



12th International
**Foundry
Congress**

19-21 September / Eylül 2024 Istanbul Expo Center, Istanbul - Türkiye

12. Uluslararası Döküm Kongresi
12th International Foundry Congress



«Çelik Deksidasyonunda Optimum Deksidant Türünün ve İlave Miktarlarının Belirlenmesi»

«Determination of the Optimal Deoxidizer Type and Addition Amounts in Steel Deoxidation»

**Ferhat Tülüce & Buğra Erbakan & Alper Yoloğlu & Vedat Uz &
Musatfa Murat Zor
(Çimsataş & Heraeus Electro-Nite)**

5. Oturum / 5th Session

**Oturum Başkanı / Session Chairman: Prof. Dr. Ali Kalkanlı
(Orta Doğu Teknik Üniversitesi)**

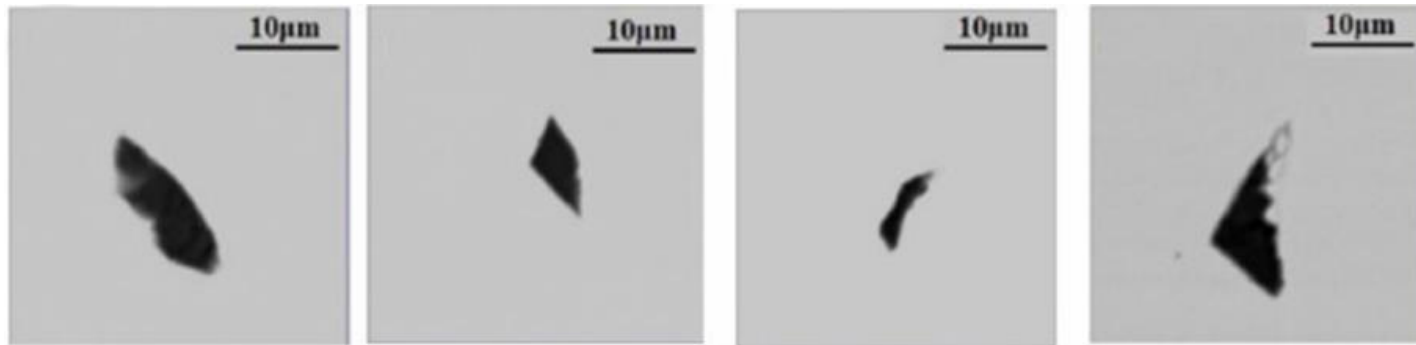
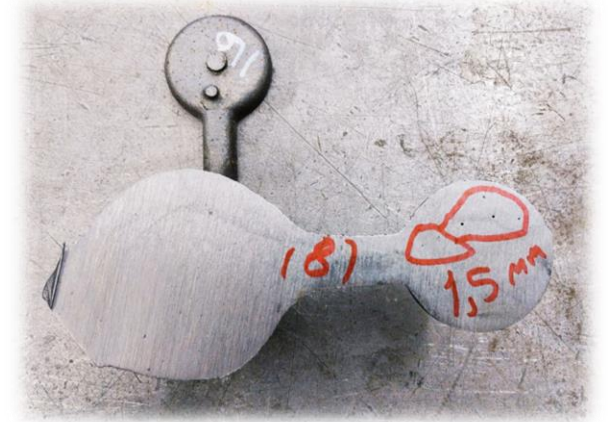


GİRİŞ

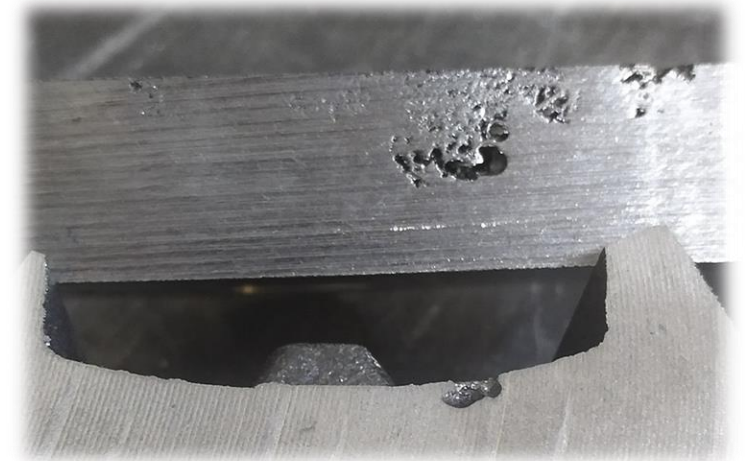
Çelik üretim prosesi boyunca oksijen aktivitesinin, üretim kontrolü ve nihai döküm kalitesi açısından çok önemli olduğu bilinmektedir.

Deokside edilmemiş bir çelikte gaz hataları ve zararlı oksit inklüzyonları kaçınılmazdır.

Bu gibi hatalar çeliğin kullanım özelliklerini düşüreceğinden sıvı çelikte deoksidasyon işlemi gerçekleştirilir.



Oxide inclusions*

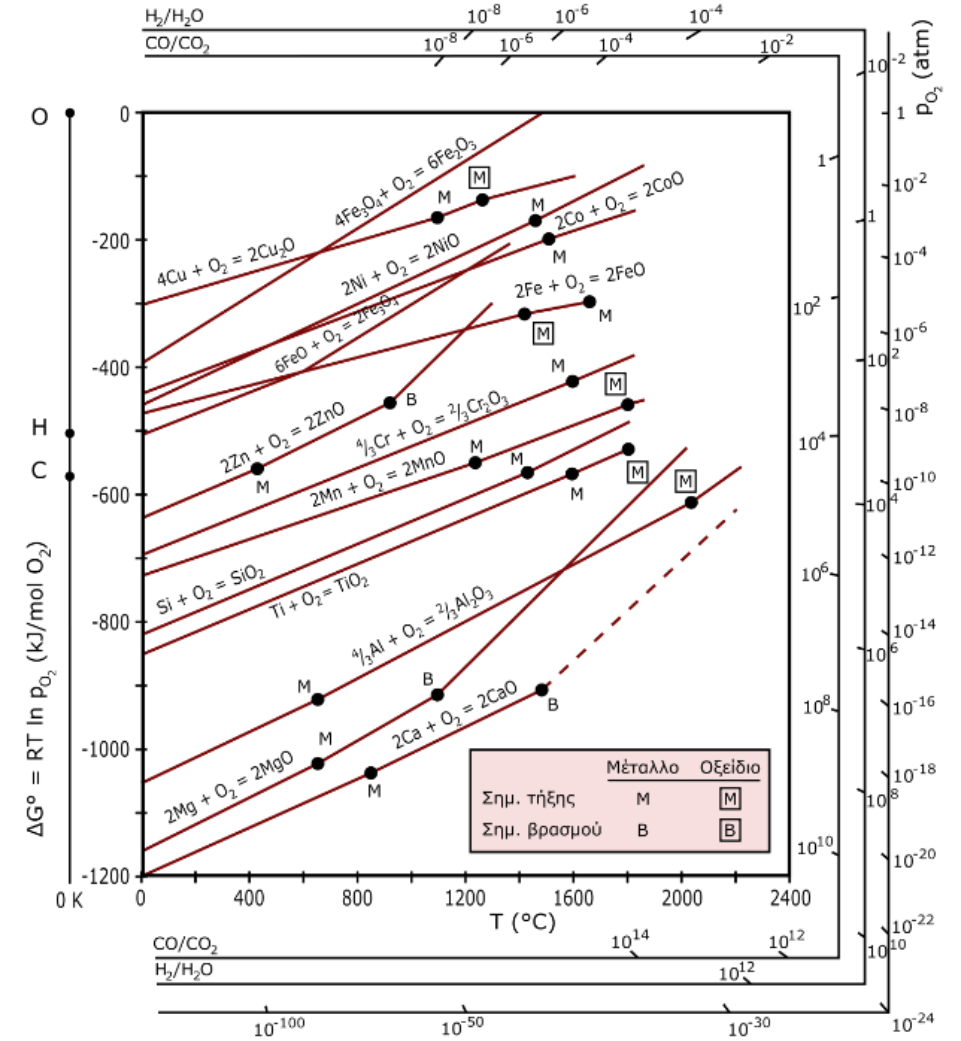


DEOKSİDANT SEÇİMİ

Ellingham diyagramı kullanılarak deoksidasyon için oksijen afinitesi uygun metaller seçilebilir.

Kalsiyum, magnezyum, alüminyum ve titanyum gibi oksijen afinitesi yüksek elementler bu amaçla kullanılabilir.

Etkinlik ve maliyet birlikte değerlendirildiğinde deoksidasyon işlemi için en uygun metal alüminyumdur.



DEOKSİDANT SEÇİMİ

Ancak alüminyum da ucuz bir metal değildir. Üstelik kullanım alanlarının artması ile birlikte fiyatı da artış eğilimi göstermektedir.

Bu nedenle bu çalışmada optimum alüminyum ilave miktarının belirlenmesi ve alüminyumun potansiyel alternatifleri üzerinde durulmuştur.



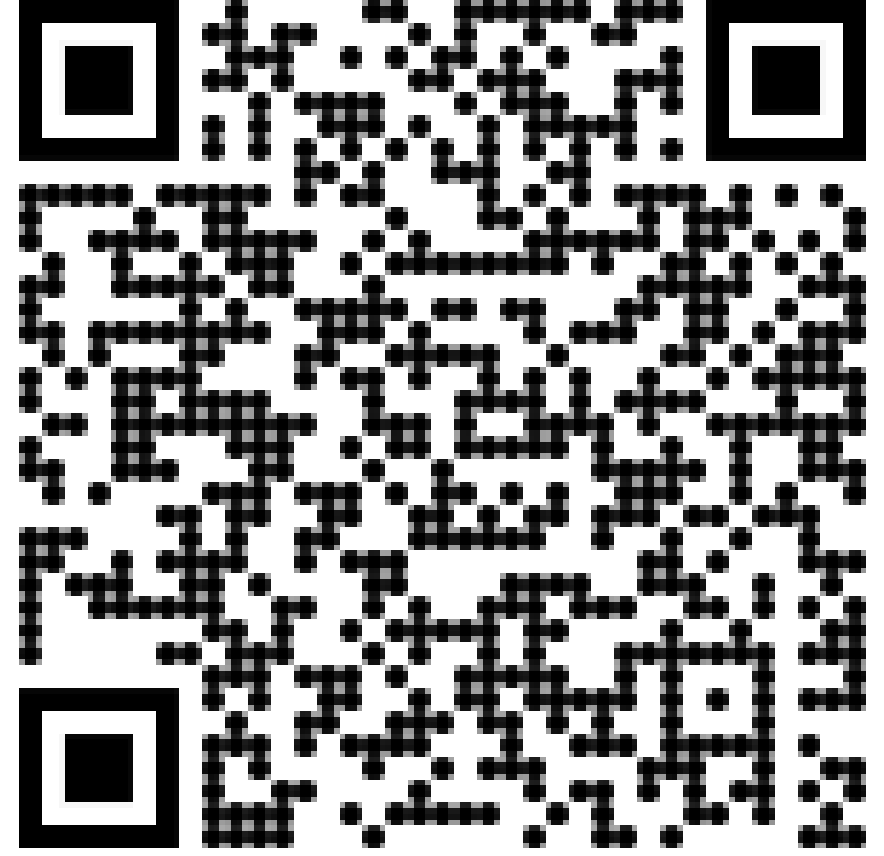


Ancak bu formülü kullanabilmemiz için sıvı çelikteki oksijen miktarının ölçülebiliyor olması gerekmektedir.

SIVI ÇELİKTE OKSİJEN ÖLÇÜMÜ

Oxygen Activity
measurement system for steel

Celox®

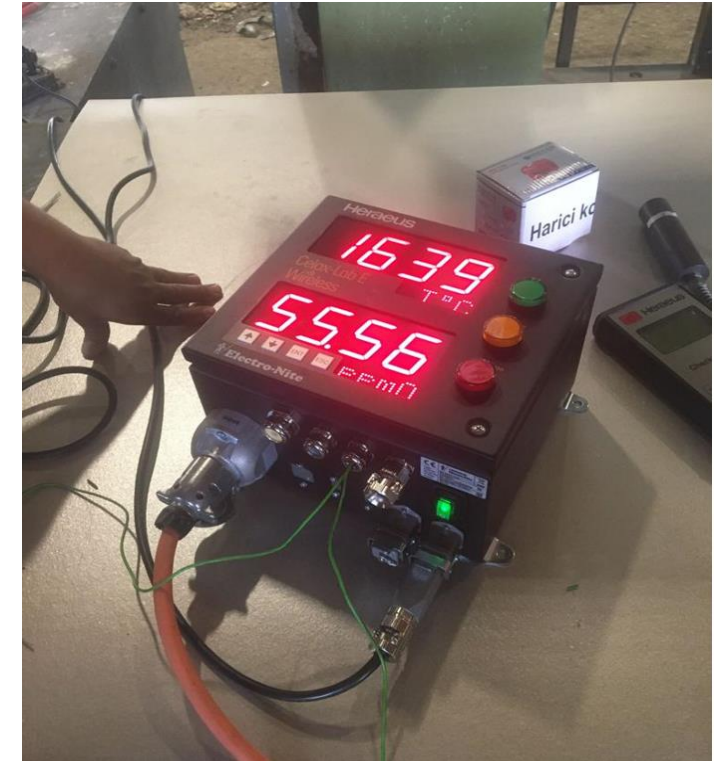
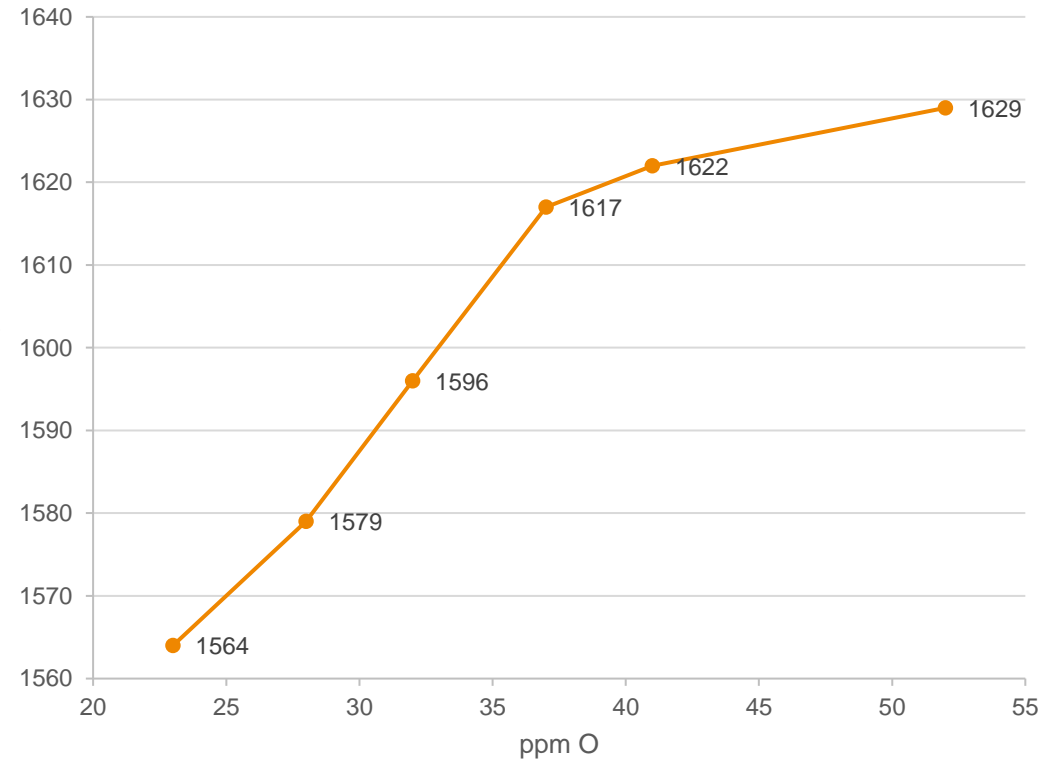


Çalışma prensibi ve ayrıntılı bilgi için okutunuz.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Çalışmalar ÇİMSATAŞ dökümhanesinde indüksiyon ocağında yapıldı.

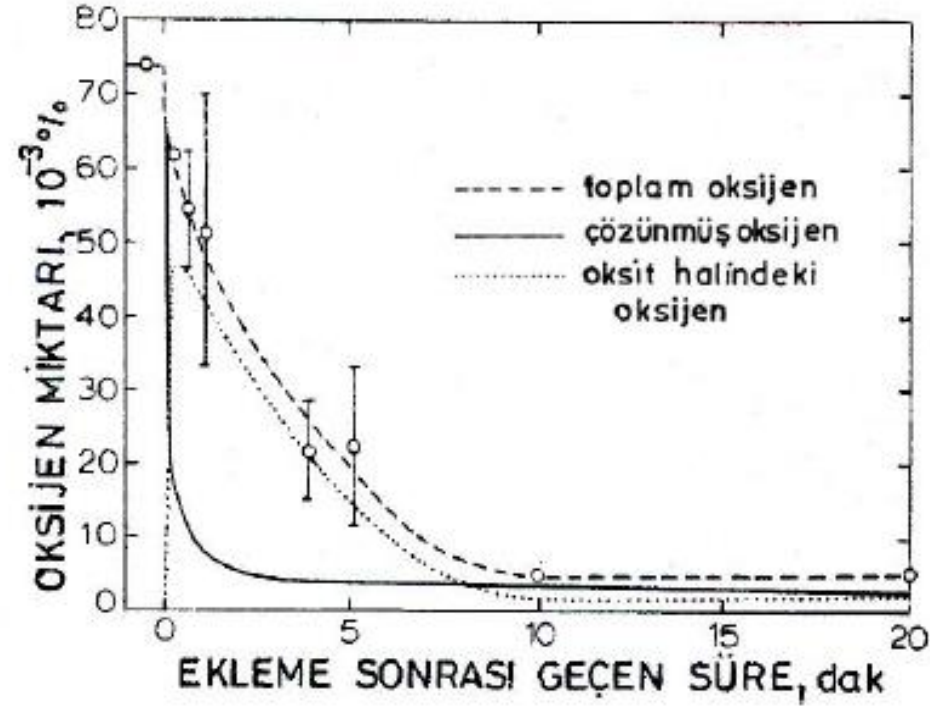
Yapılan ölçümler sonucunda 2 saatte eritilen 3 ton çelikte ortalama 55 ppm oksijen tespit edildi.



İşletme şartlarında zaman ve sıcaklık gibi kayıpların önüne geçmek için ölçümler genellikle hızla yapılır.

Deoksidant ilavesinin hemen sonrasında yapılan bu ölçümlerde 20 ppm altı bir çözülmüş oksijen değeri istenir.

Bunun nedeni literatürdeki kaynaklara göre 20 ppm'e kadar hızlı bir şekilde düşen aktif oksijenin 20 ppm sonrası düşüş hızının yavaşlamasıdır.



1600°C sıcaklıkta alüminyum deoksidasyonunda metalin oksijen konsantrasyonunun bekleme süresi ile değişimi

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Yapılan ölçümlere ve müşteri firma taleplerine göre;

Ölçülen Oksijen 55 ppm,

Yapı içinde istenen min. alüminyum müşteri şartnamelerine göre 200 ppm,

İstlenen max. oksijen (O hedef) 20 ppm ise,

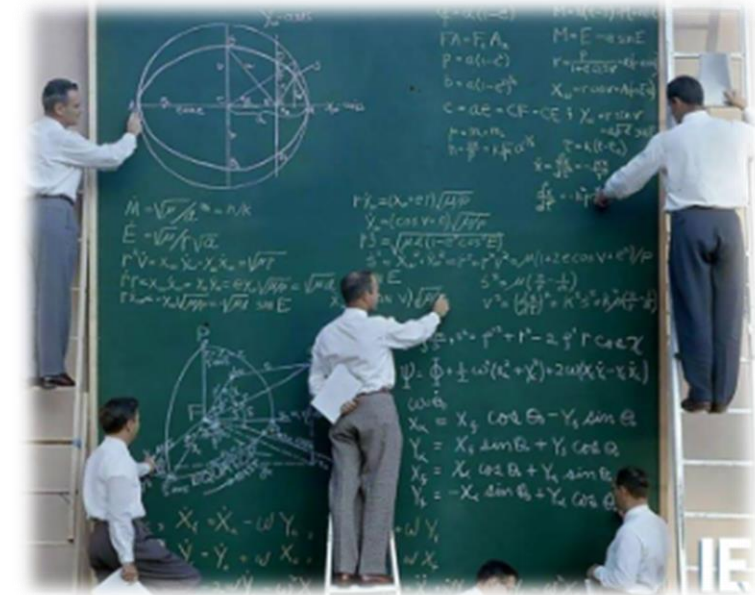
Alüminyum verimi de %60 ise teorik ilave miktarı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir.

$$Eklenecak Al * Verim = (Al)denge + \frac{2x27}{3x16} (O(ilk) - O(hedef))$$

Değerleri eşitlikte yerine koyduğumuzda;

~~$$Eklenecak Al * 0,6 = 200 + \frac{2x27}{3x16} (55 - 20)$$~~

$$Eklenecak Al * 0,6 = 200 + 11,25 = 211,25$$



DENEYSEL ÇALIŞMALAR

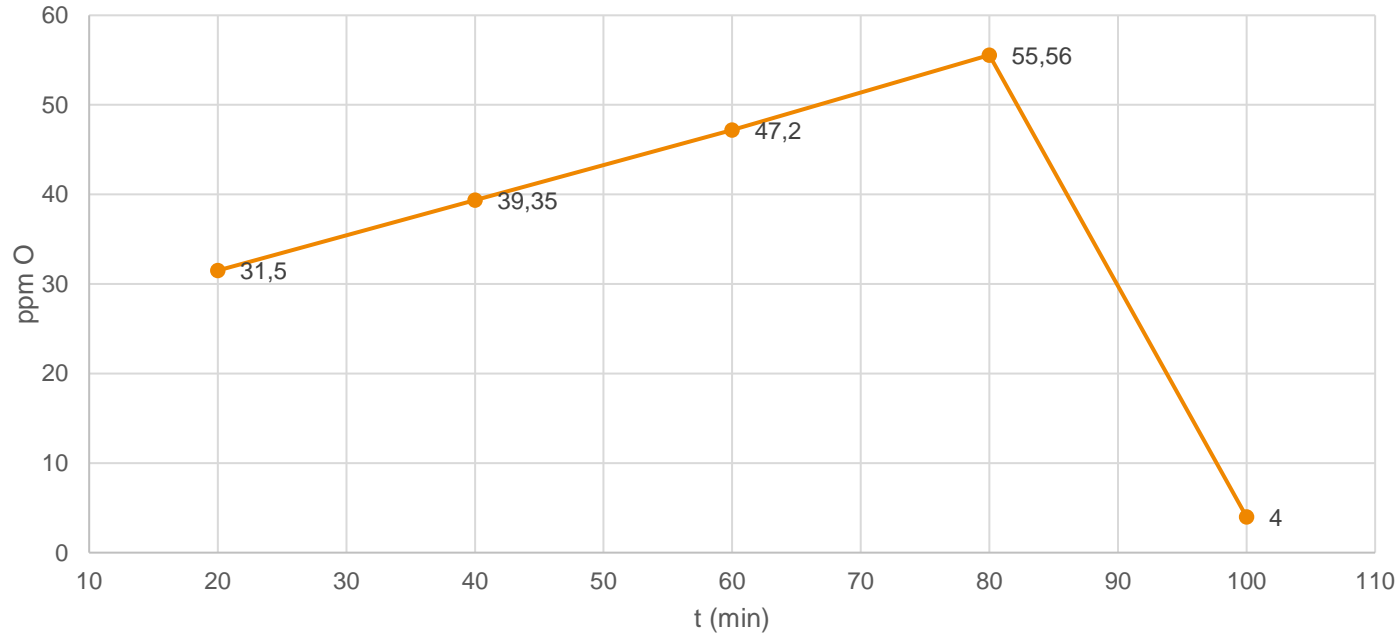
ÇİMSATAŞ'ın firma pratiğinde ton başına 600 gram alüminyum ilave edilmektedir. Bu sebeple aynı ocaktan devrilen 3 potadan;

- 1. potada mevcut uygulama olan 600 ppm Al ilavesi,**
- 2. potada ~%25 güvenlik katsayısı ile 500 ppm Al alüminyum ilavesi,**
- 3. potada ise eşdeğer miktarda alternatif deoksidant ilavesi ile denemeler yapılmıştır.**

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

1. Potaya ÇİMSATAŞ dökümhanesinin mevcut pratiğinde olan 600 ppm (ton çelik başına 600 gram) Al ilavesi yapılmış ve ilave sonrası oksijen seviyesinin 4 ppm'e düştüğü görülmüştür.

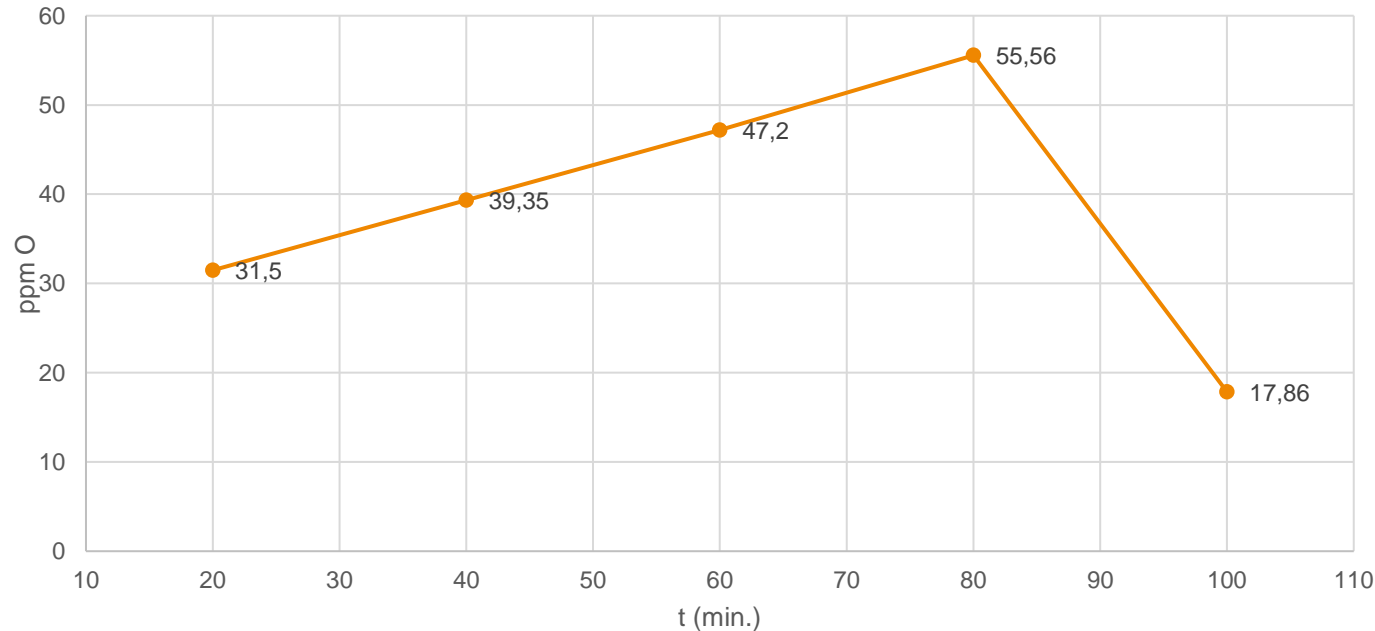
Yapılan optik emisyon spektrometresi sonuçlarına göre ortalama kalıntı alüminyum ortalama 400 ppm civarındadır.



DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2. Potaya %25 güvenlik payı ile 500 ppm Al ilavesi (ton çelik başına 500 gram) yapılmış ve ilave sonrası oksijen seviyesinin 17,86 ppm'e düştüğü görülmüştür.

Yapılan optik emisyon spektrometresi sonuçlarına göre ortalama kalıntı alüminyum ortalama 300-350 ppm aralığındadır.



ALTERNATİF DEOKSİDANT

Alüminyum cürufu ;

- Halen metalik alüminyum içeren bir proses atığıdır.
- Tenörü deoksidasyon için yeterlidir.
- İçeriğindeki alüminyum geri kazanılabilir ancak
- Otomatik ve havacılıkta genellikle tercih edilmez.
- Geri kazanıma ihtiyaç olmadan çelik üretiminde kullanılabilir.



ALÜMİNYUM CÜRUFUNUN GERİ KAZANIMI

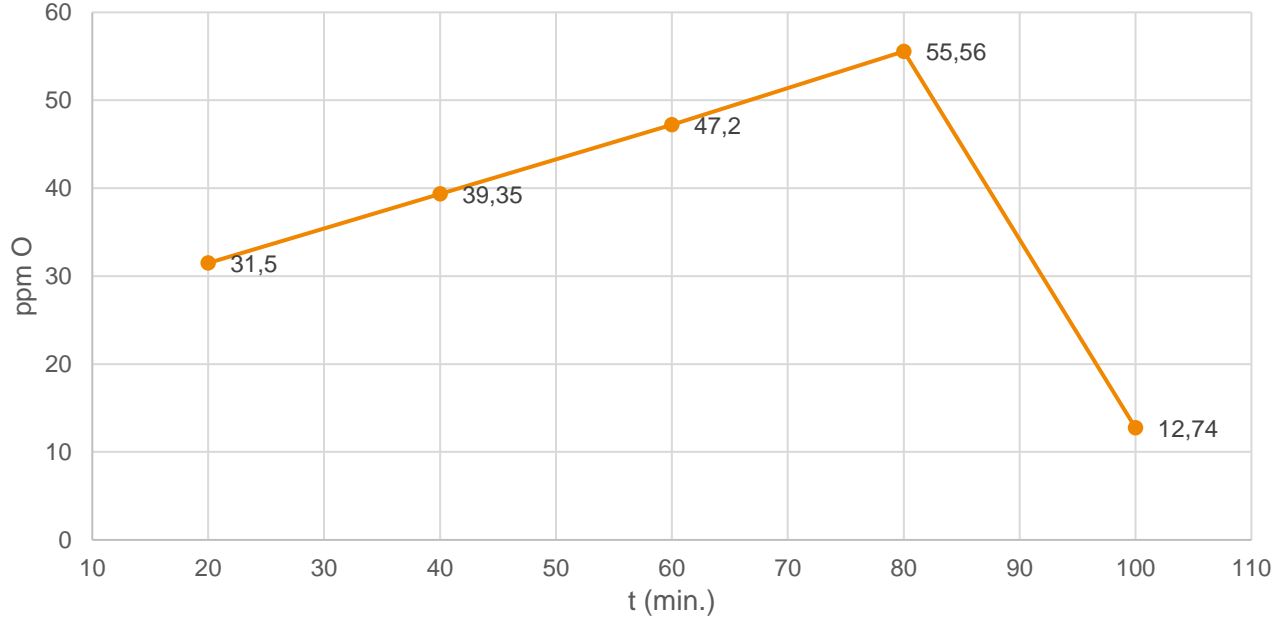
Herhangi bir geri dönüşüm işlemine gerek olmadan alüminyum cürufu kullanıldığında, geri kazanım süreçlerindeki lojistik, enerji, işgücü gibi maliyetlerden tasarruf sağlanabilir.



DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3. Potaya 500 ppm Al ilavesine eşdeğer 1000 ppm cüruf ilavesi yapılmış ve ilave sonrası oksijen seviyesinin 12,74 ppm'e düştüğü görülmüştür.

Yapılan optik emisyon spektrometresi sonuçlarına göre ortalama kalıntı alüminyum ortalama 300-350 ppm aralığındadır.

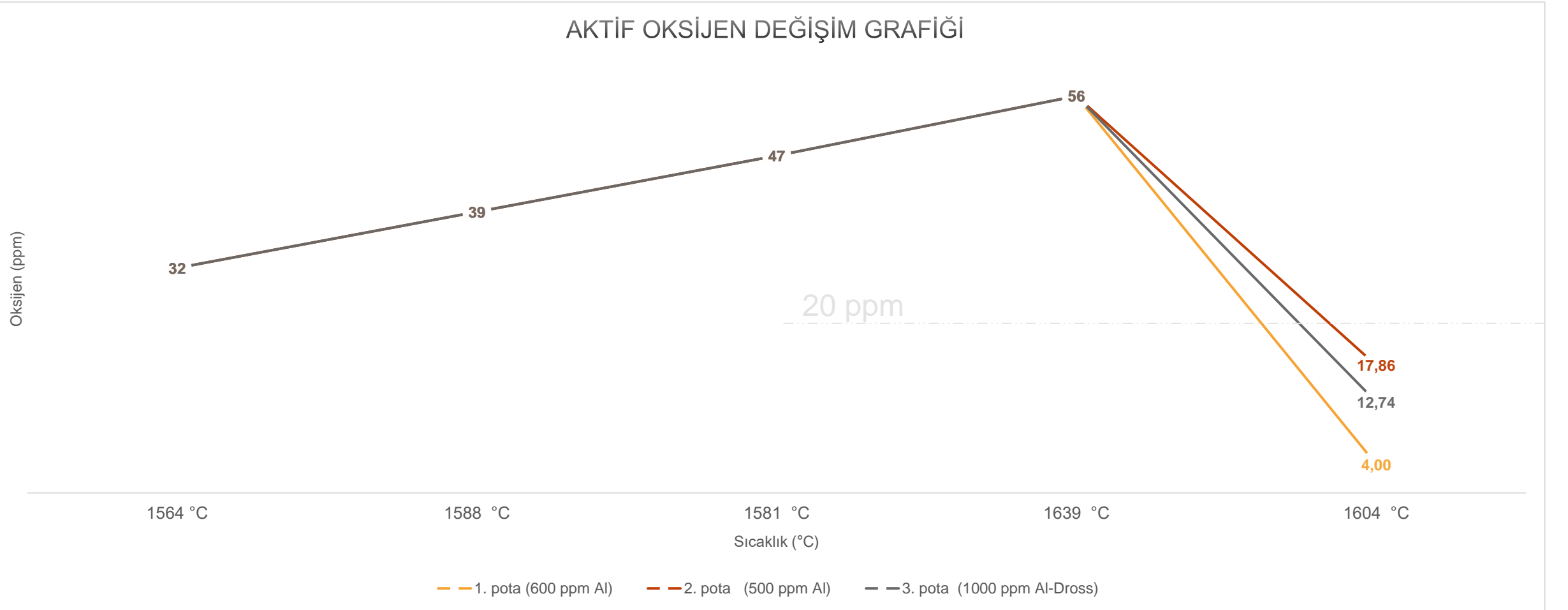


C [%]	Mn [%]	Si [%]	P [%]	S [%]	Cr [%]	Ni [%]	Mo [%]
AVG 0.26718	0.67611	0.42187	0.01302	0.00893	1.06655	0.04890	0.26751
V [%]	Cu [%]	B [%]	Ti [%]	Sn [%]	Al [%]	Zr [%]	Nb [%]
AVG 0.00807	0.11425	0.00027	0.00213	0.00373	0.03190	0.00066	0.00871
Pb [%]	Sb [%]	Fe [%]	CEQ [%]	Zn [%]	Ce [%]	Bi [%]	W [%]
AVG 0.00113	0.00017	97.034	0.65918	0.00261	0.00111	0.00064	0.00001
As [%]	Co [%]	Ca [%]	N [%]				
AVG 0.00414	0.00757	0.00000	0.01077				

Kalite Kontrol: 94063891 4/8/2021: Tanan

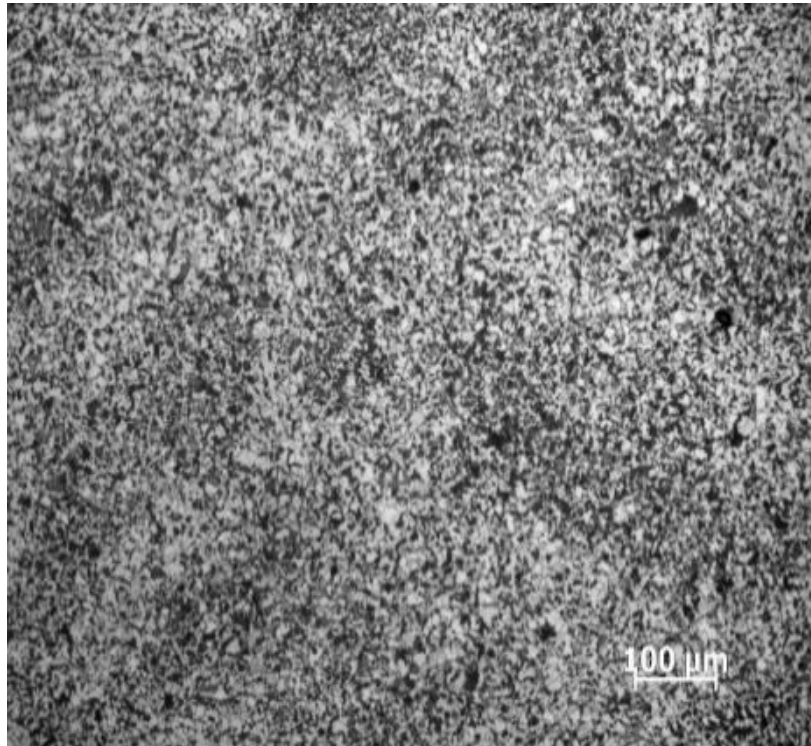
SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

AKTİF OKSİJEN DEĞİŞİM GRAFİĞİ



SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yapılan metalografik, tahribatlı ve tahribatsız incelemeler sonucunda alüminyum cürufu içerisindeki eser miktardaki inklüzyonların (stronsiyum, titanyum, silisyum, magnezyum ve oksitleri) döküm parça özelliklerine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı gözlenmiştir.



ÇEKME DENEY NUMUNESİ						
NUMUNEYE AİT BİLGİLER		DENEY SONUÇLARI				
	1	2	SPEC.	1	2	Ort.
Çap (d), mm	10,00		En Yüksek Kuvvet (Fm),N	-	7446	7446
Gövdenin İtk K.Alanı (S ₀),mm ²	78,50		Çekme Gerilimi (Rm)	690 - 830 N/mm ²	759,00	759,00
İtk Ölçü Uzunluğu (L ₀), mm	50,00		Üst Akma Dayanımı (ReH)	min 490 N/mm ²	630,00	630,00
Gövde Uzunluğu (L _c), mm	60,00		Uzama Yüzdesi (A)	min 12 %	17,20	17,20
			En Küçük Kesit Alanı (S _n), mm ²	---	33,68	33,68
			Son Ölçü Uzunluğu (L _u), mm	---	58,60	58,60
			Kesit Daralma Yüzdesi (Z), %	min 30 %	57,10	57,10
			Sertlik (Parça)	210 - 260 HB	241	241

V-ÇENTİKLİ DENEY NUMUNESİ						
NUMUNEYE AİT BİLGİLER		DENEY SONUÇLARI			ORTALAMA J	Rapor No : 1449/22 Malzeme : SŞ 2225-23 İsıl İşlem : ALÜMİNYUM DOKSİDAT ÇALIŞMASI BLOK ÇEKME Ortam sıcaklığı, °C: RT
	Spec	1	2	3		
Uzunluk, (mm)	55±0,60					
Geniçlik, (mm)	10±0,11					
Çentik Açısı, (°)	45 ± 2					
Çentik Altı Yükseklik, (mm)	8±0,06					
Çentik Tabanı Kavla Y.Çapı, (mm)	R 0,25 ± 0,025					
V-ÇENTİK DARBE MUKAVEMETİ, J	-					
SICAKLIK, °C	-					

AÇIKLAMALAR
Deney ZWICK ROELL Marka 25 Ton Çekme Test Cihazında (seri no :729357), TS EN ISO 6892-1 / ARALIK 2016 ALŞA Marka Çentik Darbe Test Cihazında(seri no:3), TS EN ISO 148-1:2010 / Nisan 2011 standardına göre yapılmıştır. Deney sonuçları yukarıda tanımlanan numuneye aittir. Laboratuvarın yazılı izni olmaksızın rapor kısmen çoğaltılamaz.

TEŞEKKÜRLER