

Temperleme Sıcaklığının 2,25Cr-0.35Mo Çeliğinin Mikroyapı ve Mekanik Özelliklere Etkisinin İncelenmesi

F. Öztürk*, İ. Alkan*, U. Gürol**, M. Uysal*

*Sakarya Üniversitesi, Sakarya/Türkiye

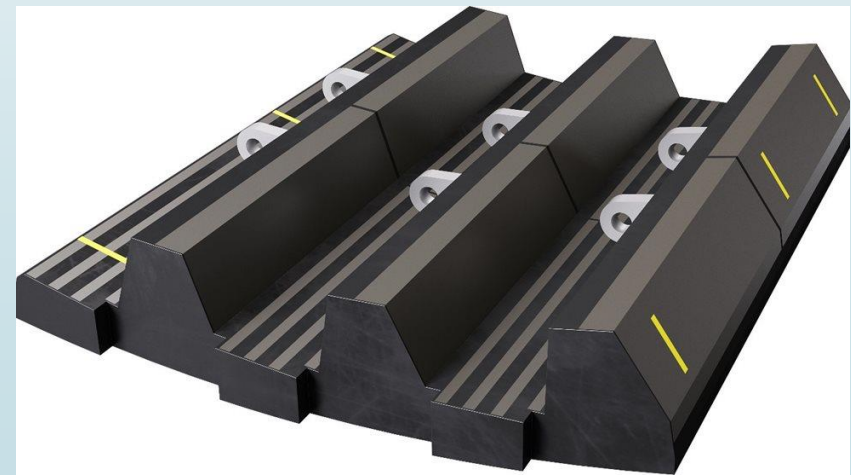
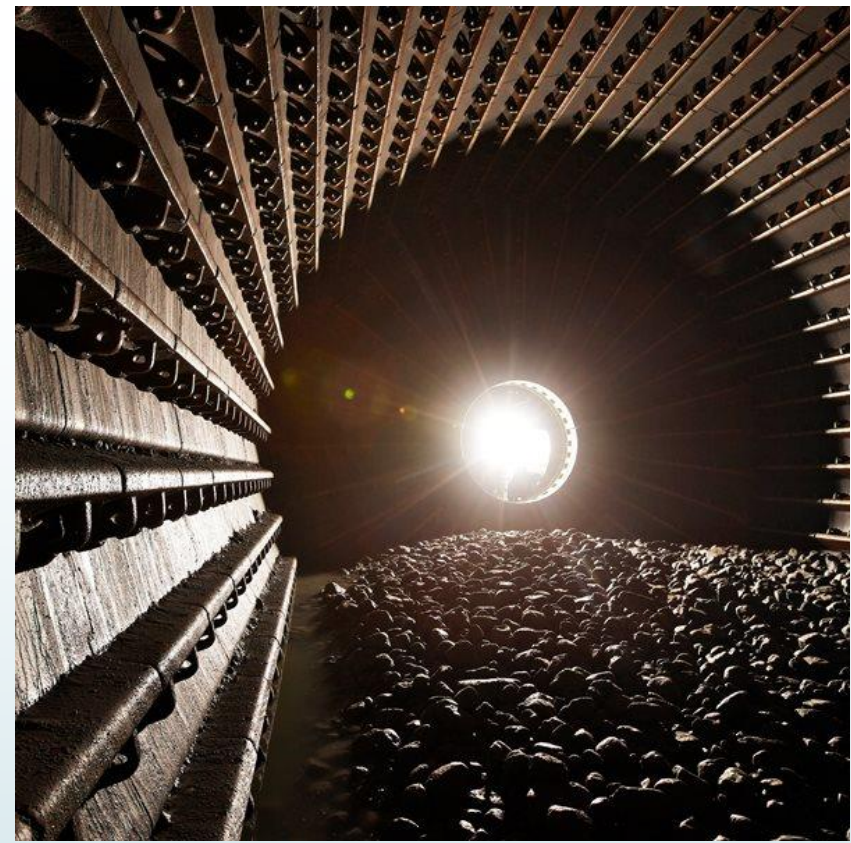
**Gedik Eğitim ve Sosyal Yardım Vakfı, Gedik Test Merkezi, İstanbul/Türkiye

İçerik

- 1. Giriş**
- 2. Çalışmanın amacı**
- 3. Deneysel çalışmalar ve Bulgular**
- 4. Sonuç ve öneriler**



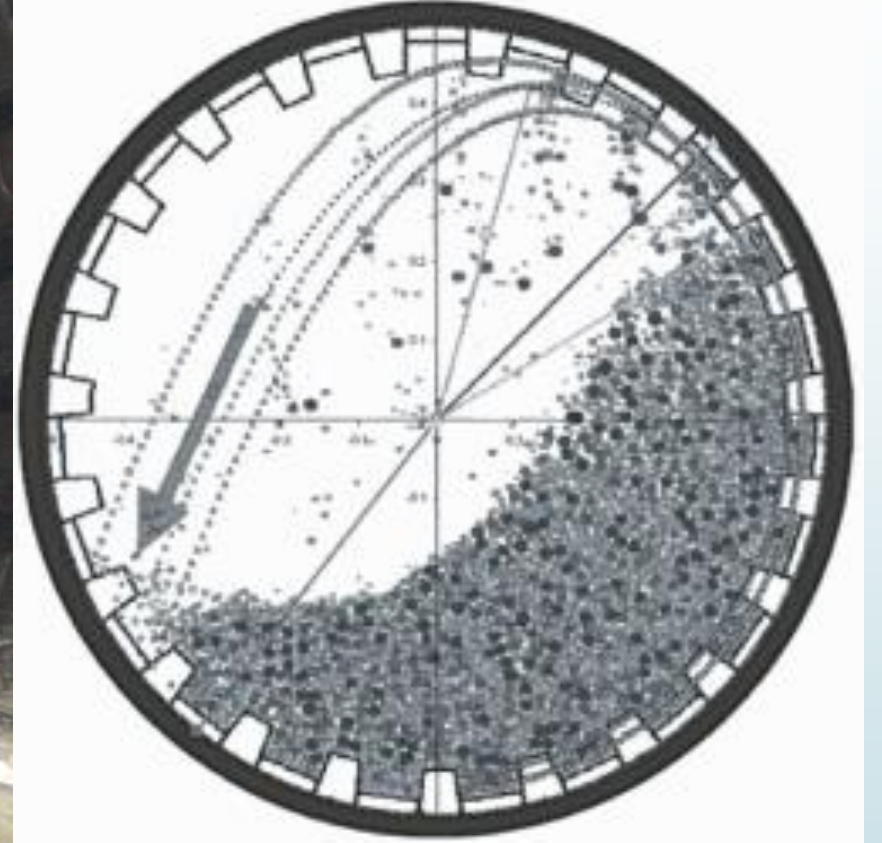
Maden Öğütme Değirmeni



Astar Plakası



Öğütücü bilyeler ile doldurulmuş bir öğütme sistemi

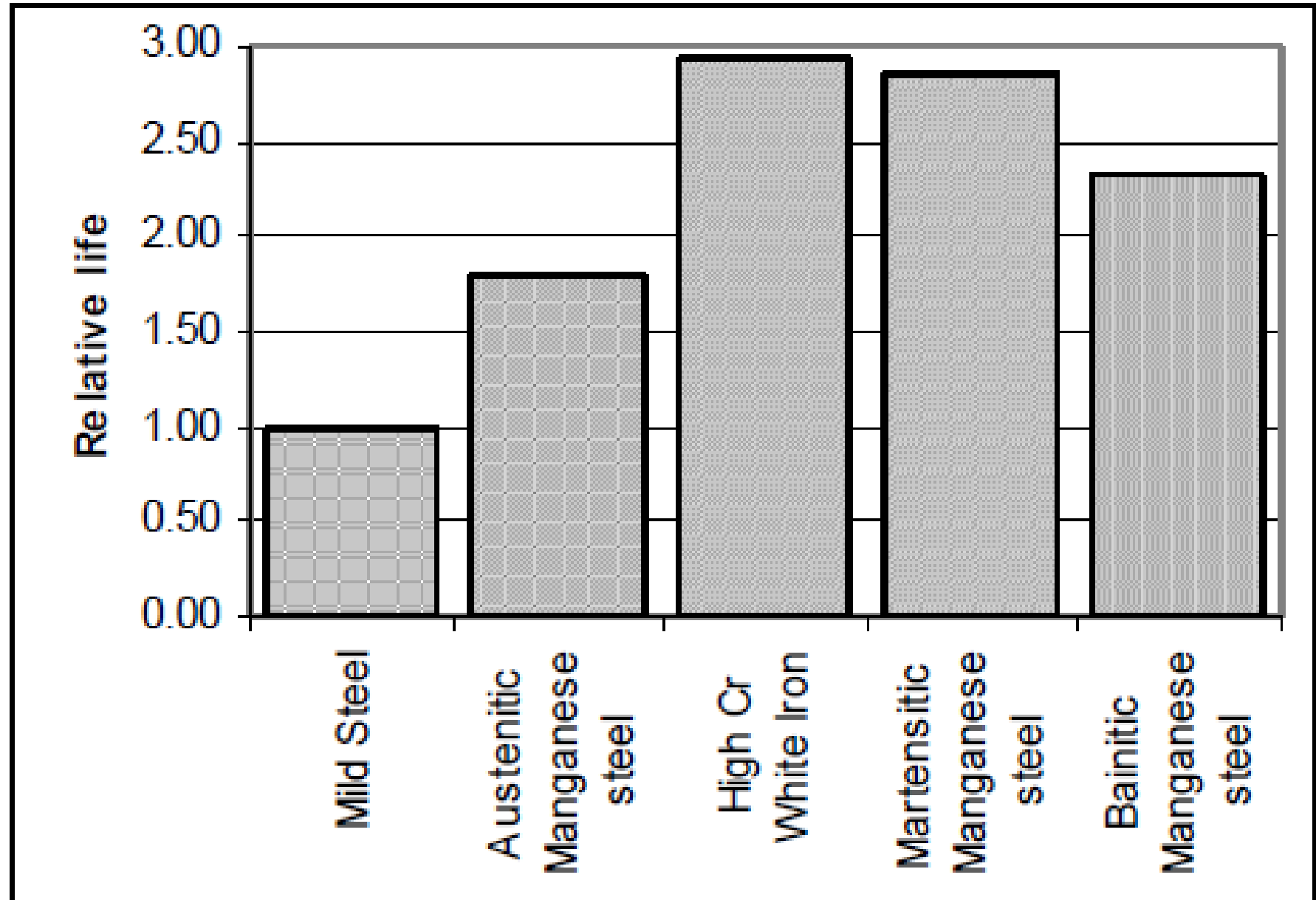


Öğütücü bilyelerin hareket halindeki durumu

Tablo 1: Kullanılan astar plakası malzemeleri

	C	Mn	Si	Cr	Mo	Ni	Cu	Sertlik (HB)
Martenzitik Cr-Mo İçerikli Beyaz Dökme Demir	2,4- 3,2	0,5- 1,0	0,5- 1,0	14- 23	1,0- 3,0	Mak. 1,5	Mak. 1,2	620- 740
Martenzitik Yüksek Karbon Cr-Mo Çeliği	0,7- 1,2	0,3- 1,0	0,4- 0,9	1,3- 7,0	0,4- 1,2	Mak. 1,5	-	500- 630
Martenzitik Yüksek Kromlu Beyaz Dökme Demir	2,3- 2,8	0,5- 1,5	0,8- 1,2	23- 28	Mak. 0,6	Mak. 1,2	-	550- 650
Martenzitik Ni-Cr İçerikli Beyaz Dökme Demir	2,5- 3,6	0,3- 0,8	0,3- 0,8	1,4- 2,5	Mak. 1,0	3,0- 5,0	-	520- 650
Martenzitik Orta Karbonlu Cr-Mo Çeliği	0,4- 0,7	0,6- 1,5	0,6- 1,5	0,9- 2,5	0,2- 0,7	Mak. 1,5	-	500- 620
Östenitik 6Mn-1Mo Çeliği	1,1- 1,3	5,5- 6,7	0,4- 0,7	Mak. 0,5	0,9- 1,1	-	-	190- 230
Perlitik Yüksek Karbonlu Cr-Mo Çeliği	0,5- 1,0	0,6- 0,9	0,3- 0,8	1,5- 2,5	0,3- 0,5	Mak. 1,0	-	250- 420
Östenitik 12Mn Çeliği	1,1- 1,4	11- 14	0,4- 1,0	Mak. 2,0	Mak. 1,0	-	-	180- 220
Perlitik Yüksek Karbon Çeliği	0,6- 1,0	0,3- 1,0	0,2- 0,4	-	-	-	-	240- 300
Perlitik Beyaz Dökme Demir	2,8- 3,5	0,3- 1,0	0,3- 0,8	Mak. 3,0	-	-	-	370- 530

Tablo 2: Malzeme özelliklerine göre Astar plakası kullanım ömürleri



Çalışmanın amacı

Değirmen ocaklarında kullanılan astar plakaları için uygun ısıtım şartlarının belirlenmesi, astar ömrünü arttırmak ve buna bağılı olarak da bakım maliyetleri düşürmek adına hayati önem taşımaktadır.

Yanlış ısıtım uygulamaları erken kırılmalara ve aşırı hızlı aşınma gibi durumlara sebebiyet verebilmektedir. Bu da operasyonel maliyetlerin artmasına ve şirketlerin gelir kaybına sebebiyet vermektedir.

Bu çalışmada astar plakalarının üretiminde kullanılan 2,25Cr-0.35Mo çeliğinin farklı temperleme sıcaklıklarında mikro yapı ve mekanik özelliklere etkisi incelenerek optimum ısıtım şartlarının belirlenmesi hedeflenmiştir.

Deneyisel Çalışmalar ve Bulgular

Tablo 3: Çalışmada kullanılan kimyasal analiz %

	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	P	S %	Al
Alt Limit	0,4	0,6	0,6	0,9	-	0,2	-	-	-
Üst Limit	0,7	1,5	1,5	2,5	1,5	0,7	0,020	0,020	0,05
Sonuç	0,43	0,89	0,94	2,36	1,03	0,36	0,015	0,013	0,039

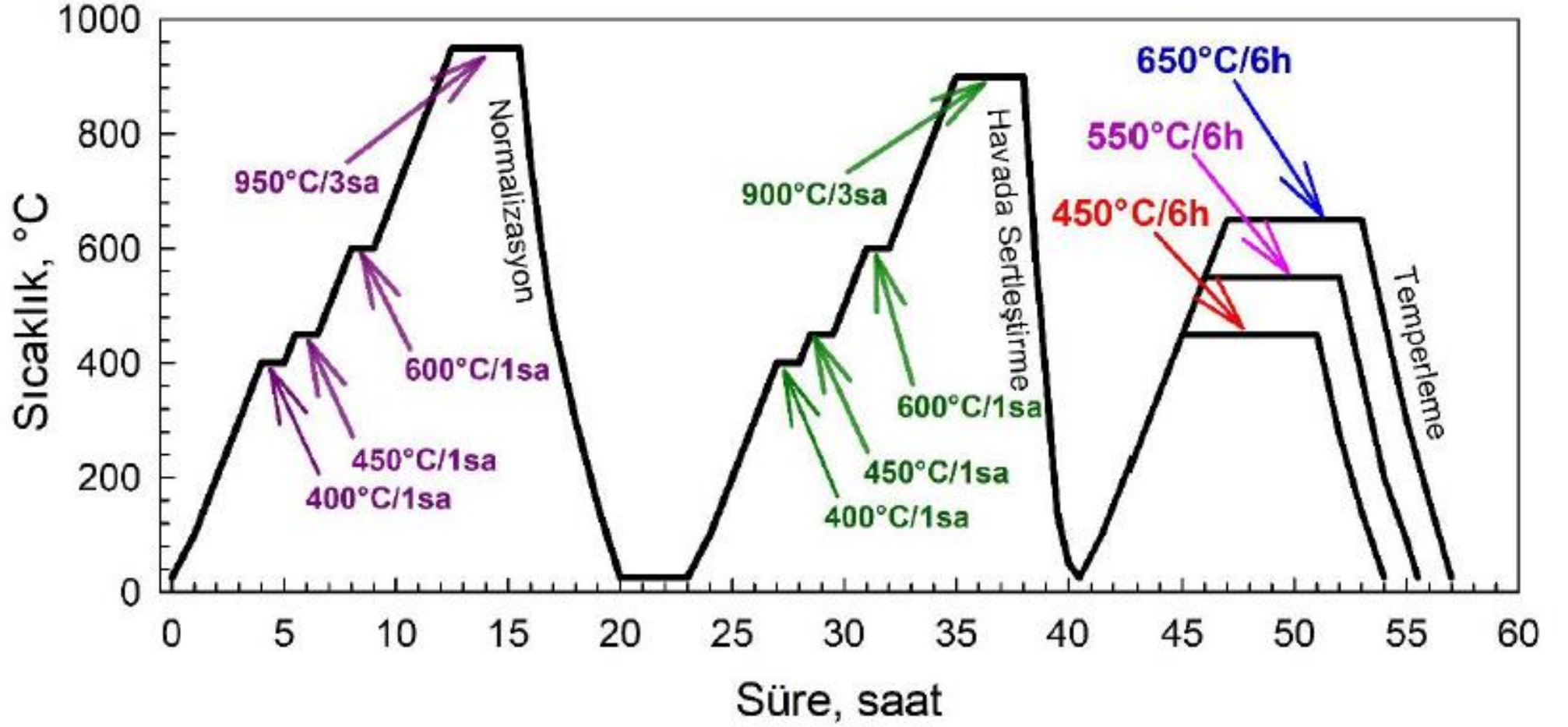
Hem yüksek aşınma direnci göstermeleri hem de düşük üretim maliyetleri nedeniyle en yaygın olarak orta karbonlu martenzitik Cr-Mo çelikleri kullanılmaktadır.

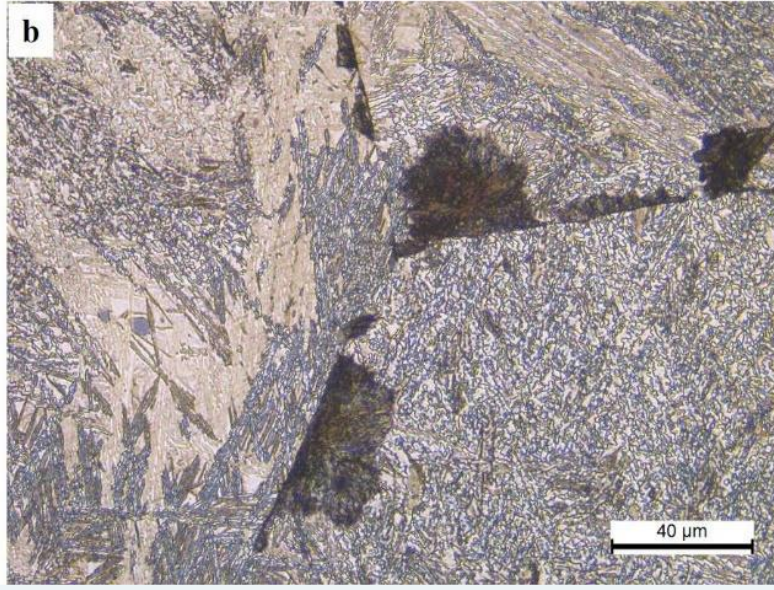
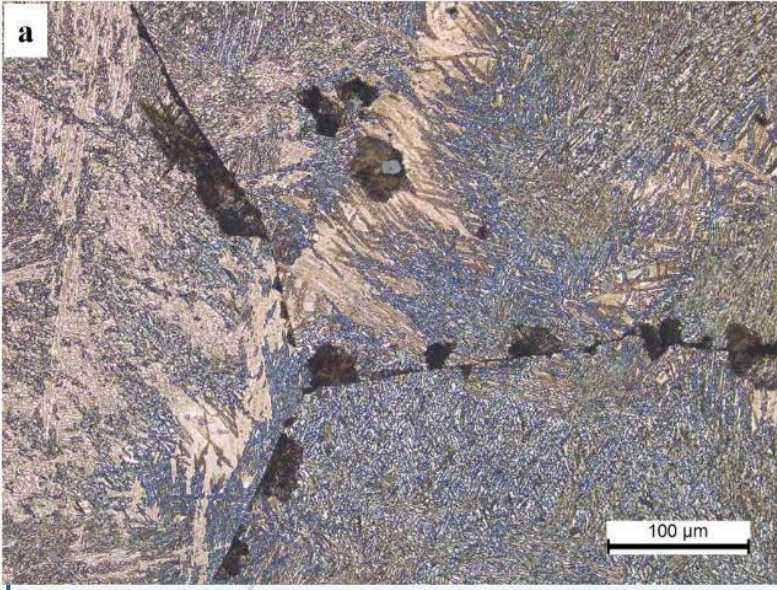
Bu çeliklerde en iyi aşınma direnci ve darbe tokluğu kombinasyonu düşük beynit ve yüksek oranda temperlenmiş martenzit yapısı ile mümkün olmaktadır.

Bunun için de parça kalınlığına bağlı olarak östenizasyon işleminden sonra basınçlı ve ya sakın hava ile soğutulur ve hemen ardından temperleme işlemine tabi tutulurlar. Soğutma ortamı olarak su ve yağ kullanımı kesinlikle tavsiye edilmez.

Çünkü, Cr-Mo çelikleri, yüksek karbon içerikleri, zayıf ısı iletkenlikleri ve yüksek sıcaklık plastisiteleri nedeniyle zayıf şok direnci göstermektedir. Bu da aşırı hızlı soğutma ortamlarında (su ve yağ) sertleştirilmeleri durumunda döküm parçaların çatlamasına sebebiyet vermektedir.

Tablo 4: Numunelere uygulanan ısıt işlem prosedürü





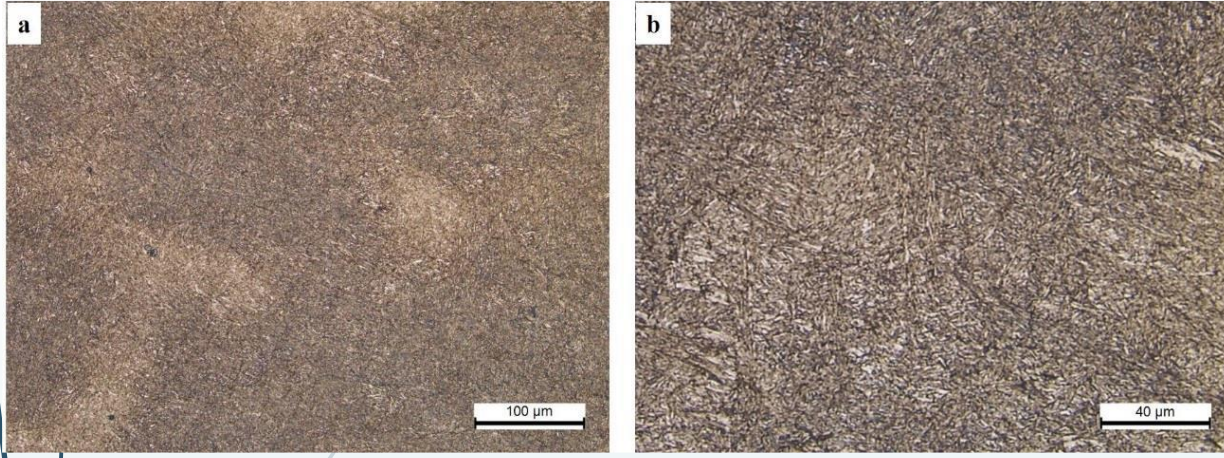
Şekil 1 Döküm sonrası genel (a) ve detay (b) mikro yapı görüntüleri



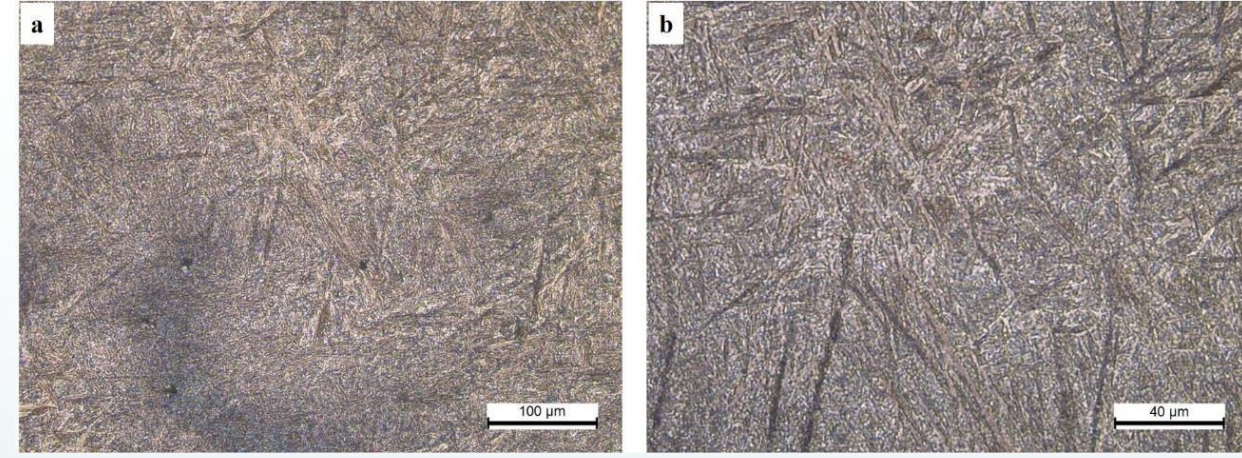
Şekil 2 HS numunesine ait genel (a) ve detay (b) mikro yapı görüntüleri

Şekil 1'de; Genel mikro yapının homojen olmayan tipik bir beynitik ve martenzitik döküm yapısından oluştuğu düşünülmektedir. İlaveten tane sınırları boyunca çökelmiş perlit görünümlü karbür ağlarının varlığı görülmektedir.

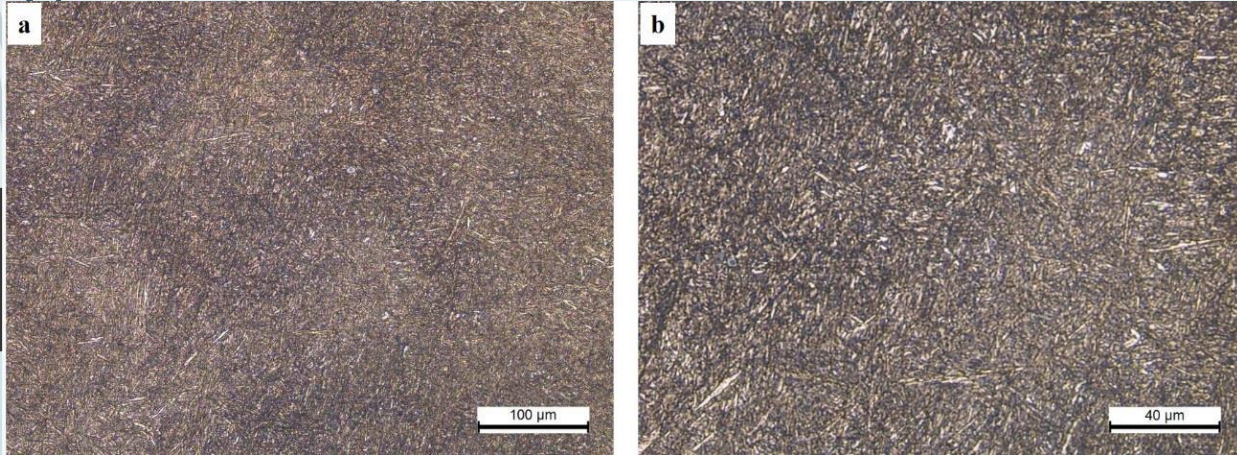
Şekil 2'de; Yapı henüz dönüşümü tamamlanmamış kalıntı östenitlerle beraber martenzit fazından oluşmaktadır. Resimlerde koyu renkte görülen yapılar plaka martenziti, beyaz renkte olan kısımlar ise optik mikroskopta görüntülenmesi zor, kalıntı östenit fazını göstermektedir.



Şekil 3 HS+450T numunesine ait genel (a) ve detay (b) mikro yapı görüntüleri



Şekil 5 HS+650T numunesine ait genel (a) ve detay (b) mikro yapı görüntüleri



Şekil 4 HS+550T numunesine ait genel (a) ve detay (b) mikro yapı görüntüleri

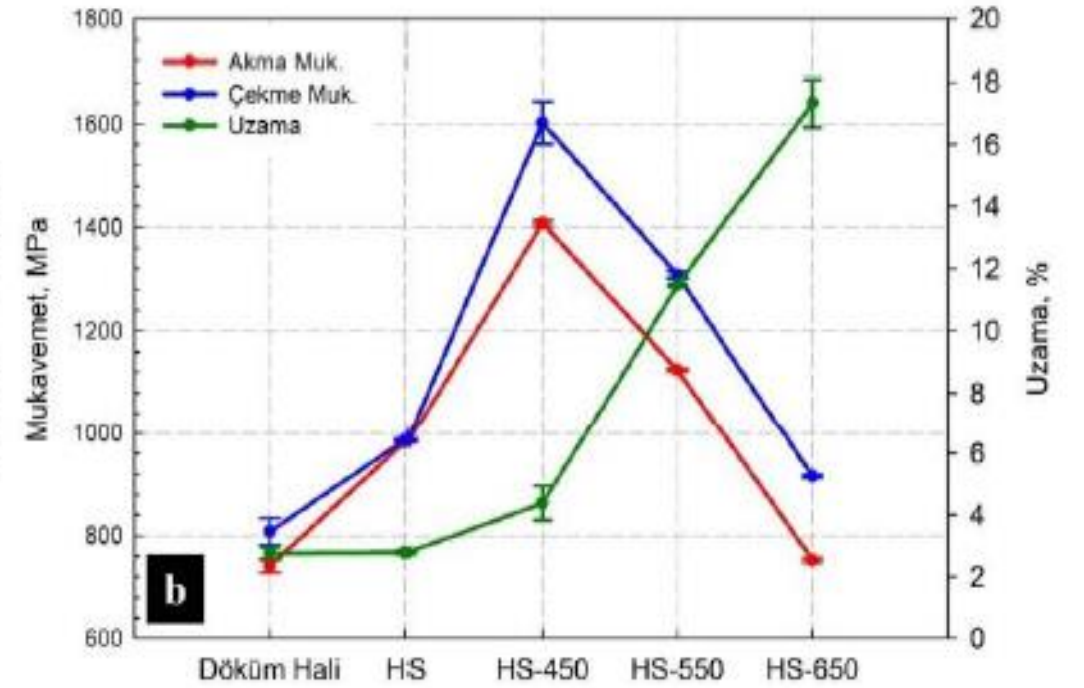
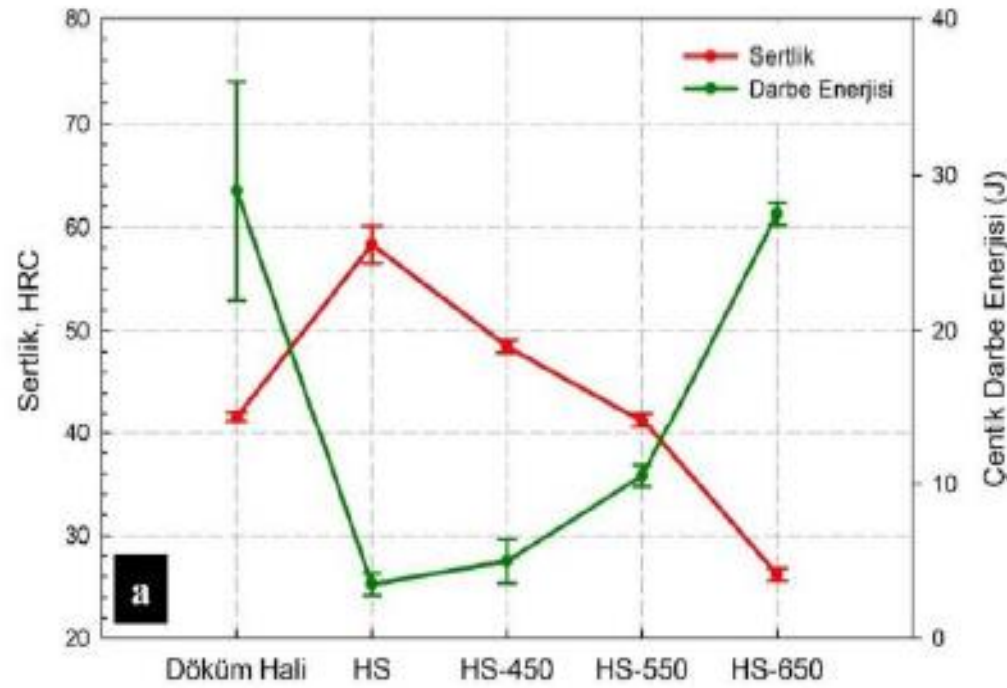
Şekil 3 , 4 ve 5; Bu aşamada birincil martenzitlerle kalıntı östenitler arasında gerçekleşen karbon difüzyonu nedeniyle birincil martenzitlerin karbon kaybetmesi ile her üç sıcaklıkta da temperlenmiş martenzit yapısının oluştuğu görülmektedir.

Tablo 5: Isıl işlem şartlarına bağı olarak numunelerin mekanik özellikleri

	Akma Mukavemeti (MPa)	Çekme Mukavemeti (MPa)	Uzama (%)	Sertlik (HRC)	Darbe Enerjisi Çentikli (J)
Döküm Hali	740,3 ± 12	807,6 ± 26	2,76 ± 0,2	41,7 ± 0,4	29,0 ± 7,1
HS	982,1 ± 1	986,0 ± 2	2,78 ± 0,1	58,3 ± 1,8	3,5 ± 0,7
HS+450T	1407,3 ± 5	1601,9 ± 42	4,38 ± 0,6	48,5 ± 0,6	5,0 ± 1,4
HS+550T	1124,6 ± 4	1308,0 ± 6	11,47 ± 0,1	41,3 ± 0,7	10,5 ± 0,7
HS+650T	752,1 ± 5	915,1 ± 3	17,33 ± 0,8	26,2 ± 0,6	27,5 ± 0,7

Elde edilen sonuçlar neticesinde, artan temperleme sıcaklığı ile birlikte numunelerin mikro yapısında meydana gelen faz dönüşümlerine bağı olarak sertlik, çekme ve akma dayanımı değerlerinde düşüş olurken, kopma uzaması ve tokluk değerlerinde artış meydana geldiği görülmüştür. Buna bağı olarak da 650 °C'de yapılan temperleme işleminde elde edilen tokluk değerinin tokluğun birinci ön planda olduğu astar plakalarının üretiminde daha işlevsel olduğu görülmüştür.

Tablo 6: Isıl işlem şartlarına bağlı olarak mekanik özelliklerin karşılaştırılması



SONUÇ

Sonuç olarak astar plakası malzemesinden beklenen en iyi darbe tokluğu ve optimum aşınma mukavemeti değeri havada sertleştirme sonrası 650°C meneviş ısı işlemi ile elde edilmiştir.

Kesit kalınlığı benzer ve tokluğun birinci öncelik olduğu tüm üretimlerde bu ısı işlem kullanılacaktır.

Ayrıca uygulanan üç temperleme işlemi de, tasarım mühendisleri için farklı koşul ve ortamlarda çalışacak astar plakaları açısından bir referans göstermektedir. Bu durumda farklı temperleme sıcaklıkları ile elde edilen farklı tokluk değerleri, astar plakalarının maruz kaldığı maden tipi, darbe şekli ve makine içindeki konumlanış biçimi / montaj şekli açılarından tercihte önem arz edebilmektedir.

Böylece tasarım mühendislerine astar plakalarının boyut, şekil ve üzerilerine uygulanan darbe şiddetine bağlı olarak uygun ısı işlem şartlarının seçilebilmesi için nümerik bilgiler sağlanmıştır.