**DAMLA SULAMA BORULARI DENEY İLKELERİ**

**1. KAPSAM**

Bu deney ilkeleri, toprak üstü ve toprak altında kullanılan damla sulama sistemlerinde kullanılan damla sulama borularını ve bu borulara değişik şekillerde yerleştirilen aşağıda verilen farklı tipteki damlatıcıları kapsar.

* Boru imalatı sırasında borunun içine yerleştirilen (içine geçik) tip damlatıcılar (yassı, silindirik, normal, basınç dengeleyici vb.)
* Boru imalatı sonrasında borunun üzerine takılan (üzerine geçik) tip damlatıcılar (debi ayarlı, normal, basınç dengeleyici vb.)
* Boru imalatı sırasında boruya form verilerek oluşturulan (şerit) tip damlatıcılar
* Gözenekli boru olarak çok çıkış içeren damla sulama boruları

**2. ÖN KONTROLVE MUAYENE**

Deneylere başlamadan önce damla sulama boruları ve damlatıcılar gözle muayene edilerek genel bir kontrolden geçirilmelidir. Damlatıcı ve/veya damla sulama borusunda performanslarını azaltabilecek imalât hataları bulunmamalıdır.

Denemesi gerçekleştirilecek bütün ürünler öncelikle ilgili standartlar doğrultusunda;

* Çap kontrolü
* Et kalınlığı kontrolü
* Yüzey düzgünlük kontrolü
* Homojen renk dağılım kontrolü
* Boru üzerindeki işaretlemelerin uygunluk kontrolü

gibi genel kontroller yapılır.

Damla sulama borusu üzerinde imalatçı firmanın ticari adı, varsa tescilli markası, boru anma çapı, damlatıcı anma debisi, damlatıcı aralığına ilişkin bilgiler bulunmalıdır.

# 3. DENEY YÖNTEMİ

Denemeler TS (Türk Standardları), EN ISO (Avrupa Standardları) ve ASAE (American Society of Agricultural Engineers-Amerikan Ziraat Mühendisleri Birliği) standartlarında öngörülen bazı özellikler dikkate alınarak gerçekleştirilir ve deneysel sonuçlar bu standartlara göre değerlendirilir.

**3.1. DENEY ŞARTLARI**

Deney standında yer alan boru, vana, ölçme cihaz ve sensörlerin yerleşme mesafeleri akışkanlar mekaniği minimum ölçülerini sağlamalıdır. Deneyler sırasında basınç, debi, sıcaklık gibi fiziksel büyüklüklerin ölçülmesinde kullanılacak olan cihaz ve sensörlerin kalibrasyonları yapılmış olmalıdır. Ayrıca bu cihazların ölçme aralığı, doğruluğu ve hassasiyeti, denemesi yapılacak boru için gerekli fiziksel büyüklüklere uygun olmalıdır.

Su ve ortam hava sıcaklıkları uygun ölçme aralık ve hassasiyetteki bir termometre ile ölçülmelidir. Deneylerde kullanılacak su temiz ve en fazla 25 ºC sıcaklıkta olmalıdır. Yapılacak hesaplamalarda suyun özkütlesi (ρ) 1000 kg/m3 olarak kabul edilebilir.

Damla sulama boruları için deney numunesinin, boru imalat başlangıç ve bitiş bölümlerinden ve partinin ne ilk ne de son damla sulama biriminden olmamasına dikkat edilmelidir.

Deneme kapsamındaki damla sulama borularının ve damlatıcıların gözle ilk kontrolü yapıldıktan sonra teknik ölçüleri alınır.

Denemeler, damla sulama borularının yurdumuz koşullarında tarımsal amaçlı sulama işlemlerinde kullanım değerlerinin ve uygunluğunun saptanması amacıyla hazırlandığından;

* Damlatıcıların karakteristiklerinin belirlenmesi,
* Damlatıcı aralığına bağlı olarak lateral uzunluklarının belirlenmesi,
* Boruların ortam sıcaklığında hidrolik basınca dayanımlarının belirlenmesi

amacıyla üç aşamada gerçekleştirilir.

**3.2. DENEYLER**

## 3.2.1. Damlatıcı Karakteristiklerinin Belirlenmesi

Giriş basıncının bir fonksiyonu olarak damlatıcıların debi değerlerinin belirlenmesi ve deneme debi değerlerinden yararlanılarak damlatıcı yapım farklılığının (debi homojenliğinin) belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilir (TS EN ISO 9261, ASAE EP405.1).

Denemeye alınan aynı tip en az 20 damlatıcının yer aldığı damla sulama laterali, eğimsiz olarak laboratuvarda oluşturulan deneme düzenine yerleştirilir. Denemeler damlatıcı özelliği (normal, basınç dengeleyicili vb) ve damla sulama borusu et kalınlığı dikkate alınarak en az 5 farklı çalışma basıncında yürütülür ve her bir basınç değerinde damlatıcıların debileri tekrarlı olarak ölçülür. Deneme düzenine su, filtreden geçtikten sonra verilmelidir. Deneme basınçları, lateral girişine filtreden sonra yerleştirilen manometreler yardımıyla kontrol edilir. Ayrıca her ölçüm esnasında su sıcaklıkları da ölçülmelidir.

#### 3.2.1.1. Basınç-debi ilişkisi

Denemeye alınan aynı tip damlatıcıların veya damla sulama borusunda farklı çalışma basıncında tekrarlı olarak ölçülen debi değerlerinin ortalamalarından yararlanılarak basınç-debi ilişkisi aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenir ve katsayılar raporda verilir. Basınç-debi değişimi çizelge ve şekil halinde verilir.

****

Eşitlikte;

q : Damlatıcı debisi (L/h)

k : Damlatıcı boyutlarını karakterize eden katsayı

h : Damlatıcı basıncı (bar)

x : Damlatıcının akış rejimini karakterize eden katsayı (damlatıcı akış rejimi katsayısı)

Deney numunesinin ortalama debisi (qort), anma debisinden (qn) ± % 7’den fazla sapmamalıdır (TS EN ISO 9261).

#### 3.2.1.2. Damlatıcı yapım farklılığı (debi homojenliği)

Yapım farklılığı katsayısının belirlenmesi için öncelikle her bir çalışma basıncı için damlatıcı debilerinin varyasyon katsayıları hesaplanır.

****

Eşitlikte;

Cv : Varyasyon katsayısı

Sq : Damlatıcı debilerinin standart sapması (L/h)

qort : Ortalama damlatıcı debisi (L/h)

Her basınç değeri için debi değerlerinden hesaplanan varyasyon katsayılarının ortalaması ise yapım farklılığı katsayısı (Vm) olarak belirlenir.

****

Eşitlikte;

Vm : Yapım farklılığı katsayısı

n : Dikkate alınan ölçüm basıncı deneme sayısı

Denemeler sonucunda elde edilen yapım farklılığı katsayısı değerlerine göre damlatıcı sınıflandırılır (TS EN ISO 9261, ASAE EP405.1).

* Vm < 0.05 mükemmel,
* 0.05 < Vm < 0.07 iyi,
* Yapım farklılığı katsayısı Vm=0.07 den fazla olmamalıdır.

## 3.2.2. Boruların Ortam Sıcaklığında Hidrolik Basınca Dayanımlarının Belirlenmesi

Damla sulama borusunun et kalınlığı dikkate alınarak, üretici firma tarafından beyan edilen çalışma ve en yüksek dayanım basınç değerleri dikkate alınarak ortam sıcaklığının 23±3ºC koşullarında boruların hidrolik basıncına dayanıklı olup olmadıkları kontrol edilir. Denemeye alınan damla sulama boruları için en yüksek çalışma basıncı (Pmax) dikkate alınarak, tekrar kullanılamayan (tek kullanımlık) borular 1.2×Pmax ve tekrar kullanılabilir (çok kullanımlık) borular 1.8×Pmax deney basıncında 1 h süre ile tutularak denemeler gerçekleştirilir (TS EN ISO 9261, TS ISO 8779).

Damlatıcılar ve damla sulama boruları, hidrolik basınca dayanım testine herhangi bir hasar belirtisi göstermeksizin dayanmalıdır (TS EN ISO 9261, TS ISO 8779).

**3.3. Değerlendİrme KRİTERLERİ**

Değerlendirmeler, boru tipine bağlı olarak ilgili standartlar ve yukarıda bahsedilen deneylerin sonuçlarına göre değerlendirme yapılır.

Deney numunesinin ortalama debisi (qort), anma debisinden (qn) ± % 7’den fazla sapmamalıdır (TS EN ISO 9261).

Denemeler sonucunda elde edilen yapım farklılığı katsayısı değerlerine göre damlatıcı sınıflandırılır (TS EN ISO 9261, ASAE EP405.1).

* Vm < 0.05 mükemmel,
* 0.05 < Vm < 0.07 iyi,
* Yapım farklılığı katsayısı Vm=0.07 den fazla olmamalıdır.

Damlatıcılar ve damla sulama boruları, hidrolik basınca dayanım testine herhangi bir hasar belirtisi göstermeksizin dayanmalıdır (TS EN ISO 9261, TS ISO 8779).

Bu bölümde boruların kısa tanıtım bilgilerine yer verilerek deney sonucunda elde edilen mekanik ve fiziksel karakteristikleri verilir. Sonuç cümlesinde söz konusu boruları değerlendirme ölçütlerine göre tarım tekniğine uygunluğu/uygunsuzluğu yönünde kanaat belirtilir ve buna göre olumlu/olumsuz deney raporu düzenlenir.

**4. RAPORLAMA**

Raporlandırma için EK-B’ de verilen deney rapor formu kullanılmalıdır. Form üzerindeki madde başlıklarının neleri kapsaması gerektiği aynı madde başlığı altında tarif edilmiştir. Formun “ 2.TANITIM VE TEKNİK ÖZELLİKLER” maddesinin 2.4. numaralı alt maddesinden itibaren makine üzerindeki tertibat, düzen ve aksamlar maddeler halinde açıklanmalıdır.

“Tanıtım ve Teknik Özellikler” maddesi rapor formunda belirtilenlere ilaveten en az aşağıdaki konu başlıklarını içermelidir. Konu başlıkları tatmin edici düzeyde, gerekiyorsa resim, şekil ve tablolarla desteklenerek açıklanmalıdır.

Raporun tanıtım kısımda damla sulama borusunun yerli ya da ithal olduğu, imalatçı ya da ithalatçı firmanın tam adı, markası verilmelidir. Denemesi yapılan damla sulama borusunun ve damlatıcının kısa tanıtımı yapılarak;

* Damla sulama borusunun teknik ölçüleri (dış ve iç çap, et kalınlığı),
* Damlatıcı teknik ölçüleri (yassı tip için: damlatıcı uzunluğu, genişliği, kalınlığı, silindirik tip için: uzunluk, dış ve iç çap vb),
* Damlatıcı özelliği (içine geçik, üzerine gecik, basınç dengeleyicili vb), su çıkış deliği sayısı
* Damlatıcıların laterale yerleştirilme aralıkları (damlatıcı aralıkları),

verilmelidir. Tanıtımda, damlatıcı özelliklerini gösterecek şekilde hazırlanmış bir resim verilir.

Deney raporunun “DENEY ŞARTLARI VE SONUÇLARI” başlıklı maddesinin “4.1.Deney Şartları” maddesi, bu deney metodunun deney şartları kısmında bahsi geçen şartları içermelidir.

Deney raporunun “DENEY ŞARTLARI VE SONUÇLARI” başlıklı maddesinin “4.2.Deney Sonuçları” maddesi, bu deney metodunun “3.2.Deneyler” maddesinde bahsi geçen bütün deneylerin sonuçları ile “3.3.Değerlendirme Kriterleri” ‘de bahsi geçen bütün kriterlerin cevaplarını içermelidir.

**5. KAYNAKLAR**

TS EN ISO 9261 Tarımsal sulama donanımları -Damlatıcılar ve damlama borusu-Özellik ve deney metotları

TS ISO 8779 Plastik boru sistemleri - Sulama sistemleri için polietilen (PE) borular – Özellikler

TS EN 12201-2+A1 Plastik boru sistemleri - Basınçlı içme ve kullanma suyu, drenaj ve pis su için - polietilen (PE) - Bölüm 2: Borular

ASAE EP405.1 Design and Installation of Microirrigation Systems

NOT: Boruların deney, muayene ve değerlendirmelerinde en son yayınlanan Türk Standartlarının kullanılması gerekmektedir.