

GEÇİRİMSİZ TABAKA DERİNLİĞİNİN DRENLERE OLAN AKIŞ ÜZERİNE ETKİSİNİN HELE-SHAW VİSKOZ SIVI ANALOG MODELİ İLE İNCELENMESİ

Ömer ANAPALI (1)

ÖZET : *Drenaj sistemlerinin projelenmesinde ve gözenekli ortam hidroliğinde problemlerin çözümünde karşılaşılan en büyük güçlük problemin sınır koşullarının karmaşık olduğu durumlardır. Bu durumlarda model veya analog çalışmalarının yapılması gerekmektedir.*

Gerçekte karşılaşılan durumun belli bir ölçek değişikliği ile laboratuvara aktarılmasıyla bir model oluşturulur; daha sonra bu model üzerinde yapılan denemelerden elde edilen sonuçlar modelin hazırlanmasının temelini oluşturan ilkeler ve bu ilkelere dayanılarak çıkarılmış olan eşitlikler uyarınca çözümlenerek gerçekte karşılaşılan problem hakkında bir yargıya varılır.

Bu çalışmada geçirimsiz tabaka derinliğinin drenlere olan akış üzerine etkisinin Hele-Shaw Viskoz Sıvı Analog Modeli ile bir değerlendirilmesi yapılmıştır. Modelde kararlı akış durumunda üç farklı dren derinliği ve üç ayrı beslenme miktarı için ölçümler yapılmıştır. Deneme sonuçlarına göre drenlerin geçirimsiz tabakaya yakın olması durumunda sutablası seviyesi yüksek olurken drenlerden oluşan boşalım az olmuştur.

AN INVESTIGATION ON THE EFFECT OF IMPERMEABLE LAYER DEPTH ON THE FLOW TO THE DRAINS BY USING HELE-SHAW VISCIOUS FLUID ANALOG MODEL

SUMMARY : *In this study the effect of impermeable layer depth on the flow was evaluated by Hele-Shaw Viscous Fluid Analog Model. In the model measures were made for regular flow, three different drain depths and three various supply amounts. As a result from this study, watertable level increased an discharge from drain decreased when drains was close to the impermeable layer.*

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Erzurum.

GİRİŞ

Gerçekte karşılaşılan durumun basite indirgenmiş şekli prototip diye adlandırılır; model terimi ile de prototipin belli bir ölçüğe göre boyutları değiştirilmiş benzeri nitelendirilmektedir (de Wiest, 1967).

Uygulamada prototip-model ilişkisi dendiğinde akla benzer iki sistem arasındaki ilişki gelir. Halbuki prototip-analog ilişkisi terimi ile farklı fiziksel sistemler arasındaki ilişkiler hatırlanmaktadır, örneğin gözenekli ortamda belli koşullar altında bir sıvının akışı ile bir iletken içerisindeki yine belirli koşullar altında elektriğin akışı durumu gibi. Sözü edilen ilişki ise fiziksel açıdan tümüyle birbirinden farklı olan bu iki olayın tabii oldukları diferansiyel ifadelerin birbirinin benzeri oluşundan kaynaklanmaktadır (Todd, 1964; Bear, 1972; de Boer ve van der Molen, 1973; Luthin, 1974).

İşte Hele-Shaw Analog Modelleri de prototiple bu tip bir ilişkiye sahiptir; daha açık bir anlatımla gözenekli ortam içerisindeki akışla, birbirine yakın olarak yerleştirilmiş paralel iki plaka arasındaki viskoz bir sıvının akışı aynı kısmi diferansiyel denklemlere tabidir (Harr, 1962). Hele-Shaw Analog Modellerinin kuramsal esasları (Bear, 1960; Harr, 1962; Polubarinova-Kochina, 1962; Aravin ve Numerov, 1965) gibi konuyla ilgili temel eserlerde yer almaktadır.

MATERYAL VE METOD

Materyal

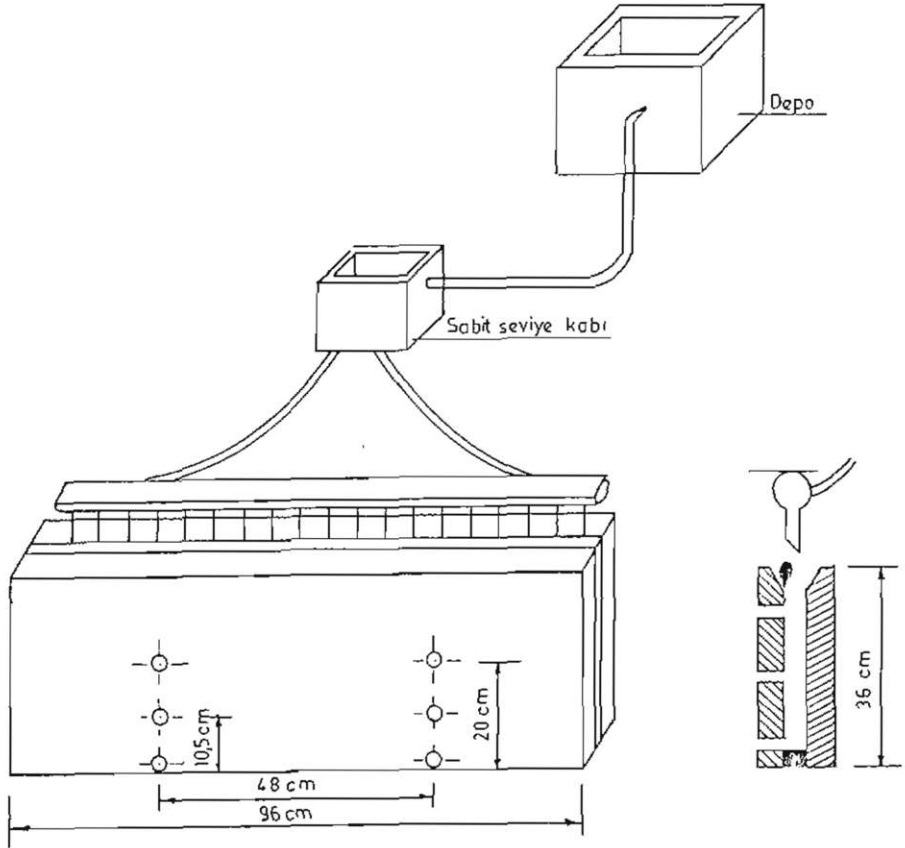
Model ve Çalışma İlkesi

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü laboratuvarında (Homma, 1968) de verilen örnek esas alınarak gözenekli ortamı temsil üzere bir Hele-Shaw Viskoz Sıvı Analog Modeli hazırlanmıştır. Model camdan yapılmıştır; iki cam levha, aralarından viskoz bir sıvının uygun olarak akışını sağlayacak şekilde birbirine paralel olarak yerleştirilmiştir.

Cam levhalar Şekil 1'de gösterildiği gibi düşey konumdadır; aralarındaki açıklık ise 1,6 mm'dir. Cam levhalardan birinin yüzeyinde prototipteki drenleri temsilen 48 cm aralarında mesafe ve çapları 8 mm olan delikler açılmıştır. Modelde sızdırmazlığı sağlamak için yağ contalarından yararlanılmıştır. Levha halinde olan bu contalar şeritler şeklinde kesilerek gereğinde plakalara da yapıştırılmak üzere araya yerleştirilmiştir. Ayrıca iki plaka arasına uygun şekilde aralık pulları da konulmuştur. Depo ve debi ayarlama düzenekleri modelin giriş tarafına, debi ölçüm ve toplama

düzenekleri ise çıkış tarafına yerleştirilmiştir. Sabit seviye kabındaki yağın belirli bir potansiyelde regüle edilebilmesi için şamandıra düzeneğinden yararlanılmıştır.

Cam levhalardan üst sınırı boyunca aradaki açıklığa üniform sızmayı sağlayacak bir düzenek kurulmuştur; bu düzenek her iki tarafı kapatılmış ve bir eksen boyunca üzerine tesbit edilmiş kılcal boruları bulunduran bir borudur. Bu kılcal borular yağın akışını eşit miktarda sağlayacak şekilde eşit aralıklarda ve aynı boyutlara bağlı kalınarak boruya tesbit edilmiştir. Damlatıcı kılca borucukların boyu 15 mm ve çapları 1 mm'dir. Sabit seviye kabındaki yağ damlatıcı düzeneğe bağlanması ve ayrıca drenleri temsilen açılmış olan deliklerden çıkan yağın toplayıcı bir kaba iletilmesinde plastik borular kullanılmıştır. Modelde viskoz sıvı olarak motor yağı (20 °C ta $3,01 \text{ cm}^2/\text{sn}$ viskozitesine sahip) kullanılmıştır.



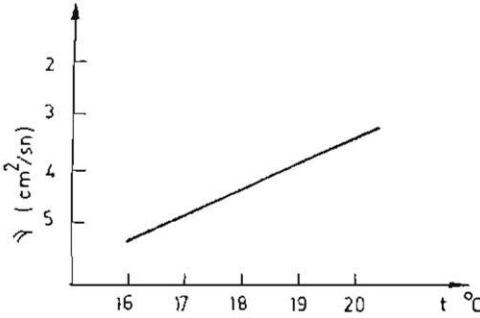
Şekil 1. Modelin şematik görünüşü
Figure 1. Schema of the model used

Ana depodan gelen yağ önce sabit seviye kabında belirli bir potansiyel oluşturacak şekilde regüle edilerek plastik borular aracılığıyla dağıtıcı düzeneğe iletilir. Üzerindeki yük nedeniyle damlatıcı borucuklardan yağ cam levhalar arasındaki açıklığa üniform bir biçimde düşmektedir. Açıklığı izleyen yağ, sutablasını temsil eden freatik düzeye ulaştıktan sonra drenleri temsile açılmış olan deliklerden akarak plastik borular aracılığıyla toplayıcı kaba gitmektedir.

Metod

Viskozitenin Belirlenmesi

Viskozite ölçümü için değişik tipte birçok viskozimetre geliştirilmiş ise de bunların büyük bir çoğunluğu aynı ilkeye göre yani Poiseuille Yasası'na göre (de Wiest, 1967) çalışmaktadır; belli hacimdeki sıvının boyutları bilinen kılcal bir borudan geçmesi için gereken sürenin belirlenmesi esasına göre hazırlanmışlardır. Bu model çalışmasında viskoz sıvı olarak kullanılan yağın viskozitesi yukarıda belirtilen esasa göre değişik sıcaklıklar için ölçülmüş olup Şekil 2'de verilen viskozite-sıcaklık grafiği oluşturulmuştur.



Şekil 2. Viskozite-sıcaklık ilişkisi

Figure 2. Relationship between viscosity and temperature

Kılcal Yükselmenin Belirlenmesi

Kılcal yükselmenin belirlenmesinde şöyle bir yol izlenmiştir. Model plakalarının yapımında kullanılan 6 mm'lik camlardan iki küçük parça alınarak, modeldeki kılcal aralığa denk bir açıklık bulunacak biçimde üst kenarları boyunca birbirine yapıştırılarak alt kısmından model sıvısı ile doldurulmuş kaba az bir miktar

batırılarak oluşan kılcal yükselme ölçülmüştür.

Model Üzerinde Yapılan Ölçümler

Sıvıların sıcaklıkla viskozitelerini büyük ölçüde değiştirme eğiliminde oldukları gerçeği düşünülerek denemeler sırasında model çevresinde önemli sıcaklık değişikliklerine yol açacak durumlara fırsat verilmemiştir.

Modelde geçirimsiz tabakayı temsil eden sızdırmazlık contası üzerinde açılan delikler I. durum olarak, sızdırmazlık contasının 10,5 cm yukarısında açılan delikler II. durum ve 20 cm yukarısında açılan delikler III. durum olarak adlandırılmıştır. Modelde yağ deposunun üç değişik seviyede tutulmasıyla da birinci, ikinci ve üçüncü beslenme durumları oluşturulmuştur.

Yapılan ölçümlerde; kararlı akış durumunda ve üç ayrı beslenme durumu için plakalar arasındaki açıklığı izleyen yağın sutablasını temsil eden freatik düzeye ulaştıktan sonra drenler arası orta noktada dren düzeyi ile arasındaki mesafe H olarak, freatik düzeye ulaşan yağın yükü altında drenleri temsilen açılmış olan deliklerden boşalan yağdan belirli zamandaki boşalım miktarı ölçülmüş ve Q olarak verilmiştir. Ölçümler üç tekrarlı olarak yürütülmüştür. Buna göre her üç durumda üç ayrı beslenme halinde ölçülen H ve Q değerleri elde edilmiştir.

DENEME SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Denemelerde drenlerin dolu aktığı ve dren üzerinde de yağ yüksekliğinin oluştuğu gözlenmiştir. Ölçülen H değerlerinden kılcal yükselme ve dren üzerinde oluşan yağ yüksekliğinin çıkarılmasıyla drenlerden akışı sağlayan gerçek h değerleri bulunmuştur. h ve Q değerleri aşağıda Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. h ve Q değerleri
Table 1. h and Q values.

Drenlerin Durumu	B E S L E N M E		
	Birinci Beslenme	İkinci Beslenme	Üçüncü Beslenme
I. Durum	h = 5,4 cm Q = 27 cm ³ /dk	h = 5,0 cm Q = 23 cm ³ /dk	h = 4,7 cm Q = 20 cm ³ /dk
II. Durum	h = 2,4 cm Q = 31 cm ³ /dk	h = 2,1 cm Q = 27 cm ³ /dk	h = 1,7 cm Q = 21 cm ³ /dk
III. Durum	h = 2,0 cm Q = 26 cm ³ /dk	h = 1,6 cm Q = 20 cm ³ /dk	h = 1,4 cm Q = 18 cm ³ /dk

Deneme sonuçları incelendiğinde geçirimsiz tabaka derinliğinin sutablası yüksekliği ve drenlere olan boşalım üzerine etkili olduğu görülmektedir.

Aynı beslenme durumu olmasına rağmen drenler geçirimsiz tabaka üzerinde bulunduğu sutablası seviyesi en yüksek değerine ulaşırken boşalım az olmuştur. Drenler geçirimsiz tabakadan uzaklaştıkça sutablası seviyesi düşmüş ve boşalım artmıştır. Aynı sonuç diğer beslenme durumlarında da görülmektedir.

Drenlerin geçirimsiz tabaka üzerinde yer alması durumunda sutablası düzeyinin en yüksek değerine ulaşmasının ve drenlerden oluşan boşalımın az olmasının nedeni (van Beers, 1965)'te de belirtildiği gibi drenlerin geçirimsiz tabaka üzerinde bulunmasıyla drenlere olan radyal akışın önlenmiş olmasıdır. Radyal akışın önlenmiş olması boşalım miktarının azalması sonucunu doğurmuştur. Geçirimsiz tabakanın drenlere olan yakınlığının sutablası düzeyini yükselteceği ve drenlerden oluşan boşalım miktarını ise azaltacağı sonucu (Kirkham, 1947; Youngs, 1975)'te de belirtilmiştir.

Deneme sonuçlarına göre sutablasının hızlı olarak aşağıya çekilmesi istenirse drenlerin geçirimsiz tabakaya çok yakın, onun üzerine ya da içerisine yerleştirilmemesi gerekir.

KAYNAKLAR

- Aravin, V.I., S.N. Numerov, 1965. Theory of fluid flow in undeformable porous media. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem.
- Bear, J., 1960. Scales of viscous analogy models for groundwater studies. ASCE, 86 : 11-23.
- Bear, J., 1972. Dynamics of fluids in porous media. American Elsevier Publishing Company, Inc., New York.
- de Boer, S.A., W.H. van der Molen, 1973. Electrical models : Conductive sheet analogues. ILRI Pub., No : 16, 1: 201-221.
- de Wiest, R.J.M., 1967. Geohydrology. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Harr, M.E., 1962. Groundwater and seepage. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Homma, F., 1968. A viscous fluid model for demonstration of groundwater flow to parallel drains. ILRI Bull. No : 10 Wageningen.

- Kirkham, D., 1947. Reduction in seepage to soil underdrains resulting from their partial embedment in, or proximity to, an impervious stratum. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 12 : 54-59.
- Luthin, J.N., 1974. Drainage analogues. *Agron.*, 17 : 515-536.
- Polubarinova-Kochina, P.Ya., 1962. Theory of groundwater movement (Translated from Russian by J.M.R., de Wiest) Princeton Uni. Press., Princeton.
- Todd, D.K., 1964. Groundwater hydrology. John Wiley and Sons. New York.
- van Beers, W.F.J., 1965. Dren aralıklarının hesabında kullanılan bazı abaklar. Uluslararası Arazi Islahı ve Geliştirilmesi Enstitüsü H. Veenman ve Zonen N.V. Wageningen, Köyişleri Bakanlığı Yayınları 109 (Çev. N. Sönmez, A. Balaban), s. 22-25.
- Youngs, E.G., 1975. The effect of the depth of an impermeable barrier on watertable heights in drained homogeneous soils. *Jour. of Hydrology* 24, 283-290.