

ÇEŞİTLİ DREN FİLTRELERİNİN DREN AKIŞI ARINA VE SEDİMENTASYONA ETKİSİ

Nevruz Yardımcı (1)

Özet

Bir model denemesi olarak yürütülen bu araştırmada dren boruları ikişer pa paralel olmak üzere cam pamuğu, poliüretan, buğday sapı ve çavdar sapı ile filitrelenerek model tanklarında sedimentasyona yatkın bir toprağın drenajında kullanılmışlardır. Karşılaştırma yapabilmek için iki boruda filitresi olarak denemeye alınmıştır. Deneme 5 yıl sürmüş olup bu süre içerisinde çeşitli dönemlerde ölçülen dren akışları ve drenlerde biriken sediment miktarları birbirleri ile karşılaştırılmışlardır.

Deneme sonunda filitrelerin etkinlikleri ve işleyişlerinin sürekliliği konusunda aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

a) *Buğday sapı ve çavdar sapından yapılmış filitreler dren akışını önemli derecede artırmışlardır. Bunun yanında cam pamuğu ve poliüretan filitrelerin sağlamış oldukları dren akışlarındaki artışlar % 5-12 gibi küçük düzeyde kalmıştır.*

b) *Kullanılan tüm filitreler sedimentasyonu % 99'a varan büyük boyutlarda azaltmışlardır. Filtreler arasındaki sedimentasyonu azaltma yönünden olan farklılık çok az olup, 4 yıl gibi bir süre için bunların birinin diğerinden üstün olduğu söylenemez.*

c) *Cam pamuğu ve poliüretan filitreler 5 yıllık deneme süresi sonunda da sedimentasyonu önleme yönünden işleyişlerini sürdürürken buğday sapı ve çavdar sapından olan filitreler 4. yıl sonunda çürüyerek sedimentasyonu önleyemez duruma gelmişlerdir.*

Giriş ve Amaç

Drenajda esnek plastik boruların bazı özellikleri nedeni ile geniş ölçüde kullanılmaları özellikle bunların kanal açmadan makina ile toprak altına yerleş-

(1) Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum.

tirilebilmeleri bu tekniğe uygun filitreleme ve filitre materyali sorununu, birlikte getirmiştir. Bunun sonucu olarak da plastik dren borularının toprak altına yerleştirilmeden önce uygun filitre materyalleri ile kaplanmaları yolu seçilmiştir. Esnek plastik dren borularının kaplanmalarında yaygın olarak kullanılan filitre materyallerinden bazıları aşağıda verilmiştir (Yardımcı, 1979, Mann 1970, Kowald 1969, Bellin 1972).

- a) Poliester Lifleri
- b) Tekstil artıkları (akril-selüloz karışımları)
- c) Cam pamuğu
- d) Poliüretan köpük maddesi
- e) Hint cevizi (kokos) saçakları
- f) Tahıl sapları

Bunlardan ülkemizde en çok ve istenilen her yerde bulunabilecek materyalden birisi tahıl sapıdır.

Dren filitrelerinin işlevleri toprak tanelerinin drenlere girişini önlemek, dren borusu çevresinin akış koşullarını iyileştirmek ve suyun drenlere girmesine karşı olan direnci azaltmaktır. Yukarıda birkaçı sıralanmış olan filitre materyallerinin bu işlevleri yerine getirebilmeleri ve işlevlerinin sürekliliği konusunda çok sayıda araştırma yürütülmüştür. Bu araştırmalardan elde edilen sonuçlar bazı filitre materyalleri için birbirlerini doğrularken bazı filitre materyalleri için de çelişir durumlar göstermektedirler. Çelişkiler özellikle cam pamuğu gibi ince gözenekli filitrelerin dren akışını artırmaları konusunda ve tahıl sapı gibi organik kökenli filitre materyallerinin toprak içerisinde ayrışma süreleri ve buna ilişkin olarak işlevlerinin sürekliliği konusunda ortaya çıkmaktadır. Brownscombe (1962) tahıl sapı filitrelerin 6-11 yılda orta derecede bir çürüme gösterdiklerini ileri sürerken bazı araştırmacılar bunların özellikle ağır topraklarda çok çabuk bozulacağını belirtmektedir (Bellin 1972).

Cam pamuğu filitrelerin bir yandan drenlere giriş direncini azaltmada etkisiz kaldığı savunulurken (Dijkstra 1974; Eggelsmann 1978), bunların drenlere su girişini artırdığı da saptanmıştır (Owerholt 1959 ve Kowald 1970). Sisson (1964) ise cam pamuğundan yapılmış filitrelerin drenlere su girişini filitrenin zamanla tıkanması nedeniyle azaltılacağını belirtmektedir.

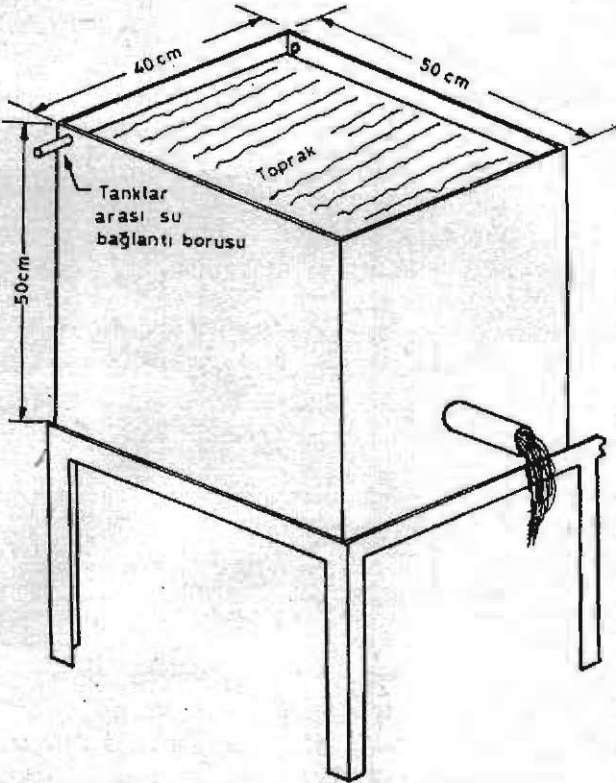
Gerek cam pamuğu ile gerekse tahıl sapları ile elde edilen bu çelişkili sonuçlar bu filitre materyalleri konusunda bir belirsizlik sonucunu doğurmaktadır. Özellikle tahıl saplarının dren filitresi olarak ülkemizde büyük bir kaynak sayılabileceği gözönüne alınırsa bunların filitre olarak kullanılmaları konusundaki kuşku-ların giderilmesi, büyük öneme sahiptir. Bu düşünceden hareket ederek tahıl sapı, cam pamuğu ve poliüreteandan yapılmış filitrelerin sedimentasyonu önleme, drenlere su girişini artırma ve işlevlerinin sürekliliği konusunda araştırmaları

gerekli görülmüştür. Koşulların denetlenmesinin kolaylığı bakımından araştırma bir model denemesi olarak yürütülmüştür. Bu model denemelerinden elde edilen sonuçların sonradan yürütülecek arazi denemeleri ile güçlendirilmesinin gerekliliği ortadadır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada 0,5 mm.den büyük stabil agregat içeriği % 8,2 olan sedimantasyona yatkın bir toprak kullanılmıştır (Yardımcı 1979). Toprağın bünyesi kumlu silt olup toprak % 49 kum, % 38 silt ve % 13 kil içermektedir.

Deneme; boyutları Şekil 2.1'de verilen dren tanklarında yürütülmüştür ve ve denemede 10 dren tankı kullanılmıştır. Bu tanklar içerisine cam pamuğu, poliüretan, buğday sapı, çavdar sapı ile filitrelenmiş ve filitresiz dren boruları tank tabanından 10 cm yukarıdan geçecek şekilde eğimsiz olarak yerleştirilmiştir. Denemeler ikişer paralel olarak yürütülmüştür.



Şekil 2.1. Dren Tankının Boyutu ve Şekli.

Denemede kullanılan plastik sarmal dren borularının boyları 50 cm çapları 50 mm olup borular üretimleri sırasında deliklendirilmiştir. Su giriş delikleri elips şeklinde olup boyutları 3,6 x 1.0 mm olarak ölçülmüştür. Boruların her metresine sarılan filitrelerin kalınlık ve ağırlıkları Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Denemede Kullanılan Filtrelerin Kalınlık ve Ağırlıkları

Filtre Çeşidi	Filtre Kalınlığı cm.	Filtre Ağırlığı g/m
Cam pamuğu	1,0	65
Poliüretan	1,0	25
Buğday sapı	1,4	165
Çavdar sapı	1,4	173

Gerek filitreli borular gerekse filitrenememiş borular dren tanklarında özel yerlerine yerleştirildikten sonra denemede kullanılan toprak 20 şer kg.lık bölümler şeklinde dren tanklarına doldurulmuştur. Her 20 kg. lik toprak kütleli tanka konulduktan sonra topraklar kompaksiyonu sağlamak ve doğal durumundaki sıklığa yaklaştırmak için ahşap bir tokmakla sıkıştırılmıştır. Bu şekilde tankların üst kısmında 3 cm lik bir boşluk kalıncaya kadar tanklara toprak yerleştirilmiştir. Her tanka konulan toprak miktarı 140 kg olmuştur. Tank içindeki toprağın yerleştirme hatasından doğabilecek düzensizlikleri gidermek için, dren borularının çıkış ağı kapatılarak topraklar alttan sulanmış, su ile doymun duruma getirilmiş ve 24 saat bu şekilde bekletilmişlerdir. Bekleme süresinden sonra dren borularının kapakları açılarak toprak drene edilmiş ve dren boruları yıkanmışlardır. Bundan sonra deneme başlatılarak topraklar üstten sulanmaya başlanmıştır. Sulama sırasında drenlere sızmayı artırmak için toprak üstünde 2,5 cm lik bir ek su yükü oluşturulmuştur. Su yükünün her tankta eşit olmasını sağlamak için tanklar üst yanlarından boru-hortum bağlantısı ile birbirlerine bağlanmıştır.

Topraklara su verilmesi 5 er günlük devreler şeklinde yürütülmüştür. Deneme başlangıcında 5 gün su verildikten sonra topraklar 10 gün kurumaya terk edilmiş ve yeniden 5 gün boyunca sulanmıştır. Bundan sonraki sulamalar 25 er günlük kuruma dönemini izleyen 5 gün boyunca tanklara su verilmesi şeklinde yapılmıştır.

Drenlerden olan akışların ölçümü ise akış dönemlerinde her gün aynı saatte bir ölçü silindiri ve kronometre yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Her 5 günlük akışların ortalaması alınarak ait olduğu dönem için ortalama dren akışı değerleri elde edilmiştir. Başlama tarihi 16.8.82 olan araştırma deneme başladıktan sonra akış ölçme dönemleri ve geçen süreler Çizelge 2.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Akış Ölçümlerinin Yapıldığı Dönemler

Akış Ölçme Dönemi	Deneme başladktan sonra geçen süre (gün)
1. Ölçüm dönemi	Deneme başlangıcı
2.	15
3.	69
4.	90
4.	183
6.	365
7.	730
8.	1095
9.	1460
10.	1825

Dren borularında biriken sediment 5'er günlük akıştan sonra dren boruları basınçlı su ile yıkanarak bu yıkama suyunun filtre edilmesi ile belirlenmiştir. Farklı dönemlerde her boruda 5 günde biriken sedimentin kuru ağırlığı bulunduğundan sonra bu 5'e bölünerek metre boru başına günde gram olarak ait olduğu dönem için birer sedimentasyon hızı hesap edilmiştir. Sedimentasyon ölçümleri Çizelge 2.3'de gösterilen dönemlerde yapılmıştır.

Çizelge 2.3. Sediment Ölçme Dönemleri

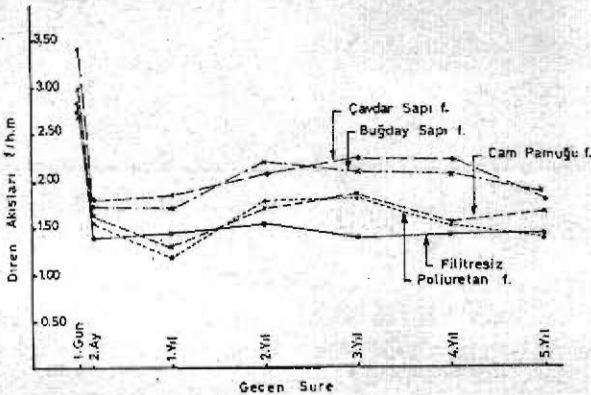
Ölçüm Dönemi	Deneme başladıktan sonra geçen süre (gün)
1. Dönem	Deneme başlangıcı
2.	30 gün
3.	90 gün
4.	1 yıl
4.	2 yıl
6.	4 yıl
7.	5 yıl

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Bölüm 2'de açıklandığı şekilde çeşitli dönemlerde yapılan 5'er günlük akış ölçümleri ortalamaları alındıktan sonra dren akışları l/h. m olarak hesap edilmiştir. Elde edilen dren akışı değerleri ve bunların deneme süresince göstermiş oldukları dalgalanmalar Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Bu grafiğin incelenmesinden görüleceği üzere tüm dren borularında deneme başlangıcında akış oldukça

yüksektir. Deneme süresi ilerledikçe dren akışlarının tümünde büyük azalmalar olmuştur. Yürütülmüş diğer model denemelerinde de ortaya çıkmış olan bu durum başlangıçta-dren borusu çevresindeki toprağın gevşek yerleştirilmiş olmasına bağlanabilir (Yardımcı 1979, Güngör 1972, Baumann ve Mann 1966). Deneme başlatıldıktan 30 gün sonra ise-dren akışları belirli bir değere erişmiş ve bundan sonraki akışlardaki dalgalanmalar dar sınırlar içerisinde olmuştur. Dren akışlarındaki bu küçük sayılabilecek dalgalanmaları toprak gibi yaşayan bir ortam içerisinde ve kuruma-dönemlerinde topraklarda oluşan çatlakların değişik boyutlar gösterebileceği bu koşullarda olağan karşılamak gerekir.

Deneme başlangıcındaki düzensiz ve yüksek akışlar göz önüne alınmadığında denemede kullanılan filitrelerin tümünün dren akışlarını arttırdığı söylenebilir. Tüm akış dönemleri ortalaması olarak filitrelerin dren akışında sağladığı artışlar poliüretan filitreli borularda % 5, cam pamuğu filitreli borularda % 12' buğday sapı filitreli borularda % 31 ve çavdar sapı filitreli borularda % 34 dolaylarında bulunmuştur. Görüldüğü gibi dren akışlarında en az artışı poliüretan filitreler sağlamıştır. Deneme süresi sonunda ise bu filitrenin dren akışında etkinliği ortadan kalkmış gözükmektedir. Bu durum bu filitrenin gözeneklerinin dar ve dokusunun süngerimsi olması ile açıklanabilir. Gerçekten de Çizelge 2.1'de görüldüğü gibi birim hacim ağırlığı çok küçük olan bu filitre, toprak basıncı etkisinde kolayca sıkışabilecek bir dokuya sahiptir. Toprak içinde bu filitrenin sıkışması sonucu dar olan gözenekler iyice daralarak drenlere su firişini istenen ölçüde kolaylaştırmamıştır. Dren borusu çevresinde sızan su ile harekete geçen toprak ince tanelerinin filitrenin ince gözeneklerinde tutulmaları ile filitrenin akış konusundaki etkinliğinde zamanla bir azalma da ortaya çıkmıştır. Nitekim ince gözenekli filitrelerin zamanla tıkanma tehlikeleri olacağına Baumann ve Mann (1968) dikkati çekmişlerdir. Aynı durumu belirten Klotz (1974) ise bu durumu filitrenin yaşlanması olarak nitelendirmektedir.



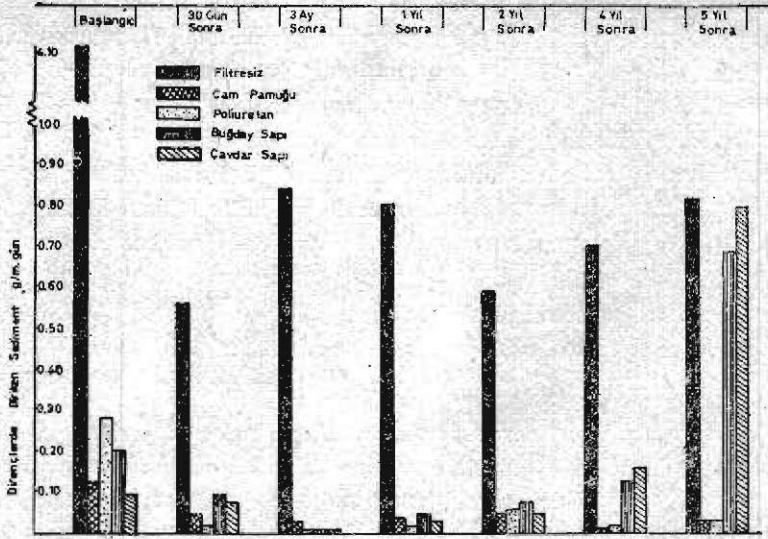
Şekil 3.1. Dren Akışlarının Seyri.

Denemede kullanılan cam pamuğu filitrede bir yaşlanma durumu ortaya çıkmamıştır. Denemenin 3. yılı sonuna kadar cam pamuğu filitrelerle poliüretan filitreler benzer bir akış etkinliği göstermişlerdir. Bu süreden sonra ise poliüretan filitrelerde akış azalması olmasına karşın cam pamuğu filitrelerde etkinlik aynı ölçüde sürmüştür. Bunun sonucu olarak da tüm akış ölçmeleri göz önüne alındığında cam pamuğu filitreler poliüretan filitelere göre daha yüksek bir etkinlik göstermiştir. Cam pamuğu da ince gözenekli bir filitre olmasına karşın Çizelge 2.1'de görüldüğü gibi bunun birim hacim ağırlığı daha yüksektir ve bunun sonucu olarak toprak içinde sıkışabilirliği poliüretan filitreye göre daha düşük kabul edilebilir. Bu özelliği nedeni ile de toprağın çok ince taneleri bu filitrenin gözenekleri içinde büyük ölçüde akışı engelleyecek kadar tutulmuşlardır denilebilir.

Beklendiği şekilde drenlerde en yüksek akışı kaba dokulu olan buğday sapı ve çavdar sapı filitreler sağlamışlardır. Yine Şekil 3.2 incelendiğinde çavdar sapı ve buğday sapı filitrelerin sağladığı akışlarda 5 yıllık deneme süresince bir paralellik olduğu göze çarpmaktadır. Deneme süresi olan 5 yıl sonunda bu filitreler tümünden denecek şekilde bozunmuş olmalarına karşın akışlara olan etkileri biraz azalmış olsalar da sürmektedir. Buğday ve çavdar sapı filitrelerde akışın yüksek olması bunların su giriş boşluklarının geniş olmalarından ileri gelmektedir (Klotz 1978). Bu filitrelere bozunmuş olmalarına karşın akışa olumlu etkilerinin sürmesini dren çevresinde çürüyen sapların iri gözenekler bırakmış olmalarına bağlamak gerekir. Organik kökenli, kaba dokulu filitrelerin toprak içinde çürümeleri durumunda toprakta iri gözenekler bırakacakları ve drenlere su girişini kolaylaştırmaya devam edecekleri olasılığı uluslararası bir seminerde tartışılmıştır (Bellin 1972).

Kullanılan filitrelerin sedimantasyona olan etkileri daha çarpıcıdır ve bu şekil 3.3'de gösterilmiştir. Şekil 3.3'de görüldüğü gibi denemenin hemen başlangıcında sedimantasyon hızı diğer ölçüm dönemlerine göre çok yüksektir. Primer sedimantasyon adı verilen bu durumda sedimantasyon yüksek hızı drenlerin yerleştirilme ve toprağın doldurulma koşullarından kaynaklanmaktadır (Kuntze 1972, Bellin 1972). Sedimantasyon hızının yüksek olduğu bu dönemde bile filitrelenmiş borularda sedimantasyon hızı tehlike sınırlarının altında kalmaktadır.

Başlangıçta 4,10 g/m. gün olan filitresiz borulardaki sedimantasyon hızı bundan sonraki ölçüm dönemlerinde 0,58 g/m. gün ile 0,85 g/m. gün sınırı içerisinde kalmıştır. Sekonder sedimantasyon adı verilen bu dönemdeki sedimantasyon hızının bu şekilde dengeli bir dalgalanma göstermesi doğaldır. Filtreli Borulardada sekonder sedimantasyon hızı dengeli bir dalgalanma göstermekte olup ilk 4 yılda bu dalgalanma 0,01 g/m gün-0,15 g/m. gün değerleri arasında bulunmaktadır. Bu süre içerisinde filtrelerin sedimantasyonu % 80 ile % 99 oranında azaltıkları görülmektedir. Bu dönemde tüm filitrelerde sedimantasyon hızı tehlikeli sayıla-



Şekil 3.2. Çeşitli Dönemlerde ölçülen Sedimentasyon Hızı.

bilecek sınıırın çok altında kaldığından ve filitrelerden biri diğerine göre bir dönemde daha düşük fakat başka bir dönemde biraz daha yüksek bir sedimentasyon hızı gösterdiğinden bu dönemde filitrelerden birisinin diğerine göre daha etkili olduğunu söylemek güçtür. Sedimentasyona etkinliğin sürekliliği konusunda ise filitreler arasında farklılıklar belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Cam pamuğu ve Poliüretan filitreler sedimentasyonu önleme yönünden etkinliklerini 5 yıl sonunda sürdürürlerken, buğday sapı ve çavdar sapı filitrelerle filitrenmiş boru-borularda 4. yıl sonunda da bu filitrelerle kaplı borulardaki sedimentasyon hızı tehlike sayılabilecek bir düzeye erişmemiş isede artık bu filitrelerin bundan sonraki etkinliklerinin zayıfladığı ve bu sedimentasyon hızının bundan sonraki dönemlerde artacağını kabul etmek gerekir. Nitekim denemenin 5. yıl sonunda bu borularda sedimentasyon hızı filitresiz borulardaki sedimentasyon hızına yaklaşmıştır. Bu durum buğday sapı ve çavdarsapı filitrelerin bu koşullarda 5 yıl sonunda sedimentasyonu engellemeyecek derecede tümenden bozduklarını göstermektedir. Durumun böyle olduğunu kesin görmek için tanklardan borular çıkartılarak bu filitrelerin çürümüş oldukları saptanmıştır. Bu belirlemelere göre Brownscombe (1962) nin ileri sürdüğünün tersine tahıl sapı filitrelerin orta derecede bir bozunma ile 6-11 yıl dayanabilmeyecekleri ortaya çıkmakta, fakat Bellin (1972) in dikkat çektiği doğrultuda daha kısa bir sürede çürüyerek sedimentasyonu önlemedeki etkinlikleri sona ermektedir.

Araştırmada kullanılan filitreler konusunda deneme sonuçlarına dayanarak öz olarak aşağıdaki savlar ileri sürülebilir. Cam pamuğu ve poliüretan gibi ince gözenekli filitrelerin kullanılmaları durumunda dren akışlarında büyük artışlar

bekdememek gerekir. Sedimentasyonu önlemede etkinlikleri ve bu etkinliklerinin sürekliliği yönünden bu filitreler tam bir başarı göstermektedirler. Buğday ve çavdar sapından yapılmış dren filitreleri dren akışlarını ince gözenekli filitelere göre daha çok artırmaktadırlar ve bu etkileri bunlar bozdukları durumda bile sürdürebilmektedir. Bu filitreler kısa sıyalabilecek bir süre için sedimentasyonu büyük ölçüde engellemektedirler. Fakat bu yöndeki etkileri 5 yıldan fazla bir süreklilik göstermemektedir. Bu nedenle buğday ve çavdar sapından yapılmış filitrelerin sedimentasyona yatkın topraklarda sedimentasyonu önleme amacı ile kullanılmalarının bir yarar sağlayamayacağı sonucunu kabul etmek gerekir. Ancak bu filitrelerin sedimentasyona meyilli olmayan topraklarda yalnızca hidrolik koşulları düzelterek dren akışlarını artırma yönünden kullanılacakları olası üzerinde düşünmek ve dren akışlarında sağladıkları artışların bunlar bozduktan sonra daha kaç yıl sürebileceğini araştırmak gerekir.

Zusammenfassung

Der Einfluss verschiedener Draenfilter auf Draenabfluss und Verschlämmung.

Um die Feststellung der Einflüsse von verschiedenen Filterstoffen auf den Draenabfluss und auf die Verschlämmung der Draene wurde ein Modellversuch in Draenkasten mit gefilterten und nicht gefilterten Draenrohren durchgeführt. Als Draenfilter wurden Glaswolle, Polyuretanschaumstoff, Weizenstroh und Roggenstroh verwendet. Der Versuchsdauer betrug 5 Jahre. Während der Versuchszeit wurden die Draenabflüsse, und die Verschlämmungsgeschwindigkeit in verschiedenen Messperioden gemessen.

Nach Versuchsergebnisse wurden folgende festgestellt. Die mattenförmige Filter aus Glaswolle und Polyuretanschaumstoff beeinflussen auf die Draenabflüsse nur gering. Sie konnten die Draen spenden nur 5% bis 12% erhöhen. Daneben zeigte polyuretanschaumstoff nach 5 Jahren Alterungserscheinung. Sie haben sich dagegen für die Verminderung der Verschlämmung sehr gut erwiesen. Durch die Verwendung von diesen Filtern ist die Verschlämmungsgeschwindigkeit bis zu % 99 zurück gegangen.

Die Strohfiter haben die Draenspenden bis zu % 34 erhöht. Ihre Wirkung auf die Draenabflüsse dauerte auch noch; nach dem sie nach 5 Jahren verwesen waren in 5 Jahren haben sie sich gegen Verschlämmung auch gut bewährt. Aber nach dem sie nach 5 Jahren verwesen waren, konnten sie die Verschlämmung der Draene nicht mehr hemmen.

Literatür Listesi

Baumann, H. und Mann, G. 1968. Vereinfachte Draenversuche in Schleswig-Holstein Zt. Die Küste 16: 45-48.

- Bellin, K. 1972. Über Draefilter und Draenhydraulik Zt. Wasser und Boden H. 12: 381-383.
- Brownscombe, R.H. 1962. Field evaluation of dihe drains laid with organic bilinding materials Trans. of the ASAE 5: 61-63.
- Dijkstra, J.A. 1974. Funktionsprüfung verschiedener Feldentwaesserungsvarianten in einer Marschboden Diss. Inst. für Wasserwirts. Kiel.
- Güngör, Y. 1972. Plastik Dren Borularında Farklı Delik Büyüklüğü ve Çeşitli Filtre Materyalinin Sedimantasyona ve Su Akımına Etkisi Üzerinde Bir Araştırma, A.Ü. Zir. Fak. Doçentlik Tezi.
- Klotz, D. 1974. Verschlammungsuntersuchungen an zwei gewallten Kunststoff-Draenrohren Zt. Wasser u. Boden 10: 297-299.
- Klotz, D. 1978. Durchlessigkeitsuntersuchungen an ummantelten Kunststoff-Draenrohr Zt. Wasser u. Boden 1: 11-12.
- Kowald, R. 1970. Die Strönungsverhaeltnisse am Tondraenrohr und ihre Beeinflussung durch Rohrart, Stossfugenweite und Filter Zt. Kulturtechnik und und Flurper. 11: 151-161.
- Kowald, R. 1969. Entwicklung und prüfung mattenförmiger Draenfilter. Zt. Wasser und Boden 21: 21: 264-266.
- Kuntze, H. 1972. Ist das Filter der Draene Erforderlich Landwirtschaftsblatt Weser-Ems No 27.
- Mann, G. 1970. Untersuchungen über die Einfluss der Eintrittsöffnung gen und des Verfüllborens auf die Draenfunktion Diss. Kiel.
- Sisson, D.R. 1965. Envelopsmaterials, their use in agricultuel drainage ASAE-Conference Proceeding. 51-54.
- Yardımcı, N. 1979. Toprakların Bazı Fiziksel Özelliklerinin Sarmal Dren Borularında Sedimantasyonda Etkisi Üzerine Bir Araştırma, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Doçentlik tezi.