

Kısım I: Paslanmaz Çeliklerin Cinsleri ve İşil İşlemi

Dr. TEMELLİ, Y. *
Dr. YAZICIOĞLU, Ö. *
Dr. ÇAKMAK, M. *
Dr. ÜÇİŞİK, H. ****
BİNDAL, C. ***
Dr. GÖKSAN, A. **
Dr. TÖZÜN, R. *

GİRİŞ :

Tıp tarihinde metal ve alaşımlarının kullanılması çok eski devirlere kadar dayanır. Önceleri bu malzemeler iptidai tarzda kullanılırken cerrahi tekniği, Malzeme Bilimi ve Bio-malzeme sahasındaki çalışmaların teşvik edilmesi, metallerin cerrahideki kullanım miktarını artırmıştır. Bugün metalik malzemelerin daha efektif ve problemsiz olarak tatbiki, ortopedi ve malzeme biliminin iç içe girerek yapacakları ciddi, sistematik araştırma ve geliştirmelerle mümkündür.

İstatistikler, İngiltere ve Gallerde, hastalara 1967 senesi içinde 5000, 1972'de ise 18000 total protez takıldığını, 1972'de Amerika'da total protez ameliyatları için 5,9 milyon dolar harcadığını göstermektedir (1). Bu rakamlar Malzeme Bilimi ve Ortopedinin kaçınıl-

(*) İst. Üniv. Tıp Fak. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği Uzmanı

(**) İst. Üniv. Tıp Fak. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği Profesörü

(***) İTÜ Kimya - Metalurji Fakültesi (Profesörü)

(****) İTÜ Kimya - Metalurji Fakültesi, Araştırma Görevlisi

(****) İTÜ. Kimya - Metalurji Fakültesi

maz bir şekilde iç içe olduğunu gösteren delillerin küçük bir parçasıdır. Bu yazı, hazırlanacak sonraki yazılarla birlikte uygulayıcılara kısa bir rehber olması amacı ile hazırlanmıştır.

ORTOPEDİK CERRAHİDE KULLANILAN METALLER :

Hali hazırda ortopedik cerrahide en fazla kullanılan metalik malzemeler;

- 1) Paslanmaz çelikler,
- 2) Kobalt esaslı alaşımlar,
- 3) Titanyum ve titanyum esaslı alaşımlardır.

İmplant malzemesi olarak kullanılan bu alaşımların en belirgin özellikleri:

- a) Vücuda her bakımdan uyum sağlaması,
 - b) Üstün mekanik özelliklere
 - c) Korozyona karşı mukavim olması,
 - d) Sterilizasyon sırasında özelliğinin bozulmaması,
- şeklinde sıralanabilir.

İmplant olarak kullanılacak metallerin kolaylıkla pasifleşebilir olması gereklidir. Pasifleşmeyi sağlayan element çoğunlukla kromdur. Kobalt ve nikel alaşımları paslanmaz çeliklerden daha fazla pasifleşebilmekte ve bu sebeple, müteakip yazılarımızda belirteceğimiz şekilde, korozyona karşı mukavemetleri

Bazı hallerde, maliyeti düşük olduğu için, Cr-Ni-Mo alaşımlı düşük karbonlu çelikler tercih edilir.

Son senelerde yapılan araştırmalar hafızalı alaşımların implant malzemesi olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Paslanmaz çeli
lanmaz çelikler revaçtadır. Feritik ve matenisitik paslanmaz çelikler de

Gelişmiş devletler metalik implant malzemelerini standartlaştırmıştır. Böylece halk sağlığının istismarı, devlet eliyle önlenilebilmektedir. En çok kullanılan ASTM (American Society for Testing Materials)'nin «F» Surgical İmplant komitesi diği standartlardır.

İmplant malzemelerinin kullanımında karşılaşılan problemlerin en mühimi, hasta vücudu içinde malzemenin kırılmasıdır. Vücutta kullanılan metalik malzemelerin kırılmalarının sebepleri dizayn ve uygulama hatası yok ise, malzeme özelliğinin kullanılmak suretiyle bulunabilir. Unutulmamalıdır ki, her malzemenin tahammül edebileceği bir yük limiti vardır ve uygun şartlarda her malzeme kırılabilir.

3 — PASLANMAZ ÇELİKLER

Paslanmaz çeliklerin genel özelliği fazla miktarda etmesi ve karbon çeliklerine nazaran daha fazla korozyon mukavemetine sahip olmasıdır. Paslanmaz ismi biraz da yanıltıcıdır. Zira kesif korozyon atmosferde veya benzeri şartlarda paslanmaz çelikler de paslanabilir. Her şeyin izafi olduğu hatırdan çıkarılmamalıdır.

Çok sayıdaki paslanmaz çelikler başlıca üç ana grupta toplanabilir:

a) Martensitik Paslanmaz Çelikler :

% 12 - 15 krom ihtiva ederler. Çeşitli kesici takım yapımında kullanılır.

dur. Martensitik

yağda su verilerek serleştirilmiş olup sertlikleri ortalama olarak 24 Rc'ye getirilir. Karbon miktarına bağlı olarak sertlik well C arasında da değişebilir.

Karbon miktarının % 0,15 olması, paslanmaz çeliğin martensitik hale getirilebilmesi gereklidir. Su verme esnasında meydana gelen gerilmeleri gidermek için 300°C civarında tavlama lazımdır.

Karbon miktarının

krom miktarının da artmasını gerektirir. Krom miktarı fazlaca artırılırsa martensitik yapı yerine feritik yapı elde edilir. Ayrıca krom-karbürün temperleme sıcaklığı korozyon mukavemetini azaltır. Bu sebeple martensitik paslanmaz çeliklerin temperlemesinde dikkatli davranmak paslanmaz Çeliklerin bileşimi tablo 1'de verilmiştir (2).

Tablo

AISI tip	Bileşik			% Ağırlık	
	C	Mn	Cr	Ni	Diğerleri
403	0,15 Max	1,0	11,5-13		
410	0,15 »	1,0	11,5-13		
416	0,15 »	1,0	12-14		
42U	0,15 »	1,0	12-14		
431	0,20 »	1,0	15-17	1,2-2,5	
440 A	0,6-0,15	1,0	16-18	0,75 Mo Max
440 B	0,75-0,90	1,0	16-18	0,75 Mo Max
440 C	0,90-1,20	1,0	16-18	0,75 Mo Max

Tablo 1, Martensitik paslanmaz çelikleri,

I) Düşük karbonlu martensitik çelikler,

II) Düşük karbonlu nikelli martensitik çelikler,

III) Orta karbonlu martensitik çelikleri,

IV) Yüksek karbonlu martensitik çel üzere dört gu-
ruba ayrılmıştır.

Bazı paslanmaz çeli

rilmiştir. (3)

Tablo 2 — Bazı martensitik paslanmaz çeliklerin bileşimi ve oda sıcaklığındaki

AISI tipi	Bileşim % ağırlık	Işıl İşlem	Akma Mukavemeti MPa	Çekme Mukavemeti MPa	% Uzama	BSD Kg/mm ²
403	12 Cr, 0,15 C, 1,0 Mn 0,55; 0,04 P; 0,03 S;	Tavlama	275	516	30	155
		Su verme				
		Temperleme	413-1033	620-1390	30-15	180-390
		Soğuk İşlem	413-689	516-792	25-15	170-235
410	12 Cr; 0,15 C 1,0 Mn 1,0 Si; 0,04 P; 0,03 S;	Tavlama	275	516	30	155
		Su verme				
		Temperleme	413-1033	620-1390	30-15	180-390
		Soğuk işlem	413-689	516-792	25-15	170-235
414	12 Cr; 1,25-2,5 Ni 0,15 C 1,0 Mn 1,0 Si 0,04 P; 0,03 S;	Tavlama	689	628	20	245
		Su verme				
		Temperleme	723-1033	826-1378	20-15	260-415
		Soğuk işlem	757-859	826-964	15-10	250-315

Son senelerde çökeltme sertleşmesi ile de martensitik paslanmaz çelikler üretilmiştir. Bileşimindeki 17-7 PH (PH: Precipitation-Hardening) % 0,07 C, % 17 Cr, % 7 Ni, % 1 Al martensitik kullanım miktarı artmaktadır. İmplant malzemesi olarak kullanılan diğer bir, bu türdeki çelik, TRIP (Transformation Induced Plasticity) çelikleridir. Bu çelikteki yapı, ostenit fazının deformasyonla martensite mesinden e

İmplant malzemesi olarak kullanılan TRIP çeliklerinin kimyasal bileşimi tablo

Tablo 3 — Cerrahide kullanılan TRIP çeliklerinin bileşimi (1)

ÇELİK	% Ağırlık							
	Ni	Cr	Mo	C	Mn	Si	P	S
3 Mo TRIP	8.20	12.6	3.10	0.26	0.10	0.02	0.006	0.002
4 Mo » No: 1	7.27	12.5	3.83	0.29	0.11	0.05	0.008	0.002
4 Mo » No: 2	8.27	12.6	4.13	0.24	0.10	0.02	0.007	0.002
4 Mo » No: 3	8.23	12.9	4.12	0.26	0.03	0.04	0.009	0.004
4 Mo » No: 4	8.09	12.9	4.98	0.24	0.40	0.02	0.008	0.002

Maraging Çelikler

Martensitik çelikler içerisinde Maraging çelikleri çok düşük karbonlu (Max. % 0,03 C), yüksek mukavemet ve tokluk özellikleri gösteren bir çelik türüdür. Mukavemet/Ağırlık oranı yüksektir. Maraging çeliklerinin süper özellikler göstermesi üç sebebe bağlanmaktadır.

I — Çok saf alaşım elementlerinin kullanılması,

II — Vakümde

III — Yüksek oranla Ni, Cr, Mo ile birlikte az miktarda bulundurması.

Maraging, çökeltme ile sertleştirilen, çelikler içerisinde AISI 630 serisi martensitik çeliklerinin implant malzemesi olarak kullanılması uygun görülmektedir.

Yaşlanma ile sertleştirilen çeliklerin bileşimi Tablo 4'de verilmiştir (1).

Tablo 4.: Çökelme yolu ile sertleştirilebilen paslanmaz çeliklerin birleşimleri ve oda sıcaklığındaki Mekanik Özellikleri.

AISI Sınıflama	Ticari Sınıflama	Ağırlık Bileşim %	İşit İşlem	Akma Gerilimi MPa	Çekme % uzama (25,4 mm daralması için)	% kesit daralması	Sertlik		Darbe mukameleti Joule
							MPa	Rockwell B ₃₀ kg/mm ²	
MARTENSİTİK									
630	17-4 PH	0,04 C; 0,25 Mn; 0,2 P; 0,010 S; 0,60 Si; 16,0 Cr; 4,0 Ni; (3,2 Cu; 0,25 Cb+Ta)	Çözeltiyel alınma tavlaması	770	1050	12	45	365	—
			482°C'de 1 saat yaşlandırma	1295	1400	14	50	420	C ⁴⁴ 27,1 (İzod)
			496°C'de 4 saat yaşlandırma	1225	1330	14	54	409	C ⁴² 33,9 (İzod)
			593°C'de 4 saat yaşlandırma	945	1050	17	58	332	C ³⁴ 61 (İzod)
YARI OSTENİTİK									
17-7 PH (Levha)		0,07 C; 0,60 Mn; 0,02 P; 0,015 S; 0,40 Si; 17 Cr; 7 Ni; (1,15 Al)	Çözeltiyel alınma tavlaması	280	910	35	—	—	B ⁸⁵ —
			565°C'de yaşlandırılmış	1330	1435	9	—	—	C ⁴³ —

AISI	Ticarî Sınıflama	Bileşim % Ağırlık	İşl İşlem	Akma Gerilmesi Muka-		% çekme % uzama (25,4 mm daral-	Sertlik	Darbe muka-
				ması				
				MPa	MPa			
632	PH 15-7 Mo (Levha)	0,09 C; 0,60 Mn; 0,02 P, 0,010 S; 0,40 Si; 15 Cr; 7 Ni; 2,20 Mo (1,15 Al)	510°C'de yaşlandırma	1470	1575	6	—	C47
			482°C'de yaşlandırma sonra soğuk haddeleme	1880	1885	2	—	C48
			Çözeltiye alma tavlaması	385	910	35	—	B88
633	V21-250		565°C'de yaşlandırma	1435	1505	7	—	C44
			510°C'de yaşlandırma	1505	1642	6	—	C48
			482°C'de yaşlandırma sonra soğuk haddeleme	1820	1855	2	—	C48

10/10/2010

2. Sayı

10/10/2010

2. Sayı

10/10/2010

2. Sayı

10/10/2010

2. Sayı

10/10/2010

2. Sayı

AISI	Ticari Sınıflama	Bileşim % Ağırlık	İşil İşlem	Akma Gerilimesi Muka-		% Çekme uzunluk	% uzama (25.4 mm daral- ması için)	Sertlik	Darbe muka-
				MPa	MPa				
633	AM-350	0,10 C; 0,80 Mn; 0,020 P; 0,010 S; 0,25 Si; 16,5 Cr; 4,3 Ni; (2,75 Mo; 0,10 N)	Çözeltiyi alma	420	1015	40	—	—	C ²⁰
			tavlama						
			Çift yaşlandırma	1043	1302	12,5	—	C ^{41,5}	
634	AM-355	0,15 C; 0,95 Mn; 0,20 P; 0,010 S; 0,25 Si; 1,55 Cr; 4,3 Ni (2,7 Mo; 0,10 N)	Sıfır derecenin altına soğutma ve yaşlandırma	1384	1442	13,5	—	—	C ⁴⁵ 19 (Charpy)
			Soğuk hadde- leme → Tem-1330 perleme		1470	10	—	—	
			Çözeltiyi alma	399	1120	26	—	—	
634	AM-355	0,15 C; 0,95 Mn; 0,20 P; 0,010 S; 0,25 Si; 1,55 Cr; 4,3 Ni (2,7 Mo; 0,10 N)	tavlama						
			Çift yaşlandırma	1071	1316	16,5	51,5	—	
			Sıfır derecenin altına soğutma ve yaşlandırma	1274	1512	19	38,5	—	23 (Charpy)
634	AM-355	0,15 C; 0,95 Mn; 0,20 P; 0,010 S; 0,25 Si; 1,55 Cr; 4,3 Ni (2,7 Mo; 0,10 N)	Soğuk hadde- leme → Temper-1470 leme	1610	1610	12	12	—	—

Bileşim %	Ağırlık	Akma Gerilmesi	Çekme meti	% uzama (25,4 mm)	% kesit daralması	Sertlik	Darbe mukavemeti
Sınıflama		MPa	MPa	uzunluk	icin)		
OSTENİTİK							
—	17-10 P	0,12 C; 0,75 Mn; (0,25 P); 0,030 Si; 17 Cr; 10 Ni	266	623	70	76	C ¹⁰ 150-162
		1232°C'de 1/2 saat çözeltiye alma					
		705°C'de 24 saat yaşlandırma					(Izod)
		705°C'de 12 saat yaşlandırma ve 616 649°C'de 24 saat yaşlandırma	959	25	39	—	C ³⁰ 53-57 (Izod)
—	17-14 CuMo	0,12 C; 0,75 Mn; 0,02 P; 0,01 S; 0,50 Si; 16 Cr; 14 Ni (3 Cu; 2,5 Mo; 0,5 Cb; 0,25 Ti)	686	1008	20	32	C ³² 45-54
		1232°C'de 1/2 saat çözeltiye alma ve 732°C'de 5 saat yaşlandırma					

b) Ferritik Paslanmaz Çelikler:

% 17-26 krom ihtiva ederler. Şekillendirilme ve tokluk özelliğinin düşük olmasına mukabil, korozyon mukavemetleri yüksektir. Son yıllarda geliştirilen ELI (Extra-Low Interstitial) ferritik paslanmaz çeliklerin cerrahide kullanılmaları ümitli görünmektedir.

Feritik paslanmaz çeliklerde karbon miktarı % 0,2 Max. dır. Curie sıcaklığının altında manyetik özelliğe sahiptirler. Ostenitik paslanmaz çeliklere nazaran ucuzdurlar. Yüksek ritik paslanmaz çeliklerin cerrahi uygulamada avantajları yüksek akma mukavemetleri, klor atmosferinde gerilmeli korozyona mukavemetinden ileri gelmektedir.

Bazı ELI ferritik paslanmaz çeliklerin bileşimi tablo 5'de verilmiştir (4).

c) Ostenitik Paslanmaz Çelikler :

Krom miktarı yüksektir. En iyi paslanmazlık özeliği, diğer paslanmaz çeliklere nazaran bu çeliklerde maz çeliklerin süreleri düşüktür.

Cerrahi tedavide tavsiye edilen alaşım, % 18 Cr, % 20 Cr, % 10-14 Ni ihtiva eden, Mo'li ostenitik paslanmaz çeliği siye edilen tipler: AISI 316 tipi veya 316 L tipi ve 317 çeliklerdir.

Kimyasal bileşimin uygun olması ro yapısı da özellikler üzerinde mühim rol oynar. Optik mikroskop-ta klasik tane no'su 6 veya 7 olmalıdır. Tane boytunun büyümesi mekanik özellikleri düşürür. Cerrahi tatbikatta kullanılacak paslanmaz çeliğin yüzeyleri de çok büyük ehemmiyet arz eder. Yüzey hazırlama işlemleri ASTM F 86-68 standardında belirtilmiştir (5).

Ostenitik paslanmaz çelikler içerisinde önceleri B AISI 316 paslanmaz çeliği kullanılmakta idi. İçerisinde karbon miktarının yüksekliği özellikler üzerindeki negatif etkisi 316 paslanmaz çeliğin kullanımının terk edilmesine yol açmıştır. 316 paslanmaz çeliği yerine AISI 316 L paslanmaz çeliğinin kullanılmasına başlanmıştır. Daha yüksek Mo'li 317 paslanmaz çeliği de daha geniş kullanım alanı bulmuştur.

Tablo 5 — Bazı ELI ferritik Paslanmaz Çeliklerin Bileşimi (4)

Çelik		% Ağırlık										
Tipi	C	P	S	Mn	Si	Cr	Mo	Ti	O	N	Ni	Cu
21-3	0,0385	0,014	0,015	0,45	0,59	20,06	2,95	0,76	0,0064	0,0085	—	—
26-1	0,0022	0,018	0,004	0,008	0,33	25,90	1,20	—	0,020	0,0055	—	—
26-15	0,06	0,04	0,02	0,75	0,75	26,00	0,75	0,20	—	0,4	0,50	0,20

İmplant malzemesi olarak kullanılan paslanmaz çelikler için kimyasal bileşim tel, çubuk, plaka ve şerit halinde imal usulleri ve mekanik özellikler ASTM F 55-71 ve 56-71'de verilmiştir.

Bu çelikler, elektrik ark veya endüksiyon fırınlarında üretilerek, dövme, dökme veya haddeleme ile şekillendirilirler. Çeliklerin imali vaküm altında da yapılabilir. Çoğu zaman vaküme tercih etmek lazımdır.

Soğuk deformasyonla şekillendirme torsiyona ve iç gerilmelere sebep olacağı için kaçınılmalıdır. İç gerilmeler tavlama ile giderilebilse de istenmeyen tane büyümesine yol açabilir.

Paslanmaz çelikten mamül, cerrahi implantların ASTM ve ISO standartlarına göre bileşimi tablo 6'da verilmiştir (1, 6).

Cerrahi tatbikatı çok fazla olan 316, 316 L, 317 ostenitik paslanmaz çeliklere ait çekme deneyi sonuçları tablo 7'de verilmiştir (3).

Tablo 7 — AISI 316, 316 L ve 317'nin çekme deneyi sonuçları (3).

Tip	İşlem	Max. Çekme Mukavemeti MPa	% 0,2 akma Mukavemeti MPa	% Uzama
316	Döküm	571	275	50
316 L	1065-1148° C İşil işlemeli	551	290	50
317	Döküm	571	275	50

Tablo 7, çekme deneyi sonuçlarını vermektedir. Halbuki, çoğunlukla implant malzemeleri değişken malzemelerin üstün yorulma mukavemetine sahip olmalıdır. Aksi halde kısa süreli kullanım sonunda malzemenin kırılması beklenir. de mevcut dökümanlarda, tavsiye edilebilecek, bileşimleri uygun üretim tekniklerini bulmak mümkündür. Ortopedik cerrahide kullanılacak paslanmaz çelik laboratuvarlarında istatistikî rinde deneyler yapıldıktan sonra hastalara uygulanmalıdır.

3 — PASLANMAZ ÇELİKLERİN İŞİL İŞLEMİ :

İşil işlem malzemelerin kimyasal bileşimini değiştirmeden sıcaklığın etkisiyle fiziksel özellikleri iyileştirmek gayesi ile yapılan işlem veya işlemler gurubudur. Esas hedef malzemenin mekanik özelliklerini iyileştirmek, korozyon mukavemetini

Tablo 6 — ISO standartlarına göre Ostenitik paslanmaz çeliklerin bileşimi (1).

Element	A Tipi	B Tipi
C	0,08 Max.	0,03 Max.
Si	1,00 Max.	1,00 Max.
Mn	02,0 Max.	2,00 Max.
Ni	10-14	10-16
Cr	16-19	16-19
Mn	2-3,5	2-3,5
S	0,015 Max.	0,015 Max.
P	0,025 Max.	0,025 Max.
Cu	0,50	0,50
Fe	Geriye Kalan	Geriye Kalan

Tablo 6 — Tablo 5'de verilen paslanmaz çelik çubukların mekanik özellikleri

İşil şlem	Tip	Çap veya Kalınlık	Max. Çekme Mukavemeti	% 0,2	
				Akma	Uzama mukavemeti
Tavlı	A	(mm)			
	B	Bütün	(MPa)	(MPa)	
			517	207	40
Soğuk işlenmiş	A	Kalınlıklar	483	172	40
	B	» »	621	310	35
» »	A	12,7 mm'ye kadar	607	296	35
	B	12,7 mm'ye kadar	517	207	35
» »	A	12,7 mm'den fazla	503	193	35
	B	» »	862	689	12
» »	A	19,1 mm'ye kadar	862	689	12
	B	19,1-25 4 mm arası	793	552	15
» »	A	25,4-31,8 mm arası	793	552	15
	B	» »	724	448	20
» »	B	31,8-38,8 mm arası	724	448	20
	B	» »	724	448	20
» »	A	38,1-44,2 mm arası	689	345	28
	B	» »	689	345	28

Ferritik Paslanmaz Çeliklerin Işıl İşlemi :

Ferritik çelikler su verme ile sertleştirilmez. Ferritik çeliklere uygulanan yegâne ısı işlem tavlama değildir. Kalıntı gerilmeleri gidermek, homojen bir yapı elde etmek gayesi ile yapılır. Yalnız tavlama sıcaklık ve süresini çok iyi tayin etmek gere

Mesele, ferritik paslanmaz çelikler yaklaşık 400-525° arasında uzun süre kaldıkları veya bu sıcaklıklar arasından yavaş soğutulmaları halinde, malzeme büyük ölçüde gevrekleşir. Bu sebeple bu sıcaklık bölgesi dışında tavlama işlemi yapılır, bununla beraber tane büyümesine karşı da tedbirler alınmalıdır.

Martensitik Paslanmaz Çeliklerin Işıl İşlemi :

Martensitik paslanmaz çeliklerin ısı işlemi karbon çeliklerinin ve düşük alaşımlı çeliklerin zemeye su verilmesi ile yapılan ısı işlem suretiyle çelik sertleştirilir. Ostenitleme sıcaklığı etkilidir.

Ostenitik Paslanmaz Çeliklerin Işıl İşlemi :

Isıl işlem fırınlarına şarj edilecek ostenitik paslanmaz çeliklerin diğer çeliklere nazaran çok fazla genleşebildiği gözden kaçırılmamalı, distorsiyon ve deformasyonlara mani birler alınmalıdır.

Bazı ostenitik paslanmaz çeliklerin yaklaşık tavlama sıcaklıkları Tablo 8'de verilmiştir (7)

Tablo8 — Bazı ostenitik paslanmaz çelikler için tavsiye edilen tavlama sıcaklıkları (7).

Çelik Tipi	Sıcaklık, °C
301, 302, 302 B, 303	1010 - 1120
304, 305, 308	1010 - 1120
309, 309 S	1040 - 1120
310, 310 S	1040 - 1065
314	1040 - 1120
316	1040 - 1120
317	1065 - 1120
309 C	1040 - 1120
318	1069 - 1120
321	955 - 1065
347, 348	985 - 1065
304 L	1010 - 1120
316 L, 317 L	1040 - 1110

Tavlama süresinde, karbür meydana getirici sıcaklıklardan hakkak uzak kalınmalıdır. Karbürleri katı çözelti içersine alacak, minimum tavlama sıcaklık ve süresi çok dikkatli tayin zer şekilde karbürlerin teşekkülüne imkân vermeyecek soğutma zı şcilmelidir. Fırın atmosferi karbürleyici veya oksitlyici olmamalıdır.

REFERANSLAR

- 1 — BARR, R.L.: «Stainless Steel 77» Climax Molybdenum Company, London, Sept. 1977.
- 2 —ASTM Standards, F 86-68 Surface Requirements of Metallic Surgical İmplant, 1975.
- 3 — ASTM Standards, F 55-71 Stainless Steel Sheet and Strip for Surgical İmplants, 1975.
- 4 —Metals Handbook, Vol 2, ASM Metals Pack, Ohio 1964.
- 5 — BİNDAL, C.: Ortopedik Cerrahide Kullanılan Ostenitik Paslanmaz Çeliklerin Işık İşlemi ve Mekanik Özellikleri, İ.T.Ü. Kimya - Metalurji Fakültesi, İurji Mühendisliği Bölümü Diploma Çalışması, Kasım 1982.
- 6 — BRİCK, R.M., PENSE, A. W., GORDON, R.B.: Structure and Properties of Engineering Materıals, International Student Edition, 1977.
- 7 — RARR, G. J., HANSON, A.: American Society For Metals, Metals Pack Ohio 1966.