

BÜKME VE İŞLEME



AŞINMA TALEPLERİNİZİ KARŞILAR

Raex aşınmaya dayanıklı çelikler, sürtünme aşınması ve yıpranmasına maruz kalan çelik yapılar için tasarlanmıştır. Raex'in aşınma direnci özellikleri ekipmanınızın ömrünü önemli ölçüde uzatarak, maliyet ve zamandan tasarruf etmenizi sağlar.

Raex, standart kalite çeliklere oranla, çelik yapıları hafifleterek servis ömrünü uzatır. Daha hafif parçalar sayesinde yük kapasitesinin artması, çalışır durumdaki kamyon sayısını azaltarak yakıt tüketimini ve emisyonu azaltır.

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	3
1 BÜKME YÖNTEMLERİ	4
2 BÜKME ÖNCESİ HAZIRLIK	5
3 BÜKME TALIMATLARI	6
3.1 Atölye için bükme talimatları	6
3.2 Bükme Kuvveti	6
3.3 Minimum Bükme Yarıçapı	7
3.4 Bükülecek plakanın ayrılması	8
4 İŞLENEBİLİRLİK	9
4.1 Delme	9
4.2 Kılavuz Çekme	10
4.3 Testereyle Kesme	11
4.4 Freze ve Torna	12
5 İŞ GÜVENLİĞİ	13

GİRİŞ

Raex, dikkatle seçilmiş hammaddeler kullanılarak sıkı kontrol altındaki entegre bir çelik üretim süreciyle yapılır. Sonuç ise sertlik, bükülebilirlik, yüzey kalitesi ve düzlük açısından güvenilir bir kalite ve performanstır. Raex çelikler ağır plaka ve boya kesim saclar halinde 300 – 500 HB sertlik aralığında sunulmaktadır. Raex iyi kesme, kaynaklama ve şekillendirme özellikleri sayesinde atölyede yüzünüzü güldürür. Makinelerin kullanım ömrünü uzatır ve enerji verimliliğini artıran hafif ürünler için yeni tasarım olanakları sunar.

Bu broşürde serbest bükme ve tabanlama ilkeleri açıklanmakta ve Raex'in bükülmesi ile ilgili pratik öneriler verilmektedir. Genellikle, çeliğin dayanımı arttıkça geri yaylanma düzeyi ve bükme kuvveti ihtiyacı da artar. Raex'in iyi bükülebilirliğinden tam olarak yararlanabilmek için dikkatli atölye uygulamaları gerekir.

Aşınmış aletler, yetersiz yağlama, hasarlı yüzey ve kesilmiş kenarlarda çapaklar gibi unsurların tümü büküm kalitesini bozabilir. Soğuk bir depodan alınan plakaların, soğuk şekillendirme öncesinde oda sıcaklığına gelmesi beklenmelidir.

Bükme talimatlarının yanı sıra, bu broşürde Raex'in işlenmesiyle ilgili olarak aşağıdaki yöntemleri de içeren bilgi ve öneriler derlenmiştir:

- delme
- vida açma
- testereyle kesme
- freze ve torna.



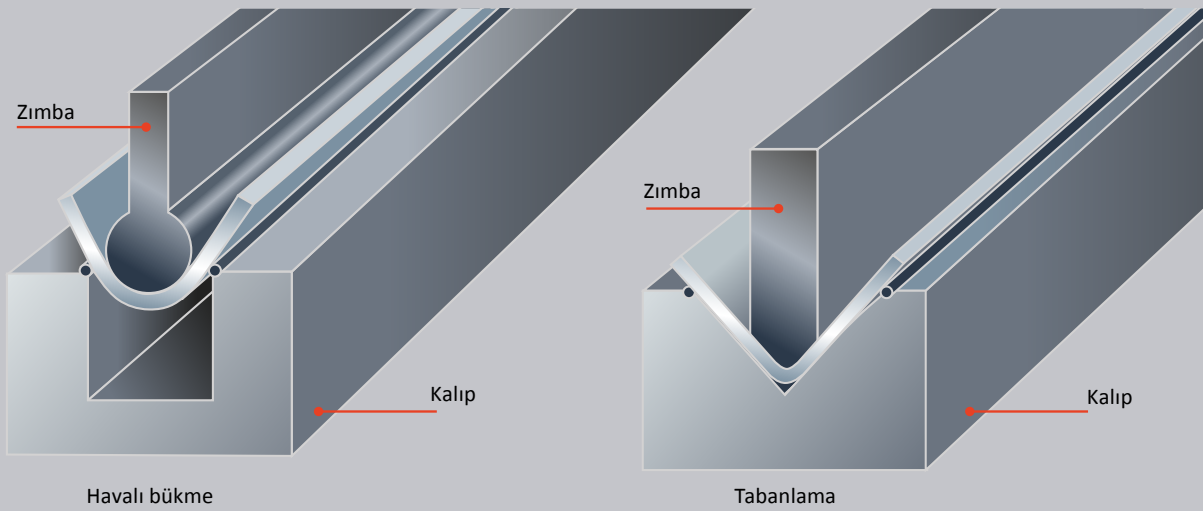
1 BÜKME YÖNTEMLERİ

Plaka, bir abkant presin içinde, zımba ile kalıp arasında tasarlanan açığa veya serbest bükme yarıçapına bükülür.

Havali bükümde, plaka tüm paso süresince kalıp boşluğunun üst kenarlarının üzerinde durur. Gereken bükme açısı, strok uzunluğunun ayarlanmasıyla elde edilir (Şekil 1). Kalıp boşluğunun genişliği ayarlanabilir.

Tabanlamada, strok boyunun uzunluğu, zımbanın plakayı tümüyle kalıba preslemesi için yeterlidir. Plakada zımbanın ve kalıbın şekliyle eşleşen bir şekil oluşur (Şekil 1). Kalıp boşluğu (V kanalı) sabittir ve genişliği ayarlanamaz.

ŞEKİL 1. BÜKME YÖNTEMLERİ VE ALETLERİ.



2 BÜKME ÖNCESİ HAZIRLIK

- Plaka sıcaklığı en az +20°C olmalıdır.
- Soğuk yerlerde depolanan plakaların, bükme işinden bir gün önce içeri alınması tavsiye edilir.
- Gerekirse bükülecek bölge gaz aleviyle ısıtılmalıdır.
- +100 – +200°C'ya ön ısıtma uygulaması, gereken bükme kuvvetini azaltır ve genel olarak bükülebilirliği artırır.
- Plakanın hadde yönünü belirleyin.
- Plakanın gergin tarafında olabilecek yüzey kusurları taşlanarak giderilmelidir.
- Termal veya mekanik kesilmiş bir plakanın kesim kenarında ya da en azından bükülecek alanının üzerinde bulunan kusurları taşıyarak giderin.
- Kumlama ile yüzey temizleme işleminin aşırı yapılması, bükülebilirliği olumsuz etkileyebilir. RAEX ürünlerine yönelik öneriler, kumlanmamış yüzeylerle yapılan testlere dayanır.



3 BÜKME TALİMATLARI

- Bükme işinde güvenlik talimatlarına uyulmalıdır.
- Çeliğin dayanımı arttıkça bükme kuvveti ihtiyacı, geri yaylanma etkisi ve izin verilen bükme yarıçapı da artar.
- Bükme yarıçapı mümkün olduğunca büyük olmalıdır.
- Bükme tek pasoda yapılmalıdır.
- En iyi atölye uzmanlığı, teorik ve pratik bilgilerin birleştirilmesiyle kazanılır.
- Bükme değerleri, test bükmesine dayanarak tanımlanır ve geri yaylanma etkisinin derecesi de dikkate alınır.
- Bükme takımının parametrelerine bağlı olarak, geri yaylanma etkisi Raex 400'de 8° – 25° ve Raex 500'de 15° – 35°'dir. Kalıp boşluğu genişledikçe geri yaylanma artar.
- Deneme testlerinin yapılması her zaman tavsiye edilir.

3.1 ATÖLYE İÇİN BÜKME TALİMATLARI

Pratik büküm veya flanşlamada, zımba çapının belirlenmesinde çelik sınıfı, plaka kalınlığı ve bükme yarıçapı temel alınır. Tablo 1'de, plaka kalınlığı (t) temel alınarak Raex 400, Raex 450 ve Raex 500 için en küçük zımba yarıçapı (D) sunulmaktadır.

3.2 BÜKME KUVVETİ

Çelik plakaların bükülmesi sırasında gereken bükme kuvveti (P, metrik ton olarak) aşağıdaki formül kullanılarak tahmin edilir:

$$P = \frac{b \cdot t^2 \cdot R_m}{(W - R_d - R_p) \cdot 9800}$$

P = Bükme kuvveti, metrik ton

t = Plaka kalınlığı, mm

W = Kalıp genişliği, mm (şekil 2)

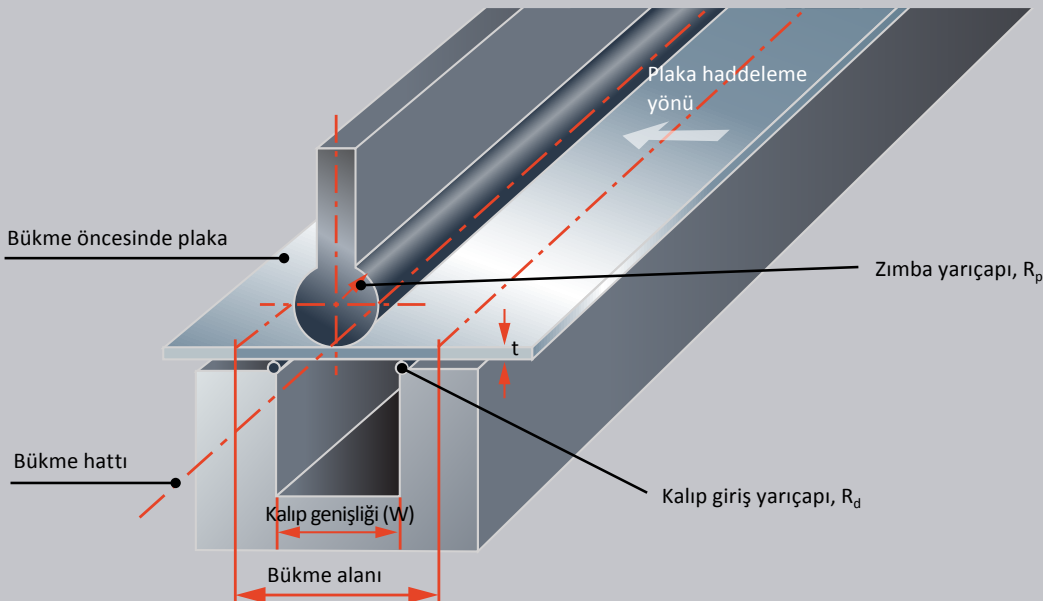
b = Bükme uzunluğu, mm

R_m = Çekme dayanımı, MPa (tablo 2)

R_d = Kalıp giriş yarıçapı, mm (şekil 2)

R_p = Zımba yarıçapı, mm

ŞEKİL 2. HADDELEME YÖNÜNÜN ENLEMESINE OLACAK ŞEKİLDE BÜKÜM YAPILMASI ÖNERİLİR.



TABLO 1. RAEX AŞINMAYA DAYANIKLI ÇELİKLER. ATÖLYE İÇİN BÜKME TALİMATLARI.
Plaka kalınlığı temel alınarak, Raex için izin verilen minimum zımba yarıçapının seçilmesi

Plaka kalınlığı	RAEX 400		RAEX 450				RAEX 500			
	Enine bükülecek en küçük zımba çapı D (mm)	Boyuna bükülecek en küçük zımba çapı D (mm)	Enine bükülecek en küçük zımba çapı D (mm)		Boyuna bükülecek en küçük zımba çapı D (mm)		Enine bükülecek en küçük zımba çapı D (mm)		Boyuna bükülecek en küçük zımba çapı D (mm)	
	Rulo/Plaka	Rulo/Plaka	Rulo	Plaka	Rulo	Plaka	Rulo	Plaka	Rulo	Plaka
2	12	16	12		16					
2,5	15	20	15		20		17,5		20	
3	18	24	18		24		21		24	
4	24	32	24		32		28		32	
5	30	40	30		40		35		40	
6	36	48	36	48	48	60	42	60	48	72
7	42	56	42	56	56	70	49	70	56	84
8	48	64	48	64	64	80		80		96
9	54	72		72		90		90		108
10	60	80		80		100		100		120
11	66	88		88		110		110		132
12	72	96		96		120		120		144
13	78	104		104		130		130		156
14	84	112		112		140		140		168
15	90	120		120		150		150		180
16	96	128		128		160		160		192
17	102	136		136		170		170		204
18	108	144		144		180		180		216
19	114	152		152		190		190		228
20	120	160		160		200		200		240

¹⁾ Bükme hattı - plaka haddeleme yönü karşılaştırması.

V kanallı (90°) bükümlerde, önerilen kalıp genişliği ve plaka kalınlığı oranı W/t ≈ 15'tir.

Raex çeliklerin tipik çekme dayanımı Tablo 2'de sunulmuştur.

TABLO 2. RAEX AŞINMAYA DAYANIKLI ÇELİKLER. TİPİK ÇEKME DAYANIMI VE SERTLİK DEĞERLERİ.

Raex sınıfı	Çekme dayanımı R _m (MPa)	Sertlik (HBW)
Raex 300	1000	300
Raex 400	1250	400
Raex 450	1450	450
Raex 500	1600	500



3.3 MİNİMUM BÜKME YARIÇAPI

Tablo 3, Raex aşınmaya dayanıklı çelikler için minimum bükme yarıçaplarını göstermektedir. Mühendislik işlerindeki pratik bükme veya flanşlamalar sırasında, izin verilen minimum bükme yarıçaplarından daha büyük iç bükme yarıçaplarının kullanılması önerilir. Bükümün kalitesi, çelik plakanın yanı sıra bükme takımlarına ve iş performansına da bağlıdır. Başarılı bir büküm için çelik ürün işleyicisinde iyi bir mühendislik atölye teknolojisi olması gerekir. Yıpranmış takımlar, yetersiz yağlama ve çelik yüzey üzerindeki çizik ve çapaklar, soğuk şekillendirme sürecinin kalitesini tehlikeye atar.

TABLO 3. RAEX AŞINMAYA DAYANIKLI ÇELİKLER. MİNİMUM BÜKME YARIÇAPI R, BÜKME AÇISI ≤ 90 .

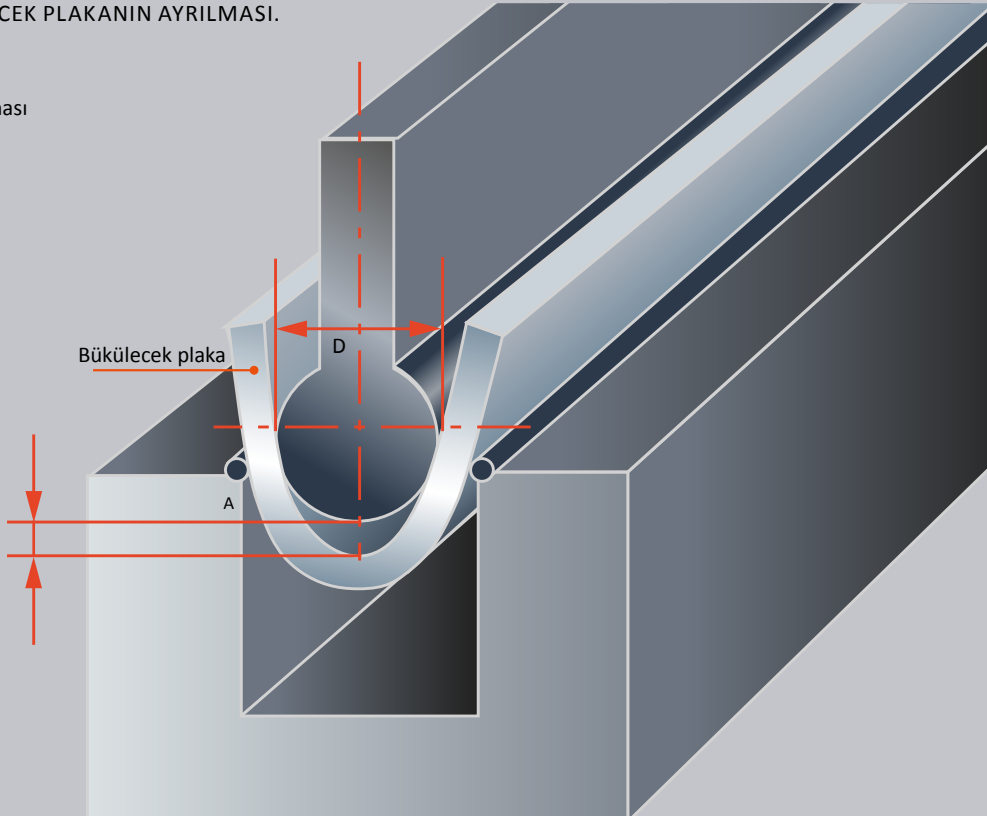
Raex sınıfı	Ürün formu	Kalınlık (mm)	R/t minimum enine	R/t minimum boylamasına	Kalıp ağız genişliği W/t minimum
Raex 300	Plaka	2 – 8	3	3	12
Raex 400	Plaka	2 – 8	3	4	12
	Plaka	6 – 20	3	4	14
Raex 450	Plaka	2 – 8	3	4	12
	Plaka	6 – 20	4	5	14
Raex 500	Plaka	2,5 – 7	3,5	4	14
	Plaka	6 – 20	5	6	14

3.4 BÜKÜLECEK PLAKANIN AYRILMASI

Şekil 3'te, bükülecek plakanın zımba çapı (D) dairesinden ayrılması (A) gösterilmektedir. Ayrılma, yüksek dayanımlı çelikler kullanılan mühendislik işlerinde iyi bilinen bir durumdur. Genellikle nihai bükümün doğruluğu, çalışma parçasının yarıçapından daha önemlidir. Eğer bükme yarıçapına tam olarak ulaşmak isterseniz, bir deneme bükmesi yapılmalıdır. Deneme bükmesi sonucunda, hedef değeri tutturana bir nihai büküm açısının elde edileceği bir zımba yarıçapı seçilir. Pratikte zımba yarıçapı, çeliğin nihai büküm yarıçapından biraz daha büyüktür.

ŞEKİL 3. BÜKÜLECEK PLAKANIN AYRILMASI.

A = Plakanın ayrılması
D = Zımba çapı





4 İŞLENEBİLİRLİK

İŞLEME İÇİN GENEL TALİMATLAR:

- Makine sabit ve stabil olmalıdır.
- Çalışma parçasını, kesilecek alana mümkün olduğunca yakın ve sıkı bir şekilde klempleyin.
- Uzun takım tutucularından ve mil sarkmalarından kaçınılmalıdır.
- Makineyle işlemenin hiçbir aşamasında zararlı titreşim olmamalıdır.
- Bir kesme operasyonuna başlarken özellikle dikkatli olunmalıdır.
- Termal yöntemle kesilen plakada, kesimin ilk başlatıldığı alandaki pürüzlü kenarları taşılayın.
- Yeterli besleme ve kesme derinliği kullanılmalıdır.
- Bol miktarda kesme sıvısı akışı sağlayın.
- Kuru kesim sırasında kesme hızını düşürün.
- Aşınmaya dayanıklı çelikleri düzenli aralıklarla işliyorsanız, üreticinin veri sayfalarına başvurarak sert metal takımlar seçin.

4.1 DELME

Alaşımsız yüksek hızlı çelik (HSS) matkaplar ve kobalt alaşımlı HSS matkaplar Tablo 4, 5 ve 6'da sunulmuştur. Ayrıca, Raex 500 çelik sınıfında sert sinterlenmiş karbür matkaplar için önerilen delme parametreleri Tablo 6'da verilmektedir. Raex 400 ve Raex 450, HSS matkaplarıyla delinebilir. Raex 500'ü delerken sert metal matkapların kullanılması önerilir.

DELME İÇİN GENEL TALİMATLAR:

- Titreşimleri en aza indirmek için matkabın sert ve stabil olması gerekir.
- Çalışma parçasını sağlam bir şekilde işlenecek alanın yakınına klempleyin.
- Kısa delik matkapları önerilir.
- Delme aletinin kullanım ömrü, besleme hızı azaltılarak uzatılabilir.
- Bol miktarda kesme sıvısı sağlayın.

TABLO 4. RAEX 400. ÖNERİLEN DELME PARAMETRELERİ.

	Matkap çapı (mm)	Besleme hızı (mm/devir)	Besleme hızı (mm/dakika)	Kesme hızı (m/dakika)	Dönüş hızı (devir/dakika)
Kaplamasız HSS matkap	5	0,10	60 – 80	9 – 12	600 – 800
	15	0,20	40 – 50	9 – 12	200 – 250
	25	0,25	30 – 40	9 – 12	110 – 150
Kaplamasız HSS-Co matkap	5	0,10	70 – 100	12 – 15	800 – 950
	15	0,20	50 – 70	12 – 15	250 – 320
	25	0,20	25 – 30	9 – 12	110 – 150

TABLO 5. RAEX 450. ÖNERİLEN DELME PARAMETRELERİ.

	Matkap çapı (mm)	Besleme hızı (mm/devir)	Besleme hızı (mm/dakika)	Kesme hızı (m/dakika)	Dönüş hızı (devir/dakika)
Kaplamasız HSS matkap	5	0,08	40 – 50	8 – 10	500 – 650
	15	0,20	35 – 45	8 – 10	170 – 210
	25	0,25	25 – 35	8 – 10	100 – 130
Kaplamasız HSS-Co matkap	5	0,10	60 – 75	8 – 10	600 – 750
	15	0,20	35 – 45	8 – 10	170 – 210
	25	0,20	15 – 20	6 – 8	75 – 100

TABLO 6. RAEX 500. ÖNERİLEN DELME PARAMETRELERİ.

	Matkap çapı (mm)	Besleme hızı (mm/devir)	Besleme hızı (mm/dakika)	Kesme hızı (m/dakika)	Dönüş hızı (devir/dakika)
Kaplamasız HSS matkap	5	0,10	25	4	250
	15	0,15	15	4	85
	25	0,15	8	4	50
Kaplamasız HSS-Co matkap	5	0,10	25 – 35	4 – 6	250 – 380
	15	0,15	15 – 20	4 – 6	80 – 130
Sert sinterlenmiş karbür matkap ucu	16	0,15	120	40	800



4.2 KILAVUZ ÇEKME

Vida açmak için, dört kesme kenarlı kobalt alaşımlı HSS-Co veya mikro alaşımlı HSS-E kılavuzlar önerilir. En iyi sonucu elde etmek için kesme yağı veya macunu kullanılmalıdır. Eğer bağlantının dayanımı kritik durumda değilse, standart değerlerden yaklaşık olarak yüzde 3 – 5 daha geniş vida delikleri önerilir. Daha büyük bir delik çapı, takım ömrünü önemli ölçüde uzatacaktır. Vida açma pasosu sırasında, takımı ters çevirmeden veya dönüş yönünü değiştirmeden, engelsiz olarak talaş kaldırma olanağı sağlanmalıdır. Uygun kılavuzlar kullanılarak sıg deliklerle vida açılmalıdır; bkz. Tablo 7.

TABLO 7. RAEX. KILAVUZ ÇEKME, HSS-E KILAVUZ.

	Kesme hızı (m/dak)	Kılavuz boyutu					
		M10 Mil hızı (devir/dakika)	M16 Mil hızı (devir/dakika)	M20 Mil hızı (devir/dakika)	M24 Mil hızı (devir/dakika)	M30 Mil hızı (devir/dakika)	M42 Mil hızı (devir/dakika)
Raex 400	3,6	115	80	63	53	42	30
Raex 500	1,6	50	40	32	25	21	15

4.3 TESTEREYLE KESME

Testere makinesi ve bıçağını seçerken, çeliklerin yüksek sertliği ve dayanımı hesaba katılmalıdır. Bol miktarda kesme sıvısı akışı sağlanmalıdır. Şerit testerelerde en iyi sonucu elde etmek için asimetrik diş hatvesi kullanın; bkz. Tablo 8.

ŞERİT TESTERELEME İÇİN GENEL TALİMATLAR:

- Bıçak yeterli düzeyde desteklenmeli ve gerilmelidir.
- Alevle kesme nedeniyle oluşan çapak ve sertleşmiş tabaka, testere kesiminin başlatıldığı bölgeden itibaren taşlanarak giderilmelidir.
- Uzun talaş kaldırma mesafelerinden kaçınılmalı; bunun için örn. iş parçası eğimli bir pozisyonda sıkıca klemplenmelidir.

- Eğer kesme uzunluğunu kısaltmak mümkün değilse, daha kalın bir diş hatvesi kullanılabilir.
- Diş basınçları makul düzeyde yüksek olmalıdır.
- Bıçak gürültüsü, kesme hızının ayarlanmasıyla giderilebilir.
- Testereyle kesme işlemine her zaman manuel beslemeyle başlanmalı, ve besleme işi, bıçağın yeterince stabil bir temasa gireceği şekilde ayarlanmalıdır.
- Besleme ayarlanırken iş parçasının sertliği ve dayanımı dikkate alınmalıdır.
- Bol miktarda kesme sıvısı akışı, bıçağın tüm paso boyunca ıslak kalmasını sağlar.
- Diş hasarı kısmen çıkış aşamasında bıçağın takılması, sıkışması, ısırması ve titremesi halinde oluşur.

TABLO 8. RAEX. TESTERELEME İÇİN KESME VERİLERİ.

	Kesme hızı m/min Kesme uzunluğu mm		
	100	200	300
Raex 400	60	50	40
Raex 500	40	35	30

4.4 FREZE VE TORNA

Aşınmaya dayanıklı çeliklerde en yaygın frezeleme operasyonu kaba işlemedir. Freze makinesi sabit ve ağır yapıda olmalıdır. Kaplanmış sert metal takımlar kullanılması gerekir. Kesme verileri bakımından torna prensipte frezeyle benzer, bkz. Tablo 9.

FREZELEME İÇİN GENEL TALİMATLAR:

- Bol miktarda kesme sıvısı akışı sağlanmalıdır.
- Frezeleme işlemlerine dikkatle başlayın.
- Alevle kesme nedeniyle oluşan çapak ve sertleşmiş tabaka, frezenin başlatıldığı bölgeden itibaren taşlanarak giderilmelidir.
- Kaba frezeleme sırasında ilk kesim, kesme kenarının iş parçasının sertleşmiş ve pullu yüzeyinde sürüklenmesini önlemeye yetecek bir kalınlıkta olmalıdır.

TABLO 9. RAEX. KABA FREZELEME İÇİN KESME VERİLERİ.

Yaş kaba frezeleme	Sınıflandırılabilir uç P40		
	Kesme hızı (m/dak)	Besleme (mm/diş)	Kesik derinliği (mm)
Raex 400	75 – 90	0,1 – 0,2	2 – 5
Raex 500	60 – 75	0,1 – 0,15	1 – 4

Optimum koşullar %50'ye kadar daha yüksek kesme verilerinin kullanılmasına olanak tanır.

Kuru frezeleme için %20-30 daha düşük değerler önerilir.

5 İŞ GÜVENLİĞİ

Ultra yüksek dayanımlı çeliklerin işlenmesi ve taşınması sırasında özellikle dikkatli olunmalıdır. Örneğin bir bükme yarıçapı çok küçükse ve bükülme noktasında bir çatlak oluşursa, plaka bükme aletinden büküm yönüne doğru kendini atabilir. Plakaların bükülmesinde çalışan personel korunmak için gerekli tedbirleri almalı ve yetkisiz kişilerin alana girmesine izin verilmelidir.

Genellikle en emniyetli yer bükme makinesinin yanındır. Çelik tedarikçisinin kullanma talimatlarına ve atölyenin güvenlik talimatlarına harfiyen uyulmalıdır. Çalışmaya yeni başlayan personel, ultra yüksek dayanımlı çelikler üzerinde işlem yapmasına izin verilmeden önce uygun eğitimi almış olmalıdır.

İLETİŞİM