

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜREKLİ DÖKÜM TANDİŞİNDE BİNDİRME YAPILAN SLAB
DÖKÜMLER İÇİN TONAJ, KALİTE BELİRLEME ÇALIŞMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayşe ORAN

Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı

Üretim Metalurjisi ve Teknolojileri Mühendisliği Programı

OCAK 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜREKLİ DÖKÜM TANDİŞİNDE BİNDİRME YAPILAN SLAB
DÖKÜMLER İÇİN TONAJ, KALİTE BELİRLEME ÇALIŞMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Ayşe ORAN
(506111225)**

Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı

Üretim Metalurjisi ve Teknolojileri Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Cevat Bora Derin

Teslim Tarihi: OCAK 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 506111225 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Ayşe ORAN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“Sürekli Döküm Tandişinde Bindirme Yapılan Slab Dökümler için Tonaj, Kalite Belirleme Çalışması”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç.Dr. Cevat Bora DERİN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof.Dr. Onuralp YÜCEL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yard.Doç.Dr. Seval GENÇ
Marmara Üniversitesi

Teslim Tarihi : **16 Şubat 2015**
Savunma Tarihi : **23 Ocak 2015**

ÖNSÖZ

Tüm hayatım boyunca bana maddi, manevi her türlü desteği veren ve bu günlere gelmemi sağlayan aileme teşekkür ederim.

Çolakoğlu Metalurji A.Ş.'de çalışırken aynı zamanda yüksek lisans öğrenimi yapmama ve fabrika olanaklarından faydalanarak tez çalışmamı tamamlamama olanak sağlayan Çolakoğlu Metalurji A.Ş. İşletmeler Direktörü Sn. A. Fikret Gen'e teşekkür ederim.

Tez çalışma konumun fikir sahibi olan ve bana yol gösteren müdürüm Sn. Cengiz Şahintürk'e teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında bilgi aldığım, deneysel çalışmalarında bana yardımcı olan tüm Çolakoğlu Metalurji A.Ş. çalışanlarına teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında bana kaynaklar sağlayan, yardımlarını ve imkânlarını esirgemeyen çalışma arkadaşlarım Berkay Koçulu, Meliha Gür, Gülfem Özgültekin'e teşekkür ederim.

Tez savunma sınavım sürecinde ve sonrasında bana destek olan Sn. Aslan Ünal'a teşekkür ederim.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca benimle değerli bilgilerini paylaşan ve yardımcı olan danışman hocam Doç. Dr. Cevat Bora Derin'e teşekkür ederim.

Şubat 2015

Ayşe Oran

Metalurji ve Malzeme Mühendisi

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. DÜNYA’DA VE TÜRKİYE’DE ÇELİK ÜRETİMİ VE DEĞİŞEN İHTİYAÇLAR.....	7
3. ÇOLAKOĞLU METALURJİ A.Ş.’DE ÇELİK ÜRETİMİ	13
3.1 Çolakoğlu Metalurji A.Ş. Tanıtımı	13
3.2 Çolakoğlu Metalurji A.Ş. Üretim Tesisleri	14
3.2.1 Haddehaneler.....	14
3.2.2 Çelikhane.....	14
3.2.2.1 Elektrik ark fırını (Electric arc furnace - EAF).....	14
3.2.2.2 Pota fırını (Ladle furnace - LF).....	17
3.2.2.3 Vakum ile gaz giderme (Twin tank vacuum degasser).....	19
3.2.2.4 Kütük sürekli döküm (Billet continuous casting)	20
3.2.2.5 Slab sürekli döküm (Slab casting)	24
3.2.3 Tandiş mekanizması ve detayları	26
4. ÇOLAKOĞLU METALURJİ A.Ş.’DE BİNDİRME DÖKÜM UYGULAMASINA GENEL BAKIŞ.....	29
4.1 Çolakoğlu Metalurji A.Ş. Çelikhane Üretim Planlama Kriterleri.....	30
4.2 Çolakoğlu Metalurji A.Ş.’ de Bindirme Döküm Uygulamasının Temel Sebepleri.....	31
5. BİNDİRME DÖKÜMLER MODELLEME PROGRAMI	37
5.1 Programın Amacı	37
5.2 Modelleme Programının Detayları.....	37
5.3 Kullanıcı Arayüzü	49
5.4 Gerçek ve Hesaplanan Veri Kıyaslaması.....	51
6. GENEL SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER	105
EKLER.....	107
KAYNAKLAR	127
ÖZGEÇMİŞ.....	129

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2. 1: Yıllara Göre Dünya Çelik Üretim Miktarları [8].	7
Çizelge 4. 1: Bindirme Döküm Kalite Grupları.....	32
Çizelge 4. 2: 1. Grup Sipariş Dağılımı [18].....	33
Çizelge 4. 3: 2. Grup Sipariş Dağılımı [18].....	34
Çizelge 5. 1: Girdi Bilgileri.	38
Çizelge 5. 2: Kalite Parametreleri.....	40
Çizelge 5. 3: Hesaplanan Parametreler.....	43
Çizelge 5. 4: Slab Boy Kararı.	44
Çizelge 5. 5: Ayrılan Slabların Ortalama Kimyasal Kompozisyonu.....	45
Çizelge 5. 6: Kalite Kontrolü.....	48
Çizelge 5. 7: Örnek Girdiler Tablosu.	49
Çizelge 5. 8: Örnek Çıktılar Tablosu.....	50
Çizelge 5. 9: Örnek 1 Özet Tablo.....	53
Çizelge 5. 10: Örnek 1 Gerçek Analiz Sonuçları.	54
Çizelge 5. 11: Örnek 1 Hesaplanan Analiz Sonuçları.	55
Çizelge 5. 12: Örnek 2 Özet Tablo.....	58
Çizelge 5. 13: Örnek 2 Gerçek Analiz Sonuçları.	59
Çizelge 5. 14: Örnek 2 Hesaplanan Analiz Sonuçları.	60
Çizelge 5. 15: Örnek 3 Özet Tablo.....	62
Çizelge 5. 16: Örnek 3 Gerçek Analiz Sonuçları.	63
Çizelge 5. 17: Örnek 3 Hesaplanan Analiz Sonuçları.	64
Çizelge 5. 18: Örnek 4 Özet Tablo.....	67
Çizelge 5. 19: Örnek 4 Gerçek Analiz Sonuçları.	68
Çizelge 5. 20: Örnek 4 Hesaplanan Analiz Sonuçları.	69
Çizelge 5. 21: Örnek 5 Özet Tablo.....	71
Çizelge 5. 22: Örnek 5 Gerçek Analiz Sonuçları.	72
Çizelge 5. 23: Örnek 5 Hesaplanan Analiz Sonuçları.	73
Çizelge 5. 24: Örnek 6 Özet Tablo.....	75
Çizelge 5. 25: Örnek 6 Gerçek Analiz Sonuçları.	76
Çizelge 5. 26: Örnek 6 Hesaplanan Analiz Sonuçları.	77

Çizelge 5. 27: Örnek 7 Özet Tablo.	79
Çizelge 5. 28: Örnek 7 Gerçek Analiz Sonuçları.	80
Çizelge 5. 29: Örnek 7 Hesaplanan Analiz Sonuçları.	81
Çizelge 5. 30: Örnek 8 Özet Tablo.	84
Çizelge 5. 31: Örnek 8 Gerçek Analiz Sonuçları.	85
Çizelge 5. 32: Örnek 8 Hesaplanan Analiz Sonuçları.	86
Çizelge 5. 33: Örnek 9 Özet Tablo.	88
Çizelge 5. 34: Örnek 9 Gerçek Analiz Sonuçları.	89
Çizelge 5. 35: Örnek 9 Hesaplanan Analiz Sonuçları.	90
Çizelge 5. 36: Örnek 10 Özet Tablo.	92
Çizelge 5. 37: Örnek 10 Gerçek Analiz Sonuçları.	93
Çizelge 5. 38: Örnek 10 Hesaplanan Analiz Sonuçları.	94
Çizelge 5. 39: Örnek 11 Özet Tablo.	96
Çizelge 5. 40: Örnek 11 Gerçek Analiz Sonuçları.	97
Çizelge 5. 41: Örnek 11 Hesaplanan Analiz Sonuçları.	98
Çizelge 5. 42: Örnek 12 Özet Tablo.	100
Çizelge 5. 43: Örnek 12 Gerçek Analiz Sonuçları.	101
Çizelge 5. 44: Örnek 12 Hesaplanan Analiz Sonuçları.	102
Çizelge A. 1: Standart Kaliteler ve Kullanım Alanları.	108

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. 1: Demir Çelik Üretim Prosesi [1].	1
Şekil 1. 2: İkincil Metalurji Sistemleri [1].	3
Şekil 1. 3: Çift Yollu Klasik Slab Sürekli Döküm Tesisi [1].	4
Şekil 1. 4: Pota-Tandiş [1].	4
Şekil 2. 1: Dünya Ham Çelik Üretim Miktarları [8].	8
Şekil 2. 2: Yıllara Göre Türkiye'nin Demir-Çelik Üretimi [9].	9
Şekil 2. 3: Türkiye Çelik Üretim Haritası [9].	9
Şekil 2. 4: İkincil Metalurji Kademeleri [2].	11
Şekil 3. 1: Üretim Süreci ve Ürünler [11].	13
Şekil 3. 2: Elektrik Ark Fırını.	14
Şekil 3. 3: EAF / Elektrotlar.	15
Şekil 3. 4: Pota Fırını.	17
Şekil 3. 5: Vakum.	19
Şekil 3. 6: Kütük Sürekli Döküm.	20
Şekil 3. 7: Kalıp Kesitleri.	21
Şekil 3. 8: 130 ve 150 mm Kesitleri için Yol Hızları [7].	23
Şekil 3. 9: Slab Sürekli Döküm.	24
Şekil 3. 10: Slab Döküm [1].	26
Şekil 3. 11: Pota-Tandiş-Kalıp [14].	27
Şekil 3. 12: Tandış-Kalıp İlişkisi [1].	28
Şekil 4. 1: Bindirme Döküm Uygulaması Şematik Gösterimi.	29
Şekil 5. 1: Tandış simülasyonu.	41
Şekil 5. 2: Analiz için Numune Alınmış Slablar.	51
Şekil 5. 3: Örnek 1 Grafiksel Doğrulama a) 1. Yol Bindirme Ara Slab %C b) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Mn c) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Ti Analiz Karşılaştırması.	56
Şekil 5. 4: Örnek 1 Grafiksel Doğrulama d) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Nb Analiz Karşılaştırması.	57
Şekil 5. 5: Örnek 2 Grafiksel Doğrulama a) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Mn b) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Ca Analiz Karşılaştırması.	61

Şekil 5. 6: Örnek 3 Grafiksel Doğrulama a) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Mn b) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Si c) 2. Yol Bindirme Ara Slab %V Analiz Karşılaştırması.	65
Şekil 5. 7: Örnek 3 Grafiksel Doğrulama d) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Ti Analiz Karşılaştırması.	66
Şekil 5. 8: Örnek 4 Grafiksel Doğrulama a) 1. Yol Bindirme Ara Slab %C b) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Mn Analiz Karşılaştırması.	70
Şekil 5. 9: Örnek 5 Grafiksel Doğrulama a) 1. Yol Bindirme Ara Slab %C b) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Cr c) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Nb Analiz Karşılaştırması.	74
Şekil 5. 10: Örnek 6 Grafiksel Doğrulama a) 2. Yol Bindirme Ara Slab % b) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Si c) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Ca Analiz Karşılaştırması.	78
Şekil 5. 11: Örnek 7 Grafiksel Doğrulama a) 1. Yol Bindirme Ara Slab %C b) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Mn c) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Si Analiz Karşılaştırması.	82
Şekil 5. 12: Örnek 7 Grafiksel Doğrulama d) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Ti e) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Nb Analiz Karşılaştırması.	83
Şekil 5. 13: Örnek 8 Grafiksel Doğrulama a) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Mn b) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Si c) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Nb Analiz Karşılaştırması.	87
Şekil 5. 14: Örnek 9 Grafiksel Doğrulama a) 2. Yol Bindirme Ara Slab %C b) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Mn Analiz Karşılaştırması.....	91
Şekil 5. 15: Örnek 10 Grafiksel Doğrulama a) 1. Yol Bindirme Ara Slab %C b) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Mn Analiz Karşılaştırması.	95
Şekil 5. 16: Örnek 11 Grafiksel Doğrulama a) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Mn b) 1. Yol Bindirme Ara Slab %V c) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Ti Analiz Karşılaştırması.	99
Şekil 5. 17: Örnek 12 Grafiksel Doğrulama a) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Mn b) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Si Analiz Karşılaştırması.	103

SÜREKLİ DÖKÜM TANDIŞİNDE BİNDİRME YAPILAN SLAB DÖKÜMLER İÇİN TONAJ, KALİTE BELİRLEME ÇALIŞMASI

ÖZET

Çelik, ana metali demir olan ve kütlece %2'den daha az karbon ve ilave alaşım elementleri içeren malzemedir.

Çeliğin geniş kullanım alanı, sıcak ve soğuk şekillendirmeye uygunluğu, kaynak edilebilirliği, işlenebilirliği, sert, sünek ve aşınma dayanımlı olması, korozyon dayanımı, yüksek sıcaklıklarda ısıya ve deformasyona dayanımı onu vazgeçilmez kılmaktadır. Dolayısıyla da bugünün ve yarının endüstrisinde sürdürülebilir gelişmenin ana direklerinden biri olarak yerini korumaktadır. Kullanım alanları hemen hemen her mühendislik dalına uzanmaktadır.

Günümüzde cevherden çelik üretiminde kullanılan iki ana işlem vardır. Bunlar, demir cevherinin sıcak metale (sıvı) redüklenmesi veya doğrudan demire redüklenmesi (DRI-direct reduced iron), diğer adıyla sünger demir (sponge iron) üretimidir.

Günümüzde çeliğin rafinasyonunda ise iki yöntem takip edilmektedir. Bunlar;

- Yüksek fırın-konverter yöntemi,
- Elektrik ark fırını yöntemidir.

Yüksek fırında, demir cevheri ile birlikte redükleyici olarak kok veya kömürün kullanılması ile sıvı ham demir elde edilir ve bu ergiyik, bazik oksijen fırınında işlenir, rafine edilir.

Elektrik ark fırınlarında ise ısı ve ergitme için gerekli enerji, elektrik enerjisi ile elde edilir. Genellikle hurda ve sünger demirin birlikte kullanıldığı fırınlar olarak nitelendirilebilir. Ardından ikincil metalurji işlemleri (pota fırınları, vakum vb.) çeliğe uygulanır.

Çelik işletmelerindeki ikincil metalurji işlemlerinden gelen sıvı metal belli şekil, ölçü ve ağırlıklara göre dökülür.

Döküm prosesleri aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir;

- Sürekli Döküm,
- Şerit Döküm,
- İngot Döküm

Dünya genelinde en çok kullanılan döküm yöntemi “Sürekli Döküm” yöntemidir ve kullanım oranı %90’a kadar yükselmiştir.

Ayrıca sürekli döküm, %95’den fazla verim, üniform katılaşma, hızlı döküm, az sayıda üretim aşaması avantajlarını sağlamaktadır.

Çelik üretim proseslerinde rafine edilen sıvı metal, potadan tandış vasıtasıyla sürekli dökümün ekipmanlarından olan metal kalıplara dökülmektedir. Tandış ergimiş

metalin kalıplara dökölüp katılaşımanın başlamasından hemen önce muhafaza edildiği son metalurjik kanaldır. Tabanında bir veya bir kaç delik bulunan bir konteyner biçimindedir ve ergimiş metalin kalıplara doğru beslenmesi görevini görmekte, ergimiş metal akışının sıçramalar olmadan daha pürüzsüz akışını sağlamaktadır.

Birçok fabrikada uygulaması olduğu gibi Çolakoğlu Metalurji A.Ş. fabrikasında da satış siparişlerinin tonaj, kalite, ebat (slab genişliği) özelliklerinin çelikhane üretim koşullarını optimize etmeye uygun olmaması durumlarında farklı kaliteler aynı tandış için planlanmakta ve dökümü yapılmaktadır. Bu uygulama sonucunda iki farklı döküm kalitesinin tandışte karışması durumu ortaya çıktığından ve bu karışımın başlangıç ve bitiş sınırları ile kimyasal kompozisyonu bilinmediğinden “Sürekli Döküm Tandışinde Bindirme Yapılan Slab Dökümler için Tonaj, Kalite Belirleme Çalışması” adı altında bir modelleme yapılmıştır. Bu çalışma ile bindirme döküm uygulaması sonucunda karışan kalitelerin sınırları belli edilmiş, kimyasal kompozisyonu bulunmuştur. Böylece esas kalitelerden saptırılacak slabların standartlara göre boylarına ve döküm kalitesi isimlerine karar verilmesine imkan sağlanmıştır.

Özet olarak, bu çalışmanın amacı iki farklı kalitenin aynı tandışte bindirilmesi neticesinde arada karışan kalitenin başlangıç ve bitiş sınırlarının belirlenmesi ve böylece bindirme slab olarak ayrılması gereken toplam tonajın hesaplanması, bu tonaja göre en uygun slab boylarının bulunması ve ayrılan ilgili slab ya da slabların kalitelerinin belirlenmesidir.

Modelleme çalışmasının doğruluğunun kontrolü açısından bazı bindirme işlemleri sonucunda tamamen tahmine ve deneyime dayalı olarak “bindirme ara slabı” adı altında esas kaliteden saptırılan slabların baş-orta-son kısımlarından birer adet numune alınmıştır ve analiz sonuçları modelleme çalışmasında elde edilenler ile kıyaslanmıştır. Neticede elde edilen bulgularda ve grafiklerde gerçek analiz sonuçları ile modelleme programının sonuçlarının analiz cihazından, kompozisyon % aralık hassasiyetinden, dökümde oluşabilen sorunlardan kaynaklı olabilecek bazı sapmalar haricinde birbirlerine oldukça yakın olduğu tespit edilmiştir.

Mevcut durumda Çolakoğlu Metalurji A.Ş. fabrikasında bindirme slabların kalite isimlendirmesi, tonaj ve boylarının belirlenmesi tamamen tahminlere ve deneyimlere dayanılarak yapılmaktadır. Bu çalışma ile Çolakoğlu Metalurji A.Ş.’de bindirme dökümler konusunda tahmini veriler ile çalışmak yerine daha gerçekçi sonuçlarla çalışılmasına imkan sağlanmıştır.

STUDY OF SLAB QUALITY AND TONNAGE DETERMINATION FOR OVERLAPPING HEATS IN A CONTINUOUS CASTING TUNDISH

SUMMARY

Steel is an alloy of iron and carbon that is widely used in construction and other applications because of its high tensile strength and low cost. Carbon, other elements, and inclusions within iron act as hardening agents that prevent the movement of dislocations that naturally exist in the iron atom crystal lattices. The carbon in typical steel alloys may contribute up to 2.1% of its weight.

Steel is irrevocable material because of its wider usage area, possibility for hot and cold forming, weld ability, hard, ductile, abrasion resistance features, corrosion resistance, heat and deformation resistance at high temperatures. So that, its usage area could reach variety of engineering subjects.

It is common today to talk about "the iron and steel industry" as if it were a single entity, but historically they were separate products. The steel industry is often considered an indicator of economic progress, because of the critical role played by steel in infrastructural and overall economic development.

Contemporarily, there are two main methods to produce a steel from iron ore. First one is reduction of iron ore to liquid and warm metal and the other one is reduction to directly iron (DRI-direct reduced iron) in different name sponge iron.

In the present day, two common ways are followed to produce and refine the steel as mentioned below.

- Blast furnace-converter method,
- Electric arc furnace method.

In a blast furnace, fuel, ore, and flux (limestone) are continuously supplied through the top of the furnace, while a hot blast of air (sometimes with oxygen enrichment) is blown into the lower section of the furnace through a series of pipes called tuyeres, so that the chemical reactions take place throughout the furnace as the material moves downward. The end products are usually molten metal and slag phases tapped from the bottom, and flue gases exiting from the top of the furnace. The downward flow of the ore and flux in contact with an up flow of hot, carbon monoxide-rich combustion gases is a countercurrent exchange process. Liquid raw iron is gained by using coke and coal as reduction material in a blast furnace and relevant liquid raw iron is refined in a basic oxygen furnace.

In an electric arc furnace, the energy and heat to gain molten steel are provided from electric energy. Generally speaking, electric arc furnace is known as it uses both scrap and sponge iron. The electric arc furnace operates as a batch melting process producing batches of molten steel known "heats". The electric arc furnace operating cycle is called the tap-to-tap cycle and is made up of the following operations:

- Furnace charging
- Melting

- Refining
- De-slagging
- Tapping
- Furnace turn-around

After the electric arc furnace process, secondary metallurgy processes begin (ladle furnace, vacuum degasser etc.) for molten steel.

The molten steel that was processed in secondary metallurgy is casted through the tundish to the molds considering to sales order requirements for shape, dimension and weight.

Casting processes are classified as follows;

- Continues casting,
- Band casting,
- Ingot casting.

The most common casting method in the world is “Continues Casting” and its application ratio raised up to approximately %90. Continues casting provides more than %95 efficiency, uniform solidification, faster casting speed etc.

In a process of continues casting, tundish is the last metallurgical channel to cover and accommodate the melted steel before pouring to the molds and permitting to begin the solidification. There are one or more than one holes at the bottom of tundish and they let to feed the mold with hot steel. In addition, tundish mechanism provides smooth pouring of hot steel.

As a common application for many companies in the world and Çolakoğlu Metalurji A.Ş., slab or billet heats which has different quality names so different chemical compositions are produced in the same tundish during continues casting process in case of the tonnage, quality, dimensions (slab width) unsuitableness to optimize the steel plant’s production conditions. At the end of relevant application, two different qualities are mixed, overlapped in the same tundish and the borders of this overlapped slab mixing are unknown. So that, because there is a requirement to know the borders and the new chemical composition of relevant mixing steel, "Study of slab quality and tonnage determination for overlapping heats in a continuous casting tundish" work has been done in this thesis. In addition, this study permits to decide the cast id name (quality name) according to Çolakoğlu Metalurji A.Ş. quality and chemical compositions standards and slab lengths according to Çolakoğlu Metalurji A.Ş. slab dimension standards. In practical case, people in Çolakoğlu Metalurji A.Ş. separate overlapped slabs from original heats with their experience and guess without any measurement, calculation and chemical analysis tests.

To wrap up, the main purpose of this study is to clarify the quality borders of overlapped slabs so that to calculate the overlapped slab’s tonnage and most suitable slab lengths according to the tonnage though. In addition, the main purpose of this study is to name the overlapped slab quality.

In order to control the chemical results of relevant modelling study, 3 pieces from head, middle and tail were taken from the overlapped slab that was separated with experiences by Çolakoğlu Metalurji A.Ş. employees. Then 3 different samples from head, middle and tail of overlapped slabs and 3 different chemical analysis were gained from mass spectrometer of Çolakoğlu Metalurji A.Ş. and viewed the change

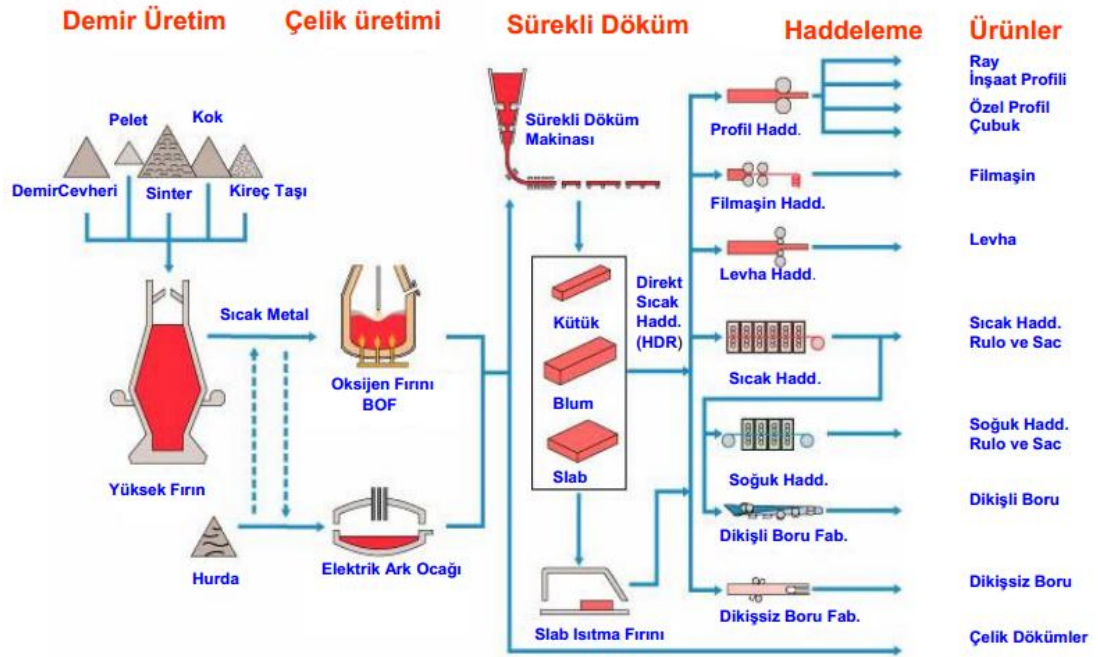
of chemical compositions step by step from head to tail. Then same conditions were entered (the name of overlapped qualities, dimensions etc.) to the modelling study and viewed the results. At the end, results were compared with each other in tables, graphs. Eventually, relevant results of modelling study that has been already compared with experimental results are quite successful except small and negligible deviations.

Basically, this study provides opportunity to work with more reliable result instead of the result based on guess and experiments about overlapped heats in Çolakoğlu Metalurji A.Ş. plant.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Demir çelik endüstrisi dünyanın en önemli ve en eski üretim sektörüdür. 3000 yıl kadar önce demir, insanlığın kültür ve medeniyetinde temel teşkil etmekteydi ve cevherden demir elde etme çalışmaları o zaman bile geliştirilmişti. O zamandan bu yana, “demir cevherini, daha ekonomik olarak kullanılır hale getirmek için enerji kullanımı ve çeşitli tekniklerin bir araya getirilmesi” hedefi hep aynı olmuştur [2].

Günümüzde çeliğin rafinasyonu veya üretiminde ise iki yöntem takip edilmektedir. Bunlar, yüksek fırın-konverter yöntemi ve elektrik ark fırını yöntemidir. Şekil 1.1’den genel olarak demir çelik üretim prosesi gözlemlenebilir.



Şekil 1. 1: Demir Çelik Üretim Prosesi [1].

Kitlesel çelik üretim çağı, 1856 yılında İngiliz Henry Bessemer tarafından başlatılmıştır. Böylelikle ilk defa kok kömürü ile çalışan yüksek fırınlardaki sıcak metal üretiminde sağlanmış olan hızlı artış, çok verimli bir teknik ile desteklenebilmiştir [2]. Bessemer tarafından gerçekleştirilen bu proseste asidik astar içeren bir konverter içindeki sıvı metale alttan hava enjekte edilebilmiştir. Bu yöntem

iz elementlerinin kolayca oksitlenip, egzotermik yanma sürecine dönüşmesine imkan sağlamıştır. Bu asidik astar da sadece çok düşük fosfor içeren sıvı çelik ile çelik üretiminde uygun olmuştur [3].

1879'da İngiliz Sidney Gilchrist Thomas, bazik dolomit astarı döşenmiş olan bir konverter ile yüksek fosforlu sıcak metali rafine etmeyi başarmıştır [2].

Thomas ya da Bessemer yöntemlerindeki alttan üflemleri sistem, ikinci dünya savaşından sonra üstten üflemleri oksijenle yer değiştirmiş ve bazik oksijen fırını çelik üretiminde birden yaygınlaşmıştır [2].

1865 yılı civarında, çelik üretiminde bir başka etkin yöntem geliştirilmiştir. Yanmış gazların ısısından faydalanarak ısıtma sağlayan ve hazneli olan bu yöntemde de cevherin yine sıvı çelik veya hurda çeliğe dönüştürülmesi sağlanmıştır. Adı ise Siemens-Martin olarak bilinmektedir. Elektrik enerjisinin yeterli miktarda ve ekonomik fiyatla kullanılmaya başlanmasıyla, elektrik ile elde edilen ısı, çelik yapımında kullanılmaya başlanmıştır. Bu yönde ilk adımlar 1850'li yıllara kadar gitmektedir. Günümüzde elektrik ark fırınları çelik üretiminde sağlam bir zemin edinmiştir [2]. Değişen dünyada elektrik ile üretilen çeliklerde, elektrik ihtiyacının azaltılması ve bunun yanında elektrik ark fırını üretim verimliliğinin artırılması yıllardır gündemde olan ve araştırmaların devam ettiği bir konudur [4].

Elektrik ark fırınlarında ısı ve ergitme için gerekli enerji, elektrik enerjisi ile elde edilmektedir. Isı kaynağı olarak elektrotlar vasıtasıyla yaratılan ark kullanılmaktadır. Genellikle hurda ve sünger demirin birlikte kullanıldığı fırınlar olarak nitelendirilebilir [2]. Elektrik ark fırınında yığın halindeki hurdanın ergitilmesi işlemi söz konusudur ve bu ergitilmiş metal yığınının da "döküm" adı verilmektedir [5]. Ardından şekil 1.2'de verilmiş olan ikincil metalurji işlemleri (pota fırınları, vakum vb.) çeliğe uygulanmaktadır.



Şekil 1. 2: İkincil Metalurji Sistemleri [1].

Çelik işletmelerindeki ikincil metalurji işlemlerinden gelen sıvı metal belli şekil, ölçü ve ağırlıklara göre dökülmektedir. Demir çelik fabrikalarının üretim ve malzeme akışı içerisinde döküm işlemi ikincil metalurji proseslerinin sonrasında ve birincil şekillendirme olarak adlandırılan sıcak haddelemenin ise öncesinde konumlandırılmıştır [2].

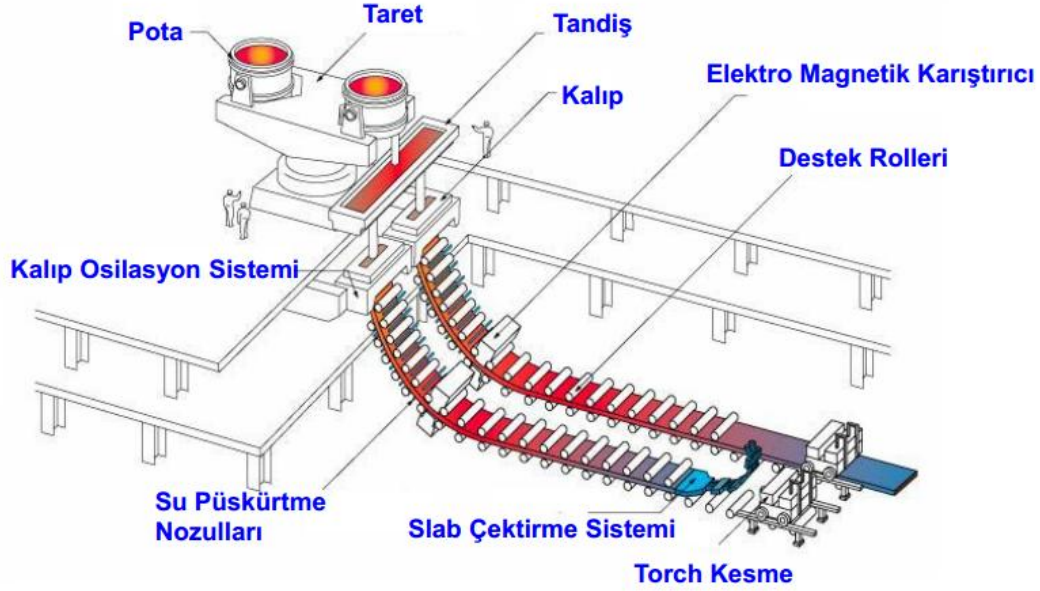
Döküm prosesleri aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir[2];

- Sürekli Döküm,
- Şerit Döküm,
- İngot Döküm

1970'lere kadar çelik, kokil kalıplarda ingot halinde dökülmekteyken, 1970'lerin sonlarında geniş ölçekli olarak tanındıktan sonra Almanya'daki sürekli döküm yöntemiyle üretilen çeliğin miktarı %96 oranına kadar yükselmiştir. Dünya genelinde ise bu oran %90'a kadar yükselmiştir [2].

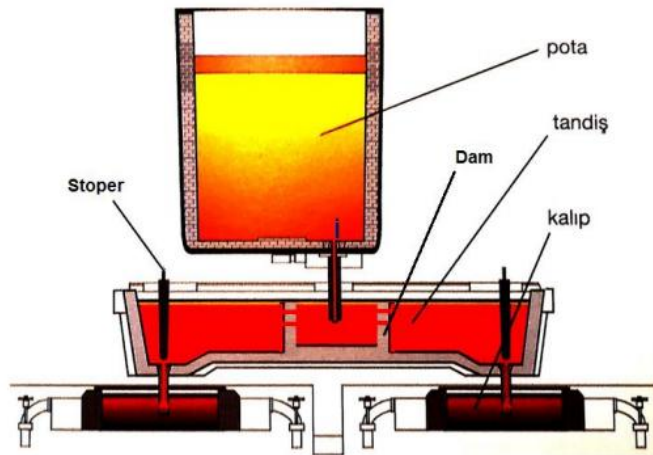
Çelikhanelerde kısa aralıklarla yüksek miktarda çelik üretilmektedir (200-500 ton/saat). Bu miktar çelik de verimli dökülmek zorundadır. Sürekli döküm prosesi, bu miktarları ingot döküme göre, daha çabuk üretme yeteneğinden dolayı daha ön plana çıkmıştır. Çeliğin sürekli döküm yöntemi ile dökülmesini geliştirmenin amacı ingot döküm sonucu oluşan çekinti boşlukları ve döküm boşlukları gibi muhtemel hataları yok etmektir. Bu durumda sürekli dökümün avantajları arasında sonsuz

sayıda üretim, %95’den fazla verim, üniform katılaşma, hızlı döküm, az sayıda üretim aşaması sayılabilir [2]. Şekil 1.3’de klasik çift yollu slab sürekli döküm tesis görüntüsü verilmiştir.



Şekil 1. 3: Çift Yollu Klasik Slab Sürekli Döküm Tesisi [1].

Sürekli döküm en genel tanımı ile ergimiş metalin üstü açık bir kalıba devamlı olarak dökülüp, katılaşmış ürünlerin şerit veya çubuklar halinde, sürekli olarak dışarıya atılmasını sağlayan döküm usulüdür [6]. Şekil 1.4’de pota ve tandiş konumlandırması verilmiştir.



Şekil 1. 4: Pota-Tandiş [1].

Elektrik ark fırınından üretim prosesinde, ark fırınında ergitilen metal, tandiş vasıtasıyla potadan sürekli döküm ekipmanlarından olan metal kalıplara dökülmektedir. Tandiş, ergimiş metalin kalıplara dökölüp katılaşmanın başlamasından hemen önce muhafaza edildiği kısımdır. Tabanında bir veya bir kaç delik bulunan bir konteyner biçimindedir ve ergimiş metalin kalıplara doğru beslenmesi görevini görmektedir, ergimiş metalin sıçramalar olmadan daha pürüzsüz akışını sağlamaktadır [10].

Birçok fabrikada uygulaması olduğu gibi Çolakoğlu Metalurji A.ř. fabrikasında da satış siparişlerinin tonaj, kalite, ebat (slab genişliği) özelliklerinin çelikhane üretim koşullarını optimize etmeye uygun olmaması durumlarında farklı kaliteler aynı tandiş için planlanmakta ve dökümü yapılmaktadır. Söz konusu işleme ise “Bindirme Döküm Uygulaması” denilmektedir.

Çelikhane planlaması kriterlerinden en önemlileri olarak gösterilebilecek ve bindirme döküm uygulamasını gerekli kılacak kurallardan biri tandiş maliyetlerini artırmamak için bir tandişten minimum 10 döküm alınması gerekliliği ve yine bir tandişten üretim sırasında maksimum 3 adet ebat (genişlik) değişimine izin verilmesidir. Çünkü ebat değişimleri sırasında kalıplar ileri geri hareket ederken dar ve geniş kısımların kesişme noktasında çelik kaçma riski bulunmaktadır. Bu durumda da yol patlaması denen sorun ortaya çıkacak, döküme devam edilemeyecektir. Yol patlaması, dökümü yapılmakta olan slabın veya kütüğün iç kısımdaki henüz sıvı halde bulunan çeliğin güçsüz bir bölgeden dışarıya doğru fişkırması ve slab/kütük içerisindeki tüm sıvı çeliğin buradan akıp gitmesi sorunudur.

Bindirme döküm uygulaması sonucunda iki farklı döküm kalitesinin tandişte karışması durumu ortaya çıkmaktadır ve bu karışımın başlangıç, bitiş sınırları ile kimyasal kompozisyonu bilinmemektedir. Mevcut durumda ise Çolakoğlu Metalurji A.ř. fabrikasında tahmine dayalı kararlar verilmektedir. Bu tahminler kimi zaman yaklaşık olarak doğru olurken kimi zaman da stok beklemelerine, gereksiz yere fazla tonajların bindirme olarak ayrılmasına, yanlış kalite isimlendirmesi sonucunda müşteri şikayetlerine neden olmaktadır. Bu sebeplerle “Sürekli Döküm Tandişinde Bindirme Yapılan Slab Dökümleri için Tonaj, Kalite Belirleme Çalışması” adı altında bir modelleme çalışması yapılmıştır. Bu çalışma ile bindirme uygulaması sonucunda karışan kalitelerin başlangıç, bitiş sınırları ve kimyasal kompozisyonları bulunmuştur.

2. DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE ÇELİK ÜRETİMİ VE DEĞİŞEN İHTİYAÇLAR

Çelik, büyük farkla en geniş kullanım alanlı, en dayanıklı ve en iyi uyarlanabilen mühendislik malzemesidir. Aynı zamanda alternatifleri ile kıyaslandığında daha düşük imalat masrafları gösterir. Bir ülkenin çelik imalatının seviyesi ve kullanımı, bir yandan o ülkenin nüfusuna, diğer yandan da o toplumun teknik ve ekonomik gelişmesine bağlıdır [2].

Dünyadaki çelik üretimi geçtiğimiz on yılda çok büyük bir artış göstermiştir ve çizelge 2.1' den görüleceği üzere, 2003 yılında 971 milyon ton iken 2013 yılında 1606 milyon tona yükselmiştir [8]. Dünya ham çelik üretim miktarlarının 2012 ve 2013 yıllarına göre ülkeler bazında kıyaslaması şekil 2.1' de verilmiştir.

Çizelge 2. 1: Yıllara Göre Dünya Çelik Üretim Miktarları [8].

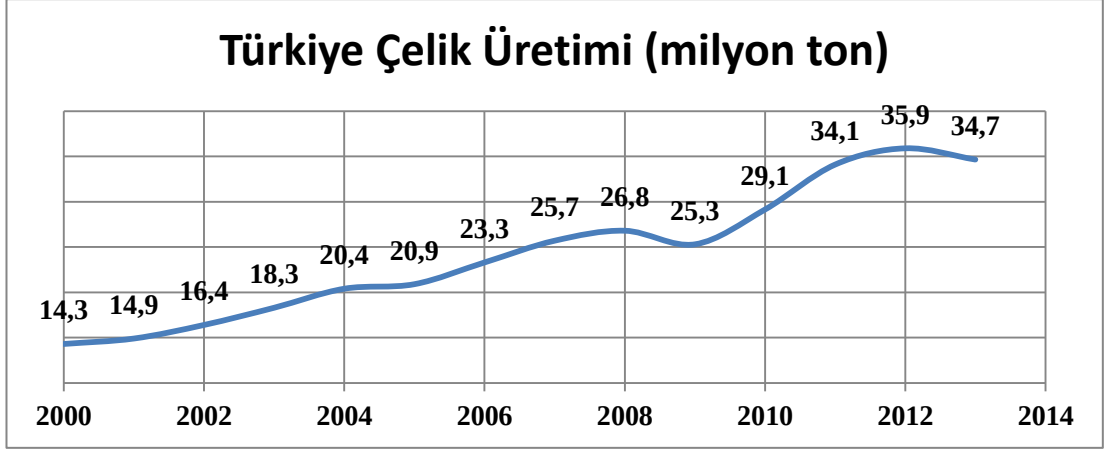
Yıllar	Dünya Çelik Üretim Miktarı (milyon ton)
1970	595
1975	644
1980	717
1985	719
1990	770
1995	753
1996	751
1997	800
1998	779
1999	790
2000	850
2001	852
2002	905
2003	971
2004	1063
2005	1148
2006	1250
2007	1348
2008	1343
2009	1238
2010	1433
2011	1537
2012	1559
2013	1606

Country	2013		2012	
	Rank	Tonnage	Rank	Tonnage
China	1	779.0	1	731.0
Japan	2	110.6	2	107.2
United States	3	86.9	3	88.7
India	4	81.2	4	77.3
Russia	5	68.7	5	70.4
South Korea	6	66.1	6	69.1
Germany	7	42.6	7	42.7
Turkey	8	34.7	8	35.9
Brazil	9	34.2	9	34.5
Ukraine	10	32.8	10	33.0
Italy	11	24.1	11	27.3
Taiwan, China	12	22.3	12	20.7
Mexico	13	18.2	13	18.1
France	14	15.7	14	15.6
Iran	15	15.4	15	14.5
Spain	16	13.8	16	13.6
Canada	17	12.4	17	13.5
United Kingdom	18	11.9	18	9.6
Austria	19	8.0	20	7.4
Poland	20	8.0	19	8.4
South Africa	21	7.2	22	6.9
Belgium	22	7.1	21	7.3
Egypt	23	6.8	24	6.6
Netherlands	24	6.7	23	6.9
Malaysia (e)	25	5.9	25	5.6
Vietnam (e)	26	5.6	26	5.3
Saudi Arabia	27	5.5	27	5.2
Argentina	28	5.2	29	5.0
Czech Republic	29	5.2	28	5.1
Australia	30	4.7	30	4.9
Slovak Republic	31	4.5	31	4.4
Sweden	32	4.4	32	4.3
Finland	33	3.5	33	3.8
Thailand (e)	34	3.5	35	3.3
Kazakhstan	35	3.3	34	3.7
Romania	36	3.0	36	3.3
United Arab Emirates	37	2.9	38	2.4
Indonesia (e)	38	2.4	40	2.3
Byelorussia	39	2.2	37	2.7
Qatar	40	2.2	42	2.1
Venezuela	41	2.1	39	2.4
Luxembourg	42	2.1	41	2.2
Portugal (e)	43	2.1	43	2.0
Switzerland (e)	44	1.5	46	1.5
Chile	45	1.3	44	1.7
Philippines (e)	46	1.3	49	1.3
North Korea	47	1.3	48	1.3
Colombia	48	1.2	47	1.3
Peru	49	1.1	51	1.0
Greece	50	1.0	50	1.2
Other		13.0		14.0
World		1,606.0		1,559.2

Şekil 2. 1: Dünya Ham Çelik Üretim Miktarları [8].

Türkiye’de Demir-Çelik Üretimi dünyadaki artıştan daha az olmamak üzere sürekli olarak artmış olup bugün yılda yaklaşık olarak 35.000.000 seviyelerindedir ki bu miktar on yıl öncesinin 2 katıdır.

Türkiyede Demir-Çelik Üretimi’inin yıllara göre değişimi şekil 2.2’de görüldüğü gibidir;

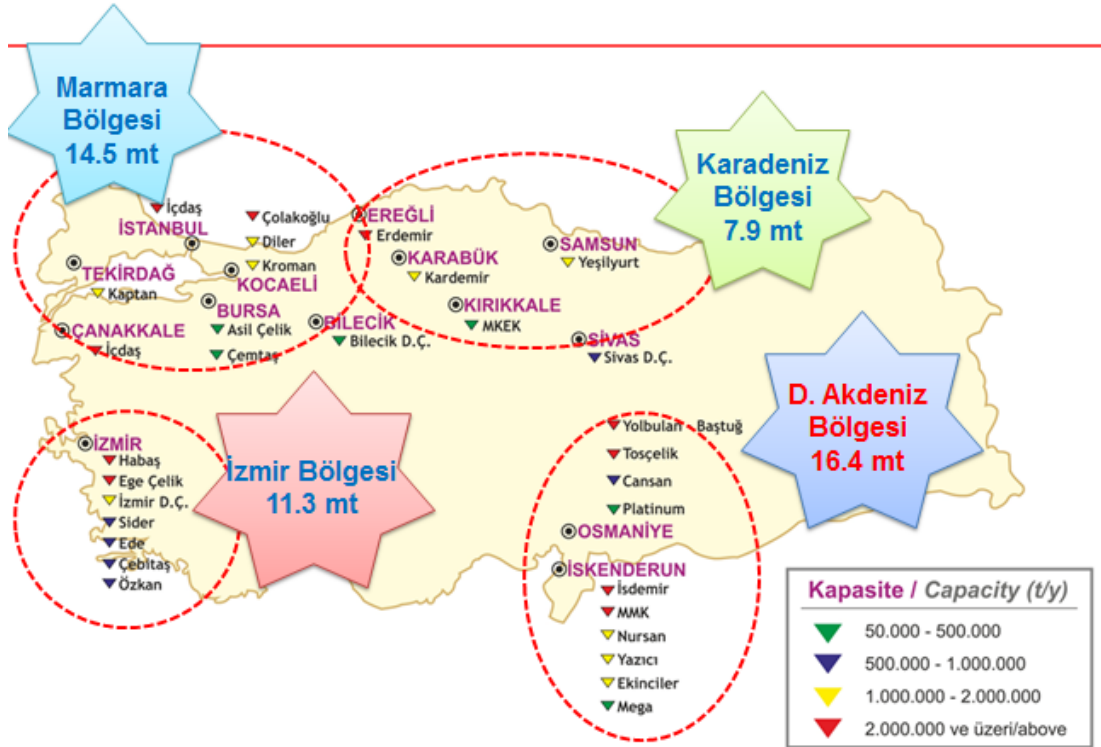


Şekil 2. 2: Yıllara Göre Türkiye'nin Demir-Çelik Üretimi [9].

Ülkemizde Demir-Çelik Üretimi başlıca 4 bölgede yoğunlaşmıştır.

1. Doğu Akdeniz Bölgesi (İskenderun ve Osmaniye)
2. Marmara Bölgesi
3. İzmir/Aliağa
4. Karadeniz Bölgesi

Türkiye'deki çelik üretiminin bölgelere göre dağılımı şekil 2.2' de verilmiştir.



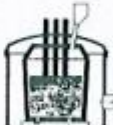
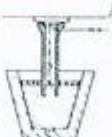
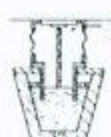
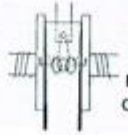
Şekil 2. 3: Türkiye Çelik Üretim Haritası [9].

Çelik üretimindeki artışın bir sonucu olarak çeliğin temizliği, kalitesinin, yüzey özelliklerinin, kimyasal kompozisyonunun kontrolü çelik yapıcılar için en önemli kriterler haline gelmektedir [10].

Geçmişte, konverter veya elektrik ark fırınında rafinasyonu yapılan çelikler son mamul gibi görülür ve bu çeliklere döküme ve haddelemeye hazır gözüyle bakılırdı. Günümüzde ise, giderek daha ileri derecede özelliklere sahip çelikler talep edildiğinden ve aynı şekilde artan kalite gereksinimleri nedeniyle rafinasyon bittikten sonra, son bir işlem olan “hassas ayarlama” yapmak amacıyla ikincil metalurji işlemi uygulanmaktadır. Temeldeki işler şu şekilde sınıflara ayrılmaktadır [2];

- Gerekli alaşım analizlerine ulaşabilme,
- Sıcaklık ve bileşim homojenizasyonu, sıcaklık kontrolü,
- Etkili karbon uzaklaştırma,
- Kükürt uzaklaştırma,
- Fosfor uzaklaştırma,
- İz elementlerinin uzaklaştırılması,
- Gaz giderimi,
- Oksijen giderimi,
- İnklüzyonların küreselleştirilmesi,
- Temizliğin daha iyi hale getirilmesi,
- Katılaşma yapısının kontrolü.

İkincil metalurji işlemlerinde ortaya konulan ana işlem basamakları şekil 2.3’ de verilmiştir.

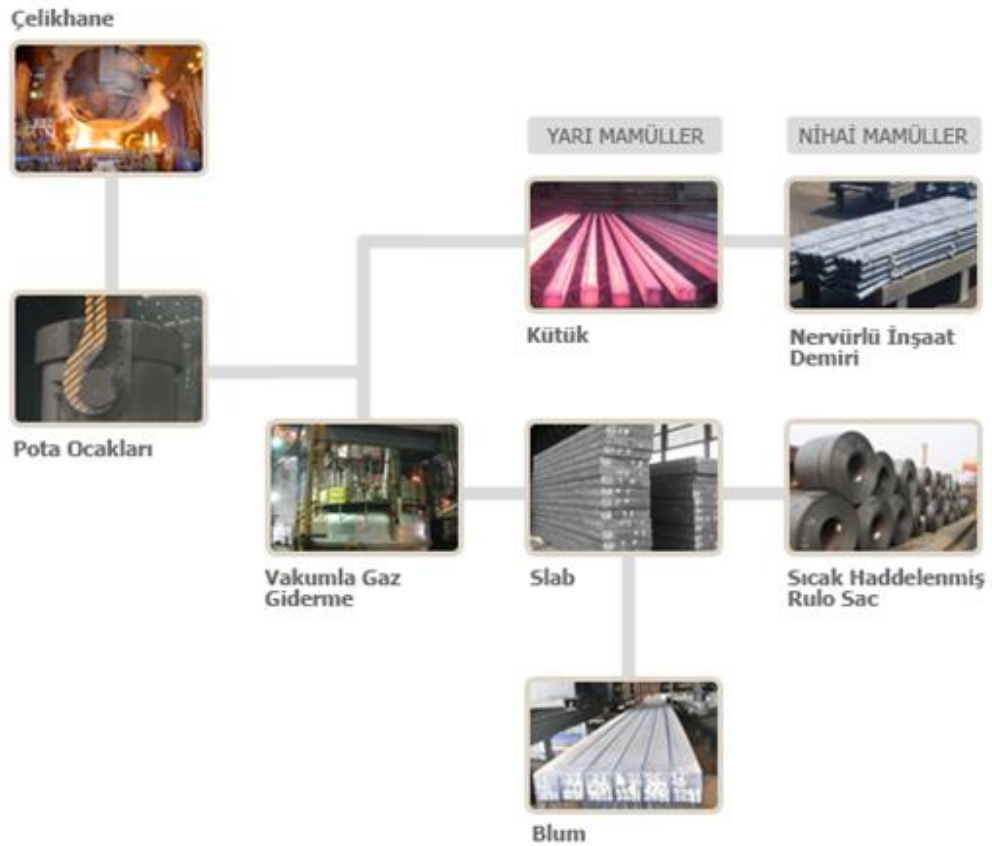
Cüruf taşmasının önlenmesi	   
Karıştırma/homojenizasyon	gaz enjeksiyonu  kabarcıklandırma (poroz zar)  üfleme borusu  elektromanyetik karıştırma  bobin
Katı şarjı	 alaşım elementleri  toz/gaz  tel  gaz
Vakumla işlem	 gaz giderme  RH/DH  VOD vakum oksijen dekarbüri-zasyon
Isıtma	 pota fırını  VAD vakum ark biriktirme
Potadan döküm teknesine perdeleme	 gaz  gaz  gaz
Sürekli döküm boyunca elektromanyetik karıştırma	 MS  EMBR elektromanyetik durdurma 

Şekil 2. 4: İkincil Metalurji Kademeleri [2].

3. ÇOLAKOĞLU METALURJİ A.Ş.'DE ÇELİK ÜRETİMİ

3.1 Çolakoğlu Metalurji A.Ş. Tanıtımı

Çolakoğlu Metalurji A.Ş., demir çelik faaliyetine 1945 yılında kurucu Mehmet Rüştü Çolakoğlu'nun Karaköy'deki çelik ticarethanesi ile başlamıştır. Çolakoğlu Metalurji A.Ş., ilk haddehanesini 1960 yılında yine İstanbul'da Sötlüce'de devreye almıştır. Ülkedeki kütük ihtiyacını karşılamak amacıyla 1969 yılında Dilovası'nda ilk çelikhane üretime başlamıştır. Firma, 1985 yılında filmaşın üretimini gerçekleştirmiş ve 1990 yılı itibari ile de ürün gamına nervürlü inşaat demirini eklemiştir. 2007 yılında ise çelikhane ve yassı ürün konusunda yatırımlar yapmıştır [11]. Şekil 3.1'de genel anlamda üretim süreci ve ürünler gösterilmiştir.



Şekil 3. 1: Üretim Süreci ve Ürünler [11].

3.2 Çolakoğlu Metalurji A.Ş. Üretim Tesisleri

3.2.1 Haddehaneler

Çolakoğlu Metalurji A.Ş., çubuk haddehanesinde çok çeşitli kalitelerde 8,0 – 40,0 mm arası nervürlü ve düz inşaat demiri üretmektedir. Ayrıca Çolakoğlu Metalurji A.Ş., 2010 yılı itibari ile sıcak rulo sac üretimine başlamıştır. 0,9 ile 25.4 mm arasında sıcak rulo sac üretimi yapmakta olan tesis boru, makina, yapı, gemi ve otomotiv endüstrisi gibi geniş bir yelpazeye hizmet vermektedir. [11, 12].

3.2.2 Çelikhane

Çolakoğlu Metalurji A.Ş., çelikhanesi ile dünyanın en modern ham çelik üretim tesisleri arasında yerini almaktadır. Tesiste 300 ton kapasiteli elektrik ark fırını ile üretim yapılmaktadır. Sahip olunan pota fırınlarında çelik kalitesini ve homojenitesini arttırmaya yönelik manyetik karıştırıcı, argon gazı üfleme sistemi ve kalsiyum enjeksiyon sistemi bulunmaktadır. Bunun yanı sıra vakum tesisi ile özellikle yassı mamul üretimine yönelik dökümlerde gaz giderme işlemi yapılmakta ve çelik kalitesi yükseltilmektedir. [11]

Çolakoğlu Metalurji A.Ş. çelikhanesinde çelik üretimi sırasıyla aşağıdaki işlem adımlarından geçmektedir.

3.2.2.1 Elektrik ark fırını (Electric arc furnace - EAF)

Çolakoğlu Metalurji A.Ş.'deki elektrik ark fırını dünyadaki en büyük ocaklardan biridir, 300 ton kapasiteye sahiptir ve SIEMENS VAI Fuchs markadır.



Şekil 3. 2: Elektrik Ark Fırını.

Şekil 3.2 ve 3.3’de görülen elektrik ark fırınında hurdalıktan gelen hurdaların izabesi yapılmaktadır. Sepetler hurda ile doldurulduktan sonra vinçler yardımı ile elektrik ark fırınına getirilir ve tam fırının üst kısmına denk getirildikten sonra çelik halatlar ile sepetin alt kısmında bulunan iki kapak açılır ve fırının içerisine ilk hurda şarjı boşaltılır. Bir dökümün alınabilmesi için minimum iki şarj, maksimum dört şarj yapılmalıdır. İlk şarj her zaman en ağır olan şarjdır. Örneğin iki şarjlı bir dökümde ilk şarj 180-190 ton iken ikinci şarj 110-120 ton şeklindedir [7, 14].

Hurda, fırına boşaltıldıktan sonra fırının kapağı kapatılır, kapak ile beraber hareket eden ve kapak üzerinde bulunan elektrotlar bu sırada devreye girer. Fırın kapağında 3 adet elektrot bulunur ve bu üç elektrot, kapağın kapanması ile birlikte ocağın içerisine doğru ilerleyip sistemin verdiği voltaj ile fırın içerisinde ark oluştururlar. Bu arkın oluşturduğu ısı sayesinde ocak içerisindeki hurda ergimeye başlar. Hurdanın ergimesini sağlayan şey yalnızca ark değildir. Fırına bağlı olan 10 adet brülörden üflenen oksijen ve karbon da fırın içerisinde egzotermik reaksiyona girerek ısı açığa çıkarırlar. Bu ısı da ergimeye yardımcı olur. Brülörlerden üflenen oksijen ilk aşamada tavlama yapar yani fırına sıcaklık sağlar, daha sonra ise saf oksijen olarak çelik içerisine üfleme yapar [7].



Şekil 3. 3: EAF / Elektrotlar.

Çelik ergitildikten sonra içerisindeki empüritelerin cürufa alınabilmesi için kireç, piramit Al, ferromangan gibi ilaveler yapılır. Aynı zamanda hurdadan gelen her sepette ortalama 3 ton kireç bulunmaktadır. Elektrik ark fırınında yapılan kireç ilavesi ise ton başına 35-45 kg arasındadır [13].

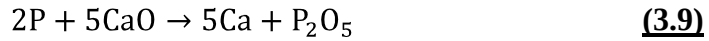
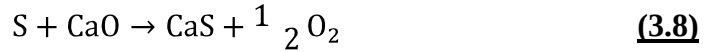
Elektrik ark fırınında mutlaka tasfiye edilmesi gereken element fosfordur, çünkü P ark fırını dışında hiçbir yerde giderilemez. Bunun nedeni ise tamamen sıcaklıktan kaynaklanmaktadır. Fosforun tasfiye işlemi 1500-1580 °C arasında

gerçekleşmektedir. Bu sıcaklık aralığına gelindiğinde tasfiye yapılmalıdır, çünkü daha yüksek sıcaklıklarda bu mümkün değildir. Piramit Al ilavesi ise eriyik içerisindeki oksijeni bağlamak içindir [7, 13].



Çelik içerisindeki elementler ve empüriteler ise şu şekildedir: C, Mn, Si, P, S, Cu, Ni, Pb, Sn.

Bu elementlerin cürufa alınmasına ait reaksiyonlar aşağıdaki gibidir [13] :



Elektrik ark fırını içerisinde kullanılan 2 tür enerji vardır. Bunlar elektrik enerjisi ve kimyasal enerjidir. Ergitme işleminin %75'i elektrik enerjisinden, %25'i kimyasal enerjiden sağlanmaktadır. Elektrik enerjisi elektrotlardan elde edilir ve bir dökümde ortalama fırına verilen güç 160-170 MW'dır, kimyasal enerji ise fırın içerisinde gerçekleşen çeşitli reaksiyonlardan elde edilir [7].

Elektrik ark fırınında hurda ergitme işlemi ve tasfiye işlemleri bittikten sonra sıra devirme işlemine gelir. Devirme işleminde cüruf ve çelik birbirinden ayrılır. Alınan cüruf, cüruf tesisine gönderilirken çelik ise pota fırınına gönderilir. Döküm sıcaklığı 1600-1620°C aralığındadır. Cüruf deliği üstte, çelik döküm deliği ise alt tarafta bulunmaktadır. Cürufu almak için pota -7°, çeliği almak için ise 20° devirme işlemi yapılır [7].

Çelik içerisinde istenmeyen ve yapı içerisinde tasfiyesi mümkün olmayan element bakırdır. Bakır hurda içerisinde karışıp da çelik bünyesine girdikten sonra hiçbir

şekilde miktarı ile oynanamayan tek elementtir. Çelik içerisindeki Cu, yapıda gözeneklilik oluşturur. Bakırın oluşturduğu bu gözenekler ise döküm sırasında yol kaybına yol açar ve dökümde hızlanmaya engel olur [7]. Ayrıca bakır sıcak şekillendirmede kırılganlığa sebep olmakta ve sünekliği ciddi oranda düşürmektedir [15].

3.2.2.2 Pota fırını (Ladle furnace - LF)



Şekil 3. 4: Pota Fırını.

Çelikhane’de 2 adet pota fırını bulunmaktadır. Şekil 3.4’de görülen pota fırınında, elektrik ark fırınından gelen dökümün istenilen kalite ve sıcaklığa ayarlanması, ardından ise sürekli döküm veya vakuma gönderilmesi işlemleri yapılmaktadır. Elektrik ark fırınından alınan sıvı çelik, potaya dökülür. Pota, vinç yardımı ile pota arabasına yerleştirilir ve ray sistemi ile yerine getirilir, merkezlenir. İlk olarak potaya soketler takılır, bu soketler ise gaz üfleme amaçlı takılır [7, 14].

Pota sabitlendikten sonra tüm işlem bitene kadar manyetik karıştırıcı ve gaz üfleme sistemi açılır. Ardından işleme başlamadan önce sıcaklık ölçülür ve gelen çeliğin analizi için numune alınır. Alınan numune sonucunda gelen analize göre istenilen değerlerde alaşımlandırma yapılır. Müşterinin istediği analize göre Cu, Sn, S, C, Mn, Si ayarlaması yapılır. Eğer bu elementlerin değerleri istenilenden düşük ise ilave yapılır. Eğer istenilen değerlerden fazla ise bu değerleri herhangi bir ilave ile düşürmek mümkün değildir. Bu durumda yapılabilecek tek şey dökümü bölmektir, ancak bu işlem tabi ki hem zaman hem de ısı kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle önemli olan ve dikkat edilmesi gereken nokta hurda kompozisyonudur [7, 13].

İlavelerin yapılmasından sonra aynı elektrik ark fırınındaki gibi 3 adet elektrot potanın içerisine doğru indirilir ve enerji verilmeye başlanır. Eğer pota, kütük sürekli

döküm makinasına gidecek ise şarj içerisindeki O_2 seviyesini düşürmek için ferrosilikomangan, ferrosilis ilave edilir. Eğer pota slab sürekli döküm makinasına gönderilecek ise, yine O_2 seviyesini düşürmek için külçe Al kullanılır [7].

Potaya eklenen malzemelerden biri de kireçtir. Potaya, analize göre değişiklik göstermekle birlikte yaklaşık 300 ton sıvı çelik için 2-4 ton arasında kireç ilavesi yapılır. Kireç malzemesinin buradaki görevlerinden biri bazikliği artırmak, bazik cüruf elde etmek ve kükürdü gidermektir. Pota fırınında yapılması gereken en önemli işlemlerden biri de kükürt tasfiyesidir [7].

Kireç eklemesinden sonra ise lans adı verilen kireç üfleme işlemi yapılır. Buradaki kireç ise fırın içerisine daldırılan bir sistem ile potaya verildiği için homojen kireç karışımı sağlar. Aynı zamanda yapıdaki kükürdü bağlar [7, 13].



Potaya eklenen diğer malzemeler ise kalsiyum karpit (CaC_2), granül Al, manyezit ve külçe alüminyumdur. Bu malzemeler oksijen seviyesini düşürmek ve bazik cüruf elde etmek için eklenirler [13].

Belirli eklemelerden sonra hem sıcaklık ölçümü yapılır hem de çelikten numune alınır. Alınan numunenin analizine göre eğer hala ayarlanması gereken elementler varsa, işlem devam eder. Analiz istenilen değerlerde çıktıktan sonra döküm belli bir sıcaklıkta potadan çıkarılır. Bu sıcaklık çelik miktarına bağlı olarak değişir, ancak genel olarak döküm sıcaklığının 30° üzerinde sıvı çelik pota fırınından alınır. Pota fırınından alınan çelik kütük ise vinç ile kütük sürekli döküm hattına ya da slab ise yine vinç ile vakumla gaz giderme bölümüne gider [7].

3.2.2.3 Vakum ile gaz giderme (Twin tank vacuum degasser)



Şekil 3. 5: Vakum.

Pota fırınından alınan çelik eğer slab sürekli döküm makinasına gidecek ise vakum ile gaz giderme kısmına gelir. Şekil 3.5’de görülen vakum tesisi twin tank olarak isimlendirilir. Tek sisteme bağlı olan iki adet vakum tankı vardır. Bunlar yedekli olarak çalışmaktadır. Yani ikisi aynı anda çalışmamaktadır.

İlk olarak pota, vakum tankının içerisine yerleştirilir ve bu sırada Ar gazı üflemesi için soketlere gaz boruları bağlanır. Öncelikle vakum kapağı kapatılır ve sıvı çeliğin hava ile teması kesilir. Bu esnada 1000 mbar olan hava basıncı minimum 0,5 mbar’a kadar düşer. Basınç 8 mbar’a düştükten sonra derin vakum (dip vakum) uygulanır ve yaklaşık 10-12 dakika süre ile sıvı çelik vakum altında tutulur. Potaya bu sırada alt kısımdaki nozuldan argon gazı verilir ve bu şekilde sıvı çeliğin karışımı sağlanarak gazların yüzeye çıkması ve emişi sağlanır. Argon gazı kullanılmasının nedeni, inert bir gaz olması, hiçbir element ile reaksiyona girmemesidir. Fırına üflenene Ar gazı hızı 200 litre/dakikadır [7].

Vakum altında giderilmeye çalışılan en önemli gaz hidrojendir. Yaklaşık 8 ppm civarında hidrojen içeren sıvı çelik, vakum sonunda 2 ppm hidrojen barındırır [7].

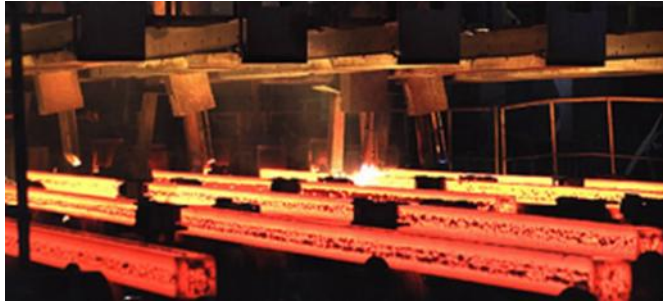
Bunun yanında oksijen ve azot gazları da giderilmektedir. Tank içerisindeki vakumun etkisi ile basınç çok fazla düşer, bu da çeliğin özgül ağırlığının çok fazla azalması demektir. Argon gazının da karıştırma etkisi ile sıvı çelik fazlaca hareket etmeye başlar. Gazların yüzeye çıkması ve pompalar tarafından emilerek çelik içerisinden giderilmesi bu şekilde sağlanmış olur [14].

Vakum esnasında sıcaklık korunamaz ve 30 – 40°C arasında bir ısı kaybı olur. Vakum sırasında da potaya ilave edilen bazı malzemeler bulunmaktadır. Bunlar tel

alüminyum ve kalsiyum demirdir. Tel alüminyumun potaya ilave hızı 300 m/dk'dır. Yapılan eklemeye ise yaklaşık 300 ton çelik için 20 kg civarındadır. Alüminyum ilavesi ise tane inceltme işlemini görür ve çeliğe sertlik, mukavemet kazandırır. Beslenen tel alüminyumun 1 metresi 299 gramdır. Kalsiyum demir (CaFe) ilavesi ise %30 Ca ve %70 Fe şeklindedir. Bu malzemenin eklenmesinin nedeni ise yapıdaki alüminyumun nozulları tıkanmasını engellemektir. Alüminyum kübik yapıya sahiptir ve hem dökümde nozulları tıkar hem de haddeleme sırasında yırtılma ve çatlama yapar. Eklenen CaFe ise bu kübik yapıyı küresel hale getirir ve bu şekilde nozullar tıkanmaz, haddelemede çatlamlar oluşmaz [7, 14].

Vakumla gaz giderme işlemi tamamlandıktan sonra ise pota vinçler yardımı ile slab döküm makinasına gönderilir.

3.2.2.4 Kütük sürekli döküm (Billet continuous casting)



Şekil 3. 6: Kütük Sürekli Döküm.

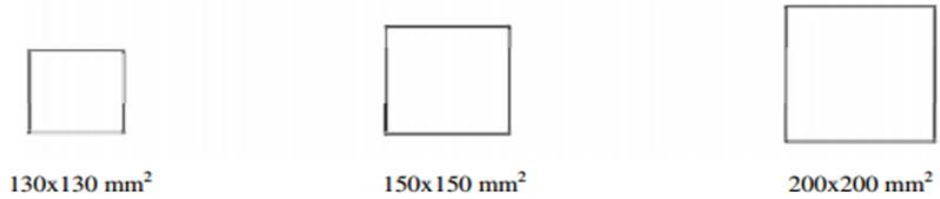
Şekil 3.6'da dökümü henüz yapılmış kütükler görülmektedir. Pota fırınından gelen dökümün bulunduğu pota ilk olarak tarete (turret) yerleştirilir. Taret iki pota alabilen ve sürekli dökümün devamlılığını sağlayan bir makinedir.

Potadaki çelik, kütük dökümde 8, slab dökümde ise 2 yollu tandişe dökülür. Kütük sürekli dökümde 6 adet 48 tonluk, 4 adet 40 tonluk tandiş vardır. Tandişin kullanım amacı hem yollar arasında homojen sıcaklık dağılımını, hem de inklüzyonların yüzeye çıkmasını sağlayarak temiz çelik elde etmektir. Tandişte bulunan nozulların etrafı çeliğin sıçrayıp donmasını engellemek için bir malzeme ile çevrilidir. Aynı zamanda çeliğin tandişe ilk aktığı yer de yüksektir, bu da tandişin bu kısmının aşınmasını önlemek için yapılmıştır.

Hazırlanan tandiş 400°C’de 6 saat malzemelerin perçinlenmesi için ısıtılır. Ayrıca tandiş dökümden önce de 1 saat boyunca 1100°C’ye kadar ısıtılır ve tandiş döküme bu sıcaklıkta girer [7].

Tarete yerleştirilen potanın döküm deliği açılarak tandişe akıtılır. Tandişe belli bir seviyeye ulaşan çelik tandiş nozullarından akarak önce kalıplara girer. Burada yalnızca ilk dökümde olmak üzere önce sıvı çelik dummy bar ile temas eder. Dummy bar ilk döküm için tüm yollardaki çeliklere kılavuzluk yapar ve çeliği döküm yoluna sokar[7].

Kütük sürekli dökümünde 8 yolluklu tandiş bulunmaktadır ve kütük dökümü 8 yol ile yapılmaktadır. Çelik, tandişten kalıba akar. Bir tandişin ömrü 16-17 döküm, bir kalıbın ömrü ise 400 dökümdür. Kalıplar 1 metre uzunluğundadır ve bakırdan yapılmışlardır. Dış kısmı ise kromdur. Bakır ısı iletimini sağlar, krom ise kalıbı mekanik darbelere karşı korur. Kalıp kesitleri şekil 3.7’de verilmiştir [7].



Şekil 3. 7: Kalıp Kesitleri.

Şu anda devamlı olarak 130 ve 150 mm kare kesit kütük üretilmektedir. Ancak eğer sipariş edilirse 200 mm kesit üretim de yapılabilmektedir.

Kütük boyları siparişe göre 6 ile 16 mm arasında istenilen boyutlarda kesilebilmektedir. Kesim işlemi ise oksijen ile yapılmaktadır.

Çelik kalıba geldiğinde ilk katılaşma (kabuklaşma) burada olur. Kabuklaşma için gereken en önemli etken sudur. Sürekli dökümde kullanılan iki tür soğutma suyu vardır. Bunlar kapalı devre suyu ile açık devre suyudur ve açıklamaları aşağıdaki gibidir [7,14];

Kapalı Devre Suyu: Bakır kalıp içerisinde dönen ve ilk katılaşmayı sağlayan suya denir. Buradaki su ile yapılan soğutmada yaklaşık %20’lik bir ısı kaybı sağlanır ve çeliğin dıştan iče doğru ilk kabuk oluşumu başlar. Kapalı devrede verilen su hızı 850 m³/saattir.

Açık Devre Suyu: 1 metrelik kalıptan çıkan çelik 9 metrelik bir radius boyunca nozullardan püskürtülen su ile katılır. Buradaki suya ise açık devre suyu denmektedir. Açık devre suyu hem kütüğü hem de makineyi soğutan sudur. Açık devrede verilen suyun hızı $1450 \text{ m}^3/\text{saattir}$. Açık su devresi 3 adet bölgeye ayrılmıştır. Bunlar zone 1, zone 2 (a ve b zonları) ve zone 3 (a ve b zonları) bölgeleridir. Buralardaki su miktarları ve basınçları manuel olarak ayarlanabilmektedir. Kapalı devrede %20, açık devrede %30-40 oranında soğuma yani ısı kaybı sağlanmaktadır. Diğer soğuma ise atmosfer ile yapılmaktadır.

Tandişten akan sıvı çeliğin kalıba yapışmasını önlemek için kalıp içerisinde bir yağ akışı mevcuttur. Yağlama, kalıbı korumak için uygulanan yollardan bir tanesidir. Diğer bir koruma şekli ise osilasyondur. Osilasyon, kalıbın aşağı yukarı yaptığı harekettir. Bu inme, çıkma mesafesi 12,6 mm'dir. Buna stroke mesafesi (oscillation stroke) denir. Kalıbın yaptığı bu hareket ile çeliğin kalıba yapışması önlenir. Kalıbın dakikadaki vuruş sayısı yani frekansı 180-190 cpm'dir (count per minute). İnme, çıkma süresi ise 0,30 saniyedir [7].

Çelikteki bazı bileşenlerin kümelenmesini engellemek için yani segregasyonu önlemek için EMS kullanılır [7]. Segregasyon, metal ve alaşımların katılaşmasında oluşabilen ve mikro yapının homojen olmamasına neden olan değişik tarz karışmama işlemine verilen addır. Segregasyon, seiger (dikine anlamına gelir) kelimesinden türetilmiştir ve değişik ağırlıktaki ergiyiklerin üst üste tabakalaşmasını tanımlar [16]. EMS (Electro Magnetic Stirrer) ise kalıp içerisinde çeliğin akış yönünde bir manyetik alan oluşturur ve kümelenmenin homojen olmasını sağlar.

Soğutma işlemi tamamlandıktan sonra kütük, çekme, düzleştirme ünitesine (withdrawal and straightening unit) gelir. Bu kısma gelen kütüğün içerisinde hala sıvı çelik bulunur. Bu sıvı çelik ile katılan kısım arasında ise bir gerilim oluşur. Bu ünite, oluşan gerilimi giderme işlemini yapar. 5 adet role ile önce çekme ardından ise düzleştirme işlemi gerçekleştirilir. Bu bölümden çıkan kütük ise kesime girer. Kesim işlemi oksijen ile yapılır ve kesim işleminin yapıldığı yer Torç (torch) kesim olarak isimlendirilir. Kesim sırasında tüm çelik tamamen katılaşmıştır. İstenilen boyutlarda kesim işlemi yapılır ve kütük üretimi bu şekilde tamamlanmış olur [7, 13].

Dökümde öne çıkan konulardan biri de yol hızıdır. Yol hızı dakikada döküm yolundan geçen kütüğün metre olarak ifadesidir (m/dk). Kesitlere göre bu hız

değişmektedir. 130 ve 150 mm kesitleri için olan yol hızları şekil 3.8’de görüldüğü gibidir.

		$130 \times 130 \text{ mm}^2 \rightarrow$	yol hızı = 3,5 – 4 m/dk ağırlık = 132kg/m
		$150 \times 150 \text{ mm}^2 \rightarrow$	yol hızı = 3 m/dk ağırlık = 175 kg/m

Şekil 3. 8: 130 ve 150 mm Kesitleri için Yol Hızları [7].

Dökümde karşılaşılan bazı sorunlar bulunmaktadır. Bunlar rombiklik (rhombodity), gaz boşluğu (pin hole) ve yol patlamasıdır (break out). Rombiklik, gaz boşluğu ve yol patlamasının (yol kaybı) oluşmasının ise bazı nedenleri vardır [7, 14].

Rombiklik, çeşitli sebeplerden dolayı kütükte oluşan şekil bozukluğudur. Rombikliğin nedenlerinden bazıları aşağıdaki gibidir;

- *Dökümde aşırı hızlanma ve suyun yetersiz kalması neden olmaktadır.
- *Rolelerin hizalanmasındaki yanlışlıklar neden olmaktadır.
- *Potadan gelen sıvı çeliğin sıcaklığının çok yüksek olması neden olmaktadır.
- *Analiz değerinin istenen şekilde olmaması neden olmaktadır.

Gaz boşluğu, kütük yapısında oluşan ve büyük sorunlara neden olan bir diğer durumdur. Gaz boşluğunun oluşma nedenlerinden bazıları aşağıdaki gibidir;

- *Soğutma suyunun fazla olması neden olabilir. Bu da dökümde hızlanmayı engellemektedir.
- *Dökümün homojen yapıda olmaması neden olabilir. Bunun sebebi ise pota fırınındaki karıştırıcıların çeliği iyi bir şekilde karıştırmamasıdır.
- *Potada eklenen alüminyumun yeterli olmaması sonucu çelik içerisindeki oksijenin fazla olması neden olmaktadır.

Gaz boşluğu gözle de tayin edilebilmektedir. Yapıda siyah nokta şeklinde gaz boşluklarını görebilmek mümkündür. Bu gaz boşlukları eğer kenar kısımlarda ise dökümden, iç kısımlarda ise potadan kaynaklanmaktadır şeklinde yorum da yapılabilir. Yani gaz boşluğunun nedeninin neresi olduğu kabaca tahmin edilebilir.

Yol patlaması, dökümdeki herhangi bir su nozulunun tıkanması sonucu yeterli bir şekilde soğuyamayan kısım oluşması sonucunda iç kısımdaki henüz sıvı halde bulunan çeliğin bu güçsüz bölgeden dışarıya doğru fişkırması ve kütük içerisindeki tüm sıvı çeliğin buradan akıp gitmesi sorunudur. Bu nedenle de yol patlaması yaşanan yol kapatılır ve arızanın nereden kaynaklandığı tespit edilip onarıldıktan sonra yol tekrar açılır.

Kütük sürekli dökümde 5 adet hidrolik yağ pompası vardır. Bunlardan 4 tanesi aktif olarak çalışır, 1 tanesi yedek olarak tutulur. Soğutma suyu ise sisteme 33-35°C’de girer, 45°C’de çıkar. Aynı zamanda kapalı sisteme “primary circuit” ve açık sisteme “secondary circuit” denilmektedir [7, 14].

3.2.2.5 Slab sürekli döküm (Slab casting)



Şekil 3. 9: Slab Sürekli Döküm.

Şekil 3.9’da dökümü henüz yapılmış slablar görülmektedir. Slab sürekli döküm bölümünde döküm prosesinin işleme sırası ve biçimi kütük dökümündeki ile hemen hemen aynıdır. İkisi arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır.

Pota fırınındaki işlemleri tamamlanan çelik eğer slab sürekli döküm makinasına gidecek ise mutlaka öncelikle vakum kısmına gönderilir ve burada gaz giderme işlemleri yapılır. Buradaki işlemin ardından pota vinç yardımı ile slab döküm makinası kısmına getirilir. Tarete yerleştirilen potadaki çelik ilk olarak tandişe dökülür. Kütük dökümdeki tandiş 8 yollu iken, slab dökümdeki tandiş 2 yolludur.

Tandişte belli bir seviyeye gelen sıvı çelik, tandişin alt kısmında bulunan nozulların açılması ile kalıba bir tüp yardımı ile akmaya başlar. Aynen kütük üretiminde olduğu

gibi sadece ilk dökümde olmak üzere sıvı çelik dummy bar yardımı ile döküm yoluna alınır [7].

Slab döküm makinasının yıllık kapasitesi 3.500.000 mt civarındadır. Slab döküm, kütük dökümünün aksine kapalı dökümdür. Yani kütük dökümünde tüm aşamalar açık ve gözle görülebilecek şekilde yapılırken, slab dökümde kesim işlemine kadar olan kısım kapalıdır, dışarıdan görülmez. Kütük dökümünden farklı olan bir durum kapalı döküm olması, diğeri ise ebat farklılığıdır. Slab ebatları şu şekilde değişmektedir [7];

Kalınlık= 150 – 270 mm

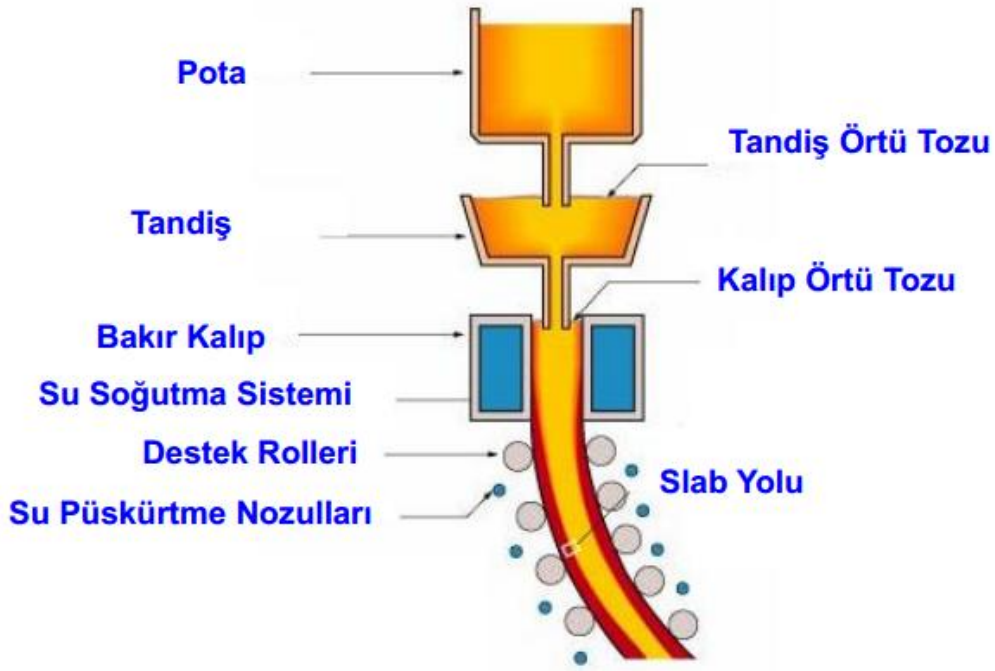
Genişlik= 800 – 1650 mm

Uzunluk= 6 – 16 m

Slab dökümün kapalı olarak yapılmasının nedeni slabdaki problemlerin en aza indirilmesidir. Bu problemler, yüzey çatlakları ve yüzey çizikleridir. Kütüğe göre ebatları daha büyük olduğu için problemler de aynı oranda artmaktadır, bu nedenle de kapalı bir şekilde üretim yapılmaktadır [14].

Slab dökümünde çeliğin akışı bile gözle gözlenemez. Çelik tandiştten kalıba akarken bir tüp içerisinden geçer. Sıvı çelik gözlenemez ancak tüpün rengi çeliğin ısısından dolayı değişir ve içerisinden çelik geçtiği bu şekilde anlaşılır [7].

Çelik kalıba aktıktan sonra yüzeyi örtü tozu adı verilen bir toz ile kapatılır. Söz konusu örtü tozları asidik ve bazik karakterli olabilir. Asidik örtü tozu yüksek viskozite, yüksek ısı iletkenlik, düşük ergime sıcaklığı, camsı yapı gibi özelliklere sahipken tüketimi de daha azdır. Bazik örtü tozu ise düşük viskozite, yüksek ergime sıcaklığı, düşük ısı iletkenlik, kristal yapı gibi özelliklere sahipken tüketimi de fazladır. Hangi tip örtü tozunun seçileceği ise bazı kriterlere göre belli edilir. Bu kriterler, döküm hızı, çelik kimyasal yapısı gibidir. Örneğin çelik, kalitesi yani kimyasal kompozisyonunun bir sonucu olarak hızlı soğuyorsa yalıtkan olan bazik örtü tozu kullanılır ya da yüksek döküm hızı ile döküm yapılıyorsa hızlılıktan ötürü oluşabilecek çelik içine cüruf sızması ve kalıp yağlama problemlerinin önlenmesi için düşük viskoziteye ihtiyaç duyulur [17]. Örtü tozunun çelik üzerine atılması işlemi ise çalışanlar tarafından sürekli olarak manuel bir şekilde yapılır. Dökümde kullanılan kalıpların iç kısmı bakırdır. Dış kısmı ise nikel-krom alaşımından oluşmaktadır [7, 14].



Şekil 3. 10: Slab Döküm [1].

Slab döküm makinasında ortalama döküm süresi 40-45 dakikadır. Yol hızı ise 1,2 m/dk seviyesindedir. Slab dökümündeki tandiş ömrü 10 döküm, kalıp ömrü ise 300-350 döküm arasında değişmektedir.

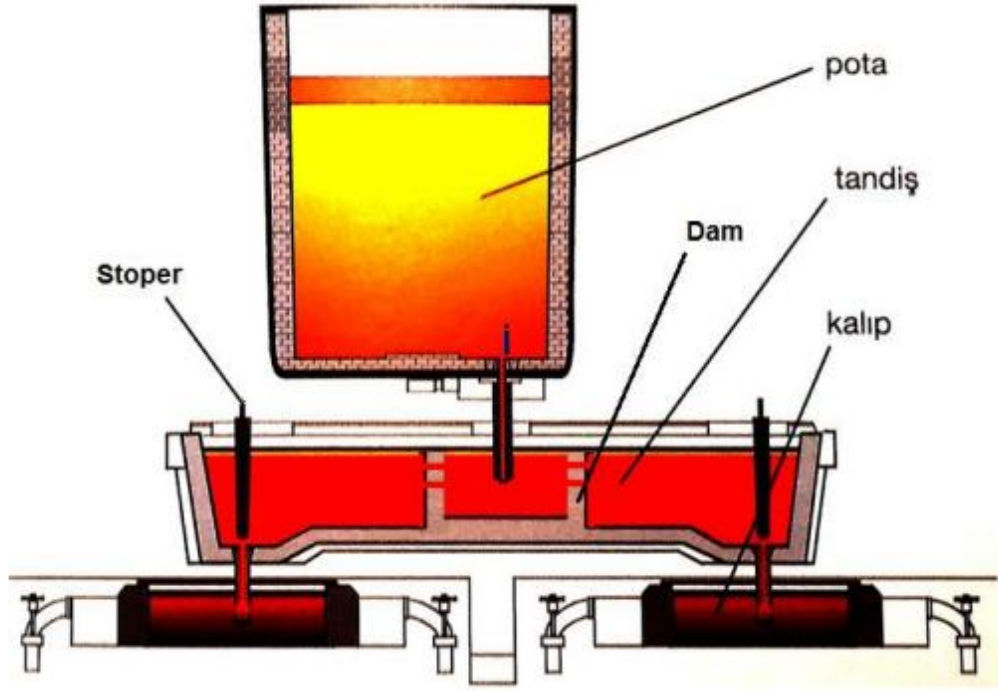
Şekil 3.10’da slab dökümünün potadan kalıba kadarki şematik gösterimi mevcuttur. Slab döküm sırasındaki soğutma işlemi kütük sürekli dökümde olduğu gibidir. Aynı şekilde su nozullarından belli açı ve debilerde püskürtülen su ile soğuma ve katılaşma sağlanır. Hem kapalı devre hem de açık devre su sistemi burada da mevcuttur. Ancak, ebatların büyük olmasından dolayı bir slabın tam anlamı ile soğuması 2 hafta bile sürebilmektedir [7].

Döküm sonrasında istenilen ebatlarda kesilmek üzere slab torç kesim kısmına gelir ve burada slabın her iki tarafından içeriye doğru olacak şekilde oksijen ile kesim işlemi yapılır. Kesim işleminin ardından ise slablar ya sevk edilir, ya da sac haddehanesine gönderilerek sıcak haddelenmiş rulo sac haline getirilir [7].

3.2.3 Tandiş mekanizması ve detayları

Tandiş, sürekli döküm prosesinde sürekliliği sağlayan ikinci ekipmandır. Potadaki sıvı çelik bittiğinde taret vasıtasıyla yeni potanın döküm konumuna getirilmesine

kadar geçen sürede, kalıba sıvı çelik akışını devam ettirerek dökümün sürekliliğini sağlamaktadır [10].



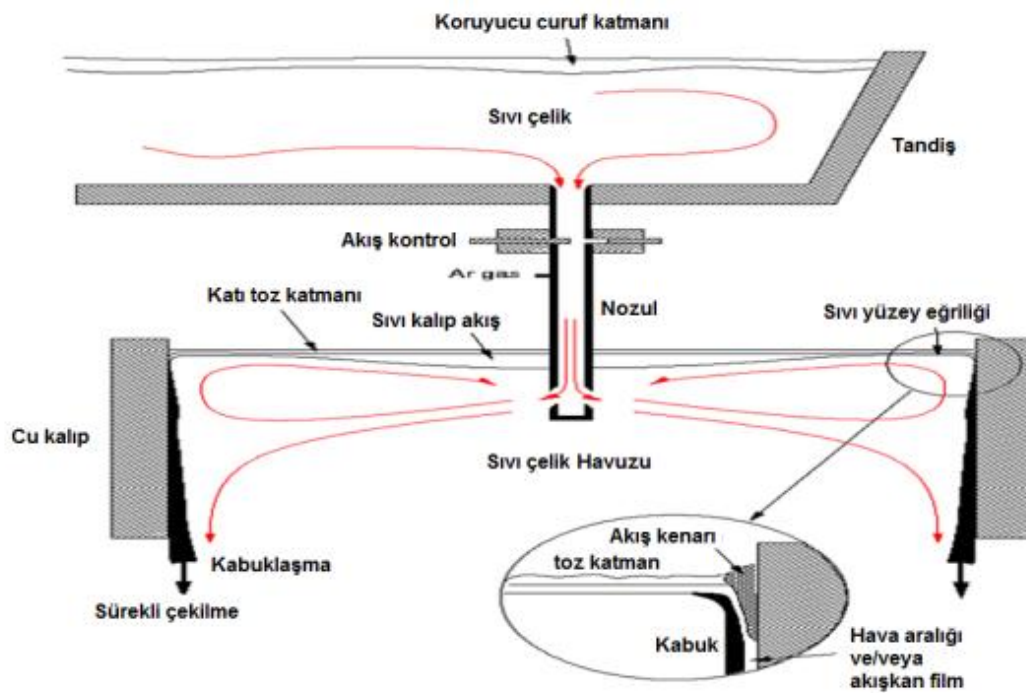
Şekil 3. 11: Pota-Tandiş-Kalıp [14].

Döküm anında tandiş içindeki sıvı çelik belirli yükseklikte tutularak kalıba düzenli ve döküm hızı ile orantılı miktarda sıvı çelik akışı sağlanmaktadır. Şekil 3.11'den görüleceği gibi çelik içyapı temizliğini iyileştirmek için tandiş içi dam, weir, baffle, plate gibi akış kontrol refrakterleri ile donatılabilir. Aksi takdirde tandiş seviyesinin düşmesi veya akış düzeninin bozulması durumlarında slab yüzeyinde veya yüzey altında makro inklüzyon kusurları görülebilmektedir. Tandışten kalıba sıvı çelik akışı stoper veya sürgülü sistem sayesinde kontrol edilir. Sürgülü sistem iki sabit plaka arasındaki hareketli plaka sayesinde akışı kontrol eden mekanizmadır. Hava ile teması kesmek için hareketli plakadan inert gaz üflenir. Fakat çelik temizliği açısından bakıldığında stoper sistemi sürgü plakası sistemine göre daha avantajlıdır. Çünkü sürgülü sistemde çeliğin oksitlenmesi daha kolaydır ayrıca tandişte nozul çevresinde oluşan türbülansla kalıba cüruf kaçma olasılığı daha fazladır [10].

Tandiş yüzeyindeki sıvı çeliğin atmosferle temasını kesmek için tandiş örtü tozları kullanılır. Tandiş örtü tozlarının görevleri şu şekilde sıralanabilir [10]:

- Atmosferle sıvı çelik arasında yalıtım sağlayarak sıcaklık kaybını minimize eder,

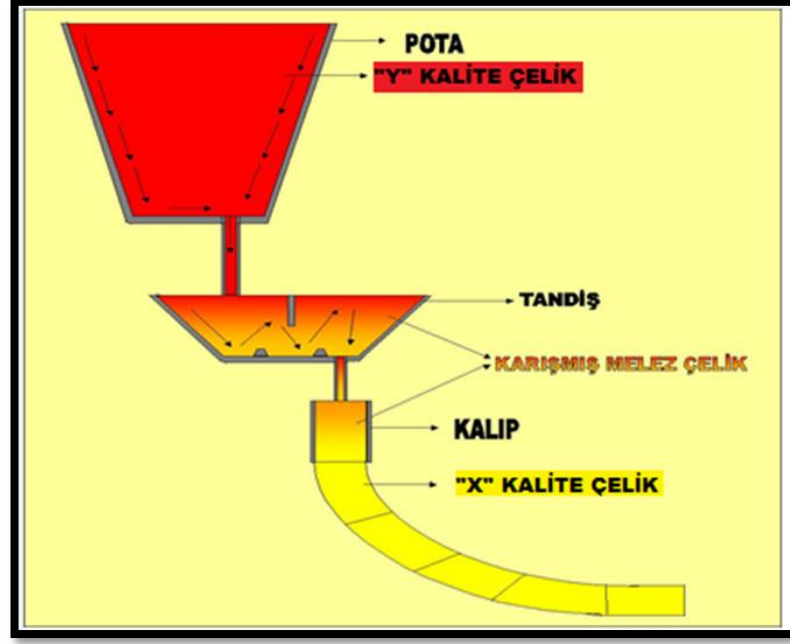
- Çeliğin havadan oksijen kaparak tekrar oksitlenmesini ve kalıntı oluşumunu engeller,
- Çelik yüzeyinde sıvı bir cüruf tabakası oluşturarak tekrar oksitlenme kaynaklı kalıntıları çözer,
- Düşük süper heat ile dökümü dökerek slab yırtılması ve iç yapı ve yüzey kalitesinde önemli avantajlar sağlar.



Şekil 3. 12: Tandış-Kalıp İlişkisi [1].

Çolakoğlu Metalurji A.Ş’de kullanılan tandış kapasitesi 50 ton’dur.

4. ÇOLAKOĞLU METALURJİ A.Ş.'DE BİNDİRME DÖKÜM UYGULAMASINA GENEL BAKIŞ



Şekil 4. 1: Bindirme Döküm Uygulaması Şematik Gösterimi.

Bir sıvı çelik tandişinden X kalite çelik kalıplara doğru dökülmekteyken çeşitli sebeplerle zorunlu kalındığından Y kalite sıvı çelik de potadan tandişe aktarılmaya başlanır ve bu sırada tandiş içinde X ile Y kalitelerinin karışmasından oluşan melez bir çelik meydana gelir. Bu uygulamaya ise "bindirme döküm uygulaması" denir ve Şekil 4.1'de temsili resmi verilmiştir.

Sıvı çelik tandişindeki X kalite çelik seviyesinin sıfırlanması sonucunda yeni gelen Y kalitesinin akışı sırasında yüksek irtifa sebebiyle refrakterlerin aşınması ve bunun sonucunda tandiş delinme riski olduğundan sıvı çelik seviyesi 40 ton civarında bırakılır. Ayrıca aynı veya yakın genişlikte X kalite sipariş yetersizliği ve bir tandiştan 10 dökümden az sayıda döküm alınması durumunda tandiş maliyetinin artmasını engellemek amacıyla en az 10 döküme tamamlamak gerektiğinden de bindirme döküm uygulamasına başvurulmaktadır.

Bindirme döküm uygulaması çelik üretim fabrikaları için olumsuz bir durum teşkil etmektedir. Çünkü melez kaliteli çelikler, üretimi planlanan siparişlerin kimyasal

kompozisyonlarından farklı bir kompozisyona sahip olduklarından o anda herhangi bir siparişe verilemez ve uygun bir siparişe eşleştirilene kadar da gereksiz bir stok maliyeti yaratırlar.

4.1 ve 4.2 başlıklarında anlatılan konular bindirme dökümlerin yapılmasının sebepleri irdelenirken yardımcı olacak bilgiler içermektedir.

4.1 Çolakoğlu Metalurji A.Ş. Çelikhane Üretim Planlama Kriterleri

Günlük slab üretim planı, satış siparişlerinin slab ihtiyaçları belirli kurallar dahilinde üretilecek şekilde yapılır. Burada,

- Slab ebatları (genişlik) ve uygun kalıp ebat değişimleri göz önünde bulundurulur. Kalıplarda tek seferde 50 mm olmak üzere her iki yolda da maksimum 3 kez ebat değişimi yapılabilir. Maximum 3 ebat değişimi yapılmasının sebebi, ebat değişimleri sırasında kalıplar ileri geri hareket ederken dar ve geniş kısımların kesişme noktasında çelik kaçma riski bulunmaktadır ve bu durumda da yol patlaması isimli sorun ortaya çıkacak, döküme devam edilemeyecektir. Yol patlaması, dökümü yapılmakta olan slabın iç kısmındaki henüz sıvı halde bulunan çeliğin güçsüz bir bölgeden dışarıya doğru fışkırması ve slab içerisindeki tüm sıvı çeliğin buradan akıp gitmesi sorunudur. Bu nedenle yol patlaması yaşanan yol kapatılır ve arızanın nereden kaynaklandığı tespit edilip onarıldıktan sonra yol tekrar açılır.
- Slab dökümde 2 yol ortalama slab genişliği, ihtiyaçlar da göz önünde bulundurularak farklı şekilde belirlenmeye çalışılır. Kural olarak 2 yolun ortalaması 1200 mm genişliğin altına inmeyecek şekilde ayarlanmaktadır.
- Tandiş maliyetlerini artırmamak için bir tandişte minimum 10 döküm ve yollarda sorun oluşmaması için maksimum 13 döküm olacak şekilde plan oluşturulur.
- Tek bir tandişteki kalite geçişlerine (bindirme yapılacak dökümlere) dikkat edilir, mümkün olduğunca analizi birbirine yakın kaliteler seçilmeye çalışılır.

4.2 Çolakoğlu Metalurji A.Ş.' de Bindirme Döküm Uygulamasının Temel Sebepleri

Bindirme döküm ara slab üretim nedenleri olarak birkaç ana faktör tespit edilmiştir. Bunlar :

- Üretim planlama bölümünün, tandış maliyetlerinin artırılmaması ve öte yandan tandış ömrünün arttırılması için çelikhaneye verdiği günlük programdaki tek-ikili-üçlü dökümlerin ve farklı kalitelerin aynı tandışle dökülmesi durumu.
- Planlanan dökümün analizinin bozuk gelmesinden dolayı kaliteden sapma durumu sonucunda sadece bir dökümlük tonajın üretilmeden kalması durumu.
- Tesiste meydana gelen bir arıza neticesinde ya da planlanan dökümün analizinin bozuk gelmesinden dolayı kaliteden sapma durumu.
- Satış siparişlerinin tonaj, kalite, ebat (slab genişliği) özelliklerinin çelikhane üretim koşullarını optimize etmeye uygun olmaması durumu [18].

Yukarıda bahsi geçen faktörlerden son madde Çolakoğlu Metalurji A.Ş. fabrikasında bindirme döküm uygulamasının temel sebebi olarak gösterilebilir. Satış siparişlerinin tonaj, kalite, ebat (slab genişliği) özelliklerinin çelikhane üretim koşullarını optimize etmeye uygun olmaması durumlarında farklı kaliteler aynı tandış için planlanmakta ve dökümü yapılmaktadır.

Optimum şartlar ile planlama yapabilmek için minimum sipariş miktarları, her bir döküm kalitesi başına düşük karbonlu çeliklerde 13 döküm (3510 ton), orta karbonlu çeliklerde 11 döküm (2970 ton) ve yüksek karbonlu çeliklerde 10 döküm (2700 ton) olmalıdır. Maliyet açısından, yukarda belirtilen minimum sipariş miktarları en uygun sipariş tonajlarıdır. Bu durumun sağlanamadığı durumlarda tandış maliyetini arttırmamak adına slab kaliteleri bindirme yapılarak üretilmektedir.

Bindirme uygulamasının zorunlu olduğu durumlarda en azından kimyasal kompozisyon bakımından birbirine yakın olan kaliteler bindirilmek üzere seçilmektedir. Bu amaçla hazırlanan “Bindirme Döküm Kalite Grupları Tablosu” kalitelerin C, Mn ve Si içeriklerinin birbirlerine yakınlığına göre yapılmıştır ve Çizelge 4.1’ de verilmiştir.

Çizelge 4. 1: Bindirme Döküm Kalite Grupları.

GRUP NO	Açıklama	DÖKÜM KALİTELERİ				
1	Düşük C, Mn, Si	25112	30111	30112	30113	35111
		40235	50235	54235	91006	91008
		93211				
2	Düşük C, Orta Mn, Si	40236	50236	54236	91010	91110
		91012	91015	93236		
3	Düşük C, Orta Mn, Si	40274	40275	40276	50275	54274
		54275	54276	54277	54354	54355
		54356	54357	56845	56846	91018
		91118	93274	93275	93276	94355
		94356				
4	Si'lu Orta C, Mn	41275	41276	41330	41331	81330
		81331	85245	85265	85310	85355
5	Si'lu Orta C, Mn	41235	41236	51235	51236	55235
		55236	86235	86236		
6	Si'lu Orta C, Yüksek Mn	40354	40355	40356	40357	40358
		45354	45355	45356	45357	51274
		51275	51276	51354	51355	51356
		51357	55275	86237	86265	86266
		86295	86355	86356	91020	91022
		91025	95035	95042	95046	95047
7	Si'lu Yüksek C, Mn	95155	95255	95256	98530	98628
8	Si'lu Yüksek C, Mn	91030	91040	91045	91050	91055
		91060	91070	91080	91145	
9	Si'lu Düşük C, Yüksek Mn, MC ve API Kaliteler	36315	36330	36355	36380	36420
		36421	36430	36460	36480	36500
		36530	36550	36580	36600	83355
		83380	83420	83430	83460	83480
		83500	83600	83610	95052	95056
		95057	95060	95061	95062	95065
		95066	95067	95070	95071	95072
		95152	95156	95157	95160	95161
		95162	95165	95166	95167	95170
		95171	95172			
10	Yüksek C, Orta Alaşımli Kaliteler	98442				

Aşağıda anlatılmakta olan örnek çalışmalarda siparişlerin gruplandırılarak üretilmesinin detayları irdelenmiştir. Bu çalışma mevcut ay içindeki gerçek verilerle, üretilmesi planlanan 12.508 ton slab için yapılmıştır. Birlikte üretilbilecek slab kaliteleri, bindirme yöntemi ile üretim için çizelge 4.1'deki tabloya göre çizelge 4.2 ve 4.3'deki gibi gruplanmıştır.

Örnek 1 :

Çizelge 4. 2: 1. Grup Sipariş Dağılımı [18].

		Döküm Kalitesi	
		30111	54235
Genişlik (mm)	950	41	
	1000	213	1.183
	1050	101	81
	1100	19	3306
	1150		695
	1200		2.294
	1250	613	2.138
	1300	176	75
	1350		
	1400		6
	1450		22
	1500		75
	1550	322	70
	Toplam (ton)	1.486	9.946

Birinci grupta 2 farklı kalite ve toplam 18 genişlik için toplam 11.432 ton slab üretilmesi gerekmektedir. Burada ilk olarak 30111 döküm kalitesi üretilirken, birinci yol 950 mm genişlikle ve ikinci yol ise 1000 mm genişlikle başlatılabilir. Bir döküm 280 ton civarında olduğundan ve bir tandište maksimum 3 adet ebat değişimi yapılabildiğinden 41 ton 950 mm, 213 ton 1000 mm, 101 ton 1050 mm, 19 ton 1100 mm üretimi ile her iki yoldan toplam 374 ton 30111 kalitesinin üretimi yapılır. Burada bir döküm yaklaşık 280 ton olduğundan 2 döküm alınması gerekir ve 186 ton stoğa üretim yapılmış olur. Birinci yoldaki 3 ebat değişim sınırına ulaşılmışken (950 mm'den 1100 mm'ye geçiş sırasında), ikinci yolda henüz 2 adet ebat değişimi yapılmıştır ve bir tane kullanım hakkı mevcuttur. Fakat bu durumda bile 30111 kalite üretime devam edilemez çünkü bir sonraki sipariş ihtiyacı 1250 mm genişlikte

mevcuttur ve ebat değişimi 50 mm aralıklarla yapılabilmektedir. Ebat değişimi hakkı ise 1 tane kaldığından 30111 kalitesinin üretimine devam edilemez.

Daha önce belirtildiği gibi bir tandişten minimum 10 döküm alınması gereklidir ve bu planda henüz 2 dökümün üretimi planlanmıştır. Bu durumda 30111 ile aynı grupta yer alan ve genişliği de uygun olan 54235 döküm kalitesi bindirme yöntemiyle aynı tandiş içerisinde üretilir ve bu kalite için her iki yoldan da 1100 mm üretimi yapılmaya devam edilir. 54235 kalitesinin 1100 mm genişlikteki ihtiyacı 3306 tondur ve bu da 12 döküm demek olur. Bir tandişte maksimum 13 döküm alınabildiğinden ve 2 tanesi 30111 ile tamamlandığından 54235 kalite 1100 mm genişlikten sadece 11 döküme yani 3080 tona ihtiyaç vardır. Böylece tandiş planı tamamlanmış olur. 1. Grup içinde görülen diğer ihtiyaçlar ise yine bindirme ve ebat değişirme yöntemleriyle üretilecektir.

Örnek 2 :

Çizelge 4. 3: 2. Grup Sipariş Dağılımı [18].

		Döküm Kalitesi	
		40274	40275
Genişlik (mm)	1250	41	82
	1300		
	1350	907	
	1400		
	1450		
	1500		
	1550	18	21
	Toplam (ton)	966	103

İkinci grupta 2 farklı kalite ve toplam 5 genişlik için toplam 1069 ton slab üretilmesi gerekmektedir. Burada ilk olarak 40275 döküm kalitesi üretilirken, bir yol 1250 mm genişlikle ve diğer yol 1550 mm genişlikle başlatılabilir. Bir döküm 280 ton civarında olduğundan 40275 döküm kalitesi için iki genişliğin toplamında istenen sipariş tonajı da 103 ton olduğundan sipariş ihtiyacı tamamlanmış ve yaklaşık 167 ton slab stoğa üretilmiş olur. Daha önce belirtildiği gibi bir tandişten minimum 10 döküm alınması gereklidir ve bu planda henüz 1 döküm planlanmıştır. 40275 kalitesinin ihtiyacı tamamlandıktan sonra aynı grupta yer alan 40274 döküm kalitesi bindirme yöntemiyle aynı tandiş içerisinde üretilir ve bu kalite için de bir yoldan

1250 mm ihtiyaç üretilirken diğer yoldan 1550 mm ihtiyaç üretilir. Yine bir döküm 280 ton civarında olduğundan 40274 döküm kalitesi için iki genişliğin toplamında istenen sipariş tonajı da 59 ton olduğundan sipariş ihtiyacı tamamlanmış ve yaklaşık 221 ton slab stoğa üretilmiş olur. Bir tandište maksimum 3 adet ebat değişimi yapılabildiği için 1550 mm genişlikten 1350 mm genişliğe inilemez bu nedenle o yol kapatılır. Diğer yolda ise 1250 mm genişlik tamamlandıktan sonra ebat önce 1300 mm ve ardından 1350 mm'ye değiştirilir ve 4 döküm 1350 mm genişlikli 40274 kalitesi üretildikten sonra 907 ton sipariş isteği tamamlanmış olur ve 203 ton da stoğa üretim yapılır. Neticede 6 dökümlük bir tandiş oluşturulmuş olur. Fakat bu da yeterli değildir ve 10 döküme tamamlamak için başka gruplardaki kalitelerle bindirmeler yapılacaktır.

Yukarıdaki 2 örnekte anlatılan planlamalar neticesinde stok üretimlerinin kaçınılmaz olduğu görülmektedir. Sebepler yukarıda da bahsedildiği gibi bindirmeden kaynaklı, dökümü 280 tona tamamlamak amaçlı ve ebat değişimleri sırasında slabın bir ucu ile diğer ucu arasında 50 mm fark olması neticesinde siparişine uygulanamaması kaynaklı olabilir. Ayrıca stok üretimleri stok maliyetlerini artırmaktadır ve bu olumsuz bir durum teşkil etmektedir.

5. BİNDİRME DÖKÜMLER MODELLEME PROGRAMI

5.1 Programın Amacı

Bindirme döküm uygulaması sonucunda iki farklı döküm kalitesinin tandište karışması durumu ortaya çıkmaktadır. Bu karışımın başlama ve bitiş sınırları ile bu sınırlar arasındaki kompozisyon dağılımı bilinmediğinden, mevcut durumda Çolakoğlu Metalurji A.Ş. fabrikasında tahmine dayalı kararlar verilmektedir. Kalite kontrol departmanı tarafından verilen bu tahmini kararlar, kimi zaman yaklaşık olarak doğru olurken kimi zaman da stok beklemlerine, gereksiz yere fazla tonajların bindirme olarak ayrılmasına, yanlış kalite isimlendirmesi sonucunda müşteri şikayetlerine sebep olmaktadır. Bu nedenlerle “Sürekli Döküm Tandişinde Bindirme Yapılan Slab Dökümler için Tonaj, Kalite Belirleme Çalışması” adı altında bir modelleme programı yapılmıştır ve bu çalışma ile bindirme işlemi sonucunda karışan kalitelerin başlama, bitiş sınırları belli edilmiş, kimyasal kompozisyonları bulunmuştur.

5.2 Modelleme Programının Detayları

- Modelleme çalışması “Microsoft Excel” programında hazırlanmıştır ve çalışmanın her aşamasında orta, ileri (visual basic) derece excel formüllerinden yararlanılmıştır.
- Çizelge 5.1’deki “Girdiler” kısmında bazı tanımlamaların yapılması gerekmektedir. Programa girdi olarak tandište kalan (X) ve bindirilen (Y) döküm kalite isimleri, üretilecek slabların genişlik ve kalınlık bilgileri ile döküm hızı parametreleri belirtilmelidir. Ayrıca tandište kalan sıvı çelik miktarı da belirtilmelidir ve bu miktar bindirme anında sabit 40 ton olacak şekilde kabullenme yapılmıştır. Tandişteki 40 ton seviyesi minimum seviye olarak kabul edilebilir. Çünkü, daha aşağıdaki sıvı çelik seviyelerinde potadan tandişe akan sıvı çeliğin yüksek irtifa sebebiyle tandiş refrakterine zarar vererek, tandişi delme riski vardır. Bu da iş güvenliği, maliyet vs. açısından uygun değildir.

Çizelge 5. 1: Girdi Bilgileri.

Girdiler

Tandişte kalan sıvı çelik miktarı (ton)	40
Tandişte kalan döküm kalitesi (X kalite)	54235
Tandişe bindirilen döküm kalitesi (Y kalite)	30111
1.yol	
Döküm hızı (m/dk)	1,2
Slabın eni (mm)	1000
Slabın kalınlığı (mm)	220
2.yol	
Döküm hızı (m/dk)	1,2
Slabın eni (mm)	1000
Slabın kalınlığı (mm)	220
Çelik Yoğunluğu (g/cm ³)	7,85

- Çizelge 5.2’de gösterilen kalite parametreleri çizelgesi, girdiler kısmındaki tanımlamalar sonucunda excel formülü yardımıyla otomatik olarak dolmaktadır. Burada kalan dökümün (X kalite) ve gelen dökümün (Y kalite) kimyasal kompozisyonları belirlidir. Bu kompozisyonlar Çolakoğlu Metalurji A.Ş. “Seviye 3” sistemine tanıtılmış olan minimum-ortalama-maksimum değerlerinden ortalama olandır. Bu ortalama değer bazen minimum ya da maksimum değere eşit olabilir. Örneğin Mn elementi için maliyetleri düşürmek adına her zaman minimum değere yakın çalışılması istenir. Ya da herhangi bir element için minimum sıfır gibi bir istek var ise ilgili elemente gerek yok anlamı çıkarılır ve ortalama değer de sıfır olarak belirlenebilir.
- Programın üst ve alt limit kararı kısmında, gelen dökümün (Y kalite) kimyasal kompozisyonundaki her elementin üst ve alt limitleri yine excel formülü yardımıyla seviye 3 sisteminden alınmış olan kompozisyonlardan otomatik olarak buraya yazılmaktadır.
- Bindirme döküm uygulamasının sonrasında karışan çeliğin yavaş yavaş yeni gelen kaliteye (Y kalite) dönüşmesi gerektiği için yeni gelen kaliteyle (Y) bağlantılı bir hedef değer belirlenmesi gereklidir. Eğer gelen kalitenin (Y) kimyasal kompozisyon değerleri kalaninkinden (X) büyükse, hedef değer gelen dökümün (Y) ilgili element için alt limiti olarak belirlenir. Çünkü burada ilgili elementin % değerinin artması beklenmektedir ve gelen kalitenin alt limitine ulaşması yeterlidir. Eğer gelen kalitenin (Y) kimyasal

kompozisyon değerleri kalaninkinden (X) büyük değilse, hedef değer gelen dökümün (Y) st limiti olarak belirlenir. Çünkü burada da ilgili elementin % değerinin azalması beklenmektedir ve gelen kalitenin üst limitine ulaşması yeterlidir.

- Son hedef değer isimli bir hesaplama daha yapılmıştır. Burada hedef değerin (Y'nin ya alt ya da üst limiti) gelen döküm kalitesinin ortalama kimyasal kompozisyonuna eşit olması durumunda sonucun sonsuza gitme ihtimali olduğundan bunu önlemek için hedef değer 0,99 ile çarpılmaktadır.

Çizelge 5. 2: Kalite Parametreleri.

Kalite Parametreleri

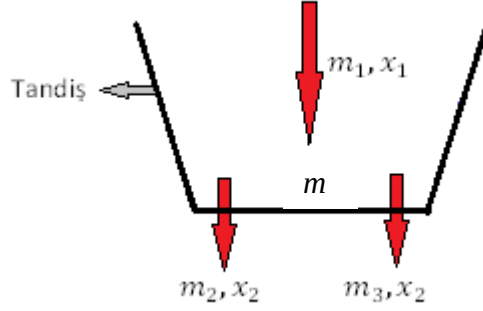
Döküm Kalitesi Kimyasal Kompozisyonu	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Sn	Cu	Al	Mo	V	Ti	N	Ca	Nb	Pb	B
X Kalite (kalan döküm) kimyasal komp.	0,06	0,22	0,02	0,015	0,01	0,04	0,04	0,01	0,2	0,04	0,01	0,003	0,0006	0,007	0,0003	0,004	0	0
Y Kalite (gelen döküm) kimyasal komp.	0,04	0,17	0,025	0,015	0,008	0,02	0,04	0,01	0,1	0,04	0,003	0,003	0,0006	0,006	0,0003	0,004	0,003	0,0003

Üst/Alt limit kararı	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Sn	Cu	Al	Mo	V	Ti	N	Ca	Nb	Pb	B
Y Kalite (gelen döküm) üst limit	0,05	0,25	0,03	0,02	0,015	0,08	0,1	0,015	0,15	0,065	0,01	0,005	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0
Y Kalite (gelen döküm) alt limit	0,03	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0

Hedef değer	0,05	0,25	0	0,02	0,015	0,08	0,1	0,015	0,15	0,065	0,01	0,005	0,01	0,01	0	0,01	0	0
Son hedef değer	0,05	0,25	0	0,02	0,015	0,08	0,1	0,015	0,15	0,065	0,01	0,005	0,01	0,01	0	0,01	0	0

- Çizelge 5.3’de verilmiş olan hesaplanan parametreler kısmında ise aşağıdaki hesaplamalar sonucunda her bir element için ayrı ayrı bulunması gereken parametreler belirlenmiştir.

Şekil 5.1’de görülen m ’ler en başta girilen hızdan (m/dk) kütleli akışa geçmek için (kg/dk)’ya çevrilerek bulunmuştur.



Şekil 5. 1: Tandiş simülasyonu.

m : Tandişte kalan sıvı çelik miktarı (40 ton)

m_1 : Potadan tandişe akan sıvı çeliğin kütleli akış hızı (kg/dk).

m_2, m_3 : Tandişin 1. ve 2. yollarından çıkan sıvı çeliğin kütleli akış hızı (kg/dk).

x_1, x_2 : Sırasıyla tandişe giren ve tandişin 2 yolundan çıkan sıvı çelik kalitesinin % kompozisyonları.

Kütle Dengesi [19];

$$m_1 - m_2 + m_3 = \frac{dm}{dt} \quad (5.1)$$

Burada, tandişte seviye değişiminin olmadığı varsayılmaktadır o nedenle $dm/dt=0$ olacaktır. Bu durumda (5.2) formülü ortaya çıkmıştır.

$$m_1 = m_2 + m_3 \quad (5.2)$$

Kütle dengesinin içerisine kimyasal kompozisyonların da dahil edilmesi ile birlikte;

$$m_1 x_1 - m_2 + m_3 x_2 = \frac{d}{dt} m x_2 = m \frac{d x_2}{dt} + x_2 \frac{d m}{dt} \quad (5.3)$$

$$\cancel{(m_1 x_1)} m - \cancel{m_2} + \cancel{m_3} x_2 = \frac{d x_2}{dt} m \quad (5.4)$$

$$A = \quad = sbt \quad B = \quad sbt \quad (5.5)$$

$$dt = \frac{dx_2}{(A - Bx_2)} \quad (5.6)$$

$$t = \frac{\ln(A - Bx_2)}{(-B)} + C_1 \quad (5.7)$$

$t = 0$ anında x_2 , kalan kalitenin (X) kimyasal kompozisyonuna eşittir ve bu sayede C_1 integral sabiti çözülebilir;

$$C_1 = \frac{\ln(A - Bx_2)}{B} \quad (5.8)$$

x_2 , tandiştten çıkan çeliğin kimyasal kompozisyonu olduğundan (her element için ayrı ayrı) x_2 'nin her zaman için son hedef değere eşit olması gerekir. Bu son hedef değerine ulaşmak için ne kadar zaman geçtiğinin bulunması gerekir ve bu da (5.7) ve (5.8) numaralı denklemlerin birleştirilmesi ile elde edilir.

(5.7) numaralı denklem ile x_2 hedef analizine ulaşmak için geçen süre (t) hesaplanır.

$$t = \frac{\ln(A - Bx_2)}{(-B)} + C_1 \quad (5.7)$$

- İkinci bir t değeri hesaplanmıştır. Burada, kalan (X) ile gelen (Y) kalitelerin analizlerinin herhangi bir elementinin değerinin aynı olması halinde karışımın ayrılması gerekmediğinden t değerini sıfıra eşitlemek ve farklı olması halinde de bir önceki satırda hesaplanan t değerini kullanmak amaçlanmıştır.
- Bindirme işleminin sonrasında 1. ve 2. yoldan bindirme olarak ayrılması gereken tonajlar bulunurken en başta hesaplanan m_2 ve m_3 'den yararlanılır. m_2 ve m_3 'ün birimleri kg/dk ve t'nin birimi de dk olduğundan ayrılması gereken tonajı bulmak için bu iki değer birbiri ile çarpılır ve sonuçtaki değer kg birimli olur. Ardından bu değer ton birimine çevrilir.
- İkinci kez hesaplanan 1. ve 2. yoldan ayrılması gereken tonajlar da ikinci kez hesaplanan t ile aynı mantıktadır.
- Neticede tüm elementler için hesaplanan t ile 1. ve 2. yoldan ayrılması gereken tonaj değerlerinden maksimum olan rakamlar alınarak hedef değere ulaşmak için geçen süre ve ayrılması gereken tonaj bilgisi bulunmuş olur.

Çizelge 5. 3: Hesaplanan Parametreler.

Hesaplanan Parametreler

1.yolun hızı	
m_2 (kg/dk)	2072,4
2.yolun hızı	
m_3 (kg/dk)	2072,4
Potadan tandiçe akış hızı	
m_1 (kg/dk)	4144,8

	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Sn	Cu	Al	Mo	V	Ti	N	Ca	Nb	Pb	B
A (m1*x1/m)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B ((m2+m3)/m)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C1 (integral sabiti)	-59,6	-50,8	-73,0	#SAYI!	-81,9	-59,6	-401,4	-414,7	-44,1	-401,4	-69,8	-428,1	#SAYI!	-88,5	#SAYI!	#SAYI!	-88,5	#SAYI!
t	6,7	-4,5	-15,5	#SAYI!	-12,1	-10,6	-352,3	-341,7	6,7	-343,9	0,0	-346,3	#SAYI!	-13,4	#SAYI!	#SAYI!	-10,6	#SAYI!
t	6,7	-4,5	0,0	0,0	-12,1	-10,6	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	-13,4	0,0	0,0	0,0	0,0
1.yoldan kesilecek tonaj	13,9	-9,4	0,0	0,0	-25,1	-22,0	0,0	0,0	13,9	0,0	0,0	0,0	0,0	-27,7	0,0	0,0	0,0	0,0
2.yoldan kesilecek tonaj	13,9	-9,4	0,0	0,0	-25,1	-22,0	0,0	0,0	13,9	0,0	0,0	0,0	0,0	-27,7	0,0	0,0	0,0	0,0
1.yoldan kesilecek tonaj	13,9	-9,4	0,0	0,0	-25,1	-22,0	0,0	0,0	13,9	0,0	0,0	0,0	0,0	-27,7	0,0	0,0	0,0	0,0
2.yoldan kesilecek tonaj	13,9	-9,4	0,0	0,0	-25,1	-22,0	0,0	0,0	13,9	0,0	0,0	0,0	0,0	-27,7	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ayrılması Gereken Tonaj (ton)	Geçen Süre (dk.)																
1.Yol	13,8629	6,6893																
2.Yol	13,8629	6,6893																

- Çizelge 5.4’de ayrıntılı görüldüğü üzere, ayrılacak slabın boyunun belirlenmesi konusunda karara varmak için girdiler kısmında belirtilen slab genişlik, kalınlık ve yoğunluk bilgileri yardımıyla slabın birim ağırlığı bulunur. Ardından, çizelge 5.3’de bulunmuş olan ayrılacak tonajın, slab birim ağırlığına bölünmesi ile metre birimi ile ayrılacak slabın toplam uzunluğu hesaplanır.
- Çolakoğlu Metalurji A.Ş. çelikhanesinde üretilen boy standartlarına göre 6 farklı boy çeşidi olduğundan, bir önceki adımda hesaplanan toplam uzunluk sözü edilen standart boylara bölünerek 6 farklı boy seçeneği elde edilir. Bunlardan hangisinin en mantıklı ve en az kayıplı olacağı tespit edilerek optimum boy hesaplanır. Ayrıca ayrılacak slab sayısı da buradan hesaplanmış olur.

Çizelge 5. 4: Slab Boy Kararı.

Slab Boy Kararı

1.Yol	
Birim Slab Ağırlığı (ton/m)	1,727
Ayrılacak Slab Uzunluğu (m)	8,027
2.Yol	
Birim Slab Ağırlığı(ton/m)	1,727
Ayrılacak Slab Uzunluğu (m)	8,027

Slab Boy Seçenekleri (mm)	5800	7300	8000	9000	10000	11800
1.Yol’dan ayrılması gereken slab adedi	1,384	1,100	1,003	0,892	0,803	0,680
Yukarı yuvarlanmış ayrılması gerekli slab adedi	2	2	2	1	1	1
Gereksiz yere ayrılan slab adedi	0,616	0,900	0,997	0,108	0,197	0,320
Gereksiz yere ayrılan tonaj (ton)	6,170	11,351	13,769	1,680	3,407	6,516
Optimum gereksiz yere ayrılan tonaj (ton)	1,680					
Ayrılan slab için optimum boy (mm)	9000					
Ayrılan Slab Sayısı	1					
2.Yol’dan ayrılması gereken slab adedi	1,384	1,100	1,003	0,892	0,803	0,680
Yukarı yuvarlanmış ayrılması gerekli slab adedi	2	2	2	1	1	1
Gereksiz yere ayrılan slab adedi	0,616	0,900	0,997	0,108	0,197	0,320
Gereksiz yere ayrılan tonaj (ton)	6,170	11,351	13,769	1,680	3,407	6,516
Optimum gereksiz yere ayrılan tonaj (ton)	1,680					
Ayrılan slab için optimum boy (mm)	9000					
Ayrılan Slab Sayısı	1					

- Çizelge 5.5’de verilmiş olan ayrılacak slabların ortalama kimyasal kompozisyon hesaplamaları ve sonuçlarının bulunmasında aşağıdaki adımlar uygulanmıştır;
 1. Öncelikle her iki yoldan da 1 adet slabın üretilmesi için geçen süre bulunur. Bu rakam optimum boyun döküm hızına bölünmesi ile elde edilir ve birimi dakikadır.
 2. Bir önceki adımda hesaplanan 1 slabın çıkması için geçen süre 10 eşit parçaya bölünür ve böylece her 10’da 1 için kimyasal analiz verilerine ulaşılır. Bu verilere ise **(5.9)** numaralı formüle integral sınırlarının eklenmesi ile ulaşılır;

$$t|_0^t = \frac{\ln(A - Bx_2)}{(-B)} \Big|_{x_0}^{x_2} \quad (5.9)$$

- Toplamda her iki yol için de kaç slab ayrılacaksa her slab 10 ayrı parçaya bölünerek ve ardından bu 10 farklı kimyasal kompozisyonun ortalaması alınarak her bir slabın ortalama kimyasal kompozisyonu hesaplanmış olur.
- Çizelge 5.5’de sadece 1. yolun ilk 2 slabının örnek program görüntüsü gösterilmiştir.

Çizelge 5. 5: Ayrılan Slabların Ortalama Kimyasal Kompozisyonu.

Ayrılan Slabların Ortalama Kimyasal Kompozisyonu

1 Slabın Üretilmesi İçin Gereken Süre (dk)	
1.Yol	7,50
2.Yol	7,50

Çizelge 5. 5 (devam): Ayrılan Slabların Ortalama Kimyasal Kompozisyonu.

1.Yol

1.Slab

t	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Sn	Cu	Al	Mo	V	Ti	N	Ca	Nb	Pb	B
0,75	0,059	0,216	0,020	0,015	0,010	0,039	0,040	0,010	0,193	0,040	0,009	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,002	0,000
1,50	0,057	0,213	0,021	0,015	0,010	0,037	0,040	0,010	0,186	0,040	0,009	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,002	0,000
2,25	0,056	0,210	0,021	0,015	0,010	0,036	0,040	0,010	0,179	0,040	0,009	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,002	0,000
3,00	0,055	0,207	0,021	0,015	0,009	0,035	0,040	0,010	0,173	0,040	0,008	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,002	0,000
3,75	0,054	0,204	0,022	0,015	0,009	0,034	0,040	0,010	0,168	0,040	0,008	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,002	0,000
4,50	0,053	0,201	0,022	0,015	0,009	0,033	0,040	0,010	0,163	0,040	0,007	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,002	0,000
5,25	0,052	0,199	0,022	0,015	0,009	0,032	0,040	0,010	0,158	0,040	0,007	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,002	0,000
6,00	0,051	0,197	0,022	0,015	0,009	0,031	0,040	0,010	0,154	0,040	0,007	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,002	0,000
6,75	0,050	0,195	0,023	0,015	0,009	0,030	0,040	0,010	0,150	0,040	0,006	0,003	0,001	0,006	0,000	0,004	0,003	0,000
7,50	0,049	0,193	0,023	0,015	0,009	0,029	0,040	0,010	0,146	0,040	0,006	0,003	0,001	0,006	0,000	0,004	0,003	0,000
Ortalama	0,053	0,203	0,022	0,015	0,009	0,033	0,040	0,010	0,167	0,040	0,008	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,002	0,000

2.Slab

t	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Sn	Cu	Al	Mo	V	Ti	N	Ca	Nb	Pb	B
8,25	0,049	0,191	0,023	0,015	0,009	0,029	0,040	0,010	0,143	0,040	0,006	0,003	0,001	0,006	0,000	0,004	0,003	0,000
9,00	0,048	0,190	0,023	0,015	0,009	0,028	0,040	0,010	0,139	0,040	0,006	0,003	0,001	0,006	0,000	0,004	0,003	0,000
9,75	0,047	0,188	0,023	0,015	0,009	0,027	0,040	0,010	0,136	0,040	0,006	0,003	0,001	0,006	0,000	0,004	0,003	0,000
10,50	0,047	0,187	0,023	0,015	0,009	0,027	0,040	0,010	0,134	0,040	0,005	0,003	0,001	0,006	0,000	0,004	0,003	0,000
11,25	0,046	0,186	0,023	0,015	0,009	0,026	0,040	0,010	0,131	0,040	0,005	0,003	0,001	0,006	0,000	0,004	0,003	0,000
12,00	0,046	0,184	0,024	0,015	0,009	0,026	0,040	0,010	0,129	0,040	0,005	0,003	0,001	0,006	0,000	0,004	0,003	0,000
12,75	0,045	0,183	0,024	0,015	0,009	0,025	0,040	0,010	0,127	0,040	0,005	0,003	0,001	0,006	0,000	0,004	0,003	0,000
13,50	0,045	0,182	0,024	0,015	0,008	0,025	0,040	0,010	0,125	0,040	0,005	0,003	0,001	0,006	0,000	0,004	0,003	0,000
14,25	0,045	0,181	0,024	0,015	0,008	0,025	0,040	0,010	0,123	0,040	0,005	0,003	0,001	0,006	0,000	0,004	0,003	0,000
15,00	0,044	0,181	0,024	0,015	0,008	0,024	0,040	0,010	0,121	0,040	0,004	0,003	0,001	0,006	0,000	0,004	0,003	0,000
Ortalama	0,046	0,185	0,023	0,015	0,009	0,026	0,040	0,010	0,131	0,040	0,005	0,003	0,001	0,006	0,000	0,004	0,003	0,000

- Çizelge 5.6'dan da takip edilebilecek son aşamada ise tabloya Çolakoğlu Metalurji A.Ş. ürün gamındaki tüm slab kaliteleri yazılır ve sırasıyla ayrılması gereken her slabın ortalama kimyasal kompozisyonundaki her bir elementin ilgili kalitenin standardındaki minimum-maksimum değerlerinin arasında kalıp kalmadığının kontrolü yine excel formülü yardımıyla yapılır. Çizelge 5.6'daki "1" rakamı uygun bulunduğunu ve "0" rakamı ise uygun bulunmadığını anlatmaktadır. Çizelge 5.6'da standarttaki sadece bir kısım slab kaliteleri gösterilmiştir,
- Ürün gamındaki kaliteler için önemli olan elementler belirlenmiştir ve bu sayede ilgili elementlerin içeriğini tutturarak slabların kalite isimleri de belirlenmiş olur. Bir slab, bir veya birden fazla kaliteye uygun bulunabileceken hiçbir kaliteye uygun bulunamayabilir. Bu uygun bulunmayan slabların ise hangi elementler açısından uygun ve hangileri açısından uygun olmadığı ilgili çizelge 5.6'da belli olduğundan slab kalite isimlendirmesine karar verirken bu bilgiler de yardımcı olmaktadır.

Çizelge 5. 6: Kalite Kontrolü.

1.Yol

1.Slab	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Sn	Cu	Al	Mo	V	Ti	N	Ca	Nb	Pb	B	Son Karar
25122	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
30111	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
30112	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
30113	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0
35111	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
40235	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
50235	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
54235	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
91006	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
91008	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
93211	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
40236	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
50236	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
54236	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
91010	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
91110	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
91012	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
91015	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
93236	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
40274	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
40275	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
40276	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
50275	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
54274	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
54275	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
54276	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
54277	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
54354	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0
54355	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0
54356	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0
54357	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0
56845	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
56846	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
91018	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
91118	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
93274	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
93275	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
93276	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
94355	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0
94356	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0
41275	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0

5.3 Kullanıcı Arayüzü

Çizelge 5.7’de görülen kullanıcı ara yüzü kısmında kullanıcının programa tanıtması gereken bilgilerin girileceği “Girdiler” bölümü mevcuttur. Burada doldurulması gerekli kısımlar kırmızı renk ve * işareti ile ayrı tutulmuştur. Diğer kısımlar ise sabit değerler olarak kabullenilmektedir. Fakat istenirse bunlar da değiştirilebilir.

Çizelge 5. 7: Örnek Girdiler Tablosu.

Girdiler	
Tandişte kalan sıvı çelik miktarı (ton)	40
*Tandişte kalan döküm kalitesi (X Kalite)	54235
*Tandişe bindirilen döküm kalitesi (Y Kalite)	30111
1. Yol	
Döküm hızı (m/dk)	1,2
*Slabın eni (mm)	1000
Slabın kalınlığı (mm)	220
2. Yol	
Döküm hızı (m/dk)	1,2
*Slabın eni (mm)	1000
Slabın kalınlığı (mm)	220

***Doldurulması gerekli alanlar**

Girdiler kısmındaki bilgiler doğrultusunda 5.2 başlığı altındaki tüm hesaplamalar excel’de otomatik olarak çalışır ve ardından çizelge 5.8’de görülen “Çıktılar” kısmındaki bilgiler oluşur. Sol kısımda her iki yol için ayrılması gerekli slabların adedi ve boylarının bilgisi mevcuttur. Sağ kısımda ise olası bindirme olarak ayrılması gereken slabların uygun bulunduğu kalitelerin isimleri yine otomatik olarak görünecektir. Maksimum 10 adet slabın bindirme olarak ayrılabilceği düşünülmüş ve sağ kısma 10 farklı bölme konulmuştur. İstenirse artırılabilir.

Çizelge 5. 8: Örnek Çıktılar Tablosu.

Çıktılar																			
1. Yol				Ayrılan 1.Slab Kalitesi	50235														
Bindirme Olarak Ayrılacak Tonaj	13,86	ton			54235														
Ayrılacak Slab Sayısı	1	adet			?														
Ayrılacak Slab Uzunluğu	9000	mm																	
2. Yol				Ayrılan 1.Slab Kalitesi	50235														
Bindirme Olarak Ayrılacak Tonaj	13,86	ton			54235														
Ayrılacak Slab Sayısı	1	adet			?														
Ayrılacak Slab Uzunluğu	9000	mm																	

5.4 Gerçek ve Hesaplanan Veri Kıyaslaması

Modelleme programının doğruluğunun kontrolü açısından tamamen tahmini karara bağli olarak “bindirme ara slabı” adı altında sipariş kalitesinden saptırılan ve farklı bir kalite adı verilen slabların baş, orta ve sonundan eşit aralıklarla birer numune kesilmiş ve ardından kütle spectrometre cihazı vasıtasıyla kimyasal kompozisyonları bulunmuştur. Bulunan sonuçların ismine ise “gerçek sonuçlar” denmiştir. Böylece hem bindirme ara slabın başından sonuna doğru olan kimyasal analiz farklılığı gözlemlenebilmiştir, hem de çıkan sonuçlar modelleme programından elde edilen “hesaplanan sonuçlar” ile kıyaslanabilmiştir. Şekil 5.2’de analiz için numune alınmış slabların görüntüsü verilmiştir.



Şekil 5. 2: Analiz için Numune Alınmış Slablar.

Gerçek ve hesaplanan sonuçların kıyaslaması şu şekilde yapılmıştır; Örneğin gerçek sonuçlara göre bir yoldan 2 adet 10.000 mm uzunluğunda slab (toplam 20.000 mm) bindirme olarak ayrılırken hesaplanan sonuçlar bir yoldan 3 adet 8.000 mm uzunluğunda slab (toplam 24.000 mm) ayrılması gerektiğini söyleyebilir. Çünkü gerçek veriler bir sistematige dayanmamaktadır, tamamen tecrübelerle dayanarak tahmini olarak uygulanmaktadır. Ayrıca gerçekte slablardan analiz alınmamakta ve dolayısıyla kimyasal kompozisyonları ile uygulanacakları döküm kaliteleri net olarak bilinmemektedir. Sadece bu çalışmanın kontrolü için slablar üretildikten sonra analizler alınmıştır. Bu durumda ayrılan slabların adetleri ve boyları farklı olduğundan slab bazında karşılaştırma yapmak doğru olmayacaktır. Gerçekte 20.000

mm uzunluğunda slab ayrıldığından ve toplamda 6 tane analiz alındığından (her iki slabdan da 3'er adet) hesaplanan verilerden de 20.000 mm'lik kısımdaki analizler bulunmuştur ve ortalamalar alınarak sonuçta 6 adet analiz de buradan elde edilmiştir. En sonunda ise, hem gerçek hem de hesaplanan sonuçlardan elde edilen bu 6 adet analiz birbiri ile karşılaştırılmıştır ve hem tablo hem de grafiklerle gösterilmiştir.

Örnek 1: 95156 ve 40355 döküm kalitelerinin aynı tandište bindirme yapılarak üretilmesinin gerçek ve hesaplanan sonuçları çizelge 5.9, 5.10, 5.11 ve Şekil 5.3, 5.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 9: Örnek 1 Özet Tablo.

İlk (X) Döküm Kalitesi:		95156								
İkinci (Y) Döküm Kalitesi:		40355								
Gerçek Veriler						Hesaplanan Veriler				
	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (4 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (6 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)
1. Yol	FA00708105	10000	1500	95156	25.905	1	7300	1500	Uygun kalite yok	18.911
	FA00709101	8000	1500	51354	20.724	2	7300	1500	86266, 95047	18.911
	-	-	-	-	-	3	7300	1500	Uygun kalite yok	18.911
2. Yol	FA00708207	5800	1500	95156	15.025	4	7300	1500	Uygun kalite yok	18.911
	FA00709201	8000	1500	51354	20.724	5	7300	1500	86266, 95047	18.911
	-	-	-	-	-	6	7300	1500	Uygun kalite yok	18.911
					82.378					113.464

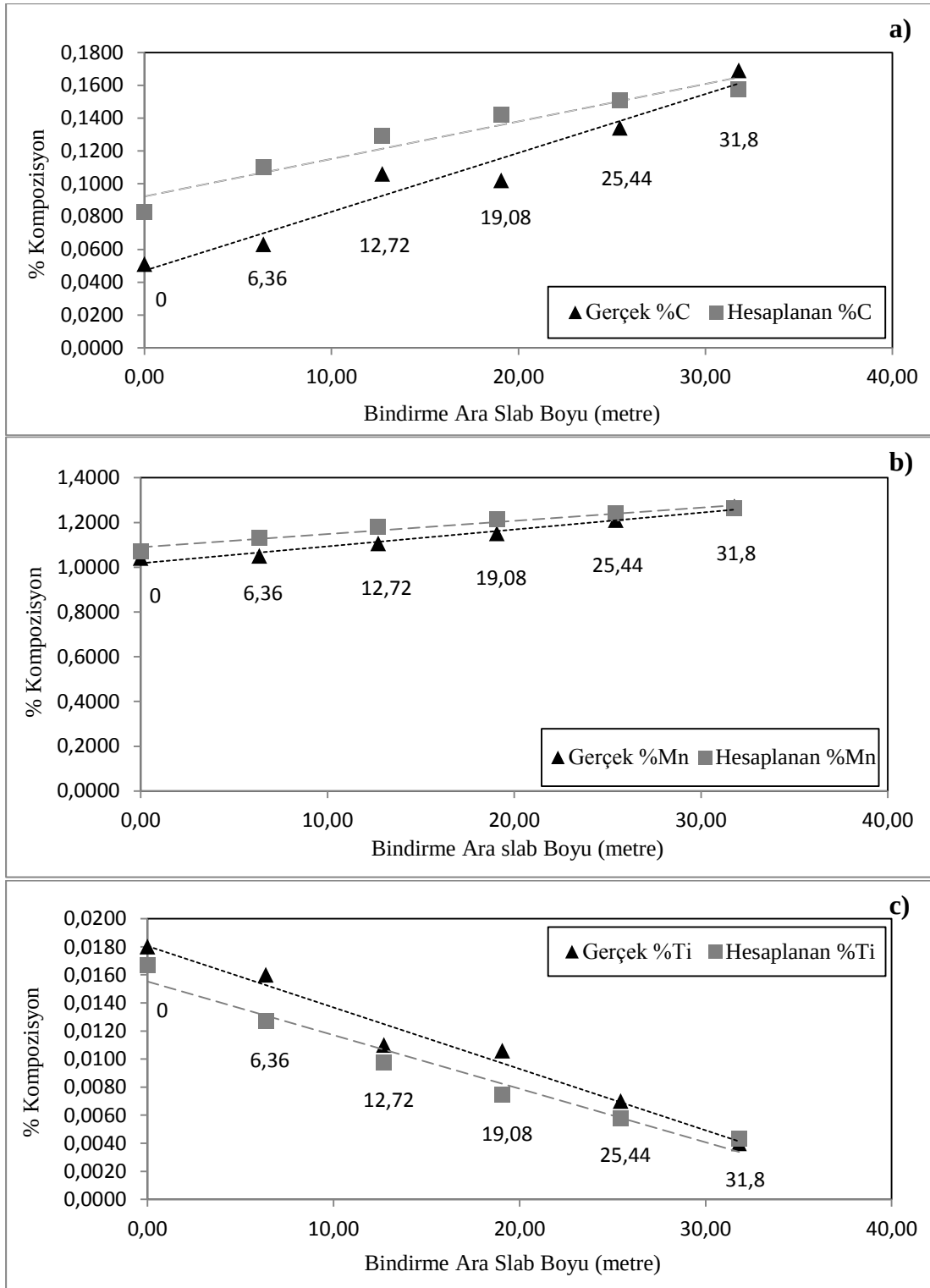
Gerçek sonuçlara göre 1. ve 2. yollardan toplam 82.378 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmıştır. Hesaplanan sonuçlara göre ise her iki yolun toplamında 113.464 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmalıdır. Bu örnekte 31,8 m boyundaki bindirme ara slabın başından sonuna kadar eşit aralıklarla alınan 6 adet analizin kıyaslaması yapılmıştır.

Çizelge 5. 10: Örnek 1 Gerçek Analiz Sonuçları.

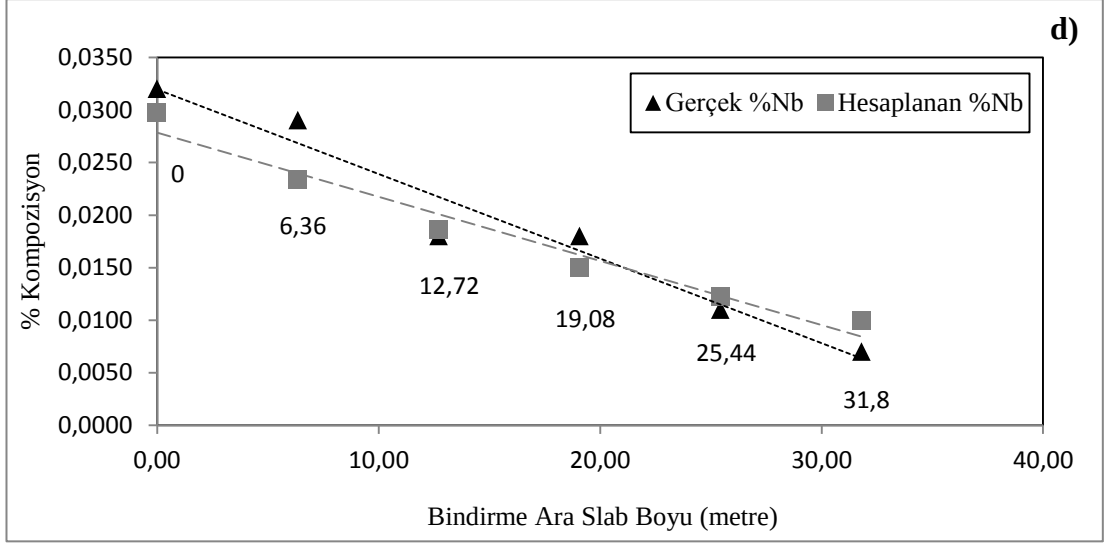
GERÇEK SONUÇLAR																	
1. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,051	1,049	0,262	0,012	0,001	0,002	0,037	0,064	0,164	0,029	0,010	0,002	0,011	0,007	0,000	0,032	0,018
2	0,063	1,077	0,255	0,013	0,003	0,002	0,037	0,064	0,165	0,026	0,010	0,002	0,011	0,006	0,000	0,029	0,016
3	0,106	1,176	0,228	0,013	0,004	0,002	0,037	0,065	0,162	0,026	0,010	0,002	0,011	0,005	0,000	0,018	0,009
4	0,102	1,180	0,234	0,013	0,004	0,002	0,037	0,065	0,158	0,026	0,009	0,002	0,011	0,008	0,000	0,018	0,010
5	0,134	1,250	0,217	0,013	0,004	0,002	0,037	0,065	0,155	0,026	0,009	0,002	0,011	0,007	0,000	0,011	0,006
6	0,169	1,270	0,205	0,014	0,005	0,002	0,036	0,065	0,153	0,026	0,009	0,002	0,011	0,007	0,000	0,007	0,004
2. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,055	1,040	0,259	0,013	0,002	0,002	0,037	0,063	0,167	0,027	0,010	0,002	0,010	0,007	0,000	0,032	0,018
2	0,066	1,050	0,248	0,013	0,002	0,001	0,037	0,064	0,163	0,026	0,009	0,002	0,010	0,004	0,000	0,028	0,016
3	0,095	1,106	0,231	0,013	0,003	0,002	0,037	0,064	0,161	0,025	0,009	0,001	0,010	0,004	0,000	0,021	0,011
4	0,077	1,150	0,236	0,011	0,002	0,002	0,036	0,064	0,156	0,027	0,009	0,002	0,011	0,007	0,000	0,019	0,011
5	0,124	1,210	0,218	0,013	0,004	0,002	0,036	0,064	0,156	0,026	0,009	0,002	0,011	0,007	0,000	0,013	0,007
6	0,144	1,270	0,206	0,013	0,005	0,003	0,036	0,064	0,153	0,026	0,009	0,002	0,011	0,006	0,000	0,007	0,004

Çizelge 5. 11: Örnek 1 Hesaplanan Analiz Sonuçları.

HESAPLANAN SONUÇLAR																		
1.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,083	1,082	0,240	0,010	0,006	0,040	0,040	0,010	0,190	0,036	0,010	0,003	0,016	0,007	0,002	0,029	0,000	0,000
2	0,110	1,157	0,227	0,010	0,006	0,040	0,040	0,009	0,177	0,037	0,010	0,003	0,011	0,007	0,002	0,021	0,000	0,000
3	0,129	1,208	0,219	0,010	0,007	0,040	0,040	0,009	0,169	0,038	0,010	0,003	0,008	0,007	0,002	0,016	0,000	0,000
4	0,142	1,243	0,213	0,010	0,007	0,040	0,040	0,009	0,163	0,039	0,010	0,003	0,006	0,007	0,002	0,012	0,000	0,000
5	0,151	1,268	0,209	0,010	0,007	0,040	0,040	0,008	0,159	0,039	0,010	0,003	0,004	0,007	0,002	0,009	0,000	0,000
6	0,157	1,286	0,206	0,010	0,008	0,040	0,040	0,008	0,156	0,039	0,010	0,003	0,003	0,007	0,002	0,008	0,000	0,000
2.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,079	1,071	0,242	0,010	0,006	0,040	0,040	0,010	0,192	0,036	0,010	0,003	0,017	0,007	0,002	0,030	0,000	0,000
2	0,101	1,132	0,231	0,010	0,006	0,040	0,040	0,009	0,181	0,037	0,010	0,003	0,013	0,007	0,002	0,023	0,000	0,000
3	0,118	1,179	0,224	0,010	0,007	0,040	0,040	0,009	0,174	0,038	0,010	0,003	0,010	0,007	0,002	0,019	0,000	0,000
4	0,131	1,214	0,218	0,010	0,007	0,040	0,040	0,009	0,168	0,038	0,010	0,003	0,007	0,007	0,002	0,015	0,000	0,000
5	0,141	1,240	0,213	0,010	0,007	0,040	0,040	0,009	0,163	0,039	0,010	0,003	0,006	0,007	0,002	0,012	0,000	0,000
6	0,149	1,262	0,210	0,010	0,007	0,040	0,040	0,008	0,160	0,039	0,010	0,003	0,004	0,007	0,002	0,010	0,000	0,000



Şekil 5. 3: Örnek 1 Grafıksel Doğrulama a) 1. Yol Bindirme Ara Slab %C b) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Mn c) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Ti Analiz Karşılaştırması.



Şekil 5. 4: Örnek 1 Grafikselsel Doğrulama d) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Nb Analiz Karşılaştırması.

Şekil 5.3 ve 5.4'deki grafikselsel gösterimde örnek olarak seçilen elementlerden %C, %Mn, %Ti ve %Nb karşılaştırma sonuçlarında değerlerin birbirlerine yakın olduğu görülebilir. Ti ve Nb elementlerinin kimyasal kompozisyon değerinin rakamsal hassasiyeti arttığından sapmalar var gibi görünmektedir. Ancak hassasiyet azaltılırsa sapmaların görüntüsü de iyileşecektir. Ayrıca gerçek analiz sonuçlarında cihazın kalibrasyonundan vs kaynaklı sapmalar olabilmektedir.

Deneyssel ve hesaplanan verilerin Fe elementi hariç toplam kompozisyonları birbirine göre kıyaslanarak % hata değerleri hesaplanmış ve 1. yol için % hata değeri 2,33 çıkarken 2. yol için 3,57 çıkmıştır.

Örnek 2: 40356 ve 51275 döküm kalitelerinin aynı tandište bindirme yapılarak üretilmesinin gerçek ve teorik sonuçları çizelge 5.12, 5.13, 5.14 ve Şekil 5.5’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 12: Örnek 2 Özet Tablo.

İlk (X) Döküm Kalitesi:		40356								
İkinci (Y) Döküm Kalitesi:		51275								
Gerçek Veriler						Hesaplanan Veriler				
	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (4 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (6 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)
1. Yol	FA00690101	10000	1250	51354	21.588	1	7300	1250	51354, 86265	15.759
	FA00689109	7300	1250	51354	15.759	2	7300	1250	51276	15.759
	-	-	-	-	-	3	7300	1250	Uygun kalite yok	15.759
2. Yol	FA00690201	10000	1250	51354	21.588	4	7300	1250	51354, 86265	15.759
	FA00689209	7300	1250	51354	15.759	5	7300	1250	51276	15.759
	-	-	-	-	-	6	7300	1250	Uygun kalite yok	15.759
					74.693					94.553

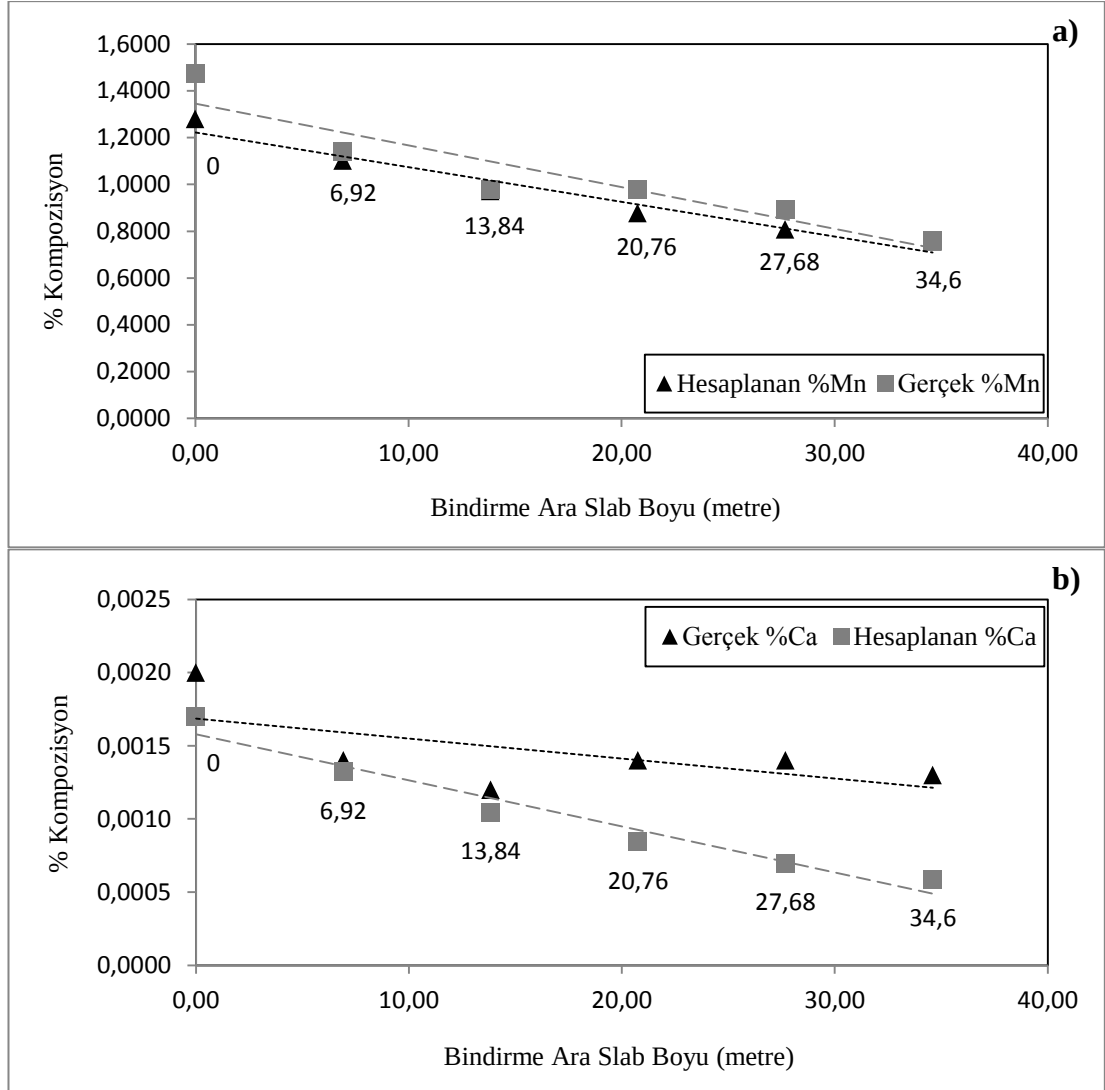
Gerçek sonuçlara göre 1. ve 2. yollardan toplam 74.693 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmıştır. Hesaplanan sonuçlara göre ise her iki yolun toplamında 94.553 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmalıdır. Bu örnekte 34,6 m boyundaki bindirme ara slabın başından sonuna kadar eşit aralıklarla alınan 6 adet analizin kıyaslaması yapılmıştır.

Çizelge 5. 13: Örnek 2 Gerçek Analiz Sonuçları.

GERÇEK SONUÇLAR																	
1. Yol																	
Analiz Sırası (m)	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,151	1,473	0,204	0,016	0,001	0,0018	0,053	0,067	0,172	0,027	0,011	0,023	0,013	0,007	0,000	0,003	0,002
2	0,161	1,140	0,154	0,014	0,005	0,0016	0,059	0,068	0,170	0,027	0,012	0,015	0,014	0,010	0,001	0,003	0,002
3	0,159	0,980	0,129	0,013	0,009	0,0015	0,061	0,070	0,169	0,027	0,012	0,011	0,014	0,008	0,002	0,003	0,001
4	0,159	0,980	0,130	0,013	0,007	0,0018	0,061	0,069	0,167	0,027	0,011	0,011	0,014	0,008	0,002	0,003	0,001
5	0,167	0,890	0,116	0,012	0,007	0,0013	0,062	0,069	0,162	0,028	0,012	0,008	0,014	0,008	0,002	0,003	0,001
6	0,163	0,760	0,097	0,013	0,012	0,0028	0,064	0,071	0,167	0,027	0,011	0,005	0,015	0,008	0,002	0,003	0,001
2. Yol																	
Analiz Sırası (m)	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,159	1,460	0,205	0,016	0,001	0,002	0,053	0,067	0,171	0,026	0,011	0,023	0,013	0,009	0,000	0,003	0,002
2	0,163	1,290	0,179	0,045	0,003	0,001	0,056	0,068	0,172	0,025	0,011	0,019	0,013	0,007	0,000	0,003	0,001
3	0,162	1,050	0,142	0,014	0,006	0,001	0,060	0,069	0,169	0,026	0,011	0,013	0,014	0,008	0,001	0,003	0,001
4	0,156	1,060	0,138	0,014	0,006	0,001	0,060	0,070	0,170	0,026	0,012	0,013	0,014	0,009	0,001	0,002	0,001
5	0,166	0,940	0,119	0,013	0,009	0,001	0,062	0,071	0,170	0,027	0,011	0,009	0,015	0,008	0,002	0,003	0,001
6	0,174	0,790	0,101	0,015	0,012	0,001	0,064	0,071	0,166	0,026	0,011	0,006	0,015	0,008	0,002	0,003	0,001

Çizelge 5. 14: Örnek 2 Hesaplanan Analiz Sonuçları.

HESAPLANAN SONUÇLAR																		
1.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,168	1,280	0,196	0,015	0,009	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,021	0,001	0,007	0,002	0,004	0,000	0,000
2	0,166	1,101	0,192	0,015	0,011	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,016	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,000
3	0,164	0,971	0,189	0,015	0,012	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,013	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,000
4	0,163	0,876	0,186	0,015	0,013	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,010	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,000
5	0,162	0,807	0,185	0,015	0,013	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,008	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,000
6	0,162	0,756	0,183	0,015	0,014	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,007	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,000
2.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,168	1,280	0,196	0,015	0,009	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,021	0,001	0,007	0,002	0,004	0,000	0,000
2	0,166	1,101	0,192	0,015	0,011	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,016	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,000
3	0,164	0,971	0,189	0,015	0,012	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,013	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,000
4	0,163	0,876	0,186	0,015	0,013	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,010	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,000
5	0,162	0,807	0,185	0,015	0,013	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,008	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,000
6	0,162	0,756	0,183	0,015	0,014	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,007	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,000



Şekil 5. 5: Örnek 2 Grafıksel Doğrulama a) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Mn b) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Ca Analiz Karşılaştırması.

Şekil 5.5’deki grafıksel gösterimde örnek olarak seçilen elementlerden %Mn karşılaştırmasının sonucunda değerlerin birbirlerine oldukça yakın olduğu görülebilir. %Ca karşılaştırmasında ise 3. analiz’in yani bindirme ara slabının 13,84 m hizasında değerler birbirine oldukça yakınken bundan sonra bir miktar sapma gözlenmiştir. Burada kimyasal kompozisyon değerinin rakamsal hassasiyeti arttığından sapma fazla gibi görünmektedir. Ayrıca gerçek analiz sonuçlarında cihazın kalibrasyonundan vs kaynaklı sapmalar olabilmektedir.

Deneysel ve hesaplanan verilerin Fe elementi hariç toplam kompozisyonları birbirine göre kıyaslanarak % hata değerleri hesaplanmış ve 1. yol için % hata değeri 1,30 çıkarken 2. yol için 5,63 çıkmıştır.

Örnek 3: 54355 ve 40354 döküm kalitelerinin aynı tandište bindirme yapılarak üretilmesinin gerçek ve hesaplanan sonuçları Çizelge 5.15, 5.16, 5.17 ve Şekil 5.6, 5.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 15: Örnek 3 Özet Tablo.

İlk (X) Döküm Kalitesi:		54355								
İkinci (Y) Döküm Kalitesi:		40354								
Gerçek Veriler						Hesaplanan Veriler				
	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (4 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (4 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)
1. Yol	FA00885106	10000	1400	51355	24.178	1	5800	1400	Uygun kalite yok	14.023
	FA00886101	10000	1400	51354	24.178	2	5800	1400	Uygun kalite yok	14.023
2. Yol	FA00885206	10000	1400	51355	24.178	3	5800	1400	Uygun kalite yok	14.023
	FA00886201	8000	1400	51354	19.342	4	5800	1400	Uygun kalite yok	14.023
					91.876					56.093

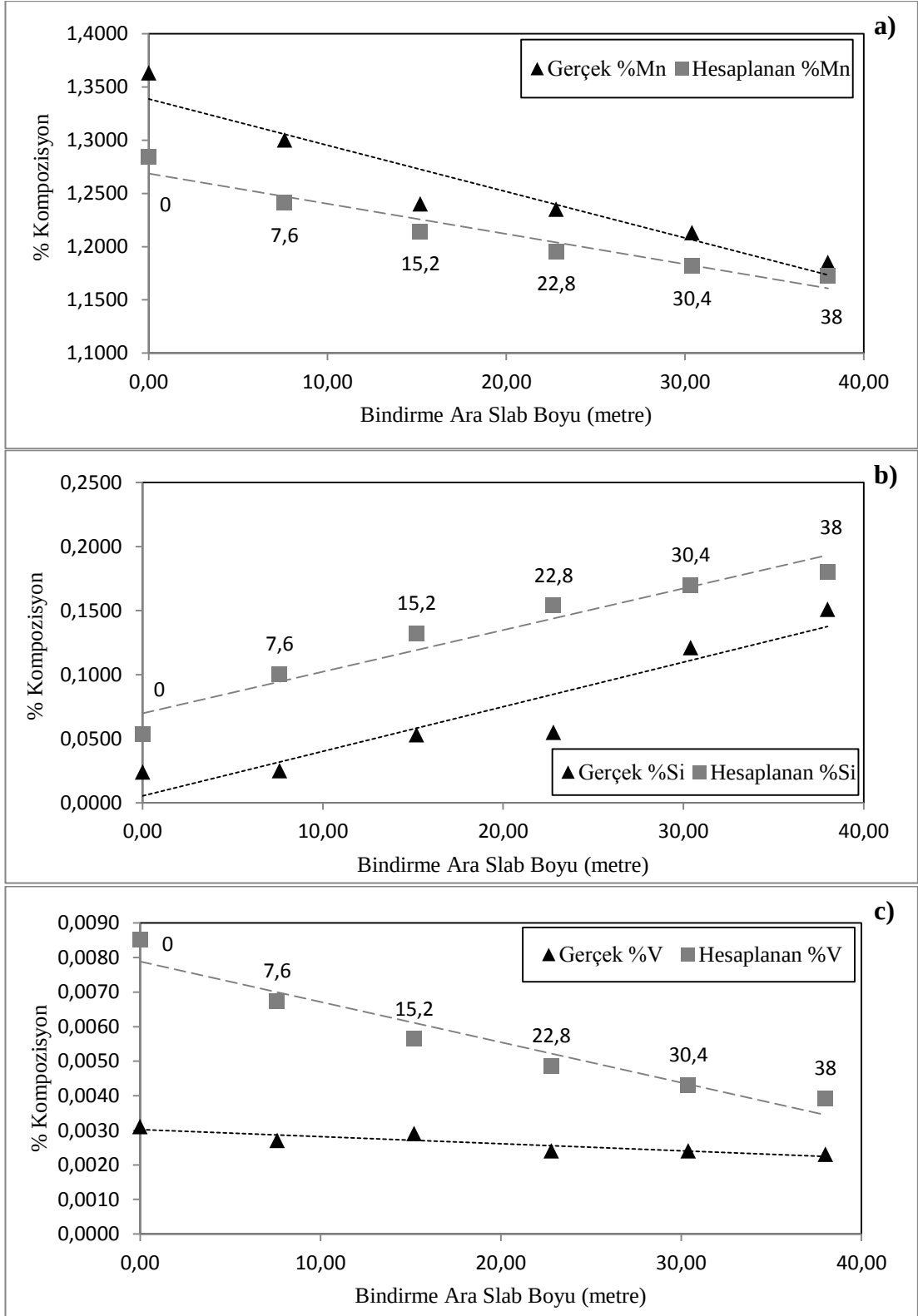
Gerçek sonuçlara göre 1. ve 2. yollardan toplam 91.876 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmıştır. Hesaplanan sonuçlara göre ise her iki yolun toplamında 56.093 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmalıdır. Bu örnekte 38 m boyundaki bindirme ara slabın başından sonuna kadar eşit aralıklarla alınan 6 adet analizin kıyaslaması yapılmıştır.

Çizelge 5. 16: Örnek 3 Gerçek Analiz Sonuçları.

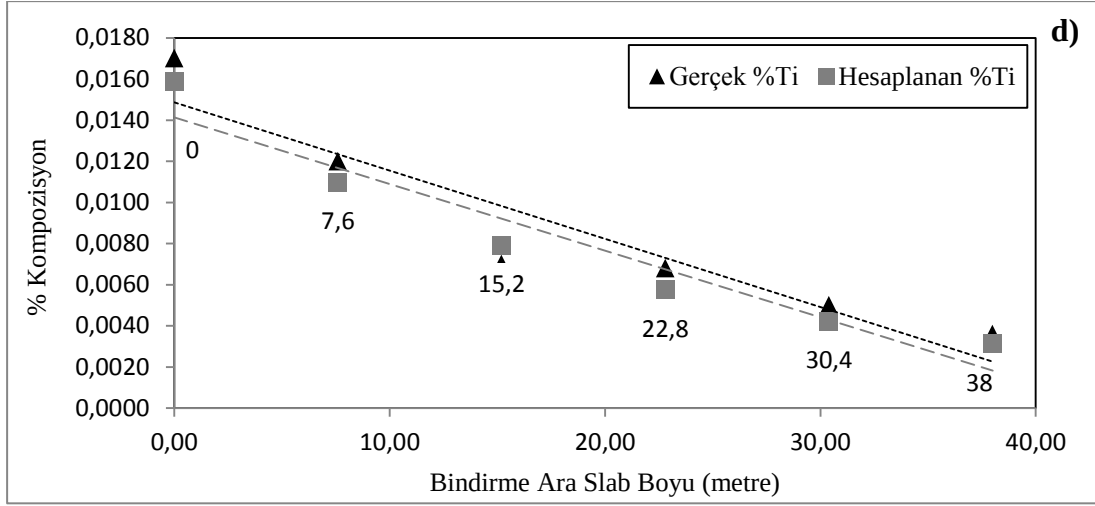
GERÇEK SONUÇLAR																	
1. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,173	1,350	0,024	0,007	0,004	0,003	0,046	0,055	0,132	0,030	0,010	0,003	0,011	0,009	0,000	0,003	0,014
2	0,173	1,360	0,025	0,007	0,004	0,003	0,046	0,056	0,131	0,030	0,010	0,003	0,011	0,008	0,000	0,003	0,017
3	0,185	1,320	0,053	0,009	0,005	0,003	0,048	0,056	0,131	0,028	0,010	0,003	0,010	0,008	0,000	0,004	0,013
4	0,184	1,330	0,055	0,009	0,004	0,003	0,047	0,057	0,127	0,027	0,009	0,003	0,010	0,009	0,000	0,003	0,014
5	0,181	1,260	0,121	0,014	0,005	0,003	0,050	0,060	0,125	0,026	0,008	0,003	0,010	0,010	0,000	0,003	0,008
6	0,166	1,205	0,151	0,014	0,003	0,003	0,050	0,058	0,120	0,026	0,009	0,003	0,009	0,007	0,000	0,003	0,005
2. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,180	1,363	0,027	0,007	0,004	0,003	0,046	0,056	0,132	0,029	0,010	0,003	0,010	0,013	0,000	0,004	0,017
2	0,189	1,300	0,079	0,011	0,005	0,003	0,049	0,057	0,126	0,027	0,009	0,003	0,010	0,007	0,000	0,003	0,012
3	0,177	1,240	0,133	0,015	0,004	0,003	0,051	0,059	0,127	0,027	0,009	0,003	0,010	0,008	0,000	0,004	0,007
4	0,189	1,235	0,125	0,013	0,004	0,003	0,050	0,058	0,126	0,026	0,010	0,002	0,009	0,008	0,000	0,003	0,007
5	0,177	1,213	0,151	0,016	0,003	0,002	0,050	0,059	0,125	0,026	0,009	0,002	0,009	0,008	0,000	0,003	0,005
6	0,185	1,185	0,164	0,016	0,003	0,003	0,050	0,059	0,122	0,025	0,009	0,002	0,009	0,008	0,000	0,003	0,004

Çizelge 5. 17: Örnek 3 Hesaplanan Analiz Sonuçları.

HESAPLANAN SONUÇLAR																		
1.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,170	1,288	0,053	0,014	0,008	0,040	0,040	0,010	0,150	0,040	0,010	0,009	0,016	0,007	0,003	0,004	0,002	0,000
2	0,170	1,244	0,100	0,013	0,008	0,040	0,040	0,009	0,150	0,040	0,010	0,007	0,011	0,007	0,003	0,004	0,002	0,000
3	0,170	1,214	0,132	0,012	0,008	0,040	0,040	0,009	0,150	0,040	0,010	0,006	0,008	0,007	0,003	0,004	0,002	0,000
4	0,170	1,194	0,154	0,011	0,008	0,040	0,040	0,009	0,150	0,040	0,010	0,005	0,006	0,007	0,002	0,004	0,002	0,000
5	0,170	1,179	0,170	0,011	0,008	0,040	0,040	0,008	0,150	0,040	0,010	0,004	0,004	0,007	0,002	0,004	0,002	0,000
6	0,170	1,169	0,180	0,011	0,008	0,040	0,040	0,008	0,150	0,040	0,010	0,004	0,003	0,007	0,002	0,004	0,002	0,000
2.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,170	1,284	0,058	0,014	0,008	0,040	0,040	0,010	0,150	0,040	0,010	0,009	0,016	0,007	0,003	0,004	0,002	0,000
2	0,170	1,241	0,104	0,013	0,008	0,040	0,040	0,009	0,150	0,040	0,010	0,007	0,011	0,007	0,003	0,004	0,002	0,000
3	0,170	1,214	0,132	0,012	0,008	0,040	0,040	0,009	0,150	0,040	0,010	0,006	0,008	0,007	0,003	0,004	0,002	0,000
4	0,170	1,195	0,152	0,011	0,008	0,040	0,040	0,009	0,150	0,040	0,010	0,005	0,006	0,007	0,002	0,004	0,002	0,000
5	0,170	1,182	0,166	0,011	0,008	0,040	0,040	0,008	0,150	0,040	0,010	0,004	0,004	0,007	0,002	0,004	0,002	0,000
6	0,170	1,172	0,176	0,011	0,008	0,040	0,040	0,008	0,150	0,040	0,010	0,004	0,003	0,007	0,002	0,004	0,002	0,000



Şekil 5. 6: Örnek 3 Grafiksel Doğrulama a) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Mn b) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Si c) 2. Yol Bindirme Ara Slab %V Analiz Karşılaştırması.



Şekil 5. 7: Örnek 3 Grafikselsel Doğrulama d) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Ti Analiz Karşılaştırması.

Şekil 5.6 ve 5.7'deki grafikselsel gösterimde örnek olarak seçilen elementlerden %Si, %Mn, %V ve %Ti karşılaştırma sonuçlarında değerlerin birbirlerine yakın olduğu görülebilir. Özellikle V elementinin kimyasal kompozisyon değerinin rakamsal hassasiyeti fazla olduğundan sapma fazla gibi görünmektedir ve 4. analizde yani bindirme ara slabının 22,8 m boyunda kimyasal kompozisyonların birbirine yaklaştığı görülebilir. Ayrıca ilgili gerçek sonuçta kullanılan döküme V ilavesinde sorun olmuş olabilir, ya da analiz cihazının kalibrasyonunun o hassasiyette sorunu olabilir.

Deneyssel ve hesaplanan verilerin Fe elementi hariç toplam kompozisyonları birbirine göre kıyaslanarak % hata değerleri hesaplanmış ve 1. yol için % hata değeri 1,13 çıkarken 2. yol için 1,01 çıkmıştır.

Örnek 4: 54235 ve 40274 döküm kalitelerinin aynı tandište bindirme yapılarak üretilmesinin gerçek ve hesaplanan sonuçları Çizelge 5.18, 5.19, 5.20 ve Şekil 5.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 18: Örnek 4 Özet Tablo.

İlk (X) Döküm Kalitesi:		54235								
İkinci (Y) Döküm Kalitesi:		40274								
Gerçek Veriler						Hesaplanan Veriler				
	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (4 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (6 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)
1. Yol	FA0987106	9000	1250	54236	19.429	1	7300	1250	Uygun kalite yok	15.759
	FA0988101	9000	1250	54236	19.429	2	7300	1250	Uygun kalite yok	15.759
	-	-	-	-	-	3	7300	1250	Uygun kalite yok	15.759
2. Yol	FA0987207	9000	1250	54236	19.429	4	7300	1250	Uygun kalite yok	15.759
	FA0988201	9000	1250	54236	19.429	5	7300	1250	Uygun kalite yok	15.759
	-	-	-	-	-	6	7300	1250	Uygun kalite yok	15.759
					77.715					94.553

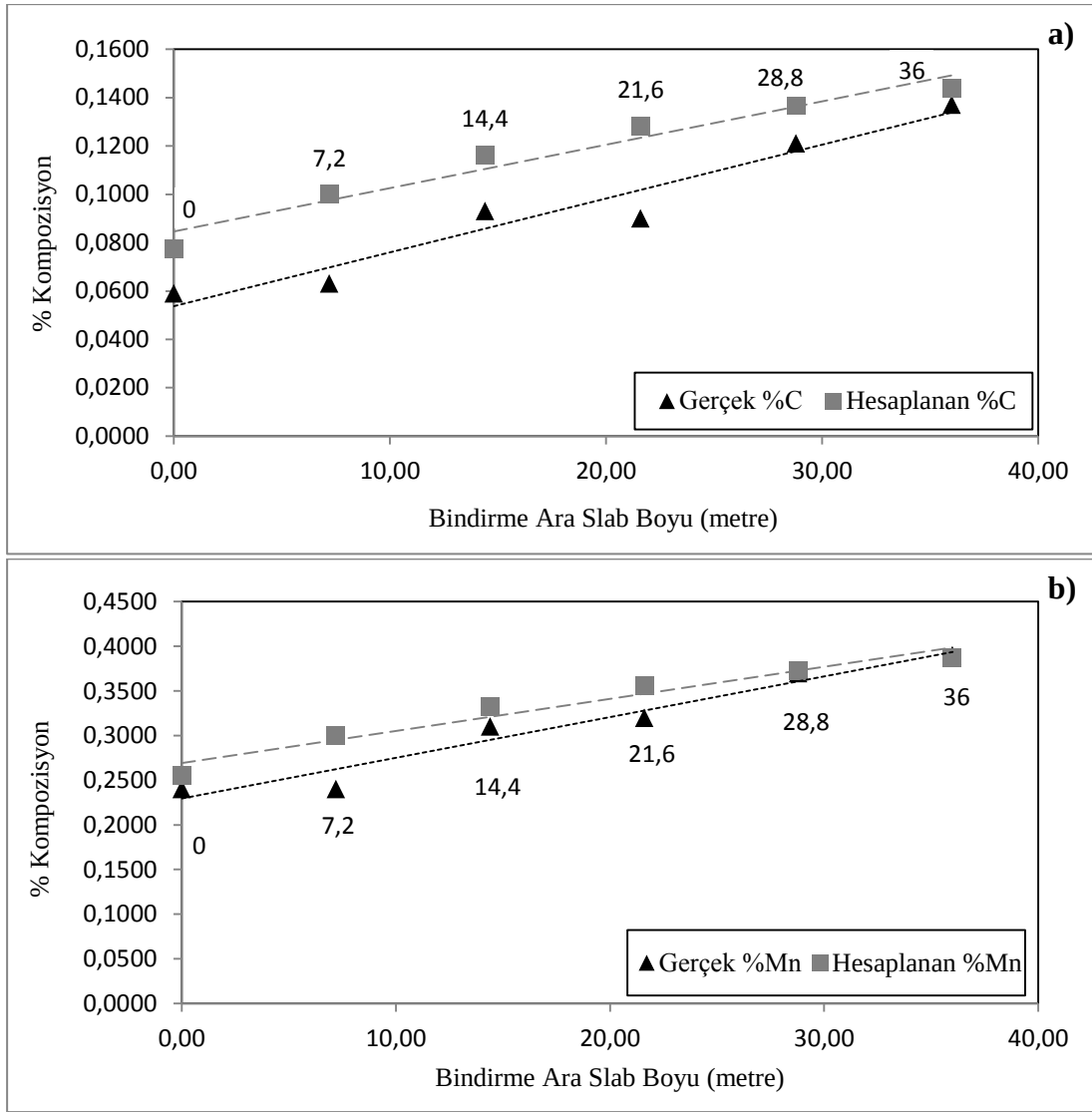
Gerçek sonuçlara göre 1. ve 2. yollardan toplam 77.715 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmıştır. Hesaplanan sonuçlara göre ise her iki yolun toplamında 94.553 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmalıdır. Bu örnekte 36 m boyundaki bindirme ara slabın başından sonuna kadar eşit aralıklarla alınan 6 adet analizin kıyaslaması yapılmıştır.

Çizelge 5. 19: Örnek 4 Gerçek Analiz Sonuçları.

GERÇEK SONUÇLAR																	
1. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,059	0,240	0,016	0,008	0,006	0,002	0,050	0,075	0,210	0,025	0,016	0,001	0,013	0,008	0,000	0,003	0,001
2	0,063	0,240	0,015	0,008	0,006	0,002	0,049	0,075	0,210	0,023	0,017	0,001	0,013	0,005	0,000	0,002	0,001
3	0,093	0,310	0,021	0,008	0,006	0,002	0,052	0,069	0,180	0,022	0,014	0,001	0,012	0,005	0,000	0,003	0,001
4	0,090	0,320	0,022	0,008	0,007	0,002	0,052	0,069	0,180	0,022	0,015	0,001	0,011	0,005	0,000	0,003	0,001
5	0,121	0,370	0,025	0,008	0,008	0,002	0,053	0,065	0,170	0,021	0,013	0,001	0,011	0,005	0,000	0,003	0,001
6	0,137	0,390	0,027	0,008	0,007	0,002	0,052	0,063	0,150	0,020	0,012	0,001	0,011	0,006	0,000	0,003	0,001
2. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,042	0,240	0,015	0,008	0,005	0,002	0,050	0,074	0,210	0,020	0,017	0,001	0,013	0,006	0,000	0,003	0,001
2	0,047	0,240	0,018	0,008	0,006	0,002	0,050	0,075	0,210	0,022	0,017	0,001	0,013	0,004	0,000	0,003	0,001
3	0,094	0,300	0,023	0,008	0,008	0,002	0,053	0,069	0,180	0,021	0,014	0,001	0,011	0,007	0,000	0,003	0,001
4	0,095	0,320	0,021	0,008	0,008	0,002	0,053	0,069	0,185	0,022	0,014	0,001	0,012	0,009	0,000	0,003	0,001
5	0,109	0,360	0,025	0,008	0,007	0,002	0,053	0,065	0,164	0,021	0,012	0,002	0,011	0,007	0,000	0,003	0,001
6	0,137	0,390	0,028	0,008	0,007	0,002	0,052	0,062	0,156	0,019	0,011	0,002	0,010	0,007	0,000	0,003	0,001

Çizelge 5. 20: Örnek 4 Hesaplanan Analiz Sonuçları.

HESAPLANAN SONUÇLAR																		
1.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,078	0,255	0,020	0,015	0,009	0,040	0,040	0,010	0,191	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,001	0,004	0,002	0,000
2	0,100	0,300	0,020	0,015	0,008	0,040	0,040	0,010	0,180	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,002	0,004	0,001	0,000
3	0,116	0,332	0,020	0,015	0,007	0,040	0,040	0,010	0,172	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,002	0,004	0,001	0,000
4	0,128	0,356	0,020	0,015	0,007	0,040	0,040	0,010	0,166	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,003	0,004	0,001	0,000
5	0,137	0,373	0,020	0,015	0,006	0,040	0,040	0,010	0,162	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,003	0,004	0,001	0,000
6	0,144	0,387	0,020	0,015	0,006	0,040	0,040	0,010	0,158	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,003	0,004	0,000	0,000
2.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,078	0,255	0,020	0,015	0,009	0,040	0,040	0,010	0,191	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,001	0,004	0,002	0,000
2	0,100	0,300	0,020	0,015	0,008	0,040	0,040	0,010	0,180	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,002	0,004	0,001	0,000
3	0,116	0,332	0,020	0,015	0,007	0,040	0,040	0,010	0,172	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,002	0,004	0,001	0,000
4	0,128	0,356	0,020	0,015	0,007	0,040	0,040	0,010	0,166	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,003	0,004	0,001	0,000
5	0,137	0,373	0,020	0,015	0,006	0,040	0,040	0,010	0,162	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,003	0,004	0,001	0,000
6	0,144	0,387	0,020	0,015	0,006	0,040	0,040	0,010	0,158	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,003	0,004	0,000	0,000



Şekil 5. 8: Örnek 4 Grafiksel Doğrulama a) 1. Yol Bindirme Ara Slab %C b) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Mn Analiz Karşılaştırması.

Şekil 5.8'deki grafiksel gösterimde örnek olarak seçilen elementlerden %C, %Mn karşılaştırma sonuçlarında değerlerin birbirlerine oldukça yakın olduğu görülmektedir.

DeneySEL ve hesaplanan verilerin Fe elementi hariç toplam kompozisyonları birbirine göre kıyaslanarak % hata değerleri hesaplanmış ve 1. yol için % hata değeri 2,06 çıkarken 2. yol için 3,11 çıkmıştır.

Örnek 5: 95255 ve 40355 döküm kalitelerinin aynı tandište bindirme yapılarak üretilmesinin gerçek ve hesaplanan sonuçları Çizelge 5.21, 5.22, 5.23 ve Şekil 5.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 5. 21: Örnek 5 Özet Tablo.

İlk (X) Döküm Kalitesi:		95255								
İkinci (Y) Döküm Kalitesi:		40355								
Gerçek Veriler						Hesaplanan Veriler				
	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (4 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (4 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)
1. Yol	FA01083106	11800	1150	40356	23.435	1	7300	1150	Uygun kalite yok	14.498
	FA01085101	11800	1150	40356	23.435	2	7300	1150	86295	14.498
2. Yol	FA01083206	11800	1150	40356	23.435	3	7300	1150	Uygun kalite yok	14.498
	FA01085201	11800	1150	40356	23.435	4	7300	1150	86295	14.498
					93.742					57.993

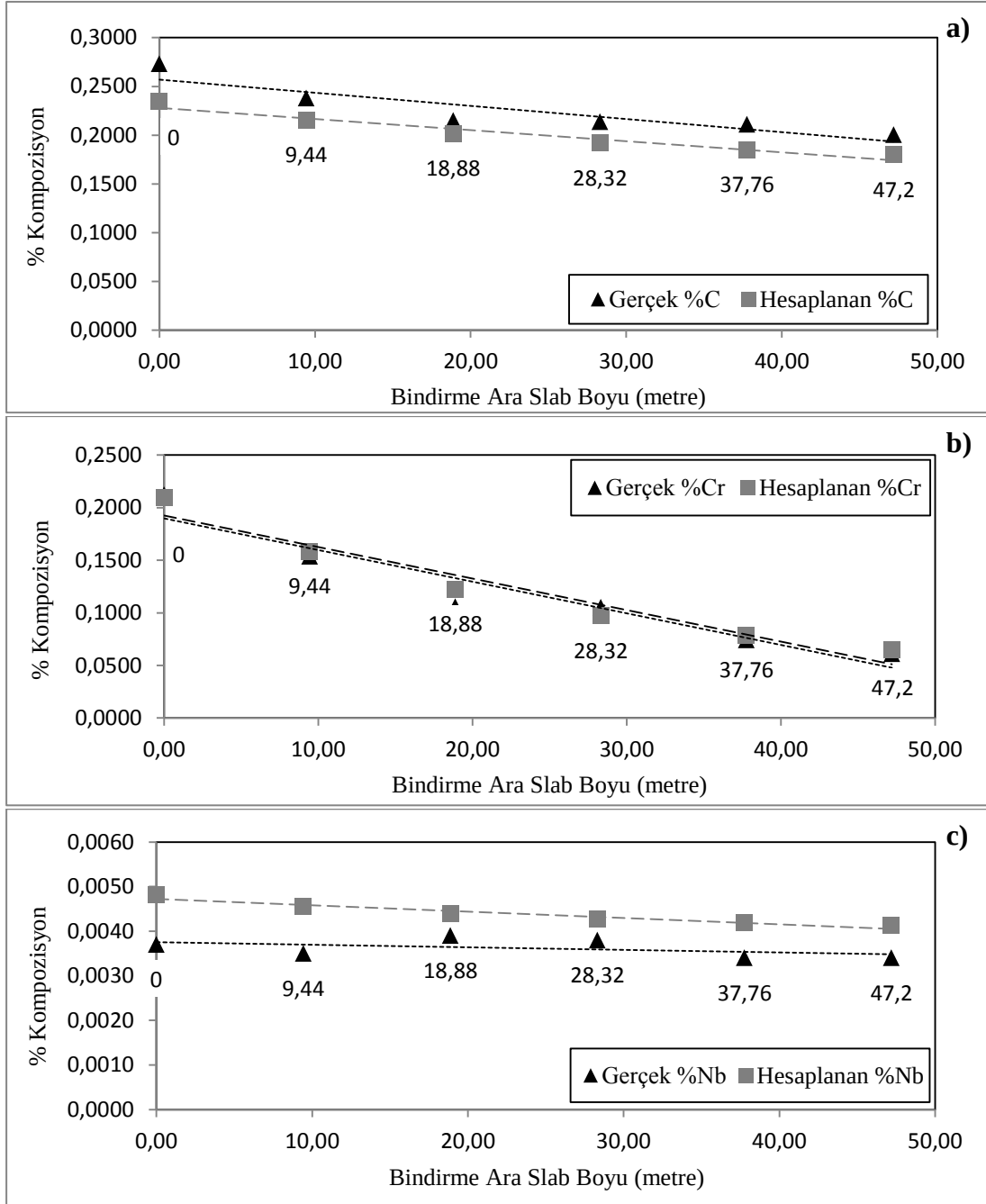
Gerçek sonuçlara göre 1. ve 2. yollardan toplam 93.742 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmıştır. Hesaplanan sonuçlara göre ise her iki yolun toplamında 57.993 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmalıdır. Bu örnekte 47,2 m boyundaki bindirme ara slabın başından sonuna kadar eşit aralıklarla alınan 6 adet analizin kıyaslaması yapılmıştır.

Çizelge 5. 22: Örnek 5 Gerçek Analiz Sonuçları.

GERÇEK SONUÇLAR																	
1. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,273	1,334	0,216	0,019	0,002	0,003	0,212	0,050	0,116	0,030	0,009	0,003	0,010	0,010	0,000	0,004	0,002
2	0,238	1,309	0,203	0,020	0,003	0,003	0,154	0,048	0,114	0,027	0,009	0,003	0,009	0,008	0,000	0,003	0,002
3	0,215	1,299	0,200	0,019	0,003	0,003	0,106	0,047	0,111	0,027	0,009	0,002	0,009	0,007	0,000	0,003	0,002
4	0,214	1,324	0,207	0,019	0,003	0,003	0,105	0,044	0,107	0,028	0,009	0,003	0,009	0,010	0,000	0,003	0,002
5	0,211	1,308	0,208	0,017	0,003	0,003	0,074	0,043	0,102	0,027	0,008	0,003	0,008	0,012	0,000	0,003	0,002
6	0,200	1,294	0,199	0,017	0,004	0,003	0,061	0,042	0,103	0,027	0,008	0,003	0,008	0,009	0,000	0,003	0,002
2. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,263	1,330	0,221	0,020	0,002	0,003	0,214	0,050	0,116	0,030	0,009	0,003	0,010	0,010	0,000	0,004	0,002
2	0,226	1,328	0,211	0,018	0,003	0,003	0,137	0,046	0,109	0,029	0,008	0,003	0,009	0,008	0,000	0,004	0,002
3	0,210	1,332	0,206	0,019	0,003	0,003	0,098	0,045	0,106	0,029	0,008	0,003	0,009	0,010	0,000	0,004	0,002
4	0,211	1,306	0,199	0,018	0,003	0,002	0,097	0,044	0,109	0,028	0,009	0,003	0,008	0,007	0,000	0,004	0,002
5	0,215	1,289	0,196	0,017	0,003	0,003	0,058	0,043	0,106	0,027	0,009	0,002	0,008	0,100	0,000	0,003	0,002
6	0,194	1,237	0,189	0,015	0,003	0,003	0,068	0,042	0,103	0,026	0,008	0,002	0,008	0,008	0,000	0,003	0,002

Çizelge 5. 23: Örnek 5 Hesaplanan Analiz Sonuçları.

HESAPLANAN SONUÇLAR																		
1.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,235	1,304	0,200	0,010	0,004	0,210	0,040	0,010	0,110	0,036	0,010	0,003	0,007	0,007	0,002	0,005	0,000	0,000
2	0,215	1,309	0,200	0,010	0,005	0,158	0,040	0,009	0,122	0,037	0,010	0,003	0,005	0,007	0,002	0,005	0,000	0,000
3	0,201	1,312	0,200	0,010	0,006	0,122	0,040	0,009	0,130	0,038	0,010	0,003	0,004	0,007	0,002	0,004	0,000	0,000
4	0,192	1,315	0,200	0,010	0,007	0,097	0,040	0,009	0,136	0,039	0,010	0,003	0,003	0,007	0,002	0,004	0,000	0,000
5	0,185	1,316	0,200	0,010	0,007	0,079	0,040	0,008	0,141	0,039	0,010	0,003	0,002	0,007	0,002	0,004	0,000	0,000
6	0,179	1,318	0,200	0,010	0,007	0,065	0,040	0,008	0,144	0,039	0,010	0,003	0,002	0,007	0,002	0,004	0,000	0,000
2.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,235	1,304	0,200	0,010	0,004	0,210	0,040	0,010	0,110	0,036	0,010	0,003	0,007	0,007	0,002	0,005	0,000	0,000
2	0,215	1,309	0,200	0,010	0,005	0,158	0,040	0,009	0,122	0,037	0,010	0,003	0,005	0,007	0,002	0,005	0,000	0,000
3	0,201	1,312	0,200	0,010	0,006	0,122	0,040	0,009	0,130	0,038	0,010	0,003	0,004	0,007	0,002	0,004	0,000	0,000
4	0,192	1,315	0,200	0,010	0,007	0,097	0,040	0,009	0,136	0,039	0,010	0,003	0,003	0,007	0,002	0,004	0,000	0,000
5	0,185	1,316	0,200	0,010	0,007	0,079	0,040	0,008	0,141	0,039	0,010	0,003	0,002	0,007	0,002	0,004	0,000	0,000
6	0,179	1,318	0,200	0,010	0,007	0,065	0,040	0,008	0,144	0,039	0,010	0,003	0,002	0,007	0,002	0,004	0,000	0,000



Şekil 5. 9: Örnek 5 Grafıksel Doğrulama a) 1. Yol Bindirme Ara Slab %C b) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Cr c) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Nb Analiz Karşılaştırması.

Şekil 5.7’deki grafıksel gösterimde örnek olarak seçilen elementlerden %C, %Cr ve %Nb karşılaştırmada sonuçlarında değerlerin birbirlerine yakın olduğu görülebılır.

Deneyssel ve hesaplanan verilerin Fe elementi hariç toplam kompozisyonları birbirine göre kıyaslanarak % hata değeri hesaplanmış ve 1. yol için % hata değeri 0,08 çıkarken 2. yol için 0,30 çıkmıştır.

Örnek 6: 40355 ve 54275 döküm kalitelerinin aynı tandište bindirme yapılarak üretilmesinin gerçek ve hesaplanan sonuçları Çizelge 5.24, 5.25, 5.26 ve Şekil 5.10’da gösterilmiştir.

Çizelge 5. 24: Örnek 6 Özet Tablo.

İlk (X) Döküm Kalitesi:		40355								
İkinci (Y) Döküm Kalitesi:		54275								
Gerçek Veriler						Hesaplanan Veriler				
	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (4 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (10 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)
1. Yol	FA01085105	11800	1200	51354	24.454	1	1200	5800	40354, 54235, 86265, 95046, 95047	12.020
	FA01086101	11800	1200	51276	24.454	2	1200	5800	Uygun kalite yok	12.020
	-	-	-	-	-	3	1200	5800	Uygun kalite yok	12.020
	-	-	-	-	-	4	1200	5800	Uygun kalite yok	12.020
	-	-	-	-	-	5	1200	5800	Uygun kalite yok	12.020
2. Yol	FA01085206	11800	1200	51354	24.454	6	1200	5800	40354, 54235, 86265, 95046, 95047	12.020
	FA01086201	11800	1200	51276	24.454	7	1200	5800	Uygun kalite yok	12.020
	-	-	-	-	-	8	1200	5800	Uygun kalite yok	12.020
	-	-	-	-	-	9	1200	5800	Uygun kalite yok	12.020
	-	-	-	-	-	10	1200	5800	Uygun kalite yok	12.020
					97.817					120.199

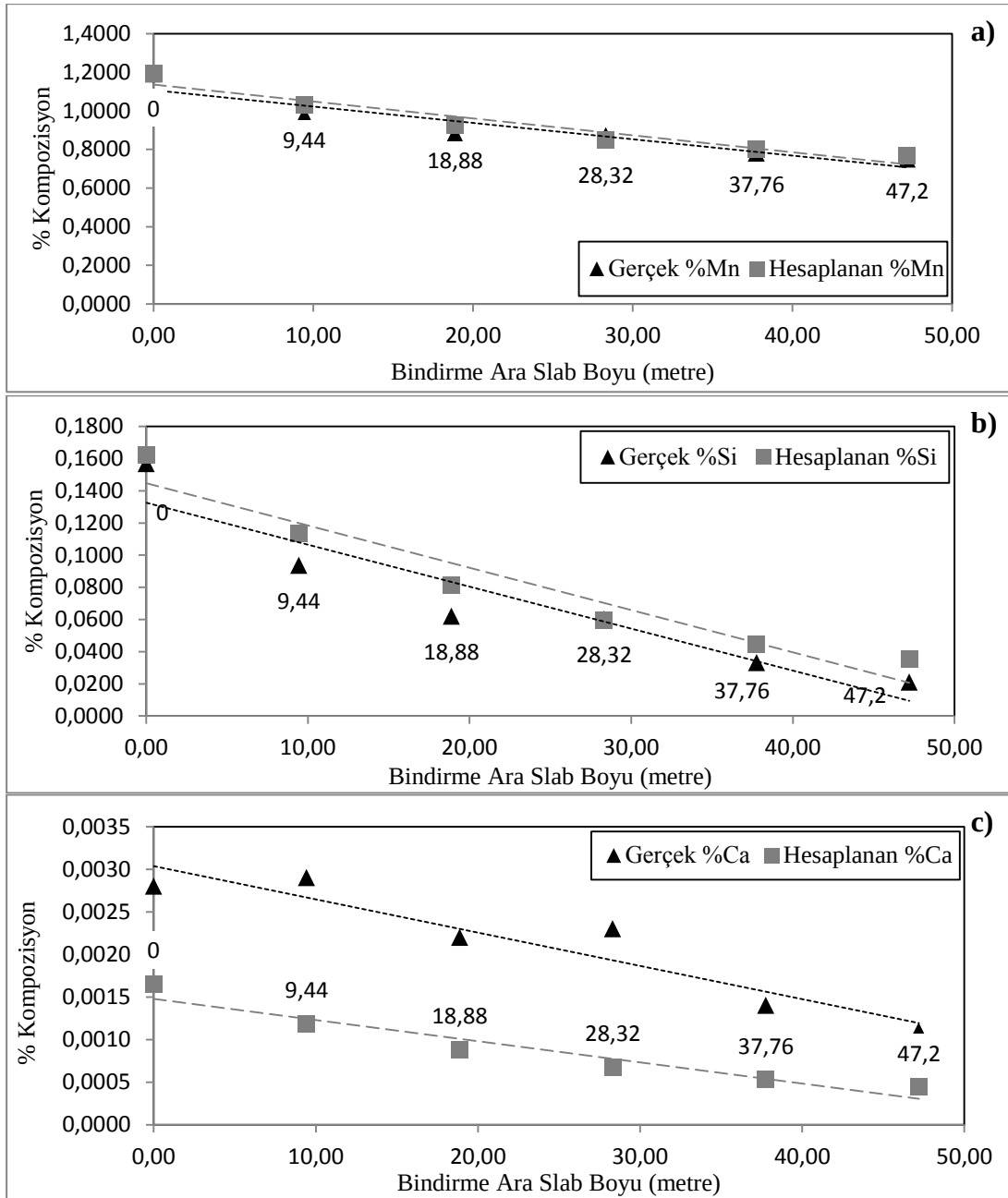
Gerçek sonuçlara göre 1. ve 2. yollardan toplam 97.817 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmıştır. Hesaplanan sonuçlara göre ise her iki yolun toplamında 120.199 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmalıdır. Bu örnekte 47,2 m boyundaki bindirme ara slabın başından sonuna kadar eşit aralıklarla alınan 6 adet analizin kıyaslaması yapılmıştır.

Çizelge 5. 25: Örnek 6 Gerçek Analiz Sonuçları.

GERÇEK SONUÇLAR																	
1. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,171	1,313	0,199	0,017	0,003	0,003	0,043	0,041	0,101	0,029	0,009	0,003	0,008	0,009	0,000	0,003	0,002
2	0,179	1,295	0,196	0,017	0,003	0,003	0,043	0,041	0,101	0,028	0,009	0,002	0,007	0,007	0,000	0,003	0,002
3	0,180	1,156	0,152	0,017	0,007	0,002	0,054	0,046	0,111	0,027	0,008	0,002	0,010	0,010	0,000	0,003	0,002
4	0,184	1,167	0,152	0,018	0,009	0,002	0,054	0,046	0,116	0,026	0,008	0,003	0,003	0,012	0,000	0,003	0,002
5	0,177	1,005	0,099	0,016	0,012	0,001	0,065	0,050	0,128	0,026	0,009	0,002	0,002	0,009	0,000	0,002	0,001
6	0,166	0,877	0,061	0,015	0,014	0,001	0,071	0,054	0,137	0,024	0,009	0,002	0,014	0,009	0,000	0,002	0,001
2. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,195	1,190	0,157	0,018	0,007	0,002	0,052	0,045	0,112	0,027	0,009	0,002	0,010	0,008	0,000	0,003	0,002
2	0,173	0,977	0,094	0,016	0,012	0,002	0,065	0,050	0,124	0,026	0,009	0,002	0,013	0,009	0,000	0,003	0,001
3	0,174	0,879	0,062	0,016	0,015	0,001	0,072	0,054	0,133	0,026	0,009	0,002	0,014	0,010	0,000	0,003	0,001
4	0,170	0,870	0,060	0,015	0,014	0,001	0,071	0,054	0,134	0,026	0,009	0,002	0,014	0,010	0,000	0,003	0,001
5	0,172	0,780	0,033	0,015	0,016	0,001	0,075	0,057	0,139	0,024	0,008	0,002	0,016	0,009	0,000	0,003	0,000
6	0,173	0,750	0,021	0,015	0,019	0,002	0,077	0,057	0,142	0,025	0,009	0,001	0,016	0,009	0,000	0,002	0,000

Çizelge 5. 26: Örnek 6 Hesaplanan Analiz Sonuçları.

HESAPLANAN SONUÇLAR																		
1.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,168	1,195	0,163	0,011	0,009	0,040	0,040	0,008	0,160	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,002	0,004	0,000	0,000
2	0,165	1,032	0,114	0,012	0,011	0,040	0,040	0,009	0,174	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,000
3	0,163	0,925	0,081	0,013	0,013	0,040	0,040	0,009	0,183	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,000
4	0,162	0,851	0,059	0,014	0,013	0,040	0,040	0,010	0,189	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,000
5	0,161	0,801	0,044	0,014	0,014	0,040	0,040	0,010	0,193	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,000
6	0,161	0,770	0,035	0,015	0,014	0,040	0,040	0,010	0,196	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
2.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,168	1,195	0,163	0,011	0,009	0,040	0,040	0,008	0,160	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,002	0,004	0,000	0,000
2	0,165	1,032	0,114	0,012	0,011	0,040	0,040	0,009	0,174	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,000
3	0,163	0,925	0,081	0,013	0,013	0,040	0,040	0,009	0,183	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,000
4	0,162	0,851	0,059	0,014	0,013	0,040	0,040	0,010	0,189	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,000
5	0,161	0,801	0,044	0,014	0,014	0,040	0,040	0,010	0,193	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,000
6	0,161	0,770	0,035	0,015	0,014	0,040	0,040	0,010	0,196	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000



Şekil 5. 10: Örnek 6 Grafiksel Doğrulama a) 2. Yol Bindirme Ara Slab % b) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Si c) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Ca Analiz Karşılaştırması.

Şekil 5.10'daki grafiksel gösterimde örnek olarak seçilen elementlerden %Mn, %Si karşılaştırma sonuçlarında değerlerin birbirlerine yakın olduğu görülebilir. %Ca içinse kimyasal kompozisyon değerinin rakamsal hassasiyeti fazla olduğundan sapma fazla gibi görünmektedir.

Deneyssel ve hesaplanan verilerin Fe elementi hariç toplam kompozisyonları birbirine göre kıyaslanarak % hata değerleri hesaplanmış ve 1. yol için % hata değeri 12,42 çıkarken 2. yol için 2,50 çıkmıştır.

Örnek 7: 54275 ve 95156 döküm kalitelerinin aynı tandište bindirme yapılarak üretilmesinin gerçek ve teorik sonuçları Çizelge 5.27, 5.28, 5.29 ve Şekil 5.11, 5.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 27: Örnek 7 Özet Tablo.

	İlk (X) Döküm Kalitesi:	54275								
	İkinci (Y) Döküm Kalitesi:	95156								
	Gerçek Veriler					Hesaplanan Veriler				
	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (4 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (6 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)
1. Yol	FA01087105	11800	1250	51275	25.473	1	9000	1250	Uygun kalite yok	19.429
	FA01088101	11800	1250	51275	25.473	2	9000	1250	Uygun kalite yok	19.429
	-	-	-	-	-	3	9000	1250	Uygun kalite yok	19.429
2. Yol	FA01087205	11800	1250	51275	25.473	4	9000	1250	Uygun kalite yok	19.429
	FA01088201	11800	1250	51275	25.473	5	9000	1250	Uygun kalite yok	19.429
	-	-	-	-	-	6	9000	1250	Uygun kalite yok	19.429
					101.893					116.573

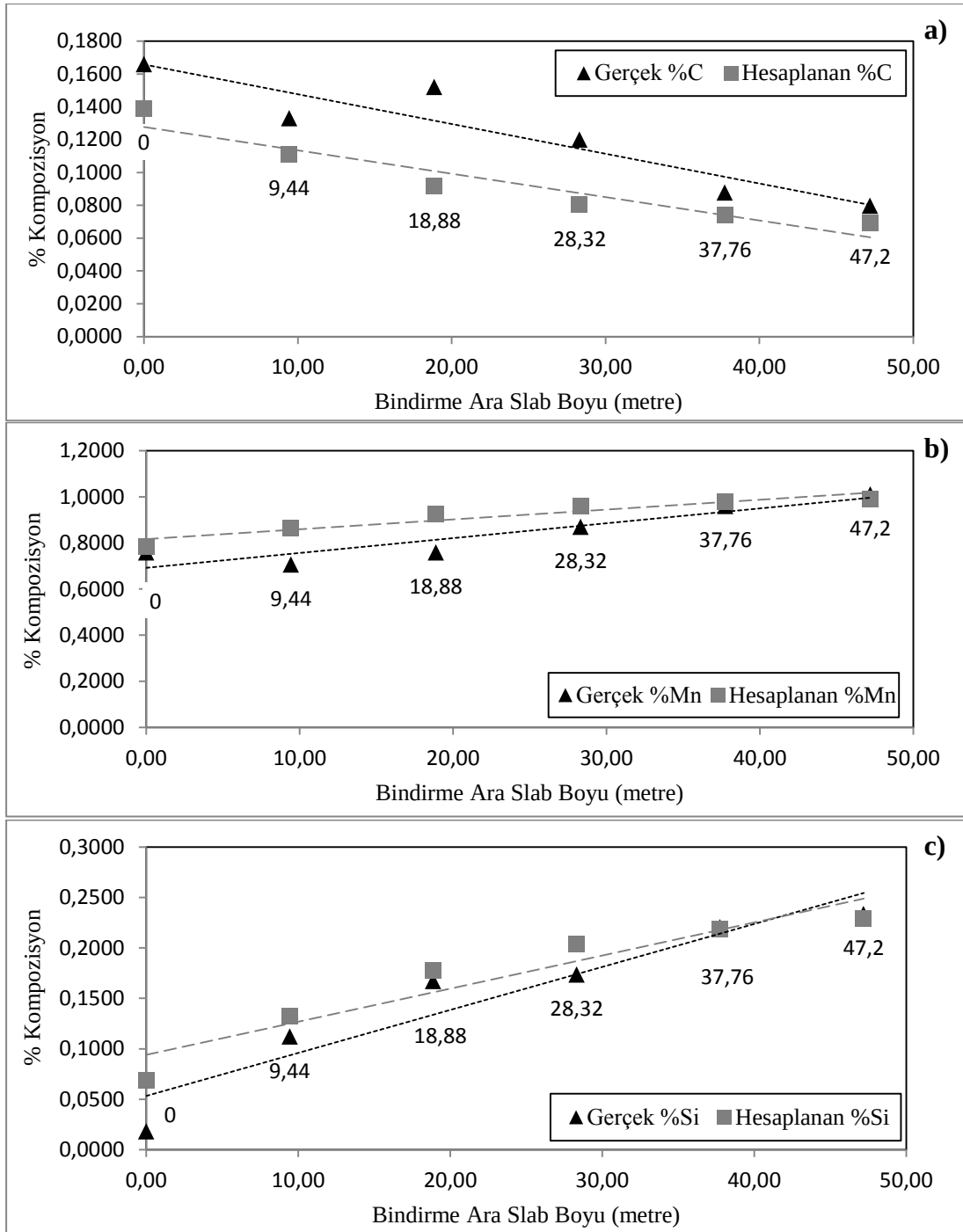
Gerçek sonuçlara göre 1. ve 2. yollardan toplam 101.893 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmıştır. Hesaplanan sonuçlara göre ise her iki yolun toplamında 116.573 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmalıdır. Bu örnekte 47,2 m boyundaki bindirme ara slabın başından sonuna kadar eşit aralıklarla alınan 6 adet analizin kıyaslaması yapılmıştır.

Çizelge 5. 28: Örnek 7 Gerçek Analiz Sonuçları.

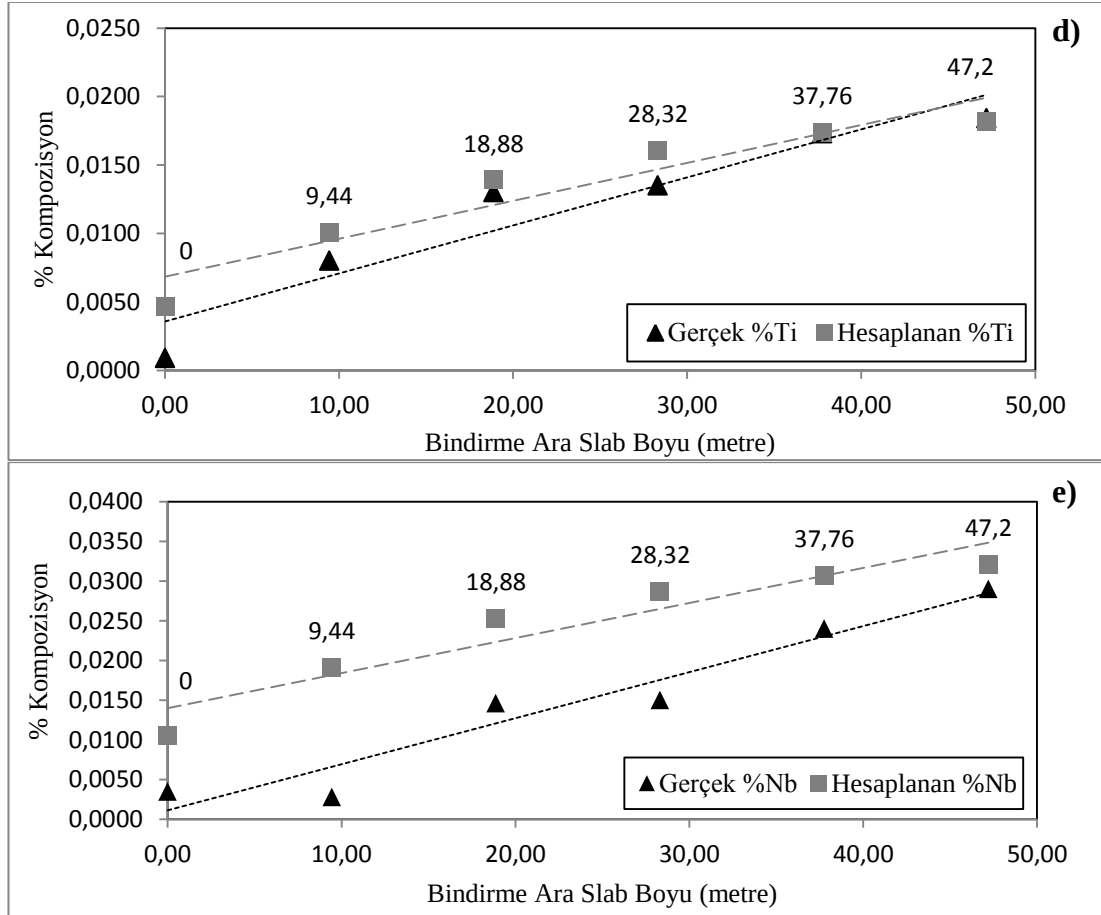
GERÇEK SONUÇLAR																	
1. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,166	0,730	0,018	0,014	0,011	0,002	0,070	0,052	0,144	0,027	0,009	0,002	0,013	0,011	0,000	0,022	0,001
2	0,133	0,850	0,112	0,015	0,008	0,001	0,064	0,056	0,148	0,029	0,010	0,002	0,013	0,010	0,000	0,015	0,008
3	0,152	0,930	0,167	0,015	0,005	0,001	0,061	0,057	0,148	0,031	0,010	0,002	0,013	0,007	0,000	0,003	0,013
4	0,120	0,938	0,173	0,016	0,005	0,002	0,060	0,057	0,149	0,030	0,011	0,002	0,013	0,011	0,000	0,023	0,014
5	0,088	1,005	0,220	0,016	0,003	0,003	0,057	0,058	0,149	0,032	0,011	0,002	0,013	0,010	0,000	0,029	0,017
6	0,080	1,012	0,233	0,017	0,002	0,003	0,055	0,059	0,151	0,032	0,011	0,002	0,012	0,007	0,000	0,031	0,018
2. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,172	0,759	0,017	0,015	0,012	0,000	0,071	0,053	0,145	0,029	0,010	0,003	0,014	0,010	0,000	0,004	0,001
2	0,160	0,706	0,017	0,014	0,011	0,000	0,068	0,052	0,147	0,028	0,009	0,002	0,013	0,007	0,000	0,003	0,001
3	0,139	0,759	0,017	0,015	0,012	0,001	0,065	0,056	0,148	0,029	0,010	0,002	0,013	0,008	0,000	0,015	0,008
4	0,129	0,870	0,111	0,015	0,008	0,001	0,065	0,055	0,147	0,029	0,010	0,002	0,013	0,007	0,000	0,015	0,008
5	0,102	0,960	0,189	0,015	0,004	0,002	0,059	0,058	0,151	0,030	0,010	0,002	0,013	0,007	0,000	0,024	0,014
6	0,101	1,010	0,227	0,015	0,002	0,003	0,056	0,058	0,149	0,032	0,011	0,002	0,013	0,009	0,000	0,029	0,017

Çizelge 5. 29: Örnek 7 Hesaplanan Analiz Sonuçları.

HESAPLANAN SONUÇLAR																		
1.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,139	0,783	0,069	0,014	0,013	0,040	0,040	0,010	0,200	0,039	0,010	0,003	0,005	0,007	0,001	0,011	0,000	0,000
2	0,111	0,867	0,132	0,013	0,010	0,040	0,040	0,010	0,200	0,038	0,010	0,003	0,010	0,007	0,001	0,019	0,000	0,000
3	0,091	0,926	0,178	0,012	0,008	0,040	0,040	0,010	0,200	0,037	0,010	0,003	0,014	0,007	0,001	0,025	0,000	0,000
4	0,080	0,959	0,203	0,011	0,007	0,040	0,040	0,010	0,200	0,036	0,010	0,003	0,016	0,007	0,002	0,029	0,000	0,000
5	0,074	0,979	0,218	0,011	0,006	0,040	0,040	0,010	0,200	0,036	0,010	0,003	0,017	0,007	0,002	0,031	0,000	0,000
6	0,069	0,992	0,229	0,010	0,006	0,040	0,040	0,010	0,200	0,035	0,010	0,003	0,018	0,007	0,002	0,032	0,000	0,000
2.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,139	0,783	0,069	0,014	0,013	0,040	0,040	0,010	0,200	0,039	0,010	0,003	0,005	0,007	0,001	0,011	0,000	0,000
2	0,111	0,867	0,132	0,013	0,010	0,040	0,040	0,010	0,200	0,038	0,010	0,003	0,010	0,007	0,001	0,019	0,000	0,000
3	0,091	0,926	0,178	0,012	0,008	0,040	0,040	0,010	0,200	0,037	0,010	0,003	0,014	0,007	0,001	0,025	0,000	0,000
4	0,080	0,959	0,203	0,011	0,007	0,040	0,040	0,010	0,200	0,036	0,010	0,003	0,016	0,007	0,002	0,029	0,000	0,000
5	0,074	0,979	0,218	0,011	0,006	0,040	0,040	0,010	0,200	0,036	0,010	0,003	0,017	0,007	0,002	0,031	0,000	0,000
6	0,069	0,992	0,229	0,010	0,006	0,040	0,040	0,010	0,200	0,035	0,010	0,003	0,018	0,007	0,002	0,032	0,000	0,000



Şekil 5. 11: Örnek 7 Grafikselsel Doğrulama a) 1. Yol Bindirme Ara Slab %C b) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Mn c) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Si Analiz Karşılaştırması.



Şekil 5. 12: Örnek 7 Grafiksel Doğrulama d) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Ti e) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Nb Analiz Karşılaştırması.

Şekil 5.11 ve 5.12'deki grafiksel gösterimlerde örnek olarak seçilen elementlerden %C, %Mn, %Si, %Ti ve %Nb karşılaştırma sonuçlarında değerlerin birbirlerine yakın olduğu görülebilir. C elementi için 3. analizde yani slabın 18,8 m boyunda gerçek sonuçtan kaynaklı bir sapma söz konusu olmuşken 6. analizde yani 47,2 m boyunda değerler tekrar yakınlaşmıştır. Ayrıca Nb elementinde de kimyasal kompozisyon değerinin rakamsal hassasiyeti fazla olduğundan sapma fazla gibi görünmektedir. Fakat bunun için de 47,2 m boyda değerler birbirine oldukça yakınlaşmıştır.

Deneyssel ve hesaplanan verilerin Fe elementi hariç toplam kompozisyonları birbirine göre kıyaslanarak % hata değerleri hesaplanmış ve 1. yol için % hata değeri 0,99 çıkarken 2. yol için 9,54 çıkmıştır.

Örnek 8: 95156 ve 36315 döküm kalitelerinin aynı tandište bindirme yapılarak üretilmesinin gerçek ve hesaplanan sonuçları Çizelge 5.30, 5.31, 5.32 ve Şekil 5.13’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 30: Örnek 8 Özet Tablo.

İlk (X) Döküm Kalitesi:		95156								
İkinci (Y) Döküm Kalitesi:		36315								
Gerçek Veriler						Hesaplanan Veriler				
	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (4 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (10 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)
1. Yol	FA01088105	11800	1250	36355	25.473	1	8000	1250	Uygun kalite yok	17.270
	FA01089101	11800	1250	36355	25.473	2	8000	1250	Uygun kalite yok	17.270
	-	-	-	-	-	3	8000	1250	Uygun kalite yok	17.270
	-	-	-	-	-	4	8000	1250	Uygun kalite yok	17.270
	-	-	-	-	-	5	8000	1250	40236, 50236, 54236	17.270
2. Yol	FA01088205	11800	1250	36355	25.473	6	8000	1250	Uygun kalite yok	17.270
	FA01089201	11800	1250	36355	25.473	7	8000	1250	Uygun kalite yok	17.270
	-	-	-	-	-	8	8000	1250	Uygun kalite yok	17.270
	-	-	-	-	-	9	8000	1250	Uygun kalite yok	17.270
	-	-	-	-	-	10	8000	1250	40236, 50236, 54236	17.270
					101.893					172.700

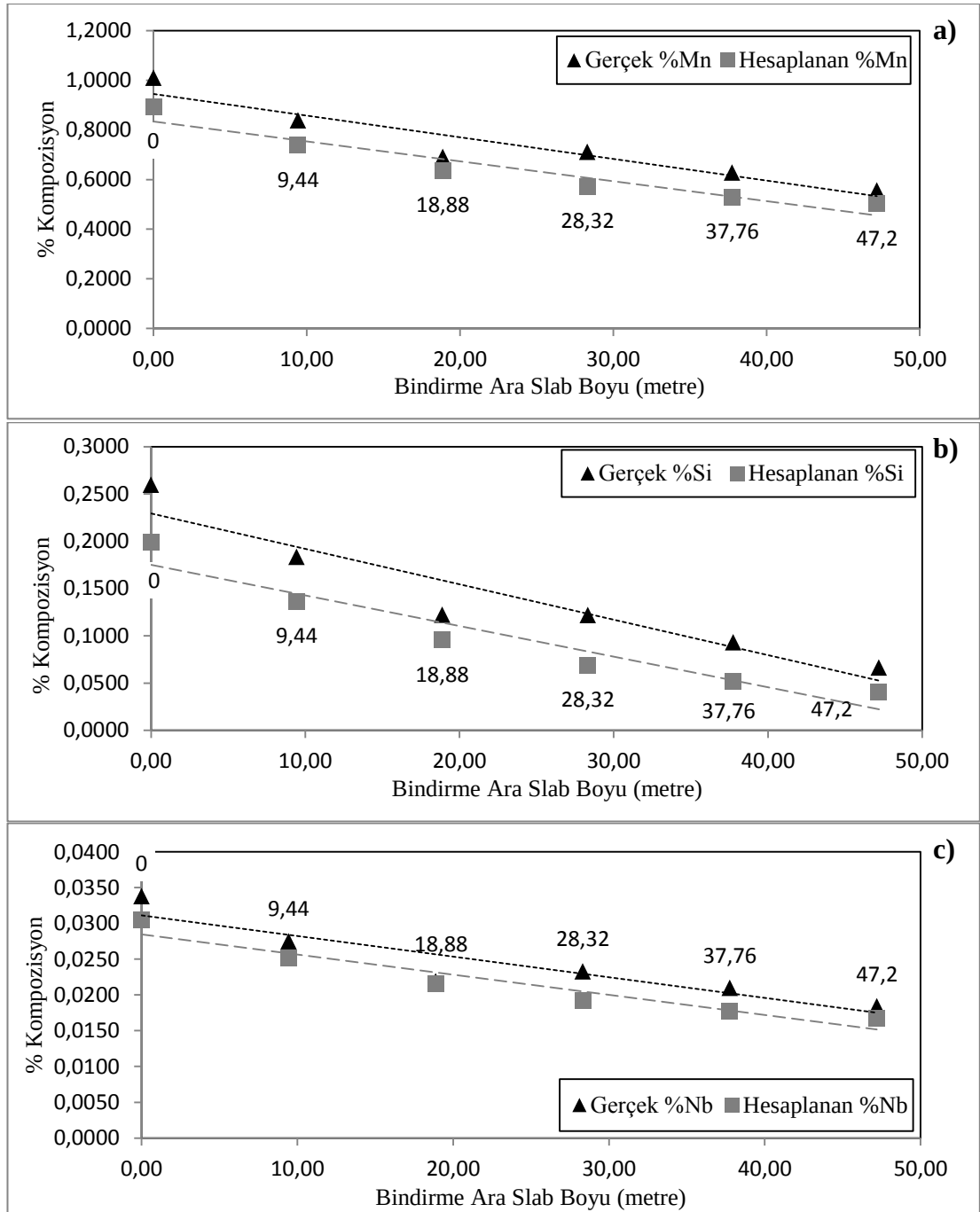
Gerçek sonuçlara göre 1. ve 2. yollardan toplam 101.893 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmıştır. Hesaplanan sonuçlara göre ise her iki yolun toplamında 172.700 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmalıdır. Bu örnekte 47,2 m boyundaki bindirme ara slabın başından sonuna kadar eşit aralıklarla alınan 6 adet analizin kıyaslaması yapılmıştır.

Çizelge 5. 31: Örnek 8 Gerçek Analiz Sonuçları.

GERÇEK SONUÇLAR																	
1. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,064	1,010	0,260	0,016	0,002	0,003	0,053	0,060	0,156	0,032	0,012	0,002	0,013	0,013	0,000	0,034	0,019
2	0,061	0,839	0,183	0,016	0,002	0,003	0,053	0,060	0,159	0,032	0,012	0,002	0,012	0,005	0,000	0,028	0,014
3	0,060	0,691	0,122	0,012	0,004	0,003	0,056	0,060	0,150	0,028	0,010	0,002	0,012	0,007	0,000	0,022	0,009
4	0,062	0,711	0,122	0,014	0,005	0,003	0,057	0,062	0,153	0,028	0,010	0,002	0,013	0,010	0,000	0,023	0,009
5	0,059	0,628	0,093	0,012	0,005	0,003	0,057	0,062	0,152	0,028	0,009	0,002	0,013	0,007	0,000	0,021	0,007
6	0,068	0,555	0,066	0,012	0,006	0,002	0,057	0,062	0,155	0,026	0,012	0,001	0,013	0,009	0,001	0,018	0,004
2. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,064	1,047	0,250	0,015	0,001	0,003	0,052	0,060	0,151	0,034	0,010	0,002	0,013	0,008	0,000	0,034	0,021
2	0,061	1,039	0,252	0,014	0,001	0,003	0,052	0,060	0,151	0,033	0,010	0,002	0,012	0,009	0,000	0,034	0,020
3	0,059	0,867	0,183	0,013	0,003	0,003	0,054	0,061	0,153	0,029	0,010	0,002	0,012	0,009	0,000	0,028	0,015
4	0,067	0,870	0,190	0,014	0,003	0,003	0,055	0,059	0,154	0,029	0,011	0,002	0,012	0,010	0,000	0,028	0,013
5	0,061	0,710	0,125	0,013	0,005	0,003	0,057	0,061	0,156	0,028	0,012	0,002	0,012	0,007	0,000	0,023	0,009
6	0,063	0,610	0,091	0,012	0,006	0,003	0,057	0,061	0,151	0,028	0,011	0,001	0,012	0,007	0,000	0,020	0,006

Çizelge 5. 32: Örnek 8 Hesaplanan Analiz Sonuçları.

HESAPLANAN SONUÇLAR																		
1.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,058	0,893	0,199	0,011	0,005	0,040	0,040	0,010	0,189	0,036	0,010	0,005	0,018	0,007	0,002	0,031	0,001	0,000
2	0,055	0,738	0,136	0,012	0,005	0,040	0,040	0,010	0,175	0,037	0,010	0,006	0,015	0,007	0,003	0,025	0,002	0,000
3	0,053	0,637	0,095	0,013	0,005	0,040	0,040	0,010	0,166	0,038	0,010	0,008	0,013	0,007	0,003	0,022	0,002	0,000
4	0,052	0,571	0,069	0,014	0,005	0,040	0,040	0,010	0,161	0,039	0,010	0,009	0,012	0,007	0,004	0,019	0,002	0,000
5	0,051	0,529	0,052	0,014	0,005	0,040	0,040	0,010	0,157	0,039	0,010	0,009	0,011	0,007	0,004	0,018	0,003	0,000
6	0,051	0,501	0,041	0,015	0,005	0,040	0,040	0,010	0,154	0,040	0,010	0,009	0,011	0,007	0,004	0,017	0,003	0,000
2.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,058	0,893	0,199	0,011	0,005	0,040	0,040	0,010	0,189	0,036	0,010	0,005	0,018	0,007	0,002	0,031	0,001	0,000
2	0,055	0,738	0,136	0,012	0,005	0,040	0,040	0,010	0,175	0,037	0,010	0,006	0,015	0,007	0,003	0,025	0,002	0,000
3	0,053	0,637	0,095	0,013	0,005	0,040	0,040	0,010	0,166	0,038	0,010	0,008	0,013	0,007	0,003	0,022	0,002	0,000
4	0,052	0,571	0,069	0,014	0,005	0,040	0,040	0,010	0,161	0,039	0,010	0,009	0,012	0,007	0,004	0,019	0,002	0,000
5	0,051	0,529	0,052	0,014	0,005	0,040	0,040	0,010	0,157	0,039	0,010	0,009	0,011	0,007	0,004	0,018	0,003	0,000
6	0,051	0,501	0,041	0,015	0,005	0,040	0,040	0,010	0,154	0,040	0,010	0,009	0,011	0,007	0,004	0,017	0,003	0,000



Şekil 5. 13: Örnek 8 Grafikselsel Doğrulama a) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Mn b) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Si c) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Nb Analiz Karşılaştırması.

Şekil 5.13'deki grafiksel gösterimde örnek olarak seçilen elementlerden %Si, %Mn ve %Nb karşılaştırma sonuçlarında değerlerin birbirlerine oldukça yakın olduğu görülebilir.

Deneysel ve hesaplanan verilerin Fe elementi hariç toplam kompozisyonları birbirine göre kıyaslanarak % hata değerleri hesaplanmış ve 1. yol için % hata değeri 11,61 çıkarken 2. yol için 21,29 çıkmıştır.

Örnek 9: 91008 ve 91110 döküm kalitelerinin aynı tandište bindirme yapılarak üretilmesinin gerçek ve hesaplanan sonuçları Çizelge 5.33, 5.34, 5.35 ve Şekil 5.14’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 33: Örnek 9 Özet Tablo.

İlk (X) Döküm Kalitesi:		91008								
İkinci (Y) Döküm Kalitesi:		91110								
Gerçek Veriler					Hesaplanan Veriler					
1. Yol	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (4 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (12 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)
	FA01776107	9000	1150	54236	17.874	1	5800	1150	50236, 54236	11.519
1. Yol	FA01777101	11800	1150	54274	23.435	2	5800	1150	Uygun kalite yok	11.519
	-	-	-	-	-	3	5800	1150	Uygun kalite yok	11.519
	-	-	-	-	-	4	5800	1150	Uygun kalite yok	11.519
	-	-	-	-	-	5	5800	1150	Uygun kalite yok	11.519
	-	-	-	-	-	6	5800	1150	Uygun kalite yok	11.519
	-	-	-	-	-	7	5800	1150	50236, 54236	11.519
2. Yol	FA01776207	9000	1150	54236	17.874	8	5800	1150	Uygun kalite yok	11.519
	FA01777201	11800	1150	54274	23.435	9	5800	1150	Uygun kalite yok	11.519
	-	-	-	-	-	10	5800	1150	Uygun kalite yok	11.519
	-	-	-	-	-	11	5800	1150	Uygun kalite yok	11.519
	-	-	-	-	-	12	5800	1150	Uygun kalite yok	11.519
	-	-	-	-	-					
					82.620					138.229

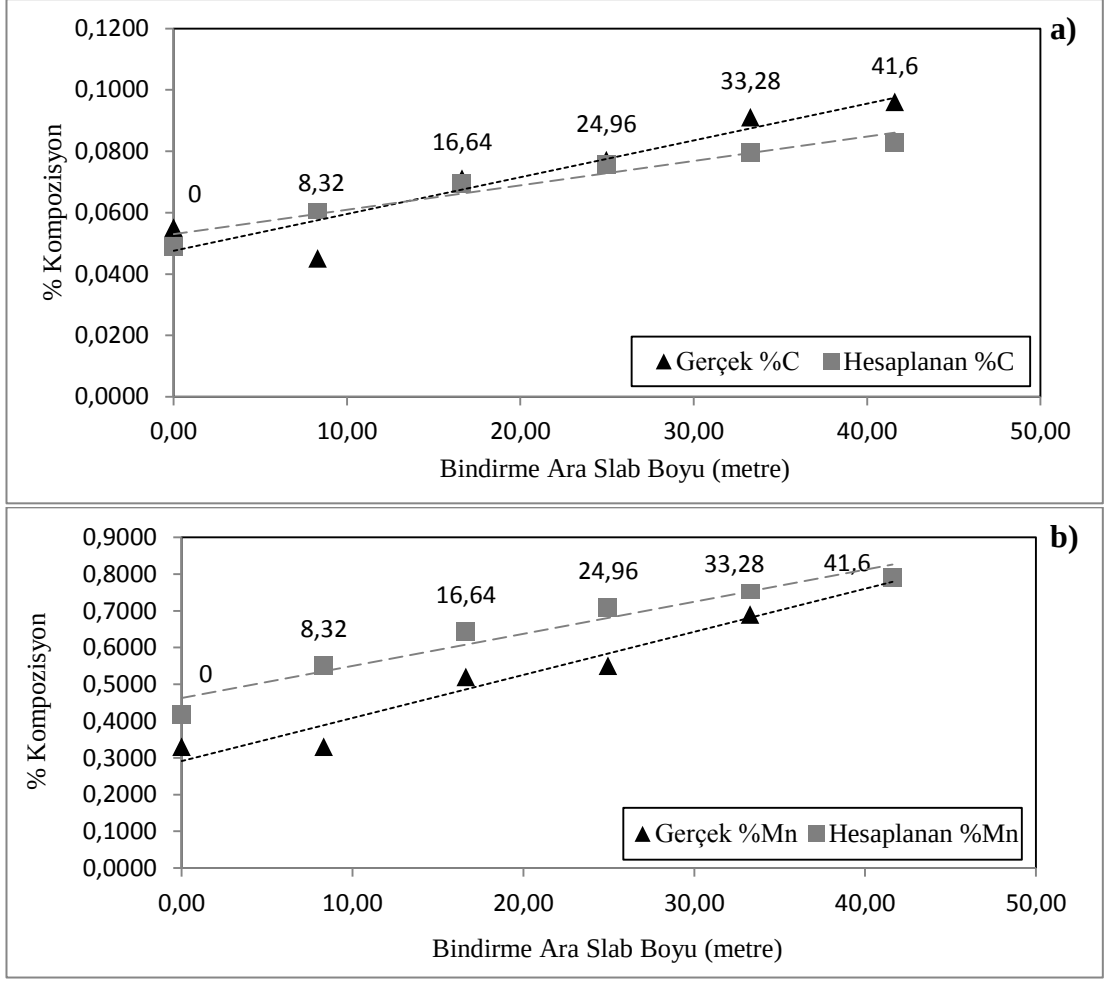
Gerçek sonuçlara göre 1. ve 2. yollardan toplam 82.620 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmıştır. Hesaplanan sonuçlara göre ise her iki yolun toplamında 138.229 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmalıdır. Bu örnekte 41,6 m boyundaki bindirme ara slabın başından sonuna kadar eşit aralıklarla alınan 6 adet analizin kıyaslaması yapılmıştır.

Çizelge 5. 34: Örnek 9 Gerçek Analiz Sonuçları.

GERÇEK SONUÇLAR																	
1. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,041	0,320	0,023	0,010	0,006	0,001	0,044	0,074	0,220	0,025	0,015	0,002	0,013	0,009	0,000	0,003	0,001
2	0,056	0,340	0,022	0,010	0,006	0,002	0,044	0,072	0,210	0,026	0,014	0,002	0,012	0,009	0,000	0,003	0,001
3	0,074	0,590	0,022	0,009	0,008	0,001	0,050	0,072	0,206	0,025	0,014	0,002	0,013	0,008	0,000	0,003	0,001
4	0,073	0,580	0,022	0,009	0,008	0,001	0,050	0,075	0,210	0,023	0,013	0,002	0,013	0,008	0,000	0,003	0,001
5	0,088	0,750	0,023	0,008	0,009	0,001	0,050	0,075	0,210	0,022	0,013	0,002	0,014	0,007	0,000	0,003	0,001
6	0,105	0,860	0,026	0,009	0,010	0,001	0,050	0,075	0,210	0,021	0,014	0,003	0,014	0,009	0,000	0,003	0,001
2. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,055	0,330	0,012	0,010	0,006	0,001	0,044	0,075	0,220	0,025	0,014	0,002	0,013	0,008	0,000	0,003	0,001
2	0,045	0,330	0,020	0,010	0,006	0,001	0,044	0,075	0,220	0,024	0,014	0,002	0,013	0,005	0,000	0,003	0,000
3	0,071	0,520	0,022	0,090	0,007	0,001	0,049	0,074	0,220	0,023	0,016	0,002	0,013	0,005	0,000	0,003	0,000
4	0,077	0,550	0,023	0,008	0,007	0,002	0,049	0,072	0,205	0,025	0,014	0,002	0,013	0,008	0,001	0,003	0,001
5	0,091	0,690	0,024	0,008	0,008	0,002	0,051	0,072	0,203	0,025	0,014	0,002	0,001	0,009	0,000	0,003	0,001
6	0,096	0,790	0,027	0,007	0,008	0,002	0,052	0,070	0,196	0,022	0,013	0,003	0,001	0,009	0,000	0,003	0,001

Çizelge 5. 35: Örnek 9 Hesaplanan Analiz Sonuçları.

HESAPLANAN SONUÇLAR																		
1.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,049	0,418	0,020	0,010	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
2	0,061	0,550	0,020	0,010	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
3	0,069	0,644	0,020	0,010	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
4	0,075	0,710	0,020	0,010	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
5	0,080	0,757	0,020	0,010	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
6	0,083	0,790	0,020	0,010	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
2.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,049	0,418	0,020	0,010	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
2	0,061	0,550	0,020	0,010	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
3	0,069	0,644	0,020	0,010	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
4	0,075	0,710	0,020	0,010	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
5	0,080	0,757	0,020	0,010	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
6	0,083	0,790	0,020	0,010	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000



Şekil 5. 14: Örnek 9 Grafıksel Doğrulama a) 2. Yol Bindirme Ara Slab %C b) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Mn Analiz Karşılaştırması.

Şekil 5.14'deki grafıksel gösterimde örnek olarak seçilen elementlerden %C ve %Mn karşılaştırmalarının sonucunda değerlerin birbirlerine oldukça yakın olduğu görülebilir. Gerçek verilerdeki dalgalanma ölçüm cihazından kaynaklı olabilir.

Deneysel ve hesaplanan verilerin Fe elementi hariç toplam kompozisyonları birbirine göre kıyaslanarak % hata değerleri hesaplanmış ve 1. yol için % hata değeri 2,64 çıkarken 2. yol için 5,91 çıkmıştır.

Örnek 10: 54275 ve 91110 döküm kalitelerinin aynı tandište bindirme yapılarak üretilmesinin gerçek ve hesaplanan sonuçları Çizelge 5.36, 5.37, 5.38 ve Şekil 5.15’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 36: Örnek 10 Özet Tablo.

İlk (X) Döküm Kalitesi:		54275								
İkinci (Y) Döküm Kalitesi:		91110								
Gerçek Veriler						Hesaplanan Veriler				
	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (4 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (4 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)
1. Yol	FA01581105	11800	1250	54275	25.473	1	10000	1250	Uygun kalite yok	21.588
	FA01582101	11800	1250	91110	25.473	2	10000	1250	Uygun kalite yok	21.588
2. Yol	FA01581205	11800	1250	54275	25.473	3	10000	1250	Uygun kalite yok	21.588
	FA01582201	11800	1250	91110	25.473	4	10000	1250	Uygun kalite yok	21.588
					101.893					86.350

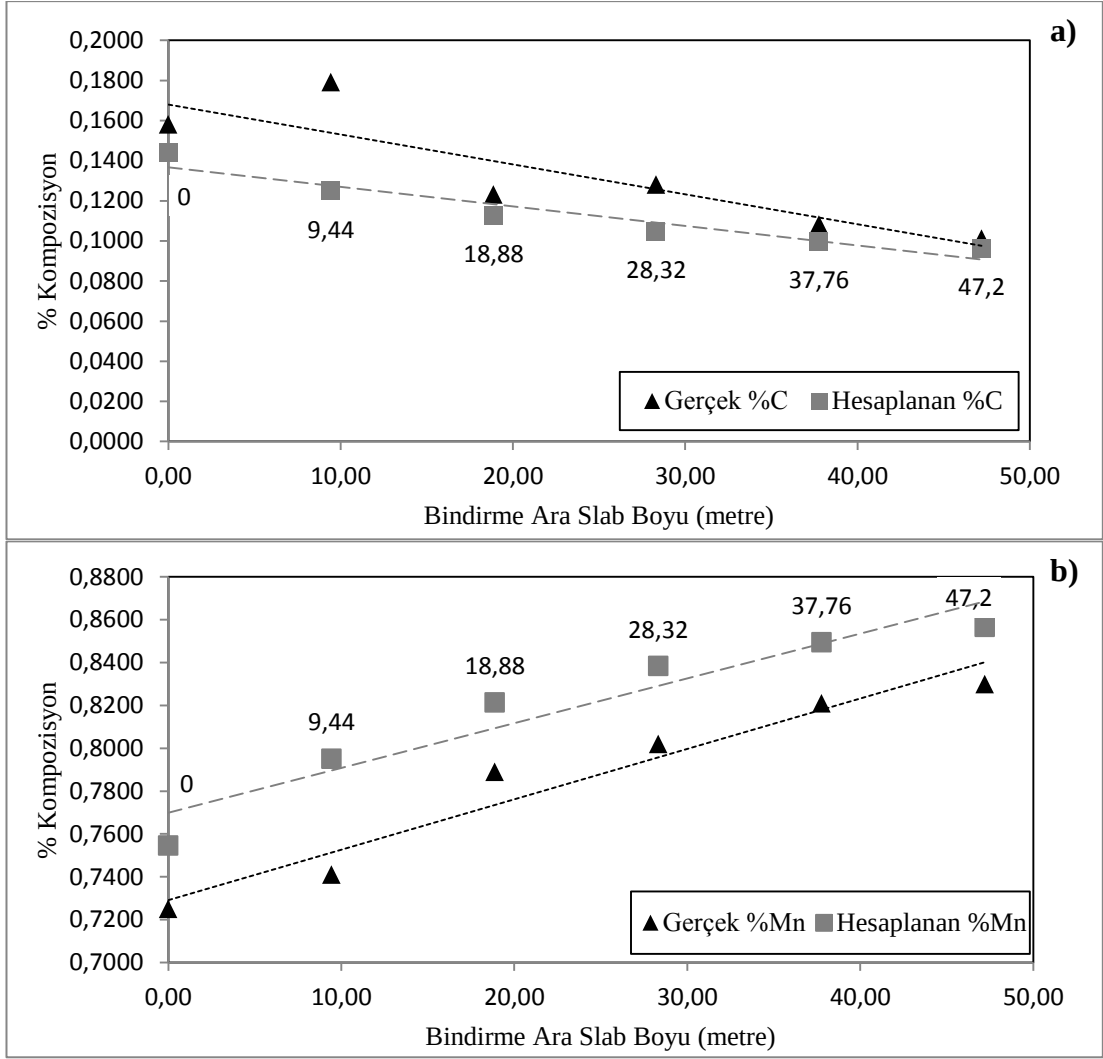
Gerçek sonuçlara göre 1. ve 2. yollardan toplam 101.893 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmıştır. Hesaplanan sonuçlara göre ise her iki yolun toplamında 86.350 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmalıdır. Bu örnekte 47,2 m boyundaki bindirme ara slabın başından sonuna kadar eşit aralıklarla alınan 6 adet analizin kıyaslaması yapılmıştır.

Çizelge 5. 37: Örnek 10 Gerçek Analiz Sonuçları.

GERÇEK SONUÇLAR																	
1. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,158	0,728	0,036	0,016	0,002	0,002	0,041	0,067	0,208	0,026	0,016	0,002	0,015	0,006	0,000	0,003	0,001
2	0,179	0,719	0,036	0,016	0,004	0,002	0,041	0,068	0,213	0,023	0,017	0,002	0,015	0,004	0,000	0,002	0,001
3	0,123	0,791	0,029	0,015	0,005	0,002	0,047	0,074	0,233	0,024	0,015	0,002	0,017	0,006	0,000	0,003	0,001
4	0,128	0,781	0,028	0,014	0,005	0,001	0,046	0,073	0,235	0,024	0,015	0,002	0,017	0,006	0,000	0,003	0,001
5	0,108	0,815	0,026	0,013	0,006	0,002	0,047	0,076	0,242	0,024	0,014	0,002	0,017	0,006	0,000	0,003	0,001
6	0,101	0,826	0,025	0,013	0,006	0,002	0,048	0,077	0,247	0,024	0,014	0,002	0,018	0,007	0,000	0,003	0,001
2. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,159	0,725	0,035	0,016	0,002	0,002	0,041	0,067	0,207	0,025	0,016	0,002	0,015	0,006	0,000	0,003	0,001
2	0,156	0,741	0,034	0,016	0,004	0,002	0,042	0,069	0,217	0,025	0,017	0,002	0,016	0,005	0,000	0,003	0,001
3	0,112	0,789	0,026	0,014	0,006	0,002	0,046	0,074	0,236	0,024	0,014	0,002	0,017	0,005	0,002	0,002	0,001
4	0,117	0,802	0,027	0,014	0,005	0,002	0,046	0,074	0,233	0,024	0,015	0,002	0,017	0,010	0,000	0,003	0,001
5	0,103	0,821	0,024	0,012	0,005	0,002	0,046	0,075	0,237	0,025	0,013	0,002	0,017	0,010	0,001	0,003	0,001
6	0,098	0,830	0,024	0,013	0,006	0,002	0,047	0,077	0,250	0,024	0,014	0,002	0,018	0,006	0,000	0,003	0,001

Çizelge 5. 38: Örnek 10 Hesaplanan Analiz Sonuçları.

HESAPLANAN SONUÇLAR																		
1.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,144	0,755	0,020	0,014	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
2	0,125	0,795	0,020	0,012	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
3	0,113	0,821	0,020	0,012	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
4	0,105	0,838	0,020	0,011	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
5	0,100	0,849	0,020	0,011	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
6	0,096	0,857	0,020	0,010	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
2.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,144	0,755	0,020	0,014	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
2	0,125	0,795	0,020	0,012	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
3	0,113	0,821	0,020	0,012	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
4	0,105	0,838	0,020	0,011	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
5	0,100	0,849	0,020	0,011	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000
6	0,096	0,857	0,020	0,010	0,015	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,000	0,004	0,000	0,000



Şekil 5. 15: Örnek 10 Grafikselsel Doğrulama a) 1. Yol Bindirme Ara Slab %C b) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Mn Analiz Karşılaştırması.

Şekil 5.15’deki grafikselsel gösterimde örnek olarak seçilen elementlerden %C ve %Mn karşılaştırmalarının sonucunda değerlerin birbirlerine oldukça yakın olduğu görülebilir. Gerçek verilerdeki dalgalanma ölçüm cihazından kaynaklı olabilir. Ayrıca % Mn karşılaştırmasındaki bir miktar farklılık ilgili dökümde hedef Mn’den uzak çalışılması sonucunda ortaya çıkmış olabilir.

Deneysel ve hesaplanan verilerin Fe elementi hariç toplam kompozisyonları birbirine göre kıyaslanarak % hata değerleri hesaplanmış ve 1. yol için % hata değeri 2,89 çıkarken 2. yol için 2,87 çıkmıştır.

Örnek 11: 54356 ve 54276 döküm kalitelerinin aynı tandište bindirme yapılarak üretilmesinin gerçek ve hesaplanan sonuçları Çizelge 5.39, 5.40, 5.41 ve Şekil 5.16’da gösterilmiştir.

Çizelge 5. 39: Örnek 11 Özet Tablo.

İlk (X) Döküm Kalitesi:		54356								
İkinci (Y) Döküm Kalitesi:		54276								
Gerçek Veriler						Hesaplanan Veriler				
	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (4 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (4 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)
1. Yol	FA00395107	8000	1500	51354	20.724	1	8000	1500	Uygun kalite yok	20.724
	FA00396101	10000	1500	51354	25.905	2	8000	1500	54277	20.724
2. Yol	FA00395206	8000	1500	51355	20.724	3	8000	1500	Uygun kalite yok	20.724
	FA00396201	8000	1500	51354	20.724	4	8000	1500	54277	20.724
					88.077					82.896

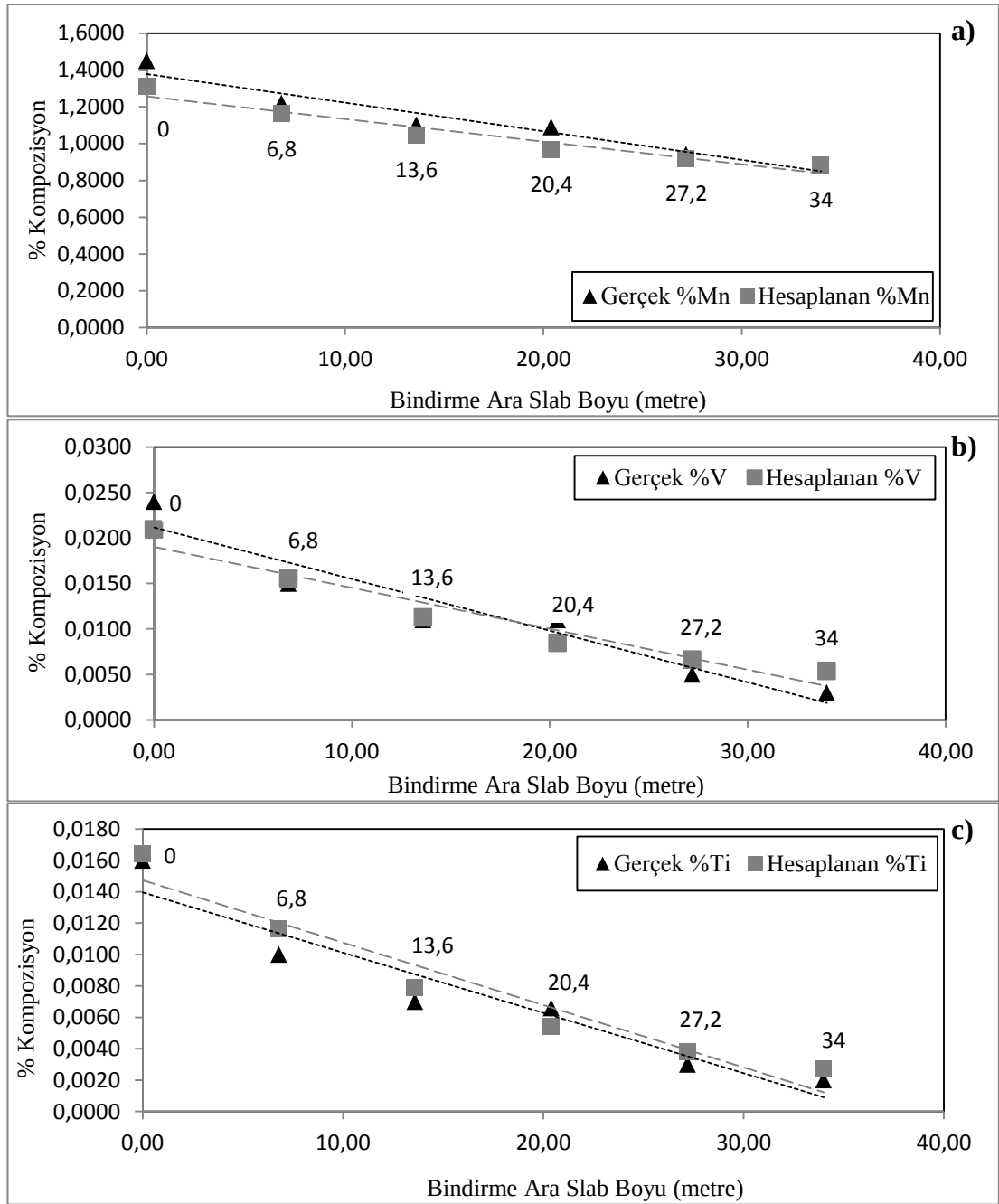
Gerçek sonuçlara göre 1. ve 2. yollardan toplam 88.077 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmıştır. Hesaplanan sonuçlara göre ise her iki yolun toplamında 82.896 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmalıdır. Bu örnekte 34 m boyundaki bindirme ara slabın başından sonuna kadar eşit aralıklarla alınan 6 adet analizin kıyaslaması yapılmıştır.

Çizelge 5. 40: Örnek 11 Gerçek Analiz Sonuçları.

GERÇEK SONUÇLAR																	
1. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,161	1,450	0,035	0,009	0,005	0,002	0,050	0,073	0,200	0,023	0,014	0,024	0,016	0,007	0,000	0,024	0,016
2	0,174	1,220	0,029	0,009	0,007	0,001	0,050	0,072	0,200	0,023	0,013	0,015	0,015	0,007	0,000	0,002	0,010
3	0,178	1,103	0,023	0,008	0,010	0,001	0,047	0,072	0,206	0,021	0,014	0,011	0,014	0,017	0,000	0,003	0,007
4	0,181	1,090	0,023	0,008	0,010	0,001	0,047	0,071	0,205	0,023	0,014	0,011	0,014	0,011	0,000	0,003	0,007
5	0,171	0,940	0,050	0,007	0,013	0,000	0,044	0,070	0,207	0,028	0,015	0,005	0,013	0,010	0,000	0,003	0,003
6	0,162	0,880	0,013	0,007	0,013	0,000	0,043	0,070	0,210	0,028	0,014	0,003	0,012	0,009	0,000	0,003	0,002
2. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,167	1,480	0,040	0,009	0,004	0,002	0,050	0,073	0,200	0,025	0,014	0,024	0,016	0,008	0,000	0,003	0,017
2	0,160	1,490	0,034	0,009	0,004	0,003	0,050	0,073	0,202	0,025	0,014	0,024	0,016	0,007	0,000	0,003	0,017
3	0,167	1,340	0,032	0,009	0,007	0,002	0,049	0,073	0,212	0,022	0,015	0,025	0,016	0,008	0,000	0,003	0,013
4	0,181	1,380	0,032	0,009	0,006	0,002	0,050	0,073	0,203	0,023	0,014	0,021	0,016	0,009	0,000	0,003	0,013
5	1,167	1,090	0,023	0,009	0,010	0,001	0,047	0,071	0,205	0,024	0,014	0,011	0,014	0,010	0,000	0,003	0,007
6	0,173	0,990	0,018	0,008	0,012	0,001	0,046	0,071	0,207	0,025	0,014	0,007	0,013	0,007	0,000	0,003	0,004

Çizelge 5. 41: Örnek 11 Hesaplanan Analiz Sonuçları.

HESAPLANAN SONUÇLAR																		
1.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,168	1,309	0,020	0,015	0,009	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,021	0,016	0,007	0,003	0,004	0,001	0,000
2	0,166	1,162	0,020	0,015	0,011	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,016	0,012	0,007	0,002	0,004	0,001	0,000
3	0,164	1,046	0,020	0,015	0,012	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,011	0,008	0,007	0,002	0,004	0,001	0,000
4	0,162	0,969	0,020	0,015	0,013	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,008	0,005	0,007	0,001	0,004	0,002	0,000
5	0,162	0,919	0,020	0,015	0,014	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,007	0,004	0,007	0,001	0,004	0,002	0,000
6	0,161	0,885	0,020	0,015	0,014	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,005	0,003	0,007	0,001	0,004	0,002	0,000
2.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,168	1,309	0,020	0,015	0,009	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,021	0,016	0,007	0,003	0,004	0,001	0,000
2	0,166	1,162	0,020	0,015	0,011	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,016	0,012	0,007	0,002	0,004	0,001	0,000
3	0,164	1,057	0,020	0,015	0,012	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,012	0,008	0,007	0,002	0,004	0,001	0,000
4	0,163	0,985	0,020	0,015	0,013	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,009	0,006	0,007	0,001	0,004	0,002	0,000
5	0,162	0,935	0,020	0,015	0,014	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,007	0,004	0,007	0,001	0,004	0,002	0,000
6	0,161	0,904	0,020	0,015	0,014	0,040	0,040	0,010	0,200	0,040	0,010	0,006	0,003	0,007	0,001	0,004	0,002	0,000



Şekil 5. 16: Örnek 11 Grafiksel Doğrulama a) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Mn b) 1. Yol Bindirme Ara Slab %V c) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Ti Analiz Karşılaştırması.

Şekil 5.16'daki grafiksel gösterimde örnek olarak seçilen elementlerden %Mn, %V ve %Ti karşılaştırmalarının sonucunda değerlerin birbirlerine oldukça yakın olduğu görülebilir.

Deneysel ve hesaplanan verilerin Fe elementi hariç toplam kompozisyonları birbirine göre kıyaslanarak % hata değerleri hesaplanmış ve 1. yol için % hata değeri 6,34 çıkarken 2. yol için 14,94 çıkmıştır.

Örnek 12: 54235 ve 41235 döküm kalitelerinin aynı tandište bindirme yapılarak üretilmesinin gerçek ve hesaplanarak sonuçları Çizelge 5.42, 5.43, 5.44 ve Şekil 5.17’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 42: Örnek 12 Özet Tablo.

İlk (X) Döküm Kalitesi:		54235								
İkinci (Y) Döküm Kalitesi:		41235								
Gerçek Veriler						Hesaplanan Veriler				
	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (4 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)	Bindirme Olarak Ayrılan Slablar (4 adet)	Boylar (mm)	Genişlikler (mm)	Uygulanan Kaliteler	Toplam Ayrılan Tonaj (kg)
1. Yol	FA00466109	7300	1000	51235	12.607	1	8000	1000	Uygun kalite yok	13.816
	FA00467101	11800	1000	51235	20.379	2	8000	1000	Uygun kalite yok	13.816
2. Yol	FA00466206	10000	1500	51235	25.905	3	8000	1500	Uygun kalite yok	20.724
	FA00467201	5800	1500	51235	15.025	4	8000	1500	Uygun kalite yok	20.724
					73.916					69.080

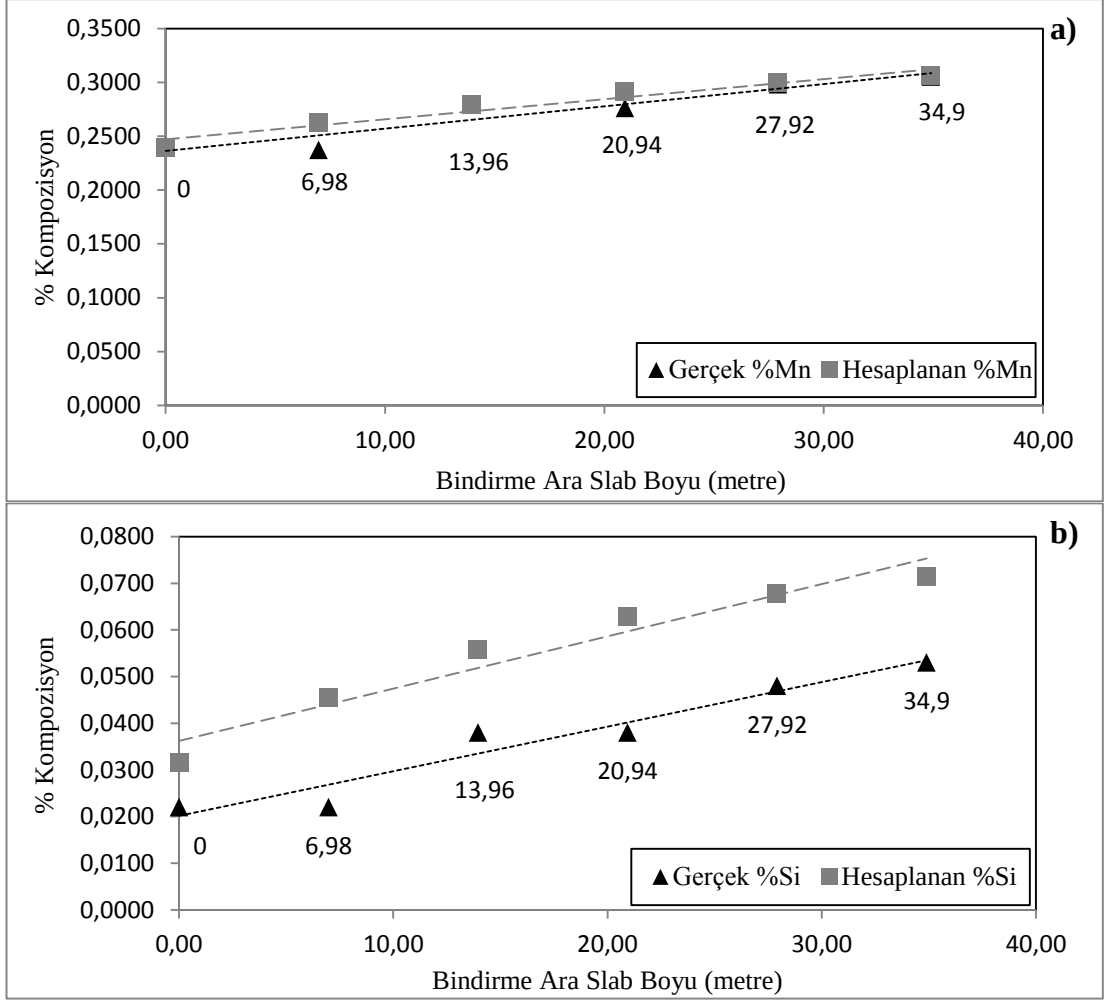
Gerçek sonuçlara göre 1. ve 2. yollardan toplam 73.916 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmıştır. Hesaplanan sonuçlara göre ise her iki yolun toplamında 69.080 kg slab bindirme ara slabı olarak ayrılmalıdır. Bu örnekte 34,9 m boyundaki bindirme ara slabın başından sonuna kadar eşit aralıklarla alınan 6 adet analizin kıyaslaması yapılmıştır.

Çizelge 5. 43: Örnek 12 Gerçek Analiz Sonuçları.

GERÇEK SONUÇLAR																	
1. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,052	0,240	0,022	0,006	0,009	0,002	0,049	0,096	0,217	0,033	0,014	0,001	0,021	0,009	0,001	0,003	0,001
2	0,050	0,237	0,022	0,006	0,010	0,002	0,049	0,095	0,220	0,032	0,015	0,001	0,021	0,007	0,001	0,003	0,001
3	0,055	0,279	0,038	0,006	0,009	0,002	0,047	0,083	0,176	0,370	0,012	0,001	0,018	0,010	0,001	0,003	0,001
4	0,063	0,276	0,038	0,006	0,010	0,002	0,047	0,083	0,175	0,036	0,012	0,001	0,018	0,009	0,001	0,003	0,001
5	0,067	0,298	0,048	0,005	0,008	0,003	0,046	0,075	0,151	0,039	0,011	0,001	0,017	0,008	0,001	0,003	0,002
6	0,087	0,305	0,053	0,005	0,007	0,005	0,045	0,072	0,137	0,040	0,010	0,001	0,016	0,009	0,001	0,003	0,002
2. Yol																	
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Ca	%Cr	%Ni	%Cu	%Al	%Sn	%V	%Mo	%N	%Pb	%Nb	%Ti
1	0,061	0,236	0,022	0,007	0,010	0,002	0,049	0,096	0,218	0,032	0,014	0,001	0,021	0,007	0,001	0,002	0,001
2	0,056	0,236	0,021	0,007	0,011	0,002	0,049	0,097	0,220	0,032	0,014	0,001	0,021	0,007	0,001	0,002	0,001
3	0,072	0,238	0,023	0,007	0,011	0,001	0,049	0,095	0,210	0,032	0,014	0,001	0,021	0,010	0,001	0,002	0,001
4	0,071	0,235	0,023	0,007	0,011	0,002	0,049	0,096	0,217	0,032	0,015	0,001	0,021	0,007	0,001	0,003	0,001
5	0,059	0,271	0,037	0,006	0,009	0,002	0,048	0,085	0,179	0,032	0,012	0,001	0,019	0,009	0,001	0,002	0,001
6	0,081	0,278	0,043	0,006	0,009	0,002	0,047	0,079	0,159	0,037	0,010	0,001	0,018	0,008	0,001	0,002	0,002

Çizelge 5. 44: Örnek 12 Hesaplanan Analiz Sonuçları.

HESAPLANAN SONUÇLAR																		
1.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,062	0,239	0,031	0,015	0,009	0,040	0,040	0,010	0,185	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,001	0,004	0,002	0,000
2	0,064	0,263	0,046	0,015	0,008	0,040	0,040	0,010	0,166	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,001	0,004	0,001	0,000
3	0,066	0,279	0,056	0,015	0,007	0,040	0,040	0,010	0,152	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,001	0,004	0,001	0,000
4	0,067	0,291	0,063	0,015	0,006	0,040	0,040	0,010	0,143	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,002	0,004	0,001	0,000
5	0,068	0,300	0,068	0,015	0,006	0,040	0,040	0,010	0,136	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,002	0,004	0,001	0,000
6	0,069	0,306	0,071	0,015	0,006	0,040	0,040	0,010	0,132	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,002	0,004	0,000	0,000
2.Yol																		
Analiz Sırası	%C	%Mn	%Si	%P	%S	%Cr	%Ni	%Sn	%Cu	%Al	%Mo	%V	%Ti	%N	%Ca	%Nb	%Pb	%B
1	0,062	0,236	0,029	0,015	0,009	0,040	0,040	0,010	0,187	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,001	0,004	0,002	0,000
2	0,064	0,258	0,043	0,015	0,008	0,040	0,040	0,010	0,170	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,001	0,004	0,001	0,000
3	0,065	0,274	0,052	0,015	0,007	0,040	0,040	0,010	0,157	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,001	0,004	0,001	0,000
4	0,067	0,286	0,060	0,015	0,007	0,040	0,040	0,010	0,147	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,001	0,004	0,001	0,000
5	0,067	0,295	0,065	0,015	0,006	0,040	0,040	0,010	0,140	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,002	0,004	0,001	0,000
6	0,068	0,301	0,068	0,015	0,006	0,040	0,040	0,010	0,136	0,040	0,010	0,003	0,001	0,007	0,002	0,004	0,001	0,000



Şekil 5. 17: Örnek 12 Grafiksel Doğrulama a) 1. Yol Bindirme Ara Slab %Mn b) 2. Yol Bindirme Ara Slab %Si Analiz Karşılaştırması.

Şekil 5.14'deki grafiksel gösterimde örnek olarak seçilen elementlerden %Si, %Mn karşılaştırmalarının sonucunda değerlerin birbirlerine yakın olduğu görülebilir. % Si için yapılan grafiksel gösterimde kimyasal kompozisyonun rakamsal hassasiyeti daha fazla olduğundan sapma fazla gibi görünmektedir. Ayrıca gerçek sonuçtaki dalgalanma ölçüm cihazından kaynaklı olabilmektedir.

Deneysel ve hesaplanan verilerin Fe elementi hariç toplam kompozisyonları birbirine göre kıyaslanarak % hata değerleri hesaplanmış ve 1. yol için % hata değeri 12,38 çıkarken 2. yol için 6,76 çıkmıştır.

6. GENEL SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

Çolakoğlu Metalurji A.Ş.'de bindirme döküm uygulaması sonucunda iki farklı döküm kalitesinin tandište karışması söz konusu olmaktadır. Bu karışımın başlangıç, bitiş sınırları ile bu sınırlar arasındaki kimyasal kompozisyonu bilinmemektedir. Mevcut durumda kalite kontrol departmanı çalışanları tarafından tahmine dayalı kararlar verilmekte, verilen bu tahmini kararlar da kimi zaman yaklaşık olarak doğru olurken kimi zaman da stok beklemlerine, gereksiz yere fazla tonajların bindirme olarak ayrılmasına, yanlış kalite isimlendirmesi sonucunda müşteri şikayetlerine sebep olmaktadır.

Modelleme çalışması ile sözü edilen karışıklığa ve belirsizliğe son verilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda modelleme çalışması yapılırken kütle denkliği yönteminden yola çıkılmıştır. Ayrıca çalışmanın her safhasında microsoft excel programındaki orta-ileri seviye (visual basic) excel formülleri kullanılmıştır. Gerçek ve teorik verilerin kıyaslanması amacıyla, kalite kontrol departmanı çalışanlarının tahmini olarak “bindirme ara slabı” adıyla isimlendirmiş ve Çolakoğlu Metalurji A.Ş.'nin slab sahasında stoklamış oldukları slabların baş, orta ve son kısımlarından numune alınmış ve kimya laboratuvarındaki kütle spectrometre cihazı yardımıyla kimyasal analizleri elde edilmiştir. Ardından bu gerçek analiz sonuçları modelleme çalışmasından aynı kalitelerin ve ebatların bindirildiği varsayılarak elde edilmiş olan hesaplanan sonuçlar ile kıyaslanmıştır. Karşılaştırma sonuçları kabul edilebilir sapmalar ile birlikte birbirlerine oldukça yakın çıkmıştır.

Bu çalışmanın sonucu olarak, Çolakoğlu Metalurji A.Ş. fabrikasında çeşitli sebeplerle zorunlu kalınarak yapılan bindirme döküm uygulamasında tandište karışan kalitelerin sınırları belli edilmiş, ayrılması gereken slab adetleri ve boyları hesaplanmış, bu slabların kimyasal kompozisyonları bulunmuştur. Bulunan bu kimyasal kompozisyonlar, excel formülleri sayesinde Çolakoğlu Metalurji A.Ş. kalite standartlarındaki tüm döküm kalitelerinin kimyasal kompozisyonları kontrol edilerek uygun olması durumunda isimlendirilmiştir.

Bu çalışma ile olakoğlu Metalurji A.Ş.'de bindirme dökümler konusunda tahmini veriler ile çalışmak yerine daha gerçekçi sonuçlarla çalışılmasına imkan sağlanmıştır. Üretim planlama departmanı planlarını yaparken öncelikle bu modelleme çalışmasında simülasyon yapmakta ve çıkan sonuçlara göre optimum bindirme koşullarını sağlayacak şekilde planlarına yön verebilmektedir. Kalite kontrol departmanı ise kaç ton ve kaç adet slabın bindirme olarak ayrılması gerektiğine, ayrılan slabların kalite isminin ne olması gerektiğine tahmin yerine program yardımıyla karar verebilmektedir.

EKLER

EK A: ÇOLAKOĞLU METALURJİ A.Ş. KALİTELERİ VE KULLANIM
ALANLARI

EK A: ÇOLAKOĞLU METALURJİ A.Ş. KALİTELERİ VE KULLANIM ALANLARI [20].

Çizelge A. 1: Standart Kaliteler ve Kullanım Alanları.

Kullanım Alanı	Standart	Standart Kalite	Çolakoğlu Kalite Kodu	Döküm Kalitesi	Döküm Kalitesi Uygulama Kalınlığı
Soğuk haddeleme ve galvaniz kaplamaya uygun	DIN 1614-Part 1	St 22	25122	25122	T≤5 mm
Soğuk haddeleme ve galvaniz kaplamaya uygun	DIN 1614-Part 1	St 22 (Düşük Cu)	20122	30111	T≤5 mm
Soğuk şekillendirmeyeve sıvamaya uygun jant kasnak çeliği	DIN EN 10111-2008	DD11-Jant	81222	30111	T≤8 mm
Soğuk haddeleme ve galvaniz kaplamaya uygun	DIN 1614-Part 1	RRSt 23	20123	30112	T≤5 mm
Soğuk haddeleme ve galvaniz kaplamaya uygun	DIN 1614-Part 1	St 24	20124	30113	T≤5 mm
Soğuk şekillendirmeye uygun	DIN EN 10111-2008	DD11 (Düşük Cu)	30111	30111	T≤8mm
Soğuk şekillendirmeye uygun	DIN EN 10111-2008	DD11	35111	35111	T≤8mm
Soğuk şekillendirmeye uygun	DIN EN 10111-2008	DD11 (Yüksek Mukavemetli)	34111	54235	T≤8mm
Soğuk çekmeye uygun	DIN EN 10111-2008	DD12	30112	30112	T≤8mm
Derin çekmeye uygun	DIN EN 10111-2008	DD13	30113	30113	T≤8mm

Kullanım Alanı	Standart	Standart Kalite	Çolakoglu Kalite Kodu	Döküm Kalitesi	Döküm Kalitesi Uygulama Kalınlığı
Boru ve profil çeliği	ASTM A53	ASTM A53 Grade A	56053	51235 51235 51236	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 8$ mm $8 < T \leq 26$ mm
Galvanizlemeye uygun boru ve profil çeliği	ASTM A53	ASTM A53 Grade A	56453	54235 54235 54236	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 8$ mm $8 < T \leq 26$ mm
Galvanizlemeye uygun boru ve profil çeliği	ASTM A 500-2007	ASTM A 500 Grade B	56542	54274 54275	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm
Galvanizlemeye uygun boru ve profil çeliği	ASTM A 500-2007	ASTM A 500 Grade C	56546	40354 40355	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm
Genel yapı çeliği	ASTM A 36-2005	ASTM A36	56036	51236 51274 51275 51276	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Galvanizlemeye uygun genel yapı çeliği	ASTM A 36-2005	ASTM A36	56436	54236 54274 54275 54276	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Genel yapı çeliği	ASTM A 283-2003	ASTM A 283 Grade C	56380	51236 51274 51275	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	ASTM A 1011/A 1011M-2007	ASTM A 1011 CS Grade B	56340	30111 30111	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	ASTM A 1011/A 1011M-2007	ASTM A 1011 SS Grade 33	56360	54235 54235	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm

Kullanım Alanı	Standart	Standart Kalite	Çolakoğlu Kalite Kodu	Döküm Kalitesi	Döküm Kalitesi Uygulama Kalınlığı
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	ASTM A 1011/A 1011M-2007	ASTM A 1011 SS 36 Type 1	56365	54235 54235	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	ASTM A 1011/A 1011M-2007	ASTM A 1011 SS 36 Type 2	56400	40274	$T \leq 6$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	ASTM A 1011/A 1011M-2007	ASTM A 1011 SS Grade 50 Düşük Si	56454	54354	$T \leq 6$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	ASTM A 1011/A 1011M-2007	ASTM A 1011 SS Grade 50	56450	40354	$T \leq 6$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	ASTM A 1011/A 1011M-2007	ASTM A 1011 SS Grade 55	56480	40355	$T \leq 6$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	ASTM A1011/A 1011M-2007	ASTM A 1011 HSLAS Grade 45 Class 2	56245	36315	$T \leq 6$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	ASTM A 1011/A 1011M-2007	ASTM A 1011 HSLAS Grade 50 Class 1	56150	54354	$T \leq 6$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	ASTM A 1011/A 1011M-2007	ASTM A 1011 HSLAS Grade 55 Class 1	56155	54355	$T \leq 6$ mm

Kullanım Alanı	Standart	Standart Kalite	Çolakoglu Kalite Kodu	Döküm Kalitesi	Döküm Kalitesi Uygulama Kalınlığı
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	ASTM A 1018/A 1018M-2007	ASTM A 1018 CS Type B	56830	40236	6<T≤16 mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	ASTM A 1018/A 1018M-2007	ASTM A 1018 SS Grade 33	56833	40236 40275	6<T≤16 mm 16<T≤26mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	ASTM A 1018/A 1018M-2007	ASTM A 1018 SS 36 Type 1	56836	40236 40275	6<T≤16 mm 16<T≤26mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	ASTM A 1018/A 1018M-2007	ASTM A 1018 SS 36 Type 2	56837	40275 40276	6<T≤16 mm 16<T≤26mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	ASTM A 1018/A 1018M-2007	ASTM A 1018 SS Grade 40	56840	40275 40276	6<T≤16 mm 16<T≤26mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun mikro alaşımlı yapı çeliği	ASTM A 1018/A 1018M-2007	ASTM A 1018 HSLAS Grade 45 Class 1	56845	56845 56846	6<T≤16 mm 16<T≤26mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	ASTM A 1018/A 1018M-2007	ASTM A 1018 HSLAS Grade 50 Class 1	56850	54355 54356	6<T≤16 mm 16<T≤26mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	ASTM A 1018/A 1018M-2007	ASTM A 1018 HSLAS Grade 55	56855	54356	6<T≤12 mm

Kullanım Alanı	Standart	Standart Kalite	Çolakoğlu Kalite Kodu	Döküm Kalitesi	Döküm Kalitesi Uygulama Kalınlığı
Yüksek mukavemetli düşük alaşımlı yapı çeliği	ASTM A572 - 2007	ASTM A572 Grade 50	56550	40356 40357	$T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Yüksek mukavemetli düşük alaşımlı yapı çeliği	ASTM A572 - 2007	ASTM A572 Grade 55	56555	40357 40358	$T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Genel yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S235JR	51235	51235 51235 51236 51275	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Genel yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S235JR+N	51236	51236 51236 51275 51276	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Atmosfer korozyonuna dayanıklı genel yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S235JR+Cu	55235	55235 55235 55236 55275	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Galvanizlemeye uygun	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S235JR	54235	54235 54235 54236 54275	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Galvanizlemeye uygun	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S235J0	50235	54235 54235 54236 54275	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Galvanizlemeye uygun ve düşük epürite elementli	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S235JR (Cu+Cr+Ni $\leq$ 0.35)	50236	50235	$T \leq 2$ mm
Galvanizlemeye uygun ve düşük epürite elementli	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S235J0 (Cu+Cr+Ni $\leq$ 0.35)	50237	50235 50235 50236 50275	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm

Kullanım Alanı	Standart	Standart Kalite	Çolakoğlu Kalite Kodu	Döküm Kalitesi	Döküm Kalitesi Uygulama Kalınlığı
Galvanizlemeye uygun	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S235J2	53235	54235 54235 54236 54275	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Sıcak şekillendirmeye ve normalize işlemine uygun	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S235J2+N	52235	51236 51236 51275 51276	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Sıcak şekillendirmeye ve soğuk haddelemeye uygun çember çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S235JR Çember Çeliği	51238	51236 51236	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm
Sıcak şekillendirmeye, soğuk haddelemeye ve galvaniz kaplama işlemine uygun çember çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S235JR Çember Çeliği (düşük Si'lu)	54238	91010 91010	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm
Sıcak şekillendirmeye, soğuk haddelemeye, normalize ve galvaniz kaplama işlemine uygun yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S235JR+N (Düşük Si)	41235	54236 54236 54275 54276	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Sıcak şekillendirmeye, soğuk haddelemeye, normalize ve galvaniz kaplama işlemine uygun yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S235J2+N (Düşük Si)	42235	54236 54236 54275 54276	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm

Kullanım Alanı	Standart	Standart Kalite	Çolakoğlu Kalite Kodu	Döküm Kalitesi	Döküm Kalitesi Uygulama Kalınlığı
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S235JRC	40234	40235 40235 40236 40275	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S235J2C	40235	40235 40235 40236 40275	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S235J2C+N	44235	40236 40236 40275 40276	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve sıvamaya uygun jant çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S235JRC-Özel (Jantsa)	82235	41235 41235 41236 41275	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve sıvamaya uygun jant çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S235J2C+N (HL 1932-01)	81235	41235 41235 41236 41275	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Genel yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S275JR	51275	51274 51275 51276	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Galvanizlemeye uygun genel yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S275JR	54275	54274 54275 54276	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Sıcak şekillendirmeye, normalize işlemine ve galvanizlemeye uygun	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S275JR+N (Düşük Si)	41275	54274 54275 54276 54277	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 18$ mm $18 < T \leq 26$ mm

Kullanım Alanı	Standart	Standart Kalite	Çolakoğlu Kalite Kodu	Döküm Kalitesi	Döküm Kalitesi Uygulama Kalınlığı
Sıcak şekillendirmeye, normalize işlemine ve galvanizlemeye uygun	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S275J2+N (Düşük Si)	42275	54274 54275 54276 54277	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 18$ mm $18 < T \leq 26$ mm
Galvanizlemeye uygun	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S275J0	50275	54274 54275 54276	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 26$ mm
Galvanizlemeye uygun	DIN EN 10025 Part2- 2004	S275J2	53275	54274 54275 54276	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 26$ mm
Sıcak şekillendirmeye ve normalize işlemine uygun	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S275J2+N	52275	51274 51275 51276 52275	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 18$ mm $18 < T \leq 26$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S275JRC	43275	40274 40275 40276	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S275J2C	40275	40274 40275 40276	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S275J2C+N	44275	40274 40275 40276	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve sıvamaya uygun jant çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S275JRC (HL 1937-02)	82280	41236 41236	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm

Kullanım Alanı	Standart	Standart Kalite	Çolakoğlu Kalite Kodu	Döküm Kalitesi	Döküm Kalitesi Uygulama Kalınlığı
Soğuk şekillendirmeye ve sıvamaya uygun jant çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S275JRC (1937-03) (S275J2C+N) (Jantaş)	82290	41275 41276	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm
Genel yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S355JR	51355	40354 40354 40355 40356 40357	$T \leq 3$ mm $3 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 18$ mm $18 < T \leq 26$ mm
Spiral boru yapım çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S355JR-Özel	92355	51354 51354 51355 51356 51357	$T \leq 3$ mm $3 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 18$ mm $18 < T \leq 26$ mm
Genel yapı çeliği Class 1 galvaniz kaplamaya uygun	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S355JR (Düşük Si)	54355	54355 54355 54356 54237	$T \leq 3$ mm $3 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 20$ mm
Genel yapı çeliği Class 1 galvaniz kaplamaya uygun	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S355J0 (Düşük Si)	54356	54355 54355 54356 54237	$T \leq 3$ mm $3 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 20$ mm
Genel yapı çeliği Class 1 galvaniz kaplamaya uygun	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S355J2 (Düşük Si)	54358	54355 54355 54356 54237	$T \leq 3$ mm $3 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 20$ mm
Genel yapı çeliği Class 1 galvaniz kaplamaya ve normalize işlemine uygun	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S355J2+N (Düşük Si)	54357	54355 54355 54356 54237	$T \leq 3$ mm $3 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 20$ mm
Genel yapı çeliği Class 1 galvaniz kaplamaya ve normalize işlemine uygun	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S355JR+N Düşük Si (FE510 DTCL)	94355	94355 94355 94356	$T \leq 3$ mm $3 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm

Kullanım Alanı	Standart	Standart Kalite	Çolakoğlu Kalite Kodu	Döküm Kalitesi	Döküm Kalitesi Uygulama Kalınlığı
Genel yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S355J0	50355	40354 40354 40355 40356 40357	$T \leq 3\text{mm}$ $3 < T \leq 6\text{ mm}$ $6 < T \leq 12\text{ mm}$ $12 < T \leq 18\text{mm}$ $18 < T \leq 26\text{mm}$
Genel yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S355J2	53355	40354 40354 40355 40356 40357	$T \leq 3\text{mm}$ $3 < T \leq 6\text{ mm}$ $6 < T \leq 12\text{ mm}$ $12 < T \leq 18\text{mm}$ $18 < T \leq 26\text{mm}$
Sıcak şekillendirmeye ve normalize işlemine uygun	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S355J2+N	52355	40354 40354 40355 40356 40357	$T \leq 3\text{ mm}$ $3 < T \leq 6\text{ mm}$ $6 < T \leq 12\text{ mm}$ $12 < T \leq 18\text{mm}$ $18 < T \leq 26\text{mm}$
Soğuk şekillendirmeye, katlamaya ve Class 1 galvaniz kaplamaya uygun yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S355JRC (Düşük Si)	42355	54355 54355 54356 54357	$T \leq 3\text{mm}$ $3 < T \leq 6\text{ mm}$ $6 < T \leq 12\text{ mm}$ $12 < T \leq 18\text{mm}$
Soğuk şekillendirmeye, katlamaya ve Class 1 galvaniz kaplamaya uygun yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S355J2C (Düşük Si)	43355	54355 54355 54356 54357	$T \leq 3\text{mm}$ $3 < T \leq 6\text{ mm}$ $6 < T \leq 12\text{ mm}$ $12 < T \leq 18\text{mm}$
Soğuk şekillendirmeye ve katlamaya uygun yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S355J2C	40355	40354 40354 40355 40356 40357	$T \leq 3\text{mm}$ $3 < T \leq 6\text{ mm}$ $6 < T \leq 12\text{ mm}$ $12 < T \leq 18\text{mm}$ $18 < T \leq 26\text{mm}$
Soğuk şekillendirmeye, katlamaya ve normalize işlemine uygun yapı çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S355J2C+N	44355	40354 40355 40356 40357	$T \leq 6\text{ mm}$ $6 < T \leq 12\text{ mm}$ $12 < T \leq 18\text{mm}$ $18 < T \leq 26\text{mm}$

Kullanım Alanı	Standart	Standart Kalite	Çolakoğlu Kalite Kodu	Döküm Kalitesi	Döküm Kalitesi Uygulama Kalınlığı
Soğuk şekillendirmeye ve sıvamaya uygun jant çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S355JRC-Özel (S355J2C+N) Jantsa	82330	41330 41331	$T \leq 10$ mm $10 < T \leq 16$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve sıvamaya uygun jant çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S355J2C+N-Özel Jantsa	82355	40355 40356	$T \leq 10$ mm $10 < T \leq 20$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve sıvamaya uygun jant çeliği	DIN EN 10025 Part 2 - 2004	S355JRC Düşük karbonlu (HL 1953-01)	81330	81330 81331	$T \leq 10$ mm $10 < T \leq 20$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve sıvamaya uygun yüksek mukavemetli mikro alaşımlı jant çeliği	DIN EN 10149- Part 2- 1995	S355MC	83355	83355 83380 83420	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 18$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve sıvamaya uygun yüksek mukavemetli mikro alaşımlı jant çeliği	DIN EN 10149- Part 2- 1995	S420MC (HL 2242-01)	83420	83420 83430 83460	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 18$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve sıvamaya uygun yüksek mukavemetli mikro alaşımlı jant çeliği	DIN EN 10149- Part 2- 1995	S460MC (HL-6000)	83460	83460 83460 83480 83500	$T \leq 3$ mm $3 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 18$ mm
Soğuk şekillendirmeye ve sıvamaya uygun yüksek mukavemetli çift fazlı jant çeliği	DIN EN10338- 2010	HDT580X (DP 600)	83600	83600	$T \leq 6$ mm

Kullanım Alanı	Standart	Standart Kalite	Çolakoğlu Kalite Kodu	Döküm Kalitesi	Döküm Kalitesi Uygulama Kalınlığı
Soğuk haddelemeye uygun yüksek mukavemetli çift fazlı çelik	DIN EN10338-2010	HCT600X (DP 600)	83610	83610	$T \leq 6$ mm
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1006	91006	91006 91006 91006	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 26$ mm
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1008	91008	91008 91008 91008	$T \leq 2$ mm $2 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 26$ mm
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1010	91010	91010 91010	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 26$ mm
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1010-Özel	91110	91110 91110	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 26$ mm
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1012	91012	91012 91012	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 26$ mm
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1015	91015	91015 91015	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 26$ mm
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1018	91018	91018 91018	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1018-Özel (Düşük kükürtlü)	91118	91118 91118	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1020	91020	91020 91020	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 26$ mm
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1022	91022	91022 91022	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 26$ mm

Kullanım Alanı	Standart	Standart Kalite	Çolakoğlu Kalite Kodu	Döküm Kalitesi	Döküm Kalitesi Uygulama Kalınlığı
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1025	91025	91025 91025	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 26$ mm
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1030	91030	91030 91030	$T \leq 3$ mm $3 < T \leq 26$ mm
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1040	91040	91040 91040	$T \leq 3$ mm $3 < T \leq 26$ mm
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1045	91045	91045 91045	$T \leq 3$ mm $3 < T \leq 26$ mm
Karbon çeliği-Kromlu	SAE J403-2001	SAE 1045-Özel (C45E)	91145	91145 91145	$T \leq 3$ mm $3 < T \leq 26$ mm
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1050	91050	91050 91050	$T \leq 3$ mm $3 < T \leq 26$ mm
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1055	91055	91055	$T \leq 26$ mm
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1060	91060	91060	$T \leq 26$ mm
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1070	91070	91070	$T \leq 20$ mm
Karbon çeliği	SAE J403-2001	SAE 1080	91080	91080	$T \leq 20$ mm
Kazan çeliği	DIN EN 10028-Part 2-2009	P265GH	86265	86265 86266	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 26$ mm

Kullanım Alanı	Standart	Standart Kalite	Çolakoğlu Kalite Kodu	Döküm Kalitesi	Döküm Kalitesi Uygulama Kalınlığı
Kazan çeliği	DIN EN 10028-Part 2-2009	P235GH	86235	86235 86236 86237	T<6 mm 6≤T≤16 mm 16<T≤26mm
Kazan çeliği	DIN EN 10028-Part 2-2009	P295GH	86295	86295 86275	T≤6 mm 6<T≤26 mm
Kazan çeliği	DIN EN 10028-Part 2-2009	P355GH	86355	86355 86356	T≤8 mm 8<T≤26 mm
Kazan borusu çeliği	DIN EN 10120-2008	P235GH Düşük Si	86435	40235 40236	T<6 mm 6≤T≤16 mm
LPG tüp çeliği	DIN EN 10120-2008	P245NB	85245	85245	T≤5 mm
LPG tüp çeliği	DIN EN 10120-2008	P265NB	85265	85245 85265	T≤2 mm 2<T≤5 mm
LPG tüp çeliği	DIN EN 10120-2008	P310NB	85310	85310	T≤5 mm
LPG tüp çeliği	DIN EN 10120-2008	P355NB	85355	85355	T≤5 mm
Genel yapı çeliği	JIS G 3101: 2004	SS400	93400	54236 54274 54275 54276	T≤2 mm 2<T≤6 mm 6<T≤16 mm 16<T≤26mm
Bor ilaveli genel yapı çeliği	JIS G 3101: 2004	SS420 Bor ilaveli	93420	93274 93275 93276	T≤6 mm 6<T≤16 mm 16<T≤26mm

Kullanım Alanı	Standart	Standart Kalite	Çolakoğlu Kalite Kodu	Döküm Kalitesi	Döküm Kalitesi Uygulama Kalınlığı
Soğuk şekillendirmeye uygun ticari kalite çelik	JIS G 3131: 2004	SPHC	93111	25122	$T \leq 8 \text{ mm}$
Soğuk şekillendirmeye uygun ticari kalite çelik	JIS G 3131: 2004	SPHC-Bor ilaveli	93211	93211	$T \leq 8 \text{ mm}$
Soğuk şekillendirmeye ve galvanize uygun boru ve profil çeliği	JIS G 3132-2005	SPHT-1	93270	25122	$T \leq 8 \text{ mm}$
Soğuk şekillendirmeye ve galvanize uygun boru ve profil çeliği	JIS G 3132-2005	SPHT-2	93340	54235	$T \leq 8 \text{ mm}$
Atmosfer korozyonuna dayanıklı çelik	DIN EN 10025-5 (JIS G 3125-2004)	S355J2WP (SPA-H)	93125	93125 93125	$T \leq 6$ $6 < T \leq 16 \text{ mm}$
Isıl işlem çeliği	DIN EN 10083-Part 2 - 2006	28Mn6	98628	98628	$T \leq 8$
Isıl işleme uygun tarım aletleri imalat çeliği	DIN EN 10083-Part 3 - 2006	30MnB5	98530	98530 98530	$T \leq 6$ $6 < T \leq 16 \text{ mm}$
Isıl işlem çeliği	DIN EN 10083-Part 3 - 2006	42CrMo4	98442	98442	$T \leq 8$

Kullanım Alanı	Standart	Standart Kalite	Çolakoğlu Kalite Kodu	Döküm Kalitesi	Döküm Kalitesi Uygulama Kalınlığı
Soğuk şekillendirmeye uygun mikro alaşımlı çelik	DIN EN 10149-Part 2-1995	S315MC	36315	36315 36330 36355	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 18$ mm
Soğuk şekillendirmeye uygun mikro alaşımlı çelik	DIN EN 10149-Part 2-1995	S355MC	36355	36355 36380 36420	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 18$ mm
Soğuk şekillendirmeye uygun mikro alaşımlı çelik	DIN EN 10149-Part 2-1995	S420MC	36420	36420 36430 36460	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 18$ mm
Soğuk şekillendirmeye uygun mikro alaşımlı çelik	DIN EN 10149-Part 2-1995	S420MC-Özel	36421	36421	$T \leq 6$ mm
Soğuk şekillendirmeye uygun mikro alaşımlı çelik	DIN EN 10149-Part 2-1995	S460MC	36460	36460 36460 36480 36500	$T \leq 3$ mm $3 < T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 18$ mm
Soğuk şekillendirmeye uygun mikro alaşımlı çelik	DIN EN 10149-Part 2-1995	S500MC	36500	36500 36530 36550	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 18$ mm
Soğuk şekillendirmeye uygun mikro alaşımlı çelik	DIN EN 10149-Part 2-1995	S550MC	36550	36550 36580 36600	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm $12 < T \leq 18$ mm
Basıncılı boru çeliği	DIN EN 10217 Part 1-2005	P235TR1	94235	51235 51236	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm
API petrol borusu çeliği	API 5L-2007-PSL1	A PSL1 L210	95130	40235 40236	$T \leq 8$ mm $8 < T \leq 20$ mm

Kullanım Alanı	Standart	Standart Kalite	Çolakoğlu Kalite Kodu	Döküm Kalitesi	Döküm Kalitesi Uygulama Kalınlığı
API petrol borusu çeliği	API 5L-2007-PSL1	BN PSL1 L245N	95135	95035 95042	$T \leq 8$ mm $8 < T \leq 26$ mm
API petrol borusu çeliği	API 5L-2007-PSL1	X42N PSL1 L290N	95142	95042 95046	$T \leq 8$ mm $8 < T \leq 26$ mm
API petrol borusu çeliği	API 5L-2007-PSL1	X46N PSL1 L320N	95146	95046 95047	$T \leq 8$ mm $8 < T \leq 26$ mm
API petrol borusu çeliği	API 5L-2007-PSL1	X52M PSL1 L360M	95152	95152 95156	$T \leq 12$ mm $12 < T \leq 26$ mm
API petrol borusu çeliği	API 5L-2007-PSL1	X56M PSL1 L390M	95156	95156 95157	$T \leq 12$ mm $12 < T \leq 26$ mm
API petrol borusu çeliği	API 5L-2007-PSL1	X60M PSL1 L415M	95160	95160 95161 95162	$T \leq 8$ mm $8 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
API petrol borusu çeliği	API 5L-2007-PSL1	X65M PSL1 L450M	95165	95165 95166 95167	$T \leq 8$ mm $8 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
API petrol borusu çeliği	API 5L-2007-PSL1	X70M PSL1 L485M	95170	95170 95171 95172	$T \leq 8$ mm $8 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
API petrol borusu çeliği	API 5L-2007-PSL2	BN PSL2 L245N	95035	95035 95042	$T \leq 8$ mm $8 < T \leq 26$ mm
API petrol borusu çeliği	API 5L-2007-PSL2	X42N PSL2 L290N	95042	95042 95046	$T \leq 8$ mm $8 < T \leq 26$ mm
API petrol borusu çeliği	API 5L-2007-PSL2	X46N PSL2 L320N	95046	95046 95047	$T \leq 8$ mm $8 < T \leq 26$ mm

Kullanım Alanı	Standart	Standart Kalite	Çolakoğlu Kalite Kodu	Döküm Kalitesi	Döküm Kalitesi Uygulama Kalınlığı
API petrol borusu çeliği	API 5L-2007-PSL2	X52M PSL2 L360M	95052	95052 95056	$T \leq 12$ mm $12 < T \leq 26$ mm
API petrol borusu çeliği	API 5L-2007-PSL2	X56M PSL2 L390M	95056	95056 95057	$T \leq 12$ mm $12 < T \leq 26$ mm
API petrol borusu çeliği	API 5L-2007-PSL2	X60M PSL1/PSL2 L415M	95060	95060 95061 95062	$T \leq 8$ mm $8 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
API petrol borusu çeliği	API 5L-2007-PSL2	X65M PSL2 L450M	95065	95065 95066 95067	$T \leq 8$ mm $8 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
API petrol borusu çeliği	API 5L-2007-PSL2	X70M PSL2 L485M	95070	95070 95071 95072	$T \leq 8$ mm $8 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
API petrol sondaj borusu çeliği	API 5CT-2005	5CT J55	95155	95155 95155	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 12$ mm
API petrol sondaj borusu çeliği	API 5CT-2005	5CT J55 (upgradeable)	95255	95255 95255	$T \leq 8$ mm $8 < T \leq 12$ mm
API petrol sondaj borusu çeliği	API 5CT-2005	5CT J55 (upgradeable)	95256	95256 95256	$T \leq 8$ mm $8 < T \leq 12$ mm
Motifli sac	ASTM A 36-2005	ASTM A786 (ASTM A36)	56435	51274 51275 51276	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm
Galvanizlemeye uygun motifli sac	ASTM A 36-2005	ASTM A786 (ASTM A36)	56437	54274 54275 54276	$T \leq 6$ mm $6 < T \leq 16$ mm $16 < T \leq 26$ mm

KAYNAKLAR

- [1] **Şahintürk, C.**, (2014). Sıcak Haddelenmiş Yassı Çelik Kaliteleri ve Kullanım Alanları, Çolakoğlu Metalurji A.Ş., Kocaeli.
- [2] **Çelik Rehberi**, VDeh Çelik Enstitüsü, (2012).
- [3] **R. J. Fruehan**, Professor Carnegie Mellon University, The Making Shaping and Treating of Steel, Chapter 1.
- [4] **Piero Frittella**, Eaf Operating Practice Optimization) Centro Sviluppo Materiali Spa, Italy
- [5] **Jeremy A. T. Jones**, **Nupro Corporation**, Electric Arc Furnace Steelmaking.
- [6] **Kadioğlu S., Taşyürek K.**, (2011), Sürekli Döküm Sistemi, Alaşımlı Özel Çeliklerin Metalurjisi, İTÜ, İstanbul.
- [7] **Boyoğlu, E.**, (2011). Çelikhane ve Haddehane Notları, Çolakoğlu Metalurji A.Ş., Kocaeli.
- [8] **World Steel In Figures 2014**, World Steel Association, , Brussels Belgium.
- [9] Kocaeli Üniversitesi Demir Çelik Üretim Teknolojisi Ders Notları.
- [10] **Oran, A.**, (2012). Tandış işlemleri, pratiği ve uygulamaları sunusu, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [11] **Çolakoğlu Metalurji A.Ş. Tarihçesi**, <www.colakoglu.com.tr>
- [12] **Körmükçü, B.E.**, (2011). Bir Sıcak Sac Haddeme Tesisinin Devreye Alınması ve İşletme Parametrelerinin Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- [13] **Şahintürk, C.**, (2000). Çelik Üretim Metalurjisi ve Çelik Kaliteleri, Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları T.A.Ş., Kdz. Ereğli.
- [14] **Şahintürk, C.**, (2013) Sürekli Döküm Eğitim Dökümanı, Çolakoğlu Metalurji A.Ş., Kocaeli.
- [15] **Lifeng Zhang (Dr.), Brian G. Thomas (Prof.)**, Inclusions In Continuous Casting Of Steel, Univ. Of Illinois At Urbana-Champaign Urbana, IL61801, U.S.A.
- [16] **Şadi KARAGÖZ, H. İbrahim Ünal, Fulya Kahrıman, Funda Gül Demircan**, Çeliklerde Segregasyon ve Etkileri, KOÜ MMM, Kocaeli.
- [17] **R. Tonelli**, Continuous Casting Presentation, (2011), Centro Sviluppo Materiali Spa, Italy
- [18] **Sanii, S.**, (2014) Minimum Sipariş Tonajı Çalışması, Çolakoğlu Metalurji A.Ş., Kocaeli.
- [19] **Topkaya Yavuz A.**, Chemical Principles of Materials Production, Lecture Notes, ODTÜ, Ankara

[20] **Çolakoğlu Metalurji A.Ş., (2014). Product Catalog, Kocaeli.**

ÖZGEÇMİŞ



Ad ve Soyadı : Ayşe ORAN

Doğum Yeri ve Tarihi : Malatya / 01.06.1988

E-Posta : ayseeoran@gmail.com

Adres : Ataşehir / İstanbul

Tel : 05373625513

Lisans : İstanbul Üniversitesi (2006-2010)

İş Deneyimi : Çolakoğlu Metalurji A.Ş. (Mayıs 2011- Halen)