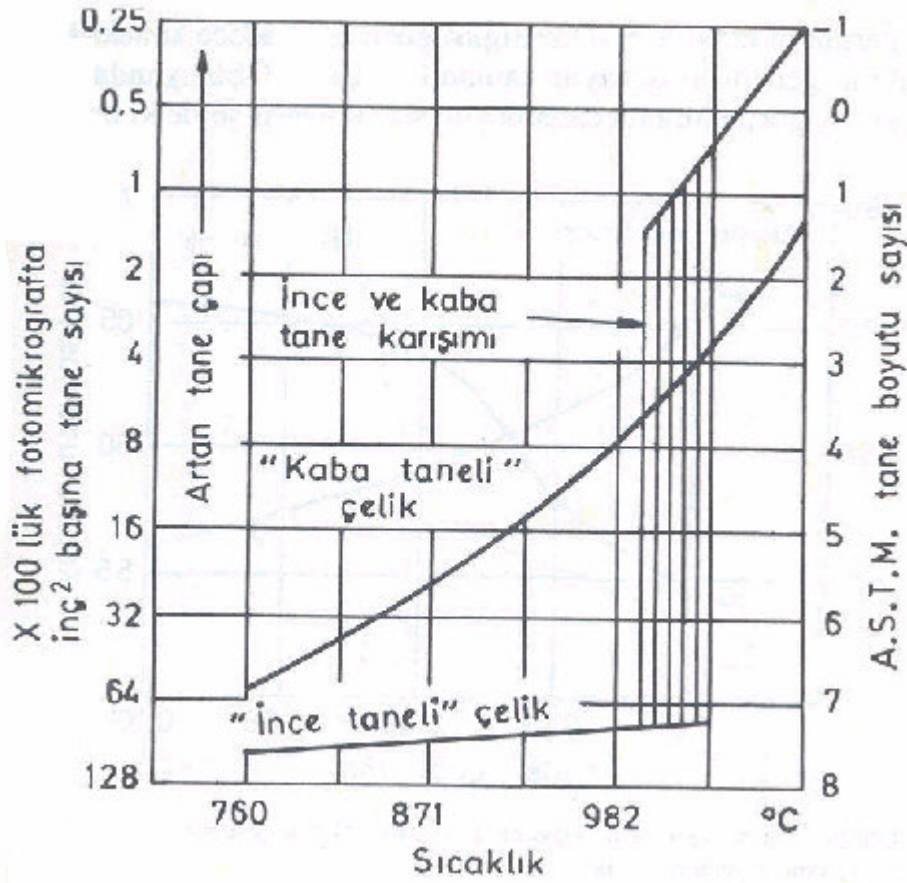


## TANE BÜYÜMESİ

Bir adi, şekil değiştirmesiz metal ya da alaşım yeterince yüksek bir sıcaklığa ısıtıldığında tane sınırları yavaşça göç eder ve tane boyutlarında bir uniform artış hasil eder. Bu süreç *normal tane büyümesi* olarak bilinip yukarıda, soğuk işlenmiş metallerin tavlama ile ilişkili olarak ele alınan sınır göç tiplerine göre çok daha yavaş oluşur; bu göçler, tane altı sınırlarının hareketi, primer rekristalize olmuş tanelerin büyümesi, ve sekonder rekristalizasyon sırasında anormal tanelerin büyümesi şeklinde oluşur. Normal tane büyümesi için itici güç, tane sınırlarıyla müşterek enerjidir. Tane boyutu büyüdüğünde, toplam tane sınır alanı azalır, ve bunun sonucu olarak da metalin enerjisi azalır.



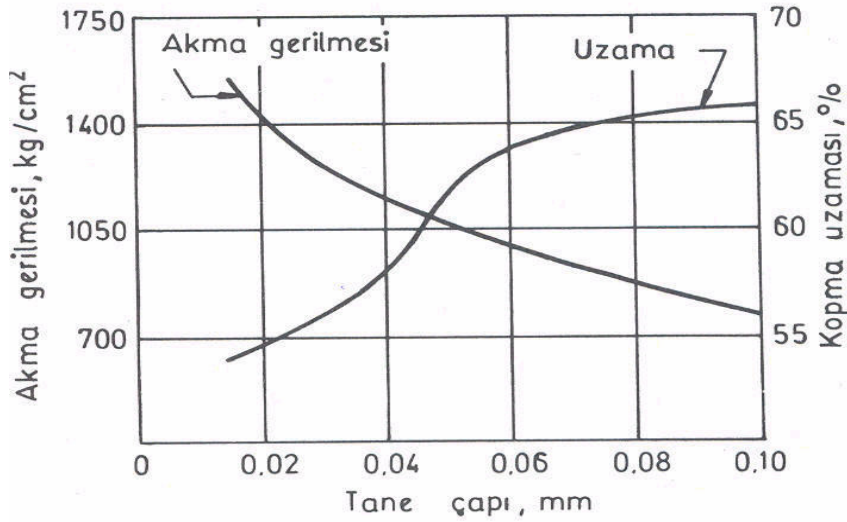
Şek. 58.- Bir saat süreyle değişik sıcaklıklara ısıtılmış “ince taneli” ve “kaba taneli” çeliklerin tipik tane büyüme davranışı

artıldığında iki çeliğin tane büyüme davranışını gösterir. “Kaba taneli” çeliğin taneleri tek fazlı alaşımının karakteristik şeklinde büyür.

Tablo V – Soğuk şekillendirme işlemleri için pirinçte tavsiye edilen tane boyutları

Tane çapı, mm	Soğuk işleme şekli
0,015	Hafif şekillendirme
0,025	Sığ çekme
0,035	Orta çekme
0,050	Derin çekme
0,100	Kalın saçta çok derin çekme

Soğuk işlemeye tabi tutulacak pirinç, ticari tane boyutu kontrolüne bir örnektir. Şek. 59, mermi kovani pirinci (%70 Cu, %30 Zn) nin işleme kolaylığının artan tane boyutu ile arttığını gösterir. Sadece sünekliği iyileşmekle kalmayıp akma gerilmesi de aynı zamanda alçalır. Öbür yandan, tane boyutu büyüdükçe yüzey görünümü ile daha büyük sorun vardır şöyle ki taneden taneye

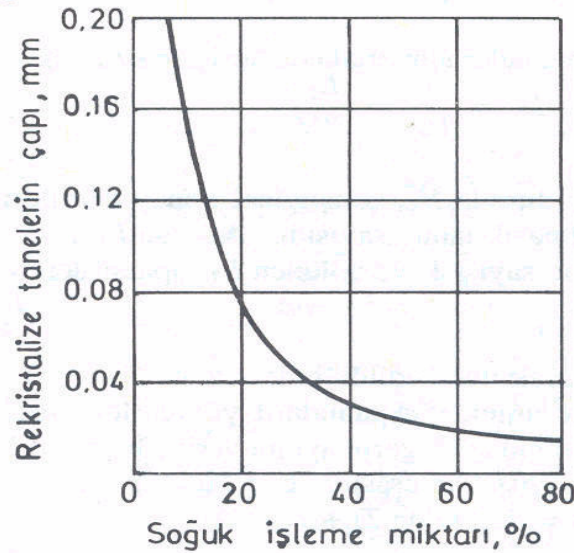


Şek. 59.- Çekmeye denenmiş mermi kovani pirincinin akma ve sünekliği (% kopma uzaması) üzerinde tane boyutunun etkisi

şekil bozulmada uniformluk yokluğu iyice belirgin olur. Bu takdirde tane boyulu seçimi bir uzlaşma konusu olmaktadır ve Tablo V'de değişik uygulamalar için önerilen değerler verilmiştir.

Soğuk şekillendirme işlemleri için pirinç levhada istenilen tane boyutu, imali sırasında soğuk çekilmiş levhayı tavlayarak elde edilir. Tavlama sıcaklığı rekristalizasyonu gerçekleştirmek için istenen minimum sıcaklığın genellikle üstünde olduğundan tane boyutu hem rekristalizasyon süreci, hem de daha sonraki tane büyümesiyle saptanır. Rekrİstalizasyondan hemen sonra kovan pirincinin tane boyutu, şek. 60'da görüldüğü şekilde soğuk işleme miktarıyla değişir, şöyle ki ince tane boyutu geniş ölçüde soğuk işleme için elverişli olmaktadır. Tane büyümesinin etkisi dolayısıyla, bir ince tane boyutu bir düşük tavlama sıcaklığının kullanılması ve erimeyen saflığı bozan maddelerin varlığı ile de teşvik edilir.

Sekonder rekristalizasyon yukarda, bir tane kabalaşması menbaı olarak irdelenmişti. Aşın tane boyutunun bir başka nedeni de, rekristalizasyon ısıl işlemine tabi tutulmuş metallerde bazı çok alçak soğuk işleme bölgelerinin varlığıdır. Bu kritik şekil bozulması (deformasyon), yaklaşık %5 olup, soğuk işleme derecesi sıfırdan bir maksimum değere kadar değişen, eğme gibi, şekil bozulmasına tabi parçalarda hasıl olabilir.



Şek. 60.- Mermi kovanı pirincinde reristalize olmuş tane boyutu üzerinde soğuk işlemenin etkisi

Sekonder rekristalizasyon yukarıda, bir tane kabalaşması menbaı olarak irdelenmişti. Aşırı tane boyutunun bir başka nedeni de, rekristalizasyon ısıl işlemine tabi tutulmuş metallerde bazı çok alçak ısı işleme bölgelerinin varlığıdır. Bu kritik şekil bozulması (deformasyon), yaklaşık %5 olup, soğuk işleme derecesi sıfırdan bir maksimum değere kadar değişen, eğme gibi, şekil bozulmasına tabi parçalarda hasıl olabilir.

## ASTM TANE BOYUTU SAYISI

Tane boyutları, ya da çapları, birçok yöntemle saptanmışlardır. Alaşımlarda normal olarak bulunan taneler intizamsız şekiller arz ettiklerinden, bir çapın tarifi genellikle keyfi olur. Gerçekten sadece bir küre için çap, müphem olmayan bir kavramdır.

Ama buna karşılık, tane şekli, boyutu ya da pozisyonu dikkate alınmadan her taneli, hacim dolduran içyapı için bir tek, şüpheye yer bırakmayan bir değer veren büyük genelliği haiz bir nicel uzunluk parametresi vardır. Bu “çap”, parlatılma düzlemi üzerinde tek kesişme ölçümlerinden ( $L_2$ ) elde edilmiş ortalama kesişme uzunluğu ( $L_3$ ) dur. Birçok gelişigüzel düzlemde, doğal olarak, ortalaması alınmış  $L_2$  değerleri gerçek, üç boyutlu  $L_3$  parametresi olmaktadır.

Hacim dolduran taneler için ortalama kesişme uzunluğu

$$L_3 = \frac{l}{N_L} = \frac{L_T}{PM}$$

şeklinde tanımlanır. Burada  $N_L$ , gelişigüzel deney çizgilerinin birim uzunluğu tarafından kesilen almaşık lamel sayısıdır. Aslında  $L_3$ ,  $M$  mikroskop büyültmesi ve tane sınırı kesişme sayısı  $P$  ye bölünen  $L_T$  toplam deney çizgisi uzunluğuna eşittir.

$L_3$  milimetre olarak ifade edildiğinde ASTM E112-63 "Metalların ortalama tane boyutunu tayin etmek için standard yöntemler" spesifikasyonunda tarif edilmiş kesme yöntemindeki değerini verir. Bu spesifikasyon aynı zamanda ASTM tane boyutu sayısı  $N$ 'in esasını verip bu sayı

$$N = (\log n / \log 2) + 1,0000 \quad (1)$$

ile belirlidir. Burada  $n$ , (x100) büyültmede inç kare başına tane sayısıdır. Normal olarak ASTM tane boyutu sayısını elde etmek için üç alanın herbirinde en az 50 tane sayılacak, inç kare başına sayı belirlenecek ve bu değer x100 büyültmede eşdeğere tahvil edilecektir. ASTM sayısı ya (1) denkleminde, ya da aşağıdaki tablodan elde edilir.\*

\*Bu konuda geniş bilgi için bkz. ASM. - Metals Handbook, Vol.8, Metallography, Structures and Phase Diagrams, Ohio 1973, s.41-45 ve Vol. 7.-Atlas of Microstructures of Industria Alloys, Ohio 1972, s.4

*On tane boyutu için mm<sup>2</sup> başına (x1de) ile in<sup>2</sup> (x100de) başına nominal tane sayısı*

Tane Boyut No	Nominal tane sayısı		Tane Boyut No	Nominal tane sayısı	
	mm <sup>2</sup> baş. 1x	in <sup>2</sup> baş. 100x		mm <sup>2</sup> baş. 1x	in <sup>2</sup> baş. 100x
	ASTM Tane Boyutu (ASTM E112)			Hesaplanmış Tane Boyutları	
1	15,5	1,0	1,17	17,4	1,13
2	31,0	2,0	2	31,0	2,00
3	62,0	4,0	2,95	59,9	3,86
4	124	8,0	4,04	128	8,23
5	248	16,0	4,98	245	15,8
6	496	32,0	6,08	524	33,8
7	992	64,0	7,13	1090	70,0
8	1980	128	8,03	2030	131
9	3970	256	8,97	3890	251
10	7940	512	10	7940	512