
SERİ

B

CİLT

54

SAYI

1

2004

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ



F.1

PEYZAJ SULAMADA KULLANILAN BORU BAĞLANTI TİPLERİ

Doç. Dr. Hüseyin E. ÇELİK¹⁾

Kısa Özet

Bitki varlığında ve yaşamında su temel bir yapı taşıdır. Bitkinin terleme, fotosentez gibi bir çok yaşamsal süreci su ile gerçekleşebilmektedir. Bitki gereksinim duyduğunda yeterli miktarda suyun bitkiye verilmesi zorunludur. Elle sulamada yaşanan sorunlar nedeniyle otomatik sulama, ülkemizde de peyzaj düzenlemelerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmektedir. Yazıda otomatik sulama tesisatında kullanılan PE, PVC, PPRC ve galvaniz boru tipleri ile bu boruların bağlantısında kullanılan ek parçalar tanıtılmıştır. Mekanik, kaynak ve yapıştırma bağlantı tipleri ele alınmış, bağlantı süreciyle ilgili ayrıntılar verilmiştir. Bağlantı tiplerinin seçiminde dikkate alınan kriterler ile peyzaj sulama tesisatında ülkemizde en yaygın bağlantı tipi olan kaplin, alın kaynağı ve elektrofüzyon bağlantı tiplerinin maliyetleri karşılaştırılmıştır. Maliyet analizine göre 25-125 mm çaplar arasında üretilen kaplinle bağlantı, alın kaynağı ve elektro füzyona göre daha ucuzdur. 125 mm'den daha büyük çaplarda ve müşterinin daha sağlam olanı tercih etmesi durumunda küçük çaplarda da alın kaynağı veya elektrofüzyon seçilmelidir.

Anahtar kelimeler: Sulama, Boru, Ek parçalar, Bağlantı, Maliyet analizi

PIPE JOINT TYPES USED IN LANDSCAPE IRRIGATION

Abstract

Water is essential in plant existence and life. Many vital processes like transpiration, photosynthesis etc. is possible with water. Enough quantity of water must be given to plants when necessary. Due to problems occurred in manual irrigation, automatic irrigation systems are getting on inseparable part of landscape design in Turkey. In this paper, PE, PVC, PPRC and galvanized pipe types which are used in irrigation systems and fittings used in pipe joints in the country are given. Mechanic, heat fusion and solvent welding joints were held and joining procedures and details are presented. The criteria of selecting joint types and cost analysis of coupling, butt fusion and electro fusion joints are given. According to cost analysis, coupling joint which is manufactured in Turkey between diameters 25-125 mm, is cheaper than butt fusion and electro fusion in the same region. Larger diameters than 125 mm and smaller diameters when customer chooses stronger, butt fusion or electro fusion should be selected.

Keywords: Pressurized irrigation, Pipe, Fittings, Joint, Cost analysis

¹⁾ İ.Ü. Orman Fakültesi Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı

Yayın Komisyonuna Sunulduğu Tarih : 12.09.2003

1. GİRİŞ

Evrendeki yaşamın temel taşlarından biri olan su, bitkilerin de yapılarının % 85-90'ını oluşturmaktadır. Bitkilerin, besinlerini özümsemeleri (fotosentez), bu besinleri dokularına iletmeleri, büyümeleri ve terlemeleri (transpirasyon) su ile mümkün olmaktadır. Bitkiler yapılarına aldıkları suyun önemli bir kısmını terleme faaliyetinde kullanmaktadırlar. Yeterli su bulamayan bitkinin terlemesi yavaşlamakta ve durmaktadır. Terlemeye bağlı olarak bitkinin tüm yaşamsal faaliyetleri de önce yavaşlamakta, sonra durmaktadır. Dolayısıyla bitkilere gereksinim duydukları suyun zamanında, yeterli miktarda ve düzenli olarak verilmesi gerekmektedir.

Sulama elle veya otomatik sistemlerle gerçekleştirilmektedir. Peyzaj düzenlemelerinde yeterli ve düzenli sulamanın en önemli, etkin ve estetik yolu otomatik sulama sistemleridir. Bu sistemler vanalar, zamanlayıcılar, hidroforlar, sprinklerler, borular ve ek parçalar gibi elemanlardan oluşmaktadır. Sistemin kalbi hidrofora benzetilirse, damarları borulardır. Sistem, boruların borulara ve boruların diğer elemanlara çeşitli yöntemlerle bağlanmasıyla oluşmaktadır. Bu bağlantılar boru-boru, boru-ek parça, ek parça-sistem elemanı vb. şeklindedir. Boru ve bağlantıların hemen hemen hepsi toprak altında kalmakta ve daha sonra üzerleri sert veya yeşil zeminle kaplanmaktadır. Boru ve bağlantılarda ortaya çıkacak arıza, arızanın yerinin belirlenmesi ve onarımı ancak sert zemin kırılarak veya yeşil zemin kazılarak yapılabilmektedir. Bağlantı arızasında, onarım maliyetinin yanısıra ve çimin tahrip olan kısmının tekrar eski haline gelmesine kadar geçen sürede görsel arıza devam edecektir. Arıza olasılığını azaltmak için bağlantı tipinin sağlam ve uzun ömürlü olması ve bağlantıların tekniğine uygun olarak yapılması önem kazanmaktadır.

2. PEYZAJ SULAMADA KULLANILAN BORU TİPLERİ

Peyzaj alanlarında otomatik sulamada önceleri metal boru kullanılırken zaman içinde metal borunun yerini plastik boru almaya başlamıştır. Ömrü 10-15 yıl olan metal borunun korozyon nedeniyle iç çapı zaman içinde yaklaşık olarak % 50 oranında azalmaktadır. Metal boru hem daha pahalı hem bağlantısı zahmetlidir. İlk olarak 1940'larda bulunan plastik boru zamanla geliştirilmiş ve sulama sistemlerine uyarlanmıştır. Metal borulardan sonra plastik olarak önce PVC (polivinil klorür, *polyvinyl chloride*) borular kullanılmıştır. Daha sonra bulunan PE (polietilen, *polyethylene*) borular, kusurları ortadan kaldırıldıktan sonra sulama sektöründe üstünlüğü elde etmiştir. Sektörde PPRC (*polypropylene random copolymer*) bileşimindeki plastik borular ile metal borular ancak tesisatın belirli kısımlarında ve az oranda kullanılmaktadır.

Borular boyutlandırılırken dış çapları kullanılır. Borular ne tür malzemeden üretilmiş olursa olsun **dış çapları daima birbirine eşittir**. Bu eşitlik, farklı malzemeden yapılmış olsa bile uygun ek parçalarla boruları veya sistem elemanlarını birbirine bağlama olanağı sağlar. Örneğin aynı dış çaptaki galvanize demir boru ile PE boru, farklı malzemeden yapılmış olmalarına karşın uygun ek parçalarla birbirine bağlanabilir.

Boruların boyutlandırılmasında **anma çapı** veya **dış çap** olmak üzere iki farklı terim kullanılmaktadır. Anma çapı borunun ölçüsü değil boruya verilen addır, dış çap ise mm cinsinden borunun dış çap ölçüsüdür. Gerçekten 1" **anma çapındaki** bir borunun **dış çapı** ölçüldüğü zaman 25,4 mm değil 32 mm olduğu görülecektir. Borudan söz edilirken, boyutların anma çapı ile mi dış çap ile mi belirtildiğine dikkat edilmelidir. İnç veya karşılığı mm cinsinden çaplar **anma çapı**, mm cinsinden gerçek değerler ise **dış çap** olarak adlandırılır. Metal boruların çapları inç (veya parmak) birimiyle ifade edilirken plastik boruların çapları yaygın olarak mm birimiyle belirtilir (Tablo1).

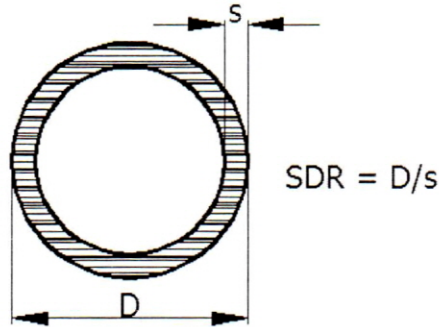
Boru çapları 1½ parmağa kadar çeyrek, 1½ parmaktan beş parmağa kadar yarım, beş parmaktan sonra bir parmak aralıklarla artar (Tablo 1). Teknolojideki gelişmelere paralel olarak

plastik boru çapları da artmaktadır. Örneğin PE borular 3600 mm dış çapa kadar üretilmektedir.

Tablo 1: Boruların Anma ve Dış Çap Sınıfları.

ANMA ÇAPI		DIŞ ÇAP	ANMA ÇAPI		DIŞ ÇAP
inç	mm	mm	inç	mm	mm
3/8"	12	16	4"	100	110
1/2"	16	20	4 1/2"	110	125
3/4"	20	25	5"	125	140
1"	25	32	6"	150	160
1 1/4"	32	40	7"	175	200
1 1/2"	40	50	8"	200	225
2"	50	63	9"	225	250
2 1/2"	65	75	10"	250	280
3"	80	90	11"	280	315

Boruları tanımlarken kullanılan diğer bir parametre standart boyut oranıdır (SDR, *standard dimension ratio*). SDR, boru anma dış çapının minimum et kalınlığına oranıdır (Şekil 1). SDR büyüdükçe aynı miktarda su taşımak için daha küçük çaplı dolayısıyla daha ucuz boru kullanmak mümkün olmaktadır. Aynı SDR'na sahip borular için aynı basınç kayıp tablosundan yararlanılmaktadır.



Şekil 1: Standart boyut oranı (SDR).

Boruların basınç sınıfı belirtilirken PN (anma basıncı, *nominal pressure*) kullanılır. PN 6 ifadesi, borunun en fazla 6 atm basınca dayanıklı olduğunu belirtir.

Boruların dış çaplarının aynı olmasına karşın iç çapları, yapıldıkları malzemeye veya dayanabilecekleri basınç değerine göre farklılıklar gösterir. Aynı dış çaptaki yumuşak PE ve metal

boruların iç çapları, PVC veya sert PE borulara göre daha küçüktür. PE borularda anma basıncı arttıkça et kalınlığı artır, iç çap azalır.

2.1 PVC Borular

PVC boruların iç çapları ve dolayısıyla kesit yüzeyleri diğer borulardan daha fazladır. PVC borular sert ve kırılğan, fazla esnek olmayan borulardır. Toprağın oturması karşısında esneyerek kırılmadan birlikte hareket etme yeteneği fazla değildir. Kışın içinde su donması durumunda da boru çatlayıp yarılabılır. PVC boruların eklenmeleri geçme muf uygulandığı zaman kısa, yapıştırma uygulandığı zaman (tangit ile) uzun sürmektedir. Ülkemizde peyzaj sulamada fazla kullanım alanı bulamamaktadır. Daha çok fidanlıklarda ve tarımsal amaçlı yüzeyden sprinkler sulamalarda ve golf veya futbol sahası gibi büyük alanlarda ana boru olarak kullanılmaktadır. Uygulamada büyük çaplı borularda maliyeti düşürmek gerektiğinde PVC borunun tercih edildiği görülmektedir. PVC borular genellikle 6 m uzunluğunda düz boy halinde üretilmektedir. PVC borularda **yapıştırma muflu, geçme muflu** ve **dişli** tip bağlantılar kullanılmaktadır.

2.2 Polietilen (PE) Borular

PE borular yumuşak ve sert yapıda üretilmektedir. Yumuşak PE borular (YPE) sert PE borulardan (SPE) özellikle et kalınlıkları ile ayrılırlar. SPE boruların et kalınlığı daha azdır. Örneğin 10 atm basınca göre üretilen 32 mm dış çapındaki sert PE borunun iç çapı 28 mm iken yumuşak PE borunun iç çapı 21,2 mm'dir. Aynı malzemeden üretilmiş ama farklı basınca dayanıklı boruların da et kalınlıkları ve dolayısıyla iç çapları değişmektedir. Örneğin 6 atm basınca dayanıklı 20 mm dış çaplı YPE borunun et kalınlığı 2,2 mm ve iç çapı 15,6 mm iken aynı dış çapa sahip ama 10 atm basınca dayanıklı YPE borunun et kalınlığı 3,4 mm, iç çapı ise 13,2 mm'dir. İç çapı bulmak için et kalınlığının iki katı boru dış çapından çıkarılmaktadır.

Yumuşak PE borular PE 32 ve PE 40 normlarında üretilmektedir. Sert PE borular ise orta yoğunluklu (OYPE, PE 63), yüksek yoğunluklu (YYPE, PE 80) ve yüksek performanslı (YYPE, PE 100) PE borular olmak üzere ayrılmaktadır.

PE borular, yumuşak veya sert oluşlarına bağlı olarak 16-3600 mm arasındaki çaplarda üretilmektedir. Boru boyları ise boru çapına bağlı olarak 50, 100 veya 150 m arasında değişmekte veya isteğe bağlı olarak daha uzun boylarda üretilebilmektedir. Bu özellik, daha az sayıda ek parça kullanarak daha uzun mesafelerin kısa sürede döşenmesine imkân vermektedir. Uzun boy borular kangal halinde depolanmakta ve taşınmakta ve bu özelliğinden dolayı PE borulara **kangal boru** da denmektedir. PE hammaddesinin rengi şeffaf olmakla birlikte PE borular beyaz, mavî ve siyah renklerde üretilmektedir.

PE boruların üstünlükleri şunlardır: ömürleri uzundur, testlere göre elli yıl olarak belirlenmiştir. Esnek olduklarından dolayı döşenmeleri kolaydır, toprak oturmalarından etkilenmezler. Su darbesinden en az etkilenirler. Dona karşı dayanıklıdırlar. Kangal haline getirilebildikleri için taşınmaları daha kolaydır.

PE borular **sıkıştırma, itme soket, geçme muf, alın kaynağı, elektro füzyon kaynak, flanş** ve **dişli** yöntemleriyle bağlanabilmektedir.

2.2 PP Borular

PP borulardan daha çok binaların temiz su tesisatında yararlanılmaktadır. Sulama projelerinde ise depo, pompa bağlantılarında ve kolektörlerde kullanılmaktadır. PP borular Ø 20-75 mm

çap aralığında ve düz boy olarak üretilmekte ve özel kaynak makineleri yardımıyla **muf kaynağı** yöntemiyle birleştirilmektedir.

2.3 Galvanize Borular

Bina su tesisatında kullanılan galvanize (demir) borular, peyzaj sulama tesisatında daha çok depo, pompa bağlantıları ve kolektörlerde kullanılmaktadır. Bu borular düz boy olarak üretilmekte ve **dişli, elektrik ve gaz kaynağı ile flanş** yöntemleriyle birleştirilebilmektedir.

3. EK PARÇALAR

Sulama sisteminde, boruya boru, sayaç, vana, filtre, sprinkler gibi sistem elemanları, **ek parçalar (fittingler)** aracılığı ile bağlanabilmektedir. Ek parçalar köşeleri dönmek, düşey olarak yön değiştirmek, boru çapını azaltmak ve boru onarmak gibi amaçlarla da kullanılmaktadır. Ek parçalar bağlantı tipine (sıkıştırma, dişli, kaynak, flanş, geçme, yapıştırma) ve boru tipine (PVC, PE, PPRC, galvanize) göre farklı malzemeden, farklı tipte ve farklı boyutta üretilmektedirler. Malzeme ve tipleri farklı olmakla birlikte ek parçaların fonksiyonları değişmemektedir.

Ek parçalar **manşon, dirsek, Te, kruva, redüksiyon, nipel, rakor, kör tapa ve priz kolyedir**. Ek parçalar, farklı çapta iki boru birleştirilmediği sürece birleştireceği borunun dış çapı ile ölçülendirilir. Örneğin 40x40x40 şeklinde boyutlandırılan Te, 40 mm dış çapındaki üç boruyu birleştirir. 40 mm dış çapındaki bir borudan farklı dış çapta örneğin 32 mm dış çaplı bir hat almak için, ek parçanın örneğin 40x32x40 boyutlarında olması gerekir. Hattı alırken **dişli** bağlantı kullanılacaksa boyutlar 40 x 1" x 40 şeklinde gösterilir. Ek parça için bu bilgiye ek olarak **içten dişli** veya **dişi**; **dıştan dişli** veya erkek bilgisi eklenir. Priz kolyeler hat alınacak borunun mm cinsinden dış çapı ile, alınan hattın çapı ise parmak (inç) cinsinden, 50 x 1/2" şeklinde boyutlandırılır (Şekil 2.3).

Manşon veya kullanılmakta olan diğer adlarıyla **kaplin** veya **adaptör**, yönünü değiştirmeksizin iki boruyu birbirine bağlar (Şekil 2a). Manşon, iki farklı çaptaki boruyu birleştiriyorsa **redüksiyon** adını alır (Şekil 2b). Adaptörün bir ucu erkek veya dişi olabilir (Şekil 2c).

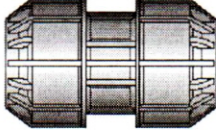
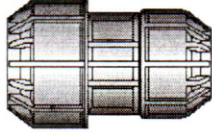
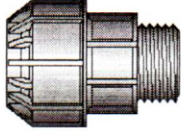
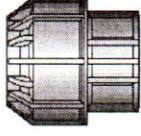
Kör tapa, geçici veya kalıcı olarak borunun ucunu tıkamaya yarar (Şekil 2d). Farklı tipteki kör tapalara kapama başlığı veya kep adları da verilmektedir.

Dirsek, aynı düzlem üzerinde borunun yönünü 45° veya 90° değiştirir (Şekil 3a). Dirseğin bir ağzı erkek veya dişi dişli olabilir (3b).

Te, borunun yönünü aynı düzlem üzerinde 90° değiştirir. Te'nin bağlantı ağızlarının üçü de aynı çaplıdır (Şekil 3c); farklı çaplı ağızlara sahip Te'ye **inegal Te** veya **redüksiyon Te** denir (3d). Te'nin orta ucu erkek (dıştan dişli) veya dişi (içten dişli) olabilir (Şekil 3e ve 3f). Bu uçlar aynı çapta veya redüksiyon olabilir. Aynı hattan iki tane lateral almaya yarayan ek parçaya ise **kruva** (istavroz) denir (Şekil 3g). Kruvanın ağızları erkek veya dişi olabilir.

Priz kolye, boruyu kesmeden borudan hat almaya yarayan, alt ve üst semerleri birbirine cıvata veya sürgü ile bağlanan ek parçadır (Şekil 3h).

Nipel, iki (dişi) elemanı birbirine bağlamak veya uzatmak amacıyla kullanılır. Örneğin küresel vana ile elektro vanayı birbirine bağlamak için nipel kullanılır (Şekil 4a).

EK PARÇA	ÖLÇÜ (mm)	EK PARÇA	ÖLÇÜ (mm)
	20x20		25x20
	25x25		32x20
	32x32		32x25
	40x40		40x25
	50x50		40x32
	63x63		50x40
	75x75		63x40
	90x90		63x50
	110x110		75x63
	125x125		90x75
a. Kaplin (manşon)		b. Redüksiyon kaplin	
	20x½"		20
	25x¾"		25
	32x¾"-1"		32
	40x1¼"		40
	50x1½"-2"		50
	63x2"		63
	75x2½"		75
	90x3"		90
	110x4"		110
	125x5"		125
c. Erkek (dıştan dişli) adaptör		d. Kör tapa	

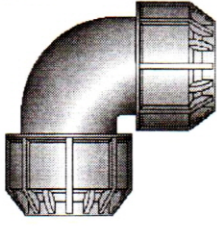
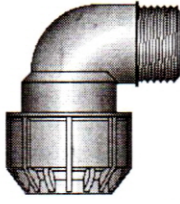
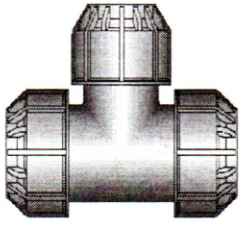
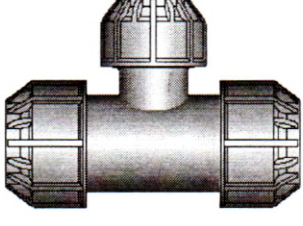
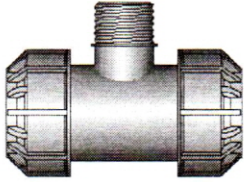
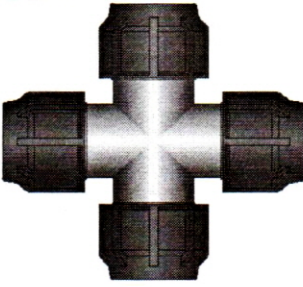
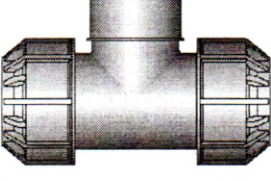

Şekil 2: Sıkıştırma tip plastik ek parçalar ve ölçüleri (PLASTICA ALFA).

Rakor, ters dişli bir bağlantı ile, bir elemanı bütün boru hattını sökmeden sistemden ayırma imkanı sağlar (Şekil 4b). Örneğin elektro vana arızalandığı zaman değiştirebilmesi için aradaki nipeli sökmek gerekir. Nipelin çıkarılabilmesi için tesisatçı ileri ve geriye doğru açmak gerekir. Halbuki rakorlu bir bağlantı elektro vananın çıkarılmasını kolay bir hale getirir. Bu nedenle bazı üreticiler elektro vanalarını rakorlu olarak üretmektedirler.

Flanş, cıvata, conta ve flanş adaptörü yardımıyla bağlantı sağlar (Şekil 4e).

4. BAĞLANTI TİPLERİ

Bağlantı tipleri, boru tipi ve ek parça tipine göre değişmektedir. Bağlantı tiplerini **mekanik**, **kaynak** ve **yapıştırma** olarak sınıflandırmak mümkündür. Mekanik bağlantı tipleri **sıkıştırma**, **dişli**, **flanş**, **itme soket** ve **geçme muflu** bağlantılardır. Kaynak bağlantı tipleri plastik borularda **alın kaynağı**, **elektro füzyon** ve **muf kaynağı**; metal borularda **elektrik kaynağı** ve **gaz kaynağı**dır. Yapıştırma bağlantı tipi ise **muflu yapıştırma**dır.

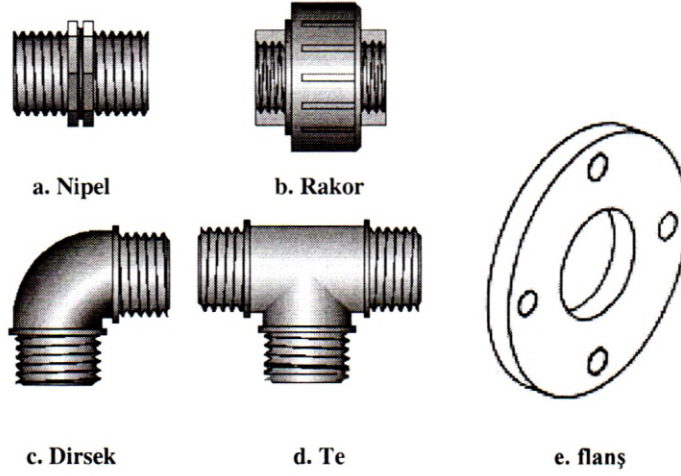
EK PARÇA	ÖLÇÜ (mm)	EK PARÇA	ÖLÇÜ (mm)
	20x20 25x25 32x32 40x40 50x50 63x63 75x75 90x90 110x110		16x1/2"-3/4" 20x1/2"-3/4" 25x1/2"-3/4"-1" 32x3/4"-1"-1/4" 40x1"-1/4"-1/2-2" 50x1/4"-1/2-2" 63x1/2-2"-2/2" 75x2"-2/4"-3" 90x3"-4 110x4"
a. 90° Dirsek		b. Erkek dişli dirsek	
	16x16x16 20x20x20 25x25x25 32x32x32 40x40x40 50x50x50 63x63x63 75x75x75 90x90x90 110x110x110 125x125x125		25x20x25 32x25x32 40x32x40 50x40x50 63x32x63 63x40x63 63x50x63 75x50x75 75x63x75 90x75x90 110x90x110
c. Te		d. İnegal Te	
	20x1/2"x20 25x1/2"x25 25x3/4"x25 32x1/2"x32 32x1"x32 40x3/4"x40 40x1"x40 40x1/4"x40 50x1"x50 50x1/4"x50 50x1/2"x50 63x1/2"x63 63x2"x63 75x2/2"x75 90x3"x90 110x3"x110 110x4"x110		75 90 110
e. Erkek dişli Te		g. Kruva (istavroz)	
			32x1/2" 40x1/2"-3/4" 50x1/2"-3/4"-1" 63x1/2"-3/4"-1" 75x3/4"-1" 90x3/4"-1" 110x3/4"-1"
f. Dişi dişli Te		h. Priz kolye ve contası	

Şekil 3: Sıkıştırma tip plastik ek parçalar ve ölçüleri (PLASTICA ALFA).

PE borularda mekanik bağlantı olarak sıkıştırma (**kaplin**), **flanş**, **start konektör**, **itme soket**, **geçme muf**, **flanş** ve **kurtağzı** tipleri kullanılmaktadır. Kaynak yöntemiyle **alın kaynağı**, **elektrofüzyon** kaynağı bağlantılar yapılabilir. PE borular yapıştırıcı ve çözücü kullanarak bağlanmamalıdır. PE borular metal borularla dişli tipte ve geçme muf - flanş tipinde bağlanabilir.

PVC borularda **yapıştırma**, **geçme muflu** ve **dişli** bağlantılar kullanılır. PPRC borularda **muf kaynağı** ve **dişli** yöntemiyle bağlantı yapılabilir. PVC boruların metal borularla bağlantısı dişli tipte ve pik geçme muf - flanş birleşimiyle olabilir. Özellikle büyük çaplı borularda, gerek pik ek parçalar dolayısıyla gerekse PVC ek parçalarla yapılan bağlantılarda beton tespit kütlelerine gereksinim vardır.

Galvaniz (metal) borularda **dişli**, **elektrik kaynağı**, **gaz kaynağı** ve **flanş** yöntemi ile bağlantılar yapılmaktadır.



Şekil 4: Plastik dişli ek parçalar (PLASTICA ALFA).

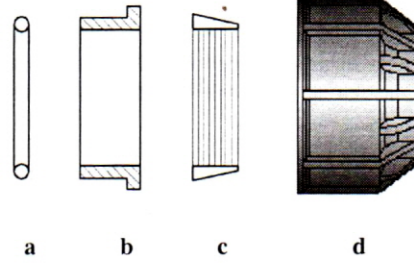
4.1 Mekanik Bağlantılar

4.1.1 Kaplin (Sıkıştırma)

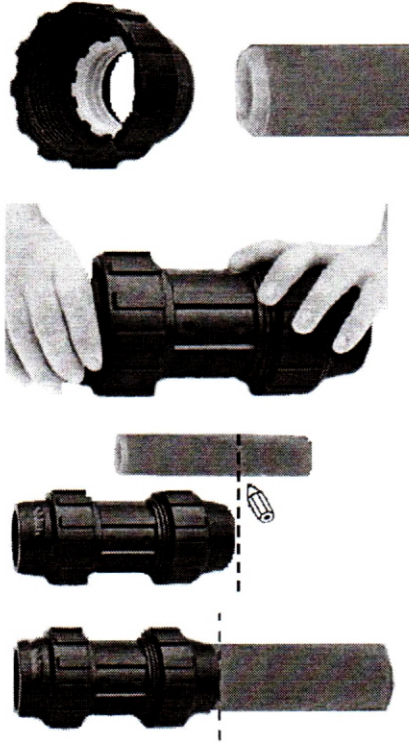
Sıkıştırma (*compression*) sistemi, ülkemizde yaygın olarak kullanılan ek parçanın tipi olan kaplin (*coupling*) sözcüğü ile adlandırılmaktadır. Kaplinle bağlantıda, boru ek parçanın içine girmekte ve sonra bir dişli sistemiyle kaplinin içinde bulunan tırnaklı kilit contası ile boru sıkıştırılarak ek parçadan çıkması önlenmektedir. Sistemin sızdırmazlığı bir conta yardımıyla sağlanmaktadır (Şekil 5). Kaplin ülkemizde \varnothing 16-125 mm çap aralığında üretilmektedir.

Sıkıştırma yöntemiyle birleştirilecek borunun ağzı, bu iş için özel üretilmiş makas (veya aparat) ile kesilir. Boru demir testeresi ile kesildiğinde, borunun ucunda çapak kaldığından, boru makas veya kesme aparatı ile kesilmelidir. Sonra borunun ağzı özel tıraş aparatıyla pahlanır. Boru demir testeresiyle kesilmişse, pahlama sırasında çapaklar da alınmış olur. Kaplinin içindeki durdurma setine göre hizalanarak, girmesi gereken miktar boru üzerine işaretlenir. Kaplinin kapağı (somunu) ve sıkıştırma halkası sökülerek borunun ucuna geçirilir. Borunun ek parçanın içine kolayca kayması ve conta zarar vermeden girmesini sağlamak için, kaplinin içindeki halka conta-

ya ve/veya borunun ucuna silikon veya arap sabunu sürülür. Boru, üzerindeki işarete bakılarak kaplinin içindeki sete ulaşıncaya kadar kaplinin içine itilir. Daha sonra kaplinin dışındaki sıkıştırma halkası ve dişli kapak (somun) sonuna kadar vidalanır. Bu vidalama esnasında sıkıştırma halkasının tırnakları boruya girerek borunun basınç karşısında dışarı çıkmasını engeller. Kaplinin su sızdırmasını halka conta önlemektedir (Şekil 6).



Şekil 5: Kaplinin parçaları: a) sızdırmazlık contasının kesiti (O ring), b) kılavuz halkanın kesiti, c) sıkıştırma (kilit) halkasının kesiti, d) kapak (somun) (PLASTICA ALFA).



Önce ek parçanın bağlanmasında kullanılacak olan PE borunun ağız kısmı boru tıraş aletiyle pahlanır.

Ek parça üzerinde takılı bulunan kapak, gövdeden gevşetilerek içerisindeki contanın boşa çıkması sağlanır.

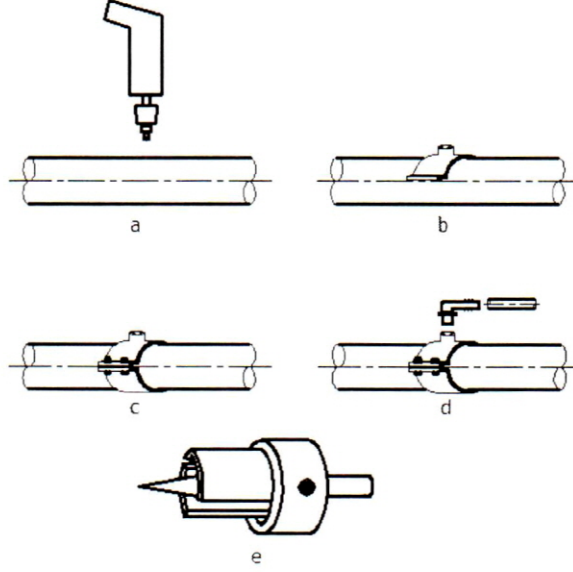
Ek parça içine rahat girmesi ve boru yatağına tam oturması için boru ucuna silikon veya sıvı sabun sürülür. Boru, işaretli nokta takip edilerek ek parça içerisine geçirilir.

Borunun yatağına oturduğundan emin olunduktan sonra kapak sıkılarak montaj işlemi tamamlanır.

Şekil 6: Sıkıştırma (kaplin) yöntemiyle ek yapılmasının aşamaları (SENKRON PLASTİK).

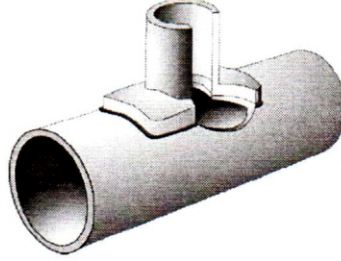
4.1.2 Priz Kolye

Bir borudan hat almak için, Te'nin alternatifi olarak priz kolye kullanılır. Bu amaçla ana hatta ve lateral hatta uygun dış çapta cıvatalı veya geçmeli priz kolye kullanılır. Lateral hattın çapına uygun bir boru **delme ucu** matkaba takılarak boru delinir. Delme ucunun normal matkap ucuna üstünlüğü, hem rahat bir işlem sağlaması, hem de borunun içine çapak göndermemesidir. Daha sonra priz kolyenin üst parçası (semeri), conta borudaki deliğin tam üzerine gelecek şekilde yerleştirilir ve alt parçayla birleştirilir (Şekil 7). Borunun genişmesi ile priz kolyenin yerinden oynaması ve su sızdırması tehlikesine karşı, iç yüzeyi tırnaklı olanlar kullanılabilir. Priz kolye galvanize, PVC ve PE borulara uygulanabilmektedir. Priz kolyenin çıkışı dişli, sıkıştırma tip, kurtağzı, metal güçlendirme bilezikli ve çift çıkışlı (altlı üstlü) olabilmektedir.



Şekil 7: Priz kolye takılması: a) borunun delinmesi, b) priz kolye contası ve üst semerinin yerleştirilmesi, c) priz kolyenin cıvata ile bağlanması, d) hat alınması, e) boru delme ucu.

Priz kolyenin farklı bir tipi olan **servis Te**'de ana borudan hat kaynak yöntemiyle alınmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8: Servis Te ile ana borudan elektrofüzyon kaynak ile hat alınması.

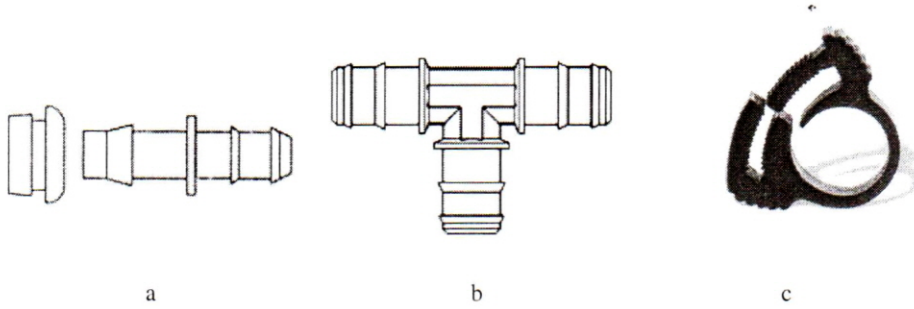
PE boruların genişleme özelliklerinin fazla olmasından dolayı, priz kolyenin yerinden oynama riski vurgulanmaktadır. Bu nedenle yüksek basınçlı ve uzun süreli kalıcı sistemler için priz kolye yerine kaynak önerilmektedir.

4.1.3 Start Konektör

PVC ve SPE borulardan boruyu kesmeden hat almak için kullanılan diğer bir yöntemdir. Boruya alınacak hatla uyumlu bir delik açılır, deliğe gromet contası yerleştirilir, daha sonra start konektör contadan geçirilerek boruya monte edilir. Start konektör kurt ağzı olduğu için borudan dışarı çıkmaz. Ancak çok emniyetli bir yöntem olarak görülmemektedir (Şekil 9a).

4.1.4 Kurtağzı Bağlantı

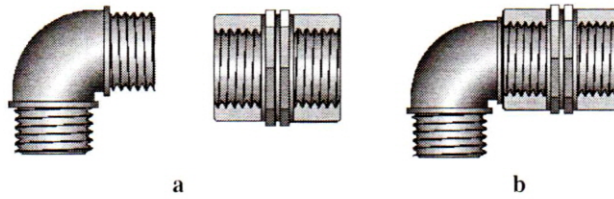
Sprinkler bağlantı boruları ve damlama borularında kullanılan kurtağzı (*barbed*) ek parçalarla yapılan bağlantıdır (Şekil 9b). Ek parçanın üzerinde bulunan kurtağzı yapı borunun ek parçadan çıkmasını önlemektedir. Ayrıca bu bağlantıyı plastik veya metal kelepçe ile desteklemek gerekmektedir (Şekil 9c).



Şekil 9: a) Start konektör ve gromet contası, b) kurtağzı Te, c) plastik kelepçe.

4.1.5 Dişli Bağlantı

Dişli bağlantı, galvaniz borularda, plastik borulardan metal borulara geçişte, PVC ve PE bağlantılarında kullanılır. Bağlantı için erkek veya dişi ek parçalar kullanılmaktadır. Örneğin galvanize borularda, boru-ek parça bağlantısında, boruya pafta ile diş açılmakta ve dişi ek parça boruya vidalanarak bağlanmaktadır. Sızdırmazlık, erkek parçanın dişleri üzerine sarılan teflon bant, teflon ip veya kendir sarılarak sağlanmaktadır (Şekil 10). Metal borudan plastik boruya geçerken, erkek metal ek parça ile dişi plastik ek parça asla birleştirilmemelidir. Sıkıştırma esnasında plastik parça çatlayabileceğinden, erkek plastik ek parça dişi metal ek parça ile birleştirilmelidir.

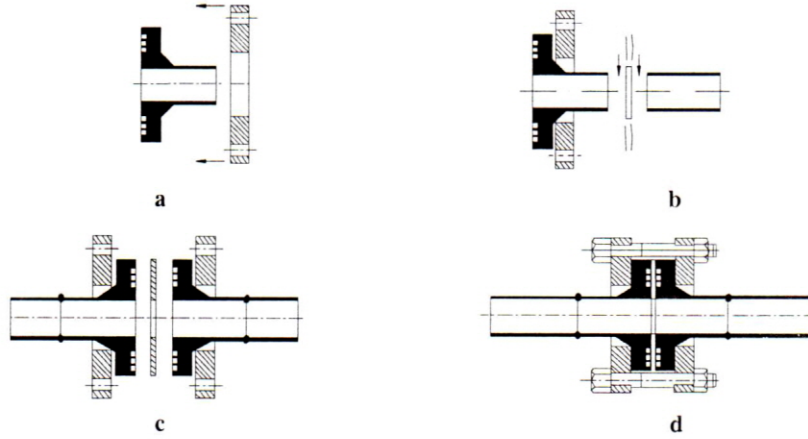


Şekil 10: Dişli bağlantı: a) dirsek ve manşon, b) dişli bağlantı yapılmış ek parçalar.

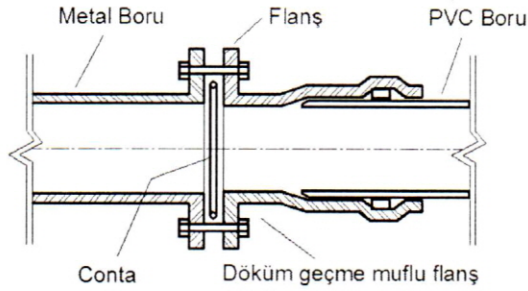
4.1.6 Flanş

Flanş bağlantı, ortasında borunun geçebileceği bir delik bulunan ve flanş olarak adlandırılan iki metal veya plastik plağın arasına conta konarak cıvata ile sıkıştırılmasından oluşur. Flanş bağlantı plastik ve galvaniz borularda kullanılabilir. Flanş bağlantıların toprak altına gömülmesi önerilmemektedir. Flanş \varnothing 50-315 mm çap aralığında üretilmektedir.

PE boruların flanşla birleştirilebilmesi için flanş adaptörüne çelik veya plastik flanş geçirilir, daha sonra adaptör PE boruya alın kaynağı ile kaynatılır. Aynı işlem diğer borunun ucuna da yapılır, daha sonra flanşların arasına conta konarak flanşlar cıvatalarla bağlanır (Şekil 11). Flanş, aynı veya farklı malzemeden üretilmiş boruların birbirine bağlanmasında, örneğin PVC-metal, PE-metal veya metal-metal boru bağlantısında kullanılabilir. PVC boruların flanşla bağlantısı için, borunun bir ucuna geçme muflu bir pik döküm (metal) flanş ek parça monte edilmektedir (Şekil 12).



Şekil 11: PE boruda flanşla bağlantı: a) metal flanşa plastik flanş adaptörünün geçirilmesi, b) flanş adaptörü ile borunun kaynakla birleştirilmesi, c) her iki flanşın arasına conta konması, d) flanş cıvatalarının sıkıştırılarak bağlantının tamamlanması (DİZAYN 2001).

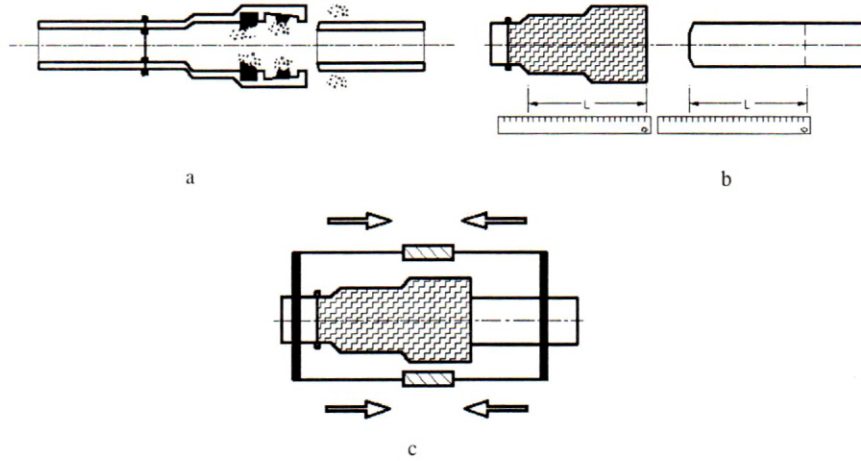


Şekil 12: PVC borunun geçme muflu pik döküm flanşla metal boruya bağlanması.

PE borularda flanşla bağlantının maliyeti, iki flanş, iki flanş adaptörü, bu adaptörlerin iki PE boruya kaynatılması, conta, cıvata ve somun ile bağlantı işçiliğinin toplamından oluşmaktadır. Pahalı bir yöntem olarak bilinen elektrofüzyon kaynaktan bile yaklaşık % 100 pahalı olan flanş, makine dairesindeki bağlantılar, farklı malzemeden üretilmiş boru tiplerinin birbirine bağlanması gibi kısıtlı alanlarda kullanılmaktadır.

4.1.7 İtme Soket

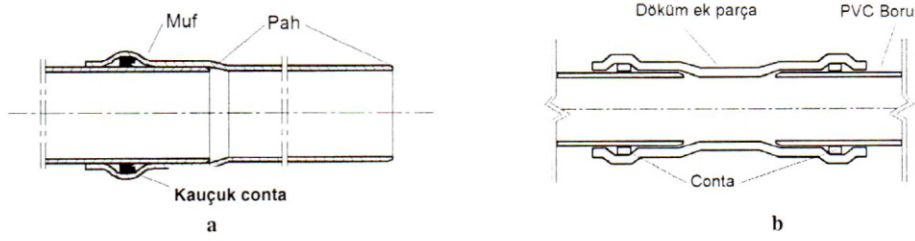
PE borularda \varnothing 110 mm ve daha büyük dış çaplarda itme soketli (push-fit) bağlantı yapılabilir. İtme soketli bağlantıda, borunun bir ucuna muflu parçanın kaynakla bağlanması gerekir. Mufun içinde biri sızdırmazlığı sağlayan, diğeri kilit görevi üstlenen çift conta vardır. İtme soketin diğeri contalı sistemlere üstünlüğü çift contalı oluşudur. Mufun içine girecek olan borunun ucu boru eksenine dik ve düzgün olarak kesilmeli ve pahlanmalıdır. Daha sonra mufun içine girecek kısım borunun dışından işaretlenmelidir. Borunun ucunun mufa kolay girmesi için kaydırıcı olarak silikon veya arap sabunu kullanılmalı, gerekirse çekirtme kullanılarak boru kılavuz işarete kadar monte edilmelidir. İtme soket tipi bağlantıda, bağlantı yapıldıktan sonra geri dönüş imkânı bulunmamaktadır. Dolayısıyla hata yapıldığında bağlantı kesilmekte ve araya parça ekleyerek yeniden bağlantı yapılması gerekmektedir (Şekil 13).



Şekil 13: İtme soket bağlantı: a) boruya ve mufa kaydırıcı sürülmesi, b) borunun mufa girecek kısmının işaretlenmesi, c) gerekirse çekirtme yardımıyla montajın tamamlanması (DİZAYN 2001).

4.1.8 Geçme Muflu Bağlantı

Geçme muflu bağlantı PE ve PVC borularda kullanılabilir. Boruların bir ucu muflu, diğeri ucu düzdür. Mufun içinde, borunun basınçla dışarı çıkmasını ve su sızdirmasını önleyen conta bulunur. Mufun temiz olması gerekir. Eklenecek borulardan düz ağızlı tarafın ucu, boru eksenine dik olarak kesilmiş, pahlanmış, çapağı alınmış ve mufun içine girecek kısmın sonuna kılavuz işaret konmuş olmalıdır. Eklenecek boruların eksenlerinin aynı doğrultuda olması koşuluyla, pahlı boru muflu borunun içine kılavuz işarete kadar itilir. Borunun kolay kayması için ucuna arap sabunu veya silikon türü bir kaydırıcı sürülmelidir. \varnothing 63-225 mm arasındaki dış çaplarda bağlantı için iki kişi gereklidir. Büyük çaplarda ve yüksek basınçlarda döküm ek parçalar kullanılmaktadır (Şekil 14).



Şekil 14: PVC borularda geçme muflu bağlantı: a) borunun kendi mufuyla bağlantı, b) döküm ek parçayla bağlantı.

4.2 Kaynak

Birbirinin aynı veya erime aralıkları birbirine yakın iki veya daha fazla metalik veya termoplastik parçayı sıcaklık kullanarak aynı cinsten bir malzeme ekleyerek veya eklemeyen birleştirilmeye **kaynak** denmektedir (ANIK 1976). Tekniğine uygun yapılmış bir kaynak en az boru kadar veya ondan daha sağlamdır (PPI 1998). Kaynak yöntemi PE, PPRC ve metal borularda kullanılır. Plastik borularda kullanılan kaynak tipleri **alın kaynağı**, **elektro füzyon kaynağı** ve **muf kaynağıdır**. Metal borularda ise **elektrik** ve **gaz kaynakları** kullanılmaktadır. Kaynak için, türüne göre özel kaynak makineleri ve yetişmiş personel gerekmektedir.

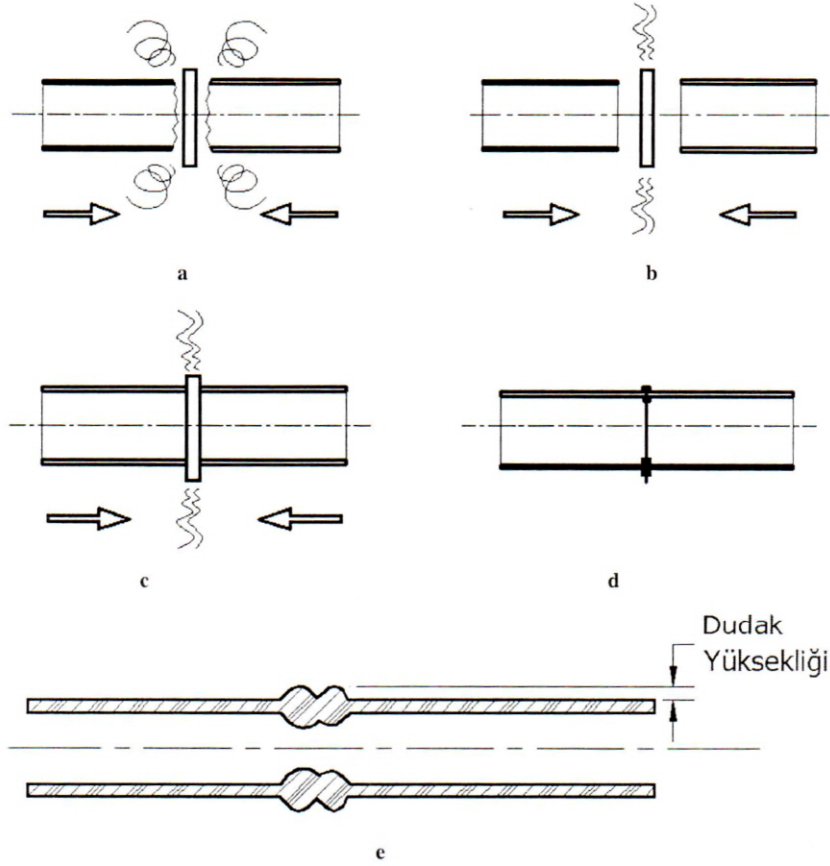
4.2.1 Alın Kaynağı

Aynı dış çaptaki ve aynı malzemeden yapılmış boru ve ek parçaların alın altına getirilerek kaynakla birleştirilmesine **alın kaynağı** (*butt fusion*) denmektedir. Alın kaynağında önemli bileşenler kaynak ustası ve kaynak makinesidir. \varnothing 32-1600 mm çaplar arasında alın kaynağı yapılabilmektedir. Alın kaynağında borular doğrudan birbirine eklendiği için manşona gerek yoktur. Ancak konfeksiyon veya enjeksiyon yöntemiyle üretilmiş dirsek, Te vb ek parçalara gerek vardır. Küçük çaplarda, kaynak sonucunda kesit daraldığı için, alın kaynağı \varnothing 63 mm çaptan ve 3 mm et kalınlığından büyük borulara önerilmektedir. Kaynak yapılacak boruların ağız kısımları tesviye edilmekte ve erime sıcaklığına kadar ısıtıldıktan sonra basınçla birbirine itilmektedir. Düzgün yapılmış bir alın kaynağı, borunun sahip olduğu dayanıma (mukavemet) sahiptir.

PE boruların alın kaynağı ile birleştirilmesi sırasında şu noktalara dikkat edilmelidir (FIRAT PLASTİK) (Şekil 15):

1. Kaynak yapılacak boruların et kalınlıkları eşit olmalı, en fazla et kalınlığının % 10'u kadar fark bulunmalıdır.
2. Kaynağa başlamadan önce kaynak yapılacak yüzeyler tıraşlanarak hem tesviye ile yüzeylerin birbirine tam teması sağlanmalı hem de okside olmuş kısımları alınmalıdır. Tıraşlanan yüzeylerin kirlenmesi önlenmeli, kirlenirse yüzeyler yeniden tıraşlanmalıdır.
3. Kaynak yapılacak yüzeyler ve ütü (ısıtıcı), kaynağa başlamadan önce saf alkol ile silinerek temizlenmelidir.
4. Ortalama 200-230° C olan kaynak ütü sıcaklığı, borunun üretildiği hammaddeye, uygulama standartlarına, borunun et kalınlığına ve istenen dudak yüksekliğine göre boru ütüye doğru itilerek ısıtılmalıdır.
5. Ütü aradan çekilerek borular alın altına getirilmeli, sıkıştırılarak kaynak makinesi kilitlenmelidir.
6. Kaynağın sağlam olması için ekstrem hava koşullarından kaçınılmalıdır. Boru içinde oluşan hava sirkülasyonu kaynakta dengesizlik yaratacağı için, kaynak esnasında boru-

ların bir ucu kapatılmalıdır. Kaynağın sağlam olması için yeterli süre beklendikten sonra boru makineden çıkarılmalıdır.



Şekil 15: Alın kaynağının aşamaları: a) borunun alınlarının tesviyesi, b) boruların alınlarının arasına ütünün gelmesi, c) gerekli dudak yüksekliği oluşana kadar sıcaklık ve basınç uygulanması, d) erimiş yüzeylerin sıkıştırılarak kaynağın tamamlanması, e) alın kaynağı ile eklenmiş boru kesiti ve dudak yüksekliği (DİZAYN 2001).

4.2.2 Elektrofüzyon Kaynağı

Borular farklı et kalınlığına sahip olsalar da elektrofüzyon kaynağı ile birleştirilebilirler. Bu kaynak çok yüksek emniyet istenen sistemlerde kullanılır. Alın kaynağına göre daha pahalı bir yöntemdir (DİZAYN 2001). Ø 20-315 mm çap aralığında elektrofüzyon kaynağı yapılabilmektedir.

Elektrofüzyon kaynağının maliyetindeki önemli bileşenler kaynak ustası, elektrofüzyon ek parçası ve elektrofüzyon kaynak makinesidir. Elektrofüzyon yönteminde kaynak, manşon kısmın-

daki ısıtma rezistansları ile yapılır. Manşonun içine borular yerleştirildikten sonra kaynak makinesinin uçları manşonun içindeki rezistans uçlarına bağlanarak rezistanslar elektrik akımı ile ısıtılır. Rezistansların ısınması sonucu manşonun et kalınlığının borunun et kalınlığından çok olmasından dolayı, boru cidarının sıcaklığı, manşon cidarının sıcaklığından daha yüksek olur. Bu sıcaklık farkından dolayı boru içerisinde basınç oluşur. Boru üzerindeki basınç ile boru içerisinde oluşan basınç sayesinde kaynak işlemi gerçekleşir. Elektrofüzyon kaynak makinelerinin üzerinde bar kod okuyucular bulunur. Bu okuyucular yardımıyla veya elle elektrofüzyon ek parçaları üzerindeki etiketlerde bulunan kaynak parametreleri kaynak makinesine yüklenebilir.

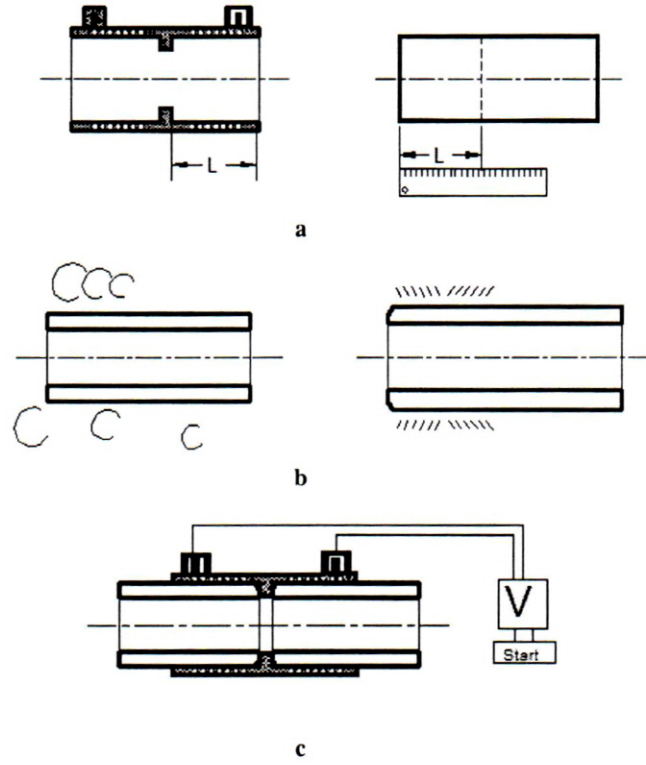
Elektrofüzyon kaynağında kullanılan ek parçalar klasik şekilde üretildiği gibi kuyruklu (spigot) olarak da üretilmektedir. Bazı çaplarda Te ek parça bulunmamaktadır. Böyle durumlarda alın kaynak için üretilmiş Te vb ek parçalar elektrofüzyon manşonlarla sisteme bağlanabilmektedir.

Elektro füzyon kaynağı sırasında şu noktalara dikkat edilmelidir (FIRAT PLASTİK, EGEYILDIZ) (Şekil 16):

1. Elektro füzyon işleminde aynı tip borular kullanılmalıdır.
2. Borular aynı eriyik akış hızına sahip olmalıdır.
3. Kaynak yapılacak alan, kar, yağmur, rüzgâr veya etkili güneş gibi olumsuz hava koşullarından korunmalı, kaynak yapılacak ortamın sıcaklığı 5-50° C arasında olmalıdır.
4. Boruların kaynak yapılacak uçları düz ve pürüzsüz olarak kesilmeli, ek parçanın içine girecek kısmın sınırı işaretlenmelidir.
5. Kaynak yapılacak yüzeyin oksidasyonu temizlenmeli, borunun ucu pahlanmalıdır.
6. Kaynak yapılacak yüzeyler izo-propanol veya uygun bir solvent ile temizlenmeli ve bu yüzeylere elle dokunulmamalıdır. Borular, ek parçanın içine işaretlenen sınıra kadar yerleştirilir.
7. Kaynak uçları yukarı getirilmeli ve boruların aynı doğrultuda olması sağlanmalıdır.
8. Kaynak makinesi ile ek parça bağlantıları yapılmalı, parçanın bar kodu okutularak veya elle parametreler girilerek kaynak işlemi başlatılmalıdır. Makine kaynak işlemini bitme sinyali ile haber vermektedir.

EF kaynağın alın kaynağına üstünlükleri şunlardır:

1. Boru iç çapı daralmaz.
2. Kullanılan kaynak makinesi hafif ve ucuzdur.
3. Kaynak hızı yüksektir.
4. Kaynak işlemi otomatik olduğu için fazla operatör becerisi gerekmez (TEGA).



Şekil 16: Elektrofüzyon kaynağının aşamaları a) borunun manşonun içindeki sete kadar gireceği mesafe ölçülür, b) borunun oksitlenmiş kısımları temizlenir ve ucu pahlanır, c) eklenecek borular manşonun içine yerleştirilir, manşon kaynak makinesine bağlanır ve kaynak başlatılır (DİZAYN 2001).

4.2.3 Muf Kaynağı

Muf kaynağı, PPRC borularda kullanılan bir bağlantı şeklidir. Bağlantı sırasında şu noktalara dikkat edilmelidir (FIRAT PLASTİK):

1. Boru, boru eksenine dik yönde özel boru makası (Şekil 17a) ile kesilir (Şekil 17b). Kaynak makinesinin 260°C'ye kadar ısınması sağlanır. Makinenin paftalarının temiz olmasına dikkat edilmelidir.
2. Boru ve ek parça aynı anda kaynak paftasına doğru aynı ekseninde çevirmeden itilir. Boru paftanın içine, ek parça ise dışına geçer. Kaynak ve soğutma süreleri için kaynak bilgileri tablosundaki değerler kullanılmalıdır (Şekil 17c).
3. Yeterince ısıdıktan sonra paftadan çıkarılan boru, ek parçanın yuvasına hemen sokularak çevirmeden birleştirilir. Soğuma süresini tamamlamamış kaynaklı parçalara işlem yapılmamalıdır (Şekil 17d).

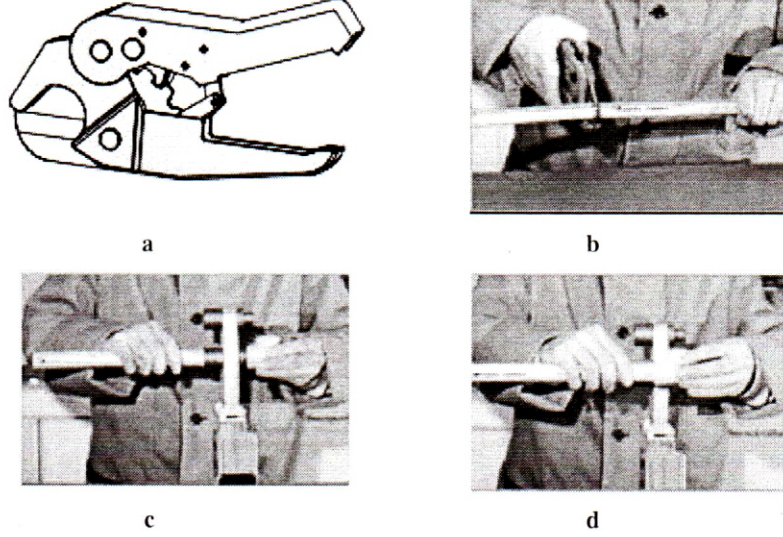
4.2.4 Metal Kaynağı

Sulama sisteminde kullanılan galvanize metal borular ile toprak üstünde kullanılan alü-

minyum boruların bağlantısında metal kaynağı kullanılır. Boru-boru veya boru-ek parça arasındaki boşluk elektrik kaynağı veya gaz kaynağı ile doldurularak parçalar birleştirilir.

4.3 Yapıştırma

PVC borunun eklenmesinde çoğunlukla yapıştırma yöntemi kullanılmaktadır. Yapıştırma işlemi boru ile içine gireceği muf veya ek parça arasında olur.



Şekil 17: Polipropilen borularda kaynak tekniği: a) boru kesme makası, b) boru kesilir, c) ek parça içten, boru dıştan ısıtılır d) boru ve ek parça birleştirilir (FIRAT PLASTİK).

Yapıştırarak bağlantıda dikkate alınması gereken ilkeler şunlardır (EGEYILDIZ, MELBY 1995) (Şekil 18):

1. Boru ve ek parça su, kir, yağ ve pastan arındırılmış olmalıdır.
2. Borunun ağzı düz değilse ince dişli bir testere ile boru eksenine dik olarak kesilmeli ve borunun ağzında oluşan çapaklar törpü, bıçak veya zımpara kağıdı ile temizlenerek borunun ucu pahlanmalıdır. Borunun ucunda çapak kalırsa, yapışkan sürülmüş parçalar birbirinin içine itilirken, çapak ek parça içindeki yapışkanı sıyrır ve yapışmayı zayıflatır. Pahlanmış uç ise boru ek parçanın içine itilirken yapışkanı ve yumuşamış plastik malzemenin sıyrılmasını engeller.
3. Borunun ucu muf derinliği kadar işaretlenmelidir.
4. Boru ve ek parça arasındaki aralığı doldurmaya yetecek kadar yapıştırıcı uygulanmalı ve eklenecek yüzeylerin yarı akışkan hale gelmesi beklenmelidir.
5. Boru ve ek parça hafif döndürülerek yüzeyler ıslak ve akıcı iken montajı yapılmalıdır.
6. Yapışkanın içindeki çözücü uçarken yapışkan katmanı ve çözünen yüzeyler sertleşir ve ek yeri kuvvetli hale gelir. Tam kaynaşma için sıcak havalarda 30 dakika olmak üzere havanın soğuk olması oranında daha uzun bir süre gereklidir.

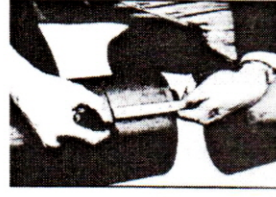
7. Fazla yapışkan silinerek boru veya ek parçanın mukavemetini azaltması önlenmelidir.
8. Yapıştırma ortamı ekstrem hava sıcaklıklarında olmamalı, 0-43°C arasında olmalıdır.
9. Serin bir yerde depolanmış ve taze yapışkanlar kullanılmalıdır. Çalışma yerinde mümkünse yapışkanlar gölgede tutulmalıdır. Yapışkanlar hava almayan kaplarda tutulmazsa raf ömrü kısalmır. Kullanırken yapışkanın viskozitesine bakılmalı, gereken akışkanlıkta olmasına dikkat edilmelidir.

4.4 Hasar Görmüş Borunun Onarımı

PVC ve PE borular korozyona bağışık olmalarından dolayı, normal koşullar altında metal borulara göre daha az hasar görürler. Hasar görmüş borunun onarımı için, hasarın cinsine ve bulunduğu yere göre onarım yöntemi seçilir. Onarımda flanş, elektro füzyon, kayar manşon yöntemlerinden biri kullanılabilir.



a



b



c



d

Şekil 18: Yapıştırma bağlantının yapılması (EGEYILDIZ 2002).

4.4.1 Flanş Kullanarak Onarım

Hasar görmüş borunun üzerindeki toprak, hasar gören yerden itibaren her iki tarafa doğru borunun rahatça esnetilebileceği kadar açılır.

PE borularda, iki adet flanş adaptörünün -araya conta konarak- boyu ölçülür. Ölçümde flanşın ve adaptörün boyu, tıraşlama payı ve kaynak esnasında ortaya çıkacak erime payı da hesaplanarak hasarlı boru kesilir. Boruların uçlarına flanş adaptörleri eklenir, flanş adaptörü boruya kaynatılır, kaynağın soğumasından sonra flanş civatalarıyla bağlanarak onarım tamamlanır.

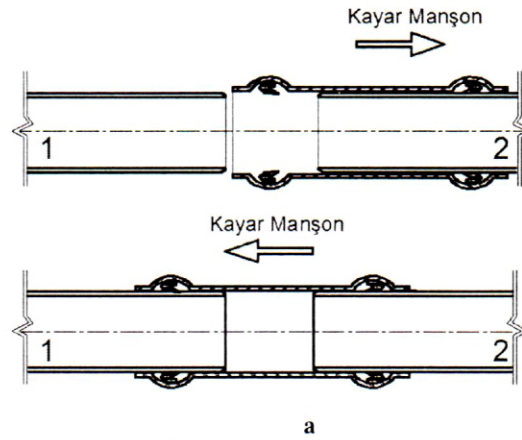
PVC borularda ölçümde bir ucu geçme muflu olan iki adet flanşın boyu, mufa girecek boru uzunlukları ve conta dikkate alınır. Geçme muf monte edildikten sonra flanş civatalarıyla bağlanır. Metal borular, flanşa gaz veya elektrik kaynağıyla bağlanır. Kaynak bitinceye kadar -soğuma dahil- kaynak bölgesine su verilmemelidir.

4.4.2 Elektrofüzyon Kullanarak Onarım

Hasarın ulaşılmaması zor olan bir bölgede olması durumunda da kolayca kullanılan bir yöntemdir. Hasar görmüş borunun üzerindeki toprak, hasar gören yerden itibaren her iki tarafa doğru borunun rahatça esnetilebileceği kadar açılır. Hasar küçük ise hasar gören yer kesilir, araya manşon -stopları kırılıp kayar manşon gibi kullanılır - konarak kaynak yapılır. Hasar büyük ise hasarlı kesim kesilip atılır, araya eklenecek boru parçasının her iki ucu ile onarılan borunun uçları arasına yine manşon stopları kırılarak kayar manşon gibi yerleştirilir ve elektrofüzyon kaynak yapılır. Kaynak bitinceye kadar -soğuma dahil- kaynak bölgesine su verilmemelidir.

4.4.3 Kayar Manşon Kullanarak Onarım

Hasar gören borunun üzerindeki toprak vb. malzeme, borunun esnetilebileceği kadar açılır. Hasar gören yer küçük ise bir contalı kayar manşon, büyük ise bir parça boru ve iki contalı kayar manşon gereklidir. Borunun ucuna kaydırıcı olarak silikon sürülür. Manşon, her iki contası da girinceye kadar boruya sokulur. Borunun açık ucu ile manşonlu ucu uç uca getirilir, manşon yarısı diğer boruya geçecek şekilde kaydırılır, sisteme su verilip kontrol edilir ve sızıntı yoksa borunun üzeri kapatılır (Şekil 19).



Şekil 19: Kayar manşon kullanarak onarım: 2 nolu boru ekseninden esnetilerek kayar manşon geçirilir, daha sonra kayar manşon 1 nolu boruya geçirilerek onarım tamamlanır.

4.5 Boru Tesisatının Basınç ve Sızıntı Kontrolü

MELBY'ye göre "boru bağlantıları yapıldıktan sonra boru dikkatli bir şekilde kanala yerleştirilir. Borunun kanalın içinde bir yan yüzden diğer yan yüze yılankavi bir şekilde (S'ler çizerek) yerleşmesine dikkat edilmelidir; çünkü plastik boru, 5-40°C arasındaki sıcaklık değişimlerine bağlı olarak 10 m'de 7,5-60 mm uzayabilir veya kısalabilir. Bu nedenle boru sabit noktalar arasında yerleştirilirken bu genleşme miktarının dikkate alınması gerekir. Borunun kanal içinde yılankavi yerleştirilmesi hem bu boyut değişimlerine hem de eklerin aşırı genleşme-büzülmelerden korunmasına yardım eder.

Genleşme ve büzülme gerilimlerini önlemek amacıyla kanal kapatılmadan önce boru çalışma sıcaklığına getirilmelidir. Boru sıcak bir günde ve güneş altında eklendiyse, kanalı kapat-

madan ve içinden soğuk su geçirmeden önce soğutulması gerekir. Boru çalışma sıcaklığına getirilmeden önce bir gece bekletilebilir, güneşten korumak amacıyla üzerine biraz toprak atılabilir veya boru su ile doldurulup bekletilebilir. Tüm bu yöntemler borunun soğumasına yardım eder.

Boru basınç altında test edilmelidir. Gölgelemek amacıyla borunun üzerine toprak konarak boru çalışma sıcaklığına getirilirse, tüm ek yerlerinin basınç testi sırasında kontrol edilebilmesi için toprağının sıyrılması gerekir. Sulama sisteminin, işletme basıncının % 150'si ile test edilmesi önerilmektedir. Sistem örneğin 4 atm basınç altında çalıştırılacaksa sızıntılar için 6 atm basınç altında test edilmelidir. Sistem boru ek yerlerinin sızıntı kontrolü süresince test basıncı altında tutulur" (MELBY 1995).

Basınçlı boru sistemlerinde basınç ve sızıntı kontrolünün birlikte yapılması önerilmektedir. Sisteme verilen suyun, az bir miktarda kayba uğraması durumunda sistemin testi geçtiği kabul edilir. Kabul edilebilir sınırlar içinde kalması gereken kayıp, sistem içinde hapsolmuş olan havadan, contaların oturmasından, boruların genleşmesinden vb. kaynaklanabilmektedir. Bununla birlikte bir sulama sisteminin az da olsa sızıntı yapması kabul edilebilir bir kusur değildir. Görülen bütün sızıntılar, sızıntı miktarına bakılmaksızın giderilmelidir (UNI-BELL).

5. BAĞLANTI TİPLERİNİN MALİYETİ ve SEÇİMİ

Mekanik, kaynak ve yapıştırma olarak üç ana sınıfa ayrılabilen bağlantılar, her durumda kullanılamamaktadır. Yedek parçası, uygulama araçları, yetişmiş elemanı bulunan bir bağlantı tipinin seçiminde öncelikle sağlam ve güvenli olması rol oynamakta, daha sonra olası bağlantı tipleri arasında ekonomik olanı seçilmektedir.

PE borularda mekanik (kaplin) ve kaynak (alın ve elektrofüzyon) bağlantılarından manşon, dirsek ve Te için; orta büyüklükte bir işe göre, kârsız, kanal açma hariç, malzemenin liste fiyatına işçilik ve varsa makine kirası eklenerek maliyet analizi yapılmıştır. Elde edilen değerler piyasa fiyatlarıyla kontrol edilmiştir.

Kaplinde maliyet, parça fiyatına işçilik eklenerek elde edilmiştir.

Alın kaynağında maliyet, ek parça, makine kirası ve işçilikten oluşmaktadır. Dirsek ve Te bağlantı için ek parçaya gerek varken, iki boru birbirine doğrudan bağlandığı için alın kaynağında manşona gerek kalmamaktadır. 63 mm'den daha küçük borular için alın kaynağı önerilmemektedir. Dolayısıyla alın kaynak fiyat analizine 63 mm çaptan itibaren başlanmıştır.

Elektrofüzyon kaynak fiyatı, ek parça, makine kirası ve işçilikten oluşmaktadır. Elektrofüzyon için, manşon hariç dirsek, Te gibi ek parçalar 160 mm'den daha büyük dış çaplarda üretilmemektedir (DİZAYN 2001). 160 mm'den büyük çaplarda, alın kaynağına göre üretilmiş kuyruklu (spigot) ek parçalar kullanılmakta, bu ek parçalar EF manşonlarla boruya bağlanmaktadır. Maliyet hesabında dirseğe iki, Te'ye üç EF manşon fiyatı ve işçiliği eklenmiştir (Tablo 2).

Manşon, dirsek ve Te maliyet analizinin ortalamasına göre, üretiminin bulunduğu 20-110/125 mm çaplarda kaplinle bağlantının en ekonomik yöntem olduğu görülmektedir. 110/125 mm'den daha büyük çaplar için daha ucuz olan alın kaynağı veya müşterinin isteğine göre elektrofüzyon kaynak kullanılmalıdır. Müşteri tercih ettiğinde 125 mm'den küçük çaplarda da EF kullanılmalıdır.

Tablo 2: Farklı Tipteki Manşon, Dirsek ve Te Bağlantı Fiyatları.

Boru Bağlantı Fiyatları (x MİLYON TL)									
Boru Dış Çapı (mm)	KAPLIN ¹⁾			ALIN KAYNAĞI ²⁾			ELEKTROFÜZYON ³⁾		
	Manşon	Dirsek	TE	Alın Kaynağı	Dirsek	TE	Manşon	Dirsek	TE
20	1,2	1,6	1,9				7,0	29,1	35,9
25	1,3	1,7	2,3				8,4	30,1	36,9
32	2,0	2,4	3,1				9,7	31,8	37,9
40	2,9	3,4	4,9				10,8	37,2	42,2
50	3,7	4,7	6,2				14,0	44,6	50,0
63	4,4	5,6	7,6	13,0	39,6	52,3	15,3	50,0	55,4
75	9,5	13,5	15,9	14,0	43,2	60,4	18,8	69,0	70,2
90	20,1	21,9	26,8	15,0	46,0	65,8	23,4	79,7	80,8
110	28,6	31,9	39,0	15,0	49,2	72,2	27,2	109,5	116,2
125	45,5		67,0	16,0	60,8	107,2	33,8	145,7	145,9
140				17,0	91,6	124,6	37,9	199,0	200,0
160				18,0	98,4	150,0	42,7	272,8	246,0
180				19,0	111,6	185,0	65,8	194,2	303,4
200				20,0	168,0	252,0	74,8	265,5	392,3

Not: Hesaplama 1 Euro = 1 600 000 TL alınmıştır.

¹⁾ Kaplinin maliyeti = parça fiyatı + işçilik

²⁾ Alın kaynağının maliyeti = parça fiyatı + makine kirası + işçilik

³⁾ Elektro füzyonun maliyeti ($\varnothing \leq 160$ cm) = parça fiyatı + makine kirası + işçilik

($\varnothing > 160$ cm) = parça fiyatı (EF manşonlar + alın kaynak ek parça) + makine kirası + işçilik

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyadaki teknolojik gelişmelere paralel olarak, ülkemizdeki değişik büyüklükteki park ve bahçelerin peyzaj düzenlemeleri, fidanlıklar ve spor alanlarının sulanmasında otomatik basınçlı sistemler kullanılmaktadır.

Borular ve ek parçalar, üretildikleri malzeme türüne göre mekanik, kaynak veya yapıştırma yöntemlerinden biriyle birbirine bağlanabilmektedir. Ülkemizde sulama sektöründe ağırlıklı olarak PE borular kullanılmaktadır. PE borularda sırasıyla sıkıştırma (kaplin) ve kaynak (alın kaynağı ve elektrofüzyon) bağlantı yöntemleri daha yaygındır. Sıkıştırma bağlantı yönteminde farklı tipteki PE borulara göre geliştirilmiş bulunan ek parçaların ülkemizdeki üretim kalitesi, ithal ürünlerin kalitesine ulaşmış, ithal ürünlere göre daha ucuz oluşuyla cazibe kazanmıştır. Kullanıcı yararlı ve sakıncalı taraflarını ve sınırlarını dikkate alarak bu yöntemlerden birini seçmelidir.

Bağlantı yönteminin seçilmesinde, kullanılan boru tipi, borunun çapı, bağlantının yapılmasının kolay ve fiyatının düşük oluşu ile bağlantının sağlamlığı ve uzun ömürlü oluşu etkili rol oynamaktadır. PE boru bağlantılarında, sağlamlık ön plana alındığı zaman kaynak yöntemi kullanılmalıdır. Ancak yapılan fiyat analizine göre 110/125 mm boru çapına kadar, kaynak bağlantılar örneğin kaplin bağlantılara göre daha pahalıdır (Tablo 2). Ülkemizde peyzaj sulama sektöründe, bağlantılarda 110/125 mm çaplara kadar kaplin bağlantı kullanıldığı görülmektedir. Yurtdışında 110 mm'nin, yurt içinde 125 mm'nin üzerindeki çaplarda kaplin üretilmediği için, 110/125 mm çaplardan sonra alın kaynak veya elektrofüzyon kaynak bağlantı zorunlu hale gelmektedir.

PE borunun genleşmesinin fazla oluşu nedeniyle priz kolyenin yerinden oynama ve sızıntı yapma olasılığı fazladır. Dolayısıyla sağlam ve yüksek basınca dayanıklı olması istenen sulama tesisatlarında, kaynak bağlantı yöntemlerinden biri kullanılmalıdır (UNI-BELL). Elektrofüzyon kaynak ek parçaları ülkemizde üretilmeye başlanmıştır. Daha çok kullanıcının daha sağlam olanı tercih etmesi durumunda üretimin artarak ek parçaların ve dolayısıyla elektrofüzyon kaynağın ucuzlaması mümkündür. Sulama sisteminde bağlantılarda meydana gelen arızadan dolayı kaybedilecek iş gücü, yolculuklar, işçilikler ve prestij dikkate alındığında, kullanıcının tercih etmemesi durumunda bile işin büyüklüğüne göre sulamacı kaynak yöntemlerinden birinin maliyetini üstlenilmeli ve sulama sisteminde kullanabilmelidir.

Bağlantıda kullanılan ek parçaların sınıflandırılması ve adlandırılması konusunda ülkemizde tam bir birlik sağlanamadığı görülmektedir. Sulama sektörü ile bilim dünyasının, pazarda terimler daha tam oturmadan adlandırmada bir birliğe ulaşılmasında yarar bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- ANIK, S., 1976: Kaynak Teknolojisi, Eğitim Yayınları, İstanbul.
- DIZAYN 2001: Dizayn Grup Altyapı Ürünleri Katalogu, İstanbul
- EĞEYILDIZ 2002: Su Servisinde Kullanılan Boru Sistemleri, PE 100 Tatbikatı, Egeplast Yayını
- EĞEYILDIZ 2002: İçme Suyu Sistemlerinde Kullanılan PVC Basınçlı Boru ve Ek Parçaları Uygulama, Egeplast Yayını
- FIRAT PLASTİK: Polietilen Boruların Kaynakla Birleştirilme Yöntemleri, Teknik Eğitim El Kitabı Fırat Plastik Ve Kauçuk Sanayi, İstanbul.
- HUNTER : www.hunterindustries.com
- LASCO FITTINGS: <http://www.lascofittings.com/Technical/Tabs/techtab1.htm>
- MELBY, P.,1995: Simplified Irrigation Design, John Wiley and Sons, Inc., USA.
- PLASTICA ALFA : www.plasticaalfa.com
- PPI 1998: Polyethylene Joining Procedures, Plastics Pipe Institute, <http://www.plasticpipe.org/pubs/download/handbook/PolyProc.pdf>
- RAINBIRD: www.rainbird.com
- SENKRON PLASTİK: <http://www.senkronplastik.com/montaj.htm>
- STRYKER, J.,2002: <http://www.jessstryker.com/install.htm>
- TEGA: Poietilen (PE) Elektrofüzyon Borulama Sistemleri, Ankara.
- UNI-BELL: Thermoplastic Pressure Pipe Design and Selection <http://www.uni-bell.org/pubs/uni-tr-7.pdf>
- WEINBERG S.S., ROBERTS J.M., 1988: Handbook of Landscape Architectural Construction Volume Three: Irrigation, Landscape Architecture Foundation, Washington D.C., USA