

KIVRIK ÇEPERLİ PLASTİK DREN BORULARINDA KATILIK FAKTÖRÜNÜN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Vahdettin TOSUNOĞLU

Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Erzurum

Ömer ANAPALI Abdurrahman HANAY

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum

ÖZET : Yurdumuzda 2.7 milyon ha alanda drenaj sorunu bulunmaktadır. Daha çok akarsuların denize döküldüğü delta ovaları ile iç kısımlardaki kapalı havzalar ve bazı nehirlerin yataklarındaki ovalarda yer alan drenaj sorununa çözüm getirmek için yapılan çalışmalar 1960'lı yıllardan beri sürdürülmektedir. Uzun ömürlü ve iyi çalışır drenaj sistemlerinin başarısı bunların hem iyi projelenmiş hem de kusursuz tatbik edilmiş olmasından ileri gelmektedir. Drenaj ihtiyaçlarını en iyi bir şekilde karşılayabilecek durumda bulunan birçok proje çok zaman araziye tatbik edilmelerindeki kusur ve hatalardan, kalitesiz malzeme kullanımından dolayı kısa zamanda randımandan düşmekte veya tıkanmış ölü sistemler halinde kaybolmaktadır. Bu araştırmada toprağa döşenmiş kıvrık çepirli plastik dren borularının üzerindeki toprak ve hareketli yüklerle karşı direnimini gösteren Katılık Faktörü 100 ve 125 mm anma çaplı borulara NEN 7036'da öngörülen katılık deneyi uygulanarak belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulguların değerlendirilmesinde 100 ve 125 mm anma çaplı boruların standartta öngörülen istemleri karşıladığı belirlenmiştir.

A RESEARCH ON DETERMINATION OF SOLIDITY FACTOR OF CORRUGATED PLASTIC DRAIN TUBES

SUMMARY : In our country, the area of 2.7 million ha has drainage problem. Some researches have been conducted on the drainage problem in the valleys in river-mouth and closed watershed at inner regions and the valleys in riverbed since 1960 s. When well planned and applied an drainage system has long life and desirable running. Most drainage project are first in use perfectly, but they by and by lose their function and become dead systems due to errors and mistakes in the application, and use of low-quality material in the struction. In this study, the solidity factor of corrugated plastic drain tubes, which shows the strength of tube against collapse causing the tubes lose their function was determined. Tubes of which diameters were 100 mm and 125 mm were used and these tubes were tested according to NEN 7036 solidity test. It is concluded from the findings that both two tubes are in conformity with the standard.

GİRİŞ

Yurdumuzda 2.7 milyon ha alanda drenaj sorunu bulunmaktadır. Daha çok akarsuların denize döküldüğü delta ovaları ile iç kısımlardaki kapalı havzalar ve bazı nehirlerin yataklarındaki ovalarda yer alan drenaj bozukluğuna çözüm getirmek için yapılan çalışmalar 1960'lı yıllardan beri sürdürülmektedir (Apan, 1992).

Uzun ömürlü ve iyi çalışır drenaj sistemlerinin başarısı bunların hem iyi projelenmiş ve hem de kusursuz tatbik edilmiş olmasından ileri gelmektedir. Drenaj ihtiyaçlarını en iyi bir şekilde karşılayabilecek durumda bulunan pek çok proje, çok zaman araziye tatbik edilmelerindeki kusur ve hatalardan, kalitesiz malzeme kullanımından dolayı kısa zamanda randımandan düşmekte veya tıkanmış ölü sistemler haline kaybolmaktadır (Berkman, 1965).

Dren borularının üzerine gelecek yüklerin bilinmesi önemli bir husustur; bu amaçla birtakım hesaplama yöntemleri geliştirilmiştir. Daha açık bir anlatımla dren borusunun içerisine yerleştireceği hendeğin boyutlarına ve taban biçimine bağlı olarak 1 m boru uzunluğuna gelecek yüklerin hesaplanması için eşitlikler çıkarılmış, abaklar hazırlanmıştır. Diğer yandan değişik malzemeden yapılmış dren borularının sahip olması gereken mukavemet değerleri ve bunların tespit yöntemleri de birtakım standartlar halinde belirlenmiştir (Gemalmaz ve Tosunoğlu, 1992).

USDA "Toprak Koruma Servis Mühendisliği"nin 1967 yılının sonunda uygulamaya koymuş olduğu 'Kum Sandığı Deneyi' uyarınca kıvrık çepirli plastik dren boruları, derinliği 3.75 D ve tabanı kare (bir kenarı 3D; burada D iç çapı) şeklinde olan kum dolu bir sandığa yerleştirilip üzerine çelik bir plaka koyulduktan sonra 23.5 psi'lik bir basma kuvveti uygulanır ve borunun bu basınç karşısındaki mukavemeti test edilir (Fouss, 1971).

Çapları 7.5 ~ 20 cm'ye kadar olan plastik boruların çoğunda harap olmanın asıl nedeni aşırı sehimdir; yani yük etkisi altında dairesel kesite sahip olan borunun düşey çapı azalırken yatay çapının uzaması suretiyle borunun harap olması söz konusudur. Yukarıda belirtilen çap sınırları arasındaki plastik boru eğer kendisine gelen yükleri aşırı bir sehim yapmaksızın taşıyabiliyorsa çepirlerde ortaya çıkacak gerilmelerin önemi ikinci planda kalıyor demektir. Bu nedenle bir plastik borunun dayanımı hakkında yargıya varmak için boru birbirine paralel iki plaka arasına konarak kontrollü yükleme koşullarında yaptığı sehim miktarının ölçülmesi yeterlidir (Fouss, 1974).

Plastik dren boruları esnek olup rijid borularından farklı, özelliklere sahiptir. Bu esnekliğin sağladığı avantajla hendeksiz borulu drenaj tekniği başarıyla uygulanabilmektedir (Geohring ve ark., 1982).

Plastik dren boruları esnek olup toprak yükünü taşıma kapasitelerinin bir kısmını kendilerini çevreleyen toprağın yanlamasına desteklemesinden alırlar. Bu yanlamasına destek dren borusunun yanları dışarıya doğru

sehim yaparken ortaya çıkar (Gemalmaz, 1993). Sehim miktarı ise esnek borunun mukavemetine, boruyu çevreleyen çoprağın taşıma mukavemetine, borunun yerleştirilmesinden sonra geçen zamana, borunun döşenmesi sırasında boru uboyunda oluşan uzama miktarına ve hendek tabanında açılan yuvanın açısına bağlıdır. Topraktan yanlamasına destek sağlamak için bir miktar sehim gereklidir; bununla birlikte aşırı sehim borunun harap olmasına neden olur. Sonuç olarak ortaya çıkacak sehim dren borusunun dayanımının bir göstergesidir (Drablos ve ark., 1977).

Toprak yüzeyine yakın olarak yerleştirilmiş olan borular yalnızca üzerindeki toprak nedeniyle değil, aynı zamanda toprak yüzeyindeki alet ve makinalarla hayvanların da ağırlıklarından dolayı yüke maruz kalırlar. Derine yerleştirilmiş borular ise yalnız boru üzerinde yer alan toprağın ağırlığına maruzdur. Makinalar dolayısıyla oluşan yükler konsantre yükler olduklarından sığ dren hatları genellikle bu yüklerden derin dren hatlarına göre daha çok etkilenirler (Gemalmaz, 1993) ve üzerlerine gelen bu yükleri sehim yaparak karşılarlar (Walker, 1979).

Bir dren tesisinin ömrünün kaç yıl olması gerektiği konusunda kesin kurallar yoktur. Fakat Eggelsmann (1978), uygun koşullarda bir dren tesisinin 25 ~ 30 yıl boyunca etkili olarak çalışabileceğini, Alagöz (1967) ise iyi bir şekilde kurulmuş drenaj şebekesinin 50 yıl kadar etkili olabileceğini belirtmektedir. Yardımcı (1979) ise iyi bir şekilde kurulmuş drenaj şebekesinin 50 yıl kadar etkili olarak çalışabilmesi için dren çevresindeki toprağın 0.5 mm'den büyük agregat içeriğinin % 50 dolaylarında olması gerektiğini belirtmektedir. Bureau of Reclamation Projelerinde ise bir drenaj şebekesinin 100yıl etkili olarak çalışması öngörülmektedir (USDI, 1978).

Kıvrık çeperli boruların düz borulara göre bir sakıncası, hidrolik dirençlerinin oldukça yüksek oluşu nedeniyle aynı miktar suyu akıtılabilmek için düz borulara göre % 25 kadar daha büyük bir çapa (dış çapa) gereksinim göstermeleridir (Gemalmaz, 1993).

Plastik boruların yapım ve testlerinde ülkeler arasında standartlaşmaya gidilememiştir. Bununla birlikte aynı ülkede dahi farklı boru fabrikalarının değişik standartta boru üretebildiği de izlenmektedir (Van Someren, 1972).

Tosunoğlu, ve Anapalı (1996) yaptıkları çalışmada 80 ve 125 mm anma çaplı kıvrık çeperli plastik dren boruları TS 9128'de belirtilen deneylere tabi tutulmuş ve elde edilen bulguların değerlendirilmesinde her iki borununda standard da öngörülen istemleri karşıladıkları sonucuna varmışlardır.

Toprak içerisinde döşenmiş plastik dren boruları üzerindeki toprak yükü ve konsantre yükleri belirli bir değere kadar sehim yaparak karşılayabilirler. Ancak yükün artmasıyla boruda kırılma meydana gelebilmektedir. Borudaki kırılma sisteminin etkinliğini azaltmakta veya sistemi çalışmaz duruma getirebilmektedir. Boruların yüke karşı yapacakları sehimin önceden bilinmesi veya belirli istemler karşısında sağlamlığını koruyacak özellikte üretimini sağlayabilmek için standartlarda katılık faktörü isteminde bulunulmuştur.

NEN 7036'da Katılık Faktörüne diğer standartlara göre daha fazla yer verilmiş, ayrıntılı olarak üzerinde durulmuştur. Bunun için çalışmada 100 ve 125 mm anma çaplı boruların Katılık Faktörlerinin belirlenmesinde NEN 7036'daki öngörülen deney ve istemlere esas alınmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Yurdumuzda üretimi yapılan kıvrık çeperli plastik dren boruları (100 mm, 125 mm anma çaplı borular) bir yatırımcı kuruluştan sağlanmış olup güneşten etkilenmemeleri için kapalı yerde koruma altına alınmıştır.

Kangal halinde sarılı olan borulardan kesilen 130 cm uzunluğundaki boru parçaları düzeltme sistemine yerleştirilmiş ve borular gergi çubukları ile sıkıştırıldıktan sonra üzerlerine çıkacak kadar, 60 °C sıcaklıktaki su ile doldurulmuştur. 30 dakika sonra borular sistemden çıkarılmış, laboratuvar koşullarında 24 saat bekletildikten sonra deneyler için istenilen uzunluklarda kesilerek hazırlanmıştır (Tosunoğlu, 1993).

Metot

NEN 7036'da öngörüldüğü gibi katılık deneyinde aşağıda belirtilen işlemler sırasıyla uygulanmıştır.

- Özgül Teğetsel Balangıç Katılığı (STIR) belirlenir.
- Sünme Deformasyonları Yt ve Yc belirlenir (Yt = 0.01 saat sonraki, Yc = 50 yıl sonraki deformasyon).
- Katılık Faktörünün (STFR) hesaplanması.

a. Özgül Teğetsel Başlangıç Katılığı (STIR)

Özgül teğetsel başlangıç katılığının belirlenmesi deneyinde her anma çapı için 200 mm boyunda iki örnek 23 ± 2 °C'ta 1 saat bekletilir. Daha sonra deney örneği paralel iki plaka arasına yerleştirilir (Şekil 1). 100 mm anma çaplı boru için 0.5 cm/min, 125 mm anma çaplı boru için 0.625 cm/min değerindeki sabit bir deformasyon

hızı ile sıkıştırma uygulanarak kuvvet-deformasyon eğrisi elde edilir. Deneyde deformasyon anma çapının % 98'ine erişince deney sonuçlandırılır, boru üzerindeki yük kaldırılarak 15 dakika beklenir. Örnek 120° çevrilerek deney tekrarlanır ve bir 15 dakika daha ara verilir. Örnek son defa 120° daha çevrilerek deney tamamlanır. Böylece elde edilen üç ayrı kuvvet deformasyon eğrisinin eğimlerinin ortalaması alınır.

Özgül teğetsel başlangıç katılığını hesaplamak için aşağıdaki eşitlik kullanılır.

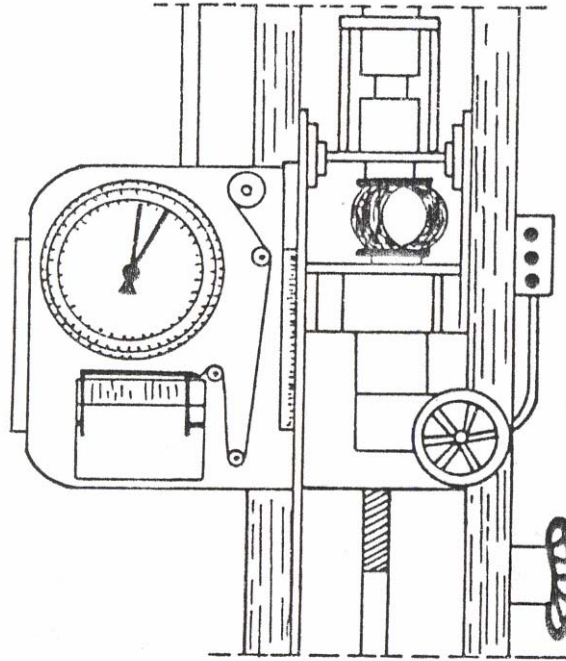
$$STIR = \frac{0.01863}{L} \cdot \frac{F}{Y}$$

Bu eşitlikteki simgelerin anlamı ise;

F : Uygulanan kuvvet, kg

L : Deney örneğinin boyu, mm

Y : Boru çapındaki deformasyon, mm.



Şekil 1. Üniversal basma ve çekme aleti.

Figure 1. Universal tension and compression device.

b. Sünme Deformasyonu Deneyi

Bu deneyde her anma çapı için 200 mm boyunda iki adet örnek kullanılır. Deney örneği paralel iki plaka arasına yerleştirilerek STIR deneyindeki gibi basma kuvveti uygulanır ve kuvvet deformasyon eğrisi elde edilir. Kuvvet deformasyon eğrisinden ortalama dış çapın % 99'una karşılık olan kuvvet belirlenir, bu kuvvetten üst plakanın ağırlığı çıkarılarak bulunacak miktar kadar yük boru üzerine yerleştirilerek 30. ve 70. saniyelerde 3., 6., 12. ve 30. dakikalarda ve 1., 2., 5., 24., 50., 100., 200., 500. ve 1000. saatlerdeki deformasyonlar ölçülür. Ölçülen bu Yt deformasyonları ile buna karşılık olan t'ler arasındaki regresyon ilişkisi tespit edilerek ilişkinin m ve n sabiteleri belirlenir m ve n sabiteleri aşağıdaki eşitlikte;

$$\text{Log } Y_n = \text{Log } (Y_t - Y_0) = \text{Log } m + n \text{ Log } t$$

yerlerine konarak t = 50 yıl için Yc değeri, t = 0.01 saat için Yt değeri hesaplanır. Yt değerinin Yc değerine bölünmesiyle sünme faktörü (a) bulunur.

c. Katılık Faktörünün Hesaplanması

Katılık faktörü aşağıdaki eşitlikte gösterildiği gibi sünme faktörü ile özgül teğetsel başlangıç katılığı değerinin çarpımına eşittir.

STFR = a. STIR

SONUÇ VE TARTIŞMA

a. Özgül Teğetsel Başlangıç Katılığı (STIR)'nın Belirlenmesi

Şekil 1'de gösterildiği gibi 100 mm ve 125 mm anma çaplı borulardan kesilen 200 mm uzunluğundaki dört adet örneğe standardta öngörüldüğü gibi universal basma ve çekme aletinde sabit deformasyon hızıyla kuvvet uygulanmış ve kuvvet-deformasyon eğrileri elde edilmiştir. 100 mm anma çaplı borulara ait kuvvet-deformasyon eğrileri Şekil 2'de, 125 mm anma çaplı borulara ait kuvvet-deformasyon eğrileri Şekil 3'te gösterilmiştir.

Kuvvet-deformasyon eğrilerinden ortalama eğimler 100 mm anma çaplı boru için 6.370 kg/mm, 125 mm anma çaplı boru için 8.470 kg/mm bulunmuştur. Bu değerlerin Özgül Teğetsel Başlangıç Katılığı eşitliğinde yerine konmasıyla;

$$STIR = \frac{0.01863}{L} \cdot \frac{F}{Y}$$

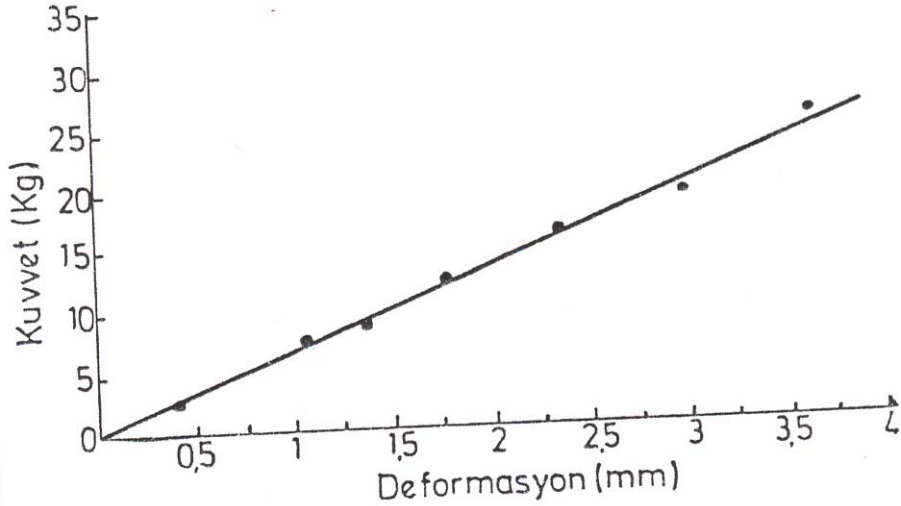
100 mm anma çaplı boru için Özgül Teğetsel Başlangıç Katılığı (STIR)

$$STIR = \frac{0.01863}{200 \text{ mm}} \cdot 6.370 \text{ kg/mm} = 593.36 \text{ kg/m}^2$$

125 mm anma çaplı boru için Özgül Teğetsel Başlangıç Katılığı (STIR)

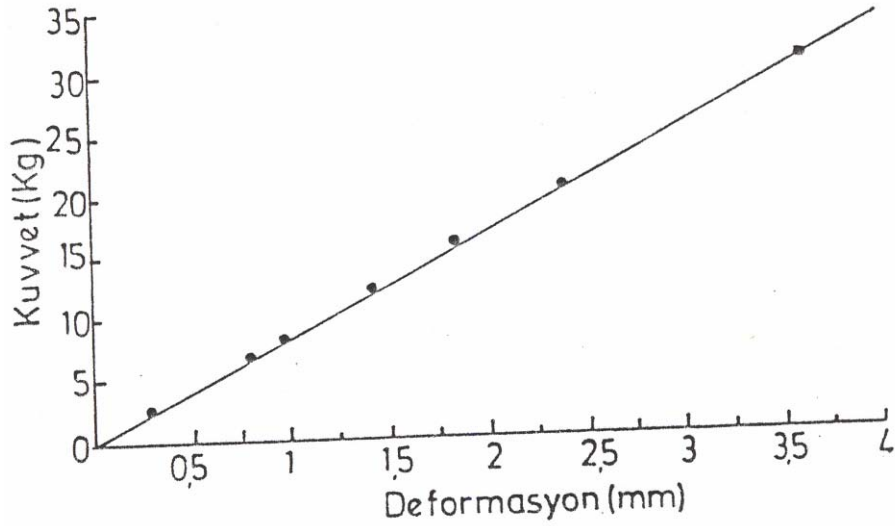
$$STIR = \frac{0.01863}{200 \text{ mm}} \cdot 8.470 \text{ kg/mm} = 788.98 \text{ kg/m}^2$$

olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2. 100 mm anma çaplı boruda kuvvet-deformasyon ilişkisi.

Figure 2. Relationship of force-deformation in the tube with nominal diameter of 100 mm.



Şekil 3. 125 mm anma çaplı boruda kuvvet deformasyon ilişkileri.

Figure 3. Relationship of force-deformation in the tube with nominal diameter of 100 mm.

b. Sünme Faktörünün Belirlenmesi

Boruların sünme faktörünün belirlenmesi için kuvvet-deformasyon eğrilerinden ortalama dış çapın % 99'una karşılık olan kuvvetler belirlenmiştir. Bu kuvvetler 100 mm anma çaplı boru için 6.370 kg ve 125 mm anma çaplı boru için 10.587 kg'dır. Bu değerlerden boruların üzerine konan plakanın ağırlığı çıkarıldıktan sonra bulunan miktar kadar yük (100 mm anma çaplı boru için 5900 gr, 125 mm anma çaplı boru için 10117 gr) konsolidasyon aletine yerleştirilmiş olan 200 mm uzunluğundaki deney örneklerine bindirilmiş ve zamana göre boru çaplarındaki deformasyonlar 0.002 mm hassasiyetle ölçülmüştür. Deneyler her örnek için iki defa olmak üzere $23 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ta yürütülmüş olup, zamana göre tespit edilen sünme değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Zamana Göre Boru Çaplarındaki Deformasyonlar.

Table 1. Deformations Versus Time in The Tubes.

Zaman, saat	100 mm	125 mm
0.008	1.256	0.698
0.019	1.258	0.704
0.050	1.264	0.710
0.1	1.278	0.721
0.2	1.280	0.725
0.5	1.288	0.732
1	1.298	0.741
2	1.302	0.754
5	1.322	0.782
24	1.330	0.794
50	1.338	0.820
100	1.346	0.862
200	1.352	0.894
500	1.362	0.924
1000	1.380	0.950

Tablo 1'deki zaman ve deformasyon değerleri kullanılarak yapılan regresyon analiziyle mevcut ilişki ortaya konulmuştur. İlişkiyi ifade eden eşitlikten m ve n sabitleri 100 mm anma çaplı boru için 1.2986 ve 0.0079, 125 mm anma çaplı boru için 0.7410 ve 0.0104 olarak ifade edilmiştir.

Bu sabit değerleri kullanarak borularda 0.01 saat sonraki (Yt) deformasyon ile 50 yıl sonraki deformasyon (Yc) değerleri hesaplanmıştır. Yt değerinin Yc değerine bölünmesiyle de sünme faktörü (a) bulunmuştur. 100 mm ve 125 mm anma çaplı borulara ait Yt, Yc ve a değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Borulara Ait Yt, Yc ve Sünme Faktörü (a) Değerleri.

Table 2. Yt, Yc and a Values Related to The Tubes.

Anma çapı, mm	100 mm	125 mm
Yt (0.01 saat sonraki deformasyon, mm)	1.251	0.706
Yc (50 yıl sonraki deformasyon., mm)	1.438	0.848
Sünme fktörü (a)	0.869	0.832

c. Katılık Faktörü (STFR) nin Hesaplanması

Boruların sünme faktörü ve özgül teğetsel başlangıç katılığı değerleri kullanılarak katılık faktörü hesaplanmıştır.

$$STFR = a \cdot STIR$$

eşitliğinde; 100 mm anma çaplı boru için,

$$STFR = 0.869 \times 593.36 = 531.65 \text{ kg/m}^2 = 5316.5 \text{ N/m}^2$$

125 mm anma çaplı boru için,

$$STFR = 0.832 \times 788.98 = 656.43 \text{ kg/m}^2 = 6564.3 \text{ N/m}^2$$

olarak bulunmuştur.

Kullanılan borunun malzemesinin plastik olup elastik olmamasından dolayı üzerine gelen yükler etkisiyle zamanla malzeme içerisindeki gerilmeler azalır ve boruda giderek küçülen miktarlarda sehim ortaya çıkar (Walker, 1979). Benzer durum sünme faktörü için yapılan deformasyon değerlerinde de görülmüştür. 100 mm anma çaplı boruda ilk 1. saatte deformasyon 1.298 mm iken 2. saatte deformasyon 1.302 mm'ye ulaşmıştır. Deformasyon süreleri aynı olmasına rağmen ilk 1. saatteki 1.298 mm'lik deformasyon ikinci 1 saatlik srede 0.004 mm deformasyon değerine düşmüştür. 50 yıl sonraki oluşabilecek deformasyon değeri ise yapılan hesaplamayla 1.438 mm olarak bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle 1. saatte oluşan 1.298 mm'lik deformasyon değeri 50 yıllık süre geçmesine rağmen deformasyonda ancak 0.34 mm'lik artışın olabileceği bulunmuştur. Aynı durum 125 mm anma çaplı boru için de geçerlidir. İlk 1. saatte 0.741 mm olarak ölçülen deformasyon 2. saatte 0.013 mm artarak 0.754 mm deformasyon değerine ulaşmıştır. 50 yıl sonraki deformasyonu ise yapılan hesaplamayla 0.848 mm olarak bulunmuştur.

Plastik boruların yük altında yaptıkları deformasyonun artması borunun harap olmasına neden olmaktadır. Bunun için deformasyon dren borusunun dayanımının bir göstergesi olmuştur (Drablas ve ark., 1977). Katılık faktöründe de deformasyonun esas alınmasının nedeni budur. Boruda meydana gelecek deformasyon borunun akış kapasitesini de etkileyebilmektedir. Bu yönüyle de deformasyon önem kazanmaktadır. Walker ve Armstrong (1980), belirttikleri gibi boruda deformasyon % 15 olduğunda akış kapasitesi deformasyon olmamış durumdakinin % 95'i kadar olmaktadır.

Denemede kullanılan 100 mm anma çaplı boru için hesaplanan Katılık Faktörü 5316.5 N/m², 125 mm anma çaplı boru için ise 6564.3 N/m²'dir. Bu değerler NEN 7036'da Katılık Faktörü için öngörülen 700 N/m²'nin çok üzerindedir.

Bu araştırmayla yurdumuzda üretimi yapılan bu boruların standardta katılık faktörü için öngörülen istemi karşılayabildikleri belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Alagöz, H., 1967. Kurutma ve Drenaj. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 123, Bornova İzmir.

Apan, M., 1992. Bafra ve Çarşamba ovalarının sulama ve drenaj yönünden genel sorunları ve iyileştirilmesiyle ilgili çalışmalar. IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Erzurum.

Berkman, İ., 1965. Buzlu ve diğer borulu drenaja ait metotlar ve makineler (Çeviri), FAO Zirai Gelişim Yazı Serisi No: 78.

- Drablos, C.J.W., P.N., Walker, J.I, Scarborough 1977. Field evaluation of corrugated plastic drain tubing, 3 rd National Drainage Symposium ASAE, MI, 49085: 69-74.
- Eggelsmann, R., 1978. Bedeutung der Dranung in der BRD. Zt. Wasser u. Boden, 4: 78-79.
- Fouss, J.L., 1971. Status of specifications for corrugated plastic drain tubing. American Society of Agricultural Engineers Conf. Proc. National Drainage Symposium.
- Fouss, J.L., 1974. Drain tube materials and installation: drainage for agriculture (Ed by van Schilfgaarde). Agron. 17, ASA, Inc. Madison, Wisconsin.
- Gemalmaz, E., V. Tosunoğlu, 1992. Yüzeyaltı drenajında kullanılan plastik dren borularına uygulanan deney metodları, IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Erzurum.
- Gemalmaz, E., 1993. Drenaj Mühendisliği. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayını No: 317, Erzurum.
- NEN, 7036, 1976, Corrugated Unplasticized pvc Pipes for Sub-Soil Drainage. Nederlands Normalisatie-Instituut.
- Tosunoğlu, V., 1993. Kıvrık Çeperli Plastik Dren Borularının Hollanda, A.B.D., Almanya ve Türk Standartlarına Göre Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Tosunoğlu, V., Ö.Anapalı, 1996. Kıvrık çeperli plastik dren borularının TS 9128'e göre bazı özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi 27 (4): 551-561.
- USDI, 1978. Drainage Manual, Bureau of Reclamation, A Water Resources Technical Publication, p 128.
- van Someren, C.L., 1972. Drainage Materials. Irrigation and Drainage Paper Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.
- Walker, Paul N., 1979. Pipe stiffness of permanently deflected corrugated plastic drain tubing. Transactions of the ASAE, 22 (6): 1313-1317.
- Walker, Paul N., C.L. Armstrong, 1980. Hydraulic characteristics of deflected corrugated plastic drainage tubing. Transactions of the ASAE, 23 (6): 1440-1445.
- Yardımcı, N., 1979. Toprakların Bazı Fiziksel Özelliklerinin Plastik Sarmal (Spiral) Dren Borularında Sedimentasyona Etkisi Üzerine Bir Araştırma, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Erzurum.