümündeki kum hazırlama metodları dolayısıyla bu işlem çelik döküm için kullanılan kalıp kumlarında yapılmaz.

Kullanılan sarf malzemelerine bir başka örnek ise ergitme ocaklarına atılan hurda, kırpıntı ve alyajların oluşturduğu curufun toplanması için kullanılan curuf toplayıcı malzemelerdir. Bu malzemelere perlit tozu yada çeltik denir. Bazı dökümhanelerde bu tip bir sarf malzemesinin yerine kırık cam parçaları kullanılmaktadır. Bu durumda anlaşılacağı gibi curuf malzemesinin organik olması ve toplama özelliğinin yanı sıra örtücü özelliğinin olması aranan özelliklerindedir. Sıvı metal yüzeyine serpilene bu malzemeler yüzeyde biriken curufa yapışır, ayrıca metalin hava ile temasını keserek yüzeyde ağıdamsı bir tabaka oluştururlar. Bu tabaka daha sonra kürelerle toplanarak curuf yüzeyden alınmış olur.

Ocak ve potalar için kullanılan astar malzemeleri de sarf malzemelerine birer örnek teşkil ederler. Piyasa adı ALB 701 olan bu malzeme aslında bazik bir refrakterdir. Yaklaşık 70-80 şarjda bir ocak astarlarının, gerekli görüldüğü zaman ise pota astarlarının yenilenmesi için kullanılır.

Kum için kullanılan bağlayıcılarda bir sarf malzemesidir. Bağlayıcılar pres kalıp hatları için yalnızca bentonit, el kalıbı hattında ise reçine ile serter karışımından ibarettir. Kumlarda kullanılan reçine organik bir malzemedir ve resol reçinesidir. Sertleştirici madde ise bir organik ester karışımıdır.

Sarf malzemelerine son bir örnekte besleyiciler üzerine serpilten egzotermik tozlardır. Bu toz sıvı metalle temas ettiği zaman besleyici yüzeyine ısı vererek, sıvı metalin besleyicideki kısmının katılaşmasını geciktirmek için kullanılır.

3 – ELE ALINAN İŞLETMEYE GENEL BAKIŞ VE DEĞERLENDİRME

Önceki bölümde çelik dökümüne ve kullanılan sarf malzemelerine verilen örneklerden sonra bu işlemlerin nerelerde, hangi makina ve teçhizatları kullanarak ve nasıl kullanıldığının biraz daha detaylı incelenebilmesi için bu bölümde halen çalışmakta olan bir çelik dökümhanesinin bölümleri incelenmektedir. Yukarıda verilen örnekler uzun araştırmalar sonucunda ulaşılmış sonuçların çelik dökümü konusunda standartlaştırılmış yada daha doğru bir deyişle idealleştirilmiş durumlarıdır. Oysa günümüz koşullarında çalışan çelik dökümhanelerinde gerek kuruluş aşamasından gelen bazı planlama eksiklikleri dolayısıyla, gerek işletme maliyetlerinin önemi sebebiyle, gerekse işletme metodlarındaki bazı aksaklıklar sebebiyle bu ideallerden bazı sapmalar olmaktadır. Bu bölümde açıklanan izlenimlerin içerisinde de bu tip sapmalar mevcuttur. Ancak her bölüme ait kısmın altında bulunan eksiklikler için geliştirilen önerilerden ve bu öneriler doğrultusunda alınması başarılmış bazı önlemlerden bahsedilecektir. Ayrıca bu çalışmanın 4. Bölümünde eksikliklerin giderilmesi için ortaya konan çalışmalardan alınan sonuçlardan da bahsedilmiştir.

3.1 – Kum Hazırlama

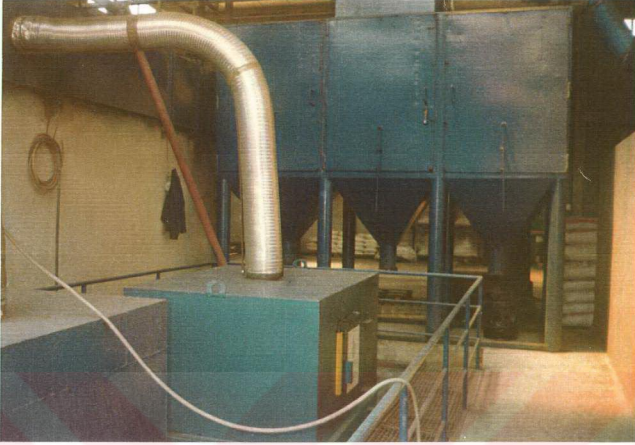
İşletmede her çelik dökümhanesinde olduğu gibi kullanılan bir kum hazırlama tesisi mevcuttur. Bu tesis hem kum hazırlama işleminde kullanılan hemde kum rejenerasyonu işleminde kullanılan makinalardan oluşan bir tesistir. Aşağıdaki bölümde tesiste kullanılan makinalar ve bu makinalara dair görülen eksikliklerle geliştirilen önerilerden bahsedilmektedir.

3.1.1 – Kullanılan Makinalar

Tesiste kum rejenerasyonu amacıyla İngiliz Integrated Sand Systems firmasına ait satte 20 ton kum rejenere kapasiteli bir adet makina mevcuttur. Kum hazırlama işlemlerine sistemde dönen kum açısından bakacak olursak işlemlerin başladığı

noktadır. Cihaz reçineli kumla kalıplanmış ve daha sonra bozulmuş kalıplardan gelen kumun içindeki reçineyi tamamen yakmak suretiyle % 90 oranında geri kazanmaktadır. Topaklar halinde makinanın giriş haznesine atılan kum makina tarafından gerçekleştirilen sarsma işlemiyle ufalanarak sistem ızgaralarından reçinenin yakıldığı bölüme geçer. Burada reçine yakıldıktan sonra kalan kum sistemin üfleme sistemi vasıtasıyla kanallardan geçerek kendi üzerinde bulunan silolara üflenir. Bir sonraki aşamada akışkan yatak sistemi denen bir sistemle kurutulmuş kum el kalıbı hattına kum sağlayan mikserle iletilir. Burada gerekli ilaveler (reçine, serter, su) mikser tarafından karıştırılarak tekrar el kalıbında kullanılmak üzere sisteme verilir.

Sisteme yeni dahil edilecek kum ise döner tamburlu kum kurutma ünitesinde kurutulduktan sonra kolerlerde gerekli bağlayıcıları ilave edilmek suretiyle hazırlanır ve el arabalarıyla yüzey kumu olarak kullanılmak üzere sisteme dahil edilir. El kalıbı hattında ise kurutulmuş kum doğrudan kum silolarına basılır. Zira el kalıbı hattına kum sağlayan mikserler yeni kumuda ayrı bir haznede tutarak gerekli ilaveleri yapmakta ve yüzey kumu olarak verebilmektedirler. Ancak preslerde kullanılan kum bentonit bağlayıcılı bir kum olduğu için kalıpların açılmasından sonra kumun rejenere edilmesi gerekmemektedir. Bu kum sarsak eleklerden bantlı konveyörlerin üzerine düşerek bir magnet yardımıyla içindeki metallerin ayklanmasından sonra dirket olarak türbin tipi Webac mikserle gitmekte ve bu mikserde gerekli bağlayıcı ilavesiyle dolgu kumu olarak kullanılmak üzere preslerin üzerindeki silolara basılmaktadır.



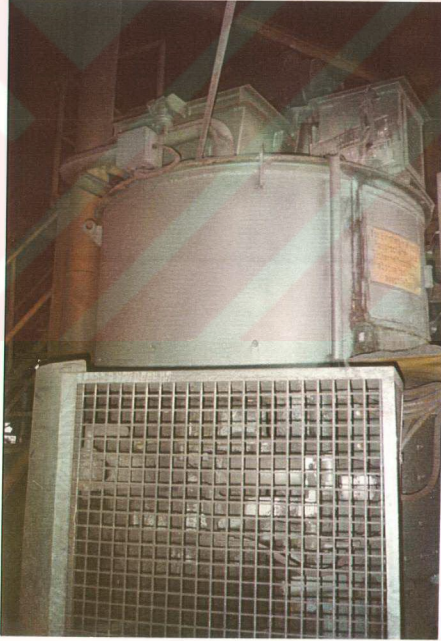
Şekil 3.1 – Kum Rejenerasyon Sistemi



Şekil 3.2 – Döner Tamburlu Kum Kurutma Sistemi

3 . 1 . 2 – Kapasite

Kum rejenerasyon makinasının kapasitesi saatte 20 ton kum işleyebilecek şekildedir. Bu sebeple sistemde herhangi bir kum sıkıntısı olmamaktadır. Aynı şekilde ana silolara kum hazırlayarak bu kumu preslere dağıtan mikser ise saatte 10 tonluk bir karıştırma kapasitesine sahiptir. Türbin tipi bu mikserin hızının çok yüksek olması dolayısıyla yine herhangi bir kum sıkıntısı yaşanmamaktadır. El kalıbı için kum sağlayan reçine ve sertleştiricileri otomatik ilave eden mikserde saatte 10 ton kum verebilecek kapasitededir.



Şekil 3 . 3 – Presler için bentonitli kum hazırlayan türbin tipi Webac mikser

3 . 1 . 3 – Görülen Eksiklikler

Sisteme yeni dahil edilecek olan ve preslerde ve kismende el kalıbı hattında yüzey kumu olarak kullanılacak kum tenekelerele hazırlanarak el arabalarıyla işlem alanına taşınmaktadır. Bu hem zamandan kayıptır hemde aynı zamanda boş yere iş gücü tüketimine sebep olmaktadır. Bunun yanı sıra aynı işlem kum rejenerasyon makinasından geri kazanılan kum içinde geçerlidir.

3 . 1 . 4 – Öneriler

İşletmede birbirinden bağımsız çalışabilen dört hatta kum sağlayan sistemlerin yüzey kumu ihtiyacı için herhangi bir bantlı konveyör sistemine sahip olmadıkları görülmüştür. Bu tip bir sistemin bahsedilen miktarlardaki kumu çok daha kolay ve zahmetsizce sisteme vermeleri söz konusu olacak ve aynı zamandada taşımadan dolayı meydana gelen gecikmeler ortadan kalkacaktır. İşletmenin mevcut döküm kapasitesinde şu andaki durum ciddi bir problem oluşturmamasına rağmen mevcut siparişlerinin bir misli büyümesiyle sıkıntılıların ortaya çıkacağı gerçektir. Mevcut sipariş durumunda hatların hepsi aynı anda çalışmadıklarından kum sıkıntısı çekilmemektedir. Ancak hatların hepsine değişik tipte kum hazırlama işlemi söz konusu olduğunda buda ayrı bir problem olacaktır. Zira presler ve bilya hattı yaş kum ile çalışırken el kalıbı hattının hem yaş hemde reçineli kumla çalışması söz konusudur.



Şekil 3 . 4 – Bentonitli yüzey kumu eldesi için kullanılan merdaneli karıştırıcı (koler)



Şekil 3 . 5 – BMM Yarı Otomatik Kalıplama Hattı

3.2 – KALIPLAMA

İşletmede dökülmekte olan parçaların kalıplanması için birbirinden farklı hatlarda ve farklı metodlarla kalıplama yapılabilmesi mümkündür. Aşağıdaki kısımda tüm bu kalıplama hatlarına ve metodlarına değinilmiş ve görülen eksikliklerle öneriler dile getirilmiştir.

3.2.1 – KALIPLAMA HATLARI

İşletmedeki kalıplama hatları yarı otomatik, el kalıbı, pres kalıplama hatları, sfero döküm hattı ve shell maçaya döküm hattı olarak sayılabilir. Bu hatlarda shell maçaya döküm parça presi hattında, sfero döküm ise makinasında yapılmaktadır.

3.2.1.1 - BMM Yarı Otomatik Kalıplama Hattı

Bu hat 1975 yılında üretilmiş iki adet 750x200 mm tabla boyutlarına sahip ZIMMERMANN presi, bu preslere kum sağlayan hidrolik kontrollü silolar, derecelerin hat üzerinde hareket etmesini sağlayan yürütme zincirleri, derece bozma sarsakları ve kum rejenerasyonu için bozulan kalıplardan gelen kumu karıştırıcıya ileten bir bantlı konveyörden oluşmaktadır. Bantlı konveyör aynı zamanda sarsaklardan gelen kumdaki metal parçacıklarını toplayan bir magneteye sahiptir.

Hattın kalıplama kapasitesi saatte 30 kalıp yapacak şekildedir. Basit şekilli ve maçasız parçalarda 6 işçi çalıştırmak suretiyle bu sayı saatte 50 kalıba kadar çıkabilmektedir. Hatta kullanılan presler sarsma basma (takalama) metoduyla kalıplama yapan preslerdir.



Şekil 3 . 6 – BMM Hattındaki Kalıplamaya Hazır Sarsmalı ZIMMERMANN presi



Şekil 3 . 7 – Sarsaklardan Gelen Kumun Metallerini Temizleyen Magnet

3.2.1.2 - PARÇA PRES HATTI

Bu hat iki adet 320x470 mm tabla boyutlarında hava ile çalışan sarsma presinden oluşmaktadır. Bu pres hattında ağırlıkları 15-40 kg arasında değişen imento fabrikaları parçalarına ait kalıplar üretilmektedir. İşletmede bilya için kullanılan preslerden sonra ikinci seri imalat ünesidir. Siparişe göre çalışılmasına rağmen bu presler birbirinden farklı boyut ve özelliklerde bir çok parçayı kalıplayabilmeleri sebebiyle en çok çalışan preslerdir. Hatta preslerden başka derecelerin üzerine konduğu arabaların yürütülmesi için hazırlanmış raylar mevcuttur. Sistem tamamen elle çalıştırılmaktadır. Preslerin kalıplama kapasiteleri 100 kalıp/saat tır. Ancak burada üretilen parçaların çoğu maça gerektiren parçalar olduğundan ve ağırlıkları 15-40 kg arasında değiştiğinden genellikle çalıştırılma hızları 80 kalıp/saat olmaktadır. Preslerin zerindeki silolardan rejenere edilmiş eski kum gelmekte, yüzey kumu ise elle konmaktadır.



şekil 3 . 8 – Parça Pres Hattı ve döküme hazır kalıplar

3 . 2 . 1 . 3 - Bilya ve Silpebs Pres Hattı

Bu hat 3 adet 460x500 mm tabla boyutlarında havalı sarsma presinden oluşmaktadır. Bu preslerden iki tanesine istenirse ϕ 390x300 mm boyutlarında yuvarlak tabla bağlamakta mümkündür. Preslerin önünden döküm alanına kadar uzayan raylar mevcuttur. Bu raylar tam ortada yatay eksende hareket eden bir araba yardımıyla kalıpları döküm elipsi alanına dizmek için kullanılan bölümle birleşir. Döküme hazır kalıplar elips etrafına dizilir. Ocaklardan büyük potalara alınan sıvı metal, bu elipse el kontrollü askılı mekanizmalarla asılı bulunan küçük potalara aktarılır. Döküm işlemi biten dereceler ray üzerinde ilerletilerek sarsak vincinin yanına getirilir ve kalıp bozma işlemini takiben dereceler geldikleri yoldan preslere dönerler. Bu hattaki işlemler 1975 yılında tasarlanmış sistemlerle gerçekleştiril-melerine rağmen seri üretimin en etkin yürütüldüğü işlemlerdir. Tamamen insan gücünün kullanımına dayalı olarak kurulmuş bu hat işletmeye yıllık yaklaşık 900-1200 ton arasında bir döküm miktarı sağlamaktadır.



Şekil 3 . 9 – Bilya/Silpebs hattında tablaya bağlı 90°lık bilya kalıpları.

3 . 2 . 1 . 4 – El Kalıbı Hattı

Bu hat işletmede bilya silpebs presleriyle birlikte en fazla kullanılan hattır. Sıvı metal kapasitesine bağlı olarak 7000 kg'na kadar parça kalıplanmasına imkan veren bir sistemle donatılmıştır. Hem rejenere dolgu kumunu hemde yüzey kumunu verebilen bir kum sistemine sahip olan bu hat vardiya başına ikişer kişilik gruplardan oluşan 3 grup yani her vardiyada toplam 6 kişi tarafından kullanılmaktadır. Aynı vardiya içinde hem reçineli hemde yaş kum alınmasına olanak verdiğiinden son derece kullanışlı bir bölümdür. Bu bölümün ocakların ve derece bozma sarsak eleklerinin hemen önünde olmasıda gerek sıvı metalin taşınmasıyla kaybedilen süreler gerek se derece bozulması için gereken taşınmanın ortadan kaldırılmış olması açısından avantajlıdır.

3 . 2 . 1 . 5 – Savurma Döküm

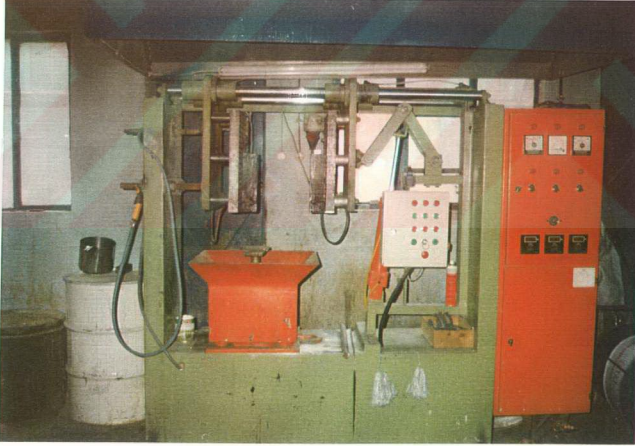
İşletmede pek fazla kullanılmamasına rağmen $\phi 300 \times 1750$ mm boyutlarında döner bir metal kalıptan oluşur. Dönüş esnasında kalıp ağız kısmından kalıbın içine sıvı metali aktaran 150 kg.'lik bir pota mevcuttur. Bu ünite de sipariş durumunda belli başlı bazı gemi parçaları dökülmektedir.



Şekil 3 . 10 – Savurma Döküm Makinası

3 . 2 . 1 . 6 – Shell Maçalı Kalıplama Yöntemi

İşletmede yaklaşık 35 kg.ma kadar parçaların seri halde dökülebilmesini sağlamak için iki adet shell maça makinası mevcuttur. Bunlardan bir tanesi dizematik kalıplama yöntemine benzer bir metotta kalıplama yapılabilmesi için kalıpları arka arkaya dizebilecek şekilde çıkartırken, ikincisi kalıbın iki ayrı yarısını iki ayrı ünite de çıkartabilmektedir. Yüzey düzgünlüğünün özellikle istendiği parçalarda, çimento fabrikaları soğutma plakalarında ve hassas kesitlerin maçalarının üretiminde bu makineler kullanılmaktadır.



Şekil 3 . 11 – Shell Maça Makinası

3.2.2 – Görülen Eksiklikler ve Öneriler

Bu bölümde kalıplama hatlarıyla ilgili olarak tesbit edilen eksikliklerle bu eksikliklerin giderilmesi için geliştirilen önerilerden bahsedilecektir.

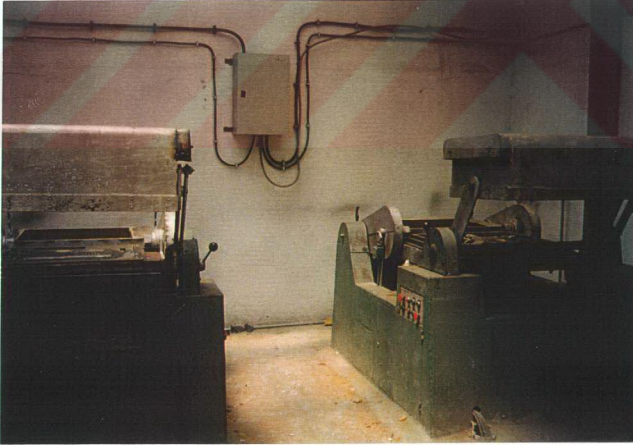
3.2.2.1 – BMM Yarı Otomatik Kalıplama Hattında Görülen Eksiklikler

Bu sistemin yarı otomatik olması ve çok eski yıllarda tasarlanmış bir kalıplama sistemi olması beraberinde hattın hızının çok yavaş olması, derece kapatma düzeneğinin el kontrollü vinçlerden oluşması, derecelerin dizildiği zincirlerin manuel kontrollü olması dolayısıyla yavaşlığı, yüzey kumu için herhangi bir düzeneğin bulunmaması dolayısıyla kumun elle kalıplara atılıyor olması gibi bazı dezavantajları mevcuttur. Ayrıca derece ilerleme hızının çok yavaş olması dolayısıyla döküm işlemi, sabit duran bir potanın altında ilerleyen derecelerin geçişiyle değil potanın gezmesi suretiyle yapılmaktadır. Hattın kendi derecelerinin boyutları 750x750x 200 mm ebadında olduğundan dökülecek parçalar yaklaşık 150-200 kg. Ağırlıkta olmakta, bu boyutta bir parçanın kalıplanmasında ise genellikle maça ve boyama işlemleri gerektiğinden kalıplama işlemleri 20kalıp/saat hızına düşebilmektedir. Bu ağırlıktaki parçalardan tek bir ocakla sadece 10 derece dökülebildiğinden proses uyarlaması son derece güçleşmekte ve maliyet çok fazla artmaktadır. Zira 40 derece alan bu hatta ağırlığı 150-200 kg. Arasında olan parçalardan döküldüğü düşünülürse bir hattı doldurabilmek için 2 iş saati harcanmasına rağmen 2.5 saatte 2200 kg. Sıvı metal veren bir tek ocakla hattın boşaltılması 10 iş saati olmaktadır. Bu zaman iki büyük ocağın sadece bu hatta çalışmasıyla ancak yarıya indirilebilmektedir.

3.2.2.2 – Pres Hattında Görülen Eksiklikler

Parça preslerinin önünde derecelerin üzerine konduğu arabaların üzerinde yürütüldüğü rayın çok kısa olması dolayısıyla yüksek miktarda kalıbın hazırlanması mümkün olamamaktadır. Bu tip bir yoğun sipariş durumunda üretilen kalıplardan bir kısmının el kalıbı hattına taşınması söz konusu olmaktadır. Ayrıca derece sayısının 100

ile sınırlı olmasında başka bir problemidir. Bu şartlar altında iki şarj arasında preslerde bekleme durumu ortaya çıkmaktadır ki bu hem zaman kaybı ortaya çıkartmakta hemde maliyetlerin artmasına sebebiyet vermektedir. Bunun dışında parça preslerindedede aynı BMM yarı otomatik kalıplama hattında olduğu gibi yüzey kumu preslerin üzerindeki silolardan değil elle taşınmakta ve kalıplara konmaktadır. Birim kalıp için gereken kapatma zamanının oldukça arttıran bu faktör dolayısıyla parça ağırlığına bağlı olarak genellikle 850 kg. sıvı metal kapasitesine göre kalıplama yapılabilmektedir. Bir başka deyişle zaman kayıplarından ve derece yetersizliğinden dolayı büyük ocaklardan herhangi birini bu hat için çalışması birim parça ağırlığının fazla olması durumlarında söz konusu olabilmektedir.



Şekil 3 . 12 – Kalıbın iki ayrı yarısını iki ayrı üniteye çıkartan Shell Maça Makinası

3 . 2 . 2 . 3 – Bilya ve Silpebs Hattında Görülen Eksiklikler

Derece sayısının 225 ile sınırlı olması işlem alanında büyük boşluklar bırakmaktadır. Küçük çaplı bilya ve silpebs üretimlerinde bu problem daha az yaşanmasına rağmen büyük çaplı dökümlerde çok fazla bir zaman kaybına sebep olmaktadır. Aynı zamanda konuyu proses uyarlaması açısından ele alacak olursak, büyük çaplı dökümlerde imalat seri imalat olma özelliğini yitirmekte ve belirgin bekleme zamanlarının ortaya çıktığı görülmektedir. Kalıplamadaki zaman kaybının yanı sıra bir sonraki şarja dereceleri hazır hale getirebilmek için, derecelerin dökümü takiben hemen açılması mecburiyeti vardır. Ancak derece bozma işlemleri için kullanılan sarsak eleklerle tek bir vinçle erişiliyor olması bu işlemde de oldukça yüksek zaman kayıplarına yol açmaktadır.

3 . 2 . 2 . 4 – El Kalıbı Hattında Görülen Eksiklikler

El kalıbı hattı diğer hatlara göre çok daha kontrollü çalışmakta olan bir hattır. Zira bu hattın kontrolü tamamen çalışanların elindedir. Bu hatta işlemlerden çok tasarımsal bazı eksikliklere rastlanmıştır. Bu eksikliklerin başında kalıplamaya verilen modellerin saklanacağı herhangi bir alanın bulunmamasıdır. İşletmedeki işleyiş düzenine göre dökümhane şefi kalıplamaya alınacak modellere ait iş emrini model kontrol sorumlusuna ileterek, parçalara ait modelleri boyutsal kontrole tabi tutturur. Bu parçaların boyutsal tamlik onayı verildikten sonra modeller el kalıbı hattına iletilir. Bu noktada kalıplanacak modellerin sadece model kontrol sorumlusu tarafından biliniyor olması el kalıbı işçilerinin her yeni kalıplama işlemine başlamadan önce model kontrol sorumlusuyla temas kurmaları gereğini ortaya çıkartmaktadır. Bu ise anlaşılabilceği gibi gecikmelere ve hatta bazı zamanlarda yanlış kalıplamalara sebep olabilmektedir. Oysa bir haftalık bir kalıplama programının oturtulması ve aynı zamanda kalıplanacak modellere ait bir alanın ayrılması bu gibi problemleri ortadan kaldıracaktır. Bunun dışında el kalıbı hattına ayrılan alanın önemli bir kısmını pota ısıtma sahası almaktadır. Bu sebeple el kalıbında yapılacak yüksek adette parçalar yada tonajlı parçaların kalıplanması esnasında meydana ocakların doldurabileceği derece adedinin çok az olması karşılaşılan bir durumdur. Bu alanın enine biraz daha arttırılması daha düzenli bir kalıplama alanına sahip olunabilmesi açısından çok önemlidir.

3 . 2 . 2 . 5 – Shell Makinasında Görülen Eksiklikler

Maçaları dizematik kalıplamaya benzeyen bir sistemle ardarda dizmeye olanak sağlayan makinanın hava tankının çok küçük olması dolayısıyla ağırlığı 25 kg. civarında olan parçaların maçalarının hazırlanması esnasında kumun kalıba yeterince basılmaması dolayısıyla eksik maça çıkma durumu söz konusu olabilmektedir. Bunun dışında kalıp tasarımından kaynaklanan bazı hatalar dolayısıyla kumun kalıba yapışması dolayısıyla maçanın deforme olmasında bir başka eksikliklerdir. Bunun dışında aynı makinada maça pişirme süresinin fazla olması seri imalat açısından ciddi bir dezavantaj oluşturmaktadır. Bu makinada yapılan kalıpların tasarımlarının çok dikkatli bir şekilde yapılması ve pişirme süreleri üzerinde deneysel çalışmalar yapılması sisteme mühendislik açısından etkin çözümler üretmeye olanak verecektir. Bunun dışında makinanın hava tankının değiştirilmesi de ağırlığı yüksek parçaların maçalarının üretilmesinde kolaylık sağlayacaktır.

3.3 – ERGİTME VE DÖKÜM

İşletmenin toplam sıvı metal kapasitesi olan 10.000 kg. 5 adet indüksiyon ocağından temin edilmektedir. Bu ocaklar tek vardiyada yıllık 8912 tonluk bir kurulu kapasiteyi sağlamaktadır. Dökülebilen en ağır parça yaklaşık 7000 kg. ağırlığındadır. Bu bölümde kullanılan ocaklar, ergitme kapasiteleri, dökümde kullanılan potalar, şarj hazırlama metodları ve bu konularla ilgili olarak görülen eksiklikler ve öneriler irdelenecektir.

3.3.1 – Ocakların ve Ergitme Kapasitelerinin İncelenmesi

İşletmede iki adet 2200 kg. kapasiteli 1200 kW gücünde AJAX MAGNETHERMIC, 1 adet 850 kg. kapasiteli 400 kW gücünde ve nüveli JUNKER, 2 adet 1200 Kw gücünde 2200 kg. kapasiteli ABB(EGES) ocakları mevcuttur. Sayılan ocaklardan ilk ikisi satte 1000 kg., ikincisi saatte 425 kg. (ocağın sıcak olduğu ve kütük verilmediği varsayılarak), son ikisi ise satte 2200 kg. ergitme gücüne sahiptir. Tüm ocaklarda bazik refrakter malzemelerden oluşan astarlar kullanılmakta ve yaklaşık 80 şarjda bir astar değişimi yapılmaktadır. Ocakların tümü orta frekanslı ocaklar sınıfına girerler. Ancak son iki ocak tek bir panodan kontrol edildiklerinden her ikisininde aynı anda devrede olması durumunda ergitme güçleri yarı yarıya düşmektedir. Genel olarak işletmede bir vardiyada üç ocak sürekli çalışmaktadır. Bu ocaklardan bir tanesi bilya silpebs hattına, bir tanesi pres parça hattına, bir taneside el kalıbı hattına sıvı metal vermektedirler.

3.3.2 – Şarj Hazırlama Metodları

İşletmede dökülen parça için gereken şarjın (alaşımın) hazırlanması bilgisayarda hazırlanmış bir terkip programı yardımıyla gerçekleşir. Bu programda şarj içine konan tüm malzemelerin içlerindeki ana bileşim elementlerinin oranları verilmiştir. Ayrıca ambarda bulunan ergitme malzemelerinin kg. başına maloluş fiyatlarında mevcuttur. Ergitme işlemi için her ocağın elektrik sarfiyatının ve çalışan işçi sayısının sabit olduğu

düşünülerek, yalnızca alış fiyatları göz önünde bulundurulmak suretiyle minimum maliyetle istenen şarjı elde etmek için istenen son değerler bilgisayara girilir ve bir matris çözümü ile terkip elde edilir. Bu çıktı 100 kg. şarjda ambardaki malzemelerin hangisinden kaç kg. bulunması gerektiğini veren bir çıktıdır. Buna göre şarj hesap çizelgelerine 2200 kg. net sıvı metal için gereken miktarlar yazılarak ocaklara verilir. Hesabın doğruluğu 1000 kg.lık bir şarj eldesi sonucunda alınan bir ara numunenin spektral analiz cihazında yakılması ve sonuçların şarj hesap çizelgesiyle karşılaştırılmasıyla teyid edilir. İşletmede her ocağın başında bir ocakçı ve iki saççı bulunmaktadır. Bazı durumlarda istenen şarjın eldesi, maliyetlerin birbirine çok yakın olması durumunda, değişik malzemelerin kullanılmasıyla mümkün olmaktadır. Örneğin 13 Cr'lu bir bilyanın eldesinde sadece 430 kalite çelik ve FeCr kullanılabileceği gibi, DKP'inde kullanılabilmesi mümkündür. Bu gibi bir durumda ambarda stok miktarı daha fazla olan malzemeler kullanılmaktadır. Yukarıda anlatılan hesaplamaya ait çıktı Tablo 2'de verilmektedir.

3.3.3 – Döküm Potalarının İncelenmesi

İşletmede en büyüğü 2200 kg.lık en küçüğü 250 kg.lık olmak üzere toplam 20 pota mevcuttur. Büyük parçaların dökümünde kullanılan 3 adet 200 kg.lık pota dipten dökme potalardır. Diğer potalar ise klasik devrimeli potalardır. Tüm potaların astar malzemesi ALB 701 isminde bazik bir refrakterdir. Curuf kaçmasını önlemek için devrimeli potalarda döküm yapılan parçaların yolluklarına filtreler konmaktadır.

3.3.4 – Görülen Eksiklikler

İşletmede ocaklarla ilgili görülen en önemli eksiklik 1200 kw'lık iki adet (ABB) patentli indüksiyon ocağının tek bir panodan kontrol ediliyor olmasıdır. Bu ocaklardan bir tanesi çalışırken 2200 kg sıvı metal bir saatte alınırken, ikisinin değişmeli olarak çalışması durumunda bu süre beher ocak başına 2 saate çıkmaktadır. Bu durumda 2200 kg.lık ocakta karşılaşılan gaz kapma problemlerine sebep olmakta dolayısıyla dökümde hata riskini arttırmaktadır.

Bunun dışında görülen önemli bir eksiklik ise ocakların soğutma sularının 4 ocağın bir arada çalışması durumunda çok fazla ısınması ve ocakları devre dışı bırakmasıdır.

3.3.5 – Öneriler

ABB patentli ocakların yeni bir kontrol panosuyla birbirinden ayrılması, yüksek enerji tüketimi olan diğer ocakları yalnızca yüksek miktarda sıvı metal ihtiyacı olması durumunda çalıştırma avantajı getirecektir. Bunun enerji sarfıyatı konusunda sağladığı avantajların yanı sıra kurulu kapasiteden daha fazla yararlanılmasında söz konusu olacaktır.

Döküm potalarının ikisi dışında çoğunluğunun üstten dökme klasik tip potalar olması sebebiyle özellikle parça dökümlerinde kalıba curuf kaçmaktadır. Dipten dökme potalarda bu tip bir eksiklik görülmediğinden daha avantajlı bir kullanım imkanı verirler. Bu tip potaların kullanılması hata oranının düşmesinde önemli bir etkidir.



Şekil 3.13 – ABB patentli 2200 kg.lık orta frekanslı induksiyon ocakları.

3.4 – ISIL İŞLEM FIRINLARININ İNCELENMESİ

İşletmede birbirinden farklı amaçlar için kullanılan 6 değişik ısıtım fırını mevcuttur. Bu fırınların hepsi LPG ile çalışmaktadır. Aşağıdaki bölümde bu fırınların boyutları ve kullanım amaçları açıklanmaktadır.

3.4.1 – FIRIN KAPASİTELERİ

İşletmede su verme işlemleri için 2600x3900x1890 mm. ebadında bir adet ısıtım fırını ve buna ait sirkülasyonlu su banyosu mevcuttur. Bu fırında Manganlı parçalar ile AISI 316 alaşımları ısıtım işlemine tabi tutulmaktadır. Manganlı çeliklerin ısıtım işleminde su verme östenitik bir iç yapının elde edilmesinde önemli olduğundan bu fırın sadece manganlı çelikler için kullanılmaktadır. Bunların dışında sulama gerektirmeyen işlemler için 3500x1800x1800 mm. ebadında bilya ve silpebs ısıtım işlemleri için kullanılan bir tünel fırın ile 6600x4600x3080 mm. ebadında ve büyük parçaları tavlama için mevcut iki fırın daha vardır. Bu fırınlar genellikle karbon çelikleri ve 18 Cr'lu 1 Mo'li çeliklerin normalizasyon ve sertleştirme işlemleri için kullanılmaktadır. Ayrıca yine tavlama işlemlerinde cebri hava ile soğutma gerektiren alaşımlar için bir adet 3400x2900x3300 mm. boyutlarında cebri hava üfleli Barfield tipi fırın mevcuttur. Yeni olan bu fırınların dışında fabrikanın ilk kurulduğu yıllardan kalan ve tamamen bilya ve silpebs ısıtım işlemine yönelik olarak kullanılan iki adet döner tamburlu tavlama fırını mevcuttur. Bu iki döner fırın dışında diğer fırınların tamamı programlanabilir ve otomatik yükleme opsiyonlarına sahiptir. Fırınların tamamı LPG gazı ile çalışmakta elektrik ve hidrolik kapılara sahiptir.

3.4.2 – Görülen Eksiklikler

İşletmede dökülen parça ağırlıkları en çok 2500 kg. civarındadır. Bu parçalar fırın boyut ve kapasitelerine göre çok az yer tutmaktadırlar. Bu sebeple özellikle 6600x4600x3080 mm. ebadındaki fırının kullanılmaması söz konusudur. Ayrıca bu fırının bir ısı işlem sırasındaki gaz sarfiyatının çok yüksek olması dolayısıyla oluşturduğu dezavantaja karşın diğer fırınlarda yer kalmaması sebebiyle parçaların gecikmesi ve beklemesinde yatırımın iyi planlanmamış olduğunun bir göstergesidir. Bunun dışında aynı şarja ısı işlemleri farklı sıcaklık ve bekleme sürelerinde olan parçalar konduğundan bazı parçaların alışımlarından beklenen özellikleri veremedikleri, ve mikroyapı analizlerinde tesbit edilen yapıdan farklı oldukları görülmektedir. Bu şarjın aynı anda boşaltılmasından kaynaklanmasada, ısı işlem için daha az zaman ve sıcaklık gerektiren parçaların boşaltılması sırasında fırında oluşan ısı kaybı, daha uzun süre bekleme gerektiren parçalarda problemlere sebep olmaktadır.

3.4.3 – Öneriler

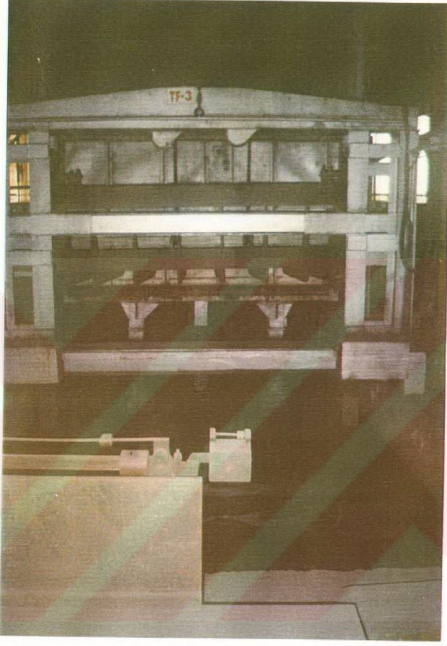
Fabrikadaki iş gecikmelerinin en önemli sebebi ısı işlem ve bitirme işlemleridir. Bu gecikmelerin ısı işlemlerden kaynaklanan kısımlarının giderilebilmesi için mevcut ısı işlem donanımının gözden geçirilmesi ve ihtiyacı en iyi şekilde karşılayacak yatırımların devreye sokulması gerekmektedir. Örneğin yukarıda bahsedilen büyüklükte bir ısı işlem fırınının kullanılmıyor olması işletme açısından ciddi bir zarara yol açtığı gibi, daha küçük boyutlu ve kullanışlı bir fırının olmamasından ve diğer fırınların kapasitelerinin dolu olmasından kaynaklanan parça bekleme süreleri dolayısıyla teslimde gecikmelere sebebiyet veren durumlar ortaya çıkmaktadır. Bu anlamda bir standardizasyon işleminin öncelikle yatırımın gözden geçirilmesi suretiyle başlatılması gerekmektedir. Zira birbirinden farklı ısı işlem gerektiren parçaların aynı şarjda fırınlara yüklenmesinde ciddi anlamda bir mühendislik hatasıdır. Ancak yatırımların yönlendirilmesi kısa zamanda gerçekleşmeyeceğinden bu çalışmanın 4. bölümünde görülen tüm eksikliklere dair bir standardizasyon işleminin ne şekilde başlatıldığı ve alınan sonuçlardan daha detaylı bir şekilde söz edilecektir.



Şekil 3 . 14 – 6600x4600x3080 mm. boyutlarında suda soğutma sistemine sahip fırın



Şekil 3 . 15 – 6600x4600x3080 mm. ebadındaki fırının içi ve ateşleme bekleri



Şekil 3. 16 – 2600x3900x1890 mm. ebadında sirkülasyonlu su banyosuna sahip ısı işlem fırını

3.5 – Bitirme İşlemlerinin İncelenmesi

İşletmede dökümü takiben sırasıyla derece bozma, besleyici ve yolluk kesimi, taşlama, kaynak, ısıl işlem gibi bitirme işlemleri uygulanmaktadır. Bu bölümde bu işlemlere ait bazı detaylara değinilerek görülen eksiklikler ve bu eksiklikleri gidermek yolunda geliştirilen önerilerden bahsedilecektir.

3.5.1 – KESME

Kesme işlemi döküm parçasının kalıplanması esnasında kalıp tasarımı içinde bulunan besleyici ve yollukların elektrod, flex taşı, yada oksijen ile kesilmesinden ibarettir. Bu işlemde hangi döküm parçasının hangi malzeme ile ve ne şekilde kesileceği Tablo 3’de belirtilmektedir.

3.5.1.2 – Görülen Eksiklikler

İşletmede kesme işlemleriyle ilgili görülen en önemli eksiklik kesme işlemini gerçekleştiren elemanların işletmece mesleki eğitimlere tabi tutulmamış olmalarıdır. Çok nadiren olsa siparişi alınmış bazı parçalarda gerçekleştirilen kesme işlemlerinde kesilecek kesitten parçaya doğru kaymalar, yanlış malzeme yada metod kullanımı dolayısıyla kesme kesidinin parça tarafında kalan kısmında yüzeysel hatalar yada ısıl gerilimlerden dolayı çatlamlar meydana gelmektedir. Yüzeysel kırılmalar daha çok küçük kesitli parçaların yada soğutma plakalarını yolluklarının kırılması esnasında gerçekleşmektedir. Zira bu parçalarda herhangi bir kesme işlemi yerine yolluklar balyozla kırılmaktadır. Bu işlemin etkisi her zaman kırma yönünde olmasada bazı parçalarda yüzeysel deformasyona sebep olduğu bir gerçektir.

3.5.1.3 – Öneriler

Burada metodla, malzemeyle ilgili önerilerden çok mesleki eğitimle ilgili yapılması gereken çalışmalar ağırlık kazanmaktadır. Bu çalışmalarda ilgili personele besleyici ve yollukların kesilmesi yada kırılması için gerekli malzemelerin, sıcak kesilmesi gereken parçaların ve bu işlemle ilgili elektrodların tanıtılması gerekmekte ve bu eğitimin iş esnasında devam ettirilmesi gerekmektedir.



ANADOLU DÖKÜM
SANAYİ A.Ş.

BESLEYİCİ VE YOLLUKLARIN KESİLMESİ

Tarih :
Revizyon : 0
Form No : F - 2603
Sayfa : 1 / 1

ALAŞIM	
304 316 GX 25 CrNiSi 20 14 GX 40 CrNiSi 22 9 GX 35 CrNiSi 25 12 GX 40 CrNiSi 25 20 GX 15 CrNiSi 25 20	ELEKTROD İLE DÖKÜLDÜĞÜ GİBİ KESİLİR .
Gx 120 Mn 12	ISIL İŞLEM DEN SONRA OKSİJEN İLE KESİLİR . (7, 6 cm ' den ince kesitli parçalar ISIL İŞLEM YAPILMADAN KESİLEBİLİR .) ANCAK KESİM İŞLEMİ BESLEYİCİ GİRİŞİNE DOĞRU PARÇADAN EN AZ 50 mm UZAKTAN YAPILMALIDIR . İZLEME ISIL İŞLEM YAPILMAZ
1 . 2344 4140 8640 GS 35 CrMo V 10 4	NORMALİZE EDİLDİKTEN SONRA 260°C' DE OKSİJENLE KESİLİR . İZLEME ISIL İŞLEM ; BESLEYİCİLER KESİLDİKTEN SONRA 315°C' YE ISITILIR .
8620 GS 17 CrMo 55	BESLEYİCİ ÇAPI 7, 6 cm' den DAHA AZ OLAN PARÇALAR DÖKÜLDÜĞÜ GİBİ OKSİJENLE KESİLİR . DAHA BÜYÜK BESLEYİCİLERE SAHİP PARÇALAR NORMALİZE EDİLDİKTEN VE 675°C ' de TEMPERLENDİKTEN SONRA 205°C ' de OKSİJENLE KESİLİR .
16 Mn 5 20 Mn 5 GS 45 GS 38	OKSİJENLE DÖKÜLDÜĞÜ GİBİ KESİLİR .
GS 52 GS 60	İNCE KESİTLER DÖKÜLDÜĞÜ GİBİ KESİLİR . 5 - 6 cm' den BÜYÜK KESİTLER 200°C ' de KESİLİR .
GX 260 CrNiMo 20 21 ASTM A 532 Nİ - HARD I - II - IV GX 30 CrSi 6 GX 40 CrSi 20 9 Gx 45 CrSi 13	FLEX İLE KESİLİR, KAMA YERİNDEN KIRILIR.

Tablo 3 - Besleyici ve Yollukların Kesilmesi için Referans Tablosu

3.5.2 – TAŞLAMA

İşletmede birbirinden farklı taşlama ekipmanlarıyla çalışılmaktadır. Taşlama işlemi döküm sanayi için son derece önemli bir işlem olduğundan bitirme işlemleri arasında en çok dikkat edilmesi gereken işlemdir. Aşağıdaki kısımda işletmede kullanılan taşlama yöntemleri, teçhizatları anlatılarak bunlara ait tesbit edilen eksikliklerden ve işlemin iyileştirilmesi için geliştirilen önerilerden bahsedilecektir.

3.5.2.1 – Taşlama Metodları

İşletmede kullanılan taşlama metodları iki değişik şekildedir. Bunlarda bir tanesi tamamen elle yapılan taşlama işlemleri, ikincisi ise taşlama tezgahlarında yapılan işlemlerdir. Elle yapılan taşlama işlemlerinde pandül, parçanın üzerinde gezdirildiği sabit motorlu el taşları ve elle tutulan ve parça üzerinde gezdirilmek suretiyle aşındırma yapan elle taşlama makinalarıyla yapılmaktadır. Bilya ve silpebslerle ızgaralar genellikle sabit motorlu taşlama makinalarıyla taşlanırken plaka, iskele babası, pompa gövdesi gibi daha büyük işler pandüller veya portatif taşlama makinalarıyla taşlanmaktadır. Makina ile yapılan işlemlerde ise taşlama yüzeyleri düzgün olan ve taşlanacak yüzeyde herhangi bir kesit değişimi bulunmayan kırıcı çekiç gibi parçalar taşlanmaktadır. Kullanılan taşlar siparişten beklenen son ölçüye ve aynı zamanda taşlama işleminin aşamasına göre değişken abrasif özelliklere sahiptir.

3.5.2.2 – Görülen Eksiklikler

İşletmedeki üretimi bilya/silpebs ve parça mamul üretimi olarak başlıca iki ana grupta incelersek, bilya ve silpebslerin üretimine seri, parça üretimlerine ise siparişe göre üretimler diyebiliriz. Seri üretilen bilya ve silpebsler birbirini takip eden işlemlerin herhangi bir kademesinde aksamaları durumunda tüm işlemi aksatmakta yada yavaşlatmaktadırlar. Bu prosesin en çok aksayan tarafı ise taşlamadır. Zira salkım şeklinde tasarlanmış bilyaların yada silpebslerin yolluğa bağlanan kısımları tek tek sabit taşlarda işlenmektedir. Bu işlem dökülen her bir bilya için yapıldığından çok fazla zaman kaybına sebep olmaktadır.

Bunun dışında kalan ve siparişe göre olan üretimlerdeki en büyük eksiklik ise özellikle büyük parçaların pandülle taşlanmış olmaları durumunda pandülün tam bir eksen-

tutulmasının mümkün olmaması sebebiyle kayması ve yüzeylerde istenmeyen izlere sebep olmaktadır. Bu kayma aynı zamanda ölçüden kaçmalarada sebebiyet vermektedir.

3. 5. 2. 3 – Öneriler

Bilyaların taşlanması esnasında ortaya çıkan gecikmelerin giderilebilmesi için, bilyaların içine oturtulabileceği kavitelere sahip pleytler üzerinde makina ile aynı anda taşlanmasıdır. Bu boşluklara oturtulacak bilyalar taşlama çenelerine sabitlenerek hem daha kısa sürede taşlanacak, hemde yolluk bağlantılarındaki pürüzler elle taşlamaya göre çok daha düzgün olacaktır.

Parça siparişler konusunda yapılacak tek işlem ise taşlama işlemleri konusunda mesleki eğitim vermektir. Zira sipariş işlemlerinde resme göre yada şablona göre taşlama yapılması gerektiğinden, bu işlemlerde eğitilmiş ve bilinçli elemanların çalışmaları istenmeyen yüzeysel izleri, ölçüden kaçmaları ve işlem sonundaki yüzeysel bozuklukları ortadan kaldıracaktır.



Şekil 3 . 17 – Sabit Taşlama Makinaları

3.5.3 – KAYNAK

İşletmede her dökümhanede olduğu gibi kaynak işlemlerinde gerçekleştirilmektedir. Bu işlemler genellikle gaz boşluğu, çekinti gibi bazı hataların giderilebilmesi için gerçekleştirilir. Literatür gereği döküm parçası üzerindeki kaynaklı birleştirmeler parçaların %10'unu geçemez. Bu bölümde işletmede gerçekleştirilen kaynak işlemleri, bu işlemlerde kullanılan malzeme ve ekipmanlarla işlemlere ait eksiklikler ve öneriler yer almaktadır.

3.5.3.1 – Kaynak Metodları

İşletmede gerçekleştirilen kaynaklı birleştirmelerde elektrik ark kaynağı yöntemi kullanılmaktadır. Kaynaklı birleştirmeler daha öncede bahsedildiği gibi genellikle bazı hataların kapatılmasında kullanılmalarına rağmen nadiren de olsa şekil itibarıyla bir kerede dökümü mümkün olmayan parçaların kesitsel birleştirilmelerinde kullanılabilirlerdir.

3.5.3.2 – Kullanılan Malzeme ve Ekipmanlar

Klasik elektrik ark kaynağı metodunda kullanılan kaynak makineleri ve elektrodlar bu işleme ait ekipmanları oluşturmaktadır. Dökümhanelerde yapılan kaynak işlemlerinde en önemli husus kaynak makinasının seçiminden çok kullanılan elektrodların kaynak edilecek malzemeye göre doğru seçilmesi ve kaynak işlemini yapacak elemanların mesleki eğitimlerden geçirilmiş olmalarıdır. Zira şu an piyasada kaynak edilebilir tüm alaşımlar için ilgili dolgu malzemesiyle kaplanmış her türlü elektrod mevcuttur. Bu noktada uygulanacak kaynak işleminin düzgün olabilmesi için sertifikalı kaynakçılar gerekmektedir.

3.5.3.3 – Görülen Eksiklikler

İşletmede uygulanan kaynak işlemlerinde başlıca üç eksiklik göze çarpmaktadır. Bunlardan birincisi işletme içi mesleki eğitimlerin eksikliğidir. Bu eğitimlerde hangi

alaşımın hangi elektrodlarla ve ne tip dikişler atılmak suretiyle kaynak edilmeleri gerektiği genel bilgiler olarak verilmeli, eğitimlerde bahsedilen elektrod seçimi konusu dökümanite edilerek çalışanların görebileceği şekilde asılmalı ve mesleki eğitimler işlem esnasında sıkı kontrollerle devam ettirilmelidir.

İkinci bir eksiklik ise ülkemizde doğru malzemeyle doğru kaynağın yapılabilmesi için hazırlanan sertifikalı kaynak kurslarına, işletmedeki kaynakçılardan hiç birinin katılmamış olmasıdır. Bu eğitimler tamamen kaynak konusuna eğilmiş kimselerce verildiğinden kuruluş içi eğitimlerden çok daha büyük öneme sahiptir.

Üçüncü bir eksiklik ise nadiren de olsa bazı parçalarda uygulanan kaynak işleminde, kaynaklı birleştirmenin literatürün tolere ettiği değerin yani %10'un üzerine çıkabilmesidir. Mukavemetin özellikle önemli olduğu kırıcı parçalarda bu tip bir hata ciddi dayanım bozukluklarına sebebiyet vermekte ve parçaların çalışma zamanlarını kısaltmaktadır.

4 – GÖRÜLEN TÜM EKSİKLİKLERE AİT GELİŞTİRİLEN METODLAR VE UYGULAMA SONUÇLARI

Önceki bölümlerde tek tek incelenen işlem kademelerinin daha düzgün bir görünüşe sahip olabilmesi ve etkinleştirilebilmesi için geliştirilen öneriler hemen uygulamaya konulmuştur. Bu bölümde bu önerilerden ve sonuçları alınan uygulamalardan bahsedilecektir.

Bölümlerde anlatılan eksikliklerin giderilebilmesi için geliştirilen önerilerde uygulamaya konulan kısımlar öncelikle yatırımların planlanmasına yöneliktir. Bu planlama işlemleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

İlk olarak ısıtma işlem fırınlarına dair bir yatırım planı geliştirilmiştir. Bu plan dahilinde 6600x4600x3080 mm boyutlarındaki fırının 1998 yılında satılması ve yerine 3400x2400x3300 mm boyutlarına tercihen cebri hava üflemeli bir fırının alınmasının gerekliliği üzerinde durulmuş ve yatırımlar listesinde önemli bir sıraya sahip olduğu belirtilmiştir. Bu tarz bir yatırımın artan üretim kapasitesi açısından çok fazla avantajlar sağlayacağı da bir gerçektir. Yatırımlara ait ikinci planlama ABB patentli ocakların ayrı kontrol panolarından kumanda edilmesi için yeni bir kontrol ünitesi alınmasına aittir. Bu yatırımın gerçekleştirilmesi halinde hem sıvı metal arzında ciddi bir artış, hemde aynı miktarda sıvı metalin elde edilebilmesi için sarf edilecek elektrik miktarında ciddi bir azalma olacaktır. Bu durumda yüksek elektrik sarfiyatına sahip iki eski AJAX ocağında sadece tek şarjda yüksek miktarda sıvı metal ihtiyacı durumunda kullanılması söz konusu olacaktır. Yatırımlara ait planlamaların üçüncüsü ise ocaklardaki soğutma sistemine dairdir. Bu ocaklarda kullanılan bobin soğutma suyu aynı kaynaklardan gelen ve seri bir sistemle birbirine bağlı olan borularla taşınmaktadır. Ancak 5 ocağın bir arada çalışması durumunda aynı kaynaktan çıkan suyun giriş basıncı 3 bar kadar düşmekte ve bu suyun çok ani ısınmasına sebebiyet vermektedir. Bu durumda ocaklar kendilerini korumaya alarak erteleme işlemini kesmektedirler. Sistem üç indüksiyon ocağına göre tasarlandığından tüm sistemin bir arada çalışmasını kaldıramamaktadır. Bu sebeple sonradan konulan iki yeni ocağın su sistemi ana sistemden mutlaka ayrılmalı ve yeni ocaklar münferit bir sisteme bağlanmalıdır.

Yatırımların dördüncü kısmı ise malzemelerin saklanabileceği bir ambarın yerleştirilmesidir. Bu ambar kum rejenerasyon ve kurutma ünitesi, ferro alyajlar ve eğitim malzemeleri, model ambar ve işleme alanı bulunmalıdır. Bu konuyla ilgili olarak başlatılan çalışmalar neticesinde işletme arazisinde bulunan 1600 m²'lik bir alan kapatılmış ve alanın içerisine yukarıda sayılan gereksinimler projelendirilmiştir. İnşaat işlemlerinin bitirilmesini takiben tüm kısımlar bu alanın içine yerleştirilecektir. Bu durumda bu alan ile fabrika kapalı sahası arasında ergitme malzemelerinin taşınabilmesi için bir monoray vinç yatırımı tasarlanmıştır. Bu yatırımın tamamlanmasıyla hurda ve alyaj alanından ocaklara insan gücüyle malzeme taşıma işlemi sona ereceği gibi, vincin tüm ocakların üzerinden dolaşması söz konusu olacağından şarj hazırlamak için ocakta çalışacak iki saççı bir ocakçı adedinde bir kişiye düşürülecektir. Böylece döküm endüstrisinde meydana gelen ve kalıpların taşınması, derecelerin bozulması, boş derecelerin kalıp alanına getirilmesi gibi işlemleri yapan kişiler artacağından işlemlerdeki gecikmeler ortadan kaldırılacaktır.

İşletmede yapılması gerekliliği vurgulanan iki büyük yatırım daha mevcuttur. Bunlardan bir tanesi modelhane diğeri ise işleme atelyesidir. Alınan parça siparişlerinin % 40'lık bir kısmı modellerin geç teslim edilmesiyle başlayan bir dizi gecikmeler neticesinde teslim tarihinden daha geç teslim edilmektedir. Görülmüştür ki daha işleme başlamadan meydana gelen bu tip gecikmeler işletmenin tüm bölümlerinde aksamalara sebep olmakta ve döküm işleminin belkide zamana en çok ihtiyaç duyan kısmı olan bitirme işlemleri halinde yığılmaktadır. Bu noktada işletmenin birlikte çalıştığı modelcilerin performansı işletmenin genel performansından daha önemli bir noktaya gelmektedir. Bu sebeple işletmede açılacak bir modelhane hem alınan siparişlerin programlı bir şekilde yürütmesine yardımcı olacak hemde kalıplamaya başlanmış bir parçada aniden ortaya çıkan bir ihtiyacın (yolluk çapının genişletilmesi ve buna bağlı olarak topuk yaptırılması, kalıp tasarımından dolayı modelde yapılması öngörülen bazı düzeltmeler, kalıplama esnasında hasar gören bir modelin tamiri vb.) giderilmesi hususunda kalıplamayı durduracak bir gecikmeyi ortadan kaldıracaktır.

Modelhane dışındaki en önemli problemlerden biride bir işleme atelyesinin olmayışıdır. İşletme civarında çalışılan işleme atelyeleri klasik torna tezgahlarıyla

çalıştıklarından kapasiteleri ve yapabildikleri işlemler son derece sınırlıdır. Oysa yapılacak bir işleme atelyesine alınacak borwerk tezgahlar ve bunlara yardımcı olarak kullanılacak torna, freze, matkap, vargel gibi tezgahlarla birleştirildiğinde işletmeye gelen bitmiş parça talepleri çok daha kolay ve ucuz olarak karşılanabilecektir.

Yukarıda bahsedilen son iki yatırımda 1998 yılı planına konmuştur.

İşletmeye ait görülen eksikliklerin ikinci kısmını ise yatırımdan çok iç organizasyona ait olanlar oluşturmaktadır. Döküm işleminin başlangıcından itibaren tüm kademelerde görülen eksiklikler proseslerin birbirine bağlantılı olmaları dolayısıyla aksamalara sebep olmaktadır. Bu sebeple aşağıda tüm bu proseslerle ilgili olarak görülen eksikliklere tek tek değinilmiş ve geliştirilen metodlarla uygulama sonuçlarından bahsedilmiştir.

A) Organizasyonel Bozukluklar

Pratik çalışmanın başladığı dönemde fabrikadaki organizasyona göre fabrika müdürlüğü, satış, pazarlama ve üretimin tamamından sorumluydu. Tüm bu konularda karar yetkisinin iki kişide olması dolayısıyla çekilen en büyük sıkıntı bahsedilen faaliyetlerin hiç birisinin tam manasıyla yürütülemediydi. Bu sebeple alınan siparişlerin teslim edilmesinde teknik açıdan ve teslim süresi açısından ortaya çıkan problemlerin yanı sıra yeni bir iş potansiyelinin yaratılması yada mevcut potansiyelin artırılması yönünde herhangi bir çalışma yapılmamaktaydı.

Bu problemin çözülebilmesi için yönetim kuruluna satış, pazarlama, ihracat fonksiyonlarıyla üretim fonksiyonlarının birbirinden ayrılması ve birbirlerini sürekli kontrol ederek çalışmalarını yönünde bir teklif verilmiş ve 1998 Nisan ayı itibarıyla bu tip bir değişiklik gündeme alınmıştır. Üretim kapasitesinin bu kadar büyük olduğu bir işletmede ağırlıkları belli bir limitin üzerinde olan parçalara ve mümkünse seri siparişlere yönelmek ve aynı zamanda ülkemizin içinde bulunduğu durum dolayısıyla iç pazarlarda olduğu kadar dış pazarlardada belli bir pay sahibi olmak bu tip işletmelerin mali açıdan çok daha güçlenmesini sağlayacaktır. Ancak bu çizgiyi yakalamak için

yapılması gereken çalışmalar ayrı bir birimin işi olmalıdır. Bu anlamda düşünülürken bu tip bir yapısal değişikliğe gitmek kaçınılmaz olacaktır. Zaten teklif edilen yapıda bölümlerin birbirlerinden tamamen bağımsız olması söz konusu değildir. Yanlızca ilgilenilmesi gereken ana fonksiyonların üzerine ayrı ayrı yoğunlaşılması esasına dayanmaktadır. Bu yapının oluşturulması halinde pazarlama bölümü üretimi alınan siparişlerin doğru va zamanında teslim edilmesi açısından kontrol ederken, üretimde kurulu kapasiteden daha fazla yararlanabilecek bir yapıya eriştiğinde pazarlamayı bu boşluğu doldurması açısından kontrol edecektir.

B) Üretim Birimindeki Problemler

Bu çalışmanın yapıldığı sırada ortaya çıkartılan en büyük eksikliklerden birinin üretim birimindeki iletişim eksikliği olduğunu belirtmek gerekir. Bu eksiklik hem üretilen mamullerin kalitesi açısından hemde mühendislik tasarımlarının engellenmesi açısından önemli dezavantajlardır.

Bu eksikliklerin başında işletmede düzenli işleyen yada işletilmeye çalışılan bir üretim programının olmaması gelmektedir. Bu düzensizlik sebebiyle ortaya çıkan en önemli problem işletmede halen işlem görmekte olan parçaların ne durumda olduğunun bilinmemesi sebebiyle özellikle bitirme işlemleri holünde birikme ve beklemelerin olması, teslim sürelerinin geçirilmesi, yapılması planlanan işlemlerin bazılarının atlanması olarak sayılabilir.

Bu sorunun aşılabilmesi için işletmede haftalık kalıplama programı düzenlenmiş ve ocakların bu programa göre yönlendirilmesi sağlanmıştır. Bu şartlar altında hangi parçanın hangi üne ve hangi hatta kalıplanacağı, bir sonraki işlem kademesine ne zaman geçeceği eskiye nazaran çok daha iyi bilinmektedir.

Buna ek olarak işletmeye birbirine bağlı bilgisayarlardan oluşan bir sistem yerleştirilmiştir. Bu sistemin bilgisayarları üretimin ve siparişlerin kontrol edilebilmesi için kritik noktalara yerleştirilmiş ve değişik birimlerce bilgi girişine müade edecek şekilde tasarlanmıştır.

Bu birimlerden bir tanesi tüm teklifleri hazırlayan ve siparişlere ait iş emirlerini çıkartan teknik ofis, bir tanesi üretim aşamalarını, dökülen, kalan parçaları ve herhangi bir siparişe ait işlem durumlarını işleyen dökümhane şefliği, bir tanesi ocaklardan alınan pota analizlerini işleyen laboratuvar, diğer iki sistem ise bunları kontrol altında tutan fabrika müdürlüğü ve genel müdüre bağlanmıştır. Sistemde bahsedilen tüm girişlerin yanı sıra her sipariş için üretimdeki durumunu, dökülen ve kalan adetleri, toplam siparişleri, gecikmiş siparişleri görebilmek ve buna göre daha etkin bir planlama yapabilmek mümkün hale gelmiştir.

Bu tip bir entegrasyon çalışmasının yanı sıra işletme bünyesinde yatırımı yapılmış fakat halen kurulmamış kalıplama hatları mevcuttur. Bu hatlardan biri dört adet sarsma ve/veya basma işlemleri yapabilmeye olanak sağlayan pres, derecelerin otomatik olarak ilerleyerek taşınabileceği arabalar, ve taşıma zincirlerinden oluşan ve işletme bünyesinde bulunan yarı otomatik kalıplama hattından çok daha hızlı olan bir kalıplama hattıdır. Bu hat için yapılması gereken tek yatırım kum sisteminin kurulmasıdır ki projelendirme aşamasında görülen mevcut kum sisteminde tek bir bantlı konveyörle bağlantı yapılabilmesi olanağında bu işlemi büyük bir yatırım olmaktan kurtarmaktadır. Bu sistemin oturtulmasıyla ortaya çıkacak en büyük avantaj preste kalıplanabilir boyutta olmalarına karşın reçineli kumla kalıplama gerektiren ve el kalıbında kalıplanmakta olan hafif ve yüksek adetli parçaların kalıplanabilmesi olacaktır. Zira mevcut takalamalı preslerde yaş kumdan başka kalıplama yapılamamaktadır.

Isıl işlem birimlerinde gerçekleştirilen uygulamalardan ilki her fırının içinde bulunan malzemeye bir ısıl işlem şarj numarası vermek suretiyle takip edilmesinin sağlanmasıdır. Verilen bu şarj numarası Isıl İşlem Takip formu olarak adlandırılan form üzerine işlenerek yapılması gerekli ısıl işleme dair bir talimat form üzerine yazılarak fırın önüne asılmak suretiyle yanlış ısıl işlem uygulamasının ortadan kaldırılması söz konusu olmuştur.

Diğer bir ısıl işlem problemi ise bu çalışmanın 5. Bölümünde ele alınan bilyaların ısıl işlemine dairdir. Çalışmanın başlatıldığı sırada bilyalara uygulanan ısıl işlem döner

tamburlu fırınlarda ve çok eski yıllardan gelen alışkanlıklarla yapılıyordu. Döner tamburlu bir fırının ısıtma işlemi çok daha homojen olarak gerçekleştirilebileceği ise yaygın bir kaniydi. Ancak her şeye rağmen gönderilen bilyaların ömürlerinden ciddi şikayetler alınıyordu. Bu problemin çözümü için dökümhane şefi ve laboratuvar şefiyle girilen bir ortak çalışmayla, laboratuvardaki fırında değişik çap ve alaşımdaki bilyaların deneysel ısıtma işlemleri sonucunda Tablo 4’de görülen değerler ortaya çıkartılmış ve ısıtma işlemlerin tünel fırında yapılmasına başlanmıştır. Verilen bu süreler ve sıcaklıklar uygulandığında bilyaların kendilerinden beklenen özellikleri sağladıkları ve şikayetlerin ortadan kalktığı tesbit edilmiştir.

Bunun dışında aynı tarzda bir çalışma ocaktan şarj aktarımı sırasında uygulanan deoksidasyon ve aşılama işlemleriyle ilgili olarak yapılmış ve tablo xx’de görülen değerler tesbit edilerek uygulanmaya başlanmıştır. Sayısal olarak denetlenen parçalarda gaz boşlukları ve yüzeysel hatalar % 40 oranında giderilmiştir.

Tüm işlemlerin özellikle dikkat edilmesi gereken kısımlarına dair bilgiler dökümanite edilmiş ve bu dökümantasyona dair eğitimler ilgililere verilmiştir.



BİLYA VE SİLPEBS ISIL İŞLEM TABLOSU

Tarih : 16/4/1996
Revizyon : 0

BİLYA ÇAPI	SICAKLIK °C	BEKLEME SÜRESİ	OLMASI GEREKEN SERTLİK (HRC)
Ø 15 - 25 BİLYA (SİLPEBS)	880 - 900 °C	30 Dk	58 - 64
Ø 30 - 40 BİLYA	880 - 900 °C	60 Dk 1 Saat	58 - 63
Ø 50 BİLYA	880 - 900 °C	75 Dk 1 Saat 15 Dk	57 - 62
Ø 60 BİLYA	880 - 900 °C	85 Dk 1 Saat 25 Dk	55 - 60
Ø 70 BİLYA	880 - 900 °C	100 Dk 1 Saat 40 Dk	55 - 59
Ø 80 BİLYA	880 - 900 °C	120 Dk 2 Saat	
Ø 90 BİLYA	880 - 900 °C	150 Dk 2 Saat 30 Dk	
Ø 100 BİLYA	880 - 900 °C	170 Dk 2 Saat 50 Dk	

Sıcaklık 880 - 900 °C ' ye Geldikten sonra belirtilen süre fırında bekletilecek .

Fırın boşaltıldığında, bilyalar ızgara üzerinde yayılacak, üstüste gelmesi engellenecek .
Yığılma olmayacak.

Yapılan her şarj için sertlik kontrolü yapılacak , uygunsuz olan şarjlar tekrar işleme alınacak . Her şarjdan 3 numune alınacak , numuneler eleğin ilk, orta ve son kısmından bir adet olacak .

Isıl işlem şarjları ayrı yığınlar halinde muhafaza edilecek . Uygun çıkan şarjlar birleştirilerek bidonlara doldurulacak ve etiketlenecek

Tablo 4 - Bilya ve Silpebslere ait Isıl İşlem Zaman ve Sıcaklık Tablosu

Bitirme işlemleriyle ilgili olarak ise literatürün öngördüğü bazı standartlar oturtulmaya çalışılmıştır. Bu standartlardan bir tanesi besleyici ve yollukların kesilmesi konusunda yapılan çalışmalarla oluşturulmuş ve Tablo 3’de görülen şekillerde kesim yapılması için gerekli eğitimler verilmiştir.

Bir başka bitirme işlemi olan kaynak işlemlerini gerçekleştiren kaynakçılar kurslara gönderilerek kaynak sertifikası almaları sağlanmış ve böylece işletmede kaynak işlemlerinden oluşan problemlerin büyük bir çoğunluğu giderilebilmiştir.

Bunların dışında verilen mesleki eğitimlerde her bölümün kendisinden bir önceki bölümden gelen parçalara herhangi bir işlem yapmaksızın bir kalite kontrolü uygulaması ve şüpheli gördüğü parçaların daha detaylı kontrollara tabi tutulmasını sağlaması gerçekleştirilmiştir. Bu durumda verilen sakat oranında yaklaşık % 2.5’lik bir azalma sağlanarak yıllık sakat parça oranları bir önceki senenin aynı dönemleri ile karşılaştırıldığında % 4’e indirilebilmiştir. Yukarıda yatırımlar kısmında bahsedilen model ambarının oluşturulması için gerekli çalışmalar başlatılmış ancak bu sonuçlardan yatırımın tamamlanmaması sebebiyle sonuçlar alınamamıştır. Ancak getirilen öneri raflara ait bir numaralandırma sisteminin geliştirilmesi ve aynı zamanda bir model fihristin oluşturulması yönündedir. Bu şekilde hem ambardaki modellerin yerini tesbit edebilmek çok daha kolay olacaktır, hemde kalıplama sonrası uygulanan kontrollerde modele ait herhangi bir problem varsa bunun fihristen görülmesi mümkün olacaktır.

Modelhane ve işleme atelyesinin yatırımlara dahil olması ve belirli bir süre sonra kurulabilecek olması dolayısıyla acil tedbir olarak birlikte çalışılan firmalara ait bir puntaj sistemi geliştirilmiş ve uygulamaya konulmuştur. Bu sistemde belirlenen barajın altına düşen modelci yada işlemecilerle çalışılmayacağı duyurulmuş ve çok kısa bir süre içinde verilen işlerde zamanında geriye dönüş sağlanmıştır.

5 – İŞLETME BÜNYESİNDE SEÇİLEN PARÇALARA PROSES UYARLAMASI

5.1 – İşletme Bünyesinde Sürekli Üretim Programında Olan Parçalara Proses Uyarlaması

İşletme bünyesinde bir döküm prosesi uyarlaması için en uygun işlem seri üretim olan bilya üretimidir. Zira daha öncede bahsedildiği gibi bu iki tip mamul işletmenin yıllık üretiminin yarısına yakınıni oluşturmaktadır. Bu noktada bakıldığında tam bir seri proses uyarlamasına en yatkın olan bölümdür.

Bu bölümde işletmede 1996 yılı siparişleri gözden geçirilerek dökülen parça miktarları üzerinden hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Bölüm sonucunda ise işletmede yapılan işlemlerle hesaplanan işlemler arasındaki farklılıklardan bahsedilecektir.

İşletmenin 1996 yılı içinde değişik çaplardaki bilya siparişleri Tablo 5’de verilmiştir. Ayrıca bu bilyaların kalıplandığı derecelerin dolu olması durumunda alt ve üst derece ağırlıklarıyla derecelerin boş ağırlıkları ve dolayısıyla bir kalıp için gereken kum ağırlıklarında Tablo 6’da verilmektedir. İşletmede kullanılan kalıplama presleri saatte 225 kalıp üretebilecek kapasitededir. Bunun yanı sıra bilya dökümü için iki vardiya ve haftada 5 gün çalışılmaktadır. Bu bilgiler ışığında hesaplamalar aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir.

SİPARİŞ EDİLEN BİLYA ÇAPI ϕ	YILLIK SİPARİŞ TOPLAMI Kg.
90	168.950
80	191.600
70	118.800
60	42.116
50	80.600
40	71.400
35	60.000
30	47.000
25	68.600
20	47.000
15	10.000

Tablo 5 – Çaplara göre yıllık sipariş toplamları

ÇAP φ	DOLU ALT DERECE AĞIRLIĞI Kg.	DOLU ÜST DERECE AĞIRLIĞI Kg.	ALT ÜST DERECE TOPLAM BOŞ AĞIRLIKLARI Kg.	NET KALIP KUMU AĞIRLIĞI Kg.
90	30	28	11.5	46.5
80	28	26	11.5	42.5
70	32	30	13.5	48.5
60	35	34	13.5	55.5
50	34	33	13.5	53.5
40	35	34	13.5	55.5
35	36	35	13.5	57.5
30	38	36	13.5	60.5
25	36	35	13.5	57.5
20	37	35.5	13.5	59
15	35	37	13.5	58.5

Tablo 6 – Kalıplama için kullanılan derecelerin dolu ve boş ağırlıklarına her çap için net kalıp kumu ağırlıkları.

ÇAP φ	ADET/KALIP	NET AĞIRLIK / KALIP (Kg.)	BRÜT AĞIRLIK/ KALIP (Kg.)
90	5	16	28.3
80	5	13.2	20.5
70	12	16.8	26.8
60	14	10.5	21.5
50	24	13.8	23.6
40	54	14	19
35	84	14.5	18
30	91	11.4	15.4
25	144	9.5	14.5
20	209	7	11
15	260	6	10

Tablo 7 – Tüm çaplar için derecedeki bilya adetleri, parça net ve brüt ağırlıkları.

A) Kalıp ve Döküm verimlerinin hesaplanması

$$\text{Kalıp veriminin hesaplanması} \quad \eta_f = \frac{M_G}{M_G + M_S} \quad (5.1)$$

formülüyle gerçekleştirilmiştir.

Burada ;

η_f : Kalıp verimi

M_G : Bir derecedeki brüt metal ağırlığı

M_S : Bir kalıptaki net kum ağırlığı'nı temsil etmektedir.

Aynı şekilde Döküm verimi hesabı yapılacak olursa aşağıdaki formülasyon geçerli olacaktır.

$$\eta_d = \frac{M_G}{M_S} \quad (5.2)$$

Burada ;

η_d : Döküm verimi'ni temsil eder.

Bu bilgiler ışığında her bir parça için yukarıda verilen tablo değerlerinden yararlanılarak bir hesaplama yapılırsa aşağıda her çap için verilen verim değerleri elde edilir.

ÇAP ϕ	KALIP VERİMİ η_f	DÖKÜM VERİMİ η_d
90	% 37.83	0.57
80	% 32.54	0.64
70	% 35.59	0.63
60	% 27.92	0.49
50	% 30.61	0.58
40	% 25.50	0.74
35	% 23.84	0.81
30	% 20.29	0.74
25	% 20.14	0.66
20	% 15.71	0.64
15	% 14.60	0.60

Tablo 8 – Tüm çaplar için kalıp ve döküm verileri.

B) Dökümhanenin Malzeme İhtiyacının Hesaplanması

Dökümhanenin yukarıda verilen yıllık sipariş oranlarını karşılayabilmesi için kullanması gereken malzeme miktarı kaba bir yaklaşımla aşağıdaki formülden yararlanılarak hesaplanabilir.

$$M_{Brt} = \frac{M}{\eta_d} \quad (5.3)$$

Burada ;

M_{Brt} : Yıllık malzeme ihtiyacı (kaba yaklaşımla)

M : Yıllık net parça sipariş ağırlığı

η_d : Döküm verimi olarak alınır

tüm çaplar için aşağıdaki tabloda verilen değerler geçerli olacaktır.

Çap ϕ	Döküm Verimi (η_d)	Yıllık Sipariş Ağırlığı (M) Kg.	Yıllık Malzeme İhtiyacı (M_{Brt}) Kg.
90	0.57	168.950	296.404
80	0.64	191.600	299.375
70	0.63	118.800	188.571
60	0.49	42.116	85.951
50	0.58	80.600	138.966
40	0.74	71.400	96.486
35	0.81	60.000	74.074
30	0.74	47.000	63.514
25	0.66	68.600	103.939
20	0.64	47.000	73.438
15	0.60	10.000	16.667

Tablo 9 – Kaba yaklaşımla yıllık malzeme ihtiyaçları.

Yukarıda yapılan hesaplama tamamen kaba bir yaklaşıma dayandığından gerçeği yansıttığını söylemek mümkün değildir. Zira işlemler sırasındaki yanma ve işlem kayıplarıyla, yollukların kesilmesinden dolayı geri dönen malzeme miktarları hesaba dahil edilmemektedir. Bu durumda ihtiyaç duyulan malzemenin yalnızca ergitilecek malzemelerden oluştuğu gibi bir sonuca varılmaktadır. Bu hesabı daha netleştirmek için yanma ve işlem kayıplarının ve geri dönen malzeme miktarlarının hesaba katıldığını düşünürsek aşağıdaki formülleri kullanarak Tablo 10'daki sonuçları elde edebiliriz.

Yanma ve İşlem Kayıplarının dahil edilmesi için ;

$$M_j = \frac{M_{Brt}}{1 - \frac{Y+S}{100}} \quad (5.4)$$

(5.4) formülü kullanılarak hesaplama yapılmıştır. Normal olarak çelikte yanma ve işlem kayıpları % 5-7 arasında olmasına rağmen işletme şartlarında bu oranı % 6 kabul edebiliriz.

Bu formülde ;

M_j : Yanma ve İşlem kayıplarından sonra gereken yıllık malzeme miktarı

M_{Brt} : Yıllık brüt parça ağırlığı

$Y+S$: Yanma ve İşlem kayıpları kabul oranı olarak açıklanabilir.

Bu şekilde tüm çaplar için yapılan hesaplama sonuçları Tablo 10'da verilmektedir.

Çap ϕ	Yıllık Brüt Malzeme İhtiyacı (M_{Br}) Kg.	Yanma ve İşlem kayıp oranı	Yanma ve İşlem kayıplarından sonra malzeme miktarı M_j
90	296.404	6	315.323
80	299.375	6	318.484
70	188.571	6	200.608
60	85.951	6	91.437
50	138.966	6	147.836
40	96.486	6	102.645
35	74.074	6	78.802
30	63.514	6	67.568
25	103.939	6	110.574
20	73.438	6	78.125
15	16.667	6	17.730

Tablo 10 – Yanma ve İşlem kayıplarının eklenmesinden ihtiyaç duyulan yıllık malzeme miktarı.

Bu noktadan sonra yapılacak hesaplama geri dönen malzeme miktarı eklendiğinde net olarak ihtiyaç duyulan malzeme miktarı tesbit edilebilir. Aşağıdaki tabloda her çap için kalıptan dönen malzeme miktarları, ve bunlara bağlı olarakta ihtiyaç duyulan net malzeme miktarları verilmektedir.

Geri dönen malzeme miktarının dahil edilmesinden sonra gereken net yıllık malzeme miktarının hesaplanması aşağıdaki formüle göre gerçekleştirilir.

$$M_{jd} = M_j \left(1 - \frac{\delta d}{100} \right) \quad (5.5)$$

Burada ;

M_{jd} : Geri dönen malzeme miktarından sonra ihtiyaç duyulan net malzeme miktarı.

δd : Geri dönen malzeme miktarı.

Çap ϕ	Yanma ve İşlem kayıplarından sonra malzeme miktarı Mj	Geri dönen malzeme miktarı δd	Yıllık net malzeme ihtiyacı Mjd
90	315.323	% 43.46	178.284
80	318.484	% 35.60	205.104
70	200.608	% 37.31	125.761
60	91.437	% 51.16	44.658
50	147.836	% 41.52	86.454
40	102.645	% 26.31	75.639
35	78.802	% 19.44	63.483
30	67.568	% 25.97	50.020
25	110.574	% 34.48	72.448
20	78.125	% 36.36	49.719
15	17.730	% 40	10.638

Tablo 11 – Geri dönen malzeme miktarlarından sonra tüm çaplar için net yıllık malzeme ihtiyacı

Ana ve Yardımcı malzeme oranlarının hesaplanması

Bu işlemlerden sonra gereken malzemelerde ana ve yardımcı malzeme ihtiyaçlarının ortaya çıkartılması için bazı oranlar gerekmektedir. İşletme bünyesinde alınan siparişlerin her biri için bir terkip hesabı yapma olanağı mevcut olduğundan Tablo 12 ve Tablo 13’de verilen değerler ana ve yardımcı malzemeler için baz alınmıştır. Burada yapılan kabuller işletme şartlarında laboratuvar analizleri yapılmış girdilerden gelen sonuçlar olduğu için gerçek değerler olarak kabul edilmektedir. İşletmede dökülen bilyalar üç ayrı terkibe göre dökülmektedir. Son analizlerin Tablo 12 ve Tablo 13’de verilen analizlere eşit olması gerekmektedir. Bu analizler elde edebilmek için kullanılan ana ve yardımcı malzemeler işletmeye maloluş fiyatlarına göre değişmelerine rağmen ideal terkip bu tablolarda verildiği gibidir. Buna göre tablolardan da anlaşılabilceği gibi 40 mm. çapa kadar tüm bilyalar 13 Cr’lu olarak, 50-60 mm çaptaki bilyalar 18Cr’lu olarak ve 70-90 mm çapta bilyalar 18 Cr + 0.1 Mo’lu olarak dökülmektedir. Aslında bu işletmeye bağlı bir tercih değil çimento fabrikalarına ait bir standarttır.

Bu bilgiler ışığında verilen tablolardaki değerler % olarak düşünüldüğünde tüm malzemelere ait gereken münferit miktarlar sayfa 50'de görülen tabloda verildiği şekilde ortaya çıkmaktadır.

Bu tablodaki değerlerin hesaplanabilmesi için ;

$$M_{jx} = M_{jd} \cdot \frac{\eta_x}{100} \quad (5.6)$$

formülü kullanılmıştır.

Burada ;

M_{jx} : Yıllık x malzeme miktarı

M_{jd} : Yıllık net malzeme ihtiyacı

η_x : Şarj terkinde x malzemesinin oranı

100,00	DKP	304	430	Fe Si	Rat Mn	Fe Mn	Fe Mo	Fe V	Fe W	NI	FeCr EL.	FeCr AN.	GRAFIT	HURDA
0,00	0,00	64,48	0,39	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,51	0,00	1,02	30,00
0,08	0,08	0,10	1,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00	0,07	85,00	2,60
0,08	0,37	0,20	75,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
0,25	1,29	0,25	0,00	78,00	78,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30
0,00	18,00	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65,00	70,00	0,00	18,00
0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	99,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Al	Cu
2,00	0,60	0,90	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

BIN TL	DKP	304	430	Fe Si	Rat Mn	Fe Mn	Fe Mo	Fe V	Fe W	NI	FeCr EL.	FeCr AN.	GRAFIT	HURDA
145	70	30	65	140	80	850	1800	850	900	150	220	18	41	

BİRİM MALİYET : TL/Kg

37,687 TL

Tablo 12 – 18 Cr'lu Bilya için Terkip

100,00	D K P	3 0 4	4 3 0	Fe S i	Raf M n	Fe M n	Fe M o	Fe V	Fe W	N i	FeCr EL	FeCr AN	GRAFI T	HURDA
C	0.00	0.00	64.35	0.39	0.00	0.60	0.10	0.00	0.00	0.00	3.54	0.00	1.01	30.00
Si	0.06	0.08	0.30	1.00	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	0.07	85.00	2.50
Mn	0.08	0.37	0.20	75.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
Cr	0.25	1.20	0.25	0.00	78.00	78.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90
Ni	0.00	18.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	55.00	70.00	0.00	18.00
Mo	0.00	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
W	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	81.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Al	Cu
2.00	0.60	0.90	18.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

BİN TL	D K P	3 0 4	4 3 0	Fe S i	Raf M n	Fe M n	Fe M o	Fe V	Fe W	N i	FeCr EL	FeCr AN	GRAFI T	HURDA
	14.5	70	30	65	140	60	650	1800	850	900	150	220	16	47

BİRİM MALİYET : TL/Kg

38.572 TL

Tablo 13 – 18 Cr'lu Bilya için terkip (70-90 mm çaplar için)

ÇAP	DKP	430	FeSi	FeMn	FeMo	FeCr	GRAFİT	HURDA	TOPLAM
90	0	114725	695	1070	178	6311	1801	53485	178355
80	0	131984	800	1231	205	7261	2072	61531	205164
70	0	80927	490	755	126	4452	1270	37728	125818
60	0	28795	174	268	0	1567	456	13397	44717
50	0	55746	337	519	0	3035	882	25936	86505
40	7715	43016	303	378	0	0	1528	22692	75672
35	6475	36103	254	317	0	0	1282	19045	63511
30	5102	28447	200	250	0	0	1010	15006	50045
25	7390	41201	290	362	0	0	1463	21734	72465
20	5071	28275	199	249	0	0	1004	14916	49734
15	1085	6050	43	53	0	0	215	3119	10580
TOPLAM	32838	595269	3785	5452	509	22626	12983	288589	962566

Tablo 14 - Yıllık bilya siparişleri için gereken ana ergitme malzemeleri ihtiyacı Kg.

Yardımcı Malzemelerin Hesaplanması

Döküm işleminde gereken şarjı hazırlamak için kullanılan ana ergitme malzemelerinin dışında şarjın hazırlanması esnasında daha önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi kullanılan bazı sarf malzemeleri daha mevcuttur. Bu malzemeler tamamen şarjın hazırlanmasına yönelik malzemeler olduklarından yardımcı ergitme malzemeleri olarak adlandırılırlar. Bu malzemeler curuf yapıcı ve toplayıcı malzemeler, karbonlama, alaşımlama ve deoksidasyon gibi metalurjik işlemler için ilaveler ile refrakter malzemeler olarak sayılabilir.

Çelik dökümünde yukarıda sayılan malzemeler şu oranlarda kullanılmaktadır.

Curuf yapıcılar	%10
Deoksidasyon ve aşılama malzemeleri	% 4
Refrakter malzemeler	% 8

Bu bilgiler ışığında bu malzemelerin toplam döküm prosesinde gereken miktarları ;

$$M_{yi} = M_j \cdot k_1$$

Formülüyle hesaplanabilir. Burada ;

M_{yi} = I grubu yardımcı ergitme malzemesi miktarı

M_j = Yanma ve işlem kayplarından sonra gereken malzeme miktarı

k_1 = I grubu malzeme ihtiyacının ana malzeme miktarındaki oranı

olarak açıklanabilir. Böylece her çap için Tablo 15'de verilen sonuçları elde etmek mümkündür.

Çap ϕ	Yanma ve İşlem kayıplarından sonra malzeme miktarı Mj	Curuf Toplayıcı miktarı	Deoksidasyon ve aşılama malzemeleri miktar	Refrakter malzeme Miktarı
90	315.323	31.532	12.613	25.226
80	318.484	31.848	12.739	25.479
70	200.608	20.061	8.024	16.049
60	91.437	9.144	3.658	7.315
50	147.836	14.784	5.913	11.827
40	102.645	10.265	4.106	8.212
35	78.802	7.880	3.152	6.304
30	67.568	6.757	2.702	5.405
25	110.574	11.057	4.422	8.846
20	78.125	7.813	3.125	6250
15	17.730	1.773	709	1.418

Tablo 15 – Tüm çaplar için gerekli yıllık yardımcı malzeme miktarları Kg.

Kum İhtiyacının Hesaplanması

İşletmede gerçekleştirilen yıllık bilya üretiminde kullanılan kalıp kumu sarfiyatının hesaplanması için klasik formülasyonlar yerine gerçekte kullanılan verilerden yararlanılmıştır. Kalıp kumunu sıkıştırma oranlarından, derece boyutlarından yararlanılarak gerekli kum miktarı hesaplanabiliyor olmasına rağmen, tüm çapların kalıplarında her derecedeki kum ağırlığı belli olduğundan sipariş miktarının dökülebilmesi için gerekli kum miktarı bu değerlerden yararlanılarak bulunabilir. Burada her çap bilya yıllık siparişinin karşılanabilmesi için gerekli yıllık ana ergitme malzemesi miktarı, bir derecede her çap bilya için gerekli brüt sıvı metal ağırlığı ve beher kalıptaki net kalıp kumu ağırlığı bilindiğine göre siparişin tamamlanması için gerekli derece adedi bulunup beher kalıptaki kum ağırlığı ile çarpıldığında gerekli kum ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Ancak yüzey kumu olarak kullanılan ve her şarjda sisteme yeni dahil edilen kum miktarı yıllık geeksininim içinden ayrılmak mecburiyetindedir. O sebeple bu hesaplama iki aşamada ele alınmıştır. Zira işletmede saatte 10 tonluk bir kum rejenerasyonu mümkün olduğundan kumun sarsak eleklerden alınması, karıştırılması ve soğutularak yeniden işleme dahil edilmesi söz konusu olduğundan

sistemde ilk bölümde yapılacak hesaplamada kalıp kumu ihtiyacı olduğundan fazla gözükecektir. Ancak ikinci kademede aynı hesap yönteminden yararlanılarak sadece yeni kum ağırlıkları göz önünde bulundurulduğunda sisteme gerekli olan yeni kumun, yani alınması gerekli kum miktarının tesbit edilmesi mümkün olacaktır. Bu bilgiler ışığında hesaplama yöntemi aşağıdaki gibi olmaktadır

1. Aşama :

Bu aşamada Tablo 6 ve Tablo 7’de verilen değerler kullanılmaktadır. Her çap bilyanın üretimi için bir kalıptan alınan net metal ağırlığı bellidir. Ayrıca her kalıptaki kum ağırlığıda bilinmektedir. Yıllık sipariş oranını net metal ağırlığına bölerek toplam kaç derecenin kalıplanması gerektiği bulunabilir. Buradan çıkan sonuç ile beher kalıptaki kaplı kumu ağırlığı çarpıldığında yıllık olarak kullanılacak kalıp kumu ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Anlatılan işlemi formüle edersek.

$$T_d = \frac{Y_s}{M_{m_{net}}} \quad (5.7)$$

$$K_{net} = T_d \times M_{k_{net}} \quad (5.8)$$

Burada;

T_d : Yıllık Siparişin karşılanabilmesi için gerekli derece adedi

$M_{m_{net}}$: Bir derecedeki net metal ağırlığı.

K_{net} : Yıllık Kum İhtiyacı

$M_{k_{net}}$: Bir kalıptaki net kum ağırlığı.

Olarak alınırsa Tablo 16’da verilen sonuçlar ortaya çıkacaktır.

Çap φ	Yıllık Sipariş Toplamı Kg	Bir derecedeki net metal ağırlığı Kg	Sipariş için gerekli derece adedi	Bir kalıptaki kum ağırlığı Kg.	Yıllık Kum İhtiyacı Kg.
90	168.950	16	10.560	46.5	491.040
80	191.600	13.2	14.516	42.5	616.930
70	118.800	16.8	7.072	48.5	342.992
60	42.116	10.5	4.012	55.5	222.666
50	80.600	13.8	5.841	53.5	312.494
40	71.400	14	5.100	55.5	283.050
35	60.000	14.5	4.138	57.5	237.935
30	47.000	11.4	4.123	60.5	249.442
25	68.600	9.5	7.222	57.5	415.265
20	47.000	7	6.715	59	396.185
15	10.000	6	1.667	58.5	97.516

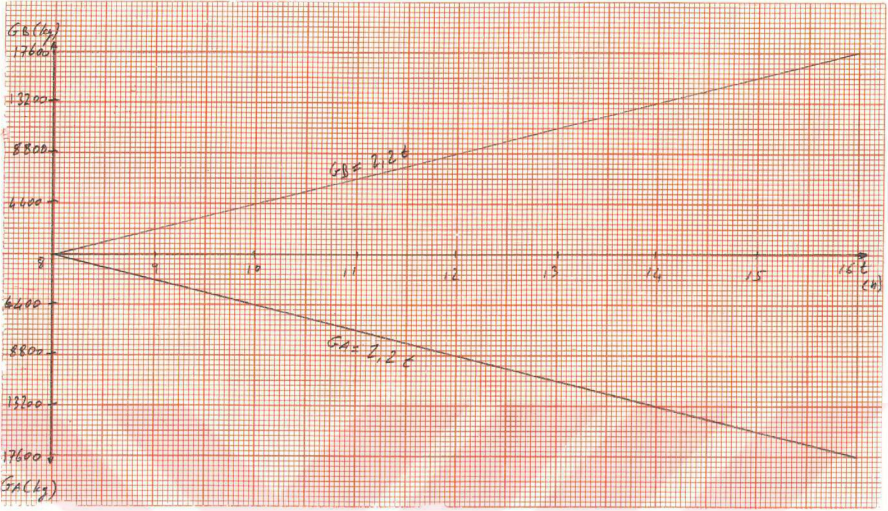
Tablo 16 – Verilen siparişin dökümü için sistemde dolaşan yıllık net kum miktarı.

2. Aşama

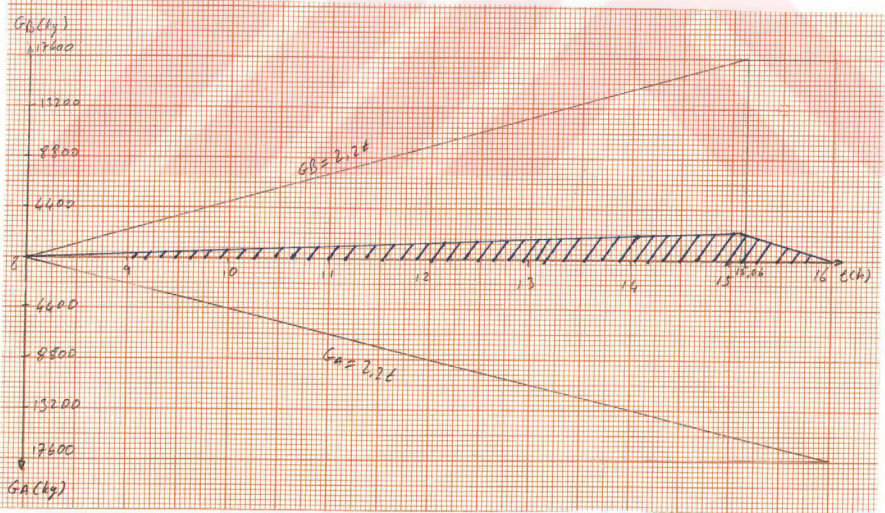
Yukarıda hesaplanan yıllık değerler daha öncede bahsedildiği gibi sistemde sirküle eden kum miktarlarıdır. Oysa kalıplama işleminde kullanılan kumun büyük bir bölümü rejenere edilmiş kumdan oluştuğundan bulunan değerler yıllık ihtiyacı göstermez. Her kalıpta sıvı metal ile temas edecek şekilde parça yüzeylerine atılan yeni kum (yüzey kumu) kalıptaki toplam kum ağırlığının %16.5 - % 23.5 arasında değişen oranlarda bir kesirini oluşturmaktadır. Yapılan tartım işlemlerinde yüzey kumu ağırlığının 10 kg.'mı geçmediği saptanmıştır. Ancak yukarıda bahsedilen miktarardaki siparişlerin tümünü tek tek ölçme imkanı olmadığından verilen oranın ortalaması olan %20 alındığında her kalıba konan yüzey kumu ağırlığı ve buna bağlı olarak yıllık net kum ihtiyacı hesaplanabilir. Yapılacak işlem birinci aşamada verilen formüllerin ikincisini yeni kum ağırlıklarıyla kullanmaktan ibarettir. Buna göre ikinci formüle verilen $M_{k_{net}}$ değeri her kalıptaki yüzey kumu ağırlığı olarak değişecektir. Bu verilerle yapılan hesaplama değerleri tablo 17'de net kum ihtiyacı olarak verilmiştir.

Çap ϕ	Sipariş için gerekli derece adedi	Bir kalıptaki yüzey kumu ağırlığı Kg.	Yıllık Net Kum İhtiyacı Kg.
90	10.560	9.3	98.208
80	14.516	8.5	123.386
70	7.072	9.7	68.599
60	4.012	11.1	44.534
50	5.841	10.7	62.499
40	5.100	11.1	56.610
35	4.138	11.5	47.587
30	4.123	12.1	49.889
25	7.222	11.5	83.053
20	6.715	11.8	79.237
15	1.667	11.7	19.504

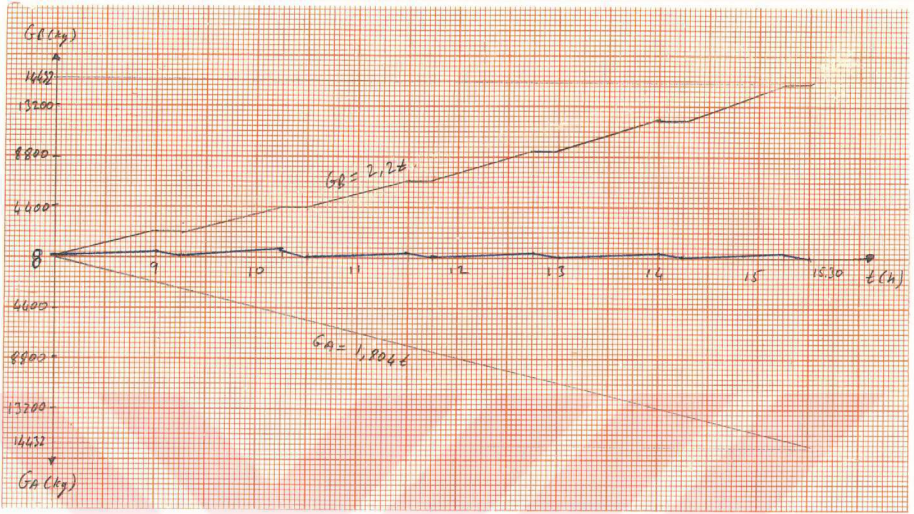
Tablo 17 – Yıllık alınması gereken net kalıp kumu ihtiyacı.



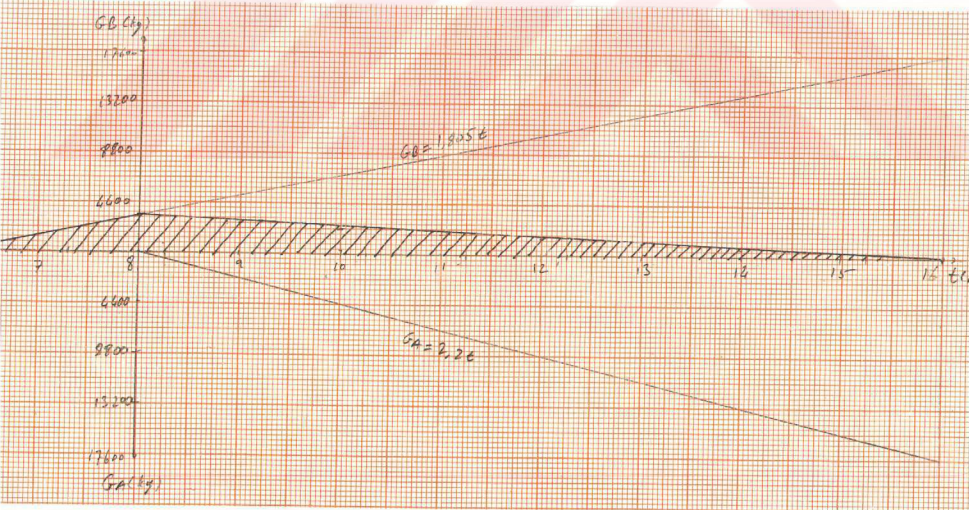
Şekil 3.18 – 90°'lık bilya prosesinde işletmede uygulanan mevcut durum.



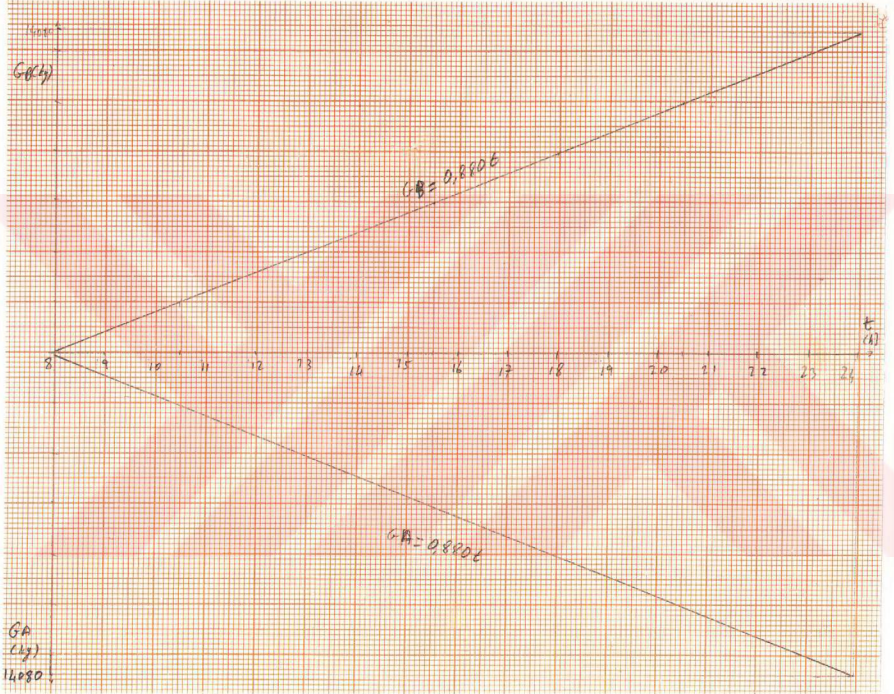
Şekil 3.19 – 90°'lık bilya için uyarlanmış ideal proses şeması



Şekil 3. 20 – 80'lik bilya prosesinde işletmede uygulanan mevcut durum.



Şekil 3. 21 – 80'lik bilya prosesinde uyarlanmış ideal proses şeması



Şekil 3 . 22 – 10'luk bilya prosesinde uyarlanmış ideal durum.

Önceki sayfalarda görülen grafiklerdende anlaşılabilceği gibi işletmede gerçekleştirilen döküm işlemleri ya ocaklara yada kalıplara bağılı olarak işlemektedir.

Örneğin Şekil 18'de görülen 90'lık bilya prosesinde kalıplama hattının kapasitesi düşürülerek sistem saatte 78 kalıp üretecek şekilde çalışılmakta ve böylece her döküm sırasında yerdeki kalıplar tamamen temizlenmektedir. Buna rağmen kalıp stoğu alanında büyük boşluklar oluşmaktadır. Oysa sistem Şekil 19'da verildiği gibi ideal hızı olan 88 kalıp/saat hızında çalıştırılırsa ortada bir kalıp stoğu oluşacak ve ergitme başlangıcının 7,06. Saatinde kalıplama durdurularak kalıp stoğu tüketilecek ve bir sonraki işlem için alan ve ocak tamamen hazır olacaktır.

Aynı şekilde Şekil 20'de görülen 80'lik bilya prosesinde çok küçük sıvı metal stokları oluşmakta ve bu stokların eritilebilmesi için ergitme işlemi sürekli olarak durdurulmakta buda zaman ve enerji kaybına yol açmaktadır. Şekil 21'de verildiği gibi kalıplamanın ergitmeden yaklaşık 1,75 saat önce başlatılmasıyla 8 saatlik vardiya sonunda ve herhangi bir duraklamaya gerek kalmaksızın ocak ve kalıp alanı boşaltılabilmektedir.

Şekil 22'de verilen durum ise çok daha enteresandır. 10'luk bilya kalıbının brüt sıvı metal kapasitesi çok az olduğundan bu kalıplar genellikle büyük çaplı bilya kalıplarının arasına sıkıştırılmak suretiyle dökülmektedir. Bu sebeple mevcut duruma ait bir grafik çizilmemiştir. Oysa bu çaplarıda belli başlı bir sipariş olarak düşündüğümüzde her iki kısmın kapasitesinide aynı oranda düşürerek tam uyarlı bir proses elde edilebilecektir.

Çizilen grafikler göstermektedir ki herhangi bir mali yükümlülüğün altına girmeksizin yapılacak bilimsel çalışmalar işletmede ortaya çıkan gereksiz zaman kayıplarını ve maliyetleri ortadan kaldıracığı gibi, bir sonraki vardiya başlangıcına da yapılacak herhangi bir işlem bırakmamaktadır. Bu durumda proses kontrolün önemide ortaya çıkmaktadır.

5.3 – Sipariş Olasılığı Yüksek ve Farklı Alaşımlarda Parçalara Kombinasyonlar Yardımıyla Proses Uyarlaması

Bu bölümde işletmenin yine 1996 yılı siparişleri gözden geçirilerek sipariş olasılığı yüksek olan ve birbirinden farklı alaşımlarda onar adet parçanın kalıp kombinasyonları metoduyla iki ayrı kalıplama istasyonunda nasıl birlikte kalıplanabileceğine ve ergitme ocaklarıyla ne şekilde uyarlanacağı üzerinde bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan metod ve formüller bir önceki bölümde kullanılanlarla tamamen aynı olmalarına rağmen değişen en önemli noktanın iki adet kalıplama istasyonunun birbirinden farklı iki ayrı parçayı aynı anda kalıplayarak dökmesi olduğundan hesaplamaların içine parça adetlerine göre kombinasyonlarda dahil edilmiştir. Bu kombinasyonlar Tablo 18 ve Tablo 19'da yıllık sipariş miktarları verilen parçaların ortalama net sıvı metal ihtiyaçlarının hesap edilmesi ve bu miktarı ± 2 kg.lık bir sapmayla veren iki değişik parçanın aynı anda kalıplanarak döküme hazır hale getirilmesi esasına dayandırılmaktadır. Kombinasyonların bahsedildikleri şekilde gerçekleştirilmeleri halinde normal şartlar altında yaklaşık 4 ay süren üretimin yalnızca 2.5 ay gibi bir üretim süresine indirilmesi söz konusu olmaktadır. Tablolarda verilen parçaların ilk 10 tanesi GX120Mn12 ikinci 10 tanesi ise GX40CrNiSi2520 alaşımından dökülmektedir. Bu bilgiler ışığında hesaplamalar aşağıdaki gibi gerçekleştirilmektedir.

Parça No	Bir Kalıptaki Parça Sayısı	Bir Kalıptaki Kum Ağırlığı kg/kalıp	Bir Parçanın Net Ağırlığı kg.	Bir Parçanın Brüt Ağırlığı kg.	Yıllık Sipariş Adedi
1	1	61	13	19	1000
2	1	47.2	24	33	5000
3	1	57	38	53.2	3000
4	1	50	20	27.6	1500
5	1	45	30	43.2	1500
6	2	58	18	26.1	2000
7	5	42	2	2.8	15000
8	1	53	23	30	5000
9	1	52	20	29	2500
10	1	43	28	40	2500

Tablo 18 – GX120Mn12 Alaşımli 10 adet malzemenin yıllık sipariş bilgileri.

Parça No	Bir Kalıptaki Parça Sayısı	Bir Kalıptaki Kum Ağırlığı kg./kalıp	Bir Parçanın Net Ağırlığı kg.	Bir Parçanın Brüt Ağırlığı kg.	Yıllık Sipariş Adedi
1	1	58	16	23	2000
2	1	55.4	16.2	21.5	3000
3	1	50.5	22.4	30	3500
4	1	56	18	25.5	2000
5	2	50	16	21.2	4000
6	1	55	25	37	6000
7	1	50	22	31	6000
8	2	45	15	22	4000
9	3	50	10	14.2	9000
10	1	56	24	33	3500

Tablo 19 – GX40CrNiSi2520 alaşımli 10 adet malzemenin yıllık sipariş bilgileri.

Yukarıda verilen iki tablodaki bilgiler değerlendirildiğinde kalıptaki parça adetlerine göre kalıp başına net metal ihtiyaçları ve yıllık kalıp sayıları hesaplandığında iki değişik malzeme için Tablo 20 ve Tablo 21'deki sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Parça No	Bir kalıptaki parça adedi	Bir kalıbın net sıvı metal ihtiyacı kg/kalıp	Yıllık Kalıp Sayısı
1	1	13	1000
2	1	24	5000
3	1	38	3000
4	1	20	1500
5	1	30	1500
6	2	36	1000
7	5	10	3000
8	1	23	5000
9	1	20	2500
10	1	28	2500

Tablo 20 – GX120Mn12 alaşımlı parçalar için yıllık kalıp adetleri ve kalıpların net sıvı metal ihtiyaçları.

Parça No	Bir kalıptaki parça adedi	Bir kalıbın net sıvı metal ihtiyacı kg/kalıp	Yıllık Kalıp Sayısı
1	1	16	2000
2	1	16.2	3000
3	1	22.4	3500
4	1	18	2000
5	2	32	2000
6	1	25	6000
7	1	22	6000
8	2	30	2000
9	3	30	3000
10	1	24	3500

Tablo 21 – GX40CrNiSi2520 alaşımlı parçalar için yıllık kalıp adetleri ve kalıpların Net sıvı metal ihtiyaçları.

Yukarıdaki tablolarda verilen değerleri kullanarak iki alaşım için bir ortalama kalıp metal ağırlığı hesabı yapılması gerekmektedir. Bu hesaplamadan çıkacak değer iki kalıplama istasyonundan aynı anda çıkacak olan kalıpların toplam ağırlığı olarak alınacak ve kalıplama kapasitesi ile çarpılarak vardiya başına sıvı metal ihtiyacı bulunabilecektir. Bu hesaplamanın yapılabilmesi için aşağıdaki formül kullanılacaktır.

$$m = \frac{\sum_{i=1}^{10} m_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^{10} n_i} \quad (5.9)$$

Burada ;

- m : Ortalama kalıp metal ağırlığı
 m_i : i numaralı parçanın kalıp ağırlığı
 n_i : i numaralı parçanın kalıp sayısı

olarak verilmektedir. Buna göre GX120Mn12 parça için bu hesaplama aşağıdaki gibi olacaktır.

$$m = \frac{13 \cdot 1000 + 24 \cdot 5000 + 38 \cdot 3000 + 20 \cdot 1500 + 30 \cdot 1500 + 36 \cdot 1000 + 10 \cdot 3000 + 23 \cdot 5000 + 20 \cdot 2500 + 28 \cdot 2500}{1000 + 5000 + 3000 + 1500 + 1500 + 1000 + 3000 + 5000 + 2500 + 2500}$$

$$m = \frac{623000}{26000}$$

$$m = 23.96 \text{ kg.}$$

İki kalıplama istasyonu olduğundan bu değer 2 ile çarpılarak yaklaşık olarak 48 kg.lık bir ortalama kalıp ağırlığı değeri bulunur.

GX40CrNiSi2520 malzeme için aynı hesap aşağıdaki şekildedir.

$$m = \frac{16 \cdot 2000 + 16,2 \cdot 3000 + 22,4 \cdot 3500 + 18 \cdot 2000 + 32 \cdot 2000 + 25 \cdot 6000 + 22 \cdot 6000 + 30 \cdot 2000 + 30 \cdot 3000 + 24 \cdot 3500}{2000 + 3000 + 3500 + 2000 + 2000 + 6000 + 6000 + 2000 + 3000 + 3500}$$

$$m = \frac{775000}{33000}$$

$$m = 23.48 \text{ kg.}$$

İki kalıplama istasyonu olduğundan bu değer 2 ile çarpılarak yaklaşık olarak 47 kg.lık bir ortalama kalıp ağırlığı değeri bulunur.

Bu hesaplama sonra kalıp ağırlıklarına göre parçalar küçükten büyüğe doğru sıralanarak bir üstten bir alttan parça alınmak suretiyle iki kalıbın toplamının bulunan ortalama kalıp ağırlığı değerlerine eşit olması sağlanarak kalıplar numaralandırılır ve daha sonra takip eden sayfalarda da görülebileceği gibi kombinasyonlar oluşturulur.

Parça No	Bir kalıptaki net metal ağırlığı kg/kalıp	Kalıp sayısı	Kalıp numarası
7	10	3000	1-3000
1	13	1000	3001-4000
4	20	1500	4001-5500
9	20	2500	5501-8000
8	23	5000	8001-13000
2	24	5000	13001-18000
10	28	2500	18001-20500
5	30	1500	20501-22000
6	36	1000	22001-23000
3	38	3000	23001-26000

Tablo 22 – GX120Mn12 alaşımlı parçaların ortalama kalıp ağırlığına göre kombine edilmeleri için ağırlıklarına göre sıraya dizilmiş ve kalıpları numarası verilmiş değerleri.

Parça No	Bir kalıptaki net metal ağırlığı kg/kalıp	Kalıp sayısı	Kalıp numarası
1	16	2000	1-2000
2	16,2	3000	2001-5000
4	18	2000	5001-7000
7	22	6000	7001-13000
3	22,4	3500	13001-16500
10	24	3500	16501-20000
6	25	6000	20001-26000
8	30	2000	26001-28000
9	30	3000	28001-31000
5	32	2000	31001-33000

Tablo 23 – GX40CrNiSi2520 alaşımlı parçaların ortalama kalıp ağırlığına göre kombine edilmeleri için ağırlıklarına göre sıraya dizilmiş ve kalıpları numarası verilmiş değerleri.

1.Kombinasyon	Parça no.	Kalıp no.	Net metal Ağırlığı	Brüt metal Ağırlığı	Parça Adedi
I (3000)	7	1-3000	10	14	15000
II (3000)	3	23001-26000	38	53.2	3000
2.Kombinasyon					
I (1000)	1	3001-4000	13	19	1000
II (1000)	6	22001-23000	36	52.2	2000
3.Kombinasyon					
I (1500)	4	4001-5500	20	27.6	1500
II (1500)	5	20501-22000	30	43.2	1500
4.Kombinasyon					
I (2500)	9	5501-8000	20	29	2500
II (2500)	10	18001-20500	28	40	2500
5.Kombinasyon					
I (5000)	8	8001-13000	23	30	5000
II (5000)	2	13001-18000	24	33	5000

Tablo 24 – GX120Mn12 malzemeler için uygulanacak kombinasyonlar.

1.Kombinasyon	Parça no.	Kalıp no.	Net metal Ağırlığı	Brüt metal Ağırlığı	Parça Adedi
I (2000)	1	1-2000	16	23	2000
II (2000)	5	31001-33000	32	42.4	4000
2.Kombinasyon					
I (3000)	2	2001-5000	16.2	21.5	3000
II (3000)	9	28001-31000	30	42.6	9000
3.Kombinasyon					
I (2000)	4	5001-7000	18	25.5	2000
II (2000)	8	28001-31000	30	42.6	2000
4.Kombinasyon					
I (6000)	7	7001-13000	22	31	6000
II (6000)	6	20001-26000	25	37	6000
5.Kombinasyon					
I (3500)	3	13001-16500	22.4	30	3500
II (3500)	10	16501-20000	24	33	3500

Tablo 25 – GX40CrNiSi2520 malzemeler için uygulanacak kombinasyonlar.

Bu aşamadan sonra bir önceki bölümde yapılan hesaplamalar aynen yapılacaktır. Parçaların döküm ve kalıp verimleri ile başlayacak olursak aşağıdaki tablolarda bulunan değerler hesaplanacaktır.

Parça No	KALIP VERİMİ η_f	DÖKÜM VERİMİ η_d
1	% 23.75	0.31
2	% 41.15	0.70
3	% 48.28	0.93
4	% 35.57	0.55
5	% 48.98	0.96
6	% 47.37	0.90
7	% 25.00	0.33
8	% 36.14	0.57
9	% 35.80	0.56
20	% 48.19	0.93

Tablo 26 – GX120Mn12 parçalar için kalıp ve döküm verimleri.

Parça No	KALIP VERİMİ η_f	DÖKÜM VERİMİ η_d
1	% 28.40	0.40
2	% 27.96	0.39
3	% 37.27	0.59
4	% 31.29	0.46
5	% 45.89	0.85
6	% 40.22	0.67
7	% 38.27	0.62
8	% 48.63	0.95
9	% 46.00	0.85
10	% 37.08	0.59

Tablo 27 – GX40CrNiSi2520 parçalar için kalıp ve döküm verimleri.

Bu aşamadan sonra yine 5.3 formülü yardımıyla dökümhanenin bu siparişleri karşılayabilmesi için gereken yıllık brüt malzeme ihtiyacını ve 5.4 formülüyle verilen yanma ve işlem kayıplarından sonraki malzeme ihtiyacı hesaplandığında Tablo 28 ve Tablo 29'da verilen değerler ortaya çıkacaktır.

Parça	Döküm Verimi (η_d)	Yıllık Sipariş Ağırlığı (M) Kg.	Yıllık Malzeme İhtiyacı (M_{Br}) Kg.	Yanma ve İşlem Kayıplarından sonra malzeme miktarı
1	0.31	13.000	41.935	44.612
2	0.70	120.000	171.429	182.371
3	0.93	114.000	122.581	130.405
4	0.55	30.000	54.545	58.027
5	0.96	45.000	46.785	49.867
6	0.90	36.000	40.000	42.553
7	0.33	30.000	90.909	96.712
8	0.57	115.000	201.754	214.632
9	0.56	50.000	89.286	94.985
10	0.93	70.000	75.269	80.073

Tablo 28 – GX120Mn12 parçaların yıllık brüt ve yanma ve işleme kayıplarından sonraki malzeme ihtiyacı. (Yanma ve İşleme kayıpları %6 kabul edilmiştir.)

Parça	Döküm Verimi (η_d)	Yıllık Sipariş Ağırlığı (M) Kg.	Yıllık Malzeme İhtiyacı (M_{Br}) Kg.	Yanma ve İşlem Kayıplarından sonra malzeme miktarı
1	0.40	32.000	80.000	85.106
2	0.39	48.600	124.615	132.570
3	0.59	78.400	132.881	141.363
4	0.46	36.000	78.261	83.256
5	0.85	64.000	75.294	80.100
6	0.67	150.000	223.881	238.171
7	0.62	132.000	212.903	226.493
8	0.95	60.000	63.158	67.189
9	0.85	90.000	105.882	112.641
10	0.59	84.000	142.373	151.461

Tablo 29 – GX40CrNiSi2520 parçaların yıllık brüt ve yanma ve işleme kayıplarından sonraki malzeme ihtiyacı. (Yanma ve İşleme kayıpları %6 kabul edilmiştir.)

Bu aşamadan sonra geri dönen malzeme miktarlarının hesaplanarak gereken malzeme ihtiyacından çıkartılarak yıllık net malzeme ihtiyacının hesaplanması söz konusudur. Tablo 30 ve Tablo 31’de iki ayrı malzeme için bu miktarlar verilmektedir.

Parça No	Yanma ve İşlem kayıplarından sonra malzeme miktarı Mj	Geri dönen malzeme miktarı δd	Yıllık net malzeme ihtiyacı Mjd
1	44.612	%31.58	30.524
2	182.371	%27.27	132.633
3	130.405	%28.57	93.146
4	58.027	%27.54	42.049
5	49.867	%30.56	34.630
6	42.553	%31.03	29.347
7	96.712	%28.57	69.080
8	214.632	%23.33	164.551
9	94.985	%31.03	65.507
10	80.073	%30.00	56.051

Tablo 30 – GX120Mn12 parçalar için geri dönen malzeme miktarlarından sonra gereken yıllık net malzeme ihtiyacı.

Parça No	Yanma ve İşlem kayıplarından sonra malzeme miktarı Mj	Geri dönen malzeme miktarı δd	Yıllık net malzeme ihtiyacı Mjd
1	85.106	%30.43	59.204
2	132.570	%24.65	99.890
3	141.363	%25.33	105.551
4	83.256	%29.41	58.769
5	80.100	%24.53	60.453
6	238.171	%32.43	160.926
7	226.493	%29.03	160.737
8	67.189	%29.58	47.316
9	112.641	%29.58	79.325
10	151.461	%27.27	110.153

Tablo 31 – GX40CrNiSi2520 parçalar için geri dönen malzeme miktarlarından sonra gereken yıllık net malzeme ihtiyacı.

Bu aşamada gereken net malzeme miktarlarının hesaplanmasından sonra işletmede kullanılan terkiplerden (Tablo 32, Tablo 33) her bir parçanın üretimi için kullanılması gereken elementlerin hesaplanması gerekmektedir. Formül 5.6 kullanılarak bu değerler hesaplandığında Tablo 34 ve Tablo 35'deki değerler ortaya çıkacaktır.



100,00	DKP	304	430	FesSi	RatMn	FemN	Femo	Fev	Few	Ni	FecEL	FecAN	GRAFI	HURDA
56,23	0,00	0,00	0,00	0,29	0,02	71,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00
0,06	0,06	0,10	0,20	1,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	1,20
0,08	0,37	0,30	0,20	75,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
0,26	1,20	0,25	0,25	0,00	78,00	78,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	73,00
0,00	18,00	16,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	65,00	70,00	0,00	0,00
0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Al	Cu
1,20	0,40	13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

BIN TL	DKP	304	430	FesSi	RatMn	FemN	Femo	Fev	Few	Ni	FecEL	FecAN	GRAFI	HURDA
14,5	70	30	65	140	90	850	1800	850	900	150	220	16	41	

BİRİM MALİYET : TL/KG

27,835 TL

Tablo 32 – GX120Mn12 malzeme için terkip hesap tablosu.

100,00	D/KP	304	430	FeSi	RetMn	FeMn	FeMo	FeV	FeW	NI	FcCrEL	FcCrAN	GRAFIT	HURDA
0,00	44,51	0,00	1,41	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	10,09	2,97	10,80	0,00	30,00
C	0,06	0,08	0,10	1,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00	0,07	85,00	0,40
Si	0,08	0,37	0,20	78,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,75
Mn	0,25	1,20	0,25	0,00	79,00	79,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Cr	0,00	18,00	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	85,00	70,00	0,00	25,00
NI	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	99,00	0,00	0,00	0,00	20,00
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
W	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

C	SI	Mn	Cr	NI	MO	V	W	TI	Al	Cu
0,40	1,75	1,00	25,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

BİN TL	D/KP	304	430	FeSi	RetMn	FeMn	FeMo	FeV	FeW	NI	FcCrEL	FcCrAN	GRAFIT	HURDA
14,5	70	30	65	140	60	850	1800	850	900	150	220	16	41	

BİRİM MALİYET : TL/KG

183.865 TL

Tablo 33 – GX40CrNiSi2520 malzeme için terkip hesap tablosu.

PARÇA NO	DKP	304	FeSi	RfMn	FemMn	Ni	FeCr Elz.	FeCr Antl.	HURDA	TOPLAM
1	7.569,9	0	37,7	2,6	1.489,8	0	0	0	3.900	13.000
2	69.876,0	0	348,0	24,0	13.752,0	0	0	0	36.000	120.000
3	66.382,2	0	330,6	22,8	13.064,4	0	0	0	34.200	114.000
4	17.469,0	0	87,0	6,0	3.438,0	0	0	0	9.000	30.000
5	26.203,5	0	130,5	9,0	5.157,0	0	0	0	13.500	45.000
6	20.962,8	0	104,4	7,2	4.125,6	0	0	0	10.800	36.000
7	17.469,0	0	87,0	6,0	3.438,0	0	0	0	9.000	30.000
8	66.964,5	0	333,5	23,0	13.179,0	0	0	0	34.500	115.000
9	29.115,0	0	145,0	10,0	5.730,0	0	0	0	15.000	50.000
10	40.761,0	0	203,0	14,0	8.022,0	0	0	0	21.000	70.000
TOPLAM	362.772,9	0	1.806,7	124,6	71.395,8	0	0	0	186.900	623.000

Tablo 34 - GX120Mn12 malzemeler için gereken yıllık malzeme ihtiyacı Kg.

PARÇANO	DKP	304	Fesi	RMn	FeMn	Ni	FeCr Eliz	FeCr Ant.	HURDA	TOPLAM
1	0	14.243,2	451,2	0	67,2	3.228,8	9.504,0	3.456,0	9.600,0	40.550,4
2	0	21.631,9	685,3	0	102,1	4.903,7	14.434,2	5.248,8	14.580,0	61.585,9
3	0	34.895,8	1.105,4	0	164,6	7.910,6	23.284,8	8.467,2	23.520,0	99.348,5
4	0	16.023,6	507,6	0	75,6	3.632,4	10.692,0	3.888,0	10.800,0	45.619,2
5	0	28.486,4	902,4	0	134,4	6.457,6	19.008,0	6.912,0	19.200,0	81.100,8
6	0	66.765,0	2.115,0	0	315,0	15.135,0	44.550,0	16.200,0	45.000,0	190.080,0
7	0	58.753,2	1.861,2	0	277,2	13.318,8	39.204,0	14.256,0	39.600,0	167.270,4
8	0	26.706,0	846,0	0	126,0	6.054,0	17.820,0	6.480,0	18.000,0	76.032,0
9	0	40.059,0	1.269,0	0	189,0	9.081,0	26.730,0	9.720,0	27.000,0	114.048,0
10	0	37.388,4	1.184,4	0	176,4	8.475,6	24.948,0	9.072,0	25.200,0	106.444,8
TOPLAM	0	344.952,5	10.927,5	0	1.627,5	78.197,5	230.175,0	83.700,0	232.500,0	982.080,0

Tablo 35 - GX40CrNiSi2520 malzemeleer için gereken yıllık malzeme ihtiyacıları Kg.

Yardımcı malzemelerin hesaplanması

Döküm işleminde bir önceki bölümde belirtildiği gibi kullanılan bazı yardımcı malzemeler mevcuttur. Bu malzemelerin yıllık sipariş toplamlarına ait proses uyarlamaları çalışmalarında formül 5.6 da verilen değerlerle hesaplanması söz konusudur. Ancak bu hesaplamaların yapılması için belli kabullerin yapılması gerekmektedir. Bu kabuller bir önceki bölümde yapılan hesaplamalarla aynı olarak alınmıştır. Buna göre;

Curuf yapıcılar	%10
Deoksidasyon ve aşılama malzemeleri	% 4
Refrakter malzemeler	% 8

olarak kabul edildiğinde Tablo 34 ve Tablo 35'de verilen değerler iki değişik alışım için doğru sonuçları verecektir.

Parça No	Yanma ve İşlem kayıplarından sonra malzeme miktarı Mj	Curuf Toplayıcı miktarı	Deoksidasyon ve aşılama malzemeleri miktar	Refrakter malzeme Miktarı
1	44.612	4.461	1.784	3.569
2	182.371	18.237	7.295	14.590
3	130.405	13.040	5.216	10.432
4	58.027	5.803	2.321	4.642
5	49.867	4.987	1.995	3.989
6	42.553	4.255	1.702	3.404
7	96.712	9.671	3.868	7.737
8	214.632	21.643	8.585	17.171
9	94.985	9.498	3.799	7.599
10	80.073	8.007	3.203	6.406

Tablo 34 – GX120Mn12 parçalar için gereken yıllık yardımcı malzeme miktarları.

Parça No	Yanma ve İşlem kayıplarından sonra malzeme miktarı Mj	Curuf Toplayıcı miktarı	Deoksidasyon ve aşılama malzemeleri miktar	Refrakter malzeme Miktarı
1	85.106	8.511	3.404	6.809
2	132.570	13.257	5.303	10.606
3	141.363	14.136	5.655	11.309
4	83.256	8.326	3.330	6.660
5	80.100	8.010	3.204	6.408
6	238.171	23.817	9.527	19.054
7	226.493	22.649	9.060	18.119
8	67.189	6.719	2.688	5.375
9	112.641	11.264	4.506	9.011
10	151.461	15.146	6.058	12.117

Tablo 35 – GX40CrNiSi2520 parçalar için gereken yıllık yardımcı malzeme miktarları.

Bu aşamadan sonra yıllık kum miktarı hesaplamaları yapılmaktadır. Yine formül 5.7 ve formül 5.8'de verilen hesaplamaları kullanarak tüm parçalar için gereken yıllık kum ihtiyaçları Tablo 37 ve Tablo 38'de verildikleri şekilde hesaplanabilir.

Parça No	Yıllık Kalıp Sayısı	Bir kalıptaki kum ağırlığı Kg.	Yıllık Kum İhtiyacı Kg.
1	1000	61	61.000
2	5000	47.2	236.000
3	3000	57	171.000
4	1500	50	75.000
5	1500	45	67.500
6	1000	58	58.000
7	3000	42	126.000
8	5000	53	265.000
9	2500	52	130.000
10	2500	43	107.500

Tablo 37 – GX120Mn12 malzemeli parçalar için yıllık kum ihtiyacı.

Parça No	Yıllık Kalıp Sayısı	Bir kalıptaki kum ağırlığı Kg.	Yıllık Kum İhtiyacı Kg.
1	2000	58	116.000
2	3000	55,4	166.200
3	3500	50,5	176.750
4	2000	56	112.000
5	2000	50	100.000
6	6000	55	330.000
7	6000	50	300.000
8	2000	45	90.000
9	3000	50	150.000
10	3500	56	196.000

Tablo 38 – GX40CrNiSi2520 malzemeli parçalar için yıllık kum ihtiyacı.

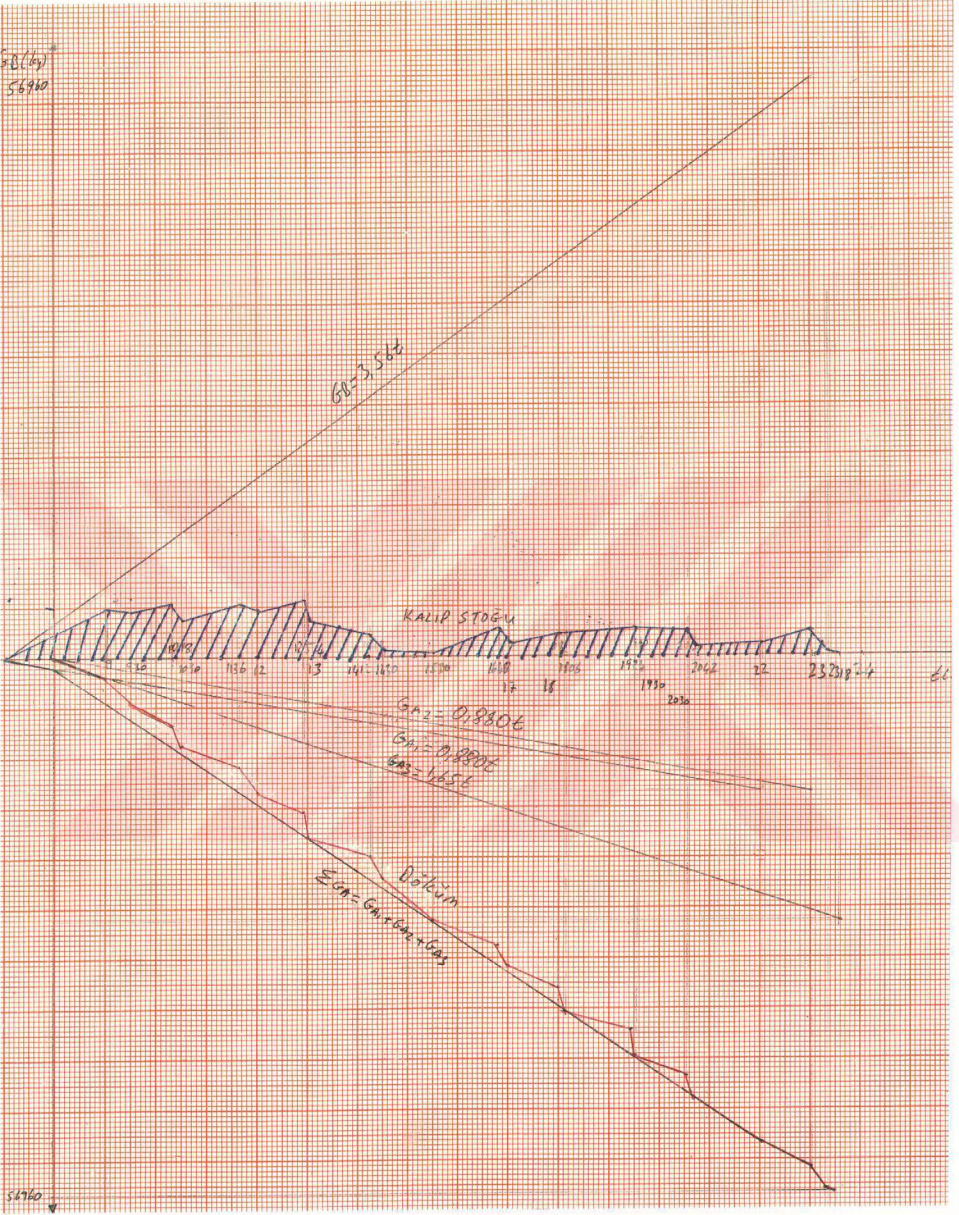
Yukarıda hesaplanan yıllık değerler daha öncede bahsedildiği gibi sistemde sirküle eden kum miktarlarıdır. Oysa kalıplama işleminde kullanılan kumun büyük bir bölümü rejenere edilmiş kumdan oluştuğundan bulunan değerler yıllık ihtiyacı göstermez. Her kalıpta sıvı metal ile temas edecek şekilde parça yüzeylerine atılan yeni kum (yüzey kumu) kalıptaki toplam kum ağırlığının %16 - % 25 arasında değişen oranlarda bir kesirini oluşturmaktadır. Yapılan tartım işlemlerinde yüzey kumu ağırlığının 20 kg.'mı geçmediği saptanmıştır. Ancak yukarıda bahsedilen miktarardaki siparişlerin tümünü tek tek ölçme imkanı olmadığından verilen oranın ortalaması olan %20 alındığında her kalıba konan yüzey kumu ağırlığı ve buna bağlı olarak yıllık net kum ihtiyacı hesaplanabilir. Yapılacak işlem birinci aşamada verilen formüllerin ikincisini yeni kum ağırlıklarıyla kullanmaktan ibarettir. Buna göre ikinci formülde verilen $M_{k_{net}}$ değeri her kalıptaki yüzey kumu ağırlığı olarak değişecektir. Bu verilerle yapılan hesaplama değerleri Tablo 39 ve Tablo 40'da net kum ihtiyacı olarak verilmiştir.

Parça No	Kalıp Adedi	Bir kalıptaki yüzey kumu ağırlığı Kg.	Yıllık Net Kum İhtiyacı Kg.
1	1000	12.2	12.200
2	5000	9.44	47.200
3	3000	11.4	34.200
4	1500	10	15.00
5	1500	9	13.500
6	1000	11.6	11.600
7	3000	8.4	25.200
8	5000	10.6	53.000
9	2500	10.4	26.000
10	2500	8.6	21.500

Tablo 39 – GX120Mn12 malzemeli parçalar için yıllık net yeni kum ihtiyacı.

Parça No	Kalıp Adedi	Bir kalıptaki yüzey kumu ağırlığı Kg.	Yıllık Net Kum İhtiyacı Kg.
1	2000	11.6	23.200
2	3000	11.08	33.240
3	3500	10.1	35.350
4	2000	11.2	22.400
5	2000	10	20.000
6	6000	11	66.000
7	6000	16	96.000
8	2000	9	18.000
9	3000	10	30.000
10	3500	11.2	39.200

Tablo 40 – GX40CrNiSi2520 malzemeli parçalar için yıllık net yeni kum ihtiyacı.



Şekil 5.1 – Sipariş olasılığı yüksek iki değişik alışımdaki parçalara göre uyarlanmış proses şeması

6 – UYARLANAN PROSESLERİN GENELE YAYILMASI

İşletmede gerçek anlamda yapılan tek işlem bilya silpebs üretimidir. Bir önceki bölümde gerçekleştirilen proses uyarlaması sadece bilyayı kapsamaktadır. Silpebs kalıplamasında malzeme ve kum ihtiyaçları değişmesine rağmen sıvı metal gereksinimi ve GB-GA diyagramları bilyaninkine son derece benzer bir durumdadır. Bu iki değişik parça üretimi yılda yaklaşık 44 hafta gibi bir üretim zamanını meşgul etmektedir. Üretimin geri kalan kısmının % 5'lik bir bölümü BMM yarı otomatik kalıplama hattında, % 25'lik bölümü parça pres hattında geri kalan % 70'lik kısmı ise el kalıbı hattında gerçekleştirilmektedir. Preslerde gerçekleştirilen üretimlerde parça adetleri yaklaşık 100 – 150 arasında olduklarından tek bir dereceye ait brüt metal ağırlığı, kum ağırlığı ve derece darasının bilinmesiyle proses uyarlaması son derece kolay olacaktır. Ancak el kalıbı için aynı şeyleri söylemek çok zordur. Siparişi alınan parçaların birbirlerinden son derece farklı boyut ve ağırlıklarda olması, yaş kum yada reçineli kuma kalıplanacak olması , en az bir parça kalıplamadan kalıbın ihtiyacı olan brüt ve net parça ağırlıklarının ve kum miktarının bilinmemesi, siparişlerdeki parça adetlerinin en fazla 50 ile sınırlı olması ve aynı zamanda prosesin seri üretim prosesi olmaması dolayısıyla özellikle kum ağırlığı gibi değerlerin devamlı değişmesinden dolayı tam bir proses uyarlamasının yapılması mümkün değildir. Bu tip bir uyarlama için daha önceki yıllarda alışımara göre dökülen parça tonajları, ortalama yıllık net parça üretimleri ve yıllık kum tüketimleri baz alındığında ise ciddi farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Bu sebeple işletmede dökülen her parçaya ait belli değerlerin tutulduğu bir listenin oluşturulması gerekmektedir. El kalıbı Ohattına gelen siparişlerde genellikle belli periyotlarda tekrarlandıklarından bu tip bilgiler işlemin planlama aşamasında o siparişe ait bir proses kontrolunun uyarlamasına imkan verecek ve iki yıl içinde gerçek değerlere ulaşılarak çok az bir yanılıgı payı ile yıllık hesaplamaların yapılmasına yetecektir. Diğer taraftan bu işlemler şu aşamada son örnekte görüldüğü gibi sipariş bazında da yapılabilir. Siparişlere ait net parça ağırlıkları teknik resimler üzerinde yazdığından yapılacak yolluk tasarımının neticesinde brüt ağırlıklara erişmek kolaydır. Bu durumda ölçülmesi gereken tek değer kalıp kumu ve derece ağırlıkları olacaktır. Ambardaki malzeme stoğunun kontrol edilmesi açısından katkı sağlayacak bu yöntemle aylık ihtiyaç listeleri daha etkin bir şekilde kullanılabilir ki

bu da maliyet açısından önemli bir avantaj getirecektir. Bunun yanı sıra çizilen son grafikte (Şekil 5 . 1)'de de görülebileceği gibi siparişlerin üretimi dengeli bir hale sokularak en fazla maliyet kaybına yol açan enerji kayıplarında minimize edilecektir.

El kalıbı hattında bu hesaplamaların yapılabileceği tek seri işlem kokillere dökülen siparişlerdir. Zira burada sadece maça için gereken malzeme hesabı dışında terkiplerden yararlanılarak gereken toplam ana ve yardımcı ergitme malzemelerini hesaplamak ve prosesi tam uyarlı bir şekilde dönüştürmek mümkündür.

7 – İLERİYE DÖNÜK ÖNERİLER

Bu çalışmanın önceki bölümlerinde belirtilen bazı eksikliklerin giderilebilmesi için gereken çalışmaların başında bir düzeltme planı gelmelidir. Bu plan sadece işletmenin fiili olarak yapacağı yatırımlara dair olması gerektiği kadar aynı zamanda iç organizasyonel fonksiyonların çok belirgin bir şekilde tanımlanmasını ve gerekli değişikliklerin yapılmasında içermelidir.

Günümüzün özellikle üretim sektörü açısından son derece önemli bir olgusu ISO 9000 serisi sertifikaların alınması konusudur. ISO sisteminin kuruluşlar açısından mevcut olan bir çok problemi ortadan kaldırdığı bir gerçektir. Bu anlamda bir çalışma gerçekleştirildiğinde iç iletişim bozukluğundan kaynaklanan bazı yanlış yada eksik anlamalar ortadan kaldırılacak ve deneme yanılma yöntemi ortadan kalkacaktır. Bu anlamda bir çalışmanın sadece yazılı dökümanlarda kalmaması, gerekli eğitimlerin iş yada seviye gözetmeksizin herkese verilmesi bu sistemin çok kısa bir sürede ve son derece etkin bir şekilde devreye sokulmasını sağlayacaktır. Zira sistem yapısı gereği yapılan tüm işlemlerin detaylı dökümantasyonunu istemekte ve ön koşul olarakta yönetim kademesine son derece büyük bir sorumluluk yüklemektedir. Bunun doğal bir sonucu olarak alışlagelmiş karar mekanizmaları devre dışı kalmakta ve problemler bireylerin değil grupların yada takımların çabalarıyla daha kalıcı olarak çözülmektedir. Bu sistemin şartlarının olanca etkinliğiyle uygulanması önceki bölümlerde bulunduğu söylenen eksikliklerin çok büyük bir kısmını kendiliğinden giderecek ve işletmeye sadece üretimin getirdiği kaygıları taşımak kalacaktır. Örneğin işletmede etkin bir kalite kontrol sisteminin yayılması sakat yada istenen özelliklerin dışında parça gönderilmesini engelleyeceğinden ticari anlamda itibarın sağlanmasına dolayısıyla yeni yatırımların yapılabilmesi için bir potansiyel yaratılmasına imkan sağlayacaktır. Böyle bir durumda ise yatırım gerektiren planlamaların yapılabilmesi çok daha kolay olabilecektir.

Bu çalışmanın dışında yapılması gerekli en önemli işlerden bir tanesinde yatırımların etkin bir şekilde planlanmasından geçmektedir. Zira yatırımları tesbit ederek yapılması için bir takvim belirlemek sorunu çözmekten çok uzaktır. İşletmede 1969

ylından bu yana yapılmış mevcut yatırımların da mümkün olduğunca işlev kazanması açısından yapılacak planlamalarda uyumlu davranılması problemin çok daha ciddi olan kısmını teşkil etmektedir. Bu yatırımlardan bazıları gerçekten çok büyük olmalarına rağmen getirecekleri avantajlar açısından bir o kadarda öneme sahiptir. Dolayısıyla kapasitelerin, işlem sürelerinin, maliyetlerin birbirleriyle uyumlu olmaları durumunda işletmeye dair bazı planlamaları yapmak, neredeyse sabit sayılarla işlem yapmak kadar kolay olacaktır. Örneğin eski ve yavaş olan BMM kalıplama hattının yerine sarsma ve/veya basma işlemlerini gerçekleştirecek yeni pres sisteminin konması yeni bir kum sistemi yatırımını ortadan kaldıracak gibi hızı dolayısıyla çok az çalıştırılan bu hattın sebep olduğu zararlar da minimuma indirecektir. Aynı mantıkla çok büyük boyutlu fırının yerine diğerleriyle uyumlu ve cebri hava soğutmalı bir fırının yerleştirilmeside daha az maliyetle daha çok işin çıkartılmasına yardımcı olacaktır.

Organizasyonel açıdan bakıldığında ise daha öncede bahsedildiği gibi üretim birimini ticari kaygılardan uzaklaştırarak bir pazarlama fonksiyonunun devreye sokulması, iç iletişimin artırılabilmesi için teknolojik imkanlardan daha çok yararlanılması ve iş kurallarıyla yetki ve sorumlulukların sınırlarının belirgin-leştirilmesi gibi bir dizi önlemin alınmasıyla yoğunlaşılması gereken problemlerin sayısının da en aza indirmek mümkün olabilecektir.

Kısaca yatırımlar, organizasyonel değişiklikler ve uluslararası kalite sisteminin gereklerini yerine getirilmesi halen bir yük olarak duran problemlerin çözülebilmesi için gereken planın üç ana aşamasını oluşturmaktadır. Bu noktada yapılması gereken bir öncelik sırası belirlemek suretiyle gerekli tedbirleri oluşturmak ve derhal harekete geçerek maddeleri tamamlamak olacaktır.

8 - SONUÇ

Bu pratik çalışmanın gerçekleştirildiği yaklaşık 6 aylık süre içinde işletmeye dair gerek teknik, gerekse yönetsel açıdan bazı eksiklikler bulunmuştur. Bu eksikliklerin teknik olan kısımları ile ilgili üç aşamalı bir düzeltme planı oluşturulmuştur. Bu plan dahilinde bulunan önlemlerin birinci aşamaları mevcut sıkışıklıkları yada olumsuzlukları derhal azaltabilmek için alınması gereken kısa vadeli tedbirleri, ikinci aşaması yatırımların güncellenerek etkin bir plana göre işletmenin eksik kısımlarının yenilenmesi, üçüncü aşaması ise uluslararası kalite sistemlerine uygun bir üretimin yapılabilmesi için ISO 9000 sertifikasını almaya dayanmaktadır.

Mühendisçe bir yaklaşımla konuya eğilindiğinde belli bir disiplinsiliğin olduğu bir gerçektir. Oysa böylesine büyük yatırımların söz konusu olduğu bir işletmede bu tip disiplinsizliklerin zarardan başka bir şey getirmeyeceğide açıktır. Zira işletmede yapılan her işlem ekstra bir maliyettir. Ocakların çalışmasından başlayarak hemen hemen her şey elektrik, katı veya sıvı yakıtlarla çalışmaktadır. Bu sebeple bu maliyetlerin zarara dönüşmesini önlemek için yapılması gereken çok ciddi planlamalar mevcuttur. Ancak bu planlamaların yapılmasından daha önemli bir nokta ise planlara uymaktır. Ülkemizde üretim sektörünün çektiği sıkıntılar herkesçe bilinmektedir. Düzensizlik ise işletme açısından bu sıkıntılara sadece yenilerini eklediğinden derhal ortadan kaldırılması gereken bir olgudur. Bu anlamda daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi işletmenin sarfiyatlarını, iş durumunu, üretim durumunu ve bunlara bağlı yan faktörleri kontrol altında tutmak ve etkin bir planlama yapmak bu sorunların büyük kısmını ortadan kaldıracaktır.

Çalışmanın sonucu olarak ortaya çıkan en önemli nokta üretim sektörümüzün içinde bulunduğu en büyük boşluğuda ortaya çıkartmaktadır. **Araştırma ve Geliştirme eksikliği...**

Sadece bu çalışmanın 5. Bölümünde gösterilen mevcut durum ve olması gerekene dair proses uyarlama grafikleri dahi bunu tek başına kanıtlamaktadırlar. Kaldı ki proses uyarlaması yapılan işlem toplam üretim kapasitesinin en fazla 1/5'ini kapsamaktadır. Diğer kısımlarda bu işlemin daha zor tesbit edilen değerlere bağlı olduğu düşünülürse işletmelerin bu tip konulara daha çok eğilmelerinin önemi bir kez daha kanıtlanmış olacaktır.

Çünkü asıl sorun herhangi bir parçayı üretmek değil, bu üretimi doğru, zamanında ve en düşük maliyetle gerçekleştirmektir. Bu anlamda otomasyona yönelmek ne kadar kaçınılmazsa, mevcut potansiyeli en iyi şekilde değerlendirmeye çalışmakta o kadar öneme sahiptir. Dolayısıyla atılacak her adım mevcut potansiyel üzerine düzensizce ve düşünmeden bir şeyler eklemekten çok, iyi planlanarak ve taşları yerli yerine oturtarak atılmalıdır. İşletme içinden canlı bir örnek gereğinden fazla kaynak makinasının bulunması ve kaynak işlemlerinde gereğinden fazla eleman çalıştırılmasıdır. Üstelik kaynak makinası ve ekipmanlarına olan ihtiyaç bir türlü bitmemektedir. Bilinen gerçek, bu kadar fazla kaynak işleminin olmasının parçaların kaynak bölümüne hatalı olarak gelmeleridir. Bu durumda kalıplamadan kaynaklanan hataların bu kadar çok ve uzun süreli bir bitirme işlemine sebebiyet verdiği gerçeği ortaya çıkmaktadır. Yönelim ise daha çok kaynak ekipmanı ve kaynakçı almak tan yanadır. Oysa kalıp tasarımcılarının ve kalıpcıların bu problemlerden haberdar edilerek daha etkin tasarımlar ve daha etkin kalıplamalar yapması yönünde eğitilmesi ve zorlanması belkide mevcut kaynak kapasitesinin olması gerekenden çok daha fazla olduğunu fiziksel olarak ta ortaya çıkartacaktır. Bunun yanı sıra uygulanmaya başlanacak proses kontrol işlemleriyle ihtiyaç duyulduğu düşünülerek siparişleri verilen gereksiz malzeme alımlarının önüne geçilecek maliyet dahada düşürülebilecektir.

Sonuç olarak görülen odur ki üretim sektörümüzün problemlerine mühendislik disipliniyle yaklaşması, problemleri iyi teşhis edebilmesi ve çözüme yönelik işlemlerde aynı yaklaşımla hem kalıcı hemde etkin bir şekilde ortaya çıkartabilmesi kaçınılmazdır. Bu işlemleri gerçekleştirmek için bireysel hareketlerden çok birlikte ve uyum içinde çalışan birey topluluklarından yararlanması ise konulan kurallara inanılması ve

uyulmasının sağlanması açısından büyük öneme sahiptir. Gerçek anlamda bir standardizasyon alışıl gelmiş mühendislik işlemlerinden çok daha karmaşık bir denklemdir. Ancak değişkenlerin doğru tanımlanması ve doğru formüllerde yerine konması neticesinde son derece basite indirgenebilir.



9 – KAYNAKLAR**9 . 1 – DIN Handbook 401**

Iron and Steel

Quality Standarts 1 – General

1993

9 . 2 - Prof. Dr. Ahmet Ulvi AVCI

Dökümde Bitirme İşlemleri

İSTANBUL – 1985

9 . 3 - DIN Handbook 405

Iron and Steel

Quality Standarts 5 – Stainless and other high-alloy steels

1993

9 . 5 - Prof. Dr. Ahmet Ulvi AVCI

Dökümde Enerji Tasarrufu

İSTANBUL – 1992

9 . 6 - Annual Book of ASTM Standarts

Iron and Steel Products

ASTM Publishings

1995

9 . 7 - Prof.Dr. Ahmet Ulvi AVCI

Dökümde Kum Kalıp Malzemeleri

İSTANBUL - 1992

- 9 . 8 -** DIN Handbook 404
Iron and Steel
Quality Standarts 4 – Mechanical Engineering and toolmaking
1992
- 9 . 9 –** Prof. Dr. Ahmet Ulvi AVCI
Döküme Uygun Parça Dizaynı ve Model Tekniği
İSTANBUL – 1992
- 9 . 10 -** Cast Metals Handbook
American Foundryman’s Society
1994
- 9 . 11 -** Prof. Dr. Ahmet Ulvi AVCI
Dökümde Proses Tekniği
Ders Notları
- 9 . 12 -**ASTM
Metals Handbook Volume 1.
Properties and Selection:
Irons, Steels, and High – Performance Alloys
1995

ÖZGEÇMİŞ

- Doğum Tarihi** : 12 Haziran 1970
- Doğum Yeri** : İstanbul
- Eğitim** : 1976-1978 İzmir GAZİ İLKOKULU
1978-1981 Antalya BARBAROS İLKOKULU
1981-1984 İstanbul ÇAPA ORTAOKULU
1984-1988 İstanbul ORTADOĞU LİSESİ
1988-1993 İstanbul YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
Makina Mühendisliği Fakültesi
İmalat ve Konstrüksiyon Bölümü
1993-1997 İstanbul YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
Makina Mühendisliği Fakültesi İmalat Ana
Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı