

Aynı Noktadan Alınmış, Bozulmuş Ve Bozulmamış Toprak Örneklerinde Hidrolik İletkenlik İlişkisi

Hüseyin SARI^{1*}

M. Turgut SAĞLAM

¹Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: hsari@nku.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 09.01.2018

Kabul Tarihi (Accepted): 16.04.2018

Çalışma, bozulmamış toprak örneği almadaki zorlukları göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Arazi şartlarından veya malzeme eksikliğinden dolayı özellikle derinlerden örnek alamama problemleri bulunmaktadır. Bu duruma en fazla tarifle çiftçi tarafından alınıp getirilen örneklerde rastlanmaktadır. Örnek noktaları tespit edilirken toprak haritaları kullanılarak farklı toprak grupları belirlenmiştir. Yapılan çalışmada 15 farklı nokta ve her noktada iki derinlikten olmak üzere bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Aynı noktadan alınmış olan bozulmuş ve bozulmamış örnekler hidrolik iletkenlik testlerine tabi tutulmuştur. Kıyaslama aynı noktadaki örnekler arasında yapıldığı için içerdikleri organik madde, kireç, tekstür gibi diğer fiziksel ve kimyasal koşullar aynı kabul edilmiştir. Hidrolik iletkenlik analizleri "Darcy Yasası" na göre 2, 8, 24, ve 48. saatlerde yapılmıştır. Analiz sonuçlarında bozulmamış toprak örneğindeki hidrolik iletkenlik ile bozulmuş toprak örneğindeki hidrolik iletkenlik sonuçlarında korelasyon yapılmış ve 2, 8, 24, 48. saatlerde ki korelasyonlar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Fakat analiz sonuçlarında herhangi bir modelleme yapılamamıştır.

Anahtar kelimeler: Hidrolik iletkenlik, Tekirdağ, Permeabilite, Tekstür

The Relations of Hydraulic Conductivity in the Samples of Disturbed and Undisturbed Soil Taken from the the Same Points

The study was carried out considering the difficulties in taking samples of undisturbed soil. It is difficult to take samples from deep parts of the soil due to land conditions and lack of equipment. It is mostly common with the samples which the farmers take. While determining the sample points, different soil groups were used with the help of soil maps. In this study, both disturbed and undisturbed soil samples were taken from two different depths in 15 different sample points. The disturbed and undisturbed samples taken from the same points were put to test of hydraulic conductivity. Due to the fact that the comparison was done between the samples from the same points, it is assumed that all the components like organic substance contained, lime quantity and texture were considered as being the same. Hydraulic conductivity analyses were carried out at the intervals of 2, 8, 24, 48 hours according to "the Darcy Law". The hydraulic conductivity results of the disturbed and undisturbed soils were correlated and the correlations at the end of the intervals of 2, 8, 24, 48 were found considerable by 1%. However, the analysis could not be done any modeling.

Keywords: Hydraulic conductivity, Tekirdağ, Permeability, Texture

Giriş

Hidrolik iletkenlik drenaj problemlerinde önemli bir parametredir. Toprak suyu hareketini belirttiği için, topraktan uzaklaştırılacak suyun tayininde kullanılır. Drenaj çalışmalarında fazla suyun topraktan çıkarılması için gereken drenaj sisteminin saptanmasında, bu sistemlerin boşaltma ağız kapasitelerinin, dren aralıklarının saptanmasında, kanal sızdırmalarının hesaplanmasında, tuzlu toprakların yıkama yoluyla yapılan ıslah çalışmalarında hidrolik iletkenlik değeri gereklidir (Sönmez, 1960).

Hidrolik iletkenlik ya laboratuvarında toprak örnekleri üzerinde ya da arazide yerinde yapılan denemelerle saptanabilir. Her iki durumda da toprak kitlesinde belirli akış koşulları oluşturulmakta ve daha sonra ölçülen boşalım miktarının hidrolik iletkenlik değeri ile akış koşulları ve boşalım arasındaki ilişkiyi veren eşitlikte yerine konmasıyla hidrolik iletkenlik değeri hesaplanmaktadır (Gemalmaz, 1987).

Gerçekçi tarımsal planlamalar için toprağın hidrolik özelliklerinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Herhangi bir amenajman uygulamasının toprak özelliklerinde veya üründe meydana getireceği

değişimi tahmin etmek için modeller geliştirmek çok kullanılan bir yoldur (Minasny, 2007). Pedotransfer eşitlikler (PTFs), kolay ölçülen toprak özelliklerinden tahmin yolu ile zahmetli, zaman alıcı, birçoğu kullanışsız, kimi zaman da pahalı yöntemlerle ölçülen toprak özelliklerini tahminle bulabilen araçlardır. (McBratney ve ark. 2006).

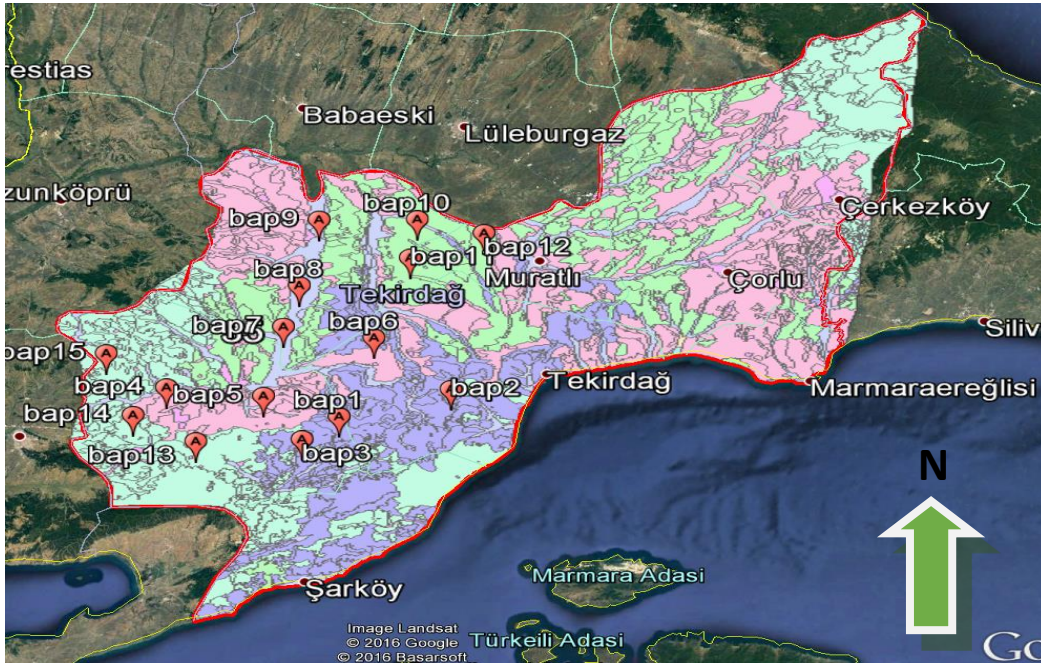
Çiftçiler laboratuvarlardan temin ettikleri bozulmamış toprak örneği alma silindiri ile örnek alırken genelde örnekleri sıkıştırmak suretiyle veya yapısını bozarak örneği koruyamamaktadırlar. Çiftçilerin dışında çeşitli araştırmalar için araziden alınan fakat taşıma esnasında veya çeşitli sebeplerle yapısı bozulan bozulmamış toprak örnekleri için tekrar araziye dönüp bu örnekleri yeniden almak gerekmektedir. Bu araştırma, özellikle analiz için yanlış alınan, yada çeşitli sebeplerle yapısı bozulan bozulmamış toprak örneklerinden bozulmuş toprak örneği hazırlayarak, bozulmuş toprak örneğinde hidrolik iletkenlik değerinin ölçülmesi ve çıkarılabilecek matematik modelleme ile bozulmamış toprak örneğindeki hidrolik iletkenlik değerini bulabilmek için yapılmıştır. Burada alınan toprak orijinal arazinin toprağı olduğu için, tekstür, organik madde, kireç vs. gibi etkenler aynı olacağından dolayı farklı bir modelleme çıkarılabileceği düşünülmektedir.

Materyal ve Yöntem

Tekirdağ, Türkiye'nin Kuzeybatısında, Marmara Denizinin kuzeyinde tamamı Trakya topraklarında yer alan üç ilden biri, ayrıca Türkiye'de iki denize kıyısı olan altı ilden biridir. Tekirdağ 41° 34' 52" - 40° 52' 53" - 41° 35' 28" - 40° 32' 23" kuzey enlemleri ile 28° 09' 14" - 26° 42' 42" - 28° 08' 34" - 26° 54' 24" doğu boylamları arasındadır. 6.313 km² yüzölçümüne sahip ilin denizden yüksekliği 0-200 m arasındadır. İl doğudan İstanbul'un Silivri ve

Çatalca, kuzeyden Kırklareli'nin Vize, Lüleburgaz, Babaeski ve Pehlivanköy, güneyden Marmara Denizi ve Çanakkale'nin Gelibolu ilçesiyle ile çevrilidir. Kuzeydoğuda Karadeniz'e 1,5 km kıyısı vardır. Ergene Havzasının güney kesimindeki en büyük kent olan Tekirdağ, Güney Ergene yöresinden ve kuzeyden gelen yolların Marmara denizine ulaştıkları yerde, geniş bir körfezin kıyısına kurulmuştur. İl merkezi kısmen vadi yamaçlarında, kısmen yalıyalar üzerinde birbirini izleyen üç basamak üzerine yayılır. Yükselti vilayet konağının bulunduğu ilk basamakta (40°58'45.60" K, 27°30'54.22" D) 12 m, çarşının bulunduğu basamakta 25 m. ve kuzeyde Tuğlacılar Lisesinin bulunduğu basamakta (40°58'54.56" K, 27°30'48.20" D) 45 m dir (Anonim, 2013).

Araştırma alanı olarak Tekirdağ il sınırları belirlenmiş olup, bu ilin toprak haritasına göre farklı toprak tipleri seçilmeye çalışılmıştır. Toprak Grubu haritası olarak sayısallaştırılmış Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünce yapılmış toprak haritası kullanılmıştır (Anonim, 1985). Toprak örneklerinin alındığı noktalarının arazi kullanımı, jeolojik yapı ve toprak gruplarına göre dağılımı Çizelge 1 'de verilmiştir. Hidrolik iletkenlik ölçümleri, 15 noktadan ve 2 farklı derinlikten alınan 30 adet bozulmuş, 30 adet bozulmamış, toplam 60 toprak örneğinde yapılmıştır. Belirlenen topraklarda 0-30, 30-60, cm'den örnekler alınmıştır. Örnek noktalarından hidrolik iletkenlik ölçümü için bozulmamış toprak örneği, diğer analizler için ise bozulmuş toprak örneği alınarak laboratuara getirilmiştir. Laboratuara getirilen bozulmuş toprak örnekleri kurutulup 2 mm lik elekten elendikten sonra ilgili analizler yapılmıştır. Bozulmamış örnekler ise hidrolik iletkenlik analizine tabi tutulmuştur. Örnek noktalarının yerleri ve sınıflama sınırları Tekirdağ ili Google Earth 2013 görüntüsü üzerinde gösterilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Google Earth 2013 Uydu fotoğrafı üzerinde Tekirdağ ili Toprak grubu haritası

Figure 1. Soil group Map of Tekirdağ on Google Earth 2013 Satellite photo.

Çizelge 1. Toprak örneklerinin alındığı noktaların toprak gruplarına göre dağılımı

Table 1. Distribution of the spots from which soil samples were taken according to soil groups.

ÖRNEK NO	BÜYÜK TOPRAK GRUBU
1-2-3	Kahverengi Orman Toprakları
4-5-6	Kireçsiz Kahverengi Topraklar
7-8-9	Aluviyal Topraklar
10-11-12	Vertisoller
13-14-15	Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları

Harita üzerinde belirlenen noktalar GPS'e kaydedildikten sonra belirlenen noktalara gidilip örnekler alınmıştır. Bozulmamış örnek almak için 5 cm çapında ve 5 cm yüksekliğinde olan 100 cm³ 'lük silindireler kullanılmıştır. Bozulmamış toprak örneği 3 tekrerrür alınarak analizler tekrarlı yapılmıştır. Bozulmuş toprak örnekleri ise yarı kovalı burgu kullanılarak alınmıştır.

Araştırma alanından alınan toprak örnekleri, laboratuvarında kurutulduktan sonra, öğütülmüş ve 2 mm.'lik elekten elenerek analize hazır hale getirilmiş ve aşağıdaki analizler yapılmıştır.

Toprakta nem miktarı; örnekler 105 °C sabit sıcaklıkta kurutma fırınında bekletilerek bulunmuştur.

Kireç; kalsimetre metodu ile volumetrik olarak belirlenmiştir (Sağlam, 2008).

Tane büyüklüğü dağılımı (Tekstür); Bouyoucos hidrometre metoduna göre saptanmıştır (Bouyoucos, 1953). Tekstür sınıflarının isimlendirilmelerinde tekstür üçgeninden faydalanılmıştır (Anonymous, 1993).

Organik madde (%); Smith-Weldon Metodu ile Organik C yöntemi ile (Sağlam 2008) belirlenmiştir.

İstatistikler; araştırmada elde edilen veriler kullanılarak yapılan çalışmada, korelasyonda hidrolik iletkenlik ana faktör olarak ele alınmıştır. Ayrıca veriler SPSS 16 bilgisayar paket programı kullanılarak korelasyon analizi yapılmıştır, (Düzgüneş ve ark., 1987).

Bozulmamış toprak örneğinde hidrolik iletkenlik: Tüzüner (1990)'de verilen yöntemle göre belirlenmiştir.

Bozulmuş toprak örneğinin hidrolik iletkenlik testi için hazırlanması: Richards (1954)'de verilen yöntemle göre yapılmıştır.

Sabit su seviyeli permeabilite cihazı; Bir hidrolik yük altında belirli kalınlıktaki bir toprak sütununun gözeneklerinden birim zamanda hacim olarak geçen suyun ölçülmesi metodun temel prensiplerini oluşturur (Tüzüner, 1990).

Laboratuvarda her örneğin bir ucu dairesel bir tülbent parçası ile kapatılmıştır. Tülbent lastik bir bant ile silindirik gövdesine gergin bir şekilde

bağlanmıştır. Örnek bir leğen içerisine yerleştirilerek ve üst seviye hizasına kadar su ile doldurulmuştur. 16 saat veya daha uzun süre bekletilerek su ile doyması sağlanmıştır (Demiralay, 1993).

Darcy yasasına göre yapılan hesaplamalarda sonuçlar hidrolik iletkenlik (cm/saat) olarak hesaplanmıştır (Tüzüner 1990).

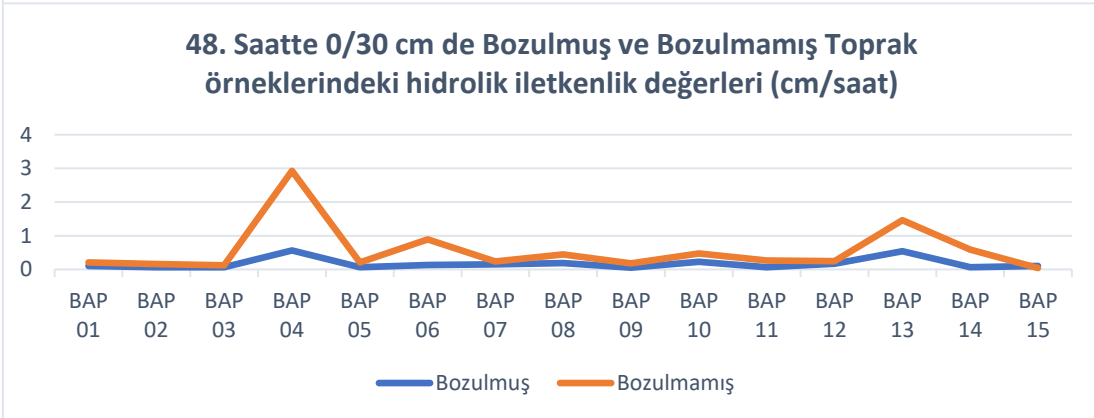
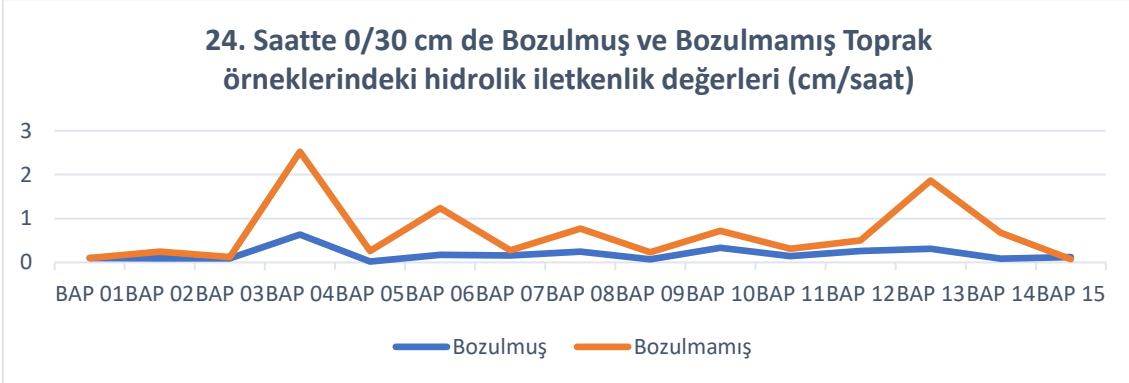
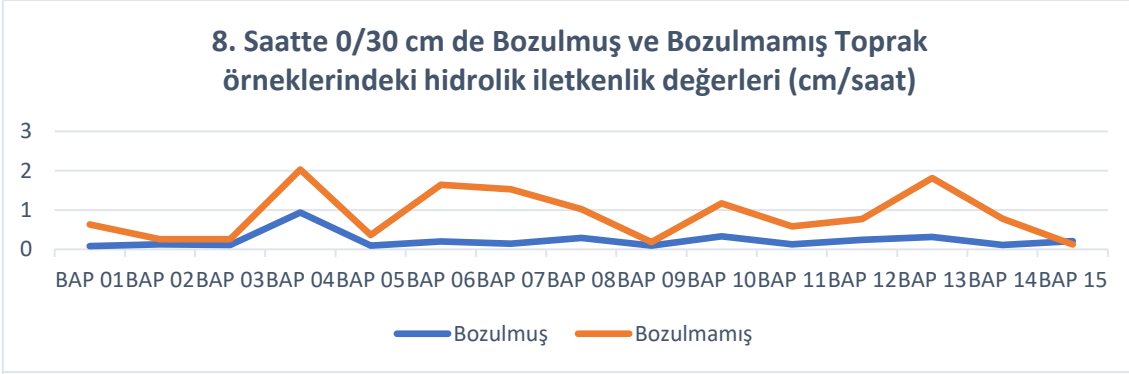
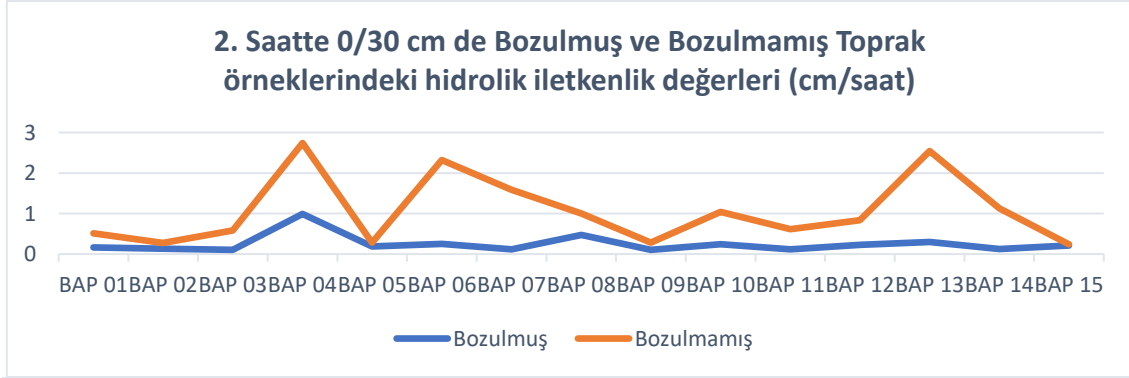
Bulgular ve Tartışma

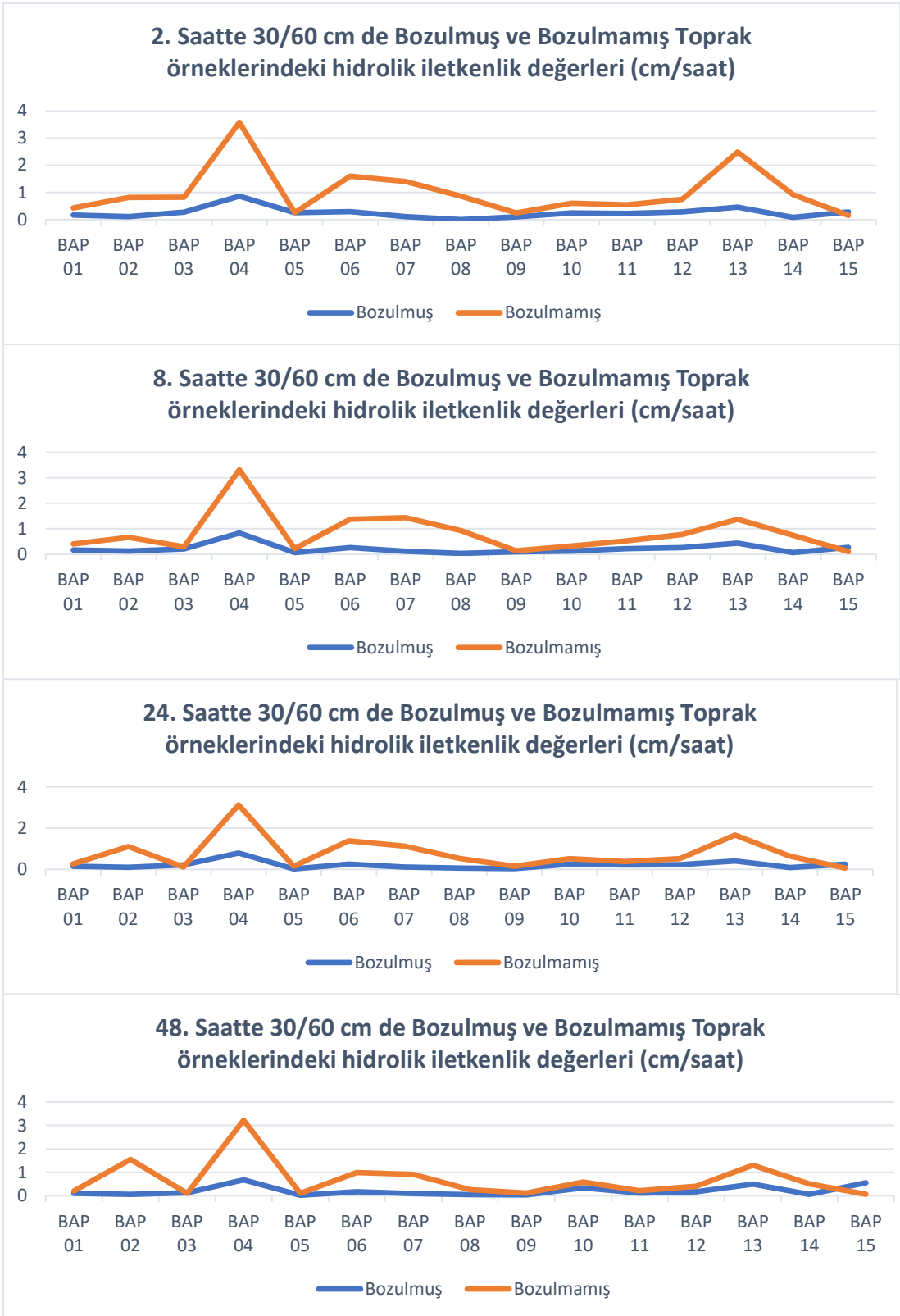
Çalışma alanından alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri gerekli işlemlerden geçirildikten sonra analiz yapılmış ve sonuçları Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Çalışma alanından alınan örneklerin hidrolik iletkenlik analiz sonuçları

Table 2. The results of hydraulic conductivity analyses of the samples taken from the study area.

		HİKROLİK İLETKENLİK (CM/SAAT)							
		BOZULMUŞ TOPRAK ÖRNEĞİ				BOZULMAMIŞ TOPRAK ÖRNEĞİ			
		2. saat	8. saat	24. saat	48. saat	2. saat	8. saat	24. saat	48. saat
BAP 01	0/30	0,17	0,08	0,10	0,10	0,51	0,64	0,10	0,21
BAP 01	30/60	0,17	0,17	0,15	0,10	0,43	0,41	0,26	0,21
BAP 02	0/30	0,14	0,13	0,09	0,06	0,27	0,26	0,25	0,16
BAP 02	30/60	0,12	0,13	0,10	0,06	0,81	0,66	1,10	1,54
BAP 03	0/30	0,10	0,12	0,09	0,06	0,58	0,26	0,13	0,13
BAP 03	30/60	0,27	0,21	0,21	0,13	0,82	0,29	0,12	0,10
BAP 04	0/30	0,99	0,94	0,64	0,56	2,74	2,03	2,52	2,93
BAP 04	30/60	0,87	0,83	0,79	0,68	3,58	3,31	3,13	3,22
BAP 05	0/30	0,19	0,09	0,02	0,06	0,28	0,37	0,26	0,21
BAP 05	30/60	0,26	0,06	0,02	0,02	0,26	0,22	0,15	0,10
BAP 06	0/30	0,25	0,20	0,18	0,14	2,32	1,65	1,24	0,90
BAP 06	30/60	0,29	0,26	0,25	0,17	1,60	1,38	1,39	0,99
BAP 07	0/30	0,12	0,15	0,16	0,15	1,58	1,53	0,28	0,24
BAP 07	30/60	0,12	0,12	0,12	0,09	1,41	1,44	1,14	0,91
BAP 08	0/30	0,47	0,29	0,25	0,19	1,00	1,02	0,77	0,45
BAP 08	30/60	0,00	0,03	0,06	0,04	0,87	0,93	0,53	0,26
BAP 09	0/30	0,10	0,09	0,07	0,05	0,28	0,19	0,23	0,18
BAP 09	30/60	0,10	0,09	0,04	0,03	0,25	0,14	0,15	0,12
BAP 10	0/30	0,24	0,33	0,33	0,23	1,04	1,17	0,72	0,47
BAP 10	30/60	0,25	0,13	0,25	0,33	0,60	0,32	0,52	0,58
BAP 11	0/30	0,12	0,13	0,15	0,06	0,62	0,58	0,31	0,26
BAP 11	30/60	0,23	0,22	0,22	0,12	0,54	0,53	0,39	0,22
BAP 12	0/30	0,23	0,24	0,26	0,17	0,83	0,77	0,50	0,25
BAP 12	30/60	0,28	0,26	0,23	0,17	0,75	0,77	0,52	0,41
BAP 13	0/30	0,30	0,31	0,31	0,54	2,54	1,81	1,87	1,46
BAP 13	30/60	0,46	0,44	0,41	0,50	2,49	1,38	1,67	1,30
BAP 14	0/30	0,13	0,12	0,08	0,06	1,13	0,78	0,68	0,58
BAP 14	30/60	0,08	0,06	0,08	0,06	0,93	0,74	0,64	0,51
BAP 15	0/30	0,21	0,21	0,13	0,10	0,24	0,13	0,07	0,04
BAP 15	30/60	0,28	0,27	0,25	0,55	0,16	0,10	0,06	0,06





Şekil 2. Bozulmuş ve Bozulmamış toprak örneklerinde yapılan hidrolik iletkenlik analiz sonuçlarının grafiksel gösterimi.

Figure 2. Graphical representation of the results of hydraulic conductivity analyses of the disturbed and undisturbed soil samples.

Çizelge 3. Toprak örneklerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.

Table 3. The results of some physical and chemical analyses of the soil samples.

Örnek Adı	Derinlik	Tekstür			Tekstür Sınıfı	% Organik Madde	% Kireç
		% Kil	% Silt	% Kum			
BAP 01	0/30	70	26	4	C	1,8	0,96
BAP 01	30/60	69	28	3	C	1,58	1,72
BAP 02	0/30	48	41	11	SiC	0,91	6,21
BAP 02	30/60	49	39	12	SiC	0,84	6,4
BAP 03	0/30	55	34	11	C	1,37	0,86
BAP 03	30/60	58	32	10	C	1,58	0,67
BAP 04	0/30	20	12	68	SCL	4,32	0,86
BAP 04	30/60	18	10	72	SL	0,99	1,34
BAP 05	0/30	50	42	9	SiC	3,89	1,24
BAP 05	30/60	51	43	7	SiC	1,68	0,57
BAP 06	0/30	42	21	37	C	0,05	0,76
BAP 06	30/60	47	27	26	C	1,37	1,43
BAP 07	0/30	44	38	17	C	1,86	3,53
BAP 07	30/60	43	37	21	C	1,69	3,63
BAP 08	0/30	41	31	28	C	1,81	0,76
BAP 08	30/60	42	29	29	C	1,48	0,86
BAP 09	0/30	70	26	4	C	1,82	1,91
BAP 09	30/60	72	26	2	C	1,47	2,1
BAP 10	0/30	52	28	20	C	1,45	0,76
BAP 10	30/60	49	31	20	C	1,22	0,67
BAP 11	0/30	54	27	19	C	1,34	2,87
BAP 11	30/60	57	27	16	C	1,31	3,92
BAP 12	0/30	43	34	23	C	2,86	1,05
BAP 12	30/60	48	33	19	C	1,46	1,05
BAP 13	0/30	33	5	62	SCL	2,33	0,38
BAP 13	30/60	15	16	69	SL	0,33	0,19
BAP 14	0/30	33	38	29	CL	3,2	6,21
BAP 14	30/60	45	35	21	C	2,01	5,35
BAP 15	0/30	66	27	7	C	1,81	2,29
BAP 15	30/60	65	26	9	C	1,57	1,43

Çizelge 4. Hidrolik iletkenlik analiz sonuçları arasındaki korelasyonlar.

Table 4. The correlation between the hydraulic conductivity analysis results.

	Parametreler	Korelasyon
1	Bozulmuş 0/30 2. Saat – Bozulmamış 0/30 2. saat	0,627*
2	Bozulmuş 0/30 8. Saat – Bozulmamış 0/30 8. saat	0,661**
3	Bozulmuş 0/30 24. Saat – Bozulmamış 0/30 24. saat	0,852**
4	Bozulmuş 0/30 48. Saat – Bozulmamış 0/30 48. saat	0,878**
5	Bozulmuş 30/60 2. Saat – Bozulmamış 30/60 2. saat	0,778**
6	Bozulmuş 30/60 8. Saat – Bozulmamış 30/60 8. saat	0,798**
7	Bozulmuş 30/60 24. Saat – Bozulmamış 30/60 24. saat	0,811**
8	Bozulmuş 30/60 48. Saat – Bozulmamış 30/60 48. saat	0,585*

Araştırma özellikle hidrolik iletkenlik analizlerinde örneklerin başkası tarafından alınırken sıkıştırılması veya doğru alınsa bile laboratuvara getirilirken taşıma esnasında meydana gelebilecek bozulmalar sonucu ortaya çıkan yanlış analiz sonuçlarını bir nebze olsun gidermek için yapılmıştır. Günümüzde özellikle damla sulama sistemlerine verilen destekler için hidrolik iletkenlik testleri istenmektedir. Çiftçilerimiz bunları getirirken birçoğunda örneklerin düzgün alınmadığı ve özellikle sıkışma olduğu gözlemlenmiştir. Yakupoğlu ve ark (2013), Gülser ve Candemir (2008), Pachepsky ve ark. (1996), Cemek ve ark. (2004) Zacharias ve Wessolek, (2007), Khodaverdiloo ve ark. (2011) Toprak hidrolik iletkenliğini belirlemede çeşitli metotlar üzerine çalışma yapmışlardır. Sonucun daha doğru tespiti için (tekstür, organik madde, porozite vs gibi analizler) bu analizlerin daha fazla olması daha iyi sonuçlar vermektedir. Sarı (2017), Delibaş (1994) yaptıkları çalışmalarda bu faktörlerin önem durumlarını açıklamışlardır. Fakat bu çalışmada, getirilen toprağın hidrolik iletkenliği üzerine modelleme çalışıldığından diğer faktörler gözardı edilmiştir. Nedeni zaten topraktaki bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin aynı olmasından dolayıdır. Yapılan matematiksel işlemler sonucunda sabit bir modelleme bulunamamıştır. Bu modellemenin bulunamamasının nedeni porozite ve strüktür yapılarından olduğu düşünülmektedir. Her ne kadar tekstür, kireç, pH, organik madde, gibi faktörler aynı olsada en önemli faktörlerden olan porozite ve strüktür yapıları bozulduğundan bozulmuş ve bozulmamış topraklarda yapılan hidrolik iletkenlik analizleri arasında stabil bir değişim olmamıştır.

Sonuç

Yapılan bu çalışmada özellikle bozulmamış toprak örnekleri hatalı olduğu zaman aynı toprakta

kurutma ve öğütme işlemleri yapılarak bozulmuş toprak örneklerinde hidrolik iletkenlik bulunup matematik modelleme yapılarak sadece tek analizle doğru sonucun elde edilip edilemeyeceği araştırılmıştır. Bunun için araziden çeşitli noktalardan (Şekil 1,2) getirilen hem bozulmuş hem de bozulmamış toprak örnekleri alınmış ve hidrolik iletkenlik testleri yapılmıştır. Sonuçlar çizelge 2' de verilmiş ve Şekil 2'de bu değerler grafik halinde gösterilmiştir. Grafiklerden de görüleceği üzere bozulmamış toprak örnekleri ile bozulmuş toprak örneklerinde çıkan hidrolik iletkenlik sonuçları herhangi bir oran (katsayı) içermemekle birlikte, minimum ve maksimum değerlerde farklılıklar göstermektedir. Çizelge 3'te topraklara ait organik madde ve kireç analiz değerleri verilmiş olup genelde tekstür sınıfları kil tekstür sınıfına girmektedir. Bunun yanı sıra hidrolik iletkenlik değerleri arasında korelasyonlar yapılmış (Çizelge 4) ve sonuçlarda önem düzeyi "önemli" olarak bulunmuştur. Önem değeri yüksek çıkmasına rağmen matematik modellemeler yapılmaya çalışılmış fakat bozulmamış topraktaki hidrolik iletkenlik sonuçları ile bozulmuş topraktaki hidrolik iletkenlik sonuçları arasında matematiksel olarak bir bağıntı oluşturulamamıştır. Bozulmamış toprak örneklerinde yapılan hidrolik iletkenlik ölçümleri, tarlada veya bozulmamış toprak örneklerinde yapılan ölçümle eşit değildir. Hidrolik iletkenlik analizlerinde en doğru sonucu bulmak için analizin ya arazi yöntemleri ile yada bozulmamış toprak örneklerinde yapılması gerekmektedir.

Katkı Yapan

"Bu çalışma Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: NKUBAP.00.24.AR.13.24

Kaynaklar

- Anonim, 1985. Sayısal Toprak Haritası. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Ankara
- Anonim, 2013. Tekirdağ Belediyesi (<http://www.tekirdag.bel.tr/default.asp?hedef=sayfalar&syf=tek&kay=4>). Erişim Tarihi 31.07.2013.
- Anonim, 1993. Soil Survey Laboratory Methods and Procedures For Collecting Soil Samples. Soil Survey Investigation Report No:1 USDA. Washington DC., USA.
- Bouyoucos, G. J. 1953. An improved type of soil hydrometer. Soil Sci
- Cemek, B. Meral, R. Apan, M. ve Merdun, H. 2004. Pedotransfer functions for the estimation of the field capacity and permanent wilting point. Pakistan Journal of Biological Sciences, 7(4): 535-541.
- Delibaş, L. 1994. Sulama. Trakya Üniv. Ziraat Fak.Yayın No:213.
- Demiralay İ. 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:143.
- Düzgüneş, O. Kesici, T. Kavuncu, O. Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metodları II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No.1021, 295s.
- Gemalmaz, E. 1987. Arazide Ölçülmüş Hidrolik İletkenlik Değerlerinin Varyansı ile Örneklenen Toprak Hacmi Arasındaki İlişki Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü, Erzurum.
- Gülser, C. ve Candemir, F. 2008. Prediction of saturated hydraulic conductivity using some moisture constants and soil physical properties. BALWOIS, 27-31 May, Macedonia.
- Khodaverdiloo, H. Homaei, M. van Genuchten, M. Th. ve Dashtaki, S.G. 2011. Deriving and validating pedotransfer functions for calcareous soils. Journal of Hydrology, 399: 93-99.
- McBratney, A. B. Minasny, B. ve Rössel, R.V. 2006. Spectral soil analysis and inference systems: A powerful combination for solving the soil data crisis. Geoderma, 136: 272- 278.
- Minasny, B. 2007. Predicting soil properties. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan,7(1): 54-67.
- Pachepsky, Y.A. Timlin, D. ve Varallyay, G. 1996. Artificial neural networks to estimate soil water retention from easily measurable data. Soil Sci. Soc. Am. J., 60: 727-733.
- Richards, L. A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. United States Department of Agriculture, Agriculture Handbook No.60
- Sağlam, M. T. 2008. Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 189. Yardımcı Ders Kitabı No: 5.
- Sarı, H. 2017. The Effect of Some Soil Characteristics on The Hydraulic Conductivity of Soil in Tekirdağ Province. Alinteri Dergisi, Cilt:32 Sayı:2-95-103
- Sönmez, N. 1960. Hidrolik kondaktivite ve burğu deliği (auger hole) metodu ile taban suyu seviyesi altında hidrolik kondaktivitenin ölçülmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları : 164. Yardımcı Ders Kitabı : 57.
- Tüzüner, A. 1990. Toprak ve Su Analizleri Laboratuvarları El Kitabı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Yakupoğlu, T. Şişman, A. Ö. Karagöktaş, M. Demir, Ö. F. 2013. Toprakların Doygun Koşullardaki Hidrolik İletkenlik Değerlerinin Pedotransfer Eşitlikleri İle Tahminlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Isparta 8 (1):84-92.
- Zacharias, S. ve Wessolek, G. 2007. Excluding organic matter content from pedotransfer predictors of soil water retention. Soil Sci. Soc. Am. J. 71: 43-50.