

YÜKSEK KÜKÜRTLÜ DÖVMELİK ÇELİKLERİN ÇEMTAŞ ÇELİK FABRİKASI'NDA SÜREKLİ DÖKÜM YÖNTEMİ İLE ÜRETİMİ*

Cenk GİTMEZ, Caner GÜNEY

ÇEMTAŞ Çelik Makina San. ve Tic. A.Ş. Organize San. Böl. A.O.S. Bulvarı No: 3 16159 Bursa
Tel: (224) 243 12 30

Özet: Bu çalışma, Çemtaş Çelik Fabrikası'nda üretilen alüminyum ile öldürülmüş, yüksek kükürtlü dövme amaçlı çelikler için kullanılacak işletme pratiğini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Son yıllarda, otomotiv sanayinde kullanılan pek çok çelik türünden, hem yüksek işlenebilirlik kabiliyetine sahip olması, hem de tamamen öldürülmüş olarak üretilmesi (alüminyum ile oksijeni giderilmiş) beklenmektedir. Çelik üreticisinde haddelenmiş olarak üretilen mamuller dövme işlemi ile şekillendirilir, sonra da yüksek miktarda talaşlı imalata tabi tutulur. Kükürt, oksijen, alüminyum ve kalsiyum elementlerinin bu tür çeliklerin üretimi üzerine olan etkileri, dökülebilirlik, işlenebilirlik, mekanik özellikler ve sülfür biçimi parametreleri yardımıyla incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: işlenebilirlik, oksijen giderme, sülfür kalıntısı.

1. GİRİŞ

Kükürt için %0.050 değeri genel olarak dövmelik çeliklerde üst sınırdır. Buna karşın yüksek miktarda talaş alınacak malzemelerde işlenebilirlik özelliği aranır; bunun için kükürt miktarı min %0.100 olan otomat çelikleri tercih edilir. Yüksek kükürtlü dövmelik çeliklerde ise kükürt oranı %0.050-0.100 arasında sınırlandırılmıştır. Bu tip çelikler dövmeye uygun olarak üretilir; dövmeci firmada şekillendirilir. Daha sonra talaşlı imalata alınan parçalar yüksek kükürt sayesinde kolayca işlenerek, maliyetlerin düşürülmesinde birçok açıdan fayda sağlar.

Bu tip çelik kalitelerinin şartnamelerindeki bir diğer beklenti ise sülfür inklüzyonlarının biçiminin kontrol edilmesidir. Sülfür kalıntılarının çoğunluğu MnS'lerdir; bunlar haddelemeyle birlikte boyuna uzadıklarında hadde yönüne dik (transvers) olarak ölçülen mekanik değerlerde ciddi azalmalar görülmektedir. Bu nedenle sülfürlerin uzamasını engelleyecek bileşikler oluşturabilen Ca, Te, Ce gibi elementlerin belli oranlarda ilavesi gerekmektedir. Bu sayede sülfür kalıntılarının boy/en oranları düşer ve yuvarlaklaşır. Böylece işlenebilirlik ve mekanik özellikler artar.

Çoğunlukla motor ve şanzımanlarda kullanılan kritik parçaların imalinde yer bulan yüksek kükürt ilaveli

dövmelik çelikler otomotiv sanayi için bir yeniliktir. Dövme + talaşlı imalat proseslerinde üretim hızı ve parça kalitesinin artırılmasında yarar sağlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı yüksek kükürtlü çeliklerin çelikhane ve haddehane kısımlarında üretim süreçlerinin ve parametrelerinin belirlenmesi, bu tip çeliklerin normal dövmelik çeliklerle kıyaslamalarının yapılması ve sülfür şekil kontrolünü sağlamak amacıyla ilavesi gereken elementin miktarını ve etkilerini belirlemektir.

Çalışma kapsamında toplam 9 adet yüksek kükürtlü test dökümü alınmış, bunların 2 adedi 2000 yılında çalışmaya temel oluşturması amacıyla üretilmiş, diğer 7 adedi ise benzer analizlerde daha düşük kükürt ilaveli dökümlerle kıyaslanmıştır. Tandışteki S, O, Al ve Ca değerlerinin sürekli döküm esnasında belirlenen dökülebilirlik, haddeleme sonrasında ölçülen işlenebilirlik, mekanik özellikler ve sülfür biçimi parametrelerine olan etkileri detaylı olarak incelenmiş, üretimde dikkate alınması gereken faktörler ortaya konmuştur.

Tablo 1'de çeşitli otomotiv şartnamelerinde yer alan 4 çelik türünün kimyasal analiz aralıkları, Tablo 2'de ise bu doğrultuda alınan test dökümlerinin analizleri verilmiştir

Tablo 1. Bazı yüksek kükürt ilaveli dövme amaçlı çelik kalitelerinin kimyasal analiz aralıkları

Kalite	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Al	%Cu
30M5R	0.27-0.33	Max 0.40	1.30-1.60	Max 0.025	0.060-0.080	Max 0.050	Max 0.30
AF70S	0.50-0.58	0.10-0.40	0.60-1.00	Max 0.040	0.060-0.090	Max 0.050	
C22S10	0.18-0.23	0.10-0.40	0.50-0.90	Max 0.070	0.080-0.100		
C70S6	0.67-0.73	0.15-0.25	0.53-0.60	Max 0.045	0.060-0.070	Max 0.010	Max 0.30

Tablo 2. Çalışma kapsamında üretimi yapılan dökümlerin tandište ölçülen kimyasal analizleri

Döküm No	Kalite	%C	%Si	%Mn	%P	%S.	%Al	%Ca	%O
01	C22	0.23	0.19	0.70	0.012	0.079	0.003	0.0003	0.0051
02	St60-2	0.38	0.22	1.03	0.013	0.079	0.020	0.0018	0.0056
03	St60-2	0.36	0.29	1.02	0.014	0.072	0.023	0.0026	0.0058
04	C70	0.69	0.20	0.54	0.009	0.054	0.008	0.0008	0.0033
05	C45	0.47	0.26	0.77	0.011	0.061	0.032	0.0015	0.0045
06	C45	0.45	0.22	0.65	0.020	0.066	0.014	0.0009	0.0052
07	C45	0.44	0.20	0.65	0.015	0.061	0.012	0.0012	0.0048

2. ÜRETİM

Çalışma kapsamındaki test dökümlerinin çelik türleri yoğun olarak sipariş edilen karbon çeliği kalitelerinden seçildi ve karbon oranlarına göre 4 temel gruba ayrıldı. C22, St60-2, C45 ve C70 kalitelerindeki 7 adet yüksek kükürlü döküm, daha düşük kükürt ilaveli dökümlerle kıyaslamak amacıyla gruplandı.

2.1 Çelikhane

Bu tür çeliklerin temel özelliği dövme amaçlı olmasıdır. Bu nedenle, Elektrik Ark Ocağı'nda dövme kalite çelikler için uygulanan rutin işlemler yürütülmüş, sırasıyla hurda ve kireç şarjı, fosfor giderme, karbon kaynaması yapılmış, çelik istenen sıcaklığa geldiğinde alttan döküm (EBT) yöntemi ile devirme gerçekleştirilmiştir.

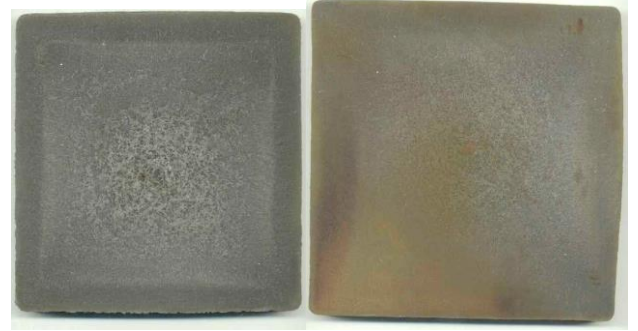
Devirmede deoksidasyon yapılmış, pota ocağına gelen dökümlerin cürufları hazırlanmıştır. Hedef analiz için gerekli miktarda alaşımlama ve vakum ile gaz giderme işlemlerinden sonra tel enjeksiyon ile Al, Ca ve S tel ilaveleri yapılmış, döküm hazır olduğunda pota sürekli döküm makinasına gönderilmiştir.

Deoksidasyon ve ince tane yapısı için ilave edilen alüminyum katı inklüzyonlar oluşturur. Bunların sürekli döküm esnasında nozullarda birikerek çelik akışını engellemesinin önüne geçmek amacıyla gerçekleştirilen kalsiyum ilavesi, dökülebilirliğin iyileştirilmesi ve inklüzyon şekil kontrolü için vazgeçilmez bir duruma gelmiştir. Alumina inklüzyonları kalsiyum ile sıvılaştırılır, ancak kükürt ilavesi ile katı CaS inklüzyonlarının oluşma ihtimali ortaya çıkar. Bu sebeple, SDM'ye gelen çeliğin temiz olması gerekmektedir.

Pota açılıp kapalı döküme geçildikten sonra sıvı çeliğin akış hızı stoper ile kontrol edilerek, kalıplara döküm yapılır. Döküm esnasında nozullarda meydana gelen tıkanmalar akışta bozulmalara, hatta yol kaybı yaşanmasına neden olabilir.

Çelikhane aşamasında ölçülen parametre dökümlerin dökülebilirlik değerleridir; kütük tonajı ile sıvı çeliğin oranı dökülebilirlik değeri olarak kabul edilmiştir.

03 no'lu dökümün kütüklerinden alınan makro dağlama resimleri Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1. 02 ve 03 no'lu döküme ait kütüklerden hazırlanan makro dağlamalar

Kütük makro dağlamalar üzerindeki incelemelerde önemli bir uygunsuzlukla karşılaşmamıştır.

2.2 Haddehane

140x140 ve 160x160 kare kütük olarak dökülen çelikler, tav fırınında ~1250°C'de 2.5 – 3 saat arasında tavlandıktan sonra 30 – 60 mm arasında çeşitli çaplara haddelenmiştir. Haddelenmiş haldeki çubuklardan işlenebilirlik, mekanik özellikler ve sülfür biçimleri ölçümleri için numuneler alınmıştır.

03 no'lu dökümden haddelenen çubuklardan alınan makro dağlama resimleri Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 2. 03 no'lu döküme ait ürün makro dağlamaları

2.3 Deneyler

Alınan işlenebilirlik numuneleri tornada eşit koşullarda işlenerek, talaşları toplanmıştır. Talaş ağırlıkları ve işlenmiş parçaların yüzey pürüzlülüğü ölçülerek dökümlerin işlenebilirlik sonuçları elde edilmiştir. Dökümlerden hadde yönüne kesilen mekanik test numuneleri çekme ve çentik darbe (KCV) testleri için ısılsız olarak hazırlanmış, testler yapılarak sonuçlar

kaydedilmiştir. Son olarak metalografik inceleme amacıyla dağlama yapmadan hazırlanan parlatılmış numuneler metalurjik mikroskopta incelenmiş, sülfür kalıntılarının boy / en oranları alınarak, yuvarlaklıkları ölçülmüştür. Tablo 3'te sonuçlar verilmektedir.

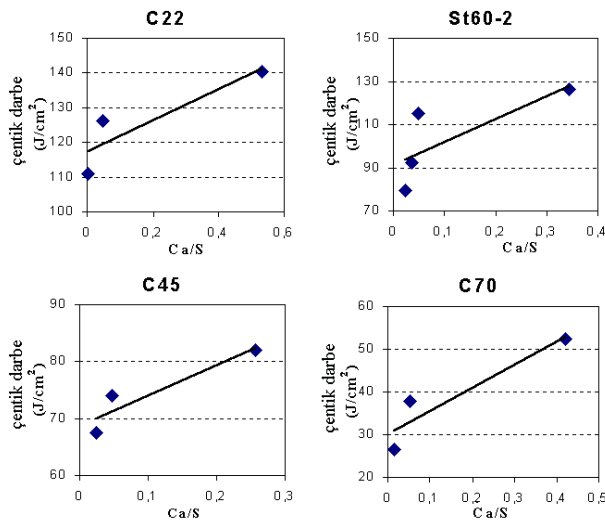
Tablo 3. Deney sonuçları

Döküm No	Talaş ağırlığı (g)	Yüzey Pürüz. (Ra)	Uzama (%)	Çentik Darbe (J/cm ²)	Sülfür boy/en oranı
01	22.55	2.95	26.4	111.0	18.4
02	30.18	3.29	24.8	79.6	12.6
03	32.98	3.11	25.2	92.3	11.7
04	6.67	3.03	8.6	26.5	16.5
05	26.89	3.40	22.9	67.5	14.4
06	23.25	3.12	*	*	16.1
07	22.97	3.00	*	*	15.0

* Test sonuçları alınmamıştır.

Tablo 3' deki verilerden yola çıkarak, kimyasal kompozisyondaki elementlerin mekanik değerler, işlenebilirlik, sülfür biçimi özelliklerine olan etkileri araştırılmıştır. Grafikselleştirilmiş değerlendirmeler şeklinde yapılan çalışmalarda çoğunlukla literatürde verilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Bazı beklenmeyen sonuçların ise yeterli veri olmamasından kaynaklandığı anlaşılmıştır.

Birçok literatürde de belirtildiği gibi, artan kükürt değerinin tek başına, çentik darbe tokluğu ve sünekliğe olan olumsuz etkisi tespit edilmiştir. Artan Ca/S oranı da beklendiği gibi mekanik özellikleri olumlu yönde iyileştirmiştir. Şekil 4'te 4 çelik grubu için oluşturulan grafik görülmektedir.



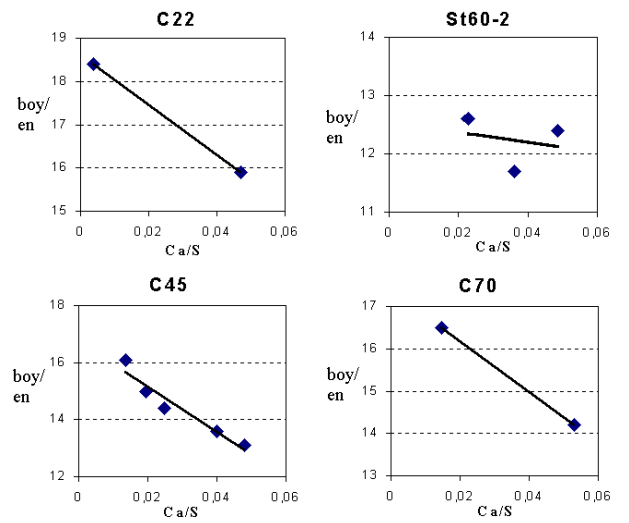
Şekil 3. Test dökümlerinin Ca/S oranına göre çentik darbe tokluğu değişimleri.

Şekil 3'te tüm çelik türlerinde Ca/S oranının artmasıyla çentik darbe tokluğunun ciddi miktarda artış gösterdiği görülmektedir.



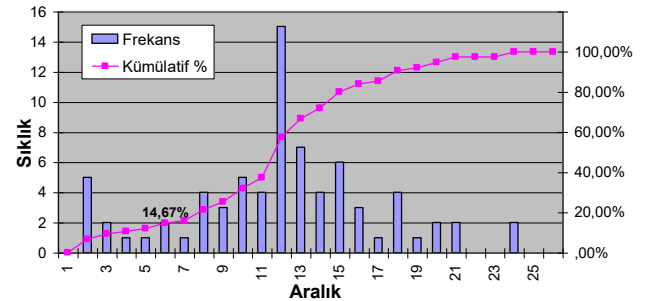
Şekil 4. 03 no'lu döküme ait metalografik görüntü (500x)

Çalışma kapsamında üretilen yüksek kükürlü dökümlerin hadde çıkışlı sülfür biçimi ölçümleri, her dökümden rasgele 100 ayrı sülfür kalıntısının boy/en oranlarının ortalamasının alınmasıyla gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5. Test dökümlerinin Ca/S oranına göre sülfür boy/en oran değişimleri

Çeşitli otomotiv şartnamelerinde çelik içerisindeki sülfürlerin şekil kontrollü olması istenmektedir. Renault şartnamelerinde 'R' ilaveli çelikler için sülfürlerin en az %90'ının max 6 boy/en oranına sahip olması şarttır.



Şekil 6. 03 no'lu döküme ait sülfür boy/en oran dağılımı

En yüksek Ca/S oranına sahip olan 03 no'lu dökümün hadde mamulünde yapılan MnS boy/en oranları incelemesinde %14,67'sinin 6 ve 6'ın altında olduğu görülmüştür. Bu da göstermektedir ki, sürekli döküm ile üretilen yüksek kükürlü çeliklerde kullanılabilir

kalsiyum oranları ile sülfid şekil kontrolü etkin olarak sağlanamamaktadır. Max 6 boy/en şartını karşılamak için başka bir elementin gerekli olduğu anlaşılmaktadır.

3. SONUÇ

Çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesinin ardından aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Kükürdün işlenebilirliğe yaptığı katkı belirlenmiş, şartnamelerde beklenen mekanik değerlerin sağlanmasına karşın mekanik özelliklere olumsuz yönde etkisi tespit edilmiştir.
- Oksijen kontrol edilecek bir değişken olarak kabul edilmemiştir. Dövmelik çeliklerde oksijen olabildiğince minimumda tutulmaya çalışılır.
- Eğer spesifikasyonda %Al için minimum bir değer belirtilmemişse, ince tane yapısını sağlayacak en düşük miktarda alüminyum olması dökülebilirlik açısından önemlidir.
- Mekanik özellikler, işlenebilirlik, sülfid biçimi açılarından sağladığı büyük faydalar nedeniyle kalsiyum ilavesi yapılmasının zorunlu olduğu görülmüş, ancak sürekli dökümde kullanılabilen Ca miktarının sülfid şekil kontrolünü tam olarak karşılamadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Çemtaş'ta başarıyla üretilen tamamen öldürülmüş yüksek kükürtlü dövme amaçlı çeliklerin, otomotiv firmalarına ait şartnamelerdeki beklentileri, işlenebilirlik özelliğinin yeterli olmasına karşın sülfid biçimi dışında fazlasıyla sağladığı belirlenmiştir. Biyel kolu, vites dişlisi gibi parçaların imalinde yer bulan bu tip çeliklerin kısa bir zamanda daha geniş bir kullanım sahasına yayılacağı öngörülmektedir.

4. KAYNAKLAR

- R. Kiessling, N. Lange, "Non-metallic Inclusions in Steel", The Metals Society, 1978, sayfa 112-126.
- E.T. Türkdogan, "Metallurgical Consequences of Calcium Retention in Liquid and Solid Steel", Calcium Treatment Symposium, The Institute of Metals, 1988, sayfa 6-8.
- "Renault Purchase Specification", 11-02-227/A, Regie Nationale Des Usines Renault S.A., 1995.

*Bu çalışma TİDEB tarafından desteklenmiştir.