T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BORU BÜKÜMÜNDE KARŞILAŞILAN PROBLEMLER VE ÇÖZÜMLERİ

Mak. Müh. Emir SANDIKCI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Mümin ŞAHİN

2012
EDİRNE

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BORU BÜKÜMÜNDE KARŞILAŞILAN PROBLEMLER VE ÇÖZÜMLERİ

Mak. Müh. Emir SANDIKCI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

2012
EDİRNE

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BORU BÜKÜMÜNDE KARŞILAŞILAN PROBLEMLER VE ÇÖZÜMLERİ

Mak. Müh. Emir SANDIKCI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Bu tez **6** / **07** / **2012** tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından Kabul Edilmiştir.

Prof. Dr. Mümin ŞAHİN	Yrd. Doç. Dr. Deniz TAŞKIN	Yrd. Doç. Dr. Cenk MISIRLI
Jüri Üyesi-Tez Danışmanı	Jüri Üyesi	Jüri Üyesi

ÖZET

Bu çalışma boru büküm yöntemleri ve boru bükümünde karşılaşılan problemler hakkındadır. Yöntem seçiminde, maliyet üzerindeki etkilerini, ölçümlerdeki sapma sebepleri ve optik problemleri analiz etmede yardımcı olabilir. Aynı sorunlarla profil bükümlerinde de karşılaşılabilinir.

Umarım bu çalışma mühendislere, teknikerlere, operatörlere, satın alma sorumlularına ve tasarımcılara yardımcı olur.

ANAHTAR KELİME: Boru büküm, boru büküm problemleri

ABSTRACT

This study is about the methods and the problems seen in tube bendings. It can be helpfull in choosing methods, analysing their effects on costs, the reasons of deviations in measurings and the optical problems, and again it can help to find out the solutions. The same problems can be seen in profile bendings, too .

I hope this study will be a source for the engineers, technicians, operators, purchasers and designers.

KEY WORD: Tube bending, the problems in tube bendings

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında pratikte karşılaşılan boru büküm problemleri ele alınmıştır. etkilen faktörler . Ototek Metal İşleme firmasında yapılan çalışmalarda boru bükümünü etkileyen 30 faktör tesbit edilmiş ve bunları da bükme yöntemleriyle iç içe alarak gösterilmiştir. Yapılan çalışma olarak Boru bükme ve yöntemleri , Boru bükümünü etkileyen faktörler , boru bükümünde teorik değerlerle pratik değerler arasındaki fark çalışması ve sonuç kısmı olarak dört ana grup olarak ele alınmıştır. Üçüncü bölümde deneysel çalışmada boru bükümünü etkileyen faktörlerden esneme-yaylanma özelliği kalibrasyonlu ölçme aletleriyle ölçülerek incelenmiştir. Son bölümde de sonuç kısmı incelenmiştir.

Çalışmalarımda katkılarından dolayı Ototek Metal İşleme San. ve Tic A.Ş. çalışanlarına ve Prof.Dr.Mümin ŞAHİN'e çok teşekkür ederim.

Özgeçmiş:1969 Çorlu doğumluyum.1989 yılı Maçka Teknik Anadolu Lisesi Makine Bölümü mezunuyum.1994 Yılı Trakya Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümü mezunuyum. İş hayatına Zeki kalıpta 1986 yılında yaz tatillerinde çalışmayla başladım.1997 yılında Terpa motorlu Araçlar ltd. şti. şirkene müdür olarak geçtim.24 ocak 2000 yılında Ototek Metal İşleme San. ve Tic. A.Ş. ne Poliüretan kısmının sorumlusu olarak Çerkezköy de Alman sermayeli aksesuar firmasında işe başladım.2001 Yılında da ayni firmada üretim ve işletme md. olarak çalışmaya başladım. Şu anda çalışmaya devam etmekteyim. Kısaca iş hayatım otomativ kökenli firmalarda geçti.

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1. BORU BÜKÜMÜNDE KARŞILAŞILAN PROBLEMLER VE ÇÖZÜMLERİ **1**

1.1. Giriş 1
1.2. Boru büküm 1
1.3. Boru büküm nerelerde kullanılır 2

BÖLÜM 2. BORU BÜKÜMÜNÜ ETKİLEYEN FAKTÖRLER **3**

2.1. Malzeme Seçimi 4
2.1.1. Çelik Boru Çeşitleri 5
2.1.2. Dikişsiz Çekme Boru ve Profillerin Kullanım Alanı 5
2.1.3. Sıcak Çekme Dikişsiz Boruların ve Profillerin Kullanım Avantajları 7
2.1.4 Muhtelif Boru Çeşitleri 7
2.1.5. Dikişli Çelik Boru Özellikleri 7
2.1.6. Dikişli Boru Kullanım Alanları 8
2.1.7. Dikişsiz Çelik Çekme Boru – Sıcak Çekme Boru 8
2.1.8. Dikişsiz Çekme Boru ve Profillerin Kullanım Alanları 8
2.1.9. Sıcak Çekme Dikişsiz Boruların ve Profillerin Kullanım Avantajları 10
2.1.10. Paslanmaz Çelik Borular 10
2.1.11. Tesisat Boruları 11
2.1.12. Doğalgaz Boruları 12
2.1.13. Su Boruları 13
2.1.14. Üretim Standartları 14
2.1.15. Drenaj Nedir? 14
2.1.16. Sanayi Boruları 16
2.1.17. Temiz Su Boruları 18
2.1.18. Pis Su Borusu 18
2.1.19. Genel Boru Çeşitleri 19
2.2. Büküm Yapma Yöntemi 28
2.2.1. Boruyu El ve Aparatla Bükme İşlemi 29
2.2.1.1. İçi Boş Boruları Elde Bükme Yöntemleri 29
2.2.1.2. İçi Doldurulan Boruların Elde Bükme Yöntemleri 30
2.2.2. Tesisatçı Aparatıyla Boru Bükme İşlemi 32
2.2.2.1. Hidrolik Boru Bükme Makinesi 32
2.2.3. Manuel Dayamalı Makinelerde (Otomatik Olmayan) Boru Bükme İşlemi 34
2.2.4. NC Makinelerde Boru Bükme İşlemi 36
2.2.5. CNC Makinelerde Boru Bükme İşlemi 37
2.2.6. CNC – Rolling Sistemli Makinelerde Boru Bükme İşlemi 46
2.2.7. CNC – Rolling Sistemli ve Katlı Makaralı Makinelerde Boru Bükme İşlemi 46
2.2.8. Yay Verme Boru Bükme İşlemi 48

2.2.9. Kalıpla Boru Bükme İşlemi 50
2.2.10. Üstün Teknolojik Makinelerde Boru Bükme İşlemi 51
2.2.11. Bükülmüş Borulara Örnekler 52
2.3. Dikişli ve Dikişsiz Boru Seçimi 53
2.4. Boruların Et Kalınlığı 56
2.5. Boruların Büküm Radüsü 56
2.6. Boruların Büküm Açısı 57
2.7. Borunun Büküm Yeri Haricinde Çene Payları 58
2.8. Borunun Uzunluğu 61
2.9. Boru Bükümünde Kalıp Malzemesi 64
2.10. Boru Bükümünde Kullanılacak Kalıp Yüzeyi 64
2.11. Boru Bükümünde Kullanılacak Kalıpların Hassasiyeti 67
2.12. Boru Bükümünde Büküm Kuvveti ve Makine Kapasitesi 68
2.13. Boru Bükümünde Malafanın Etkisi 71
2.14. Boru Bükümünde Arka Dayamanın Önemi 73
2.15. Boru Bükümünde Boru Malzemesinin Üretim Toleransları 74
2.16. Boru Bükümünde Esneme – Yaylanma 75
2.17. Boru Bükümünde Makinede Parça Şeklinin Yapılabilirliği 75
2.18. Boru Bükümünde Aynı Parçada Farklı Çene Kullanımı 76
2.19. Boru Bükümünde Aynı Parçada Farklı Büküm Yapılabilirliği 77
2.20. Borunun Bükülebilirliği 77
2.21. Boruda Pot Oluşumu – Kırışıklık 78
2.22. Borunun Tam İstenildiği Gibi %100 Yuvarlıkta Olmayışı 79
2.23. Boru Yüzeyi 79
2.24. Boru Transport Araçları ve Nakliyesi 80
2.25. Boru Çapağı 82
2.26. Borunu Testerede Kesilmesi Sonucu Ovalleşmesi 82
2.27. Boruda Kaynak Yönünün Etkisi 83
2.28. Boruda İç ve Dış Kaynak Çapağının Etkisi 84
2.29. Boru Bükümünde Kullanılan Yağ 84
2.30. Boru Bükümünde Operatörün Etkisi 85

BÖLÜM 3. 86

3.1. Boru Bükümünde Teorik Değerlerle Pratik Değerler Arasındaki Fark Çalışması 86
3.2. Çalışmada Kullanılan Ölçü Aletleri ve Kalibrasyon Sertifikaları 96
3.3. Kullanılan Boruların Analiz Raporları 107

BÖLÜM 4. **110**

4.1. Sonuç 110

KAYNAKLAR **111**

ÖZGEÇMİŞ **115**

ŞEKİL LİSTESİ

	Şekil no	Resimlerin açıklaması	SAYFA
Bölüm 1			
		Giriş	1
ŞEKİL	1.2.1	Bükülü dolu malzeme gösterimi.	1
ŞEKİL	1.2.2.	Bükülü boru gösterimi	1
ŞEKİL	1.2.3	Görünüş	1
ŞEKİL	1.2.4	Bükme sırasında oluşan gerilme ve kuvvetler	2
Bölüm 2			
		2.1-Malzeme seçimi	4
ŞEKİL	2.1.12.1	Doğal gaz tesisatına örnek borular gösterilmiştir	13
ŞEKİL	2.1.15.1	Akıllı Drenaj Borusuna örnek borular gösterilmiştir.	15
		2.2-Büküm yapma yöntemi	28
ŞEKİL	2.2.1	Makara grubu	28
ŞEKİL	2.2.1.1.1	Aparatla bükülen içi boş borunun bükülmüş şeklidir.	29
ŞEKİL	2.2.1.1.2	İçi boş bükülen boru	29
ŞEKİL	2.2.1.2.1	Kum doldurma düzeneği	30
ŞEKİL	2.2.1.2.2	Kum doldurulur	30
ŞEKİL	2.2.1.2.3	Bükme aparatındaki durum	30
ŞEKİL	2.2.1.2.4	Bükme işlemi 1	30
ŞEKİL	2.2.1.2.5	Bükme işlemi 2	31
ŞEKİL	2.2.1.2.6	Bükme işlemi 3	31
ŞEKİL	2.2.1.2.7	Aparatta bükülen borular gösterilmektedir	31
ŞEKİL	2.2.1.2.8	Doğru ve hatalı büküm	31
ŞEKİL	2.2.2.1	Hidrolik boru bükme makinesi	32
ŞEKİL	2.2.2.2	Hidrolik bükme kalıpları	32
ŞEKİL	2.2.2.3	Parçanın makineye konması	32
ŞEKİL	2.2.2.4	Parçanın makinede bükmesi	32
ŞEKİL	2.2.2.5	Parçanın makineden çıkması	33
ŞEKİL	2.2.2.6	Hidrolik boru bükme makinesi	33
ŞEKİL	2.2.2.7	Mekanik boru bükme makinesi (aparatı)	33

ŞEKİL	2.2.3.1	Basit boru bükme makinası (Manuel dayamalı)	34
ŞEKİL	2.2.3.2	Operasyon 1	34
ŞEKİL	2.2.3.3	Operasyon 2	34
ŞEKİL	2.2.3.4	Operasyon 3	35
ŞEKİL	2.2.3.5	Operasyon 4	35
ŞEKİL	2.2.3.6	Basit makinada bükülmüş boru	35
ŞEKİL	2.2.4.1	NC bir boru bükme makinası	36
ŞEKİL	2.2.4.2	NC paneli gözükmektedir	36
ŞEKİL	2.2.5.1	CNC operasyon1	37
ŞEKİL	2.2.5.2	CNC operasyon2	37
ŞEKİL	2.2.5.3	CNC operasyon3	37
ŞEKİL	2.2.5.4	CNC operasyon4	37
ŞEKİL	2.2.5.5	CNC operasyon5	38
ŞEKİL	2.2.5.6	CNC operasyon6	38
ŞEKİL	2.2.5.7	CNC operasyon7	38
ŞEKİL	2.2.5.8	CNC operasyon8	39
ŞEKİL	2.2.5.9	CNC operasyon9	39
ŞEKİL	2.2.5.10	3.Bükümüm yapılmış hali	39
ŞEKİL	2.2.5.11	Makinada üçüncü büküm tamamlanmış durumu gözükmektedir.	40
ŞEKİL	2.2.5.12	4. büküm için çeneler kapanmış hali gözükmektedir.	40
ŞEKİL	2.2.5.13	Makinada dördüncü büküm tamamlanmış durumu	40
ŞEKİL	2.2.5.14	Yan görünüş CNC	41
ŞEKİL	2.2.5.15	Üst görünüş CNC	41

ŞEKİL	2.2.5.16	Kontrol aparatı	41
ŞEKİL	2.2.5.17	Kontrol aparatı yandan görünüş	41
ŞEKİL	2.2.5.18	Transport araçlarına konmuş hali gözükmektedir	41
ŞEKİL	2.2.5.19	CNC makine BLM	42
ŞEKİL	2.2.5.20	Ekranda büküm için girilmiş program	42
ŞEKİL	2.2.5.21	CNC program program tabloda	42
ŞEKİL	2.2.5.22	CNC için ölçülendirilmiş resim.	43
ŞEKİL	2.2.5.23	Aşağıda yukardaki parçanın büküm programı ve diğer prosesleri gözükmektedir.	44
ŞEKİL	2.2.5.24	Bir parçanın büküm simülasyonu ve bükümü gözükmektedir.	45
ŞEKİL	2.2.5.25	Bir parçanın büküm simülasyonu , programı ve bükülen parçası gözükmektedir	45
ŞEKİL	2.2.6.1	Roling sistemi	46
ŞEKİL	2.2.6.2	Roling sistemli parça	46
ŞEKİL	2.2.7.1	Katlı ve özel makara sistemi	47
ŞEKİL	2.2.7.2	Katlı makara sistemi	47
ŞEKİL	2.2.7.3	Katlı makara ve roling sistem	47
ŞEKİL	2.2.7.4	Roling ile üretilmiş parça	47
ŞEKİL	2.2.8.1	Yay verme makinası	48
ŞEKİL	2.2.8.2	Yay verme operasyon1	48
ŞEKİL	2.2.8.3	Yay verme operasyon2	48
ŞEKİL	2.2.8.4	Yay verme operasyon3	49
ŞEKİL	2.2.8.5	Yay verme operasyon4	49

ŞEKİL	2.2.8.6	Yay verme operasyon5	49
ŞEKİL	2.2.8.7	Yay verme operasyon6	49
ŞEKİL	2.2.8.8	Deformasyon (yay vermede)	49
ŞEKİL	2.2.8.9	Büyük radüs verilen parça	50
ŞEKİL	2.2.8.10	Yay verme operasyonu	50
ŞEKİL	2.2.9.1	Kalıpta radüs verme	50
ŞEKİL	2.2.10.1	Lazer büküm örneği	51
ŞEKİL	2.2.11.1	Ø70x1,2 lik bükülmüş borular	52
ŞEKİL	2.2.11.2	Ø42x1,5 lik bükülmüş borular	52
ŞEKİL	2.2.11.3	Ø42X1,5 lik bükülmüş borular	
ŞEKİL	2.2.11.4	Ø76x1,5 lik bükülmüş borular	52
ŞEKİL	2.2.11.5	Ø42x1,5 lik bükülmüş borular 3	52
ŞEKİL	2.2.11.6	Ø51x1,5 lik bükülmüş borular	52
ŞEKİL	2.2.11.7	Ø42x1,5 lik bükülmüş boru 4	53
ŞEKİL	2.2.11.8	Ø42x1,5 lik bükülmüş borular 5	53
		2.3-Dikişli ve dikişsiz boru seçimi:	53
ŞEKİL	2.3.1	Kaynak dikişli boruya örnek 1	54
ŞEKİL	2.3.2	Kaynak dikişli boruya örnek 2	54
ŞEKİL	2.3.3	Kaynak dikişli boruya örnek3	54
ŞEKİL	2.3.4	Boyuna dikişli boru imalatı	55
ŞEKİL	2.3.5	Dikişsiz boru imalatı	55
		2.4-Boruların et kalınlığı:	56
ŞEKİL	2.4.1	Boru et kalınlığı ölçme şekli	56
		2.5-Boruların büküm radüsü	56
ŞEKİL	2.5.1	Boru büküm radüsü nötr eksenden gösterilişi	57

	2.6-Boruların büküm açısı	57
	2.7-Borunun büküm yeri haricinde çene payları	58
ŞEKİL 2.7.1	Aşağıda büküm yapılacak borunun uzunluk ölçüleri gösterilmiştir.	58
ŞEKİL 2.7.2	Sıkma çenelerinin izi	59
ŞEKİL 2.7.3	Sıkma çene izlerinin yerleri	59
ŞEKİL 2.7.4	Büküm yapılan boruda çenelerin gösterimi	60
	2.8-Borunun uzunluğu:	61
ŞEKİL 2.8.1	Açınım bulma örnek 1	61
ŞEKİL 2.8.2	Açınım bulma örnek 2	62
ŞEKİL 2.8.3	Açınım bulma örnek 3	63
ŞEKİL 2.8.4	Açınım bulma örnek 4	63
	2.9-Borunun bükümünde kalıp malzemesi	64
	2.10-Borunun bükümünde kullanılacak kalıp yüzeyi	64
ŞEKİL 2.10.1	Yüzey prüzlülüğü farkı gösterilmiştir	65
ŞEKİL 2.10.2	Tırtıl dişli görünümlü çene	66
ŞEKİL 2.10.3	Tırtıl dişli görünümlü çene ve kumlu yüzeyli çene	66
	2.11-Borunun bükümünde kullanılacak kalıpların hassasiyeti	67
ŞEKİL 2.11.1	Isıl işlemede atılmış bir makara gözükmektedir	67
ŞEKİL 2.11.2	Çenelerde yüzey hassasiyeti gösterilmiştir.	67
	2.12-Boru bükümünde büküm kuvveti ve makine kapasitesi	68

	2.13-Boru bükümünde malafanın etkisi.	71
ŞEKİL 2.13.1	Tırtıl malafa gösterimi	71
ŞEKİL 2.13.2	Tırtıl malafa grubu gösterilmiştir.	71
ŞEKİL 2.13.3	Düz malafa grubu gösterilmiştir.	71
ŞEKİL 2.13.4	Tırtıl malafa grubu gösterilmiştir2	72
ŞEKİL 2.13.5	Tırtıl malafa grubu resmi gösterilmiştir.	73
ŞEKİL 2.13.6	Düz malafa grubu resmi gösterilmiştir.	73
	2.14-Boru bükümünde arka dayamanın önemi	73
ŞEKİL 2.14.1	Arka dayama	73
ŞEKİL 2.14.2	Arka dayama2	73
ŞEKİL 2.14.3	Arka dayama düz malzemeli ve yuvarlak malzemeli	73
ŞEKİL 2.14.4	Arka dayamalara örnekler	74
ŞEKİL 2.14.5	Aşağıda arka dayamanın makaraya nasıl dayandığı gözükmektedir.	74
	2.15-Boru bükümünde boru malzemesinin üretim toleransları	74
	2.16-Boru bükümünde esneme	75
	2.17-Boru bükümde makinede parça şek.yapılabilirliği	75
ŞEKİL 2.17.1	Tel bükme operasyonu1	75
ŞEKİL 2.17.2	Tel bükme operasyonu2	75
ŞEKİL 2.17.3	Tel bükme operasyonu3	75
ŞEKİL 2.17.4	Tel bükme operasyonu4	75
	2.18-Boru bükümde ayni parçada farklı çene kullanımı	76
ŞEKİL 2.18.1	Sağ sol özel çene	76

ŞEKİL 2.18.2	Değişebilen çeneye örnek	76
	2.19-Boru bükümde ayni parçada farklı büküm yapılabilirliği	77
ŞEKİL 2.19.1	Çok katlı makara grubuna örnek verilmiştir.	77
ŞEKİL 2.19.2	Sağ sol çene	77
	2.20-Borunun bükülebilirliği.	77
ŞEKİL 2.20.1	Büküm sırasında kopma olmuş bir parça	78
	2.21-Boru pot oluşumu-kırışıklık	78
ŞEKİL 2.21.1	Pot örnek1	78
ŞEKİL 2.21.2	Pot örnek2	78
	2.22-Borunun tam istenildiği gibi % 100 yuvarlıkta olmayışı	79
ŞEKİL 2.22.1	Yuvarlak olmayan boruya örnek	79
	2.23-Boru yüzeyi	79
ŞEKİL 1.23.1	Parlak ve mat boru	79
ŞEKİL 2.23.2	Paslı boru	80
ŞEKİL 2.23.3	Dikişli boru görünümü	80
	2.24-Boru transport araçları ve nakliyesi:	80
ŞEKİL 2.24.1	Bükümlü borular	80
ŞEKİL 2.24.2	Bükümlü borular	80
ŞEKİL 2.24.3	Bükümlü borulara örnek	81
ŞEKİL 2.24.4	Bükümlü borular örnek2	81
ŞEKİL 2.24.5	Nakliyeden gelmiş borular.	81
ŞEKİL 2.24.6	Nakliyeden gelmiş borular.	81
ŞEKİL 2.24.7	Nakliyeden gelmiş borular.	82
ŞEKİL 2.24.8	Nakliyeden gelmiş borular.	82
	2.25-Boru çapağı	82
ŞEKİL 2.25.1	Testere kesimi yüzünden oluşan çapaklı bir boru	82

	2.26-Borunun testerede kesilmesi sonucu ovalleşmesi	82
ŞEKİL 2.26.1	Testere kesimi yüzünden oluşan oval bir boru	82
	2.27-Boruda kaynak yönünün etkisi	83
ŞEKİL 2.27.1	Borunun kaynak yönü ok ile gösterilmiştir.	83
ŞEKİL 2.27.2	Borunun kaynak yönü	83
ŞEKİL 2.27.3	CNC boru büküm makinasında, borunun dikiş yönü	83
ŞEKİL 2.27.4	Borunun kaynak yönü ve kaynak çapağı gösterilmiştir.	83
	2.28-Boruda iç ve dış kaynak çapağının etkisi	83
ŞEKİL 2.28.1	Kaynak çapağı	83
ŞEKİL 2.28.2	Kaynak çapağı2	83
	2.29-Boru bükümünde kullanılan yağ	84
ŞEKİL 2.29.1	ILIFORM PS 101	85
	2.30-Boru bükümünde operatörün etkisi	85
Bölüm 3		
	3.1-Boru bükümde teorik değerlerle pratik değerler arasındaki fark çalışması	76
ŞEKİL 3.1.1	Ø70x1,2 boru -Parça no = 1 ve Parça no = 2	86
ŞEKİL 3.1.2	Ø70x1,5 boru -Parça no = 3 ve parça no = 4	86
ŞEKİL 3.1.3	Ø70x2 boru -Parça no =5 ve Parça no =6	86
ŞEKİL 3.1.4	Ø60x1,2 boru -Parça no =7 ve Parça no =8	86
ŞEKİL 3.1.5	Ø60x1,5 boru -Parça no =9 ve Parça no =10	87
ŞEKİL 3.1.6	Ø60x2 boru -Parça no =11 ve Parça no =12	87
ŞEKİL 3.1.7	Ø42x1,5 boru -Parça no =13 ve Parça no =14	87

ŞEKİL 3.1.8	Ø42x2 boru -Parça no =15 ve Parça no =16	87
ŞEKİL 3.1.9	Tabloda ,deneyde kullanılan borular ve ölçüleri aşağıda verilmiştir	88
ŞEKİL 3.1.10	Denemede kullanılan borular (Parça no=1,2,3,4)	92
ŞEKİL 3.1.11	Denemede kullanılan borular (Parça no=5,6,7,8)	93
ŞEKİL 3.1.12	Denemede kullanılan borular (Parça no=9,10,11,12)	94
ŞEKİL 3.1.13	Deneyde kullanılan borular ve ölçüleri aşağıda verilmiştir	95
	3.2-Çalışmada kullanılan ölçü aletleri ve kalibrasyon sertifikaları	96
ŞEKİL 3.2.1	Deneyde kullanılan mihengir gözükmektedir	96
ŞEKİL 3.2.2	Deneyde kullanılan mihengir gözükmektedir 2	96
ŞEKİL 3.2.3	Deneyde kullanılan açı ölçer gözükmektedir	96
ŞEKİL 3.2.4	Deneyde kullanılan kumpas gözükmektedir	96
ŞEKİL 3.2.5	Deneyde kullanılan 1.mihengirin sertifikası 1.sayfa	97
ŞEKİL 3.2.6	Deneyde kullanılan 1.mihengirin sertifikası . 2.sayfa	98
ŞEKİL 3.2.7	Deneyde kullanılan 1.mihengirin sertifikası .3.sayfa	99
ŞEKİL 3.2.8	Deneyde kullanılan 2.mihengirin sertifikası .1.sayfa	100
ŞEKİL 3.2.9	Deneyde kullanılan 2.mihengirin sertifikası. 2.sayfa	101
ŞEKİL 3.2.10	Deneyde kullanılan 2.mihengirin sertifikası 3.sayfa	102
ŞEKİL 3.2.11	Açı ölçer sertifikası 1.sayfa	103
ŞEKİL 3.2.12	Açı ölçer sertifika 2.sayfa	104
ŞEKİL 3.2.13	Açı ölçer sertifika 3.sayfa	105
ŞEKİL 3.2.14	Kumpas sertifika dahili kalibrasyon.	106

3.3-Kullanılan boruların analiz raporları 107

ŞEKİL 3.3.1 Ø70x1,2 analiz 107

ŞEKİL 3.3.2 Ø70x1,5 analiz 107

ŞEKİL 3.3.3 Ø70x2 analiz rapor 107

ŞEKİL 3.3.4 Ø60x1,2 analiz rapor. 107

ŞEKİL 3.3.5 Ø60x1,5 analiz raporu 108

ŞEKİL 3.3.6 Ø6x2 analiz raporu 108

ŞEKİL 3.3.7 Ø42x1,2 analiz raporu 108

ŞEKİL 3.3.8 Ø42x1,5 analiz raporu 108

ŞEKİL 3.3.9 Ø42x2 analiz 109

ŞEKİL 3.3.10 Ø21x2 analiz raporu 109

TABLO LİSTESİ

	Tablo no	Tablo açıklaması	SAYFA
Bölüm 1			
		Giriş	1
Bölüm 2			
		2.1-Malzeme seçimi	4
TABLO	2.1.1	Sanayi boru çeşitleri	17
TABLO	2.1.2	Yüzeyi kaplanmış boru tablosu	19
TABLO	2.1.3	Su ve gaz boruları tablosu	21
TABLO	2.1.4	Yuvarlak sanayi boruları tablosu	22
TABLO	2.1.5	Doğal gaz boruları tablosu	23
TABLO	2.1.6	Alüminyum boruları tablosu	24
TABLO	2.1.7	Kangal bakır boru	25
TABLO	2.1.8.	Düz bakır boru	27
TABLO	2.2.5.1	CNC Programı şekil 2.2.5.21	42
TABLO	2.2.5.2	CNC Programı şekil 2.2.5.23	43
TABLO	2.12.1	Makine kapasitesine örnek 3	69
TABLO	2.12.2	Makine kapasitesine örnek 4	70
TABLO	3.1.1	Kesim boyu ve çıkan açı	89
TABLO	3.1.2	Tabloda deneyde kullanılan boruların uzunluğu bulunmuştur	90
TABLO	3.1.3	Tabloda deneyde kullanılan boruların büküm sonrası fark	91

KISALTMA VE SİMGELER

L =Boru toplam boyu
Kw =Kilovatt
Ø =Boru çapı
Π =Pi sayısı
t = et kalınlığı
Ɵ = Büküm açısı
± = artı eksi
mm = milimetre

STANDARTLAR
AISI American Iron and Steel Industry
ASM American Society for Metals
ASTM American Society for Testing and Materials
DÇL Derin Çekme Limit Oranı
DÇOS Derin Çekme Oranı Sınırı
DDQ Deep Draw Quality
DIN Deutsches Institut für Normung
DQ Drawing Quality
EÇD Erichsen Çökertme Deneyi
EP Yüksek Basınç
FLC Forming Limit Curve
FLD Forming Limit Diagram
KHM Kübik Hacim Merkezli
KYM Kübik Yüzey Merkezli
TSE Türk Standartları Enstitüsü

BÖLÜM 1

1.1.Giriş

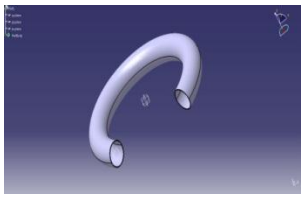
Boru bükümü ve karşılaşılan sorunlardan önce boru bükme işleminin ne anlama geldiğini ve nerelerde kullanıldığını belirtelim.

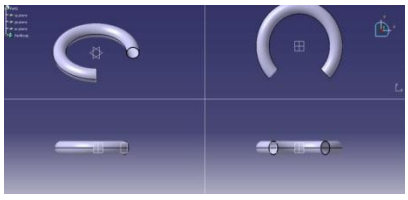
1.2.Boru büküm:

Malzemelerin doğrultularını sıcak ve soğuk olarak istenilen yöne doğru değiştirme işlemine boru bükme denir. Soğuk ve sıcak olarak yapılan bükmelerde, malzemelerin büküm yerlerinde şekil değişimleri meydana gelir. Dolu kesitli malzemelerde, bükme yerlerine gelen iç kısımlar şişer. Dış kısımlar uzayarak incelir. Orta kısımlar ise fazla bir değişiklik meydana gelmez. Malzeme düz iken üzerine eşit aralıklarla paralel ve eksene dik çizilen çizgilerin, bükme işleminden sonra paralelliklerini kaybettiklerini, yalnız eksendeki çizgi aralıklarının değişmediği görülür. Dolayısıyla malzemelerin eksenlerine isabet eden kısımlarına nötr eksen denir. İçleri boş malzemelerin büküm yerlerinde ise ezilme olur. Profil demirlerinde de kesiti meydana getiren kenarların açıları değişir.

Şekil 1.2.1: Dolu malzeme **Şekil 1.2.2** :İçi boş (boru) **Şekil 1.2.3** : Görünüşler

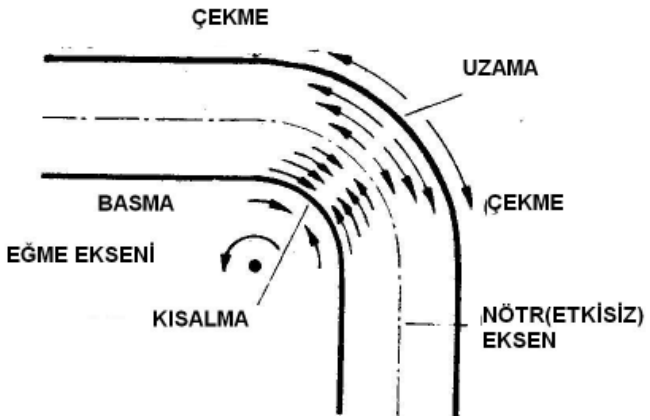






Şekil 1.2.1 de dolu malzemenin bükülmüşü, Şekil 1.2.2 de içi boş malzemenin bükülmüşü ve Şekil 1.2.3 te de bükülmüş bir borunun görünüşü verilmiştir.

ŞEKİL 1.2.4: Bükme sırasında oluşan gerilme ve kuvvetler



Şekil 1.2.4 boru bükülmesi sırasında meydana gelen çekme, uzama, basma, kısalma durumları gösterilmiştir.

Borunun iç yüzeyinde molekül yığılmaları (dislokasyon), dış yüzeyinde ise gerilmeler olur.

1.3.Boru büküm nerelerde kullanılır:

Boru bükme, uçak-uzay, otomotiv ve inşaat sektörleri de dâhil olmak üzere pek çok alanda kullanılan bir işlemdir. Bütün boru bükme yöntemleri arasında en çok kullanılan borunun dönen bir kalıp etrafına sardırıldığı yöntemdir. Bu yöntemde en çok karşılaşılan problemler borunun kırışması, boru seklinin ovalleşmesi ve boru yüzeyinde kırılma meydana gelmesidir. Bu problemler, kalıpların yağlanma durumlarına, yanlış malzeme seçimine, gerekenden ince veya kalın cidar kalınlığına sahip bir borunun kullanılmasına veya çok düşük değerde bir bükme oranı seçiminden kaynaklanıyor olabilir. Bu çalışmada, iş parçası olarak dört teker araçlarda kullanılan farklı bükülmüş borular seçilmiştir. Çalışmanın amacı, tasarım mühendislerinin ve üretim çalışanlarının proses geliştirme aşamasında kazanım amaçlı olarak da kullanılabileceği hızlı ve doğru sonuçlar geliştirmek ve istenmeyen durumları önceden değerlendirmektir. Böylece proseslerin etkileri, işçilikleri, maliyetleri göz önünde tutulmalıdır.

BÖLÜM 2:

BORU BÜKÜMÜNÜ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

1. Kullanılan sektöre göre optik ve optik olmayan hatalar diye ayırabiliriz.
2. Optik problemler büküm öncesi ve büküm sonrası problemler diye gruplandırabiliriz.
3. Bunun yanında ölçüsel problemler, fiziki (mekanik) problemler diye de ayırabiliriz.
4. Hepsini genel olarak ele alırsak, etkileyen faktörleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

Boru bükümünü etkileyen faktörleri ele alalım

1-Malzeme seçimi
2-Büküm yapma yöntemi
3-Dikişli ve dikişsiz boru seçimi
4-Boruların et kalınlığı
5-Boruların büküm radüsü
6-Boruların büküm açısı
7-Boru büküm yeri haricinde çene payları
8-Borunun uzunluğu
9-Boru bükümünde kullanılacak kalıp malzemesi
10-Boru bükümünde kullanılacak kalıp yüzeyi
11-Boru bükümünde kullanılacak kalıpların hassasiyeti
12-Boru bükümünde büküm kuvveti ve makinenin kapasitesi
13-Boru bükümünde malafanın etkisi
14-Boru bükümünde arka dayamanın önemi
15-Boru bükümünde boru malzemesinin üretim toleransları
16-Boru bükümünde esneme veya yaylanma
17-Boru bükümde makinede parça şeklinin yapılabilirliği
18-Boru bükümde aynı parçada farklı çene kullanımı
19-Boru bükümde ayni parçada farklı büküm yapılabilirliği

20-Borunun bükülebilirliği.
21-Boruda pot oluşumu-kırışıklık
22-Borunun tam istenildiği gibi % 100 yuvarlıkta olmayışı
23-Boru yüzeyi
24-Boru transport araçları ve nakliyesi
25-Boru çapağı
26-Borunun testerede kesilmesi sonucu ovalleşmesi
27-Boruda kaynak yönünün etkisi
28-Boruda iç ve dış kaynak çapağının etkisi
29-Boru bükümünde kullanılan yağ
30- Boru bükümünde operatörün etkisi

2.1.Malzeme seçimi

Kullanılacak yere ve müşteri isteğine göre ve fonksiyonuna göre malzeme seçilir.

Malzeme seçimine göre: Çelik borular, paslanmaz, alüminyum, bakır v.b.

Bundan sonra dikişli, dikişsiz, tavlı, tavsız ve sertlik durumu değerlendirmeye alınır. Malzeme seçilirken bazen çap ve et kalınlığı önemli etken olabilir. Standart dışı ölçümler yüzünden üretim yapamayabiliriz. Standart dışı borularda 3000 mt. den aşağı sipariş verilememektedir. Bu özel siparişlerde bir yere bağımlı kalmanın sıkıntıları da olmaktadır. Bu yüzden tasarım aşamasında standart boru ölçülerini değerlendirmek hem ekonomik olacaktır hem de temin kolaylığı sağlayıp üretim zamanını olumlu etkileyecektir. Çeşitli malzeme tabloları aşağıda verilmiştir.

Boru bükmede malzeme seçimi
1-St12,St37,St42,St52 vb. çelik borular
2-Paslanmaz 304,paslanmaz 316 kalite borular
3-Aliminyum borular
4-Bakır borular
5-Diğer borular

Bu borularda yukardakilerle beraber kullanım durumuna göre dikişli, dikişsiz, tavlı, tavsız, honlu borular olarak dikkat etmek gerekir. Üretim sırasında basınç durumuna göre, fonksiyonuna göre, bükülebilirliğine göre ve özel amaçlara göre ayrılır. Bunlarla beraber malzeme kalınlığı ve malzeme yüzeyi, boru çapı malzeme seçimine etkendir.
KAYNAK: http://www.celikboru.net/

2.1.1-ÇELİK BORU ÇEŞİTLERİ

Çelik Boru Çeşitleri: Dikişsiz Çelik Çekme Boru - Sıcak Çekme Borular DIN 2448 ölçü standardına uygun olarak, düşük karbon ve alaşımlı çelik malzemeden ASTM A53, ASTM A106, API 5L, API 5CT, API 5B, DIN 17175, DIN 1629, TSE 381, TSE 301, TSE 346 standartlarına uygun olarak, 19,0-323,8 mm dış çap ve 2,6–40 mm et kalınlığı arasında dikişsiz borular

2.1.2-DİKİŞSİZ ÇEKME BORU ve PROFİLLERİN KULLANIM ALANLARI

1. PANEL ve DAVLUMBAZ BORULARI

Ø 2-4 ¨ dış çapları arasında, muhtelif et kalınlıklarında DIN 17175 standardına uygun St.35.8, St 45.8 ve 15Mo3 kalite çelikler kullanılarak üretilen ısıya dayanıklı borulardır.

2. KAZAN BORULARI

750 °C sıcaklığa kadar çalışabilen kazanlarda süper heater ve eşanjörlerde kullanılan min.1/2 ¨ çapında DIN 17175 standardına uygun St 35.8, St 45.8, 15Mo3, 13CrMo44 ve 10CrM910 kalite çelikler kullanılarak üretilen borulardır.

3. PETROL VE SONDAJ BORULARI (OCTG- Oil Country Tubular Goods)

Sondaj kuyularında muhafaza (kolon-casing) ve üretim (tubing) ve manşon (coupling) olarak API 5CT standardına uygun H40, J55, K55 ve N80 kalite çelikler kullanılarak, API 5B standardına uygun dişli-manşonlu olarak üretilen borulardır.

4. HAT BORULARI (OCTG)

API 5L standardına uygun olarak, kaynak ağızlı veya API 5B standardına uygun olarak dişli-manşonlu olarak Grade A ve Grade B kalite çelikler kullanılarak üretilen borulardır.

5. MEKANİK AMAÇLAR İÇİN KULLANILAN BORULAR

Otomotiv sanayinde, hidrolik sistemlerde, vagon imalat sanayinde ve zirai aletler sanayinde kullanılan, DIN 1629 standardına uygun St 52 ve özel amaçlar için geliştirilmiş 24Mn4 kalite çeliklerden üretilen borulardır.

6. BASINÇLI KAP (TÜP) İMALATINDA KULLANILAN BORULAR

İçinde basınçlı gazlar (Co2,O2,N,vb) ve yangın söndürme kimyasalları depolanan yüksek basınca dayanıklı tüp imalatında gövde olarak kullanılan, 32CrM04, DIN 1629 standardına uygun St 52 ve API 5CT standardına uygun J55 kalite çelikler ile üretilen borulardır.

7. SIVI, GAZ ve TANE İLETİM AMACI İLE KULLANILAN BORULAR

Genel amaçlı olarak sıvı, gaz ve tane iletimi amacıyla TS 301, TS 346, TS 381, ASTM A53, ASTM 106, API 5L, API 5CT, DIN 1629 ve DIN 17175 standartlarına uygun olarak üretilen borular.

8. PROFİL BORULAR

Genel amaçlar ve makine parçaları için muhtelif kalite çelikler kullanılarak üretilen kare, dikdörtgen ve özel kesitli profillerdir.

9. ASKERİ AMAÇLAR İÇİN KULLANILAN BORULAR

Özel standartlara uygun çelikler ile üretilen bomba gövdesi, roket gövdesi, mermi kovanı, palet ve gömlek olarak kullanılan askeri amaçlı borulardır.

2.1.3-SICAK ÇEKME DİKİŞSİZ BORULARIN VE PROFİLLERİN KULLANIM AVANTAJLARI

1. Dikişli borularla elde edilemeyen yüksek mukavemet ve yüksek sıcaklık ve yüksek basıncın elzem olduğu alanlarda
2. Makine parçası olarak dolu kütükten işlemek yerine daha az işçilik ve maliyetlerle üretim yapılması
3. Kalın etli çelik çekme borulardan sağlam Konstrüksiyon imalatında düşük maliyet

2.1.4-Muhtelif Boru Çeşitleri:

Dikişli Çelik Boru , Dikişsiz Çelik Boru , Paslanmaz Çelik Boru , Tesisat Boruları , Doğalgaz Boruları , Su Boruları , Drenaj Boruları , Sanayi Boruları , Temiz Su Boruları , Pis Su Boruları , Duktil Boru , Plastik Boru , Spiral Boru , Paslanmaz Boru , Dikişsiz Boru , Pvc Boru , Polietilen Boru , Pe Boru , Kılıflı Boru

Dikişli Çelik Çekme Boru - Soğuk Çekme Borular

TS 416, DIN 1626, DIN 2458 standartlarında dikişli borular

2.1.5-Dikişli Çelik Boru Özellikleri

1-Kıvırma, makinetolama vb gibi işlemlere uygun,
180 C sıcaklığa ve 25 kgf/cm2 iç basınca kadar dayanıklı borudur.
2-Kıvırma, makinatolama vb gibi işlemlere uygun,
300C sıcaklığa ve 64 kgf/cm2 iç basınca kadar dayanıklı borudur.
(1) Değerler 120 C'a kadar sıcaklık için geçerlidir.
(2) 120 C'den çok 180 C'a kadar sıcaklıklar için geçerlidir.
(3) Elektrikli ocaklarda üretilen çeliklerde 0.012 olabilir.

Toleranslar

Et Kalınlığı (s): 3 mm > s için +0.30 mm, -0.25 mm

s > 3 mm için +0.45 mm, -0.30 mm

Sanayi boruları, standartlara veya müşteri isteklerine göre değişik kalitede, 1.00 mm - 2.00 mm et kalınlığı aralığında soğuk çekilmiş rulo saclardan, 1.50 mm - 5.40 mm et kalınlığı aralığında sıcak çekilmiş rulo saclardan üretilmektedir.

2.1.6-DİKİŞLİ BORU KULLANIM ALANLARI

Sanayi boruları, genel olarak ;

Otomotiv ve otomotiv yan sanayi, yapı, inşaat, tekstil sanayi , beyaz eşya sanayi , Elektrikli ev eşyaları , Bisiklet , Mobilya ve diğer sanayi kollarında konstrüktif amaçlar için kullanılmaktadır

2.1.7-Dikişsiz Çelik Çekme Boru - Sıcak Çekme Borular

DIN 2448 ölçü standardına uygun olarak, düşük karbon ve alaşımlı çelik malzemeden ASTM A53, ASTM A106, API 5L, API 5CT,API 5B, DIN 17175, DIN 1629, TSE 381, TSE 301, TSE 346 standartlarına uygun olarak, 19,0-323,8 mm dış çap ve 2,6–40 mm et kalınlığı arasında dikişsiz borular

2.1.8-DİKİŞSİZ ÇEKME BORU ve PROFİLLERİN KULLANIM ALANLARI

1. PANEL ve DAVLUMBAZ BORULARI

Ø 2-4 ¨ dış çapları arasında, muhtelif et kalınlıklarında DIN 17175 standardına uygun St.35.8, St 45.8 ve 15Mo3 kalite çelikler kullanılarak üretilen ısıya dayanıklı borulardır.

2. KAZAN BORULARI

750 °C sıcaklığa kadar çalışabilen kazanlarda süper heater ve eşanjörlerde kullanılan min.1/2 ¨ çapında DIN 17175 standardına uygun St 35.8, St 45.8, 15Mo3, 13CrMo44 ve 10CrM910 kalite çelikler kullanılarak üretilen borulardır.

3. PETROL VE SONDAJ BORULARI (OCTG- Oil Country Tubular Goods)

Sondaj kuyularında muhafaza (kolon-casing) ve üretim (tubing) ve manşon (coupling) olarak API 5CT standardına uygun H40, J55, K55 ve N80 kalite çelikler kullanılarak, API 5B standardına uygun dişli-manşonlu olarak üretilen borulardır.

4. HAT BORULARI (OCTG)

API 5L standardına uygun olarak, kaynak ağızlı veya API 5B standardına uygun olarak dişli-manşonlu olarak Grade A ve Grade B kalite çelikler kullanılarak üretilen borulardır.

5. MEKANİK AMAÇLAR İÇİN KULLANILAN BORULAR

Otomotiv sanayinde, hidrolik sistemlerde, vagon imalat sanayinde ve zirai aletler sanayinde kullanılan, DIN 1629 standardına uygun St 52 ve özel amaçlar için geliştirilmiş 24Mn4 kalite çeliklerden üretilen borulardır.

6. BASINÇLI KAP (TÜP) İMALATINDA KULLANILAN BORULAR

İçinde basınçlı gazlar (Co2,O2,N,vb) ve yangın söndürme kimyasalları depolanan yüksek basınca dayanıklı tüp imalatında gövde olarak kullanılan, 32CrM04, DIN 1629 standardına uygun St 52 ve API 5CT standardına uygun J55 kalite çelikler ile üretilen borulardır.

7. SIVI, GAZ ve TANE İLETİM AMACI İLE KULLANILAN BORULAR

Genel amaçlı olarak sıvı, gaz ve tane iletimi amacıyla TS 301, TS 346, TS 381, ASTM A53, ASTM 106, API 5L, API 5CT, DIN 1629 ve DIN 17175 standartlarına uygun olarak üretilen borular.

8. PROFİL BORULAR

Genel amaçlar ve makine parçaları için muhtelif kalite çelikler kullanılarak üretilen kare, dikdörtgen ve özel kesitli profillerdir.

9. ASKERİ AMAÇLAR İÇİN KULLANILAN BORULAR

Özel standartlara uygun çelikler ile üretilen bomba gövdesi, roket gövdesi, mermi kovanı, palet ve gömlek olarak kullanılan askeri amaçlı borulardır.

2.1.9-SICAK ÇEKME DİKİŞSİZ BORULARIN VE PROFİLLERİN KULLANIM AVANTAJLARI

1. Dikişli borularla elde edilemeyen yüksek mukavemet ve yüksek sıcaklık ve yüksek basıncın elzem olduğu alanlarda
2. Makine parçası olarak dolu kütükten işlemek yerine daha az işçilik ve maliyetlerle üretim yapılması
3. Kalın etli çelik çekme borulardan sağlam Konstrüksiyon imalatında düşük maliyet

2.1.10-Paslanmaz Çelik Borular

304L-316L-321 kalite, dikişli ve dikişsiz paslanmaz çelik boru, kutu profil 304 kalite ve bütün bağlantı malzemeleri standartlarına uygun olarak bazı paslanmaz borular piyasa stoklarında bulunabilir.

* ASTM A 268 Ferritik Paslanmaz Çelik Malzemeden Genel Amaçlı Dikişli ve Dikişsiz Boru
* ASTM A 270 Austenitik Paslanmaz Çelik Malzemeden Dikişsiz ve Dikişli Gıda Endüstrisine Uygun Boru
* ASTM A 271 Austenitik Paslanmaz Çelik Malzemeden Dikişsiz Rafineri Servis Boru
* ASTM A 312 Austenitik Paslanmaz Çelik Malzemeden Dikişsiz ve Dikişli Boru
* ASTM A 376 Austenitik Paslanmaz Çelik Malzemeden Yüksek Sıcaklıkta Kullanılan Dikişsiz Boru
* ASTM A 790 Ferritic ve Austenitik Dikişli ve Dikişsiz Paslanmaz Borular
* ASTM B 673 Dikişli Boru UNS-No. 8904
* ANSI 36.19 Paslanmaz Dikişli ve Dikişsiz Borular SCH Serisi
* ANSI B 36.10 Dikişli ve Dikişsiz Borular SCH Serisi

2.1.11-TESİSAT BORULARI

Tesisatın sıva altından ya da zeminden geçirilme zorunluluğu varsa; Borular yıkanmamış deniz kumuyla hazırlanmış harç, kireçli yapı malzemeleri, moloz, cüruf gibi malzemelerle temas etmemelidir. Sulu zeminlerden uzak bir güzergâh takip edilmelidir.
Sıhhi Tesisat döşendikten sonra sistem olarak sızdırmazlık testi yapılmalı ve bağlantılarda su kaçağı olup olmadığı kontrol edilmelidir.
Gömülü tesisatın su ve hava ile teması kesilmeli; bunun için de borular bitüm kaplanmalı veya bitüm esaslı boya ile (şasi boyası) tamamen boyanmalıdır. Ayrıca borular, bu boyama, işleminden sonra, yüksek dozlu çimento ile boşluk kalmayacak şekilde 2-3 cm kalınlığında bir tabaka ile kaplanmalıdır.
Borular kesinlikle su tutan, kâğıt gibi malzemeler ile sarılmamalıdır. (Ziftli kâğıt su tutmadığı için kullanılabilir.)
Borular, antipas yağlıboya gibi boyalarla boyanabilir fakat kesinlikle kireç ve plastik badana boyaları ile boyanmamalıdır.
Beton içinde karıştırılan donmayı hızlandırıcı maddeler, su geçiren yada emen kötü izolasyon maddeleri, alçı gibi tabii ve düşük asitli yapı malzemeleri kullanılmamalı; hava boşlukları bırakılmamalıdır.

Toprak İçine Döşemek Gerekirse…

Bazı toprakların asidik, bazılarının ise asidik etkisi vardır. Toprağın niteliğinin bilinmesi pek mümkün olmadığından, boru hattının uzun ömürlü olabilmesi için borular ziftli kağıt veya en iyisi bitüm esaslı bir madde ile izole edilmelidir.
Özetle, galvanizli çelik boruların herhangi bir dolgu malzemesi içinden geçirilmesi veya sıva altında kullanılması zorunlu ise; muhakkak su ve hava ile teması kesilmeli, bunun içinde bitüm esaslı boya ile tamamen boyanmalı ve sızdırmaz bir şekilde beton ile kapanmalıdır.

2.1.12-DOĞALGAZ BORULARI

Doğalgaz Boru Çeşitleri

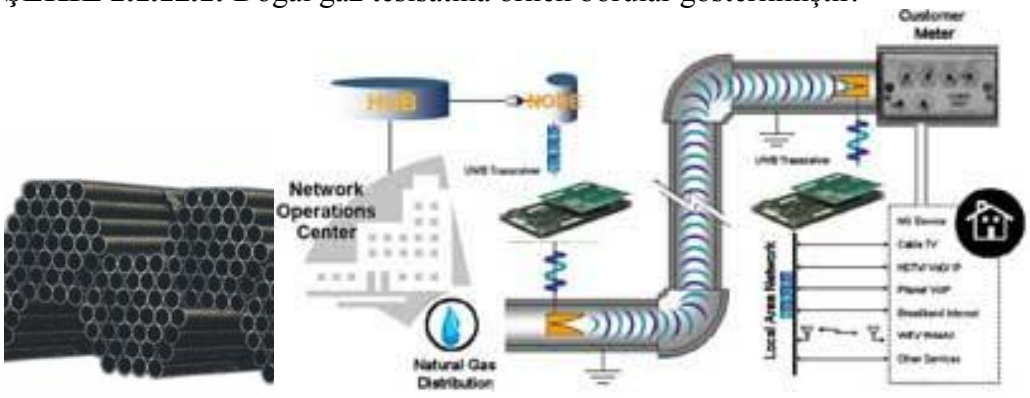
Bu borularımız doğalgaz hatlarında 4 bar basınçlı olan kısımlarında kullanılmaktadır. Hatlar, 20 bar'lık çelik boru, 4 bar'lık ara hat ve 0,4 barlık bina içi hatlarından oluşmaktadır. 20 bar'lık kısımlarda kompozit yapıdaki polietilen borular deneme maksatlı kullanılmaya başlanmıştır. Standartların oluşması ile kullanımı yaygınlaşacaktır. Bina içinde de yangından etkilenmeyecek kompozit borular üzerinde çalışmalar devam etmektedir.
Polietilenler yoğunluklarına göre Alçak Yoğunluklu, Orta Yoğunluklu ve Yüksek Yoğunluklu olmak üzere 3'e ayrılmaktadırlar. Alçaktan yükseğe doğru boru mukavemeti ve rijitliği artarken, tersinde esneklik ve darbe dayanımı artar. Doğalgaz boruları esnek ve darbe dayanımı yüksek Yoğunlukluya göre daha iyi olduğundan tercih edilmektedir.

Doğalgaz boruları PE80 sınıfındadır. Orta Yoğunlukta ulaşılabilen çevresel gerilme değeri şuan için 8.0 MPa'dır. Bu değer yükseldikçe et kalınlığı azalacak ve içeriden geçen akışkan miktarı da artacaktır. Bu borular SDR11 sınıfından olduklarından su için kullanıldıklarında PN 12,5 bar basınçta kullanılırken emniyet katsayısının 1,25 yerine 2,5 olması ile doğalgaz hattında 4 bar basınçta kullanılabilirler. Polimer zinciri hidrokarbon yapılardan etkilendiği için emniyet katsayısı yüksek seçilmiştir.

Borular kangal olarak üretilebildikleri için döşemede büyük kolaylıklar sağlarlar. Kaynak miktarı düştüğünden kısa hatlar döşenebilir ve fiting ve isçilik tasarrufu sağlarlar.

Kaynaklardan doğalgaz kaçağı ihtimalini sıfıra indirmek için sadece en emniyetli kaynak yöntemi olan elektrofüzyon kaynağı kullanılmaktadır. Fitinglerin içerisine yerleştirilen bakir telden akım geçirilir. Akım geçen tel ısınır. Açığa çıkardığı enerji ile plastiği eritir. Eriyen plastiğin hacmi artar ve boru ile temas ederek onu da eritir. Ara bölgede sıkışma ile oluşan basınç kuvveti ile moleküler kaynak gerçekleşir. Esnek yapısı ile depremlerde zarar görmez ve patlama riskini ortadan kaldırır.

ŞEKİL 2.1.12.1: Doğal gaz tesisatına örnek borular gösterilmiştir.



2.1.13-Su Boruları

Üretim Aralığı:

Dış Çap

21.3 mm - 323.9 mm

Et Kalınlığı

2 mm - 12 mm

Boy

Boru boyu standart 6 m'dir. Özel siparişlerde 5 ile 12.80 m arası boylarda teslim edilebilmektedir.

2.1.14-Üretim Standartları

Boru Üretim Standartları

TS 301/1-2-3-4, TS 1997, TS 416, DIN 2440-2441, DIN 1626, ISO 65, BS 1387, ASTM A-53, NFA 49-145, UNI 8863

Galvanizleme Standartları

TS 914, EN 10240, EN ISO 1461 (BS 729), ASTM A-53, A-90, NFA 49-700, UNI 5745

Diş Açma Standartları

TS 301, DIN 2999, BS 21, NFA 03-004, ISO 7/1, ANSI B.1.20.1

Toleranslar

Et Kalınlığı

- % 12.5

+ % 10 (Standartlara göre değişmektedir.)

Ağırlık

± % 10 (Bir boy boruda, standarda göre değişmektedir.)

± % 7.5 (10 tonluk partide, standarda göre değişmektedir.)

Boy

± 50 mm (Standarda göre değişmektedir.)

Eğrilik

Gözle görülür bir eğrilik olmamalıdır.

2.1.15-Drenaj Nedir: Drenaj, zemindeki (topraktaki) fazla suyun yüzey veya yüzey altı kanal, boru veya diğer sistemler ile iletilerek atılmasıdır.

Drenaj Borusu Nedir: Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde suları toplayıp istenilen yere nakleden daire kesitli spiral borulardır.

Akıllı Drenaj Borusu: Akıllı Drenaj Kemeri boru şekline de gelebilmektedir. Bir PVC borunun etrafına sarıldığında yatay drenajlar için mükemmeldir. Öndeki kemerden gelen suyun arkadaki borunun merkezine inmesini sağlayan özel bir birleştirici ara parça sayesinde, Akıllı Drenaj Borusu mevcut istinat duvarlarına montaj edilebilir veya eğim stabilizasyon projelerinde kullanılabilir. Bu drenaj borusu kazı işleminin çok pahalı ya da imkânsız olduğu işlerde mükemmel bir çözümdür.

Akıllı Drenaj Borusu diğer tüm dikey drenaj sistemlerinden daha uzun süre çalışacaktır. Suya sağladığı levha akış şekli ve kılcal damar etkisi sayesinde, tortuları taşımaksızın yüksek miktarlarda ve uzun süreli su tahliyesi gerçekleştirir. Su topraktan ayrılır ve orta boruya girmeden önce kontrol altına alınır. Delikli boru sistemlerinde su direk olarak boruya girer ve beraberindeki tıkanmalara ve su akışını yavaşlatan tortuları da birlikte getirir.

Akıllı drenaj kemerinin aynı zamanda demir oksit kirliliği gibi kimyasal tıkanmalara da eşsiz bir direnci vardır. Bu geleneksel drenaj sistemleri için ölüm manasına gelir ancak Akıllı Drenaj Kemeri bu şartlar altında dahi çalışır.

ŞEKİL 2.1.15.1: Akıllı drenaj borusuna örnek borular gösterilmiştir.



2.1.16-Sanayi Boruları

Üretim Aralığı:
Dış Çap: 5 mm - 76 mm
Et Kalınlığı: 0.70 mm - 3.0 mm
Boy: Boru boyu standart 6 m`dir. Özel siparişlerde 4 ile 8 m arası boylarda teslim edilebilmektedir.

Üretim Standartları:

TS 6476, DIN 2394, BS 6323 PART 5

Sanayi Boruları Çeşitleri

Tablo 2.1.1: Sanayi boru çeşitleri

EBAT	KALINLIK	AĞIRLIK
Ø 13	1.00	0.300
Ø 16	1.00	0.370
Ø 17	1.00	0.416
Ø 19	1.00	0.450
Ø 19	1.20	0.540
Ø 21	1.00	0.500
Ø 21	1.20	0.600
Ø 21	1.50	0.740
Ø 25	1.00	0.610
Ø 25	1.20	0.730
Ø 25	1.50	0.890
Ø 25	2.00	1.160
Ø 32	1.00	0.765
Ø 32	1.20	0.920
Ø 32	1.50	1.140
Ø 32	2.00	1.500
Ø 38	1.00	0.920
Ø 38	1.20	1.100
Ø 38	1.50	1.370
Ø 38	2.00	1.810
Ø 42	1.20	1.190
Ø 42	1.50	1.370
Ø 42	2.00	1.970
Ø 45	1.20	1.290
Ø 45	1.50	1.600
Ø 45	2.00	2.120
Ø 48	1.50	1.730
Ø 48	2.00	2.290
Ø 51	1.20	1.475
Ø 51	1.50	1.840
Ø 51	2.00	2.420
Ø 60	1.20	1.740
Ø 60	1.50	2.170
Ø 63	1.50	2.280
Ø 63	2.00	3.020
Ø 76	3.00	5.450

Boruları.net

2.1.17-Temiz Su Boruları

Galvanizli-Dişli, Manşonlu Su Boruları
Galvanizli-Dişsiz, Manşonsuz Su Boruları
Galvanizli Su Boruları >>
Siyah-Dişli, Manşonlu Su Boruları
Siyah-Dişsiz, Manşonsuz (Düz Uçlu veya Kaynak Ağızlı) Su Borusu

Üretim Aralığı
Dış Çap: 21.3 mm - 323.9 mm . Et Kalınlığı: 2.65 mm - 6.3 mm . Boy: 6 m

Boru Üretim: TS 301/ 1-2-3-4-5, TS 416, ISO 65,
DIN 1626, DIN 2440, DIN 2441, DIN 2458, BS 1387

Galvanizleme: TS 914, DIN 2444, BS 1387

Diş Açma: TS 5466, DIN 2999, BS 1387
İçme ve kullanma suyu, sıcak su, kalorifer, klima, yangın söndürme ve hava tesisatlarında kullanılan boruların tümü, Eddy Current (girdap akımları) testi ve 50 bar hidrostatik sızdırmazlık testi ile tahribatsız muayenelerden geçirilir.
Toleranslar
Et Kalınlığı: -%12.5, + % 10 (TS 301 / 1-3-4-5 için)
- % 8, + % 10 (TS 301 / 2 için)
Eğrilik: Gözle fark edilir bir eğrilik olmamalıdır.
Ağırlık: + - % 10, (TS 301 / 1-3-4-5 için)

2.1.18-PİS SU BORUSU

PİS SU BORUSU NEDİR: Binalardan çıkan katı ve sıvı halde ki atık maddeleri binadan uzaklaştırılmak amacıyla yapılmış borulara ve bu boruları içeren tesisata verilen ad

2.1.19-Genel boru çeşitleri : Duktil Boru , Plastik Boru , Spiral Boru , Paslanmaz Boru , Dikişsiz Boru , Pvc Boru , Polietilen Boru , Pe Boru , Kılıflı Boru , Kazan Boruları, Su Boruları, Doğalgaz Boruları, Petrol Boruları, Sanayi Boruları (Kare ve Dikdörtgen Profiller , PE Kaplı Borular), Tesisat Boruları (PPRC Tesisat Boruları , Yerden Isıtma Boruları , SRM Boruları , Borusan Pro Çelik , Yapı Profilleri , Özel Borular / Primus), Drenaj Boruları, Temiz Su Boruları, Pis Su Boruları, Siyah Boru (Bpe) (Yüzeyine kaplama yapılmamış (galvaniz, PE vb.) boru.)

Tablo 2.1.2: Yüzeyi kaplanmış boru tablosu

DIN 2440						
Anma Çapı		Whitworth Boru Dişi	Boru			
			Dış Çap d1 mm	Et Kalınlığı S mm	Ağırlık Düz Uçlu kg/m	Ağırlık Dişli Manşonlu kg/m
mm	inç					
15	1/2	R 1/2	21.3	2.65	1.22	1.23
20	3/4	R 3/4	26.9	2.65	1.58	1.59
25	1	R 1	33.7	3.25	2.44	2.46
32	1 1/4	R 1 1/4	42.4	3.25	3.14	3.17
40	1 1/2	R 1 1/2	48.3	3.25	3.61	3.65
50	2	R 2	60.3	3.65	5.10	5.17
65	2 1/2	R 2 1/2	76.1	3.65	6.51	6.63
80	3	R 3	88.9	4.05	8.47	8.64
100	4	R 4	114.3	4.50	12.1	12.4
125	5	R 5	139.7	4.85	16.2	16.7
150	6	R 6	165.1	4.85	19.2	19.8

KAYNAK: http://www.celikboru.net/

Dikişli Boru

Dikişli Çelik Çekme Boru - Soğuk Çekme Borular

TS 416, DIN 1626, DIN 2458 standartlarında dikişli borular

Dikişli Çelik Boru Özellikleri

1-Kıvırma, makinatolama vb gibi işlemlere uygun,
180 C sıcaklığa ve 25 kgf/cm2 iç basınca kadar dayanıklı borudur.

2-Kıvırma, makinatolama vb gibi işlemlere uygun,
300C sıcaklığa ve 64 kgf/cm2 iç basınca kadar dayanıklı borudur.

(1) Değerler 120 C'a kadar sıcaklık için geçerlidir.
(2) 120 C'den çok 180 C'a kadar sıcaklıklar için geçerlidir.
(3) Elektrikli ocaklarda üretilen çeliklerde 0.012 olabilir.

Toleranslar

Et Kalınlığı (s): 3 mm > s için +0.30 mm, -0.25 mm
s > 3 mm için +0.45 mm, -0.30 mm

Sanayi boruları, standartlara veya müşteri isteklerine göre değişik kalitede, 1.00 mm - 2.00 mm et kalınlığı aralığında soğuk çekilmiş rulo saclardan, 1.50 mm - 5.40 mm et kalınlığı aralığında sıcak çekilmiş rulo saclardan üretilmektedir.
----------http://www.kar-cel.com.tr/

Su ve Gaz Boruları- Teknik Değerler

Tablo 2.1.3 : Su ve gaz boruları tablosu

İnç	Anma Çapı	Dış Çap	Kalınlık	Galvanizli Dişli Maşonlu	Siyah Düz Uçlu
		mm	mm	kg / mt	kg / mt
1/2"	15	21,3	2,65	1,29	1,22
3/4"	20	26,9	2,65	1,66	1,58
1"	25	33,7	3,25	2,57	2,44
1 1/4"	32	42,4	3,25	3,31	3,14
1 1/2"	40	48,3	3,25	3,81	3,61
2"	50	60,3	3,65	5,40	5,10
2 1/2"	65	76,1	3,65	6,93	6,51
3"	80	88,9	4,05	9,03	12,10
4"	10	114,3	4,50	13,00	16,20
5"	125	139,7	4,85	17,50	19,20
6"	150	165,1	4,85	20,70	20,70
8"		219,1	4,00		21,20
8"		219,1	4,50		23,80
8"		219,1	5,00		26,40
10"		273,0	5,00		33,00
10"		273,0	5,60		38,90
12"		323,9	5,00		39,30
12"		323,9	5,60		44,00

Yuvarlak Sanayi Boruları- Teknik Değerler

Tablo 2.1.4: Yuvarlak sanayi boruları tablosu

Ebat	**Et Kalınlığı kg/mt**										
	0,8mm	0,9mm	1,00mm	1,2mm	1,5mm	2,00mm	2,5mm	3,00mm	3,5mm	4,00mm	5,00mm
6	0,102		0.123								
8	0,142		0,173								
9	0,162		0,197								
10	0,181		0,222								
13	0,240	0,266	0,296	0,349							
16	0,299	0,335	0,370	0,438	0,536	0,691					
17	0,320	0,650	0,394	0,468	0,573	0,740					
19	0,359	0,409	0,444	0,527	0,647	0,838					
21	0,398	0,446	0,493	0,586	0,721	0,937					
22	0,418	0,468	0,513	0,616	0,758	0,986					
25	0,447	0,535	0,592	0,704	0,869	1,134					
28	0,546	0,601	0,666	0,793	0,980	1,282					
28,6	0,548	0,614	0,680	0,810	1,002	1,311					
32	0,615	0,690	0,765	0,911	1,128	1,478	1,818	2,144			
35	0,674	0,756	0,838	1,000	1,238	1,626	2,002	2,266			
38	0,734	0,823	0,912	1,088	1,350	1,774	2,188	2,588			
40	0,773	0,867	0,962	1,147	1,423	1,873	2,311	2,736			
42	0,812	0,912	1,028	1,207	1,498	1,972	2,435	2,885	3,321	3,747	
45		0,978	1,085	1,296	1,608	2,120	2,619	3,106	3,580	4,042	
48		1,044	1,158	1,408	1,719	2,268	2,805	3,329	3,839	4,338	5,300
51		1,111	1,232	1,473	1,830	2,416	2,988	3,550	4,098	4,634	5,669
57				1,650	2,052	2,712	3,350	3,993	4,616	5,227	6,409
60				1,739	2,163	2,859	3,543	4,215	4,874	5,521	6,788
63,5				1,858	2,274	3,007	3,728	4,437	5,133	5,817	7,148
76				2,212	2,755	3,649	4,531	5,400	6,257	7,102	8,750
83					3,013	3,993	4,961	5,916	6,859	7,789	9,613
89					3,235	4,290	5,332	6,362	7,379	8,384	10,353
96					3,494	4,634	5,762	6,877	7,980	9,070	11,215
102						4,932	6,134	7,324	8,501	9,666	11,955
108						5,226	6,501	7,764	9,015	10,254	12,694
114						5,521	6,871	8,208	9,533	10,846	13,434

Doğalgaz Boruları

Teknik Değerler

Tablo 2.1.5: Doğal gaz boruları tablosu

İnç	Çap	Et Kalınlığı (mm)	kg / mt.	Test Basıncı kg / cm²	Kalite
2 / 3"	21,30	2,80	1,280	48	GR - A
3 / 4"	26,70	2,90	1,700	48	GR - A
1"	33,40	3,40	2,540	48	GR - A
11 / 4"	42,20	3,60	3,420	83	GR - A
11 / 2"	48,30	3,70	4,060	84	GR - A
2"	60,30	3,90	5,420	161	GR - X 42
21 / 2"	73,00	5,20	8,680	172	GR - X 42
3"	88,90	5,50	11,360	154	GR - X 42
4"	114,30	6,00	12,100	152	GR - X 42
5"	141,30	6,60	21,860	135	GR - X 42
6"	168,30	7,10	28,210	123	GR - X 42

http://www.kar-cel.com.tr/

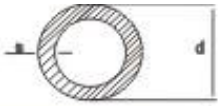
ALÜMİNYUM BORULAR

Tablo 2.1.6: Alüminyum boruları tablosu

BORULAR

DIŞ ÇAP (D) mm	ET KLN (E) mm	AĞIRLIK Kg/m
6,5	1	0,047
7	1	0,055
7,5	1	0,055
8	1	0,060
8,8	1	0,074
9	1	0,070
9	1,5	0,094
9	2	0,120
10	0,9	0,070
10	1	0,080
10	1,5	0,110
10	2	0,135
12	1	0,100
12	1,15	0,106
12	1,5	0,135
12	2	0,170
12,2	1	0,095
12,25	1	0,097
13	1	0,105
13	1,5	0,145
13	2	0,190
13	2,5	0,221
14	1	0,111
14	2	0,205
15	1	0,120
15	1,5	0,175
15	2	0,220
15,85	5,5	0,484
16	1	0,127
16	1,5	0,185
16	2	0,245
16	5	0,470
17	1	0,135
17	1,5	0,200
17	2	0,255
18	1	0,145
18	1,5	0,210
18	1,6	0,225
18	2	0,270
18	5	0,555
18,7	1,25	0,185
19	1	0,160
19	1,25	0,190
19	2	0,295
19,2	1	0,155
19,2	1,4	0,222
19,5	1	0,160
20	1	0,165
20	1,5	0,235
20	2	0,305
20	3	0,434
20,5	2,5	0,400
21	1	0,170
21	2	0,321
22	1	0,180
22	1,5	0,260
22	2	0,340
22	2,5	0,420
22	7	0,894
23	1,5	0,275
24	1	0,195
24	1,5	0,290
24	2	0,375
24	2,5	0,470

Özgül ağırlığı 2,7



BORULAR

DIŞ ÇAP (D) mm	ET KLN (E) mm	AĞIRLIK Kg/m
24	6	0,980
24	8,75	1,140
25	1	0,210
25	1,25	0,250
25	1,5	0,310
25	2	0,400
25	2,5	0,490
26	1,5	0,312
27	1	0,220
27	1,5	0,325
27	2	0,425
28	1	0,230
28	1,5	0,340
28	2	0,440
29,5	2,25	0,525
30	1	0,250
30	1,5	0,365
30	2	0,480
30	2,5	0,585
30	5	1,070
32	1	0,265
32	1,5	0,390
32	2	0,510
33	1	0,275
33	3	0,764
33	4	1,000
34	1	0,280
34	1,5	0,415
34	2	0,545
34	2,5	0,670
35	1	0,290
35	1,5	0,430
35	2	0,560
35	2,5	0,691
35	5	1,330
37	1	0,305
37	1,5	0,455
37	2	0,595
38	1	0,315
38	1,5	0,465
38	2	0,610
39	12	2,758
40	1	0,330
40	1,5	0,505
40	2	0,645
40	2,5	0,820
40	3	0,950
40	5	1,500
40,5	1,5	0,500
42	1	0,350
42	1,5	0,515
42	2	0,680
43	1	0,360
43	1,5	0,530
43	2	0,700
45	1	0,375
45	1,5	0,555
45	2	0,730
45	2,5	0,900
46	1	0,385
46	1,5	0,570
46	2	0,750
48	1	0,400
48	1,5	0,595

BORULAR

DIŞ ÇAP (D) mm	ET KLN (E) mm	AĞIRLIK Kg/m
48	2	0,785
50	1,5	0,615
50	2	0,820
50	2,5	1,000
50	3	1,195
50	4	1,565
50	5	1,920
51	2	0,835
51	3	1,225
51	4	1,600
52	1,3	0,565
53	2	0,870
53	3	1,275
53	4	1,670
55	2	0,910
55	2,5	1,120
55	3	1,300
55	4	1,735
56	2	0,920
56	3	1,355
56	4	1,770
58	2	0,955
58	3	1,405
58	4	1,840
60	1,5	0,750
60	2	1,000
60	2,5	1,224
60	3	1,455
60	4	1,910
60	5	2,340
60	20	6,815
65	2	1,080
70	2	1,185
70	7,5	4,000
72,5	3,1	1,920
75	2,5	1,543
75	4	2,420
75	5	2,980
80	2	1,320
80	22,5	11,000
82	6	3,890
90	2	1,500
90	5	3,600
90	7,5	5,275
90	11,13	7,500
91	14,8	9,580
95	7,5	5,600
100	2,5	2,075
100	3	2,500
100	5	4,040
100	33,5	19,000
107	3,5	3,090
107	2	1,790
110	5	4,475
110	22,5	16,780
115	3	2,865
115	10	8,950
120	2	2,009
120	7,5	7,200
120	5	4,900
125	1,3	1,364
125	2	2,095
133	4	4,393
150	15	17,250

http://www.aluminyummarket.com.tr/Default-11.aspx.htm

BAKIR BORULAR

Bakır boru nerede kullanılır?

Borular genellikle; Şofbenlerde, kombilerde, sıhhi tesisatta, ısı tesisatında, sanayi ve ev tipi klimalarda, güneş enerji sistemlerinde, oto gaz LPG dönüşüm sistemlerinde, hava ve yağ tesisatlarında, medikal tesisatlarda, eşanjörlerde ve doğalgaz tesisatları gibi yerlerde geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır.

Bakır Boru Çeşitleri Nelerdir?

LWC (Level Wound Coil) borular, Pancake Coil borular, Düz borular.

Bakır Boru Ebat ve Ölçüleri ;

LWC (Level Wound Coil) borular: Tavlı 120 ile 130 kg kangallar halinde
Pancake Coil borular : Tavlı 20 ile 100 metre kangallar halinde
Düz borular : Tavlı veya sert 2-6 metre düz boylar halinde
Düz boru boyları 2 - 5 m arası veya istenilen ölçülerde, TS ve DIN normlarında göre sert ve yumuşak olarak imal edilir.

Bakır Boru Standartları:

DIN EN 1057, DIN EN 13348, DIN EN 13600, ASTM B280, ASTM B68, ASTM B75, TS 380

,

Tablo 2.1.7 : KANGAL BAKIR BORU

LWC, Pancake ACR Coils:

Dış Çap (mm)	Dış Çap (inch)	Kalınlık (mm)	Ağırlık (Kg/m)
4,76	3/16	0,40 0,50 0,68 0,78 1,00	0,048 0,058 0,076 0,085 0,102
6,35	1/4	0,40 0,50 0,68 0,78 1,00	0,067 0,081 0,108 0,122 0,149
7,93	5/16	0,40 0,50 0,68 0,78 1,00	0,084 0,103 0,138 0,156 0,193
9,52	3/8	0,40 0,50 0,68 0,78 1,00	0,102 0,126 0,168 0,191 0,238
12,70	1/2	0,40 0,50 0,68 0,78 1,00	0,138 0,170 0,228 0,260 0,326
15,87	5/8	0,40 0,50 0,68 0,78 1,00	0,173 0,214 0,289 0,329 0,415
19,05	3/4	0,40 0,50 0,68 0,78 1,00	0,208 0,259 0,349 0,398 0,504

http://www.bakirboru.com/

DÜZ BAKIR BORU:

Tablo 2.1.8 : Düz bakır boru tablosu:Piyasada bulunan muhtelif bakır ölçüleri

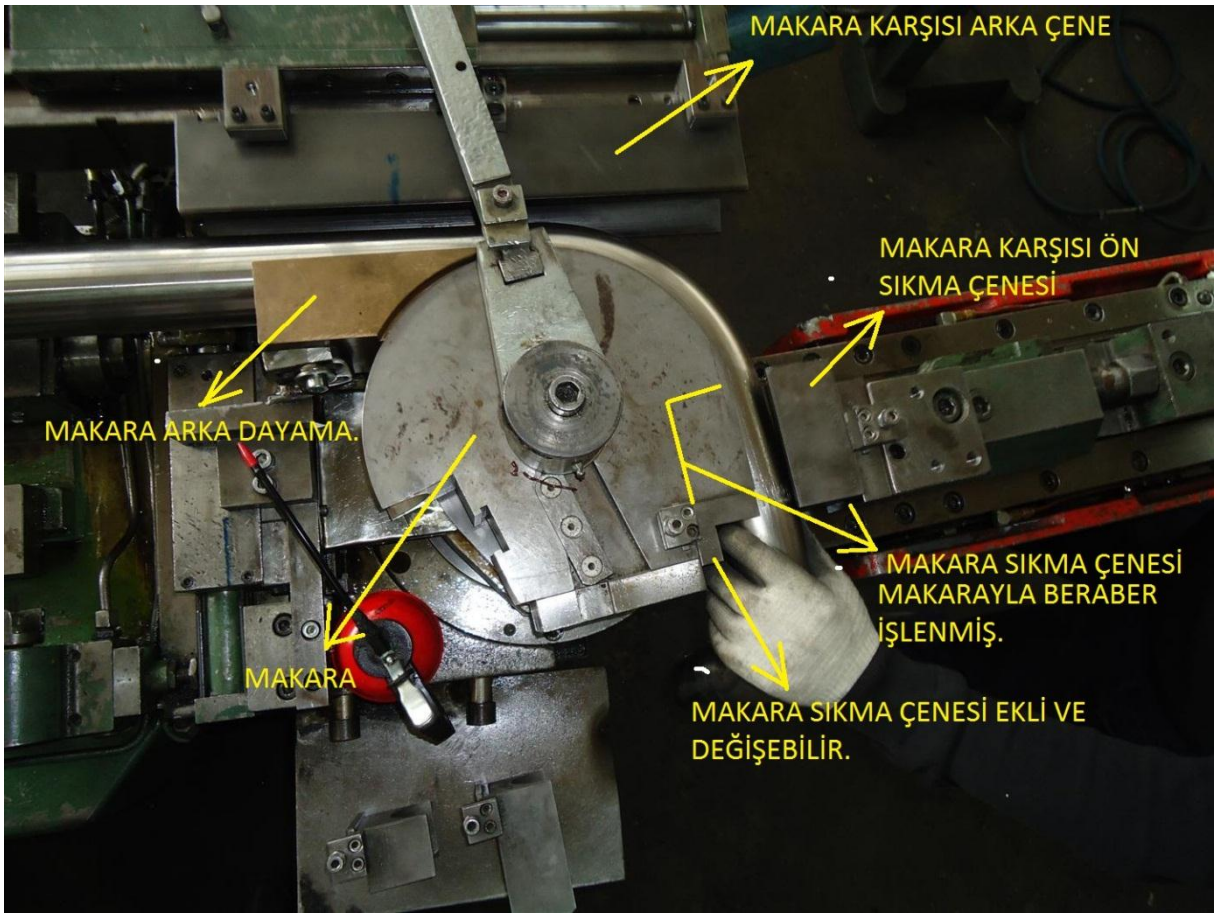
Çap & Kalınlık (mm) (M/Kg)		Çap & Kalınlık (mm) (M/Kg)		Çap & Kalınlık (mm) (M/Kg)	
6x1,0	0,140	20x1,0	0,531	45x1,0	1,228
1,5	0,190	1,5	0,781	1,5	1,822
2,0	0,223	2,0	1,005	2,0	2,402
		2,5	1,230	2,5	2,967
		3,0	1,424	3,0	3,519
8x1,0	0,195	22x0,8	0,531	50x1,0	1,369
1,5	0,272	1,0	0,781	1,5	2,032
2,0	0,335	1,5	1,005	2,0	2,681
2,5	0,384	2,0	1,230	2,5	3,317
		2,5	1,424	3,0	3,939
		3,0			
10x1,0	0,253	24x1,0	0,642	55x1,0	1,509
1,5	0,359	1,5	0,943	1,5	2,241
2,0	0,450	2,0	1,229	2,0	2,960
		2,5	1,501	2,5	3,665
		3,0	1,760	3,0	4,357
12x1,0	0,309	25x1,0	0,670	60x1,0	1,647
1,5	0,443	1,5	0,984	1,5	2,450
2,0	0,563	2,0	1,285	2,0	3,239
2,5	0,668	2,5	1,571	2,5	4,015
3,0	0,760	3,0	1,843	3,0	4,776
14x1,0	0,363	26x1,0	0,755	65x1,0	1,788
1,5	0,524	1,5	1,111	1,5	2,660
2,0	0,670	2,0	1,453	2,0	3,519
2,5	0,804	2,5	1,782	2,5	4,364
3,0	0,921	3,0	2,096	3,0	5,195
15x0,8	0,317	28x1,0	0,698	70x1,0	1,926
1,0	0,391	1,5	1,026	1,5	2,870
1,5	0,565	2,0	1,340	2,0	3,798
2,0	0,726	2,5	1,641	2,5	4,716
2,5	0,873	3,0	1,927	3,0	5,617
3,0	1,004				
16x1,0	0,419	30x1,0	0,809	80x1,0	2,206
1,5	0,607	1,5	1,192	1,5	3,288
2,0	0,782	2,0	1,564	2,0	4,357
2,5	0,942	2,5	1,920	2,5	5,411
3,0	1,089	3,0	2,262	3,0	6,451

18x0,8 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0	0,384 0,475 0,692 0,892 1,081 1,257	35x1,0 1,5 2,0 2,5 3,0	0,950 1,403 1,843 2,268 2,683	90x1,5 2,0 2,5 3,0	3,707 4,915 6,113 7,290
19x1,0 1,5 2,0 2,5 3,0	0,502 0,732 0,949 1,152 1,350	40x1,0 1,5 2,0 2,5 3,0	1,089 1,613 2,122 2,618 3,100	100x1,5 2,0 2,5 3,0	4,126 5,473 6,807 8,127

2.2Büküm yapma yöntemi

Bütün boru bükme yöntemleri arasında en çok kullanılan borunun dönen bir kalıp etrafına sardırıldığı yöntemdir. Buna makara grubu veya takımı diyebiliriz.

ŞEKİL 2.2.1: Makara grubu



Şekil 2.2.1 de makara grubunun ilgili parçalar gözükmektedir.

Boru bükümü ve karşılaşılan problemler için öncelikle büküm yöntemlerini kısaca sıralayalım.

1- Boruyu el ve aparatla büküm işlemi
   A)İçi boş boruyu bükme
   B)İçi dolu boruyu bükme
2- Tesisatçı aparatı ile boru bükme işlemi
3- Manuel makinelerde(Otomatik olmayan) boru bükme işlemi
4- NC makinelerde boru bükme işlemi
5- CNC makinelerde boru bükme işlemi
6- CNC -Roling sistemli makinelerde boru bükme işlemi
7- CNC -Roling sistemli ve katlı makaralı makinelerde boru bükme işlemi
8- Yay verme makinelerinde boru bükme işlemi
9- Kalıpla boru bükme işlemi
10- Üstün teknolojik makinalarda boru bükme işlemi(Lazerle büküm)
11- Bükülmüş borulara örnekler.

Not: Boru şekillendirme işlemleri ezme , genişletme ve radüs harici şekillendirmeler ele alınmamıştır.

2.2.1-Boruyu el ve aparatla bükme işlemi:

2.2.1.1- İçi boş boruları elde bükme yöntemleri

Fazla hassasiyet gerektirmeyen ve yumuşak gereçlerden yapılmış (alüminyum, bakır ve pirinç) ince cidarlı borular soğuk ve sıcak olarak elde bükülebilir. Bükülmek istenen parçaların şekline uygun kalıplar hazırlanır. Daha sonra kalıp mengeneye bağlanarak, bükme işlemi esnasında, boru çeperlerinin bükülen kısmı çeşitli yerlerinden tavlanarak veya tavlanmadan bükülebilir.

ŞEKİL2.2.1.1.1
Aparatla bükülen içi boş boru bükümü



ŞEKİL 2.2.1.1.2 İçi boş bükülen borudaki dolu boru arasındaki farkın görünüşüdür.



Şekil 2.2.1.1.1ve şekil 2.2.1.1.2 de farkı şekil 2.2.2.8 de içi boş ve içi dolu boru büküm problemini daha rahat görebiliriz.

2.2.1.2- İçi doldurulan boruların elde bükme yöntemleri

Bükülecek boruların biçimlerinin bozulmaması için borunun içine soğuk ve sıcak bükümlerde, kum, bilyeler zinciri ve helisel bir yayla doldurulur. Soğuk bükümlerde ise; reçine, mastik ve kurşunla doldurulur veya bir malafadan yararlanılır. Doldurulan boruların bükülmesi; elle, bir tutma parçasıyla veya bir iş kalıbı yardımıyla yapılır. Aşağıda içi kumla doldurulup bükme işlemi gösterilmiştir.

ŞEKİL2.2.1.2.1:Kum doldurma düzeneği **ŞEKİL 2.2.1.2.2:**Kum doldurulur




ŞEKİL2.2.1.2.1de kum doldurma düzeneği ve tek tarafı kapatılmış boru durumu gözükmektedir. ŞEKİL2. 2.1.2.2 huni vasıtasıyla kum doldurulurken gözükmektedir.

ŞEKİL2.2.1.2.3:Bükme aparatındaki durum. **ŞEKİL 2.2.1.2.4**:Bükme işlemi 1




ŞEKİL2.2.1.2..3 te bükme aparatındaki durum gözükmektedir. ŞEKİL 2.2.1.2.4 de manivela kolu ile 1.büküm işlemine başlanır.

ŞEKİL2.2.1.2.5:Bükme işlemi 2



ŞEKİL2.2.1.2.6:Bükme işlemi 3.



ŞEKİL2.2.1.2.5:Bükme işlemi 2 de istediğimiz açıya veya dayamaya kadar tamamlanır. ŞEKİL2.2.1.2.6:Bükme işlemi 3 de bükme kolu çıkartılır.

ŞEKİL 2.2.1.7: Aparatta bükülen borular



ŞEKİL 2.2.1.8:Doğru ve hatalı büküm



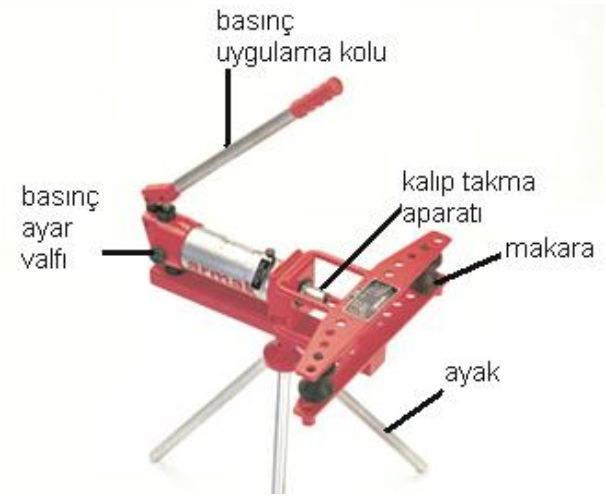
ŞEKİL 2.2.1.2.7 ve ŞEKİL 2.2.1.2.8 Aparatta bükülen içi boş ve içi kumla dolu olarak bükülmüş borudaki fark gözükmektedir.

Boru bükümde içi boş boru bükme ile dolu bükme arasındaki farkı bu resimlerden de anlayabiliriz. Boru et kalınlığı ve malzeme cinside borunun dolu ve boş bükülmesinde önemli etkendir. Boru bükme aparatları yaparken esnemeleri-yaylanmaları ve diğer faktörleri de göz önünde tutmalı.

2.2.2-Tesisatçı aparatı ile boru bükme işlemi

2.2.2.1 Hidrolik boru bükme makinesi

ŞEKİL 2.2.2.1: Hidrolik boru bükme makinesi



ŞEKİL2. 2.2.2:Hidrolik bükme kalıpları



Hidrolik boru bükme makinesi (Şekil 2.2.2.1), sıhhi tesisat işleri için gerekli olan boru bükme işlerine çok uygun olmaktadır. Özellikle hidrolik düzeneğinin insan gücüyle çalışması şantiye işlerine uygun olmaktadır. Aparat üzerinde çoğu kez parmak cinsinden boru çaplarına uygun dişi ve erkek kalıpları vardır. Bunlar aracılığıyla borular belli büküm yarıçaplarında 90º ye kadar bükülebilir. Kullanılan kalıplar Şekil 2.2.2.2 de verilmiştir.

ŞEKİL2.2.2.3: Parçanın mak. konması



ŞEKİL 2.2.2.4: Parçayı makinede bükme



ŞEKİL 2.2.2.5 te: Parçanın makineden çıkartılması



ŞEKİL 2.2.2.6: Hidrolik boru bükme makinesi



Paçanın makineye bağlanması Şekil 2.2.2.3 gösterilmiştir. Şekil 2.2.2.4 te makinada bükme işlemi hidrolik pistonun kolu ile gerçekleştirilmesi gösterilmiştir. Parçanın makinadan çıkartılması Şekil 2.2.2.5 te verilmiştir.

Şekil 2.2.2.7 Mekanik boru bükme makinesi (aparatı)





Yukarıdaki bükme aparatı piyasada basit bükümler için oldukça uygun ve kullanışlıdır. Büküm yapılmadan önce fazla pay bırakılır ve bükümden sonra istenen ölçüye göre kesim yapılır. Eğer dayama yapılıp deneme yanılma yöntemiyle yapılarak istenen ölçüler çıkarılmaya çalışılır. Bu bükümlerde malafa olmadığı için pot oluşması veya bozuk büküm olağandır. Bunun için içine kum v.b. malzeme ile büküm daha iyi sonuç verir. Özellikle ince borularda kum v.b. malzeme doldurmak potu azaltır.

2.2.3-Manuel dayamalı makinelerde (Otomatik olmayan) boru bükme işlemi:

ŞEKİL 2.2.3.1: Basit boru bükme makinası



Şekil 2.2.3.1 basit bir boru bükme makinası görünmektedir. Boru bükümde büküm başlangıç mesafesi dayamalarla yapılır. Her bükümden sonra diğer bükümde tekrar diğer dayamaya dayanarak büküm işlemi gerçekleştirilir. Büküm açıları siviçlerle ayarlanır. Bu ayarlardan çıkan parçalar ölçülerek sapmalara göre siviçler ve dayamalar ayarlanır. Bu makinalar NC ve CNC olmayan makinalardır.

ŞEKİL 2.2.3.2: Operasyon 1



ŞEKİL 2.2.3.3: Operasyon 2



Şekil 2.2.3.2 de malafaya boru takılmış vaziyette gözükmektedir. Şekil 2.2.3.3 te malafa ve dayamaya dayanmış boru sıkma çeneleri kapatılıp, bükme işlemi için start verilecektir.

ŞEKİL 2.2.3.4: Operasyon 3



ŞEKİL 2.2.3.5: Operasyon 4



Şekil 2.2.3.4 te start verilmiş büküm aşaması gözükmektedir. Şekil 2.2.3.5 te bükme işlemi sviç'e dayanmış ve büküm işlemi tamamlanmış durumu gözükmektedir.

ŞEKİL 2.2.3.6: Basit makinada bükülmüş boru



Şekil 2.2.3.6 da basit bir boru büküm makinasında bükülmüş boru gözükmektedir. Malafa sistemi genelde normal teklidir. İkinci ve diğer bükümler yapılacaksa dayamalar ayarlanır. Sapmalar varsa buna göre dayamaların yerleri değiştirilir. Bunun için boru kontrol aparatının olmasında yarar vardır.

2.2.4- NC makinelerde boru bükme işlemi

ŞEKİL 2.2.4.1: NC bir boru bükme makinası



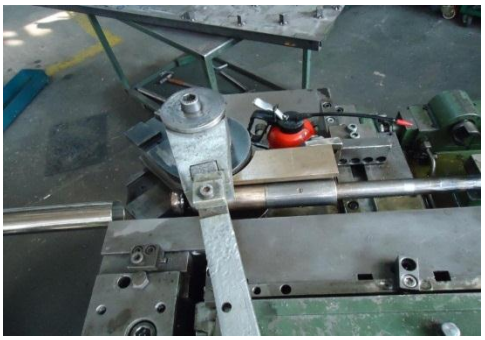
Yukarıda şekil 2.2.4.1 de NC bir boru bükme makinası gözükmektedir. Basit makinalardan üstünlüğü bükme değerleri girilir. Bir kaç büküm programlanabilir. Aşağıdaki şekil 2.2.4.2 te de NC değerlerinin girildiği ekran gözükmektedir.

ŞEKİL 2.2.4.2: NC paneli gözükmektedir



Yanda NC bir boru makinasının ön paneli gözükmektedir. Buraya büküm açısı girilir. Buna göre büküm yapılır. NC de açı harici ayarlarda girilebilen değerler vardır.

5- CNC makinelerde boru bükme işlemi
Şekil 2.2.5.1 : CNC operasyon1



CNC makinaya boru takılırken ilk operasyon gözükmektedir. Malafa tek oynar başlı

ŞEKİL 2.2.5.2 : CNC operasyon 2



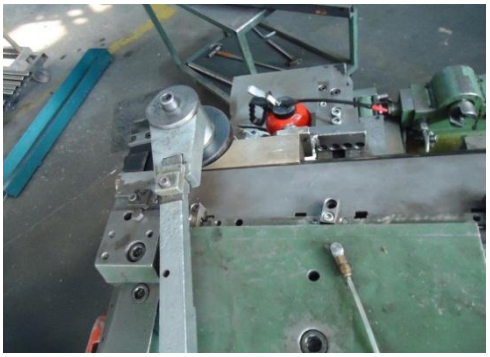
CNC makinaya boru takılmış durumda gözükmektedir. Pens boruyu sıkarak boruyu ilk konumuna program vasıtasıyla çekmektedir.

ŞEKİL 2.2.5.3: CNC operasyon 3



Boru büküm yapılmadan önceki pozisyonundadır.

ŞEKİL 2.2.5.4:CNC operasyon 4



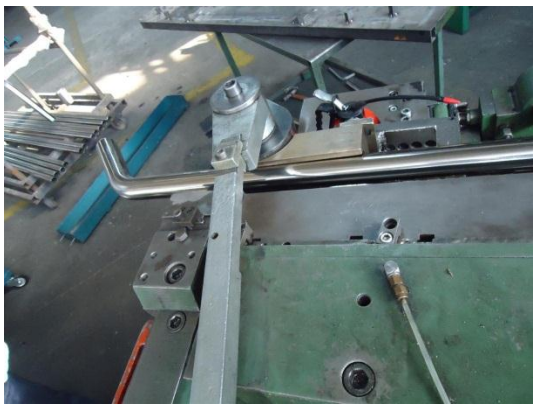
Boru büküm öncesi pozisyonu aldıktan sonra, çeneler boruyu kavrayıp, büküm işlemine hazırlar.

ŞEKİL 2.2.5.5: CNC Operasyon 5



Çeneler sıkma işlemi yaptıktan sonra büküm işlemi istenen açıda bükülerek yapılır. Büküm sırasında gövdeden ayrılan tertibat gözükmektedir.

ŞEKİL2.2.5.6: CNC Operasyon 6



Makinada ilk büküm tamamlanmış durumu gözükmektedir. Sıkma çeneleri ayrılmış ve boru 2. büküm için mesafe ayarı yapmaktadır.

ŞEKİL 2.2.5.7: CNC Operasyon 7



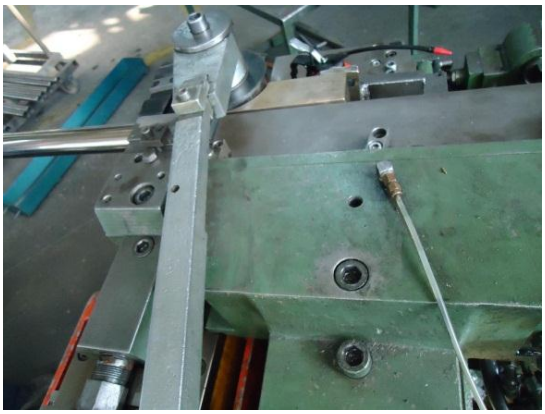
2.Büküm için çeneler tekrar boruyu sıkıştırır ve bükme işlemini istenen açıda gerçekleştirir.

ŞEKİL 2.2.5.8: CNC Operasyon 8



Makinada ikinci büküm tamamlanmış durumu gözükmektedir. Sıkma çeneleri ayrılmış ve boru 3. büküm için mesafe ayarı yapmaktadır.

ŞEKİL 2.2.5.9: CNC Operasyon 9



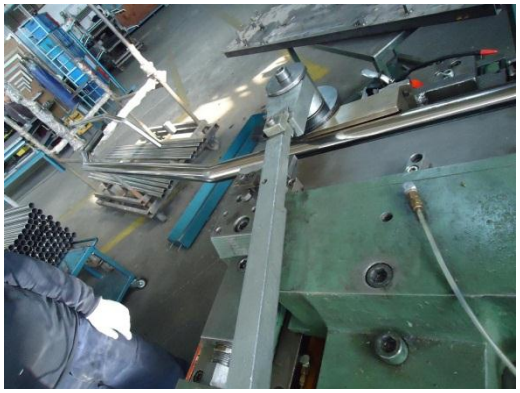
3.Büküm için çeneler tekrar boruyu sıkıştırır ve bükme işlemini istenen açıda gerçekleştirir.

ŞEKİL 2.2.5.10:



3.Bükümüm yapılmış hali

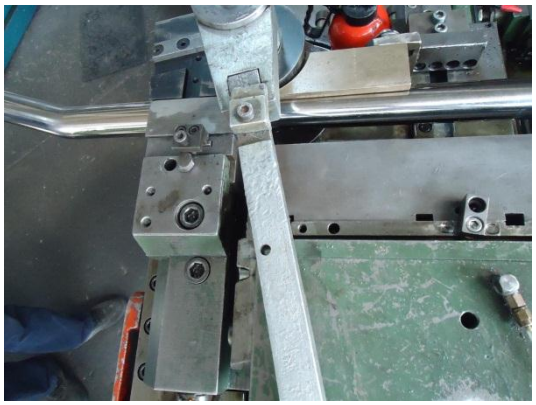
ŞEKİL 2.2.5.11:



Makinada üçüncü büküm tamamlanmış durumu gözükmektedir.

Sıkma çeneleri ayrılmış ve boru 4. büküm için mesafe ayarı yapmaktadır.

ŞEKİL 2.2.5.12:



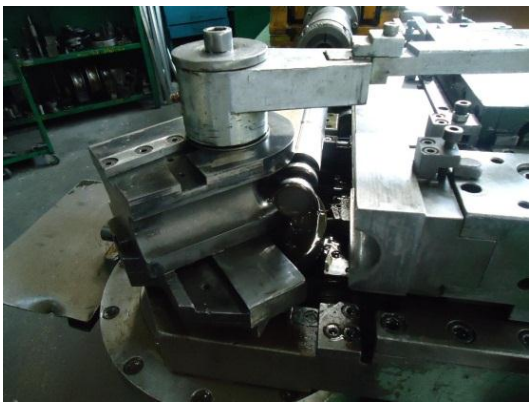
4. büküm için çeneler kapanmış hali gözükmektedir.

ŞEKİL 2.2.5.13:

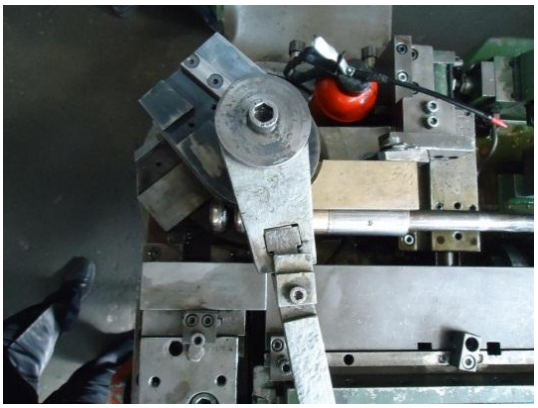


Makinada dördüncü büküm tamamlanmış durumu gözükmektedir. Sıkma çeneleri ayrılmış ve son büküm olduğu için pens açılmıştır.

ŞEKİL2.2.5.14: Yan görünüş CNC



ŞEKİL2.2.5.15: Üst görünüş CNC



Şekil 2.2.5.14 ve şekil 2.2.5.15 te boruyu büken mekanizma gözükmektedir

ŞEKİL 2.2.5.16: Kontrol aparatı



ŞEKİL 2.2.5.17: Kontrol aparatı yandan



Şekil 2.2.5.16 ve şekil 2.2.5.17 de bükülen borunun kontrol aparatı gözükmektedir.

ŞEKİL 2.2.5.18: Transport araçlarına konmuş hali



Şekil 2.2.5.18 de bükülüp kontrol edilen parçaların transport araçlarına konmuş hali gözükmektedir. Bu parçaların transport sırasında darbe ve çizilmelere karşı korunması önemlidir. Bükülen borular tamamlananınca bir sonraki işlem istasyona teslim edilir. Örnek :kesme delme ,diş açma ,çapak alma ,ezme ,yağ alma ,punta-kaynak , doğrultma ,polisaj (parlatma) veya boya gibi yüzey işlemlerine teslim edilir.

ŞEKİL 2.2.5.19: CNC makine BLM

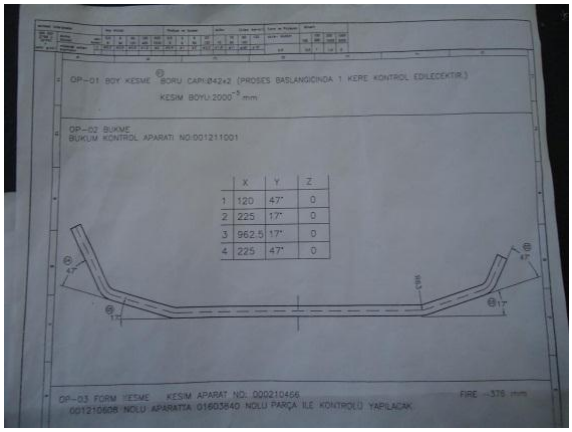


Yandaki şekilde yukardaki işlemleri yapan İtalyan yapımı CNC makine gözükmektedir.

ŞEKİL 2.2.5.20: Ekranda büküm için girilmiş program.



ŞEKİL 2.2.5.21: CNC program program tabloda



Şekil 2.2.5.21 de görülen CNC programı

TABLO:2.2.5.1

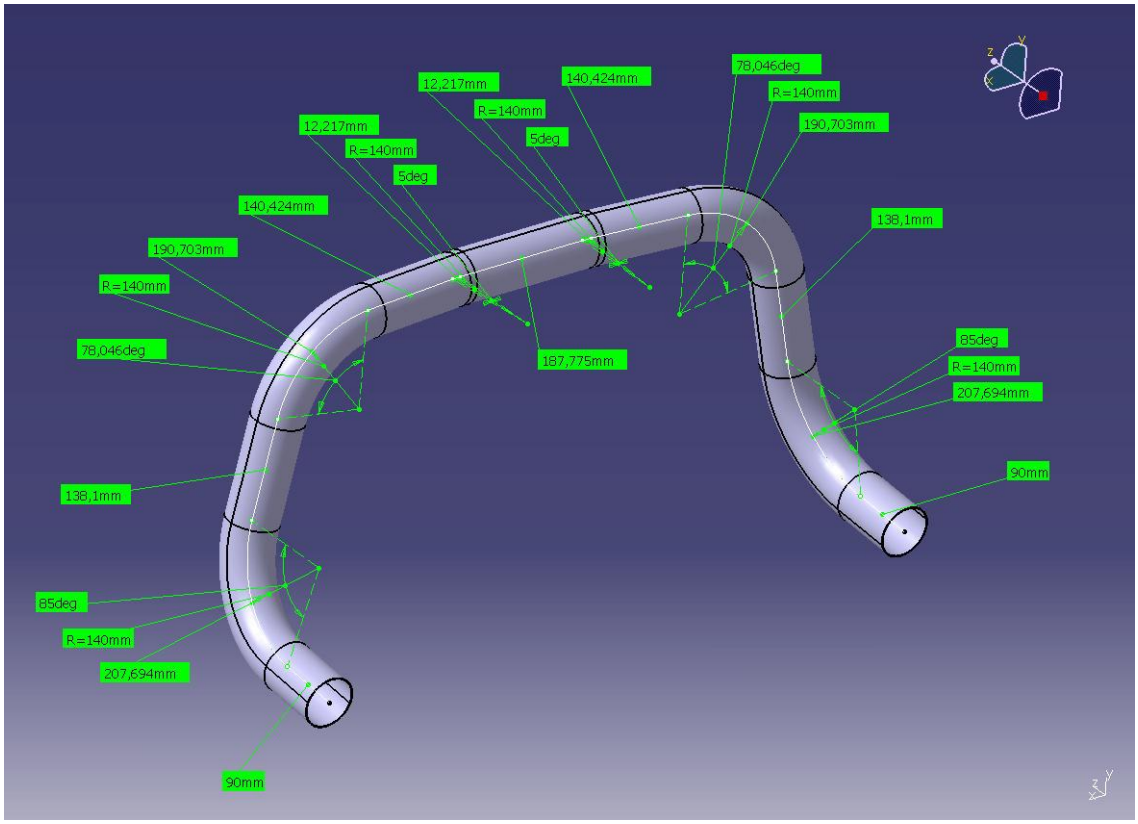
0	-- X	-- Y	-- Z	--
1	--120	-- 47	-- 0	--
1	--225	-- 17	-- 0	--
1	--962,5	-- 17	-- 0	--
1	--225	-- 47	-- 0	--

Tablo 2.2.5.1 de şekil 2.2.5.21 in CNC programı gözükmektedir

Boru kesim boyu 2000 mm. Boru Ø42x2 paslanmaz 304 malzemedir Olması gereken bu şekilde olmasına rağmen bu değerlerde sapmalar olabilmektedir. Yeşil ekranda 47 derece olan değer 48,3 derece olarak girilmiştir. Bu ayar makine durumundan (eski makine, hidrolik yağ),makara grubu hassasiyetinden, malzeme sertliğinden(esneme-yaylanma

durumu),operatör tecrübesinden ve boru bükümünü etkileyen faktörler ayar değişimini etkiler.

ŞEKİL 2.2.5.22: CNC için ölçülendirilmiş resim.

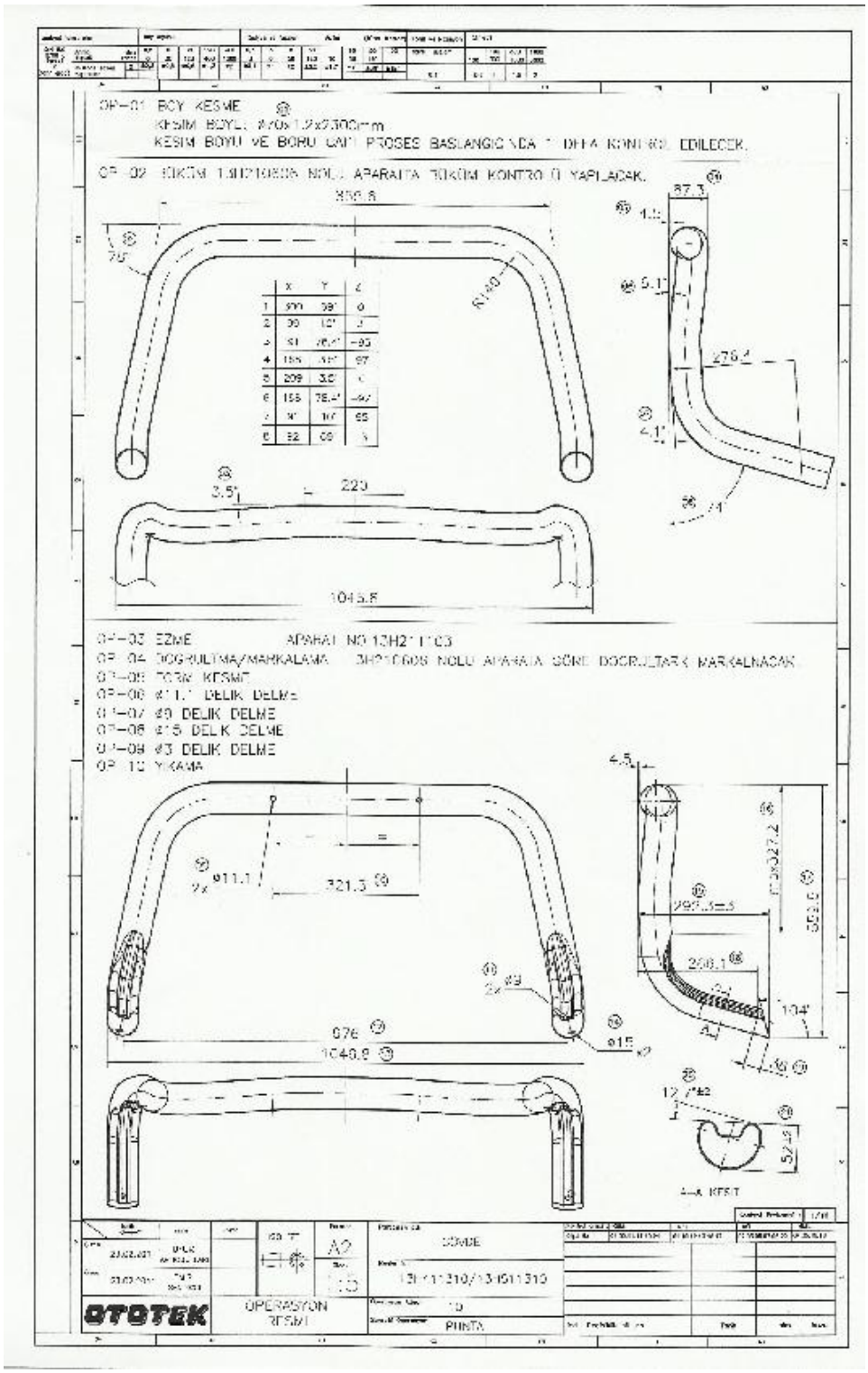


Buna göre program girilecektir. Düz alanlarının uzunluğunun uzun olması avantajdır. Düz yerler büküm yapmadan önce sıkma çene payları kontrol edilir. Bu üç boyutludaki ölçülendirmeye göre boru kesim uzunluğunu da çıkartabiliriz. Aşağıdaki Şekil 2.2.5.23 de görülen CNC programı tabloda gösterilmiştir. Bu tablo da sapmalar olabilir. Buda boru bükümde etkileyen faktörleri göz önünde bulundurmak gerekir. Ama ana tablomuz ayni kalacaktır. Sapmaları bu tablo üzerinden değiştirerek ayarlama yapacağız.

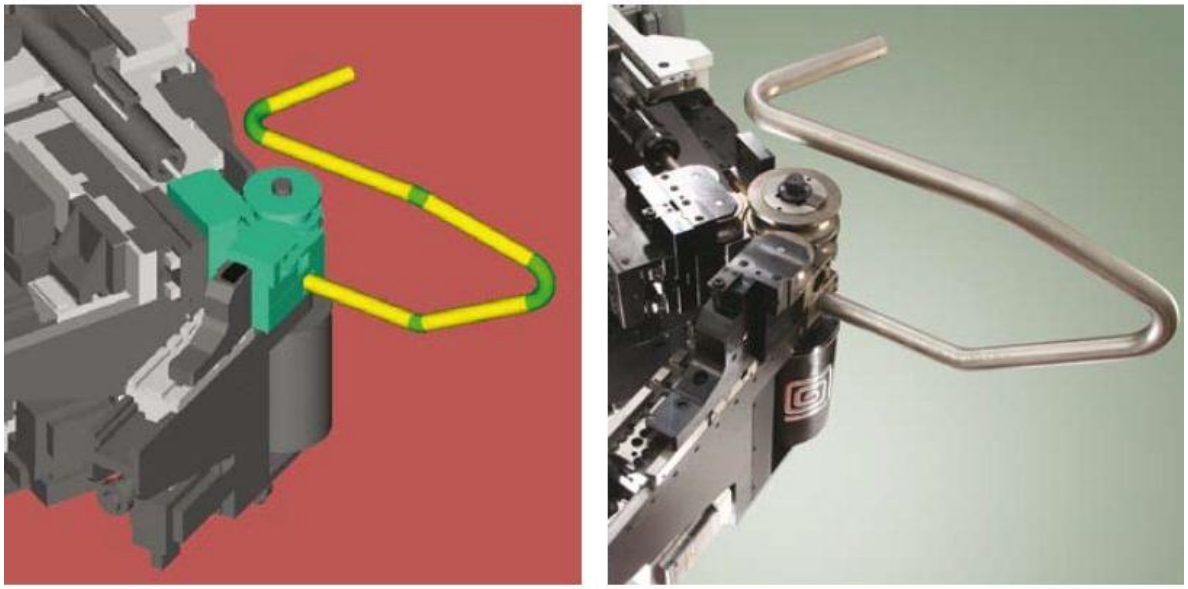
TABLO:2.2.5.22

0 -- X	-- Y	-- Z	--
1 --300	-- 69	-- 0	--
2 -- 99	-- 10	-- 3	--
3 -- 91	-- 78,4	-- -95	--
4 --168	-- 3,5	-- 97	--
5 --209	-- 3,5	-- 0	--
6 --168	-- 78,4	-- -97	--
7 -- 91 --	10	-- 95	--
8 -- 92	-- 69	-- -3	--

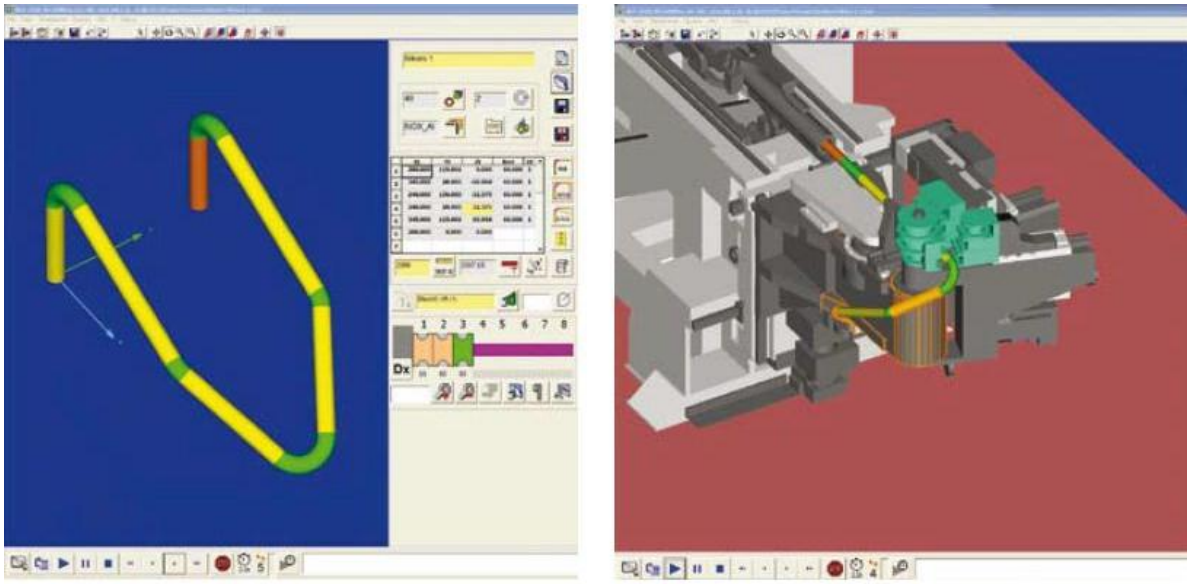
ŞEKİL 2.2.5.23: Aşağıda yukardaki parçanın büküm programı ve diğer prosesleri gözükmektedir.



ŞEKİL 2.2.5.24: Bir parçanın büküm simülasyonu ve bükümü gözükmektedir.



ŞEKİL 2.2.5.25: Bir parçanın büküm simülasyonu, programı ve bükülen parçası gözükmektedir.



1) Programmierung

2) Simulierung und Visualisierung von möglichen Kollisionen

2.2.6- CNC -Roling sistemli makinelerde boru bükme işlemi

ŞEKİL 2.2.6.1: Roling sistemi



ŞEKİL 2.2.6.2: Roling sistemli parça



Şekil 2.2.6.1 de roling sistemine örnek gösterilmiştir. Şekil 2.2.6.2- de de yapılan bir örnek boru gösterilmiştir. Madde 8 deki yay verme veya üç top dediğimiz makinanın işlemini bu roling sistemi üstlenmiştir. Bu şekilde hem roling hem de makara sistemiyle bükülmüş bir boru gözükmektedir. Daha önceleri bu bükümü 2 farklı makinada yapmak zorunda kalınıyordu. Bunun için 8 maddedeki yay verme veya 3 top dediğimiz makinalarda bu işlem yapılıp , kafa bükümler boru bükme makinalarında yapılmaktaydı. Hatta kaynaklı yapılıp 2 makinede yapılan parçalarda mevcuttur. Bu boster (itme)dediğimiz sisteminde makinada olmasıyla gerçekleşir. Parçaların bu makinede yapılabilirliği yine de bazı ölçülere bağlıdır. Bu makine kapasitesi veya elimizde bulunan teçhizatlara göre değişebilir.

2.2.7- CNC -Roling sistemli ve katlı makaralı makinelerde boru bükme işlemi

Aşağıdaki resimde katlı makara sistemleri gözükmektedir. Bunun avantajı seri ve farklı bükümleri makara değiştirmeden büküm işlemi yapabiliriz. Şekil 2.2.7.1 de hem katlı makara ve özel makara sistemi gözükmektedir. Özel bükümlerde (çene payı olmayan) makara tertibatı tertibatın maliyeti ve hassasiyeti önemlidir. Bu yüzden maliyet yönünden dikkat etmek gerekir.

ŞEKİL 2.2.7.1 Katlı ve özel makara sistemi



ŞEKİL 2.2.7.2 Katlı makara sistemi



ŞEKİL 2.2.7.3 Katlı makara ve roling sistem



Şekil 2.2.7.2 de katlı makara sistemi gözükmektedir. Şekil 2.2.7.3 te roling makara sistemi gözükmektedir. Bu 8 yay verme makinasının işlemini üstlenmiştir. Bu makinada hem katlı hem de roling özelliği sayesinde çeşitli boruları bükme şansı artmıştır. Bu yüzden makinanın özelliklerine bakarak tasarım çeşitliliği ve rekabet edilebilirliği artırılabilir.

ŞEKİL 2.2.7.4: Roling ile üretilmiş parça



Bu şekilde hem roling hem de makara sistemiyle bükülmüş bir boru gözükmektedir.

Katlı makaralarda ön makara çene kısmının karşı çeneleri servo motorlularda her katta ayrı baskı kuvvetiyle sıkan makinalar avantajlı olmaktadır. Bu makinalarda her kata ayrı baskı programlanabilir. Hidrolik olanlarda bu her üretim için manuel ayarlamak hem seri işi etkiler hem de boruyu sıkıştırmadaki izi artırır. Makine tercih ederken bunları da göz önünde bulundurmalıdır .Bu optik önemi olan parçalarda önemlidir.

2.2.8- Yay verme boru bükme işlemi

Bu makinalar makara haricinde profillerin büyük radüs verme işlemlerinde de kullanılmaktadır.

Şekil 2.2.8.1: Yay verme makinası



Yandaki yay verme makinası 3 top veya 3 makara makinası diye de belirtilir.
Bu makinanın amacı genel boru bükme makinalarının yapamadığı büyük radüsleri yapabilmektir. Bu makinada makara radüsleri, boru çapları ve radüs verebilmek için strok ayarı önemlidir.

Şekil 2.2.8.2: Yay verme - Operasyon 1



Büyük radüs verilecek boru parçası 3 makara grubuna şekildeki gibi takılır. Üsteki tek makara aşağı yukarı strok ayarı yapılarak radüs çapı ayarlanır. Radüsleri az veya çoksa aparatla kontrol yapılır ve son ayarlar yapılıp seri üretime geçilir. Makaranın sertleştirilmesi ve tavlanması iyi olur. Yoksa makaradaki yüzeyler bozulur ve boruda yüzeysel problemler yaratır.

Şekil 2.2.8.3: Yay verme - Operasyon 2



Makine butona basarak çalıştırılır.

Şekil 2.2.8.4: Yay verme - Operasyon 3

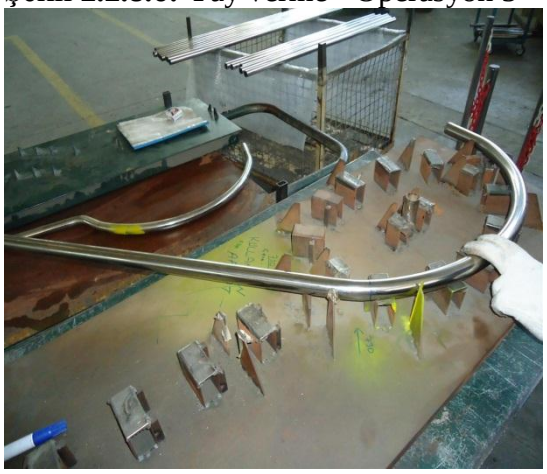


Şekil 2.2.8.5: Yay verme - Operasyon 4



Şekil 2.2.8.4 ve Şekil 2.2.8.5 te yay verme işlemi operasyonları gözükmektedir.

Şekil 2.2.8.6: Yay verme - Operasyon 5



Aşağıda büyük radüs verilen parça
Radüs kontrolü yapılırken gösteriliyor.

Şekil 2.2.8.7: Yay verme - Operasyon 6



Aşağıda büyük radüs verilen parça
Radüs için değme noktaları gösteriliyor.

Şekil 2.2.8.8: Deformasyon



Şekil2.2.8.8 de yay verme makinasında çıkan parçaların yay vermede başlangıç ve bitim yerlerinde kademe oluşmaktadır. Bu yüzden parçalar genelde uzun tutulup kademe oluşan yerler kesilebilir. Bu kısımda kademe kalmadığında eğer başka bir boru ile birleşecekse boruda daralma olabileceği dikkate alınmalıdır. Malafa olmadığı için ovalleşme de olur. Bunları azaltmak için kum doldurmak iyi gelir. Makaraların ayni hizada olması da önemlidir.

Şekil 2.2.8.9: Büyük radüs verilen parça



Aşağıda büyük radüs verilen parça Radüs kontrolü yapılırken gösteriliyor.

Şekil 2.2.8.10: Yay verme operasyonu

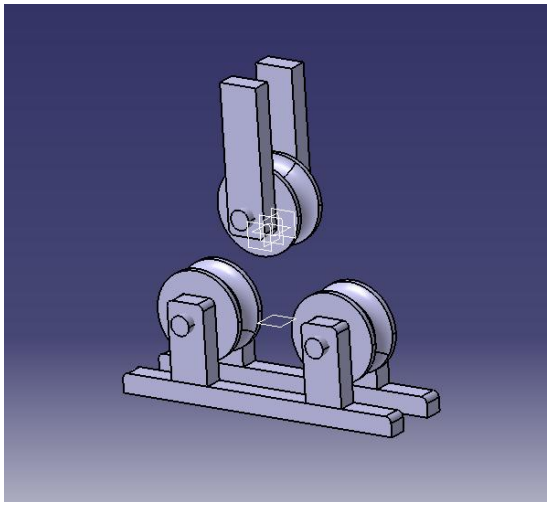


Aşağıda büyük radüs verilen parçanın Makaralarda form verilirken gözükmektedir

2.2.9- Kalıpla boru bükme işlemi

Kalıpta boruya bükme işlemi yapmak için borunun içi kum v.b. malzeme ile doldurulup bükülebilir. Bu işlemlerde makaralı boru bükme performansını yakalayamayız .Ama bazı işlerde gerekebilir. Kalıpta radüs ne verildiyse o radüste büküm olur. Başka radüs veremeyiz .Radüsü kalıpta farklı verebilmek için 3 makara sistemine benzer kalıp sistemi yapılabilir. Ama bu tek noktada gerçekleşir.

Şekil 2.2.9.1: Kalıpta radüs verme

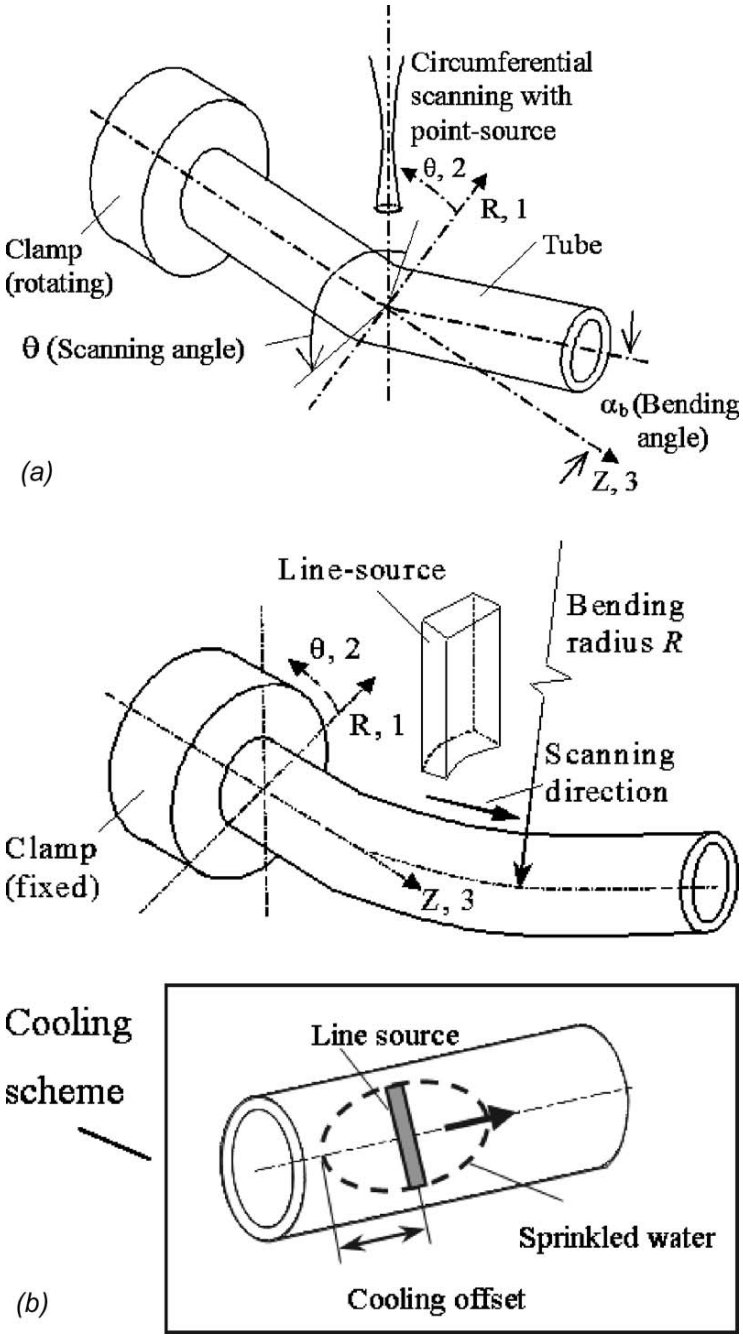


2.2.10- Üstün teknolojik makinalarda boru bükme işlemi(Lazerle büküm)

Üstün teknolojik bükme makinalarda birkaç farklı radüs büküm yapma, roling sistemi olması haricinde bükümle beraber lazer kesme işlemi yapan makinalar ve boruyu makinaya otomatik koyan ve alan robot mekanizmasıyla işlem yapmaktadır.

Bunun haricinde boruya lazer ile ısı odaklayıp bükmeler gerçekleştirmeler yapılmaktadır. Zamanla seriye uygun hale gelebilirse makara tertibatsız büküm işlemleri gerçekleşebilir.

Şekil 2.2.10.1: lazer büküm örneği



Şekil 2.2.10.1 de lazerle ısı odaklaması yapılmış bir parçayla nasıl büküm yapıldığı gözükmektedir. Bu sistemin seriye uygun hale gelmesiyle fire kayıpları azaltılabilir. Makine teçhizat grubu maliyetleri kalkabilir

2.2.11- Bükülmüş borulara örnekler.

Şekil 2.2.11.1 : Ø70x1,2 lik bükülmüş borular



Şekil 2.2.11.2: Ø42x1,5 lik bükülmüş borular



Şekil 2.2.11.3: Ø42x1,5 lik bükülmüş borular



Şekil 2.2.11.4: Ø76x1,5 lik bükülmüş borular



Şekil 2.2.11.5: Ø42x1,5 lik bükülmüş borular



Şekil 2.2.11-6: Ø51x1,5 lik bükülmüş borular



Şekil 2.2.11.7: Ø42x1,5 lik bükülmüş borular **Şekil 2.2.11.8:** Ø42x1,5 lik bükülmüş borular





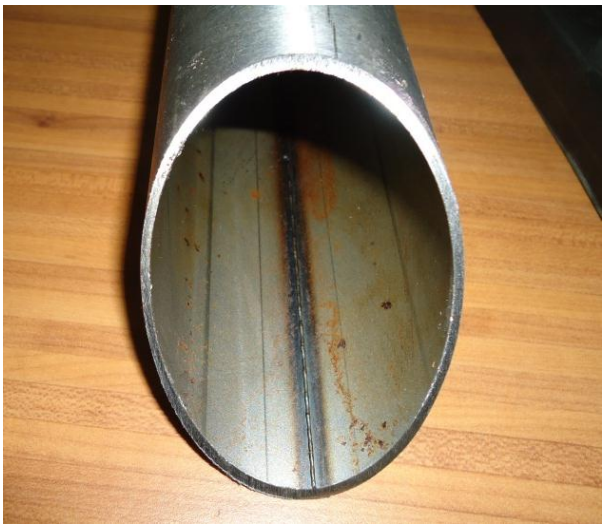
Şekil 2.2.11.1, Şekil 11-2, Şekil 2.2.11.3, Şekil 2.2.11.4, Şekil 2.2.11.5, Şekil 2.2.11.6, Şekil 2.2.11.7, Şekil 2.2.11.8 de değişik bükümlü parçalara örnekler verilmiştir.

Bükümlü parçalar çeşitli transport araçlarına konmuş vaziyette gözükmektedir. Burada bulunan borular değişik çaplarda, değişik radüsleri de olan parçalardır. Şekil 2.2.11.8 dört çeşit bükülmüş borudan oluşmuştur. Şu anda teknolojinin getirdiği yeni standart makinalarla ve yeni teçhizatlar la bile en az iki parçadan oluşabilir. Bunun haricinde özel bir makine ile tek parça yapılabilir ama adet azlığı ve üniversal makineden çıkma makine amortismanını etkileyecektir.

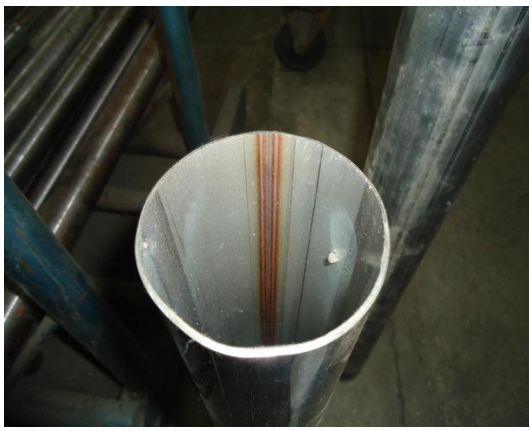
2.3-Dikişli ve dikişsiz boru seçimi:

Dikişli ve dikişsiz boru özellikle basınca dayanıklı yerlerde kullanılacaksa ve özel istenen yerler olursa seçilir. Dikişsiz borularda kaynak çapağı yoktur. Bu boru büküm için çok iyidir. Dikişli borularda kaynak çapağı fazlalığı istenmeyen bir durumdur. Büküm sırasında problem yaratmaktadır. Tek yönlü bükümlerde kaynak çapağı olan yerlerde malafa çapak yönü boşaltılır (tırtıl malafa değilse).Bu şekilde sorun azaltılır. Tek yönlü büküm değilse diğer yönde boru dönerken malafaya takılan kaynak yerleri üretimde sıkıntı yaratacaktır. Dikişli borularda kaynak yönü yüzey kısmı iyi değildir. Bu yüzden bükümün iç kısımda veya gözükmeyen tarafta kalmasına özen gösterilmelidir. Yükselti haricinde kaynak hataları çıkma riski vardır. Gözenekler veya kesik kesik kaynaklar olabilir. Bununla birlikte dikişli borular daha ekonomiktir.Üretim öncesi dikkat edilmelidir.

Şekil 2.3.1: Kaynak dikişli boruya örnek 1



Şekil 2.3.2:
Kaynak dikişli boruya örnek 2



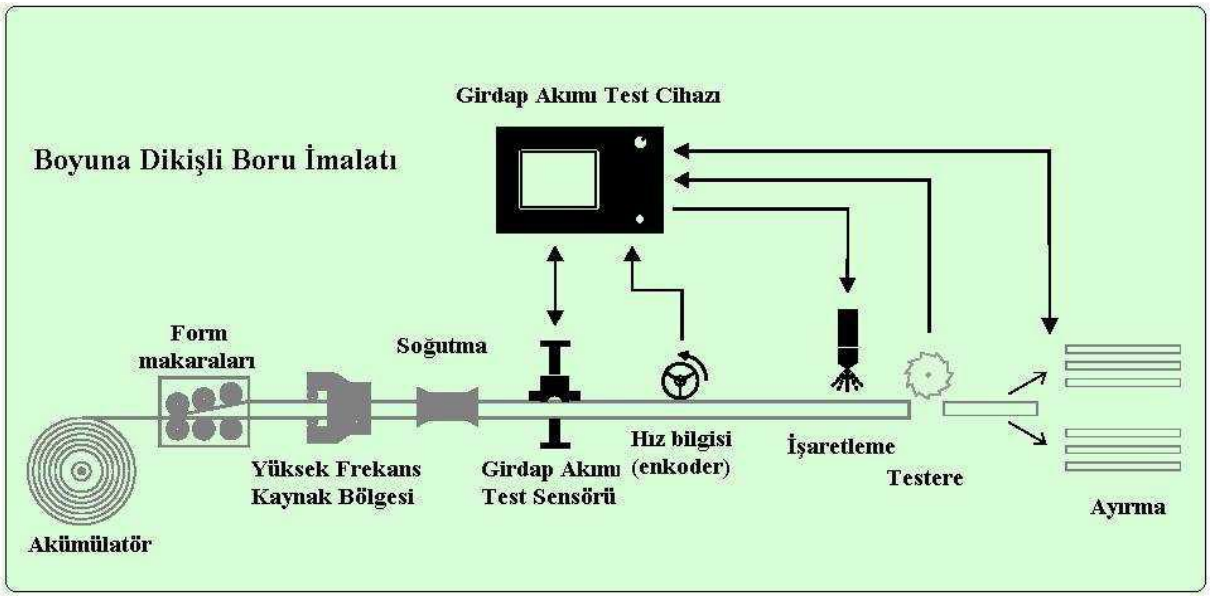
Şekil 2.3.3:
Kaynak dikişli boruya örnek 3



Şekil 2.3.1,Şekil 2.3.2 ve Şekil 2.3.3 te kaynak dikişli borulara örnek gösterilmiştir

Çelik sacları veya bantları makaralar vasıtası ile silindir biçimde kıvırıp kaynak dikişi ile birleştirmek ve sonra, soğuk veya sıcak çekmek suretiyle yapılan borulardır. Fabrikalarda hammadde veya yarı mamul olarak gelen sac rulolar nihai ürün haline gelinceye kadar pek çok safhadan geçirilir. Dilimlenmiş rulo saclar bir dizi makara sistemi ile form makaralarının arasında soğuk şekil değiştirilerek yuvarlak hale getirilir. Yüksek frekansla ısıtılan yuvarlatılmış sac, kaynatma makaralarında uygulanan basınç yardımıyla kaynatılır. Kaynak noktasından hemen sonra borunun iç ve dış çapak tabir edilen kaynak artıkları temizlenir. Boru, kalibre makaralarına doğru ilerlerken yuvarlak, kare veya dikdörtgen formlarına dönüştürülür. Nihai ürün, hareketli döner testerelerle istenilen boylara kesilerek konveyörler ile kaynak hattından uzaklaştırılır. Boyuna dikişli boru imalatı Şekilde 3-4 te gösterilmiştir.

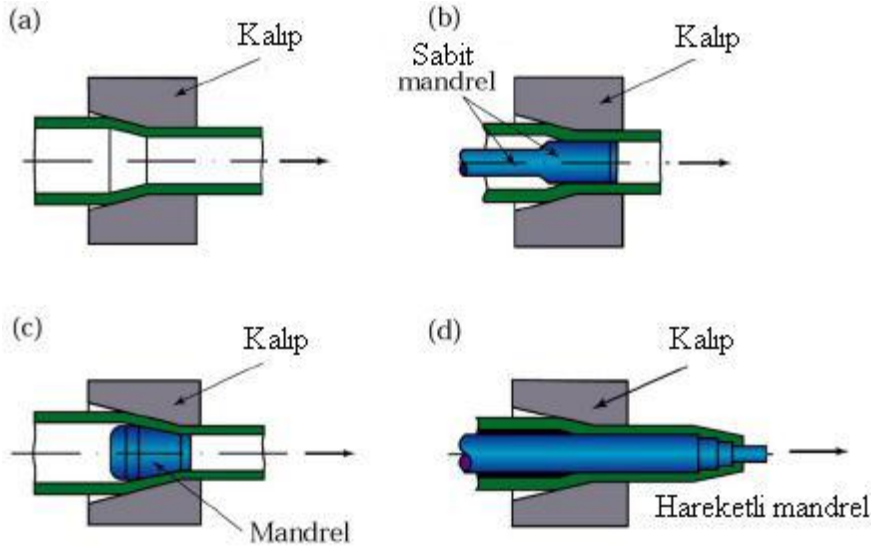
Şekil 2.3.4: Boyuna dikişli boru imalatı



Dikişsiz boru:

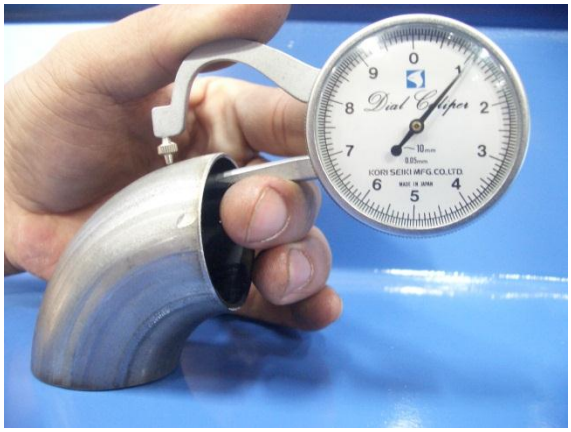
Çelik malzemeden, kaynak edilmeden sıcak haddeleme, sıcak presleme (ekstrüzyon dâhil) sonra da sıcak veya soğuk çekme yoluyla boyutlandırılan borudur. Bu boruya patent çekme borularda denmektedir. 1300 °C' ye kadar ısıtılan çelik blok içinden bir delik zımbası geçirilir ve yüzeyi düzeltilip belirli boyda kesilir. Dikişsiz olması nedeniyle yüksek sıcaklık ve basınçlarda kullanılabilir. Dikişsiz burular ekstrüzyonla üretilirler. Silindirik takozlar dolu veya deliklidir. Direk ekstrüzyonda hem dolu hem delikli takoz kullanılırken diğer ekstrüzyonda yalnızca delikli takozdan boru üretilir. Istampaya bağlı bir mandrel kullanılır. Şekil 2.3.5 te gösterilmiştir.

Şekil 2.3.5: Dikişsiz boru imalatı



2.4-Boruların et kalınlığı:

ŞEKİL 2.4.1: Boru et kalınlığı ölçme şekli



Şekil 2.4.1 borunun kalınlığı nasıl ölçüldüğü gösterilmiştir.

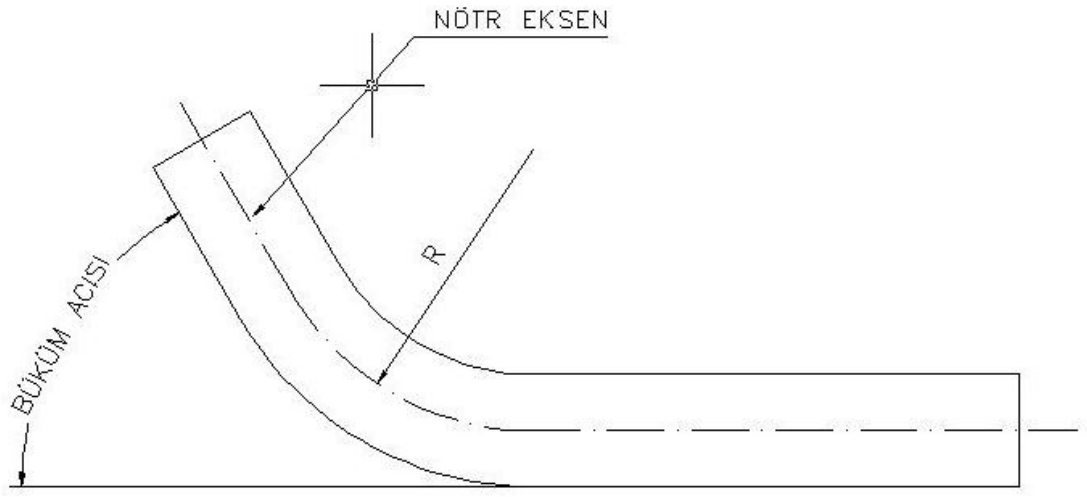
Değişik ölçülerde standart boru kalınlıkları ve ölçüleri malzeme seçiminde gösterilmiştir. Bunların haricinde özel üretim için boru firmalarıyla görüşmek gerekir. Yeni üretimler için 3000 mt boru minimum sipariş kabul edilebilir. Bu üretici firmaya göre değişebilir. Boru firmalarının üretim toleransları DIN ve TSE standartlarıyla kontrol altına alınmıştır. Burada genelde rekabet yüzünden eksi toleranslarla üretim yapmak boru üreten firmalar için avantaj olsa da boru işleyen firmalar için dezavantaj olmaktadır. Özellikle ince borularda 0,1 mm bile bükümde sıkıntı oluşturabilir. Bunları dikkate almakta yarar vardır. Maliyet yönünden de dikkat etmek gerekir. Metre ile satılan boru ile kg olarak satılan borularda mukayese yapılmalıdır. Günümüzde 0,8 mm paslanmaz boru büken makinalar mevcuttur. Ama bu buruların transport problemleri, kaynak problemleri ve üretimde hasar görme problemleri riski fazladır. Özellikle malafa izleri boru üzerine çıkması olağandır. Fonksiyonelliğe, optik duruma ve maliyet durumuna göre tercih edilebilir.

2.5-Boruların büküm radüsü

Büküm yapılacak boru radüsü pratik olarak 1,5 D olarak alınır. Mesela boru çapı 42 mm ise 42x1,5=63 mm olarak minimum radüsü bükülebilir. Bu oran makinelerin hassasiyeti, boru et kalınlığı ve malzeme cinsine bağlı olarak günümüzde 1 D olarak bükülen borular vardır.

Büküm radüsü küçük olması boru bükümünü zorlaştırır. Buna bağlı diğer faktörlerde etkendir. Mesela çene payı, makaranın bağlantı orta ekseni, et kalınlığı, büküm açısı, makinanın kapasitesi, boru çapı önemli etkenlerdir. Boruların büküm radüsünde nötr eksen baz alınır. Büküm radüsü için makinanın ölçülerini de kontrol etmek gerekir.

ŞEKİL 2.5.1: . Boru büküm radüsü nötr eksenden gösterilişi

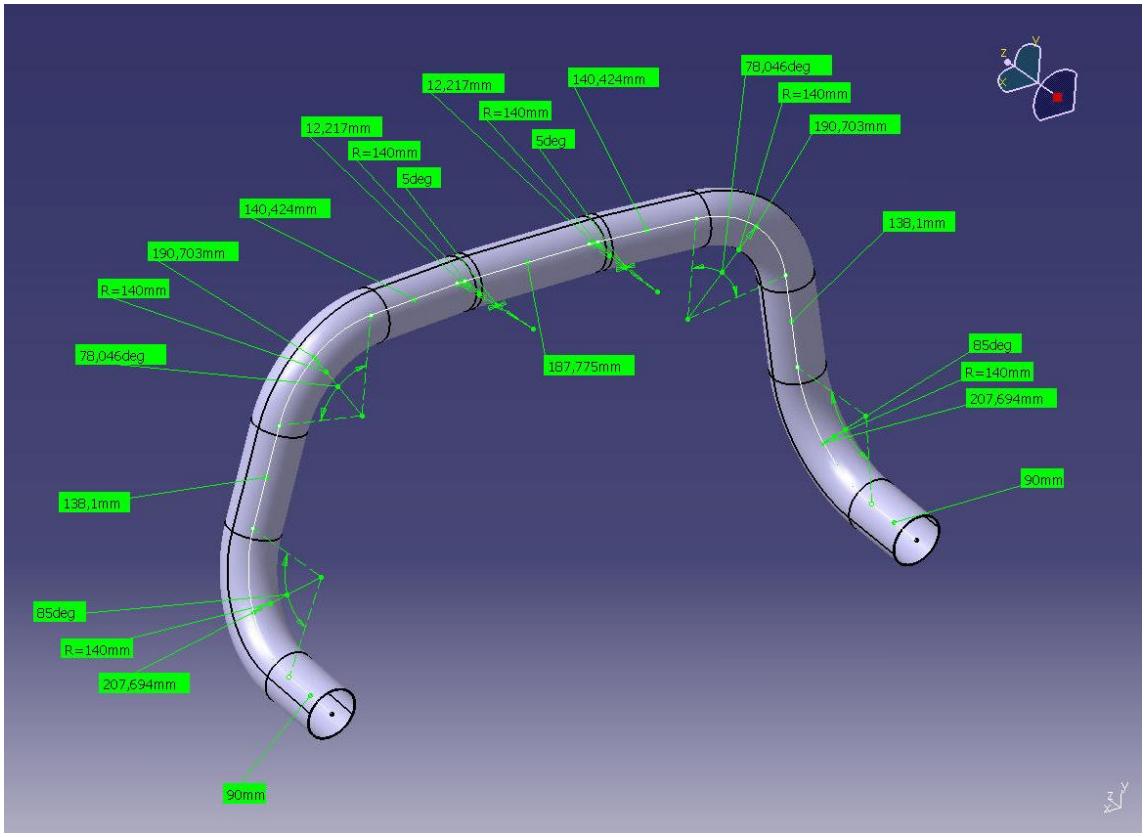


2.6-Boruların büküm açısı

Büküm yapılacak borularda büküm açısının çok ufak olması boru malzemesinin esnemesinden-yaylanmasından dolayı bükülmemiş gibi olabilir. Bu malzemenin yaylanma özelliğindendir. Bunula ilgili çeşitli çaplarda borular farklı ölçülerde bükümü yapılmış 16-boru bükümünde esneme konunsun da ve 31-Boru bükümde teorik değerlerle pratik değerler arasındaki fark konusunda inceleyebiliriz.. Bununla birlikte makaralar ve makine yapısına bağlı bükümlerde 180-190 derece büküm pek geçilemez ve önerilmez. Aksi takdirde özel makine yapımı gerektirebilir. Bükme açısının artması makara arka dayama ve makara karşısı arka dayamanın önemini artırır. Şekil 5-1 de büküm açısı gösterilmiştir. Yaylanma özeliğinden dolayı verilmesi gerekenden 1 ila 2 derece fazla vermemiz gerekebilir.

2.7-Borunun büküm yeri haricinde çene payları

ŞEKİL 2.7.1: Aşağıda büküm yapılacak borunun uzunluk ölçüleri gösterilmiştir.



Büküm yeri hariç, boruyu bükebilmek için boruyu kavrayıp döndürmek sıkma çeneleri için pay lazımdır. Aşağıda büküm yapılacak borunun uzunluğu L toplamda gösterilmiştir.
Ltoplam:90+207,694+138,1+190,703+140,424+12,217+187,775+12,217+140,424+190,703+138,1+207,694+90

Burada büküm yapılan yerler haricinde büküm yapmadan önceki tutabileceğimiz düz mesafeler önemlidir.
Radüs olmayan yerler: 90 – 138,1 – 140,424 - 187,775 -140, 424 -138,1- 90ölçüsünde olan yerlerdir. Burada sıkma çenesi 80 mm olan çene kullanılmıştır. Bu değerlerin hepsi 80 mm büyük olduğu için bu teçhizatla kullanılabilir. Bunu altında olan değerler olsaydı bu bükümler bu teçhizatla bükülemezdi. Bundan küçük olan teçhizatla büküm yapılması da farklı sıkıntılar yaratabilir. Mesela 40 mm sıkma çenesi ile büküm yapılması değerlerde sapmalara veya bükümlerde optik sıkıntıya yol açabilir, pot katlama, binme izleri yaratabilir. Bu yüzden işletmenin kullandığı teçhizatlar da tecrübe önemlidir.130 mm olan çene kullanılsaydı 90 mm düz yerden sonra boruyu deformasyon yapacaktır.

ŞEKİL 2.7.2: Sıkma çenelerinin izi



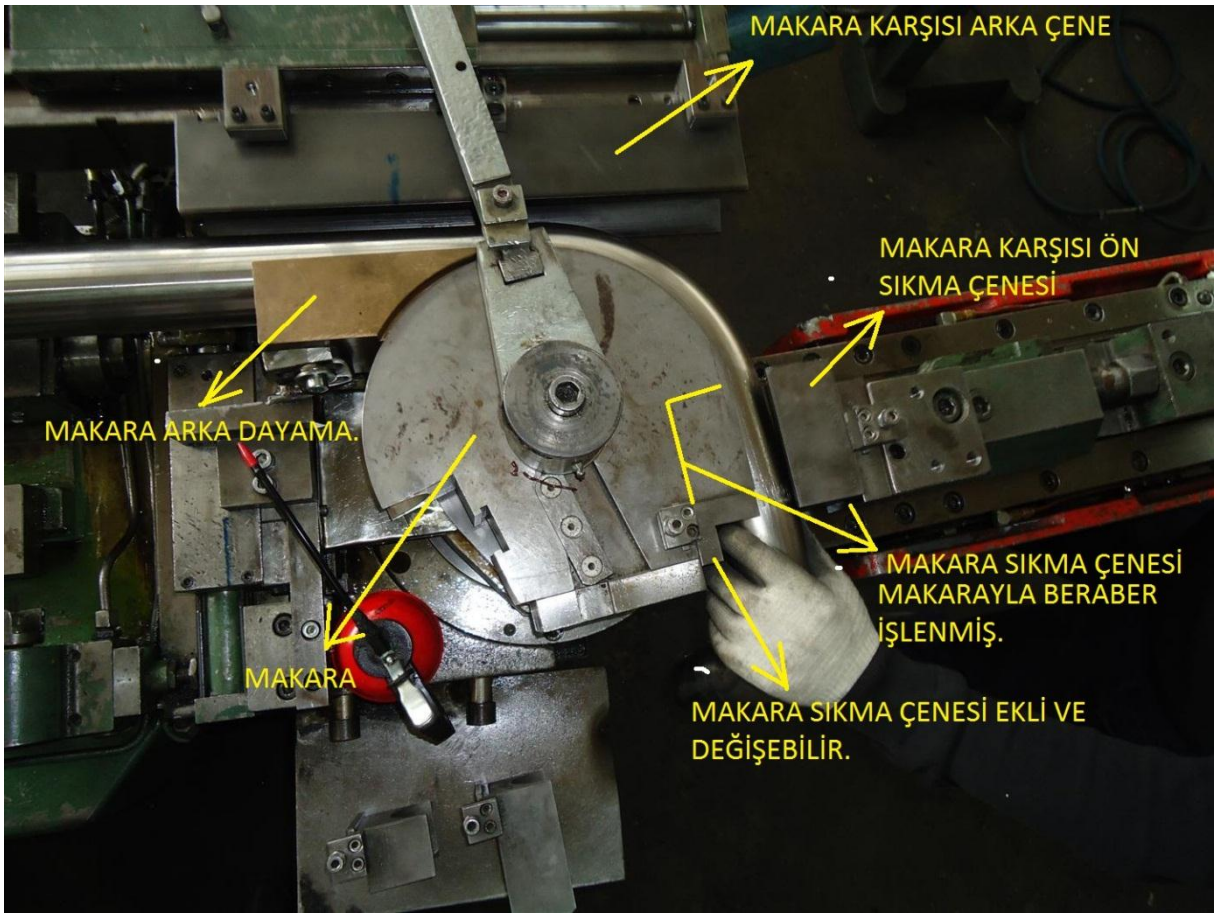
Büküm yapılacak borunun düz yerleri, çene payı için önemlidir.Çene payının az olması boruya batmaları artırır. Alttaki şekildeki gibi burada çene payını etkileyen diğer etkenler radüs, et kalınlığı, ayarlar ve makara grubunun hassasiyetidir.

ŞEKİL 2.7.3: Sıkma çene izlerinin yerleri



Şekil 2.7.3 te büküm yapılan boruda çene kenarları gösterilmiştir. Radüs harici bu düz yerler çeneler için gereklidir. Yada özel çene gerekebilecek durumlarda olabilir.

ŞEKİL 2.7.4: Büküm yapılan boruda çenelerin gösterimi



Şekil 2.7.4'te büküm yapılan boruda makarada bağlı sıkma çenesi, makaranın kendisinde olan çene, makara karşısı ön çene ve makara karşısı arka çene gözükmektedir. Bazı parçalarda uzun çene payı olan mesafelerde arka çenenin kısa olması borunun büküm sonrası yaylanmasından-esnemesinden dolayı çene bitiş yerlerinde boruda batma olur. Bunun için bazı çene payı yeterli yerlerde arka çenenin uzun olmasının yararı vardır. Bu iz radüs, bükme açısı ve boru et kalınlığına göre fark edebilir. Bu izler makara ön sıkma çenelerinde de gözlemlenir.

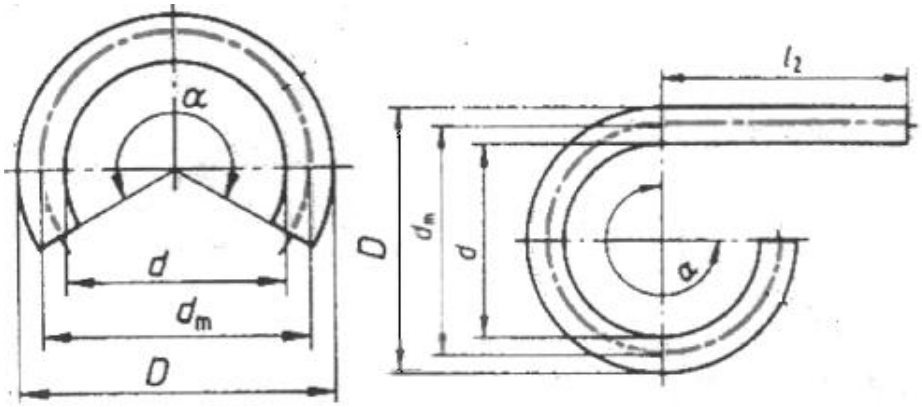
Bu çenelerin yüzeyleri de önemlidir. Makara ile beraber işlenmiş çene her zaman beraber olmaz. Genelde ayrı yapılır. Makara tornada yapılıp makara ekseninde ilaveli olur. Burada beraber yapılması eklem yerinin izinin çıkmaması içindir. Şekil 2.7. 4 te makara sıkma çenesi makarayla beraber işlenmiş kısım gözükmektedir. Bu şekilde kısa çene gerektiren yerlerde makara eksen kısımda iz oluşmaz. Çene payı uzun olan yerlerde de ekli çene kullanılarak bitim yeri oluşacak izler azaltılabilir.

2.8-Borunun uzunluğu:

Büküm yapılacak boruda uzunluk hesabı teorik olarak hesaplama ile bulunabilir. Günümüzde bunlar çizim programı ile daha kolay sonuç alınabiliyor . Bükülecek boru uzunlukları hesapla veya programlarla bulunsa da sapmalar olmaktadır. Bunların neden olabilecek etkiler şunlardır.

1-Malzeme
2-Boru çapının toleransı (büküm öncesi sıkışma kuvveti etkileri)
3-Makara grubunun hassasiyeti
4-Makine ayarları
5-Çapak durumu
6-Yağlama
7-Diğer etkenler (işçilik hataları , maça boşluğu ,tezgah kuvveti ,pot yapma ,boşluk ve sıkılıklar ,teçhizatın yüzeyi, diğer etkileyen faktörlerde mevcuttur.)
Bükülecek boru uzunluğu hesaplama örnekleri

ŞEKİL2. 8.1: Açınım bulma örnek 1



Açınım ve uzunluk hesaplamaları :

Bükülecek boru uzunluğu hesaplama

D:Dış çap çevre uzunluğu : L=$\pi \; x \; dm$

D:iç çap açıya bağlı yay uzunluğu : : L=$\pi \; x \; dm$ x α / 360 °

Dm :ortalama çap

L : Açınım uzunluğu (tam boy)

l1,l2 : kısmi uzunluk

α : Büküm açısı

Örnek: D = 180 mm; d = 160 mm; α = 2200

dm = ? ; L = ?

dm = (D + d) / 2 = (180 + 160) / 2 = 170 mm

L = (Π· dm · α) / 3600 = (3,14 · 170 ·2200) / 3600 = 326.21 mm

Toplam uzunluk: L = l1 + l2 + ……

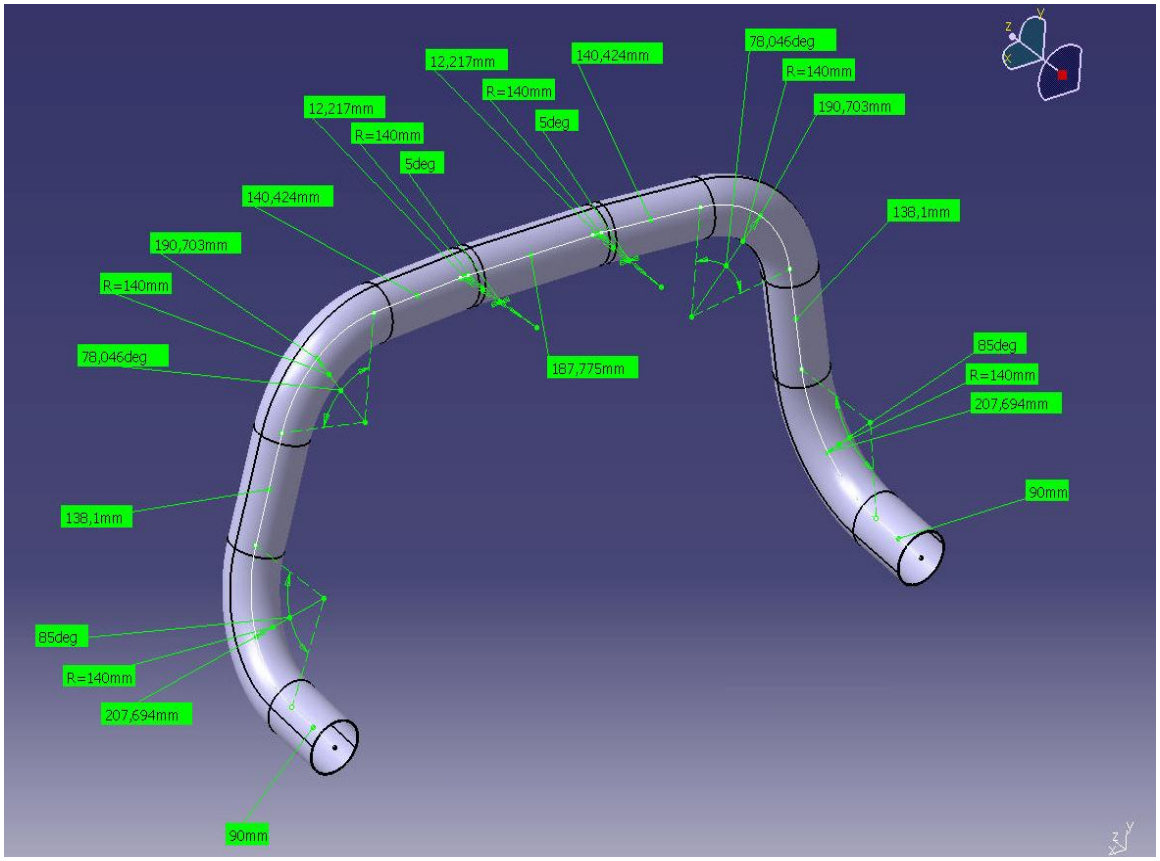
Örnek: D = 360mm; d = 350 mm ; l2 = 70mm; α =2700

L = ?

dm = (D + d) / 2 = (360 + 350) /2 = 355 mm

L = l1 + l2 = (Π · dm · α) / 3600 + l2 = (3,14 · 355 · 2700) /360 + 70 = 906.025 mm

ŞEKİL 2.8.2: Açınım bulma örnek 2

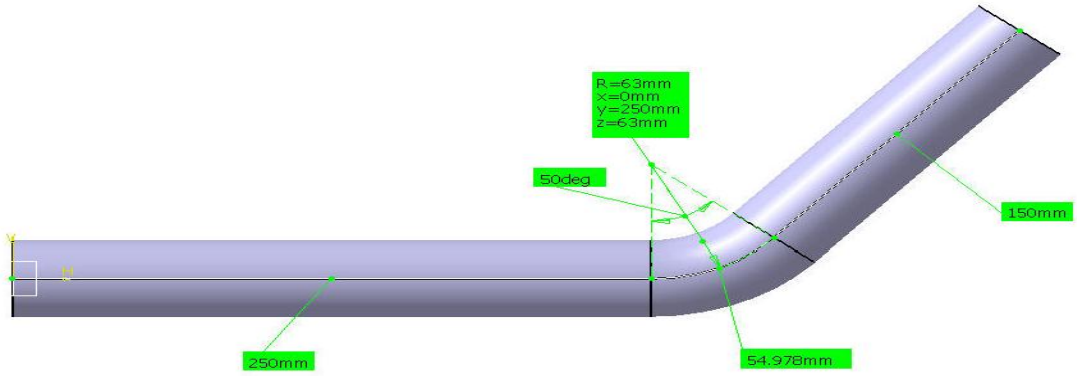


Şekil 2.8.2 de 3 boyutlu resimde boruyu kendimiz hesaplamadan resim üzerinde uzunluklar verilmiştir. Bu da CNC de program yaparken ve boruyu bükmeden önce keserken yararlanacağımız ölçüleri içerir.

Ltoplam:90+207,694+138,1+190,703+140,424+12,217+187,775+12,217+140,424+190,703+138,1+207,694+90
L toplam=1746,051

Buraya makinanın teçhizatı, minumum max stroklardaki teçhizatlarda mesafe ve pens içine girecek mesafeler dikkate alınarak boru uzunluğuna ilave edilir. Zorunlu bir teknolojik fire çıkabilir. Bunlarında göz önünde tutulması gerekir. Bazı makinaların büküm için stroğu yetersiz olabilir. Sıkma pensin içinden komple geçmeyebilir. Bunlara dikkat etmek gerekir.

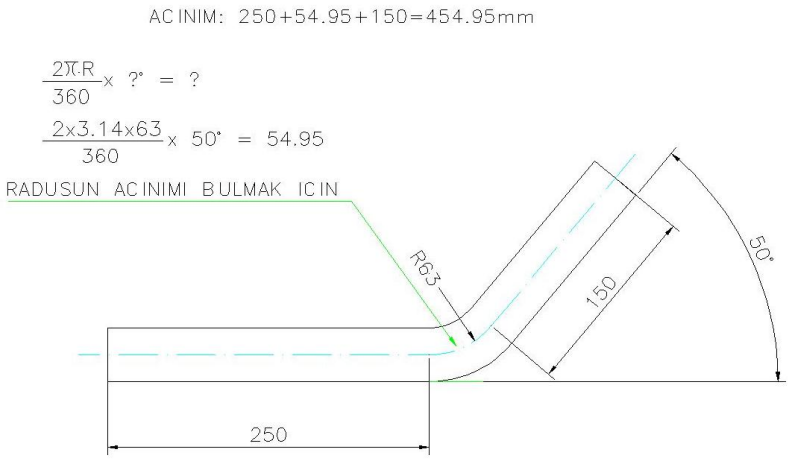
ŞEKİL 2.8.3: Açınım bulma örnek 3



.

Şekil 2.8.3'te üç boyutlu resimden alınan uzunluklar belirtilmiştir

ŞEKİL 2.8.4: Açınım bulma örnek 4



Şekil 2.8.3 teki üç boyutlu resimdeki ayni parçanın, şekil 2.8.4'teki iki boyutlu resim olarak uzunluklar belirtilmiştir.

Yeni çizim programları sayesinde hesap yapmadan bunları bulmak mümkün ve kolay hale gelmiştir. Çok bükümlü parçalarda bu çizim programları uzunluk bulmada pratik olmaktadır. Bu sayede ön maliyeti de çıkartmak ve parçayı ne kadar keseceğimizi bulmak bize vakit kazandırmaktadır.

2.9-Boru bükümünde kalıp malzemesi

Büküm yapılacak boruların kalıplarında bükme kalıplarında kullanılan malzemeler kullanılabilir. St si yüksek olan ürünler, özel alaşımlar, imalat çelikleri v.b. Bunları kullanırken ısıl işlem olacak parçalara dikkat etmek gerekir. Bazı parçalar ısıl işlem yüzünden çarpılmalar olabilir. Bu yüzden bunları dikkate alıp ısıl işlem öncesi normalizasyon yaptırabiliriz. Diğer bir durumda taşlama payı veya dalma erezyon payı bırakıp bu çarpılmaları azaltabiliriz. Sertleştirme işlemine gidecek olan parçaların kırılgan vaziyete gelecek şekilde olmaması önemlidir. Bu yüzden ısıl işlemler yapan yerlerin bilgilerini ve tecrübelerini göz önünde bulundurulmalıdır. Sadece yüzey sertleştirmesi yapılabilecek parçalarda olabilir.

2.10-Boru bükümünde kullanılacak kalıp yüzeyi

Büküm yapılacak borularda kalıp yüzeyi ve hassasiyeti fonksiyonelliğine ve optik kullanıma göre önem taşır. Makara grubunun yüzeyi önem durumu ve bükülecek parçaya göre değişir. Makara grubu mümkünse normalizasyon işlemi yapıldıktan sonra işlenip ısıl işleme gönderilmeli. Bununla birlikte malzemeci ve ısıl işlemciyle birlikte hareket ederek az çarpılma olacak malzemeler seçilmeli. Mümkünse ısıl işlemden sonra taşlama ve dalma erezyon ile çarpılma hataları azaltılabilir. Dalma erezyon ile çene kısımları yüzey pürüzlülüğü ayarlanabilir. Bunun için pay bırakılma unutulmamalıdır. Makara arka dayama amco malzemeden yapılması uygun olur. Özellikle paslanmaz boru bükümünde kullanılabilir.

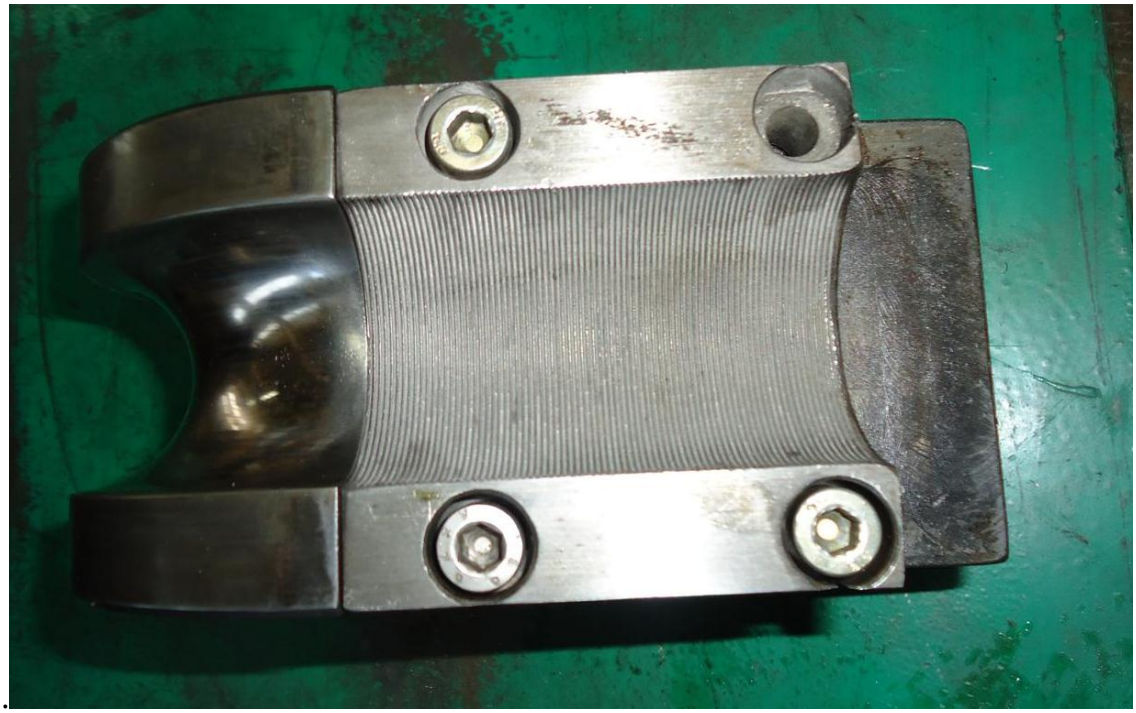
Isıl işlemden gelen büyük makaralarda ısıl işlemden sonra makaranın içine borunun oturmadığı görülmüştür. Bu yüzden tekrar zımpara işlemi ile düzeltilen yerler hassasiyetini azaltacaktır.

ŞEKİL 2.10.1: Yüzey prüzlülüğü farkı gösterilmiştir



Şekil 2.10.1 makara grubunda yüzey prüzlülüğü gösterilmiştir.
Yukarıdaki makarada dalma erezyonda işlenmiş iki makara gözükmektedir. Bu prüzlülük akım ve ilerleme hızıyla değiştirilmiştir. Bu iki parçada kumlu yüzeydir.
Optik görünüm önemli olan yerlerde ve zımparanın az yapılması gereken yerlerde ince kumlu yüzey tercih edilir. Yüzey prüzlülüğü bazen boru bükmede gereklidir. Aksi takdirde boru kayma yapıp ölçülerde sapma yapabilir. Yüzey prüzlülüğü ve baskı kuvveti arasında denge yakalamak optik ve fonksiyonelliğe göre önemlidir. Kalıp yüzey prüzlülüğü plastik kalıplarında da kullanılmaktadır. Bunun için de standartlar bulunmaktadır.

ŞEKİL 2.10.2: Tırtıl dişli görünümlü çene



Şekil 2.10.2 de parçada tırtıl dişli yüzey açılmış bir makara üzerindeki sıkma çenesi gözükmektedir. Bu dişli gibi izler torna veya dalma erezyon ile işlenebilir. Bu dişli izler boru üzerine de çıkmaktadır. Fonksiyonel olarak bir problem yoktur. Parçalar ölçüsünde daha rahat çıkmasına yardımcı olur. Fakat yüzey optik önemli olan yerlerde zımpara işlerini artırır. Bu yüzden bükülen parçaların kullanım yeri önemlidir**.** Şekilde görülen sıkma çenesi makaraya bağlı bir çenedir. Ayni şekilde makara karşısı çenede de bu şekilde işlenir. Bunlar düz olduğu ve yağlandığı zaman boru kayabilir ve sapmalara sebebiyet verebilir.

ŞEKİL 2.10.3: Tırtıl dişli görünümlü çene ve kumlu yüzeyli çene



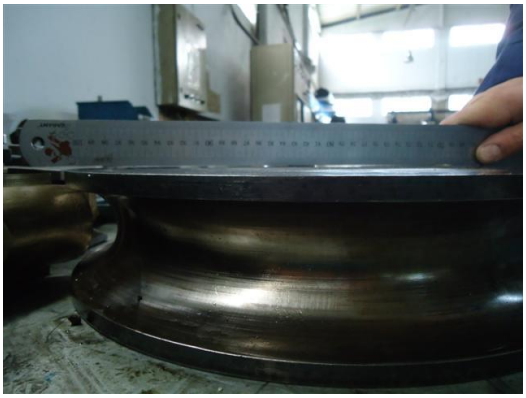
Şekil 2.10.3 teki parçalar kumlu yüzey ve tırtıl yüzey olarak 2 makara yan yanadır. Şekil 2.10.1,Şekil 2.10.2 , Şekil 2.10.3 teki makara sıkma çenelerine örnek verilmiştir.

İşimizin durumuna göre bunları değerlendirmeliyiz Bunların makara karşı çene grupları da ayni yüzey etkilerine sahiptir.

2.11-Boru bükümünde kullanılacak kalıpların hassasiyeti

Büküm yapılacak borular makara ve çene grubu ne kadar hassas işlenirse hem boruya az deformasyonla bükebilir ,hem de istediğimiz ölçüde bükebilmemizi sağlar. Aksi takdirde eksen kaçıklığı , çene sıkılığı veya azlığı hem bükme ölçülerini etkiler hem de makara grubunun daha çabuk aşınmasını sağlar .Borudaki batmaları da artırır. Günümüzde CNC freze ve CNC tornalarda daha hassas olarak makara grubu kalıpları yapılmaktadır.

ŞEKİL 2.11.1: Isıl işlemde deformasyon olmuş makara



Isıl işlemede atılmış deformasyon olmuş bir makara gözükmektedir. Bunun için bazı malzemelerin normalizasyon yapılıp bundan sonra işlenip ısıl işleme gitmesinde yarar vardır.

ŞEKİL 2.11.2: Çenelerde yüzey hassasiyeti gösterilmiştir.



Büküm yapılacak borularda Yüzey farklılığı zımpara işlemini artırır. Yüzey pürüzlülüğünün fazla veya az olması borunun büküm sırasında kaymasına sebebiyet verebilir.

Şekil 2.10.2 de dişli çenede gösterilmiştir. Fakat bu boruya daha fazla iz yapmaktadır. İşin fonksiyonuna göre ve kullanım yerine göre tercih edilebilir

2.12-Boru bükümünde büküm kuvveti ve makine kapasitesi

Büküm yapılacak borunun hangi makinada bükülebileceği makinanın kapasitesine bağlıdır. Çoğu firma makine kapasitesini makine adında belirtir.

Büküm yapacağımız t=2-3 mm çelik borular için pratikte minumun boru çapı (mm x 0,3=…kw olarak çıkartabiliriz. Bu oran radüslerle ve et kalınlığıyla ve malzeme cinsiyle değişir. Makinenın mekanik parçalarının dayanma gücüde buna uygun olmalıdır.
Makinada bükmek istediğimiz parçaların ebat ve şekil olarakta makinaya uygun parçalar olmasına dikkat etmek lazım

CNC makinalara örnek bilgiler verecek olursak,

2.12.1-ÖRNEK 1

CNC B25 dediğimiz bir makinenin hidrolik motor gücü 7,5 kw
Maks. büküm çapı (mm) Ø25x2 (Çelik boru)
Maks. büküm radüsü (mm) 140
Maksimum büküm açısı 185 derece
Maksimum besleme uzunluğu malafasız sınırsız-malafalı 3000 mm
Eksen hızları Bükme (derece/saniye) 180 derece-ilerleme hızı 1500 mm/sn-Döndürme 600 derece/sn.
Hassasiyetler Bükme +- 0,1 derece, ilerleme +- 0,1 döndürme +- 0,05
Ölçüler En 950 mm – Boy 4650 mm – Yükseklik 1400 mm
Program sayısı: sınırsız
Bükme program sayısı 100
Ağırlık 1550 Kg

2.12.2.ÖRNEK 2

CNC B80 dediğimiz bir makinenin hidrolik motor gücü 22 kw
Maks. büküm çapı (mm) Ø80x4 (Çelik boru)
Maks. büküm radüsü (mm) 250
Min. büküm radüsü (mm) ---
Maksimum büküm açısı 185 derece
Maksimum besleme uzunluğu malafasız sınırsız-malafalı 4200 mm
Eksen hızları Bükme (derece/saniye) 65 derece-ilerleme hızı 1000 mm/sn-Döndürme 600 derece/sn.
Hassasiyetler Bükme +- 0,1 derece, ilerleme +- 0,1 döndürme +- 0,05
Ölçüler En 1250 mm – Boy 6150 mm – Yükseklik 1700 mm
Program sayısı: sınırsız
Bükme program sayısı 100
Ağırlık 5500 Kg

Tablo 2.12.1: Makine kapasitelerine örnek 3 BLM GROUP

Technische Daten	832VGP	842VGP	863VGP	880VGP
Max. Biegekapazität	R=450N/mmq	R=450N/mmq	R=450N/mmq	R=450N/mmq
Runde Rohre	min 4 mm max 30 x 2 mm	min 6 mm max 42 x 2,5 mm	min 10 mm max 63,5 x 2,5 m	min 10 mm max 76 x 3,2 mm o 80 x 2 mm
Quadratiche Rohre	25 x 25 x 1,2 mm	35 x 35 x 1,5 mm	50 x 50 x 2 mm	60 x 60 x 2 mm
Rechteckige Rohre	30 x 20 x 2 mm	50 x 20 x 1,5 mm	60 x 25 x 2,5 mm	70 x 30 x 2 mm
Ovale Rohre	30 x 20 x 2 mm	50 x 20 x 1,5 mm	60 x 25 x 2,5 mm	70 x 30 x 2 mm
Biegeradius "auf Wunsch mehr oder weniger"	min 20 mm max 170 mm	min 25 mm max 220 mm	min 35 mm max 270 mm	min 35 mm max 270 mm
Bearbeitungslängen (auf Wunsch erhältlar oder auch verringerter) - Von Matrizenmitte zur Spanzangenaufnahme - Von Matrizenmitte zur Domaufnahme	3000 mm 4000 mm	2800 mm 4000 mm	2700 mm 3800 mm bis Rohr max. 60,5	2700 mm 3800 mm bis Rohr max. 60,5
Positionierungsgeschwindigkeit	"Achse X 900mm/1"	"Achse X 900mm/1"	"Achse X 900 mm/1"	"Achse X 900 mm/1"
Biegegeschwindigkeit beim Hingang	Achse Y 220°/1"	Achse Y 140°/sec	Achse Y 100°/sec	Achse Y 70°/1"
Biegegeschwindigkeit beim Rückgang	Achse Y 320°/1"	Achse Y 170°/sec	Achse Y 140°/sec	Achse Y 115°/1"
Drehgeschwindigkeit	Achse Z 360°/1"	Achse Z 240°/1"	Achse Z 240°/1"	Achse Z 240°/1"
Installierte Leistung	13 kw	16 kw	30 kw	30 kw
Hydraulikdruck	max 120 bar	max 120 bar	max 120 bar	max 140 bar
Geräuschpegel	max 75 db (A)	max 75 db (A)	max 75 db (A)	max 75 db (A)
Achsentoleranz	X=+/- 0,1 mm Y=+/- 0,1° Z=+/- 0,1°	X=+/- 0,1 mm Y=+/- 0,1° Z=+/- 0,1°	X=+/- 0,1 mm Y=+/- 0,1° Z=+/- 0,1°	X=+/- 0,1 mm Y=+/- 0,1° Z=+/- 0,1°
Mittlere Produktion Biegung/Stunde	n. 800/1200	n. 800/350	n. 700/900	n. 600/850
Nettomaschiengewicht	1500 kg	1800 kg	3500 kg	3800 kg
Nettogewicht CNC	150 kg	150 kg	150 kg	150 kg
Maschinenverpakcung	5150 x 1100 x 1450 mm	5250 x 1200 x 1600 mm	5200 x 1460 x 1600 mm	5200 x 1460 x 1600 mm
CNC-Verpakcung	860 x 750 x 1380 mm	860 x 750 x 1380 mm	860 x 750 x 1380 mm	860 x 750 x 1380 mm

Tablo 2.12.2: Makine kapasitelerine örnek 4 BLM GROUP

	ELECT-40	ELECT-63	ELECT-80
Biegeleistung (runde Rohre)	Ø 42 x 2.0 mm	Ø 63 x 2.0 mm	Ø 80 x 2.0 mm
Anzahl gesteuerte Achsen	nr. 9	nr. 9	nr. 9
Wiederholgenaugkeit X-Achse	± 0,05 mm	± 0,05 mm	± 0,05 mm
Wiederholgenaugkeit Y-Achse	± 0,05 °	± 0,05 °	± 0,05 °
Wiederholgenaugkeit Z-Achse	± 0,05 °	± 0,05 °	± 0,05 °
Geschwindigkeit X-Achse (brushless Motor)	1450 mm/s	1600 mm/s	1600 mm/s
Geschwindigkeit X-Achse samt Option BOOSTEREL5 5000 Kg	-	910 mm/sek (im Eilgang) 210 mm/sek (5000 kg)	
Geschwindigkeit X-Achse samt Option BOOSTEREL2 2000 Kg	-	1000 mm/sek	1000 mm/sek
Geschwindigkeit X-Achse samt Option BOOSTEREM15 2000 Kg	650 mm/sek	-	-
Geschwindigkeit Y-Achse (brushless Motor)	200°/sek	180°/sek	100°/sek
Geschwindigkeit Q-Achse (brushless Motor)	320 mm/sek	330 mm/sek	330 mm/sek
Geschwindigkeit Z-Achse (brushless Motor)	400°/sek	500°/sek	500°/sek
Biegeradien (reduzier- bzw. erweiterbar auf Anfrage) max	165 mm	270 mm	270 mm
Biegeradien (reduzier- bzw. erweiterbar auf Anfrage) min	25 mm	35 mm	45 mm
Einzugslänge (erweiterbar auf Anfrage) - max. Hub - mittels Nachfassen des Rohres	 2100 mm 3700 mm	 2060 mm 4060 mm	 2060 mm 4060 mm
Spannzangenhalter durchgehend bis D.	43 mm	62 mm	84 mm
Dornschmierung	Sorio	Sorio	Sorio
Anzahl Dornstangen	3 Stück (10-16-24)	2 Stück (16-24)	3 Stück (16-24-44)
Installierte Leistung	15 kw	18 kw	18 kw
Leistungsaufnahme max.	4,5 kw	12 kw	12 kw
Lärmpegel	65 dba	65 dba	65 dba
Gewicht Maschine samt Steuerungspult	3000 daN	7000 daN	7000 daN
Maschinenabmessungen	4230 x 1475 x 1600 mm	5550 x 1990 x 2060 mm	5550 x 1990 x 2060 mm

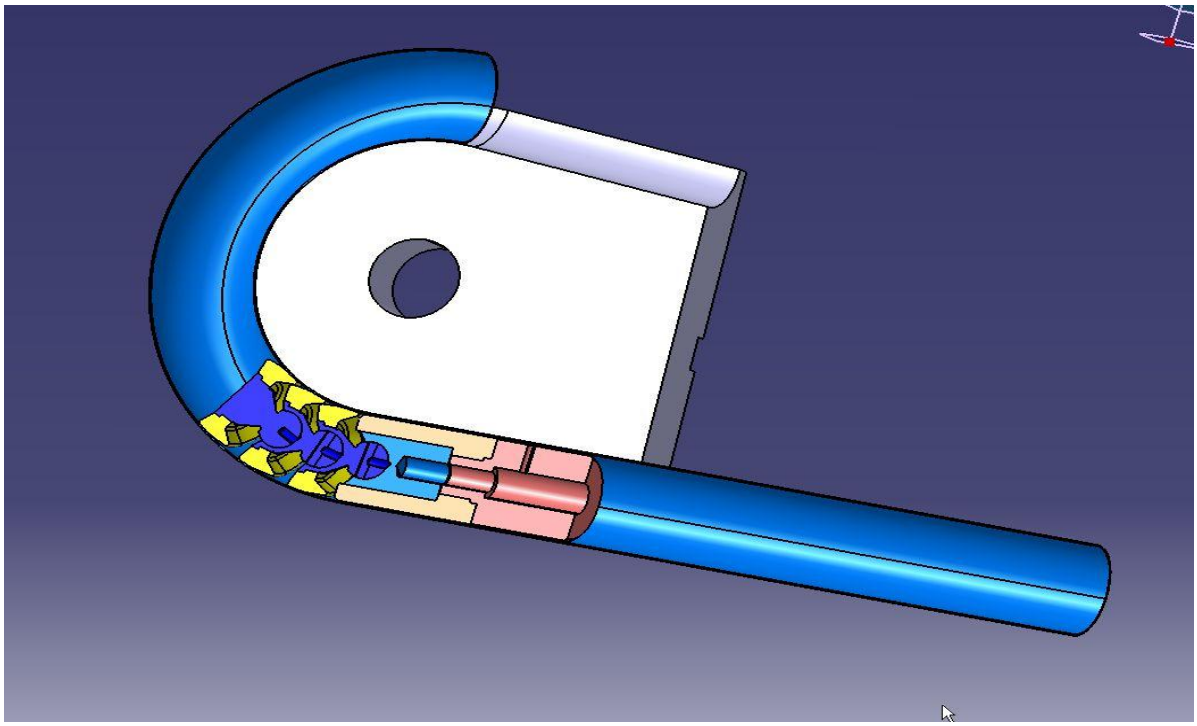
(1) Charakteristiken, Gewichte, Maße, Kapazitäten und Leistungen der Maschinen sind nicht verbindlich. Der Hersteller behält sich unangekündigte Änderungen vor. Die Abbildungen dienen lediglich zur Veranschaulichung.

2.13-Boru bükümünde malafanın etkisi.

Büküm yapılacak borular malafasız büküm yapıldığında deformasyonlar ve potlar oluşur. Boru malafasız büküm yapıldığında büküm kuvveti, açısı, radüsü, et kalınlığına bağlı olarak çökme ve ovalleşmeler olur.

ŞEKİL 2.13.1: Tırtıl malafa gösterimi

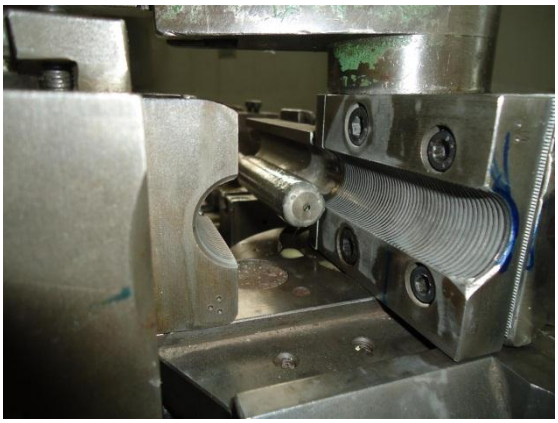
Şekil 2.13.1 tırtıl malafa grubu gösterilmiştir. Günümüzde hassas bükümlerde önemli bir yer tutar.



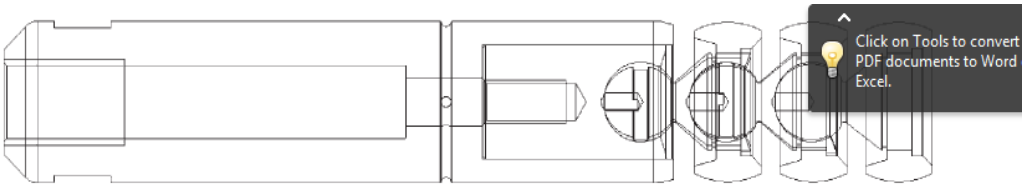
ŞEKİL 2.13.2:
Tırtıl malafa grubu gösterilmiştir.



ŞEKİL 2.13.3:
Düz malafa grubu gösterilmiştir



ŞEKİL 2.13.4: Tırtıl malafa grubu gösterilmiştir.

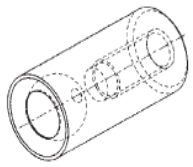
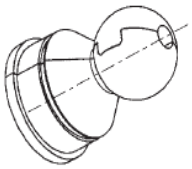
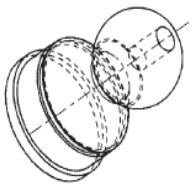


Click on Tools to convert PDF documents to Word Excel.

System-Gliederdorne

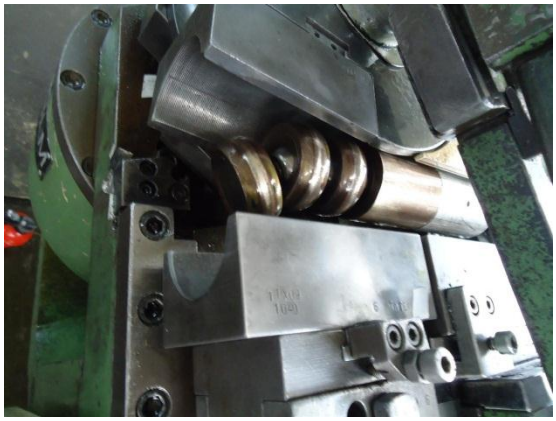
ALBROMET 300 HSC

Nr.	Rohr ø	Schaftlänge mm	Aufnahme Gewinde M	Material Rohr	ALBROMET 300 HSC	Werkzeugstahl gehärtet	Werkzeugstahl gehärtet TiCN beschichtet	Werkzeugstahl gehärtet CrN beschichtet
4	15,8 - 18,9	100	8	Aluminium		★	★★	★★★
5	19,0 - 23,9	150	12					
6	24,0 - 28,4	200	12	Edelstahl	★★★			
7	28,5 - 37,5	200	16					
8	38,0 - 43,5	200	20	Kupfer		★	★★	★★★
9	44,0 - 53,0	200	24					
10	53,5 - 66,0	200	24	Stahl	★	★	★★★	★★
11	66,5 - 85,0	300	30					
12	85,5 - 117	300	30					

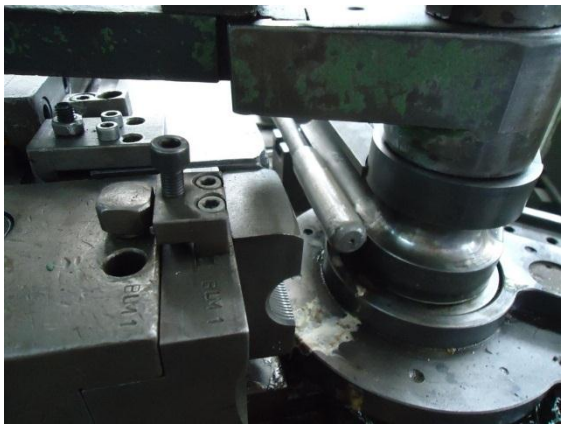
Nr.	Rohr ø	Dornverbindung geteilt	Gewinde M	Zwischenverbindung geteilt	Endverbindung
4	15,8 - 18,9		4		
5	19,0 - 23,9		5		
6	24,0 - 28,4		8		
7	28,5 - 37,5		8		
8	38,0 - 43,5		10		
9	44,0 - 53,0		10		
10	53,5 - 66,0		12		
11	66,5 - 85,0		12		
12	85,5 - 117		16		

Şekil2.13.4 boru çaplarına göre hangi parçadan kullanılacağı ve bükülecek malzemeye göre parçanın malzemesi belirtilmiştir. Örnek Ø 42 paslanmaz boru bükeceksek ,bunun için 8 gruba göre parçaları seçmemiz lazım. Bükülecek boru paslanmaz ise EDELSTAHL deki ALBROMET 300 HSC den parçaları yaptırmamız gerekiyor.

ŞEKİL 2.13.5:
Tırtıl malafa grubu resmi gösterilmiştir.



ŞEKİL 2.13.6:
Düz malafa grubu resmi gösterilmiştir.



2.14-Boru bükümünde arka dayamanın önemi

ŞEKİL 2.14.1: Arka dayama 1



ŞEKİL 2.14.2: Arka dayama 2



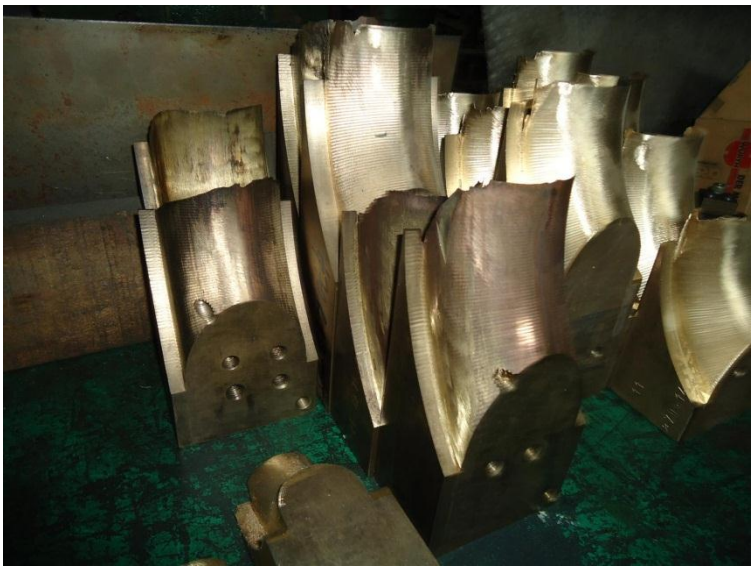
Yukardaki şekil 2.14.1 ve şekil 2.14.2 de arka dayama örnekleri gösterilmiştir. Hassa büküm yapılmasını istediğimizde bunların olması önemlidir .Bu parçaların uzun yapılması aşınma olduğunda tekrar işlenebilmesi maliyet açısından önemlidir. Yaklaşık olarak 15-20 mm her işlemede boydan kısalmaktadır.

ŞEKİL 2.14.3: Arka dayama düz malzemeli ve yuvarlak malzemeli



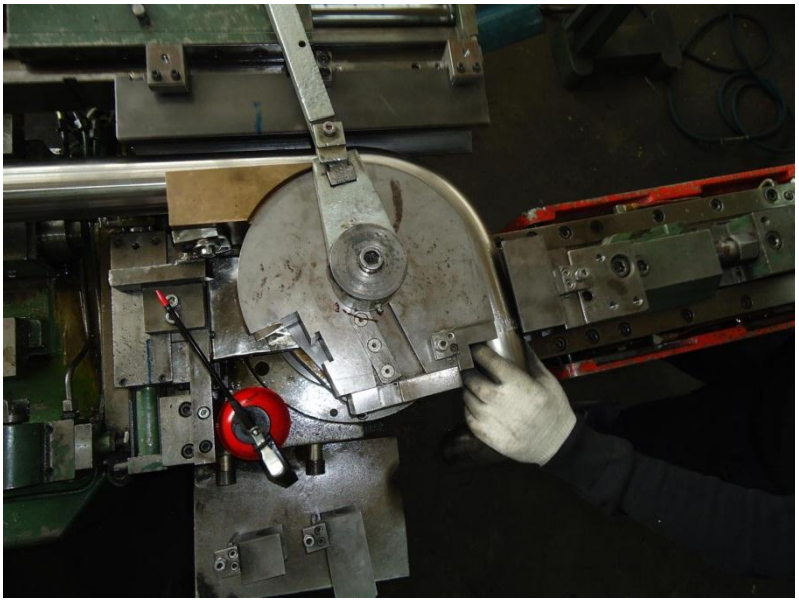
Malzeme pahalı olduğundan bu önemlidir. Hatta bazı firmalar malzeme pahalı olduğundan yuvarlak malzemeye dönmüşlerdir. Yandaki Şekil 2.14.3 te bu gösterilmiştir. Kullanılan malzeme alüminyum bronz karışımıdır.

ŞEKİL 2.14.4: Arka dayamalara örnekler



Yandaki şekilde kullanılan arka dayamalar gözükmektedir. Makaraya oturan ince kısım en çok aşınan kısımdır. Bu yüzden tekrar işlemeye uygun yapılmasında yarar vardır.

ŞEKİL 2.14.5: Aşağıda arka dayamanın makaraya nasıl dayandığı gözükmektedir.



Bu ne kadar düzgün makaraya otururbut büküm büküm deformasyonu az olur. Aşınması da az olur.

2.15-Boru bükümünde boru malzemesinin üretim toleransları

Boyuna kaynaklı sanayi borusu üretim standartları;

DIN 2458 & 1615/2394-1/2, TS 6476, EN 10219-1/2, TS EN 10305-3 ve kalite; DC01 (DIN EN 10130), S185, **...**

Güncel boru üretim standartlarını TSE ve DIN standartlarından takip edebiliriz. Boruların çap toleransı 0,1 mm olduğunu kabul edersek ,hassas bükümde bunları da makine teçhizatlarında dikkate almak gerekebilir. Bazen firmaların kendi üretimlerine göre boru çapları farklılık gösterebilir. Örnek bir firma Ø42x2 boru üretirken ,diğer firma Ø42,4x2 boru üretebilir. Bu yüzden büküm makinasında bulunan makara grubunda büküm sırasında problem yaşanabilir. Bu farklılığa dikkat etmek gerekir. Üretimimizi çok etkileyecek bir problem ise 2 makara grubu yapabiliriz. Malzeme istediğimiz çapta bulabiliyorsak bir sıkıntı olmaz

2.16-Boru bükümünde esneme-yaylanma

Boru bükümde belli bir açıda büküm yapılsa da istenen değerden düşük değer çıkacaktır. Mesela 48 derce istenen büküm 46 derece civarı çıkabilir. Bununla ilgili çalışma son bölümde bulunmaktadır. Bunun için CNC ye verilen değerler teorik arasında fark gösterir. Bu durumu büküm sırasında dikkate alınmalıdır.

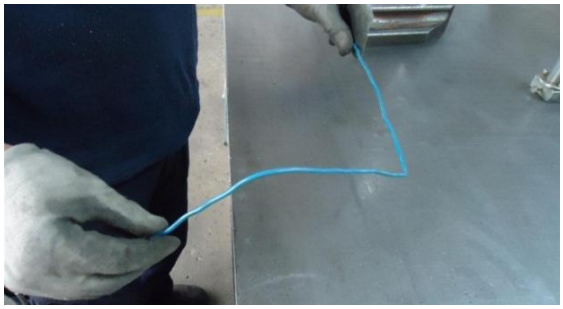
2.17-Boru bükümde makinede parça şeklinin yapılabilirliği

Öncelikle bükülecek borunun çapı, et kalınlığı uzunluğu, büküm radüsleri, çene payı ve büküm sırasında makinaya çarpacak durumlar olur mu diye kontrol edilmelidir. Şu anda yeni CNC lerde bunu bükülecek boruyu simülasyonla büküm kontrolü yapılabilir. CNC de simülasyonu olmayanlar bir tel gibi bir parça ile sıra sıra, teli el ile büküm yaparak makinadaki büküm pozisyonlarını kontrol edebilirler. Bu şekilde yere veya makinanın bir yerine çarpacak mı diye kontrol edilir. Gerekirse birkaç bükümlü parça kaynak yapılarak istenen şekil elde edilir. Tabi ki bu maliyet için istenmeyen bir durumdur.

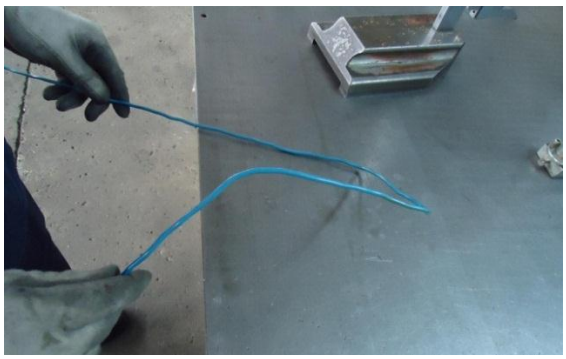
ŞEKİL 2.17.1: Tel bükme Operasyonu 1



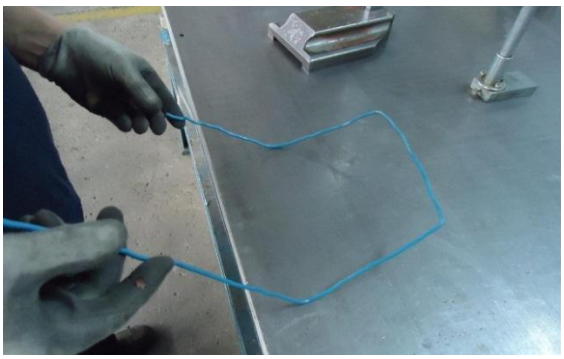
ŞEKİL 2.17.2: Tel bükme Operasyonu 2



ŞEKİL 2.17.3: Tel bükme Operasyonu 3



ŞEKİL 2.17.4: Tel bükme Operasyonu 4



Şekil 2.17.1, Şekil 2.17.2,Şekil 2.17.3 ve Şekil 2.17.4 teki gibi operasyonları yapıp makine boru bükmeden önce dönüşlerde ve ara mesafelerde çarpma durumu olur mu diye kontrol edebiliriz. Bu bize simülasyon olmayan makinelerde borunun bükülebilirliği açısından yardımcı olacaktır. Bununla beraber boru büküm öncesi boyu da önemlidir.

Boru malafalı büküm de ve pensin içine girme durumuna göre boy etken olabilir. Bunlar problem olursa boruyu birkaç parçadan kaynakla birleştirme yapabiliriz.

2.18-Boru bükümde ayni parçada farklı çene kullanımı

ŞEKİL 2.18.1: Sağ sol özel çene



Bazen sağ sol olan özel bükümlerde bu çeneler söküp takmalı yapılır. Böylece kaynak işleminden de kurtulmuş oluruz. Tabi ki bu büküm işlemini serilikten uzaklaştırsa da parçanın şekline göre gerekli olur.

ŞEKİL 2.18.2: Değişebilen çeneye örnek



Şekil 2.18.2 de makaranın kendi çenesi haricinde de ilave çene konmuştur. Bunda amaç pay olan yerlerde iz az olması için bu şekilde ilave çene kullanılır.

Bazen aşağıdaki gibi değişebilen çeneler kullanılır. Böylece çene batmaları azaltılmış olur.

2.19-Boru bükümde ayni parçada farklı büküm yapılabilirliği

ŞEKİL 2.19.1: Çok katlı makara grubuna örnek



Genelde tek radüsle büküm yapmak pratiktir. Eski makinalarda farklı bükümlü parçalar yapabilmek için değişik bükümlü parçalar kaynakla birleştirilir. Buda maliyeti etkiler. Yeni çok katlı ve roling sistemli makinalarda bu daha kolaydır. Bir kaç farklı radüste parça bükülebilir.
Bu sayede farklı radüsleri makara değiştirmeden ve boruyu çıkartmadan şekil 2.19.1 deki gibi seri bir şekilde boruyu bükebiliriz.
Bunda dikkat edilecek boru çapına göre bağlanabilecek makara sayısı 2,3,4,5 makara olabilir.

ŞEKİL 2.19.2: Sağ sol çene



Çok katlı makara bağlanamayan makinalarda bunlar söküp takmalıdır. Bazen borunun ortasındaki bükümler yapılır. Uç bükümler sonra yapılır.

Bazı parçalar bu tip makinalarda farklı bükümlü parçalar kaynak birleştirmesiyle tek parça gibi yapılabilir.

2.20-Borunun bükülebilirliği.

Büküm yapılacak boru malzeme olarak ve büküm şekli olarak incelenmelidir.
Büküm için alınacak boruların daha evvel alındıysa analiz raporları karşılaştırılmalı. İlk defa alınacak boru ise numune boru alıp karşılaştırma yapılmalı. Özellikle boru kaynaklı boruysa kaynak kısmı dışa getirilip büküm yapılmalı ve kaynak sağlamlığı da kontrol edilmelidir. Analizler ayni de olsa üretim hataları sonucu farklı şarjlarda farklı problemler olabilir. Daha büyük zararlara yol açmadan kontrollü gitmekte daha iyidir.

Malzeme haricinde borunun şekil olarak bükülebilirliği de makine teçhizatıyla beraber kontrol edilmelidir. Şimdiki yeni makinalarda CNC ‘ lerde simülasyonla bunu görebiliriz. Bunun haricinde bir tel bularak kademe kademe boruya büküm işlemi yapar gibi kontrol edebiliriz. Madde 17 deki (Boru bükümde makinede parça şeklinin yapılabilirliği) konuda büküm şekli kontrol edilebilir.

ŞEKİL 2.20.1: Büküm sırasında kopma olmuş bir parça



Büküm sırasında kopma nedenleri malzeme, aşırı sıkma veya dikkatsiz ayardan kaynaklanabilir.

2.21-Boruda pot oluşumu-kırışıklık

ŞEKİL 2.21.1: Pot örnek 1



ŞEKİL 2.21.2: Pot örnek 2



Yukarıda şekil 2.21.1 ve 2.21.2 numaralı resimlerde pot oluşumu gösterilmiştir.
Bunların başlıca sebepleri makara grubunun ayarlaması, hassasiyeti, boru et kalınlığı, boru sertliği, malafa boşluğu, büküm radüsü, büküm açısı, makara grubu boşluğu önemli etkenlerdir. Burada büküm operatörün tecrübesi önemlidir. Standart malzeme almak önemlidir.

2.22-Borunun tam istenildiği gibi % 100 yuvarlıkta olmayışı

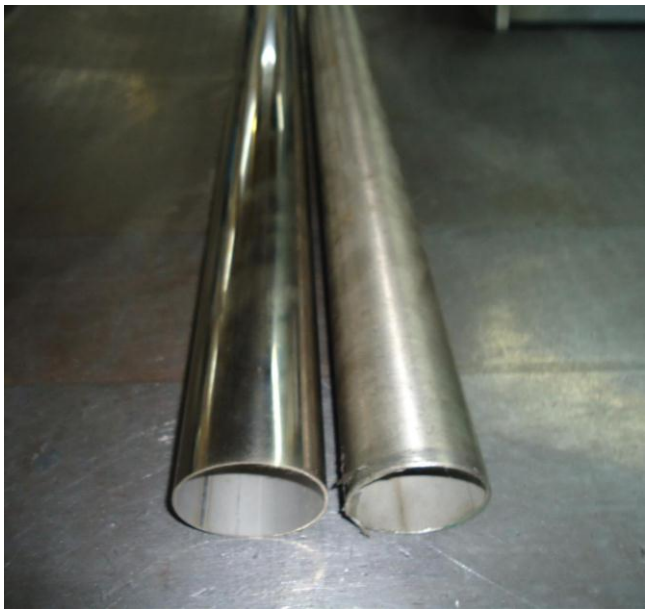
ŞEKİL 2.22.1: Yuvarlak olmayan boruya örnek



Şekil 2.22.1 gibi ezilmeden, çarpmadan ve boru üretimi sırasında ki makara ayarlarından kaynaklanabilir. Bazı boruları, elimizde eldivenle tutup, elimizde döndürdüğümüzde borunun kademeleri hissedilebilir. Bu yüzden borunun malafaya girmesinde sıkıntılar olabilir. Makara ve sıkma çeneleri tertibatı bükme için kapandığında bu gibi izler fazlalaşabilir. Bu sebeple malzeme alırken bunlar da dikkate alınmalıdır.

2.23-Boru yüzeyi

ŞEKİL 2.23.1: Parlak ve mat boru



Şekil 23-1 de borunun biri parlak boru diğeri mat boru alınmıştır. Parlak borular büküm sırasında ve diğer proseslerde çizilme riski yüksektir. Bunun haricinde büküm yerleri izleri ve bükülen yerlerin dış kısmı gerilmeden dolayı matlaşır. Makarada büküm sırasında kaydırma riski vardır. Yaklaşık 0,1 mm et kalınlığı normal ölçüsünden azdır. Ölçüsel sapmalara yol açabilir. Ayarlara dikkat etmek gerekir. Boru seçerken bunlara da dikkat etmekte yarar vardır.

ŞEKİL 2.23.2: Paslı boru



Şekil 2.23.2 de borunun paslanması büküm makarası yıpranmasına yol açabilir. Zımpara işlemimizi artırabilir. Bükümden önce zımpara makinasından geçirilmesi sonraki zımpara işlemine göre daha pratik olacaktır.

ŞEKİL 2.23.3: Dikişli boru görünümü



ŞEKİL 2.23.3 te borularda yüzeyde gözüken kaynak dikiş yönleri gözükmektedir .Bu dikişler fazla ise makara grubunun aşınmasını artırabilir. Sapmalara yol açabilir.

2.24-Boru transport araçları ve nakliyesi:

ŞEKİL 2.24.1: Bükümlü borular



ŞEKİL 2.24.2: Bükümlü borular



Kaynak öncesi şekil 2.24.1,şekil2.24.2,şekil2.24.3,şekil2.24.4 teki gibi kapak kaynağı için transport araçta beklerken gözükmektedir.

ŞEKİL 2.24.3: Bükümlü borulara örnek



ŞEKİL 2.24.4: Bükümlü borular örnek2



Şekil 2.24.1,Şekil 2.24.2,Şekil 2.24.3, Şekil 2.24.4 te bükümlü borular, işletme içerinde transporta kullanmak için şekildeki gibi tekerlekli araçlarla sevk ve koruması sağlanmıştır. Bekleyen araçlarda yağ damlamasına karşı Şekil 2.24.1, Şekil 2.24.4 te yağ toplama kapları konmuştu. Özellikle ince kalınlıktaki boruların üretim sırasında ve bir sonraki operasyona teslimi sırasında hasar görmemesi ve korunması önemlidir. Bu yüzden sevk sırasında dikkatli ve yavaş taşınmalı bükülmüş boruların birbirine hasar vermesi engellenmelidir.

ŞEKİL 2.24.5: Nakliyeden gelmiş borularda görülen eziklikler 1



ŞEKİL2.24.6: Nakliyeden gelmiş borularda görülen eziklikler 2



ŞEKİL 2.24.7: Nakliyeden gelmiş borular **ŞEKİL 2.24.8:** Nakliyeden gelmiş borular2





Şekil 2.24.7 ve 2.24.8 de Nakliyeden gelmiş ve istiflenmiş borular gözükmektedir. Bu borular üretim sırasında ambalajları açıldıktan sonra Şekil 2.24.5 ve 2.24.6 daki hasarlar ortaya çıkmıştır. Bu ezilmelere halat askı dengesizliği, forklift ile taşımada dikkatsizlik, kamyona dengesiz koyma, kamyona koyarken ve alırken çarpma v.b. dikkatsizlikler yol açmış olabilir. Optik olan parçalarda bu direk ıskartaya yol açabilir. Optik olmayan parçalarda ezilmeden dolayı malafaya girmeme sorunu yaşanabilir. Bu yüzden boruyu kesmeden önce bunları dikkate almalıyız.

2.25-Boru çapağı

Şekil 25-1: Testere kesimi yüzünden oluşan çapaklı bir boru .



Özellikle Bunu çapak alarak düzeltebiliriz. Bu hatanın olmaması için boru formunda kavrayan bir sıkıcı vasıtasıyla boru sıkıştırılıp boru kesilir. Bu sayede titreşim azaltılarak testerenin körlenmesi geciktirilir. Testerenin ağız açıları ve keskinliği de kontrol edilmelidir. Kesime uygun yağ kullanılmalıdır Aksi takdirde boru malafadan geçmeyebilir. Malafa ve makara grubunun aşınmasını etkiler.

2.26-Borunun testerede kesilmesi sonucu ovalleşmesi

ŞEKİL 2.26.1: Testere kesimi yüzünden oluşan oval bir boru



Şekil 2.26.1 de testere kesimi yüzünden ovalleşen bir boru mevcut. Özellikle ince et kalınlığındaki borularda sık görülen bir problemdir. Bunu malafa çakarak düzeltebiliriz. Bu hatanın olmaması için boru formunda kavrayan bir sıkıcı vasıtasıyla boru sıkıştırılıp boru kesilir.

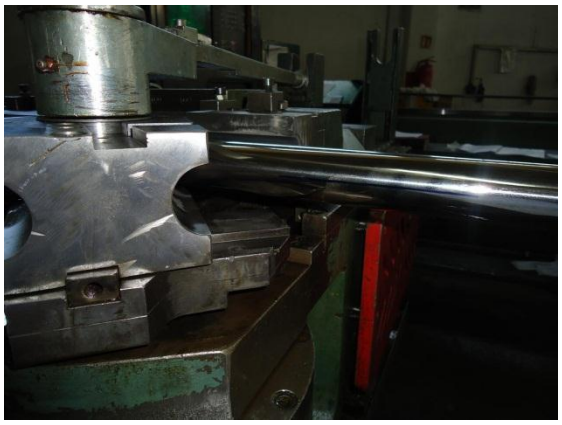
Aksi takdirde boru malafadan geçmeyebilir. Buda zaman kaybına yol açabilir. Karşı tarafına destek veya basma formu boru şeklinde olursa bu problem azalır.

2.27-Boruda kaynak yönünün etkisi

ŞEKİL 2.27.1: Borunun kaynak yönü ok ile gösterilmiştir.



ŞEKİL 2.27.2: Borunun kaynak yönü makaranın iç kısmına getirilmiştir.

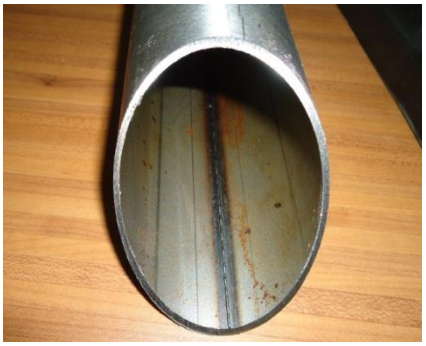


ŞEKİL 2.27.3:



Şekil 2.27.1 de CNC boru büküm makinasında, borunun dikiş yönü dikkate alınıp dikiş yönü içe dönük olarak makara tertibatına konmuştur. Şekil 2.27.2 ve şekil 2.27.3 te de makara tertibatına, makaranın iç radüsüne uygun konmuştur. Kaynak dikiş yönü dışarıda olduğunda portakallaşma ve gözenekler artabilir. Hatta kaynak yeri gerilimler yüzünden patlayabilir.

ŞEKİL 2.27.4: Borunun kaynak yönü ve kaynak çapağı gösterilmiştir.



2.27.4 te kaynak çapağını gösteren bir boru resmidir. Resimde gözüken kaynak çapağı fazla olduğunda malafada bu kısmı almak gerekebilir.

2.28-Boruda iç ve dış kaynak çapağının etkisi

ŞEKİL 2.28.1: Kaynak çapağı gösterimi 1



ŞEKİL 2.28.2: Kaynak çapağı gösterimi 2

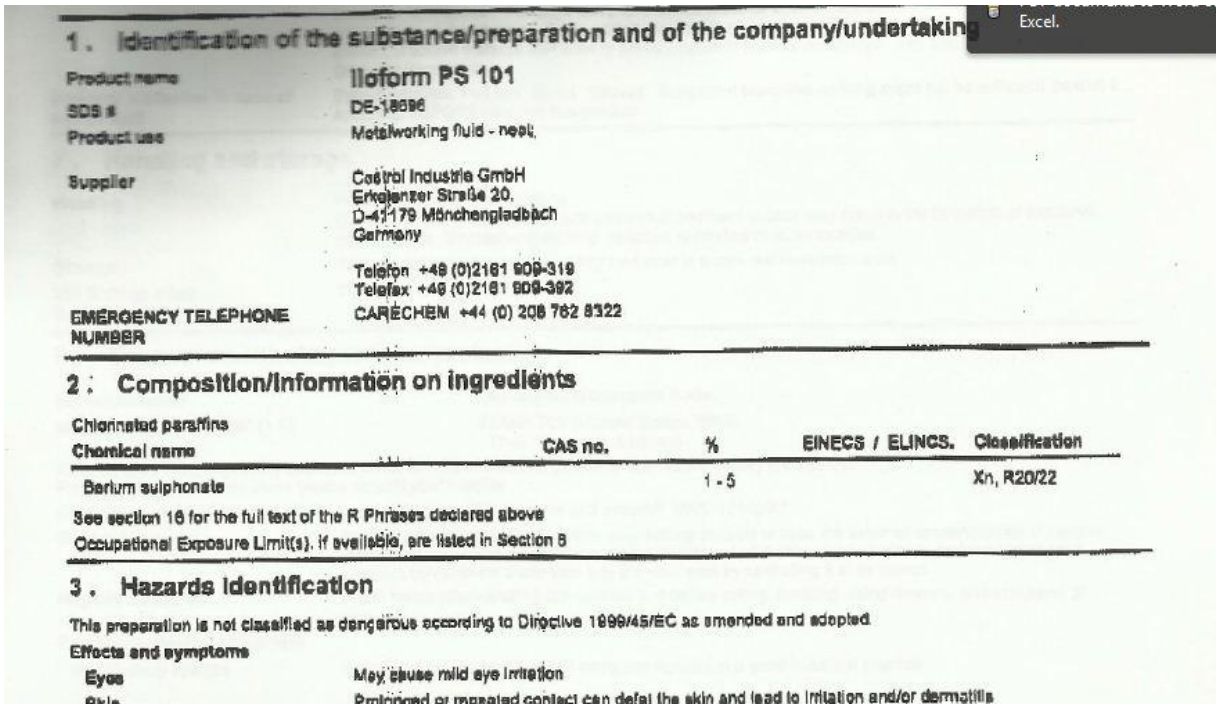


Şekil 2.28.1 ve 2.28.2 'de dikişli borudaki kaynak yönleri ve kaynak çapağı gözükmektedir. Bu kaynak çapaklarının fazla olması malafayı, makarayı ve makara gurubunun aşınmasını artırır. Hatta büküm değerlerini bile etkileyebilir. Kaynak çapağı ayni yönde olmayan bükümlerde daha problem yaratabilir. Tek yönlü bükümlerde kaynak çapağı içteyse malafaya yarık açmak suretiyle büküm yapılabilir. Bu yüzden boru alınırken kaynak çapağı fazlalığına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde kalite ve zaman kaybına yol açabilir.

2.29-Boru bükümünde kullanılan yağ

Bükümde kullanılan yağlar , normal makine ve hidrolik yağlardan farklıdır. Bu yağların malafayı aşındırmasını azaltması ve bükümde destek verebilecek yağlar mevcuttur .Günümüzde malafa içinde atomik püskürtmeli yağ kullanan firmalarda mevcuttur. Hatta çevre kirliliği için uçucu olan yağ ile büküm yapan firmalar mevcuttur. Elma yağı v.b yağlar bulunmaktadır. Bu yüzden yağ seçerken makine üretici firmaların ve yağ üreten firmaların desteklerini almak işimizi kolaylaştıracaktır. Bu yağların atık durumu da göz önünde bulundurulmalı. Zira kaynak sırasında borularda yağ olması istenmez. Bu yüzden yağ almak gerekir. Bu yağ aldığımız ünitede atıklar yasal mevzuata uygun şekilde arıtılmalı , imhası veya geri dönüşümü için lisanslı firmalarla irtibat kurulmalıdır.

ŞEKİL 29-1 : ILIFORM PS 101



1 . Identification of the substance/preparation and of the company/undertaking

Product name	Iloform PS 101
SDS #	DE-18696
Product use	Metalworking fluid - neat.
Supplier	Castrol Industrie GmbH Erkelenzer Straße 20. D-41179 Mönchengladbach Germany Telefon +49 (0)2161 909-319 Telefax +49 (0)2161 909-392
EMERGENCY TELEPHONE NUMBER	CARECHEM +44 (0) 208 762 8322

2 . Composition/information on ingredients

Chemical name	CAS no.	%	EINECS / ELINCS.	Classification
Chlorinated paraffins				
Barium sulphonate		1 - 5		Xn, R20/22

See section 16 for the full text of the R Phrases declared above
Occupational Exposure Limit(s), if available, are listed in Section 8

3 . Hazards identification

This preparation is not classified as dangerous according to Directive 1999/45/EC as amended and adopted.

Effects and symptoms

Eyes: May cause mild eye irritation

Prolonged or repeated contact can defat the skin and lead to irritation and/or dermatitis

Şekil 29-1 de ılıform ps 101 ismi verilen yağ , paslanmaz boru bükümde kullanılan yağlardandır. Vizkozitesi yoğun malafa yıpranması içinde ideal yağlardan biridir.

2.30-Boru bükümünde operatörün etkisi

Boru bükümünde operatörün tecrübeli olması bükülecek boruların hatasız ve daha seri çıkmasını kolaylaştırır .Şimdiye kadar incelediğimiz faktörlerin öğrenilmesi yaşanan problemlerin oluşturduğu risklerin azaltılması operatörün ayarlamasına bağlıdır. Hatta çıkabilecek fire için bile katkısı olacaktır .Yeni çıkan makinalar , operatörlere simülasyonlar ve 3 boyutlu çizimler sayesinde yardımcı olmaktadır. Bu gibi operatörlerin riski azaltmak için teknik planlamayla uyumlu çalışması sağlanmalıdır.

BÖLÜM 3

3.1-Boru bükümde teorik değerlerle pratik değerler arasındaki fark çalışması

Aşağıdaki şekillerde 16 adet boru büküm işlemine tabi tutulmuştur. Bu bükümlerin istenen ölçülerde bükümle çıkan değerler arasındaki sapmalar gösterilmiştir. Buradaki amaç uygulamalar sırasındaki ile teorik arasındaki farkları görebilmektir. Böylece işlemiş olduğumuz etkileyen faktörlerin ne gibi problemler gösterdiğini örnekleyebiliriz.

ŞEKİL 3.1.1: Ø70x1,2 boru
Parça no = 1 ve Parça no = 2



ŞEKİL 3.1.2: Ø70x1,5 boru
Parça no = 3 ve parça no = 4



ŞEKİL 3.1.3: Ø70x2 boru
Parça no =5 ve Parça no =6



ŞEKİL 3.1.4: Ø60x1,2 boru
Parça no =7 ve Parça no =8



ŞEKİL 3.1.5: Ø60x1,5 boru
Parça no =9 ve Parça no =10



ŞEKİL 3.1.6: Ø60x2 boru
Parça no =11 ve Parça no =12



ŞEKİL 3.1.7: Ø42x1,5 **boru**
Parça no =13 ve Parça no =14

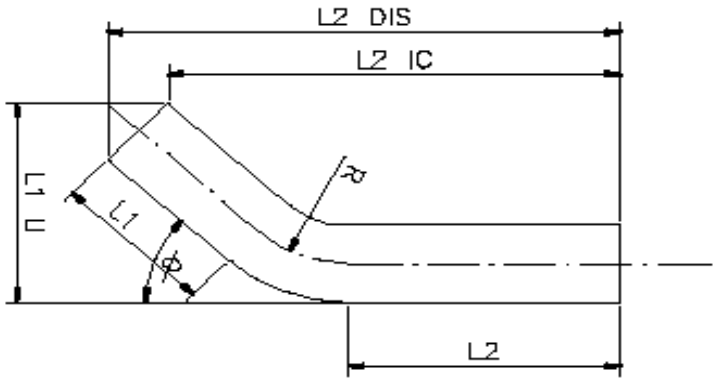


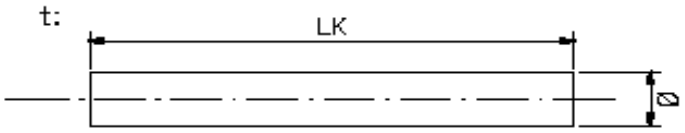
ŞEKİL 3.1.8: Ø42x2 boru
Parça no =15 ve Parça no =16



Tablo 3.1.1, tablo 3.1.2 ve tablo 3.1.3 de deneyde kullanılan borular ve ölçüleri verilmiştir. Buna göre makinaya programda verilen değerler ile çıkan sapmalar tabloda gözükmektedir. Bu sapmalar malzemenin sünmesi ve diğer etkileyen faktörlere bağlıdır. Buradaki açı farkları esneme sonucu olmaktadır. Operatör bu sapmaları göz önünde bulundurur ve CNC nin programında bu değerleri istediği değerlere ulaşıncaya kadar değiştirir. Parçanın aparatı varsa bu kontrol için daha iyidir. Çıkabilecek hataları da engellemiş olur. Bükülecek boru uzunluğu tespitlerinde de bu gibi sapmaların olabileceği için bu etkileyen faktörlere göre boru uzunlukları farklarına da dikkat edilmelidir.

ŞEKİL 3.1.9: Deneyde kullanılan boruların tablolar için ölçülen değerlerin yerleri gösterilmiştir.





t=borunun et kalınlığı, Lk=borunun kesim boyu, Ø=borunun dış çapı, θ=boru büküm açısı,L1=L1 Uzunluğu, L2=L2 Uzunluğu, Lu=Lüst ölçüm yüksekliği,L2 iç=L2 iç kısım uzunluğu, Ldış=Ldış kısım uzunluğu, LR=Lradüs uzunluğu olarak alınmıştır.

Tablo 3.1.1: Kesim boyu ve çıkan açı

Parça no	*BORU ÇAPI VE KALINLIĞI(mm)*	*Lkesim boyu=Lk(mm)*	*CNC de büküm sonrası çıkan açı=θ (derece)*	*R=RAD ÜS(mm)*	*Lradüs= Rx2xπxθ/ 360(m)*
					0,00
1	*Ø70x1,2*	*685*	*88*	*140*	*215,11*
2	*Ø70x1,2*	*578*	*43,8*	*140*	*107,07*
3	*Ø70x1,5*	*1046*	*87,2*	*140*	*213,16*
4	*Ø70x1,5*	*1045*	*43,5*	*140*	*106,33*
5	*Ø70x2*	*680*	*86,5*	*140*	*211,44*
6	*Ø70x2*	*525*	*42,8*	*140*	*104,62*
7	*Ø60x1,2*	*700*	*86,5*	*120*	*181,24*
8	*Ø60x1,2*	*700*	*43,5*	*120*	*91,14*
9	*Ø60x1,5*	*700*	*87*	*120*	*182,29*
10	*Ø60x1,5*	*700*	*43,5*	*120*	*91,14*
11	*Ø60x2*	*600*	*87*	*120*	*182,29*
12	*Ø60x2*	*600*	*43,2*	*120*	*90,51*
13	*Ø42x1,5*	*457*	*86,5*	*65*	*98,17*
14	*Ø42x1,5*	*464*	*43*	*65*	*48,80*
15	*Ø42x2*	*600*	*86,2*	*85*	*127,93*
16	*Ø42x2*	*620*	*43,2*	*85*	*64,11*

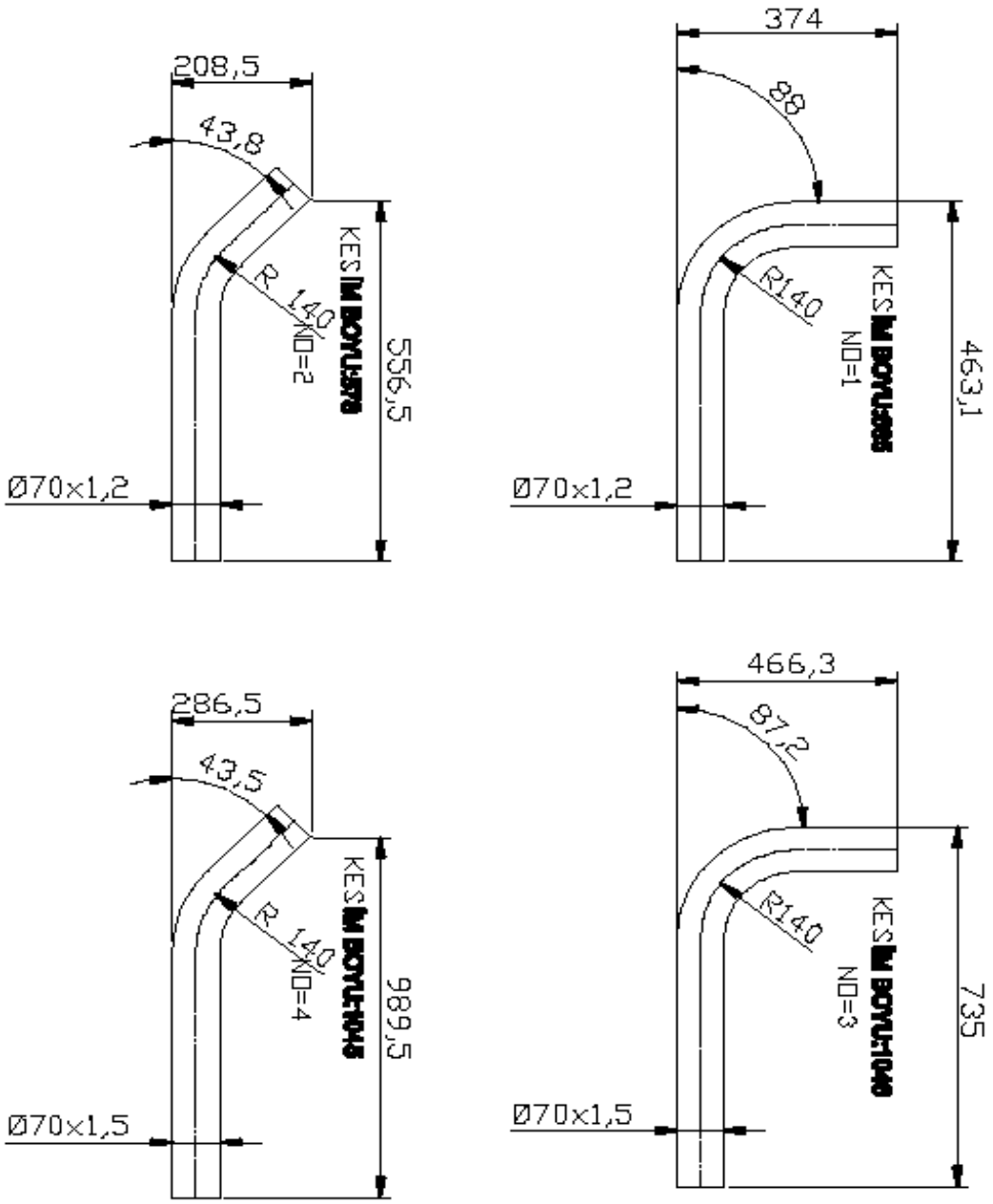
Tablo 3.1.2 : Tabloda ,deneyde kullanılan boruların toplam uzunluğu bulunmuştur.

Parça no	BORU ÇAPI VE KALINLIĞI(mm)	CNC de büküm sonrası çıkan açı=θ(derece)	R=RADÜS(mm)	uzunluğu Lradüs=Rx2xπxθ/360(mm)	L1 uzunluğu mm	L2 uzunluğu mm	Ltoplam= Lt=L1+L2+Lr (mm)
				0,00			
1	Ø70x1,2	88	140	215,11	205,232	281,044	701,39
2	Ø70x1,2	43,8	140	107,07	157,171	370,385	634,579
3	Ø70x1,5	87,2	140	213,16	300,207	545,544	1058,91
4	Ø70x1,5	43,5	140	106,33	719,466	272,627	1098,43
5	Ø70x2	86,5	140	211,44	170,001	312,448	693,89
6	Ø70x2	42,8	140	104,62	296,865	175,941	577,43
7	Ø60x1,2	86,5	120	181,24	157,251	373,18	711,67
8	Ø60x1,2	43,5	120	91,14	151,497	505,156	747,80
9	Ø60x1,5	87	120	182,29	155,564	376,264	714,11
10	Ø60x1,5	43,5	120	91,14	148,592	507,264	747,00
11	Ø60x2	87	120	182,29	137,339	291,018	610,64
12	Ø60x2	43,2	120	90,51	134,406	397,813	622,73
13	Ø42x1,5	86,5	65	98,17	136,906	229,203	464,28
14	Ø42x1,5	43	65	48,80	131,349	315,73	495,88
15	Ø42x2	86,2	85	127,93	115,078	364,606	607,62
16	Ø42x2	43,2	85	64,11	113,438	461,496	639,05

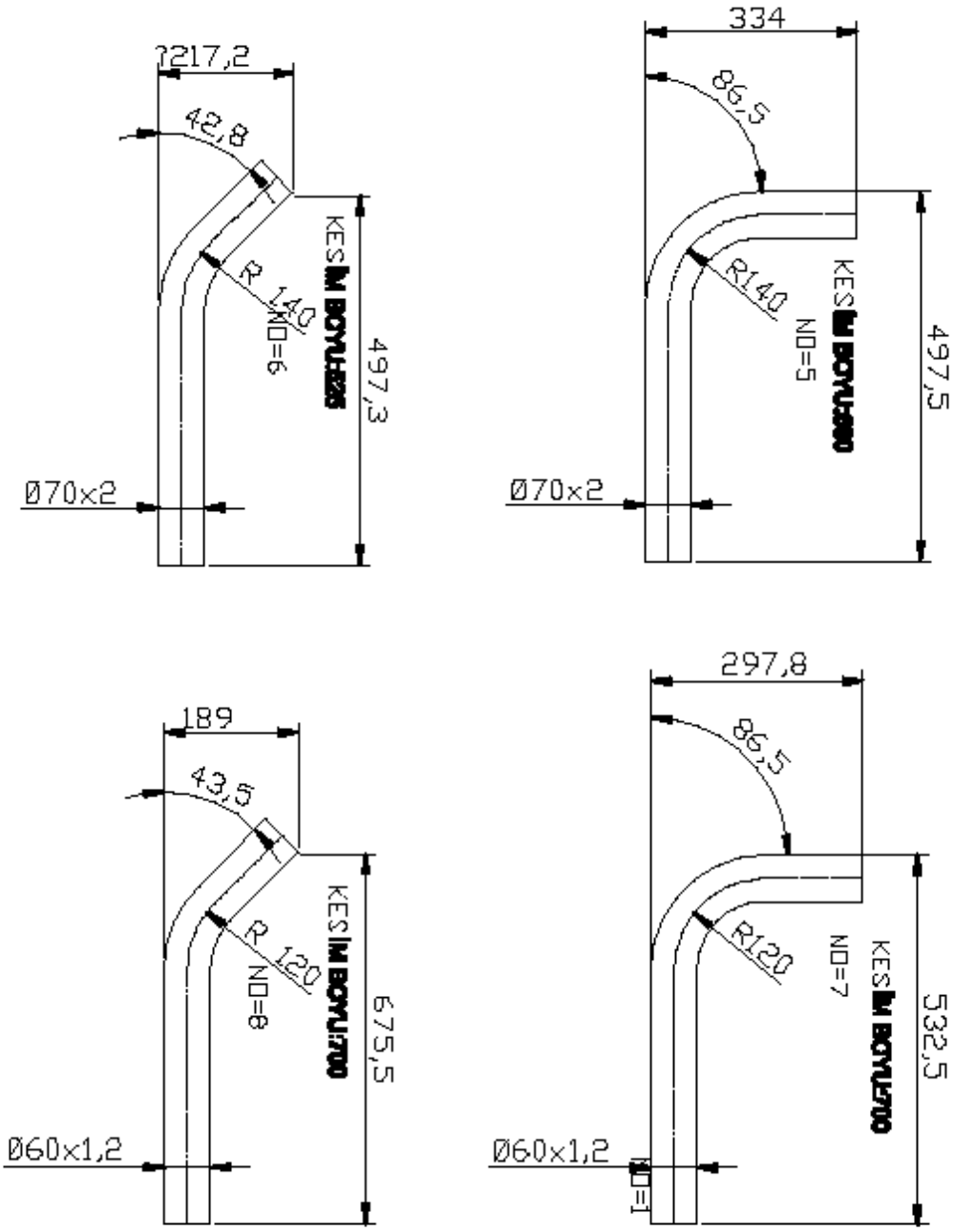
Tablo 3.1.3: Tabloda ,deneyde kullanılan borularda büküm sonrası çıkan fark

Parça no	BORU ÇAPI VE KALINLIĞI	kesim boyu	çıkan parçaya göre boy mm	boy farkı mm	CNC de verilen açı	CNC de büküm sonrası çıkan açı	açı farkı derece
1	Ø70x1,2	685	701,3	16,3	90	88	2
2	Ø70x1,2	578	634,579	56,579	45	43,8	1,2
3	Ø70x1,5	1046	1058,82	12,82	90	87,2	2,8
4	Ø70x1,5	1045	1098,383	53,383	45	43,5	1,5
5	Ø70x2	680	693,808	13,808	90	86,5	3,5
6	Ø70x2	525	577,386	52,386	45	42,8	2,2
7	Ø60x1,2	700	711,596	11,596	90	86,5	3,5
8	Ø60x1,2	700	744,264	44,264	45	43,5	1,5
9	Ø60x1,5	700	714,04	14,04	90	87	3
10	Ø60x1,5	700	746,962	46,962	45	43,5	1,5
11	Ø60x2	600	610,596	10,596	90	87	3
12	Ø60x2	600	622,696	22,696	45	43,2	1,8
13	Ø42x1,5	457	464,24	7,24	90	86,5	3,5
14	Ø42x1,5	464	495,86	31,86	45	43	2
15	Ø42x2	600	607,564	7,564	90	86,2	3,8
16	Ø42x2	620	639,022	19,022	45	43,2	1,8

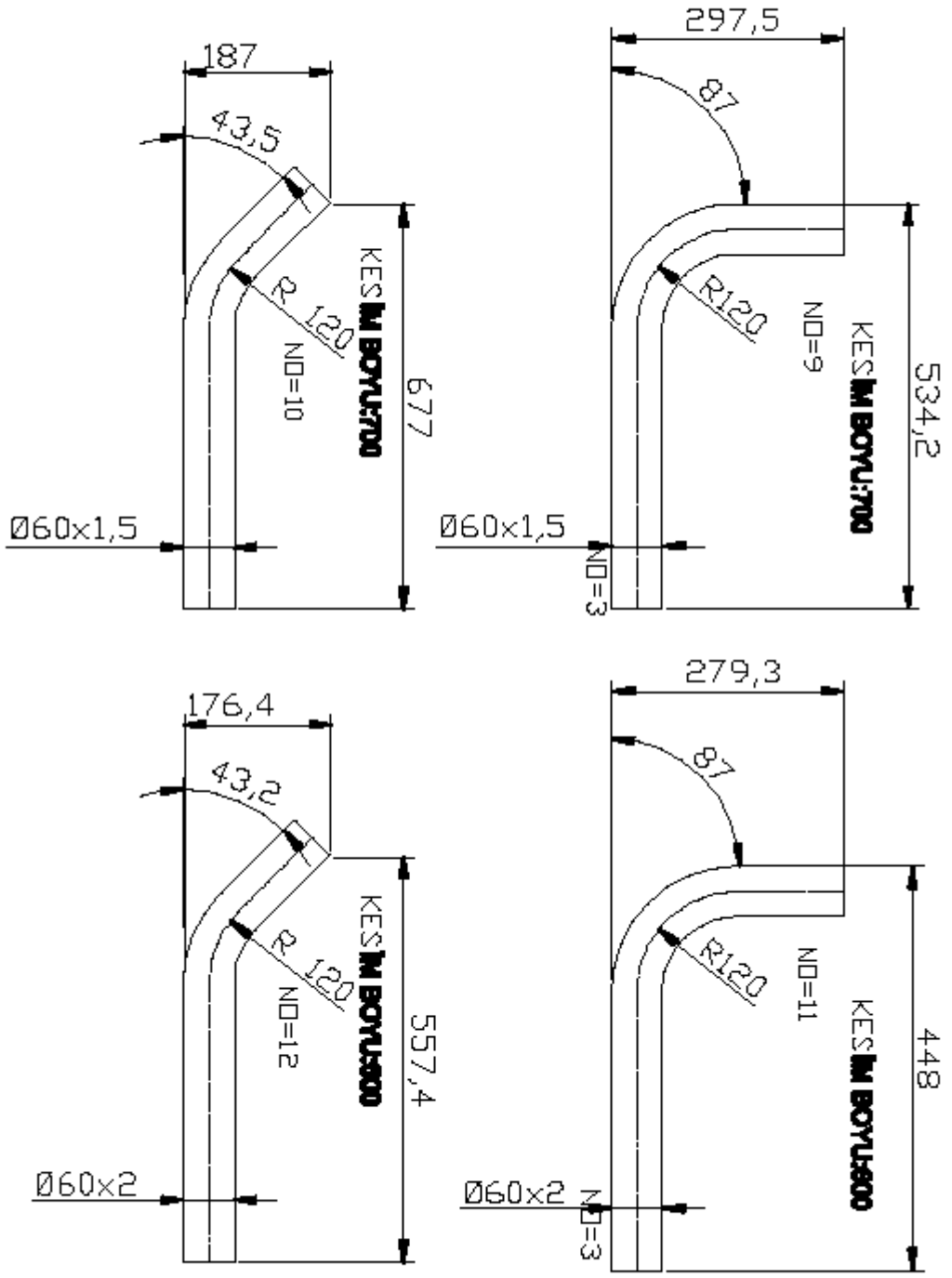
ŞEKİL 3.1.10: Denemede kullanılan borular (Parça no=1,2,3,4)



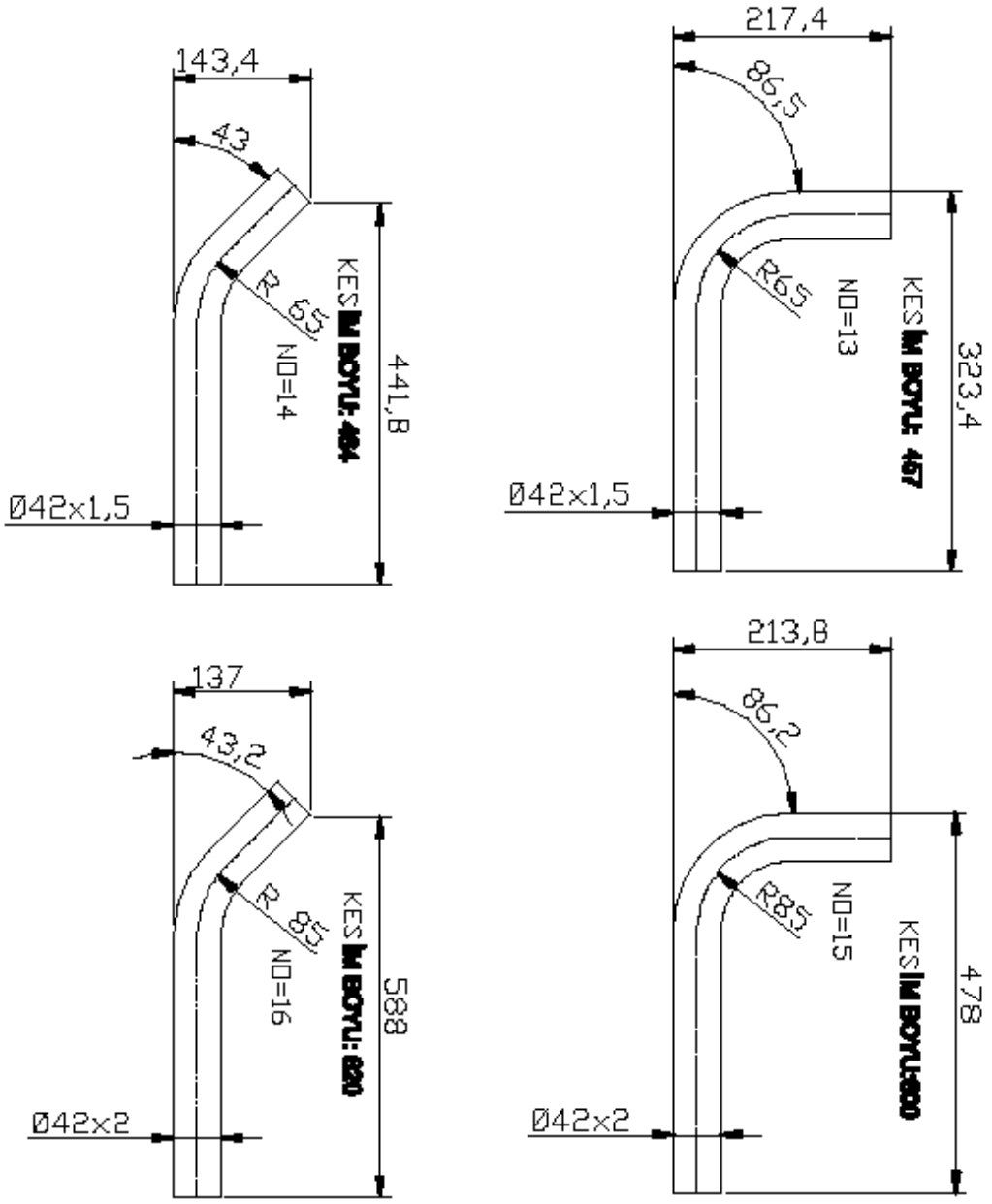
ŞEKİL 3.1.11: Denemede kullanılan borular (Parça no=5,6,7,8)



ŞEKİL 3.1.12: Denemede kullanılan borular (Parça no=9,10,11,12)



ŞEKİL 3.1.13: Denemede kullanılan borular (Parça no=13,14,15,16)



3.2-Çalışmada kullanılan ölçü aletleri ve kalibrasyon sertifikaları

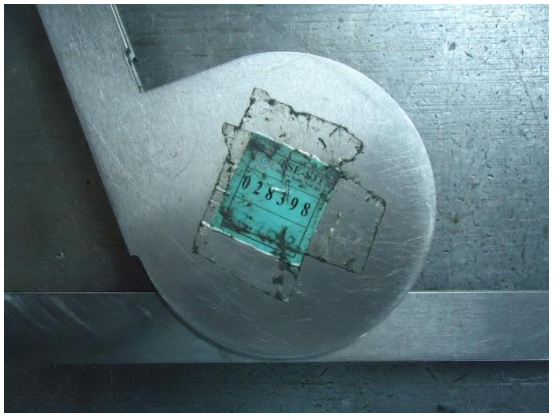
ŞEKİL 3.2.1:
Deneyde kullanılan mihengir. gözükmektedir.



ŞEKİL 3.2.2:
Deneyde kullanılan mihengir gözükmektedir.



ŞEKİL 3.2.3:
Deneyde kullanılan açı ölçer gözükmektedir.

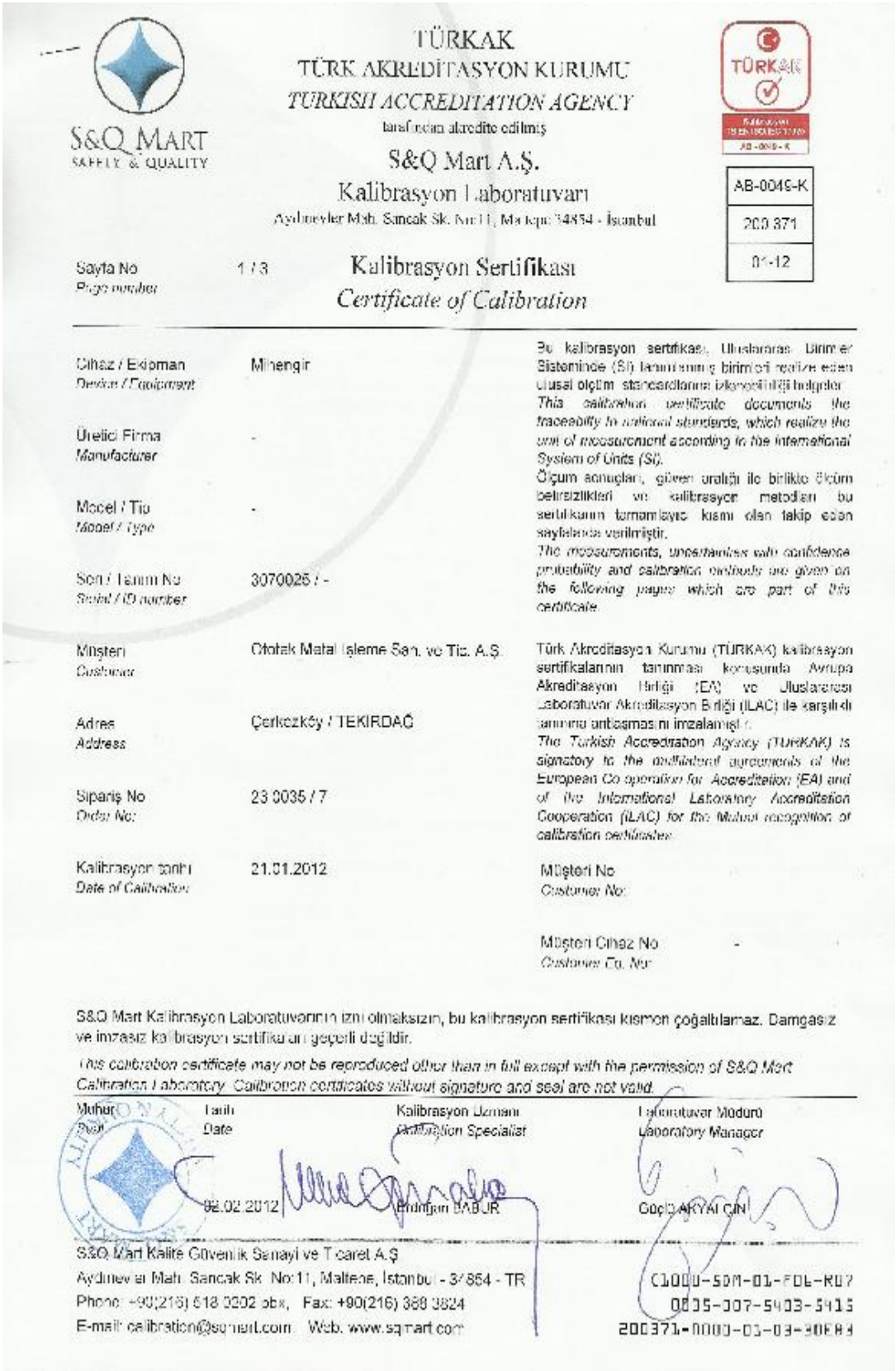


ŞEKİL 3.2.4:
Deneyde kullanılan kumpas gözükmektedir.



Bu deney sırasında ölçümleme yapılan boruların ölçü aletlerinin kalibrasyon sertifikaları gösterilmiştir.

ŞEKİL 3.2.5: Deneyde kullanılan 1.mihengirin sertifikası. Sayfa 1/3



S&Q MART
SAFETY & QUALITY

TÜRKAK
TÜRK AKREDİTASYON KURUMU
TURKISH ACCREDITATION AGENCY
tarafından akredite edilmiş

S&Q Mart A.Ş.
Kalibrasyon Laboratuvarı
Aydınevler Mah. Sancak Sk. No:11, Maltepe 34854 - İstanbul

TÜRKAK

AB-0049-K
200 371
01-12

Sayfa No / *Page number*: 1 / 3

Kalibrasyon Sertifikası
Certificate of Calibration

Cihaz / Ekipman *Device / Equipment*	Mihengir
Üretici Firma *Manufacturer*	-
Model / Tip *Model / Type*	-
Seri / Tanım No *Serial / ID number*	3070025 / -
Müşteri *Customer*	Ototeak Metal İşleme San. ve Tic. A.Ş.
Adres *Address*	Çerkezköy / TEKİRDAĞ
Sipariş No *Order No:*	23 0035 / 7
Kalibrasyon tarihi *Date of Calibration*	21.01.2012

Bu kalibrasyon sertifikası, Uluslararası Birimler Sisteminde (SI) tanımlanmış birimleri realize eden ulusal ölçüm standartlarına izlenebilirliği belgeler.
This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the unit of measurement according to the International System of Units (SI).
Ölçüm sonuçları, güven aralığı ile birlikte ölçüm belirsizlikleri ve kalibrasyon metodları bu sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfalarda verilmiştir.
The measurements, uncertainties with confidence probability and calibration methods are given on the following pages which are part of this certificate.

Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) kalibrasyon sertifikalarının tanınması konusunda Avrupa Akreditasyon Birliği (EA) ve Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği (ILAC) ile karşılıklı tanıma anlaşmasını imzalamıştır.
The Turkish Accreditation Agency (TURKAK) is signatory to the multilateral agreements of the European Co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the Mutual recognition of calibration certificates.

Müşteri No
Customer No:

Müşteri Cihaz No -
Customer Eq. No:

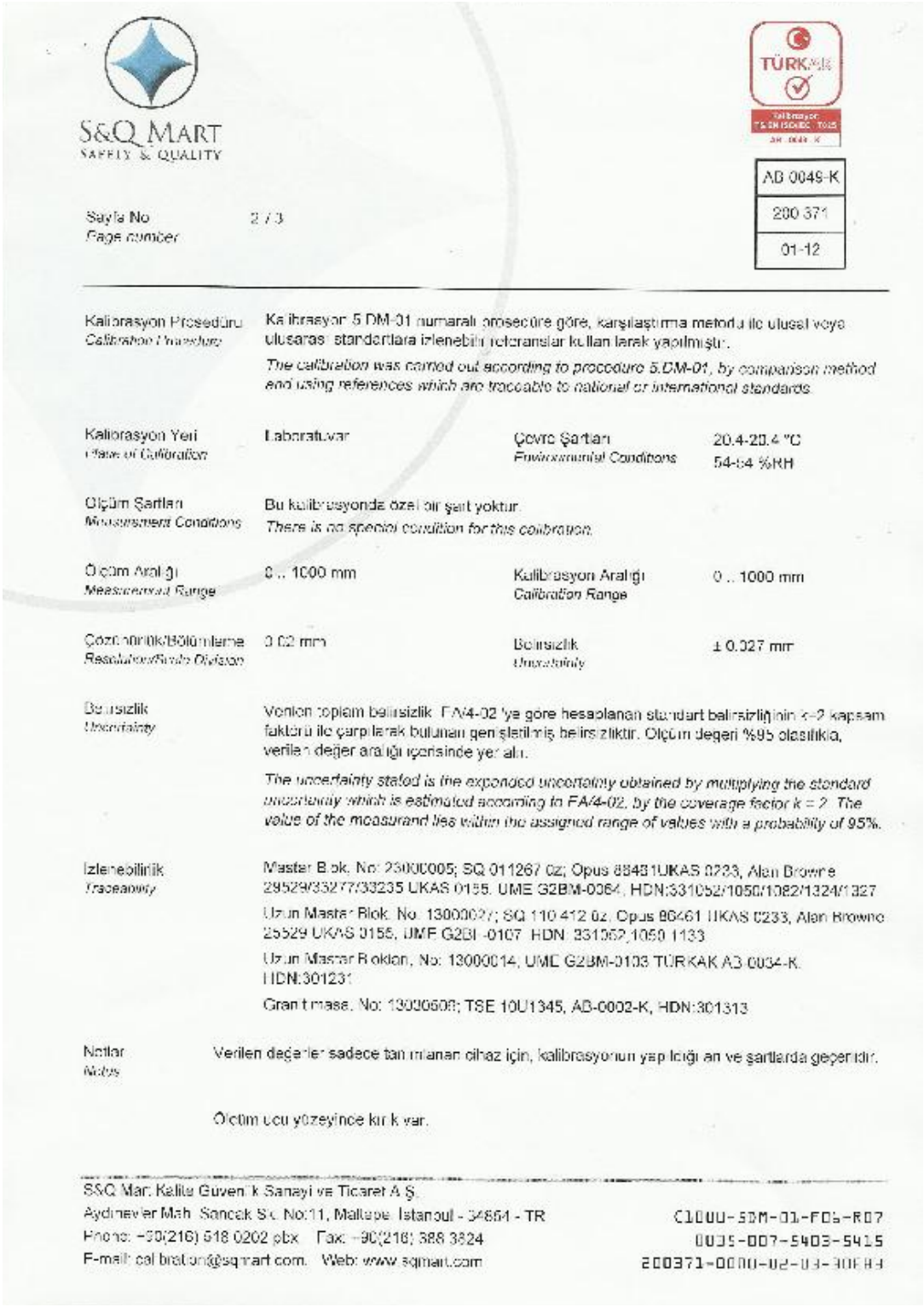
S&Q Mart Kalibrasyon Laboratuvarının izni olmaksızın, bu kalibrasyon sertifikası kısmen çoğaltılamaz. Damgasız ve imzasız kalibrasyon sertifikaları geçerli değildir.
This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of S&Q Mart Calibration Laboratory. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Mühür *Seal*	Tarih *Date*	Kalibrasyon Uzmanı *Calibration Specialist*	Laboratuvar Müdürü *Laboratory Manager*
	02.02.2012	Bilmiyan BABUR	Güçlü AKYALÇIN

S&Q Mart Kalite Güvenlik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Aydınevler Mah. Sancak Sk. No:11, Maltepe, İstanbul - 34854 - TR
Phone: +90(216) 518 3000 pbx, Fax: +90(216) 388 3824
E-mail: calibration@sqmart.com Web: www.sqmart.com

C1000-SQM-01-FOR-RU7
0035-007-5403-5415
200371-0000-01-03-30E84

ŞEKİL 3.2.6: Deneyde kullanılan 1.mihengirin sertifikası**.** Sayfa 2/3



S&Q MART
SAFETY & QUALITY

AB 0049-K
200 371
01-12

Sayfa No / Page number: 2 / 3

Kalibrasyon Prosedürü / Calibration Procedure: Kalibrasyon 5.DM-01 numaralı prosedüre göre, karşılaştırma metodu ile ulusal veya uluslararası standartlara izlenebilir referanslar kullanılarak yapılmıştır.
The calibration was carried out according to procedure 5.DM-01, by comparison method and using references which are traceable to national or international standards.

Kalibrasyon Yeri / Place of Calibration: Laboratuvar
Çevre Şartları / Environmental Conditions: 20.4-20.4 °C, 54-54 %RH

Ölçüm Şartları / Measurement Conditions: Bu kalibrasyonda özel bir şart yoktur.
There is no special condition for this calibration.

Ölçüm Aralığı / Measurement Range: 0 .. 1000 mm
Kalibrasyon Aralığı / Calibration Range: 0 .. 1000 mm

Çözünürlük/Bölümleme / Resolution/Scale Division: 0.02 mm
Belirsizlik / Uncertainty: ± 0.027 mm

Belirsizlik / Uncertainty: Verilen toplam belirsizlik FA/4-02 'ye göre hesaplanan standart belirsizliğinin k=2 kapsam faktörü ile çarpılarak bulunan genişletilmiş belirsizliktir. Ölçüm değeri %95 olasılıkla, verilen değer aralığı içerisinde yer alır.
The uncertainty stated is the expanded uncertainty obtained by multiplying the standard uncertainty which is estimated according to FA/4-02, by the coverage factor k = 2. The value of the measurand lies within the assigned range of values with a probability of 95%.

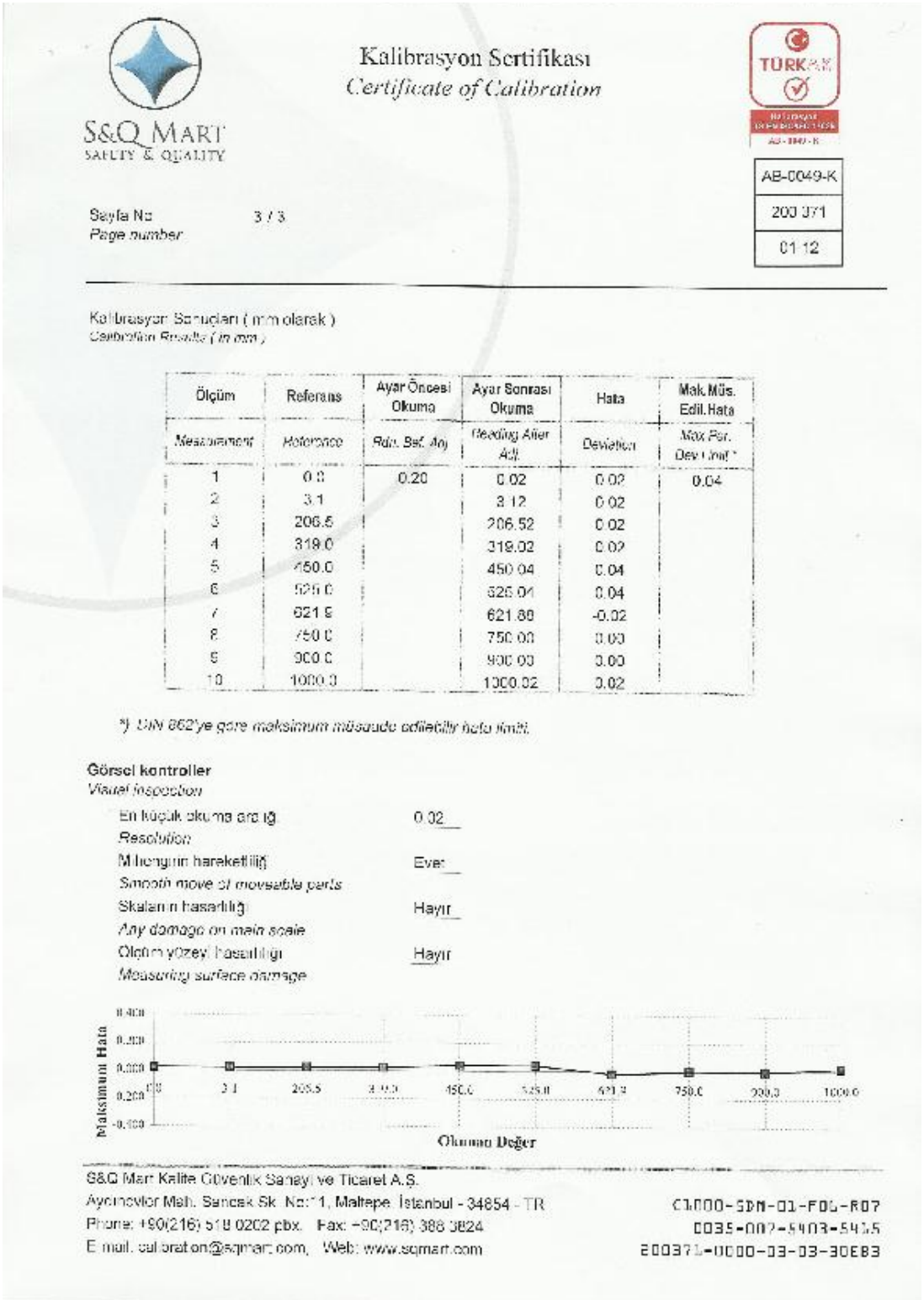
İzlenebilirlik / Traceability: Master Blok. No: 23000005; SQ 011267 0z; Opus 88481UKAS 0233, Alen Browne 29529/33277/33235 UKAS 0155. UME G2BM-0064. HDN:331052/1050/1082/1324/1327
Uzun Master Blok. No: 13000027; SQ 110 412 0z. Opus 86461 UKAS 0233, Alen Browne 25529 UKAS 0155, UME G2BI -0107 HDN: 331062,1050 1133
Uzun Master Bloklar, No: 13000014, UME G2BM-0103 TÜRKAK AB 0034-K. HDN:301231
Grant mase. No: 13000608; TSE 10U1345, AB-0002-K, HDN:301313

Notlar / Notes: Verilen değerler sadece tanımlanan cihaz için, kalibrasyonun yapıldığı an ve şartlarda geçerlidir.
Ölçüm ucu yüzeyince kırık var.

S&Q Mar. Kalite Güvenlik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Aydınevler Mah. Sancak Sk. No:11, Maltepe İstanbul - 34854 - TR
Phone: +90(216) 518 0202 pbx Fax: +90(216) 388 3824
E-mail: calibration@sqmart.com Web: www.sqmart.com

C1000-5DM-01-F06-R07
0035-007-5403-5415
200371-0000-02-03-30E84

ŞEKİL 3.2.7: Deneyde kullanılan 1.mihengirin sertifikası. Sayfa 3/3



S&Q MART
SAFETY & QUALITY

Kalibrasyon Sertifikası
Certificate of Calibration

TÜRKAK
AB-0049-K

AB-0049-K
200 371
01.12

Sayfa No: 3 / 3
Page number

Kalibrasyon Sonuçları (mm olarak)
Calibration Results (in mm)

Ölçüm	Referans	Ayar Öncesi Okuma	Ayar Sonrası Okuma	Hata	Mak.Müs. Edil.Hata
Measurement	*Reference*	*Rdn. Bef. Adj*	*Reading After Adj.*	*Deviation*	*Max.Per. Dev.Unit* *)
1	0.0	0.20	0.02	0.02	0.04
2	3.1		3.12	0.02	
3	206.5		206.52	0.02	
4	319.0		319.02	0.02	
5	450.0		450.04	0.04	
6	525.0		525.04	0.04	
7	621.9		621.88	-0.02	
8	750.0		750.00	0.00	
9	900.0		900.00	0.00	
10	1000.0		1000.02	0.02	

**) DIN 862'ye göre maksimum müsaade edilebilir hata limiti.*

Görsel kontroller
Visuel inspection

En küçük okuma aralığı: 0.02
Resolution

Mihengirin hareketliliği: Evet
Smooth move of moveable parts

Skalanın hasarlılığı: Hayır
Any damage on main scale

Ölçüm yüzeyi hasarlılığı: Hayır
Measuring surface damage

S&Q Mart Kalite Güvenlik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Aydınevler Mah. Sancak Sk. No:1, Maltepe İstanbul - 34854 - TR
Phone: +90(216) 518 0202 pbx. Fax: +90(216) 388 3824
E mail: calibration@sqmart.com, Web: www.sqmart.com

C1000-SDM-01-F01-R07
0035-007-5403-5415
200371-0000-03-03-30E83

ŞEKİL 3.2.8: Deneyde kullanılan 2.mihengirin sertifikası. Sayfa 1/3



TÜRKAK
TÜRK AKREDİTASYON KURUMU
TURKISH ACCREDITATION AGENCY
tarafından akredite edilmiş

S&Q MART
SAFETY & QUALITY

S&Q Mart A.Ş.
Kalibrasyon Laboratuvarı
Aydınevler Mah. Sancak Sk. No:11, Maltepe 34854 - İstanbul

AB-0049 K
200 880
02 12

Sayfa No / *Page number*: 1 / 3

Kalibrasyon Sertifikası
Certificate of Calibration

Cihaz / Ekipman *Device / Equipment*	Mihengir
Üretici Firma *Manufacturer*	Heightgage
Model / Tip *Model / Type*	HS 60
Seri / Tanım No *Serial / ID number*	0700770 / -
Müşteri *Customer*	Ototeк Metal İşleme San. ve Tic. A.Ş.
Adres *Address*	Çerkezköy / TEKİRDAĞ
Sipariş No *Order No:*	23 0035-/ 21
Kalibrasyon tarihi *Date of Calibration*	02.02.2012

Bu kalibrasyon sertifikası, Uluslararası Birimler Sisteminde (SI) tanımlanmış birimleri realize eden ulusal ölçüm standartlarına izlenebilirliği belgeler.
This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the unit of measurement according to the International System of Units (SI).
Ölçüm sonuçları güven aralığı ile birlikte ölçüm belirsizlikleri ve kalibrasyon metodları bu sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfalarda verilmiştir.
The measurements, uncertainties with confidence probability and calibration methods are given on the following pages which are part of this certificate.

Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) kalibrasyon sertifikalarının tanınması konusunda Avrupa Akreditasyon Birliği (EA) ve Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği (ILAC) ile karşılıklı tanınma anlaşmasının imzacısıdır.
The Turkish Accreditation Agency (TÜRKAK) is signatory to the multilateral agreements of the European Co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the Mutual recognition of calibration certificates.

Müşteri No / *Customer No:* -

Müşteri Cihaz No / *Customer Eq. No:* -

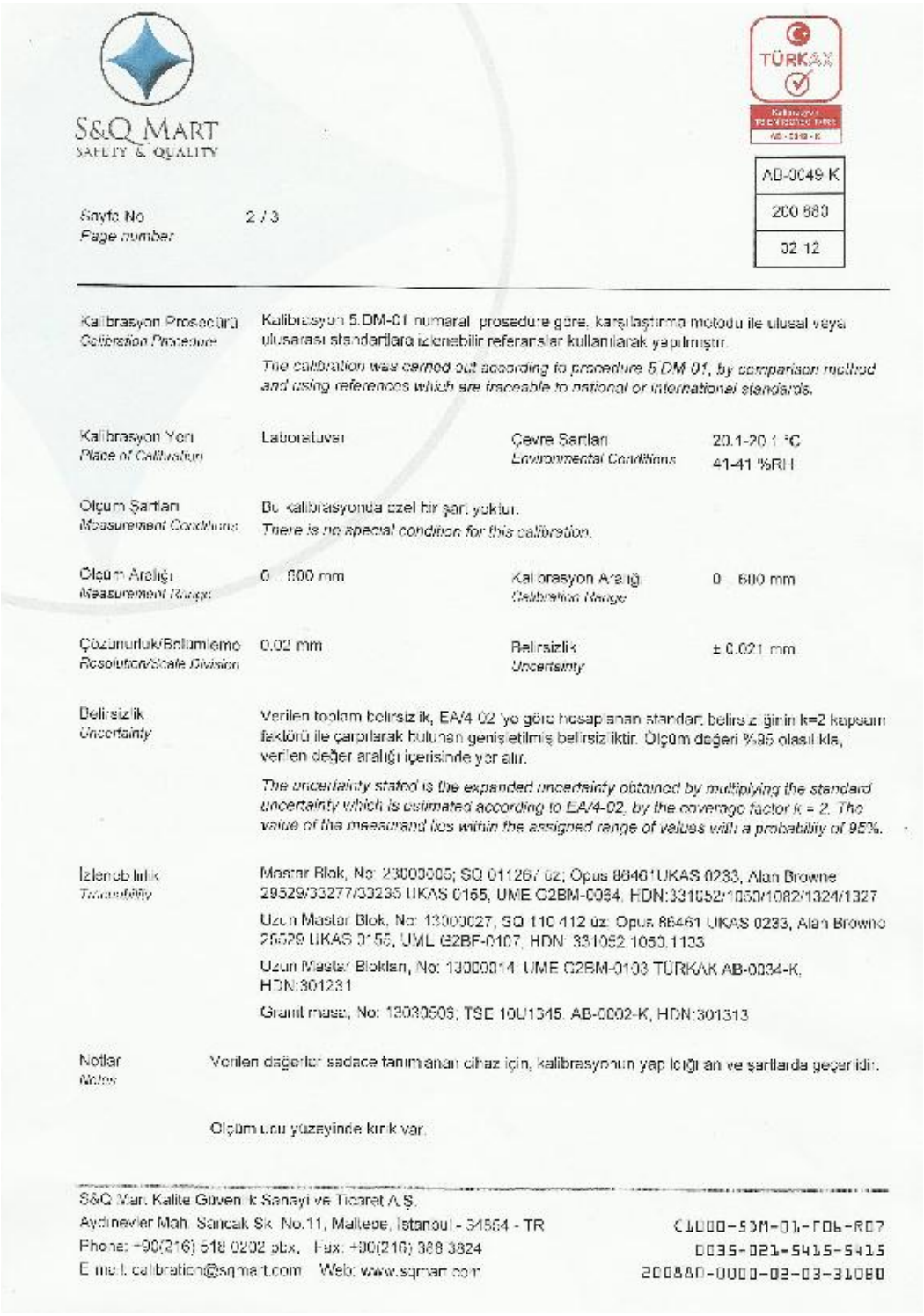
S&Q Mart Kalibrasyon Laboratuvarının izni olmaksızın, bu kalibrasyon sertifikası kısmen çoğaltılamaz. Damgasız ve imzasız kalibrasyon sertifikaları geçerli değildir.
This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of S&Q Mart Calibration Laboratory. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Müdür / *Head*	Tarih / *Date*	Kalibrasyon Uzmanı / *Calibration Specialist*	Laboratuvar Müdürü / *Laboratory Manager*
	02.02.2012	Erdoğan SABUR	Güçlü AKYALÇIN

S&Q Mart Kalite Güvenlik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Aydınevler Mah. Sancak Sk. No:11, Maltepe, İstanbul - 34854 - TR
Phone: +90(216) 516 0202 pbx, Fax: +90(216) 388 3624
E-mail: calibration@sqmart.com, Web: www.sqmart.com

C1000-SPM-01-F06-R07
0035-021-5015-5015
P00000-0000-01-03-31080

ŞEKİL 3.2.9: Deneyde kullanılan 2.mihengirin sertifikası. Sayfa 2/3



S&Q MART
SAFETY & QUALITY

TÜRKAK

AB-0049 K
200 880
02 12

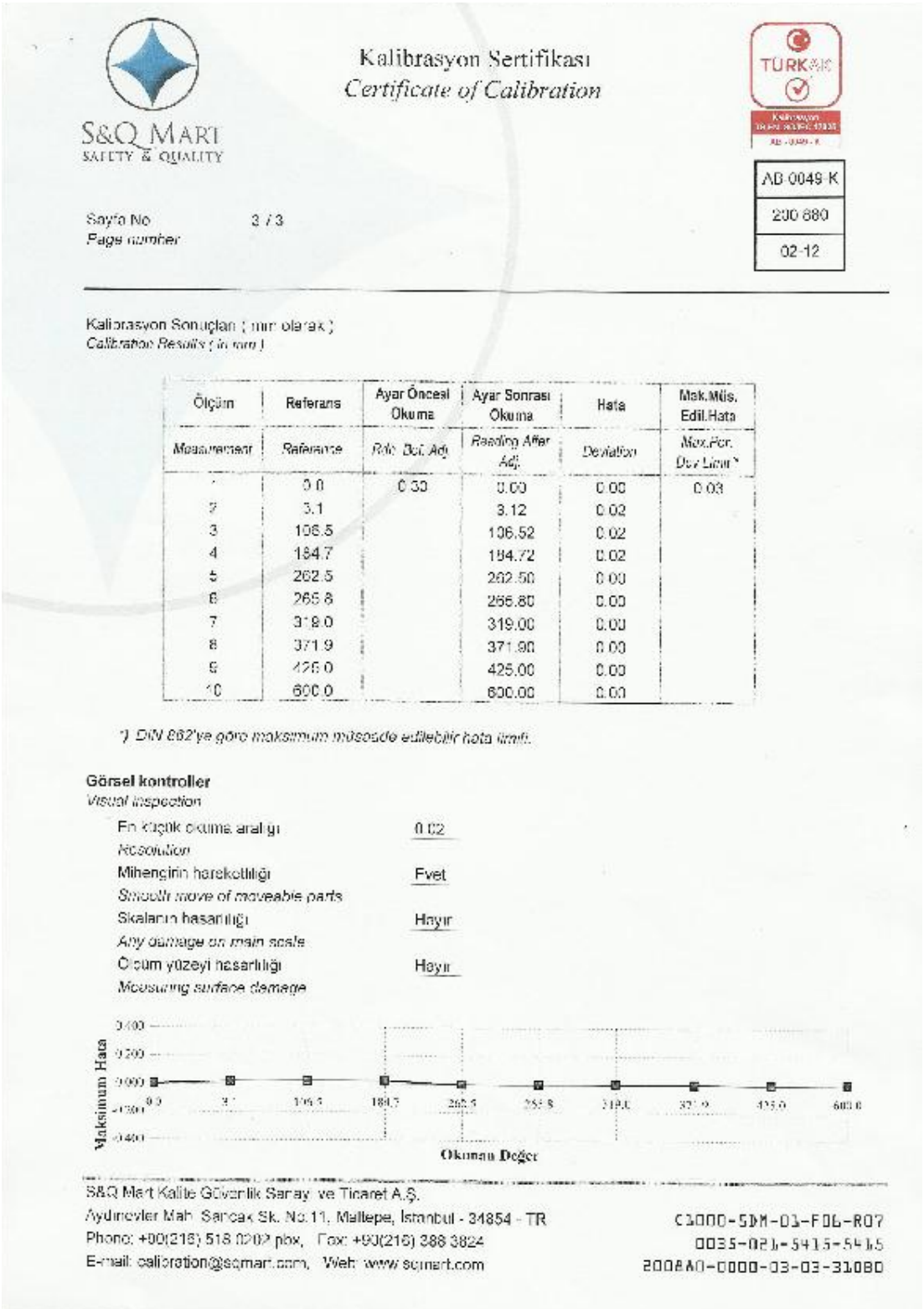
Sayfa No / Page number: 2 / 3

Kalibrasyon Prosedürü / Calibration Procedure	Kalibrasyon 5.DM-01 numaralı prosedüre göre, karşılaştırma metodu ile ulusal veya ulusarası standartlara izlenebilir referanslar kullanılarak yapılmıştır. *The calibration was carried out according to procedure 5.DM 01, by comparison method and using references which are traceable to national or international standards.*		
Kalibrasyon Yeri / Place of Calibration	Laboratuvar	Çevre Şartları / Environmental Conditions	20.1-20.1 °C 41-41 %RH
Ölçüm Şartları / Measurement Conditions	Bu kalibrasyonda özel bir şart yoktur. *There is no special condition for this calibration.*		
Ölçüm Aralığı / Measurement Range	0 - 600 mm	Kalibrasyon Aralığı / Calibration Range	0 - 600 mm
Çözünürlük/Bölümleme / Resolution/Scale Division	0.02 mm	Belirsizlik / Uncertainty	± 0.021 mm
Belirsizlik / Uncertainty	Verilen toplam belirsizlik, EA/4 02'ye göre hesaplanan standart belirsizliğin k=2 kapsam faktörü ile çarpılarak bulunan genişletilmiş belirsizliktir. Ölçüm değeri %95 olasılıkla, verilen değer aralığı içerisinde yer alır. *The uncertainty stated is the expanded uncertainty obtained by multiplying the standard uncertainty which is estimated according to EA/4-02, by the coverage factor k = 2. The value of the measurand lies within the assigned range of values with a probability of 95%.*		
İzlenebilirlik / Traceability	Master Blok, No: 23000005; SQ 011267 02; Opus 86461 UKAS 0233, Alan Browne 29529/33277/33235 UKAS 0155, UME G2BM-0084, HDN:331052/1050/1082/1324/1327 Uzun Master Blok, No: 13000027, SQ 110 412 02; Opus 86461 UKAS 0233, Alan Browne 29529 UKAS 0155, UME G2BF-0107, HDN: 331052.1050.1133 Uzun Master Blokları, No: 13000014, UME G2BM-0103 TÜRKAK AB-0034-K, HDN:301231 Granit masa; No: 13030505; TSE 10U1345, AB-0002-K, HDN:301313		
Notlar / Notes	Verilen değerler sadece tanımlanan cihaz için, kalibrasyonun yapıldığı an ve şartlarda geçerlidir. Ölçüm ucu yüzeyinde kırık var.		

S&Q Mart Kalite Güvenlik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Aydınevler Mah. Sancak Sk. No.11, Maltepe, İstanbul - 34854 - TR
Phone: +90(216) 518 0202 pbx, Fax: +90(216) 388 3824
E mail: calibration@sqmart.com Web: www.sqmart.com

C1000-53M-01-F04-R07
0035-021-5415-5415
200880-0000-02-03-31080

ŞEKİL 3.2.10 : Deneyde kullanılan 2.mihengirin sertifikası. Sayfa 3/3



S&Q MART
SAFETY & QUALITY

Kalibrasyon Sertifikası
Certificate of Calibration

TÜRKAK
AB 0049 K

200 680
02-12

Sayfa No 3 / 3
Page number

Kalibrasyon Sonuçları (mm olarak)
Calibration Results (in mm)

Ölçüm	Referans	Ayar Öncesi Okuma	Ayar Sonrası Okuma	Hata	Mak.Müs. Edil.Hata
Measurement	*Reference*	*Rdg. Bef. Adj.*	*Reading After Adj.*	*Deviation*	*Max.Per. Dev Limit *)*
1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.03
2	3.1		3.12	0.02	
3	106.5		106.52	0.02	
4	184.7		184.72	0.02	
5	262.5		262.50	0.00	
6	265.8		265.80	0.00	
7	319.0		319.00	0.00	
8	371.9		371.90	0.00	
9	425.0		425.00	0.00	
10	600.0		600.00	0.00	

**) DIN 862'ye göre maksimum müsaade edilebilir hata limiti.*

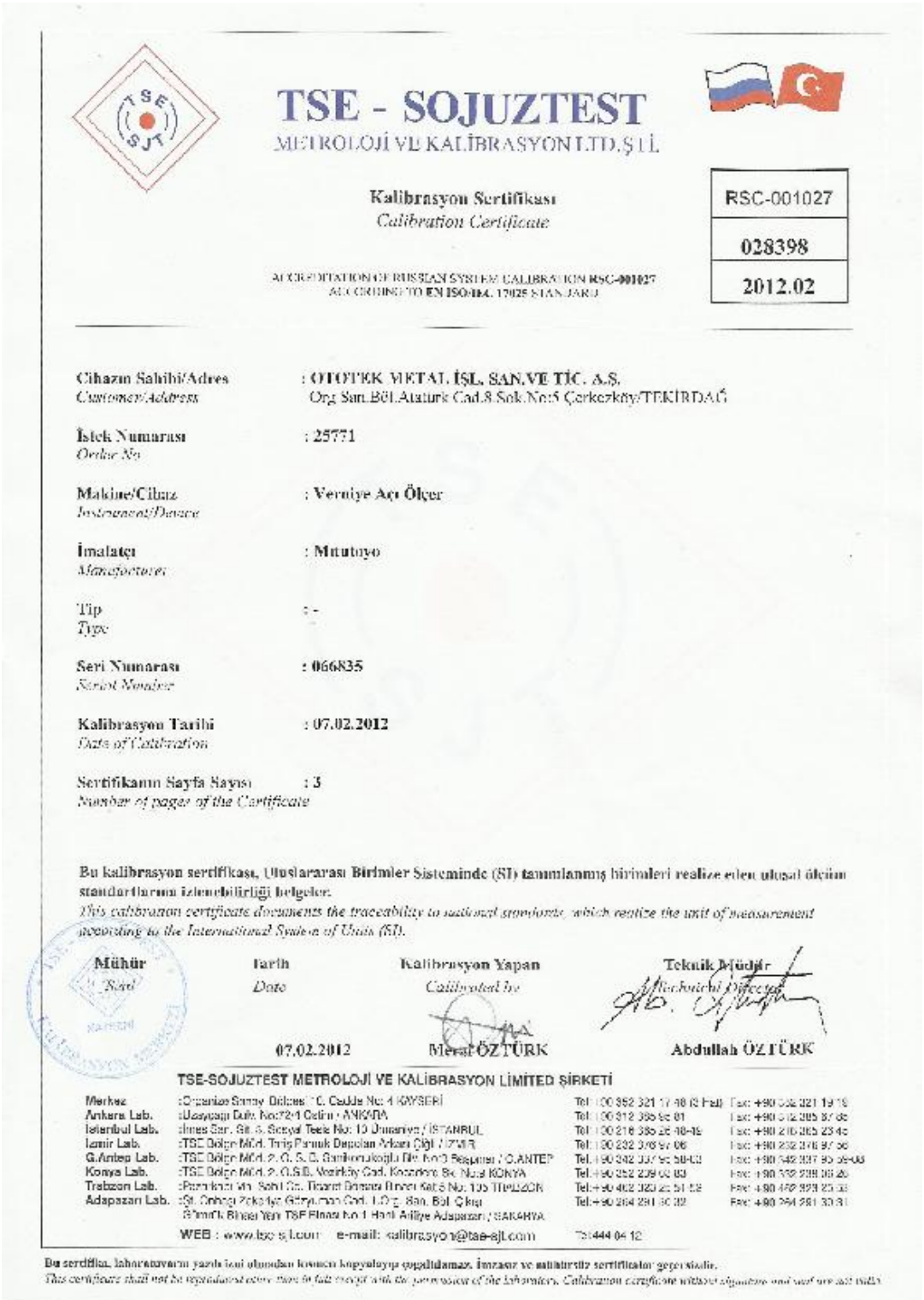
Görsel kontroller
Visual inspection

En küçük okuma aralığı *Resolution*	0.02
Mihengirin hareketliliği *Smooth move of moveable parts*	Evet
Skalanın hasarlılığı *Any damage on main scale*	Hayır
Ölçüm yüzeyi hasarlılığı *Measuring surface damage*	Hayır

S&Q Mart Kalite Güvenlik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Aydınevler Mah. Sancak Sk. No:11, Maltepe, İstanbul - 34854 - TR
Phone: +90(216) 518 0202 pbx, Fax: +90(216) 388 3824
E-mail: calibration@sqmart.com, Web: www.sqmart.com

C3000-SDM-03-F06-R07
0035-026-5415-5465
2008A0-0000-03-03-31080

ŞEKİL 3.2.11: Açıölçer sertifikası. Sayfa 1/3



TSE - SOJUZTEST

METROLOJİ VE KALİBRASYON LTD.ŞTİ.

Kalibrasyon Sertifikası
Calibration Certificate

RSC-001027
028398
2012.02

ACCREDITATION OF RUSSIAN SYSTEM CALIBRATION RSC-001027
ACCORDING TO EN ISO/IEC 17025 STANDARD

Cihazın Sahibi/Adres *Customer/Address*	: **OTOTEK METAL İŞL. SAN.VE TİC. A.Ş.** Org.San.Böl.Atatürk Cad.8 Sok.No:5 Çerkezköy/TEKİRDAĞ
İstek Numarası *Order No*	: 25771
Makine/Cihaz *Instrument/Device*	: **Verniye Açı Ölçer**
İmalatçı *Manufacturer*	: **Mitutoyo**
Tip *Type*	: -
Seri Numarası *Serial Number*	: **066835**
Kalibrasyon Tarihi *Date of Calibration*	: **07.02.2012**
Sertifikanın Sayfa Sayısı *Number of pages of the Certificate*	: 3

Bu kalibrasyon sertifikası, Uluslararası Birimler Sisteminde (SI) tanımlanmış birimleri realize eden ulusal ölçüm standartlarının izlenebilirliği belgeler.
This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the unit of measurement according to the International System of Units (SI).

Mühür *Seal*	Tarih *Date*	Kalibrasyon Yapan *Calibrated by*	Teknik Müdür *Technical Director*
	07.02.2012	Meral ÖZTÜRK	Abdullah ÖZTÜRK

TSE-SOJUZTEST METROLOJİ VE KALİBRASYON LİMİTED ŞİRKETİ

Merkez	:Organize Sanay. Bölgesi 10. Cadde No: 4 KAYSERİ	Tel: (0 352 321 17 48 (8 Hat)	Fax: +90 352 321 19 19
Ankara Lab.	:Üzeyiçi Cad. No:72/1 Ostim / ANKARA	Tel: (0 312 385 56 81	Fax: +90 312 385 87 05
İstanbul Lab.	:İmes San. Sit. 3. Sokak Tekis No: 10 Umraniye / İSTANBUL	Tel: (0 216 365 26 46-49	Fax: +90 216 365 23 45
İzmir Lab.	:TSE Bölge Müd. Tınaz Pamuk Depoları Arkası Çiğli / İZMİR	Tel: (0 232 376 96 06	Fax: +90 232 376 97 06
G.Antep Lab.	:TSE Bölge Müd. 2. O. S. B. Sanayi Cad. No: 3 Başpınar / G.ANTEP	Tel: (0 342 337 96 58-62	Fax: +90 342 337 96 56-63
Konya Lab.	:TSE Bölge Müd. 2. O.S.B. Mevlâna Cad. Kozaklı Bl. No:4 KONYA	Tel: +90 332 239 00 83	Fax: +90 332 239 00 85
Trabzon Lab.	:Pazarkapı Mh. Sahil Cd. Ticaret Odası Binası Kat:5 No: 105 TRABZON	Tel: +90 462 326 25 51 52	Fax: +90 462 326 25 53
Adapazarı Lab.	:Şht. Cengiz Topel Cad. Gürsu Han Cad. 1/2 g. San. Böl. Çıkışı Sanayi Binası Yeni TSE Binası No:1 Hanlı Adliye Adapazarı / SAKARYA	Tel: +90 264 281 30 30	Fax: +90 264 281 30 31

WEB : www.tse-sjt.com e-mail: kalibrasyon@tse-sjt.com TS1444 04 12

Bu sertifika, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürsüz sertifikalar geçersizdir.
This certificate shall not be reproduced except in full except with the permission of the laboratory. Calibration certificate without signature and seal are not valid.

ŞEKİL 3.2.12 : Açı ölçer sertifika. Sayfa 2/3



Sayfa 2 / 3
Page 2 of 2

TSE-SOJUZTEST
METROLOJİ ve KALİBRASYON LTD. ŞTİ.

RSC-001027
028398
2012.02

CİHAZIN ÖZELLİĞİ

ÖLÇME SAHASI : 0 : 360 °
Range of Measurement
SKALA TAKSİMATI : 5 '
Scale Division
***ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİ** : ± 2,9'
Uncertainty of Measurement

***Belirtilen ölçüm belirsizliği, k=2 genişletme katsayısı ile standart belirsizliğin çarpımından elde edilmiştir ve % 95 oranında güvenilirlik sağlanmıştır.**

Referans cihaz/Standard : Kalibrasyon : ölçme sahası 15°10' - 90 °, olan ve ölçüm hatası ±3'' olan 2875-02 açı mastar blok takımı referans alınarak yapılmıştır
Reference device/standard The calibration is made by the reference set of angle gauge block 2875-02 ,range 15 °10' - 90 °, error ± 3'',

İzlenebilirlik : Referans cihaz izlenebilirliği TSE-SJT zincirinde kalibrasyon yapılarak sağlanmış ve Sert. No:329859 ile belgelenmiştir.
Traceability Traceability of the reference device are supplied at TSE-SJT and certificated by No: 329859.

Standard-Talimat : Kalibrasyon, Mi 2131-90 ve 03-KT-08 talimatına göre yapılmıştır,
Standard-procedure The calibration is made in accordance with Mi 2131-90 standard and 03 KT-08 instructions.

Kalibrasyon Şartları : Kalibrasyon , 20 ± 2C sıcaklık ve %45 ± 10 bağıl nem de doğrudan ölçme metodu kullanılarak yapılmıştır.
Calibration conditions Calibration made at 20 ± 2C sıcaklık ve %45 ± 10 and used to direct meter of measurement.

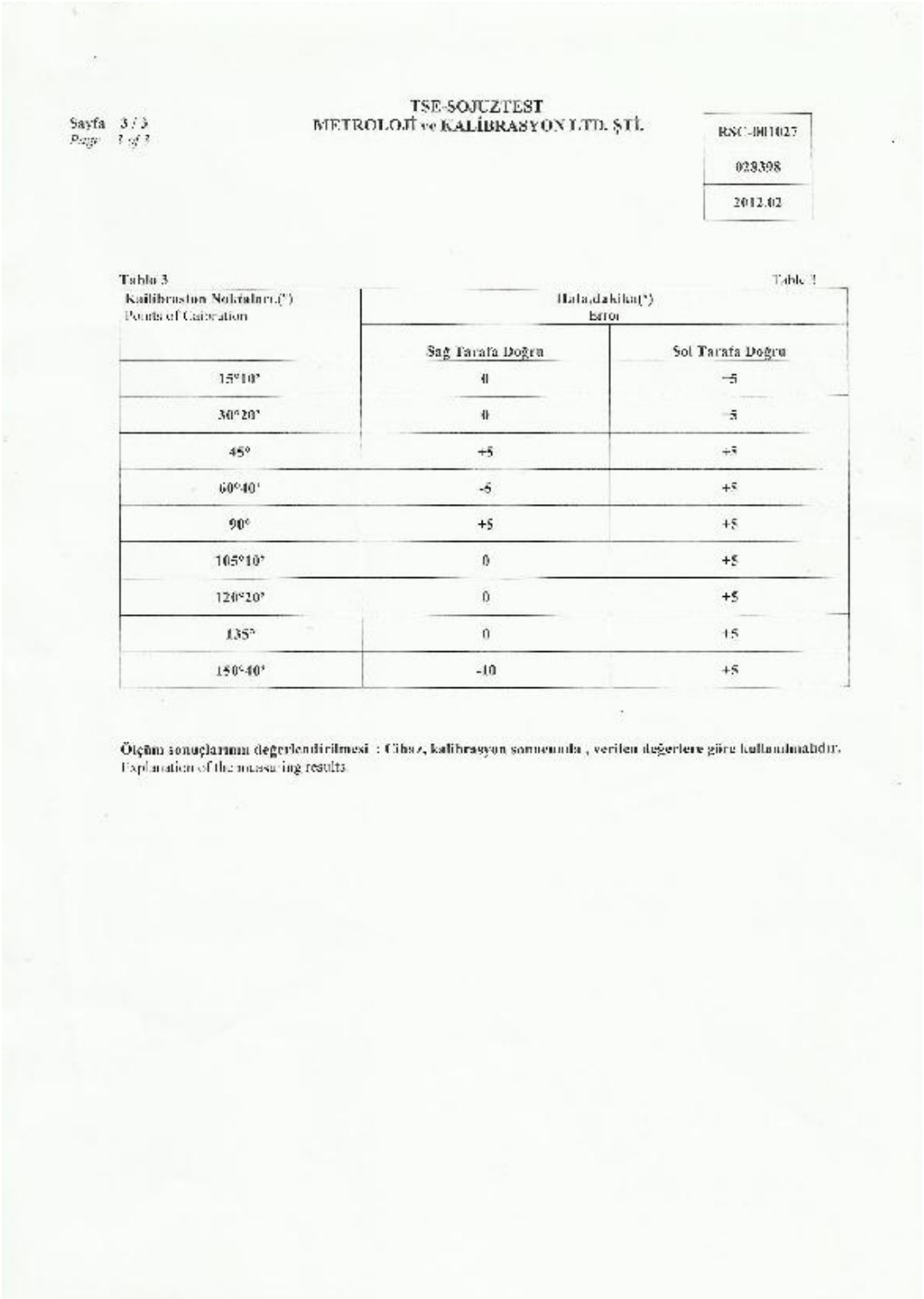
Tablo 1 / Table 1

Dış Muayene External control	Uygun
Çalışma Kontrolü Operation control	Uygun
Mıknatıssızlık Kontrolü Check of demagnetizing	Uygun
Ölçüm sonuçları Results of measurements	**Tablo 3' e bakın** See the table 3.
Toleranslar/Kabul kriteri Tolerances/Criteries	**Tablo 2' ye bakın** See the table 2.

Tablo 2 / Table 2

Operasyon adı Name of operation	**Ölçme sonuçları** Measuring Results	
	Ölçülen	**Tolerans**
Büyük cetvel yüzeylerinin düzlemselliğinin Flatness of measuring surfaces	>0,004	< 0.004
Ölçme hatasının tesbiti Determination of the measuring error	**Tablo 3'e bakınız**	+5'

ŞEKİL 3.2.13: Açı ölçer sertifika. Sayfa3/3



Sayfa 3 / 3
Page 3 of 3

TSE-SOJUZTEST
METROLOJİ ve KALİBRASYON LTD. ŞTİ.

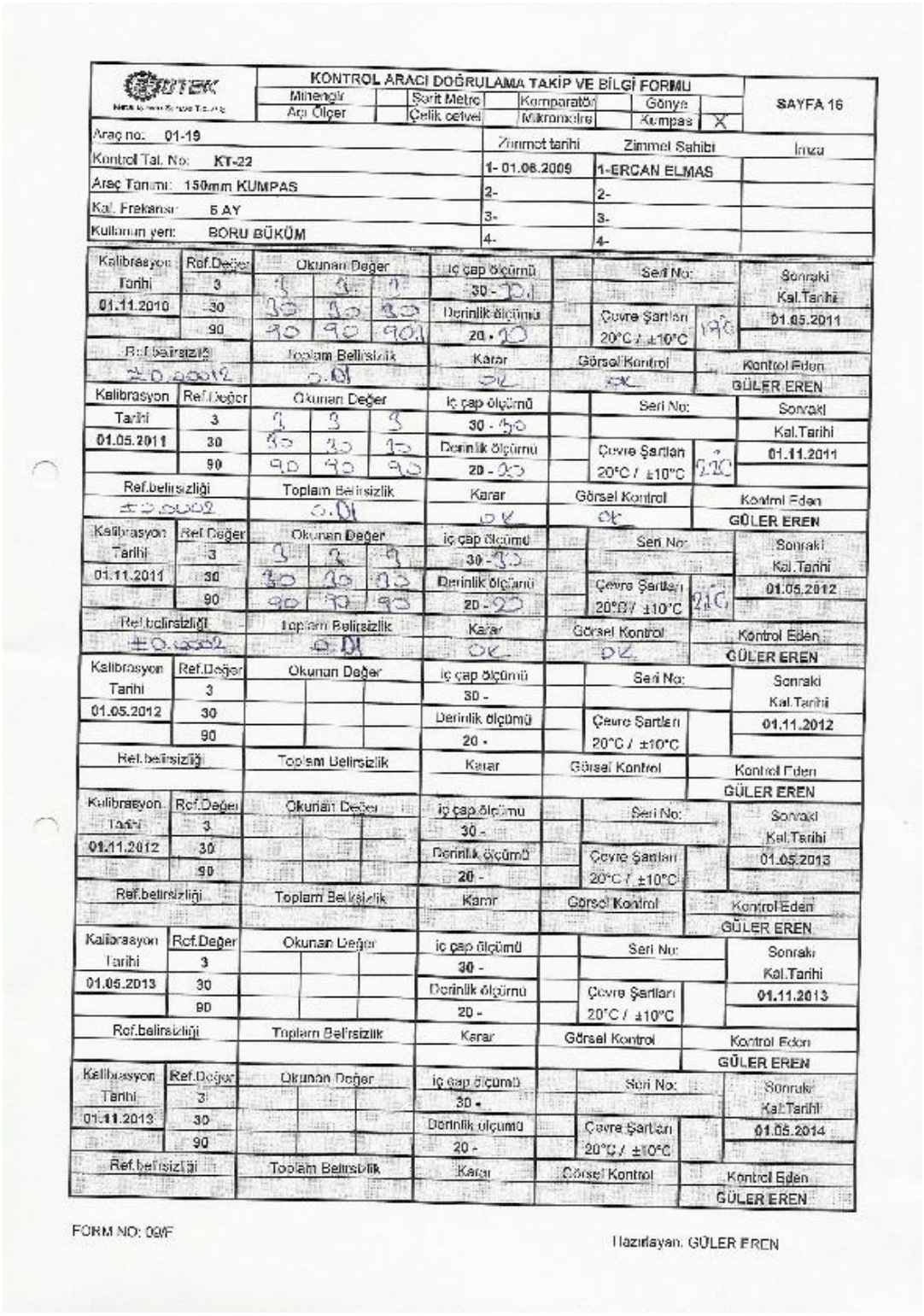
RSC-0011027
028398
2012.02

Tablo 3 — Table 3

Kalibrasyon Noktaları(°) Points of Calibration	Hata,dakika(') Error	
	Sağ Tarafa Doğru	Sol Tarafa Doğru
15°10'	0	-5
30°20'	0	-5
45°	+5	+5
60°40'	-5	+5
90°	+5	+5
105°10'	0	+5
120°20'	0	+5
135°	0	+5
150°40'	-10	+5

Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi : Cihaz, kalibrasyon sonucunda , verilen değerlere göre kullanılmalıdır.
Explanation of the measuring results

ŞEKİL 3.2.14: Kumpas dahili kalibrasyon formu.



KONTROL ARACI DOĞRULAMA TAKİP VE BİLGİ FORMU

SAYFA 16

Minengir | Şerit Metre | Komparatör | Gönye | Açı Ölçer | Çelik cetvel | Mikrometre | Kumpas X

Araç no: 01-19	Zimmet tarihi	Zimmet Sahibi	İmza
Kontrol Tal. No: KT-22	1- 01.06.2009	1-ERCAN ELMAS	
Araç Tanımı: 150mm KUMPAS	2-	2-	
Kal. Frekansı: 6 AY	3-	3-	
Kullanım yeri: BORU BÜKÜM	4-	4-	

Kalibrasyon Tarihi	Ref.Değer	Okunan Değer	İç çap ölçümü	Seri No:	Sonraki Kal.Tarihi
01.11.2010	3	3 3 3	30 - 30.1		
	30	30 30 30	Derinlik ölçümü	Çevre Şartları	01.05.2011
	90	90 90 90.1	20 - 20	20°C / ±10°C 19C	
Ref.belirsizliği		Toplam Belirsizlik	Karar	Görsel Kontrol	Kontrol Eden
±0.0002		0.01	OK	OK	GÜLER EREN

Kalibrasyon Tarihi	Ref.Değer	Okunan Değer	İç çap ölçümü	Seri No:	Sonraki Kal.Tarihi
01.05.2011	3	3 3 3	30 - 30		
	30	30 30 30	Derinlik ölçümü	Çevre Şartları	01.11.2011
	90	90 90 90	20 - 20	20°C / ±10°C 21C	
Ref.belirsizliği		Toplam Belirsizlik	Karar	Görsel Kontrol	Kontrol Eden
±0.0002		0.01	OK	OK	GÜLER EREN

Kalibrasyon Tarihi	Ref.Değer	Okunan Değer	İç çap ölçümü	Seri No:	Sonraki Kal.Tarihi
01.11.2011	3	3 3 3	30 - 30		
	30	30 30 30	Derinlik ölçümü	Çevre Şartları	01.05.2012
	90	90 90 90	20 - 20	20°C / ±10°C 21C	
Ref.belirsizliği		Toplam Belirsizlik	Karar	Görsel Kontrol	Kontrol Eden
±0.0002		0.01	OK	OK	GÜLER EREN

Kalibrasyon Tarihi	Ref.Değer	Okunan Değer	İç çap ölçümü	Seri No:	Sonraki Kal.Tarihi
01.05.2012	3		30 -		
	30		Derinlik ölçümü	Çevre Şartları	01.11.2012
	90		20 -	20°C / ±10°C	
Ref.belirsizliği		Toplam Belirsizlik	Karar	Görsel Kontrol	Kontrol Eden
					GÜLER EREN

Kalibrasyon Tarihi	Ref.Değer	Okunan Değer	İç çap ölçümü	Seri No:	Sonraki Kal.Tarihi
01.11.2012	3		30 -		
	30		Derinlik ölçümü	Çevre Şartları	01.05.2013
	90		20 -	20°C / ±10°C	
Ref.belirsizliği		Toplam Belirsizlik	Karar	Görsel Kontrol	Kontrol Eden
					GÜLER EREN

Kalibrasyon Tarihi	Ref.Değer	Okunan Değer	İç çap ölçümü	Seri No:	Sonraki Kal.Tarihi
01.05.2013	3		30 -		
	30		Derinlik ölçümü	Çevre Şartları	01.11.2013
	90		20 -	20°C / ±10°C	
Ref.belirsizliği		Toplam Belirsizlik	Karar	Görsel Kontrol	Kontrol Eden
					GÜLER EREN

Kalibrasyon Tarihi	Ref.Değer	Okunan Değer	İç çap ölçümü	Seri No:	Sonraki Kal.Tarihi
01.11.2013	3		30 -		
	30		Derinlik ölçümü	Çevre Şartları	01.05.2014
	90		20 -	20°C / ±10°C	
Ref.belirsizliği		Toplam Belirsizlik	Karar	Görsel Kontrol	Kontrol Eden
					GÜLER EREN

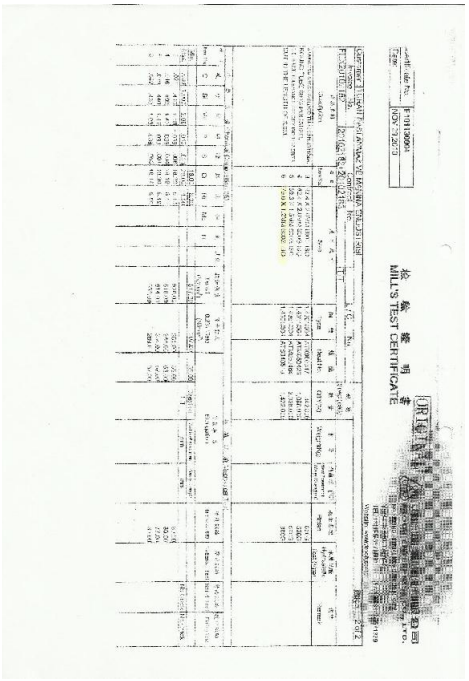
FORM NO: 09/F

Hazırlayan: GÜLER EREN

Deneyde kullanılan kumpasın kalibre edildiği gözükmektedir.

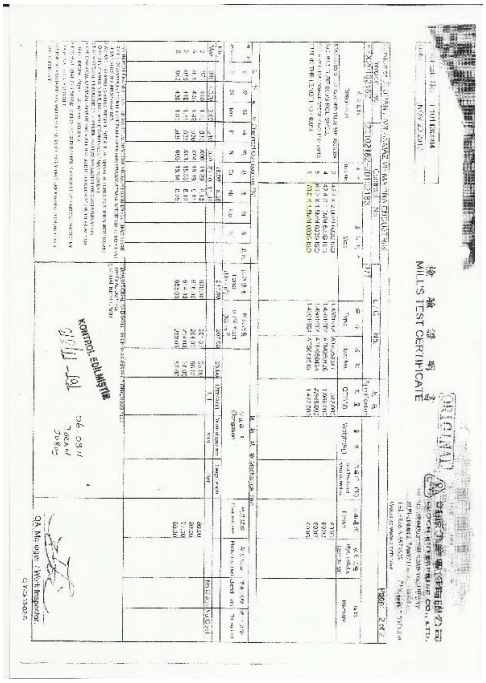
3.3-Kullanılan boruların analiz raporları

ŞEKİL 3.3.1: Ø70x1,2 analiz raporu



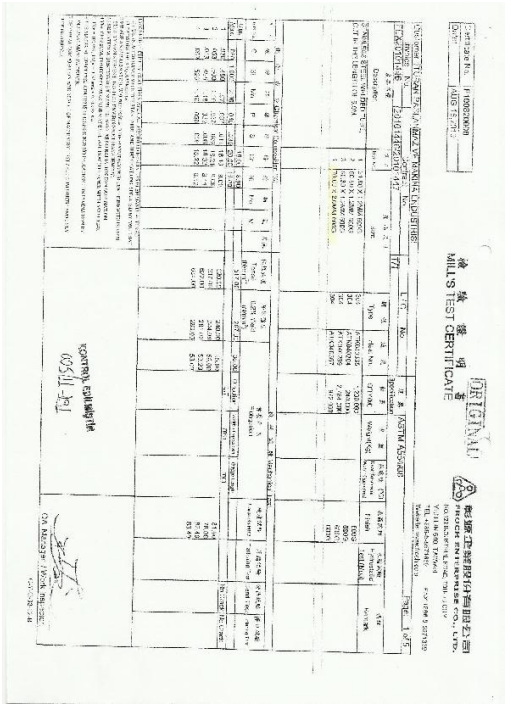
Deneyde kullanılan Ø70x1,2 borunun analiz raporu gözükmektedir.

ŞEKİL 3.3.2 : Ø70x1,5 analiz raporu



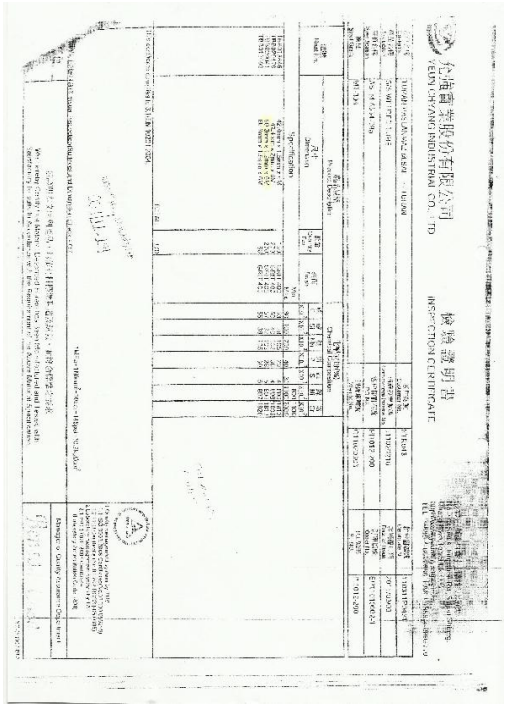
Deneyde kullanılan Ø70x1,5 borunun analiz raporu gözükmektedir.

ŞEKİL 3.3.3: Ø70x2 analiz raporu



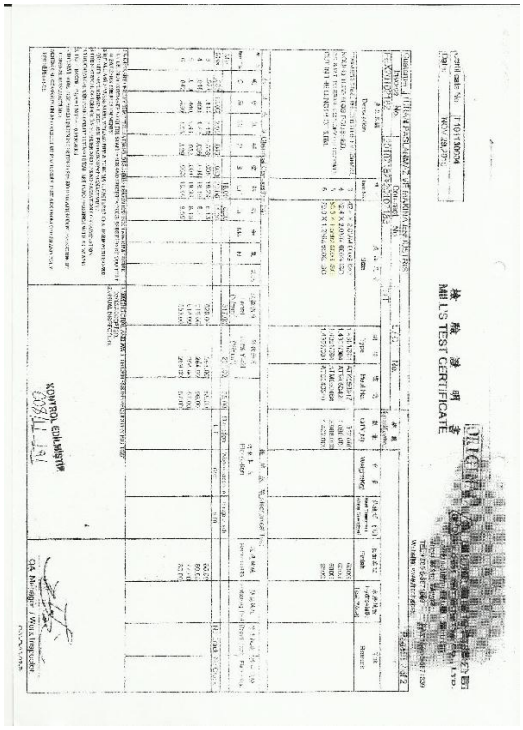
Deneyde kullanılan Ø70x2 borunun analiz raporu gözükmektedir.

ŞEKİL 3.3.4: Ø60x1,2 analiz raporu



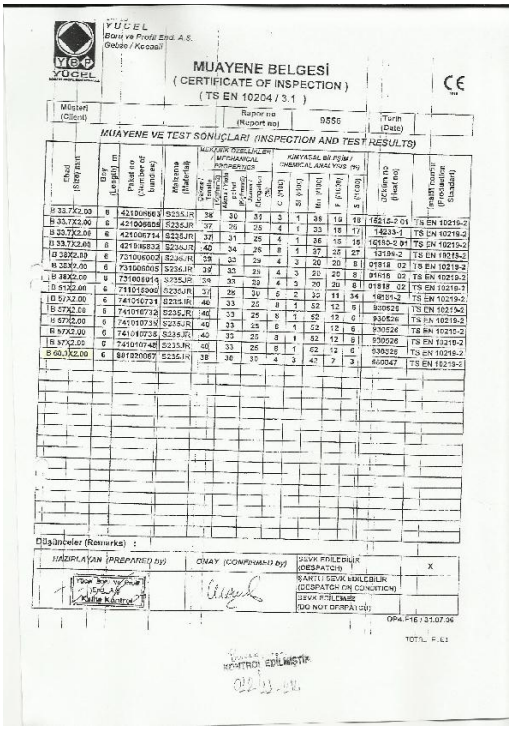
Deneyde kullanılan Ø60x1,2 borunun analiz raporu gözükmektedir.

ŞEKİL 3.3.5: Ø60x1,5 analiz raporu



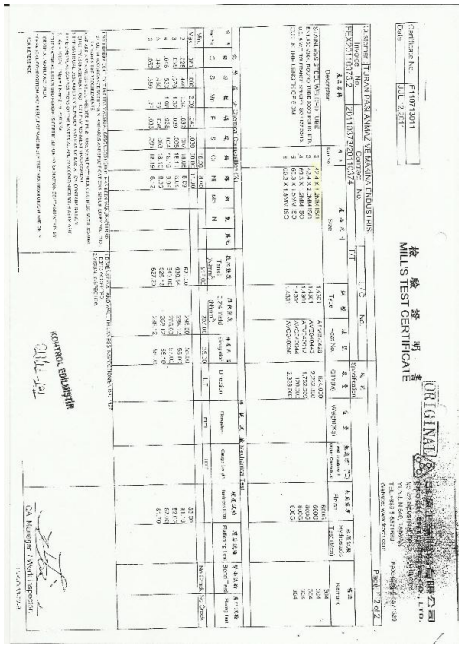
Deneyde kullanılan Ø60x1,5 borunun analiz raporu gözükmektedir.

ŞEKİL 3.3.6 : Ø6x2 analiz raporu



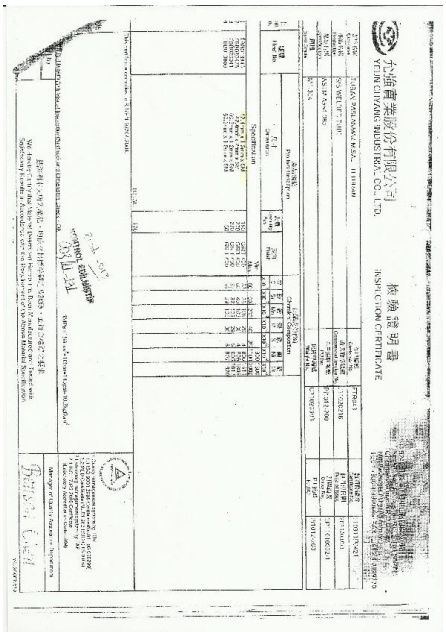
Deneyde kullanılan Ø60x2 borunun analiz raporu gözükmektedir

ŞEKİL 3.3.7: Ø42x1,5 analiz raporu



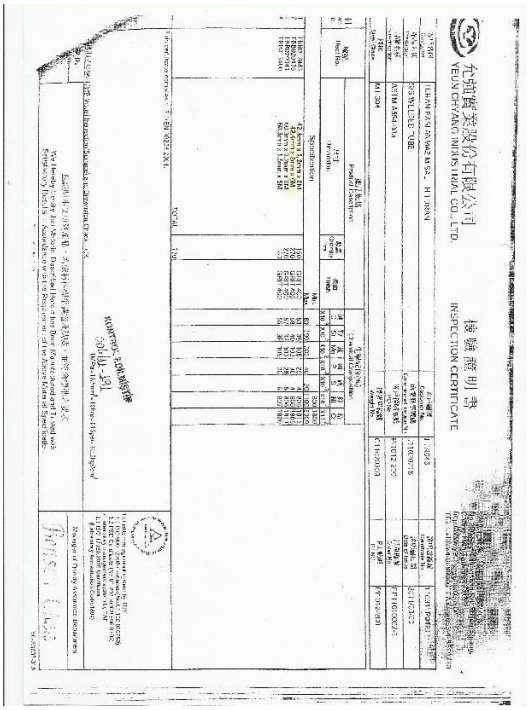
Deneyde kullanılan Ø42x1,2 borunun analiz raporu gözükmektedir.

ŞEKİL 3.3.8: Ø42x1,5 analiz raporu



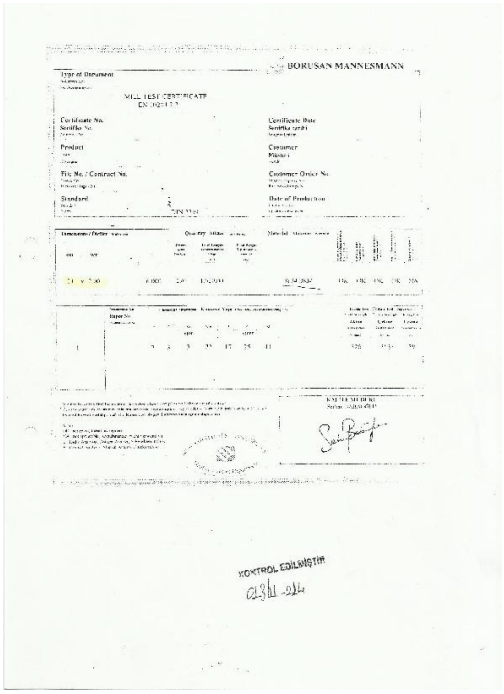
Deneyde kullanılan Ø42x1,5 borunun analiz raporu gözükmektedir.

ŞEKİL 3.3.9: Ø42x2 analiz raporu



Deneyde kullanılan Ø42x2 borunu raporu gözükmektedir.

ŞEKİL 3.3.10: Ø21x2 analiz raporu



Deneyde kullanılan Ø21x2 borunun analiz analiz raporu gözükmektedir

BÖLÜM 4 :

SONUÇ

Yapılan deneme çalışmaları ve örneklemeler sonucu tasarım yaparken, üretim yaparken, teçhizatları yaparken, malzeme alırken nelere dikkat edeceğimizi bilirsek daha az hata ile, üretim kayıplarına yol açmadan çalışmalarımıza yön verebiliriz. Boru bükme işlemi ile profil bükmede de ayni problemleri kıyaslayabiliriz. Gelişen teknoloji ile daha uygun ve seri çalışmalar olacağı aşikardır. Bu deneydeki sapmalar boru bükümünü etkileyen faktörlerin etkisi de olduğu göz önünde tutulmalıdır. Özellikle malzemenin yaylanma özelliği dikkate alınmış ve 16 adet çeşitli çap ve et kalınlığındaki paslanmaz boruların kıyaslaması yapılmıştır. Bükümünden elde edilen değerlerde, ortalama 2 dereceye yakın sapmalar gözükmüştür. Bu yüzden 304 kalite paslanmaz boru bükerken 2 derece fazla değer vererek bükme yapmak ilk defada doğru bükümü yapmamıza yardımcı olacaktır. Örnek olarak 88 derece büküm yapacağımız bir boru için 90 derece açı vererek büküm yapmamız gerekecektir. Daha sonra çıkan sonuca göre ince ayarlama yapılabilir. Tablo 1-3 te değerleri kıyasladığımızda boru kalınlığı ve büküm açısı artıkça yaylanmanın da doğru orantılı artığı gözükmektedir. Bununla birlikte bükümde bizi etkileyebilecek faktörlerde nelere dikkat etmemiz gerektiği vurgulanmıştır. Bu yüzden yapılan bükümler teorik ve pratik arasındaki farklar yüzünden bükümler kontrol aparatıyla da kontrol altına alınmalıdır. Böylece operatör hataları ve diğer etkileyen faktörlerinde problemleri ölçüsel olarak kontrol altına alınmış olur. Diğer optik problemler, giriş kontrol, çalışanların oto kontrolü ve proses kontrolü ile kontrol altına alınmalıdır. Üretimi etkileyecek faktörlerin nasıl azaltılacağı boru bükümünü etkileyen faktörlerde açıklanmıştır.

KAYNAKLAR:

1-Finite Element Simulation Of The Tube Bending Process(M.Sc. Thesis by Lâle Kestek, B.Sc. İstanbul Technical University _ Institute Of Science And Technology
2-Oval (Slot) Formunda Helis Boru İmalatı .Hüseyin Yıldız Yüksek Lisans Tezi Eylül-2010 .Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
3-Meslekî Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi)
Makine Teknolojisi Bükme Kalıpları 3 Ankara 2006
4-Ototek Metal İşleme San Ve Tic A.Ş.Dökümanları, Makineleri Ve Tecrübeleri
5-http://www.blmgroup.com/
6-http://www.ylm.com.tw/
7- Serfiçeli, Y. Sait, Metal İşleri Meslek Teknolojisi, MEB Yayınları, İstanbul 2002.
8- Lalik ,Sıtkı. (Çeviren), Arbeitsstelle für Betriebliche Berufsausbildung, Bonn ABB, Beut-Vertrieb GMBH. Berlin W 15.Köln.Frankfurt (MAIN)
9- Kulaksız, Özcan (Çevirmen), Metal Mesleğinde Tablolar, Ajans-Türk Matbaacılık Sanayii A.Ş. , Ankara 1995.
10- Çalışkan, Hikmet, Metalleri Soğuk Şekillendirme, Ankara 1979.
11- Major, S.K.T A.Ş, CNC Mandreli bükme makinası, Bursa 2005.
12- Tezmaksan Mak. San. ve Tic A.Ş ,İstanbul 2005.
13- Töreci makina Ticaret ,İstanbul 2005. www.torecimakina.com.tr
14- Kervick, R. J., and Springborn, R. K., 1966, ‘‘Cold Bending and Forming Tube and Other Section,’’ ASTME, Michigan.
15-Karman, Th. V., 1911, ‘‘Uber die Formanderung Dunnwandiger Rohre, Insbesondere Federnder Ausgleichsrohre,’’ Z. Ver. Deit. Ing., 55, pp. 1889–1895.
16- Brazier, L. G., 1927, ‘‘On Flexure of Thin Cylindrical Shell and Other Thin Sections,’’ Proc. R. Soc. London, Ser. A, 116, pp. 104–14.
17- Zhang, L. C., and Yu, T. X., 1987, ‘‘An Investigation of the Brazier Effect of a Cylindrical Tube Under Pure Elastic-Plastic Bending,’’ Int. J. Pressure Vessels Piping, 30, pp. 77–86.
18- Wierzbicki, T., and Sinmal, M. V., 1997, ‘‘A Simplified Model of Brazier Effect in Plastic Bending of Cylindrical Tubes,’’ Int. J. Pressure Vessels Piping, 71, pp. 19–28.
19-Pan, K., and Stelson, K. A., 1995, ‘‘On the Plastic Deformation of a Tube During Bending,’’ ASME J. Ind., 117, pp. 494–500.
20- Silve, S., Steen, W. M., and Podschies, B., 1998, ‘‘Laser Forming Tubes: A Discussion of Principles,’’ Proceedings of Icaleo, Section E, pp. 151–160.
21- Frackiewicz, H., Trampczynski, W., and Przetakiewicz, W., 1992, ‘‘Shaping of Tubes by Laser Beam,’’ Proceedings of the 25th International Symposium on Automotive Technology and Automation, Isata 25th, pp. 373–380.
22-Kraus, J., 1997, ‘‘Basic Process in Laser Bending of Extrusion Using the Upsetting Mechanism,’’ Laser Assisted Net shape Engineering 2, Proceedings of the LANE’97, Meisenbach Bamberg, Germany, Vol. 2, pp. 431–438.
23- Arnet, H., and Vollertsen, F., 1995, ‘‘Extending Laser Bending for the Generation of Convex Shapes,’’ IMechE Part B: Journal of Engineering Manufacture, 209, pp. 433–442.

24- Li, W., and Yao, Y. L., 1999, ‘‘Numerical and Experimental Study of Strain Rate Effects in Laser Forming,’’Asme J. Manuf. Sci. Eng., 122, No. 3, 2000, pp. 445–451.
25- Li, W., and Yao, Y. L., 1999, ‘‘Convex Laser Forming with High Certainty,’’ Proc. The North American Manufacturing Research Conference XXVIII, Lexington, KY, May, 2000, pp. 33–38.
26- Vollertsen, F., 1994, ‘‘An Analytical Model for Laser Bending,’’ Lasers Eng., 2, pp. 261–276.
27- Schulz, W., Becker, D., Franke, J., Kemmerling, R., and Herziger, G., 1993, ‘‘Heat Conduction Losses in Laser Cutting of Metals,’’ J. Phys. D, 26, pp. 1357–1363.
28- Silve, S., Steen, W. M., and Podschies, B., 1998, “Laser Forming Tubes: A Discussion of Principles,” Proceedings of Icaleo, Sec. E, pp. 151–160.
29- Kraus, J., 1997, “Basic Process in Laser Bending of Extrusion Using the Upsetting Mechanism,” Laser Assisted Net Shape Engineering 2, Proceedings of the LANE’97, Meisenbach Bamberg, Germany, Vol. 2, pp. 431–438.
30- Li, W., and Yao, Y. L., 2001, “Laser Bending of Tubes: Mechanism, Analysis and Prediction,” ASME J. Manuf. Sci. Eng., 123, pp. 674–681.
31- Bachmann, F., 2002, “Present Technology, Industrial Applications and Future Prospects of High Power Diode Lasers,” ALT’01 International Conference on Advanced Laser Technologies, Proc. SPIE, 4762, pp. 1–5.
32- Lawrence, J., 2002, “A Comparative Investigation of the Efficacy of CO2 and High-Power Diode Lasers for the Forming of EN3 Mild Steel Sheets,” Proc. Inst. Mech. Eng., Part A, 216, pp. 1481–1491.
33- Lopez, D., Dubslaff, J., Hofling, R., and Aswendt, P., 2003, “Application of a High-Power Diode Laser for Laser Bending,” Proc. Inst. Electr. Eng., 3097, pp. 692–697.
34-Shealy, L. D., 2002, “Historical Perspective of Laser Beam Shaping,” Laser Beam Shaping III, Proc. SPIE, 4770, pp. 28–47.
35- Mucha, Z., Cabaj, M., Gradon, R., Pawlowski, M., and Widlaszewski, J., 2001, “Laser Forming of Plates by Use of Beam With Circular and Rectangular Cross Section,” Laser Assisted Net Shape Engineering, Proceedings of the LANE’2001, Meisenbach Bamberg, Germany, Vol. 1, pp. 527–536.
36- Triantafyllidis, D., Li, L., and Stott, F. H., 2002, “The Effect of Beam Shape in Laser Surface Treatment of Ceramics,” Proceedings of Icaleo, Sec. E.
37- Churchill, S. W., and Berstein, M., 1977, “A Correlating Equation for Forced Convection From Gases and Liquids to a Circular Cylinder in Crossflow,” Asme J. Heat Transfer, 99, pp. 300–306.
38- Kobayashi, S., 1989, Metal Forming and the Finite Element Method, Oxford University Press, New York.
39- Boley, B. A., and Weiner, J. H., 1997, Theory of Thermal Stresses, Dover, New York.
40- Vollertsen, F., 1994, “Mechanism and Models for Laser Forming,” Laser Assisted Net Shape Engineering, Proceedings of the LANE’94, Meisenbach Bamberg, Germany, Vol. 1, pp. 345–360.
41- Myers, R. H., and Montgomery, D. C., 1995, Response Surface Methodology Wiley, NewYork.

42- Li, W., and Yao, Y. L., 2001, “Laser Forming With Constant Line Energy,” Int. J. Adv. Manuf. Technol., 17, pp. 196–203. Journal
43- Vollertsen, F., 1994, ‘‘Mechanisms and Models for Laser Forming,’’ Laser Assisted Net Shape Engineering, Proceedings of the Lane’94, Vol. 1, Meisenbach Bamberg, pp. 345–360.
44- Vollertsen, F., 1994, ‘‘An Analytical Model for Laser Bending,’’ Lasers Eng., 2, pp. 261–276.
45- Mucha, Z., Hoffman, J., Kalita, W., and Mucha, S., 1997, ‘‘Laser Forming of Thick Free Plate,’’ Laser Assisted Net Shape Engineering 2, Proceedings of the LANE’97, Meisenbach Bamberg, pp. 383–393.
46- Vollertsen, F., Komel, I., and Kals, R., 1995, ‘‘The Laser Bending of Steel Foils for Microparts by the Buckling Mechanism—A Model,’’ Modell. Simul. Mater. Sci. Eng., 3, pp. 107–119.
47- Alberti, N., Fratini, L., and Micari, F., 1995, ‘‘Numerical Simulation of the Laser Bending Process by a Coupled Thermal Mechanical Analysis,’’ Laser Assisted Net Shape Engineering, Proceedings of the Lane’94, Vol. 1, Meisenbach Bamberg, pp. 327–336.
48- Hsiao, Y.-C., Maher, W., et al., 1997, ‘‘Finite Element Modeling of Laser Forming,’’ Proc. Icaleo’97, Section A, pp. 31–40.
49- Holzer, S., Arnet, H., and Geiger, M., 1994, ‘‘Physical and Numerical Modeling of the Buckling Mechanism,’’ Laser Assisted Net Shape Engineering, Proceedings of the Lane’94, Vol. 1, Meisenbach Bamberg, pp. 379–386.
50- Sprenger, A., Vollertsen, F., Steen, W. M., and Waltkins, K., 1994, ‘‘Influence of Strain Hardening on Laser Bending,’’ Laser Assisted Net Shape Engineering, Proceedings of the Lane’94, Vol. 1, Meisenbach Bamberg, pp. 361–370.
51- Magee, J., Watkins, K. G., Steen, W. M., Calder, N., Sidhu, J., and Kirby, J., 1997, ‘‘Edge Effects in Laser Forming,’’ Laser Assisted Net Shape Engineering 2, Proceedings of the Lane’97, Meisenbach Bamberg, pp. 399–408.
52- Bao, J., and Yao, Y. L., 1999, ‘‘Study of Edge Effects in Laser Bending,’’ 1999 International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Med 10, Nov. 14–19, 1999, pp. 941–948.
@11# Li, W., and Yao, Y. L., 2000, ‘‘Numerical and Experimental Study of Strain Rate Effects in Laser Forming,’’ Asme J. Manufacturing Science and Engineering, 122, August, pp. 445–451.
53- Mielnik, E. M., 1991, Metalworking Science and Engineering, McGraw-Hill, New York. Journal
54- Magee J., De Vin L.J., 2002, Process planning for laserassistedforming. Journal of Materials ProcessingTechnology, Vol. 120, pp. 322-326.
55- Bachmann F., 2003, Industrial applications of high power diode laser in material processing. Applied Surface Science. Vol. 208-209, pp. 125-136.
56- Geiger M., Vollertsen F., 1993, The mechanisms of laser forming. Annals of Cirp, Vol. 42/1, pp. 301-304.
57- Gheorghies, C., Analysis of the superficial layer by Xray diffraction method, in Proc. of the Nat. Trib. Conf.,24-26 Sept., Galati, Romania, pp. 302-312, 2003.
58- Fetecau, C., Gheorghies, C., Stan, F., Gheorghies, L.,Effect of the Machining Parameters on the Quality of the Surface Finish of Thermoplastic Materials, in 2nd International Conference Polymers & Moulds Innovations 2007, 18-21 Aprilie 2007, University College Ghent

59- Casamichele L., Quadrini F., Tagliaferri V., 2007, Process-efficiency prediction in high power diode laser forming. Journal of Manufacturing Science and Engineering, Vol. 129, pp. 868-873.
60- Paunoiu, V., Gheorghies, C., Nicoara D., – Considerations regarding the modifications of the material superficial layer during the flow forming process, in Proc. of the Nat. Trib. Conf., 24-26 Sept., Galati, Romania, pp. 407-412, 2003

ÖZGEÇMİŞ:

Özgeçmiş:1969 Çorlu doğumluyum.1989 yılı Maçka Teknik Anadolu Lisesi Makine Bölümü mezunuyum.1994 Yılı Trakya Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümü mezunuyum. İş hayatına Zeki kalıpta 1986 yılında yaz tatillerinde çalışmayla başladım.1997 yılında Terpa motorlu Araçlar ltd. şti. şirkene müdür olarak geçtim.24 ocak 2000 yılında Ototek Metal İşleme San. ve Tic. A.Ş. ne Poliüretan kısmının sorumlusu olarak Çerkezköy de Alman sermayeli aksesuar firmasında işe başladım.2001 Yılında da ayni firmada üretim ve işletme md. olarak çalışmaya başladım. Şu anda çalışmaya devam etmekteyim. Kısaca iş hayatım otomativ kökenli firmalarda geçti.