

NÜKLEER ATIKLARIN YERALTI AÇIKLIKLARINDA SAKLANMA SÜRECİNDE KAYALARIN VE SÜREKSİZLİKLERİN GEÇİRGENLİK ÖZELLİKLERİ

Hasan Üçpırtı

Inşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya Üniversitesi, Esentepe Kampüsü, Adapazarı

Özet - Canlılar için son derece tehlikeli olan askeri ve sivil nitelikteki nükleer atıkların miktarında son yıllarda önemli oranda artışlar gözlenmektedir. Bu tür atıkların belli bir zaman süreci içinde canlılardan uzak tutularak güvenilir bir ortamda depolanması gerekmektedir. Depolanma ortamındaki kayaların ve süreksizliklerin geçirgenlik özelliklerinin bilinmesi büyük önem taşır. Bu çalışmada, kayaların ve süreksizliklerin geçirgenliği için oluşturulan veri-tabanı sistemi kullanılarak, ortalama tane boyu, gözenek oranı, süreksizlik açıklığı, ortalama süreksizlik sıklığı, hidrostatik ve normal gerilme ile kayaların ve süreksizliklerin geçirgenliği arasındaki ilişkiler gösterilecek ve elde edilen kuramsal ilişkiler ile olan uyumluluğu tartışılacaktır.

I. GİRİŞ

Günümüzde hızlı endüstrileşmenin sonucu olarak askeri ve sivil kaynaklı nükleer atıklarda dikkate değer miktarda artışlar gözlenmektedir. Son derece tehlikeli olan bu atıkların herhangi bir şekilde mutlak surette canlılardan belirli bir süre için uzak tutulması ve güvenilir bir ortamda depolanması gerekmektedir. Bu amaçla, birçok ülkede gerek kuramsal gerekse de deneysel araştırma programları yoğun olarak devam etmektedir. Yapılan bu çalışmalara göre kaya ortamlarda oluşturulacak yeraltı açıklıkları en güvenilir ortamlar olarak düşünülmektedir. Radioaktif nitelikteki bu zararlı maddelerin depolandıkları ortamlardan sızıp yeryüzüne ulaşabilmesi önemli ölçüde ortamdaki kayaların ve süreksizliklerin geçirgenlik özelliğine bağlıdır. Dolayısıyla, ortamdaki kayaların ve süreksizliklerin geçirgenlik özelliklerinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla, literatürdeki konu ile ilgili bilimsel yayınlar taranmış ve 1200 adet veri içeren veri-tabanı sistemi oluşturulmuştur [1]. Bu veri-tabanı sistemi kullanılarak ortalama tane boyu, gözenek oranı, süreksizlik açıklığı, ortalama süreksizlik sıklığı,

hidrostatik ve normal gerilme ile kayaların ve süreksizliklerin geçirgenliği arasındaki ilişkiler belirlenerek elde edilen sonuçlar kuramsal değerlerle karşılaştırılmıştır.

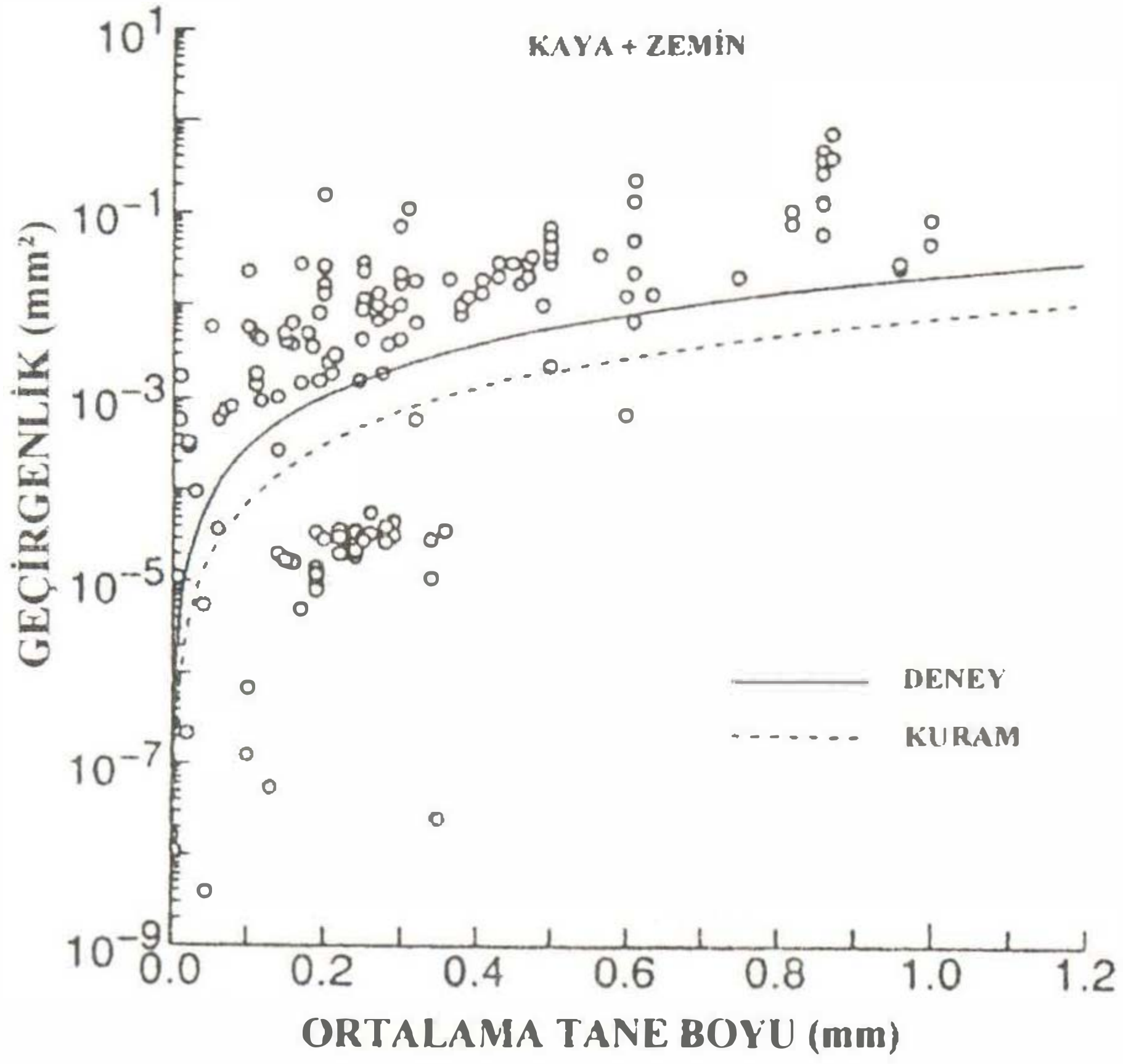
II. VERİ -TABANININ KULLANIMI

Burada, oluşturulan veri tabanının yapısı ve işleyiş mekanizmasına ait detay bilgiler verilmeyip doğrudan veri-tabanının kullanımı hakkında bilgi verilerek elde edilen sonuçlar gösterilecektir. Veri-tabanı sistemine ait geniş bilgiler yazarın başka bir yayınından elde edilebilir [1].

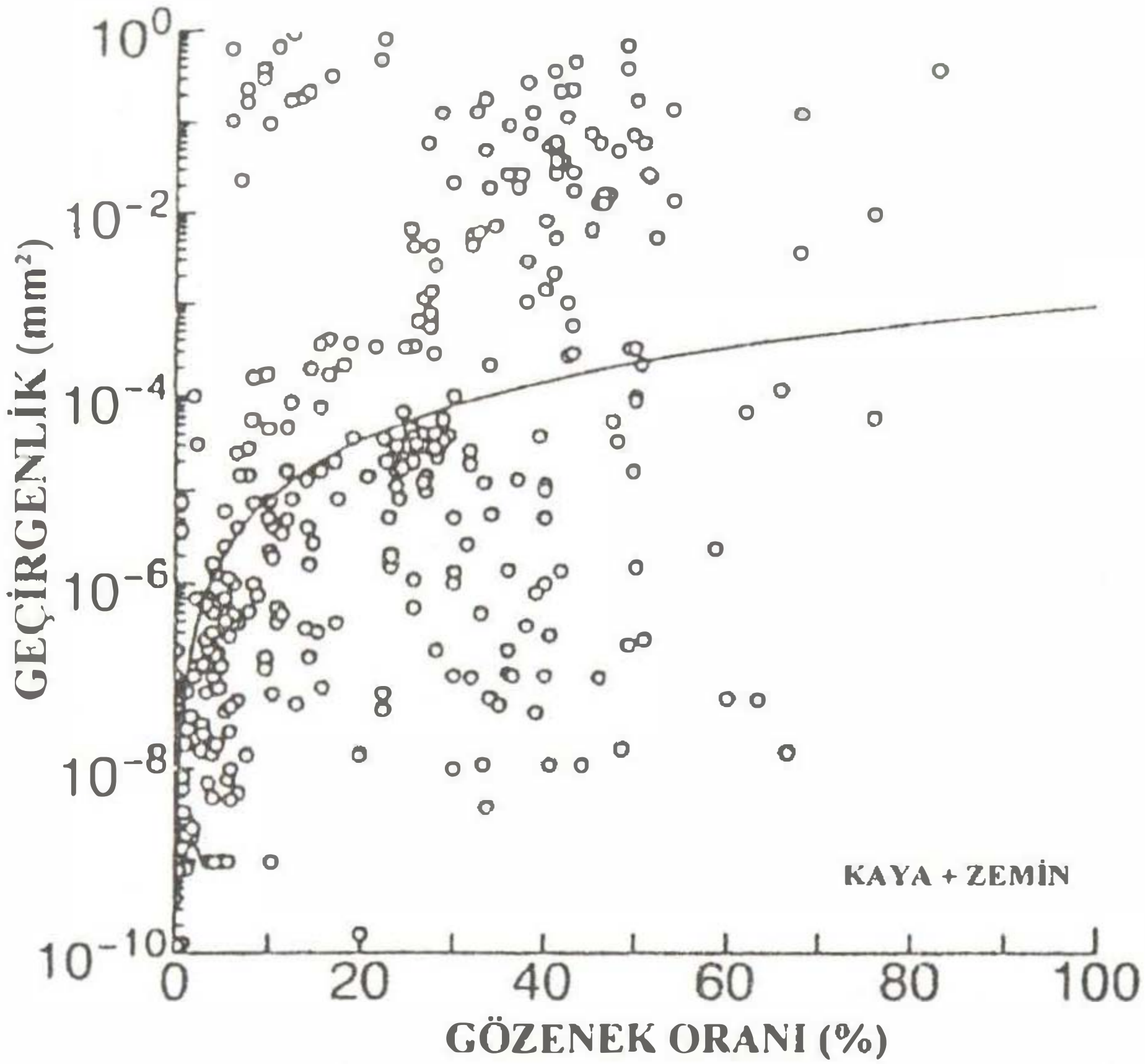
Kayaların ve süreksizliklerin geçirgenlik özelliği ile örneğin süreksizlik sıklığı gibi istenen bir nitelik arasındaki ilişkinin belirlenebilmesi için niteliğin önceden bilinmesi gerekmektedir. Niteliğin belirlenmesinden sonra BASIC programlama dilinde yazılan alt-sistem programı kullanılarak veriler belirli bir veri dosyasına yazılarak grafiksel tanımlama için hazır hale getirilir ve buradan elde edilen veriler herhangi bir grafikleme programı kullanılarak, kayaların ve süreksizliklerin geçirgenlik özelliği ile istenen nitelik arasındaki ilişkinin belirlenmesi sağlanır. Veri tabanı sistemi kullanılarak, istenen nitelik ile kayaların ve süreksizliklerin geçirgenlik özelliği arasında elde edilen bazı ilişkiler bu çalışmada gösterilecektir.

Ortalama tane boyu ile kaya ve zeminlerin geçirgenliği arasındaki deneysel ve kuramsal ilişki Şekil 1'de verilmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi sürekli çizgi deneysel sonuçlar için en küçük kareler yöntemi ile elde edilen ilişkiyi ve kırıklı çizgide kuramsal olarak elde edilen ilişkiyi göstermektedir [2]. Kuramsal ilişki ile deneysel ilişki birbirine benzemekte olup uyum içindedir. Şekil 2'de gözenek oranı ile kaya ve zeminlerin geçirgenliği arasındaki ilişki gösterilmiştir. Genel anlamda, gözenek oranı büyüdükçe kaya ve zeminlerin

geçirgenliğinin arttığı gözlenmektedir. Ancak aynı gözenek oranı için çok farklı geçirgenlik değerleri de elde edilebilmektedir. Bunun nedeni olarak, kaya ve zeminlerin aynı gözenek oranlarına sahip olmasına rağmen gözenek çaplarının farklı olması halinde farklı geçirgenlik değerlerine sahip olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Bir önceki şekilden de görüleceği gibi geçirgenlik direk olarak gözenek çapı ile ilgilidir.



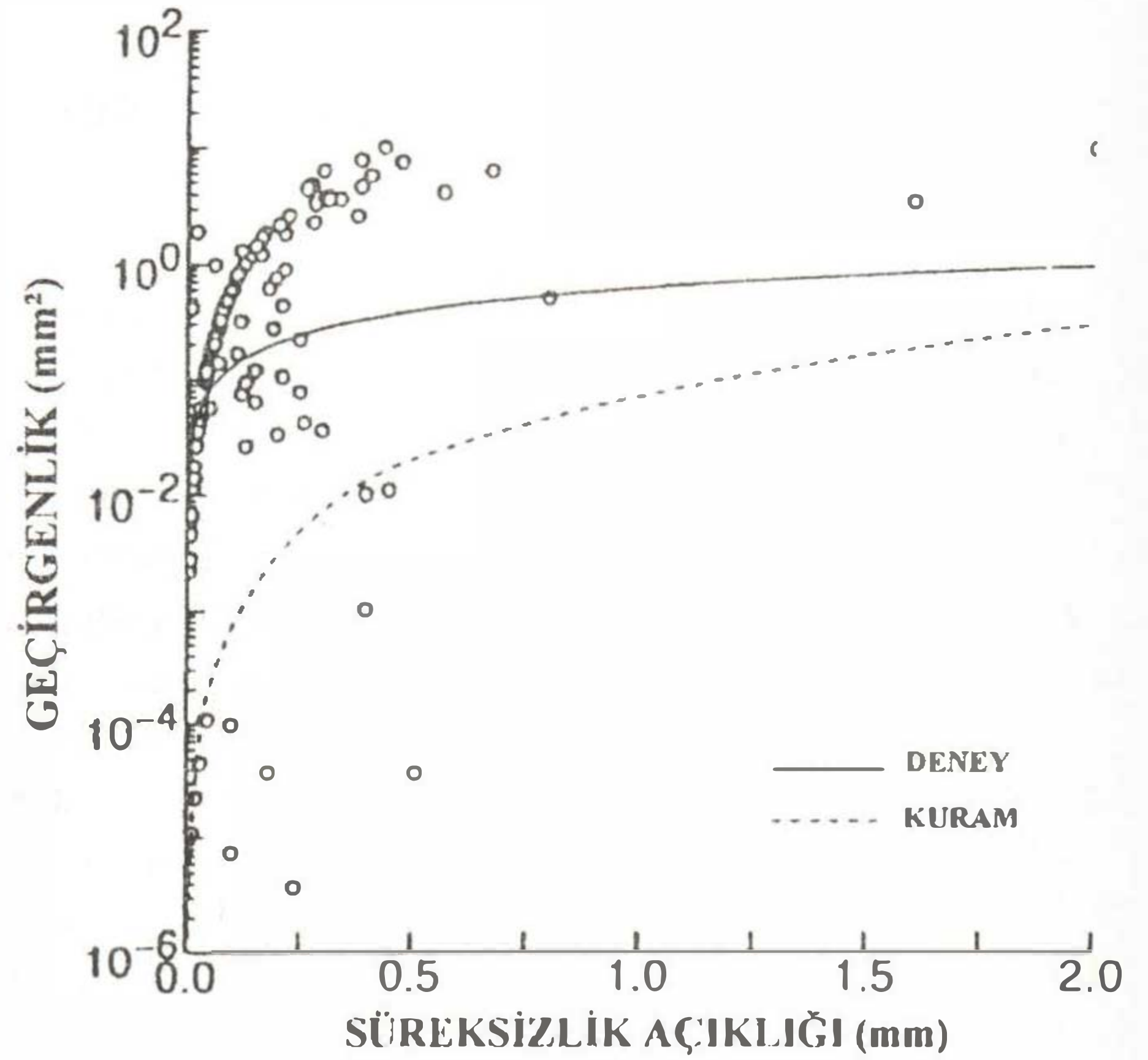
Şekil 1: Ortalama tane boyu ile kaya ve zeminlerin geçirgenliği arasındaki deneysel ve kuramsal ilişki



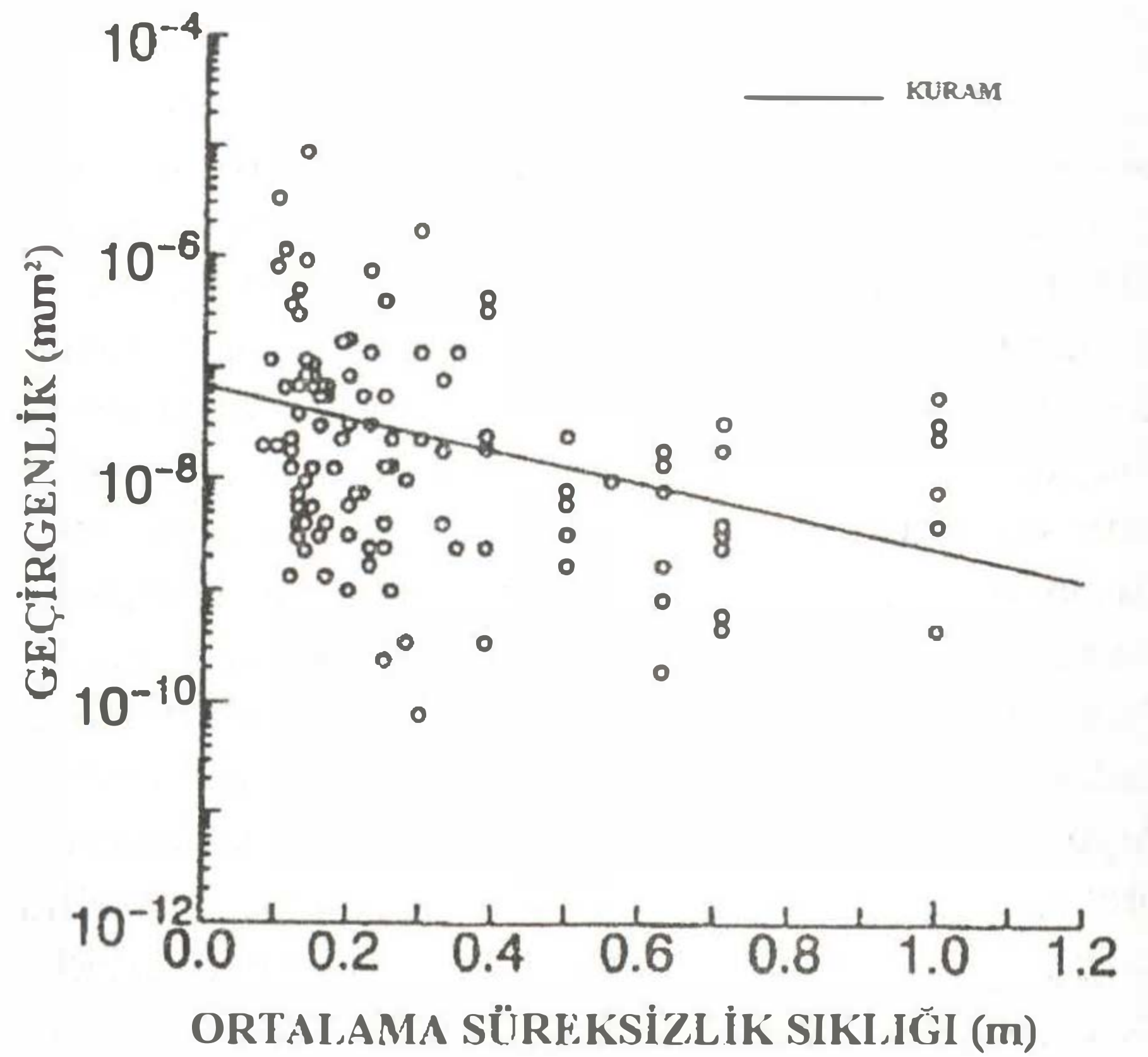
Şekil 2: Gözenek oranı ile kaya ve zeminlerin geçirgenliği arasındaki deneysel ilişki

Şekil 3'de kayalardaki süreksizlikler için elde edilen süreksizlik açıklığı ile süreksizlik geçirgenliği arasındaki

ilişki gösterilmiştir. Deneysel sonuçlardan elde edilen ilişki ile kuramsal olarak elde edilen ilişki niteliksel olarak benzerlik göstermekle birlikte kuramsal ilişki deneysel olarak elde edilen sonuçlarla iyi bir uyum gösterememektedir [3 ve 4]. Bunun nedeni olarak, literatürde süreksizlik açıklığı için rapor edilen değerlerdeki hatalar gösterilebilir. Ortalama süreksizlik sıklığı ile süreksizlik geçirgenliği arasındaki ilişki Şekil 4'de gösterilmiştir. Ortalama süreksizlik sıklığı arttıkça süreksizliğin geçirgenliği azalmaktadır.

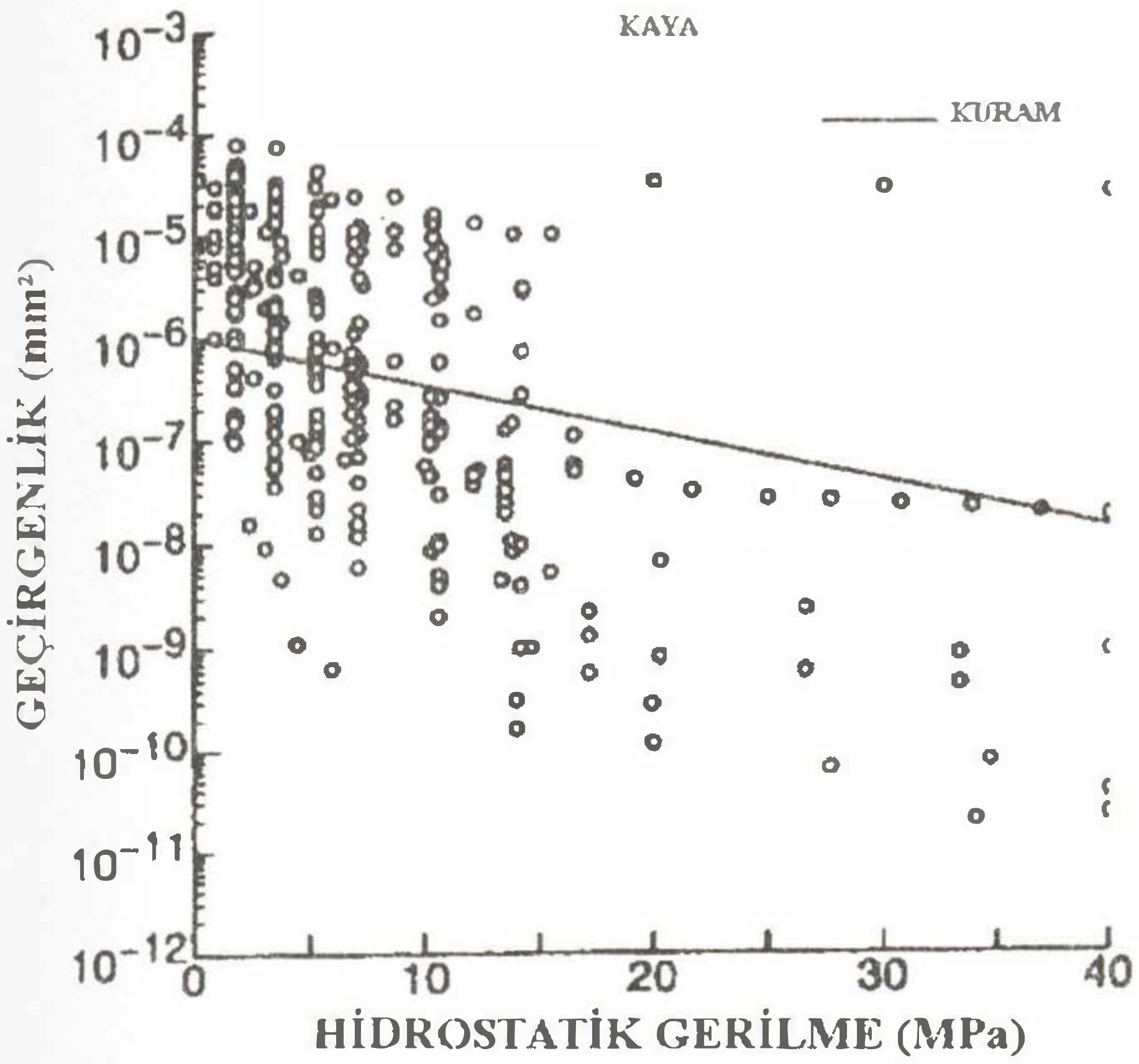


Şekil 3: Süreksizlik açıklığı ile süreksizlik geçirgenliği arasındaki deneysel ve kuramsal ilişki



Şekil 4: Ortalama süreksizlik sıklığı ile süreksizlik geçirgenliği arasındaki kuramsal ilişki

Ayrıca, oluşturulan veri-tabanı sistemi hidrostatik veya normal gerilmenin kayaların veya süreksizliklerin geçirgenliğine olan etkisini araştırmak amacıyla da kullanılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalarda gözenekli kayaların veya süreksizliklerin geçirgenliğinin hidrostatik veya normal gerilmenin artması ile azaldığı gözlenmiştir [5 ve 6]. Kayalar için, hidrostatik gerilme ile geçirgenlik arasındaki ilişki Şekil 5’de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi hidrostatik gerilme arttıkça kayaların geçirgenliği azalmaktadır. Çünkü, hidrostatik gerilme arttıkça kaya bünyesindeki gözenek çapında azalma ve dolayısıyla da geçirgenlikte azalma olması beklenmektedir. Süreksizlikler için, normal gerilme ile geçirgenlik arasındaki ilişki Şekil 6’da gösterilmiştir. Burada da görüldüğü gibi süreksizlik yüzeyindeki normal gerilme arttıkça süreksizliğin geçirgenliği azalmaktadır. Bunun nedeni olarak, süreksizlik yüzeyindeki gerilmenin artması ile süreksizlik açıklığında ve dolayısıyla da geçirgenlikte meydana gelen azalma gösterilebilir. Literatürde bu konu ilgili deneysel sonuçların sayısı sınırlı olup elde edilen veriler dağınıklık göstermektedir.

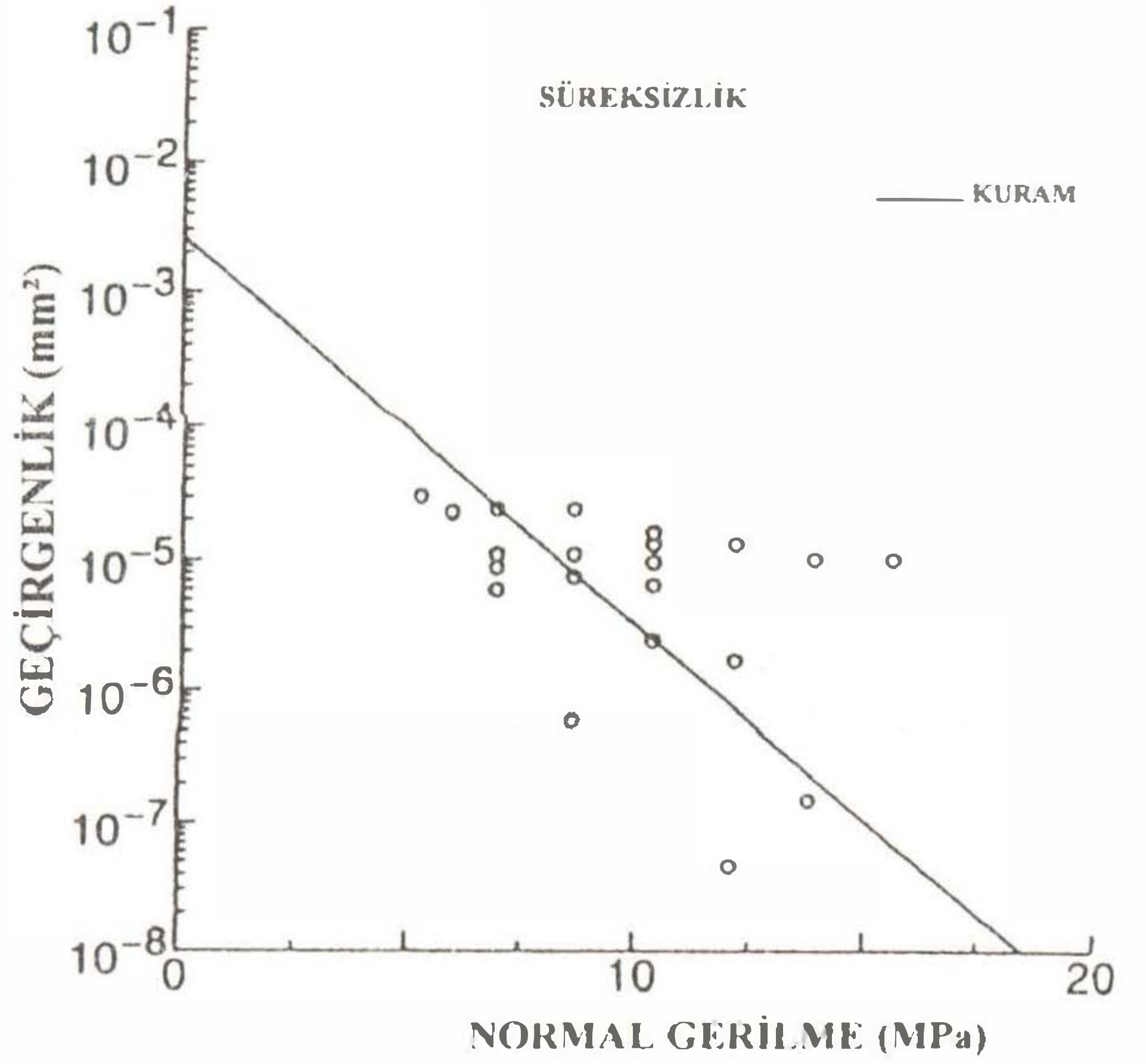


Şekil 5: Kayalar için hidrostatik gerilme ile geçirgenlik arasındaki kuramsal ilişki

III. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Kayaların ve süreksizliklerin geçirgenlik özelliklerinin bilinmesi, radioaktif nitelikteki nükleer atıkların güvenilir bir şekilde canlılardan uzak bir ortamda depolanması açısından büyük önem taşımaktadır. Depolanma ortamlarının gerek seçiminde gereksede depolanma süreci sonrası ortam şartlarının kontrolü açısından bu tür bilgilerin önceden bilinmesi planlayıcı veya kontrol mühendisi açısından hayli önem taşımaktadır. Bu çalışmada, kayaların ve süreksizliklerin

geçirgenliği için oluşturulan veri-tabanı sisteminin kullanımı ve ortalama tane boyu, gözenek oranı, süreksizlik açıklığı, ortalama süreksizlik sıklığı, hidrostatik ve normal gerilme ile kayaların ve süreksizliklerin geçirgenliği arasındaki ilişkiler gösterilmiş ve tanımlanan kuramsal ilişkiler ile olan uyumluluğu tartışılarak aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir:



Şekil 6: Süreksizlikler için normal gerilme ile geçirgenlik arasındaki kuramsal ilişki

- Ortalama tane boyu ve gözenek oranı ile kaya ve zeminlerin geçirgenliği arasında doğrusal olmayan bir ilişki vardır.
- Süreksizlik açıklığı ile süreksizlik geçirgenliği arasında doğrusal olmayan bir ilişkinin olduğu gözlenmiştir.
- Ortalama süreksizlik sıklığı ile süreksizlik geçirgenliği arasındaki ilişki doğrusal olup süreksizlik sıklığı arttıkça süreksizliğin geçirgenliği azalmaktadır.
- Kayaların ve süreksizliklerin geçirgenliği hidrostatik veya normal gerilmenin artması ile azalmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] H. Üçpırtı ve Ö. Aydan, "A data-base system for seepage characteristics of intact rocks discontinuities and rock masses", The International Symposium on Rock Mechanics and Environmental Geotechnology (RMEG), Chongqing, P. R.. China, April, 1997.

- [2] Ö. Aydan, H. Üçpırtı ve R. Ulusay, “Kayalarda akışkan akışı için Darcy yasasının kuramsal türetimi ve geçerliliği” Kaya Mekaniği Bülteni, No 12, 1996.
- [3] P. YA. Polubarinova-Kochina, “Theory of groundwater movement” Princeton University Press, 1962.
- [4] Ö. Aydan ve H. Üçpırtı, “The theory of transient pulse test and experiments”, Journal of Faculty of Marine Science and Technology, No 43, pp. 45-66, 1997.
- [5] Y. M. Tsang and P. A. Witherspoon, “Hidromechanical behaviour of a deformable rock fracture subjected to normal stress”, Journal of Geophysical Research, 86, B10, pp. 9287-9298, 1981.
- [6] H. Üçpırtı, J. J. K. Daemen, R. E. Finley and J. T. George, “Laboratory measurement of gas flow along a pressurized grout/membrane/halite interface for waste isolation pilot plan”, SAND92-2121, Albuquerque, NM, Sandia National Laboratories, 1992.