



12th International
**Foundry
Congress**

19-21 September / Eylül 2024 Istanbul Expo Center, Istanbul - Türkiye

12. Uluslararası Döküm Kongresi
12th International Foundry Congress



Östenitik Paslanmaz Çeliklerde Farklı Deformasyon Hızları ve Deformasyon Miktarlarının Deformasyona Bağlı Martensitik Dönüşüme Etkisinin İncelenmesi

Investigation Of The Effect Of Different Deformation Rates And Deformation Amounts On Deformation Induced Martensitic Transformation In Austenitic Stainless Steels

Prof. Dr. Burhanettin İNEM

binem@gazi.edu.tr

GAZİ ÜNİVERSİTESİ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
Metalurji ve Malzeme Mühendisliği

Ecemnur ÜNLÜ

eunlu@kardokmak.com.tr

KARDÖKMAK A.Ş.
Döküm Fabrikaları İşletme Mühendisi



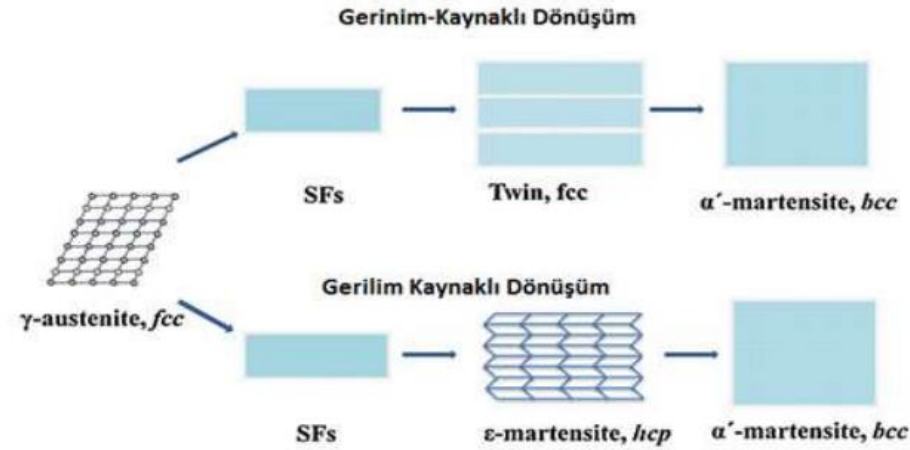


ÖZET

Bu çalışmada, AISI 316 östenitik paslanmaz çelik numunelere 0,2 mm/dak, 2 mm/dak ve 20 mm/dak çekme hızlarıyla soğuk deformasyon işlemi uygulanmıştır. Mikroyapı incelemeleri %20, %25, %30 ve %35 deformasyon miktarları baz alınarak yapılmış ve numunelerde soğuk deformasyondan kaynaklanan martensitik dönüşümün hacim oranının deformasyon hızı ve deformasyon miktarına bağlılığı araştırılmıştır.

GİRİŞ

Soğuk deformasyonla oluşan martensitik dönüşüm, martensitin çekirdeklenmesiyle başlar. Çekirdeklenme, yeni oluşan kayma bantları, kayma bantlarının kesişim noktaları, ikiz sınırları, veya önceden de varolan bölgelerde gerçekleşebilir. Kayma bandı kesişimleri çekirdeklenme için en çok tercih edilen çekirdeklenme bölgeleridir.

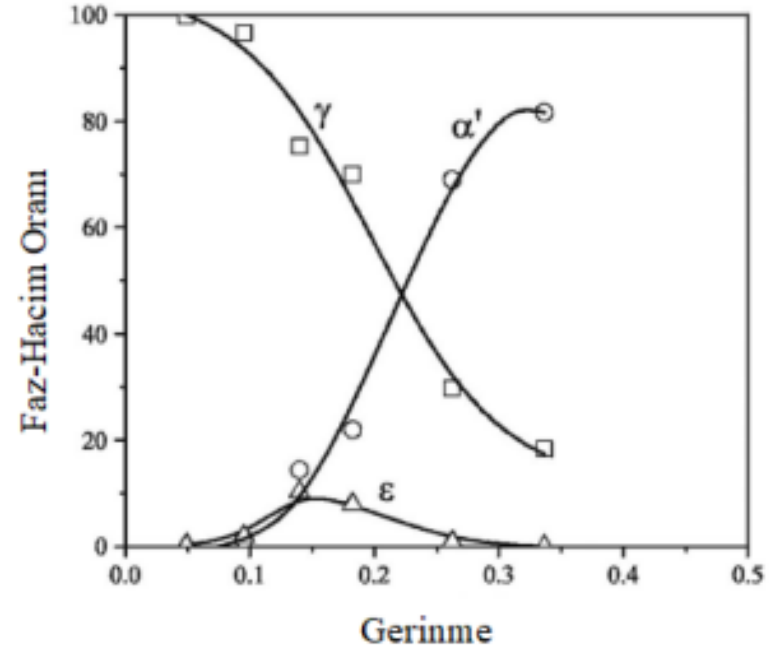


Şekil 1. Deformasyona bağlı martenzitik dönüşümün şematik gösterimi

Dönüşüm çekirdeklerinin sayısı
deformasyona bağlı dönüşümü doğrudan
etkiler. Östenitik paslanmaz çelikler için
deformasyona bağlı martensitik dönüşüm
sırasında iki olası dönüşüm dizisi vardır:

I.Durum: $\gamma \rightarrow \alpha'$ -martensit

II.Durum: $\gamma \rightarrow \varepsilon$ -martensit $\rightarrow \alpha'$ -martensit



Şekil 2. Deformasyon miktarına bağlı olarak yapıdaki fazların oranları

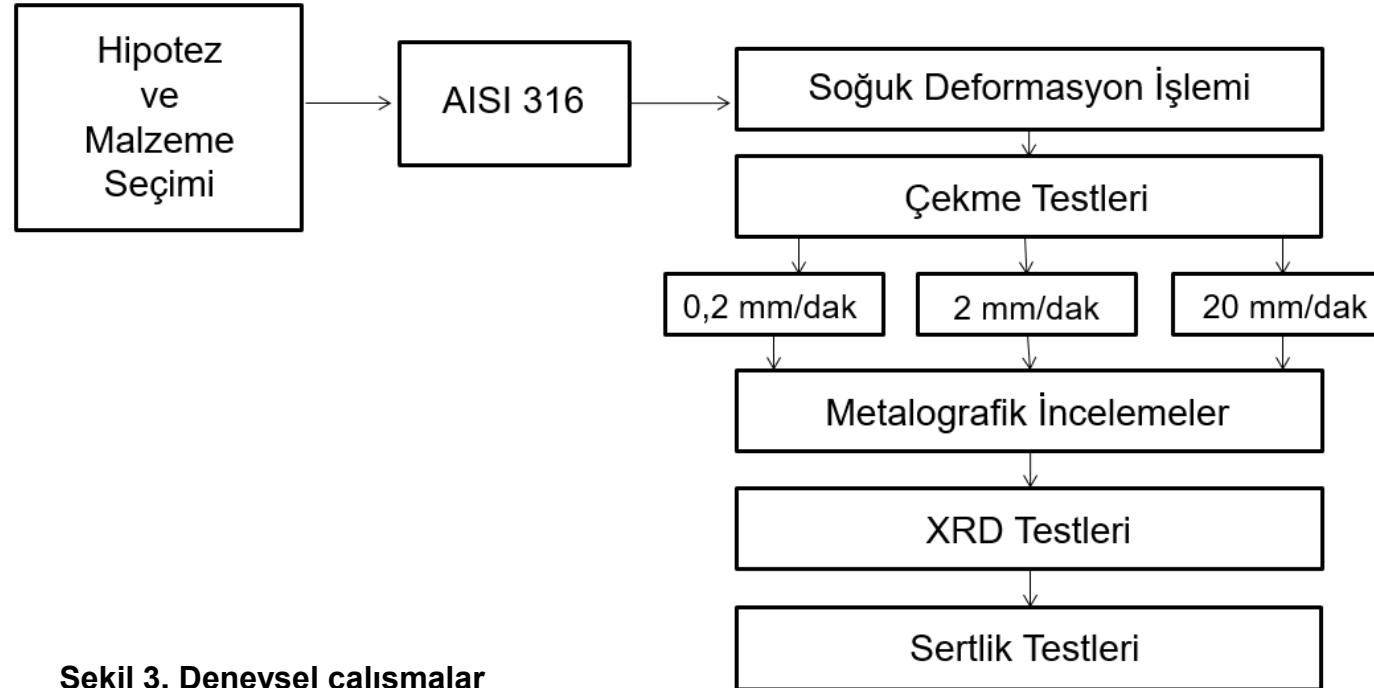


Deformasyon hızının en önemli etkisi, soğuk deformasyonla $\gamma \rightarrow \alpha'$ dönüşümünü baskılayan adyabatik ısınmadır. Bu nedenle deformasyon hızı değişiklikleri α' -martensit oluşumunu, deformasyon pekleşmesi oranını, çekme mukavemetlerini ve sünekliklerini etkiler. Deformasyon sıcaklığının düşürülmesi, α' -martensit oluşumuna katkıda bulunur.

MATERYAL VE YÖNTEM

Tablo 1. Kullanılan malzemenin kimyasal analizi

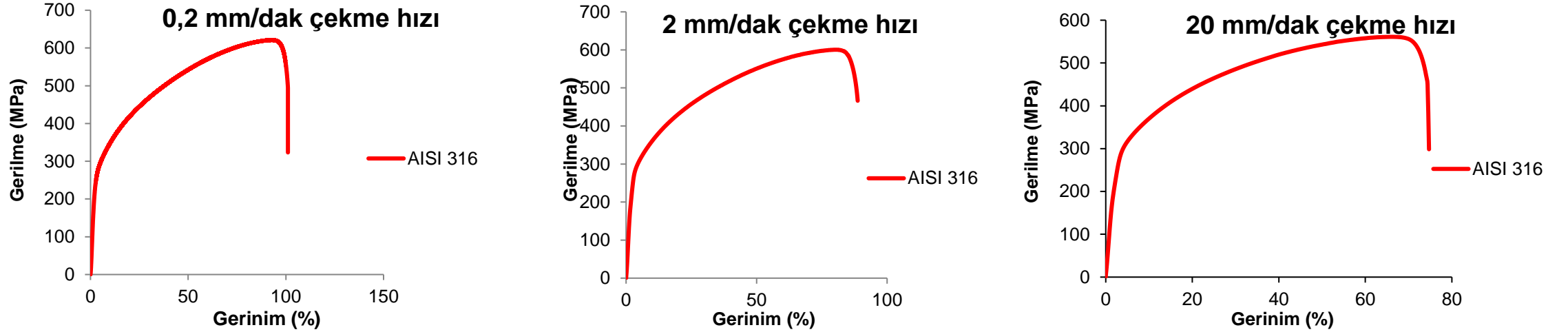
Çelik Kalitesi	% Ağırlık									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Nb	Fe
AISI 316	0,046	0,301	1,712	<0,005	<0,002	16,93	11,31	2,2	0,016	67,88



Şekil 3. Deneysel çalışmalar

BULGULAR

Çekme Testi Analizleri:



Şekil 4. Farklı çekme hızlarıyla yapılan çekme testlerinin grafikleri

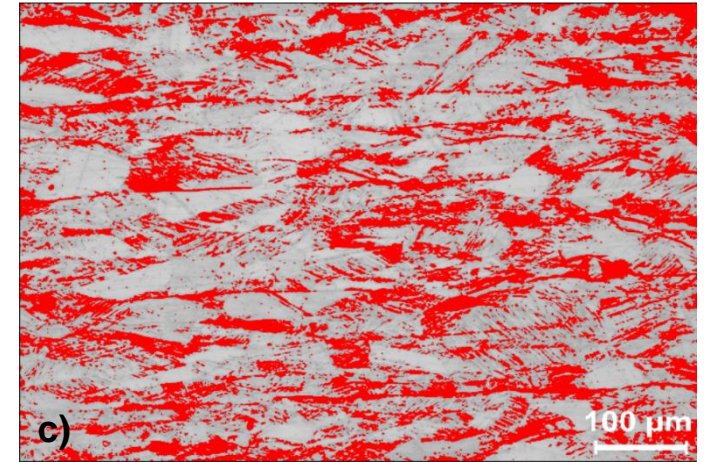
Tablo 2. Çekme testi sonuçları

Çekme Hızı	Akma Dayanımı	Çekme Dayanımı	% Kopma Uzaması
	AISI 316	AISI 316	AISI 316
0,2 mm/dak	316 MPa	621 MPa	%87
2 mm/dak	305 MPa	600 MPa	%77,85
20 mm/dak	294 MPa	561 MPa	%67

BULGULAR

Mikroyapı Analizleri:

Şekil 5. Deformasyon öncesi (a), deformasyon sonrası (b) ve ImageJ analizi yapılmış optik mikroskop görüntüleri



BULGULAR

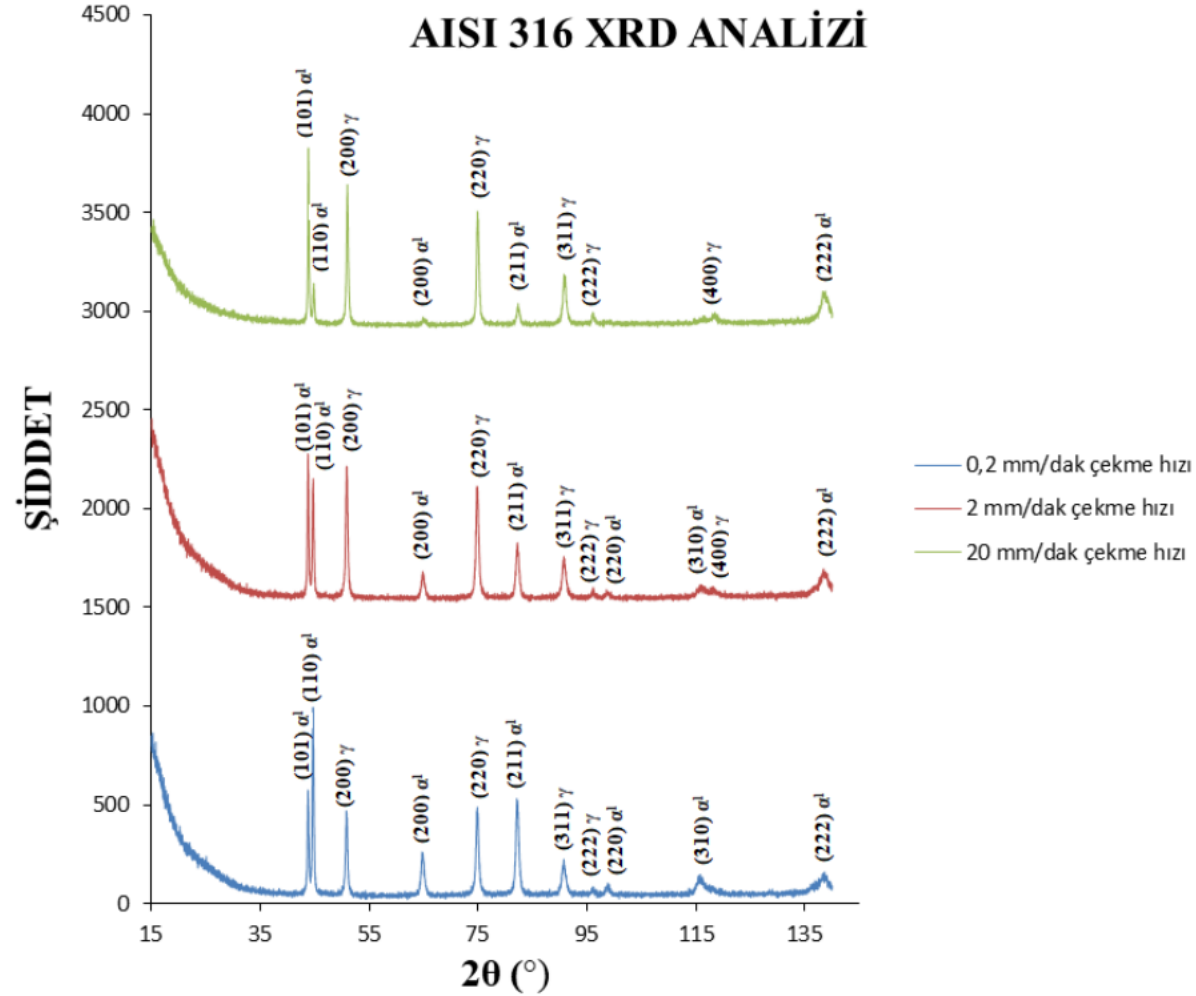
Mikroyapı Analizleri:

Tablo 3. ImageJ programı kullanılarak hesaplanan martensit faz-hacim oranları

Çekme Hızı	Bölge	%20 Deformasyon	%25 Deformasyon	%30 Deformasyon	%35 Deformasyon
0,2 mm/dak	Yüzey	%51,16	%52,79	%55,25	%59,06
	Merkez	%48,86	%48,95	%54,89	%57,87
2 mm/dak	Yüzey	%36,72	%37,41	%47,91	%57,19
	Merkez	%36,49	%40,17	%47,56	%52,95
20 mm/dak	Yüzey	%31,60	%44,53	%51,16	%52,92
	Merkez	%30,19	%35,62	%42,38	%48,70

BULGULAR

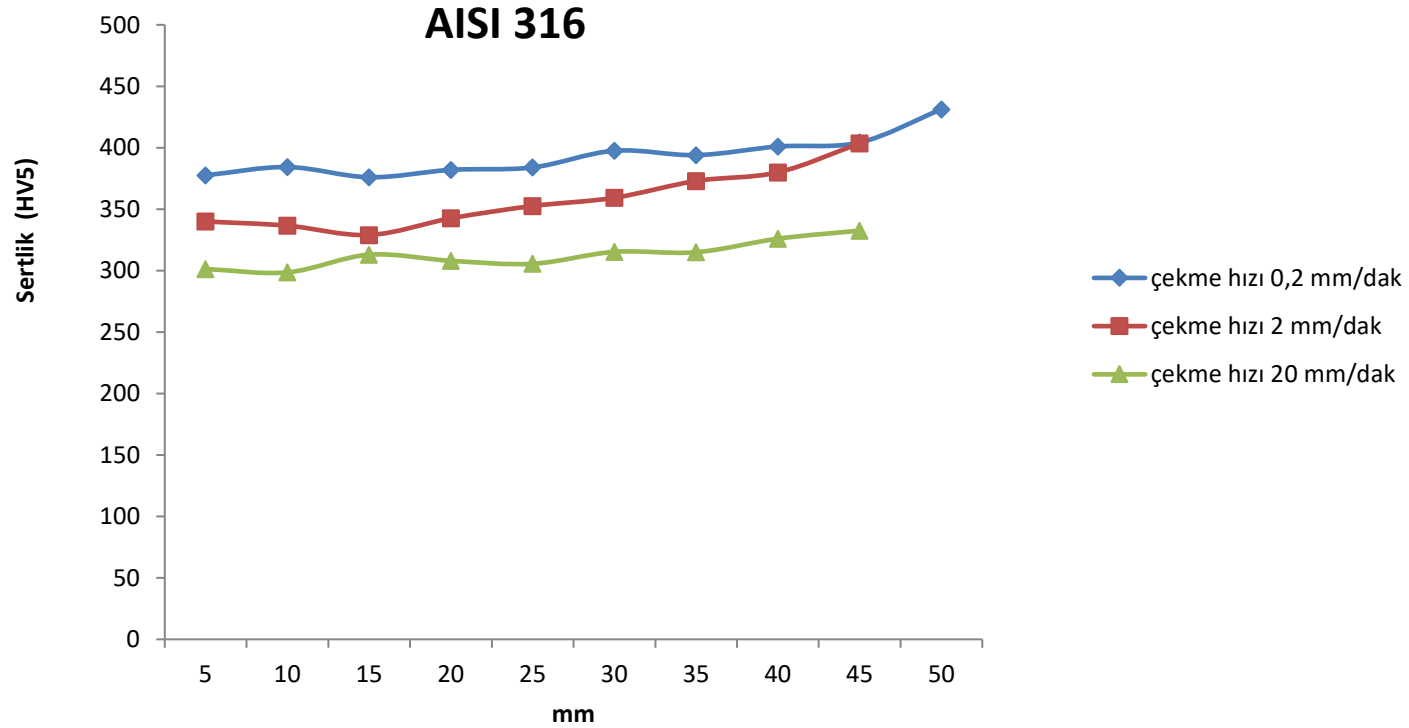
XRD Analizleri:



Şekil 6. Soğuk deformasyon sonrası numunelere uygulanan XRD testlerinin sonuçları

BULGULAR

Sertlik Analizleri:



Tablo 4. Sertlik değerleri

Uzaklık (mm)	Çekme Hızları		
	0,2 mm/dak	2 mm/dak	20 mm/dak
5	377,6	340	301,3
10	384,3	336,6	298,6
15	376	329	313
20	382	342,6	308
25	384	352,6	305,6
30	397,6	359,3	315,3
35	394	373	315
40	401	380	326
45	404,3	403,5	332,6
50	431,3		

Şekil 7. Farklı çekme hızlarıyla yapılan çekme testlerinin grafikleri

SONUÇLAR

- 1) Deformasyon öncesi mıknatıslanmayan AISI 316 östenitik paslanmaz çeliğin soğuk deformasyon sonrası deformasyon bölgelerinden mıknatıslandığı gözlenmiştir. Bu YMK yapıdaki östenitin HMK yapıdaki martensite dönüştüğünün göstergesidir.
- 2) Yapılan XRD analizlerinde östenit ve martensit pikleri gözlenmiştir.
- 3) Optik mikroskop görüntülerinden yararlanılarak AISI 316 östenitik paslanmaz çeliğinin martensit hacim oranı hesaplamaları ImageJ programı kullanılarak yapılmıştır. Yapılan hesaplamalara göre deformasyon miktarı arttıkça martensit hacim oranı artmış fakat deformasyon hızı arttıkça adyabatik ısınmanın martensitik dönüşümü engellemesi nedeniyle martensit hacim oranı azalmıştır. Yüzeydeki martensit oranı merkeze göre daha yüksektir.
- 4) Sertlik testi sonuçlarına göre, artan deformasyon miktarı ile birlikte martensitik dönüşümden kaynaklanan sertlik artışı olduğu fakat deformasyon hızının arttırılmasıyla sertliğin düştüğü görülmüştür.



TEŞEKKÜRLER
