Toprak tekstürü-hidrolik iletkenlik ilişkisinin CBS ile incelenmesi: Kumkale ovası örneği

Hasan Özcan[1] **Cengiz Akbulak**[2]

[1] *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü Çanakkale.*
[2] *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü Çanakkale.*

Özet

Hidrolik iletkenliğin değişmesinde, topraklardaki toplam gözeneklilik, gözeneklerin geometrik şekli ve boyutları önemli bir etkiye sahiptir. Topraklardaki kum, silt ve kilin oransal dağılımı (tekstür), toprak strüktürü, organik madde içeriği ve hacim ağırlığı hidrolik iletkenliğin, dikey ve yatay yönde farklılıklar göstermesine neden olur. Makro gözenekler, hidrolik iletkenliğin artışına, mikro gözenekler ise azalmasına neden olur. Bu çalışmada, Güney Marmara'nın önemli tarımsal alanlarından biri olan Kumkale ovasındaki toprakların yüzey ve alt katmanlarındaki hidrolik iletkenlik ve tekstür verileri coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ortamında analiz edilmiştir. Kumkale ovasında kurutma kanalları arasında yer alan sahadaki 104 ayrı noktaya ait veriler Arc-GIS 9.1 programına aktarılmıştır. Yüzey ve yüzey altı katmanlarının tekstür ve hidrolik iletkenliğinin mekansal dağılışını gösteren haritalar oluşturulmuştur. Hidrolik iletkenlik tekstür ilişkisini ve hidrolik iletkenliğin toprak profili boyunca (vertikal) değişimini değerlendirmek için, yüzey ve yüzey altı katmanlarına ait tekstür ve hidrolik iletkenlik haritaları katmanlaştırılmıştır. Katmanlaştırma işlemi sonucunda, özellikle yüzey altı katmanlarında tekstürle hidrolik iletkenlik arasında, gözeneklerin boyutuna bağlı olarak, doğru bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Yüzey katmanında ise bu ilişki yer yer gözlemlenmiştir. Bu farklılaşmanın; kullanılan amenajman teknikleri, arazi kullanım türleri ve toprakların organik madde içeriğinden kaynaklandığı varsayılmıştır.
***Anahtar Kelimeler*:** CBS, tekstür, hidrolik iletkenlik, Kumkale Ovası.

Investigation of the relationship between soil hydraulic conductivity and texture using geographic information system: A case study of Kumkale Plain

Abstract

Total porosity and geometric shape and size of pores are of an important affect in change of hydraulic conductivity. The proportion of sand, clay and silt in soil, i.e. soil texture, soil structure,

[1] Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü Çanakkale.
e-mail: hozcan@comu.edu.tr, 02862180018/1313, 2862180545

organic matter content and bulk density led to both vertical and horizontal the variation in hydraulic conductivity. Increase and decrease in the hydraulic conductivity are associated with existence of macro and micro pores, respectively. In this study, soil surface and sub-surface texture and hydraulic conductivity data in the Kumkale Plain, one of the most important agricultural areas in the southern part of the Marmara Region, were analyzed by using geographic information system (GIS). With this aim, totally 104 sampling point data taken from the area between two dried canals were transferred to ArcGIS 9.1 software. Spatial distribution maps of soil texture and hydraulic conductivity of the surface and sub-surface layers were produced. In order to assess relationship between hydraulic conductivity and texture and vertical variations in hydraulic conductivity along soil profile, these maps were layered. As result of data processing, a positive relation is found between soil texture and conductivity in sub-surface layer depending upon texture. However, this relation is partly found in the surface layer. This result is ascribed to the several factors, such as soil management techniques, land use types, organic matter content and soil structures.
Keywords: *GIS, texture, hydraulic conductivity, Kumkale plain*

Giriş

Kıyı kuşağı vadi, ova ve deltalarında biriken ve taşkınlara maruz kalan kısımlarında zaman zaman yenilenen ve tazelenen genç alüvyonlu topraklar, Türkiye'nin toprak grupları arasında en verimli toprakları oluşturur (Tanoğlu, 1964). Genel toprak tiplerinde olduğu gibi, alüvyal topraklar da tekstür, geçirimlilik, strüktür vb. özellikleri itibariyle farklılıklar gösterirler.

Toprak tekstürü (bünye), toprakların katı fazındaki kum, silt ve kilin yüzde oransal dağılımıyla tanımlanmaktadır. Tekstür toprakları tanımlama ve sınıflandırmada kullanılan en önemli fiziksel özelliklerden biri olması yanında, toprağın strüktürü, havalanması ve su hareketini de etkilemektedir (Zhang vd., 2005). Toprakta kum miktarının fazla olması toprağın havalanma ve geçirgenliğini artırmaktadır, ancak su tutma kapasitesini ve kohezyonu düşürmektedir (Atalay, 1982). Buna karşılık ağır bünyeli (killi) topraklar yüksek su tutma kapasitesine sahip olmalarına karşın havalanma ve geçirgenlikleri iyi değildir (Schachtschabel vd., 1993:37).

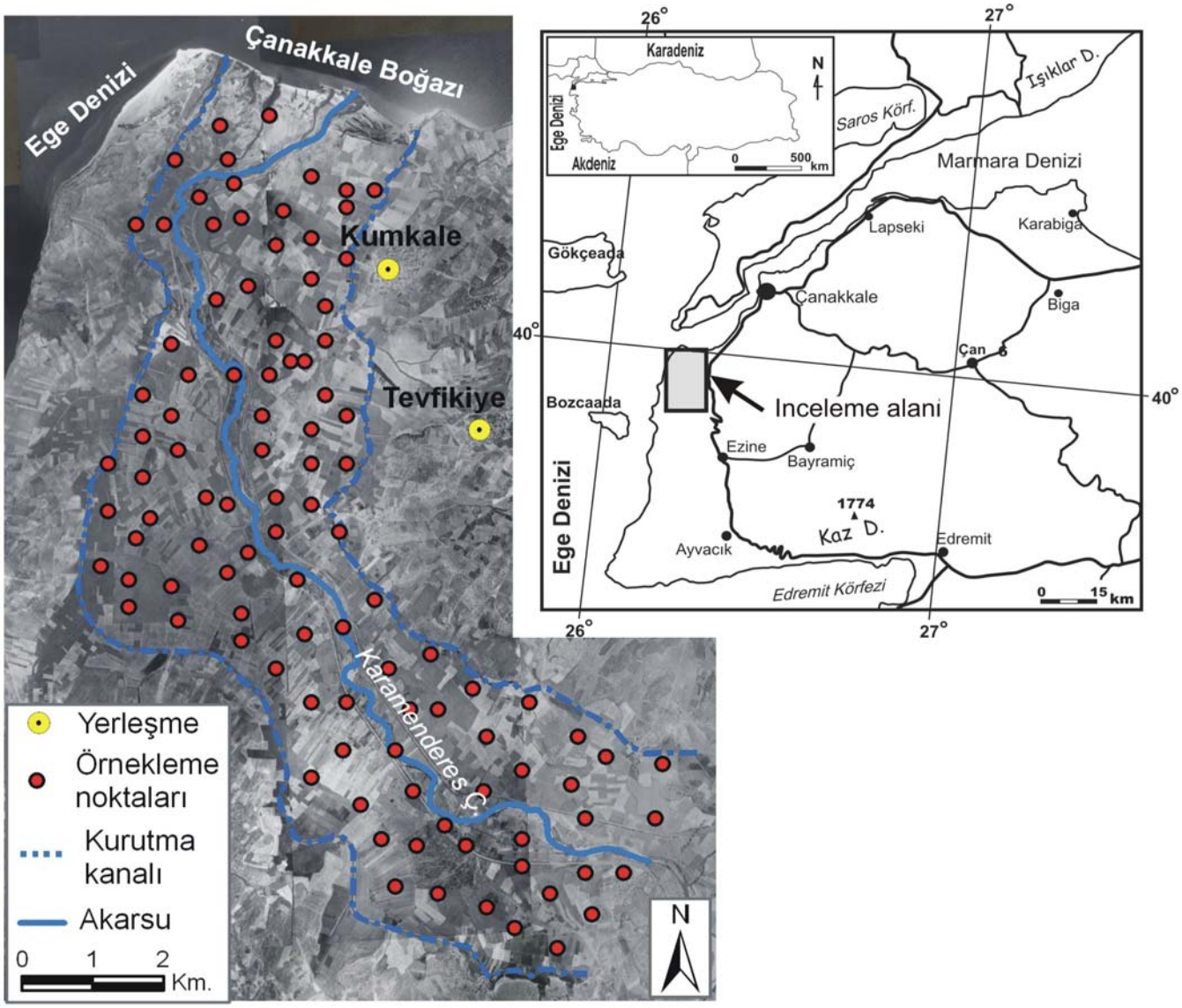
Toprak hidrolik iletkenliği, toprakların geçirgenlik özelliklerini ve dolayısıyla topraklarda tuz ve tarımsal kimyasalların taşınma ve yıkanmasını kontrol eden önemli fiziksel bir özellik olup, tarım toprakları içinde büyük yersel değişkenlik göstermektedir (Nielsen vd., 1973; Smedema ve Rycroft, 1988; Kırda ve Sarıyev, 2002). Benzer morfolojik özelliklere sahip topraklar aynı hidrolik özellikleri yansıtmaya bilmektedir (Bird vd., 1996).Toprak-su içeriğine bağlı olarak hidrolik iletkenliğin doygun koşullardaki değeri, toprak yapısı ve gözenek özelliklerini yansıtan önemli bir fiziksel özelliktir. Topraklardaki boşlukların (gözeneklerin) miktarı toprak tekstürü, organik madde içeriği ve toprak strüktürü ile ilişkilidir. Agregatlı bir toprak, masif topraktan daha fazla gözeneğe sahiptir. Benzer şekilde gözenek hacmi agregat büyüklüğü ile de ilişki olup agregat büyüklüğü arttığında gözenek hacmi de artmaktadır. Topraklar hidrostatik ve hidrodinamik yasalarına göre farklı gözenek gruplarını içerirler (Corey, 1977; Kırda ve Sarıyev, 2002). Bunlar, mikroskopik, kapiler ve makroskopik gözeneklerdir. Mineral topraklardaki gözenek oranı 0.4 (kumlu)-0.6 (killi) arasında değişmektedir (Juma, 1999). Topraklardaki kil içeriği ve kil tipi hidrolik, antroponejik etkilerle agregat stabilitesi ve büyüklüğünde meydana gelecek değişimler gözeneklilik üzerinde etki yaparak hidrolik iletkenlikte değişmelere yol açmaktadır.

Konvansiyonel yöntemler, sulamaya açılacak veya açılmış alanlarda hidrolik iletkenliklerindeki değişimlerin izlenmesi, haritalanması ve arazi amenajmanıyla ilişkilendirilmesinde yetersiz kalmaktadır. Temel bilgi teknolojilerinin yoğun olarak kullanıldığı teknikler bu tür çalışmalarda büyük avantajlar sağlamaktadır. Bu tekniklerden biri olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), toprakla

ilgili birçok çalışmada olduğu gibi (Hammer vd., 1991; Brown ve Huddleston, 1991; Rogowski ve Wolf, 1994; Young vd., 1998, Akbaş ve Yıldız, 2004; Barrera vd., 2006) toprakların hidrolik iletkenlerinin mekansal ve zamansal değişimlerinin haritalanmasında ve birçok parametreyle ilişkilendirilmesinde kullanım olanaklarına sahiptir. Bu çalışmada, Güney Marmara'nın önemli tarımsal alanlarından biri olan Kumkale ovasındaki toprakların yüzey ve alt katmanlarındaki hidrolik iletkenlik ve tekstür verileri CBS ortamında analiz edilmiştir.

Çalışma alanı

Çanakkale Boğazı'nın Ege Denizi'ne açıldığı kesimde yer alan ve Anadolu Yarımadası'nın kuzeybatı ucunu meydana getiren inceleme alanı, Marmara Bölgesi'nin Güney Marmara Bölümü sınırları içinde bulunmaktadır. Bu saha önemli coğrafi konumu ve yüksek tarımsal potansiyelinden dolayı eski çağlardan beri yoğun bir şekilde kullanıla gelmiştir. Çalışma alanı, 1996 yılında Milli Park, 1998 yılında ise UNESCO tarafından dünya kültürel mirası olduğu açıklanan Truva milli park alanı içerisinde yer almaktadır. İnceleme alanı; batıda Kırkgöz kurutma kanalı, doğuda Kokana kurutma kanalı, kuzeyde Çanakkale Boğazı ve güneyde ise Çanakkale-Geyikli karayolu ile sınırlı olup yaklaşık 5260 ha'lık alanı kapsamaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı ve örnek noktaları

Çalışma alanı ve çevresinin genel coğrafi özellikleri

Truva çevresindeki jeolojik yapı beş ana kaya grubundan oluşmaktadır. Metamorfik kristalin şist ve mermerler alanın temel kayalarını oluşturmaktadır (Kayan, 2000). Çalışma alanındaki en genç birimleri, Karamenderes ve Dümrek nehirlerinin taşıdığı Kuaternere ait sedimentler üzerinde gelişen alüvyal topraklardır.

Çalışma alanı toprakları; taşkın düzlüğü toprakları (genç ve yaşlı nehir terası) ve delta toprakları olarak iki farklı fizyografik ünite üzerinde yer almaktadır (Özcan vd., 2005). Bunlar, çalışma alanında eğimi %0-3 arasında değişen düz ve çok hafif eğime sahip düze yakın arazilerden oluşmaktadır. Alanının jeolojisi dikkate alındığında, alüviyal özelliklerden dolayı toprak yüzeyinden yaklaşık 2m derinlikte kum katmanın yer aldığı görülmektedir. Çalışma alanı toprakları Kayan (2000)'de belirtildiği gibi Karamenderes ve Dümrek nehirlerinin taşıdığı sedimentler üzerinde oluşmuştur. Topraklar AC horizonlu olup, hidrolik iletkenlikleri yüksektir ve organik madde içerikleri %0.1-%4 arasında değişmektedir. Çalışma alanı toprakları Toprak Taksonomisine (Soil Taxonomy, 1999) göre Xerofluvents ve Haploxererts olarak sınıflandırılmıştır (Özcan vd., 2005).

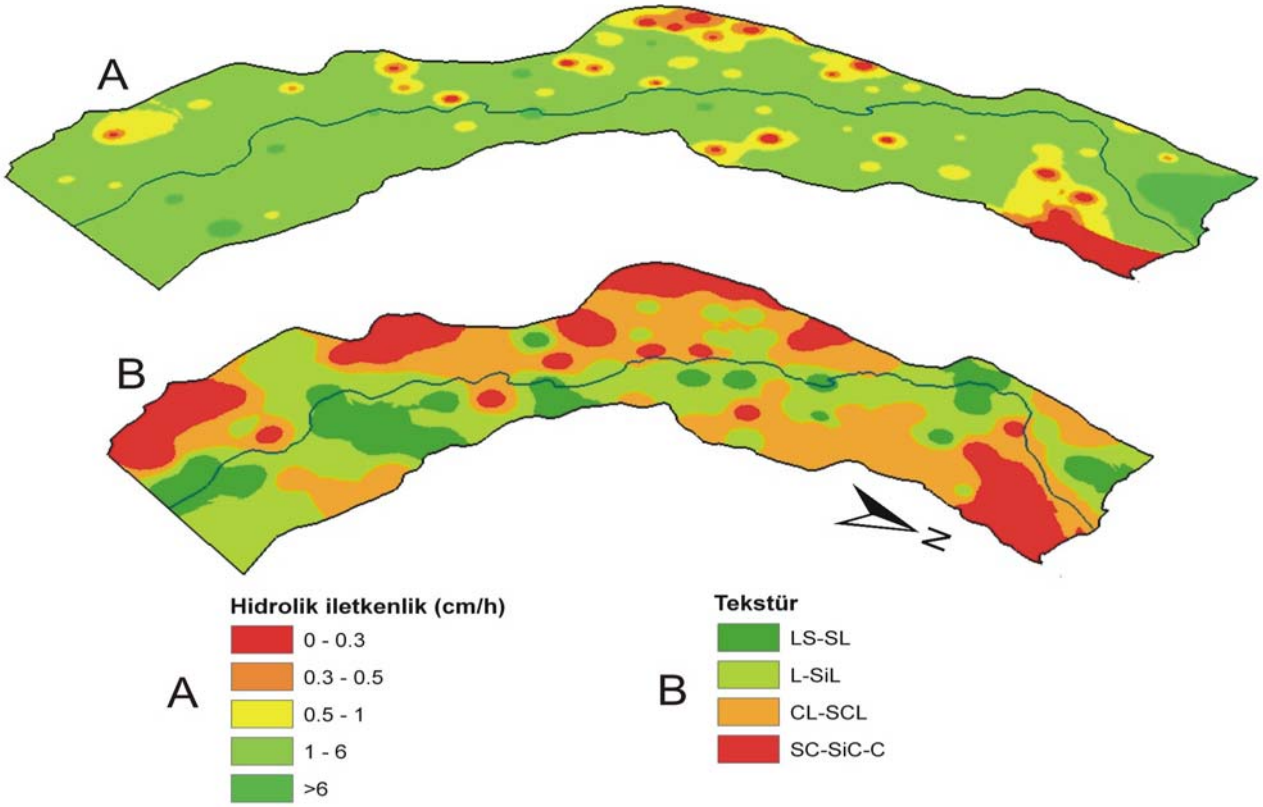
Araştırma sahasında, Akdeniz İklimi özelliklerinin ağır bastığı bununla birlikte Karadeniz İklimine doğru geçiş özelliği gösteren bir iklim egemendir. Yıllık sıcaklık ortalaması 14.9 °C, yıllık ortalama yağış miktarı 599,6 mm olup, yağışın önemli bir bölümü (%43) kış aylarında düşmektedir.

Materyal ve metod

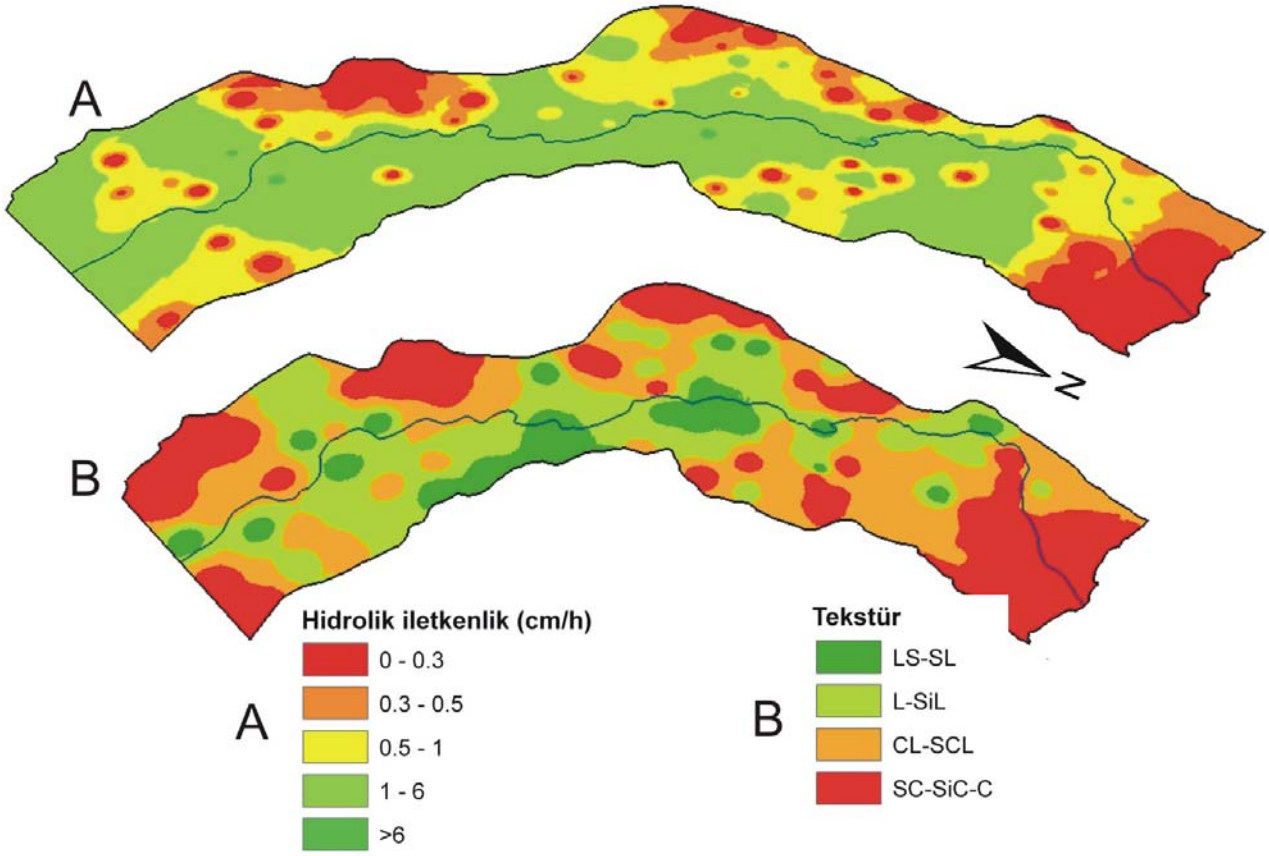
Çalışmada DSİ (1996) arşiv verileri kullanılmıştır. Bu amaçla Karamenderes Projesi Kumkale Ovası Sulaması Planlama Revize Arazi Sınıflandırma ve Planlama Drenaj Raporunda yer alan haritanın geometrik düzeltmesi, 1/25000 ölçekli topografya haritaları kullanılarak yapılmıştır. Haritada yer alan örnekleme noktaları, ArcGIS 9.1 yazılımında sayısallaştırılmış, 0-30 cm ve 30-120 cm'deki baskın tekstür ve hidrolik iletkenlik değerleri kullanılarak veri tabanı oluşturulmuştur. Spatial analysis modülü kullanılarak enterpolasyon yöntemiyle inceleme alanına ait 0-30 cm ve 30-120cm derinlikleri için, 10 m. çözünürlüklü toprak tekstürü ve hidrolik iletkenlik haritaları üretilmiştir. Enterpolasyon işlemi modül içinde yer alan IDW yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Üretilen tematik haritalar, yüzey ve yüzey altı katmanlarını simgeleyecek şekilde ArcScene programında katmanlaştırılmış ve tekstür-hidrolik iletkenlik ilişkisi yorumlanmıştır.

Sonuçlar

Hidrolik iletkenlik ağır killi topraklarda 0.001-0.5 m d^{-1}, killi tın tekstürde 0.02-1.2 m d^{-1}, kumlu killi tında 0.02-3 m d^{-1}, tın tekstürde 0.05-3.5 m d^{-1}, tınlı kumda 0.4-5 m d^{-1}, kaba kumda ise 6-120 m d^{-1} arasında değişmektedir (FAO, 1985). Topraklardaki değişebilir sodyum yüzdesi (ESP), kil içeriği ve hidrolik iletkenlik arasında ters (Bird ve ark., 1996), organik madde içeriği ile doğru ilişki bulunmaktadır (Nemes vd., 2005). Çalışma alanı topraklarına ait 0-30 cm ve 30-120 cm derinlikteki en düşük hidrolik iletkenlik değeri kullanılarak CBS ortamında üretilen mekansal hidrolik iletkenlik değişim haritaları katmanlı olarak Şekil 2'de, 0-30 cm hidrolik iletkenlik-tekstür haritası Şekil 3'te, 30-120 cm hidrolik iletkenlik-tekstür haritası Şekil 4'te, tüm katmanlar ise Şekil 5'te verilmiştir. Sulu tarıma uygunluk arazi sınıflandırmalarında bozulmuş toprak örneklerinde yapılan hidrolik iletkenlik analiz sonuçlarına göre hidrolik iletkenlik değeri <0.3 cm h^{-1} olan alanlar toprak tekstürüne bakılmaksızın, >6 cm h^{-1} olan alanlar ise düşük su tutma kapasitelerinden dolayı 3. sınıf arazi olarak sınıflandırılmaktadır. Çalışmada DSİ tarafından uygulanan sulu tarıma uygunluk sınıflama kriterleri dikkate alınarak hidrolik iletkenlik değerleri <0.3, 0.3-0.5, 0.5-1.0, 1.0-6.0 ve >6.0 olarak gruplandırılmıştır. Toprak tekstürü ise hafif, orta, orta-ağır ve ağır bünye olarak gruplandırılmıştır.



Şekil 2. 0-30 cm derinlikte, toprak tekstürü ve hidrolik iletkenliğin mekansal dağılışı



Şekil 3. 30-120 cm derinlikte, toprak tekstürü ve hidrolik iletkenliğin mekansal dağılışı

Şekil 2'de 0-30 cm derinlik, Şekil 3'te ise 30-120 cm derinlikte en düşük hidrolik iletkenlik değeri ile bu değerin alındığı katmana ait toprak tekstürü kullanılarak oluşturulmuş dağılım haritaları verilmiştir. Çalışma alanı toprakları iki farklı fizyografik ünite üzerinde oluşmuştur (Özcan vd., 2005). Alanda özellikle deltalarda yer alan yüksek kil içeriğine sahip vertik özellikli toprakların yer aldığı bazı bölümler ile (Şekil 1) Karamenderes nehrinin birden fazla kola ayrılarak denize döküldüğü noktalarda kil flokülasyonu sonucu geçirgenliğin düşük olduğu görülmektedir (Şekil 2). Buna karşılık yüzey altı katmanlarında toprak tekstürü ile geçirgenlik arasında çok önemli bir ilişki olduğu görülmektedir (Şekil 3). Topraklardaki su hareketi mikroskopik ve makroskopik hareket olarak ikiye ayrılmaktadır (Kırda ve Sarıyev, 2002). Makroskopik hareket Darcy (1856) yasası ile tanımlanmaktadır. Yasada su akısı (q) iki nokta arasındaki yükseklik farkı (Δh) ile doğru, akım yolu uzunluğu (L) ile ters orantılıdır. Su akısı (q) ile yük farkı (Δh) arasındaki ilişkiyi tanımlayan doğrunun eğimi (m) toprak tekstürüne göre değişmektedir. Toprak içerisinde doygun koşullarda düşey ve yatay tek boyutlu su akısı: Darcy yasası (1),

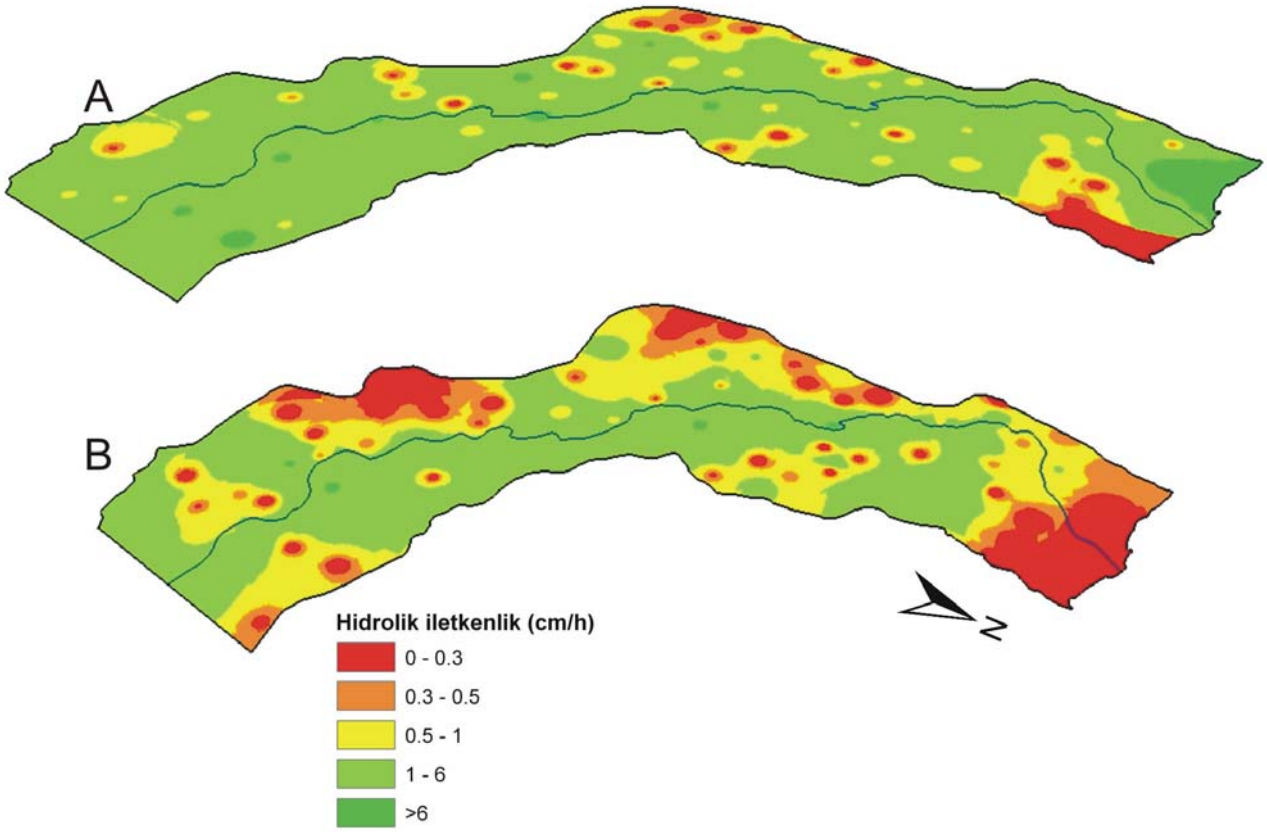
$$q = -Kc\left(\frac{\Delta h}{L}\right) \qquad (1)$$

q: Su akısı (lt s^{-1})
Kc (m) : Toprak tekstür ve strüktürüne göre değişen hidrolik geçirgenlik (sabite)
L: Su akım yolu uzunluğu (m)

Doymamış koşullarda su akısı: Darcy-Buckingham denklemi (Kutilek ve Nielsen, 1994)(2);

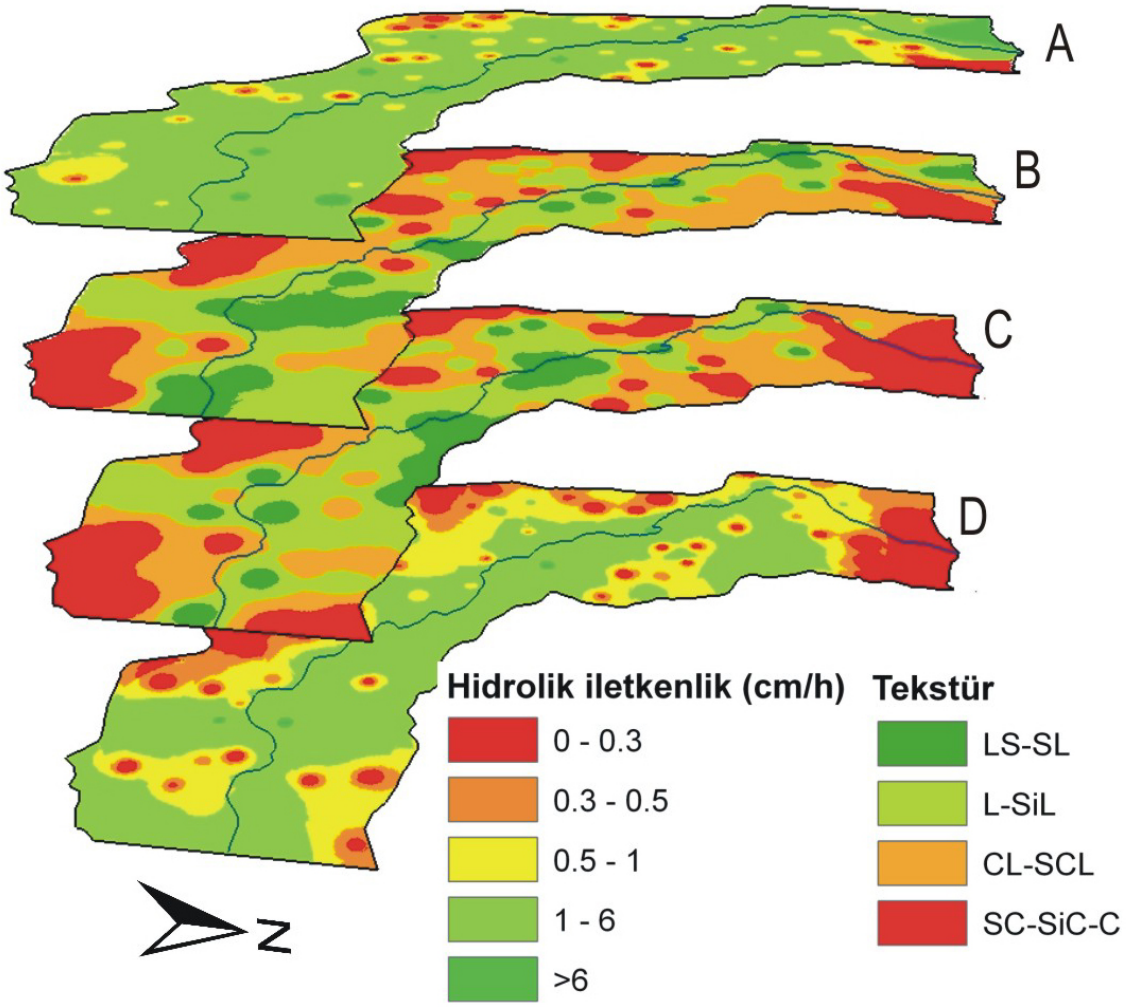
$$q = -K(h)\Delta H \qquad (2)$$

K(h) : Hidrolik geçirgenlik olup, sabit olmayıp matriks yüke bağlı olarak farklı değerler alır



Şekil 4. Toprak profilinde (A: 0-30 cm; B: 30-120 cm) hidrolik iletkenlik değişimi

1 ve 2 nolu eşitliklerde de görüldüğü gibi topraklardaki gözenek şekli ve boyutları, toprağın strüktür tipi ve stabilitesi, organik madde içeriği, topraktaki kil tipi (özellikle smektit grubu killer) ve değişebilir sodyum yüzdesi (ESP) topraklardaki su hareketi ve dolayısıyla hidrolik iletkenlik üzerinde belirleyici etkiye sahiptir. Gözeneklilik, strüktür türü ve stabilitesi ve organik madde içeriği antroponejik etkilerle kolayca değişebilmektedir. Tüm bu değişkenler toprak amenajmanına bağlı olarak aynı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip topraklarda farklılaşmalar yaratabilmektedir. Şekil 2'de bunun tipik özellikleri görülmektedir. Ağır bünyeli toprakların bazılarında geçirgenlik çok düşükken diğer kısımlarda düşük-orta arasında değişmektedir. Bu durum Şekil 3'te profil derinliğinde antroponejik etkilerin zayıflamasıyla doğal görünüme ulaşmaktadır. Şekil 4'te profil derinliğinde iki katmanlı olarak hidrolik iletkenlik değişimi verilmiştir. Şekil 4 incelendiğinde görüleceği gibi hidrolik iletkenlik profil derinliğine doğru toprak tekstürü, strüktürü ve organik madde miktarındaki azalmaya paralel olarak azalmaktadır. Bu azalma özellikle vertik özellikteki yüksek kil içeriğine sahip alanlarda belirgindir. Toprağın alt katmanlarında ağır bünyeli topraklar kapladığı alanlar artmaktadır (Şekil 5). Bu alanların önemli bir kısmında toprak geçirgenliği <0.5 cm h^{-1} dır.



Şekil 5. Toprak profilinde tekstür (T) ve hidrolik iletkenliğin (Hİ) derinlikle değişimi (A: 0-30 cm Hİ; B: 0-30 cm T; C: 30-120 cm T; D: 30-120 cm Hİ)

Konumsal ve konumsal olmayan verilerin temel bilgi teknolojileri kullanılarak grafik olarak gösterilmesi planlayıcılara büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Bu çalışmada olduğu gibi, hidrolik

iletkenliğin düşük olduğu alanlarda sulamayla birlikte drenaj problemi ortaya çıkacaktır. Hazırlanan tematik haritaların kullanılmasıyla drenaj planlamalarında zaman ve maliyet açısından tasarruf imkanı doğuracaktır.

Kaynaklar

Akbaş, F., Yıldız, H., (2004): Toprak Özelliklerinin Haritalanmasında Jeoistatiksel Tekniklerin Kullanımı, *3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Bildiriler Kitabı*, 6-9 Ekim 2004, Fatih Üniversitesi, İstanbul.

Atalay, İ., (1982). *Toprak Coğrafyası*, Ege Üniv. Sosyal Bilimler Fakültesi Yay. No: **8**, İzmir.

Barrera, B.N., Zinck, J.A., Van Ranst, E., (2006). Local soil classification and comparison of indigenous and technical soil maps in a Mesoamerican community using spatial analysis, *Geoderma*, Vol:**135**, Pp: 140-162.

Bird, T.L., Willis, T.M., Melville, M.J., (1996). Subsoil hydraulic conductivity estimates for the Lower Macquarie Valley. *Australian Journal of Soil Research*: **34(2)** 213 – 228

Brown, R.B., Huddleston, J.H., (1991). Presentation of Statistics Data on Map Units to The User, In Spatial variabilities of Soil and Landform, *Sssa Special Pub*. No: **28**, Pp 127-147.

Darcy, H., (1856). *Les fontaines publique de la Ville de Dijon*. Victor Dalmont, Paris.

DSİ, (1996). *Karamenderes Projesi Kumkale Ovası Sulaması Planlama Revize Arazi Sınıflandırma ve Planlama Drenaj Raporu*, Proje no: 401. DSİ, Ankara.

Hammer, R.D., Astroth, J.H., Henderson, G.S., Young, F.J., (1991). Geographic Information Systems for Soil Survey and Land Use Planning, In Spatial variabilities of Soil and Landform, *Sssa Special Pub*. No: **28**, Pp 243-270.

Juma, N.C., 1999.http://www.soils.rr.ualberta.ca/ Pedosphere/content/section03/page03_03.cfm

FAO, (1985). *Guidelines: land evaluation for irrigated agriculture*. FAO Soils Bulletin **55**. Rome, 231s.

Kayan, I., (2000). The Water Supply of Troia. *Studia Troica*, Verlag Philipp Von Zabern, Mainz am Rhein, pp.135-144.

Kırda, C., Sarıyev, A., (2002). *Toprak Fiziği*. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel yayın No: **245**, Ders Kitapları Yayın No: A-79, Adana. 188s.

Kraft, J.C., Kayan, İ., Erol, O., (2000). Geomorphic Reconstructions in the Environs of Ancient Troy, *Science*, Vol: 209.

Kutilek, M., Nielsen, D.R., (1994). *Soil Hydrology*. Catena Verlag, Cremlingen, Germany.

Nemes, A.,, Rawls, W.J., Pachepsky, Y.A., 2005. Influence of Organic Matter on the Estimation of Saturated Hydraulic Conductivity**.** *Soil Sci. Soc. Am. J.* **69**:1330-1337.

Özcan, H., Kavdır, Y., Ekinci, H., Yüksel, O., Yıldırım, İ., Kaptan, H., (2005). Çanakkale-Kumkale Ovası Yüzey ve Yeraltı Su Kaynakları İle Tabansuyunda Nitrat, Pestisit ve Bazı Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. *TÜBİTAK-YDABAG Proje No: 102Y031*.

Rogowski, A.S., Wolf, K.J., (1994). Incoporation Variability into Soil Map Unit Delineation, *Soil Sci. Soc. Am. J.* **58**: 163-174.

Schnachtschabel, P., Blume, P., Brümmer, G., Hartge, K.H., Schwertmann, U., (1999). *Toprak Bilimi,* Çev: Özbek, H.- Kaya,Z- Gök, M- Kaptan, H., Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yay. No:**73**, Ders Kitapları Yay. No: **A-16**, Adana.

Soil Survey Staff, (1999). *Keys to Soil Taxonomy*. Soil Survey Staff, U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. ISBN: 0936015829. Pocahontas Press, Incorporated. 600p

Smedema, L.K., Rycroft, D.W., (1988). *Land Drainage*. B T Batsford Ltd. London.ISBN 0-7134-6045-8. 366s.

Tanoğlu, A., (1964). Türkiye'de Toprak, İstanbul Üniv. *İktisat Fakültesi Mecmuası*, Cilt **XXIII**- Sayı:3-4, İstanbul.

Young, F.J., Hammer, R.D., Williams, F., (1998). Evaluating Central Tendency and Variance of Soil Properties Within Map Units. *Soil Sci, Soc. Am. J.*: **62**, 1640-1646.

Zhang, X., Younan, N.H., O'Hara, C.G., (2005). Wavelet Domain Statistical Hyperspectral Soil Texture Classification. *Ieee Transactıons On Geoscıence And Remote Sensıng,* Vol. **43**, No. 3.,615-618.