

**ÖSTEMPERLEME İŞLEMİNİN VERMİKÜLER DÖKME DEMİRİNİN
MİKROYAPI, SERTLİK, ÇEKME DAYANIMI VE DARBE DİRENCİ
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Hazırlayan;
Yiğit GÜLERYÜZ

Danışman
Doç. Dr. Hakan GAŞAN

Çalışma boyunca beni destekleyen **Demisaş Döküm Emaye Mamüleri A.Ş'** ne
teşekkür ederim.

1.GİRİŞ



Küresel ısınma günümüzün en büyük sorunlarının başında gelmektedir. Küresel ısınmaya neden olan kaynaklar incelendiğinde ise fosil yakıtların oldukça büyük etkisinin olduğu göz ardı edilmemelidir.

Geçmişten günümüze otomobiller insan ihtiyaçları arttıkça büyümeye ve daha fazla yakıt tüketmeye başlamıştır. Yaşanan petrol krizleri savaşlara bile sebep olmaktadır.





Fosil yakıt ile çalışan otomobillerde yakıt tasarrufunun artması, elektrik ile çalışan otomobillerde ise menzil mesafesinin artması için otomobillerin ağırlığının azaltılması gerekmektedir.

Otomotiv endüstrisi fosil yakıtların etkisinin artması ile yeni kullanılan enerji kaynaklarına otomotivlerin uyum sağlaması için hafifletme çalışmalarına hız vermiştir.

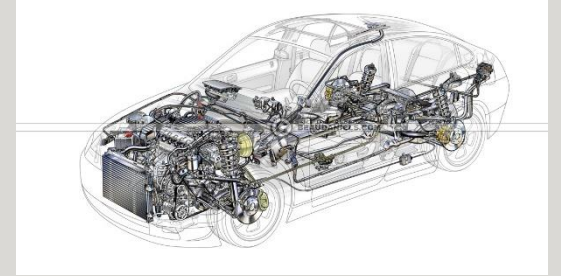


2.Otomotiv Endüstrisinde Kullanılan Malzemeler



Geçmişten günümüze geldikçe otomotiv endüstrisinde kullanılan malzemeler de beklenen özelliklerle beraber değişmiştir.

Model ve özellik farklılıkları ile kullanılan malzeme cinsleri değişiklik gösterse de araç ağırlığının %75' i metallere (çelikler, dökme demirler, alüminyum vb.) geri kalan oran ise kompozit, seramik ve plastik malzemelerden oluşmaktadır.



2.1.Otomotiv endüstrisinde kullanılan dökme demir türleri



Gri dökme demirler



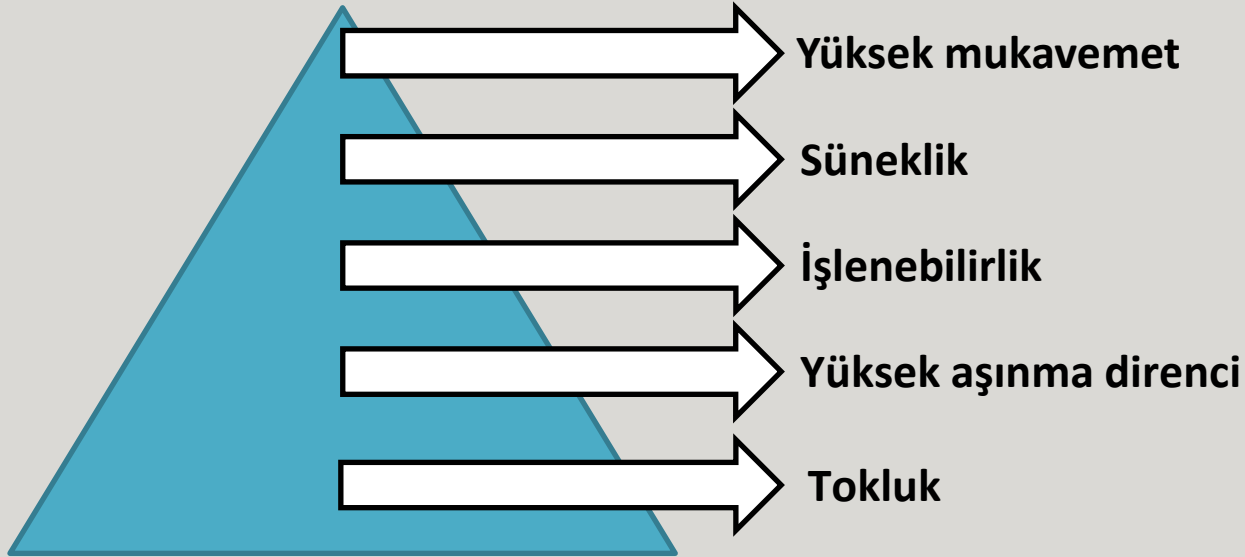
Küresel grafitli dökme demirler



Vermiküler dökme demirler



3.Otomotiv Endüstrisinde dökme demirden beklenen özellikler



4.Vermiküler Dökme Demirler

Vermiküler dökme demir (Compacted Graphite Iron- CGI) ; lamel grafitli dökme demir (Gray Cast Iron- GCI) ve küresel grafitli dökme demir (Spheroidal Cast Iron- SCI) arasında geçiş olarak kabul edilen bir mikroyapıya sahip olmakla beraber, mekanik özellikleri değerleri bakımından da bu iki malzemenin mekanik değerlerinin arasında yer alan bir dökme demir türüdür.

CGI' in mekanik özellikleri bir takım ısıl işlemler sayesinde mikroyapının değiştirilmesi ile değiştirilebilir.

Östempereleme ısıl işlemi bu işlemler içerisinde malzemelerin mekanik özelliklerini geliştiren ve son yıllarda oldukça dikkat çeken bir işlem olarak görülmektedir.

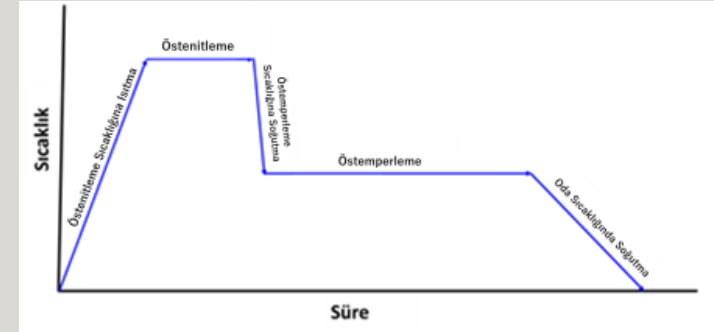


5.Östemperleme Isıl İşlemi



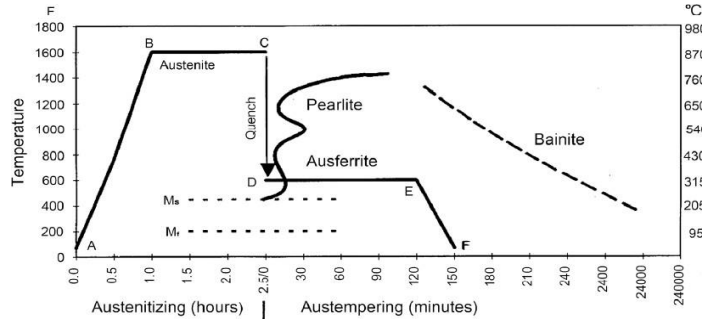
Östemperleme ısısal işlemi; 850-950 °C sıcaklıklarda östenitleme işlemi takiben, tuz banyosunda malzemenin türüne göre 250-600 °C sıcaklık aralığında belirli sürelerde bekletilmesi ile malzemenin mikroyapısında değişim ve mekanik özelliklerinde artışı sağlayan bir ısısal işlemdir.

Östemperleme ısısal işlemi beynit fazı oluşumunu sağlayarak mekanik özelliklerin gelişmesine yardımcı olmaktadır.



5. Östenitleme ve östempereleme süresi ve sıcaklığının belirlenmesi

Östenitleme sıcaklığı ve süresi belirlenirken dikkat edilmesi gereken en önemli unsur aşırı östenit tanesi büyümeden ferrit matrisin östenite dönüştürülmesidir. Bu kapsamda östenitleme parametreleri 900°C ve 20 dk olarak belirlenmiştir.



Östempereleme parametreleri belirlenirken ise şekildeki soğuma diyagramından faydalanılır. Bu kapsamda parametreler $250, 300, 350^{\circ}\text{C}$ ve 2,4,6 saat olarak belirlenmiştir.

6.Deneysel Çalışmalar



Bu çalışma kapsamında GJV 300 vermiküler dökme demirine farklı sıcaklık ve süre parametrelerinde östempereleme ısı işlemleri uygulanmış; östempereleme sıcaklığı ve süresinin mikroyapı, sertlik, çekme dayanımı ve darbe direnci özelliklerine etkisi incelenmiştir.

Deneysel çalışmada kullanılan CGI malzemenin kimyasal analizi

VERMİKÜLER DÖKME DEMİR(CGI)						
Alman DIN Standartına Göre İsimlendirme	Kimyasal Analizi (%)					
	C	Si	Mn	P	S	CEQ
GJV	3.78	2.155	0.258	0.026	0.025	4.512



6.1.Deneyde kullanılan ekipman ve cihazlar



Nevola marka ısıtma fırını



Varyak kontrollü tuz banyosu



Kesme cihazı



Struers marka kalıplama cihazı



Struers marka zımparalama ve parlatma cihazı





**Nikon
Eclipse L150
optik
Mikroskobu**



**Zwick/Roell
Çekme Cihazı**



**Zwick marka
sertlik ölçüm
cihazı**

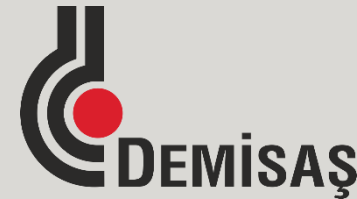


**MFL Systeme
marka darbe direnci
ölçüm cihazı**

6.1.Numunelerin Kodlanması



Numune Kodu	Östenitleme Sıcaklığı (°C)	Östemperleme Sıcaklığı (°C)	Östemperleme Süresi(saat)
Orijinal - 1	-	-	-
250-2			2
250-4	900	250	4
250-6			6
300-2			2
300-4	900	300	4
300-6			6
350-2			2
350-4	900	350	4
350-6			6



7.Sonuçlar



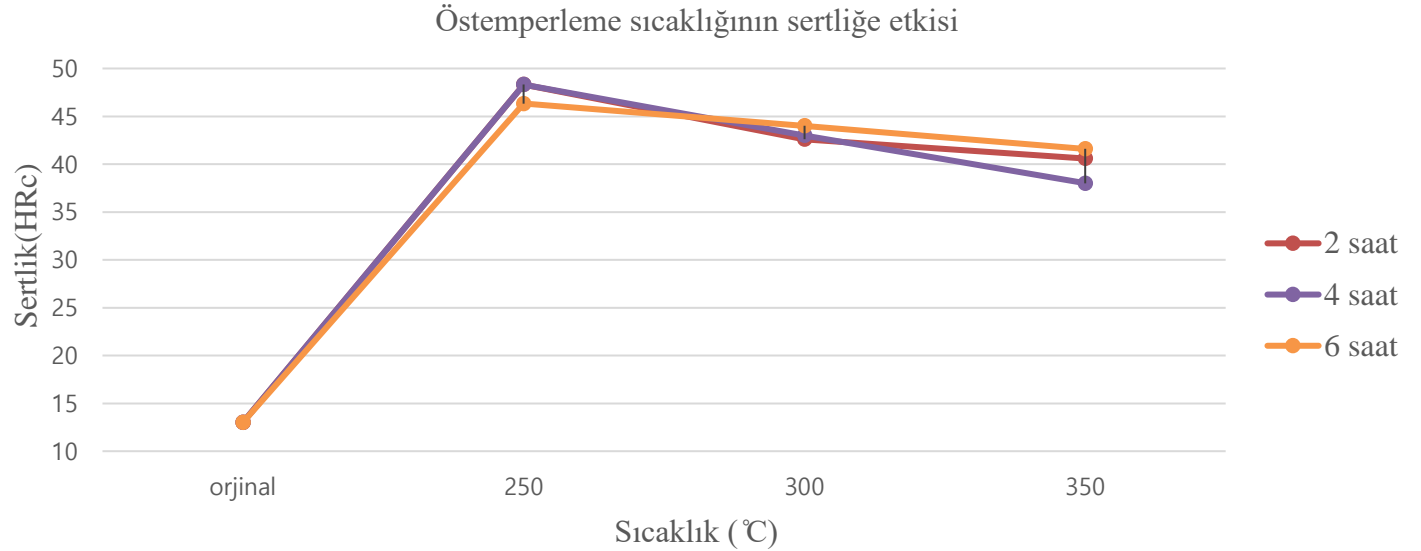
7.1.Sertlik Ölçüm Sonuçları

Sertlik ölçümleri HRc cinsinden yapılmış olup, numunelerin her yüzeyinden 3 ölçüm gerçekleştirilerek tablo haline getirilmiştir.

Numune Kodu	Sertlik,HRc
Orijinal-1	13
250-2	48.33
250-4	48.33
250-6	46.33
300-2	42.6
300-4	43
300-6	44
350-2	40.6
350-4	38
350-6	41.6

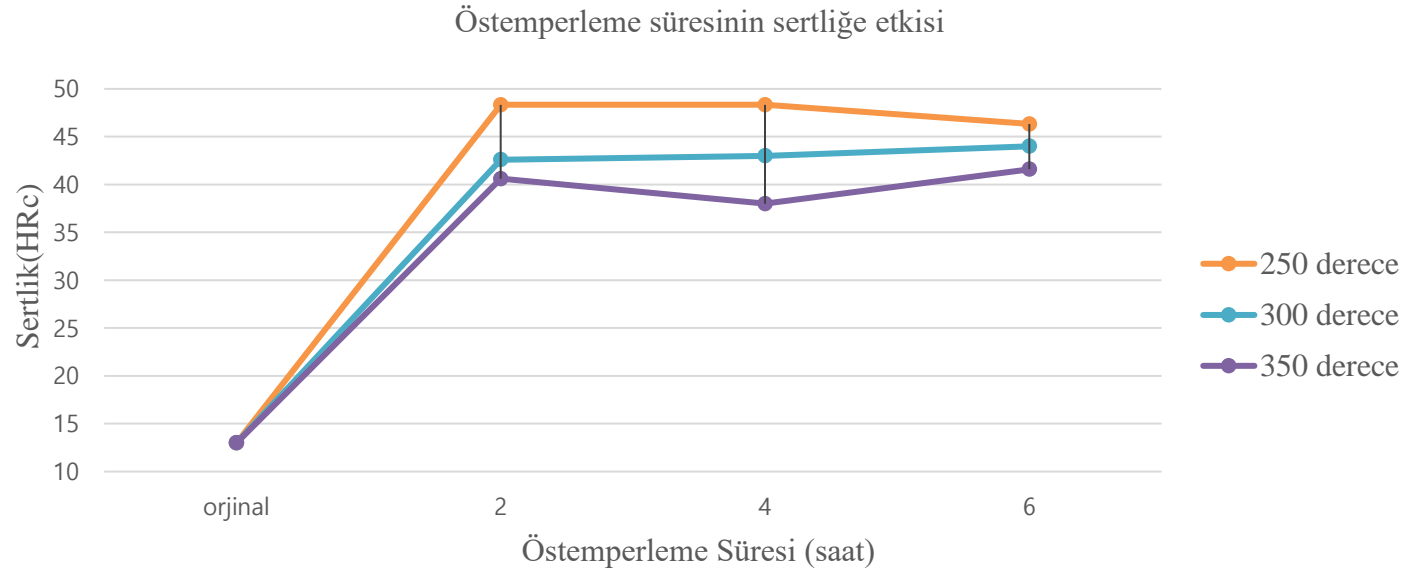


7.1.1.Östempereleme sıcaklığının sertliğe etkisi





7.1.2.Östemperleme süresinin sertliğe etkisi

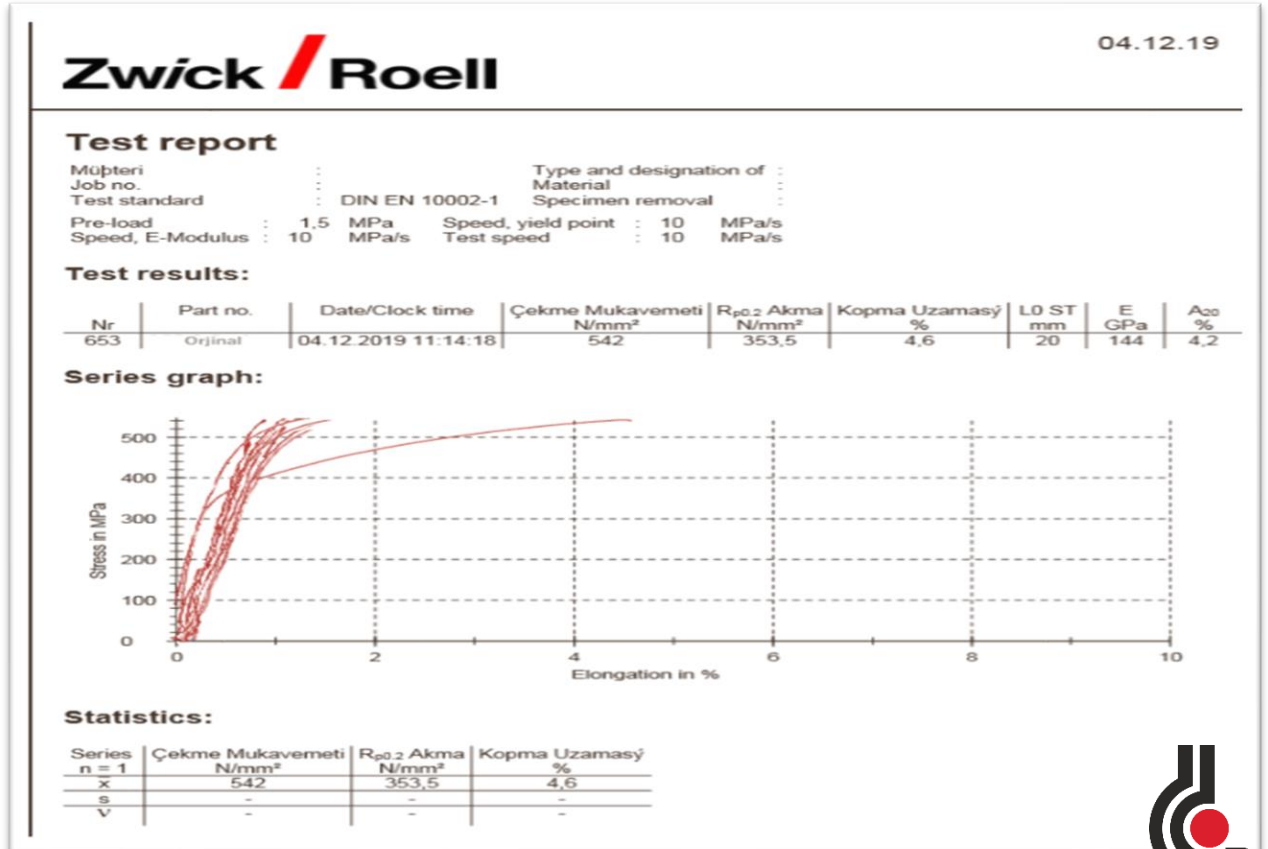


7.2.Çekme Dayanımı Ölçüm Sonuçları

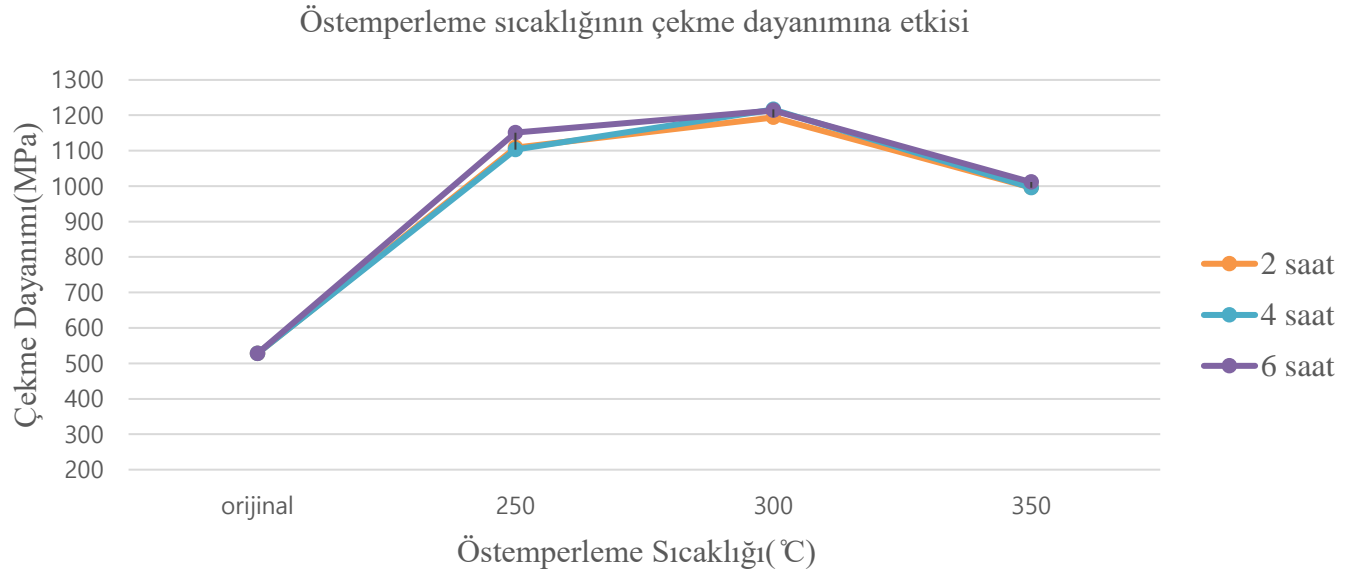
Çekme dayanımı değerleri Mpa cinsinden ölçülmüş olup, her parametre için 3 adet ölçüm alınarak tablo haline getirilmiştir.

Numune Kodu	Çekme Dayanımı(Mpa)
Orjinal	528
250-2	1109
250-4	1103
250-6	1151
300-2	1194
300-4	1216.5
300-6	1213.5
350-2	996
350-4	995.5
350-6	1011.5

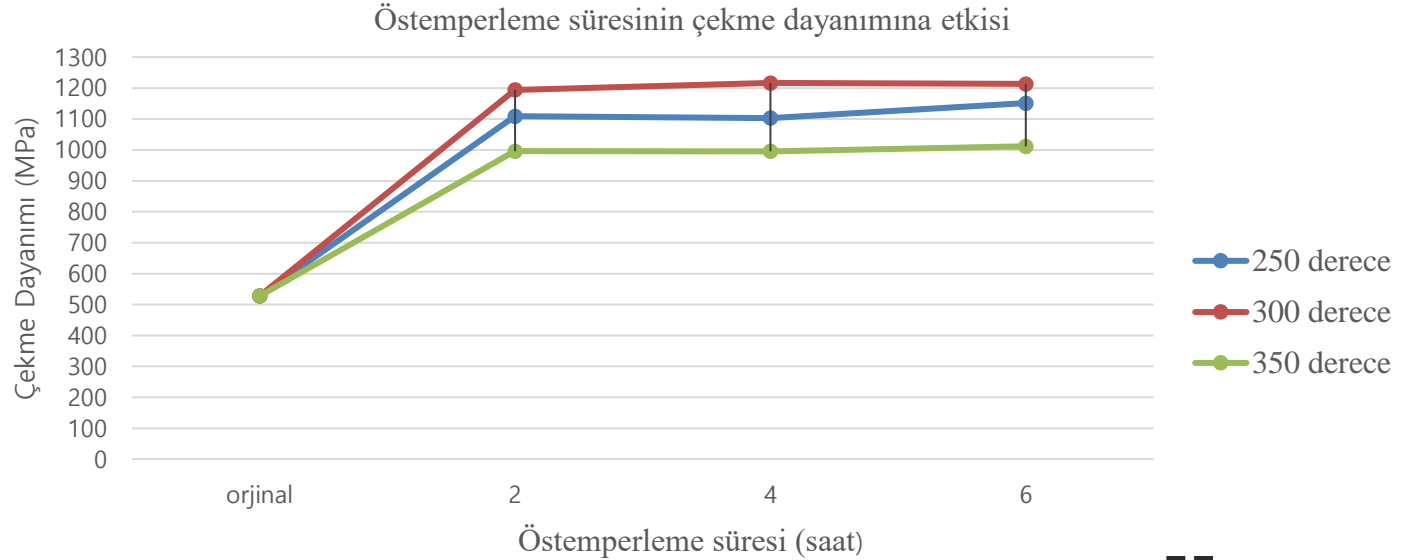
7.2.1.Çekme dayanım değerlerinin kıyaslanması



7.2.2.Östempereleme sıcaklığının çekme dayanımına etkisi



7.2.3.Östempirleme süresinin çekme dayanımına etkisi



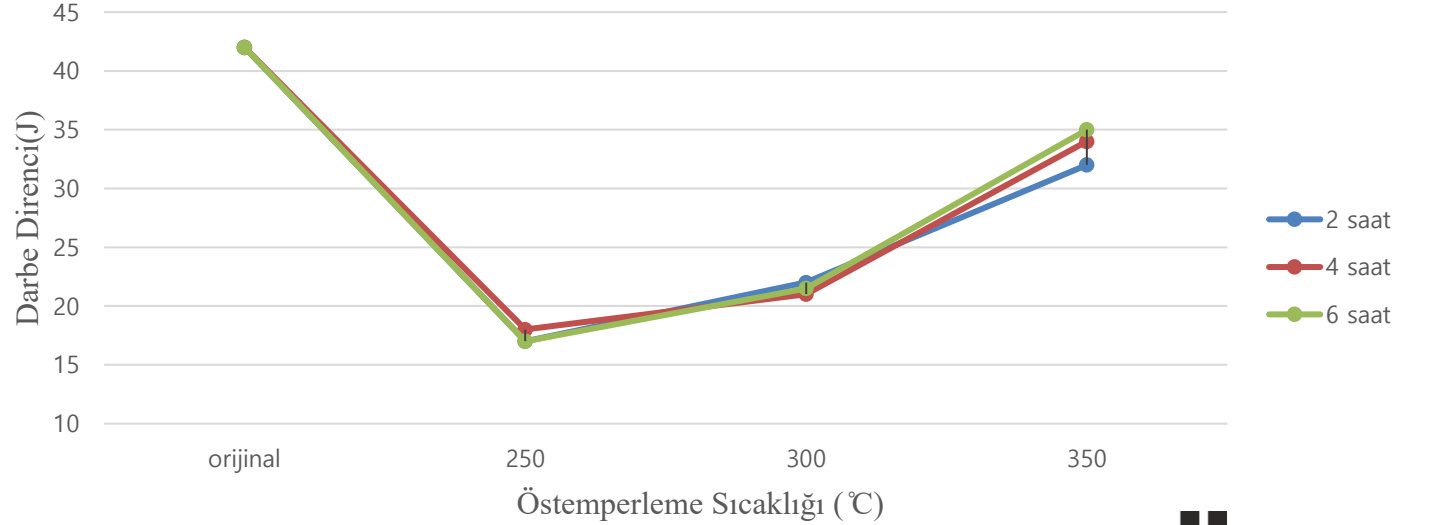
7.3. Darbe Direnci Ölçüm Sonuçları

Darbe direnci değerleri Joule cinsinden ölçülmüş olup her parametre için 3 defa tekrarlanıp elde edilen ortalama değerler tablo haline getirilmiştir.

Numune Kodu	Darbe Direnci Değeri(J)
Orijinal	42
250-2	17
250-4	18
250-6	17
300-2	22
300-4	21
300-6	21.5
350-2	32
350-4	34
350-6	35

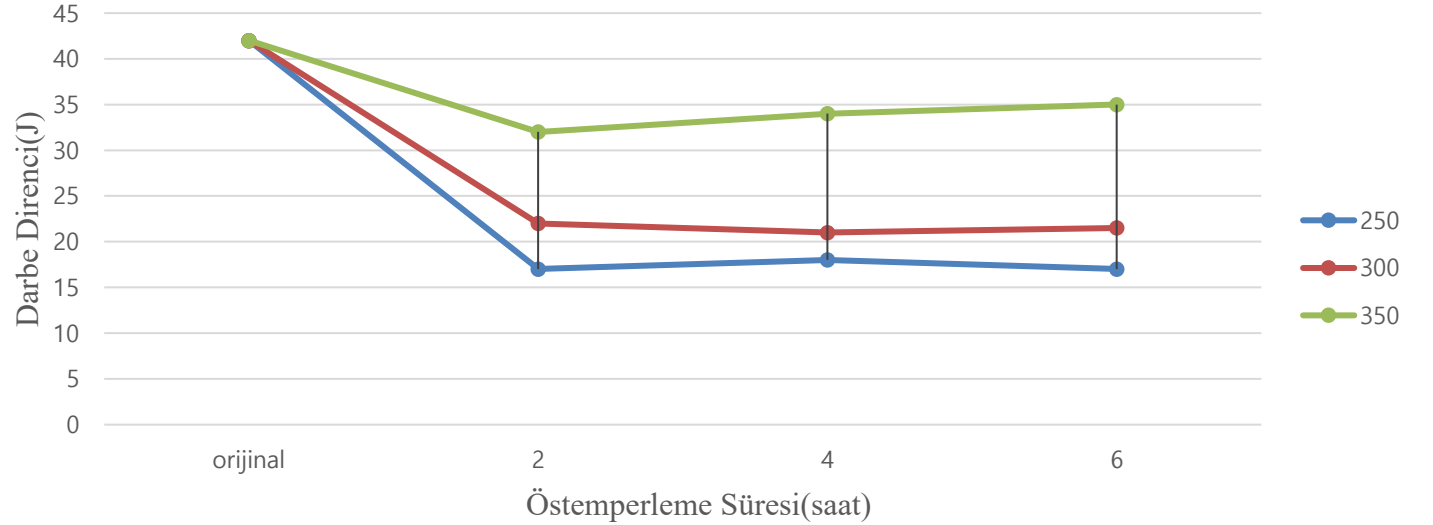
7.3.1.Östempereleme sıcaklığının darbe direncine etkisi

Östempereleme sıcaklığının darbe direncine etkisi

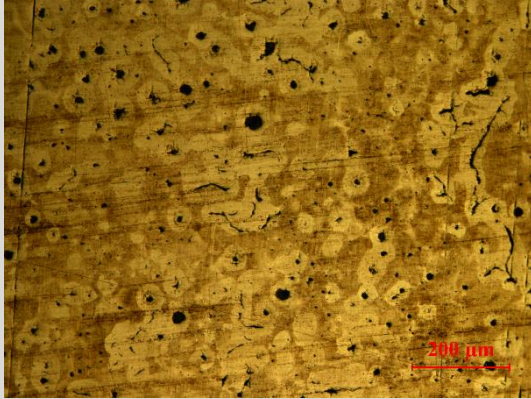


7.3.2.Östemperleme süresinin darbe direncine etkisi

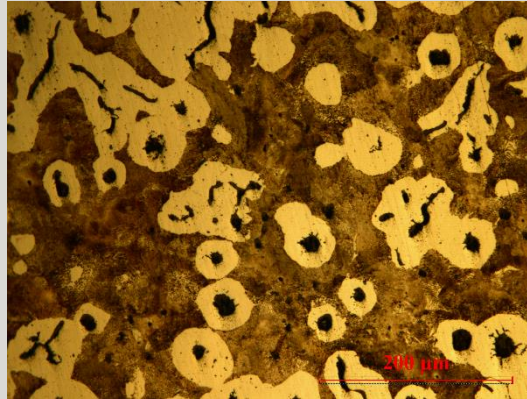
Östemperleme süresinin darbe direncine etkisi



8. Mikroyapı İncelemeleri (Orijinal Numune)



Orijinal Numune x100



Orijinal Numune x200



Orijinal Numune x500



DEMİSAŞ

8. Mikroyapı incelemeleri (Östemperlenmiş Numuneler)

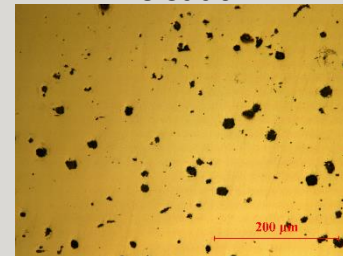
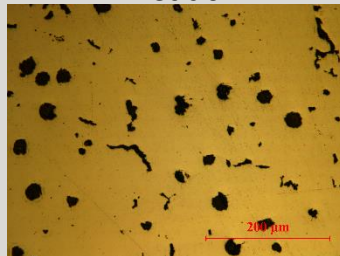
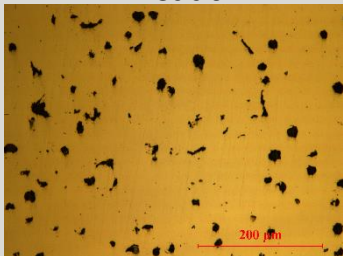


2 saat

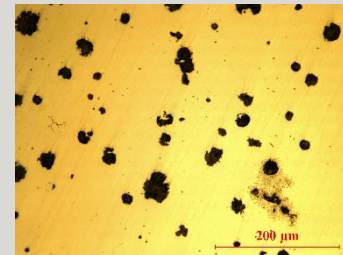
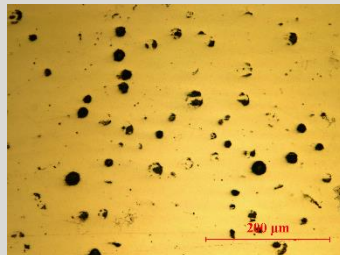
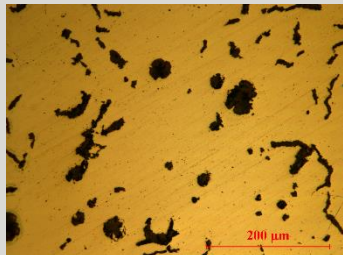
4 saat

6 saat

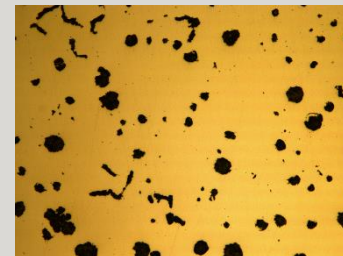
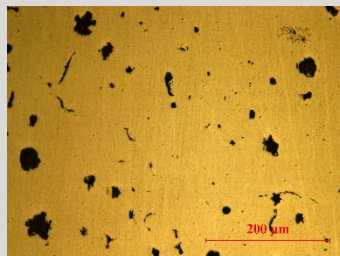
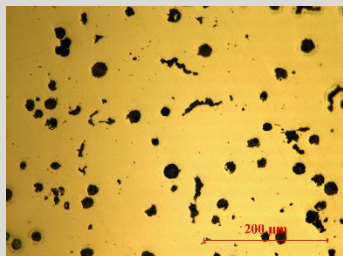
250 °C



300 °C



350 °C



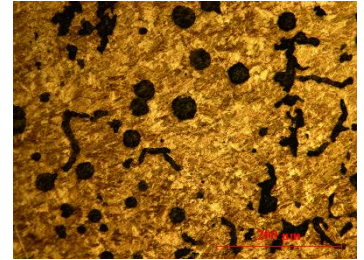
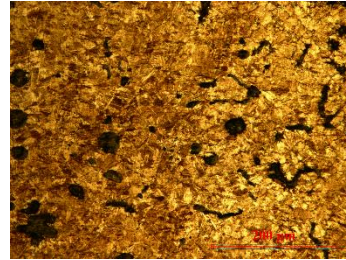
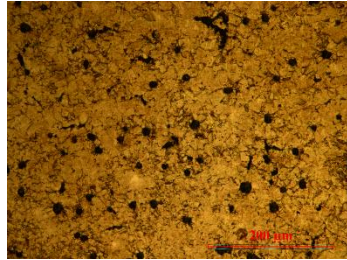


2 saat x200

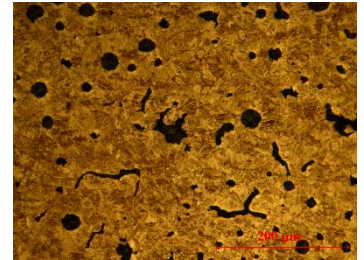
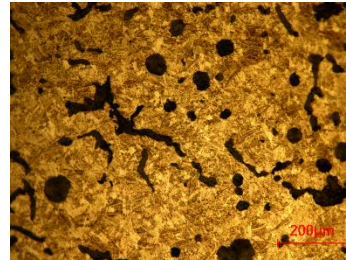
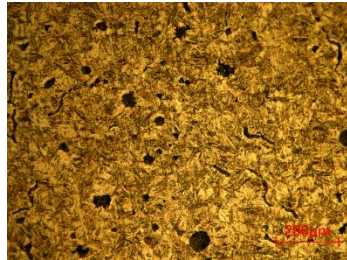
4 saat x200

6 saat x200

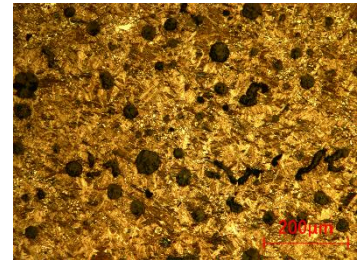
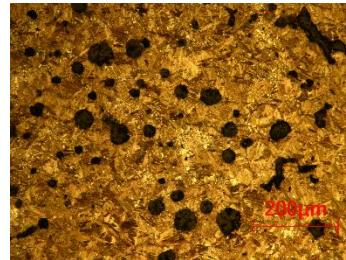
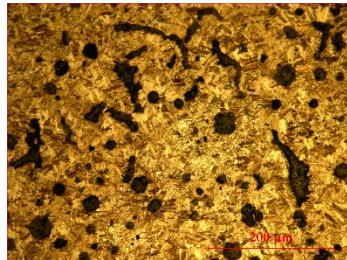
250 °C



300 °C



350 °C



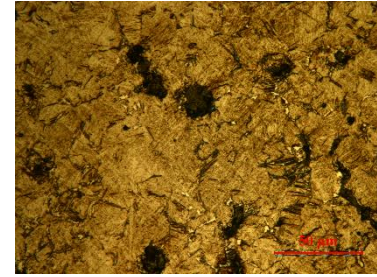
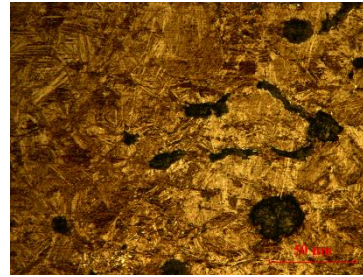
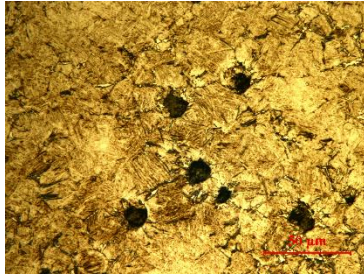


2 saat x500

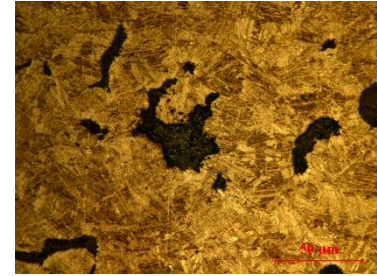
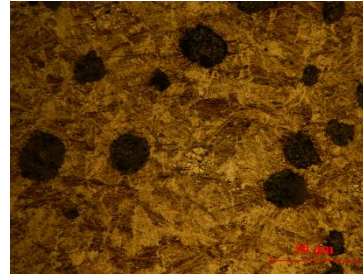
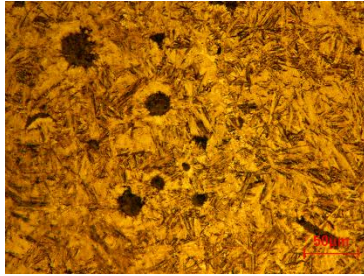
4 saat x500

6 saat x500

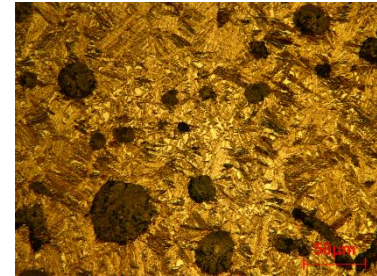
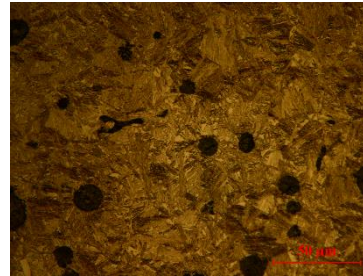
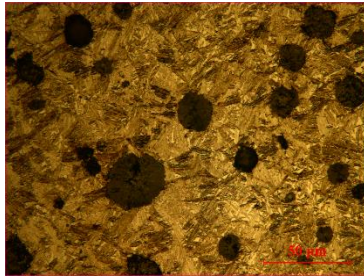
250 °C



300 °C



350 °C



9.Sonuç ve Tartışmalar

Östemperleme işleminin malzemenin sertliğinde artış sağladığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte östemperleme sıcaklığı arttıkça sertlik değerlerinin azaldığı görülmüştür.

Darbe direnci sonuçları incelendiğinde ise; artan sıcaklıkla beraber darbe direnci değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Mekanik değerlerdeki bu değişimler mikroyapısal değişimlerden dolayı kaynaklanmıştır. Östemperleme sıcaklığı arttıkça, mikroyapıdaki ösferrit yapısının daha kaba olduğu belirlenmiştir.

Östemperleme süresinin ve çekme dayanımı değerlerinin daha iyi değerlendirilebilmesi için ise SEM ve XRD-Rietvald analiz yöntemleri ile daha detaylı bir yapısal karakterizasyona ihtiyaç vardır.

