

ISIL İŞLEM UYGULAMASI YAPILMADAN UYGUN MEKANİK ÖZELLİKLERDE EN-GJS 400-18LT (GGG 40.3 – DIN1693) MALZEMENİN DÖKÜM PROSES ŞARTLARININ SAĞLANMASI

Hakan ÖKER Ay Döküm Makine Sanayi

ÖZET

Ferritik yapıli küresel grafitli dökme demirlerde yüksek çekme mukavemeti, uzama, darbe dayanımı özelliklerine ulaşabilmek için üretim ve kontrol proseslerinde bazı özel yöntemlerin izlenmesi gereklidir. Bu yöntemlerin oluşturduğu prosesleri şu şekilde sıralayabiliriz ; ergitme, sfero reaksiyonu, döküm sıcaklıkları, aşılama işlemi, döküm sonrası parçanın soğuma hızı, kalite kontrol ve sonuçları. Tüm bu proseslerin ışığında işletmemizde üretimi yapılan EN-GJS 400-18 LT (GGG 40.3) malzeme özelliklerindeki parçanın detay bilgileri bu çalışmada anlatılmaktadır. Çalışmada konu olan parça için üretim ve kontrol sistemlerinde hedef ısıll işlemsiz üretimdir. Burada amaç ekonomik bir avantaj sağlamaktır.

ABSTRACT

In order to reach high tensile strength and built, elongation and impact resistance properties in ferritic nodular cast irons, some special methods in production and control processes are required. These methods involve: melting, spheroidizing reaction, casting temperatures, inoculation, cooling rate, quality control and results. In light of all of these processes made to obtain EN-GJS-400-18 LT (GGG 40.3), detailed information of this material is explained in this study. In this study, the aim for this material in production and control systems is to obtain it without heat treatment. The purpose is to provide an economic advantage here.

Keywords: Low temperature, chemical analysis, cooling rate, raw materials, cost

1. GİRİŞ

Küresel grafitli dökme demirler başta makine ve otomotiv endüstrileri olmak üzere genel endüstriyel alanda geniş bir kullanıma sahip demir esaslı malzemelerdir. Gri dökme demirlerin başlıca avantajlarını (düşük ergime sıcaklığı, uygun akışkanlık ve kolay döküm, işlenebilirlikte kolaylık, yüksek aşınma direnci) ve çeliklerin mühendislikteki avantajlarını (yüksek mukavemet, tokluk, süneklik, sertleştirilebilirlik) bünyelerinde bulundurmalarından dolayı endüstrinin birçok alanında yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

Küresel grafitli dökme demirler, kendi içlerinde sahip oldukları yapıları ve bu yapıların birer fonksiyonları olan mekanik özelliklerine bağlı olarak sınıflandırılırlar. Bu sınıflandırmayı Çizelge 1 de inceleyebiliriz.

KÜRESEL GRAFITLİ DÖKME DEMİRLERİN SINIFLANDIRILMASI

MALZEME	ÇEKME DİYANIMI N/mm ² (min)	AKMA SINIRI N/mm ² (min)	% UZAMA (min)	SERTLİK (HB)	DARBE DEĞERİ Joule (min)		YAPI
					3 Deney Ortalama	1 Deney	
GGG 40	400	250	15	135-180	-	-	Daha çok Ferritik
GGG 50	500	320	7	170-230	-	-	Ferritik Perlitik
GGG 60	600	380	3	190-270	-	-	Perlitik Ferritik
GGG 70	700	440	2	225-305	-	-	Daha çok Perlitik
GGG 80	800	500	2	245-335	-	-	Perlitik
GGG 40.3	400	250	18	130-175	12	9	Ferritik

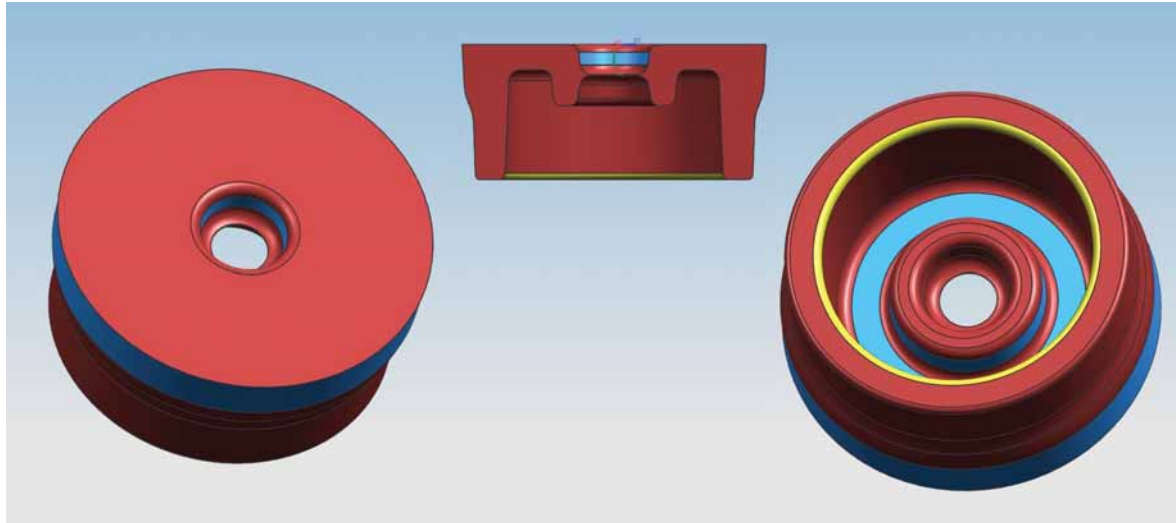
Çizelge 1. Küresel grafitli dökme demirlerin yapılarına göre sınıflandırılması.

EN-GJS 400-18 LT (GGG 40.3) malzemesinin uygun mekanik özelliklerinin gerçekleşmesinin ana esası mikro yapısındaki ferritik yapısıdır. Uygulamadaki ana amaç yapıda %100 e yakın ferritik yapı oluşturabilmektir. Ferritik yapının sağlanabilmesi için ostenit içerisinde çözülen karbonun tamamının küresel grafitte dönüşmeye zaman bulması gerekmektedir. Bu dönüşüm neticesinde meydana gelecek malzemenin mikro yapısı ferritik bir matris ve bu matris içerisinde rasgele dağılmış küresel grafitten ibaret olur.

Bu çalışmada işletmemiz şartları altında dökümünü gerçekleştirdiğimiz parçanın ısı işlem uygulaması yapılmadan EN-GJS 400-18 LT (GGG 40.3) malzemesinin mekanik özelliklerinin sağlanmasındaki uygulama yöntemlerini inceleyeceğiz.

Parça Ağırlığı	3,45 kg
Model Plakasındaki Figür Adedi	6 adet
Bir Kalıptaki Salkım Ağırlığı	30,1 kg
Bir Kalıptaki Toplam Parça Ağırlığı	20,7 kg
Parçanın En Kalın Kesit Kalınlığı	22 mm
Parçanın En İnce Kesit Kalınlığı	11 mm

Çizelge 2 . Çalışmanın içeriğinde konu olan parça hakkındaki genel bilgiler.



Şekil 1. Parçanın genel görünümü.

2. UYGULAMA YÖNTEMLERİ

2.1. ERGİTME PROSESİ

Tüm döküm proseslerinde olduğu gibi ergitme prosesi EN-GJS 400-18 LT (GGG 40.3) malzemesinin mekanik özelliklerinin sağlanabilmesi adına önemlidir. Ergitme prosesinde kullanılan hammaddeler ve bunların kompozisyonları, karbon verici kullanımı, ergitme işleminde ocaktaki sıvı metalin max. sıcaklık değeri, ocak metali kimyasal kompozisyonu, ergitme işlemi sonrası ocak metalinin gereksiz yere ocakta bekletilmesi ve sonucunda çekirdeklenme özelliklerinin kaybolması, döküm işlemi sırasında ocaktaki metalin boşaltılmasında geçen süreler ve ocaktaki sıvı metalin termal analiz değerleri son derece önemlidir. Bu parametrelerin hepsi mekanik özelliklere direkt etki edecektir.

2.1.1. ERGİTME PROSESİNDE KULLANILAN HAMMADDELER VE KOMPOZİSYONLARI

Bu proseste kullandığımız katı şarj malzemeleri dkp çelik, sfero piki ve kendi malzemesine ait yolluklardır. Bunların ergitme şarjında kullanım oranları işletmemiz şartları altında dkp çelik: % 30 – sfero piki: % 30 – yolluk: % 40 şeklinde belirlenmiştir. Kullanılacak yolluklar daha önceki dökümlerinden kalan EN-GJS 400-18 LT (GGG 40.3) malzemenin yollukları olmalıdır. Mikro yapıda perlit faz oluşum riskini ortadan kaldırmak adına asla başka sfero malzemelerin yollukları kullanılmamalıdır. Kullanılacak sfero pikinin de düşük değerlerde mangan (Mn), kükürt (S), titanyum (Ti) ve fosfor (P) alaşımı olması gerekmektedir.

Mn	P	S
Max.0,50	Max.0,05	Max.0,03
Cr	Ti	Pb
Max.0,05	Max.0,015	Max.0,005

Çizelge 3 : DKP çelik malzemedeki önemli elementlerin kimyasal analiz sınırları (%).

Mn	P	S
Max.0,05	Max.0,04	Max.0,015
Cr	Ti	Pb
Max.0,04	Max.0,005	Max.0,002

Çizelge 4. Sfero pikindeki önemli elementlerin kimyasal analiz sınırları (%).

2.1.2. KARBON VERİCİ KULLANIMI

Ergitme işlemi sırasında katı şarjla birlikte sıvı metalin çekirdeklenme özelliklerinde büyük etkisi olan karbon verici kullanımı önemlidir. Ana amaç karbon yüzdesini ayarlamak ve grafit oluşumu sağlamaktır. Yukarıda belirttiğimiz katı şarj oranlarını ve dökülen parçanın kimyasal analizini işletmemizdeki 3000 kg lık indüksiyon ocaklarına oranladığımızda ocak başına yaklaşık olarak 30 kg kadar bir karbon verici kullanılmaktadır. Buda ergitilen metalin yaklaşık olarak % 1 ine eşdeğer gelmektedir. Bu karbonun ergitme işleminde tamamının sıvı metale karışımının sağlanması için ergitme prosesi başlangıcında ocak tabanına girilen katı şarjla birlikte ocağa girilmesi gerekmektedir. Karbon verici olarak düşük kükürtlü ve yüksek kaliteli bir karbon kullanılmasına dikkat edilmelidir.

2.1.3. OCAK METALİ KİMYASAL KOMPOZİSYONU

Kimyasal kompozisyon içeriğindeki tüm elementlerin bulunma oranları direkt mukavemet değerlerine etki eder. Bu çalışmada konu olan parçada istenilen mukavemet değerlerinin sağlanabilmesi için karbon (C) – silisyum (Si) – kükürt (S) – mangan (Mn) – fosfor (P) en önemli elementlerdir. Kompozisyondaki perlit yapıcı elementlerin sıvı metalde tek tek yada toplam halde bulunma yüzdeleri mikro yapıda görülecek % ferrit oranı açısından önemlidir.

C	Si	Mn	P	
3,75 3,85	1,40 1,50	Max 0,10	Max 0,04	
S	Sn	Cr	Ni	
0,009 0,015	Max 0,010	Max 0,05	Max 0,05	
Mo	Cu	Al	Ti	V
Max 0,01	Max 0,10	Max 0,02	Max 0,01	Max 0,01

Çizelge 5. Çalışma konusu olan parçanın ocak metalini kimyasal analiz değerleri (%).

Kimyasal kompozisyondaki kükürt (S), mangan (Mn), fosfor (P) ve titanyum (Ti) değerlerinin düşüklüğü kullanılan yüksek kaliteli sfero piki ile bağlantılıdır. Bu elementlerin kompozisyondaki oranlarını kontrol altına alabilmek ve sıvı metaldeki max. seviyelerini belirleyebilmek adına yüksek kaliteli sfero piki kullanılmalıdır. Düşük kükürt (S) değerine bağlı olarak kullanılan magnezyumun (Mg) etkisi artacak ve kullanım miktarı da düşüş gösterecektir.

2.1.4. OCAK METALİ SICAKLIK DEĞERLERİ

Sıvı metalin çekirdeklenme özelliklerini belirleyici faktörlerden birisidir. Çalışmanın konusu olan parça için kesit kalınlıklarının müsaade ettiği en düşük sıcaklık değeri işletmemiz şartları altında 1460 – 1470 °C derece olarak belirlenmiştir. Bu sıcaklık değerlerinin üzerine çıkıldıkça malzemenin mikro yapı ve mekanik özelliklerinde negatif tespitler görülmüştür. Bu sıcaklık aralığının reaksiyon potasının ve döküm potasının mutlak suretle ön ısıtma işlemine tabi tutulmasından sonra uygulanması gerekmektedir. Reaksiyon ve/veya döküm potasının astar malzeme sıcaklıkları uygun değil ise reaksiyon işlemi

sonrası beklenen pota final metali sıcaklığının çok altında sıcaklık değerleri saptanır. Buda döküm işlemi sırasında metalin dolum hızı ve akışkanlığına bağlı olarak metalin yürümemesi sonucu eksik döküm ve soğuk birleşme döküm hatalarına ortam yaratacaktır. 1460 – 1470 °C derece ocak baz metali sıcaklık değeri uygun pota astar sıcaklıkları ile reaksiyon işlemine tabi tutulmalıdır.

2.1.5. ERGİTME İŞLEMİ SONRASI OCAK METALİNİN GEREKSİZ YERE OCAKTA BEKLETİLMESİ

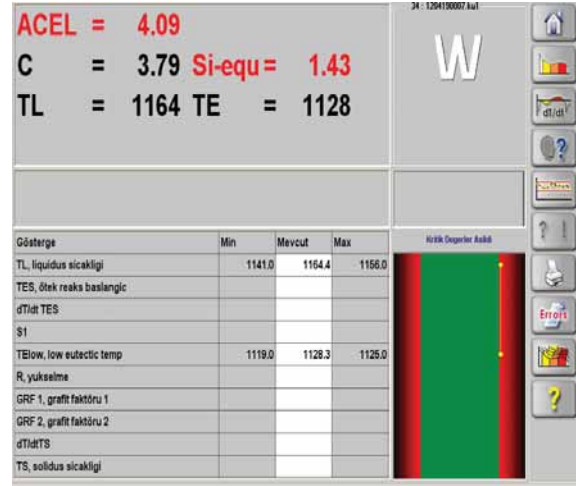
1460 – 1470 °C derece sıcaklığa getirilen ocak metali, kimyasal analiz ve termal analiz kontrolünden geçirilmesinden sonra ocak baz metali döküm için hazırlanmış olur. Ocak metali bu döküm sıcaklığına ulaştığı zaman döküm başlatılmalıdır. Herhangi bir sebeple üretimin akışında bir duruş oluşması söz konusu ise ocaktaki sıvı metal mevcut sıcaklığın üzerine çıkılmadan ocağa verilen enerji kesilerek metal üzerinin oksitlenmemesi için perlit ile kapatılmalıdır. Bu istenmeyen duruşlar sonrası sıvı metale metal kalite parametrelerini yakalayabilmesi adına katı hammadde şarj ilavesi yada işletme için uygun ocak metali şartlandırıcıları ilave edilebilir. İşletmemizde bu uygulama bahsedilen her iki yöntemle de yapılmaktadır.

2.1.6. OCAK METALİNİN BOŞALTILMASINDA GEÇEN SÜRELER

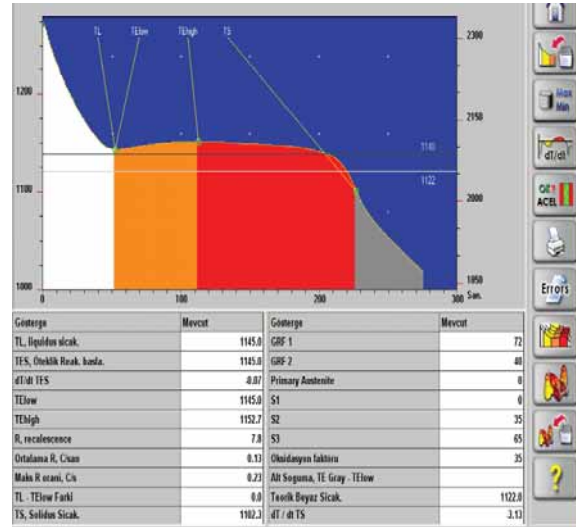
Burada uygulanan oldukça pratik bir yöntem vardır. Geçen süreye bağlı olarak ötektik katılaşmayı sağlayan analizden sapmayacak oranlarda karbon ilavesi yapılabilir. Bu ilave oranı işletme şartlarına bağlı olarak belirlenmelidir. İlave sonrası mevcut analiz ötektik analiz olarak kalmalıdır. Yapıdaki grafit oluşumu dengelenir. İlave sonrası karbonun sıvı metalle karışımı sırasında ocak sıvı metali sıcaklık değerleri dikkatten kaçmamalıdır.

2.1.7. OCAK METALİNİN TERMAL ANALİZ DEĞERLERİ

Ocaktaki sıvı metalin döküme başlanmadan önce kimyasal analiz kontrolünün yanı sıra termal analiz yöntemi ile hem karbon kontrolü hem de metalin çekirdeklenme özelliklerine bağlı olarak katılaşma sırasında göstermiş olduğu faz değişimleri ve buna bağlı kalite parametrelerinin ölçümü yapılmaktadır. Termal analiz sonucunda görüldüğü üzere karbon değeri kimyasal kompozisyon değerlerinde belirtilen değerler arasında olup % 3,79 olarak ölçülmüştür.



Şekil 2. Ocaktaki sıvı metalin termal analiz yöntemi ile ölçülmüş karbon (% C) değeri.



Şekil 3. Ocaktaki sıvı metalin termal analiz yöntemi ile ölçülmüş katılaşma sırasında gösterdiği faz değişim değerleri.

Termal analiz metal kalitesi tespiti kimyasal kompozisyon ve karbon değerinin olması gereken aralıklara ulaşıldıktan sonra yapılması şarttır. Bu şartlar yerine getirildikten sonra yapılan ölçümde tabloda görülen katılaşma başlangıç sıcaklığı (TL) – en düşük ötektik reaksiyon sıcaklığı (TElow) – katılaşma başlangıç sıcaklığı olan TL 'den en yüksek ötektik reaksiyon sıcaklığı olan Thigh'a yükselme değerini ifade eden (R) – grafit miktarını veren (GRF1) – grafit ebatları hakkında bilgi veren (GRF2) ve ötektik katılaşma fazını işaret eden (S1) ana kontrol edilmesi gereken değerlerdir. Bu değerlerin üretim şartlarını belirleyen değerler aralığında oluşması durumunda döküm işlemi sonrası istenilen mikro yapı ve bunun fonksiyonu olan

mekanik özelliklere ulaşılmasında herhangi bir problem görülmeyecektir.

2.2. SFERO REAKSİYONU PROSESİ

Sfero reaksiyonu prosesi bu işlemin kalitesini ve olabirliğini tayin eden etkenlerin başında gelmektedir. Reaksiyon işlemindeki alt prosesleri şu şekilde tanımlayabiliriz : reaksiyon potası, kullanılacak ise örtü malzemesinin cinsi ve kalitesi, magnezyum, döküm potasına transferi, döküm potasına transfer sırasında aşılama yöntemi.

2.2.1. REAKSİYON POTASI

İşletmemizde bu parçanın üretimi sırasında iki tür reaksiyon potasında başarı sağlanmış durumdayız. Bunlar devirmeli tip ve tandish tip diye adlandırabileceğimiz reaksiyon potalarıdır. Kullanılan bu reaksiyon potalarında astarlama işlemi de işlemin kalitesinde önemli bir yer tutmaktadır. Reaksiyon potasında eğer yeni bir astarlama işlemi yapıldı ise kullanılan astar malzemesinin cinsi ve yapısına göre ön ısıtma ve kurutma işlemleri çok iyi yapılmalıdır. Yeni yapılmış pota astarlarında nem içermediğinden emin olunmalıdır. Her reaksiyon işlemi öncesi çalışılan ocak sıcaklığına etki etmeyecek şekilde pota astarının ön ısıtması şarttır. Bu çalışmada örneklediğimiz parçanın önceki sayfalarda belirtilen ocak metali sıcaklık değeri 1460 – 1470 °C derecedir. Bu sıcaklık değeri reaksiyon işlemi öncesi sıvı metal kalitesini belirleyen en önemli faktördür. Sıcaklık değerini aşmamak adına ve reaksiyon sırasında kayıp olacak sıcaklık değerini yükseltmemek adına reaksiyon potası ön ısıtması çok önemlidir. Pota astar sıcaklığını muhafaza edebilmek için her reaksiyon işlemi sonrası pota kapağı kapalı tutulmalıdır. Her reaksiyon işlemi sonrası reaksiyon potasının üst çap bölgesinde ve magnezyum cep bölgesinde oluşacak curuf temizlenmelidir. Reaksiyon işlemi sonrası bir diğer reaksiyon öncesi pota dibinde metal bırakılmamalıdır. Reaksiyon işleminde kullanılan kantar ve kalibrasyon bakımları kontrol edilmelidir.

2.2.2. ÖRTÜ MALZEMESİNİN CİNSİ VE KALİTESİ

Örtü malzemesinin kullanılış amacı magnezyumun pota içerisine alınan sıvı metalle temasını mümkün olduğunca geciktirmeye çalışmaktır. Dökümhanelerde bu uygulama için genellikle silis kumu, aşı, çelik pul kullanılmaktadır. İşletmemizdeki üretimi sırasında devirmeli tip pota kullanımında örtü malzemesine ihtiyaç yoktur. Tandish

tip potada ise çelik pul kullanılmaktadır. Kullanılan çelik pul alaşimsız malzeme olan dkp çelik kırpıntılardır. Kullanılan bu malzemenin reaksiyon işlemi sırasında mutlak suretle eriyerek metale karışması gerekmektedir. Bunun sağlanabilmesi için çelik pul malzemesinin tane boyutları önemlidir. Genellikle 1 – 10 mm en ve boyuna sahip olup , et kalınlığı 2 – 3 mm yi geçmemektedir. Kullanılan malzemenin paslanmamış ve temiz olması reaksiyon kalitesini belirleyen etkenlerden birisidir.

2.2.3. MAGNEZYUM MİKTARI

Ergitme işleminde kullanılan yüksek kaliteli katı şarj malzemeleri nedeni ile kullanılacak magnezyumunda (FeSiMg) miktarı azalmaktadır. Mevcut ergitme prosesi yerine getirildiğinde çalışma konusu olan parça üretiminde kullanılan magnezyum miktarı yaklaşık olarak % 1 civarında seyretmektedir.

2.2.4. REAKSİYON İŞLEMİ SONRASI SIVI METALİN DÖKÜM POTASINA TRANSFERİ

Reaksiyon işlemi başladıktan sonra metalin uygun zamanda döküm işleminin bitirilmesi için kaybolan zaman çok önemlidir. Reaksiyon tamamlandıktan sonra zaman kaybı olmadan pota kapağı açılmalı ve uygun aşılama yöntemi ile reaksiyon potasındaki sıvı metal döküm potasına boşaltılmalıdır. Bu transfer işlemi sırasında reaksiyon potası mekanik aksamlarda duruşa neden olacak problemler olur ise metal döküme gönderilmeyerek mutlak suretle ocağa geri alınmalıdır. İşletme şartlarınca belirlenen döküm sürelerine uyulmalıdır. Buradaki süreç kontrolü son dökülen kalıptan alınan küreselleşme numunesi ile yapılmalıdır.

2.2.5. METALİN DÖKÜM POTASINA TRANSFERİ SIRASINDA UYGUN AŞILAMA VE YÖNTEMİ

Reaksiyon potasından döküm potasına alınma sırasında metalin aşılama işlemi gerçekleştirilmelidir. Aşı mutlak suretle uygun karışımın sağlanabilmesi için akan metale verilmelidir. Burada en uygun verme işlemi mekanizması şu şekilde olmalıdır ; Metalin 1/3 ü döküm potasına verildikten sonra aşılama işlemi başlatılmalı ve metalin 2/3 ü döküm potasına geçtiği zaman aşılama bitirilmelidir. Çalışma içinde örneklediğimiz parça için uygun mekanik özelliklerin sağlanabilmesini arttıran en önemli aşılama tekniği kalıp içi aşılama tekniğidir. Bu parça için kullanılan aşılama tekniği % 0,2 pota aşılması ve buna ilave olarak % 0,1 kalıp içi aşılama değildir. Kalıp içi aşılamanın faydasının

tespiti mikro yapıda görülmektedir. Grafit sayısının artmasıyla birlikte kimyasal kompozisyondaki bileşimlerin de etkisiyle ferrit faz oluşum yüzdesi artış göstermektedir.

2.3. DÖKÜM PROSESİ

Döküm işlemindeki alt prosesleri şu şekilde tanımlayabiliriz : final metal sıcaklığı, final metal kimyasal kompozisyonları, döküm süresi, final metal termal analiz sonuçları.

2.3.1. FİNAL METAL SICAKLIK DEĞERLERİ

Ocak metali sıcaklığına, reaksiyon potası ve döküm potası astar sıcaklıklarına bağlı olarak gerçekleşen bir değerdir. Uygun reaksiyon ve döküm potası astar sıcaklıkları sağlandıktan sonra çalışmada konu olan parçanın kesit kalınlıkları da dikkate alındığında pota final metali sıcaklık değeri 1360 – 1370 °C derece olarak belirlenmiştir. Bu sıcaklık aralığındaki metalin 2,8 kg/sn deki dolun hızı ile kalıbın doldurulması sırasında ve sonrasında döküm parçanın sağlam alınmasında herhangi bir olumsuz tespitle karşılaşmamıştır.

2.3.2. FİNAL METAL KİMYASAL KOMPOZİSYONLARI

C	Si	Mn	P
3,55 3,75	2,10 2,60	Max 0,10	Max 0,04
S	Mg	Cr	Ni
Max 0,015	0,037 0,050	Max 0,05	Max 0,05
Mo	Cu	Al	Ti
Max 0,01	Max 0,10	Max 0,03	Max 0,01
V	Sn		
Max 0,01	Max 0,010		

Çizelge 6. Çalışmada konu olan parçanın final metali kimyasal analiz değerleri (%).

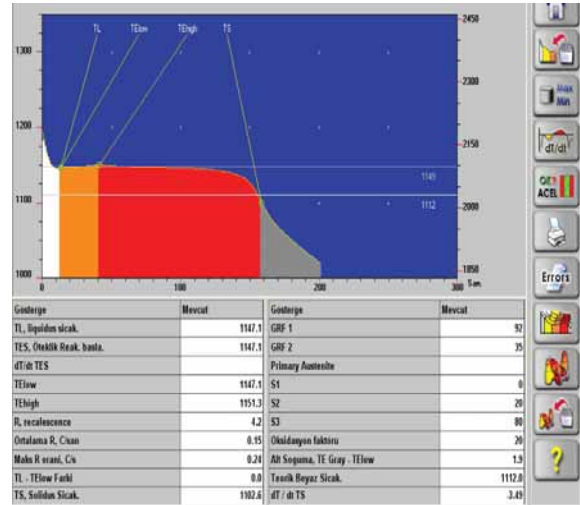
Kimyasal kompozisyonda görüleceği üzere perlit yapıcı elementlerin max.seviyeleri yapıdaki perlit faz oluşumunun miktarına etki etmektedir.

2.3.3. DÖKÜM SÜRESİ

Çalışmada konu olan parçanın malzeme özelliklerinin sağlanabilmesi için döküm süresi prosesinde diğer sfero malzeme dökümlerinin döküm sürelerinden ayrı olarak bir uygulama yapılmamıştır. Buradaki ana kriter işletme içi şartlar gereğince uygulanan döküm süresinin baz alınmasıdır. Ortalama bir değer verecek olur isek reaksiyon işleminin bitmesiyle birlikte başlatılan bu süre, son kalıbın dökülmesiyle bitmekte olup işletme içi şartlar dahilinde (kullanılan treatment potası tipine bağlı olarak) ortalama 4 – 6 dakika arasında gerçekleşmektedir.

2.3.4. FİNAL METAL TERMAL ANALİZ SONUÇLARI

Aşağıdaki 4 numaralı şekilde termal analiz sonuçları incelendiğinde sıvı metalin reaksiyon işlemi, pota aşılama, kalıp içi aşılama işlemlerinden geçtikten sonra uğradığı pozitif yönlü değişim çok net olarak görülmektedir. TL – Telow – R – GRF1 – GRF2 değerlerinin hepsi istenilen değerlerdedir.



Şekil 4. Pota final metalinin termal analiz yöntemi ile ölçülmüş katılma sırasında gösterdiği faz değişim değerleri.

TL (°C)	1145 - 1150
TElow (°C)	1145 - 1150
GRF1	Min.80
GRF2	Max.45
R	Max.5

Çizelge 7. Final metalde uygun mekanik özelliklerin sağlanabilmesi için katılma sonrası istenilen 5 ana termal analiz değerleri (Metalin ötektik analizde olması Ce_ç = 4,25 – 4,35)

2.4. KALIPLAMA VE DÖKÜM SONRASI KALIP BOZMA SÜRELERİ

Çalışmaya konu olan parça otomatik kalıplama makinesinde kalıplanmakta ve mikro çekinti oluşumuna neden olan kalıp duvarı esneme hareketini önleyecek seviyede uygun kalıp sertliği elde edilmektedir. Parçanın model plakası yerleşimi 6 figürlü olarak tasarlanmış ve kalıplamada simülasyon sonuçları doğrultusunda çekintiyi önlemek için uygun modüllerde toplamda 3 adet egzotermik besleyici gömleği kullanılmaktadır.

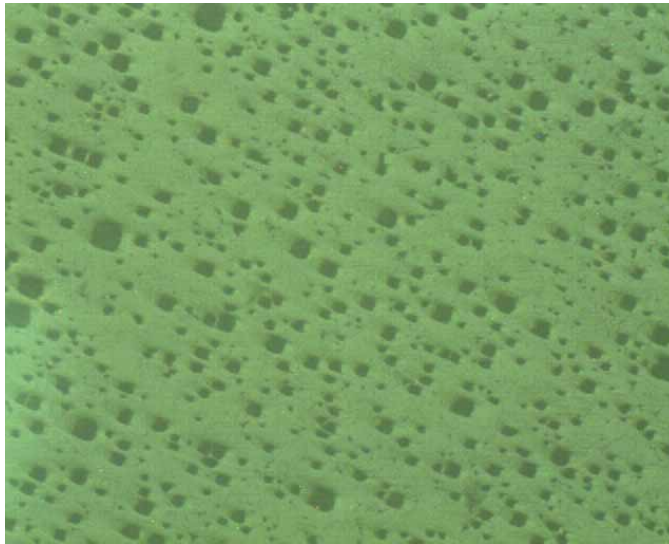
Kalıplama ve döküm işlemlerini takiben parçanın kalıp içerisindeki soğuma süresinin belirlenmesi parça üzerinden yapılan mukavemet test sonuçlarını da oldukça yakından ilgilendirmektedir. Mevcut parça otomatik kalıplama sonrası hat ilerleyiş hızıyla bağlantılı olarak min. 70 dakikalık bir süre sonra kalıp bozma operasyonu için sarsak girişine gelmektedir. Parça min.70 dakikalık hat ilerleyiş sonucu sarsağa kalıp içinde dengeli bir şekilde soğumuş olarak gelmektedir. Bu soğumanın kalıp içinde olmasının sağlanması uygun mekanik test sonuçlarının alınması adına önemlidir. Parçada kullanılan besleyicilerin her zaman parçadan daha geç soğuma özelliğinin bulunması hattan çıkan parçalarda bazen soğuk parça – sıcak besleyici dengesizliğini doğuracaktır. Böyle durumlarda da parçanın besleyiciye yakın olan bölgelerinde daha sıcak, besleyiciye uzak olan bölgelerinde daha soğuk bir soğuma dengesizliği oluşturacaktır. Bu gibi problemleri bu parçada ortadan kaldırmak adına kalıptaki salkımın kalıp içinde dengeli bir şekilde soğumasını sağlamak gerekmektedir. Sarsakta bozulan kalıp içinden çıkan parçanın ortam hava şartlarından etkilenmesi imkan dahilinde olup sarsaktan kırmızı tonlarında çıkan parça ortam havasından sertlik almaktadır.

3. DÖKÜM PARÇA ÜZERİNDEN YAPILAN TEST SONUÇLARI

Üretim proseslerinin uygulamaları sonrasında elde edilen döküm parça üzerinden mikro yapı – sertlik – çekme mukavemeti - % uzama – çentik darbe testleri yapılmaktadır. Bu testler bizzat döküm parça üzerinden çıkarılan numuneler üzerinde uygulanmaktadır.

MALZEME	ÇEKME DAYANIMI N/mm ² (min)	AKMA SINIRI N/mm ² (min)	% UZAMA (min)	SERTLİK (HB)	DARBE DEĞERİ Joule (min)		YAPI
					3 Deney Ortalama	1 Deney	
EN-GJS 400-18 LT GGG 40.3	400	250	18	130-175	12	9	Feritik

Çizelge 8. Döküm parçada istenilen mekanik test değerleri.



Şekil 5. Döküm parçanın dağlama sonrası mikro yapısı (% 100 Ferritik).

AY DÖKÜM MAKİNE SAN.TİC.A.Ş
QUALITY CONTROL LABORATORY
Mechanical Test Report

Specification

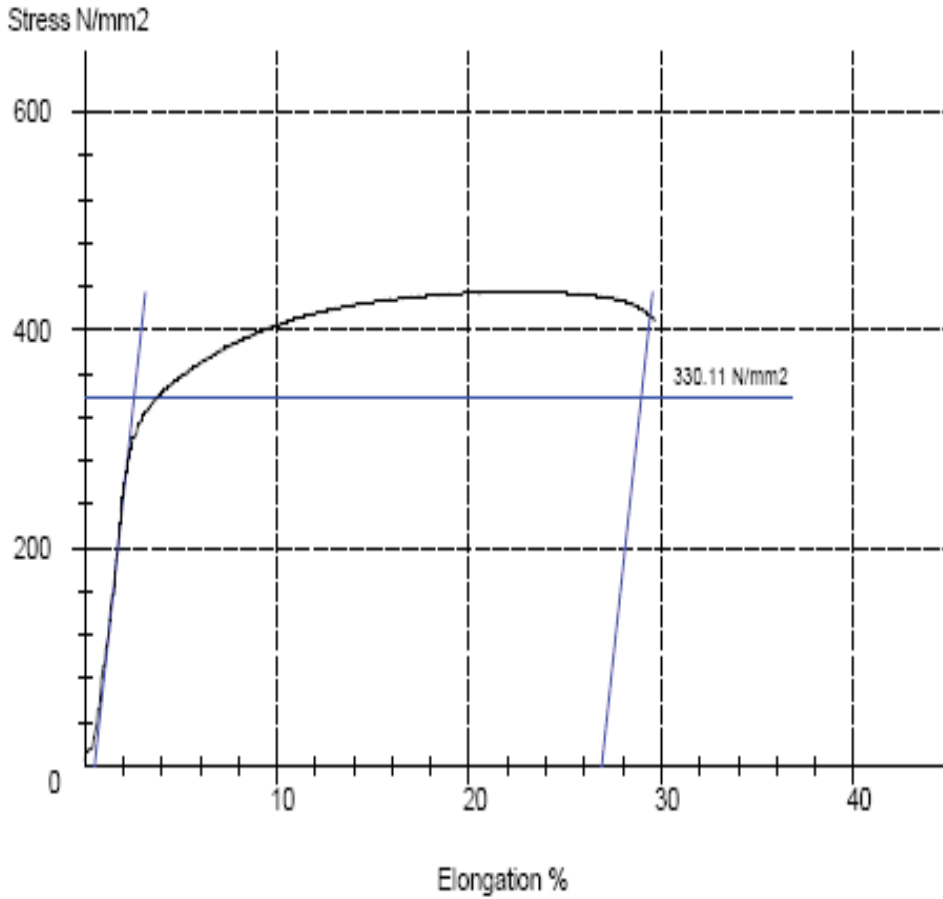
Standard : TS138/EN10002-1
Part Nr : 1423.061.002
Material : EN-GJS400-18LT

Product Code : 2068
Sample Size : 13,80X69





Test Results

Sample Nr	Cross Sectio mm ²	L0 mm	L1 mm	Yield Force kN	Re%0.2 N/mm ²	Tensile Forc kN	Rm N/mm ²	Rm/Re	Elongation %	E Modulus N/mm ²
2068	149.5	69	87.1	49.34	330.11	63.38	423.99	1.28	26.2	206451.45

Graphics



Şekil 6. Döküm parça üzerinden çıkarılan numuneye uygulanmış çekme test sonuçları.

		SANAYİ VE TİCARET BAKANLIĞI KÜÇÜK VE ORTA ÖLÇEKLİ İŞLETMELERİ GELİŞTİRME VE DESTEKLEME İDARESİ BAŞKANLIĞI KOSGEB ANKARA OSTİM MERKEZİ MÜDÜRLÜĞÜ Cevat Dündar Caddesi No: 156 Ostim/ANKARA 5928400 Fax:(312)3545465		Rapor(Raport) No: 12	
		ÇENTİK DARBE DENEYİ RAPORU (Charpy Impact Test Report)			
Rapor Tarihi (Date of Report)	20.03.2012	İstek Numarası (Order No)	652		
Deney Tarihi (Date of Test)	14.03.2012	Numune Kabul Tarihi (The date of receipt of test item)	13.03.2012		
MÜŞTERİ (Customer)	Adı/Ünvanı (Name)	AYDÖKÜM MAK. SAN. TİC. A.Ş.			
	Adres / Tel (Address/Tel)	ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ DÖKÜMCÜLER SİTESİ 4. SOK NO:36 3122871436			
NUMUNE (Test Item)	Ana Malzeme / Kaynak Malzemesi (Base Material / Welding Consumables)	ÇELİK			
	Numune Tipi / Yeri (Denomination)	1,2,3,4,5,6			
	Boyutlar (mm) (Dimensions)	10*10*55			
	Kesit Alanı (cm ²) (Area)	0.8	Deney Sıcaklığı (Test Temperature)	-20 DERECE	
SONUÇLAR (Results)	Numune No (Specimen No)	DARBE TOKLUĞU (J / cm ²) (Impact toughness)		ABSORBLANAN ENERJİ (J) (Absorbed energy)	
	1 - 2 - 3	15.7 - 15.3 - 16.9		12.6 - 12.2 - 13.5	
	4 - 5 - 6	17.0 - 18.1 - 17.4		13.6 - 14.5 - 13.9	
	ORTALAMA (Average)	16.7		13.4	
AÇIKLAMALAR (Remarks)					
NOTLAR (Notes) :	1) Deney numuneleri TS EN 10045-1 standardına göre hazırlanmıştır. 1) The sample has been prepared according to TS EN 10045-1 standard. 2) Deney, adı geçen kuruluşun getirmiş olduğu numune üzerinde TS EN 10045-1 standardına uygun olarak 300 Joule "TIME" marka test cihazında gerçekleştirilmiştir. 2) The test has been performed by 300 Joule "TIME" universal testing machine according to TS EN 10045-1 standard on above sample which is delivered by the client. 3) *ASLININ FOTOKOPİSİDİR* anlamında bir ibare taşımayan orijinal kopyalar geçersizdir. 3) C.Copies are not valid unless stamped as "IDENTICAL TO ORIGINAL".				
DENEYİ YAPAN (Tested By)	KONTROL EDEN (Checked By)	ONAY (Approved By)			
Adı Soyadı / Ünvan / İmza (Name / Title / Signature)	Adı Soyadı / Ünvan / İmza (Name / Title / Signature)	Adı Soyadı / Ünvan / İmza (Name / Title / Signature)			
					

Şekil 7. Döküm parça üzerinden çıkarılan numuneye uygulanmış çentik darbe testi sonuçları.

TEŞEKKÜR

E.Uğur YAVUZ, Ay Döküm Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş., Genel Müdür
Rıdvan ERDİL, Ay Döküm Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş., Tnk. Gnl Müdür Yardımcısı

KAYNAKÇA

- 5.1.Stephen Istvan Karsay, Ductile Iron Production Practices, American Foundrymen's Society, USA, 1985
- 5.2.Stephen Istvan Karsay, Ductile Iron Production, The State Of The Art, USA, 1992