

DÖKSAN

ısıt ışlem ve arge merkezi
MALZEMEYE DEĞER KATAR



İŞLETME BİLGİLERİ

- 1962 yılında döküm olarak faaliyete başlamıştır.
- 2013 yılında tamamen ısıt işlemler alanına geçmiş; savunma, otomotiv, uzay ve havacılık, ulaşım, enerji sanayinde güncel teknolojileri takip ederek ısıt işlemler uygulamalarında faaliyet göstermeye devam etmektedir.
- Aselsan, Türk Traktör, Roketsan, FNSS, Btech ve Üniversitelerle (Gazi, Pamukkale, Kırıkkale) ortak çalışmalar yürütmüştür.
- Tüm işlemler, uluslararası ve TSE kalite standartlarına uygun olarak yapılmakta ve gelişen teknolojinin ve sektörün tüm gereksinimlerini karşılamaktadır.
- Başta otomotiv ve iş makinaları sektörleri olmak üzere ülkemiz sanayisinin büyüme hızına cevap verilmesi, yenilikçi ve yaratıcı tasarım ve çözümlerle ileri mühendislik uygulamalarının ışığında üretim politikasının belirlenmesi ve bu doğrultuda ısıt işlemler sektörüne belirli bir kalite çıtasının benimsetilmesi Döksan A.Ş'nin yegane hedefi olacaktır.



Belgeler



KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİRLER İÇİN ENDÜSTRİYEL ÖLÇEKTE ÖSTEMPERLEME PROSESİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE KRANK MİLLERİNE UYGULANMASI

Şerife HELVACIOĞLU*, Gökhan SAĞLAM*, Ümmihan YILMAZ**, Ayşe
ERKAN*

*Döksan Isıl İşlem ve Ar-Ge Merkezi A.Ş., Ankara, TÜRKİYE

** Kırıkkale Üniversitesi, F.E.F., Kimya Bölümü, Kırıkkale, TÜRKİYE

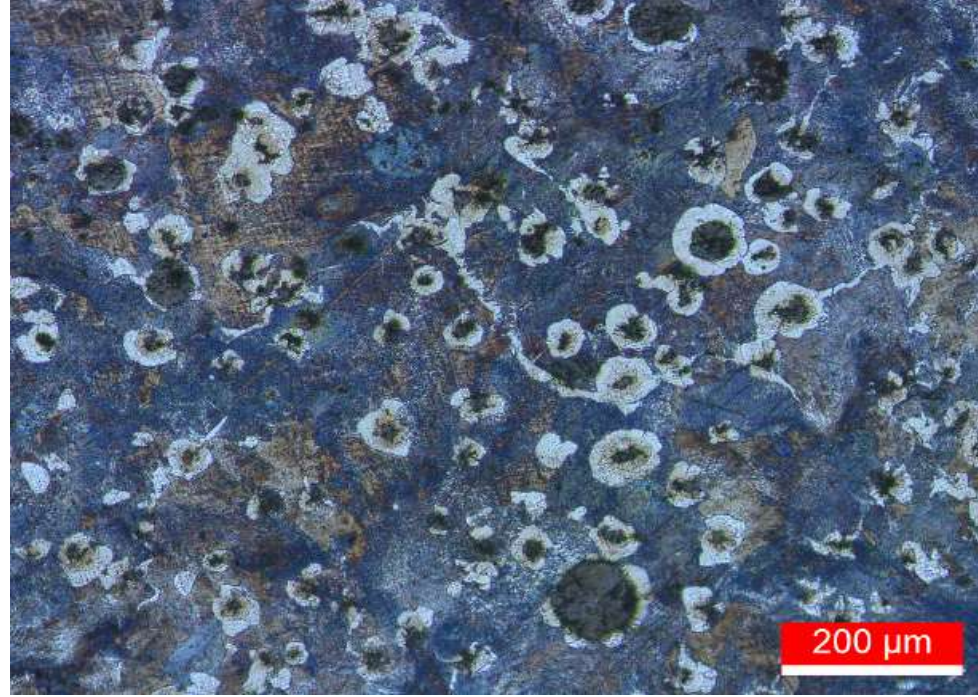


- KGDD (Küresel Grafitli Dökme Demir) / Sfero malzemeler ile daha mukavemetli, daha hafif ve ucuz malzemeler,
- Bu malzemelere uygun ısıt işlemler ile ortalama %10-40 daha ucuz, daha kolay üretilebilir parçalar çeliğin yerine geçmiştir.
- ÖKGDD (Östemperlenmiş Küresel Grafitli Dökme Demir), çeliğin sahip olduğu dayanımı, sünekliği, yüksek kırılma tokluğunu ve aşınma dayanımını, KGDD'in sahip olduğu dökülebilirlik ve düşük üretim maliyeti ile birleştirir.
- Böylece tasarımcılara düşük maliyetle eklemesiz, kaynaksız üstün makine parçaları üretebilme fırsatını sağlar.
- Otomotiv ve iş makineleri sektöründeki firmalar bazı çelik ve KGDD malzemeden üretilmekte olan parçalarını avantajlı özelliklerinden dolayı ÖKGDD malzemeden üretilen parçalarla değiştirmeye başlamıştır.
- ÖKGDD üzerine yapılan hem akademik hem de endüstriyel çalışmalarda;
İyi mekanik özelliklere sahip, üretim kolaylığı, hafiflik ve daha iyi sönümleme kabiliyeti gibi yönlerden çeliklerden daha avantajlı olduğu görülmektedir.
- Çelik dövme krank millerine göre ÖKGDD krank millerinin bir diğer avantajı titreşim sönümleme kapasitesinin yüksek olmasıdır. Bu da motor gürültüsünde azalma sağlamaktadır. İşleme maliyeti de daha düşüktür.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Malzemenin Mekanik ve Metalografik Özellikleri

- Dana gözü yapısı içeren perlit matrix'li tipik küresel grafitli dökme demir içyapısına sahip oldukları görülmüştür.



Şekil 1. Krank millerinin östempereleme öncesi optik içyapı görüntüsü (100x)

- Östempereleme denemeleri öncesi ham malzemenin Çizelge 1’de verilen mekanik ve içyapı özellikleri EN-GJS-600-3 sınıfını karşıladığını göstermektedir.

Çizelge 1. Mekanik ve İçyapı Özellikleri

Özellik	Değer
Akma Mukavemeti (MPa)	471,9
Çekme Mukavemeti (MPa)	718,8
Uzama (%)	6,2
Matrix’te Perlit (%)	82,9
Matrix’te Ferrit (%)	17,1
Nodül Sayısı (mm ⁻²)	134,4

ÖSTEMPERLEME DENEMELERİ

Y BLOK

2 farklı östenitleme sıcaklığı ve 3 farklı östemperleme sıcaklığının kombinasyonları olarak 6 ayrı ısıl işlem koşulu denenmiştir.



KRANK MİLİ

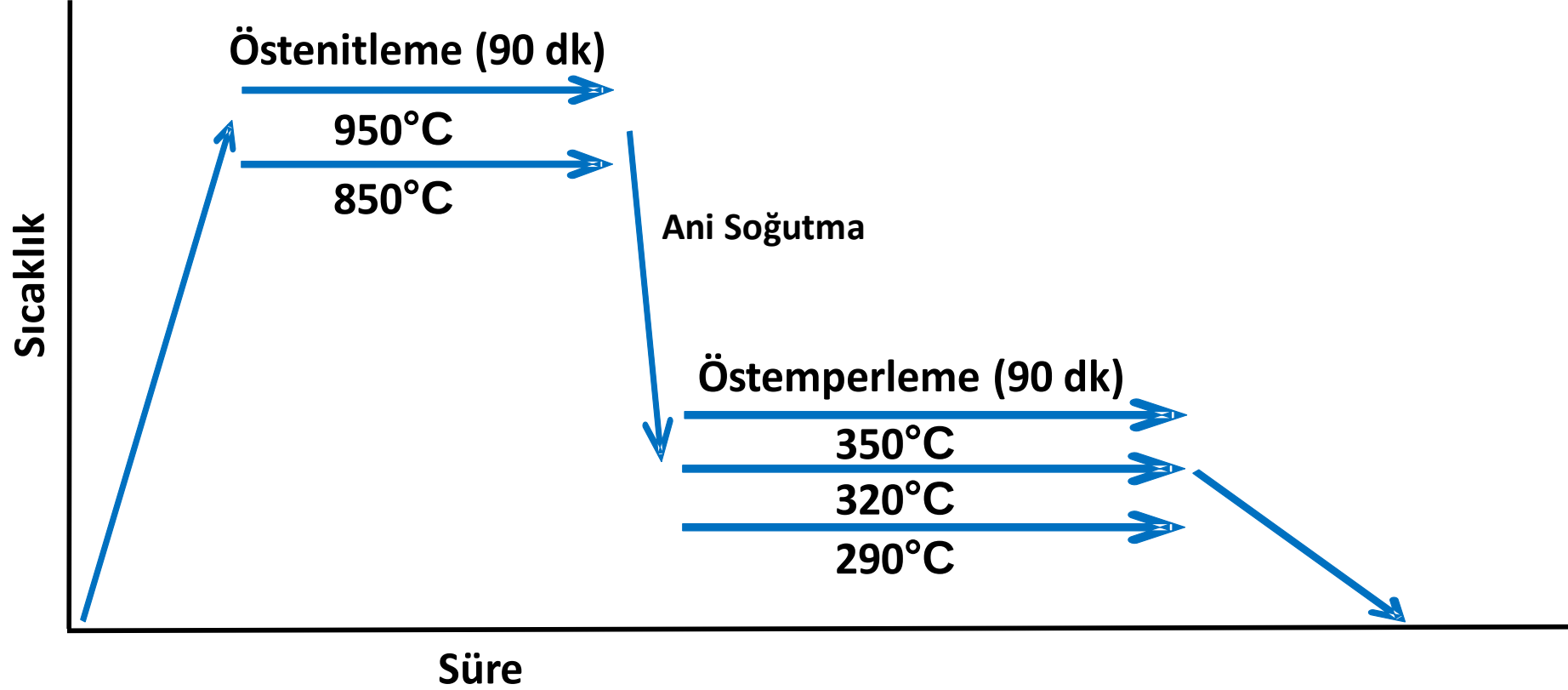
2 farklı östenitleme sıcaklığında, östenitleme sıcaklığı sabit tutularak farklı östemperleme sıcaklıkları ve süreleri ile çok sayıda ısıl işlem koşulu denenmiştir.



Östemperleme Denemeleri

➤ Y Blok Numunelere Uygulanan Östemperleme Denemeleri:

- Y blok numunelerin östemperleme denemeleri öncesine ait görüntülerinden (döküldüğü haliyle) ham numunelerin dana gözü (bull's eye) olarak adlandırılan ferrit sarılı grafit nodüllerine sahip perlit matrix'li içyapıda oldukları görülmektedir.
- Ham numunenin;
 - Yüzey sertliği: 235 HB,
 - Akma Dayanımı: 424 Mpa,
 - Çekme Dayanımı: 709 Mpa,
 - Uzama: % 7.3 olarak belirlenmiştir.

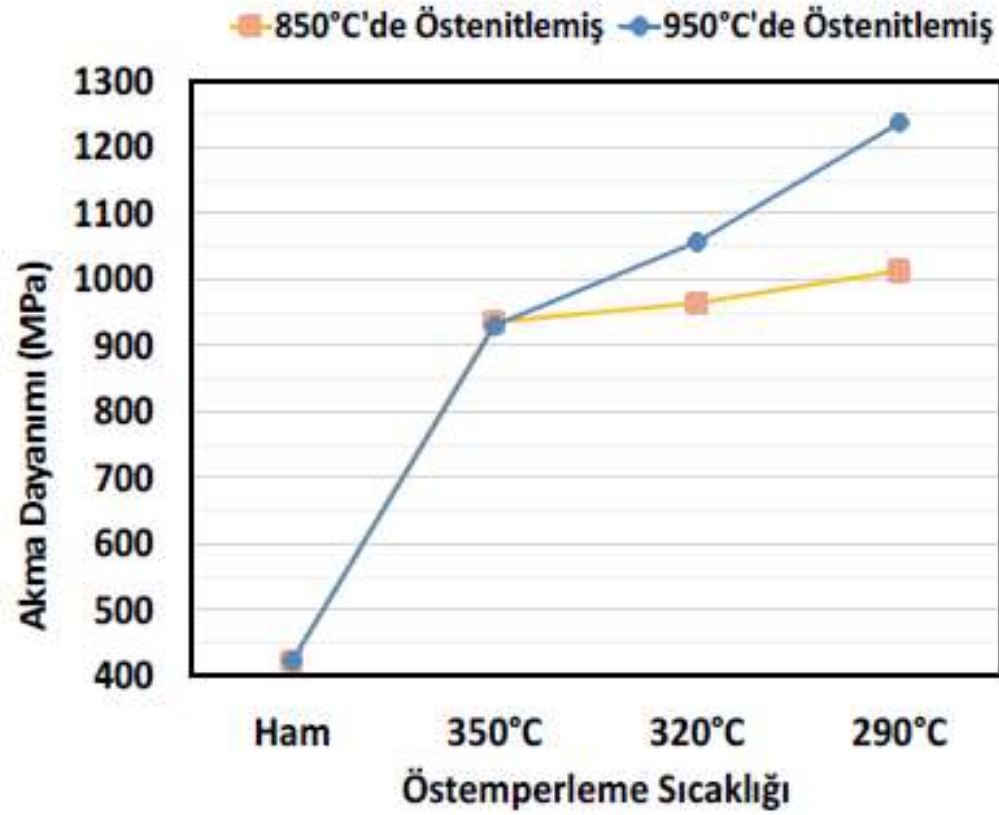


Şekil 2. Y Bloklara Uygulanan ısıt işlemler koşullarının şematik gösterimi

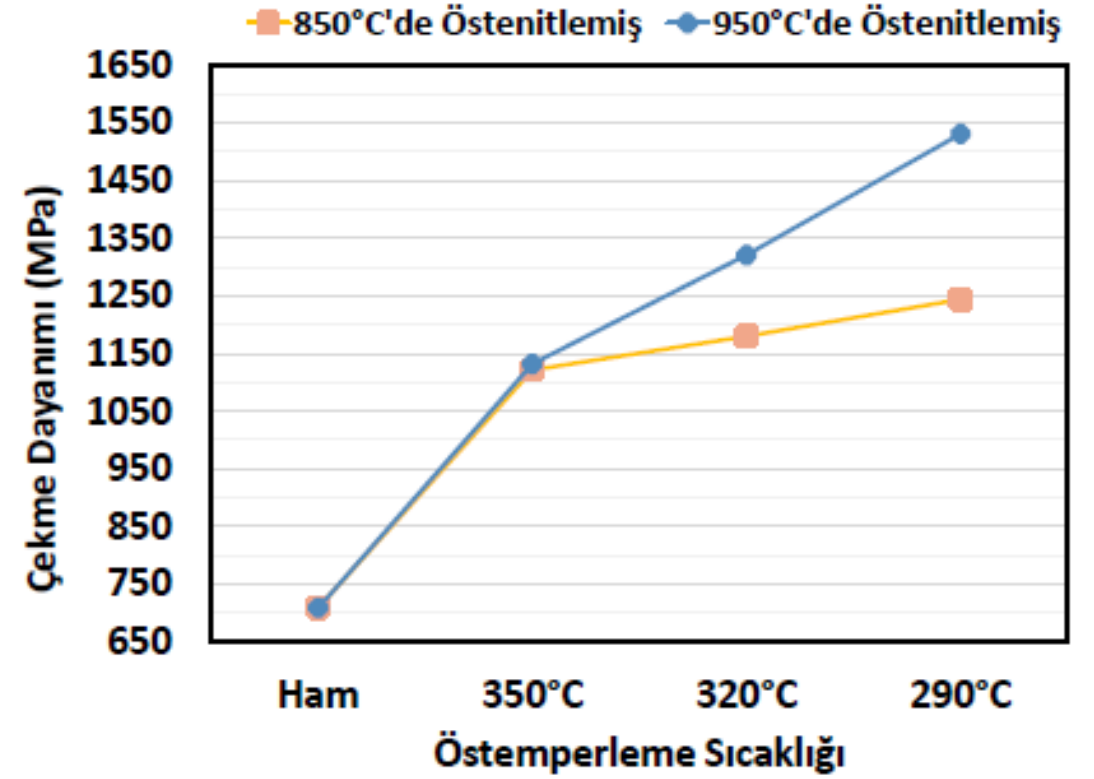
Sertlik Ölçümleri ve Çekme Testlerinin Sonuçları

Çizelge 2. Y blok Numuneleri Sertlik ve Çekme Testleri Sonuçları

NUMUNE NO	SERTLİK (HB)	AKMA D. (Mpa)	ÇEKME D. (Mpa)	UZAMA (%)
HAM	235	424	709	7,3
850-350	354	936	1122	6,7
950-350	344	931	1132	8,8
850-320	391	965	1180	4,3
950-320	402	1057	1321	3,1
850-290	412	1014	1244	1,5
950-290	452	1237	1532	2,0

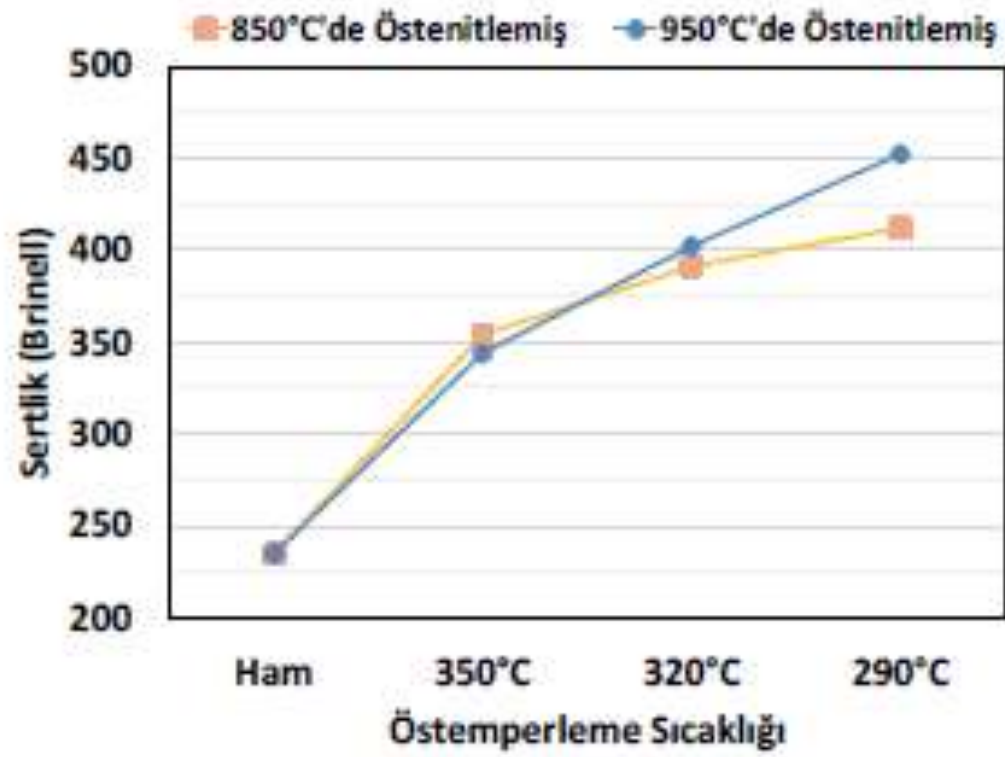


a

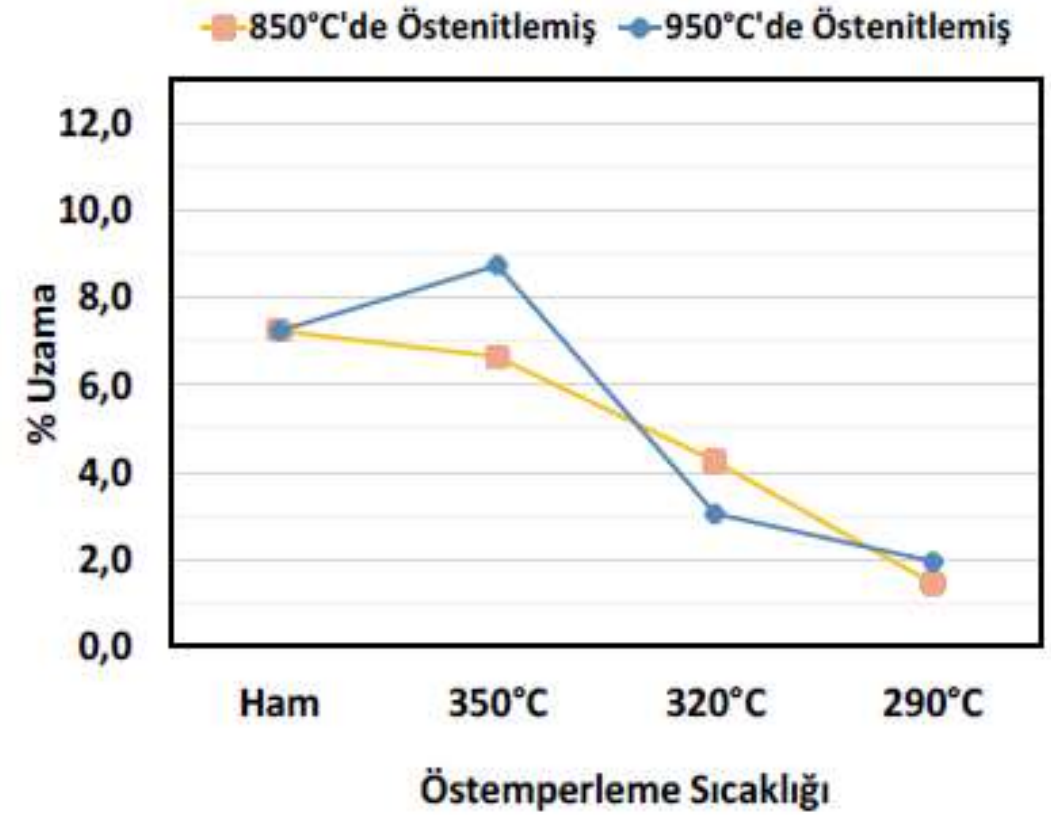


b

Şekil 3. Y Bloklara uygulanan ısıt işlemlerinde östempereleme sıcaklığına bağlı **a)** Akma Dayanımı, **b)** Çekme Dayanımı Değerleri

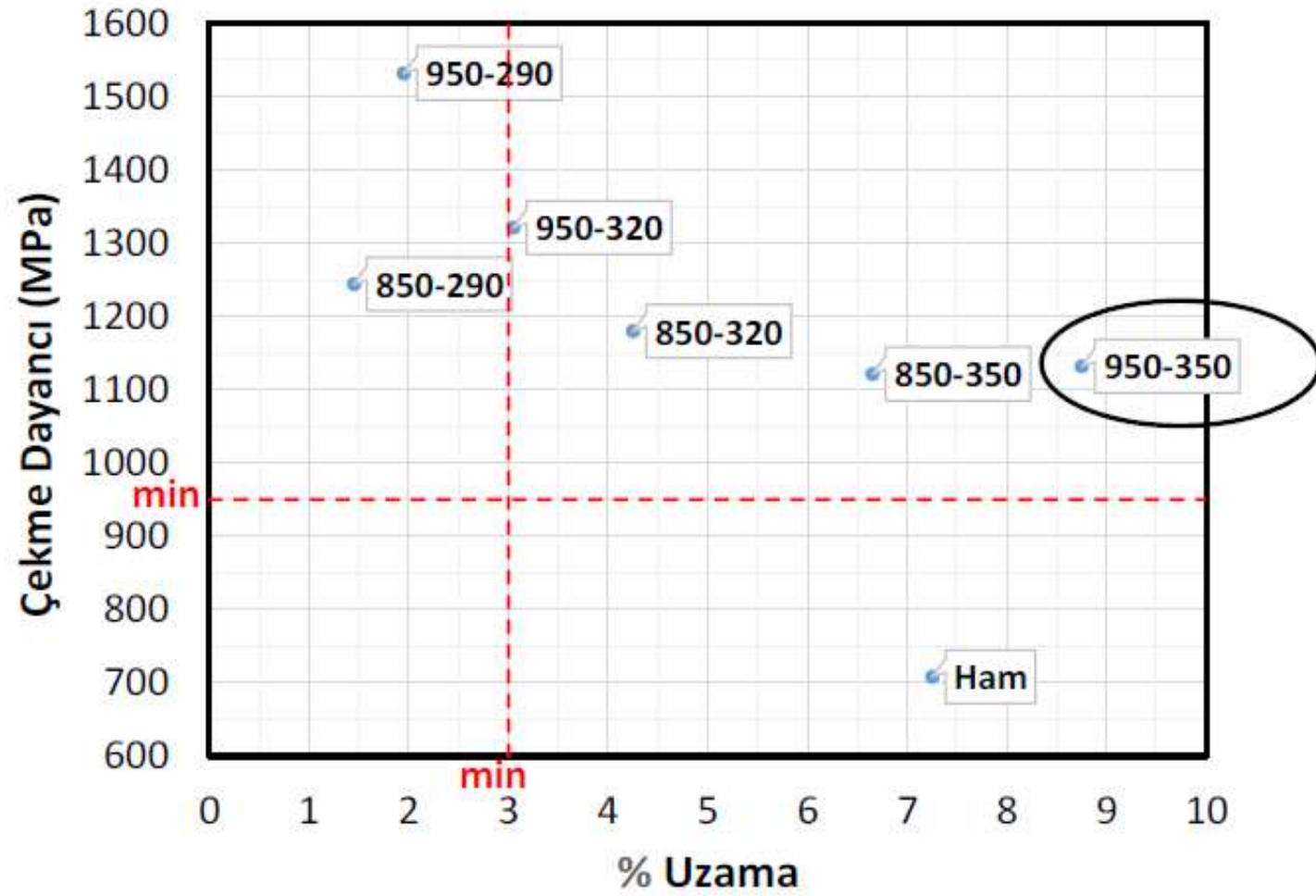


c

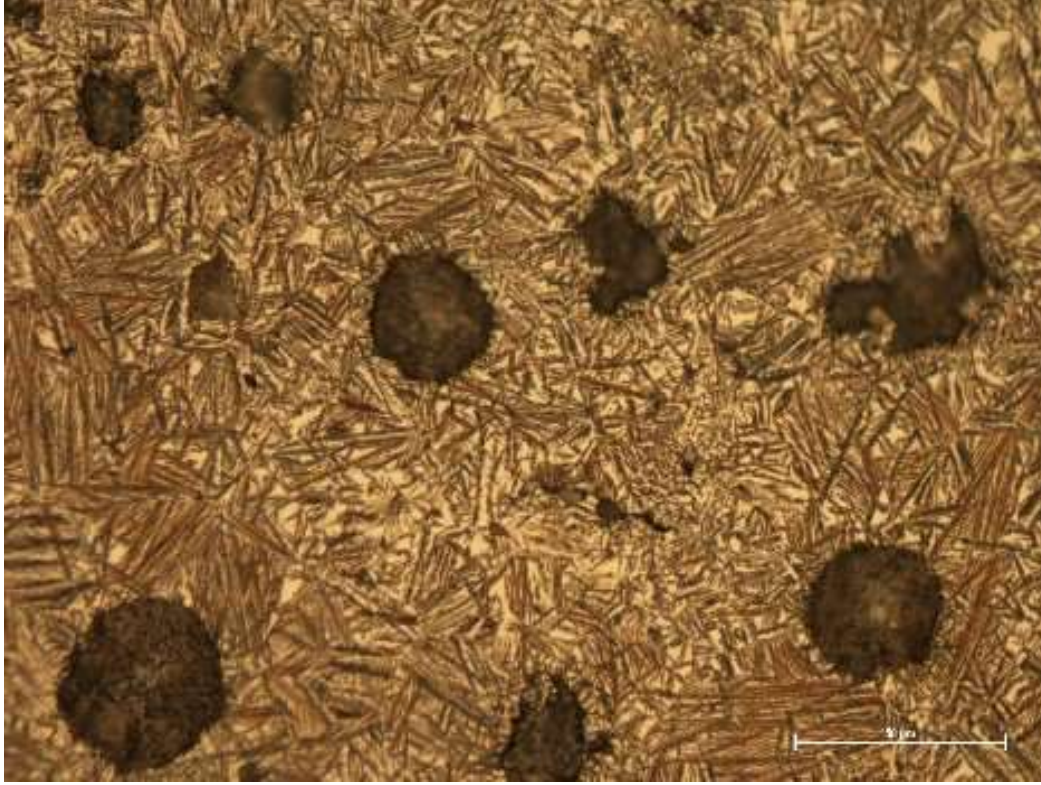


d

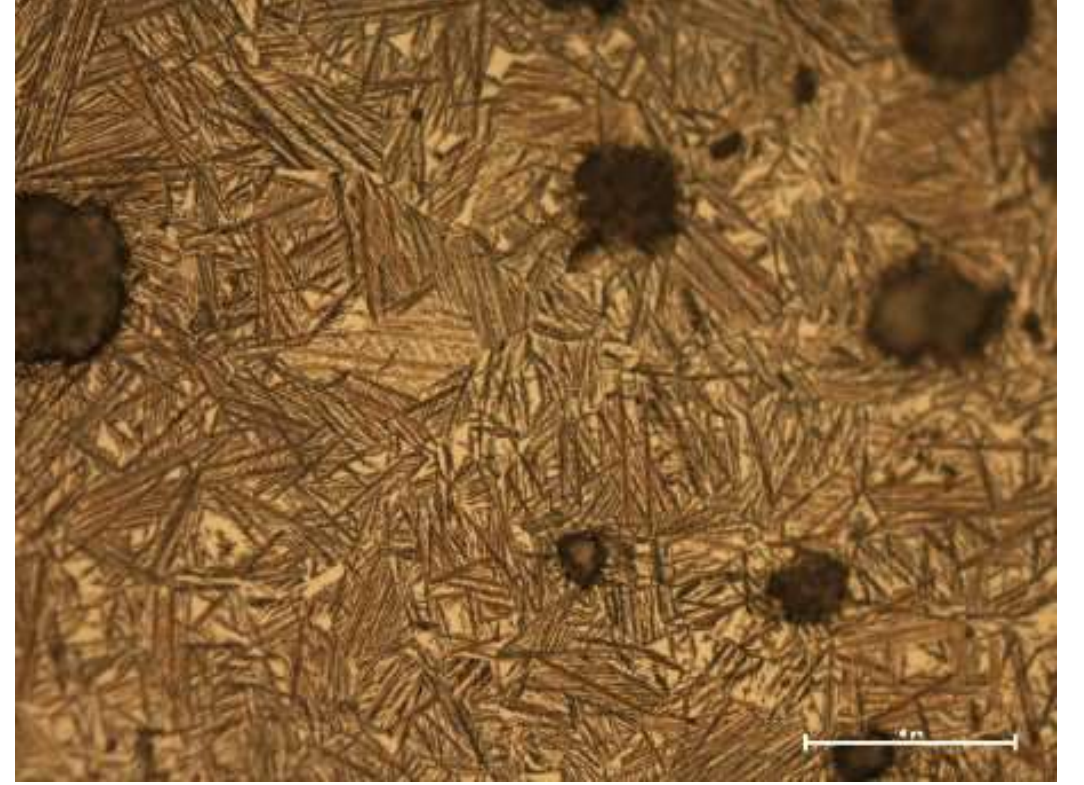
Şekil 4. Y Bloklara uygulanan ısı işlemlerinde östempereleme sıcaklığına bağlı c) Sertlik, d) Uzama Değerleri



Şekil 5. Ham ve Östempirlenmiş Numunelerin Çekme ve % Uzama Değerleri



Şekil 6. 850°C’de östenitleme, 350°C’ de
östemperleme



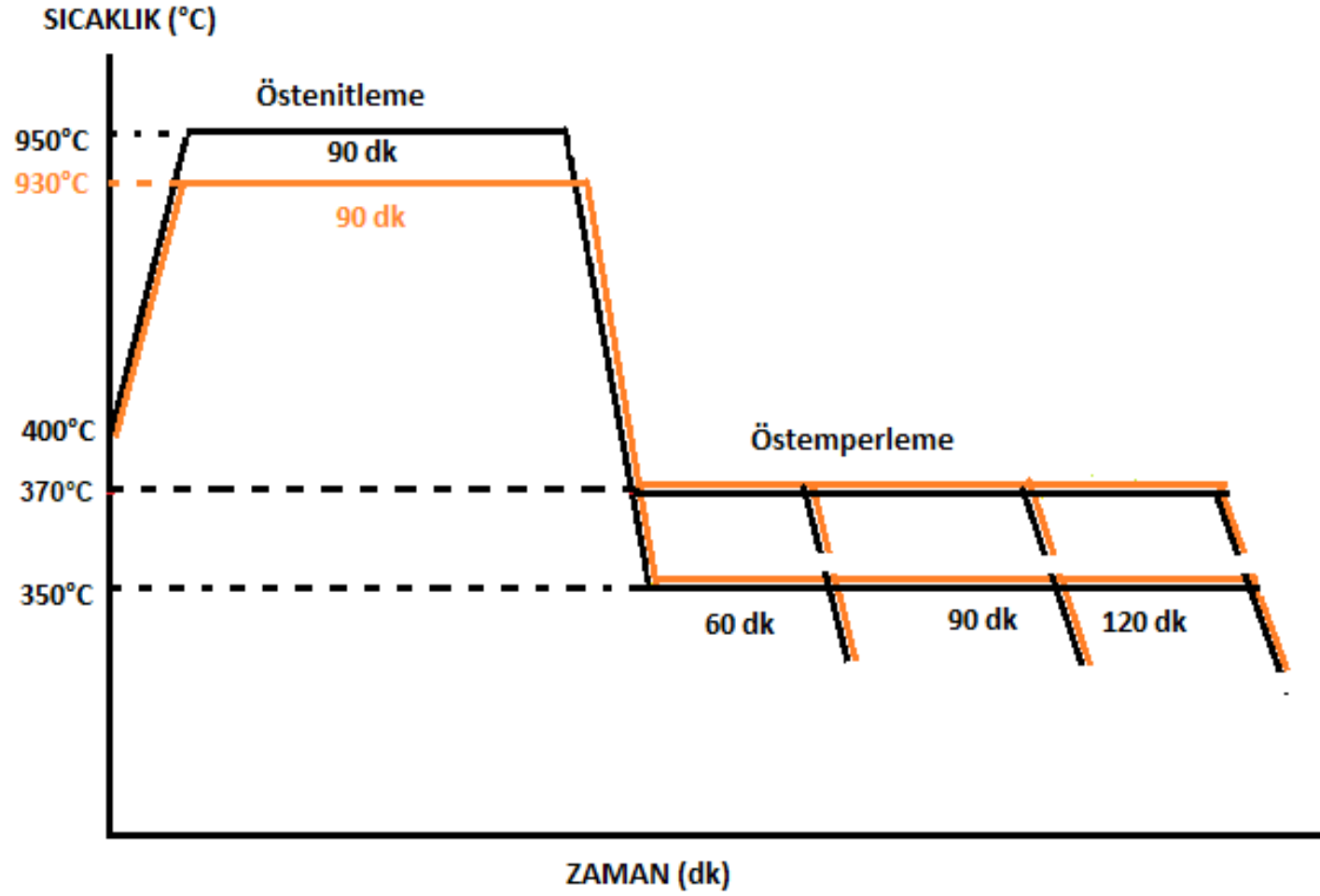
Şekil 7. 950°C’de östenitleme, 350°C’ de
östemperleme

➤ Krank Mili Numunelerine Uygulanan Östempirleme Denemeleri:

Krank millerine uygulanan östempirleme koşulları Çizelge 5'te verilmektedir.

Çizelge 3: Krank millerine uygulanan östempirleme koşulları

Numune No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Östenitleme Sıcaklığı (°C)	930	930	930	930	930	930	950	950	950	950	950	950	-
Östenitleme Süresi (dk)	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	-
Östempirleme Sıcaklığı (°C)	350	350	350	370	370	370	350	350	350	370	370	370	-
Östempirleme Süresi (dk)	60	90	120	60	90	120	60	90	120	60	90	120	-
13- Östempirleme uygulanmamış (ham) numune													



Şekil 8. Östempereleme ısıt işlemler parametreleri

- Krank millerinin östemperleme denemelerinde parçalara uygun imal edilen aparat kullanılmıştır (Şekil 4).



Şekil 9. Östemperleme Denemelerinde Parçalara Uygun İmal Edilen Aparat ve Parça Yerleşimi

- Aparata yüklenen krank milleri, AICHELIN marka atmosfer kontrollü fırında ($\varnothing$ 1600 mm, yükseklik 2500 mm) östenitlemeyi takiben 30 ton AS 135 ısıtma tuzu içeren endüstriyel ölçekli tuz banyosunda östempelenmiştir.



Şekil 10. Atmosfer Kontrollü Östenitleme Fırını



Şekil 11. Tuz Banyosu

Mekanik Testler

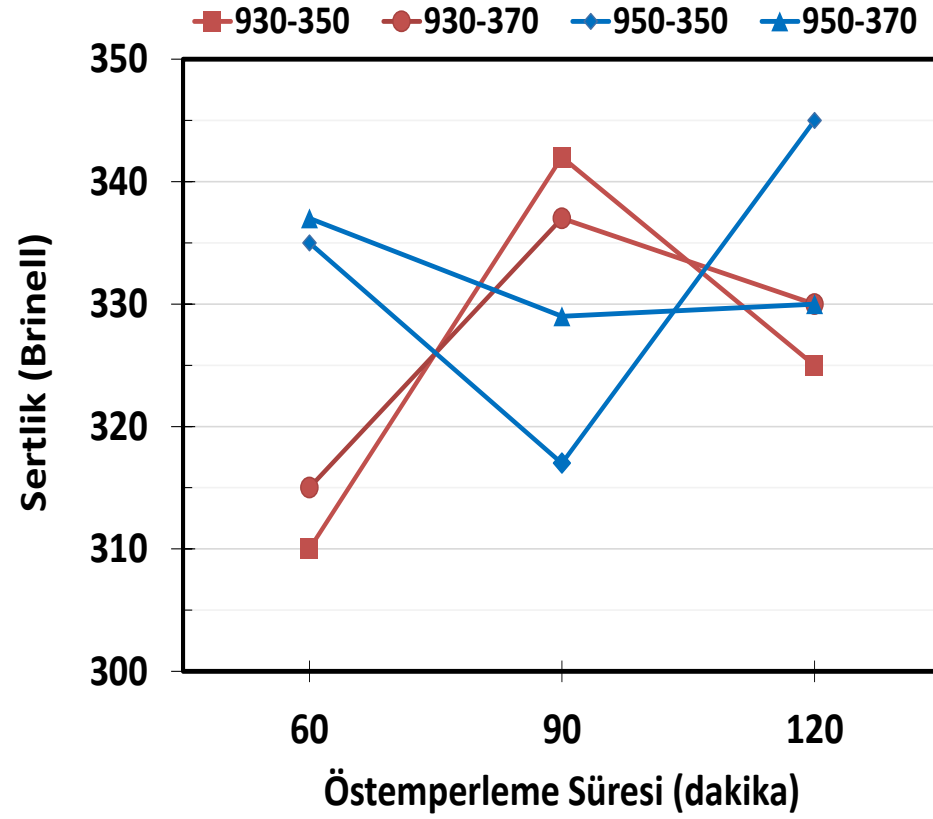
- Sertlik Ölçümleri
- Darbe Testleri:
- İçyapı İncelemeleri (Optik ve SEM)
- Aşınma Testleri
- Boyutsal Kontrol Analizleri

➤ Sertlik Ölçümleri, Çekme ve Darbe Testlerinin Sonuçları

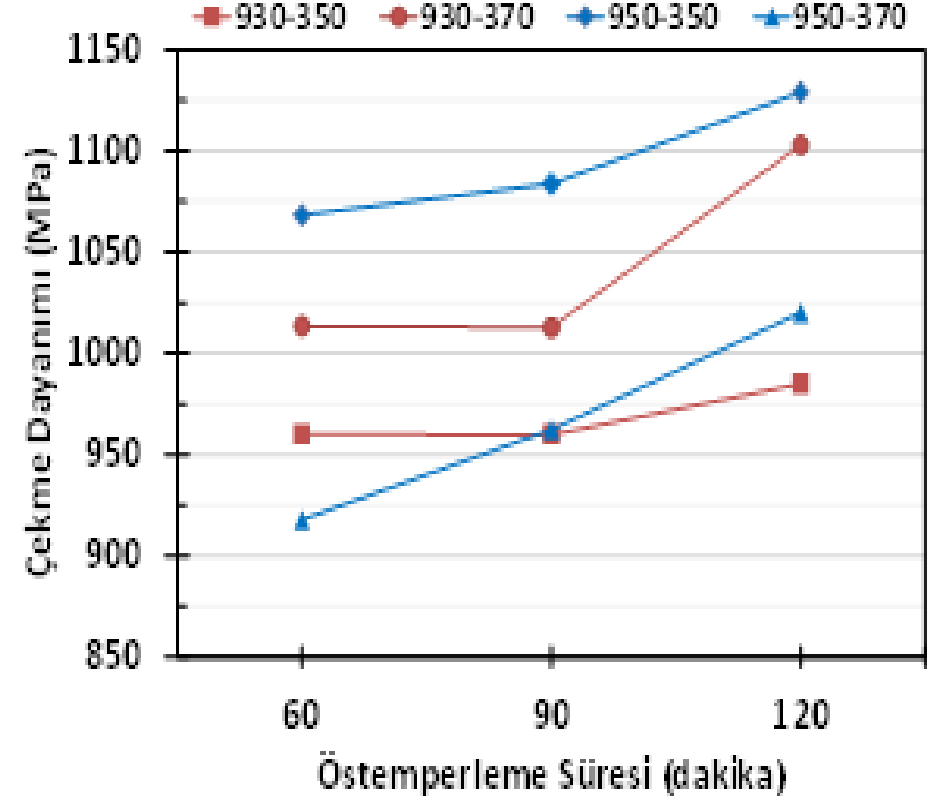
Çizelge 4. Krank Mili Numuneleri Sertlik, Çekme ve Darbe Testleri Sonuçları

Numune No	Sertlik (HB)	Akma Dayanımı (MPa)	Çekme Dayanımı (MPa)	% Uzama	Darbe Enerjisi (J)
Ham	180	423,8	695,7	6,2	31,7
1	310	727,7	959,9	5,1	39,3
2	342	765,2	959,8	3,7	42,3
3	325	764,2	985,0	4,0	34,0
4	315	810,0	1013,5	2,7	36,0
5	337	836,8	1012,7	2,3	35,3
6	330	817,6	1103,0	3,8	34,0
7	335	846,8	1068,2	3,0	30,3
8	317	840,7	1083,7	2,6	28,7
9	345	887,4	1128,9	3,5	31,7
10	337	698,3	917,7	4,6	33,7
11	329	791,5	962,3	2,3	27,0
12	330	871,6	1020,1	1,9	35,3
Ortalama	329,3	804,8	1017,9	3,3	34,0
% değişim*	+83,0	+89,9	+46,3	-46,9	+7,3

*Östemperlenmiş numunelerin ortalamaları alınıp ham numuneye göre % değişimleri hesaplanmıştır.

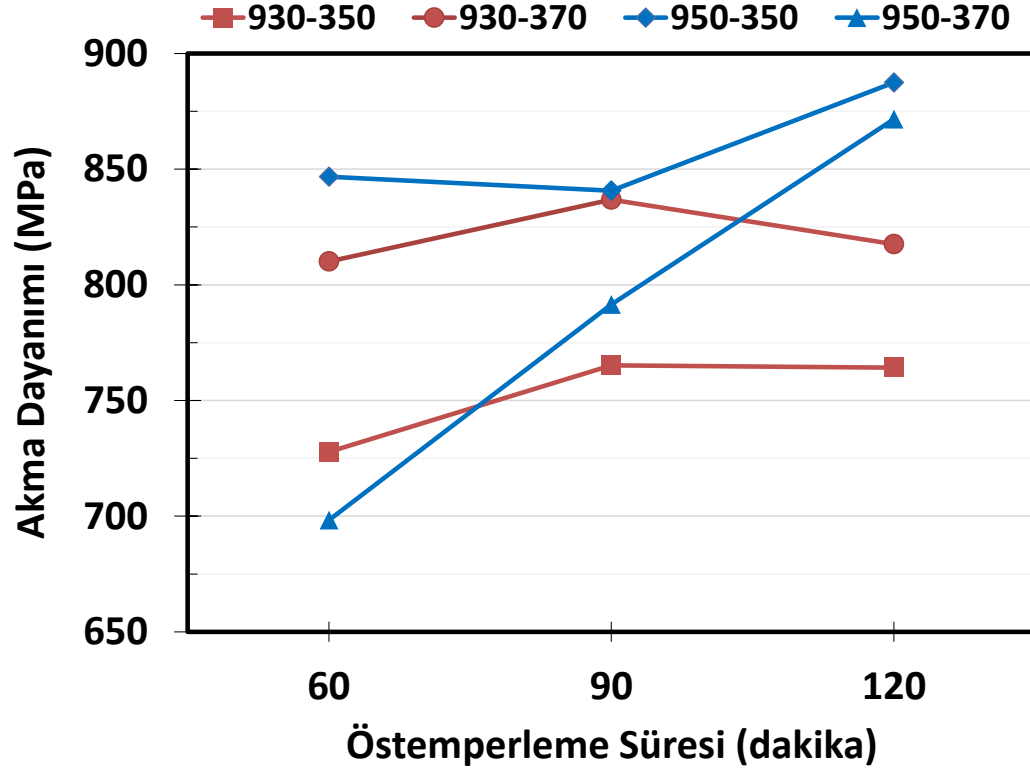


a

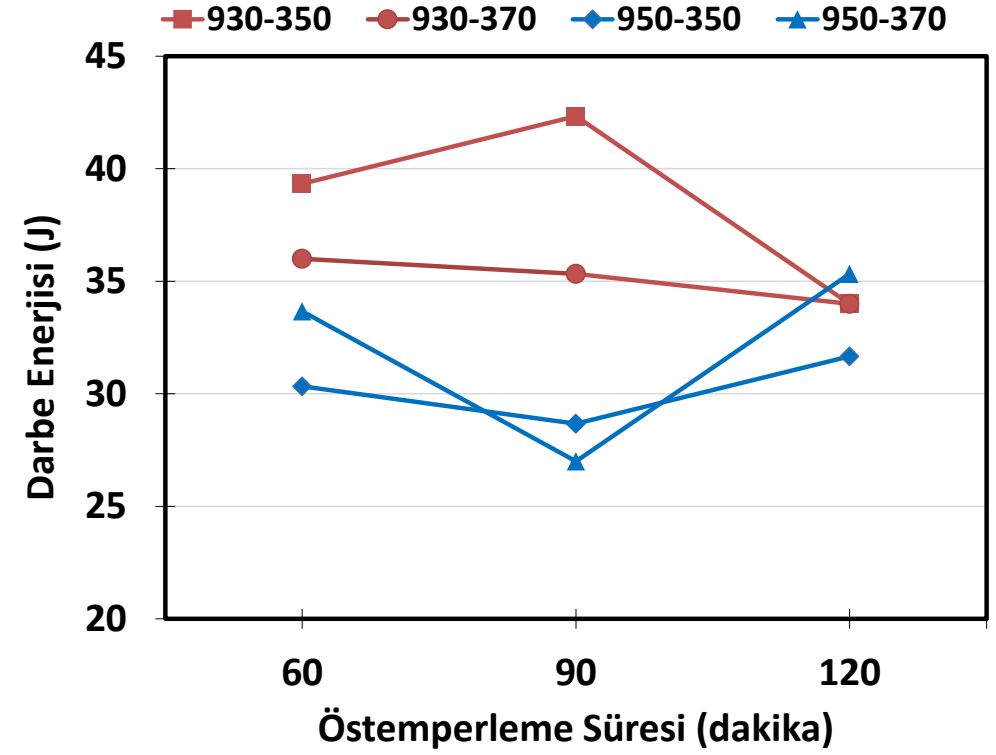


b

Şekil 12. Krank Millerine Uygulanan Isıl İşlem Proseslerinde Östempirleme Süresine Bağlı **a)** Sertlik, **b)** Çekme Dayanımı Değerleri

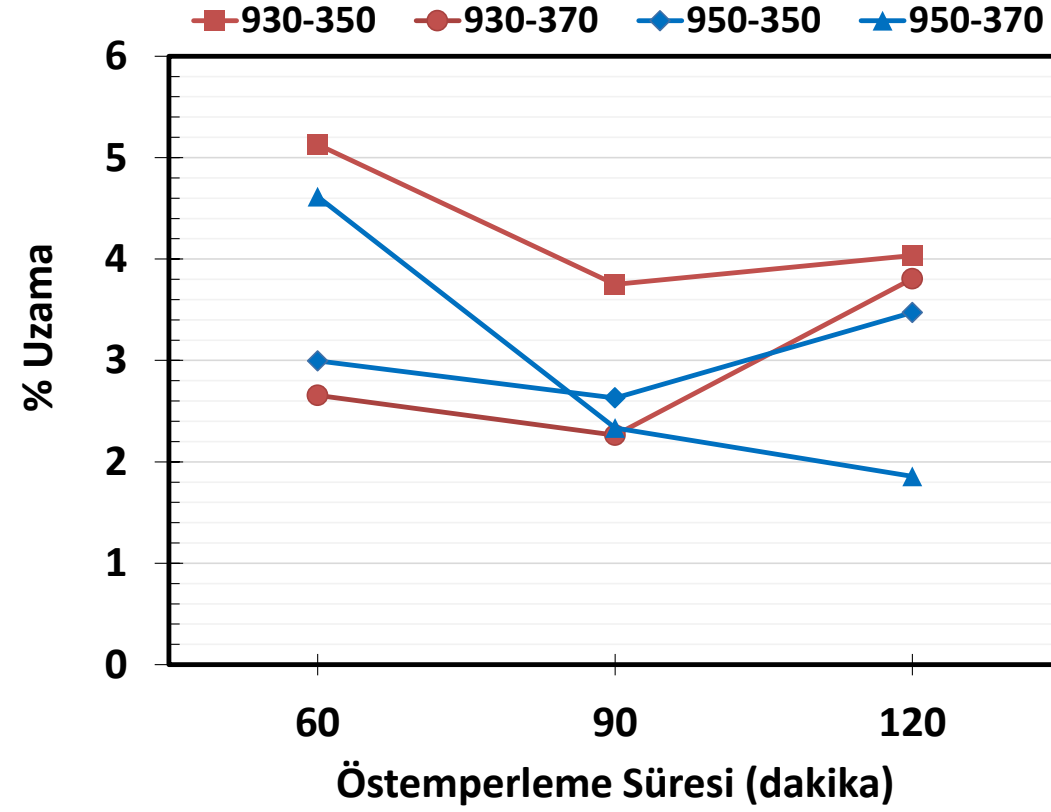


c



d

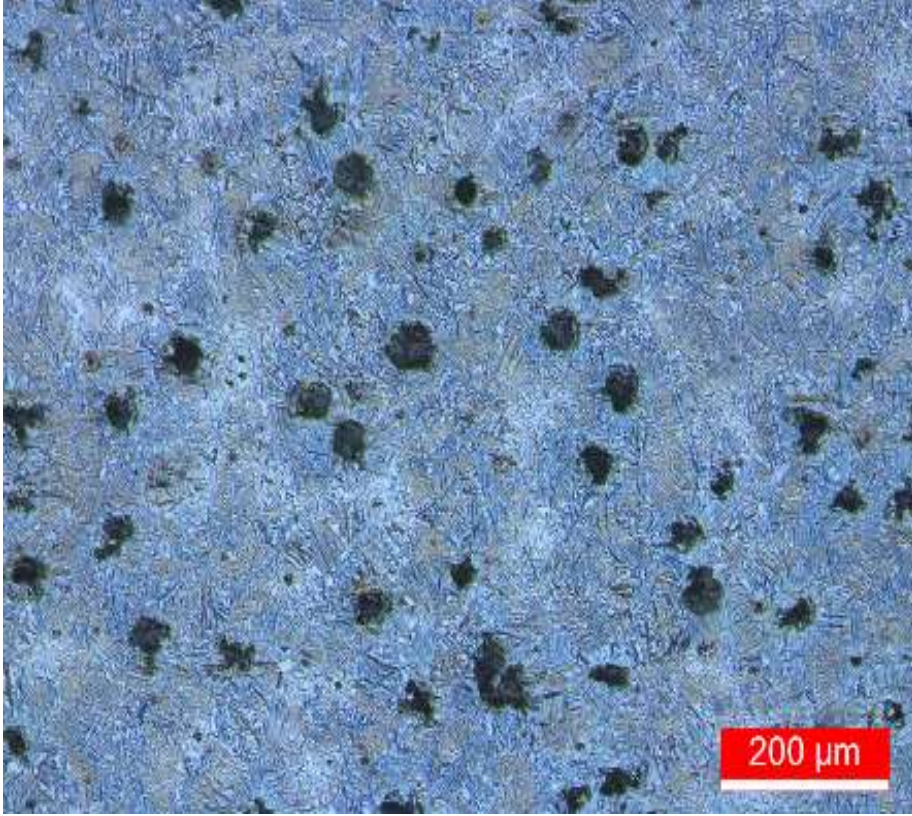
Şekil 13. Krank Millerine Uygulanan Isıl İşlem Proseslerinde Östempirleme Süresine Bağlı **c)** Akma Dayanımı, **b)** Darbe Enerjisi Değerleri



e

Şekil 14. Krank Millerine Uygulanan Isıl İşlem Proseslerinde Östemperleme Süresine Bağlı e) Uzama Değerleri

➤ Optik Görüntüler

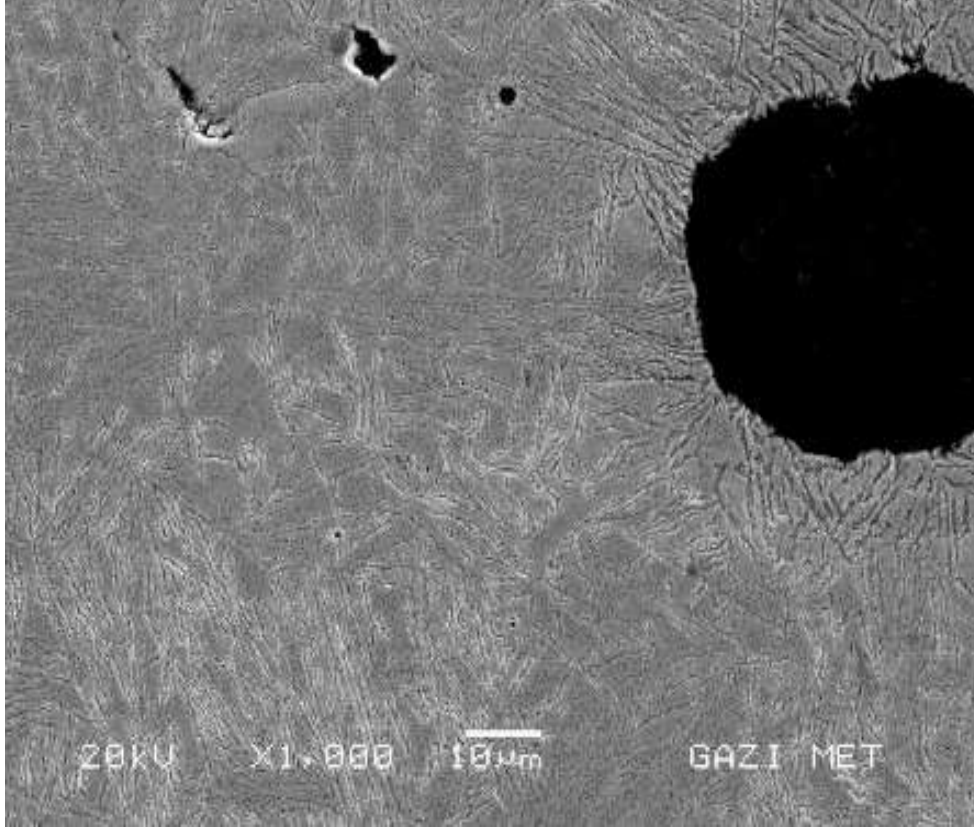


Şekil 15. 6 No'lu Krank Mili Numunesi Optik Görüntüsü
(100X)

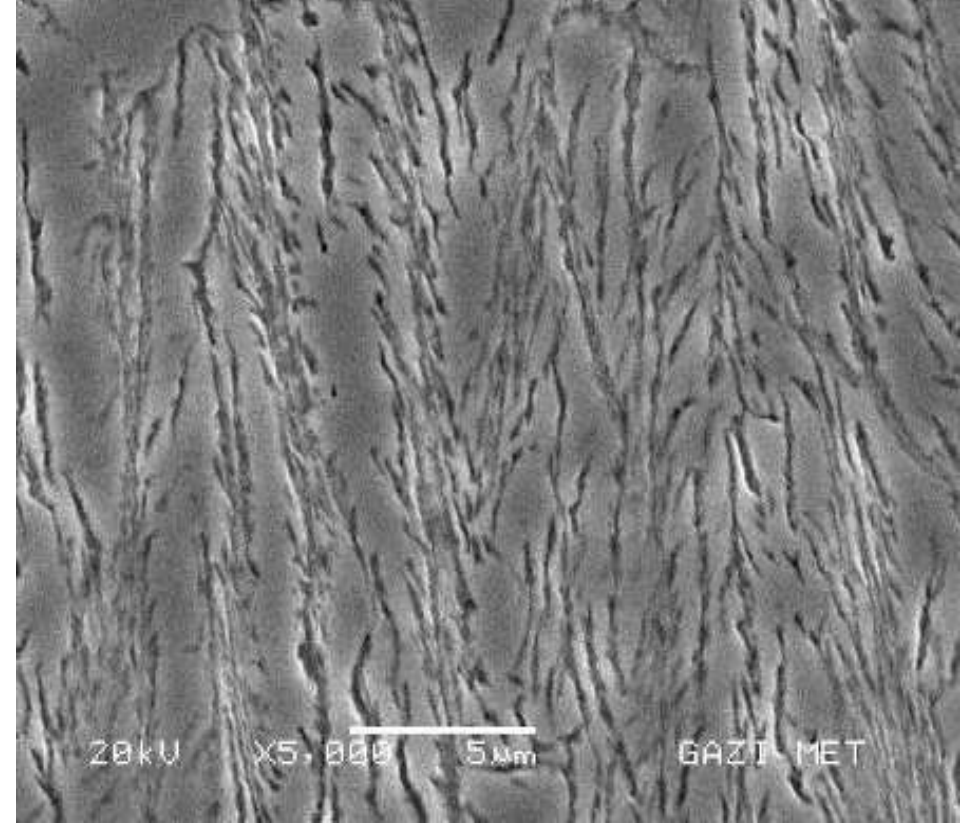


Şekil 16. 6 No'lu Krank Mili Numunesi Optik Görüntüsü
(500X)

➤ SEM Görüntüleri

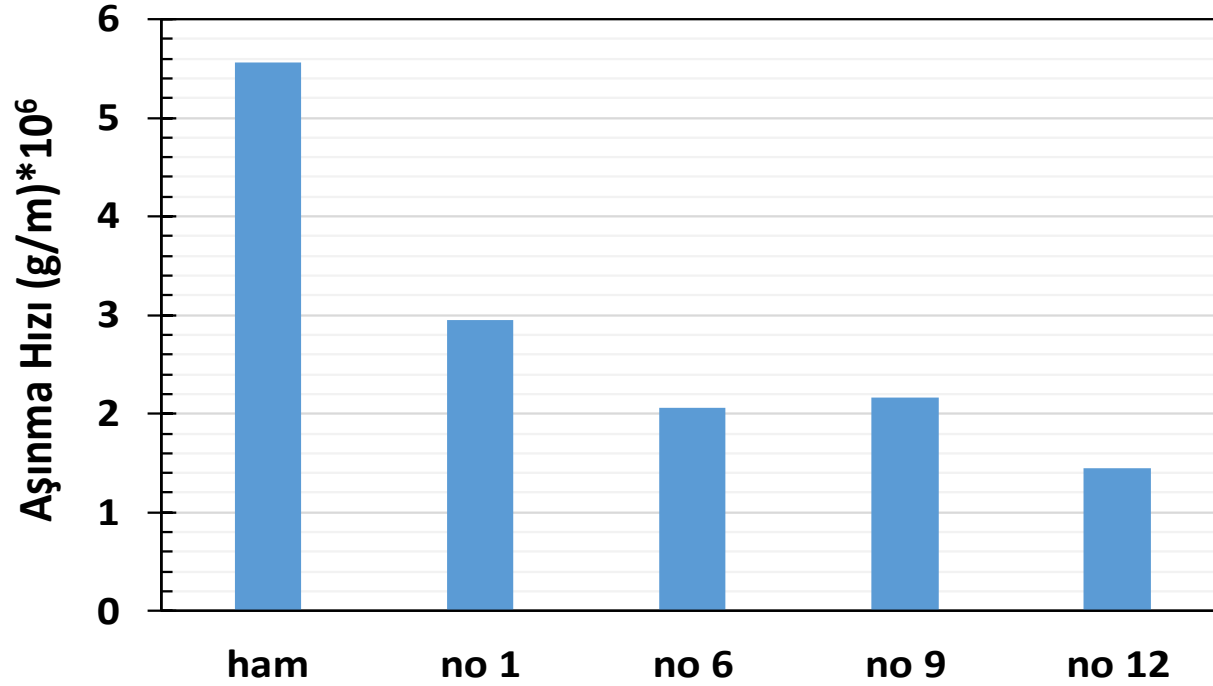


Şekil 17. 6 No'lu Krank Mili Numunesi SEM Görüntüsü (1000X)



Şekil 18. 6 No'lu Krank Mili Numunesi SEM Görüntüsü (5000X)

➤ Aşınma Testleri

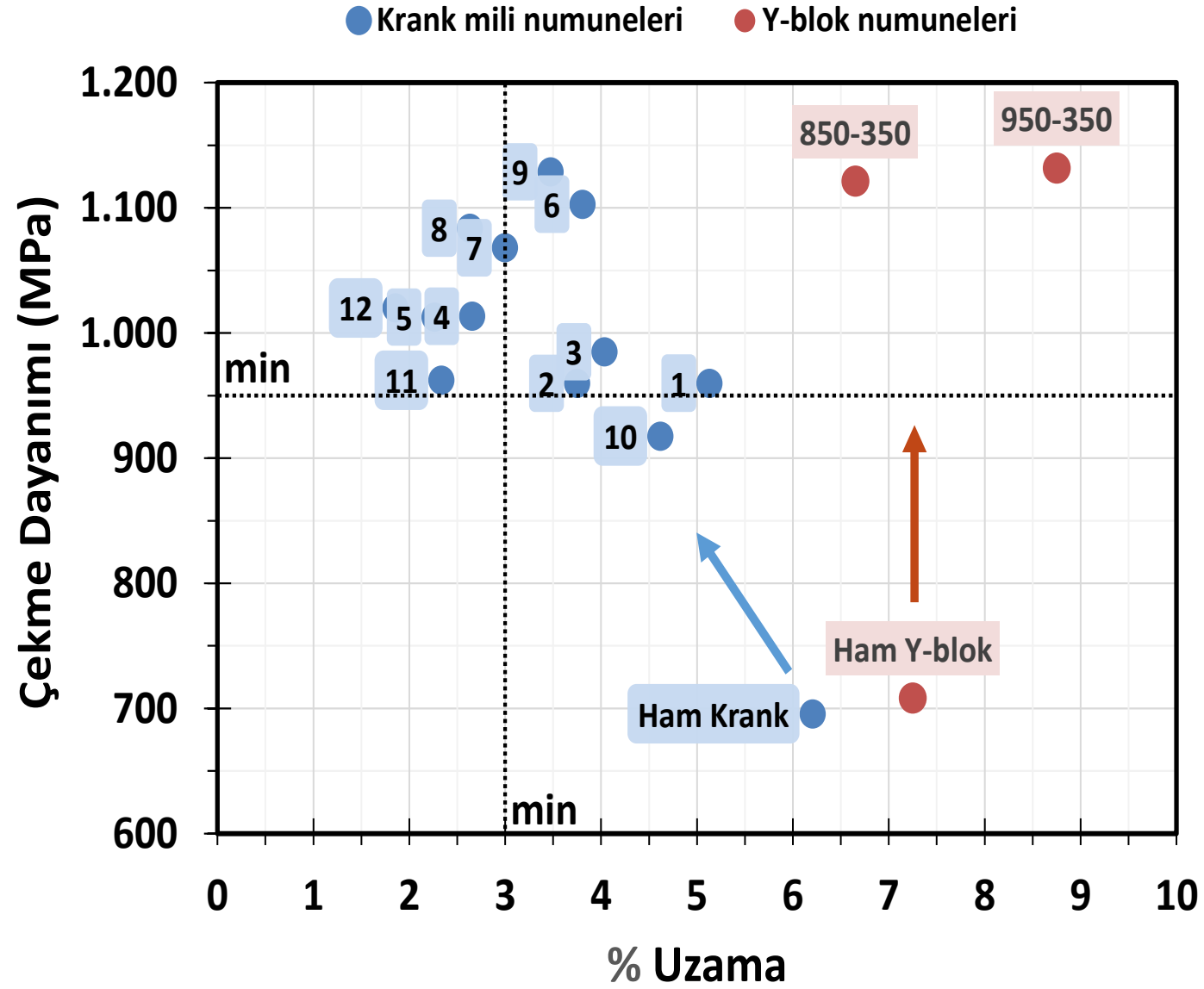


Şekil 19. Numunelerin aşınma hızları

➤ Boyutsal Kontrol

Krank mili numunesinin ısıtılma işlem öncesi ve ısıtılma işlem sonrası CMM ile ölçümleri alınmıştır. Koordinat ölçüm sonuçlarına göre iki ölçüm de karşılaştırılarak parçada eksenel sapma olup olmadığı tespit edilmiştir.

{SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ}



Şekil 20. Çekme Dayanımı ve % Uzama Değerleri
(Krank mili prosesleri Çizelge 3)

Küresel grafitli dökme demir içyapısına sahip krank milleri için imal edilen aparat kullanılarak endüstriyel ölçekte östemperleme işlemleri uygulanmıştır.

- Krank mili numunesinin 930°C östenitten çıkarılıp 350°C' de östemperleme sıcaklığına soğutulmasına kadar geçen sürenin östenitin perlite dönüşmemesine yetecek kadar kısa olduğu görülmektedir.
- Böylece hedeflenen ösferrit içyapısı başarıyla elde edilmiş ve bu içyapıyı üreten östemperleme koşulları belirlenmiştir.
- Östemperlenecek parçaların östenitleme fırınından östemperleme banyosuna girene kadar geçirdikleri sürenin çok kritik olduğu tespit edilmiştir.
- Dökme demir parçaların östemperleme öncesi kimyasal kompozisyon ve içyapılarının östemperlemeyle elde edilecek mekanik özellikler üzerinde belirleyici etkisi olduğu anlaşılmıştır. Dolayısıyla küresel grafitli döküm parçalarda östemperleme koşullarını işlem görecekt parçanın kimyasal kompozisyon ve içyapısını dikkate alarak belirlemek gerektiği ortaya çıkmıştır.
- Firmamız krank milleri başta olmak üzere motorlu taşıt sektörünün östemperlenmiş sünek dökme demir parça ihtiyacının karşılanmasında ısıt işlem yerli tedarikçisi olarak hizmete hazır hale gelmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma 7190042 no'lu TÜBİTAK/TEYDEB Kobi Ar-Ge Başlangıç Destek Programı kapsamında gerçekleştirilmiş olup katkılarından dolayı TÜBİTAK'a, test çalışmalarımıza katkılarından dolayı Gazi Üniversitesine ve Atılım Üniversitesine, ayrıca proje danışmanlarımız Doç. Dr. Erkan KONCA ve Dr. Kazım TUR' a teşekkür ederiz.



TEŞEKKÜRLER

