

PLASTİK BORULAR

Prof. Dr. Ahmet AKAR

İ.T.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Öğretim üyelerindedir. Doktorasını İngiltere'de polimerler üzerinde yapmıştır. 1988-1990 yıllarında ise Modern Plastik-Kauçuk dergisini çıkarmıştır. Kauçuk Derneği üyesidir.

İlgi Alanları: Plastik, Kauçuk, Plastiklerde Katkı Maddeleri. Plastiklerin Geri Kazanılması

Plastik Borular

Plastik borular günlük yaşantımızda artan oranda karşını ı/a çıkmaya başlamıştır. Binalarda, yollarda, su taşımada, tarımda gün geçtikçe artan miktarlarda kullanılmaktadır. Aslında kauçuktan imal edilmemiş, hortumlar da plastik boru olarak ele alınabilir. Plastik borular çoğu kez teiniz veya pis su taşımak amacıyla kullanılır. Bunun dışında koruyucu olarak ve ayrıca başka sıvıların aktarılması amacıyla da kullanılabilir.

Plastik boru yapımında en çok kullanılan plastikler;

Polietilen (PE)

Polivinilklorür (PVC)

Polipropilen (PP)

Çapraz bağlı polietilen (PEX)

Canı takviyeli polyester (CTP)

Akrilonitril-butadien-stiren (ABS)

Polibutilen (PB)

Teflon türleri

Plastik boruların kullanım alanlarına bakılırsa, ilgili standartları mevcuttur. Bazılarını şöyle sıralayabilirler.

Sert PVC pis su boruları (TSE 275)

Polietilen borular (TSE 4J8)

Polipropilen borular (DIN 8077/8078)

Derin kuyu sert PVC boruları (DIN 4925)

Çapraz bağlı polietilen boru (DIN 16893)

Neden Plastik Boru?

Metal borunun yerini, gün geçtikçe plastik borunun almasının birçok nedeni vardır. Bunları kısaca sıralayalım.

1. Korozyona uğramaz ve pas yapmaz.
2. Kireçlenme oluşmaz.
3. Küflenme olmaz.
4. Takılması, taşınması daha kolaydır.
5. Daha uzun ömürlüdür.

Bu avantajları yanında, şu dezavantajlarının halledilmesi gerekir.

1. Henüz pahalıdır.
2. Isı genleşmesi yüksektir.
3. Kullanım alanına bağlı olarak sınırlamalar mevcuttur. Özellikle yüksek sıcaklık ve düşük sıcaklıkta kullanımı söz konusu ise, plastik cinsinin iyi seçilmesi gerekir.

4. Isı etkisiyle geri dönüşümsüz boyut değişimi olabilir.

Plastik Boru Dizaynı

Bir plastik boru, çapına bağlı olarak et kalınlığının saplanması ve o şekilde üretilmesi gerekir. Genel olarak, borunun devamlı kullanılacağı basınçla 20°C'da en az 50 yıl dayanacağı düşünülerek et kalınlığı seçilir. Ortamın şartları olarak, özellikle basınç ve sıcaklık önemlidir. Sıcaklık artarsa boru dizaynının ona göre gözden geçirilmesi ve hesaplamaların yeniden yapılması gerekir.

Plastikler

Boru imalatında en çok kullanılan plastiklerin biraz tanıtımını yapmak uygun olacaktır.

Polietilen

Petrokimya tesislerinde üretilen polietilen üretim şartları düzenlenerek, farklı türele üretilebilir (Parantez içinde İngilizce kısaltılmıştır).

Düşük yoğunluklu PE : (LDPE)

Orta yoğunluklu PE : (MDPE)

Yüksek yoğunluklu PE : (HDPE)

Lineer düşük yoğunluklu PE : (LEDPE)

Bu dört tür polietilen malzemenin mekanik özellikleri de doğal olarak çok farklıdır.

Düşük yoğunluklu PE : Esnek malzeme

Yüksek yoğunluklu PE : Rijit malzeme

Çapraz Bağlı Polietilen (PEX)

Yüksek yoğunluklu veya orta yoğunluklu polietilen, çeşitli yöntemlerle çapraz bağlı hale getirilir. Bu borular nispeten daha yüksek sıcaklığa dayanır.

Polipropilen ve Kopolimerleri

Polipropilen, polietilen'e çok benzer bir plastik malzemedir. Üstün yanı sıra daha yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır. Fakat soğukla (0°C) kırılganladır. Bu nedenle, kopolimerleri imal edilmiştir. Bunlardan blok kopolimer ve random kopolimer türleri boru imalatında çok kullanılmaktadır. Ayrıca, kauçuk katılan türleri de mevcuttur.

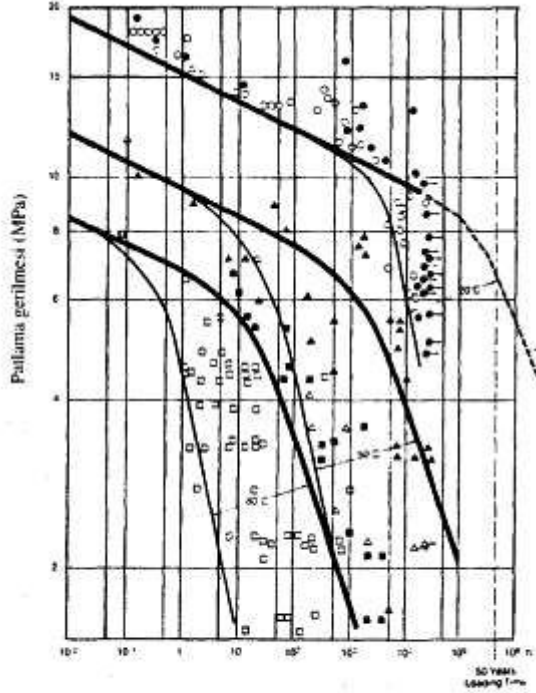
Polivinilklorür (PVC)

PVC boru yapımında kullanılan plastiklerin en önemlilerindedir. Rijit olarak tanımlanan plastifiyan içermeyen türlerinden sert borular yapılır. Diğer yandan plastifiyan katılarak yapılan yumuşak borulara PVC plastik hortum diyebiliriz.

Mukavemetin Zamanla Değişimi

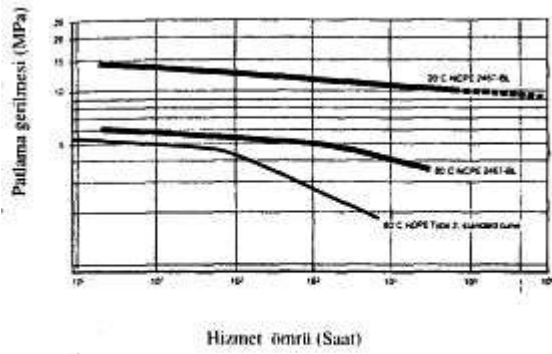
Gerilme ve zaman arasındaki ilişki, plastik borular için çok önemlidir. Boruya içerden verilen belli basınçla patlaması için geçen zamanın araştırılması gereklidir. Bu zaman plastik cinsine ve sıcaklığa bağlıdır.

Laboratuarda yapılan hızlandırılmış deneylerden 20°C'de beklenen sonucu hesaplamak ve 50 yıllık süre sonunda dayanacağı basıncı bulmak mümkün olur. Dizayn yapabilmek için, bu patlama basınç değeri, emniyet açısından 1.3-2.5'a bölünür.



Şekil 1. Yüksek yoğunluklu polietilen için (HDPE) gerilme hizmet eğrisi. (Yoğunluk: 950 kg/m³), MFI: 0,3 (Kalın eğri) İnce çizgili eğri MFI: 1,5 olan HDPE

Polietilen için patlama basıncı ile zaman arasındaki ilişkinin sıcaklığa bağlı olarak değişimini gösteren değerler Şekil 1'de görülmektedir. Benzeri grafikler diğer plastikler için de mevcuttur. Bu grafik belli erime akışı indeksine ait (0,3) yüksek yoğunluklu polietilen içindir. Erime akışı indeksi yüksek olursa (1,5), dayanıklılık hızla düşmeye başlar.



Şekil 2. Değişik yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) için gerilme-zaman eğrileri

Bunların dışında plastiğin kalitesi de önemlidir. Şekil 2'de görüldüğü gibi iki cins polietilen'in 80 °C'deki dayanma süresi çok farklıdır. Standart tip, yüksek yoğunluklu polietilende 100 saat sonra, basınca dayanım hızla düşmektedir. Bu olay yeni geliştirilmiş Neste NCPPE 2467-BL tipi yüksek yoğunluklu polietilende ise 10.000 saat'e yükselmektedir. 50 yılsonunda 20°C'da, patlamaya dayanımında önemsenmeyecek kadar bir azalma olmuştur.

Düşük yoğunluklu polietilende benzeri durumlar mevcuttur. Şekilde görüldüğü gibi 40 °C'ın üstünde dayanımı oldukça düşmektedir.

-Türkiye'de Üretilen Plastik Borulara Kısa Bir Bakış

Ülkemizde, bugün polietilen, polivinilklorür (PVC), ABS, CTP ve çapraz bağlı polietilen borular üretilmektedir. Boru çaplarında PVC'de 400 mm'ye ulaşılmaktadır. Sert PVC borular için TS 201 ve TS 274 aranan testleri düzenli yapılarak, imalatın denetlenmesi ve kalite güvence altına alınması gereklidir.

Boru Kalitesi ve Dikkat Edilecek Hususlar

Bir plastik boruyu (PE veya PP), istediğim bir amaç için (örneğin soğuk su tesisatı için) kullanabilir miyim diye kendimize sorduğumuzda, hangi bilgilere ihtiyacımız vardır?

Kullanılacak borudan geçecek suyun basıncı, sıcaklığını yaklaşık olarak bilmemiz gerekir. Sıcaklık yüksek ise örneğin 80 °C (gibi), çapraz bağlı polietilen veya polipropilen tercih edilmelidir. Sıcaklık düşük ise, örneğin (0-5 °C), polietilen tercih edilmelidir.

Polipropilen'in düşük sıcaklıklarda darbe mukavemeti düşer. Bu nedenle, özellikle random kopolimer üretilmiştir. Random kopolimer, polietilene nispeten yüksek sıcaklığa dayanmasının yanında düşük sıcaklıklardaki darbe direnci geliştirilmiş bir cins polipropilendir. Yani random polipropilen kopolimer, polipropilen'in yüksek sıcaklığa dayanımı ile polietilen'in düşük sıcaklığa dayanım özelliğini bünyesinde taşıyan bir malzeme diyebiliriz.

Diğer önemli bir konu da plastik boruların ısı ile genleşme özelliğidir. Bu kullanım yerinde çok önemli bir parametre olarak karşımıza çıkabilir. Özellikle tesisat borularında bu önemlidir.

Plastiklerde bu değer 2. 10⁻⁴ K⁻¹ civarındadır.

Yani 50 °C'lik bir sıcaklık farklılığı olan bir ortamda (50.2.10⁻⁴ = 10⁻² x 400 cm = 4 cm)

4 metrelik bir boruda yaklaşık 4 cm boyut değişmesi meydana gelir. Boruların yerleştirilmesinde bu durumların göz önüne alınması zorunludur. Özellikle sıcak suların geçtiği kalorifer tesisat borularında buna dikkat edilmelidir.

Plastik borularda önemli olan diğer bir konu ise, ısı sistemle boruların boyutlarındaki geri dönüşümsüz değişimlerdir. Özellikle çapraz bağlı polietilende bu önem kazanmaktadır. Doğal olarak ısı işlem sonrası ilk boyutuna yakın bir boyuta gelmesi gereklidir.

Isıl işlemlerle boyutta bu değişimi azaltmak amacıyla, alüminyum folye içeren borular üretilmiştir. Alüminyum boru et kalınlığının dışına yakın olacak şekilde imal edilmiştir.

Bazı Özellikler

Çapı 25 mm olan bir plastik borunun imal edildiği plastik cinsine göre boyut ve özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

	Yüksek yoğunluklu PE (PN 16)	Polietilen (PN 20)	Çapraz Bağlı Polietilen (PN 20)
Et Kalınlığı (mm)	3,5	4,2	3,5
1 yıl kullanımda dayanacağı basınç (Bar)			
20 °C	18,2	27,2	21,7
40 °C	10,9	16,8	17,5
50 °C	0,9	14,0	15,4
60	7,7	11,2	13,8
10 yıl kullanımda dayanacağı basınç (bar)			
20 °C	17,0	24,8	21,0
40 °C	9,9	15,2	16,9
50 °C	6,7	12,0	14,8
60 °C	-	8,8	13,1
50 yıl kullanıma dayanacağı basınç (Bar)			
20 °C	16,0	20,0	20,0
40 °C	7,4	13,2	16,5
50 °C	-	9,2	14,4
60 °C	-	6,4	12,9

Boru Rengi

Borular, imal edilirken içine katılan pigmentler vasıtasıyla istenen renkte olması sağlanabilir. Günümüzde özellikle, polipropilen ve random kopolimer polipropilen'den imal edilen borular, boru imalatçısının seçtiği renge göre anılmaktadır. Mavi boru, gri boru, beyaz boru, natural (renksiz) boru, yeşil boru en tanınmış renklere sahiptir.

Polipropilen ve kopolimer imalatçısı firmaların pazara sunuşlarına bağlı olarak, renk seçmek mümkündür. Ayrıca, pigment konsantresi (masterbatch) kullanarak istenen renkte üretmek mümkündür. Fakat dikkat edilmesi gereken konu kullanılan pigment'in polipropilenin fiziksel özelliklerini ve dayanıklılığını olumsuz etkilememesi gerekir.

DIN 8077/8078

Alman standartında belirtilen polipropilen boruların TSE standardı hazırlanmaktadır. Burada önemli olan, bu işlemlerde belirtilen üç tip borunun var olmasıdır.

Tip 1 : Polipropilen homopolimerden imal edilen boru

Tip 2 : Polipropilen blok kopolimerden imal edilen boru

Tip 3 : Polipropilen random kopolimerden imal edilen boru

Bu tipler arasında ne fark vardır? Alman Standardında belirtilen özellikler incelendiği zaman aşağıdaki tablo ortaya çıkar.

	Tip1	Tip 2	Tip 3
Yoğunluk	0,93	0,91	0,90
Isı genleşme katsayısı (K ⁻¹)	1,5.10 ⁻⁴	1,5.10 ⁻⁴	1,5.10 ⁻⁴
Elastisite modülü (N/mm ²)	1200	1000	800

Borularda Kalite Kontrol Testleri

1. Plastiğin Cinsi:

Bir borunun hangi plastikten yapıldığı ve bu plastiğin hangi tipi olduğunu bulmak, malzemenin fiziksel özelliklerini bilmemize yardımcı olur. Ayrıca uygun malzeme kullanıp kullanılmadığı ortaya çıkar.

2. Erime Akış İndeksi (MFI)

Boru imalatında kullanılan plastik malzemenin öngörülen fiziksel özelliğe ve dayanıklılığa sahip olabilmesi için MFI değerinin belli limitler içinde olması gerekir. Bu konu, ilgili standartlarda belirtilmiştir.

3. Yaşlandırma Testi:

Borunun ömrünü tespit edebilmek için, daha yüksek sıcaklık ve basınçlarda boru belli süreler test edilir. Çıkan değerlerden grafik yardımıyla ömrü belirlenir. Ayrıca, dış şartlarda kullanılacak plastiğin, ışığa dayanım testi yapılarak dayanıklılığı tespit edilebilir.

4. Darbe Mukavemeti:

Boruların darbeye dayanımı belli değerlerin üstünde olmalıdır. Sıcaklık azaldığı zaman darbe direncinde -ki azalma, borunun kullanılabilir olmasını etkilememelidir. Polipropilen boruda bu önemlidir.

Testleri

İ.T.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Polimer Laboratuvarında yapılabilecek testler şöyle sıralanabilir;

1. PVC, Polietilen, polipropilen, çapraz bağlı polietilen borularda, plastik malzemenin cinsi, tipi, çapraz bağlılık derecesi tespit edilebilir. Örneğin, PVC'nin K-sayısı, polietilen'in tipi, polipropilen'in: PP1, PP2 veya PP3 olup olmadığı, çapraz bağlı polietilen ile ilgili çapraz bağlı madde miktarı ve DIN 16 893'e uygunluğu

2. Plastiklerde güneş ışığına dayanım ömrü için hızlandırılmış testler yapılabilir.

3. Plastik boruların malzemesinin yoğunluğu, kül miktarı ve katkı maddeleri miktarı.

4. Fiziksel Testler: (Diğer birimlerle işbirliği ile)

Çekme mukavemeti,

Kopma mukavemeti,

Eğilme mukavemeti,

Darbe mukavemeti,

Sertlik, Melt Flow indeks,

Plastiklerle ilgili bütün testlerin yapılması mümkündür.