

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

128569

**BİR DÖKÜM FABRİKASINDA PROSESLERİN  
UYARLANMASI**

**TE YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Mak. Müh. Erhan ERDEM

FBE Makina Mühendisliği Anabilim Dalı İmal Usulleri Programında  
Hazırlanan

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet Ulvi AVCI

Prof. Dr. A. U. Avcı

Prof. M. Emin YURCİ

Prof. Dr. Mustafa GİĞNEM

128569

İSTANBUL, 2002

## İÇİNDEKİLER

sayfa

SİMGE LİSTESİ.....	i
ŞEKİL LİSTESİ.....	ii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	iv
ÖNSÖZ.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. BİR DÖKÜM FABRİKASINDA PROSESLERİN TANIMI ve PROSES ÇEVİRİMLERİ.....	2
2.1 Kum Hazırlama Prosesi.....	4
2.2 Kalıplama Prosesi.....	5
2.3 Ergitme ve Döküm Prosesi.....	7
3. KALIPLAMA PROSESİNİN, ERGİTME ve DÖKÜM PROSESİ ile UYARLANMASI.....	9
3.1 Uyarlama İşlemi.....	12
3.1.1 $\alpha > \beta$ Durumu.....	12
3.1.2 $\alpha < \beta$ Durumu.....	13
3.1.3 $\alpha = \beta$ Durumu.....	14
3.2 Kalıplama Prosesinin Değişken Parça Türleri İçermesi Durumunda Uyarlama.....	16
3.2.1 Ortalama Kalıp Metal Ağırlığının Hesaplanması.....	17
4. ÖRNEK İŞYERİNİN TANITILMASI.....	19
4.1 Kalıplama Bölümü.....	19
4.2 Ergitme Bölümü.....	20
5. VERİLERİN UYARLAMAYA UYGUN OLARAK DÜZENLENMESİ.....	22
5.1 Verilerin Düzenlenmesi.....	22
5.2 Her Hat İçin Ortalama Kalıp Metal Ağırlığının Bulunması.....	45
5.3 Döküm Hattında Kombinasyon.....	45
5.3.1 Disamatik Hatlar.....	53
5.4 Hat Bazında Sıvı Metal İstemlerinin Çıkarılışı.....	57
5.5 Ergitme Kapasitesinin İrdelenmesi.....	59

6.	UYARLAMA OLANAKLARININ SAPTANMASI.....	64
6.1	Kuruluş ve İşletmeye Bağlı Uyarılama Zorlukları.....	64
6.2	Uyarılmalarda Dikkat Edilmesi Gereken Temel İlkeler.....	65
6.3	Proses Süreçleri.....	66
6.4	Kalıp ve Sıvı Stok Olanakları.....	67
6.5	İlk Uyarılama Yaklaşımları.....	67
6.5.1	Hat 1 'in Uyarlanması.....	67
6.5.2	Hat 2 'nin Uyarlanması.....	68
6.5.3	Hat 3, 4 'ün Uyarlanması.....	71
6.5.4	Hat 5 'in Uyarlanması.....	71
6.6	İrdeleme.....	77
7.	UYARLAMA YAKLAŞIMLARI.....	79
7.1	Uyarılama Yaklaşımlarında Uygulama Bakımından İşletme Şartlarının Göz Önüne Alınması.....	79
7.2 1.	Uyarılama Yaklaşımı.....	83
7.3 2.	Uyarılama Yaklaşımı.....	90
7.4 3.	Uyarılama Yaklaşımı.....	98
7.5 4.	Uyarılama Yaklaşımı.....	105
7.6 5.	Uyarılama Yaklaşımı.....	114
7.7 6.	Uyarılama Yaklaşımı.....	121
8.	İRDELEME.....	127
9.	SONUÇ.....	130
	KAYNAKLAR.....	131
	EKLER.....	132
	Ek 1 Kalıplama Hatları Haftalık Üretim Programı.....	132
	ÖZGEÇMİŞ.....	140

## SİMGE LİSTESİ

$\phi$	Kalıplama hızı
$\alpha$	Uyarlama grafiğinde sıvı metal gereksinimi doğrusunun yatayla (zaman eksenini) yaptığı açı
$\beta$	Uyarlama grafiğinde sıvı metal sunusu doğrusunun yatayla (zaman eksenini) yaptığı açı
$\eta_f$	Kalıp verimi
$g$	Bir saatte hazırlanan kalıpların sıvı metal gereksinimi
$k$	Kalıp istasyon sayısı
KA	Kalıptaki kalıp kumu ağırlığı
KS	Kalıp stoku
MA	Kalıp metal ağırlığı
ma	Ortalama kalıp metal ağırlığı
MG	Sıvı metal gereksinimi
MS	Sıvı metal istemi
$n$	Kalıp sayısı
$p$	Kalıptaki parça sayısı
$PA_{Br}$	Bir döküm parçasının brüt ağırlığı
$P_v$	Malzeme akışı, proses verimi
$s$	Ergitme ocağının bir saatte sunabildiği sıvı metal miktarı
SS	Sıvı metal stoku
$t$	Zaman
TA	Bir kalıbın toplam ağırlığı

## ŞEKİL LİSTESİ

sayfa

Şekil 2.1	Dökümde proses akışı .....	2
Şekil 2.2	Kum kalıba döküm yapan bir tesiste ana işlem kademeleri ve bunlar arasındaki ilişki .....	3
Şekil 2.3	Kalıp kumu çevrimi .....	5
Şekil 2.4	Makina ile kalıplama.....	6
Şekil 2.5	Derecesiz kalıplama .....	7
Şekil 3.1	Uyarılma grafiği .....	10
Şekil 3.2	Kalıpların döküm hattına ilerlemesi.....	11
Şekil 3.3	$\alpha > \beta$ durumunda uyarılma (a) .....	13
Şekil 3.4	$\alpha > \beta$ durumunda uyarılma (b).....	13
Şekil 3.5	$\alpha < \beta$ durumunda uyarılma (a) .....	14
Şekil 3.6	$\alpha < \beta$ durumunda uyarılma (b).....	14
Şekil 3.7	$\alpha = \beta$ durumunda uyarılma (a) .....	15
Şekil 3.8	$\alpha = \beta$ durumunda uyarılma (b).....	15
Şekil 3.9	Yüksek proses dinamiği .....	17
Şekil 5.1	İki kalıplama istasyonlu hatta kalıp akışı.....	39
Şekil 5.2	Disamatik hatların çalışma şekli .....	53
Şekil 5.3	Sistem 1 ve sistem 2 'den şarj alma sırası.....	61
Şekil 5.4	Sistem 3 'den şarj alma sırası.....	62
Şekil 5.5	Yerleşim planı .....	63
Şekil 6.1	Hat 1 ' in uyarlanması.....	69
Şekil 6.2	Hat 2 ' nin uyarlanması .....	70
Şekil 6.3	Hat 3,4 'ün uyarlanması .....	73
Şekil 6.4	Hat 5 'in uyarlanması .....	74
Şekil 6.5	Stok kontrol grafiği .....	75
Şekil 6.6	Hat – ocak eşleşmesinin yerleşim planı üzerinde gösterilmesi.....	76
Şekil 6.7	Kalıplama ve ergitme kapasitelerinin uyarılma grafiğinde karşılaştırılması .....	78
Şekil 7.1	Kalıplama ve ergitme kapasitelerinin puant saatler dikkate alınarak karşılaştırılması .....	82
Şekil 7.2	1. Uyarılma yaklaşımında Hat 1 ve Hat 2 'nin uyarlanması .....	84
Şekil 7.3	1. Uyarılma yaklaşımında Hat 3, 4 'ün uyarlanması .....	86
Şekil 7.4	1. Uyarılma yaklaşımında Hat 5 'in uyarlanması .....	87
Şekil 7.5	1. Uyarılma yaklaşımında stok kontrolü .....	88
Şekil 7.6	1. Uyarılma yaklaşımı için hat – ocak eşleşmesinin yerleşim planı üzerinde gösterilmesi .....	89
Şekil 7.7	2. Uyarılma yaklaşımında Hat 1 ve Hat 2 'nin uyarlanması .....	92
Şekil 7.8	2. Uyarılma yaklaşımında Hat 3, 4 'ün uyarlanması .....	93
Şekil 7.9	2. Uyarılma yaklaşımında Hat 5 'in uyarlanması .....	95
Şekil 7.10	2. Uyarılma yaklaşımı için stok kontrolü .....	96
Şekil 7.11	2. Uyarılma yaklaşımı için hat – ocak eşleşmesinin yerleşim planı üzerinde gösterilmesi .....	97
Şekil 7.12	3. Uyarılma yaklaşımında Hat 2 'nin uyarlanması .....	99
Şekil 7.13	3. Uyarılma yaklaşımında Hat 5 'in uyarlanması .....	100
Şekil 7.14	3. Uyarılma yaklaşımında Hat 1 ve Hat 3,4 'ün uyarlanması .....	102
Şekil 7.15	3. Uyarılma yaklaşımında stok kontrolü .....	103
Şekil 7.16	3. Uyarılma yaklaşımı için hat – ocak eşleşmesinin yerleşim planı üzerinde gösterilmesi .....	104
Şekil 7.17	4. Uyarılma yaklaşımında Hat 3,4 'ün uyarlanması .....	106

Şekil 7.18	4. Uyarlama yaklaşımında Hat 5 'in uyarlanması.....	108
Şekil 7.19	4. Uyarlama yaklaşımında Hat 1 ve Hat 2 'nin uyarlanması .....	110
Şekil 7.20	4. Uyarlama yaklaşımında stok kontrolü .....	111
Şekil 7.21	4. Uyarlama yaklaşımı için hat ocak eşleşmesinin yerleşim planı üzerinde gösterilmesi .....	112
Şekil 7.22	5. Uyarlama yaklaşımında Hat 3,4 'ün uyarlanması .....	115
Şekil 7.23	5. Uyarlama yaklaşımında Hat 1 ve Hat 3,4 'ün uyarlanması .....	116
Şekil 7.24	5. Uyarlama yaklaşımında Hat 1 ve Hat 2 'nin uyarlanması .....	118
Şekil 7.25	5. Uyarlama yaklaşımında stok kontrolü .....	119
Şekil 7.26	5. Uyarlama yaklaşımı için hat – ocak eşleşmesinin yerleşim planı üzerinde gösterilmesi .....	120
Şekil 7.27	6. Uyarlama yaklaşımında Hat 1 ve Hat 2 'nin uyarlanması .....	122
Şekil 7.28	6. Uyarlama yaklaşımında Hat 3,4 'ün uyarlanması .....	123
Şekil 7.29	6. Uyarlama yaklaşımında Hat 5 'in uyarlanması .....	124
Şekil 7.30	6. Uyarlama yaklaşımında stok kontrolü .....	125
Şekil 7.31	6. Uyarlama yaklaşımı için hat – ocak eşleşmesinin yerleşim planı üzerinde gösterilmesi .....	126



## ÇİZELGE LİSTESİ

sayfa

Çizelge 5.1	Parça numaralarına göre brüt parça ağırlıkları.....	23
Çizelge 5.2	Parça numaralarına göre kalıptaki parça sayıları ve kalıp ağırlıkları.....	27
Çizelge 5.3	Parçaların kalıp ağırlıklarına göre sıralanması.....	30
Çizelge 5.4	Hat 1 'de kalıplanacak parça bilgileri .....	33
Çizelge 5.5	Hat 2 'de kalıplanacak parça bilgileri .....	34
Çizelge 5.6	Hat 3 'de kalıplanacak parça bilgileri .....	35
Çizelge 5.7	Hat 4 'de kalıplanacak parça bilgileri .....	36
Çizelge 5.8	Hat 5 'de kalıplanacak parça bilgileri .....	37
Çizelge 5.9	Hat 1 'de kalıplanacak parçaların kalıp ağırlıklarına göre düzenlenmesi .....	40
Çizelge 5.10	Hat 2 'de kalıplanacak parçaların kalıp ağırlıklarına göre düzenlenmesi .....	41
Çizelge 5.11	Hat 3 'de kalıplanacak parçaların kalıp ağırlıklarına göre düzenlenmesi .....	42
Çizelge 5.12	Hat 4 'de kalıplanacak parçaların kalıp ağırlıklarına göre düzenlenmesi .....	43
Çizelge 5.13	Hat 5 'de kalıplanacak parçaların kalıp ağırlıklarına göre düzenlenmesi .....	44
Çizelge 5.14	Hat 1 'in hatta kombinasyon bilgileri.....	47
Çizelge 5.15	Hat 2 'nin hatta kombinasyon bilgileri.....	49
Çizelge 5.16	Hat 5 'in hatta kombinasyon bilgileri.....	51
Çizelge 5.17	Hat 3 ve hat 4 'ün kalıp kombinasyonları .....	55
Çizelge 5.18	İşyerindeki ocakların kapasiteleri .....	60
Çizelge 6.1	Ergitmede özgül enerji tüketimi.....	66
Çizelge 7.1	Zaman dilimlerine göre elektrik tüketim değerleri .....	80

## **ÖNSÖZ**

Yüksek lisans bitirme tezi olarak hazırladığım “Bir Döküm Fabrikasında Proseslerin Uyarlanması” konusundaki çalışmalarım süresince değerli bilgi ve desteğini benden esirgemeyen tez danışmanım sayın hocam Prof. Dr. Ahmet Ulvi AVCI ‘ya saygılarımla birlikte sonsuz teşekkürlerimi sunarım.





## ÖZET

Yüksek kapasitede üretim yapan büyük döküm fabrikalarında tüm işlemler yüksek bir mekanizasyon oranı ile gerçekleştirilir. Üretimde mekanizasyon oranının yüksek olması üretim birimlerinin birbiriyle uyum halinde çalışarak tüm işlemlerin aynı anda yapılmasını gerektirir. Bu durumda üretimi meydana getiren ana işlem kademeleri yani prosesler arasında zaman ve malzeme bakımından bir uyarılmanın (senkronizasyon) yapılması zorunlu hale gelir. Bu tip bir işletmede siparişlerin zamanında teslim edilebilmesinin yanında verimli bir üretimin gerçekleştirilebilmesi için kapasite kullanım oranları maksimumda tutulmalıdır. Bunun sağlanabilmesi de temel proses çevrimlerinin birbirine uyarlanması ile olur. Proseslerin uyarlanması, döküm fabrikalarında verimli ve rasyonel çalışabilmenin temel koşuludur.

Bu çalışmada önce döküm fabrikalarındaki genel prosesler tanıtılmış ve bu proseslerin uyarlanması ile ilgili ilkeler teorik olarak ele alınmıştır. Daha sonra halen çalışmakta olan büyük bir döküm fabrikasından alınan verilerle, proseslerin uyarlanması konusuna gerçek şartlarda uygulama örnekleri verilmiştir. İşyerindeki çalışma şartları ve donanım kapasiteleri dahilinde üretime dayalı veriler kullanılarak proseslerin uyarlanmasıyla ilgili alternatif çözümler aranmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Dökümde proses uyarlaması, dökümde proses tekniği, döküm proses çevrimleri, dökümhane, döküm.

## **ABSTRACT**

In large foundries that have high capacity production, all processes are done with high mechanization rate. The high rate mechanization in production needs all process to be done at the same time by the working of production units in unison with each other. In that respect, the synchronization according to time and material becomes a must to be done between the process steps, which make the production. In this kind of foundry, besides the delivering the orders on time, to provide efficient production, the rates of usage capacity must be kept in maximum. Providing all these can also be done by synchronizing main process cycles to each other. Synchronization of the processes is the main condition of working in a productive and rational way in foundries.

In this study, firstly, general processes in foundries were described and the principles related to synchronization of the processes were considered theoretically. Later on, by the data taken from a large foundry, which is still in process, the example for the synchronization of processes on real conditions were given. Moreover, alternative solutions on the same topic were investigated by using information about the working conditions and equipment capacities.

**Keywords:** Process synchronization in metal casting, process techniques in metal casting, process cycles in foundry, foundry, metal casting.

## 1. GİRİŞ

Dökümhanelerde bilinen en klasik üretim yöntemi, insan gücü ile önce kalıpların hazırlanması ve dökümhane zeminine dizilmesi, sonra da ergitme yapılarak döküme geçilmesi şeklindedir. Dünyada ve ülkemizde değişen ve gelişen şartlarla birlikte artan ihtiyaçlar doğrultusunda dökümhanelerde gelişmiştir. Klasik üretim şekli yerini, mekanize olmuş, proseslerin insan gücü yerine, makinalarla otomatik olarak gerçekleştiği bir üretime bırakmıştır.

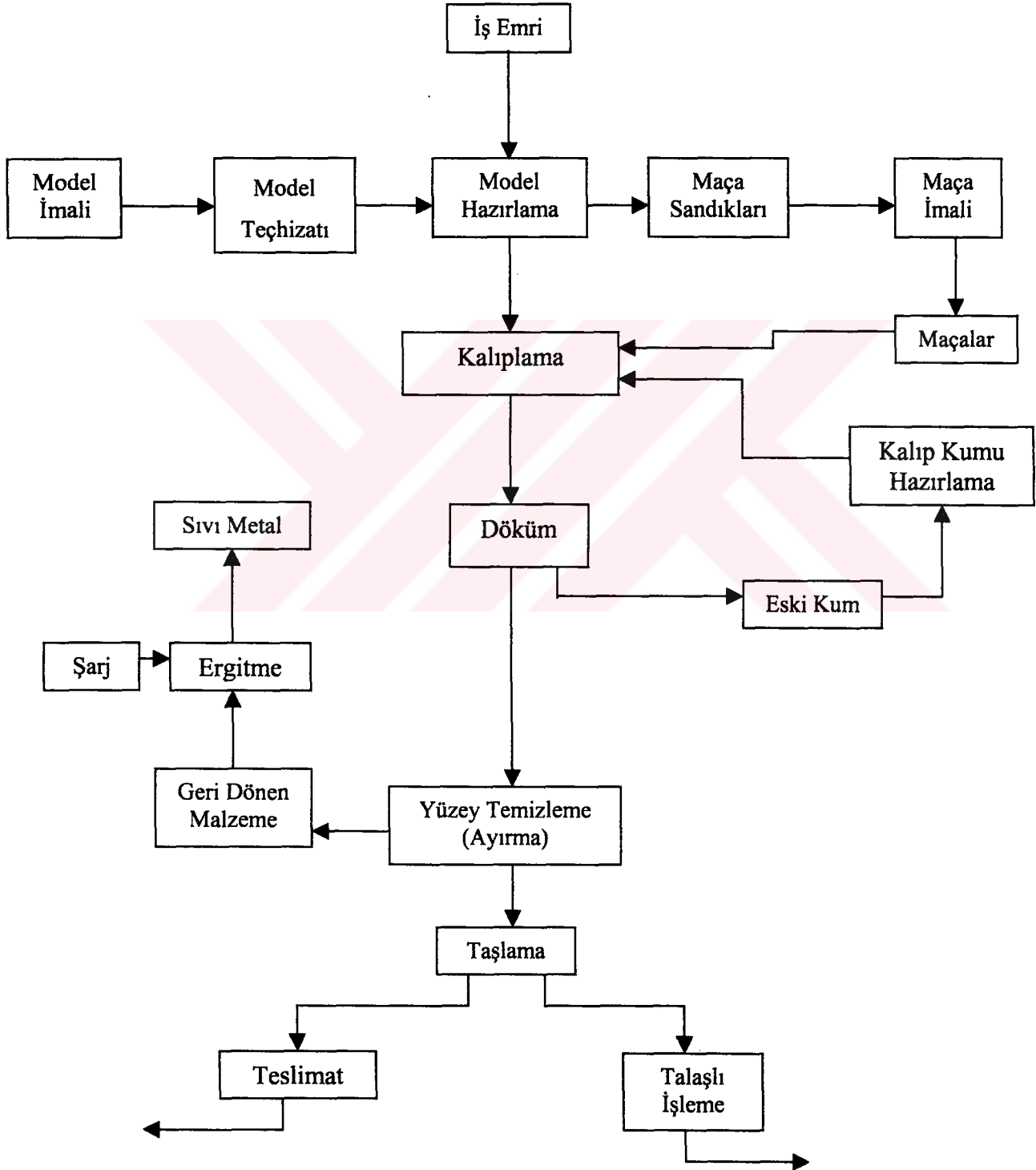
Belirli bir makina sanayi dalına yönelik seri üretim yapan ve mekanizasyon oranı yüksek olan döküm fabrikalarında her ana işlem kademesi (prosesler) aynı anda ve birbiri ile uyumlu (senkronize) bir şekilde gerçekleştirilir. Bu durum üretimi oluşturan prosesler arasında zamansal ve kütleli bir uyarılmanın yapılmasını zorunlu kılar. Bunun için de temel proseslerden biri esas alınır ve diğerleri buna uyarlanır. Her imalat sektöründe olduğu gibi döküm fabrikalarında da proseslerin uyarlanması verimli ve rasyonel çalışmanın temel koşuludur.

Bu tez çalışmasında ülkemiz döküm sektöründeki büyük bir fabrikadan sınırlı da olsa alınan gerçek veriler kullanılarak bir döküm fabrikasında proseslerin uyarlanması konusuna bir örnek verilmiştir. Oldukça sınırlı bilgilerin alınabildiği firmanın isteği doğrultusunda isim kullanılmamaktadır. Fabrikada, ülke ekonomisine bağlı olarak çok değişken siparişler nedeniyle tam bir uyarılma yapılamadığından tez çalışmasında ilave bazı kabuller yapılmak zorunda kalınmıştır.

Tezin bütünü içinde önce döküm fabrikalarında proses çevrimi ve prosesler ile bu proseslerin uyarlanması hakkında temel bilgiler verilmiştir. Daha sonra proseslerin uyarlanması için gerekli olan örnek işyerine ait bilgiler sunulmuş olup son bölümde de temin edilen bu bilgiler ve veriler düzenlenip kullanılarak, teorik bilgi desteğiyle bu fabrikadaki prosesler uyarlanmaya çalışılmış, alternatif çözümler sunulmuştur.

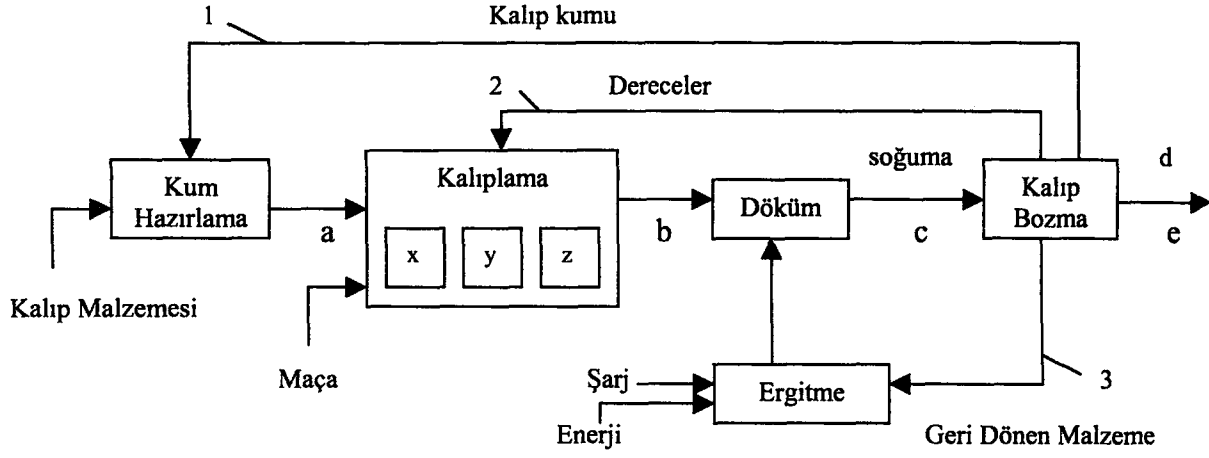
## 2. BİR DÖKÜM FABRİKASINDA PROSESLERİN TANIMI VE PROSES ÇEVİRİMLERİ

Kum kalıba döküm yapan bir döküm fabrikasında üretimi meydana getiren temel prosesler; kum hazırlama, kalıplama, ergitme ve döküm prosesleridir. Bu temel proses çevrimlerine bağlı diğer işlem kademeleri model hazırlama, maça hazırlama, maça yerleştirme, soğutma, ve kalıp bozma işlemleridir. Böyle bir fabrikada genelde iş akışı Şekil 2.1 'deki gibi olur.



Şekil 2.1 Dökümde proses akışı

Kum kalıp kullanılan bir dökümhanede yukarıda adı geçen ana işlem (proses) kademeleri ve bunlar arasındaki bağıntı yani bu proseslere ait bir çevrimin nasıl gerçekleştiği basit olarak aşağıdaki gibi verilebilir.



- |                      |                          |                            |
|----------------------|--------------------------|----------------------------|
| x: Kalıp imali       | a: Kalıp kumu            | 1: Kalıp malzemesi çevrimi |
| y: Maça yerleştirme  | b: Döküme hazır kalıplar | 2: Derece çevrimi          |
| z: Dereceleri kapama | c: Dökülmüş kalıplar     | 3: Ergitme – döküm çevrimi |
|                      | d: Atık malzeme          |                            |
|                      | e: Parça                 |                            |

Şekil 2.2 Kum kalıba döküm yapan bir tesiste ana işlem kademeleri ve bunlar arasındaki ilişki  
Şekil 2.2 'deki çevrim gibi bir sistemde malzeme akışı,

$$P_v = (MA + KA) \times \phi \quad (2.1)$$

Bağıntısı ile ifade edilebilir. Burada,

$P_v$  : Malzeme akışı, proses verimi, (kg/h).

$\phi$  : Kalıp akışı, kalıplama hızı, (kalıp/h).

$$MA = PA_{Br} \times p \quad (2.2)$$

$MA$  : Kalıp metal ağırlığı, (kg).

$PA_{Br}$  : Bir döküm parçasının brüt (yolluk + besleyici + çıkıcı) ağırlığı, (kg).

$p$  : Kalıptaki parça sayısı, (adet).

$KA$  : Beher kalıptaki kalıp kumu ağırlığı, (kg).

$TA$  : Bir kalıbın toplam ağırlığı,  $(MA + KA)$ , (kg).

Model plakaları tasarlanırken bir kalıpta maksimum parça dökülebilecek şekilde hazırlanmalıdır. Bu şekilde, bir model plakasında aynı parçadan birden fazla yada malzemesi aynı farklı parçalardan bir grup oluşturarak hazırlanan kalıplardan en iyi şekilde yararlanılmış olur. Bu durum kalıp verimi olarak adlandırılır. Kalıp verimi şu şekilde formüle edilebilir.

$$\eta_f = [MA / (MA + KA)] \times 100 \quad (\%) \quad (2.3)$$

MA, KA ve  $\phi$  malzeme akış parametreleri sabit yada değişken yani zamana bağlı olabilir. Bu parametrelerin sabit yada değişken olması durumuna göre prosesler statik proses yada dinamik proses olarak adlandırılır. Prosesin statik olması MA, KA ve  $\phi$  'nin sabit olması durumudur. Tek tür üretim yapan, işlemleri sabit süreli olan dökümhanelerde bu durum söz konusudur. MA, KA ve  $\phi$  'den birinin, ikisinin yada tümünün değişken olması durumunda proses dinamiktir.  $\phi$  'nin değişken olması; kalıp imal süresinin, KA 'nın değişken olması; derecelerin, MA 'nın değişken olması; model plakasının değişken (değiştirilebilir) olması anlamına gelmektedir.

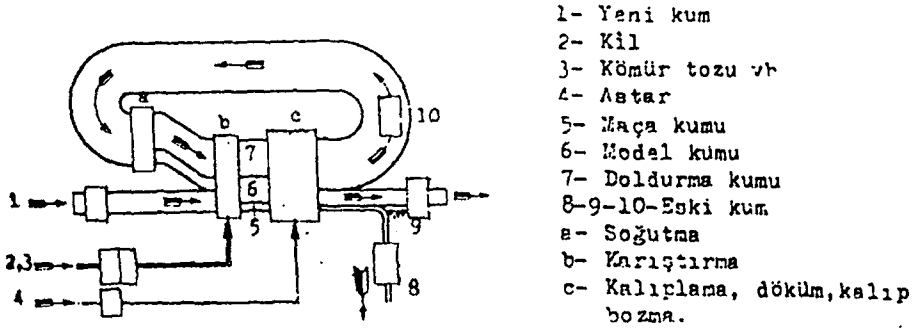
Proseslerin uyarlanması aşamasına geçmeden önce, bu proseslerin kısaca tanımını yapmakta fayda vardır. Dolayısıyla aşağıda kum hazırlama, kalıplama, ergitme ve döküm proseslerine kısaca değinilmiştir.

## 2.1 Kum Hazırlama Prosesi

Dökümde kalıp malzemesi olarak kum, metal, alçı vs. gibi çeşitli malzemeler kullanılmaktadır. Bu malzemeler arasında ekonomik olması sebebiyle en çok kullanılanı kum kalıp malzemeleridir. Sıvı metal, hazırlanan bu kalıpların içinde biçimleneceğinden üretilen parçaların kalitesi kalıp kumu kalitesine önemli ölçüde bağlıdır.

Kalıp kumu her kalıplama ve dökümden sonra mekanik ve termik zorlamalar sonucu özelliklerini yitirir. Bunun sonucu bileşenler değişir, nemi azalır, kilin bağlayıcılık özelliği zayıflar, bileşimlerin dağılımındaki homojenlik bozulur, metal ve metal olmayan yabancı maddeler karışır; kum topaklanır. Dolayısıyla bu olumsuz değişiklikler, kum hazırlamada kalıp kumuna özellikleri tekrar kazandırılarak giderilir.

Dökümde bir kez kullanılmış kalıp kumları ikinci döküm için bazı işlem kademelerinden (alt proseslerden) geçerek hazır hale gelir; buna çevrim denir. Kalıplamadan başlanırsa imalat çevrimi kısaca kalıplama – döküm – kalıp bozma – kum hazırlama – kalıplama işlemlerinden geçerek tamamlanır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Kalıp kumu çevrimi (Avcı,1992)

Kum hazırlamada ana hatları ile şu işlemler yapılır: Soğutma, metal ve metal olmayan parçaları ayırma, topakları dağıtma, eleme, nemlendirme, bileşenleri ilave etme, homojenleştirme (yoğurma + karıştırma), gevşetme (tekrar eleme). Hazırlama prosesinde en önemli işlem bağlayıcıyı (kil, bentonit) diğer bileşenlerle (kuarz kumu, su, ilaveler) homojen olarak karıştırmak ve kum taneleri üzerinde mümkün olduğu kadar eşit kalınlıkta yaymaktır. Bu iş için büyük fabrikalarda türbinli karıştırıcılar kullanılır.

Dökümhanelerde çevrimde bulunan kalıp kumu miktarının mümkün olduğu kadar az ve çevrim yolunun da kısa olması (hızlı dolaşım için) istenir. Ancak bunlar üretilen parça türü ve geometrisine, sistemin dinamikliğine bağlıdır. Mekanize olmuş büyük fabrikalarda bozulan kalıplardaki sıcak kumun kendiliğinden soğuması için yeterli süre yoktur, kumun soğutulması gerekir. Çevrimde kullanılan kum miktarı arttıkça soğutma sorunu da artar. Kum miktarının değişken olduğu çevrimlerde stok açısından üst sınıra göre kum hazırlanması, makina ve donatımların buna göre seçilmesi gerekir. Kum hazırlama prosesi kalıplamanın ihtiyacını her an karşılayacak şekilde çalışmalıdır.

## 2.2 Kalıplama Prosesi

Kalıplama prosesi, aslında döküm yöntemiyle parça üretiminde temel bir prosestir. Sıvı metalin doldurarak parçayı meydana getireceği kumda hazırlanmış kalıp bu proseste kalıplanır. Kalıplama temelde dereceli ve derecesiz olarak sınıflandırılır. Belirli bir alanda uzmanlaşmış ve sürekli olarak aynı türde parçalar üreten fabrikalarda işlemlerin büyük bölümü otomatik kontrollü makinalarda yapılır.

Kalıplama işlemlerindeki mekanizasyon, yani makina ile kalıplama işlemi şu işlemleri (alt prosesleri) içerir: Derece ve modeli yerleştirme, kum doldurma, kum sıkıştırma, modeli çıkartma, alt dereceye maçaları yerleştirme, dereceleri kapatma, dereceleri emniyete alma (ağırlık koyma, emniyete alma gibi). Kalıplama, kalıp boşluğunun elde edilmesinde

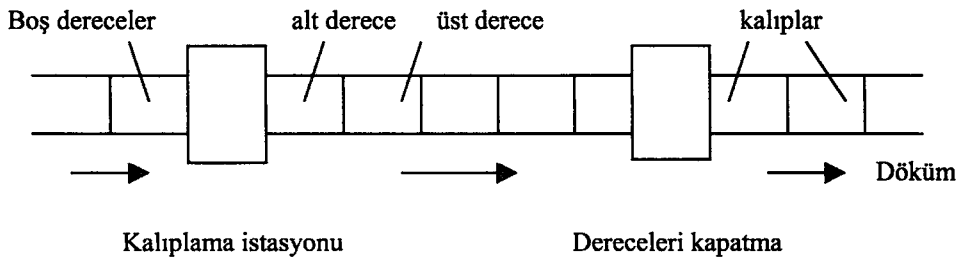


derecelerin içine doldurulan kumun sıkıştırılması bakımından basma, sarsma ve savurma tipi olmak üzere üç ana gruba ayrılır. Bu işlemler hidrolik yada pnömatik kontrollü makinalarla gerçekleştirilir.

**Kalıplama prosesinde dikkat edilmesi gereken diğer bir husus da kalıp veriminin artırılması maksadıyla bir kalıpta bulunabilecek parça sayısının maksimum olmasıdır. Bunun için de aynı parçadan birden fazla, aynı bileşimde olan parçalar, yaklaşık aynı katılma süreli parçalar bir model plakasında toplanarak tek bir kalıpta kalıplanabilir.**

Kalıplama işlemi derecelerin bir iletim sistemi ile kalıplama istasyonuna gelmesiyle başlar. Kalıplama istasyonunda model plakaları üzerine dereceler yerleştirilir ve daha önce belirtilen üç ana gruptan birine göre çalışan kalıplama makinasında kalıplama gerçekleştirilir. Daha sonra bu kalıplar iletim sisteminde alt ve üst dereceler şeklinde dizili iken modeller çekilir, varsa maçalar yerleştirilir ve dereceler kapatılır (Şekil 2.4). Bu şekilde hazırlanan kalıplar döküm istasyonuna iletilir.

Kalıplama, tek istasyonda yada çok istasyonda yapılabilir. Tek istasyonda kalıplamada model plakası, kalıp kumu, dereceler girdi olarak istasyona gelir ve istasyondan kalıplanmış dereceler çıkar. Çok istasyonlu kalıplamada derece yerleştirme, dereceleri doldurma, sıkıştırma, derece – model ayırma gibi işlemler birbirini izleyen yada paralel gerçekleşen farklı istasyonlarda yapılır. Bu istasyonların girdileri de istasyonda yapılan işleme has olur.



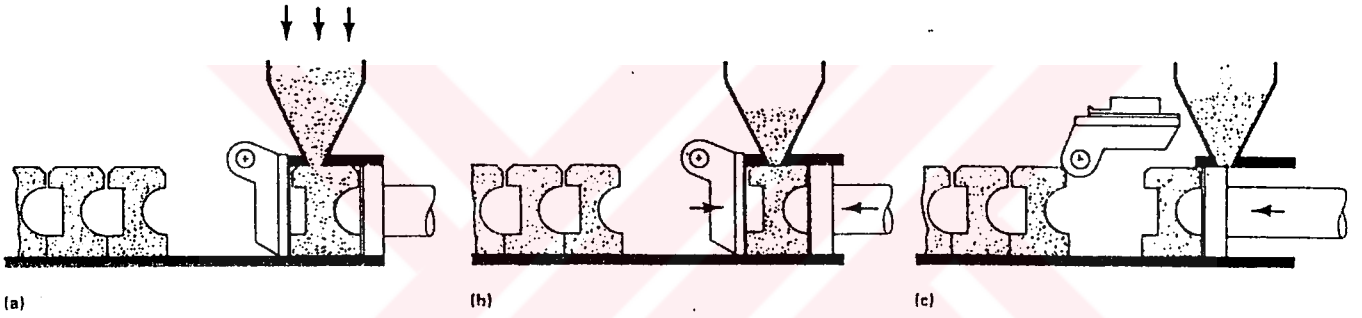
Şekil 2.4 Makina ile kalıplama

Bu proseste kalıplama için uygulanan diğer bir yöntem de derecesiz kalıplama (disamatik) yöntemidir. Bu yöntemde kalıplama özel bir kalıplama makinasında gerçekleşir (Şekil 2.5). Kalıplama işlemi, ön ve arka yüzünü levhali modellerin bağlanmış olduğu model plakalarının meydana getirdiği çerçeve şeklinde bir kalıplama bölmesine kumun dolması ile başlar. Bölmeye üfleme yöntemiyle kumun dolmasından sonra hidrolik silindirlere bağlı model plakalarının bölmedeki kumu ezerek sıkıştırması sonucu kalıp biçimlendirilir. Hazırlanan kalıp, kalıplama bölmesinin arka kısmındaki levhanın ilerleme hattına paralel olarak



açılmasından sonra ön levhanın itici stroku ile daha önce hazırlanan kalıplarla birleştirilir. Ön levhanın itici stroku iletim konveyörünün ilerleme hareketi ile senkronize olduğundan kalıplar üzerinde herhangi bir basınç etkisi yoktur. Bu şekilde iletim hattında dizilen kalıplardan ikisinin bir araya gelmesi ile parçayı meydana getirecek döküm boşluğu oluşmuş olur. eğer maça yerleştirilmesi gerekiyorsa kalıp üretim kademeleri arasında bir kalıp yarısı hazırlandıktan sonra otomatik olarak maça yerleştirilir.

Kalıpların soğutma bölümüne iletilmesi, belirli sayıda kalıp hazırlandıktan sonra, kalıpların tümünün itilmesi ile yada her kalıp yarısı hazırlandıktan sonra adım adım itilmesi ile olabilir. Döküm işlemi, birinci durumda; kalıplar toplu olarak itilmeden önce, ikinci durumda; yatay hatlarda olduğu gibi sürekli olarak yapılabilir. Büyük ve karmaşık kalıpların bu makinalarla hazırlanması mümkün değildir.



Şekil 2.5 Derecesiz kalıplama a) kalıplama bölümünün kumla doldurulması b) kumun ezilerek sıkıştırılması c) hazırlanan yarı kalıbın kalıplama bölümünden dışarıya itilmesi (ASM, vol.15)

### 2.3 Ergitme ve Döküm Prosesi

Daha önce de belirtildiği gibi rasyonel rasyonel bir çalışma için daima uyarlanması gereken iki temel proses, kalıplama ve ergitme – döküm prosesleridir. Kum hazırlama prosesi yardımcı bir proses olarak da düşünülebilir. Üretimde kalıplama ile doğan sıvı metal ihtiyacı bu proses ile karşılanır.

Ergitme – döküm prosesi en genel haliyle şu işlemleri içerir: Ergitme için enerji temini, harmanlama, şarj işlemi, ergitme ve aşırı ısıtma, ocakta metalurjik işlemler, ocak dışında (potada) metalurjik işlemler, ocaktan metal alma – taşıma işlemleri ve döküm işlemi.

Dökümhanenin ergitme donatımları ve üretim özellikleri göz önüne alınarak istemi karşılamada kullanılacak ergitme ocakları seçilirken bir takım kriterler dikkate alınmalıdır. Bu kriterleri şu şekilde sıralayabiliriz: Dökülecek metalin ergitme sıcaklığı ve döküm sıcaklığı, bir çalışma periyodundaki (vardiyadaki) sıvı metal ihtiyacı, çalışma süresi içinde ne kadar sürede

ne kadar sıvı metal ihtiyacı olacağı, ergitilen metalin türü ve metalurjik kalitesi, ergitmede kullanılacak şarj malzemesi ve ergitme enerjisi türü, çalışma programındaki ergitilecek malzeme türünde ve kalitesinde değişiklik olasılığı.

Döküm fabrikalarında kullanılan ergitme ocakları genel olarak dört gruba ayrılır. Bu ocaklar; pota ocakları, alev ocakları, elektrikli ocaklar ve kupol ocağıdır. Pota ocakları ve alev ocaklarının (tavalı ve döner tip) yakıtı katı, sıvı yada gaz olabilir. Bu ocaklardan pota, alev ve elektrikli ocaklar belirli aralıklarla metal alınan ve şarj edilebilen ocaklardır.

Demir dökümünde en çok kullanılan ocak, ergitme gücü diğer ocaklara göre yüksek olan kupol ocağıdır. İlk tesis ve işletme maliyeti düşük fakat metalurjik kalite kötüdür. Soğuk ve sıcak havalı, astarlı ve astarsız, ön hazneli, haznesiz gibi tipleri mevcuttur. Elektrikli ocaklar bileşim bozulmadan istenen kalitede sıvı metal sağlayabilmektedir. Elektrikli ocaklar; ark ocakları (direkt, indirekt), indüksiyon ocakları (nüveli, nüvesiz), ve direnç ocaklarıdır. Demir dökümünde ergitme için uygun olan elektrikli ocaklar direkt ark ocakları ve nüvesiz (çekirdeksiz) indüksiyon ocaklarıdır. Nüveli (çekirdekli) indüksiyon ocakları daha çok aşırı ısıtma, tutma ve bekletme gibi işlemler için uygundur.

Demir dökümünde kullanılan diğer bir yöntem de dupleks yöntemidir. Bu yöntemde iki ocak çalıştırılır. Kupol ocağı ile nüveli indüksiyon ocağı birlikte çalışır. Ergitme işlemi işletme maliyeti düşük olan kupol ocağında yapılır. Metalurjik işlemler (bileşimin ayarlanması) için sıvı metal diğer ocağa yani nüveli indüksiyon ocağına alınır. Gerekli işlemler burada yapıldıktan sonra döküme geçilir.

### 3. KALIPLAMA PROSESİNİN, ERGİTME ve DÖKÜM PROSESİ ile UYARLANMASI

Bir döküm fabrikasında, alınan sipariş üzerine imalatın planlanarak, siparişin zamanında teslim edilebilmesi verimli ve rasyonel bir çalışma gerektirir. Bu da kalıplama ve ergitme-döküm temel proseslerinin uyarlanması ile olur. Bir yandan kalıplama bölümünde kalıplar hazırlanırken diğer yandan da ergitme bölümünde bu kalıpları dolduracak sıvı metal hazırlanmalıdır. Kalıpların ve sıvı metalin döküm istasyonunda bir araya gelmesi, malzeme ve zaman olarak uyum içinde olmalıdır.

Kalıplama prosesinde hazırlanan her kalıp belirli bir miktarda sıvı metal istemine sebep olur. Hazırlanan kalıp sayısının artması ile bu istem de artar. O halde kalıplamada hazırlanan kalıp sayısının zamana bağlı olarak artması demek; sıvı metal isteminin de zamana bağlı olarak artması demektir. Sıvı metal gereksinimine MG denirse, MG zamana bağlı bir fonksiyon olarak  $MG = f(t)$  şeklinde ifade edilebilir. Burada,

$MG$  = Hazırlanan kalıpların doldurulması için gerekli sıvı metal gereksinimi, (kg).

$t$  = Zaman = Kalıpların hazırlanma süresi, (h).

Kalıplama  $t = 0$  anında başlarsa ve saatte hazırlanan kalıpların sıvı metal istemi  $b$  ise;

$$MG(t) = g \times t \quad (\text{kg})$$

$g$  = Bir saatte hazırlanan kalıpların sıvı metal istemi, (kg/h).

Burada saatte hazırlanan kalıpların sıvı metal ihtiyacı, üretilecek kalıpların brüt metal ağırlığının ve kalıplama makinasının saatte üretebileceği kalıp sayısına yani kalıplama hızına bağlıdır.

$$g = MA \times \phi \quad (\text{kg/h})$$

$MA$  = Brüt kalıp metal ağırlığı, (kg).

$\phi$  = Kalıplama hızı, (kalıp/h).

Kalıplama prosesinde meydana gelen bu ihtiyaca karşılık, ergitme prosesinde de  $MG$  istemini karşılayacak miktarda sıvı metal ergitilmesi gerekecektir. Buna da sıvı metal sunusu adı verilirse ergitilen metal miktarı zamana bağlı olarak

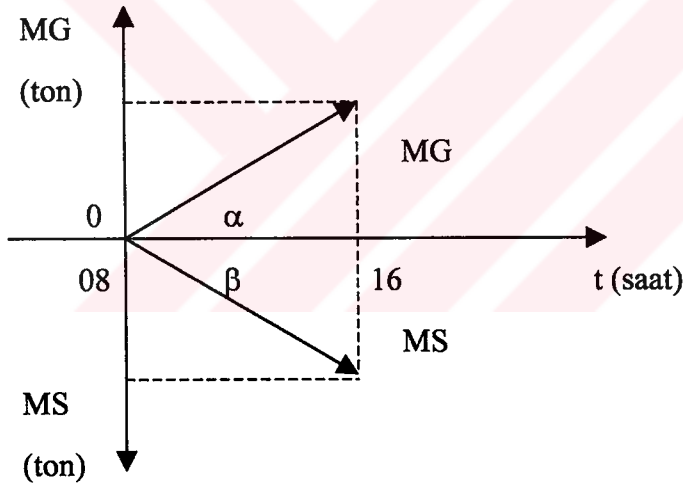
$$MS(t) = s \times t \quad (\text{kg})$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada;

$s$  = Ergitme ocağının bir saatte verebildiği sıvı metal miktarıdır, (kg/h).

Kalıplama prosesi ile ergitme proseslerinin uyarlanması demek, yukarıda açıklanan MG ve MS değerlerinin bir çalışma periyodu süresinde dengelenmesi demektir. Yani sıvı metal gereksiniminin (talebin), sıvı metal sunusu (arz) ile proses süresince karşılanmış olmasıdır. Burada görüldüğü gibi hem miktara bağlı hem de zamana bağlı bir uyarlama söz konusudur. Bu uyarlamanın esasları şu şekilde açıklanabilir.

Uyarlama, bir takım değerlerin grafiğe taşınması ile grafik üzerinde yapılır. Hesaplanan MG değeri Şekil 3.1 'de görülen grafikte olduğu gibi dikey eksenin üst kısmında; ergitme ocağının ergitme gücü olan MS değeri de dikey eksenin alt kısmında ifade edilir. Dikey ekseni MG ve MS şeklinde ayıran yatay eksen ise zaman eksenidir. Zaman ekseninde bir çalışma periyoduna ait zaman dilimi yani vardiyalar bulunur. Örneğin Şekil 3.1'de bir vardiya 8 saat olarak kabul edilmiştir.



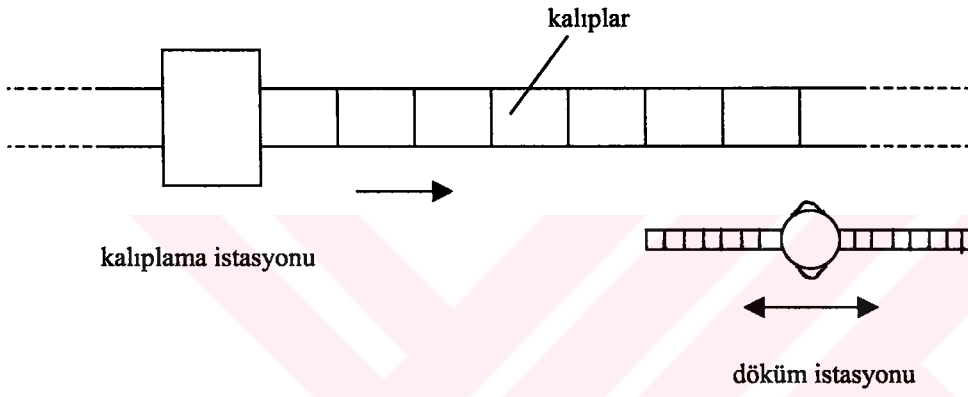
Şekil 3.1 Uyarlama grafiği

Burada zamana bağlı olarak; lineer arttığı varsayılan kalıp sayısı ile artan sıvı metal istemi yatayla  $\alpha$  açısı yapan bir doğru, istemi karşılamak için sıvı metal üreten ergitme ocağının ergitme gücü ile orantılı yine zamana bağlı olarak lineer arttığı varsayılan sıvı metal sunusu, yatayla  $\beta$  açısı yapan bir doğrudur.

Öncelikle kalıplama makinasının saatte ürettiği kalıp sayısı (kalıplama hızı) ve bu kalıpların brüt kalıp metal ağırlığı ile oluşan istem grafiğe taşınır ve artış doğrusu çizilir. MG değerini fabrikaya gelen siparişin büyüklüğü, teslim süreci ve iş programı belirler bu da kalıplama makinasının hızı doğrultusunda MG değerine yansır. Mevcut ergitme ocağının gücüne bağlı

olarak saatte verebileceği sıvı metal, MS doğrusu ile grafiğe taşınır. Bir sonraki bölümde görüleceği şekilde de bu iki proses fabrika olanakları doğrultusunda uyarlanır.

Pratikte, kalıp üretimi ile sıvı metal üretiminin hızları tam eşit olamayacağı gibi kalıplama ve ergitme işlemlerinin başlama zamanları da farklı olabilir. Bu durumda öncelikle vardiya sonunda sıvı metal fazlası yerine hazır kalıp fazlası olacak şekilde bir çalışma durumu ele alınmalıdır. İşletmelerde, çalışma koşulları ve işyeri güvenliği açısından da kalıplama istasyonu ile döküm istasyonu arasında belirli bir mesafe bırakılır. Bu mesafede, döküm istasyonuna kadar belirli sayıda döküme hazır kalıplar dizilir. Bu dizi aynı zamanda yedek stok vazifesini de görür (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Kalıpların döküm hattına ilerlemesi

Kalıplama istasyonundan, döküm istasyonuna doğru hareket halinde olan kalıpların belirli bir ilerleme hızı vardır. Bu hızı kalıplama makinalarının kalıplama hızı ( $\phi$ ) belirler. Bu şekilde iki istasyon arasında dizilen bu kalıplar bir yedek stok vazifesi görür. Bu tip bir sistemde kalıplamada herhangi bir arızadan dolayı kalıplamanın durması halinde döküme bu stoktaki kalıplar dökülerek devam edilebilir. Bunun için döküm istasyonunun hareketli olması gerekir. Eğer kalıpların bekletilmesinde kaliteyi olumsuz etkileyen bir durum yoksa bu stok sürekli bulundurulmalıdır. Diğer taraftan bu stok kalıplama için bir amortisör görevi görmekle birlikte, ergitme ve döküme bir desteği yoktur. Yani, kalıplama yerine ergitme – dökümde bir arıza olsa kalıplama devam edemez, kalıp stoku doludur. Her iki prosese amortisörlük edecek bir yedek stok için; kalıp stok kapasitesinin yarısı kalıp stoku olarak tutulabilir. Böylece kalıplamada bir sorun olduğunda yarı stoktaki kalıpların dökülmesiyle dökülme devam edilebilir. Dökümde bir sorun olması halinde ise, kalıplama yarı stoktan tam stok kapasitesine kadar kalıplamaya devam edebilir.

### 3.1 Uyarılama İşlemi

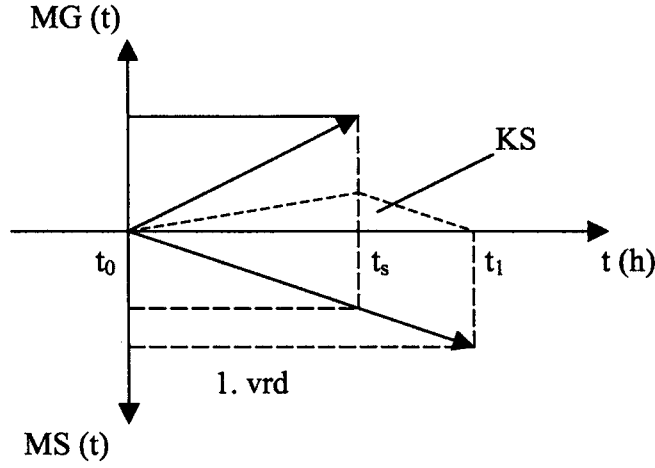
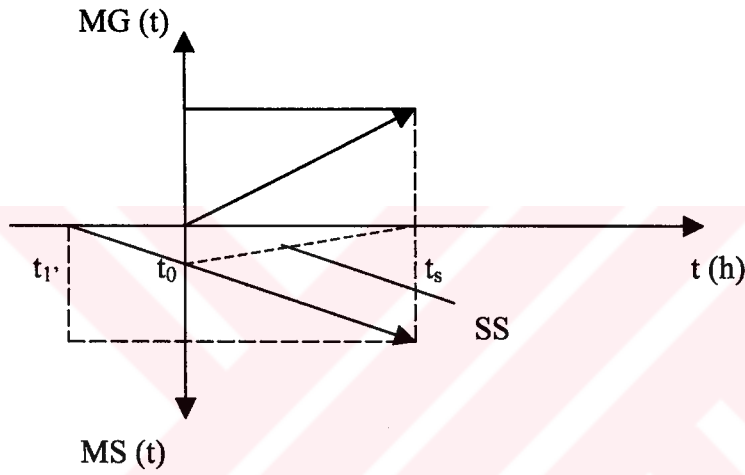
Bir işletmede; gelen siparişin kalıplama üretim programına dönüştürülmesiyle ortaya çıkan sıvı metal istemi (MG), mevcut ergitme ocakları ile zamansal olarak karşılanabilmelidir. Aynı zamanda bu iki işlem (proses) kütleli bir uyum içinde olmalıdır ki döküm işlemi ile üretim gerçekleşsin. Önceki bölümde MG ve MS değerlerinin, uyarılama grafiğine nasıl aktarılacağı verilmişti. MG ve MS değerleri grafiğe yansıtıldıktan sonra, yukarıda anlatılan kriterlere bağlı MG ve MS değerlerinin yani kısaca  $\alpha$  ve  $\beta$  nın (Şekil 3.1) birbirine göre durumuna bağlı olarak uyarılama olanakları araştırılır. Üç durum söz konusudur: 1)  $\alpha > \beta$ , 2)  $\alpha < \beta$ , 3)  $\alpha = \beta$ . Şimdi sırasıyla bu durumlar açıklanmalıdır.

#### 3.1.1 $\alpha > \beta$ Durumu

Eğer kalıplamadan gelen istem (MG), dökümhanedeki ergitme ocaklarının toplam ergitme gücünden (MS) yüksek ise bu durum söz konusudur. Öncelikle Şekil 1'deki gibi kalıplamanın ve ergitmenin aynı noktada ( $t_0$ ) başladığını ele alalım.  $MG(t) > MS(t)$  olduğundan aynı süre vardiya sonunda ergitme, yetersiz kalmış yani kalıpların tümünü dökmeye yetecek kadar sıvı metal üretilmemiş ve sonuçta kalıpların tümü dökülmemiş olur. Bu durumda  $t_0$  dan başlayan ve vardiya sonuna doğru artış gösteren bir kalıp stoku oluşur. Bu durumda izlenebilecek iki yol vardır:

a) Hazırlanan tüm kalıpların dökülebilmesi için kalıplama vardiya sonunda ( $t_s$ ) bitmiş olmasına rağmen ergitmeye ( $t_1$  kadar) devam edilir. Böylece kalıp stoku ergitme – döküme paralel olarak eritilir (Şekil 3.3).

b) Eğer kalıplama ve ergitme dökümün aynı anda yani vardiya sonunda ( $t_s$ ) bitmesi isteniyorsa ergitme kalıplamadan önce başlamalıdır. Çünkü her iki işlem aynı anda başladığında ergitme kalıpların tümünün dökülmesi için bir süre daha sürmektedir. Dolayısıyla ergitme bu süre kadar geriye kaydırılarak ( $t_0$  dan)  $t_1$ 'den başlatılabilir (Şekil3.4). Bu durumda da bir miktar sıvı metal stoku oluşur. Bu stok için ocağın durumunun müsait olması yada sıvı biriktirme ocağının bulunması gerekir. Bu stoktaki sıvı metal vardiya sonuna kadar sıvı metal açığını kapatır.

Şekil 3.3  $\alpha > \beta$  durumunda uyarlama (a)Şekil 3.4  $\alpha > \beta$  durumunda uyarlama (b)

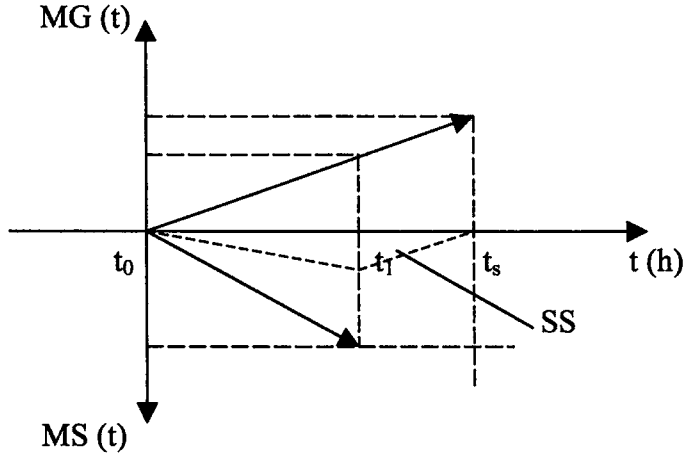
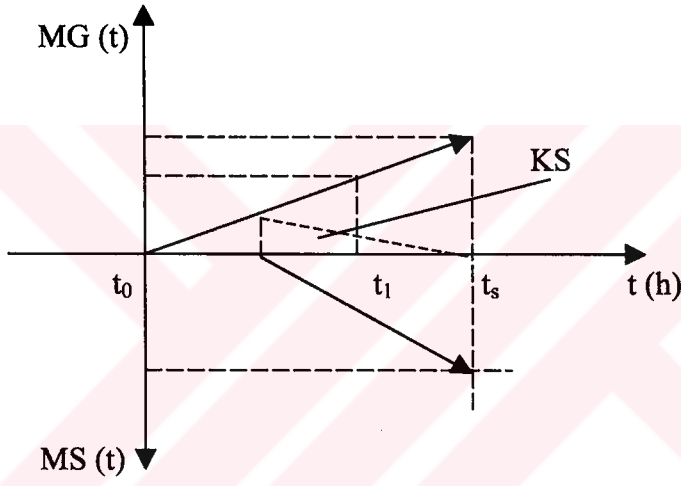
### 3.1.2 $\alpha < \beta$ Durumu

Eğer kalıplamadan gelen istem ( $MG$ ), dökümhanedeki ergitme ocağının ergitme gücünden ( $MS$ ) düşük ise, bu durum söz konusudur. Yine kalıplama ile ergitmenin aynı noktada başladığını varsayalım. Bu durumda kalıplama kapasitesi ergitmeye göre yetersiz kalacak ve sıvı stoku oluşacaktır. Bu durumda izlenebilecek iki yol vardır:

a) Ergitme tarafından istem kadar metal ergitilerek fazlası stoklanır ve ergitme durur ( $t_i$ ). Döküm işlemi vardiya sonuna ( $t_s$ ) kadar sıvı stoktan yapılır (Şekil 3.5).

b) Eğer kalıplama ve ergitme döküm aynı anda (vardiya sonunda ( $t_s$ )) bitmesi istenirse ergitme kalıplamadan sonra başlatılmalıdır. Ergitme, kalıplamadan  $t_i$  kadar sonra başlarsa ergitme, kalıplama ile birlikte sıvı stok oluşmadan vardiya sonunda bitmektedir. Bu durumda da kalıplamanın önce başlaması sebebiyle bir miktar kalıp stokuna prosesin uygun olması gerekir. Bu stok da vardiya sonuna kadar eritilmiş olur (Şekil 3.6).

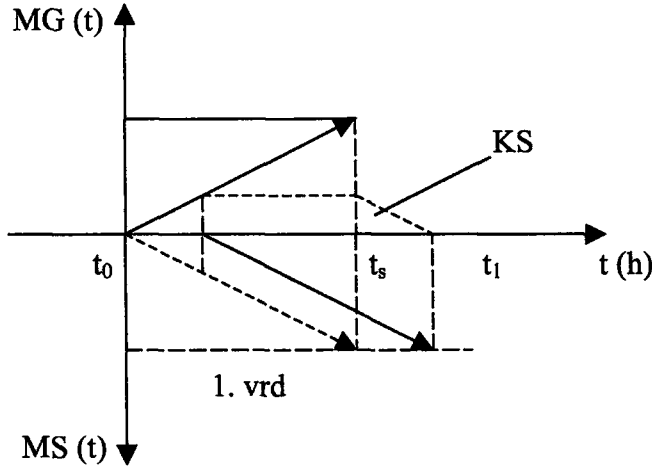
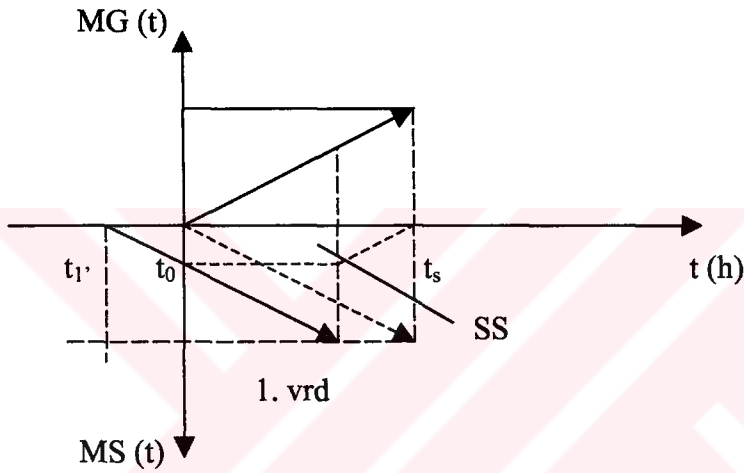


Şekil 3.5  $\alpha < \beta$  durumunda uyarlama (a)Şekil 3.6  $\alpha < \beta$  durumunda uyarlama (b)

### 3.1.3 $\alpha = \beta$ Durumu

Bu durumda kalıplamadan gelen istem yani  $MG(t)$  fonksiyonu ile ertitme ocağının ertitme gücü eşittir. Kalıplama ile ertitme döküm prosesinin aynı anda başlaması halinde vardiya sonunda ( $t_s$ )  $MG = MS$  olduğundan prosesler sona erer. Bu pratikte pek karşılaşılan bir durum değildir. Ancak böyle bir durumda kalıp stoku çalışmak daha mantıklıdır. Yani ertitme – döküm, kalıplamadan geç başlayabilir. Bu durumda bir kalıp stoku oluşur ve vardiya sonunda döküme devam edilir (Şekil 3.7). ertitme kalıplamadan önce başlatılırsa bir sıvı stoku oluşur. Bu stok ertitme bittiğinde kalıplamaya paralel olarak döküm yapılarak ertitilir (Şekil 3.8).



Şekil 3.7  $\alpha = \beta$  durumunda uyarılma (a)Şekil 3.8  $\alpha = \beta$  durumunda uyarılma (b)

Yukarıda açıklanan üç durum da bir dökümhanede kalıplama kapasitesi ve ertitme kapasitesine göre karşılaşılabilecek durumlardır. Uyarılma olanakları araştırılırken kalıplamadan gelen MG değerine uygun, yani istemi karşılayabilecek bir ertitme ocağı seçildiğinde yukarıdaki üç durumdan biri ile karşılaşılır. Karşılaşılan durum değerlendirilerek dökümhanenin olanakları dahilinde bir uyarılma yapılır. Çünkü uyarlamalar esnasında meydana gelebilecek kalıp yada sıvı stoku işletmenin durumuna bağlıdır. Dökümhanede yerleşim şekli kalıp stoku bulundurma imkanı vermeyebilir. Bu durumda ertitme, kalıplamadan sonra başlayamaz. Aynı şekilde sıvı stoku oluşması halinde de bu stoku tutacak ocak olmayabilir. Ocakların kendi kapasiteleri (tüm ocaklar da değil) belirli miktarda bir sıvı metal tutulmasına uygun olabilir. Fakat bu da yeterli olmayabilir.

Sonuç olarak, proseslerle kullanılan donatımların kapasiteleri dahilinde yukarıdaki üç durumdan biri ile karşılaşılabılır. O halde kapasiteler yanında dökümhanenin olanakları da göz önüne alınarak kalıplama ile ertitme ve döküm prosesleri uyarlanır. Kum kalıba döküm yapan tam mekanize olmuş bir döküm fabrikasında rasyonel çalışmanın gereği olan proseslerin

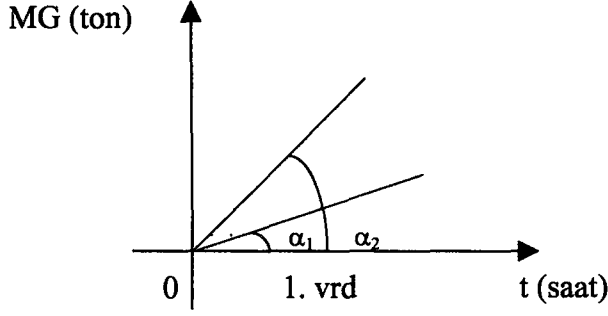
uyarlanması açısından daha başlangıçta (kuruluştaki) kalıplama makinalarının ve ergitme ocaklarının, kapasiteleri ve stok olanakları bakımından iyi bir planlama yapılmalıdır. Ergitme yada kalıplama donanımında uyarılma olanaklarına esneklik kazandıracak ve olumsuz bir durumda yedekleme sağlayacak bir stok olanağı bulundurulmalıdır.

### 3.2 Kalıplama Prosesinin Değişken Parça Türleri İçermesi Durumunda Uyarılma

Döküm işletmesinde yapılacak iş (alınan sipariş) her zaman tek tip parça üretimi olmayabilir. İşletmenin herhangi bir sanayiye yönelik ürettiği parçalar çok çeşitli olabilir. Bu durumda, alınan sipariş doğrultusunda üretim programı kapsamında belirli sayıda parça türü vardır. Örneğin siparişin teslim süresi bir yıl ise, bu bir yıl içerisinde örneğin aynı malzemede 1500 türde parçanın üretimi gerçekleşmelidir. İşte bu bölümde; bu tipte, alınan siparişte değişik parça türlerinin olduğu durumda bir uyarılma yapabilmek için uyarılma aşamasına gelene dek neler yapılması gerektiği ele alınacaktır.

İşletmeye gelen siparişin bir imalat programına dönüştürülmesinden sonra ele alınacağı bölüm kalıplama bölümüdür. Kalıplamaya gelen üretim programında sipariş sürecinde (ki buna bu açıklamalarda kolaylık olması amacıyla yıllık diyelim) dökülecek parça türleri, hangi parçadan yılda kaç adet üretileceği ve her bir türün yıllık döküm ağırlığı ton olarak verilmelidir. Bu parçalar kalıp verimini arttırmak amacıyla her parça türü bir grup oluşturacak şekilde model plakaları hazırlanmalıdır. Keza bu tip fabrikalarda sürekli olarak belli bir sanayiye üretim yapıldığı için bir grup oluşturan model plakaları hazır olabilir. Yani bir parça türünden bir kalıpta, kalıp verimini maksimumda tutmak için kaç adet olacağı bellidir. Belli değilse de mühendislik birimlerince bu bilgiler işlenir. Buna bağlı olarak da hazırlanacak model plakalarındaki parça sayısı (kalıptaki parça sayısı) buna göre de bir kalıptaki brüt metal ağırlığı (yolluk, çıkıcı, besleyici dahil), kalıplanacak yıllık kalıp sayısı, her parçadaki ve kalıptaki maça sayısı, beher kalıptaki metal ve maça hacimleri belirlenmiştir. Bu aşamadan sonra kalıplama için artık üretilecek parça ağırlığı değil kalıp ağırlığı önem kazanır.

Kalıp verimi maksimum olacak şekilde hazırlanan kalıplardaki metal miktarı, değişken parça türünden dolayı geniş sınırlar arasında değişir. Örneğin bir kalıptaki metal ağırlığı 20 kg iken, diğer bir kalıp 150 kg olabilir. Tüm parça türlerinin dökümünde kalıplama prosesinden döküme giden kalıpların ağırlıklarının bu şekilde değişken olması; istemin dolayısıyla  $\alpha$ 'nın şekildeki gibi geniş sınırlar arasında değişmesi sonucunu doğurur. Bu dinamik durum sistemin mekanizasyonunu, kalıplama ve ergitme prosesleri arasındaki uyarılmayı güçleştirir, çalışma verimini düşürür.



Şekil 3.9 Yüksek proses dinamiği

Bu durumda yapılabilecek en uygun şey şudur: Bütün parça türlerinin dökümünde kalıplama istasyonundan döküm istasyonuna giden kalıplar öyle bir dizi grubu oluşturmalıdır ki ergitme-döküm prosesi minimum değişken bir  $\alpha$ 'ya göre çalışabilsin yani sistemin dinamikliği azalsın. Dökümhanede kalıp hazırlayan kalıplama istasyonları kaç adetse, bu adet kadar birer grup oluşturacak şekilde döküm istasyonuna ilerler. İstasyon sayısına k dersek döküme k kadar kalıp bir grup oluşturarak gelir. Bu sebeple burada artık dikkate alınması gereken kalıp ağırlıklarıdır. Bu amaçla kalıplama üretim programında verilen her parçaya ait kalıp ağırlığı bilgileri kullanılarak parçalar (yıllık imal adedi verilmiş) kalıplardaki artan metal ağırlığına göre bir çizelgede sıralanmalıdır.

Yukarıdaki işlemlerden sonra yapılması gereken, k adet kalıplama istasyonunda imal edilecek kalıplardan  $\alpha$ 'yı olabildiğince sabitleştirecek k kadar kalıp kombinasyonları oluşturmaktır. Bu kombinasyonlar oluşturulurken şu aşağıdaki ilkelere uyulmalıdır:

- 1) Döküm hattına birbiri ardından gönderilen her bir kombinasyonun (k kadar kalıbın) metal gereksinimi (sıvı metal istemi), ortalama teorik kalıp metal ağırlığına ( $m_a$ ) eşit yada yakın olmalıdır. Yani,  $(m_1 + m_2 + \dots + m_k) - k m_a = \text{minimum}$  olmalıdır.
- 2) Her kalıp istasyonu sipariş teslim süresi boyunca tam kapasite ile çalışacak şekilde yük dağıtımı yapılmalıdır. Yani gün içerisindeki tüm vardiyalar boyunca çalışılmalıdır.

### 3.2.1 Ortalama Kalıp Metal Ağırlığının Hesaplanması

Ortalama kalıp metal ağırlığı, üretim programındaki her parçaya ait kalıbın sıvı metal ihtiyacı ile bu parçalar için imal edilecek kalıp sayıları çarpımlarının toplamının; toplam üretilecek kalıp sayısına bölünmesi ile bulunur. Formül olarak yazılacak olursa:

$$m_a = \sum (m_i \times n_i) / \sum n_i \text{ olur. Burada,}$$

i = Parçalara ait sıra numarası.

$n_i$  = Her parça türünden imal edilecek kalıp sayısı

$m_i$  = Her parçaya ait bir kalıbın sıvı metal istemi.

Bu sonuca göre yukarıda açıklanan esaslara uygun  $k$  adette kalıp kombinasyonu oluştururken her bir  $k$  adet kombinasyonun toplam sıvı metal ihtiyacı yaklaşık  $k \times m_a$  kadar olmalıdır. Buna göre bu değere yaklaşmak için; örneğin iki kalıplama istasyonlu bir dökümhanede, bir adet sıvı metal istemi en az, bir adet en çok olan kalıp ile ikili kombinasyonlar oluşturulabilir. Kalıplama yapılırken bu ikili kombinasyona ait kalıplardan her biri bir kalıp istasyonunca imal edilir. Tabi burada daha önce açıklandığı gibi, parçaların kalıp metal ağırlıklarına göre sıralandığı bir çizelge hazırlanmalıdır.

Sonuçta, yukarıdaki yöntemle farklı ağırlıktaki parçaları  $k$  kalıp istasyonunda kalıplayıp sonra bu kalıpları döküm hattında kombine ederek  $\alpha$  açısını (MG (t)) küçülterek dinamiklik derecesini düşürmek mümkün olmaktadır. Uyarılama için gerekli MG (t) fonksiyonun elde edilisinde bu  $m_a$  değeri kullanılır.

#### 4. ÖRNEK İŞYERİNİN TANITILMASI

Bu bölümde, kalıplama ve ergitme - döküm proseslerinin uyarlanma olanaklarının araştırıldığı ve bunun için gerekli temel verilerin alındığı örnek işyeri (döküm tesisi) ve donatımları tanıtılacaktır.

Bu çalışmada esas alınan döküm tesisinde otomotiv ve ziraat traktör sanayii için, gri ve küresel grafitli dökme demir (DDL, DDK) parçalar üretilmektedir. Yurtiçi ve yurtdışı için üretim yapan döküm tesisinde; silindir blok ve kapakları, transmisyon gövdeleri, diferansiyel kutuları, fren kampanaları ve diskleri, volanlar, kam milleri, krank milleri, manifoldlar, akslar ve aks kovanları üretimi yapılan parçalara örnek olarak verilebilir. Kalıplama ve ergitme bölümlerine ait donanım bilgileri aşağıda verilmektedir.

##### 4.1 Kalıplama Bölümü

Hat 1: Kalıplama makinası; sürekli, yüksek basınçlı, darbeli, çok sıkıştırma kafalı, kalıplama hızı maksimum 120 kalıp/saat. Derece ebatları; 900 x 700 x 360/360 mm. Alt ve üst dereceler için iki ayrı kalıp makinası, ağır üst derece. İki adet döküm arabası, 45 dakika soğuma süresi. Döküm parçalar temizleme bölümüne monoray soğutma konveyörü ile 5 saatte iletilirler.

Hat 2: Kalıplama makinası; kademeli, yüksek basınçlı, çok sıkıştırma kafalı, kalıplama hızı maksimum 45 kalıp/saat. Derece ebatları 1100 x 900 x 400/400 mm. Alt ve üst dereceler için tek makina, tek döküm arabası, 2 ~ 4 saat soğuma süresi.

Hat 3: Kalıplama makinası; yatay, sürekli, yüksek basınçlı, darbeli, çok sıkıştırma kafalı, kalıplama hızı maksimum 180 kalıp/saat. Derece ebatları 900 x 700 x 360/360 mm. Alt ve üst dereceler için iki ayrı makina, ağır üst derece, iki döküm arabası, 45 dakika soğuma süresi. Döküm parçalar temizleme bölümüne monoray soğutma konveyörü ile 5 saatte iletilir.

Hat 4: Kalıplama makinası; dikey ayrımlı kalıplama, derecesiz (disamatik), kalıplama hızı maksimum 360 kalıp/saat. Kalıp ebatları; 535 x 650 x 150 x 400. Kumda ve soğutma tamburunda 2 saat soğuma süresi.

Hat 5: Kalıplama makinası; dikey ayrımlı kalıplama, derecesiz (disamatik), kalıplama hızı maksimum 200 kalıp/saat. Kalıp ebatları; 650 x 850 x 150 x 400. Kumda ve soğutma tamburunda 2 saat soğuma süresi.

Hat 6: Kalıplama makinası; yarı otomatik, hava sıkıştırmalı, kalıplama hızı maksimum 120 kalıp/saat. Derece ebatları; 1100 x 900 x 350/350 mm. 104 dakika soğuma süresi.

Hat 7: Kalıplama makinası; dereceli, kalıplama hızı maksimum 20 kalıp/saat. Derece ebatları; 1950 x 1250 x 400/400. 189 dakika soğuma süresi.

Her hat için ayrı ayrı hazırlanmış kum tesisleri vardır. Sürekli hazır bulunan kum, tesisin dışında bulunan kum hazırlama bölümünden tüm hatların kalıplama makinalarına borular vasıtasıyla iletilir.

#### 4.2 Ergitme Bölümü

- İki adet 28 ton kapasitede direkt ark ergitme ocağı, 10000 KVA.
- Dört adet 14 ton kapasitede, orta frekanslı (250 Hz.) indüksiyon ergitme ocağı, 7000 KVA.
- Üç adet 8 ton kapasitede, orta frekanslı (250 Hz.) indüksiyon ergitme ocağı, 6300 KVA.
- Dört adet 28 ton kapasitede, nüveli indüksiyon sıcak tutma ocağı, 700 KVA.
- Üç adet 14 ton kapasitede nüveli indüksiyon sıcak tutma ocağı, 700 KVA.

Hurdalar ve pik demir şarj sepetlerine, iki adet 5 ton, bir adet 10 ton magnet ve polipli şarj sepeti hazırlama vinci tarafından taşınırlar. Şarj sepetleri, ergitme ocaklarına, iki adet 35 ton ve bir adet 10 tonluk vinçle taşınırlar.

Ergitme kapasiteleriyle ilgili gerekli olacak daha ayrıntılı bilgiler, uyarlama olanaklarının araştırılması bölümüne geçilmeden önce tekrar ele alınacaktır.

**Örnek işyeri hakkında genel bilgilerin sunusundan sonra bu işyerinde proseslerin uyarlanma olanaklarının araştırılmasında gerekli olan temel bilgiler saptanmalıdır. Bunun için de böyle bir tesiste üretimin temelini teşkil eden, kalıplama hatları ile ilgili üretim programının bilinmesi gerekir. Böylelikle kalıplama hatlarında kalıplanacak parçaların brüt ağırlıklarına göre oluşacak sıvı metal istemi doğrultusunda kalıplama ve ergitme - döküm prosesleri arasında uyarlama olanakları araştırılabilecektir.**

Tez çalışmasının bu amacı doğrultusunda; örnek işyerinden temin edilmiş olan kalıplama hatları haftalık üretim programı, uyarlama için gereken temel bilgileri teşkil etmektedir. Geçmiş yıllara ait olan bu programda, tesis tanıtımında verilen kalıplama hatlarında; hangi parçaların üretileceği, kalıp ebatları, o hafta bir parçadan kaç adet üretileceği ve bu parçaların brüt ağırlıkları verilmektedir (Ek 1). İlk olarak satış bölümüne gelen sipariş, üretim planlama birimince kapasiteler göz önünde tutularak üretim programı haline getirilir. Buradan da ilgili

bölmelere gerekli iş emirleri iletilir. Gelen sipariş teslim süresi dikkate alınarak haftalık ve nihai olarak günlük üretim programları çıkarılır ve ilgili birimlere iletilir. İşletmenin kendi uyguladığı iş programında, kalıplama bölümüne ait haftalık bu programdan (Ek 1) hat bazında günlük üretim programı çıkarılmaktadır. Ek 1; sayfa 1 ve 2 ' de hatlar bazında günlere göre hangi parçanın, hangi gün, hangi hatta ve kaç kalıpta üretileceği bilgileri vardır. Programın 3 ile 4 no' lu sayfalarında üretilecek toplam parça sayısı adet olarak ve toplam parça ağırlıkları ton olarak verilmiştir.

Bu çalışmada veri olarak iş yerinden alınan imalat ve donanım bilgileri ile geçmiş yıllara ait (temin edilebilen 98 yılına aittir) kalıplama üretim programı kullanılacaktır. Kalıplama kapasitesi bilgileri (kalıplama donanım bilgileri) ve programdaki kalıplamaya dair bilgiler (parça adetleri, ağırlıkları, kalıp adetleri, kalıp ağırlıkları) doğrultusunda, ortaya çıkacak olan sıvı metal isteminin, ergitme kapasitesi (ergitme donanım bilgileri) dikkate alınarak nasıl karşılanabileceği, kısaca kalıplama ile ergitme - döküm proseslerinin uyarlanması olanakları araştırılacaktır. Şimdiye kadar açıklanan örnek işyerinden alınan bilgilerin dışında, donanımlarla ilgili olarak yerleşim planları ve çalışmalarını hakkında yerinde gözlem ve yetkililerden edinilen bilgiler de yeri geldiğinde kullanılacaktır. Ekte verilen haftalık kalıplama üretim programına dönüşmüş olan siparişin teslim süresi firmadan verilmemiştir. Bu tip tesislerde, siparişin teslim sürecinin uzun olduğu üretimler yapıldığından (Örneğin 1 yıl), sipariş teslim süresi 45 hafta olarak kabul edilmiştir. Ekteki program, bu 45 haftalık işin programının 1 haftalığa indirgenmiş hali şeklinde kabul edilerek kullanılacaktır.



## 5. VERİLERİN UYARLAMAYA UYGUN OLARAK DÜZENLENMESİ

Bu bölümden itibaren önceki sayfalarda açıklanan bilgiler doğrultusunda programda belirtilen üretimin rasyonel bir çalışma ile gerçekleşebilmesi için temel koşul olan proseslerin uyarlanması ele alınacaktır. Çözümde ilk aşama olarak uyarlamanın ve üretimin temelini teşkil eden, sıvı metal istemini oluşturacak olan kalıplama prosesi ele alınmalıdır. Bu sebeple kalıplama üretim programındaki veriler aşama aşama düzenlenerek uyarlamada kullanılacak değerlerin görülebileceği nihai tablolar hazırlanmalıdır.

Kalıplama üretim programında sadece hangi hatlarda hangi parçaların kalıplandığı, bu parçaların adetleri ve brüt ağırlıkları ile ilgili veriler kullanılacaktır. Tez çalışmasında hangi gün hangi parçadan kaç adet üretildiği bilgileri kullanılmayacak, sipariş süreci 45 hafta olan ve 1 haftalığa indirgenmiş üretim programı şeklinde ele alınacaktır. İşyerinden alınan kalıplama haftalık üretim programında parçaların ismi kullanılmamış, numaralarla mamul kodu olarak belirtilmiştir. Dolayısıyla oluşturulacak tabloların tümünde parça adı yerine kodları kullanılacaktır. Kalıplama üretim programında verilen parçaların malzemesi lamel grafitli dökme demirdir (DDL).

### 5.1 Verilerin Düzenlenmesi

Kalıplama üretim programında hat 2 ve hat 7' de diğer hatlar göre çok az sayıda parça üretilmesi ve bunun rasyonel olmaması sebebiyle çalışmada devre dışı bırakılmıştır (Ek 1; sayfa 1, 2). Baştan itibaren kalıplama hatları tekrar numaralanarak, çalışma beş hat üzerinde devam edecektir. Ek 1; 3 ~ 7 no' lu sayfalarda, haftalık olarak mamul kodlarına göre hangi parçadan kaç adet üretileceği ve gereken malzeme miktarı yani parçaların toplam brüt ağırlıkları verilmiştir. Buradan toplam olarak verilmiş brüt ağırlık ve adetlerden; toplam parça ağırlığı, toplam parça sayılarına bölünerek tüm parçaların brüt parça ağırlıkları (kg) elde edilebilir. Bu işlemle düzenlenen veriler Çizelge 5.1' de verilmiştir.



Çizelge 5.1 Parça numaralarına göre brüt parça ağırlıkları

Sıra No	Parça No	Ton/Hafta	Parça Sayısı/Hafta (Adet)	Brüt Parça Ağırlığı (kg)
1	7	0,4	1200	0,33
2	11	38,1	3360	11,34
3	13	1,1	5075	0,22
4	15	2,9	3000	0,97
5	16	20,0	2200	9,09
6	19	29,5	8000	3,69
7	22	23,4	3000	7,80
8	29	4,9	2400	2,04
9	39	34,6	2500	13,84
10	61	20,3	450	45,11
11	65	2,6	1000	2,60
12	66	1,5	500	3,00
13	67	1,5	500	3,00
14	68	2,7	500	5,40
15	69	4,4	800	5,50
16	70	2,8	800	3,50
17	71	2,8	800	3,50
18	74	7,9	150	52,67
19	75	0,2	120	1,67
20	76	4,8	735	6,48
21	77	4,8	735	6,48
22	79	1,5	500	3,00
23	80	2,6	1600	1,63
24	81	2,0	1100	1,82
25	82	2,5	1400	1,79
26	85	12,8	450	28,44
27	88	11,6	1000	11,60
28	91	12,2	1500	8,13
29	92	3,9	500	7,80
30	96	3,8	1050	3,62
31	105	3,2	500	6,40
32	110	5,2	1000	5,20
33	115	2,7	1000	2,70
34	118	10,1	500	20,20
35	135	51,1	2160	23,64
36	136	17,2	200	86,00
37	139	12,8	1600	8,00
38	143	32,0	800	40,00
39	144	8,9	500	17,80
40	149	10,6	1950	5,44
41	150	38,4	9600	4,00
42	151	16,4	2000	8,20
43	152	7,6	800	9,50
44	153	2,2	500	4,40
45	158	42,8	3360	12,75
46	159	15,4	2000	7,70
47	161	55,2	1600	34,50
48	166	9,6	1800	5,33
49	171	14,4	400	36,00
50	199	24,2	3000	8,07

Sıra No	Parça No	Ton/Hafta	Parça Sayısı/Hafta (Adet)	Brüt Parça Ağırlığı (kg)
51	200	24,4	23000	1,06
52	217	18,9	5500	3,44
53	218	56,6	16500	3,43
54	220	37,4	3200	11,69
55	224	30,3	5100	5,94
56	225	65,8	9600	6,85
57	226	13,7	1650	8,30
58	265	13,3	2000	6,65
59	310	61,8	6000	10,30
60	312	30,7	2400	12,79
61	336	14,8	800	18,50
62	367	8,6	350	24,57
63	368	11,0	450	24,44
64	369	6,5	200	32,50
65	370	6,5	200	32,50
66	376	38,0	2000	19,00
67	404	39,3	400	98,25
68	405	36,2	400	90,50
69	406	17,8	400	44,50
70	407	24,5	600	40,83
71	411	10,5	400	26,25
72	428	8,8	2500	3,52
73	429	7,1	2500	2,84
74	431	5,4	200	27,00
75	462	2,8	1000	2,80
76	463	2,8	1000	2,80
77	475	14,7	500	29,40
78	476	11,0	300	36,67
79	477	10,4	300	34,67
80	484	11,9	200	59,50
81	491	11,2	300	37,33
82	510	14,2	600	23,67
83	524	80,0	900	88,89
84	527	5,1	200	25,50
85	529	28,1	250	112,20
86	536	16	1000	16,00
87	558	18,7	250	74,80
88	562	18,7	250	74,80
89	565	30,8	875	35,20
90	566	21,0	600	35,00
91	573	22,8	10200	2,24
92	579	16,4	420	39,05
93	580	2,6	1925	1,35
94	588	16,6	2000	8,30
95	597	26,1	3000	8,70
96	598	4,1	750	5,47
97	602	7,0	500	14,00
98	620	67,6	1600	42,25
99	623	1,4	1200	1,17
100	628	4,8	4200	1,14
101	629	6,9	4200	1,64
102	638	4,1	300	13,67
103	645	4,9	500	9,80
104	647	47,6	3500	13,60
105	760	24,4	17400	1,40

Sıra No	Parça No	Ton/Hafta	Parça Sayısı/Hafta (Adet)	Brüt Parça Ağırlığı (kg)
106	775	6,9	450	15,33
107	783	5,1	300	17,00
108	785	7,1	300	23,67
109	786	4,9	150	32,67
110	788	17,7	675	26,22
111	880	13,7	580	23,62
112	890	18,5	700	26,43
113	903	6,8	400	17,00
114	924	23,5	1680	13,99
115	939	36,2	900	40,22
116	940	20,8	1000	20,80
117	941	28,3	1500	18,87
118	956	2,2	300	7,33
119	958	8,6	600	14,33
120	969	2,7	50	54,00
121	973	5,3	100	53,00
122	987	27,4	900	30,40
123	1006	14,8	250	59,20
124	1007	13,9	250	55,60
125	1008	9,5	300	31,67
126	1009	9,4	300	31,33
127	1010	12,6	200	63,00
128	1020	7,6	300	25,33
129	1022	9,3	200	46,50
130	1024	9,8	200	49,00
131	1030	2,7	200	13,50
132	1034	16,1	300	53,67
133	1035	13,0	400	32,50
134	1038	4,1	100	41,00
135	1043	10,2	125	81,60
136	1046	4,1	200	20,50
137	1047	10,2	300	34,00
138	1050	1,4	500	2,80
139	1740	11,9	500	27,70
140	1743	6,3	120	52,50
141	1802	3,1	200	15,50
142	1821	8,4	3360	2,50
143	1827	8,6	3300	2,61
144	1829	2,9	500	5,80
145	1843	10,9	150	72,67
146	3250	7,8	700	11,14
147	3257	12,8	1050	12,19
148	3604	1,2	600	2,00
149	3605	1,1	600	1,83
150	3800	48,0	5000	9,60

Daha sonra bu tablodaki verilere programın (Ek 1) 1 ve 2 no' lu sayfalarında verilen kalıp adedi bilgileri eklenerek Çizelge 5.2 elde edilmiştir. Çizelge 5.2 'de parça sayılarının kalıp sayılarına bölünmesiyle elde edilen bir kalıpta kaç parça döküleceği bilgisi de verilmektedir. İlgili bölümde de açıklandığı üzere, kalıp verimini maksimumda tutmak için, parçalar bir model plakasında büyüklüklerince göre bir grup oluşturacak şekilde kalıplanmaktadır (kalıpta kombinasyon). Örneğin Çizelge 5.2' de 7 no' lu parçanın bir kalıpta 24 adet kalıplandığı görülmektedir. Bu şekilde boyutların izin verdiği ölçüde düşük ağırlıklı yada küçük boyutlu parçalar aynı kalıpta dökülebilmektedir. Çizelge 5.2 'de ayrıca brüt parça ağırlığı ile kalıptaki parça adedinin çarpımıyla bir kalıptaki brüt metal ağırlığı da bulunmuştur. Dolayısıyla bu bilgi ergitme bölümünce karşılanması gereken sıvı metal istemini vermektedir.

Çizelge 5.2 'de bu veriler mamul kodu yani parça numaralarına göre düzenlenmiştir. Bu veriler, kalıptaki brüt metal ağırlıklarına göre sıralanarak Çizelge 5.3 elde edilmiştir. Bu şekilde hazırlanan bir çizelge daha sonraki aşamalarda gerekli bilgilerin kullanılması açısından kolaylık sağlayacaktır. Bu çizelgeler, siparişteki parçaların tümü için düzenlenmiştir. Uyarılma olanaklarının araştırılmasına geçebilmek için tabloları parçaların kalıplanacağı hatlar bazında sıvı metal isteminin görülebileceği hale getirmek gerekir. Dolayısıyla Ek 1 'deki hangi parçaların hangi hatlarda döküleceği bilgileri kullanılarak Çizelge 5.3, hatlara göre düzenlenmiştir. Hatlara göre bu bilgiler sırasıyla Çizelge 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8 'de görülmektedir.

Çizelge 5.2 Parça numaralarına göre kalıptaki parça sayıları ve kalıp ağırlıkları

Sıra No	Parça No	Ton/Hafta	Parça Sayısı/Hafta (Adet)	Brüt Parça Ağırlığı (kg)	Kalıp Sayısı/Hafta	Kalıptaki Parça Sayısı	Kalıptaki Brüt Metal Ağırlığı (kg)
1	7	0,4	1200	0,33	50	24	8,00
2	11	38,1	3360	11,34	840	4	45,36
3	13	1,1	5075	0,22	175	29	6,29
4	15	2,9	3000	0,97	100	30	29,00
5	16	20	2200	9,09	1100	2	18,18
6	19	29,5	8000	3,69	1000	8	29,50
7	22	23,4	3000	7,80	1000	3	23,40
8	29	4,9	2400	2,04	150	16	32,67
9	39	34,6	2500	13,84	1250	2	27,68
10	61	20,3	450	45,11	225	2	90,22
11	65	2,6	1000	2,60	100	10	26,00
12	66	1,5	500	3,00	250	2	6,00
13	67	1,5	500	3,00	250	2	6,00
14	68	2,7	500	5,40	250	2	10,80
15	69	4,4	800	5,50	800	1	5,50
16	70	2,8	800	3,50	800	1	3,50
17	71	2,8	800	3,50	800	1	3,50
18	74	7,9	150	52,67	150	1	52,67
19	75	0,2	120	1,67	120	1	1,67
20	76	4,8	735	6,48	735	1	6,48
21	77	4,8	735	6,48	735	1	6,48
22	79	1,5	500	3,00	500	1	3,00
23	80	2,6	1600	1,63	200	8	13,00
24	81	2,0	1100	1,82	100	11	20,00
25	82	2,5	1400	1,79	100	14	25,00
26	85	12,8	450	28,44	225	2	56,89
27	88	11,6	1000	11,60	250	4	46,40
28	91	12,2	1500	8,13	250	6	48,80
29	92	3,9	500	7,80	125	4	31,20
30	96	3,8	1050	3,62	175	6	21,71
31	105	3,2	500	6,40	500	1	6,40
32	110	5,2	1000	5,20	200	5	26,00
33	115	2,7	1000	2,70	100	10	27,00
34	118	10,1	500	20,20	250	2	40,40
35	135	51,1	2160	23,64	720	3	70,92
36	136	17,2	200	86,00	200	1	86,00
37	139	12,8	1600	8,00	200	8	64,00
38	143	32,0	800	40,00	800	1	40,00
39	144	8,9	500	17,80	250	2	35,60
40	149	10,6	1950	5,44	325	6	32,62
41	150	38,4	9600	4,00	1600	6	24,00
42	151	16,4	2000	8,20	1000	2	16,40
43	152	7,6	800	9,50	200	4	38,00
44	153	2,2	500	4,40	250	2	8,80
45	158	42,8	3360	12,75	560	6	76,50
46	159	15,4	2000	7,70	1000	2	15,40
47	161	55,2	1600	34,50	800	2	69,00
48	166	9,6	1800	5,33	450	4	21,33
49	171	14,4	400	36,00	200	2	72,00
50	199	24,2	3000	8,07	1500	2	16,13
51	200	24,4	23000	1,06	1000	23	24,40
52	217	18,9	5500	3,44	1100	5	17,18
53	218	56,6	16500	3,43	3300	5	17,15

Sıra No	Parça No	Ton/Hafta	Parça Sayısı/Hafta (Adet)	Brüt Parça Ağırlığı (kg)	Kalıp Sayısı/Hafta	Kalıptaki Parça Sayısı	Kalıptaki Brüt Metal Ağırlığı (kg)
54	220	37,4	3200	11,69	800	4	46,75
55	224	30,3	5100	5,94	850	6	35,65
56	225	65,8	9600	6,85	1600	6	41,13
57	226	13,7	1650	8,30	275	6	49,82
58	265	13,3	2000	6,65	1000	2	13,30
59	310	61,8	6000	10,30	3000	2	20,60
60	312	30,7	2400	12,79	1200	2	25,58
61	336	14,8	800	18,50	400	2	37,00
62	367	8,6	350	24,57	175	2	49,14
63	368	11,0	450	24,44	225	2	48,89
64	369	6,5	200	32,50	100	2	65,00
65	370	6,5	200	32,50	100	2	65,00
66	376	38,0	2000	19,00	1000	2	38,00
67	404	39,3	400	98,25	400	1	98,25
68	405	36,2	400	90,50	400	1	90,50
69	406	17,8	400	44,50	200	2	89,00
70	407	24,5	600	40,83	600	1	40,83
71	411	10,5	400	26,25	200	2	52,50
72	428	8,8	2500	3,52	1250	2	7,04
73	429	7,1	2500	2,84	1250	2	5,68
74	431	5,4	200	27,00	100	2	54,00
75	462	2,8	1000	2,80	250	4	11,20
76	463	2,8	1000	2,80	250	4	11,20
77	475	14,7	500	29,40	250	2	58,80
78	476	11,0	300	36,67	150	2	73,33
79	477	10,4	300	34,67	300	1	34,67
80	484	11,9	200	59,50	200	1	59,50
81	491	11,2	300	37,33	300	1	37,33
82	510	14,2	600	23,67	300	2	47,33
83	524	80,0	900	88,89	900	1	88,89
84	527	5,1	200	25,50	100	2	51,00
85	529	28,1	250	112,20	250	1	112,20
86	536	16,0	1000	16,00	500	2	32,00
87	558	18,7	250	74,80	250	1	74,80
88	562	18,7	250	74,80	250	1	74,80
89	565	30,8	875	35,20	875	1	35,20
90	566	21,0	600	35,00	600	1	35,00
91	573	22,8	10200	2,24	1700	6	13,41
92	579	16,4	420	39,05	210	2	78,10
93	580	2,6	1925	1,35	175	11	14,86
94	588	16,6	2000	8,30	500	4	33,20
95	597	26,1	3000	8,70	1500	2	17,40
96	598	4,1	750	5,47	750	1	5,47
97	602	7,0	500	14,00	125	4	56,00
98	620	67,6	1600	42,25	800	2	84,50
99	623	1,4	1200	1,17	200	6	7,00
100	628	4,8	4200	1,14	700	6	6,86
101	629	6,9	4200	1,64	700	6	9,86
102	638	4,1	300	13,67	150	2	27,33
103	645	4,9	500	9,80	500	1	9,80
104	647	47,6	3500	13,60	1750	2	27,20
105	760	24,4	17400	1,40	2900	6	8,41
106	775	6,9	450	15,33	75	6	92,00
107	783	5,1	300	17,00	75	4	68,00
108	785	7,1	300	23,67	75	4	94,67

Sıra No	Parça No	Ton/Hafta	Parça Sayısı/Hafta (Adet)	Brüt Parça Ağırlığı (kg)	Kalıp Sayısı/Hafta	Kalıptaki Parça Sayısı	Kalıptaki Brüt Metal Ağırlığı (kg)
109	786	4,9	150	32,67	50	3	98,00
110	788	17,7	675	26,22	225	3	78,67
111	880	13,7	580	23,62	145	4	94,48
112	890	18,5	700	26,43	350	2	52,86
113	903	6,8	400	17,00	200	2	34,00
114	924	23,5	1680	13,99	280	6	83,93
115	939	36,2	900	40,22	900	1	40,22
116	940	20,8	1000	20,80	250	4	83,20
117	941	28,3	1500	18,87	750	2	37,73
118	956	2,2	300	7,33	75	4	29,33
119	958	8,6	600	14,33	200	3	43,00
120	969	2,7	50	54,00	50	1	54,00
121	973	5,3	100	53,00	100	1	53,00
122	987	27,4	900	30,40	450	2	60,80
123	1006	14,8	250	59,20	250	1	59,20
124	1007	13,9	250	55,60	250	1	55,60
125	1008	9,5	300	31,67	300	1	31,67
126	1009	9,4	300	31,33	300	1	31,33
127	1010	12,6	200	63,00	200	1	63,00
128	1020	7,6	300	25,33	150	2	50,67
129	1022	9,3	200	46,50	200	1	46,50
130	1024	9,8	200	49,00	200	1	49,00
131	1030	2,7	200	13,50	50	4	54,00
132	1034	16,1	300	53,67	300	1	53,67
133	1035	13,0	400	32,50	200	2	65,00
134	1038	4,1	100	41,00	100	1	41,00
135	1043	10,2	125	81,60	125	1	81,60
136	1046	4,1	200	20,50	200	1	20,50
137	1047	10,2	300	34,00	150	2	68,00
138	1050	1,4	500	2,80	125	4	11,20
139	1740	11,9	500	23,70	125	4	94,80
140	1743	6,3	120	52,50	120	1	52,50
141	1802	3,1	200	15,50	100	2	31,00
142	1821	8,4	3360	2,50	280	12	30,00
143	1827	8,6	3300	2,61	300	11	28,67
144	1829	2,9	500	5,80	250	2	11,60
145	1843	10,9	150	72,67	150	1	72,67
146	3250	7,8	700	11,14	140	5	55,71
148	3257	12,8	1050	12,14	175	6	72,86
149	3604	1,2	600	2,00	600	1	2,00
150	3605	1,1	600	1,83	600	1	1,83
151	3800	48,0	5000	9,60	5000	1	9,60



Çizelge 5.3 Parçaların kalıp ağırlıklarına göre sıralanması

Sıra No	Parça No	Kalıptaki Brüt Metal Ağırlığı (kg)	Kalıp Sayısı/Hafta	Kalıptaki Parça Sayısı	Ton/Hafta	Parça Sayısı/Hafta (Adet)	Brüt Parça Ağırlığı (kg)
1	75	1,67	120	1	0,2	120	1,67
2	3605	1,83	600	1	1,1	600	1,83
3	3604	2,00	600	1	1,2	600	2,00
4	79	3,00	500	1	1,5	500	3,00
5	70	3,50	800	1	2,8	800	3,50
6	71	3,50	800	1	2,8	800	3,50
7	598	5,47	750	1	4,1	750	5,47
8	69	5,50	800	1	4,4	800	5,50
9	429	5,68	1250	2	7,1	2500	2,84
10	66	6,00	250	2	1,5	500	3,00
11	67	6,00	250	2	1,5	500	3,00
12	13	6,29	175	29	1,1	5075	0,22
13	105	6,40	500	1	3,2	500	6,40
14	76	6,48	735	1	4,8	735	6,48
15	77	6,48	735	1	4,8	735	6,48
16	628	6,86	700	6	4,8	4200	1,14
17	623	7,00	200	6	1,4	1200	1,17
18	428	7,04	1250	2	8,8	2500	3,52
19	7	8,00	50	24	0,4	1200	0,33
20	760	8,41	2900	6	24,4	17400	1,40
21	153	8,80	250	2	2,2	500	4,40
22	3800	9,60	5000	1	48,0	5000	9,60
23	645	9,80	500	1	4,9	500	9,80
24	629	9,86	700	6	6,9	4200	1,64
25	68	10,80	250	2	2,7	500	5,40
26	462	11,20	250	4	2,8	1000	2,80
27	463	11,20	250	4	2,8	1000	2,80
28	1050	11,20	125	4	1,4	500	2,80
29	1829	11,60	250	2	2,9	500	5,80
30	80	13,00	200	8	2,6	1600	1,63
31	265	13,30	1000	2	13,3	2000	6,65
32	573	13,41	1700	6	22,8	10200	2,24
33	580	14,86	175	11	2,6	1925	1,35
34	159	15,40	1000	2	15,4	2000	7,70
35	199	16,13	1500	2	24,2	3000	8,07
36	151	16,40	1000	2	16,4	2000	8,20
37	218	17,15	3300	5	56,6	16500	3,43
38	217	17,18	1100	5	18,9	5500	3,44
39	597	17,40	1500	2	26,1	3000	8,70
40	16	18,18	1100	2	20,0	2200	9,09
41	81	20,00	100	11	2,0	1100	1,82
42	1046	20,50	200	1	4,1	200	20,50
43	310	20,60	3000	2	61,8	6000	10,30
44	166	21,33	450	4	9,6	1800	5,33
45	96	21,71	175	6	3,8	1050	3,62
46	22	23,40	1000	3	23,4	3000	7,80
47	150	24,00	1600	6	38,4	9600	4,00
48	200	24,40	1000	23	24,4	23000	1,06
49	82	25,00	100	14	2,5	1400	1,79
50	312	25,58	1200	2	30,7	2400	12,79
51	65	26,00	100	10	2,6	1000	2,60
52	110	26,00	200	5	5,2	1000	5,20
53	115	27,00	100	10	2,7	1000	2,70



Sıra No	Parça No	Kalıptaki Brüt Metal Ağırlığı (kg)	Kalıp Sayısı/Hafta	Kalıptaki Parça Sayısı	Ton/Hafta	Parça Sayısı/Hafta (Adet)	Brüt Parça Ağırlığı (kg)
54	647	27,20	1750	2	47,6	3500	13,60
55	638	27,33	150	2	4,1	300	13,67
56	39	27,68	1250	2	34,6	2500	13,84
57	1827	28,67	300	11	8,6	3300	2,61
58	15	29,00	100	30	2,9	3000	0,97
59	956	29,33	75	4	2,2	300	7,33
60	19	29,50	1000	8	29,5	8000	3,69
61	1821	30,00	280	12	8,4	3360	2,50
62	1802	31,00	100	2	3,1	200	15,50
63	92	31,20	125	4	3,9	500	7,80
64	1009	31,33	300	1	9,4	300	31,33
65	1008	31,67	300	1	9,5	300	31,67
66	536	32,00	500	2	16,0	1000	16,00
67	149	32,62	325	6	10,6	1950	5,44
68	29	32,67	150	16	4,9	2400	2,04
69	588	33,20	500	4	16,6	2000	8,30
70	903	34,00	200	2	6,8	400	17,00
71	477	34,67	300	1	10,4	300	34,67
72	566	35,00	600	1	21,0	600	35,00
73	565	35,20	875	1	30,8	875	35,20
74	144	35,60	250	2	8,9	500	17,80
75	224	35,65	850	6	30,3	5100	5,94
76	336	37,00	400	2	14,8	800	18,50
77	491	37,33	300	1	11,2	300	37,33
78	941	37,73	750	2	28,3	1500	18,87
79	152	38,00	200	4	7,6	800	9,50
80	376	38,00	1000	2	38,0	2000	19,00
81	143	40,00	800	1	32,0	800	40,00
82	939	40,22	900	1	36,2	900	40,22
83	118	40,40	250	2	10,1	500	20,20
84	407	40,83	600	1	24,5	600	40,83
85	1038	41,00	100	1	4,1	100	41,00
86	225	41,13	1600	6	65,8	9600	6,85
87	958	43,00	200	3	8,6	600	14,33
88	11	45,36	840	4	38,1	3360	11,34
89	88	46,40	250	4	11,6	1000	11,60
90	1022	46,50	200	1	9,3	200	46,50
91	220	46,75	800	4	37,4	3200	11,69
92	510	47,33	300	2	14,2	600	23,67
93	91	48,80	250	6	12,2	1500	8,13
94	368	48,89	225	2	11,0	450	24,44
95	1024	49,00	200	1	9,8	200	49,00
96	367	49,14	175	2	8,6	350	24,57
97	226	49,82	275	6	13,7	1650	8,30
98	1020	50,67	150	2	7,6	300	25,33
99	527	51,00	100	2	5,1	200	25,50
100	411	52,50	200	2	10,5	400	26,25
101	1743	52,50	120	1	6,3	120	52,50
102	74	52,67	150	1	7,9	150	52,67
103	890	52,86	350	2	18,5	700	26,43
104	973	53,00	100	1	5,3	100	53,00
105	1034	53,67	300	1	16,1	300	53,67
106	431	54,00	100	2	5,4	200	27,00
107	969	54,00	50	1	2,7	50	54,00
108	1030	54,00	50	4	2,7	200	13,50

Sıra No	Parça No	Kalıptaki Brüt Metal Ağırlığı (kg)	Kalıp Sayısı/Hafta	Kalıptaki Parça Sayısı	Ton/Hafta	Parça Sayısı/Hafta (Adet)	Brüt Parça Ağırlığı (kg)
109	1007	55,60	250	1	13,9	250	55,60
110	3250	55,71	140	5	7,8	700	11,14
111	602	56,00	125	4	7,0	500	14,00
112	85	56,89	225	2	12,8	450	28,44
113	475	58,80	250	2	14,7	500	29,40
114	1006	59,20	250	1	14,8	250	59,20
115	484	59,50	200	1	11,9	200	59,50
116	987	60,80	450	2	27,4	900	30,40
117	1010	63,00	200	1	12,6	200	63,00
118	139	64,00	200	8	12,8	1600	8,00
119	369	65,00	100	2	6,5	200	32,50
120	370	65,00	100	2	6,5	200	32,50
121	1035	65,00	200	2	13,0	400	32,50
122	1047	68,00	150	2	10,2	300	34,00
123	783	68,00	50	4	3,4	200	17,00
124	161	69,00	800	2	55,2	1600	34,50
125	135	70,92	720	3	51,1	2160	23,64
126	171	72,00	200	2	14,4	400	36,00
127	1843	72,67	150	1	10,9	150	72,67
128	3257	72,86	175	6	12,8	1050	12,14
129	558	74,80	250	1	18,7	250	74,80
130	562	74,80	250	1	18,7	250	74,80
131	476	73,33	150	2	11,0	300	36,67
132	158	76,50	560	6	42,8	3360	12,75
133	579	78,10	210	2	16,4	420	39,05
134	1043	81,60	125	1	10,2	125	81,60
135	940	83,20	250	4	20,8	1000	20,80
136	924	83,93	280	6	23,5	1680	13,99
137	620	84,50	800	2	67,6	1600	42,25
138	136	86,00	200	1	17,2	200	86,00
139	524	88,89	900	1	80,0	900	88,89
140	406	89,00	200	2	17,8	400	44,50
141	61	90,22	225	2	20,3	450	45,11
142	405	90,50	400	1	36,2	400	90,50
143	775	92,00	75	6	6,9	450	15,33
144	880	94,48	145	4	13,7	580	23,62
145	785	94,67	75	4	7,1	300	23,67
146	1740	94,80	125	4	11,9	500	23,70
147	786	98,00	50	3	4,9	150	32,67
148	404	98,25	400	1	39,3	400	98,25
149	788	98,67	225	3	22,2	675	32,89
150	529	112,20	250	1	28,1	250	112,20

Çizelge 5.4 Hat 1 'de kalıplanacak parça bilgileri

Sıra No	Parça No	Kalıptaki Brüt Metal Ağırlığı (kg)	Kalıp Sayısı/Hafta	Kalıptaki Parça Sayısı	Ton/Hafta	Parça Sayısı/Hafta (Adet)	Brüt Parça Ağırlığı (kg)
1	1802	31,00	100	2	3,1	200	15,50
2	536	32,00	500	2	16,0	1000	16,00
3	149	32,62	325	6	10,6	1950	5,44
4	477	34,67	300	1	10,4	300	34,67
5	565	35,20	875	1	30,8	875	35,20
6	224	35,65	850	6	30,3	5100	5,94
7	491	37,33	300	1	11,2	300	37,33
8	376	38,00	1000	2	38,0	2000	19,00
9	143	40,00	800	1	32,0	800	40,00
10	225	41,13	1600	6	65,8	9600	6,85
11	958	43,00	200	3	8,6	600	14,33
12	510	47,33	300	2	14,2	600	23,67
13	1024	49,00	200	1	9,8	200	49,00
14	1020	50,67	150	2	7,6	300	25,33
15	411	52,50	200	2	10,5	400	26,25
16	431	54,00	100	2	5,4	200	27,00
17	1030	54,00	50	4	2,7	200	13,50
18	602	56,00	125	4	7,0	500	14,00
19	85	56,89	225	2	12,8	450	28,44
20	475	58,80	250	2	14,7	500	29,40
21	484	59,50	200	1	11,9	200	59,50
22	139	64,00	200	8	12,8	1600	8,00
23	1035	65,00	200	2	13,0	400	32,50
24	161	69,00	800	2	55,2	1600	34,50
25	171	72,00	200	2	14,4	400	36,00
26	579	78,10	210	2	16,4	420	39,05
27	1043	81,60	125	1	10,2	125	81,60
28	620	84,50	800	2	67,6	1600	42,25
29	136	86,00	200	1	17,2	200	86,00
30	1740	94,80	125	4	11,9	500	23,70

Çizelge 5.5 Hat 2 'de kalıplanacak parça bilgileri

Sıra No	Parça No	Kalıptaki Brüt Metal Ağırlığı (kg)	Kalıp Sayısı/Hafta	Kalıptaki Parça Sayısı	Ton/Hafta	Parça Sayısı/Hafta (Adet)	Brüt Parça Ağırlığı (kg)
1	75	1,67	120	1	0,2	120	1,67
2	79	3,00	500	1	1,5	500	3,00
3	70	3,50	800	1	2,8	800	3,50
4	71	3,50	800	1	2,8	800	3,50
5	69	5,50	800	1	4,4	800	5,50
6	66	6,00	250	2	1,5	500	3,00
7	67	6,00	250	2	1,5	500	3,00
8	105	6,40	500	1	3,2	500	6,40
9	76	6,48	735	1	4,8	735	6,48
10	77	6,48	735	1	4,8	735	6,48
11	623	7,00	200	6	1,4	1200	1,17
12	68	10,80	250	2	2,7	500	5,40
13	580	14,86	175	11	2,6	1925	1,35
14	81	20,00	100	11	2,0	1100	1,82
15	166	21,33	450	4	9,6	1800	5,33
16	96	21,71	175	6	3,8	1050	3,62
17	150	24,00	1600	6	38,4	9600	4,00
18	82	25,00	100	14	2,5	1400	1,79
19	65	26,00	100	10	2,6	1000	2,60
20	110	26,00	200	5	5,2	1000	5,20
21	115	27,00	100	10	2,7	1000	2,70
22	647	27,20	1750	2	47,6	3500	13,60
23	638	27,33	150	2	4,1	300	13,67
24	39	27,68	1250	2	34,6	2500	13,84
25	1827	28,67	300	11	8,6	3300	2,61
26	15	29,00	100	30	2,9	3000	0,97
27	19	29,50	1000	8	29,5	8000	3,69
28	1821	30,00	280	12	8,4	3360	2,50
29	29	32,67	150	16	4,9	2400	2,04
30	903	34,00	200	2	6,8	400	17,00
31	336	37,00	400	2	14,8	800	18,50
32	152	38,00	200	4	7,6	800	9,50
33	118	40,40	250	2	10,1	500	20,20
34	88	46,40	250	4	11,6	1000	11,60
35	368	48,89	225	2	11,0	450	24,44
36	367	49,14	175	2	8,6	350	24,57
37	527	51,00	100	2	5,1	200	25,50
38	890	52,86	350	2	18,5	700	26,43
39	3250	55,71	140	5	7,8	700	11,14
40	1006	59,20	250	1	14,8	250	59,20
41	987	60,80	450	2	27,4	900	30,40
42	369	65,00	100	2	6,5	200	32,50
43	370	65,00	100	2	6,5	200	32,50
44	1047	68,00	150	2	10,2	300	34,00
45	135	70,92	720	3	51,1	2160	23,64
46	3257	72,86	175	6	12,8	1050	12,14
47	476	73,33	150	2	11,0	300	37,67
48	158	76,50	560	6	42,8	3360	12,75
49	788	98,67	225	3	22,2	675	32,89

Çizelge 5.6 Hat 3 'de kalıplanacak parça bilgileri

Sıra No	Parça No	Kalıptaki Brüt Metal Ağırlığı (kg)	Kalıp Sayısı/Hafta	Kalıptaki Parça Sayısı	Ton/Hafta	Parça Sayısı/Hafta (Adet)	Brüt Parça Ağırlığı (kg)
1	3605	1,83	600	1	1,1	600	1,83
2	3604	2,00	600	1	1,2	600	2,00
3	598	5,47	750	1	4,1	750	5,47
4	429	5,68	1250	2	7,1	2500	2,84
5	13	6,29	175	29	1,1	5075	0,22
6	628	6,86	700	6	4,8	4200	1,14
7	428	7,04	1250	2	8,8	2500	3,52
8	7	8,00	50	24	0,4	1200	0,33
9	760	8,41	2900	6	24,4	17400	1,40
10	153	8,80	250	2	2,2	500	4,40
11	645	9,80	500	1	4,9	500	9,80
12	629	9,86	700	6	6,9	4200	1,64
13	1050	11,20	125	4	1,4	500	2,80
14	1829	11,60	250	2	2,9	500	5,80
15	80	13,00	200	8	2,6	1600	1,63
16	573	13,41	1700	6	22,8	10200	2,24
17	159	15,40	1000	2	15,4	2000	7,70
18	151	16,40	1000	2	16,4	2000	8,20
19	218	17,15	3300	5	56,6	16500	3,43
20	217	17,18	1100	5	18,9	5500	3,44
21	16	18,18	1100	2	20	2200	9,09

Çizelge 5.7 Hat 4 'de kalıplanacak parça bilgileri

Sıra No	Parça No	Kalıptaki Brüt Metal Ağırlığı (kg)	Kalıp Sayısı/Hafta	Kalıptaki Parça Sayısı	Ton/Hafta	Parça Sayısı/Hafta (Adet)	Brüt Parça Ağırlığı (kg)
1	3800	9,60	5000	1	48,0	5000	9,60
2	462	11,20	250	4	2,8	1000	2,80
3	463	11,20	250	4	2,8	1000	2,80
4	265	13,30	1000	2	13,3	2000	6,65
5	199	16,13	1500	2	24,2	3000	8,07
6	597	17,40	1500	2	26,1	3000	8,70
7	1046	20,50	200	1	4,1	200	20,50
8	310	20,60	3000	2	61,8	6000	10,30
9	22	23,40	1000	3	23,4	3000	7,80
10	200	24,40	1000	23	24,4	23000	1,06
11	312	25,58	1200	2	30,7	2400	12,79
12	956	29,33	75	4	2,2	300	7,33
13	92	31,20	125	4	3,9	500	7,80
14	588	33,20	500	4	16,6	2000	8,30
15	566	35,00	600	1	21,0	600	35,00
16	144	35,60	250	2	8,9	500	17,80
17	941	37,73	750	2	28,3	1500	18,87

Çizelge 5.8 Hat 5 'de kalıplanacak parça bilgileri

Sıra No	Parça No	Kalıptaki Brüt Metal Ağırlığı (kg)	Kalıp Sayısı/Hafta	Kalıptaki Parça Sayısı	Ton/Hafta	Parça Sayısı/Hafta (Adet)	Brüt Parça Ağırlığı (kg)
1	1009	31,33	300	1	9,4	300	31,33
2	1008	31,67	300	1	9,5	300	31,67
3	939	40,22	900	1	36,2	900	40,22
4	407	40,83	600	1	24,5	600	40,83
5	1038	41,00	100	1	4,1	100	41,00
6	11	45,36	840	4	38,1	3360	11,34
7	1022	46,50	200	1	9,3	200	46,50
8	220	46,75	800	4	37,4	3200	11,69
9	226	49,82	275	6	13,7	1650	8,30
10	1743	52,50	120	1	6,3	120	52,50
11	74	52,67	150	1	7,9	150	52,67
12	973	53,00	100	1	5,3	100	53,00
13	1034	53,67	300	1	16,1	300	53,67
14	969	54,00	50	1	2,7	50	54,00
15	1007	55,60	250	1	13,9	250	55,60
16	1010	63,00	200	1	12,6	200	63,00
17	783	68,00	50	4	3,4	200	17,00
18	1843	72,67	150	1	10,9	150	72,67
19	558	74,80	250	1	18,7	250	74,80
20	562	74,80	250	1	18,7	250	74,80
21	940	83,20	250	4	20,8	1000	20,80
22	924	83,93	280	6	23,5	1680	13,99
23	524	88,89	900	1	80,0	900	88,89
24	406	89,00	200	2	17,8	400	44,50
25	61	90,22	225	2	20,3	450	45,11
26	405	90,50	400	1	36,2	400	90,50
27	775	92,00	75	6	6,9	450	15,33
28	880	94,48	145	4	13,7	580	23,62
29	785	94,67	75	4	7,1	300	23,67
30	786	98,00	50	3	4,9	150	32,67
31	404	98,25	400	1	39,3	400	98,25
32	529	112,20	250	1	28,1	250	112,20



Tablolar incelendiğinde bir hatta dökülecek parçaların ağırlıklarının 2 kg 'dan, 100 kg 'a kadar değişiklik gösterdiği görülür. Bu durum boyutları büyük, içi boş ve çok maçalı parçaların doğal olarak kalıp ağırlıklarının düşük olmasından kaynaklanmaktadır. İşletmede parçaların model plakaları, hatların belirli derece ebatlarına ve kalıp verimini attıracak kombinasyonlar yapılarak düzenlenmiştir. Yani aynı bileşimde olan, yaklaşık aynı katılma sürelili parçalar derece boyutlarının müsaade ettiği ölçüde aynı model plakasında toplanmıştır. Bu düzenleme işletme tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada ek olarak yeni bir kalıpta kombinasyon yapılmasına gerek yoktur.

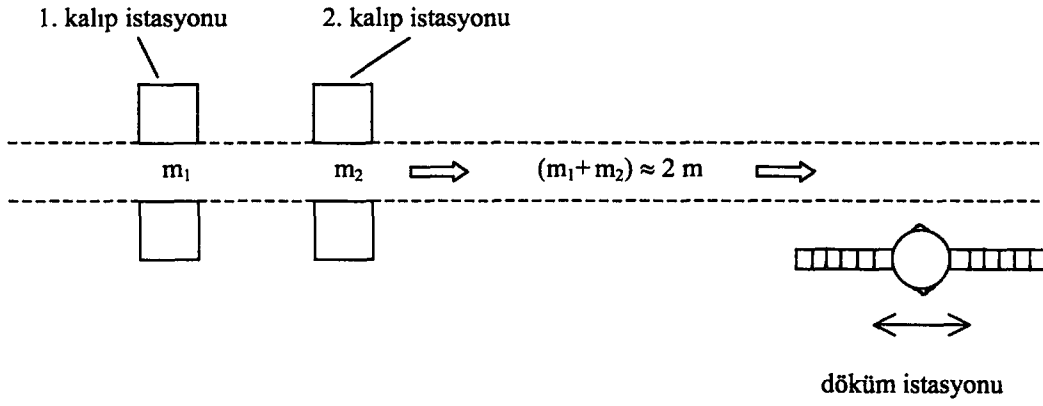
Normal çalışma şartında işletmede günlük üretim, bu parçaların sırasıyla kalıplanıp dökülmesi ile olur. Sıvı metal ihtiyacı günlük programda belirlenen değerlere göre yaklaşık olarak hesaplanarak hazırlanır. Fakat bu şekilde bir üretim verimli ve rasyonel değildir. Bu yüzden metal isteminin karşılanamaması, fazla gelen metalin bir sonraki üretime kadar sıcak tutulması gibi sorunlar sık sık yaşanmakta ve kalıplama hatlarında üretim durabilmektedir. Hatlarda, kalıptaki metal miktarının en düşükten (minimum kalıp verimi), en yükseğe (maksimum kalıp verimi) kadar değişmesi sıvı metal isteminin geniş sınırlar arasında değişmesi demektir. Bölüm 3.2 'de açıklandığı üzere bu durum yüksek proses dinamiği olarak adlandırılır. Bu durumda yapılması gerekenler bölüm 3.2 'de ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Daha öncede belirtildiği gibi normalde işletmede, bu konuda uygulama yanlışları olduğundan Bölüm 3.2 'de açıklandığı gibi optimum  $\alpha$  'ya yaklaşmak için gerekli şartlar göz ardı edilmektedir. Oysa bu tez çalışmasında rasyonel çalışma şartları ortaya konarak uyarılma olanakları araştırılacaktır. Bu sebeple de bu çalışmanın, rasyonel çalışmanın gereği olan proseslerin uyarlanmasına gerçek değerler verilerek bir örnek teşkil edebilmesi için işletmeden alınan verilere ilave olarak bazı kabullerin yapılması gerekir. Çalışmada ele alınan işletmedeki kalıplama hatları tek kalıplama istasyonludur. Dolayısıyla rasyonel çözümler sunabilmek adına optimum  $\alpha$  değerine yaklaşabilmek için, bir hatta kombinasyon örneği verilmelidir. Bu durumda tek kalıp istasyonlu olan hatların (hat 1, hat 2, hat 5) iki kalıp istasyonlu olduğu kabul edilmiştir.

İki kalıp istasyonlu kabul edilen hat1, hat 2 ve hat 5 'in çalışma şekli şematik olarak Şekil 5.1 'deki gibidir. Burada iki kalıp istasyonundan gelecek kalıpların toplamı, hesaplanışı bölüm 3.2.1 'de verilen ortalama kalıp metal ağırlığının yaklaşık olarak iki katı kadar olmalıdır. Yani döküm istasyonuna giden kalıplar yaklaşık 2 m ağırlığında olmalıdır. Burada ortalama kalıp metal ağırlığının bulunması ve hatta kombinasyon işlemlerinin yapılmasında kolaylık



sağlamak amacıyla önceki tablolardaki veriler kalıptaki brüt metal ağırlıklarına göre Çizelge 5.9, 5.10, 5.11, 5.12, 5.13 'de sırasıyla düzenlenmiştir.



Şekil 5.1 İki kalıplama istasyonlu hatta kalıp akışı

Çizelge 5.9 Hat 1 'de kalıplanacak parçaların kalıp ağırlıklarına göre düzenlenmesi

No	Parça No	Kalıptaki Brüt Metal Ağırlığı (kg)	Kalıp Sayısı/Hafta	(Kalıp Metal Ağırlığı) x (Kalıp sayısı)
1	1802	31,00	100	3100
2	536	32,00	500	16000
3	149	32,62	325	10600
4	477	34,67	300	10400
5	565	35,20	875	30800
6	224	35,65	850	30300
7	491	37,33	300	11200
8	376	38,00	1000	38000
9	143	40,00	800	32000
10	225	41,13	1600	65800
11	958	43,00	200	8600
12	510	47,33	300	14200
13	91	48,80	250	12200
14	1024	49,00	200	9800
15	1020	50,67	150	7600
16	411	52,50	200	10500
17	431	54,00	100	5400
18	1030	54,00	50	2700
19	602	56,00	125	7000
20	85	56,89	225	12800
21	475	58,80	250	14700
22	484	59,50	200	11900
23	139	64,00	200	12800
24	1035	65,00	200	13000
25	161	69,00	800	55200
26	171	72,00	200	14400
27	579	78,10	210	16400
28	1043	81,60	125	10200
29	620	84,50	800	67600
30	136	86,00	200	17200
31	1740	94,80	125	11850
			11760	584250

Çizelge 5.10 Hat 2 'de kalıplanacak parçaların kalıp ağırlıklarına göre düzenlenmesi

No	Parça No	Kalıptaki Brüt Metal Ağırlığı (kg)	Kalıp Sayısı/Hafta	(Kalıp Metal Ağırlığı) x (Kalıp sayısı)
1	75	1,67	120	200
2	79	3,00	500	1500
3	70	3,50	800	2800
4	71	3,50	800	2800
5	69	5,50	800	4400
6	66	6,00	250	1500
7	67	6,00	250	1500
8	105	6,40	500	3200
9	76	6,48	735	4761
10	77	6,48	735	4761
11	623	7,00	200	1400
12	68	10,80	250	2700
13	580	14,86	175	2600
14	81	20,00	100	2000
15	166	21,33	450	9600
16	96	21,71	175	3800
17	150	24,00	1600	38400
18	82	25,00	100	2500
19	65	26,00	100	2600
20	110	26,00	200	5200
21	115	27,00	100	2700
22	647	27,20	1750	47600
23	638	27,33	150	4100
24	39	27,68	1250	34600
25	1827	28,67	300	8600
26	15	29,00	100	2900
27	19	29,50	1000	29500
28	1821	30,00	280	8400
29	29	32,67	150	4900
30	903	34,00	200	6800
31	336	37,00	400	14800
32	152	38,00	200	7600
33	118	40,40	250	10100
34	88	46,40	250	11600
35	368	48,89	225	11000
36	367	49,14	175	8600
37	527	51,00	100	5100
38	890	52,86	350	18500
39	3250	55,71	140	7800
40	1006	59,20	250	14800
41	987	60,80	450	27360
42	369	65,00	100	6500
43	370	65,00	100	6500
44	1047	68,00	150	10200
45	135	70,92	720	51062
46	3257	70,86	175	12400
47	476	73,33	150	11000
48	158	76,50	560	42840
49	788	78,67	225	17701

19090

543785

Çizelge 5.11 Hat 3 'de kalıplanacak parçaların kalıp ağırlıklarına göre düzenlenmesi

No	Parça No	Kalıptaki Brüt Metal Ağırlığı (kg)	Kalıp Sayısı/Hafta	(Kalıp Metal Ağırlığı) x (Kalıp sayısı)
1	3605	1,83	600	1100
2	3604	2,00	600	1200
3	598	5,47	750	4100
4	429	5,68	1250	7100
5	13	6,29	175	1100
6	628	6,86	700	4800
7	428	7,04	1250	8800
8	7	8,00	50	400
9	760	8,41	2900	24400
10	153	8,80	250	2200
11	645	9,80	500	4900
12	629	9,86	700	6900
13	1050	11,20	125	1400
14	1829	11,60	250	2900
15	80	13,00	200	2600
16	573	13,41	1700	22800
17	159	15,40	1000	15400
18	151	16,40	1000	16400
19	218	17,15	3300	56600
20	217	17,18	1100	18900
21	16	18,18	1100	20000
			19500	224000

Çizelge 5.12 Hat 4 'de kalıplanacak parçaların kalıp ağırlıklarına göre düzenlenmesi

No	Parça No	Kalıptaki Brüt Metal Ağırlığı (kg)	Kalıp Sayısı/Hafta	(Kalıp Metal Ağırlığı) x (Kalıp sayısı)
1	3800	9,60	5000	48000
2	462	11,20	250	2800
3	463	11,20	250	2800
4	265	13,30	1000	13300
5	199	16,13	1500	24200
6	597	17,40	1500	26100
7	1046	20,50	200	4100
8	310	20,60	3000	61800
9	22	23,40	1000	23400
10	200	24,40	1000	24400
11	312	25,58	1200	30700
12	956	29,33	75	2200
13	92	31,20	125	3900
14	588	33,20	500	16600
15	566	35,00	600	21000
16	144	35,60	250	8900
17	941	37,73	750	28300
			18200	342500

Çizelge 5.13 Hat 5 'de kalıplanacak parçaların kalıp ağırlıklarına göre düzenlenmesi

No	Parça No	Kalıptaki Brüt Metal Ağırlığı (kg)	Kalıp Sayısı/Hafta	(Kalıp Metal Ağırlığı) x (Kalıp sayısı)
1	1009	31,33	300	9400
2	1008	31,67	300	9500
3	939	40,22	900	36200
4	407	40,83	600	24500
5	1038	41,00	100	4100
6	11	45,36	840	38100
7	1022	46,50	200	9300
8	220	46,75	800	37400
9	226	49,82	275	13700
10	1743	52,50	120	6300
11	74	52,67	150	7900
12	973	53,00	100	5300
13	1034	53,67	300	16100
14	969	54,00	50	2700
15	1007	55,60	250	13900
16	1010	63,00	200	12600
17	783	68,00	50	3400
18	1843	72,67	150	10900
19	558	74,80	250	18700
20	562	74,80	250	18700
21	940	83,20	250	20800
22	924	83,93	280	23500
23	524	88,89	900	80000
24	406	89,00	200	17800
25	61	90,22	225	20300
26	405	90,50	400	36200
27	775	92,00	75	6900
28	880	94,48	145	13700
29	785	94,67	75	7100
30	786	98,00	50	4900
31	404	98,25	400	39300
32	529	112,20	250	28050
			9435	597250

## 5.2 Her Hat İçin Ortalama Kalıp Metal Ağırlığının Bulunması

Ortalama kalıp metal ağırlığının bulunması Bölüm 3.2.1 'de açıklanmaktadır. Burada hat 1, hat 2 ve hat 5 'in ortalama kalıp metal ağırlıkları bulunurken Çizelge 9 – 13 'den yararlanılacaktır. Bölüm 3.2.1 'de ortalama kalıp metal ağırlığı  $m_a = \Sigma (MA \times n) / \Sigma (n)$  formülü ile verilmektedir. Bu hesaplamaları kolaylaştırmak için Çizelge 9 – 13 'de her parça için kalıp metal ağırlığı (MA) ve kalıp sayısı (n) çarpımı yapılmış ve toplamları alınmıştır. Bu durumda her hat için m değerleri aşağıdaki gibi elde edilebilir.

Hat 1 için ortalama kalıp metal ağırlığı Çizelge 9 'daki verilerden,

$$m_{a1} = \Sigma (MA \times n) / \Sigma (n) = 584250 \text{ (kg/adet)} / 1760 \text{ (adet)} = 49,68 \text{ kg}$$

Hat 2 için ortalama kalıp metal ağırlığı Çizelge 10 'daki verilerden,

$$m_{a2} = \Sigma (MA \times n) / \Sigma (n) = 543785 \text{ (kg/adet)} / 19090 \text{ (adet)} = 28,49 \text{ kg}$$

Hat 5 için ortalama kalıp metal ağırlığı Çizelge 13 'deki verilerden,

$$m_{a5} = \Sigma (MA \times n) / \Sigma (n) = 597250 \text{ (kg/adet)} / 9435 \text{ (adet)} = 63,30 \text{ kg dır.}$$

Hat 3 ve hat 4 disamatik kalıplama hatları olduğundan kombinasyon yapılamaz bu sebeple  $m_a$  değerleri hesaplanmamıştır. Bu hatların durumu Bölüm 5.3.1 'de ele alınmaktadır.

## 5.3 Döküm Hattında Kombinasyon

Yukarıda açıklandığı gibi bir kombinasyon yapabilmek için; hatların teker teker ele alınarak parçaların, kalıptaki brüt metal ağırlıklarına göre en düşük ağırlıktan en yüksek ağırlığa göre sıralandığı son çıkarılan tablolardan (Çizelge 5.9 – 5.13) yararlanılacaktır. Buradaki kalıp ağırlıklarına göre sıralanmış parçalardan sıra ile; bir adet kalıp ağırlığı düşük olandan, bir adet kalıp ağırlığı yüksek olandan alınarak (İki adet kalıplama istasyonu olduğundan) döküm istasyonuna gidecek olan ( $m_{\min} + m_{\max}$ ) ağırlığındaki kalıplar elde edilmiş olur. Kalıpların bu şekilde kombinasyonu ile elde edilen kalıp ağırlığı ortalama kalıp metal ağırlığının yaklaşık iki katı civarında olmalıdır. Yani, yapılan kombinasyonlarda  $m_{\min} + m_{\max}$  toplamı yukarıda bulunan ortalama kalıp metal ağırlıklarına göre hat 1 için yaklaşık 99,36 kg kadar, hat 2 için yaklaşık 56,98 kg, hat 5 için yaklaşık 126,6 kg olmalıdır.



Bu şekilde elde edilen kalıp kombinasyonları sıra ile üretime girer. Burada bir kalıp dizisi oluşturulurken iki istasyonda da eşit sayıda kalıp üretilir. Dolayısıyla her iki istasyonda da istasyona gelen parçalardan, programda kalıp sayısı az olanın sayısı kadar kalıp üretilir. Bu şekilde her parçanın kalıplanması bitene kadar kombinasyonlara devam edilir.

Kombinasyonların sonunda tüm eşlemeler yapıldığında, kalıp sayılarının farklı olmasından dolayı bazı parçalar tek kalabilir. Bu durumda bu parçalar kalıp sayısının yarısı bir istasyondan, diğer yarısı da diğer istasyonda üretilecek şekilde kombine edilir. Yapılan kombinasyonlarda elde edilen ( $m_{\min} + m_{\max}$ ) değerleri, hesaplanan ve her hat için yukarıda verilmiş olan 2 ma değerlerinden, maksimum ve minimum % 25 kadar sapmaktadır. Bu da, proses dinamiği bakımında yeterli bir değer olarak kabul edilmektedir. Hat 1, hat 2 ve hat 5 'e özgü düzenlenen kombinasyonlar Çizelge 5.14, 5.15, 5.16 'da görülmektedir.



Çizelge 5.14 Hat 1 'in hatta kombinasyon bilgileri

Kombinasyon No	İstasyon No	Parça No	Kalıp Metal Ağırlığı (kg)	Programdaki Kalıp Sayısı	Her bir İstasyonda Üretilen Kalıp Sayısı	Toplam Kalıp Ağırlığı (kg)
1	1	1802	31,00	100	100	125,80
	2	1740	94,80	125	100	
2	1	536	32,00	500	25	126,80
	2	1740	94,80	25	25	
3	1	536	32,00	475	200	118,00
	2	136	86,00	200	200	
4	1	536	32,00	275	275	116,50
	2	620	84,50	800	275	
5	1	149	32,62	325	325	117,12
	2	620	84,50	525	325	
6	1	477	34,67	300	200	119,17
	2	620	84,50	200	200	
7	1	477	34,67	100	100	116,27
	2	1043	81,60	125	100	
8	1	565	35,20	875	25	116,80
	2	1043	81,60	25	25	
9	1	565	35,20	850	210	113,30
	2	579	78,10	210	210	
10	1	565	35,20	640	200	107,20
	2	171	72,00	200	200	
11	1	565	35,20	440	440	104,20
	2	161	69,00	800	440	
12	1	224	35,65	850	360	104,65
	2	161	69,00	360	360	
13	1	224	35,65	490	200	100,65
	2	1035	65,00	200	200	
14	1	224	35,65	290	200	99,65
	2	139	64,00	200	200	
15	1	224	35,65	90	90	95,15
	2	484	59,50	200	90	
16	1	491	37,33	300	200	96,83
	2	484	59,50	200	200	
17	1	491	37,33	100	100	96,13
	2	475	58,80	250	100	
18	1	376	38,00	1000	150	96,80
	2	475	58,80	150	150	
19	1	376	38,00	850	225	94,89
	2	85	56,89	225	225	
20	1	376	38,00	625	125	94,00
	2	602	56,00	125	125	
21	1	376	38,00	500	50	92,00
	2	1030	54,00	50	50	
22	1	376	38,00	450	100	92,00
	2	431	54,00	100	100	
23	1	376	38,00	350	200	90,50
	2	411	52,50	200	200	
24	1	376	38,00	150	150	88,67
	2	1020	50,67	150	150	
25	1	143	40,00	800	200	89,00
	2	1024	49,00	200	200	

Kombinasyon No	İstasyon No	Parça No	Kalıp Metal Ağırlığı (kg)	Programdaki Kalıp Sayısı	Her bir İstasyonda Üretilen Kalıp Sayısı	Toplam Kalıp Ağırlığı (kg)
26	1	143	40,00	600	250	88,80
	2	91	48,80	250	250	
27	1	143	40,00	350	300	87,33
	2	510	47,33	300	300	
28	1	143	40,00	50	50	83,00
	2	958	43,00	200	50	
29	1	225	41,13	1600	150	84,13
	2	958	43,00	150	150	
30	1	225	41,13	725	725	82,26
	2	225	41,13	725	725	

Çizelge 5.15 Hat 2 'nin hatta kombinasyon bilgileri

Kombinasyon No	İstasyon No	Parça No	Kalıp Metal Ağırlığı (kg)	Programdaki Kalıp Sayısı	Her bir İstasyonda Üretilecek Kalıp Sayısı	Toplam Kalıp Ağırlığı (kg)
1	1	75	1,67	120	120	80,34
	2	788	78,67	225	120	
2	1	79	3,00	500	105	81,67
	2	788	78,67	105	105	
3	1	79	3,00	395	395	79,50
	2	158	76,50	560	395	
4	1	70	3,50	800	165	80,00
	2	158	76,50	165	165	
5	1	70	3,50	635	150	76,83
	2	476	73,33	150	150	
6	1	70	3,50	485	175	76,36
	2	3257	72,86	175	175	
7	1	70	3,50	310	310	74,42
	2	135	70,92	720	310	
8	1	71	3,50	800	410	74,42
	2	135	70,92	410	410	
9	1	71	3,50	390	150	71,50
	2	1047	68,00	150	150	
10	1	71	3,50	240	100	68,50
	2	370	65,00	100	100	
11	1	71	3,50	140	100	68,50
	2	369	65,00	100	100	
12	1	71	3,50	40	40	64,30
	2	987	60,80	450	40	
13	1	69	5,50	800	410	66,30
	2	987	60,80	410	410	
14	1	69	5,50	390	250	64,70
	2	1006	59,20	250	250	
15	1	69	5,50	140	140	61,21
	2	3250	55,71	140	140	
16	1	66	6,00	250	250	58,86
	2	890	52,86	350	250	
17	1	67	6,00	250	100	58,86
	2	890	52,86	100	100	
18	1	67	6,00	150	100	57,00
	2	527	51,00	100	100	
19	1	67	6,00	50	50	55,14
	2	367	49,14	175	50	
20	1	105	6,40	500	125	55,54
	2	367	49,14	125	125	
21	1	105	6,40	375	225	55,29
	2	368	48,89	225	225	
22	1	105	6,40	150	150	52,80
	2	88	46,40	450	150	
23	1	76	6,48	735	300	52,88
	2	88	46,40	300	300	
24	1	76	6,48	435	435	46,88
	2	118	40,40	450	435	

Kombinasyon No	İstasyon No	Parça No	Kalıp Metal Ağırlığı (kg)	Programdaki Kalıp Sayısı	Her bir İstasyonda Üretilecek Kalıp Sayısı	Toplam Kalıp Ağırlığı (kg)
25	1	77	6,48	735	15	46,88
	2	118	40,40	15	15	
26	1	77	6,48	720	200	44,48
	2	152	38,00	200	200	
27	1	77	6,48	520	400	43,48
	2	336	37,00	400	400	
28	1	77	6,48	120	120	40,48
	2	903	34,00	200	120	
29	1	623	7,00	200	80	41,00
	2	903	34,00	80	80	
30	1	623	7,00	120	120	39,67
	2	29	32,67	150	120	
31	1	68	10,80	250	30	43,47
	2	29	32,67	30	30	
32	1	68	10,80	220	220	40,80
	2	1821	30,00	280	220	
33	1	580	14,86	175	60	44,86
	2	1821	30,00	60	60	
34	1	580	14,86	115	115	44,36
	2	19	29,50	1000	115	
35	1	81	20,00	100	100	49,50
	2	19	29,50	885	100	
36	1	166	21,33	450	450	50,83
	2	19	29,50	785	450	
37	1	96	21,71	175	175	51,21
	2	19	29,50	335	175	
38	1	150	24,00	1600	160	53,50
	2	19	29,50	160	160	
39	1	150	24,00	1440	100	53,00
	2	15	29,00	100	100	
40	1	150	24,00	1340	300	52,67
	2	1827	28,67	300	300	
41	1	150	24,00	1040	1040	51,68
	2	39	27,68	1250	1040	
42	1	82	25,00	100	100	52,68
	2	39	27,68	210	100	
43	1	65	26,00	100	100	53,68
	2	39	27,68	110	100	
44	1	110	26,00	200	10	53,68
	2	39	27,68	10	10	
45	1	110	26,00	190	150	53,33
	2	638	27,33	150	150	
46	1	110	26,00	40	40	53,20
	2	647	27,20	1750	40	
47	1	115	27,00	100	100	54,20
	2	647	27,20	1710	100	
48	1	647	27,20	805	805	54,40
	2	647	27,20	805	805	

Çizelge 5.16 Hat 5 'in hatta kombinasyon bilgileri

Kombinasyon No	İstasyon No	Parça No	Kalıp Metal Ağırlığı (kg)	Programdaki Kalıp Sayısı	Her bir İstasyonda Üretilen Kalıp Sayısı	Toplam Kalıp Ağırlığı (kg)
1	1	1009	31,33	300	250	143,53
	2	529	112,20	250	250	
2	1	1009	31,33	50	50	129,58
	2	404	98,25	400	50	
3	1	1008	31,67	300	300	129,92
	2	404	98,25	350	300	
4	1	939	40,22	900	50	138,47
	2	404	98,25	50	50	
5	1	939	40,22	850	50	138,22
	2	786	98,00	50	50	
6	1	939	40,22	800	75	134,89
	2	785	94,67	75	75	
7	1	939	40,22	725	145	134,70
	2	880	94,48	145	145	
8	1	939	40,22	580	75	132,22
	2	775	92,00	75	75	
9	1	939	40,22	505	400	130,72
	2	405	90,50	400	400	
10	1	939	40,22	105	105	130,44
	2	61	90,22	225	105	
11	1	407	40,83	600	120	131,05
	2	61	90,22	120	120	
12	1	407	40,83	480	200	129,83
	2	406	89,00	200	200	
13	1	407	40,83	280	280	129,72
	2	524	88,89	900	280	
14	1	1038	41,00	50	50	129,89
	2	524	88,89	620	50	
15	1	11	45,36	840	570	134,25
	2	524	88,89	570	570	
16	1	11	45,36	270	270	129,29
	2	924	83,93	280	270	
17	1	1022	46,50	200	200	129,70
	2	940	83,20	250	200	
18	1	220	46,75	500	50	129,95
	2	940	83,20	50	50	
19	1	220	46,75	500	250	121,55
	2	562	74,80	250	250	
20	1	220	46,75	250	250	121,55
	2	558	74,80	250	250	
21	1	226	49,82	275	150	122,49
	2	1843	72,67	150	150	
22	1	226	49,82	125	75	117,82
	2	783	68,00	75	75	
23	1	226	49,82	50	50	112,82
	2	1010	63,00	200	50	
24	1	1743	52,50	120	120	115,50
	2	1010	63,00	150	120	
25	1	74	52,67	150	30	115,67
	2	1010	63,00	30	30	

Kombinasyon No	İstasyon No	Parça No	Kalıp Metal Ağırlığı (kg)	Programdaki Kalıp Sayısı	Her bir İstasyonda Üretilen Kalıp Sayısı	Toplam Kalıp Ağırlığı (kg)
26	1	74	52,67	120	120	108,27
	2	1007	55,60	250	120	
27	1	973	53,00	100	100	108,60
	2	1007	55,60	130	100	
28	1	1034	53,67	300	30	109,27
	2	1007	55,60	30	30	
29	1	1034	53,67	270	50	107,67
	2	969	54,00	50	50	
30	1	1034	53,67	110	110	107,34
	2	1034	53,67	110	110	



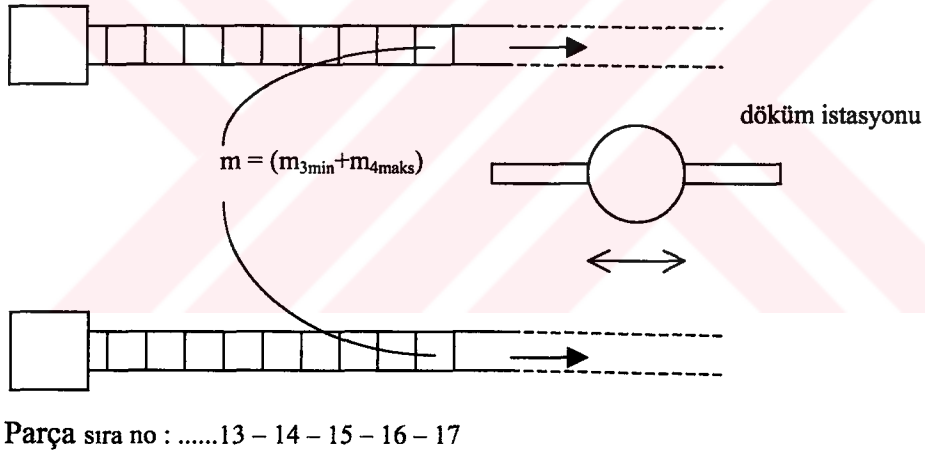


### 5.3.1 Disamatik Hatlar

Hat 3 ve hat 4 'ün programları hatta kombinasyon yapılarak dökülemez. Bu hatlara bağlı olan kalıplama makinaları disamatik yani derecesiz kalıplama makinalarıdır ve bu hatlarda diğer hatlardan farklı olarak, kalıplar dikey olarak iletilmektedir. Üretim, hatta kombinasyon prensibine göre düzenlenen diğer hatlara uyum sağlaması bakımından hat 3 ve hat 4 için şöyle bir çalışma şekli kabul edilmiştir. Hat 3 ve hat 4 tek bir kalıp üretim hattıymış gibi düşünülecektir. O halde, hat 3 ve hat 4 iletimine bağlı olan disamatik kalıplama makinaları, iki kalıplama istasyonu şeklinde çalışmalıdır. Fakat bu iki kalıplama makinasının model plakaları farklı olduğundan hat 3 ve hat 4 sadece kendi programlarında belirtilen parçaları kalıplayabilir. Ancak hat 3 üretime programının ilk sırasındaki yani en hafif parçasından başlarken; hat 4 'de üretime, programının son sırasındaki yani en ağır parçasından başlatılabilir (Şekil 5.2).

Hat 3

Parça sıra no : .....6 – 5 – 4 – 3 – 2 – 1



Şekil 5.2 Disamatik hatların çalışma şekli

Bu hatlarda birbirine paralel olarak bir hafif bir ağır parçaların üretimi yapılırken, bu hatların kalıplama hızları da birbirine eşit olmalıdır. Hat 4 'e bağlı, kalıplama hızı  $\phi_{maks.} = 200$  kalıp/saat olan kalıplama makinası  $\phi = 360$  kalıp/saat kalıplama hızı ile çalışamaz. Ancak Hat 3 'e bağlı, kalıplama hızı  $\phi_{maks.} = 360$  kalıp/saat olan kalıplama makinası,  $\phi = 200$  kalıp/saat kalıplama hızı ile çalışabilir. Bu şekilde iki hatta birbirine paralel olarak ilerleyen bir hafif ( $m_{min.}$ ), bir ağır ( $m_{maks.}$ ) kalıp ağırlıkları toplamı, sıvı metal istemini belirler. Böylelikle hem hatta kombinasyon ilkesine bir yaklaşımda bulunulmuş, hem de daha önce sebebi açıklanan yüksek proses dinamiğinin önüne geçilmiş olur. İki disamatik hattı arasında yer alacak bir gezer döküm istasyonu ile hatların sıvı metal istemi karşılanır. Bu durumda hatta

kombinasyon benzeri bir çözümle üretim gerçekleştirilmiş olacaktır. Çizelge 5.11 ve Çizelge 5.12 'deki veriler yardımıyla yukarıda açıklandığı şekilde elde edilen kalıp kombinasyonları Çizelge 5.17 'de görülmektedir.

Burada ortalama kalıp metal ağırlığını, birbirine paralel olarak ilerleyen kalıplar belirler. Bu yüzden, ortalama kalıp metal ağırlığı; yapılan kalıp kombinasyonların minimum ve maksimum değerlerinin ortalamasının alınması ile tespit edilir. Bu işlem aşağıda verilmektedir.

$$(m_{\min} + m_{\max})_{\min} = 26,00 \text{ kg}$$

$$(m_{\min} + m_{\max})_{\max} = 40,47 \text{ kg}$$

$$26,00 + 40,47 = 66,47 \text{ kg}$$

$$m_a = 66,47 / 2 = 33,23 \text{ kg}$$



Çizelge 5.17 Hat 3 ve hat 4 'ün kalıp kombinasyonları

Kombinasyon No	Hat No	Parça No	Kalıp Metal Ağırlığı (kg)	Programdaki Kalıp Sayısı	Her bir İstasyonda Üretilen Kalıp Sayısı	Toplam Kalıp Ağırlığı (kg)
1	3	3605	1,83	600	600	39,16
	4	941	37,33	750	600	
2	3	3604	2,00	600	150	39,33
	4	941	37,33	150	150	
3	3	3604	2,00	450	250	37,60
	4	144	35,60	250	250	
4	3	3604	2,00	200	200	37,00
	4	566	35,00	600	200	
5	3	598	5,47	750	400	40,47
	4	566	35,00	400	400	
6	3	598	5,47	350	350	38,67
	4	588	33,20	500	350	
7	3	429	5,68	1250	150	38,88
	4	588	33,20	150	150	
8	3	429	5,68	1100	125	36,88
	4	92	31,20	125	125	
9	3	429	5,68	975	75	35,01
	4	956	29,33	75	75	
10	3	429	5,68	900	900	31,26
	4	312	25,58	1200	900	
11	3	13	6,29	175	175	31,87
	4	312	25,58	300	175	
12	3	628	6,86	700	125	32,44
	4	312	25,58	125	125	
13	3	628	6,86	575	575	31,26
	4	200	24,40	1000	575	
14	3	428	7,04	1250	425	31,44
	4	200	24,40	425	425	
15	3	428	7,04	825	825	30,44
	4	22	23,40	1000	825	
16	3	7	8,00	50	50	31,40
	4	22	23,40	175	50	
17	3	760	8,41	2900	125	31,81
	4	22	23,40	125	125	
18	3	760	8,41	2775	2775	29,01
	4	310	20,60	3000	2775	
19	3	153	8,80	250	225	29,40
	4	310	20,60	225	225	
20	3	153	8,80	25	25	29,30
	4	1046	20,50	200	25	
21	3	645	9,80	500	175	30,30
	4	1046	20,50	175	175	
22	3	645	9,80	325	325	27,20
	4	597	17,40	1500	325	
23	3	629	9,86	700	700	27,26
	4	597	17,40	1175	700	
24	3	1050	11,20	125	125	28,60
	4	597	17,40	475	125	
25	3	1829	11,60	250	250	29,00
	4	597	17,40	350	250	

Kombinasyon No	Hat No	Parça No	Kalıp Metal Ağırlığı (kg)	Programdaki Kalıp Sayısı	Her bir İstasyonda Üretilen Kalıp Sayısı	Toplam Kalıp Ağırlığı (kg)
26	3	80	13,00	200	100	30,40
	4	597	17,40	100	100	
27	3	80	13,00	100	100	29,13
	4	199	16,13	1500	100	
28	3	573	13,41	1700	1400	29,54
	4	199	16,13	1400	1400	
29	3	573	13,41	300	300	26,71
	4	265	13,30	1000	300	
30	3	159	15,40	1000	700	28,70
	4	265	13,30	700	700	
31	3	159	15,40	300	250	26,60
	4	463	11,20	250	250	
32	3	159	15,40	50	50	26,60
	4	462	11,20	250	50	
33	3	151	16,40	1000	200	27,60
	4	462	11,20	200	200	
34	3	151	16,40	800	800	26,00
	4	3800	9,60	5000	800	
35	3	218	17,15	3300	3300	26,75
	4	3800	9,60	4200	3300	
36	3	217	17,18	1100	900	26,78
	4	3800	9,60	900	900	
37*	3	217	17,18	100	100	34,36
	3	217	17,18	100	100	
38*	3	16	18,18	550	550	36,36
	3	16	18,18	550	550	

#### 5.4 Hat Bazında Sıvı Metal İstemlerinin Çıkarılışı

Bu bölümde, hatlarda kalıplanan parçaların tablolar üzerinde elde edilmiş olan ortalama kalıp metal ağırlıklarına göre oluşacak sıvı metal istemleri bulunacaktır. Burada dikkat edilmesi gereken bir konu da hatların iki kalıp istasyonlu olarak kabul edilmiş olmasıdır. Böyle bir kabulde (5.1) 'de olduğu gibi sıvı metal istemi MG bulunurken, MA değeri, 2 ma değerinde olacağından eğer aynı (işletmeden alınan değerler)  $\phi$  'lere bağlı kalınırsa, sıvı metal istemi de iki katına çıkacaktır (5.2).

$$MG(t) = MA \times \phi \times t \quad , \quad MA = ma \quad (5.1)$$

$$MG(t) = 2 ma \times \phi \times t \quad (5.2)$$

Bu durum, bir yandan rasyonel bir çözüm için uyarlamalara güzel bir örnek teşkil ederken, diğer yandan kalıplama hatlarının iki istasyonlu kabul edilmesi ile MG değerinin iki katına çıkması sonucu normalin dışında değerler elde edilmesine neden olur. Sıvı metal isteminin (MG), bu şekilde yüksek olması sonucu; ergitme kapasitesi, daha önce verilen belli  $\phi$  değerlerinde çalışan kalıplama makinaları için yapılandırılmış olduğundan bu istemi karşılamayabilir. O halde, verilmiş olan belli maksimum  $\phi$  değerlerine bağlı kalabilmek adına, istasyon sayısının ikiye çıkarıldığı kabulüne karşılık bu kalıplama makinalarının kalıplama hızları ( $\phi$ ) yarıya indirilmelidir (5.3). Böylece iki istasyonun  $\phi$  değerleri toplamı, verilmiş olan  $\phi$  değerleri kadar olacaktır. Bu şekilde kalıplama hızları oldukça düşmüş gibi görünse de, bu hatlarda dökülen parçaların maçalı parçalar olduğu bilindiğinden mantık dışı bir kabul yapılmamış olur. Bu şekilde ortaya çıkan MG değerleri (5.4), (5.5) 'de görülmektedir.

$$\phi_{ortalama} = \phi_{verilen} / 2 \quad (5.3)$$

$$MG(t) = 2 ma \times (\phi_{ver}/2) \times t \quad (5.4)$$

$$MG(t) = ma \times \phi_{ort.} \times t \quad (5.5)$$

İşletmede günde 3 vardiya çalışıldığı bilinmektedir. Bu şekilde verimli ve sürekli bir çalışma ile sipariş, kabul edilmiş teslim zamanı olan 45 hafta içinde teslim edilebilir. Dolayısıyla çalışmada hesaplamalar ve uyarlamalar günde 3 vardiyaya göre yapılmalıdır. Vardiyadaki çalışma süresi 8 saattir. Buna göre sırasıyla hatlara göre sıvı metal istemleri (MG) şöyle olur:

$$MA = 2 ma, \quad \phi_{ort} = \phi/2$$

$$MG(t) = MA \times \phi_{ort} \times t$$

$$MG(t) = 2 m_a \times (\phi/2) \times t \quad (5.6)$$

formülleri tüm hatlar için aynı ve geçerli olup; sıvı metal istemleri, 5.6 'da yerine değerlerin konması ile elde edilecektir.

#### Hat 1

$$\phi = 120 \text{ kalıp/saat}$$

$$t = 3 \text{ vrd} = 3 \times 8 = 24 \text{ saat}$$

$$m_a = 49,68 \text{ kg}$$

$$MG(t) = 2 \times 49,68 \times (120/2) \times t$$

$$MG(t) = 99,36 \times 60 \times t$$

$$MG(t) = 5,96 \text{ t (t/h)}$$

#### Hat 2

$$\phi = 180 \text{ kalıp/saat}$$

$$t = 24 \text{ saat}$$

$$m_a = 28,49 \text{ kg}$$

$$MG(t) = 2 \times 28,49 \times (180/2) \times t$$

$$MG(t) = 56,98 \times 90 \times t$$

$$MG(t) = 5,13 \text{ t (t/h)}$$

#### Hat 3 + Hat 4

Bu hatlarla ilgili bilgi disamatik hatların çalışması bölümünde verilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda, GB değeri;

$$\phi = 200 \text{ kalıp/saat}$$

$$t = 24 \text{ saat}$$

$$m_a = 33,23 \text{ kg}$$

$$MG(t) = 33,23 \times 200 \times t$$

$$MG(t) = 6,65 \text{ t (t/h)}$$

Çizelge 5.17 'de kombinasyonların sonunda \* ile belirtilen 37 ve 38 no 'lu kombinasyonlarda açıklanması gereken bir durum vardır. Hat 3 'e ait 217 ve 218 no 'lu parçaların sayısı, hat 4 'deki parçalardan fazla olduğundan her iki hatta üretilen kalıpların sayıları eşleşme bakımından denk düşmez. Bu parçalar sadece hat 3 'de kalıplanabilir. Bu durumda hat 4 programını bitirir ve durur. Hat 3 ise maksimum kalıplama hızına ( $\phi = 360$  kalıp/saat) çıkarak 217 ve 218 no 'lu parçaları kalıplar. Çünkü ancak bu şekilde yukarıda elde edilen  $MG(t) = 6,65$  t (t/h) değerine yaklaşılmış ve sapma sınırları içinde kalınmış olur. Bu parçaların  $MA$  'sına  $MA_S$  dersek durum aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$MA_{217} = 17,18 \text{ kg}$$

$$MA_{218} = 18,18 \text{ kg}$$

$$MG_{S1}(t) = 17,18 \times 360 = 6,18 \text{ t (t/h)}$$

$$MG_{S2}(t) = 18,18 \times 360 = 6,54 \text{ t (t/h)}$$

#### Hat 5

$$\phi = 120 \text{ kalıp/saat}$$

$$t = 24 \text{ saat}$$

$$ma = 63,30 \text{ kg}$$

$$MG(t) = 2 \times 63,30 \times (120/2) \times t$$

$$MG(t) = 126,60 \times 60 \times t$$

$$MG(t) = 7,60 \text{ t (t/h)}$$

### 5.5 Ergitme Kapasitesinin İrdelenmesi

Uyarlama olanaklarının araştırılacağı bölüme geçilmeden önce, ileride gerekli olacak ergitme ile ilgili bazı bilgilerin verilmesi gerekmektedir. Bu bölümde ergitme ocakları ve ergitme güçleri irdelenecektir. İrdelenme yapılırken de baştaki donanım bilgileri ve işletmeden edinilen bazı bilgiler kullanılacaktır.

Ergitme bölümünde; tutma ve döküm amaçlı nüveli indüksiyon ocakları, ergitme amaçlı nüvesiz indüksiyon ocakları ve direkt ark ocakları bulunmaktadır. Aşağıda bu ocakların kapasiteleri bir tablo halinde görülmektedir (Çizelge 5.18).



Çizelge 5.18 İşyerindeki ocakların kapasiteleri

Ergitme Ocakları		Tutma Ocakları	
No	Kapasite (ton)	No	Kapasite (ton)
Ark 1	28	İnd. 1	28
Ark 2	28	İnd. 2	28
İnd. 8	8	İnd. 3	14
İnd. 9	8	İnd. 4	14
İnd. 10	8	İnd. 5	14
İnd. 11	14	İnd. 6	28
İnd. 12	14	İnd. 7	28
İnd. 13	14		
İnd. 14	14		

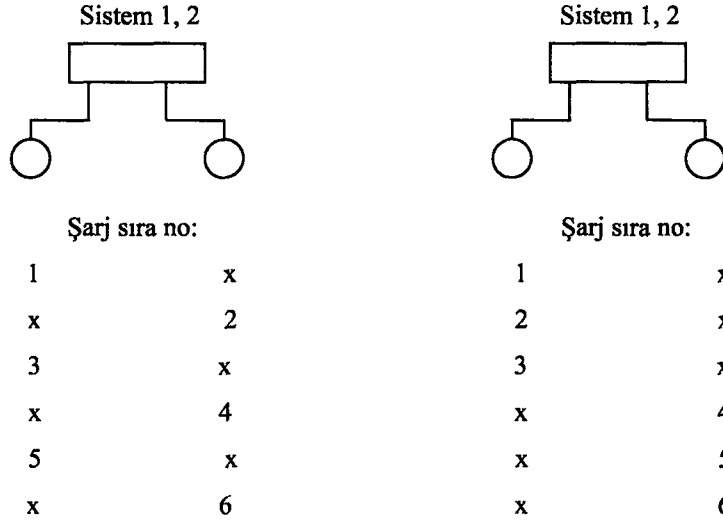
154

136

İndüksiyon ergitme ocaklarından 8, 9, 10 'da üç ocak ikişerli olarak aynı sisteme bağlanmıştır. Bu sistem 'sistem 3' olarak adlandırılmıştır ve 5 MW gücündedir. İndüksiyon 11, 12 'de de iki ocak 8 MW 'lık bir sisteme bağlıdır. Bu sistem de 'sistem 2' olarak adlandırılmıştır. İndüksiyon 13, 14 'de de iki ocak yine 8 MW 'lık bir sisteme bağlıdır ve 'sistem 1' olarak adlandırılmıştır.

Fabrikanın ergitme üretim merkezinden alınan bilgiler doğrultusunda ocaklardan bir saatte alınabilecek sıvı metal miktarı yani ergitme gücü (ton/saat) şu şekilde tespit edilmiştir. Sistem 1, sistem 2 ve sistem 3 'den, metalin ergitilmesi ve cüruf alınma süreleri aynı olup;

$55 \text{ dakika (ergitme)} + 15 \text{ dakika (cüruf alma)} = 75 \text{ dakika}$  'dır. Bir vardiyada yani 8 saat x 60 dakika = 480 dakika 'da  $480 \text{ dakika} / 75 \text{ dakika} = 6,4 \approx 6$  şarj alınabilmektedir. Dolayısıyla sistem 1 'den bir vardiyada 6 şarj alınabilir. Şarjlar 14 ton olarak yapılmaktadır. O halde bir vardiyada sistem 1 'den 6 saat x 14 ton = 84 ton/vardiya sıvı metal alınabilir. Aşağıda şemadaki gibi ocaklardan aynı anda yada sırayla şarj alınabilir (Şekil 5.3). Bu durumda bir ocaktan günde 3 şarj yani 42 ton/vardiya alınabilir. Bir saatte ise  $42 \text{ (ton/vardiya)} / 8 \text{ saat} = 5,25 \text{ ton}$  sıvı metal alınabilir.



Şekil 5.3 Sistem 1 ve sistem 2 'den şarj alma sırası

Sistem 2 'de de aynı prensip geçerlidir. O halde bu sistemlerin ergitme güçleri (MS) şöyle olur:

$$MS(t)_{S1} = MS(t)_{1.11} + MS(t)_{1.12}$$

$$MS(t)_{S2} = MS(t)_{1.13} + MS(t)_{1.14}$$

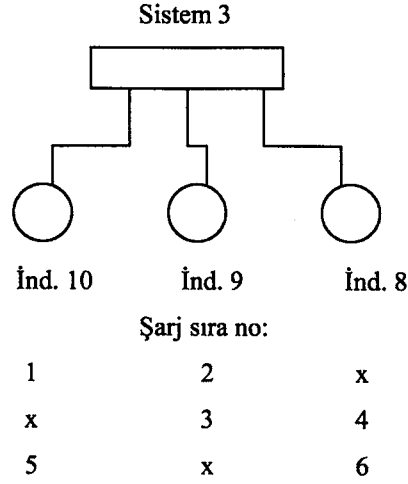
$$MS(t)_{S1} = 5,25 t + 5,25 t$$

$$MS(t)_{S2} = 5,25 t + 5,25 t$$

$$MS(t)_{S1} = 10,5 t \quad (t/h)$$

$$MS(t)_{S2} = 10,5 t \quad (t/h)$$

Sistem 3 'de ocaklar ikişerli olarak bir sisteme bağlıdır (Şekil 5.4). Aynı anda iki ocak yada sadece tek ocak ergitme yapabilmektedir. Bu sistemden bir vardiyada 6 şarj alınmaktadır. Şarjlar ise 7 ton olarak yapılmaktadır. O halde bir vardiyada,  $6 \times 7 = 42$  ton sıvı metal alınabilir. Bir saatte ise  $42 \text{ ton} / 8 \text{ saat} = 5,25 \text{ ton/saat}$  sıvı metal alınabilir. Bu sistemin de ergitme gücü  $MS(t) = 5,25 t \quad (t/h)$  şeklinde ifade edilir.



Şekil 5.4 Sistem 3 'den şarj alma sırası

Ark ocağı olarak fabrikada, iki adet direkt ark ergitme ocağı vardır. Bu ocaklarda 18 ton metal (bir şarj), 2 saat 15 dakikada ergitilebilmekte ve cüruf çekme, ocak yatırma gibi işlemler 45 dakika sürmektedir. O halde toplam metal hazırlanma süresi 180 dakika olmaktadır. Dolayısıyla bu ocaklardan 180 dakikada bir 18 ton metal alınabilmektedir. Bu açıklananları aşağıdaki gibi hesaplamalarıyla gösterecek olursak;

$$135 \text{ dakika (ergitme)} + 45 \text{ dakika (hazırlık)} = 180 \text{ dakika}$$

$$1 \text{ vardiya} = 8 \text{ saat} = 480 \text{ dakika}$$

$$480 \text{ dakika} / 180 \text{ dakika} = 2,6 \approx 2,5 \text{ şarj}$$

Her bir ark ocağından günde 2,5 şarj yani,

$$2,5 \text{ şarj} \times 18 \text{ ton} = 45 \text{ ton} / \text{vardiya}$$

$$45 \text{ (ton/vardiya)} / 8 \text{ saat} = 5,6 \text{ ton} / \text{saat}$$

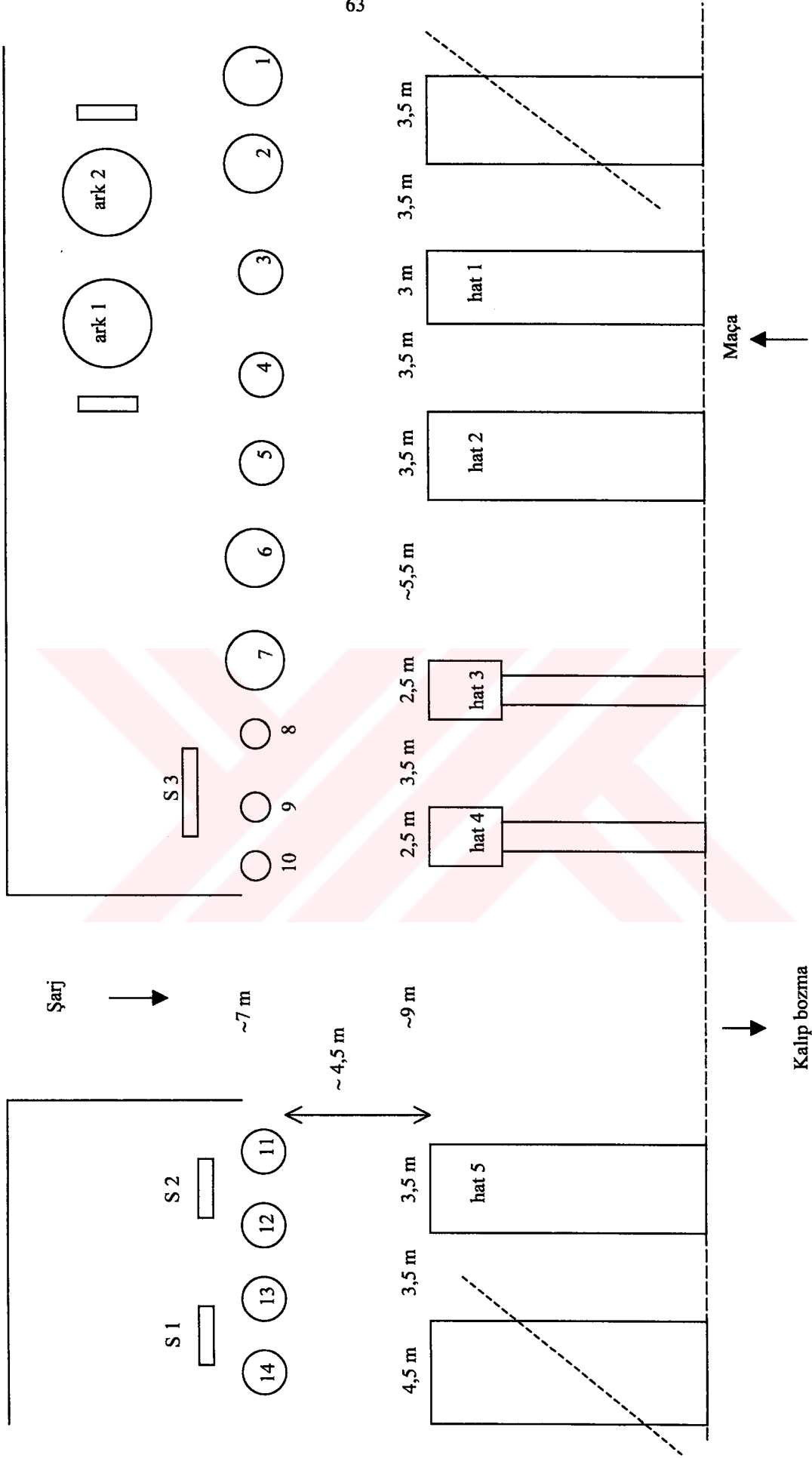
Bir saatte 5,6 ton sıvı metal alınabildiği yukarıdaki işlemlerden görülmektedir. Öyleyse ark ocaklarının ergitme gücü aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$MS(t)_{A1} = 5,6 \text{ t (t/h)}$$

$$MS(t)_{A2} = 5,6 \text{ t (t/h)}$$

Bu bölüm sonunda uyarlama olanaklarının araştırılmasında gerekli olacak olan, kalıplama ve ergitme ile ilgili tüm kapasite bilgileri, çalışma şekilleri, hesaplamalar ve kabuller verilmiştir. Fakat burada uyarlamalarda kalıplama hatları ve ergitme donatımları arasında yapılacak seçimler, bu donatımların fabrikadaki yerleşimlerine de büyük ölçüde bağlı olduğundan, bu yerleşime ait bir kroki de verilmelidir (Şekil 5.5).

Harmadde



Şekil 5.5 Yerleşim planı

## 6. UYARLAMA OLANAKLARININ SAPTANMASI

Bu bölümde kalıplama prosesi ile ergitme - döküm proseslerinin nasıl uyarlanabileceği ele alınmaktadır. Daha önceki bölümlerde kalıplama haftalık üretim programından düzenlenerek elde edilen, kalıplama hatlarında kalıplanacak parçaların ortalama ağırlıklarından belirlenen sıvı metal isteminin, tesisin ergitme ocakları tarafından sağlanacak sıvı metal sunusu ile nasıl karşılanabileceğinin olanakları araştırılacaktır. Çözümlere geçmeden önce uyarlamaların yapılabilmesi için örnek işyerinden alınan değerler kullanılarak düşünsel yaklaşım ve izlenen yol hakkında biraz bilgi vermek yararlı olacaktır.

### 6.1 Kuruluş ve İşletmeye Bağlı Uyarlama Zorlukları

Yurtiçi ve yurtdışı otomotiv sektörüne parça üreten ülkemiz sektöründeki bu işyerinde siparişlerde üretilecek miktar ve teslimat süreleri açısından maalesef bir istikrar yoktur. Değişen şartlara göre zaman zaman bazı dönemlerde üretim maksimuma çıkmış; ekonomik krizlerin yaşandığı, işlerin durgunlaştığı hallerde de üretim minimumlara inmiştir. Hatta belli bir sipariş üretimde iken daha öncelikli bir siparişin gelmesi halinde üretim programında değişikliklere gidilebilmektedir. Dolayısıyla aslında temelde ülkemizin ekonomik durumuna bağlı olarak değişiklik gösteren siparişler buna bağlı, duruma göre sürekli değişen üretim programı sebebiyle kapasite kullanım oranı maksimumlardan, ekonomik olmayan ve uyarlamaları oldukça güçleştiren çok alt düzeylere düşmektedir. Aslında sorunlar daha temele doğru inildiğinde bu tip fabrikaların, henüz tam bir sanayi ülkesi olamayan ülkemizde kurulu oluşuna kadar gitmektedir. Ülkemizde çok değişken siparişler nedeniyle maalesef rasyonel çalışılamamakta, kapasite kullanım oranları maksimumlara çıkamamaktadır. Bunun sonucunda da maliyeti etkileyen girdiler yükselmektedir.

Diğer taraftan bu tip temel problemlerin yanında, işletmenin kendi içerisinde de zaman içinde gelişme ve yapılanmada yapılan bir takım yanlış uygulamalar sonucunda rasyonellikten uzaklaşmalar vardır. Fabrikada, kuruluşunda öngörülen belirli bir parça grubu ve düşük kapasitede bir üretim planlanmış, dolayısıyla da kalıplama makinaları, hatları; ergitme ve tutma ocakları gibi tüm donatımlar için de bu tür ve düşük kapasiteye göre bir yerleşime gidilmiştir. Fakat zamanla dünyada ve ülkedeki gelişmelere paralel olarak artan ihtiyaçlar ve değişken siparişler, işletmeyi kapasite arttırmaya ve yeni eklentilere yöneltmiştir. Ancak yerleşim, ideal yerleşim planından sapmaya zorladığından bu artırım ve eklemeler de işletmeyi rasyonellikten uzak bir yapılanmaya kaydirmiştir. Dolayısıyla kalıplama ve ergitme - döküm proseslerinin uyarlanabilmesi ve bunun rasyonel bir şekilde maksimum verim

sağlanarak yapılabilmesi için uygun şartlardan zamanla işletmenin uzaklaşması, kapasite kullanım oranlarındaki dengesizliği ve bir takım üretim problemlerini beraberinde getirmektedir.

**Bu tez çalışmasında yukarıda özetlendiği gibi başlangıçta belirli bir iş hacmi ve türü için rasyonel planlanıp kurulmuş olmasına rağmen ülkenin ekonomik ve teknik istikrarsızlıkları nedeniyle zor koşullara uyum sağlamaya çalışırken donatım ve organizasyonu bozulmuş bir döküm işletmesinin rasyonel çalışmasının temel koşulu olan proseslerin uyarlanması ele alınmıştır.**

Bundan sonraki bölümlerde söz konusu fabrikanın bugünkü olanakları, donanımları esas alınarak kalıplama ve ergitme proseslerinin durumu, çalışmaları, kısaca rasyonel bir çalışma ve olanakların verimli bir şekilde kullanılabilmesi için yapılması gerekenler ortaya konulacaktır.

## **6.2 Uyarlamalarda Dikkat Edilmesi Gereken Temel İlkeler**

Uyarlama olanaklarının araştırılmasından önce, kalıplama hatları ile bu hatlardan gelen istemi karşılayacak olan ergitme ocaklarının bir takım kriterlere göre seçimi yapılmalıdır. İkinci bölümde bu seçimin nasıl yapılacağı teorik olarak açıklansa da bu işyerine özel olarak durum tekrar ele alınmalıdır.

Ocak seçiminde belirleyici en temel kriter ergitilecek malzemenin türüdür. Örnek işyerinde daha önce kapasiteleri verilmiş olan ergitme ocakları iki tiptir. Bunlar ark ocakları ve indüksiyon ocaklarıdır. Ark ocakları çok düşük karbonlu çelik, küresel grafitli dökme demir (DDK), temper dökme demir (DDT), türü malzemelerin ergitilmesi için uygun değildir (elektrotlardan gelen karbon, ergitilen metalin karbon oranını artırır). Daha öncede belirtildiği gibi çalışmada ele alınan işyerine ait üretim programına dökülmüş siparişteki parçaların malzemesi lamel grafitli dökme demirdir (DDL). Dolayısıyla DDL 'nin ergitilmesi için ark ocakları da indüksiyon ocakları da uygundur. Seçimde belirleyici olacak ikinci faktör kapasitelerdir. Kalıplama hatlarından gelen sıvı metal gereksinimlerini (MG), karşılayabilecek ergitme gücüne sahip (MS) ocakların seçilmesi gerektiği açıktır.

Bundan sonraki adım, kalıplama hatlarına en yakın ergitme ocaklarının seçilmesidir. Çünkü parçalar, kalıplama hattından ayrı bir döküm hattına verilmemekte; döküm, her kalıplama hattının başında bulunan hareketli döküm istasyonlarına potaların yerleştirilmesi ile gerçekleşmektedir. Transfer esnasında metalin çalkalanması iyi değildir. Çalkalanma

esnasında hava ile temas sonucunda metal oksijen absorbe edebilir. Ayrıca aradaki mesafenin uzak oluşu metalin döküm sıcaklığı altına düşmesine sebep olabilir ki; bu da, dökümün gecikmesi ve dolayısıyla hattın durmasına sebep olur. Bu nedenle ocak – hat arasındaki mesafe önemlidir.

Burada dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta da ocakların enerji tüketim değerleridir. Her net döküm parçası başına enerji birimi (kwh) cinsinden tüketilen enerji miktarı olarak tanımlanan özgül enerji tüketim değerleri ocak tipine göre aşağıdaki gibidir.

Çizelge 6.1 Ergitmede özgül enerji tüketimi (Avcı, 1992)

Ocak	Sürekli Ergitme (kwh/t)	Fasılalı Ergitme (kwh/t)
*Nüvesiz indüksiyon ocağı	500 - 600	600 - 700
*Nüvesiz indüksiyon ocağı (tutma)	100 - 150	150 -200
*Nüveli indüksiyon ocağı (tutma)	25 - 30	80 -100
**Nüvesiz indüksiyon ocağı	550 - 650	650 - 750
**Ark ocağı	500 - 600	550 - 650

\* : Malzeme; dökme demir.

\*\* : Malzeme; çelik.

Çizelge 6.1 'de görüldüğü gibi özgül enerji tüketimi açısından ark ocakları daha avantajlıdır. O halde parça malzemesi mümkün kılıyorsa, ekonomik bir ergitme için öncelikle ark ocakları tercih edilmelidir.

Buraya kadar açıklanan bilgilere dayanarak, uyarlamalarda ocak seçimi için durum incelenecek olursa; malzeme bakımından tüm ocaklar uygundur. Ark ocakları enerji tüketimi bakımından önce ele alınmalıdır fakat sayıca az olduğundan indüksiyon ocaklarının da kullanımı gerekecektir. O halde bu noktadan sonra kalıplama hatlarına ergitme gücü olarak en uygun ve konum olarak en yakın ocaklar seçilerek, mevcut verilere göre rasyonel uyarlama olanaklarının araştırılacağı bir sonraki bölüme geçilebilir.

### 6.3 Proses Süreçleri

İşletmede günde 3 vardiya çalışılmaktadır. Bir vardiya süreci 8 saat olup gün içerisinde, 08:00 – 16:00, 16:00 – 24:00, 24:00 – 08:00 zaman aralıklarında sürmektedir. Kalıplama bölümü çalışmasına saat 08:00 'de 1. vardiyada başlamakta ve tüm gün çalışmaktadır. Ergitme – döküm bölümünün çalışması, temel olan kalıplama bölümünün üretimine göre uygun bir saatte çalışmasına başlayacak ve kalıpların ihtiyacı kadar sıvı metal üretilene dek sürecektir.



## 6.4 Kalıp ve Sıvı Stok Olanakları

İşletmede, kalıplama hatlarında derecelerin kapandığı nokta ile döküm istasyonu arasındaki mesafenin çok kısa olması (~ 6 – 10 m) uyarlamada dikkate alınabilecek ve yararlı olabilecek etkin bir kalıp stokuna imkan vermemektedir. Örneğin hat 1 'de derece ölçüleri 900 x 700 x 360/360 mm 'dir. Derecelerin kapandığı nokta ile döküm istasyonu arasındaki yaklaşık 10 m 'dir. O halde bu iki nokta arasındaki mesafede sadece 10000 mm / 900 mm  $\cong$  11 adet kalıp almaya müsaittir. Yani, 11 x 50 kg = 555 kg = 0,55 ton gibi çok düşük bir kalıp stoku imkanı sağlamaktadır. Bu sebeple  $\alpha > \beta$  olduğu durumlarda ergitmenin kalıplamadan daha geç başlaması (amortisör görevi görecek bir kalıp stoku imkanı da vermesi) gerekirken (bölüm 3.1.1) buradaki çözümlerde kalıp stoku imkanı olmadığı için  $\alpha > \beta$  ve  $\alpha < \beta$  durumlarının her ikisi için de ergitme, kalıplamadan önce başlamak zorundadır. Böylelikle kalıplama başladığında ve sıvı metal istemi oluştuğunda, döküme başlanabilecek kadar sıvı metal ergitilmiş olacaktır. Fabrikada yeterli kapasitede (ergitme ocaklarının kapasiteleri hariç, toplam 154 ton) sıvı metal tutma ocaklarının bulunması sıvı metal tutabilme açısından bir sıkıntı yaratmamaktadır.

## 6.5 İlk Uyarılama Yaklaşımları

Uyarılama çözümleri için dökümhanenin eklemelerle yerleşimi bozulmuş olan kalıplama hatlarını beslemede daha önce belirtilen temel ilke doğrultusunda, bu hatlara olduğunca en yakın ergitme ve biriktirme ocakları seçilerek başlanmalıdır. Verilen bilgiler ışığında hatlar teker teker ele alınarak uyarılama olanakları araştırılacaktır. Bölüm 5.4 'de hatların kalıplama istasyonlarındaki kalıplama hızlarına ve hatta dökülecek ortalama metal ağırlıklarına göre sıvı metal istemleri yani MG değerleri bulunmuştu. Dolayısıyla burada tekrar MG değerleri hesaplanmayacaktır.

### 6.5.1 Hat 1 'in Uyarlanması

Hat 1 'in sıvı metal istemi;

$$MG_1(t) = 5,96 \text{ t (t/h)}$$

Bu hatta 24 saatlik (3 vardiya) sıvı metal istemi,

$$MG_1(24) = 5,96 \times 24$$

$$MG_1(24) = 143,04 \text{ ton 'dur.}$$



Bu istem ( $MG_1$ ) değerine uygun ve mesafe olarak da bu hatta yakın olan ark ocakları bu hattı beslemek için uygundur. Ark ocaklarının bir tanesi için ergitme gücü,  $MS_{A1}(t) = 5,6 \text{ t}$  'dir. Bu değer 143,04 tonluk istemi karşılamak için yeterli değildir ( $143,04 \text{ t} / 5,6 \text{ t/h} = 25,5 \text{ h}$ ; 1 günü aşar). O halde ark ocaklarının ikisini de kullanmak gerekmektedir.

$$\Sigma MS_A(t) = MS_{A1}(t) + MS_{A2}(t) = 11,2 \text{ t (t/h)}$$

$$143,04 \text{ t} / 11,2 \text{ t/h} = 12,78 \text{ h}$$

12,78 saat çalışmak suretiyle ark ocakları hat 1 'e gerekli sıvı metali verir. Bu uyarlamamanın grafiği Şekil 6.1 'de görülmektedir. Burada maksimum 84,75 tona ulaşan sıvı stok ocakların kendi tutma kapasitelerine ek olarak indüksiyon 1, 2 ocakları ile tutulabilir.

NOT: Bölüm 6.4 'de açıklanan nedenlerden dolayı ergitme kalıplama işleminden, ocakların sıvı metalle dolmasına yakın bir süre kadar erken başlamalıdır.

### 6.5.2 Hat 2 'nin Uyarlanması

Hat 2 'in sıvı metal istemi;

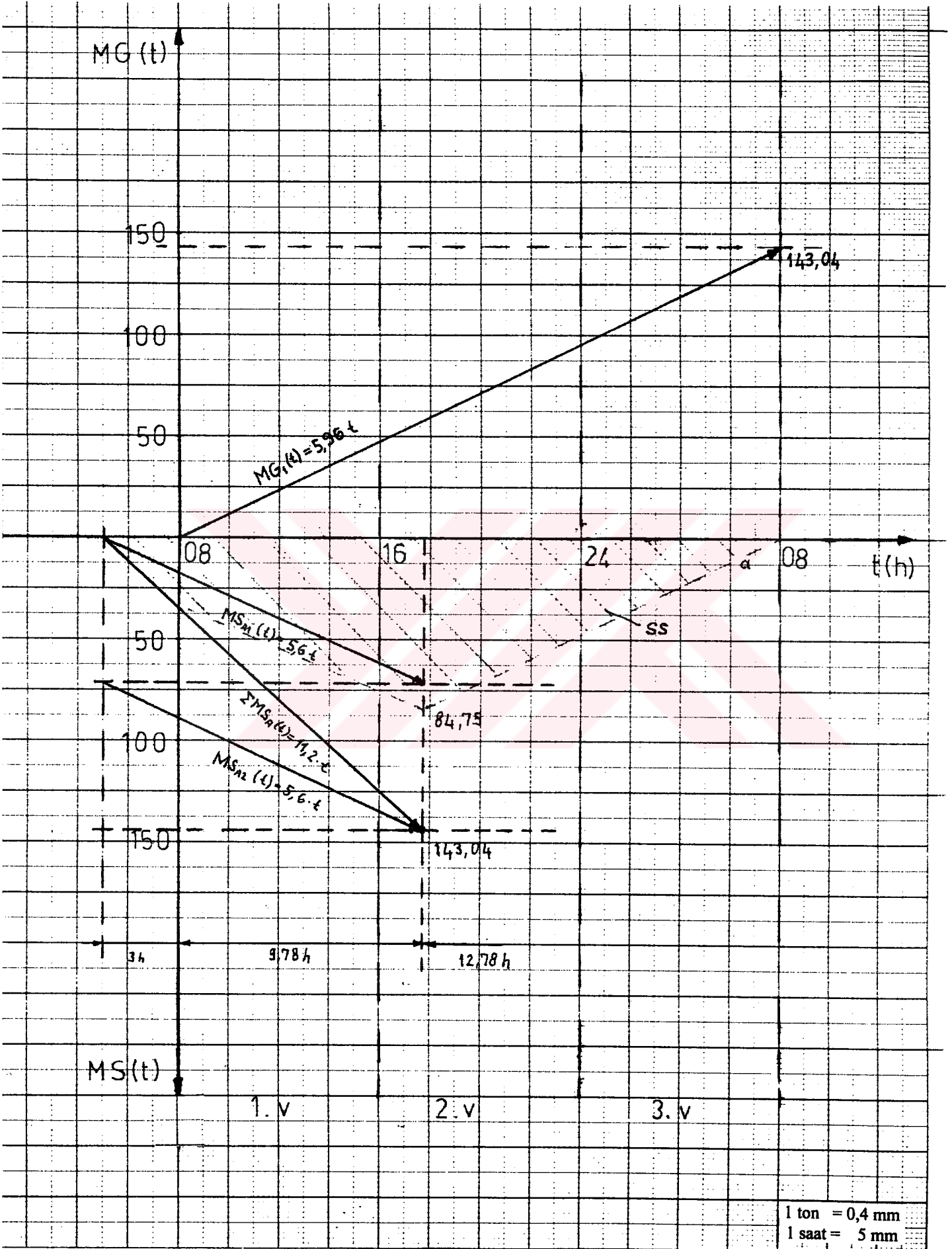
$$MG_2(t) = 5,13 \text{ t (t/h)}$$

Bu hatta 24 saatlik (3 vardiya) sıvı metal istemi,

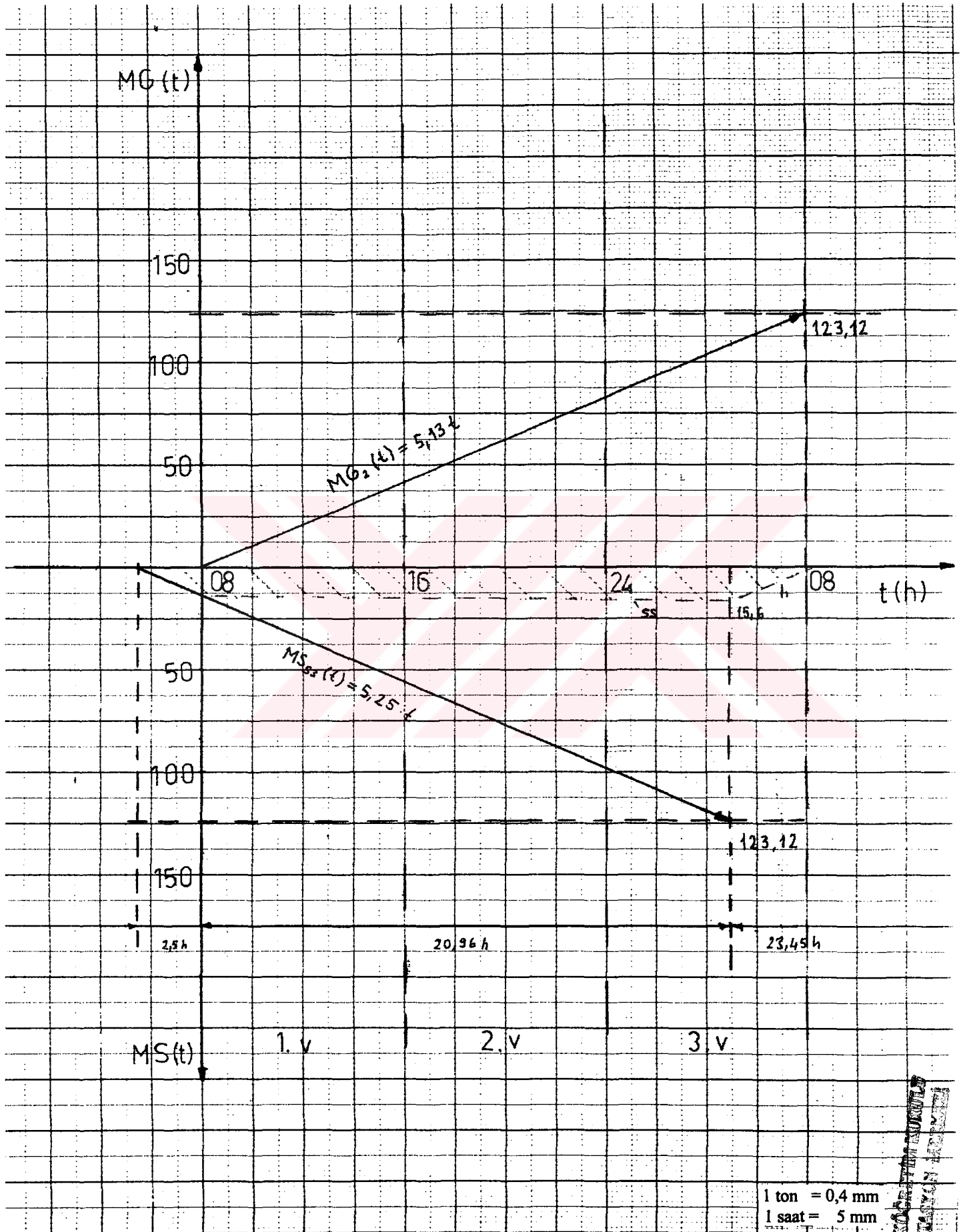
$$MG_2(24) = 5,13 \times 24$$

$$MG_2(24) = 123,12 \text{ ton 'dur.}$$

Bu hatta yakın olan ark ocakları hat 1 'i beslediğinden dökümhanedeki diğer ergitme ocağı grubu indüksiyon ocaklarından sıvı metal almak gerekmektedir. Ark ocaklarından sonra bu hatta en yakın olan ocak grubu sistem 3 'dür. Bu sistem,  $MS_{S3}(t) = 5,25 \text{ t (t/h)}$  ergitme gücü değeri ile bu hattı beslemek için uygundur.  $123,12 \text{ t} / 5,25 \text{ t/h} = 23,45 \text{ saat}$  çalışmak suretiyle bu ocak hat 2 'ye gerekli sıvı metali verir. Bu uyarlamamanın grafiği de Şekil 6.2 'de görülmektedir. Burada oluşan sıvı stok, ocakların kendi kapasiteleri ile tutulabilir.



Şekil 6.1 Hat 1 ' in uyarlanması



Şekil 6.2 Hat 2 ' nin uyarlanması

ZC YÜKSEK İNŞAAT MÜHÜRÜ  
 BOĞAZİÇİ YATIRIM MENKUL  
 DEĞERLER A.Ş.

### 6.5.3 Hat 3, 4 'ün Uyarlanması

Bu hatların sıvı metal istemi;

$$MG_{3,4}(t) = 6,65 \text{ t (t/h)}$$

Bu hatlarda 24 saatlik (3 vardiya) sıvı metal istemi,

$$MG_{3,4}(24) = 6,65 \times 24$$

$$MG_{3,4}(24) = 159,6 \text{ ton 'dur.}$$

Hat 1 ve hat 2 'yi besleyen ocakların dışında kalan indüksiyon ocaklarından bu hatlara en yakın olan sistem, sistem 2 'dir. Bu sistem,  $MS_{S2}(t) = 10,5 \text{ t (t/h)}$  ergitme gücü ile bu hatları beslemek için uygundur.  $159,6 \text{ t} / 10,5 \text{ t/h} = 15,2$  saat çalışarak bu sistem bu hatların sıvı metal istemini karşılar. Bu uyarlamanın grafiği de Şekil 6.3 'de görülmektedir. Burada maksimum 74,145 tona ulaşan sıvı stok, ocakların kendi kapasitesine ek olarak indüksiyon 5, 7 ocakları ile tutulabilir.

### 6.5.4 Hat 5 'in Uyarlanması

Hat 5 'in sıvı metal istemi;

$$MG_5(t) = 7,60 \text{ t (t/h)}$$

Bu hatta 24 saatlik (3 vardiya) sıvı metal istemi,

$$MG_5(24) = 7,60 \times 24$$

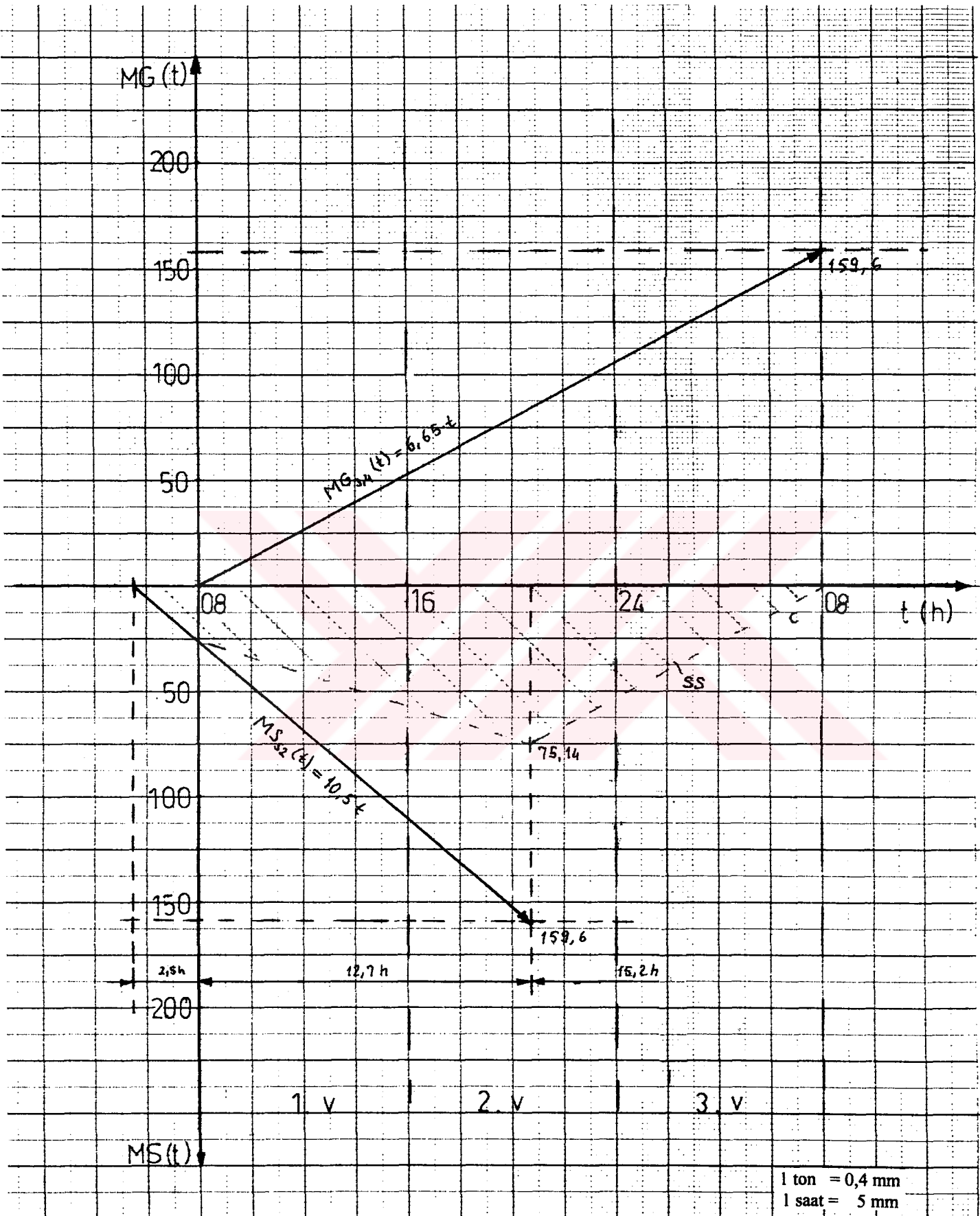
$$MG_5(24) = 182,4 \text{ ton 'dur.}$$

Ergitme gücü ve hatta yakınlığı dikkate alınarak bu hattı besleyebilecek en uygun ocak sistem 1 indüksiyon ocakları sistemidir. Ergitme gücü  $MS_{S1}(t) = 10,5 \text{ t (t/h)}$  olan bu sistem,

$182,4 \text{ t} / 10,5 \text{ t/h} = 17,37$  saat çalışarak hat 5 'in sıvı metal ihtiyacını karşılar. Bu uyarlamanın grafiği de Şekil 6.4 'de görülmektedir. Burada maksimum 63,312 tona ulaşan sıvı stok, ocakların kendi kapasitesine ek olarak indüksiyon 3, 4, 6 ocakları ile tutulabilir.

Ergitmenin kalıplamadan gelen ihtiyacın çok üzerinde olduğu hatlarda sıvı metal stoku oluşmaktadır. Bu sıvı metal stoku ergitme ocağının kapasitesinin üzerinde olduğunda istem fazlası sıvı metal tutma ocaklarına aktarılmakta ve buradan da gereksinim duyulan hatların beslenmesinde kullanılmaktadır. Ancak işyerindeki tutma ocaklarının kapasitelerinin de aşılmamasına dikkat edilmesi gerektiği açıktır. Bu amaçla da her bir hattın stok seviyesinin maksimuma çıktığı noktaların birlikte görülebileceği bir stok kontrol grafiği çizilmiş ve durum kontrol edilmiştir (Şekil 6.5). Uyarlamalar esnasında hangi ocakların hangi hatlara tahsis edildiği Şekil 6.6 'da gösterilmektedir.





Şekil 6.3 Hat 3,4 'ün uyarlanması



MG(t)

200

150

100

50

08

16

24

08

t (h)

50

100

150

200

2,5 h

14,88 h

182,4

17,88 h

1. v

2. v

3. v

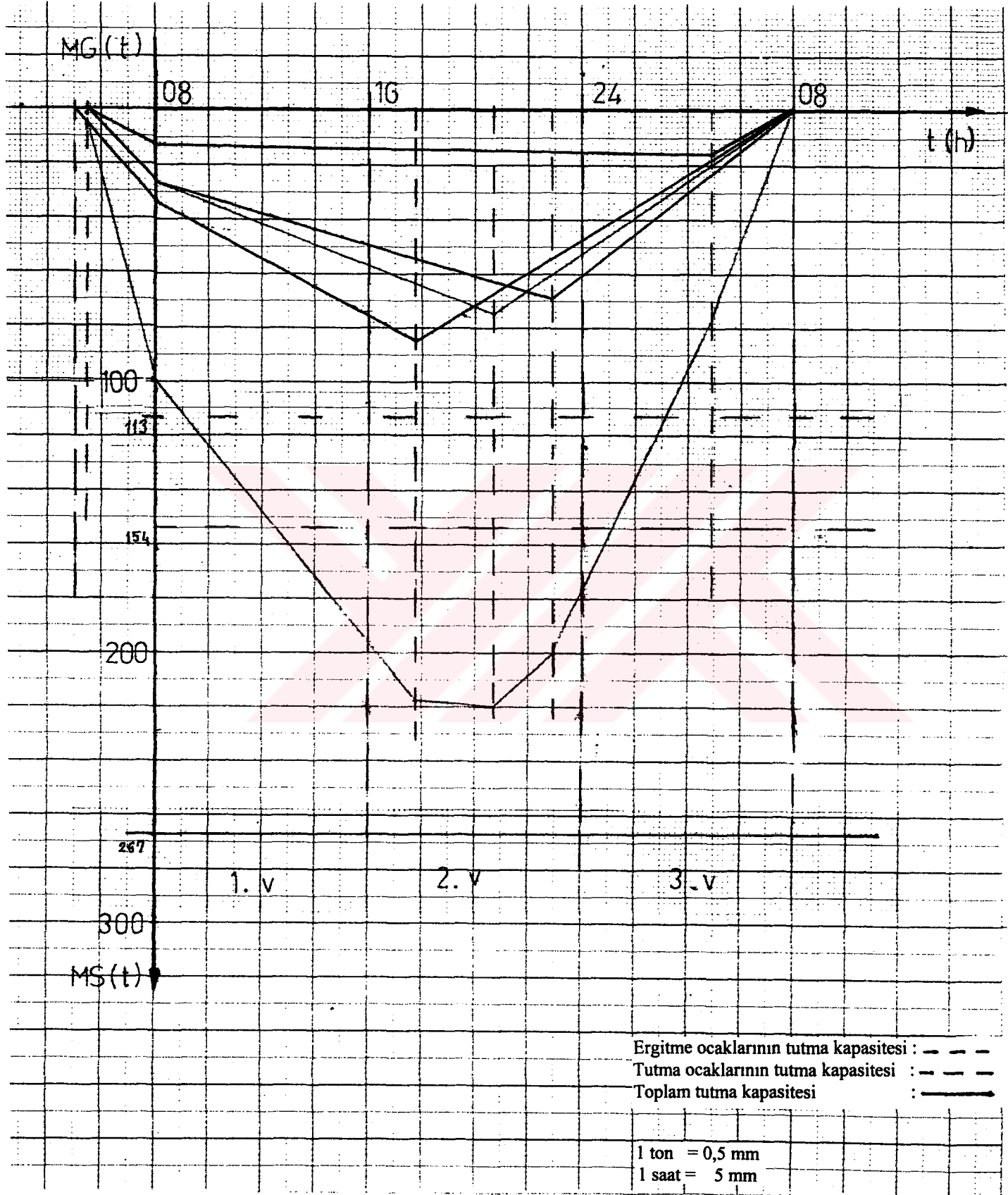
MS(t)

$$MG_S(t) = 7,60 \cdot t$$

$$MS_S(t) = 10,5 \cdot t$$

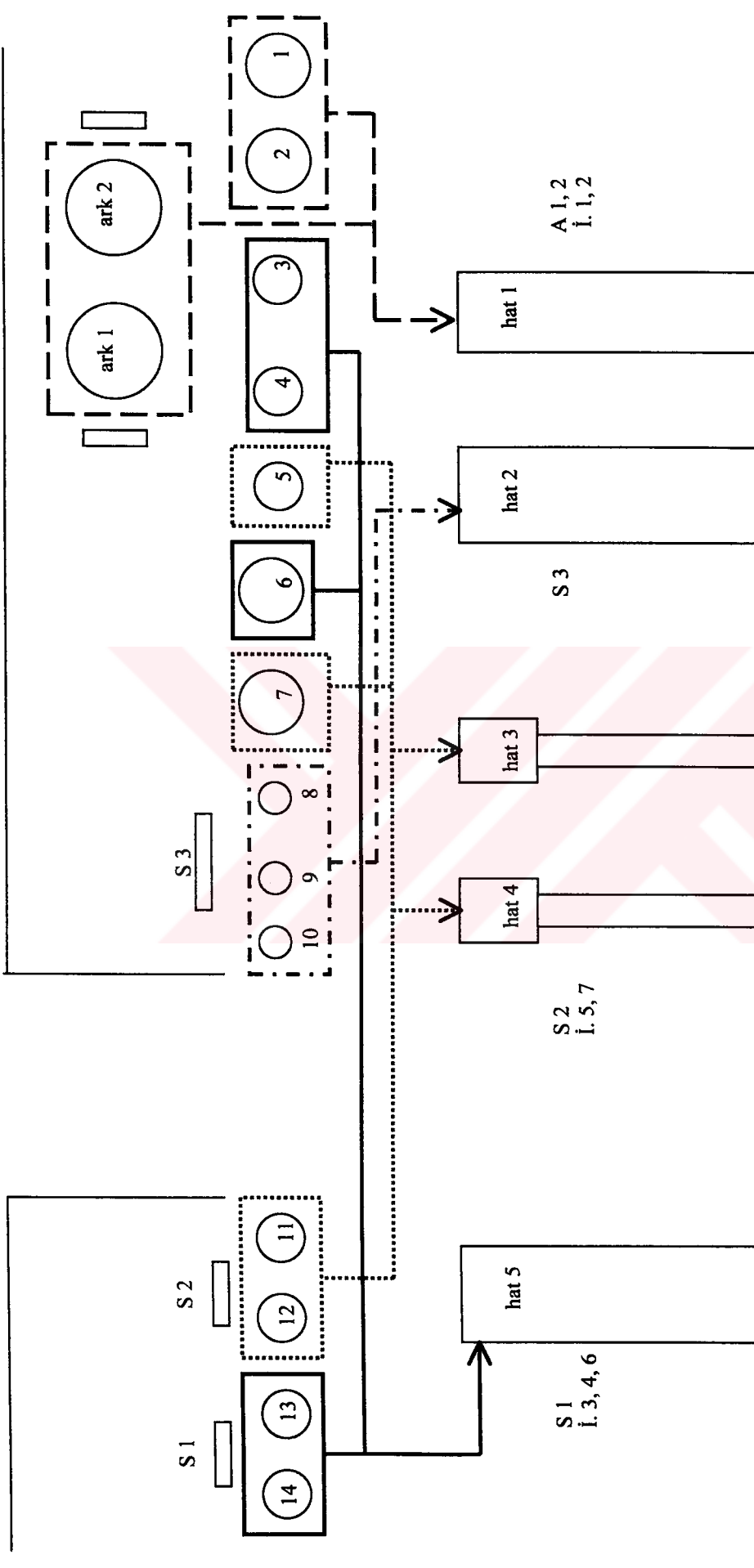
1 ton = 0,4 mm  
1 saat = 5 mm

Şekil 6.4 Hat 5 'in uyarlanması



Şekil 6.5 Stok kontrol grafiği





Şekil 6.6 Hat – ocak eşleşmesinin yerleşim planı üzerinde gösterilmesi

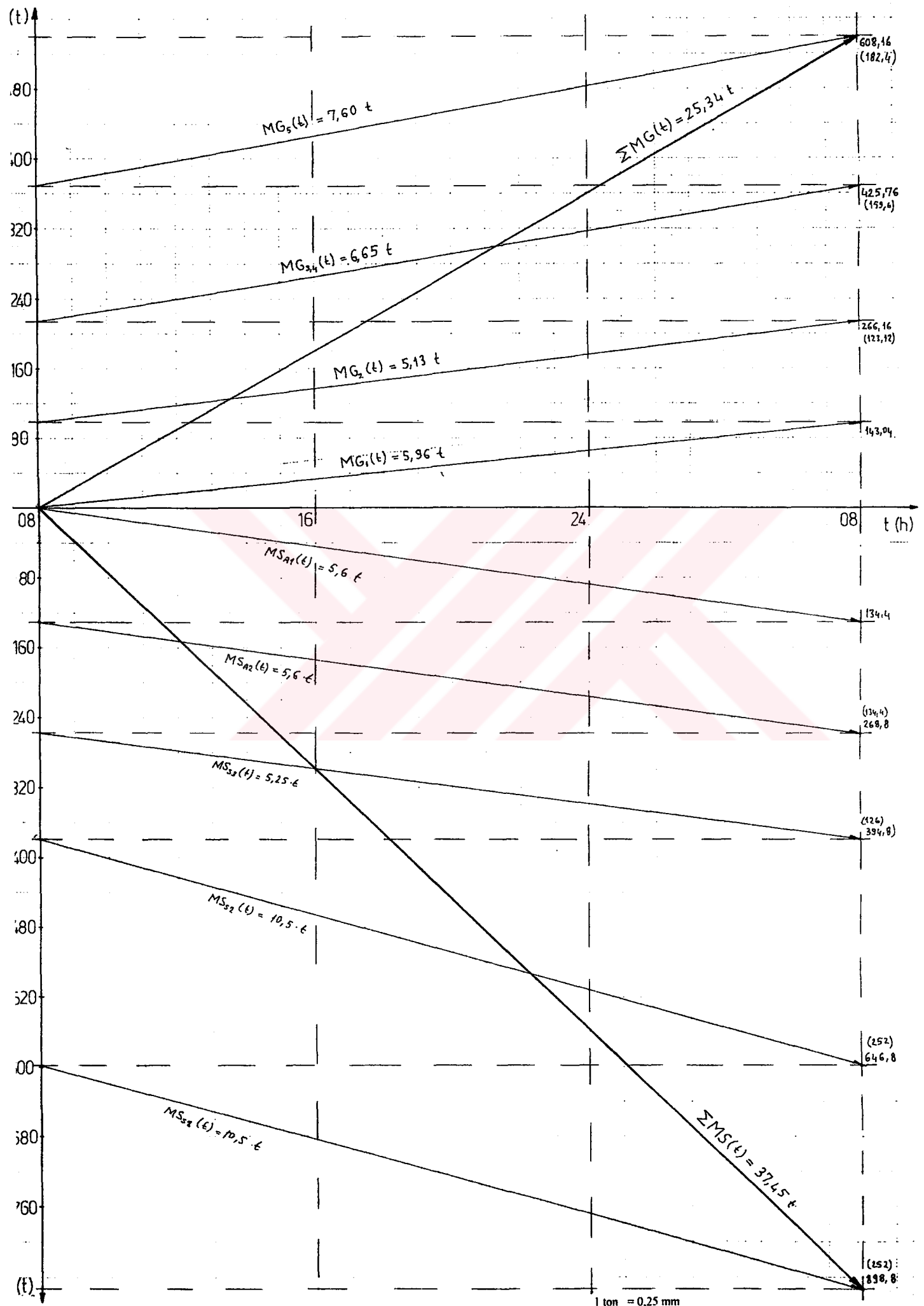
## 6.6 İrdeleme

Yukarıda izah edilmiş ve grafikleri verilmiş olan kalıplama – ergitme uyarlama çözümlerinde hatların sıvı metalle beslenebilmesi için en yakın ergitme ocaklarının hatlara tahsis edilmesi ile verimli bir çalışmaya ve rasyonel bir çözüme gidilmiştir. Ancak aşağıda belirtildiği gibi pratikte uygulanabilirlik açısından bir takım olumsuzluklar da ortaya çıkmaktadır. İşyerindeki ergitme ocaklarının, kalıplama hatlarının çalışma süresi boyunca çalışması halinde sunabileceği sıvı metal, kalıplama hatlarında üretim programında belirtilen miktarda ve sürede hazırlanan kalıpların sıvı metal isteminin çok üzerindedir. Yani kısaca, ergitme kapasitesi kalıplama kapasitesinin üzerindedir. Bu durum üç vardiya için çizilen Şekil 6.6 'da görülmektedir.

Daha önceki bölümde de açıklandığı üzere, başlangıçta düşük kapasiteli bir üretime göre planlanmış kalıplama ve ergitme donatılarının kapasiteleri de ülkedeki gelişmelere paralel olarak artan siparişlerle birlikte atırılmıştır. Fakat bu arttırma, belli ocakların belli hatlara tahsis edilmesi ilkesinden uzak bir şekilde yapılmış ve zaman zaman artan ihtiyacı zorlanmadan karşılayabilmek için de ergitme kapasitesi yüksek olan ocaklar tercih edilmiştir. Dolayısıyla belli ergitme ocaklarının, belli hatlara tahsis edilmesi ve sürekli çalışması ile ortaya çıkan sıvı metal sunusu, çalışmada ele alınan kalıplama üretim programına göre oluşan sıvı metal ihtiyacının oldukça üzerine çıkmaktadır. Bu şekilde ergitilen metalin ihtiyacın üstünde oluşu yukarıdaki çözümde olduğu gibi, ocakların kısa süreli (12,7 saat gibi) ergitme yapması uzun süreli duruşlarını beraberinde getirmiştir. Bu tip bir durumun da uygulama açısından önemli olumsuzlukları vardır.

Ergitme ocaklarının bir ergitmeden sonra diğer bir ergitmeye kadar uzun süre durgun kalması sonucu soğuması ve soğuduktan sonra tekrar devreye alınması teknik ve ekonomik açıdan uygun değildir. Ocaktaki şarjın boşaltılıp ocak soğuduktan sonra tekrar şarj edilmesi, hem şarj etme işleminin hem de yeni şarjın ergitilmesinin uzun zaman alması demektir. Bu durum da, ocağın tekrar ısıtılması ve ergitmeye geçmesi sırasında gereksiz yere enerji harcanmasına sebep olur. Ocakta, soğuyup tekrar devreye almadan dolayı astarda termal şoklar oluşur. Bunun sonucu gereksiz yere fazla astar kullanımı ve astarlama işçiliği ortaya çıkar. Astar değişiminin daha sık olması da rasyonel çalışmayı kısıtlayan önemli bir etkidir.

Sonuç olarak bu tip bir yaklaşım hem kapasite kullanım oranları hem de verim açısından uygulanabilirlikten uzaktır. Dolayısıyla sunulmuş olan çözümlerin taşıdığı yukarıda sıralanmış bir takım olumsuzluklar nedeniyle bu tez çalışmasında bu noktadan sonra, uyumu zorlaştıran yerleşim ve farklı kapasitelerle optimum uyarlama olanakları aranmıştır.



1 ton = 0,25 mm  
1 saat = 10 mm

## 7. UYARLAMA YAKLAŞIMLARI

### 7.1 Uyarılama Yaklaşımlarında Uygulama Bakımından İşletme Şartlarının Göz Önüne Alınması

Bu aşamadan sonra daha çok gerçekçi ve uygulanabilir çözümler üzerinde durulacaktır. İlk uyarılama yaklaşımındaki uygulanabilirliği engelleyen etkenler bundan sonraki çözümlerde de ele alınmalıdır. O halde; öncelikle çözümler, çalışma periyodu boyunca ergitme ocakları sürekli çalışacak yönde olmalıdır. Ergitme kapasitesinin yüksek olması nedeniyle sadece kalıplamadan gelen istemi karşılayabilecek kadar ocak ergitme yapmalı ve bazı ocaklar devre dışı kalmalıdır. Dolayısıyla böyle bir durumda da sürekli çalışan ergitme ocaklarından birden fazla hatta sıvı metal verilmelidir.

Bu tip bir çalışma sisteminde sıvı metal istemini karşılayabilecek, diğer taraftan da devre dışı bırakılacak ergitme ocaklarını belirlerken Bölüm 6.2 'deki kriterler tekrar dikkate alınmalıdır. Bölüm 6.2 'de açıklandığı üzere tüm ocaklar ergitilecek malzeme türü bakımından uygundur. Her iki tip ocak da malzeme türü yönünden uygun olduğuna göre belirleyici olma yolunda, ocakları enerji tüketimleri açısından karşılaştırmak gerekir. Bölüm 6.2 Çizelge 6.1 'de görüleceği gibi enerji tüketimi açısından ark ocaklarının öncelikli olarak ergitmede kullanılması daha uygundur. Fabrikadaki iki adet ark ocağı tüm sıvı metal ihtiyacını karşılayamayacağından bu açığı kapatmak için indüksiyon ocaklarından da yararlanılmalıdır. Sonuç olarak çalışmada rasyonel bir uyarılama için ergitme, ark ocakları ve indüksiyon ocaklarının bir kısmı ile yapılmalı, bekletme ve tutma amaçları için de nüveli indüksiyon ocaklarından faydalanılmalıdır.

Tesiste, ergitme kapasitesinin yüksek olması, probleme çözümler aranırken bazı alternatif çözümler de sunmaktadır. Enerji tüketimlerine bağlı olarak ark ocaklarının öncelikli olarak kullanılmasının yanında sadece indüksiyon ocakları kullanılarak da çözüm yolları bulunulabilir. Kapasitenin yüksek oluşuyla ark ocaklarının devre dışı bırakılıp sadece indüksiyon ocakları ile istem karşılanabilir. Bu durum Şekil 6.7 'de rahatlıkla görülebilmektedir.

Tüm bu açıklamaların yanında, verilerin alındığı işletmedeki şartlar biraz daha bu çalışmaya yansıtılmak istendiğinde ekonomik çalışmayla ilgili bazı başka unsurların da dikkate alınması gerekmektedir. Sanayiye verilen elektrik enerjisinin bedeli belli zaman dilimlerine göre fiyatlandırılmıştır. Zaman dilimlerine göre farklılık gösteren indüksiyon ve ark ocakları için belirlenmiş bu tüketim değerleri 2001 yılı Aralık ayı itibariyle aşağıdaki gibidir.

Çizelge 7.1 Zaman dilimlerine göre elektrik tüketim değerleri

$$22:00 - 06:00 : 1 \text{ kwh} = 50.500 \text{ TL}$$

$$06:00 - 17:00 : 1 \text{ kwh} = 79.250 \text{ TL}$$

$$17:00 - 22:00 : 1 \text{ kwh} = 125.150 \text{ TL}$$

Görüldüğü gibi enerjinin en pahalı olduğu zaman dilimi 17:00 – 22:00 saatleri arasındır. İşletmede puant saatler denilen bu zaman dilimi içinde eğer üretim programı uygunsa ergitme yapmadan üretime devam edilmektedir. Ergitme işlemi bu saatler dışında yapılarak puant saatlerde sıvı metal istemi tutma ocaklarından karşılanmakta ve döküm yapılmaktadır. Ergitme işleminin 17:00 – 22:00 saatleri dışında yapılıp, bu saatlerde sıvı metalin ocaklarda bekletilmesi, özgül enerji tüketim değerleri açısından olumsuz; enerji daha ucuz olduğundan ekonomik olmaktadır. Bu ekonomiklik bir örnekle şu şekilde gösterilebilir. Nüvesiz indüksiyon ocakları için özgül enerji tüketim değeri 700 kwh/t ‘tir. 1 ton metali (dökme demir) ergitebilmek için maliyeti Çizelge 6.1 ‘deki değerleri de kullanarak şöyle bulunabilir.

$$22:00 - 06:00 : 700 \text{ kwh} \times 50.500 \text{ TL} = 35.350.000 \text{ TL}$$

$$06:00 - 17:00 : 700 \text{ kwh} \times 79.250 \text{ TL} = 55.475.000 \text{ TL}$$

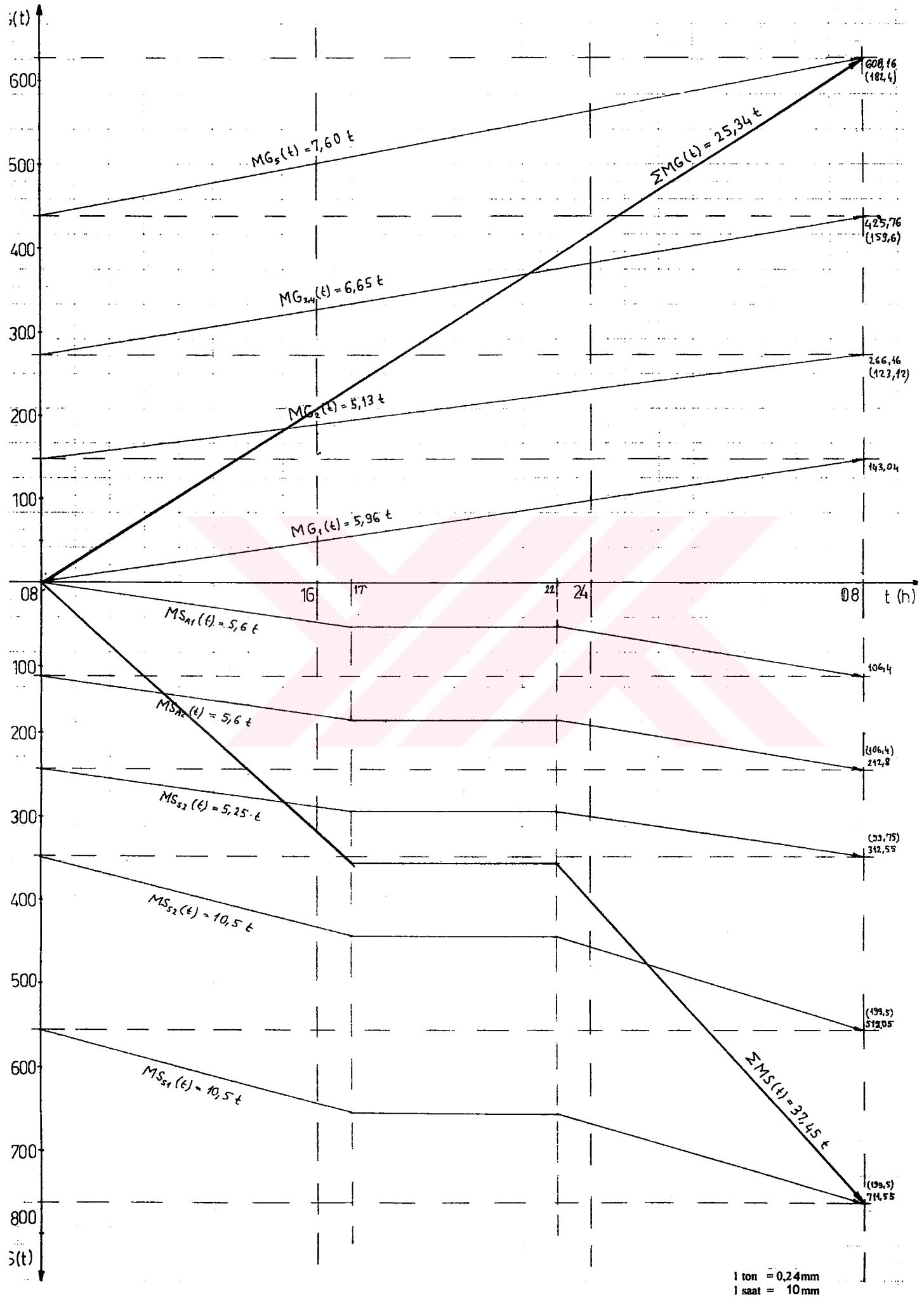
$$17:00 - 22:00 : 700 \text{ kwh} \times 125.150 \text{ TL} = 87.605.000 \text{ TL}$$

Böyle bir durumda ark ocakları tutma vazifesi göremeyeceğinden bu olumsuz saatlere kadar ergitme işlemini tamamlamalıdır. Ark ocaklarının ergittiği malzeme, tutma ocaklarına aktararak puant saatlerde ark ocakları devre dışı kaldığında döküme tutma ocaklarından devam edilebilir. Ergitme amaçlı kullanılan büyük güçteki nüvesiz indüksiyon ocakları bu saatler arasında ya ergitme işlemini tamamlayıp devre dışı kalmalı ya da ergitme yapmadan sıcak tutma işlevini yerine getirmelidir. Nüvesiz indüksiyon ocaklarının bu şekilde çalışması ergitme yapmadıkları için ekonomik olsa da; ergitme amaçlı bulundurulmuş büyük güçteki bu ocakların tutma işlevi görmesi yine de bir dezavantajdır.

Bu şekilde çalışma durumunda, ekonomikliğin yanında tutma ocaklarında da enerji harcanması, beklemeden dolayı metalde gaz absorpsiyonu ve sıvı homojenliğinin bozulması gibi problemler ortaya çıkabilir. Nüveli indüksiyon ocaklarında sirkülasyon, nüvesiz ocaklara göre daha iyi ise de bu durum bir dezavantajdır. Ayrıca bu tip çalışma, siparişlerin durumuna da bağlıdır. Sipariş teslim süreleri bu saatlerde ergitme yapmadan üretimi sürdürmeye müsaade etmeyebilir. Ancak bu durum, enerji maliyetinin çok yükseldiği durumlarda uygun olabilir.

Ergitme ocaklarının bu saatlerde çalışmaması halinde de ergitme kapasitesi, eldeki kalıplama üretim programına göre elde edilen sıvı metal istemini karşılayabilecek durumdadır. Bu durum Şekil 7.1 'de görülmektedir. Bundan sonraki bölümde yukarıda tanımı yapılan temellere ve açıklamalara dayalı uyarlama örnekleri verilecek ve bu çözümler irdelendikten sonra bunlar arasından en uygun uyarlama çözümü seçilecektir.





### 7.2 1. Uyarlama Yaklaşımı

Bu çözümde fikir olarak ilk önce ergitme ocaklarının kendisine en yakın hattı beslemesi ilkesi esas alınmıştır. Öncelikle ark ocakları ve bu ocaklara ilave (takviye) olarak indüksiyon ocaklarının kullanıldığı ve ocakların kesintisiz ergitme yaptığı duruma uygun bir çözüm aranmalıdır.

Ark ocakları kendilerine en yakın hat olan hat 1 ve hat 2 'yi beslemelidir. Ancak, ocakların teker teker bu hatları beslemeleri için kapasiteleri yeterli değildir. Ark ocakları birlikte çalışıp iki hatta birden sıvı metal vermelidir. Hat 1 ve hat 2 'nin 24 saat sonundaki sıvı metal istemi,

$$MG_1(t) = 5,96 \text{ t (t/h)}$$

$$MG_2(t) = 5,13 \text{ t (t/h) eşitliklerinden,}$$

$$MG_1(24) = 5,96 \times 24 = 143,04 \text{ ton}$$

$$MG_2(24) = 5,13 \times 24 = 123,12 \text{ ton}$$

$$\Sigma MG(24) = 266,16 \text{ ton 'dur.}$$

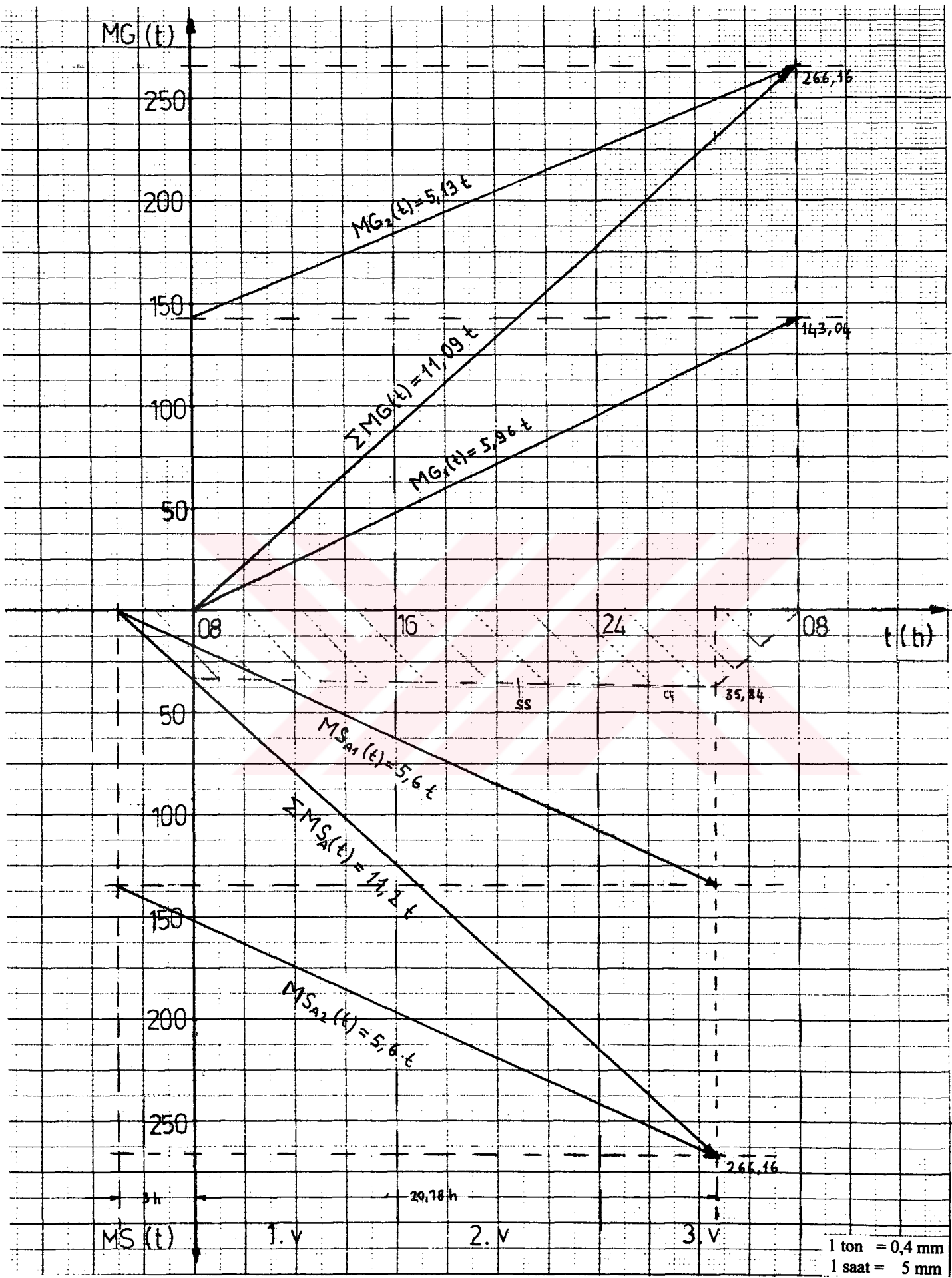
Ark 1 ve ark 2 'nin toplam ergitme gücü  $MS_{A(T)}(t) = 11,2 \text{ t 'dir.}$  O halde 266,16 tonluk toplam sıvı metal istemini bu ocaklar;  $266,16 \text{ (t) / } 11,2 \text{ (t/h) } \cong 23,78 \text{ saatte karşılar.}$  Ergitme işlemine, kalıplama stoku imkanı olmadığından kalıplamadan ocaklar maksimuma yakın kapasitede dolacak kadar erken (3 saat) başlanmaktadır ( Şekil 7.2). Sıvı stokunun maksimum olduğu noktadaki 35,84 tonluk sıvı metal bir adet 28 ton (ind.1) ve bir adet 14 ton (ind.3) kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile tutulabilir (ocakların kendi kapasiteleri de bu stoku tutmak için uygundur). Ergitme işlemi, ergitme gücünün kalıplamaya göre yüksek olması ve erken başlaması nedeniyle kalıplamadan önce biter. Kalıplama işlemi sona erinceye kadar döküme sıvı stoktan devam edilir.

Bu hatlardan yerleşim olarak sonra gelen hatlar hat 3,4 'tür. Bu hatlara en yakın olan ocak Sistem 3 'tür. Bu hatların 24 saat sonundaki sıvı metal istemi,

$$MG_{3,4}(t) = 6,65 \text{ t (t/h) eşitliğinden,}$$

$$MG_{3,4}(24) = 6,65 \times 24 = 159,6 \text{ ton 'dur.}$$





Şekil 7.2 1. Uyarlama yaklaşımında Hat 1 ve Hat 2 'nin uyarlanması

Ergitme gücü  $MG_{S3} = 5,25 \text{ t (t/h)}$  olan Sistem 3 'ün, bu sıvı metal istemini 24 saatte karşılaması mümkün değildir. 24 saatte bu sistem,  $MS_{S3} (t) = 5,25 \times 24 = 126$  ton sıvı metal verebilir. Dolayısıyla bu sistem 159,6 tonluk sıvı metal isteminin ancak 126 tonunu karşılayabilir. İstemdeki  $159,6 - 126 = 33,6$  tonluk sıvı metal eksikliği diğer ocakların takviyesiyle tamamlanabilir. Bu noktada, geri kalan diğer hattın yani hat 5 'in uyarılmasına geçip daha sonra bu uyarlamaya dönmek daha pratik olacaktır. Hat 5 'in 24 saat sonundaki sıvı metal istemi,

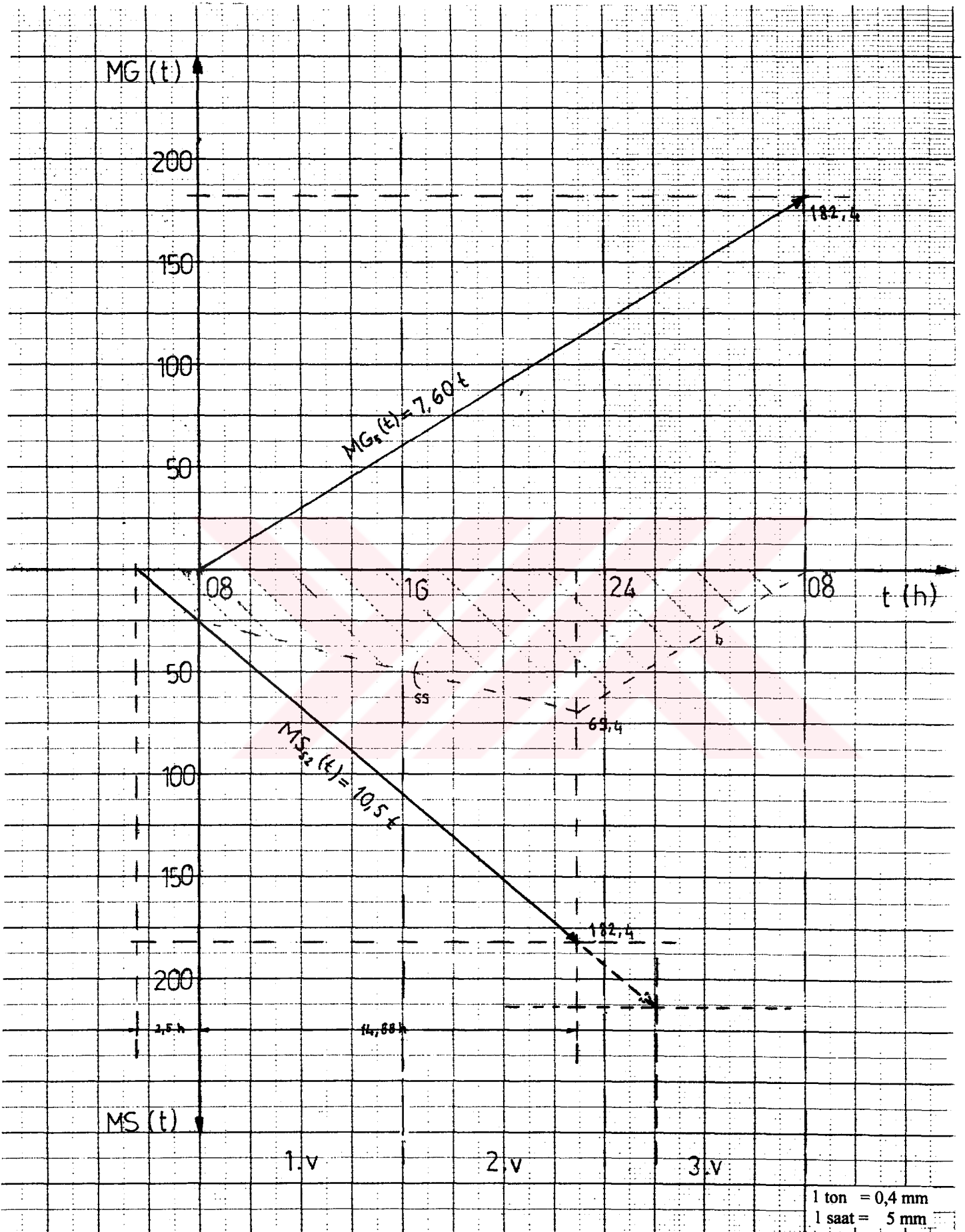
$$MG_5(t) = 7,60 \text{ t (t/h) eşitliğinden,}$$

$$MG_5(24) = 7,60 \times 24 = 182,4 \text{ ton 'dur.}$$

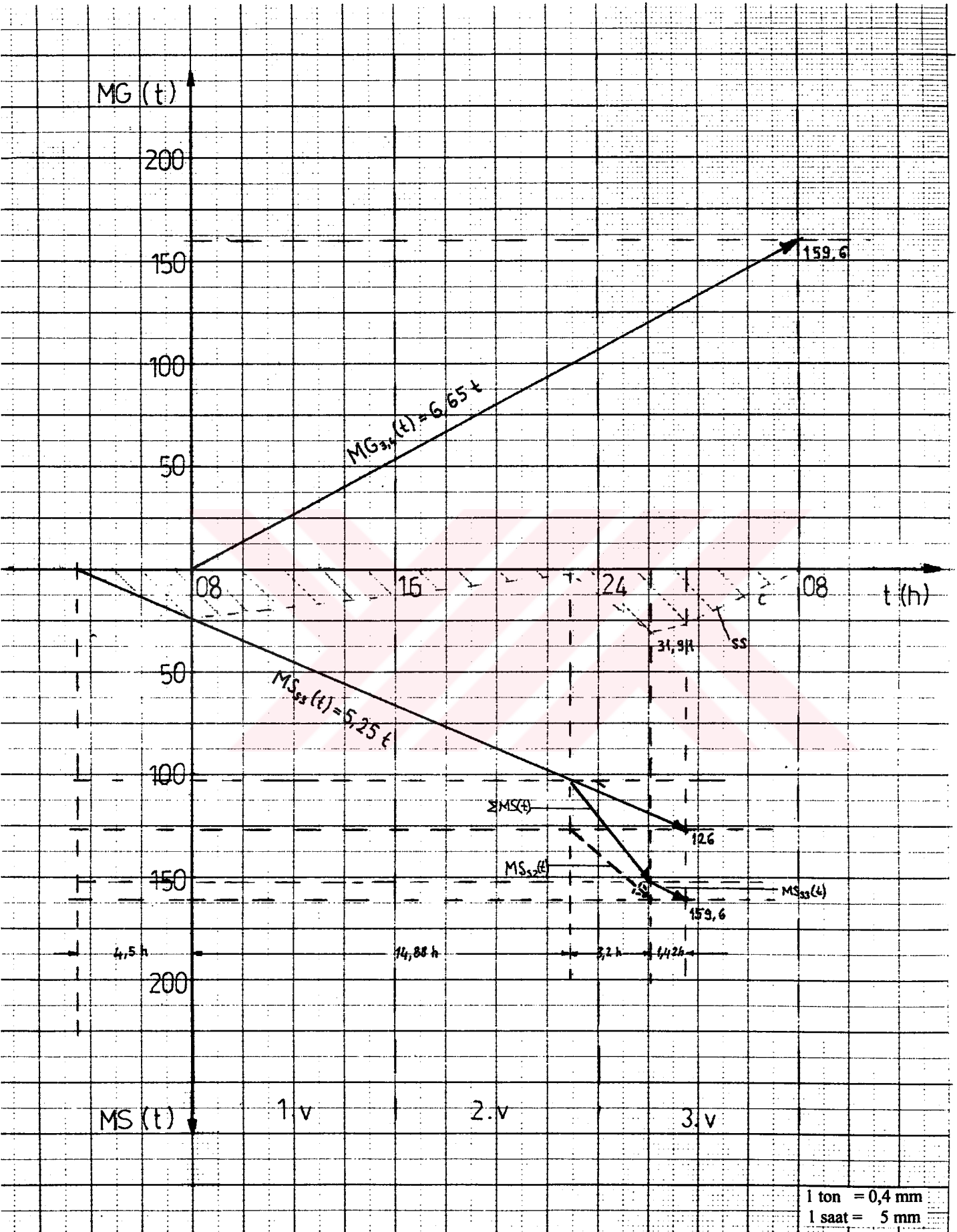
Bu hatta en yakın olan ocak Sistem 2 'dir. Ergitme gücü,  $MS_{S2} (t) = 10,5 \text{ t (t/h)}$  olan Sistem 2, bu hattın sıvı metal istemini;  $182,4 (t) / 10,5 (t/h) \cong 17,38$  saatte karşılar. Ergitme, kalıplamadan ocaklar maksimuma yakın kapasitede dolacak kadar erken (2,5 saat) başlar. 17,38 saat sonra Sistem 2, hat 5 için çalışmasını tamamladıktan sonra hat 3,4 'ün istem açığını tamamlayabilir. Bu uyarılmanın grafiği Şekil 7.3 'de görülmektedir. Bu uyarlamada ortaya çıkan maksimum 69,4 tonluk sıvı stok; iki adet 28 ton (ind.6, ind.7) ve bir adet 14 ton (ind.5) kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile tutulabilir. Ocakların kendi kapasitelerine ilave olarak 28 ve 14 ton kapasitede birer tutma ocağı ile de bu stok tutulabilir.

Eksik sıvı metali verecek olan ocak belirlendikten sonra yarıda bırakılan hat 3,4 'ün uyarılmasına geri dönülebilir. Sistem 3 ile hat 3,4 'ün uyarılmasında ergitme kapasitesinin kalıplamaya göre düşük olmasından dolayı ergitme sona erene kadar; belli bir süreden sonra ergitme, sıvı istemini karşılayamaz hale gelir. O halde Sistem 2 'den alınan destek, Sistem 3 'ün yetersiz kaldığı noktadan önce devreye girmelidir. Bunun için de Sistem 3 'ün ergitmeye başlangıcı kalıplamadan bir süre önce başlamalıdır ki Sistem 2, hat 3,4 için devreye girdiğinde; Sistem 3 istemi karşılamada yetersiz kaldığı noktaya gelmemiş olsun. 4,5 saatlik bir süre bunun için yeterlidir. Dolayısıyla Sistem 3, ergitme işlemine kalıplamadan 4,5 saat önce yani, 03:30 'da başlar ve 24 saat çalışır. Sistem 2, hat 5 için çalışmasını bitirdikten sonra,  $33,6 \text{ t} / 10,5 \text{ t/h} \cong 3,2$  saat daha çalışarak hat 3,4 'ün sıvı metal istemini tamamlar ( Şekil 7.4).

Bu çalışma sırasında maksimum 31,91 ton olan sıvı metal stoku; 14 ton (ind.4) ve 28 ton (ind.2) kapasitede tutma ocağı ile tutulabilir. Ocakların kendi tutma kapasitelerine ilave olarak bir adet 28 ton kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile de bu stok tutulabilir.

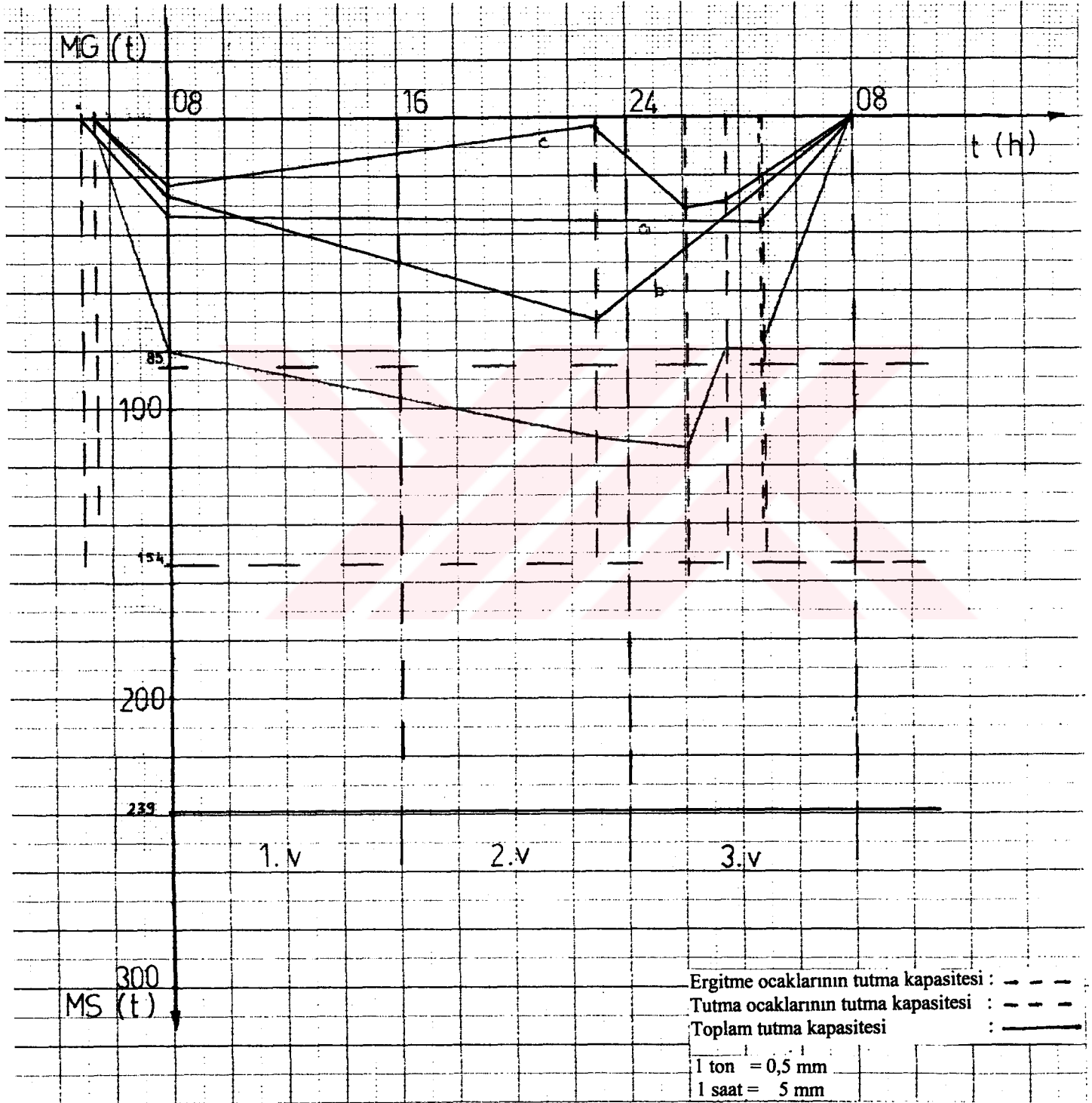


Şekil 7.3 1. Uyarlama yaklaşımında Hat 3, 4 'ün uyarlanması

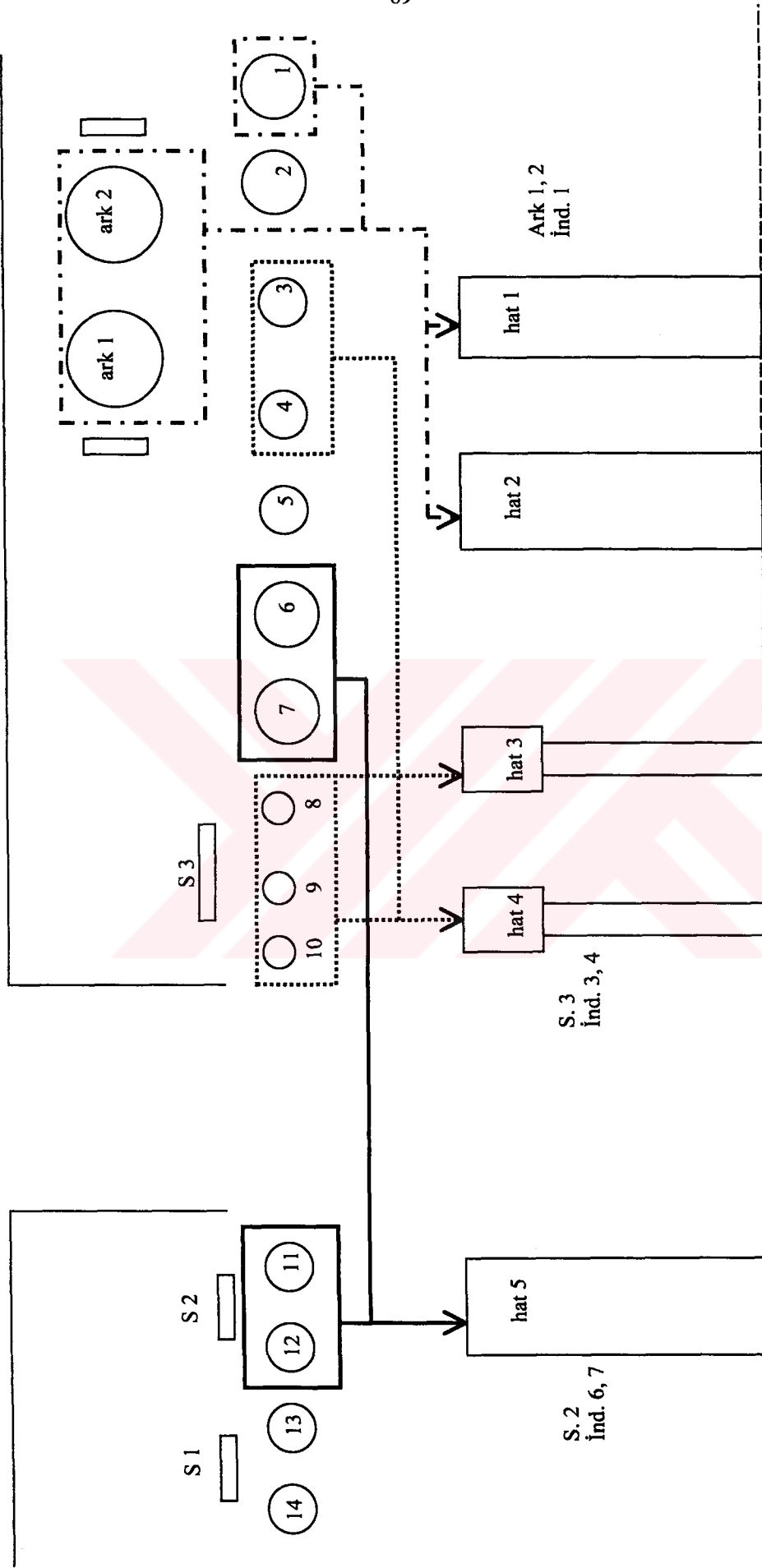


Şekil 7.4 1. Uyarılma yaklaşımında Hat 5 'in uyarlanması

Dört hat için aynı zaman diliminde gerçekleşen ve üç adet grafikte verilen bu uyarlamada sıvı stok tutma kapasitesinin aşılp aşılmadığı Şekil 7.5 'de incelenmektedir. Şekil 7.6 'da bu uyarlama için yerleşim planında hangi ergitme ve tutma ocaklarının hangi hatlara tahsis edildiği görülmektedir.



Şekil 7.5 1. Uyarlama yaklaşımında stok kontrolü



Şekil 7.6 1. Uyarılama yaklaşımı için hat – ocak eşleşmesinin yerleşim planı üzerinde gösterilmesi



### 7.3 2. Uyarlama Yaklaşımı

Bu çözümde, ark ocakları devre dışı bırakılarak ergitmenin sadece indüksiyon ocakları ile yapıldığı sürekli çalışma durumunda kalıplama, ergitme ve döküm proseslerinin uyarlanması ele alınmıştır.

Burada ark ocakları kullanılmayacağına göre, tüm hatları indüksiyon ocakları yani üç sistem besleyecek demektir. Hat 1 ve hat 2 'yi beslemek için bu hatlara yakın olan ark ocakları dışındaki alternatifler düşünüldüğünde, ocakların hatlara yakın olmasının pek bir önemi yoktur. Çünkü indüksiyon ocakları bu hatların olduğu bölüme belli bir mesafede bulunmaktadır. O halde burada MG ve MS değerlerine göre bir değerlendirme yapmak gerekir. Ayrıca aynı ocak sisteminden beslenecek hatların yan yana olmasına ve ocakların sürekli çalışmasına dikkat edilmelidir. Bu durumda da hat 1 ve hat 2 'ye Sistem 2 'nin, hat 3,4 'e Sistem 3 'ün, hat 5 'e Sistem 1 'in sıvı metal vermesi en uygun olur. Hat 1 ve hat 2 'nin 24 saat sonundaki sıvı metal istemi,

$$MG_1(t) = 5,96 \text{ t (t/h)}$$

$$MG_2(t) = 5,13 \text{ t (t/h) eşitliklerinden,}$$

$$MG_1(24) = 5,96 \times 24 = 143,04 \text{ ton}$$

$$GB_2(24) = 5,13 \times 24 = 123,12 \text{ ton}$$

$$\Sigma MG(24) = 266,16 \text{ ton 'dur.}$$

266,16 tonluk toplam sıvı metal istemini, ergitme gücü,  $MS_{S2}(t) = 10,5 \text{ t (t/h)}$  olan Sistem 2;  $266,16 \text{ (t) / } 10,5 \text{ (t/h)} \cong 25,35$  saatte karşılar. Görüldüğü gibi Sistem 2 bu istemi 24 saat içinde karşılayamaz.  $266,16 - 252 = 14,16$  tonluk istem açığı diğer sistemlerin takviyesiyle karşılanmalıdır. Bu noktada, geri kalan diğer hatların uyarlamasına geçip daha sonra bu uyarlamaya dönmek daha pratik olacaktır. O halde diğer hatların uyarlaması yapıldıktan sonra bu durum tekrar ele alınmalıdır.

Diğer hatların yani hat 3,4 ve hat 5 'in uyarlanmasında, 1. uyarlama yaklaşımında bu hatlar için verilen çözüm burada da kullanılacaktır. Çünkü hat 1 ve hat 2 'nin uyarlaması yapıldıktan sonra, hat 3,4 ve hat 5 'e sıvı metal verecek ocaklar; kapasite, mesafe ve çalışma süresi bakımından en uygun hat – ocak tahsisi 1. uyarlama yaklaşımındaki gibi olmaktadır. Hat 3,4 'ün 24 saat sonundaki sıvı metal istemi,

$MG_{3,4}(t) = 6,65 \text{ t (t/h)}$  eşitliğinden,

$MG_{3,4}(24) = 6,65 \times 24 = 159,6 \text{ ton 'dur.}$

Ergitme gücü  $MS_{S3} (t) = 5,25 \text{ t (t/h)}$  olan Sistem 3 'ün, bu sıvı metal istemini 24 saatte karşılaması mümkün değildir. 24 saatte bu sistem,  $MS_{S3} (24) = 5,25 \times 24 = 126 \text{ ton sıvı metal}$  verebilir. Dolayısıyla bu sistem 159,6 tonluk sıvı metal isteminin ancak 126 tonunu karşılayabilir. İstemdeki  $159,6 - 126 = 33,6 \text{ tonluk sıvı metal}$  eksikliği diğer ocakların takviyesiyle tamamlanabilir. Hat 5 'in 24 saat sonundaki sıvı metal istemi,

$MG_5(t) = 7,60 \text{ t (t/h)}$  eşitliğinden,

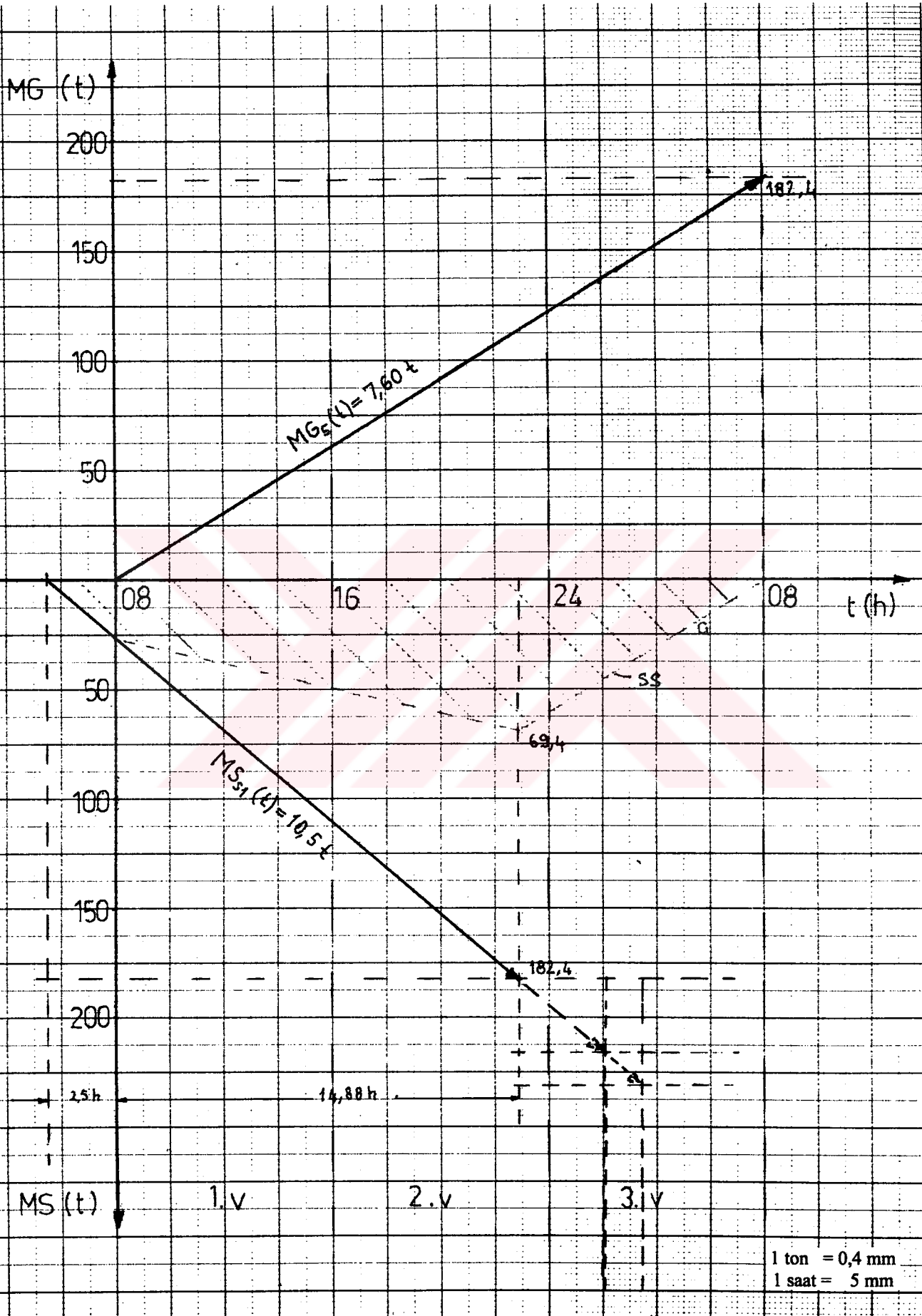
$MG_5(24) = 7,60 \times 24 = 182,4 \text{ ton 'dur.}$

Sistem 1 hat 5 'in bu istemini  $182,4 \text{ t} / 10,5 \text{ (t/h)} = 17,38 \text{ saatte}$  karşılar. Sebepleri 1. yaklaşımda açıklandığı üzere; Sistem 1 kendi hattına metal vermeyi bitirdikten sonra hat 3,4 'e takviye yapmalıdır ve Sistem 3 ergitmeye kalıplamadan 4,5 saat önce başlamalıdır. Hat 5 kendi hattına metal vermeyi tamamladıktan sonra 24 saatlik çalışma periyoduna göre daha  $24 - 17,38 = 6,62 \text{ saatlik}$  bir çalışma süresi kalır (Şekil 7.7). Bu durumda hat 3,4 'ün 33,6 tonluk sıvı metal açığını Sistem 2 karşılamalıdır. Sistem 2, bu açığı  $33,6 \text{ (t)} / 10,5 \text{ (t/h)} = 3,2 \text{ saatte}$  karşılar. Sistem 3 'ün hat 3,4 'le uyarlanması ve Sistem 2 'nin bu hatlar için destek çalışması Şekil 7.8 'de görülmektedir.

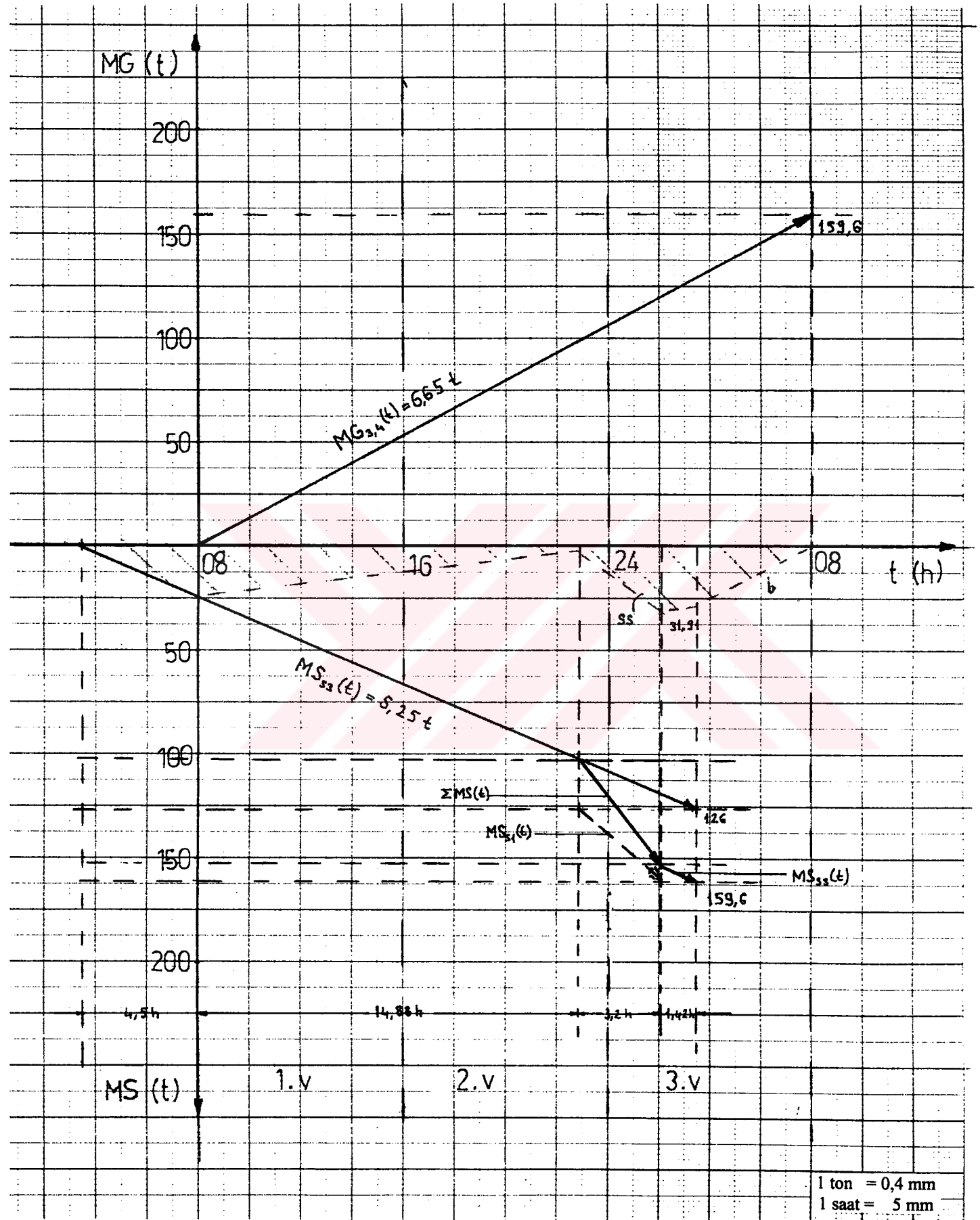
Burada hat 5 – sistem 2 uyarlamasında; sıvı stokun maksimum olduğu noktadaki 69,4 tonluk sıvı metal; iki adet 28 ton (ind.6, ind.7) ve bir adet 14 ton (ind.5) kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile tutulabilir. Ayrıca ocakların kendi kapasitelerine ilave olarak 28 ve 14 ton kapasitede birer tutma ocağı ile de bu stok tutulabilir. Hat 3,4 – sistem 3 uyarlamasında; sıvı stokun maksimum olduğu noktadaki 31,91 tonluk sıvı metal; 14 ton (ind.4) ve 28 ton (ind.2) kapasitede tutma ocağı ile tutulabilir. Yada ocakların kendi tutma kapasitelerine ilave olarak bir adet 28 ton kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile de bu stok tutulabilir.

Bu noktada, tekrar yarım kalan hat 1 ve hat 2 'nin Sistem 1 ile uyarlanmasına geçilerek bu hatların eksik kalan istemlerinin nasıl karşılanacağını belirlemek gerekir. Sistem 2 'nin hat 3,4 'e destek olduktan sonra, 24 saatlik çalışma periyodunun dolmasına  $6,62 - 3,2 = 3,42 \text{ saatlik}$  bir süre kalmaktadır. Bu süre, hat 1 ve hat 2 'nin 14,16 tonluk istem açığını tamamlamada değerlendirilebilir. Sistem 2 bu açığı  $14,16 \text{ (t)} / 10,5 \text{ (t/h)} \cong 1,35 \text{ saatte}$  karşılayabilir. O halde 3,42 saatlik süre hat 1 ve hat 2 'nin açığını kapatmak için yeterlidir.





Şekil 7.7 2 .Uyarlama yaklaşımında Hat 1 ve Hat 2 'nin uyarlanması



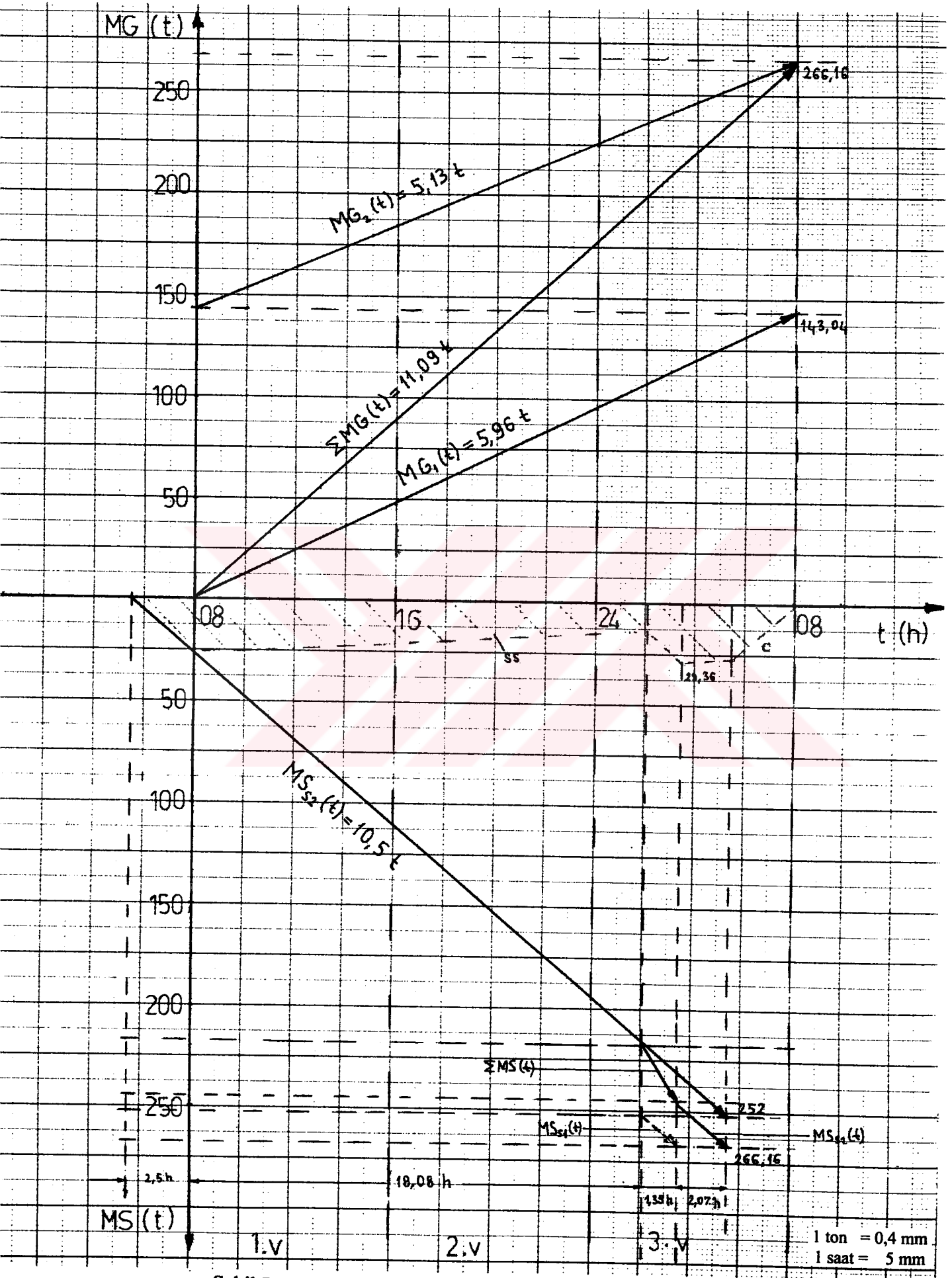
Şekil 7.8 2.Uyarlama yaklaşımında Hat 3, 4 'ün uyarlanması

Sistem 2, 1,35 saat daha çalışarak hat 1 ve hat 2 'yi takviye eder (Şekil 7.9). Böylelikle hem Sistem 2, 24 saatlik bir çalışma periyoduna yakın bir süre devrede kalmış olur hem de diğer hatların sıvı metal eksikliklerini gidermiş olur.

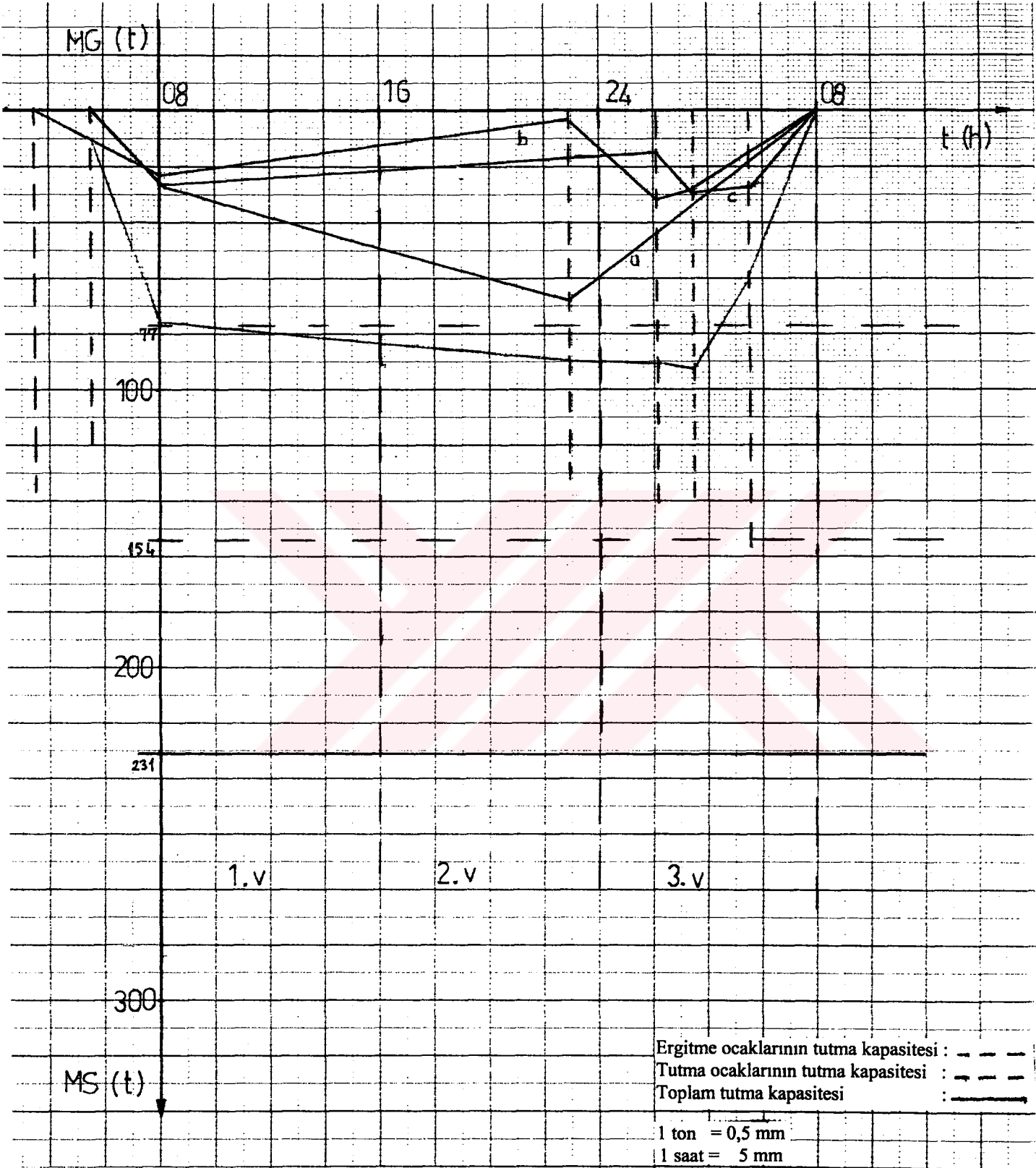
Burada sıvı stokunun maksimum olduğu noktadaki 29,36 tonluk sıvı metal bir adet 28 ton (ind.1) ve bir adet 14 ton (ind.3) kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile tutulabilir. Yada ocakların kendi kapasitelerine ek olarak bir adet 14 ton kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile bu stok tutulabilir.

Dört hat için aynı zaman diliminde gerçekleşen ve üç adet grafikte verilen bu uyarlamada sıvı stok tutma kapasitesinin aşıp aşılmadığı Şekil 7.10 'da incelenmektedir. Şekil 7.11 'de bu uyarlama için yerleşim planında hangi ergitme ve tutma ocaklarının hangi hatlara tahsis edildiği görülmektedir.

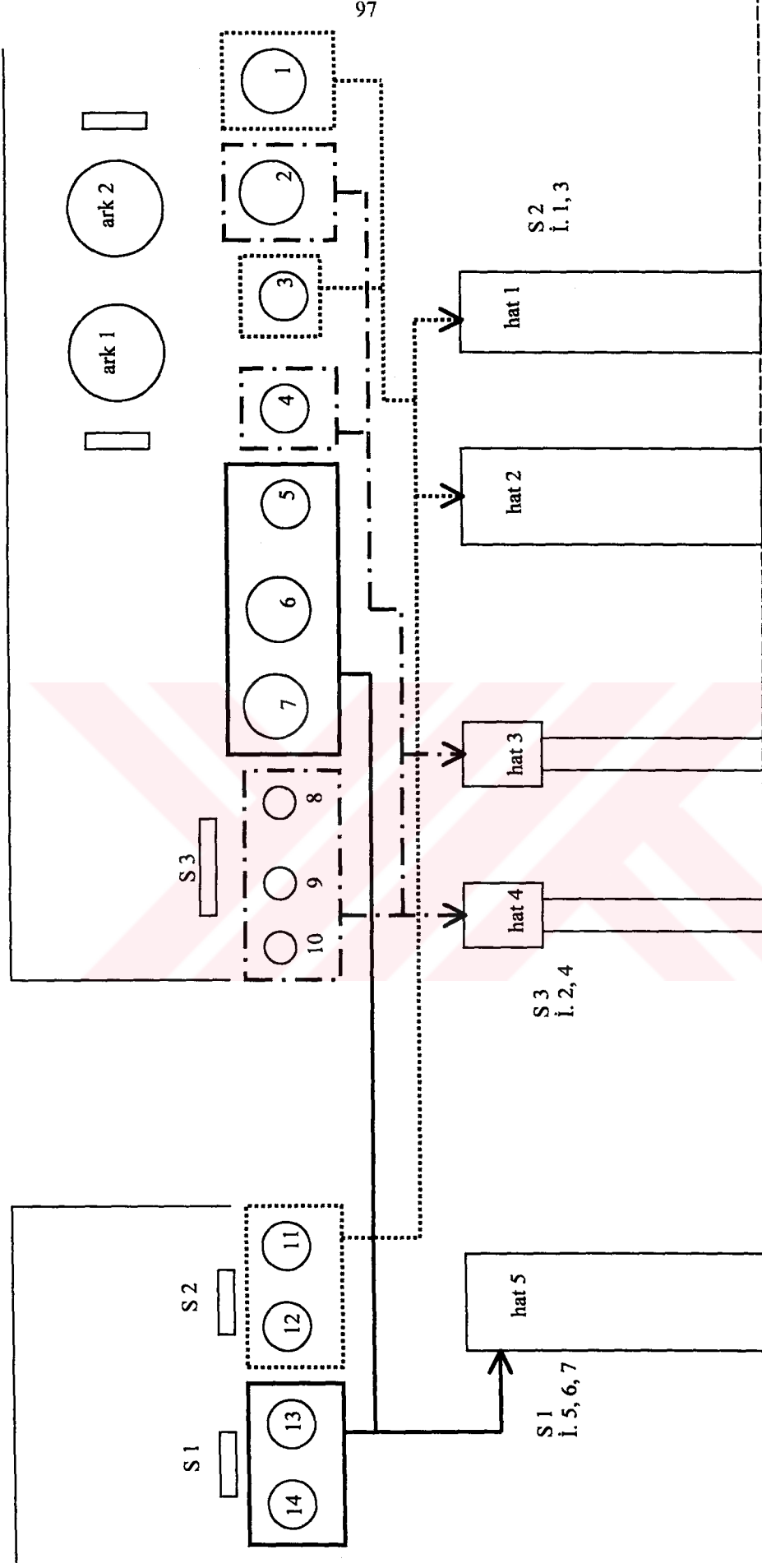




Şekil 7.9 2. Uyarlama yaklaşımında Hat 5 'in uyarlanması



Şekil 7.10 2.Uyarlama yaklaşımı için stok kontrolü



Şekil 7.11 2. Uyarılma yaklaşımı için hat – ocak eşleşmesinin yerleşim planı üzerinde gösterilmesi



### 7.4 3. Uyarlama Yaklaşımı

Bu yaklaşımda yine ark ocaklarının devre dışı bırakılarak, ergitmenin sadece indüksiyon ocakları ile yapıldığı duruma uygun diğer bir çözüm yolu incelenmiştir.

Ark ocakları devre dışı olduğuna göre hat 1 ve hat 2 için, indüksiyon ocaklarının bu hatlara uzaklığı zaten indüksiyon ocaklarına belli bir mesafede olduklarından çok da önemli değildir. O halde bu hatlara hangi indüksiyon ocağından metal verileceğini kapasiteler belirlemelidir. Dolayısıyla bu yaklaşımda düşünce olarak en başta verilen ilk uyarlamaların kapasite ve çalışma süresi olarak en uyumlu çözümü olan hat 2 – sistem 3 uyarlaması temel alınarak uyarlama olanakları araştırılmıştır. Hat 2 ‘nin 24 saat sonundaki sıvı metal istemi,

$$MG_2(t) = 5,13 \text{ t (t/h) eşitliğinden,}$$

$$MG_2(24) = 5,13 \times 24 = 123,12 \text{ ton 'dur.}$$

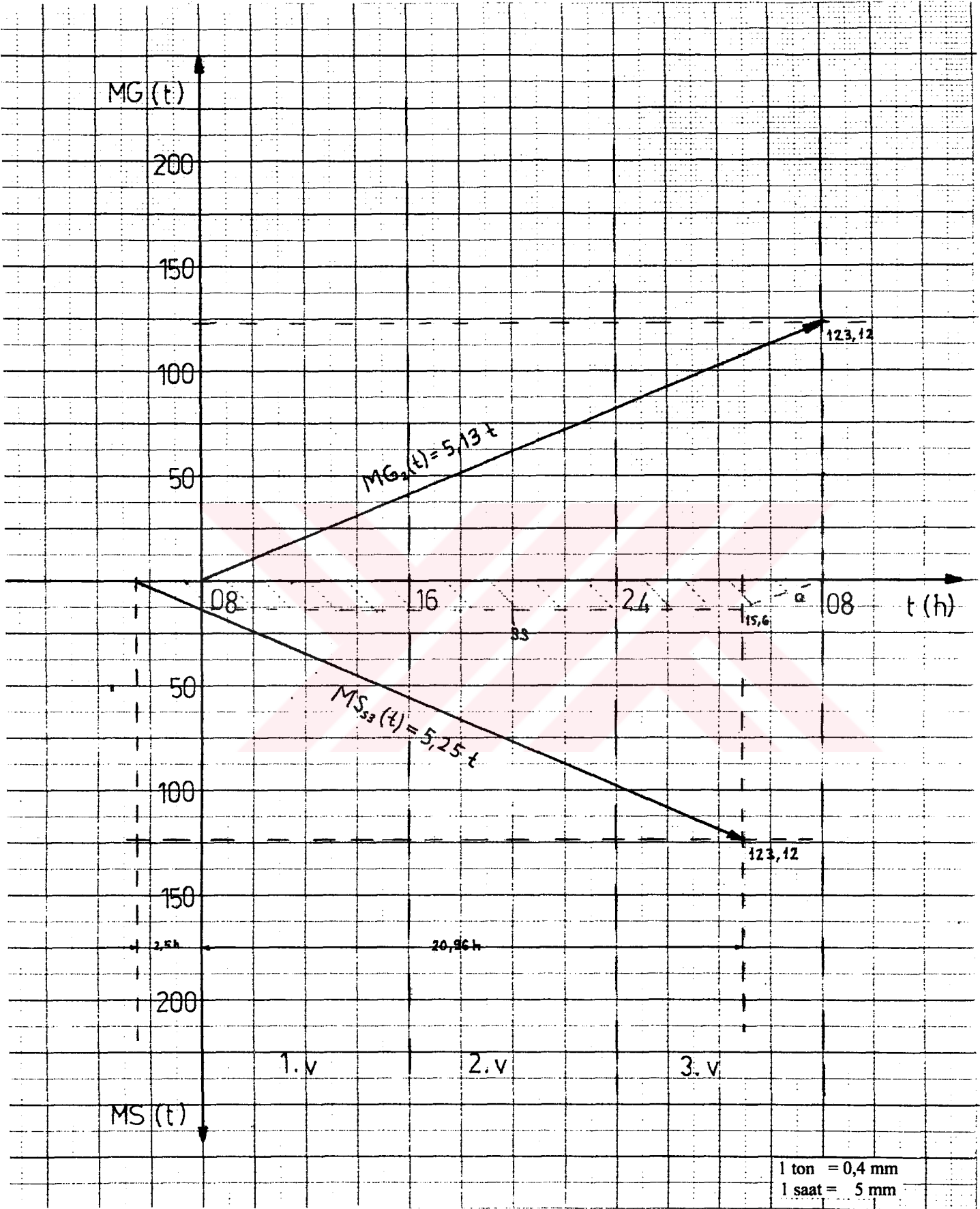
123, 12 tonluk istemi;  $MS_{S_3} (t) = 5,25 \text{ t (t/h)}$  olan Sistem 3,  $123,12 (t) / 5,25 (t/h) \cong 23,46$  saatte karşılar. Bu süre ile Sistem 3, 24 saatlik bir çalışma periyodu süresince çalışmış olur. ocaklar maksimuma yakın kapasitede dolacak kadar erken (2,5 saat) başlar. Bu uyarlamanın grafiği Şekil 7.12 ‘de görülmektedir. Burada sıvı stokun maksimum olduğu noktadaki 15,6 tonluk sıvı metal; bir adet 28 ton (ind.2) kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile tutulabilir. Ayrıca ocakların kendi tutma kapasitesi (28 ton) ile de bu stok tutulabilir.

Yine ilk yaklaşımlarda ve bu bölümdeki yaklaşımlarda, hat 5 ile Sistem 2 ‘nin uyarlanması mesafe ve kapasite olarak hat 5 için en uygun yaklaşımdır. Hat 5 ‘in 24 saat sonundaki sıvı metal istemi,

$$MG_5(t) = 7,60 \text{ t (t/h) eşitliğinden,}$$

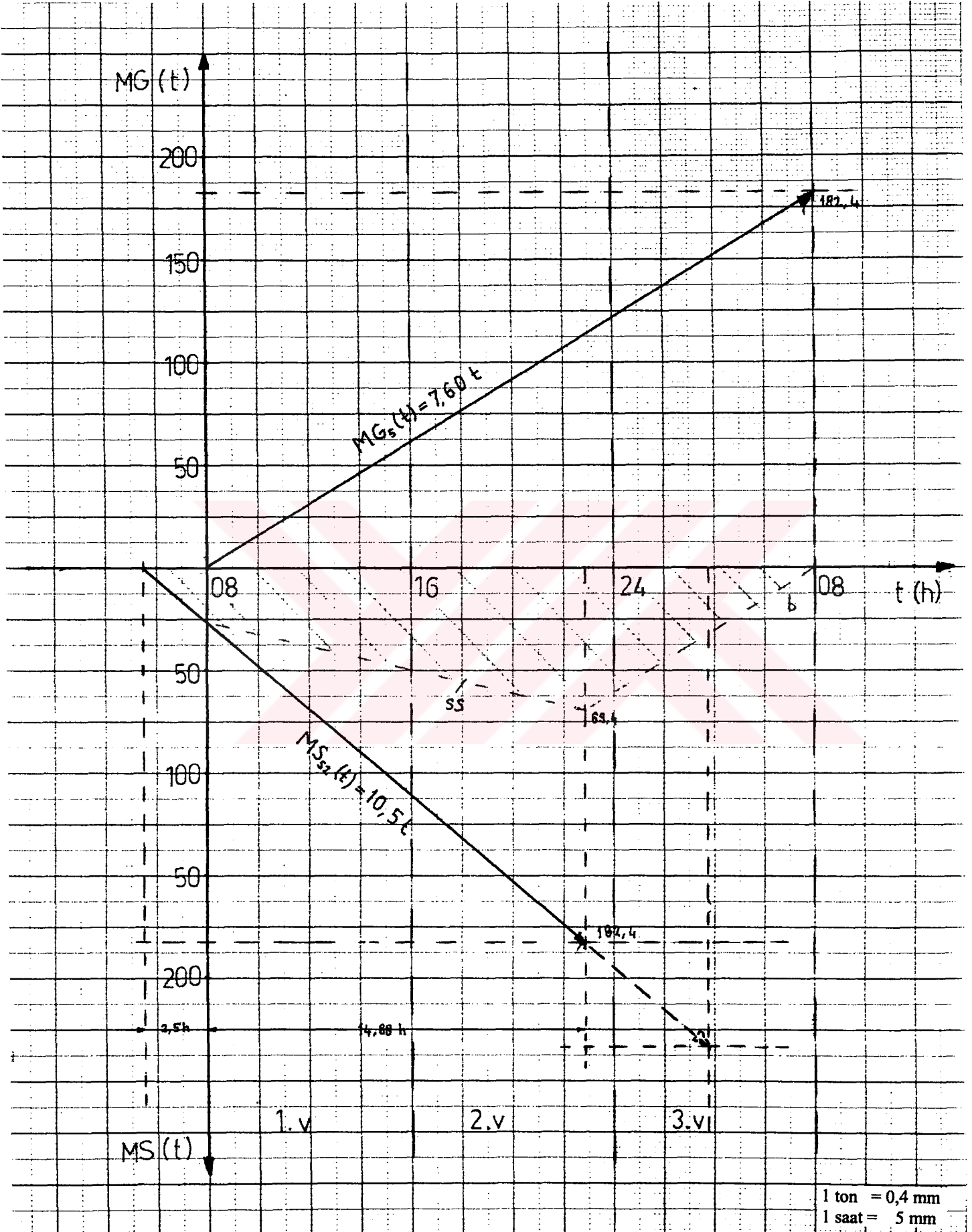
$$MG_5(24) = 7,60 \times 24 = 182,4 \text{ ton 'dur.}$$

Bu hatta en yakın olan ocak Sistem 2 ‘dir.  $MS_{S_2} (t) = 10,5 \text{ t (t/h)}$  olan Sistem 2, bu hattın sıvı metal istemini;  $182,4 (t) / 10,5 (t/h) \cong 17,38$  saatte karşılar. Ergitme, kalıplamadan ocaklar maksimuma yakın kapasitede dolacak kadar erken (2,5 saat) önce başlar (Şekil 7.13). Burada sıvı stokun maksimum olduğu noktadaki 69,4 tonluk sıvı metal; iki adet 28 ton (ind.6, ind.7) ve bir adet 14 ton (ind.5) kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile tutulabilir. Yada ocakların kendi kapasitelerine ilave olarak 28 ve 14 ton kapasitede birer tutma ocağı ile de bu stok tutulabilir.



Şekil 7.12 3. Uyarlama yaklaşımında Hat 2 'nin uyarlanması





Şekil 7.13 3. Uyarlama yaklaşımında Hat 5 'in uyarlanması

Hat 2 ve hat 5 'in uyarlaması yapıldıktan sonra geriye hat 1 ve hat 3,4 'ün uyarlanması kalmaktadır. Ark ocakları devre dışı olduğuna göre bu hatları beslemek için ocaklardan geriye Sistem 1 kalmaktadır. Hat 1 ve hat 3,4 'ün toplam sıvı metal istemi,

$$MG_1(t) = 5,96 \text{ t (t/h)}$$

$$MG_1(24) = 5,96 \times 24 = 143,04 \text{ ton}$$

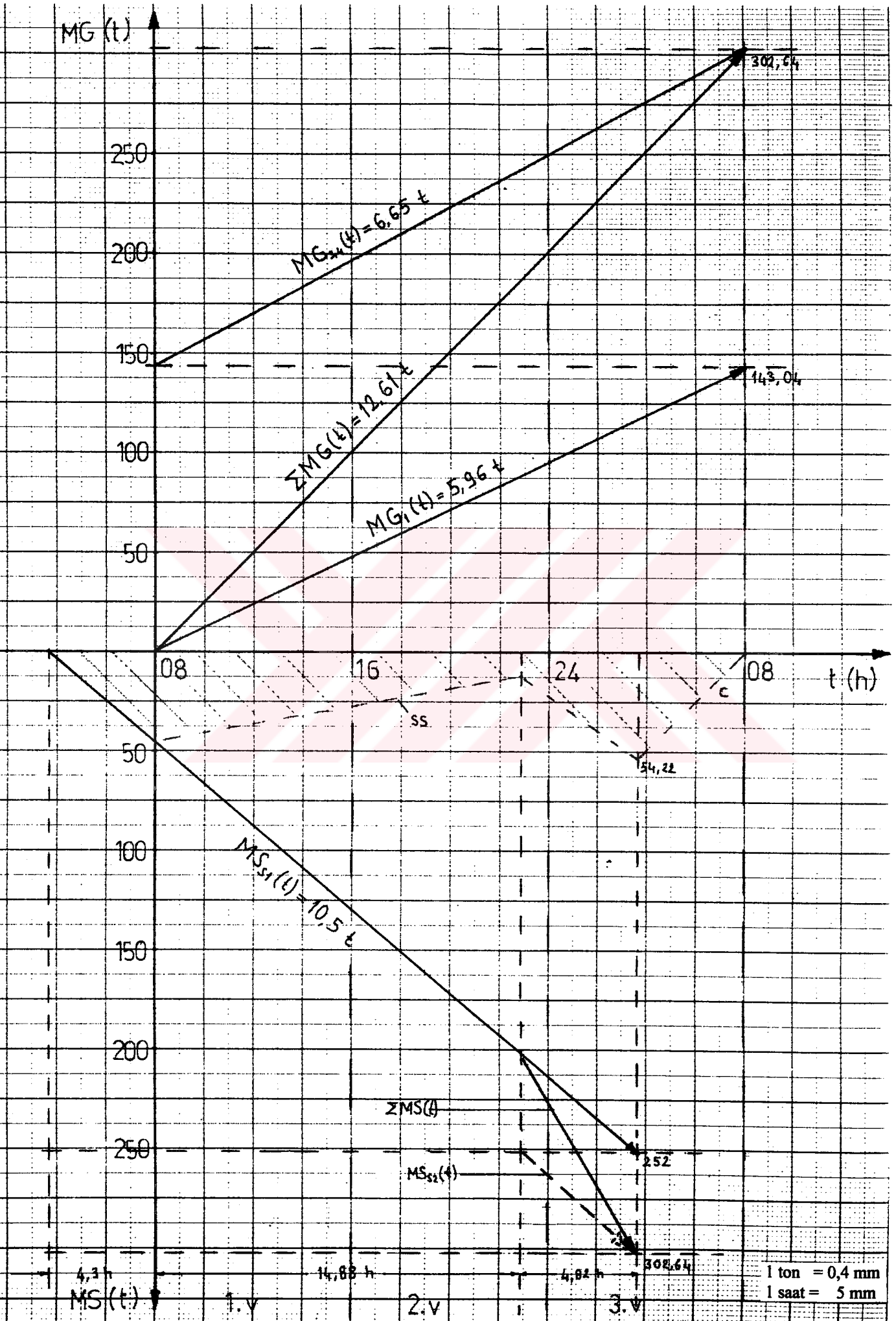
$$MG_{3,4}(t) = 6,65 \text{ t (t/h)}$$

$$MG_{3,4}(24) = 6,65 \times 24 = 159,6 \text{ ton}$$

$$\Sigma MG(24) = 302,64 \text{ ton 'dur.}$$

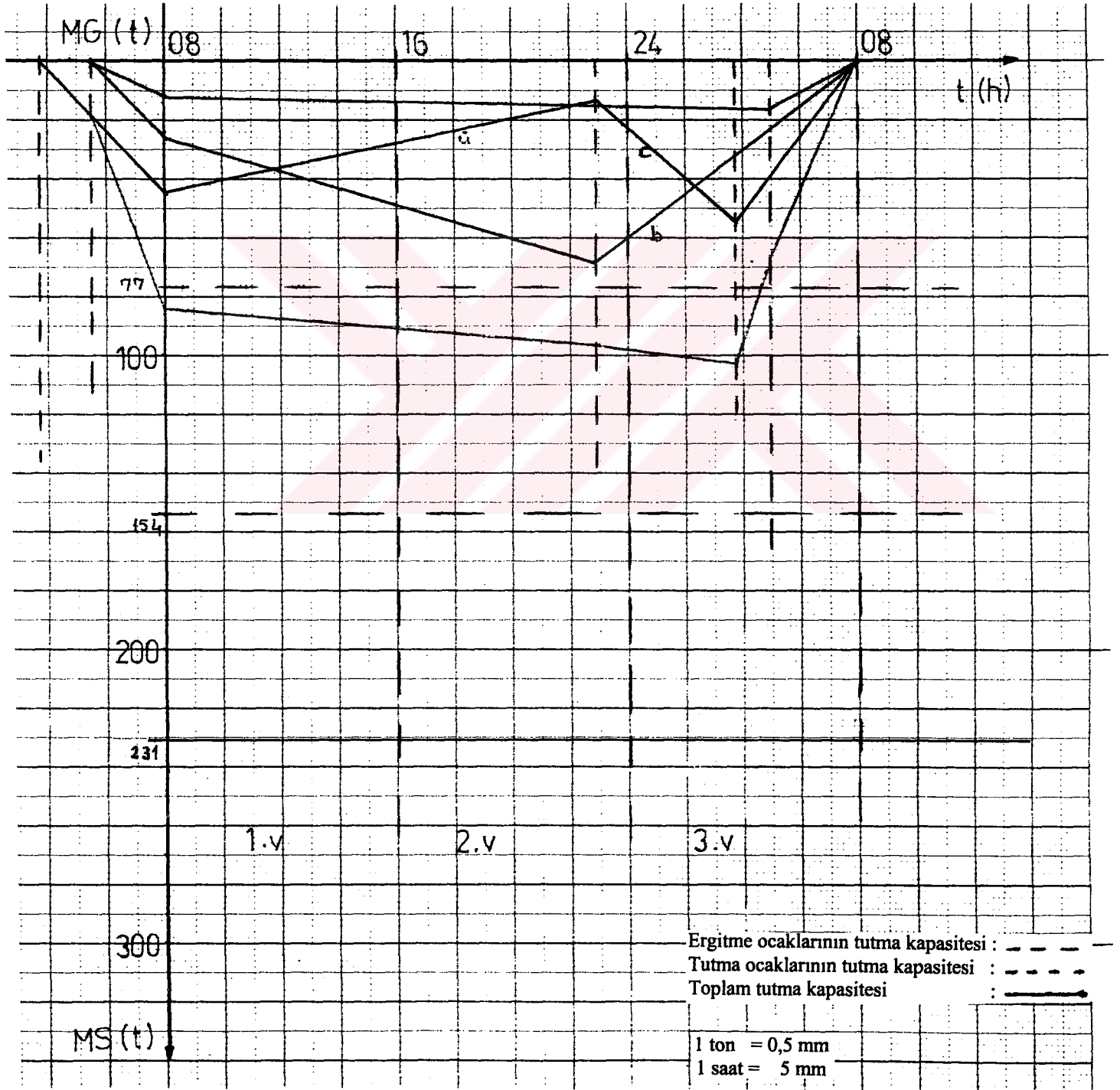
Ergitme gücü,  $MS_{S1}(t) = 10,5 \text{ t (t/h)}$  olan Sistem 1, bu hattın sıvı metal istemini;  $302,64 \text{ (t) / } 10,5 \text{ (t/h)} \cong 28,85$  saatte karşılayabilir. Yani, 24 saatlik çalışma süresi içinde bu istemi karşılayamaz. O halde bu durumda Sistem 1, 24 saat boyunca ergitme yapmalı ve eksik kalan istem için diğer ocaklardan destek almalıdır. Sistem 1, 24 saat çalışarak  $10,5 \text{ (t/h)} \times 24 \text{ (h)} = 252$  ton sıvı metal verebilir. O halde hat 1 ve hat 3,4 'ün istemi  $302,64 - 252 = 50,64$  ton eksik kalmaktadır. Ark ocakları devre dışıdır ve Sistem 3 de 24 saat çalışmaktadır. Sistem 2 'nin ise hat 5 'i besledikten sonra 24 saat içinde  $24 - 17,38 = 6,62$  saatlik boş bir zamanı vardır. Sistem 2, bu süre içerisinde hat 1 ve hat 3,4 'ün eksik kalan 50,64 tonluk istemini;  $50,64 \text{ (t) / } 10,5 \text{ (t/h)} \cong 4,82$  saatte karşılayabilir.

Hat 1 ve hat 3,4 'ün toplam istemleri ( $\Sigma MG$ ), bu hatlara metal verecek olan Sistem 1 'in ergitme gücünden ( $MS$ ) yüksektir. Dolayısıyla bir süre sonra bu  $MS$  değeri  $\Sigma MG$  'yi karşılayamaz hale gelir. O halde Sistem 1 'in ergitme başlangıcını kalıplamadan bir süre önceye kaydırmak gerekir. Diğer taraftan Sistem 2 bu hatlara yapacağı destek çalışmaya, Sistem 1 'in yetersiz kaldığı noktadan önce başlamalıdır. Yani Sistem 1 'in çalışma başlangıcını belirlerken Sistem 2 'nin bu hatlara desteğe başlayacağı nokta (Sistem 2 'nin kendi hattını beslemesini bitirdiği nokta) göz önüne alınmalıdır ki  $MS_{S2}$ ,  $\Sigma MG$  'ye karşı yetersiz kalmadan hatlara destek sağlanmış olsun. Eğer Sistem 1 ergitmeye kalıplamadan 4,3 saat önce başlarsa, hem yukarıda açıklanan durum sağlanmış olur hem de Sistem 2 'nin desteğinin bittiği noktada kendi çalışması da sona erer (24 saat çalışmış olur). Bu uyarlamanın grafiği de Şekil 7.14 'de görülmektedir.

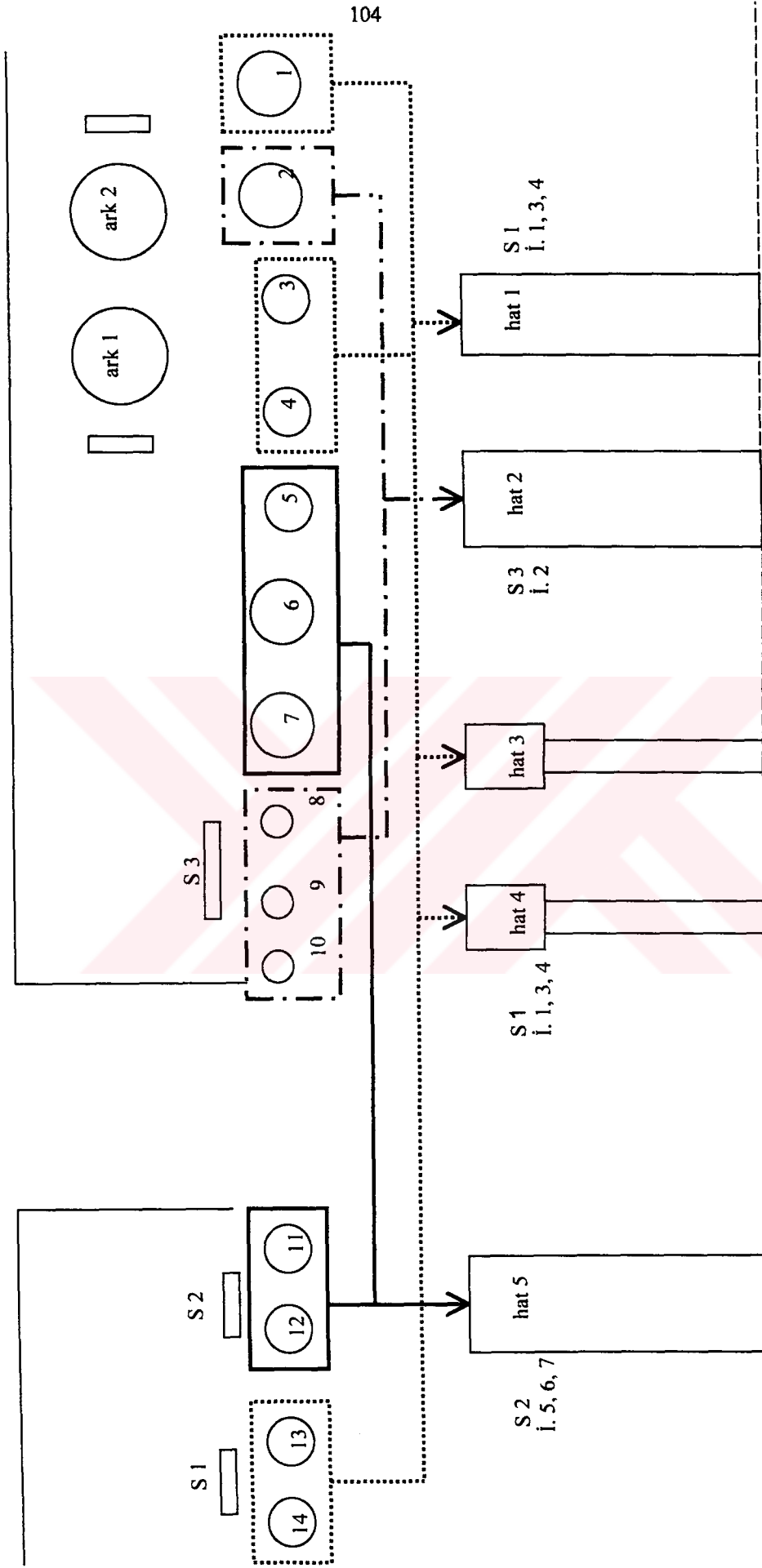


Burada sıvı stokunun maksimum olduğu noktadaki 54,35 tonluk sıvı metal bir adet 28 ton (ind.1) ve iki adet 14 ton (ind.3,4) kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile tutulabilir. Yada ocakların kendi kapasitelerine ek olarak bir adet 28 ton kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile bu stok tutulabilir.

Dört hat için aynı zaman diliminde gerçekleşen ve üç adet grafikte verilen bu uyarlamada sıvı stok tutma kapasitesinin aşılp aşılmadığı Şekil 7.15 'de incelenmektedir. Şekil 7.16 'da bu uyarlama için yerleşim planında hangi ergitme ve tutma ocaklarının hangi hatlara tahsis edildiği görülmektedir.



Şekil 7.15 3. Uyarlama yaklaşımında stok kontrolü



Şekil 7.16 3. Uyarlama yaklaşımı için hat – ocak eşleşmesinin yerleşim planı üzerinde gösterilmesi

#### 7.5 4. Uyarlama Yaklaşımı

Bu çözümde, enerjinin pahalı olduğu zaman dilimi 17:00 – 22:00 saatleri arasında ergitme yapılmadığı durumda nasıl bir uyarlama yapılabileceği incelenmiştir.

Burada ark ocakları yine hat 1 ve hat 2 'ye, Sistem 2; hat 3,4 'e, Sistem 1 'de hat 5 'e tahsis edilmiştir. Sistem 3 devre dışı bırakılmıştır. Ark ocakları ile ekonomik olmayan 17:00 – 22:00 saatleri arası ergitme yapmamak için bu ocakların çalışmasını 17:00 'ye kadar günlük ergitmesini bitirmiş olacak şekilde erken bir saatte başlatmak gerekmektedir. Çünkü ark ocaklarının yapıları gereği bu saatler arasında sıcak tutma görevi görmesi mümkün değildir. Hat 1 ve hat 2 'nin 24 saat sonundaki sıvı metal istemi,

$$MG_1(t) = 5,96 \text{ t (t/h)}$$

$$MG_2(t) = 5,13 \text{ t (t/h) eşitliklerinden,}$$

$$MG_1(24) = 5,96 \times 24 = 143,04 \text{ ton}$$

$$MG_2(24) = 5,13 \times 24 = 123,12 \text{ ton}$$

$$\Sigma MG (24) = 266,16 \text{ ton 'dur.}$$

Ark ocakları 19 saat çalışacağına göre bu ocakların 19 saatte verebilecekleri sıvı metal,

$$MS_{A(T)}(t) = 11,2 \text{ t}$$

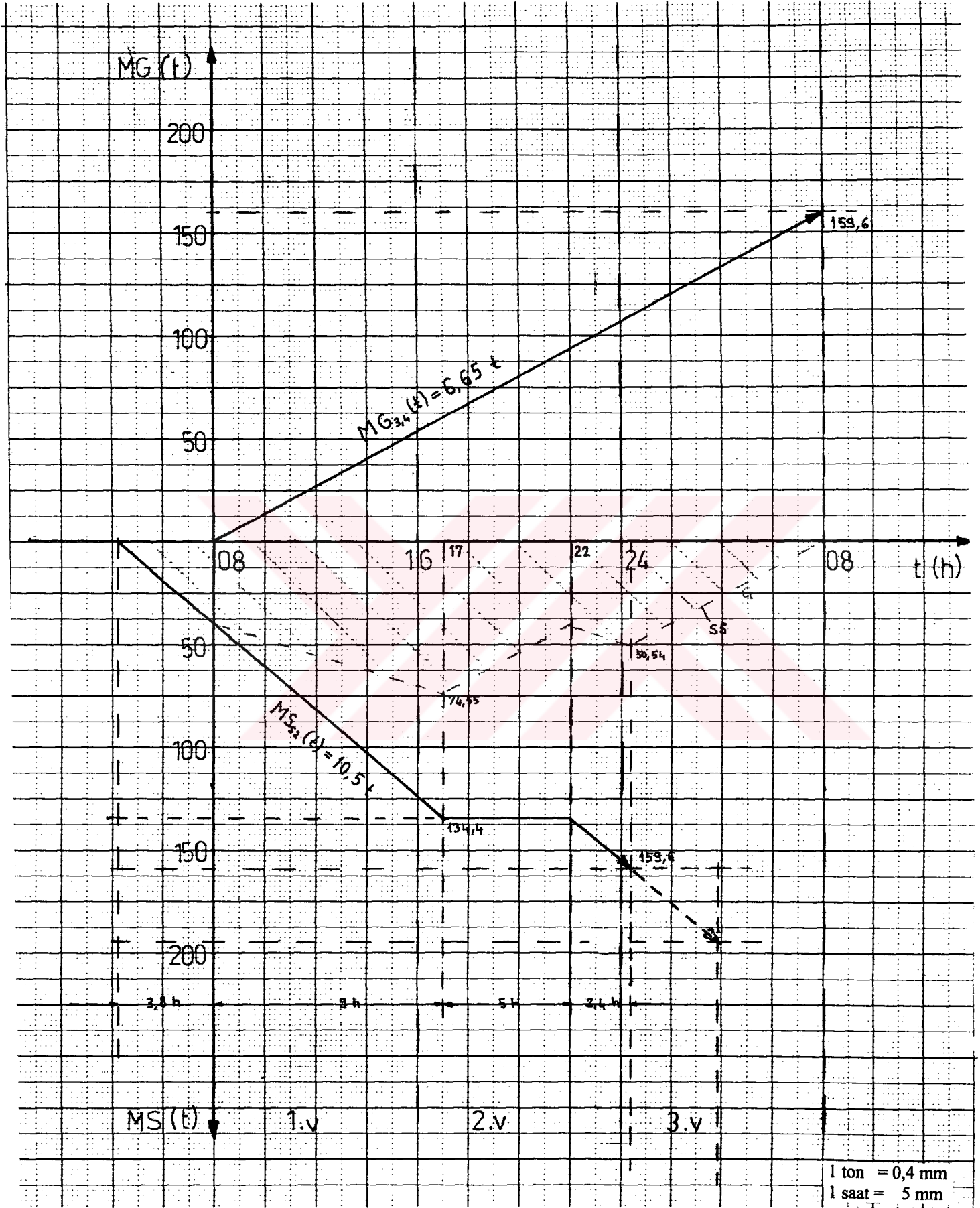
$$MS_{A(T)}(19) = 212,8 \text{ ton 'dur.}$$

Ark ocaklarının 17:00 'de devre dışı bırakılması için ergitme işlemine 10 saat önceden, yani bir önceki gece 22:00 'de başlanması gerekir. Fakat çalışma süresi kısaldığı için ocaklar bu süre içinde sıvı metal istemini karşılayamamaktadır. Böyle bir durumda istemde,  $266,16 - 212,8 = 53,36$  tonluk bir sıvı metal açığı olacaktır. Bu açık, diğer hatları besleyen bir ocak yada sistem tarafından karşılanmalıdır. Dolayısıyla bu noktada diğer hatların uyarlamasına geçip, sonra bu noktaya dönmek pratik açıdan daha uygun olacaktır. Hat 3,4 'ün 24 saat sonundaki sıvı metal istemi,

$$MG_{3,4}(t) = 6,65 \text{ t (t/h) eşitliğinden,}$$

$MG_{3,4}(24) = 6,65 \times 24 = 159,6 \text{ ton 'dur.}$  Bu miktardaki istem Sistem 2 tarafından  $159,6 \text{ (t) / } 10,5 \text{ (t/h) = 15,2}$  saatte karşılanabilir. Ergitme ocağının hat 3,4 ile, enerjinin pahalı olduğu saatlere kadar ergitme yapıp, bu saatlerde durgun kaldığı ve sonra tekrar ergitme yaptığı uyarlama Şekil 7.17 'de görülmektedir.





Şekil 7.17 4. Uyarlama yaklaşımında Hat 3,4 'ün uyarlanması

Sistem 2 'nin 19 saatlik çalışma periyodu boyunca 17:00 – 22:00 saatleri arası durgun kalması sıvı stok kapasitesi açısından bir problem yaratmamaktadır. Yani bu saatlerde sıvı stok tutma kapasitesi aşılmamakta ve stok, istemin altına düşmemektedir. Burada sıvı stokunun maksimum olduğu noktadaki 74,55 tonluk sıvı metal; ocakların kendi tutma kapasitelerine (28 ton) ek olarak, üç adet 14 ton (ind.3,4,5) kapasitede indüksiyon tutma ocağı ve Sistem 3 'ün bir ocağı (7 ton) ile tutulabilir. Sistem 2 'nin ergitmeye başlama anının nasıl belirlendiği ileride ayrıca açıklanacaktır. Hat 5 'in 24 saat sonundaki sıvı metal istemi,

$$MG_5(t) = 7,60 \text{ t (t/h) eşitliğinden,}$$

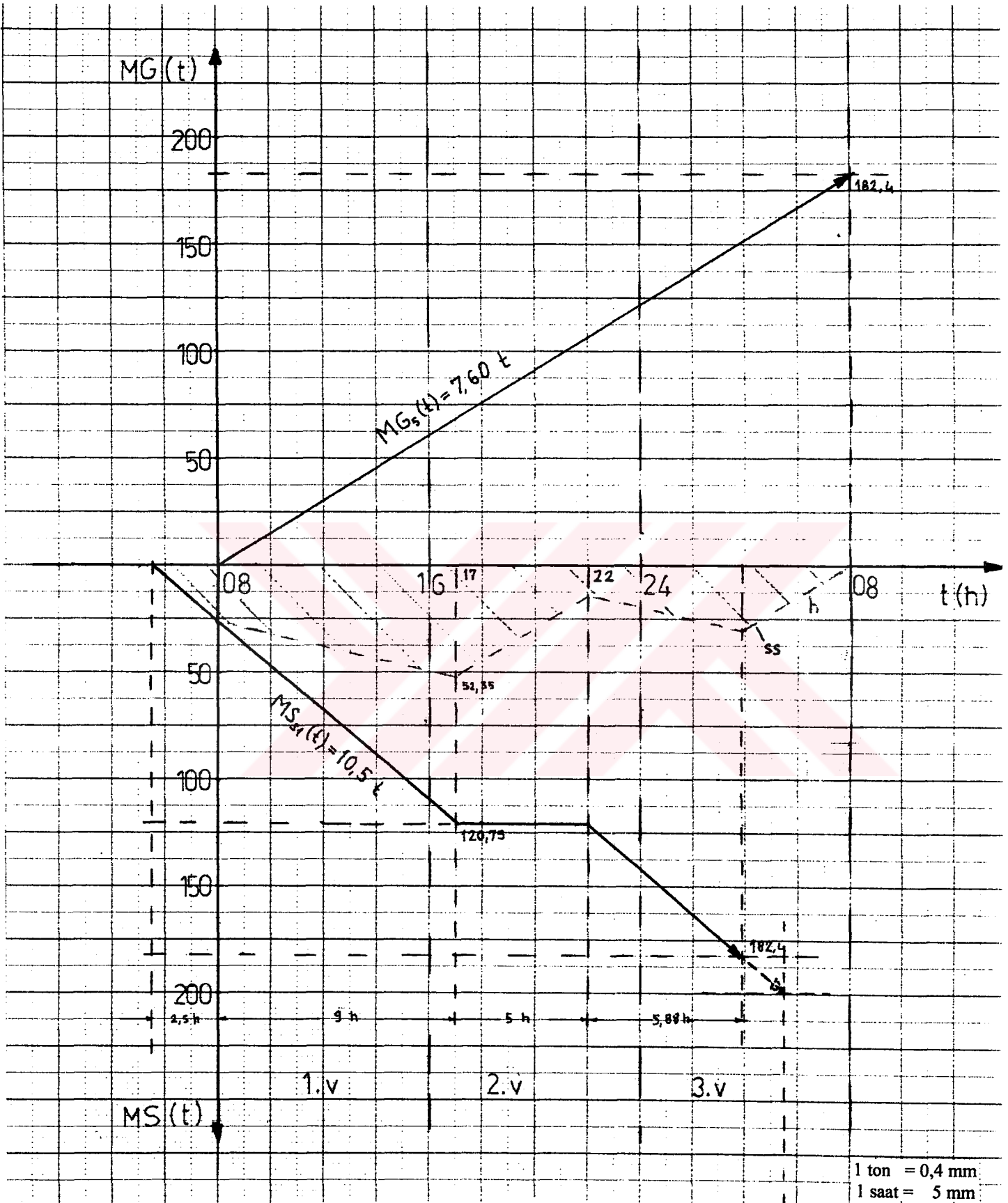
$$MG_5(24) = 7,60 \times 24 = 182,4 \text{ ton 'dur.}$$

Bu miktardaki istem,  $MS_{S1}(t) = 10,5 \text{ t (t/h)}$  olan Sistem 1 tarafından  $182,4 \text{ (t) / } 10,5 \text{ (t/h)} \cong 17,38$  saatte karşılanabilir. Bu durumda Sistem 1 de 17:00 – 22:00 saatleri arasında ergitme yapmadan istemi karşılayabilmektedir (Şekil 7.18). Burada sıvı stokunun maksimum olduğu noktadaki 52,35 tonluk sıvı metal; ocakların kendi tutma kapasitelerine (28 ton) ek olarak, bir adet 28 ton (ind.7) kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile tutulabilir.

Şimdi bu uyarlamalardan sonra hat 1 ve hat 2 için eksik kalan sıvı metalin hangi sistemden verileceğini belirlemek gerekir. Sistem 1 ve Sistem 2 'nin ergitme güçleri aynı olup;  $MS(t) = 10,5 \text{ t (t/h)}$  'dir. Hat 1 ve hat 2 'nin 53,36 tonluk sıvı metal açığını bu sistemlerden biri  $53,36 \text{ (t) / } 10,5 \text{ (t/h)} \cong 5,1$  saatte kapatabilir. Bu ocaklardan kendi hattını besledikten sonra 19 saatlik periyot içinde hat 1 ve hat 2 'ye destek olabilmesi için Sistem 1 'in;  $19 - 15,2 = 3,8$  saatlik, Sistem 2 'nin  $19 - 17,38 = 1,62$  saat uygun süreleri vardır. Fakat hat 1 ve hat 2 'nin eksikliğini giderebilecek süre 5,1 saattir. Bu durumda tek bir sistem eksikliği gidermede yeterli olmaz ve iki sistemin de bu hatlara yardımcı olması gerekir. O halde hem uygulamada hem de grafiklerde bir karışıklığa sebep olmamak için sistemlerin hat 1 ve hat 2 'ye sıra ile metal vermesi daha uygun olur.

Durumu incelemeye Sistem 1 'den başlanabilir. Sistem 1, önceki yaklaşımlarda olduğu gibi kalıplamadan 2,5 saat önce ergitmeye başlar ve 17:00 'de ergitme durur. 17:00 – 22:00 saatleri arası döküm stoktan yapılır ve 22:00 'den sonra ergitme 5,8 saat daha devam ederek hat 5 'in sıvı metal istemi karşılanır. Sistem 1, hat 5 'i besledikten sonra hat 3,4 için 1,62 saat daha çalışırsa 19 saatlik periyodu tamamlamış olur. Bu sistem açığının  $10,5 \text{ (t/h)} \times 1,62 \text{ (h)} = 17,01$  tonunu karşılar. Geriye kalan  $53,36 - 17,01 = 36,35$  tonluk açık Sistem 2 tarafından karşılanmalıdır. Sistem 2, 36,35 tonluk bu açığı  $36,35 \text{ (t) / } 10,5 \text{ (t/h)} = 3,47$  saatte karşılar.



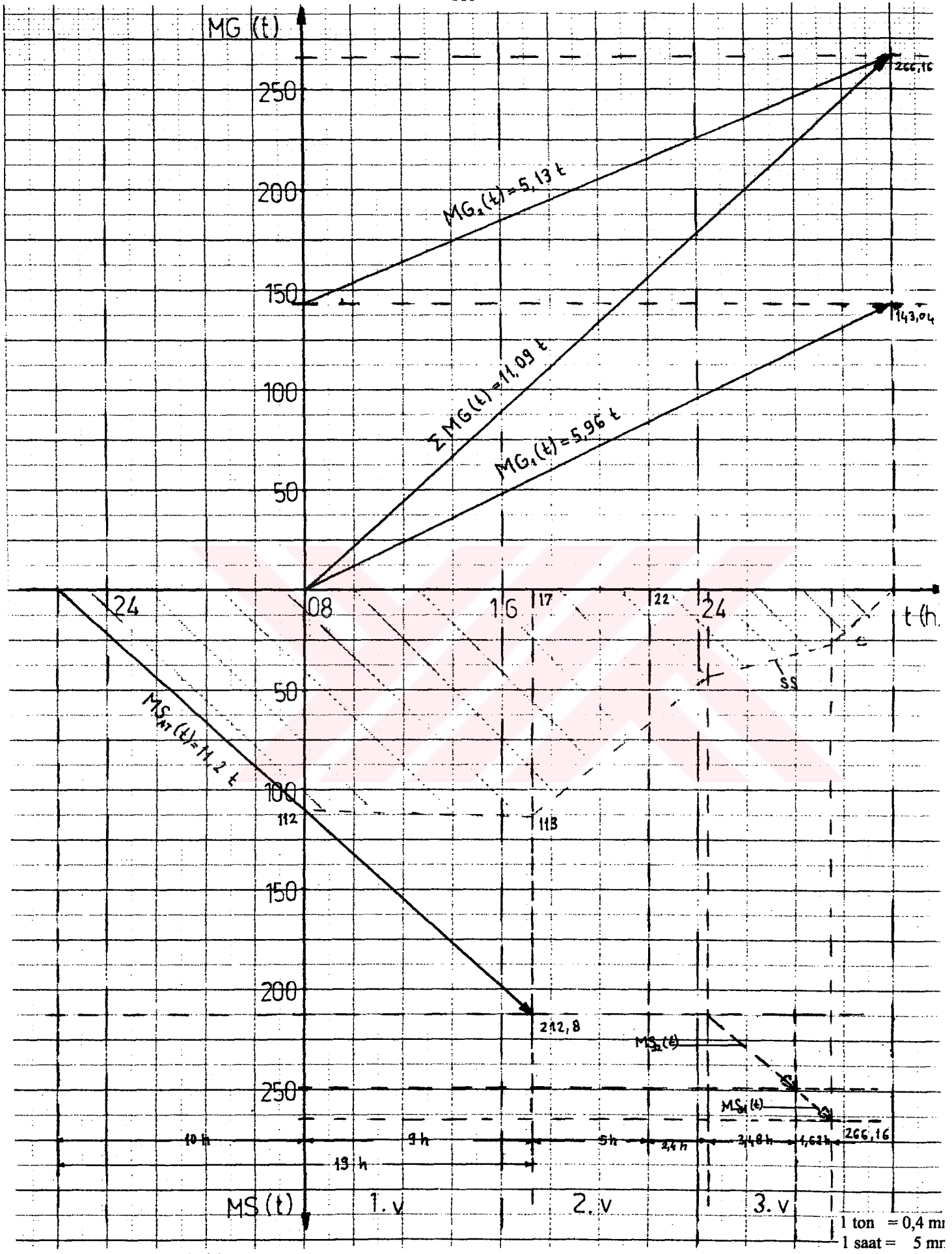


Şekil 7.18 4. Uyarlama yaklaşımında Hat 5 'in uyarlanması

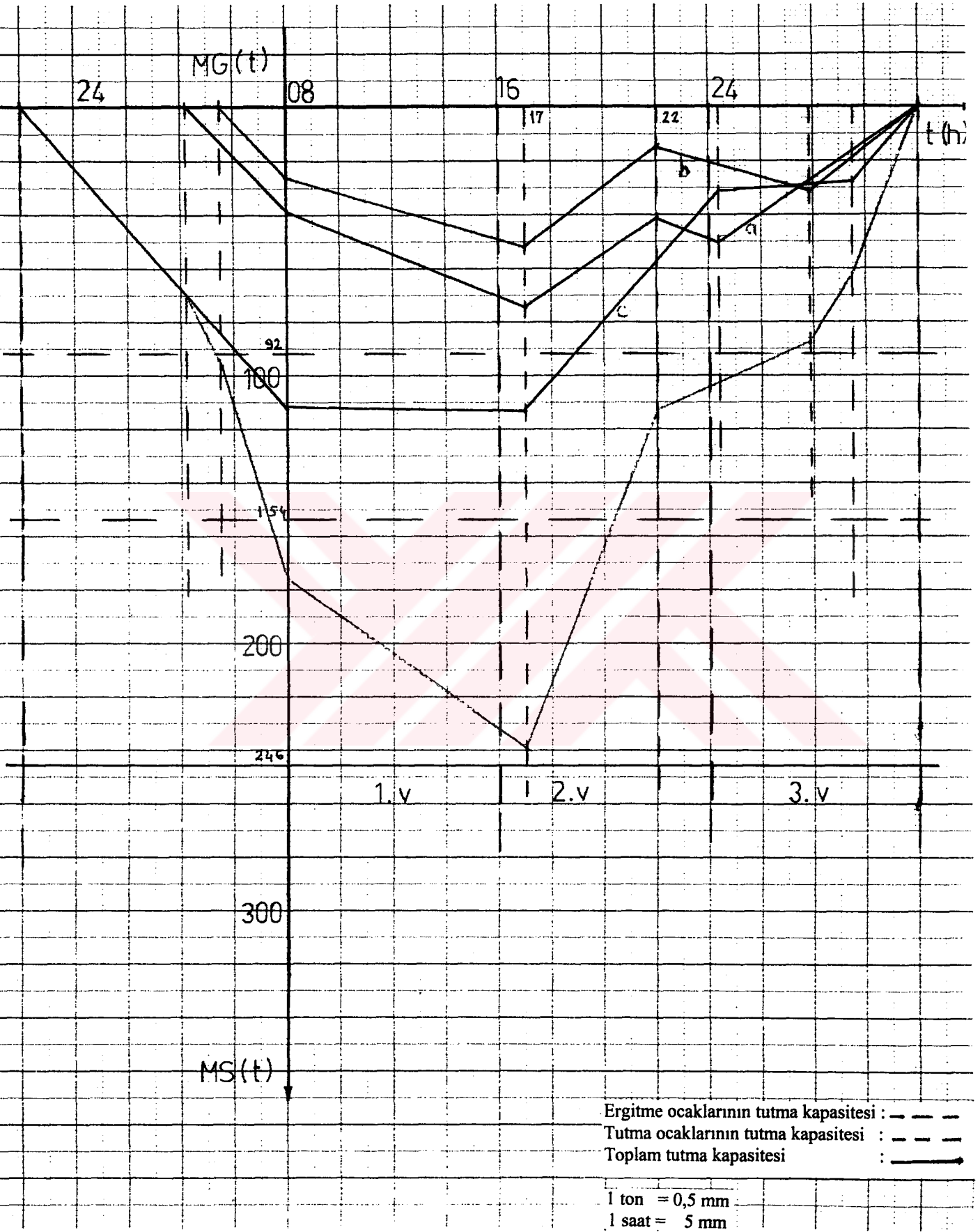
Daha önce de belirtildiği gibi hat1 ve hat 2 'ye yardımın bu sistemlerce sıra ile olabilmesi için; Sistem 2 'nin ilave çalışması, Sistem 1 'in ilave çalışmasının başladığı noktada bitmelidir. Çünkü Sistem 1 'in çalışma süresi içinde ilave çalışma için 1,62 saatlik kısa bir süre kaldığından bir düzenleme yapmak açısından pek uygun değildir. O halde Sistem 2 'nin ilave çalışması dahil tüm çalışmasını bitirmesi, Sistem 1 'in normal çalışmasının bittiği noktada olmalıdır. Sistem 2 'nin ergitmeye başlayacağı nokta ise şu şekilde tespit edilir: Sistem 1, 22:00 'den sonraki çalışmasını 5,88 çalışarak bitirmektedir (Şekil 7.18). Sistem 2, hat 1 ve hat 2 'nin açığını 3,47 saatte tamamlayabildiğine göre sistem 2 'nin ilave dahil çalışması 22:00 'den sonraki 5,88 'inci saatte bitmelidir. O halde Sistem 2 'nin kendi hattını beslemesi 22:00 'den sonra  $5,88 - 3,47 = 2,41$  ' inci saatte bitmelidir. Sistem 2 'nin hat 3,4 'ün 159,6 tonluk istemini tamamlayabilmesi için 17:00 'den önce  $15,2 - 2,41 \cong 12,8$  saat çalışmalıdır. Buna göre de Sistem 2 ergitmeye kalıplamadan 3,8 saat önce başlamalıdır (Şekil 7.17).

Bu noktada tekrar hat 1 ve hat 2 'nin uyarlamasına dönülürse yukarıda, yapılan değerlendirmeler sonucu Sistem 1 ve sistem 2 'nin hat 1 ve hat 2 'ye nasıl takviye yapabileceği açıklanmıştır. Sistem 2, kendi hattını besledikten sonra 3,47 saat daha çalışarak; Sistem 1, kendi hattını besledikten sonra Sistem 2 'nin takviyesinin hemen akabinde 1,62 saat daha çalışarak, hat 1 ve hat 2 'nin eksik kalan istemini karşılamışlardır. Bu uyarlamanın grafiği de Şekil 7.19 'da görülmektedir. Burada sıvı stokunun maksimum olduğu noktadaki 113 tonluk sıvı metal; ocakların kendi tutma kapasitelerine (36 ton) ek olarak, üç adet 28 ton (ind.1,2,6) kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile tutulabilir.

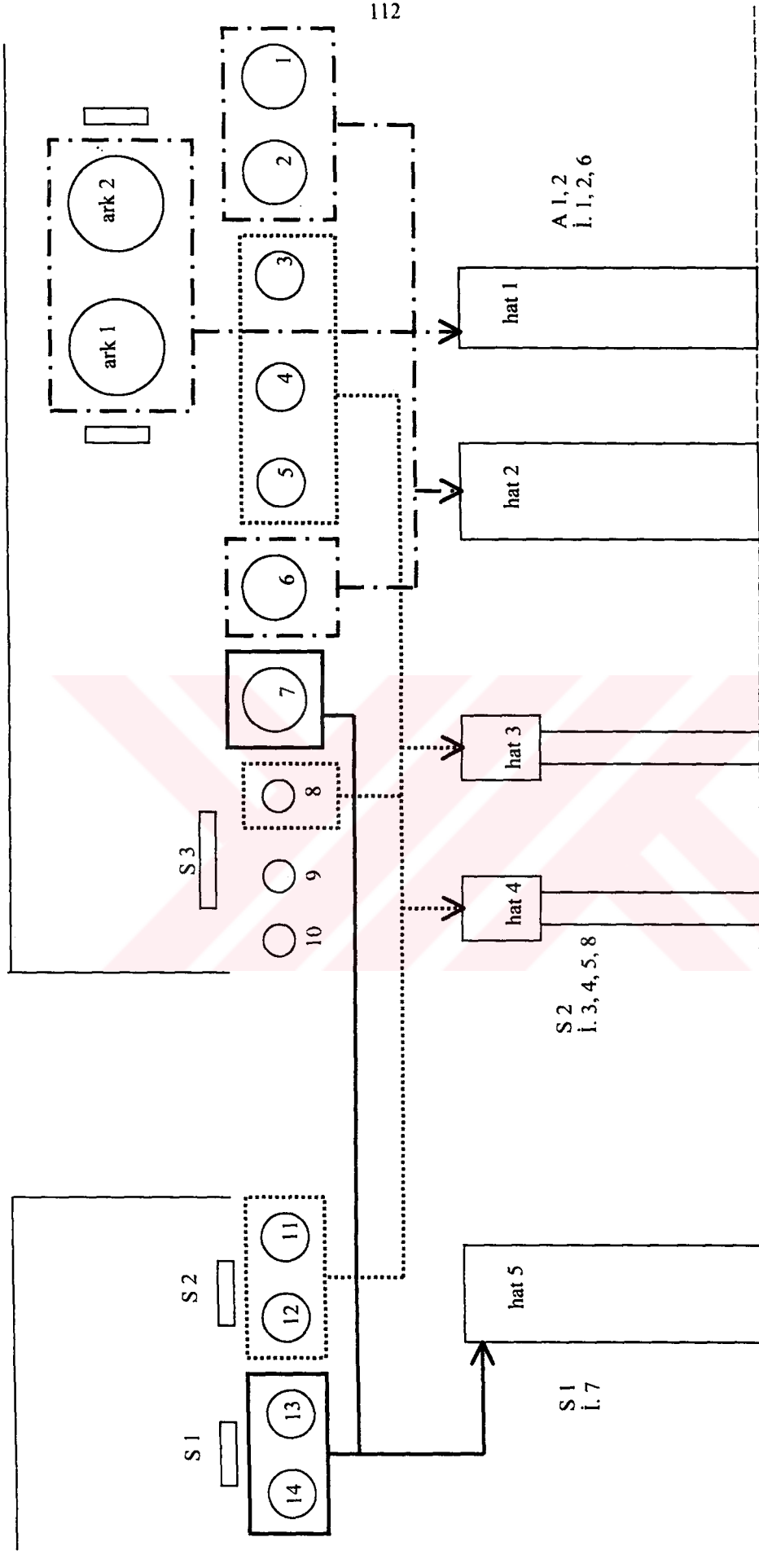
Dört hat için aynı zaman diliminde gerçekleşen ve üç adet grafikte verilen bu uyarlamada sıvı stok tutma kapasitesinin aşılmadığı Şekil 7.20 'de incelenmektedir. Şekil 7.21 'de bu uyarlama için yerleşim planında hangi ergitme ve tutma ocaklarının hangi hatlara tahsis edildiği görülmektedir.



Şekil 7.19 4. Uyarlama yaklaşımında Hat 1 ve Hat 2 'nin uyarlanması



Şekil 7.20 4. Uyarılma yaklaşımında stok kontrolü



Şekil 7.21 4. Uyarlama yaklaşımı için hat – ocak eşleşmesinin yerleşim planı üzerinde gösterilmesi

Bu uyarlama yaklaşımda temelde ele alınan puant saatte çalışma durumuna uygun çözüm verilmiştir. Burada bu yaklaşımdaki düşünce ortaya konarken yine puant saat uygulamasına uygun diğer bazı alternatif çözümlerin de olduğu göze çarpmaktadır. 4. yaklaşımda hat 1 ve hat 2 'nin metal eksiğini Sistem 1 ve Sistem 2 gidermiştir. Fakat ocak sistem çeşitliliği sayesinde bu duruma başka türlü çözümler de bulunabilir. Bundan sonraki iki yaklaşım 4. yaklaşımdan doğan alternatif çözümlerdir. Dolayısıyla hesaplamalar ve uzun açıklamalar tekrar yapılmayacaktır.



### 7.6 5. Uyarlama Yaklaşımı

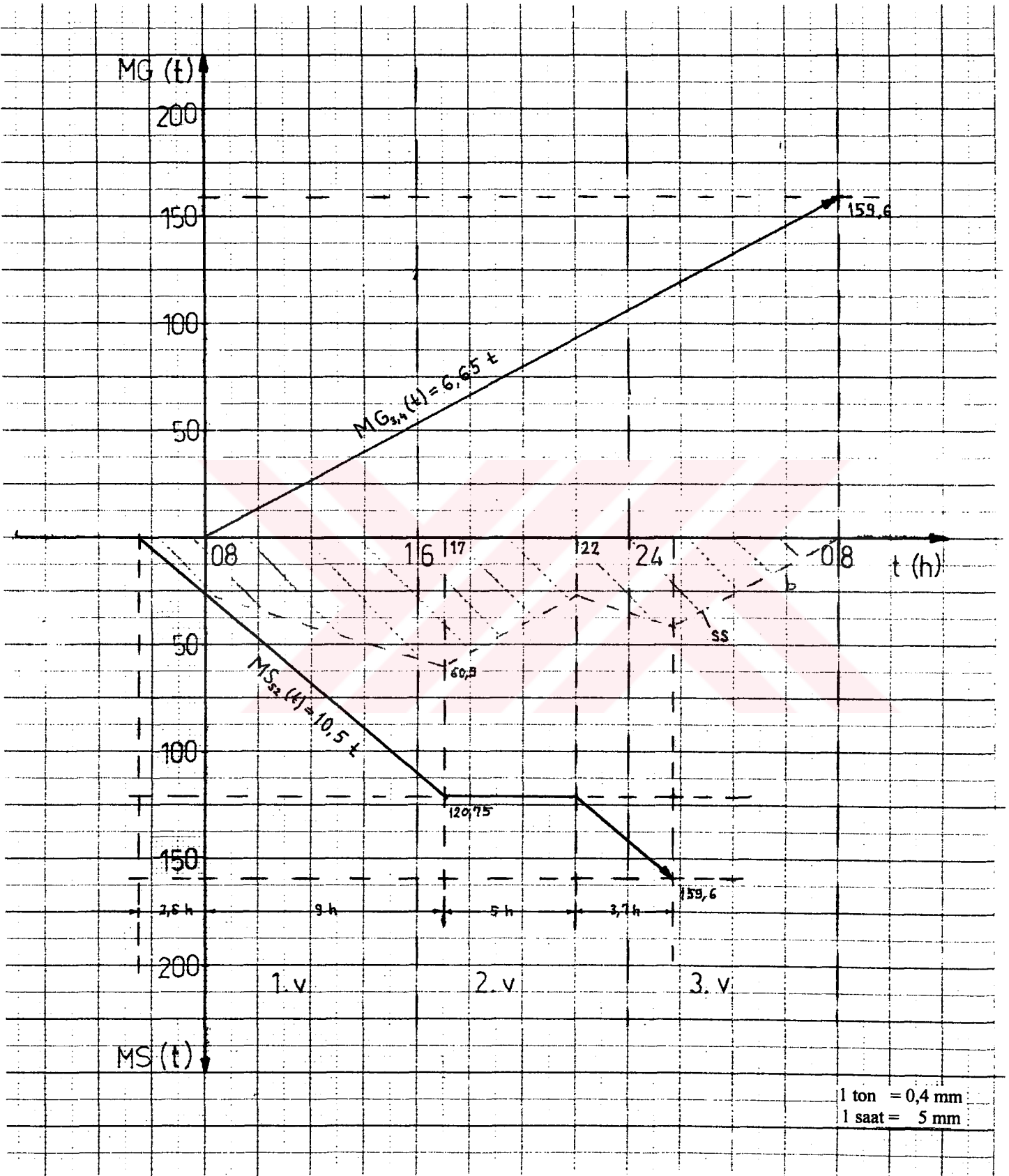
Bu yaklaşımda da yine ark ocakları hat 1 ve hat 2 'ye, Sistem 2; hat 3,4 'e, Sistem 1 'de hat 5 'e sıvı metal verecektir. Burada bu kez hat 1 ve hat 2 'nin metal eksliğini önceki yaklaşımda devre dışı bırakılan Sistem 3 tamamlayacaktır. Sistem 1 ve Sistem 2 sadece kendi hatlarını besleyecektir.

Hat 3,4 'ün ve hat 5 'in uyarlamaları yapıldıktan sonra tekrar Hat 1 ve 2 'nin uyarlamasına geçilmelidir. Hat 3,4 'ün 24 saat sonundaki 159,6 tonluk sıvı metal istemi, Sistem 2 tarafından  $159,6 \text{ (t)} / 10,5 \text{ (t/h)} = 15,2$  saatte karşılanabilir. Ergitme ocağının hat 3,4 ile, enerjinin pahalı olduğu saatlere kadar ergitme yapıp, bu saatlerde durgun kaldığı ve sonra tekrar ergitme yaptığı uyarlama, Şekil 7.22 'de görülmektedir. Burada sıvı stokunun maksimum olduğu noktadaki 60,9 tonluk sıvı metal; ocakların kendi tutma kapasitelerine (28 ton) ek olarak, üç adet 14 ton (ind.3,4,5) kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile tutulabilir.

Hat 5 'in 24 saat sonundaki 182,4 tonluk sıvı metal istemi, Sistem 1 tarafından  $182,4 \text{ (t)} / 10,5 \text{ (t/h)} \cong 17,38$  saatte karşılanabilir. Bu durumda Sistem 1 de 17:00 – 22:00 saatleri arasında ergitme yapmadan istemi karşılayabilmektedir (Şekil 7.23). Burada sıvı stokunun maksimum olduğu noktadaki 52,35 tonluk sıvı metal; ocakların kendi tutma kapasitelerine (28 ton) ek olarak, bir adet 28 ton (ind.7) kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile tutulabilir.

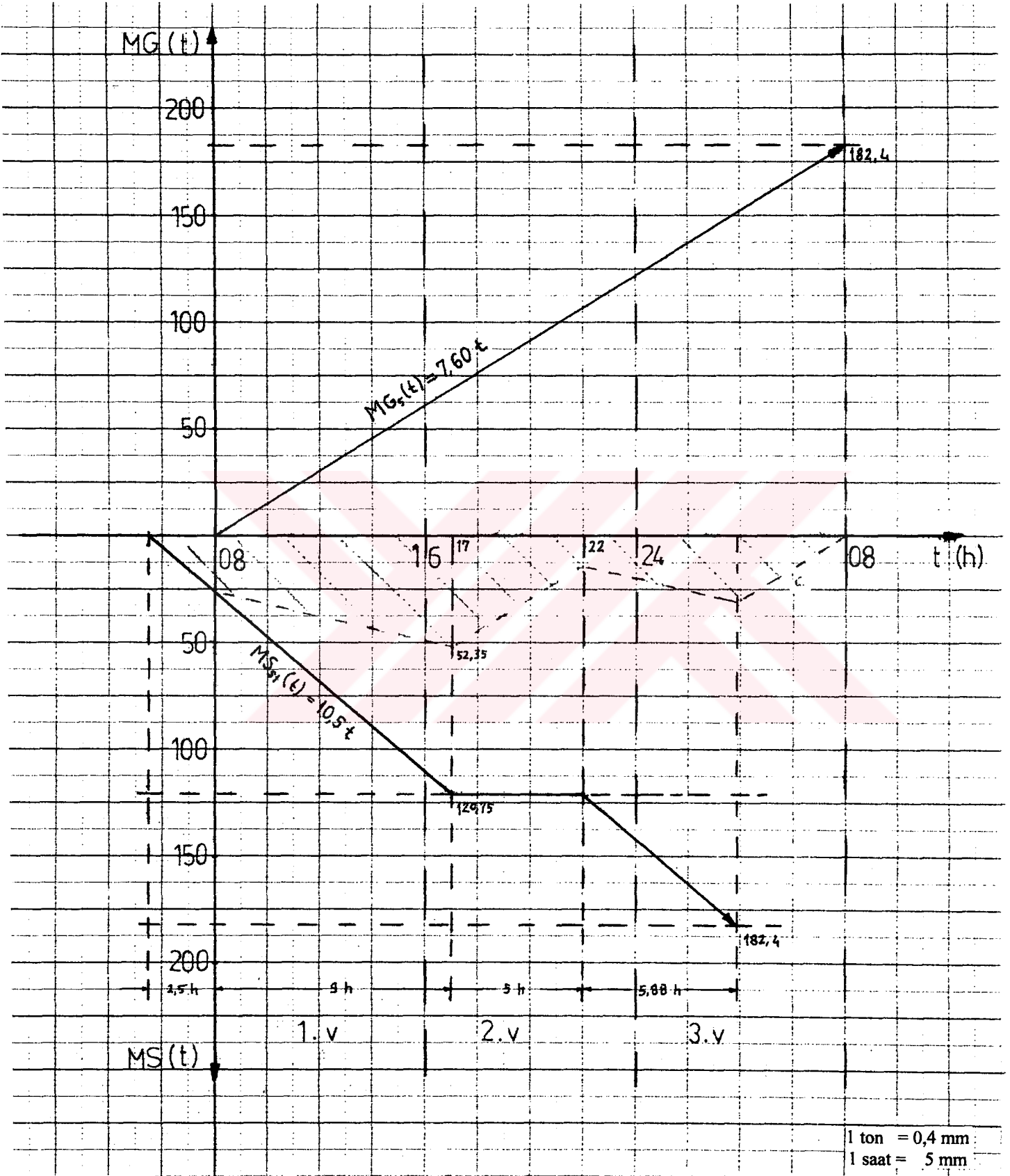
Ark ocakları 19 saat çalışarak hat 1 ve hat 2 'nin 24 saat sonundaki 266,16 tonluk sıvı metal isteminin 212,8 tonunu karşılayabilmektedir.  $266,16 - 212,8 = 53,36$  tonluk bir sıvı metal açığı vardır. Bu açık, Sistem 3 tarafından  $53,36 \text{ (t)} / 5,25 \text{ (t/h)} \cong 10,17$  saatte tamamlanabilir. Burada Sistem 3 'ün çalışmasına ne zaman başlayacağına dikkat etmek gerekir. Puant saatlerin sonunda saat 22:00 'den 08:00 'e, yani çalışma periyodunun sonuna 10 saat kalmaktadır. 10 saatlik süre Sistem 3 'ün 53,36 tonu sağlaması için yeterli değildir. Ayrıca bu süre yeterli olmuş olsa bile parçaların diğer çalışma periyodunun (gününün) başlangıcına kadar dökülmesi gerektiğinden bu mümkün değildir. Dolayısıyla Sistem 3 çalışmasına puant saatlerden önce başlamalıdır. Fakat burada da saat 17:00 'de sıvı metal stokunun aşılmasına dikkat edilmelidir. Çünkü bu noktada ark ocakları çok önceden başladığı ergitme işlemini henüz bitirmiştir ki sıvı metal stoku oldukça üst seviyededir. Bu durumda Sistem 3 ergitmesine 17:00 'den 4 saat geride başlayabilir. Çünkü ergitmeye daha uzun süre önceden başlaması halinde sıvı metal stok seviyesi aşılmış olur.





Şekil 7.22 5. Uyarlama yaklaşımında Hat 3,4 'ün uyarlanması



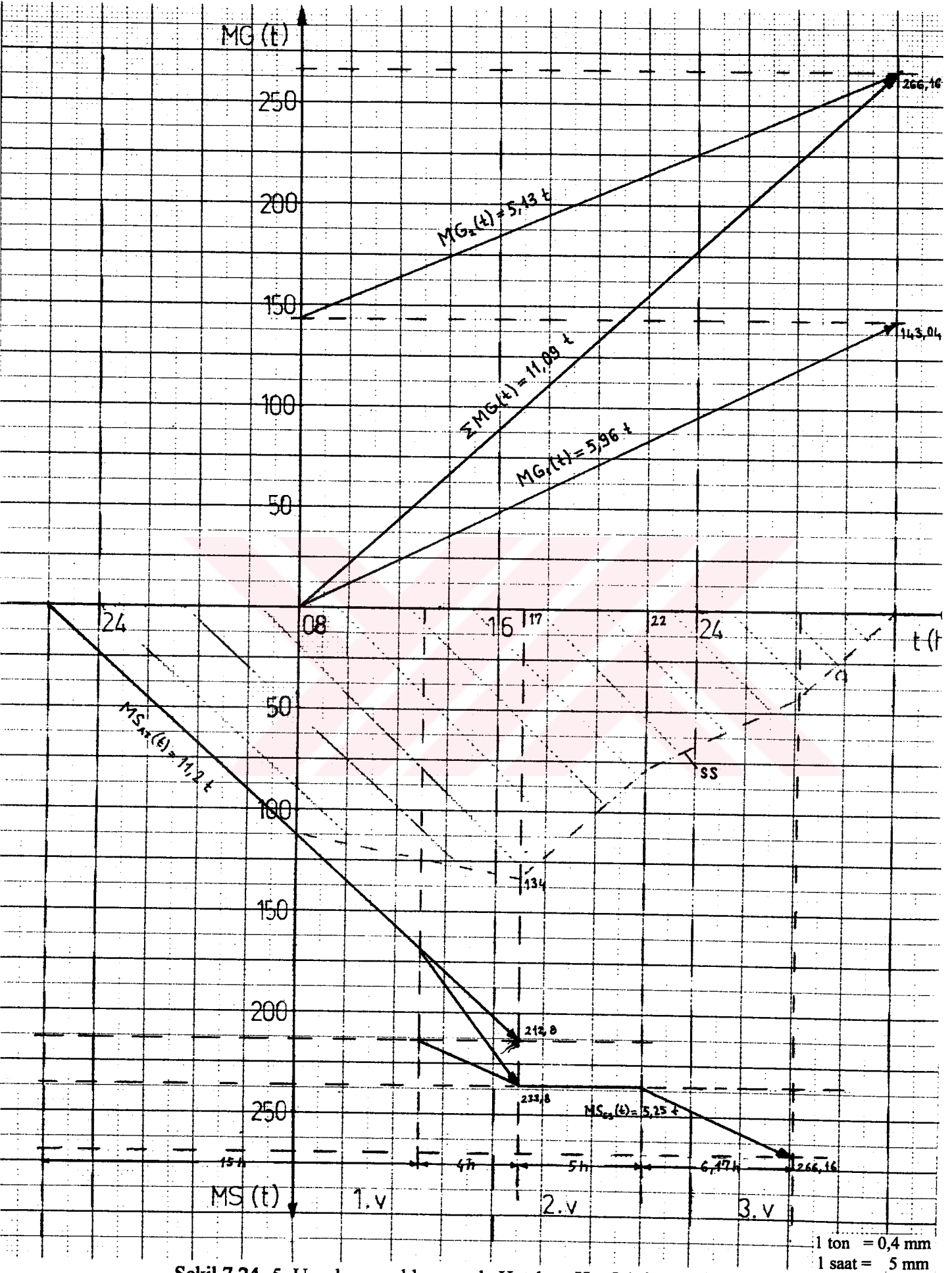


Şekil 7.23 5. Uyarılma yaklaşımında Hat 1 ve Hat 3,4 'ün uyarılması

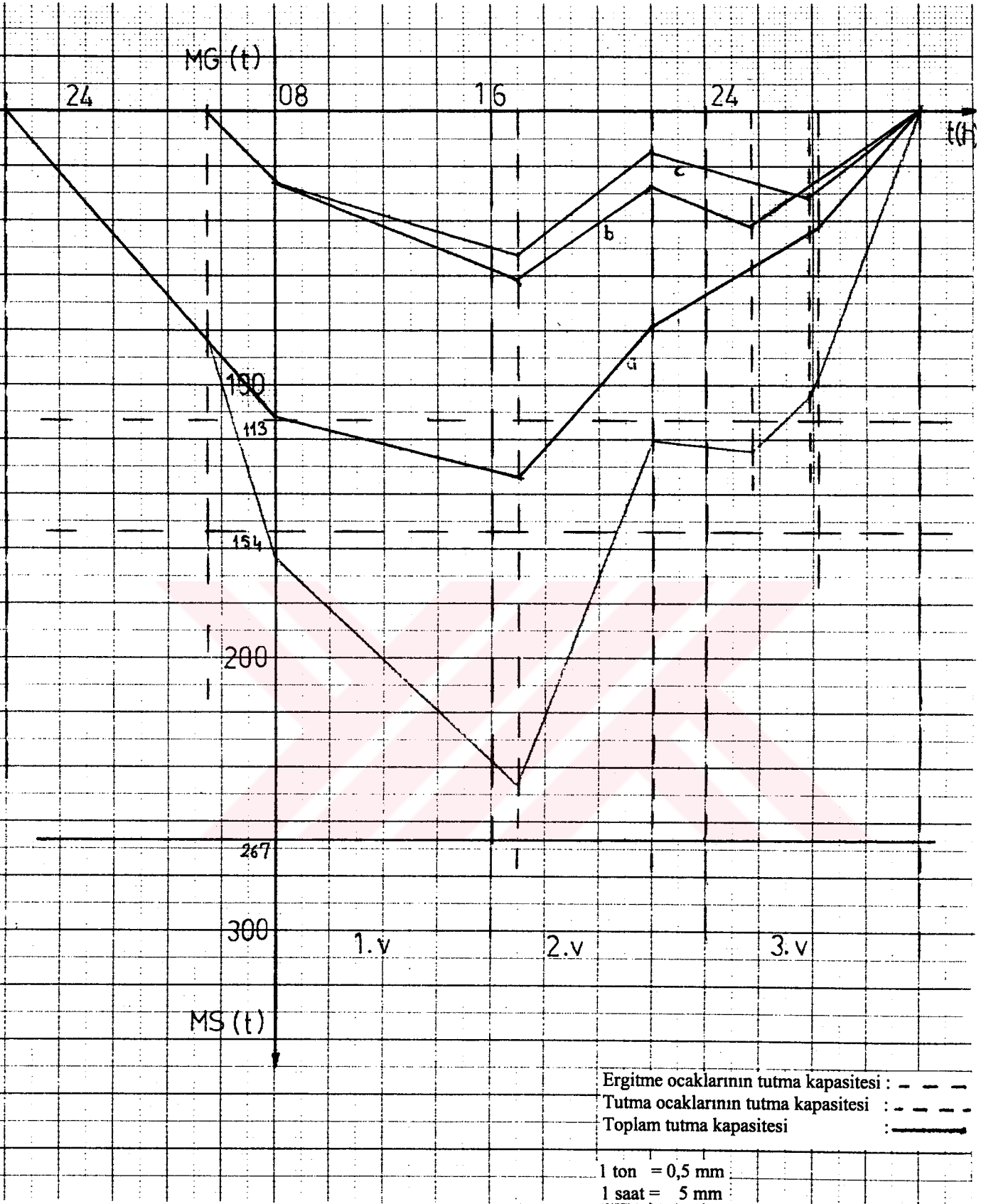
O halde Sistem 3 ergitmesine 17:00 'den 4 saat geriden başlar, 17:00 – 22:00 saatleri arasında tutma görevi görür ve 22:00 'den itibaren 6,17 saat daha ergitme yaparak çalışmasını tamamlar. Döküme stoktan devam edilir (Şekil 7.24). Burada sıvı stokunun maksimum olduğu noktadaki 134 tonluk sıvı metal; ocakların kendi tutma kapasitelerine (ark ocaklarının 36 ton ve Sistem 3 'ün 14 ton) ek olarak, üç adet 28 ton (ind.1,2,6) kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile tutulabilir.

Dört hat için aynı zaman diliminde gerçekleşen ve üç adet grafikte verilen bu uyarlamada sıvı stok tutma kapasitesinin aşılmadığı Şekil 7.25 'de incelenmektedir. Şekil 7.26 'da bu uyarlama için yerleşim planında hangi ergitme ve tutma ocaklarının hangi hatlara tahsis edildiği görülmektedir.

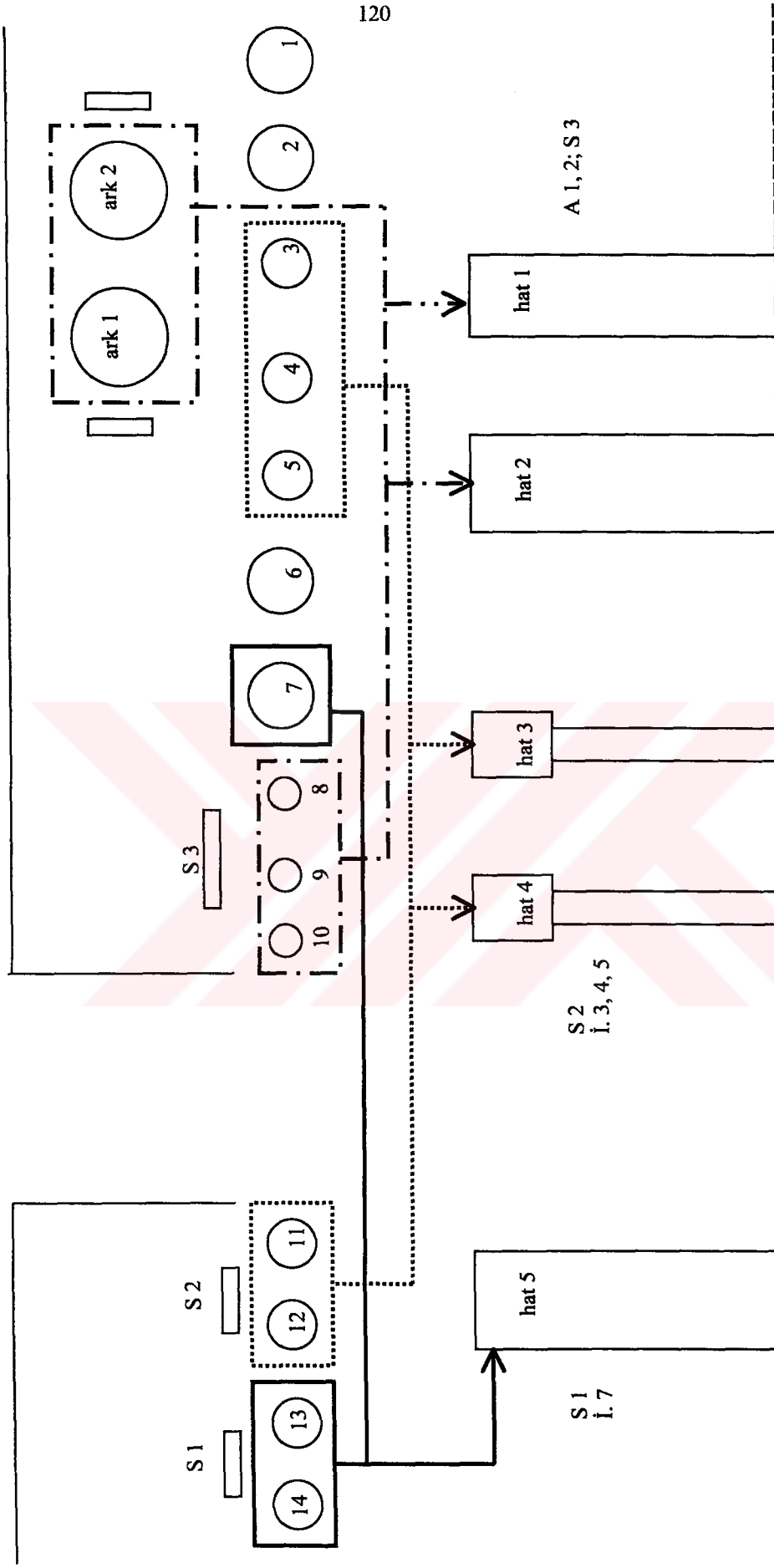




Şekil 7.24 5. Uyarlama yaklaşımında Hat 1 ve Hat 2 'nin uyarlanması



Şekil 7.25 5. Uyarılama yaklaşımında stok kontrolü



Şekil 7.26 5. Uyarılma yaklaşımı için hat – ocak eşleşmesinin yerleşim planı üzerinde gösterilmesi

### 7.7 6. Uyarlama Yaklaşımı

Bu çözümde de 5. yaklaşımdaki gibi hat 1 ve hat 2 'deki sıvı metal eksiginin tamamlanmasında yeni bir alternatif sunulmaktadır. Burada Sistem 1 ve Sistem 2 sadece kendi hatlarını beslemektedir.

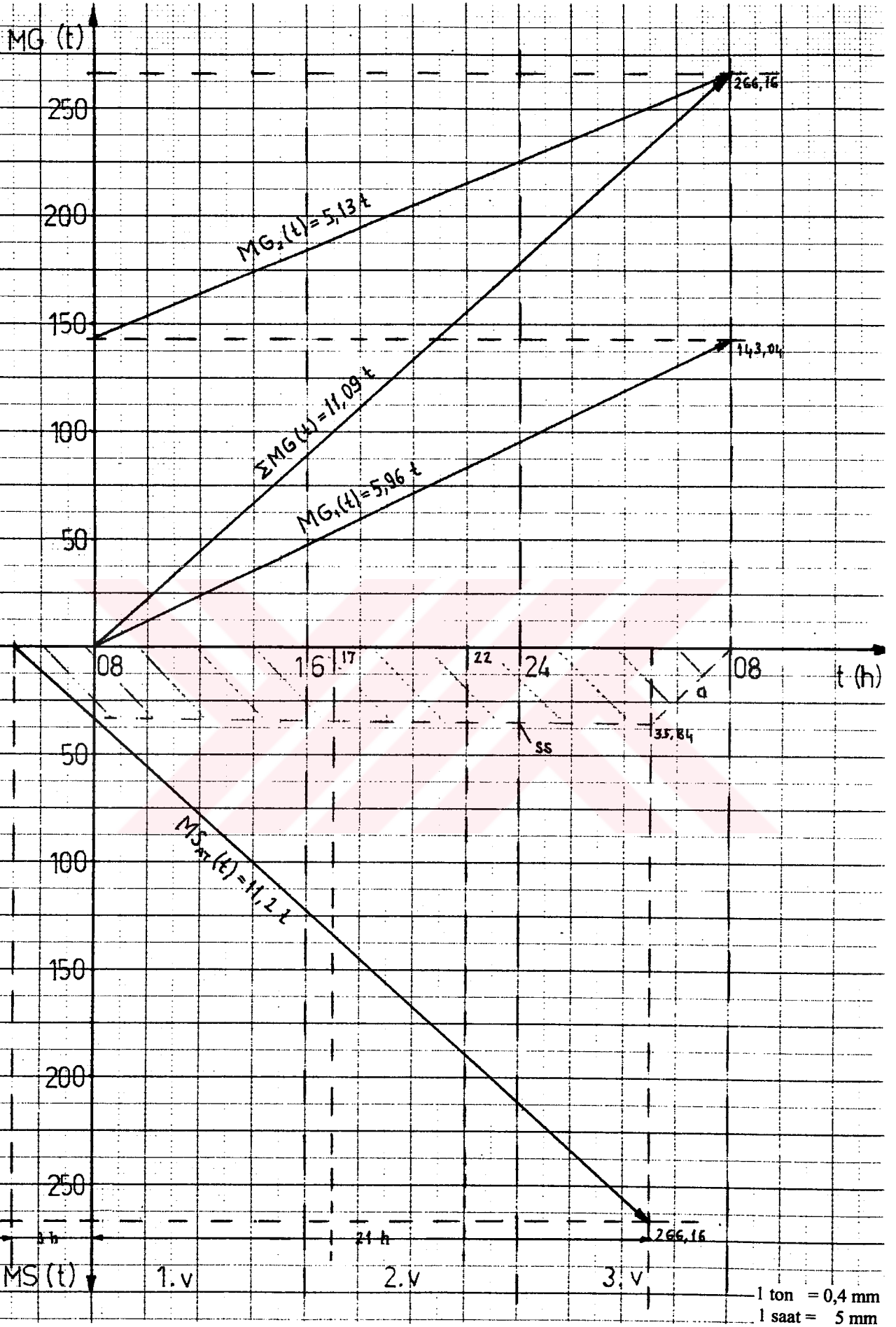
Hat 1 ve hat 2 'nin 24 saat sonundaki sıvı metal istemi 266,16 tondur. Ark ocaklarının puant saatlere kadar 19 saat çalışarak verebildiği sıvı metal miktarı 212,8 tondur. Bu durumda sıvı metal açığı  $266,16 - 212,8 = 53,36$  tondur. Bu açık önceki iki yaklaşımda olduğu gibi indüksiyon ocakları yardımıyla kapatılabileceği gibi ark ocaklarının çalışmaya devam etmesi ile de kapatılabilir. Ark ocakları bu açığı  $53,36 (t) / 11,2 (t/h) \cong 4,77$  saatte kapatabilir. O halde ark ocaklarının 17:00 – 22:00 saatleri arasındaki 5 saatlik zaman diliminde de ergitmeye devam etmesi gerekir.

Bu durum enerji maliyeti açısından olumsuz bir durumdur. Fakat bu saatlerde ergitme işlemine devam edecek ocağın ark ocağı seçilmesi en uygundur. Çünkü ark ocaklarının özgül enerji tüketim değeri indüksiyon ocaklarına göre daha düşüktür (Çizelge 6.1). Yukarıda açıklandığı şekilde ark ocakları ile uyarlanan hat 1 ve hat 2 'nin grafiği Şekil 7.27 'de görülmektedir. Burada sıvı stokun maksimum olduğu noktadaki 35,84 tonluk sıvı metal; bir adet 28 ton (ind.1) ve bir adet 14 ton (ind.3) kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile tutulabilir (ocakların kendi kapasiteleri de bu stoku tutmak için uygundur).

Diğer hatlar; hat 3,4 ve hat 5 'in uyarlamaları ise önceki çözümle aynıdır. Hat 3,4 'ün 159,6 tonluk sıvı metal istemini Sistem 2, hat 5 'in 182,4 tonluk sıvı metal istemini Sistem 1 karşılayacaktır. Bu uyarlamaların grafikleri de sırasıyla Şekil 7.28 ve Şekil 7.29 'da görülmektedir.

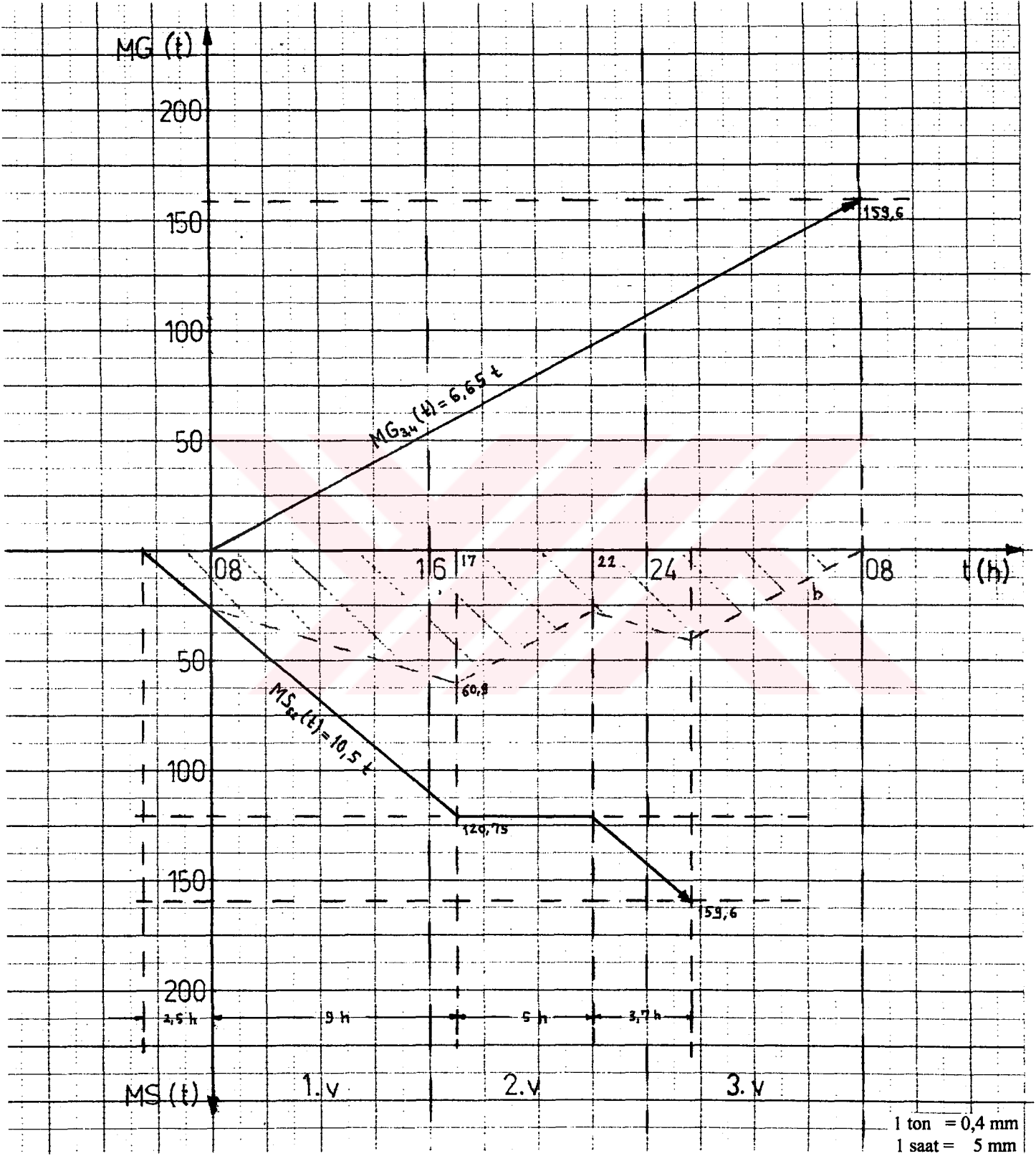
Burada hat 3,4 – sistem 2 uyarlamasında; sıvı stokunun maksimum olduğu noktadaki 60,9 tonluk sıvı metal; ocakların kendi tutma kapasitelerine (28 ton) ek olarak, bir adet 28 ton (ind.6) ve bir adet 14 ton (ind.5) kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile tutulabilir. Hat 5 – sistem 1 uyarlamasında; sıvı stokunun maksimum olduğu noktadaki 52,35 tonluk sıvı metal; ocakların kendi tutma kapasitelerine (28 ton) ek olarak, bir adet 28 ton (ind.7) kapasitede indüksiyon tutma ocağı ile tutulabilir.



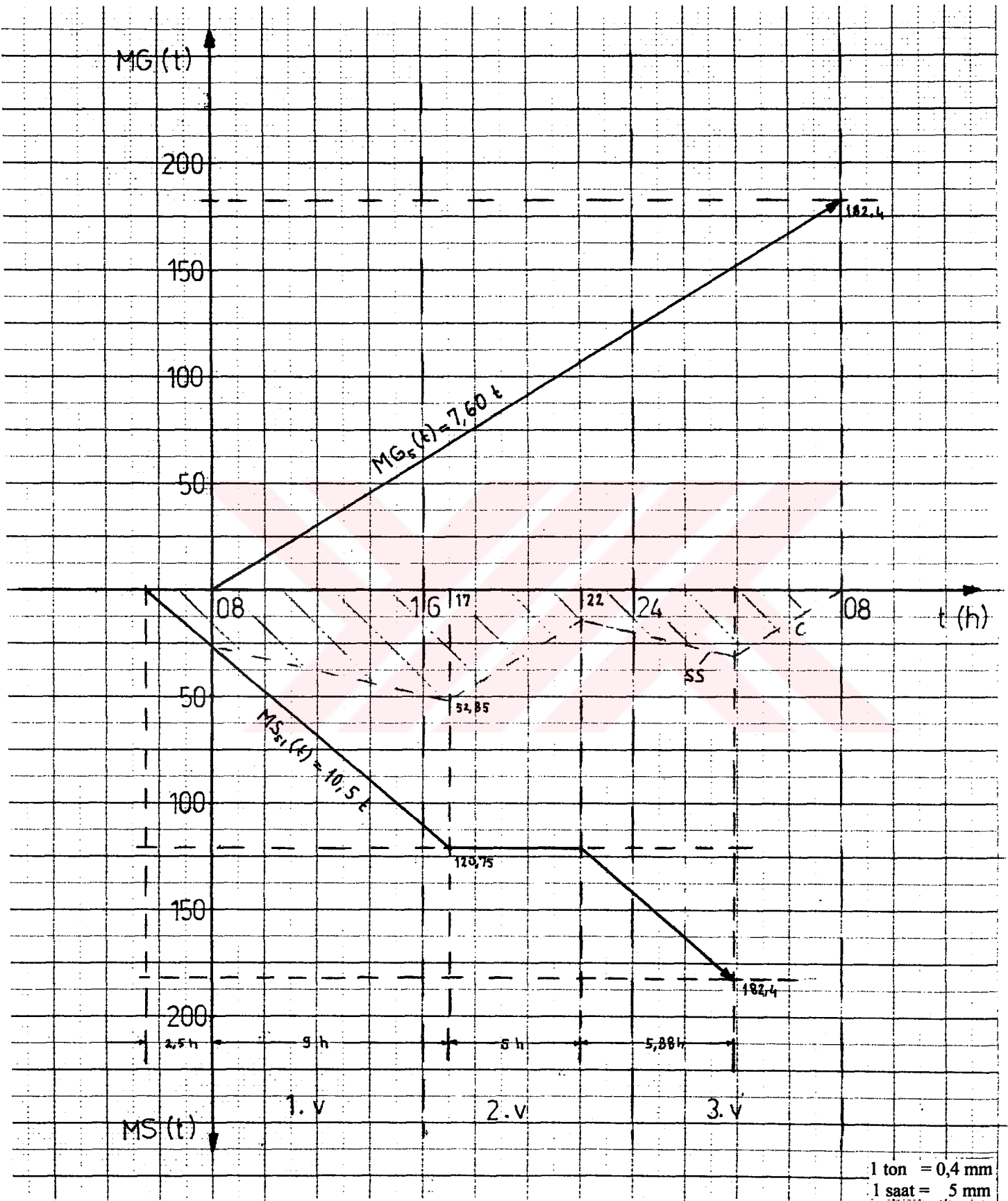


Şekil 7.27 6. Uyarlama yaklaşımında Hat 1 ve Hat 2 'nin uyarlanması



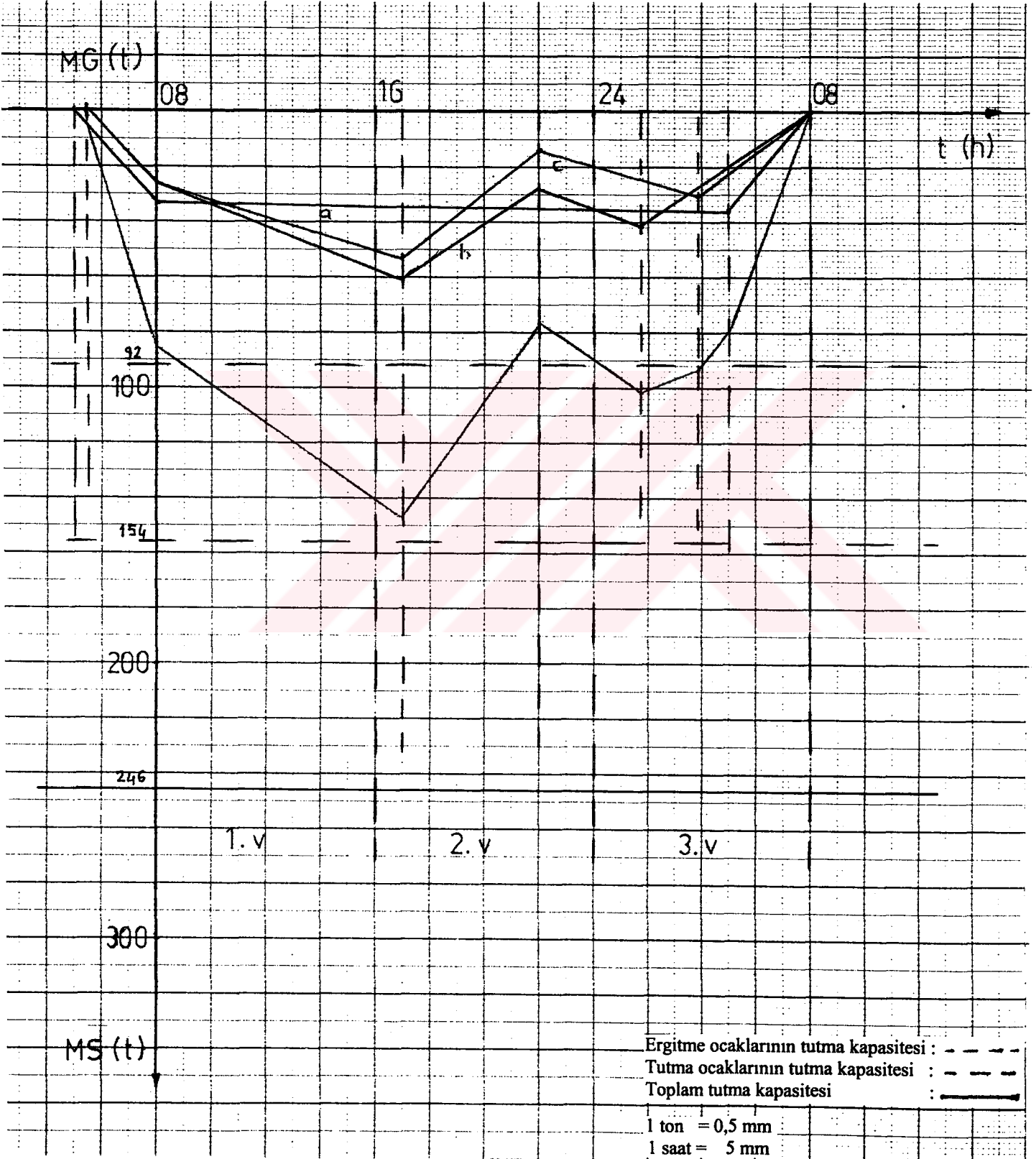


Şekil 7.28 6. Uyarlama yaklaşımında Hat 3,4 'ün uyarlanması

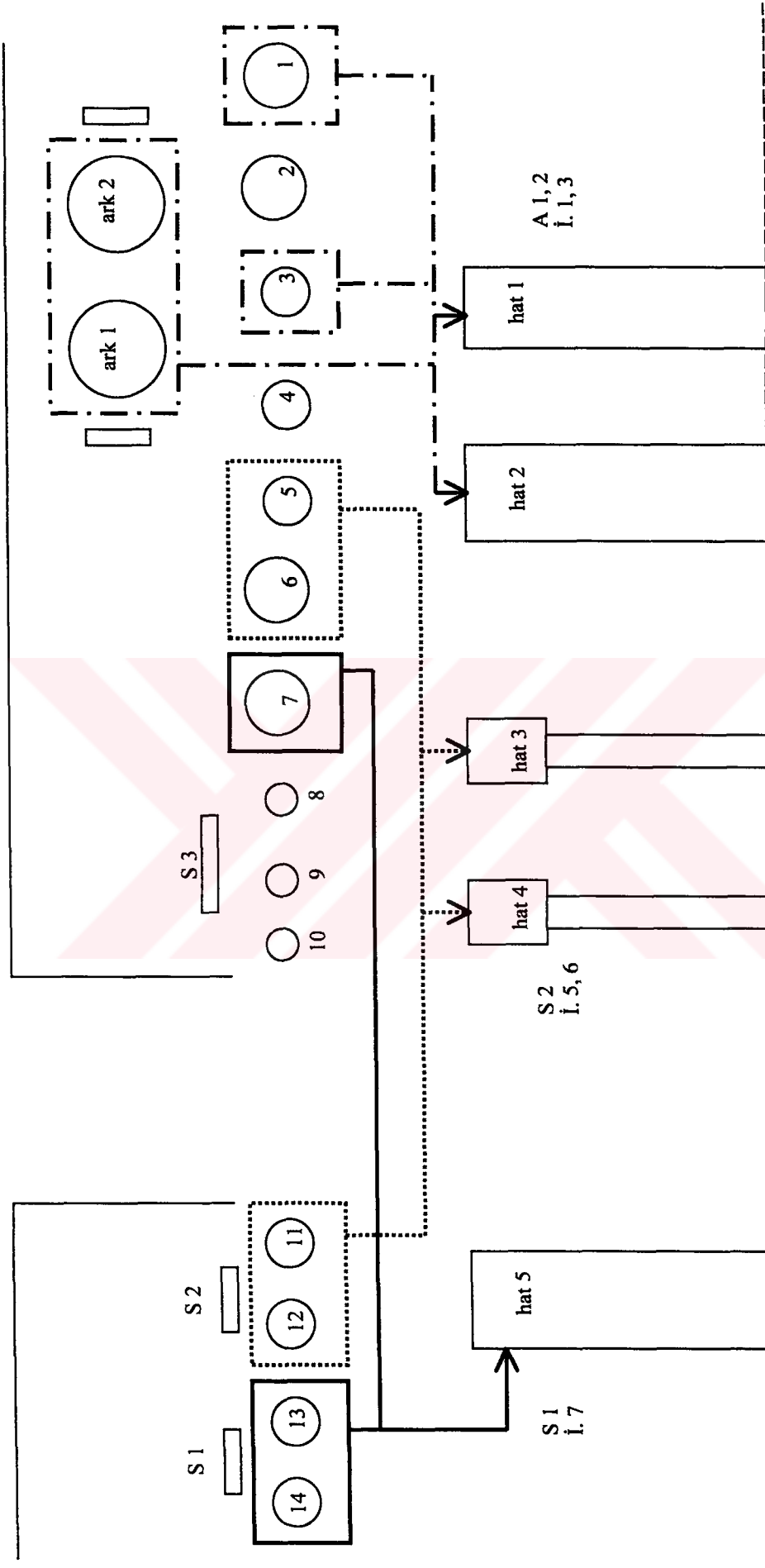


Şekil 7.29 6. Uyarlama yaklaşımında Hat 5 'in uyarlanması

Dört hat için aynı zaman diliminde gerçekleşen ve üç adet grafikte verilen bu uyarlamada sıvı stok tutma kapasitesinin aşılp aşılmadığı Şekil 7.30 'da incelenmektedir. Şekil 7.31'de bu uyarlama için yerleşim planında hangi ergitme ve tutma ocaklarının hangi hatlara tahsis edildiği görülmektedir.



Şekil 7.30 6. Uyarlama yaklaşımında stok kontrolü



Şekil 7.316. Uyarlama yaklaşımı için hat – ocak eşleşmesinin yerleşim planı üzerinde gösterilmesi

## 8. İRDELEME

Bu bölümde, önceki bölümde verilen uyarılama yaklaşımlarının bir karşılaştırılması yapılacaktır. Bu yaklaşımlar, örnek işyerindeki veriler doğrultusunda yapılabilecek uyarlamalar arasında, en başta ortaya konan temel ilkelere bağlı kalınarak elde edilebilecek en uygun çözümlerdir. Dolayısıyla sonuç bölümünden önce bu yaklaşımlar olumlu ve olumsuz yönleri ile tekrar ele alınmalı ve temel esaslara uygun en iyi yaklaşım çözüm olarak saptanmalıdır.

Daha önceki ilgili bölümlerde uyarlamalarda dikkat edilmesi gereken bazı temel ilkeler ve bu ilkelere bağlı kalınmaması halinde ne gibi olumsuzlukların olabileceği ortaya konmuştur. O halde bu aşamaya kadar açıklanan uyarılama yaklaşımları öncelikle bu temel ilkeler doğrultusunda irdelenmelidir.

**1. uyarılama yaklaşımında;** temel ilkelere öncelikle, kalıplama hatlarının kendisine en yakın mesafedeki ve kapasitedeki ısıtma ocağı tarafından beslenmesi ilkesine bağlı kalınmıştır. Ocakların bir çalışma periyodu boyunca sürekli çalışması ilkesi açısından duruma bakıldığında ise hat 1 ve hat 2 'yi besleyen ocaklar 23,78 saat, hat 3,4 'ü besleyen Sistem 3, 24 saat çalışarak bir periyodu tamamlamakta; hat 5 'i besleyen Sistem 2 ise 17,38 saatlik normal çalışmasının yanında 3,2 saat ilave çalışarak toplamda 20,58 saat çalışarak bir periyoda yakın süre çalışmaktadır. Sistem3, kendisine en yakın hat olan hat 3,4 'ü beslemektedir. Fakat Sistem 3, 24 saat çalışmasına rağmen ısıtma kapasitesi yetersiz olduğundan bu hatların metal isteminin tamamını karşılayamamıştır. Hat 3,4 'ün eksik kalan istemini tamamlamak için Sistem 2 'den destek alınmıştır. Diğer taraftan ark ocaklarının öncelikli olarak kullanılması ile, sistem 1 indüksiyon ocakları devre dışı kalmıştır. Böylelikle bu tercih, özgül enerji tüketim değerleri bakımından da ekonomik bir çözüm olmuştur.

**2. uyarılama yaklaşımında;** ark ocakları devre dışı bırakılarak, hatlar indüksiyon ocakları ile beslenmektedir. Bu yaklaşımda ocaklar 24 saatlik çalışma periyodu boyunca sürekli çalışma ilkesine neredeyse tam bir uygunluk göstermektedir. Sistem 2, hat 1 ve hat 2 'ye; Sistem 3, hat 3,4 'e 24 saat boyunca sürekli çalışarak sıvı metal vermekte fakat yetersiz kalmaktadırlar. Sistem 1, hat 5 'e sıvı metal verdikten sonra bu hatların eksik kalan istemlerini tamamlamak için ek çalışma yapar ve böylece 24 saate yakın bir süre çalışmış olur. dolayısıyla bu çözüm ilk bakışta oldukça rasyonel bir çözüm görüntüsündedir. Fakat Sistem 2 'nin kendinden uzak hatları beslemesi ve yine Sistem 1 'den uzak hatlara ilave transferler yapılması sebebiyle (her ne kadar işletmede böyle bir uygulama varsa da) genel olarak hatları besleyen ocaklar hatlara oldukça uzaktır. O halde bu çözüm ancak ark ocaklarında arıza vs. gibi bir problem

olduğunda yada malzeme kalitesinin ark ocaklarında sağlanamayacağı türde bir sipariş alındığında uygun olabilecek alternatif bir çözümdür.

**3. uyarlama yaklaşımında;** yine önceki yaklaşımda olduğu gibi ark ocakları devre dışı bırakılmıştır ve hatlara sıvı metal indüksiyon ocaklarından verilmektedir. Ocak – hat tahsisinde bu kez ilk yaklaşımlardaki (Şekil 6.2) düşünce esas alınmıştır. Sistem 3, hat 2 'ye; Sistem 2, hat 5 'e sıvı metal vermiştir. Sistem 1, 24 saat çalışarak hat1 ve hat 3,4 'e sıvı metal vermiş fakat yetersiz kalmıştır. Hat 5 'e sıvı metal vermeyi 24 saatten bir süre önce bitiren Sistem 2, geri kalan zamanda ek bir çalışmayla hat 1 ve hat 3,4 'ün eksik kalan istemini karşılamaktadır. Bu şekilde tüm ocaklar bir çalışma periyodunu verimli bir şekilde kullanmış olmaktadır. Fakat bu çözümde de hatları besleyen ocaklar hatlara oldukça uzak olduğundan; bu yaklaşım da ancak ark ocaklarında arıza vs. gibi bir problem olduğunda yada malzeme kalitesinin ark ocaklarında sağlanamayacağı türde bir sipariş alındığında uygun olabilecek alternatif bir çözümdür.

**4. uyarlama yaklaşımında;** ekonomik çalışma için gerekli unsurlar dikkate alınarak bir uyarlama yapılmıştır. Enerjinin en pahalı olduğu 17:00 – 22:00 saatleri arasında ergitme yapılmamıştır. Sistem 1, hat 5 'e; Sistem 2, hat 3,4 'e; ark ocakları ise hat 1 ve hat 2 'ye sıvı metal vermektedir. Çözüme, yakın hat – ocak ilkesi ile yaklaşıldığında hat 3,4 hariç olumsuz denebilecek bir durum yoktur. Hat 3,4 'e; bu hatta biraz uzak olan sistem 2 tarafından sıvı metal verilmesinin sebebi, Sistem 3 'ün ergitme kapasitesinin yeterli olmayışıdır. Ergitme sürelerinin sürekliliği açısından ise ocaklar, 19 saatlik çalışma periyoduna göre sürekli çalışmaktadırlar. Ancak bu tip çalışma durumu, her ne kadar ekonomik bir çalışma sistemi olsa da daha önce açıklanan metalurjik olumsuzluklardan dolayı uygun bir çözüm değildir. Ayrıca bu şekilde çalışmak siparişlerin teslim tarihine de bağlıdır. Bu şekilde, günde 5 saat ergitme yapmadan üretime devam edilmesi sonucu siparişler zamanında teslim edilemeye bilir. Dolayısıyla bu çözüm ancak, ülkede enerji fiyatlarının daha da yükselmesi yada siparişlerin azalması ile bu tip çalışma zorunluluğu ile karşılaşılması gibi durumlarda üretim için alternatif bir çözüm olabilir.

**5. uyarlama yaklaşımında;** yine enerji maliyetinin yüksek olduğu puant saatlerin dikkate alındığı 4. uyarlama yaklaşımı esas alınmıştır. Burada da 4. uyarlama yaklaşımında olduğu gibi aynı ocaklar aynı hatlara sıvı metal vermektedir. Fakat bu çözümde, ark ocaklarının puant saatlere kadar çalışmasından dolayı hat 1 ve hat 2 'nin isteminde oluşan sıvı metal açığı farklı bir şekilde karşılanmaktadır. Bu kez Sistem 1 ve Sistem 2 sadece kendi hatlarına sıvı metal verir, hat 1 ve hat 2 'ye destek olmak için ek bir çalışma yapmazlar. hat 1 ve hat 2 'nin sıvı



metal açığı Sistem 3 'ün devreye alınması ile tamamlanır. 4. uyarlama yaklaşımında belirtilen çözümün olumlu - olumsuz yönleri bu çözüm için de aynen geçerlidir. Dolayısıyla bu çözüm de 4. yaklaşımdaki düşünceden doğan ve göz önüne alınması gereken 4. yaklaşıma alternatif ikinci bir çözüm yoludur. Çünkü, ocaklar (özellikle Sistem 3) 19 saatlik çalışma periyoduna göre oldukça az sürede devrede kalmaktadır. Ayrıca herhangi bir ocaklar sistemi devre dışı bırakılmamış, önceki yaklaşıma göre gereksiz bir ocak kullanımı olmuştur.

**6. uyarlama yaklaşımında;** hem sürekli çalışma hem de enerjinin pahalı olduğu saatlerin göz önüne alındığı bir çözüm yolu verilmektedir. Burada ocakların sürekli çalıştığı ve puant saatlerin göz önüne alındığı en uygun yaklaşımlar esas alınarak, yine enerjinin maliyetinin göz önünde tutulduğu farklı bir çözüm elde edilmiştir. Ark ocaklarının özgül enerji tüketim değerleri düşük olduğundan (indüksiyon ocaklarına göre), 17:00 – 22:00 saatleri arası enerji maliyeti dikkate alınmamış ve sürekli ergitme yapılarak hat ve hat 2 'ye bu ocaklardan sıvı metal verilmiştir. Diğer hatlara indüksiyon ocaklarından sıvı metal verilmiş ve bu ocaklar 17:00 – 22:00 saatleri arası ergitme yapmadan çalışmıştır. Ark ocakları 24 saatlik, indüksiyon ocakları ise 19 saatlik bir çalışma periyoduna göre hemen hemen sürekli çalışmıştır. Bu yaklaşım ancak puant saatlerin gözetildiği fakat bu şekilde çalışarak üretimin karşılanamayacağı durumlarda özgül enerji tüketim değerleri düşük olan ark ocaklarının devreye alınarak bir çözüme gidilebileceği durumlara alternatif oluşturmaktadır. Ocakların puant saatlerde duraklayarak çalışması halinde önceden açıklanan olumlu olumsuz durumlar bu çözüm için de geçerlidir.



## 9. SONUÇ

Bu tez çalışmasında, bir döküm fabrikasında proseslerin uyarlanması konusunun, gerçek bir işletmeden alınan verilerle uygulaması yapılmıştır. Dolayısıyla bu amaçla, haftalık bir kalıplama üretim programı doğrultusunda örnek işletmenin donanımları ve çalışma şartları ele alınarak, rasyonel bir çalışmanın temeli olan kalıplama, eğitime ve döküm proseslerinin uyarlanması için çözüm yolları aranmıştır. Uyarlama yaklaşımlarının açıklandığı bölümde elde edilen değerlerle bulunabilecek muhtemel çözümler arasında en makul yaklaşımlar çözüm olarak verilmiştir. İrdeleme bölümünde de bu yaklaşımlar başlangıçta açıklanan temel ilkeler çerçevesinde değerlendirilerek karşılaştırılmış ve olumlu yada olumsuz yanları ortaya konmuştur.

İrdeleme bölümünde de görüleceği gibi uyarlama yaklaşımları aslında düşünce olarak birbirine bağlı farklı gruplar halindedir. 1 . yaklaşım, 2. ve 3. yaklaşım, 4., 5. ve 6. yaklaşımlar kendi aralarında temelde aynı düşünceye ait farklı alternatif çözümlerdir. İşletmedeki donanım bilgileri, çalışma şartları ve proseslerin uyarlanmasının temel ilkeleri göz önünde bulundurulduğunda aslında tüm yaklaşımlar birer çözümdür. Fakat sonuç bölümünde, tüm ilkelerin en iyi şekilde ortaya konduğu bir uyarlama ideal çözüm olarak verilmelidir.

**İrdeleme bölümünde yapılan değerlendirmeler sonucu, uyarlama olanaklarının saptanması sürecinde, temel esaslara bağlı kalınarak elde edilmiş en uygun yaklaşım 1. uyarlama yaklaşımıdır. Dolayısıyla 1. uyarlama yaklaşımı çalışmanın başında gerçek verilerle oluşturulan proseslerin uyarlanması probleminin çözümüdür. Diğer yaklaşımlar ise farklı çalışma şartlarında ortaya konulabilecek en uygun uyarlama alternatifleridir.**

**KAYNAKLAR**

Abels H., Monsler D., (1992 – 1993), “ Anforderungen an die Gestaltung der Termin und Kapazitätplanung in Giessereien I – II“, Giesserei 79 (1992), 19: 787 – 789, Giesserei (1993), 7: 221 – 227.

Aran A., (1993), Metal Döküm Teknolojisi, Birsen Yayınevi, İstanbul.

ASM Handbook Vol.15, Casting, 9 th Edition, Metals Handbook.

Avcı U.A., (1992), Dökümde Enerji Tasarrufu, Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, 178, İstanbul.

Avcı U.A., (1992), Dökümde Kum Kalıp Malzemeleri, Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, 259, İstanbul.

Avcı U.A., Dökümde Proses Tekniği Ders Notları (Yüksek Lisans), İstanbul.

Çavuşoğlu N.E., (1981), Döküm Teknolojisi I, İ.T.Ü. Yayını, İstanbul.

Eversheim W., Lohmann R., (1992), “ Durchlaufzeiten in Giessereien“, Giesserei 79, 8: 323 – 327.

Kotzin L.E.,(1972), Metalcaster's Reference and Guide, American Foundrymen's Society.

Pacyna H.v., (1968), “Rechentechnische Aufgaben der Arbeitsvorbereitung und Neuzeitliche Hilfsmittel für ihre Lösung I – II“, Giesserei, 13: 381 – 394.

Schenk M., Gottscholk E., (1985), “Flexible Planung in Giessereien“, Giessereitechnik 31, 3: 71 – 76.

**EKLER**

**Ek 1 Kalıplama Hatları Haftalık Üretim Programı**







**02 MART - 07 MART TARİHLERİ ARASI**  
**HAFTALIK ÜRETİM PROGRAMI ( 1998 / 10. HAFTA )**

AMUL NO	PAZARTESİ	SALI	ÇARŞAMBA	PERŞEMBE	CUMA	CUMARTESİ	TOPLAM	TOPLAM
	(02/03/1998)	(03/03/1998)	(04/03/1998)	(05/03/1998)	(06/03/1998)	(07/03/1998)	(Adet)	(Ton)
7	0	0	0	0	0	1,200	1,200	0.4
11	0	1,120	1,120	0	1,120	0	3,360	38.1
13	0	0	0	0	0	5,075	5,075	1.1
15	0	3,000	0	0	0	0	3,000	2.9
16	2,200	0	0	0	0	0	2,200	20.0
18	280	0	0	0	0	0	280	1.1
19	2,000	0	2,000	2,000	2,000	0	8,000	29.5
22	0	3,000	0	0	0	0	3,000	23.4
29	0	0	2,400	0	0	0	2,400	4.9
39	0	1,000	0	0	500	1,000	2,500	34.6
61	0	0	0	0	450	0	450	20.3
65	0	1,000	0	0	0	0	1,000	2.6
66	0	0	0	0	500	0	500	1.5
67	0	0	0	0	500	0	500	1.5
68	0	0	0	0	500	0	500	2.7
69	0	0	0	0	0	800	800	4.4
70	0	0	0	0	0	800	800	2.8
71	0	0	0	0	0	800	800	2.8
74	0	0	150	0	0	0	150	7.9
75	0	0	0	0	0	120	120	0.2
76	0	0	0	0	735	0	735	4.8
77	0	0	0	0	735	0	735	4.8
79	0	0	0	0	0	500	500	1.5
80	0	0	0	1,600	0	0	1,600	2.6
81	0	0	0	0	1,100	0	1,100	2.0
82	0	0	0	0	1,400	0	1,400	2.5
85	250	200	0	0	0	0	450	12.8
86	0	0	75	0	0	0	75	15.1
87	0	0	200	200	0	0	400	30.2
88	0	1,000	0	0	0	0	1,000	11.6
91	0	1,500	0	0	0	0	1,500	12.2
92	0	0	0	500	0	0	500	3.9
96	0	0	0	0	1,050	0	1,050	3.8
105	0	0	0	0	0	500	500	3.2
110	0	1,000	0	0	0	0	1,000	5.2
115	0	1,000	0	0	0	0	1,000	2.7
118	0	0	0	250	250	0	500	10.1

**02 MART - 07 MART TARİHLERİ ARASI  
HAFTALIK ÜRETİM PROGRAMI ( 1998 / 10. HAFTA )**

İAMUL NO	PAZARTESİ	SALI	ÇARŞAMBA	PERŞEMBE	CUMA	CUMARTESİ	TOPLAM	TOPLAM
	(02/03/1998)	(03/03/1998)	(04/03/1998)	(05/03/1998)	(06/03/1998)	(07/03/1998)	(Adet)	(Ton)
130	0	400	400	400	0	400	1,600	39.3
135	0	0	0	720	720	720	2,160	51.1
136	0	0	0	0	0	200	200	17.2
139	0	1,600	0	0	0	0	1,600	12.8
143	0	800	0	0	0	0	800	32.0
144	500	0	0	0	0	0	500	8.9
149	0	0	0	1,950	0	0	1,950	10.6
150	0	9,600	0	0	0	0	9,600	38.4
151	0	0	2,000	0	0	0	2,000	16.4
152	0	800	0	0	0	0	800	7.6
153	0	500	0	0	0	0	500	2.2
158	0	1,120	1,120	1,120	0	0	3,360	42.8
159	0	0	1,200	0	0	800	2,000	15.4
161	400	400	0	400	400	0	1,600	55.2
166	0	900	0	900	0	0	1,800	9.6
171	0	0	400	0	0	0	400	14.4
199	1,500	1,500	0	0	0	0	3,000	24.2
200	0	0	0	23,000	0	0	23,000	24.4
217	0	0	0	0	5,500	0	5,500	18.9
218	0	5,500	5,500	5,500	0	0	16,500	56.6
220	0	0	0	3,200	0	0	3,200	37.4
224	0	0	0	0	5,100	0	5,100	30.3
225	9,600	0	0	0	0	0	9,600	65.8
226	0	0	0	0	0	1,650	1,650	13.7
265	2,000	0	0	0	0	0	2,000	13.3
310	0	0	2,000	2,000	0	2,000	6,000	61.8
312	0	0	1,200	0	0	1,200	2,400	30.7
336	0	0	0	800	0	0	800	14.8
367	0	0	0	350	0	0	350	8.6
368	0	0	0	450	0	0	450	11.0
369	0	0	0	200	0	0	200	6.5
370	0	0	0	200	0	0	200	6.5
376	0	0	1,000	0	0	1,000	2,000	38.0
404	0	200	200	0	0	0	400	39.3
405	0	0	200	200	0	0	400	36.2
406	0	100	100	100	100	0	400	17.8
407	0	100	100	100	100	200	600	24.5



**02 MART - 07 MART TARİHLERİ ARASI  
HAFTALIK ÜRETİM PROGRAMI ( 1998 / 10. HAFTA )**

AMUL NO	PAZARTESİ	SALI	ÇARŞAMBA	PERŞEMBE	CUMA	CUMARTESİ	TOPLAM	TOPLAM
	(02/03/1998)	(03/03/1998)	(04/03/1998)	(05/03/1998)	(06/03/1998)	(07/03/1998)	(Adet)	(Ton)
411	0	0	0	0	200	200	400	10.5
428	0	0	0	0	2,500	0	2,500	8.8
429	0	0	0	0	1,300	1,200	2,500	7.1
431	200	0	0	0	0	0	200	5.4
462	0	0	0	0	1,000	0	1,000	2.8
463	0	0	0	0	1,000	0	1,000	2.8
475	0	0	0	0	500	0	500	14.7
476	0	0	0	0	0	300	300	11.0
477	0	0	300	0	0	0	300	10.4
484	0	100	100	0	0	0	200	11.9
491	0	0	0	0	0	300	300	11.2
510	0	0	0	0	0	600	600	14.2
520	0	0	50	50	500	250	850	103.1
524	300	0	0	200	200	200	900	80.0
527	0	0	0	0	0	200	200	5.1
529	0	0	250	0	0	0	250	28.1
536	0	0	600	400	0	0	1,000	16.0
558	125	125	0	0	0	0	250	18.7
562	125	125	0	0	0	0	250	18.7
565	0	0	350	525	0	0	875	30.8
566	0	600	0	0	0	0	600	21.0
573	0	10,200	0	0	0	0	10,200	22.8
579	120	0	0	0	150	150	420	16.4
580	1,925	0	0	0	0	0	1,925	2.6
588	0	0	0	2,000	0	0	2,000	16.6
597	0	0	0	0	3,000	0	3,000	26.1
598	750	0	0	0	0	0	750	4.1
602	0	0	0	0	500	0	500	7.0
620	0	0	400	400	400	400	1,600	67.6
623	1,200	0	0	0	0	0	1,200	1.4
628	4,200	0	0	0	0	0	4,200	4.8
629	4,200	0	0	0	0	0	4,200	6.9
638	300	0	0	0	0	0	300	4.1
645	0	0	0	0	0	500	500	4.9
647	2,000	0	1,500	0	0	0	3,500	47.6
654	20	20	20	20	20	20	120	12.3
760	0	0	0	12,000	0	5,400	17,400	24.4

**02 MART - 07 MART TARİHLERİ ARASI  
HAFTALIK ÜRETİM PROGRAMI ( 1998 / 10. HAFTA )**

TAMUL NO	PAZARTESİ	SALI	ÇARŞAMBA	PERŞEMBE	CUMA	CUMARTESİ	TOPLAM	TOPLAM
	(02/03/1998)	(03/03/1998)	(04/03/1998)	(05/03/1998)	(06/03/1998)	(07/03/1998)	(Adet)	(Ton)
775	0	450	0	0	0	0	450	6.9
783	0	0	0	0	0	200	200	5.1
785	0	0	0	0	300	0	300	7.1
786	0	150	0	0	0	0	150	4.9
788	0	0	675	0	0	0	675	17.7
837	200	200	0	0	0	0	400	24.0
880	0	580	0	0	0	0	580	13.7
890	700	0	0	0	0	0	700	18.5
903	0	400	0	0	0	0	400	6.8
924	0	0	1,680	0	0	0	1,680	23.5
939	700	0	200	0	0	0	900	36.2
940	0	0	0	1,000	0	0	1,000	20.8
941	0	0	1,500	0	0	0	1,500	28.3
956	0	0	300	0	0	0	300	2.2
958	0	600	0	0	0	0	600	8.6
969	0	0	50	0	0	0	50	2.7
973	0	0	0	100	0	0	100	5.3
987	900	0	0	0	0	0	900	27.4
1006	0	0	0	0	125	125	250	14.8
1007	0	0	0	0	0	250	250	13.9
1008	0	0	0	0	300	0	300	9.5
1009	0	0	0	0	300	0	300	9.4
1010	0	0	0	0	0	200	200	12.6
1020	0	0	300	0	0	0	300	7.6
1022	0	0	0	0	200	0	200	9.3
1024	0	200	0	0	0	0	200	9.8
1030	0	0	200	0	0	0	200	2.7
1034	0	0	0	0	300	0	300	16.1
1035	0	0	400	0	0	0	400	13.0
1038	0	0	0	100	0	0	100	4.1
1043	0	125	0	0	0	0	125	10.2
1046	0	0	200	0	0	0	200	4.1
1047	0	0	0	300	0	0	300	10.2
1050	0	0	0	500	0	0	500	1.4
1740	0	0	0	0	0	500	500	11.9
1743	0	0	0	0	120	0	120	6.3
1802	0	0	0	0	0	200	200	3.1

**02 MART - 07 MART TARİHLERİ ARASI  
HAFTALIK ÜRETİM PROGRAMI ( 1998 / 10. HAFTA )**

AMUL NO	PAZARTESİ	SALI	ÇARŞAMBA	PERŞEMBE	CUMA	CUMARTESİ	TOPLAM	TOPLAM
	(02/03/1998)	(03/03/1998)	(04/03/1998)	(05/03/1998)	(06/03/1998)	(07/03/1998)	(Adet)	(Ton)
1821	0	0	3,360	0	0	0	3,360	8.4
1827	0	3,300	0	0	0	0	3,300	8.6
1829	0	0	500	0	0	0	500	2.9
1843	0	0	0	0	0	150	150	10.9
2401	200	200	0	0	0	0	400	41.6
2402	0	0	200	200	200	200	800	84.0
2403	0	0	0	0	0	100	100	8.6
3250	700	0	0	0	0	0	700	7.8
3252	84	0	0	0	0	0	84	1.5
3257	1,050	0	0	0	0	0	1,050	12.8
3604	0	0	0	0	0	600	600	1.2
3605	0	0	0	0	0	600	600	1.1
3800	750	750	0	500	1,500	1,500	5,000	48.0

**ÖZGEÇMİŞ**

<b>Doğum Tarihi</b>	10.05.1976	
<b>Doğum Yeri</b>	Bursa	
<b>Lise</b>	1991 – 1993	Bursa Erkek Lisesi
<b>Lisans</b>	1994 – 1998	Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü
<b>Yüksek Lisans</b>	1999 – 2002	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Müh. Anabilim Dalı, İmal Usulleri Programı
<b>Çalıştığı kurumlar</b>		
	2000 – 2001	Duyar Vana Makina A.Ş.

