

**FARKLI ARAZİ KULLANIM KOŞULLARINDA
HİDROLİK VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Semih ÇAL

**Yüksek Lisans Tezi
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Toprak Bilimi Bilim Dalı
Doç. Dr. Kenan BARİK
2019
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI ARAZİ KULLANIM KOŞULLARINDA HİDROLİK VE
TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Semih ÇAL

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
Toprak Bilimi Bilim Dalı**

**ERZURUM
2019**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü
TEZ ONAY FORMU



FARKLI ARAZİ KULLANIM KOŞULLARINDA HİDROLİK VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Kenan BARİK'in danışmanlığında Semih ÇAL tarafından hazırlanan bu çalışma, 12/09/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Toprak Bilimi Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof.Dr. Mustafa Y. CANBOLAT

İmza :

Üye: Doç.Dr.Kenan BARİK

İmza :

Üye: Doç.Dr. Uğur ŞİMŞEK

İmza

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun 19.09/2019 tarih ve ..37.../..56..... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI ARAZİ KULLANIM KOŞULLARINDA HİDROLİK VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Semih ÇAL

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı
Toprak Bilimi Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Kenan BARİK

Bu araştırma, Balıkesir ilinin Bigadiç ilçesinde yapılan farklı arazi kullanım koşullarında toprakların fiziksel özellikleri ile birlikte hidrolik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla üç farklı şekilde kullanılan (kuru, sulu tarım ve mera) alanlarının her birinden 3 örnek olmak üzere toplam 9 noktadan örnek alınmıştır. Toprak örneklerinde tekstür, pH, kireç, organik madde, elektriki iletkenlik, hidrolik iletkenlik, agregat stabilitesi, kütle yoğunluğu, tane yoğunluğu ve porozite analizleri yapılmıştır. İnfiltrasyon ölçümleri ise arazide her bir örnekleme noktasında yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre arazi kullanım durumunun toprak özelliklerini önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. İşlemeli tarımın yapıldığı kuru ve sulu alanlarında pH değerinin asidik koşullarda belirlenmesi ve bu alanlarda kireç içeriğinin çok düşük bulunması yöre topraklarında kireçleme yapılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte kuru ve sulu şartlarda tarımsal faaliyetlerde kullanılan alanların hidrolik iletkenlikleri arasında fark bulunamazken mera alanları ile işlenen alanlar arasında önemli farklar belirlenmiştir. Toprakların infiltrasyon ölçümleri ile arazi kullanım durumu arasında farklılıklar tespit edilmiştir. İnfiltrasyon ile organik madde, agregat stabilitesi ve hidrolik iletkenlik arasında çok önemli pozitif ilişkiler, kütle yoğunluğu ile ise önemli negatif ilişkiler belirlenmiştir. Toprakların en düşük sızma oranına merada rastlanırken en yüksek sızma oranı sulu tarım yapılan alanda belirlenmiştir. Bu nedenle, yöre topraklarının organik madde içeriğinin artırılması sürdürülebilir toprak yönetimi açısından önemli katkılar sağlayacaktır.

2019, 51 sayfa

Anahtar Kelimeler: Agregat stabilitesi, Hidrolik iletkenlik, İnfiltrasyon, Organik madde

ABSTRACT

Master Thesis

EVALUATING HYDRAULIC AND SOIL PROPERTIES IN DIFFERENT LAND USE CONDITIONS

Semih ÇAL

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition
Department of Soil Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Kenan BARİK

This study was carried out to determine physical and hydraulic properties of soils under different land use conditions in Bigadiç district of Balıkesir province. For this purpose, 9 samples in total (3 samples from each of three different areas; dry farming, irrigated land and pastureland) were collected. Soil texture, pH, lime, organic matter, electrical conductivity, hydraulic conductivity, aggregate stability, bulk density, particle density and porosity were measured. Infusion measurements were made at each sampling point in the field. According to the findings, it was observed that the land use status had a significant effect on soil properties. Acidic conditions in dry and irrigated areas and very low lime content in these areas indicated the necessity of lime applications. However, while there was no difference between the hydraulic conductivity of the fields used for agricultural activities in dry and irrigated conditions, significant differences were determined between the pasture areas and the treated areas. Differences were determined between infiltration measurements of soils and land use status. Positive correlations between infiltration and organic matter, aggregate stability and hydraulic conductivity were obtained as well as negative correlation between bulk density and organic matter content. The lowest infiltration rate was obtained for pastureland soil and the highest infiltration rate for the irrigated land soil. Therefore, increasing the organic matter content of the local soils will make significant contributions to sustainable soil management.

2019, 51 pages

Keywords: Aggregate stability, Hydraulic conductivity, Infiltration, Organic matter

TEŞEKKÜR

Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda sürdürdüğüm yüksek lisans eğitimim süresince göstermiş oldukları destek ve katkılarından dolayı tüm Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı öğretim üyelerine teşekkür ederim.

Tez çalışmamın planlanıp yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmamın her aşamasında destek ve özveriyle beni yönlendiren, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım danışman hocam Sayın Doç. Dr. Kenan BARİK'e teşekkürlerimi sunarım.

Bölümde laboratuvar araştırmalarım süresince yardımlarını eksik etmeyen Laborant Sayın Cihan VURAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarımda bana yardımcı olan değerli arkadaşım Sayın Muhammet Selçuk ŞAHİN'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tüm eğitim yaşamım süresince bana gösterdikleri sevgi, anlayış ve her türlü ekonomik destekleri sayesinde beni bugünlere getiren aileme, şükranlarımı ve sevgilerimi sunarım.

Semih ÇAL

Eylül, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Araştırma alanının tanımı.....	16
3.1.2. İklim özellikleri	17
3.1.3. Balıkesir ili ve Bigadiç ilçesinin arazi varlığı	19
3.1.4. Tarımsal yapı ve üretim.....	19
3.2. Yöntem	20
3.2.1. Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması.....	20
3.2.2. Toprak tekstürü.....	21
3.2.3. Toprak reaksiyonu	21
3.2.4. Elektriki iletkenlik	21
3.2.5. CaCO ₃ içeriği	22
3.2.6. Organik madde	22
3.2.7. Agregat stabilitesi.....	22
3.2.8. Hidrolik iletkenlik	22
3.2.9. Kütle yoğunluğu	23
3.2.10. Tane yoğunluğu	23
3.2.11. Porozite.....	23
3.2.12. İnfiltrasyon hızının belirlenmesi	23
3.2.12.a. Tansiyon infiltrometresi	24

3.2.12.b. Tansiyon infiltrometresi kullanılmasının kısıtlamaları ve hataları.....	25
3.2.13. İstatistiksel analiz	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	27
4.1. Toprak Örneklerinin Tekstürel Dağılımı.....	28
4.2. Toprak Örneklerinin Organik Madde İçeriği	29
4.3. Toprak Örneklerinin Kütle Yoğunluğu, Tane Yoğunluğu ve Porozite Değerleri	31
4.4. Toprak Örneklerinin pH ve Elektriki İletkenlik İçeriği.....	33
4.5. Toprak Örneklerinin Kireç İçeriği.....	34
4.6. Toprakların Farklı Kullanım Şekli ile Agregat Stabilitesi Arasındaki İlişki.....	35
4.7. Toprakların Farklı Arazi Kullanım Durumu İle Hidrolik İletkenlik Değerleri Arasındaki İlişki.....	37
4.8. Toprakların Farklı Arazi Kullanım Durumu İle İnfiltrasyon, Eklemeli İnfiltrasyon ve Sızma Oranı Arasındaki İlişki	38
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	44
KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ	52

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AS	Agregat Stabilitesi
CaCO ₃	Kireç
EC	Elektriki İletkenlik
FKT	Fırın Kurusu Toprak
KY	Kütle Yoğunluğu
OM	Organik Madde
pH	Toprak Reaksiyonu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Araştırma alanının konumu	16
Şekil 3.2. Balıkesir ili aylık ortalama sıcaklık ve yağış verileri	17
Şekil 3.3. Toprak örneklerinin alındığı yerler.....	21
Şekil 3.4. Örnekleme alanlarında infiltrasyon ölçümü	24
Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan tansiyon infiltrometresinin gösterimi.....	24
Şekil 4.1. Toprakların arazi kullanım durumuna göre tekstürel bileşimleri	28
Şekil 4.2. Toprak örneklerinin tekstür sınıflarına göre dağılımı.....	29
Şekil 4.3. Toprak örneklerinin organik madde içerikleri.....	30
Şekil 4.4. Toprak örneklerinin kütle yoğunluğu, tane yoğunluğu ve porozite değerleri.....	31
Şekil 4.5. Toprak örneklerinin pH ve elektriki iletkenlik içerikleri.....	34
Şekil 4.6. Toprak örneklerinin kireç içerikleri.....	35
Şekil 4.7. Toprakların farklı kullanım şekli ile agregat stabilitesi arasındaki ilişki	35
Şekil 4.8. Toprakların farklı arazi kullanım durumu ile hidrolik iletkenlik değerleri arasındaki ilişki	38
Şekil 4.9. Farklı arazi kullanım durumuna göre toprakların infiltrasyon eğrileri.....	40
Şekil 4.10. Toprakların kullanım şekline göre eklemeli infiltrasyon grafikleri.....	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Balıkesir ili meteorolojik veriler (1938-2018).....	18
Çizelge 3.2. Balıkesir ili arazi varlığı	19
Çizelge 3.3. Balıkesir ili tarım arazisi dağılımı	19
Çizelge 3.4. Bigadiç ilçesinin arazi varlığı ve kullanım durumu.....	20
Çizelge 3.5. İl geneli ve Bigadiç ilçesinde üretilen ürünlerinin dağılımı	20
Çizelge 4.1. Toprak örneklerinden elde edilen analiz bulguları	27
Çizelge 4.2. Alınan toprak örnekleri ile arazi kullanım durumu arasındaki değişimler .	27
Çizelge 4.3. Toprak örneklerinde ölçülen infiltrasyon hızları	38
Çizelge 4.4. Toprak örneklerinde ölçülen eklemeli infiltrasyon değerleri	41
Çizelge 4.5. Toprak örneklerinde belirlenen sızma oranları.....	42

1. GİRİŞ

Günümüzde küresel ısınma nedeni ile iklim değışiklikleri sonucu meydana gelen bölgesel kuraklıklar giderek önemli hale gelmektedir. Kuraklık ve iklim değışiklikleri su kaynaklarının daha etkin kullanılması gerektiğini gündeme taşımaktadır. Sulama suyunun etkin kullanılması bu bağlamda alınması gereken tedbirlerin başında gelmektedir. Bu ise toprakların hidrolik özelliklerinin bilinmesi ile mümkündür.

Su kısıtı özellikle kurak ve yarı-kurak bölgelerde tarımsal üretimi önemli ölçüde sınırlandırmaktadır. Toprağın su depolama rezervi, tarımsal üretimi etkileyen en önemli faktördür. Tekstür ve infiltrasyon hızı toprağa giren suyun ne kadarının bitkilere faydalı tansiyon aralığında depolanacağını belirleyen en önemli iki özelliktir. Yağış veya sulama sularının toprakla buluştuğu anda yüzey akışla erozyona neden olacak miktarı ve toprak gözenek karakteristiğine bağlı olarak toprağa sızacak miktarını infiltrasyon kapasitesi belirler. Bundan dolayı infiltrasyon hızı, toprağın erozyona uğrama eğilimini ve su erozyonunu kontrol etmeye yönelik faaliyetlerde son derece önemlidir. Ayrıca tarımsal sulama planlamalarında yağmurlama sistemlerinin debilerini, damla sulama sistemlerinde mesafeleri ve salma sulama sistemlerinde ise karık ve tava uzunluklarının planlamasında toprağın infiltrasyon kapasitesini bilmek son derece önemlidir (Doğan 2005).

Suyun, toprak yüzeyinden girmesine infiltrasyon, birim zamanda toprağa giren su kalınlığına ise su alma hızı (infiltrasyon hızı) olarak tanımlanmaktadır (Güngör vd 2002).

Toprak işleme ile kaymak tabakası kırıldığında, toprağın infiltrasyonu artar, oluşabilecek erozyon azaltılır ve yapılacak tarımsal üretim için toprakta daha fazla su depolanması sağlanır. Toprağın infiltrasyon hızını artırmada en etkili toprak işleme sistemleri, toprak yüzeyinde fazla anız bırakan veya toprak yüzeyini pürüzlü veya kabuk bağlamaya karşı dayanıklı bırakan sistemlerdir (Erşahin 2001).

Toprakların hidrolik iletkenliklerinin bilinmesi, o toprağın tekstürü ve strüktürü, agregat stabilitesi, porozite, gözenek büyüklük dağılımı, kil tipi ve sıkışmanın boyutu gibi sahip olduğu özellikleri hakkında fikir sahibi olmamıza ve yorum yapılmasına imkân sağlamaktadır (Öztekin vd 2007).

Hidrolik iletkenlik, tane büyüklüğü dağılımı, tane şekli, etkili gözeneklilik ve agregatlaşma ile ilişkilidir (Rosas *et al.* 2014). Bu nedenle hidrolik iletkenlik, bütün toprak özellikleri arasında en büyük değişkenliğe sahip bir özelliktir. Aynı zamanda hidrolik iletkenlik, gözenekli ortamın ve sıvının özelliklerine de (örneğin yoğunluk ve viskozite gibi) bağlıdır (Schwartz and Zhang 2003; Ishaku *et al.* 2011).

Hidrolik iletkenlik, toprağın suyu geçirme kabiliyetinin bir ölçüsüdür. Kaba bünyeye sahip toprakların hidrolik iletkenlik değerleri ince bünyeli topraklara göre daha yüksektir. Dolayısı ile toprak tekstürü hidrolik iletkenliği etkileyen en önemli toprak özelliklerinden birisidir. Kaba bünyeli topraklarda düşük poroziteye rağmen iri gözeneklerin varlığı ve düşük adhezyon kuvvetleri su hareketini artırmaktadır. İnce bünyeli topraklarda ise yüksek poroziteye rağmen yüksek adhezyon ve kohezyon kuvvetleri ve küçük gözenek geometrisi nedeniyle hidrolik iletkenlik düşüktür. Toprağın strüktürel özellikleri ile sahip olduğu stabilite özellikleride hidrolik iletkenliğin belirlenmesinde önemli bir faktör olarak yer alır.

Bu çalışma farklı arazi kullanım koşulları (kuru, sulu tarım alanları ve mera alanları) altında toprakların sahip olduğu hidrolik özellikleri belirlemek ve toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin hidrolik özellikler üzerine etkilerini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bouma *et al.* (1975), işlenmiş ve işlenmemiş pedon çiftlerine ait horizonların morfolojisini ve hidrolik özelliklerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda işlenen toprakların doygun hidrolik iletkenliğini, işlenmeyen toprağa göre daha düşük bulmuşlardır. İşlenen toprakların belirli bir tansiyondaki hidrolik iletkenliklerini, işlenmeyen toprağa göre daha yüksek bulmuşlardır. Bu durumun, toprak işlemenin neden olduğu toprakların mezo gözeneklerindeki ve mikro gözeneklerindeki artıştan ileri geldiğini açıklamışlardır.

Ehlers and Van der Ploeg (1977), yaptıkları çalışmada podzolik toprakta farklı toprak işleme koşullarında toprakların hidrolik özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada yüksek su içeriğinin toprağın makro gözeneklerini tahrip ederek toprağın hidrolik iletkenliğini düşürdüğünü belirtmişlerdir. İşlenen topraktaki hidrolik iletkenliği, toprak işlemenin neden olduğu sıkışma nedeniyle, işlenmeyen toprağa göre daha düşük bulmuşlardır.

Blevins *et al.* (1984), Almanya 'da silt bünyeli topraklarda yaptıkları anıza ekim yöntemi ile klasik yöntemin, hidrolik iletkenlik üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda araştırmacılar, doygun olmayan toprak koşullarındaki hidrolik iletkenliği anıza ekim yönteminde daha yüksek bulmuşlardır.

Puckett *et al.* (1985), toprakların mineralojik, fiziksel ve hidrolik özelliklerini belirlemek yerine; bu özellikler arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak ve toprağın hidrolik özelliklerinin tahmininde güvenilir modelleri belirlemek için bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada, kütle yoğunluğu, yüzey alanı ve tane büyüklük dağılımı, mineralojik özellikler, toprak nem tansiyon eğrileri ve doygun hidrolik iletkenlik gibi özellikleri ve bu özellikler arasındaki ilişkileri regresyon analizleriyle değerlendirmişlerdir. Doygun hidrolik iletkenlik ile kil ve ince kum içerikleri arasından yüksek oranda önemli ilişkili bulmuşlardır.

Watson and Luxmoore (1986), yaptıkları çalışmada gerilim infiltrometresini kullanarak makro gözenekliliği tespit etmişlerdir. İnfiltrasyon ölçümleri sonucunda infiltrasyon hızının düşmesini, doymuş koşullardaki makro gözeneklere bağlamışlardır.

Topalhan (1992), yaptıkları bir çalışmada doymuş su iletkenliğini laboratuvarında ve arazide ölçerek karşılaştırmıştır. Arazide ölçtüğü değerlerin laboratuvarında ölçtüğü değerlerden daha büyük olduğunu, kil ve derinlik içeriğinin artması sonucunda doymuş su iletkenliğinin azaldığını tespit etmiştir.

Ankeny (1995), sıfır toprak işleme ve geleneksel toprak işleme sistemlerinde ekimden sonra tekerleğin infiltrasyon hızına etkisini belirlemeye çalışmıştır. Araştırma sonucunda infiltrasyon hızını tekerlek trafiğinin etkilediğini görmüştür. Tansiyon infiltrometresi ile infiltrasyon ölçümlerini yapmış ve tekerleğin, toprakların doymuş ve doymamış infiltrasyon hızlarını önemli derecede azalttığını belirtmiştir. Geleneksel işleme yapılan siltli killi tın bünyeli toprağın infiltrasyon hızının %95'den %55'e düştüğünü gözlemiştir.

Bahtiyar (1996), yaptığı çalışmada toprakların hidrolik iletkenlik değerlerini karşılaştırmıştır. Araştırma sonucunda toprakların hidrolik iletkenliklerinin kum>tın>kil sırasını izlediklerini belirtmiştir. Toprakların hidrolik iletkenliklerinin makro gözeneklerin oransal miktarı ile ilişkili olduğunu açıklamıştır. Hidrolik iletkenliği etkileyen başlıca toprak özellikleri olarak, strüktür, tekstür, kil minerallerinin tipi, organik madde miktarı ile toprak çözeltisindeki elektrolitlerin cinsi ve konsantrasyonu olduğunu belirtmiştir.

Angulo-Jaramillo *et al.* (1997), yaptıkları çalışmada Akdeniz bölgesinde kum bünyeli ve taşlı kum bünyeli topraklarda, tansiyon infiltrometresini kullanarak gözenek çapları, sorptivite ve hidrolik iletkenliğin doymamış karakteristiklerini tahmin etmeye çalışmışlardır. Mısır tarımı yapılan her iki toprağa farklı toprak işleme ve sulama sistemlerini uygulamışlar, çalışmalarında infiltrasyon ölçümleri için iki farklı periyot seçmişlerdir. Mısırın yetişme dönemi boyunca kum bünyeli toprakların hidrolik

özelliklerinde önemli bir azalma olduğunu ve taşlı kum bünyeli toprakların hidrolik özelliklerinde ise önemli bir azalmanın olmadığını tespit etmişlerdir.

Gomez *et al.* (1999), İspanya’da zeytin bahçesinde killi tın bünyeli topraklar üzerinde farklı toprak işleme koşullarında toprakların fiziksel özelliklerinin değişimini belirlemek üzere 1996 ve 1997 yıllarında bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırma sonucunda, 10-20 cm üst toprak katmanında farklı yıllarda hacim ağırlığı değerinin 1.14-1.48g/cm³ arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca yaptıkları çalışmada düşük ölçülen infiltrasyon hızının sıkışma nedeni ile oluşabileceğini tespit etmişlerdir.

Boadu (2000), yaptığı çalışmada toprakların doymuş hidrolik iletkenliğini tane büyüklüğü dağılımından tespit etmek için regresyon modellerini geliştirmiştir. Hidrolik iletkenliği tespit etmek için geliştirdiği modellerde tane büyüklüğü dağılımına ek olarak, toprağın porozitesinin, kütle yoğunluğunun ve ince fraksiyon içeriğinin yanında tane büyüklük dağılımlarının fraktal boyutunu kullanmıştır. Geliştirdiği modelleri tespit etmek için, mevcut modellerin sonuçlarını ve laboratuvar koşullarında ölçülen hidrolik iletkenlik değerlerini karşılaştırmıştır. Yaptığı çalışma sonucunda, yeni geliştirilen modellerin, tane büyüklük dağılımına ait verilerini kullanarak hidrolik iletkenliği tespit etmede mevcut modellere göre üstünlüklere sahip olduğunu, ayrıca toprakların hidrolik iletkenlik değerlerinin bulunmasında, laboratuvar ölçümlerine alternatif olarak önerilebileceğini ifade etmiştir.

Stolte *et al.* (2003), Çin’in Loess Platosu’nda doymuş hidrolik iletkenlik (K_s) üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Hidrolik iletkenlik ölçümlerini bitki ve toprak farklılıklarını dikkate alarak 100 x 100 m boyutlarında 12 örnekleme alanında seçilen noktalarda yapmışlardır. Çalışma sonucunda doymuş hidrolik iletkenliğin toprak tipine ve arazi kullanım durumuna bağlı olduğunu, bu değerlerin toprağın tekstürü ve strüktürü tarafından belirlendiğini açıklamışlardır.

Waduawate *et al.* (2004), Kanada Satkatchevan 'da eğimli yüzeylerde toprak hidrolik özelliklerini belirlemek için tansiyon ve çift silindir infiltrometrelerinin kullanımları konusunda bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar eğimli topraklarda tansiyon ve çift silindir infiltrometrelerini kullanmışlar ve sabit-durum infiltrasyon oranı, doymamış hidrolik iletkenlik, doymuş hidrolik iletkenlik, makro-mezo gözeneklilik ve makroskopik kapılar uzunluk değişkenliklerini karşılaştırmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda değişkenlerin düz ve eğimli yüzeylerde $P<0,05$ önemli derecede farklı olmadığını belirtmişlerdir. Çalışmalarında ayrıca %20'den fazla olan eğimlerde toprak hidrolik özelliklerinin belirlenmesinde tansiyon ve çift halkalı infiltrometrelerin kullanılabilceğini açıklamışlardır.

Liu *et al.* (2004), Kil bünyeli topraklarda yetiştirilen çeltik bitkisinin, hasat sonrasında toprak yüzeyinde güneş ışınları ve drenajdan dolayı oluşan çatlakların infiltrasyon üzerine etkisinin azaltılması üzerine bir çalışma yapmışlardır. İnfiltrasyon miktarını ölçmek için basit bir toprak çatlama modeli oluşturmuşlardır. Oluşturdukları modelde, toprağın hidrolik iletkenliğini, fiziksel özelliklerini ve sulama suyu gereksinimi gibi tarla ve laboratuvar verilerini kullanmışlardır. Araştırma sonucunda, çatlaklar yaygın biçimde gelişmiş ve pulluk derinliğine geçmiş ise infiltrasyonun önemli ölçüde arttığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar çalışmalarında, toprağın farklı derinliklerinde meydana gelen infiltrasyonun, daha yüzlek derinliklerde meydana gelen infiltrasyondan önemli derecede yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Osunbitan *et al.* (2005), yaptıkları çalışmada kumlu tın bünyeli bir toprağın hidrolik özellikleri ve hacim ağırlığı üzerine farklı toprak işleme sistemlerinin etkilerini araştırmışlardır. Araştırmalarında uyguladıkları farklı toprak işleme sistemleri; sıfır toprak işleme, pullukla toprak işleme ve pulluk-tırmıkla toprak işlemedir. Araştırmalarında uyguladıkları farklı toprak işleme sistemleri için doymuş hidrolik iletkenliği, toprak hacim ağırlığını ve su tutma özelliklerini belirlemişlerdir. Bütün toprak işleme sistemlerinin hacim ağırlıklarına etkilerinin önemli olduğunu, yüksek hacim ağırlığının ($1,28\text{g/cm}^3$) sıfır toprak işlemede ve en düşük hacim ağırlığının ise ($1,09\text{ g/cm}^3$) pulluk-tırmık uygulamasında olduğunu açıklamışlardır. Toprak işlemeden

sekiz hafta sonra toprağın doygun hidrolik iletkenliğinin toprak işleme yoğunluğundaki artış ile azaldığını, en yüksek doygun hidrolik iletkenliğin sıfır toprak işlemede ve en düşük hidrolik iletkenliğin ise pulluk-tırmık toprak işleme uygulamasında olduğunu belirtmişlerdir.

Agyare *et al.* (2005), Doygun hidrolik iletkenliği tahmin etmek ve toprak fiziksel özelliklerinin konumsal değişimlerini belirlemek için Ghana'da bir çalışma yapmışlardır. Yaptıkları çalışmalarda; 0,64 km² ve 6 km²'lik iki alanda 40 m x 40 m ve 100 m x 200 m boyutlarında grid parametrelerinde 0-15 ve 30-45 cm'den toprak örneklerini almışlardır. Çalışmaları sonucunda doygun hidrolik iletkenliğin yüksek derecede konumsal değişkenlik gösterdiğini, hacim ağırlığı ve kum, silt, kil içeriği ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Walker *et al.* (2006), yaptıkları çalışmada gerilim infiltrometresinde disk ile toprak teması arasındaki basınç miktarını belirlemeye çalışmışlardır. İki farklı tekstür üzerinde yaptıkları çalışmada 0-10, 10-20 ve 60 mm basınçta infiltrasyon ölçümlerini hesaplamışlardır. Bu hesaplamalar sonucunda araştırmacılar, akışın fazla olduğu gözenekli topraklarda hidrolik özelliklerin belirlenmesinde gerilim infiltrometrelerinin kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Li and Shao (2006), yaptıkları çalışmada Çin'de 150 yıldır kronolojik olarak çalıştıkları yarı kurak tarım alanlarında 0-20 cm toprak derinliğindeki organik madde miktarına bağlı olarak toprakların hacim ağırlığının, su tutma kapasitesinin, agregat stabilitesinin ve hidrolik iletkenliğinin arttığını, 20-40 cm toprak derinliğinde ise yüzey topraklarına oranla azaldığını açıklamışlardır.

Öztekin and Erşahin (2006), farklı toprak işleme koşullarında topraklarda doygun hidrolik iletkenliğin (Ks) konumsal değişimini araştırmışlardır. Araştırmaları sonucunda işlenen alanlardaki doygun hidrolik iletkenlik değerlerinin işlenmeyen alanlardan 2,5 kat daha fazla değişkenlik gösterdiğini tespit etmişlerdir. İşlenen alanlardaki doygun hidrolik iletkenliğin çok büyük çıkmasının nedenini tarla trafiği sonucunda toprağın

sıkışmasına bağılı olduğunu belirtmişlerdir.

Gülser *et al.* (2007), yaptıkları çalışmalarda path analizini uygulayarak toprak özelliklerinin doymun hidrolik iletkenlik değerleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar incelemeleri sonucunda toprağın fiziksel özelliklerden olan hacim ağırlığının doymun hidrolik iletkenlik üzerine en fazla etkiyi gösterdiğini vurgulamışlardır.

Odong (2008), tane büyüklüğü dağılımını kullanarak kaba bünyeli topraklarda hidrolik iletkenlik değerlerinin belirlenmesi için kullanılan yedi farklı ampirik formülün güvenilirliğini ve uygulanabilirliği araştırmıştır. Araştırmacı araştırdığı yedi ampirik formülde, farklı toprak örneklerinin hidrolik iletkenlik değerlerini güvenilir bir şekilde tespit etmiştir. Kaba bünyeli topraklarda ve diğer topraklarda Kozeny-Carman formülünün uygulanabileceğini belirtmiştir. Araştırmacı uygulama alanları içerisinde ampirik formüllerin kullanılmasını titizlikle önermiştir.

Ben-Hur *et al.* (2009), yaptıkları çalışmada farklı tuzlu ve sodik toprak koşullarında kil içeriğine sahip toprakların hidrolik iletkenlikleri üzerine agregat büyüklüğünün ve toprak tekstürünün etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar büyük agregatlara sahip kil bünyeli topraklarda hızlı ıslatma sonucu oluşan hidrolik iletkenlik değerlerinin, yavaş ıslatma sonucunda oluşan hidrolik iletkenlik değerlerinden büyük ölçüde düşük olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar küçük agregatlara sahip killi topraklarda ıslatmanın hidrolik iletkenlik değeri üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını açıklamışlardır.

Demiray (2010), birbirine komşu işlenmiş ve işlenmemiş toprak hidrolik özelliklerinden infiltrasyon hızı (IR), doymun hidrolik iletkenlik (Ks), sorptivite (S) ve makropor kapillar uzunluğunun (λ_c) dönemsel değişimlerini analiz etmek ve karşılaştırmak amacıyla yapmıştır. İşlenmiş ve işlenmemiş bu alanlarda 40 m² genişliğindeki parsellerde belirlenen 10 noktada toprak hidrolik özelliklerini IR, Ks, c, tarla kapasitesini ve solma noktası su içerikleri ile hacim ağırlığını (BD) ve agregat

stabilitesini (AS) periyodik olarak ölçmüştür. IR, Ks ve c değişkenlerini ölçmek için tansiyon infiltrometresini, tarla kapasitesi ve solma noktası su içeriklerini ölçmek için ise basınç plakaları sistemini kullanmıştır. Organik madde içeriğini, kum, kil, silt, kireç içeriğini ve katyon değişim kapasitesini çalışmanın başlangıcında temel toprak analiz yöntemleriyle belirlemiştir. Verileri tanımlayıcı istatistiklerle değerlendirmiş ve toprak hidrolik değişkenlerindeki farklılıkları ANOVA testi ve sonrasında LSD tekniğiyle karşılaştırmıştır. Birinci dönemde; Ks, IR, S ve AS işlenmiş alanda işlenmeyen alandan %5 önem düzeyinde farklı bulmuştur. İşlenmiş alanda Ks, S ve λ_c deki dönemsel farklılıklar önemsizken; BD ve AS 1. dönemde 2. dönemden farklı çıktığını ayrıca işlenmemiş alanda AS 1. ve 3. dönemde 2. 4. ve 5. dönemlerinden önemli şekilde farklı iken; Ks, S, λ_c 2. dönemde 1, 3, 4, 5 dönemlerinden farklı olduğunu gözlemlemiştir. Çalışma sonucunda, toprak kullanım şeklinin toprak hidrolik özelliklerine zamansal etkisinin önemli olduğunu vurgulamıştır.

Ertaş (2010), yaptığı çalışmada toprak hidrolik özellikleri ve toprak suyu yüzey gerilimi arasındaki ilişkileri incelemiştir. Çalışma sonucunda yüzey aktif maddelerin, küçük konsantrasyonlarda bile toprak suyu sorptivitesini etkileyebildiğini göstermiştir. Ölçümlerinde, tansiyon infiltrometresinin en ufak bir hava akımından dahi etkilendiği gözlemlemiş olup, bu düzenekle yapılacak ölçümlerde bu hususun dikkate alınması gerektiğini önermiştir.

Ishaku *et al.* (2011), yaptıkları çalışmada toprakların hidrolik iletkenlik ile tane büyüklüğü arasındaki ilişkileri ampirik formüllerle tahmin etmeye çalışmışlardır. Araştırmacılar elde ettikleri sonuçlara göre, en iyi hidrolik iletkenlik tahmininin Terzaghi denkleminde, bunu sırasıyla Kozeny-Carman, Hazen, Breyer ve Slitcher denklemlerinin izlediğini ifade etmişlerdir.

Musavi-jahro and Shiravand (2012), çalışmalarında 4 üniform kum örneğinin hidrolik iletkenlik değerlerinin belirlenmesinde ampirik formüllerin uygulanabilirliğini test etmişlerdir. Araştırmacılar, ampirik eşitliklerden elde edilen değerleri, sabit seviyeli permeametre yöntemi ile yapılan laboratuvar ölçümlerinden elde edilen sonuçlarla

karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda araştırmacılar USBR (United State Bureau of Reclamation) ve Slitcher'in diğer eşitliklerden daha doğru değerler verdiğini açıkça belirtmişlerdir.

Salarashayeri and Siosemarde (2012), tane büyüklük dağılımı ve doygun hidrolik iletkenlik arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmalarında 25 tane kum bünyeli toprak örneğini kullanmışlardır. Çalışmaları sonucunda geliştirdikleri multipli linear regresyon analizinde etkili tane çapı (D10) değerinin hidrolik iletkenlik açısından önemli bir rol oynadığını ve hidrolik iletkenliklerin ölçülmesinde etkili parametre olarak kullanılabileceğini önermişlerdir.

Yakupoğlu *et al.* (2013), yaptıkları çalışmalarda nem sabitelerini ve temel toprak fiziksel özelliklerini kullanarak oluşturdukları pedotransfer eşitliklerle, topraklarda doygun hidrolik iletkenlik değerlerini tahmin etmeye çalışmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarını toprak örneklerini aldıkları Kahramanmaraş-Narlı Ovası üzerinde yürütmüşlerdir. Çalışmalarında rutin toprak özelliklerini, nem sabitelerini ve doygun hidrolik iletkenlikleri ölçmüşlerdir. Araştırmacılar verileri istatistiksel olarak değerlendirmiş ve çoklu lineer regresyon yöntemini kullanılarak doygun hidrolik iletkenliği tahmin etmede kullanılacak pedotransfer fonksiyonları oluşturmuşlardır. Bu araştırma sonucunda doygun hidrolik iletkenlik değerlerinin Kahramanmaraş-Narlı Ovası'nda tahmin edilmesinde geliştirilen pedotransfer modellerin kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Karahan (2014), yaptığı çalışmada doygun hidrolik iletkenliği tahmin etmek için toprak parametrik özellikleri ile birlikte toprak morfolojik özelliklerinin de değerlendirilmesini amaçlamıştır. Çalışmasında, Çankırı ili Kızılırmak ilçesinde çeltik yetiştirilen alanlar ve bu alanlara bitişik meralardan alınan bozulmamış toprak örneklerini kullanmıştır. Bozulmamış toprak örneklerini çalışma alanında rastgele seçilen 60 noktadan, traktörün üç-nokta askı sistemine bağlanan özel bir örnekleme düzeneğine monte edilen plastik toprak örnekleyicileri (15 cm uzunluğunda ve 8 cm çapında) ile üst toprak (0-15 cm) ve alt topraktan (15-30 cm) olmak üzere iki farklı derinlikten (120 adet) almıştır. Toprak

parametrik özelliklerinin analizleri için aynı örnek noktalarından bozulmuş toprak örneklerini almıştır. Doymun hidrolik iletkenliği, toprak kolonlarında sabit yük seviyeli hidrolik iletkenlik seti kullanarak ölçmüştür. Kolonlardan su akışı durduğunda, hacim ağırlığı örneklerini almış ve penetrasyon direncini ölçmüştür. Çalışmasında laboratuvarda ölçülen doymun hidrolik iletkenlik (K_s) değerlerinin aritmetik ortalamasının $0,83 \text{ cm sa}^{-1}$, maksimum 2.71 ve minimum $0.0036 \text{ cm sa}^{-1}$ arasında değişmekte olduğunu belirtmiştir. Ölçülen K_s değerleri ile toprak morfolojik ve parametrik özellikleri arasındaki ilişkiyi çoklu doğrusal regresyon kullanarak değerlendirmiştir. Toprak yapışkanlık, yapı sınıfı, gözenek büyüklüğü, plastiklik ve gözenek miktarı özellikleri ile K_s arasında önemli ilişki bulunduğunu vurgulamıştır.

Rosas *et al.* (2014), çalışmalarında 431 adet toprak örneği üzerinde gözenekliliği, hidrolik iletkenliği ve tane büyüklük dağılımını ölçmüşlerdir. Çalışmalarında tane büyüklük dağılımı verilerinden faydalanarak hidrolik iletkenliği tespit etmek için 20 farklı ampirik denklemi bulunan sonuçlarla karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda, tahmin edilen değerlerini ölçülen değerlerden büyük ölçüde farklı değerler gösterdiğini belirtmişlerdir.

Gülser and Candemir (2014), yaptıkları çalışmada toprakların bazı fiziksel özelliklerini ve nem içeriklerini kullanarak toprakların doymun hidrolik iletkenlik değerlerini pedotransfer metoduyla tahmin etmeye çalışmışlardır. Araştırmalarında 30 farklı toprak örneğini kullanarak geleneksel yöntemle toprakların hidrolik iletkenliklerini belirlemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda toprakların hidrolik iletkenlik değerlerine birinci olarak daimi solma noktasının, ikinci olarak hacim ağırlığının, üçüncü olarak kum ve silt içeriğinin, dördüncü olarak ise tarla kapasitesinin etki ettiğini vurgulamışlardır. Çalışma sonucunda toprakların hidrolik değerleri ile kullanılan parametreler arasında önemli pozitif ($r=0,955^{**}$) bir ilişki bulduklarını belirtmişlerdir.

Pachepsky *et al.* (2015), çalışmalarında toprağın hidrolik özelliklerini ve su içeriğinin mekânsal değişkenliğinin tahmin edilmesini ele almışlardır. Önemli olaylarının çözümünde ve araştırılmasında pedotransfer fonksiyonlarının geliştirilmesinin önemini

açıklayan çalışmalarında iklim değışikliği ile ilgili hidrolojik hava durumu olaylarının tahminlerine ve ekosistem ile ilgili konulara dikkat çekilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Pachepsky and Park (2015), çalışmalarında doğun hidrolik iletkenliği tahmin etmek için bir pedotransfer geliştirmeyi ve değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Yaptıkları çalışmada, farklı kaynaklardan toplanan 25811 veri üzerinde çalışmışlardır. Her tekstür sınıftan, homojen gruplar oluşturarak, örnekleri düşük ve yüksek kütle yoğunluklarına göre değerlendirmişlerdir. Yüksek kütle yoğunluğunda yer alan toprakların doğun hidrolik iletkenlik değerleri, düşük kütle yoğunluğundaki topraklarda çok daha geniş bir doğun hidrolik iletkenlik değerlerini ortaya koymuşlardır. Kütle yoğunluğu ve bünyeden doğun hidrolik iletkenliği tahmin etmede, büyük ölçekli projelerde bir avantaj olabileceğini açıklamışlardır.

Villanueva *et al.* (2015), üç farklı toprak işleme koşullarında (minimum toprak işleme, geleneksel toprak işleme ve işlemez) vertisol topraklarda, infiltrasyon ve toprağın sıkışması üzerine etkilerini belirlemek üzere çift silindirli infiltrometre kullanarak çalışma yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada, topraktaki trafik nedeni ile basınç arttıkça 30 cm derinlikte sıkışmanın arttığını, infiltrasyon hızının en yüksek minimum toprak işlemeyle elde edildiğini, işlemez toprakta da benzer sonuçlara ulaşıldığını belirtmişlerdir.

Patil and Singh (2016), çalışmalarında toprak hidrolik özelliklerini son yirmi yılda tahmin etmek için pedotransfer fonksiyonlarının gelişimini incelemişlerdir. Çalışmalarında geleneksel olarak, pedotransfer fonksiyonlarını kalibre etmek için regresyon algoritmaları kullanmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında, pedotransfer fonksiyonların geliştirilmesindeki temel prensibin, pahalı olduğunu ve kaynak tüketen toprak özelliklerinin doğrudan ölçülmesinden kaçınılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Karahan and Erşahin (2016), çalışmalarında toprakların doğun hidrolik iletkenlik değerlerini belirlemek üzere toprak etüt raporlarında yer alan ölçülebilir toprak

morfolojik özelliklerinin potansiyelini incelemişlerdir. Çalışmalarında 0-15 cm ve 15-30 cm toprak katmanlarından 60 tane örnek (15 cm uzunluk ve 8,0 cm iç çap) almışlardır. Toprak örnekleri üzerinde doymuş hidrolik iletkenliği ölçülmüşler ayrıca, toprak bünyesini, pH'sını, agregat stabilitesini, organik maddeyi, kütle yoğunluğunu, solma noktasını, tarla kapasitesini, kation değişim kapasitesini, özgül yüzey alanını ve kalsiyum karbonat içeriğini belirlemişlerdir. Çalışmalarında toprakların doymuş hidrolik iletkenliği belirlemede toprak tekstürünün, gözenek büyüklüğünün ve miktarının önemli olduğunu açıklamışlardır.

Zhao *et al.* (2016), yaptıkları çalışmalarda hidrolik iletkenliğin mekânsal varyasyonları ortaya koymak, hidrolik iletkenliğin mekânsal dağılımına etki eden başlıca faktörleri belirlemek, hidrolik iletkenliği tahmin etmek ve kararlı bir pedotransfer fonksiyonu geliştirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmalarında, bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerini kullanmışlar, hidrolik iletkenliği ve ilişkili toprak özelliklerini ölçmüşlerdir. Yaptıkları korelasyon analizinde, doymuş toprak su içeriğinin, kütle yoğunluğunun, kil ve silt içeriğinin hidrolik iletkenlik ile yakından ilişkili olduğunu vurgulamışlardır.

Ren *et al.* (2016), yaptığı çalışmada hidrolik iletkenliğin tahmin edilmesinde kil bünyeli topraklar için Kozeny-Carman denkleminin olumsuzluğunu göstermek ve farklı tekstüre sahip topraklar için hassas bir denklem önerebilmek ve ince tekstürlü toprakların hidrolik iletkenliğini tahmin etmek üzere yeni bir model geliştirmeyi amaçlamıştır. Çalışmada sunulan modelin, hidrolik iletkenliği tahmin etmede kaba ve ince tekstürlü topraklar için yeterliliğe sahip olduğunu belirtmiştir.

Elhakeema *et al.* (2018), yoğun tarım yapılan alanlarda toprakların doymuş hidrolik iletkenlik değerlerinin tahmininde iklim faktörlerinin ve toprak özelliklerinin etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu amaçla yürüttükleri çalışmalarda, coğrafi bilgi sistemi (GIS) ve pedotransfer fonksiyon modelleri ile entegre su havzası modellerini kullanmışlardır. Araştırmalarında, hidrolik iletkenliği dört farklı yöntemle belirlemişlerdir. Yürüttükleri çalışma sonucunda araştırmacılar, hidrolik iletkenliği temel toprak özelliklerinin belirlediğini ve hidrolik iletkenliğin yağmur damlası ve

toprak işlemeye bağılı olarak toprak yüzeyindeki bozulma derecesini yansıtmadığını vurgulamışlardır.

Sarı ve Sağlam (2018), çalışmalarında aynı noktadan alınmış bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinde hidrolik iletkenlik ilişkisini incelemişlerdir. Çalışmalarında 15 farklı nokta ve her noktada iki derinlikten olmak üzere bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerini almışlardır. Aynı noktadan aldıkları bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinin hidrolik iletkenlik testlerine tabi tutmuşlardır. Kıyaslamayı aynı noktadaki örnekler arasında yaptıkları için içerdikleri organik madde, kireç, tekstür gibi diğer fiziksel ve kimyasal koşulları aynı kabul etmişlerdir. Hidrolik iletkenlik analizlerini “Darcy Yasası”na göre 2, 8, 24, ve 48. saatlerde yapmışlardır. Analiz sonuçlarında bozulmamış toprak örneğindeki hidrolik iletkenlik ile bozulmuş toprak örneğindeki hidrolik iletkenlik sonuçlarında korelasyon yapmışlar ve analiz sonucunda 2, 8, 24, 48. saatlerde ki korelasyonların %1 düzeyinde önemli bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Bahçeci (2019), yaptığı araştırmada farklı test zamanlarının ve akış debilerinin Vertisol toprakların infiltrasyon karakteristikleri üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmasında çatlakların oluşmasına bağılı olarak, farklı zamanlarda ve farklı debiler kullanılarak yapılan infiltrasyon testleri ile, infiltrasyon karakteristiklerinin değişimini incelemiştir. Bu amaçla ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde ve çatlakların kapatıldığı ve açık bırakıldığı koşullarda, farklı debiler kullanarak infiltrasyon testleri yapmıştır. Araştırma sonucunda en düşük temel su alma hızının sonbaharda 2.81 cm sa^{-1} olduğunu ve bu değer in yazın çatlakların alçı ile kapatılmadığı toprakta 7.3 cm sa^{-1} olduğunu belirtmiştir. Harran Ovası vertisol topraklarının ortalama temel su alma hızlarının $4.5-5.0 \text{ cm sa}^{-1}$ dolayında olduğunu açıklamıştır. Çalışma sonucunda en uygun infiltrasyon test döneminin topraktaki kullanıma hazır nemin tüketildiği (RAW) nem düzeyinde, toprak neminin en azından solma noktasının (PWP) %20-40 üstünde olduğu dönemde olması gerektiğini vurgulamıştır. Ayrıca çalışmasında, Harran ovası vertisol topraklarının sulama planlamalarında kullanılmak üzere yapılacak infiltrasyon testleri için en uygun dönemin ilkbahar olduğunu söylemiştir.

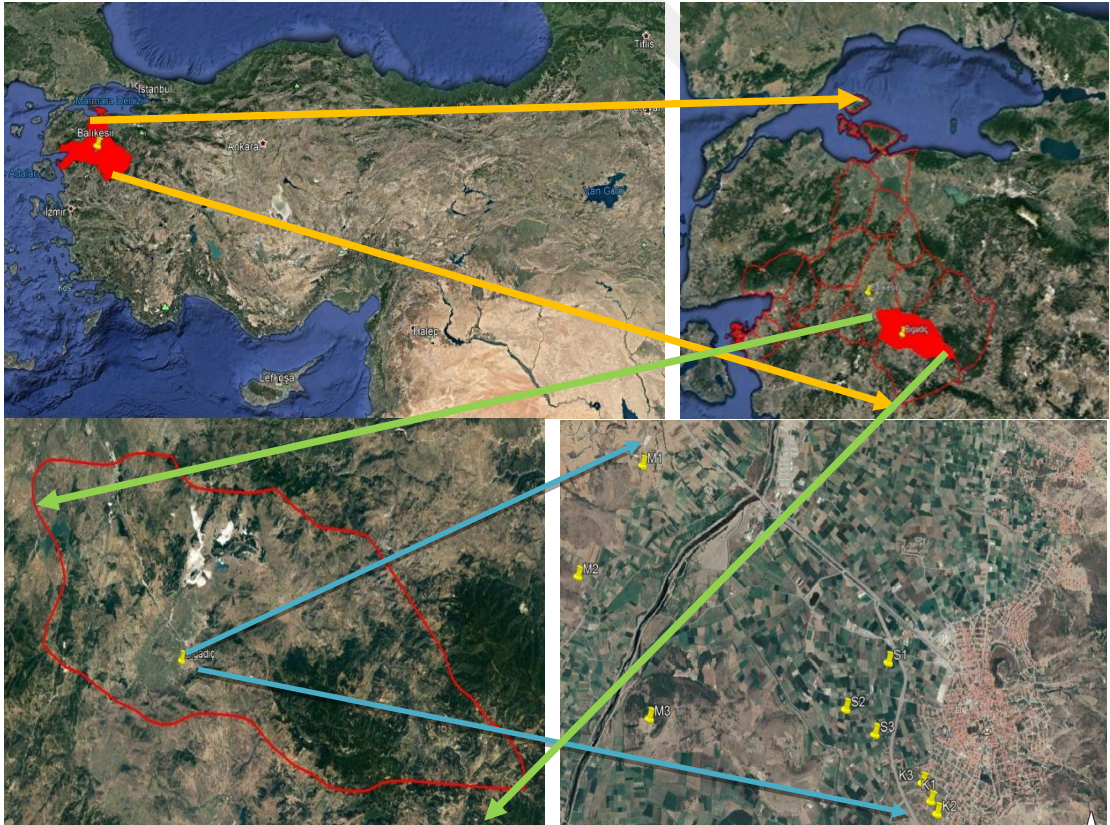
Turan (2019), yaptığı araştırmada toprağın hidrolik özelliklerinin tayin ederek, doygun hidrolik iletkenliğin dolaylı olarak belirlenmesini ve sonuçların literatür de mevcut pedotransfer modellerle karşılaştırmasını amaçlamıştır. Toprak rnekleri üzerinde belirlenen fiziksel ve mekaniksel nem parametrelerinden tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası ile likit ve plastik limit parametrelerinin toprak özellikleri ile yapılan ilişki çalışmasında çoklu lineer regresyon katsayılarının yüksek değerler verdiği belirlenmiştir. Üç ayrı fraksiyon üzerinden tayin edilen kütle yoğunluğu, porozite ve doygun hidrolik iletkenlik değerleri ile toprak pedolojik özellikleri arasında nem parametrelerinde olduğu gibi çoklu lineer regresyon katsayılarının basit regresyon katsayılarından yüksek olduğu kaydetmiştir. Araştırmasında, <2 mm fraksiyonu üzerinde belirlenen doygun hidrolik iletkenlik değerlerinin karşılaştırıldığı pedotransfer fonksiyonlar, Wsten 97 ve Wsten 99 hariç diğerlerinin uygunluk kriterleri bakımından uyumlu bir performans sergilediğini vurgulamıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma alanının tanımı

Araştırma sahası Balıkesir iline bağlı ilçe olan Bigadiç olarak belirlenmiştir. Bigadiç ilçesi, Güney-Batı Marmara bölgesi içinde kalmaktadır. İlçe Balıkesir-İzmir şehirlerarası yolu üzerinde, il merkezine 38 kilometre mesafededir. Bigadiç ilçesi, güneyi Sındırgı, kuzeyi Kepsut, doğusu Dursunbey ve batısı Savaştepe ilçeleri ile çevrilmiştir. İlçenin rakımı 180 metre, nüfusu 2018 yılı ölçümlerine göre yaklaşık 50000 ve yüzölçümü 1007 km²'dir (Şekil 3.1) (Anonim 2019a).

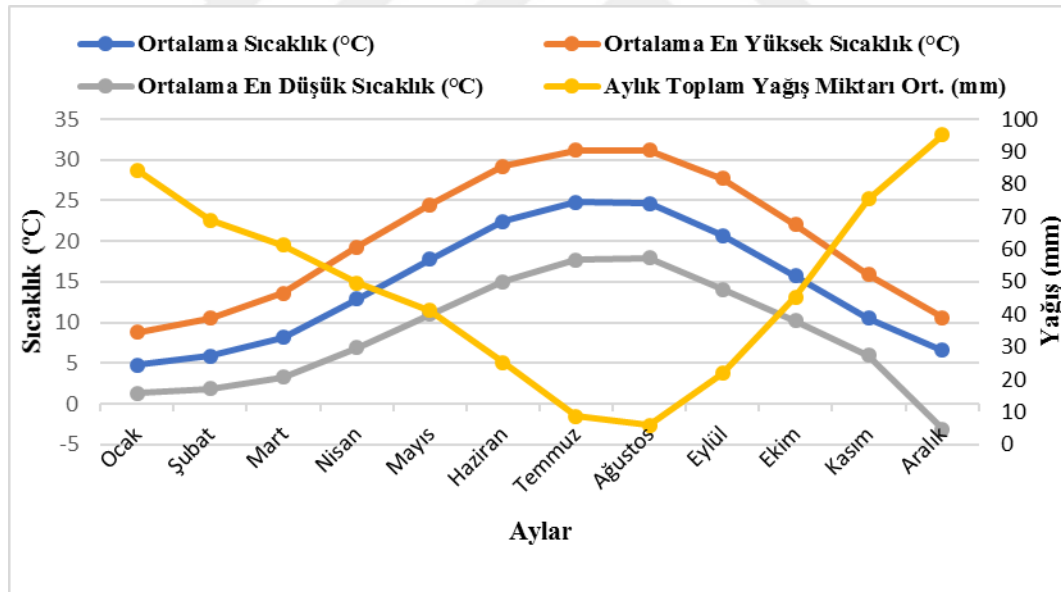


Şekil 3.1. Araştırma alanının konumu

İlçe, adını da verdiği Bigadiç ovasının doğu kısmında ve dik sırtların batıya bakan eteklerinde kurulmuştur, ilçe arazisinin tamamına yakın kısmı Simav çayı tarafından sulanmaktadır. Bigadiç ilçesine bağlı 72 köy ve 2 bucak bulunmaktadır (Anonim 2019a).

3.1.2. İklim özellikleri

Örnekleme alanı deniz ikliminden karasal iklime geçiş bölgesindedir. İlçe konum olarak, Marmara Bölgesi'nin güney Marmara bölümünde yer aldığından karasal iklim özellikleri göstermektedir. Bölgede yazlar daha az sıcak, kışlar daha az kurak, yağışlar ise ortadır. Yağış bakımından Akdeniz, sıcaklık bakımından karasal iklim özellikleri taşımaktadır (Anonim 2019a).



Şekil 3.2. Balıkesir ili aylık ortalama sıcaklık ve yağış verileri

Balıkesir Meteoroloji istasyonunun ölçtüğü seksen yıllık ortalama verilere göre sıcaklık 14,6°C, yıllık ortalama yağış 583,2 mm'dir. En yüksek yağış ortalaması 95,2 mm ile Aralık ayında düşmektedir (Anonim 2019b).

Çizelge 3.1. Balıkesir ili meteorolojik veriler (1938-2018) (Anonim 2019b)

Aylar/Veriler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	4,8	5,9	8,2	12,9	17,8	22,4	24,8	24,6	20,7	15,7	10,5	6,6	14,6
Ort. En Yüksek Sıcaklık (°C)	8,8	10,5	13,6	19,3	24,5	29,2	31,2	31,2	27,7	22,0	15,9	10,6	20,4
Ort. En Düşük Sıcaklık (°C)	1,3	1,9	3,3	6,9	11,0	15,0	17,7	17,9	14,1	10,2	6,0	-3,1	9,0
Ort. Güneşlenme Süresi (saat)	2,9	3,9	5,1	6,5	8,7	10,3	11,4	10,4	8,1	6,0	4,1	2,8	80,2
Ort. Yağışlı Gün Sayısı	14,0	11,9	11,4	9,5	7,5	4,8	1,4	1,4	3,8	7,1	9,1	13,2	95,1
Aylık Toplam Yağış Miktarı (mm)	84,4	69,0	61,3	49,7	41,1	25,3	8,6	5,9	21,8	45,4	75,5	95,2	583,2
En Yüksek Sıcaklık (°C)	23,5	25,2	30,7	35,2	38,5	42,5	43,2	43,7	40,3	36,4	29,0	26,1	43,7
En Düşük Sıcaklık (°C)	-21,8	-18,8	-8,0	-4,0	0,6	4,0	9,1	6,0	4,0	-2,3	-7,9	-12,9	-21,8

3.1.3. Balıkesir ili ve Bigadiç ilçesinin arazi varlığı

Balıkesir yüzölçümü; 1 447 300 hektardır. Bu alanın 81 877 hektarı çayır mera alanı 393.886 hektarı tarım alanı, 649 115 ha'ı orman alanı ve 322 422 hektarı ise tarım dışı alandır. Bigadiç ilçesinin toplam ekilebilir alanı 23 700 hektardır.

Çizelge 3.2. Balıkesir ili arazi varlığı (Anonim 2018)

Arazi Dağılımı	Alanı (hektar)	Toplam yüzölçümüne Oranı (%)
Tarım Alanı	393 886	27,21
Çayır-Mera Alanı	81 877	5,66
Orman Alanı	649 115	44,85
Tarım Dışı Arazi	322 422	22,28
TOPLAM	1 447 300	100

Çizelge 3.3. Balıkesir ili tarım arazisi dağılımı (Anonim 2018)

Arazi Dağılımı	Alanı (hektar)	Toplam Tarım Arazisine Oranı (%)
Tarla Arazisi	254.510	64,61
Zeytinlik	82.990	21,07
Bağ-Bahçe Ziraatı	1.424	0,36
Sebze Ziraatı	25.348	6,44
Meyvelik-dutluk	10.663	2,71
Süs Bitkileri	53	0,01
Nadas Arazisi	18.898	4,80
GENEL TOPLAM	393.886	100

İlin arazi varlığı içerisinde en geniş alanı 254 510 hektar ile tarla tarımı yapılan alanlar kaplamakta olup, bunu 82 990 hektar ile zeytinlik alanlar takip etmektedir.

3.1.4. Tarımsal yapı ve üretim

Bigadiç ilçesinde buğday, mısır, çeltik, pamuk, tütün, mercimek, susam, fasulye, nohut, şeker pancarı, domates, patates, ayçiçeği, biber, karpuz ve kavun yetiştirilen ürünlerdendir. İlçenin dağ köylerinde ise meyvecilik yaygındır. Bigadiç ilçesi, tarımın yoğun olarak yapıldığı bir bölgedir (Çizelge 3.3). İlçede tarıma elverişli arazinin neredeyse tamamı ekilmekte, nadasa bırakılmamaktadır.

Çizelge 3.4. Bigadiç ilçesinin arazi varlığı ve kullanım durumu (Anonim 2018)

Arazinin kullanım durumu	Alan (da)	%
Tahıllar ve diğer bitkisel ürünler	198842	90,45
Sebze	8637	3,93
Meyveler ve baharat bitkileri	12348	5,62
Nadas	0	0
Toplam	219827	100

Çizelge 3.5. İl geneli ve Bigadiç ilçesinde üretilen ürünlerinin dağılımı (Anonim 2018)

Ürünler	Ekiliş alanı (da)				Üretim (ton)			
	Balıkesir	%	Bigadiç	%	Balıkesir	%	Bigadiç	%
Tahıllar ve diğer bitkisel ürünler	2545096	67,88	198842	90,45	3450085	77,18	174876	84,85
Sebze	253475	6,76	8637	3,93	834503	18,67	25067	12,16
Meyveler ve baharat bitkileri	950777	25,36	12348	5,62	185875	4,16	6156	2,99
Toplam	3749348	100	219827	100	4470463	100	206099	100

3.2. Yöntem

3.2.1. Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanması

Örnekleme yapılacak alanlar Balıkesir ili Bigadiç ilçesinde belirlenmiştir. Örnekler, sulanabilir işlemeli tarım alanlarında belirlenen 3 noktadan, sulanmayan kuru tarımın yapıldığı alanlarda belirlenen 3 noktadan ve mera olarak kullanılan alanlarda tespit edilen 3 noktadan olmak üzere toplam 9 farklı noktadan alınmıştır. Her bir noktadan 3 tekrarlamalı olmak üzere 0-20 cm derinlikten bozulmuş toprak örnekleri alınarak laboratuvara taşınmış, bozulmuş örnekler hava kurusu duruma getirilerek 2 mm'lik bir elekten elenmiş ve analizlere hazır hale getirilmiştir. Ayrıca, kuru, sulu ve mera alanlarında araziye kurulan 9 noktada 2 tekerrürlü olarak toprakların infiltrasyon değerleri infiltrometre aletiyle ölçülmüştür.



Şekil 3.3. Toprak örneklerinin alındığı yerler

3.2.2. Toprak tekstürü

Toprak örneklerinin tekstürel dağılımı Bouyoucos hidrometre yöntemiyle belirlenmiştir (Gee and Bauder 1986).

3.2.3. Toprak reaksiyonu

Toprak örneklerinde pH ölçümleri 1:2,5'lük toprak-su süspansiyonunda cam elektrotlu pH metre aletiyle saptanmıştır (McLean 1982).

3.2.4. Elektriki iletkenlik

Örneklerin elektriki iletkenlikleri 1:2,5'lük toprak-su süspansiyonunda EC metre ölçüm aletiyle belirlenmiştir (Richards 1954).

3.2.5. CaCO₃ içeriği

Toprak örneklerine ait kireç içerikleri Scheibler kalsimetresi ile saptanmıştır (Nelson 1982).

3.2.6. Organik madde

Toprakların organik madde miktarları Smith-Weldon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Nelson and Sommers 1982).

3.2.7. Agregat stabilitesi

Toprakların agregat stabilitesi Yoder tipi ıslak eleme aleti kullanılarak belirlenmiştir (Kemper and Rosenau 1986).

$$AS \% = \left(\frac{(x-z)}{(y-z)} \right) \times 100$$

x = Stabil agregatlar miktarı + Kum miktarı (g)

z = Kum miktarı (g)

y = FKT (g)

3.2.8. Hidrolik iletkenlik

Toprak örneklerinin hidrolik iletkenlik değeri sabit su seviyeli permealmetre yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Demiralay 1993).

$$K_t = \frac{(Q \times L)}{(A \times H \times t)}$$

K_t = Düzeltilmemiş hidrolik iletkenlik (cm sa⁻¹)

Q = Toprak kolonundan geçen suyun hacmi (ml)

L = toprak kolonunun yüksekliği (cm)

H = hidrolik yükseklik farkı (cm)

A = silindirin veya toprak kolonunu enine kesit alanı (cm²)

t = suyun geçiş süresi (sa)

3.2.9. Kütle yoğunluğu

Toprakların kütle yoğunlukları bozulmuş toprak örneklerinin elik silindir içerisine yerleştirilmesinden sonra belirlenen ağırlık ve hacim değerlerinden hesaplanmıştır (Tüzüner 1990).

3.2.10. Tane yoğunluğu

Örneklerin tane yoğunluğu analizi piknometre yöntemi Blake ve Hartge (1986)' ya göre belirlenmiştir.

3.2.11. Porozite

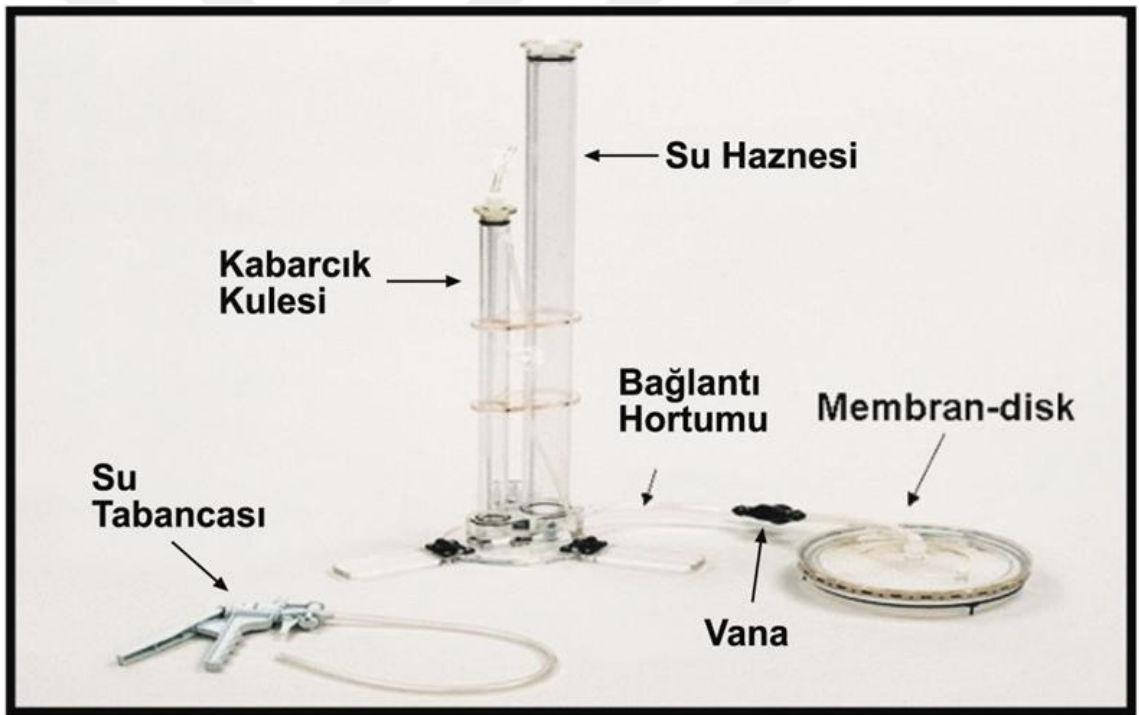
Toprakların porozite değerini, Danielson and Sutherland (1986)'ın önerdiği eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

3.2.12. İnfiltrasyon hızının belirlenmesi

İnfiltrasyon hızı, tansiyon infiltrometresi kullanılarak belirlenmiştir.



Şekil 3.4. Örnekleme alanlarında infiltrasyon ölçümü



Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan tansiyon infiltrometresinin gösterimi

3.2.12.a. Tansiyon infiltrometresi

Tansiyon infiltrometresinin hızlı, tekrarlanabilir, güvenilir, kullanımı kolay ve uygun fiyatlı bir alet olması sebebiyle toprakların; infiltrasyon hızı, doymun ve doymun olmayan hidrolik iletkenliği tespit edilebilmektedir.

Laboratuvar koşullarında toprak hidrolik özelliklerinin aynı anda ve arazide elde edilmesini sağlar. Aynı noktada birden fazla ölçümün yapılmasına imkân sağlar.

Tansiyon infiltrometresinin kullanımı ve tasarımı Perroux and White (1988); Ankey *et al.* (1988); Lien (1989) ve Hussen (1991) tarafından detaylı olarak tanımlanmıştır. Tansiyon infiltrometresi genel olarak üç ana parçadan oluşmaktadır.

Kabarcık kulesi (Buble tower): Bu kule, infiltrasyon gerilimin ayarlanmasında kullanılır. Matriks emiş, silindirin sudaki derinliği kulede ayarlanmak sureti ile suyun toprağa ulaştığı diskte oluşabilir. Oluşan maksimum matriks potansiyel, membranın hava giriş değeri tarafından belirlenir. Havanın giriş değeri üzerindeki matriks potansiyellerde disk hava alacağı için düzenek çalışmaz hale gelmektedir.

Su haznesi (Reservoir): Dayanıklı sert plastikten üretilmişlerdir. Diske sürekli su sağlayan kısımdır. Depolanan sudaki azalma, plastik üzerindeki cm skalasından izlenebilmektedir (Hussen 1991).

Gözenekli plaka (Porous baseplate): Gözenekli plaka dairesel bir tabla ve plastik membrandan oluşur. Plastik membran haznedeki toprağa su iletimini sağlar ve su akışını kontrol eder. Normalde havanın girişi için kullanılan değer membranlarda 20-25 cm'dir. Hava giriş değeri özel üretilen membranlarda 100 cm'ye kadar çıkabilmektedir (White *et al.* 1992).

3.2.12.b. Tansiyon infiltrometresi kullanılmasının kısıtlamaları ve hataları

Doymamış koşullarda bu düzeneğin kullanılması halinde sınırlı ölçüm yapılabilir. Genellikle tansiyon infiltrometreleri hidrolik ölçümler ve suyun toprak yüzeyinden geçişi için kullanılır. Başlıca sınırlamalar tansiyon infiltrometresini basitleştiren öngörülerle alakalıdır. Bu öngörüler toprağın homojen, üniform (yeknesak) ve şişmeyen olduğunun kabul edilmesidir.

İnfiltrometrenin su ile birlikte oluşan ağırlığı aşırı işlenmiş topraklarda, por yapısında tahribata neden olabilir. Bu tahribat ölçümlerin hatalı olmasına neden olur. Kumun hidrolik iletkenliği, toprağın yüzeyi disk membranı veya porlu materyal arasında kontağı sağlayan porlu materyal veya topraktan yüksek olmalıdır. Kum aksi halde toprağın içinde suyun hareketini kısıtlayacaktır. Ölçümlerin zorluğu genel olarak ağır bünyeli topraklarda artar. Ancak Ankeny *et al.* (1988) tarafından otomatikleştirilmiş tansiyon infiltrometresi zorlukların üstesinden gelir. Literatürde belirtilen sabit durum akışına ulaşma zamanı genellikle (10 dakika-1 saat) daha uzun zaman alabilir (Warrick 1992; Hussen and Warrick 1993).

Hidrolik iletkenlik değerleri sabit durum akışı altında daha yüksek olabilir. Hussen and Warrick (1993) kumlu-tınlı toprak bünyesi için sabit durum akışının 0,3-1,3 saatlerinin üstünde değerlendirilmesinin daha hassas olacağını açıklamıştır.

3.2.13. İstatistiksel analiz

Analiz edilen örneklerin çoklu karşılaştırma (Duncan) ve korelasyon testi SPSS programı kullanılarak yapılmıştır (SPSS 1999).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Balıkesir ili Bigadiç ilçesi kuru, sulu tarım alanları ve mera alanlarından alınan toprak örneklerinin kimyasal ve fiziksel analizlerine ait sonuçlar Çizelge 4.1’de, kullanım durumu ile ölçülen toprak özellikleri arasındaki Duncan çoklu karşılaştırma analizi ise Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Toprak örneklerinden elde edilen analiz bulguları

Örnek numaraları	K1	K2	K3	S1	S2	S3	M1	M2	M3	
Tekstür	Kil (%)	14,09	27,60	25,70	13,71	11,84	13,45	21,58	11,19	11,25
	Silt (%)	12,45	25,88	21,50	21,61	20,63	15,26	18,20	23,34	19,39
	Kum (%)	73,46	46,52	52,80	64,68	67,53	71,18	60,22	65,67	69,36
Kütle Yoğ. (g/cm ³)	1,20	1,23	1,21	1,17	1,18	1,14	1,08	1,01	1,16	
Tane Yoğ. (g/cm ³)	2,53	2,54	2,53	2,50	2,48	2,54	2,54	2,44	2,61	
Porozite (%)	52,65	51,49	52,17	53,22	52,43	55,12	57,49	58,61	55,56	
Organik Madde (%)	2,15	2,01	2,09	2,01	1,93	1,79	1,99	4,22	2,88	
Agregat Stabilitesi (%)	46,03	32,13	32,17	21,62	16,86	17,22	61,42	88,28	75,85	
EC (dS/m)	0,11	0,11	0,11	0,63	0,20	0,18	0,29	0,30	0,17	
Kireç (%)	1,09	1,09	1,31	1,28	1,40	1,46	2,80	2,58	3,47	
Hidrolik İlet. (cm/sa)	6,04	4,63	5,09	5,25	4,55	4,75	7,35	8,98	9,56	
pH (1:2,5)	5,79	5,80	5,79	5,85	5,39	5,72	6,98	6,87	6,91	

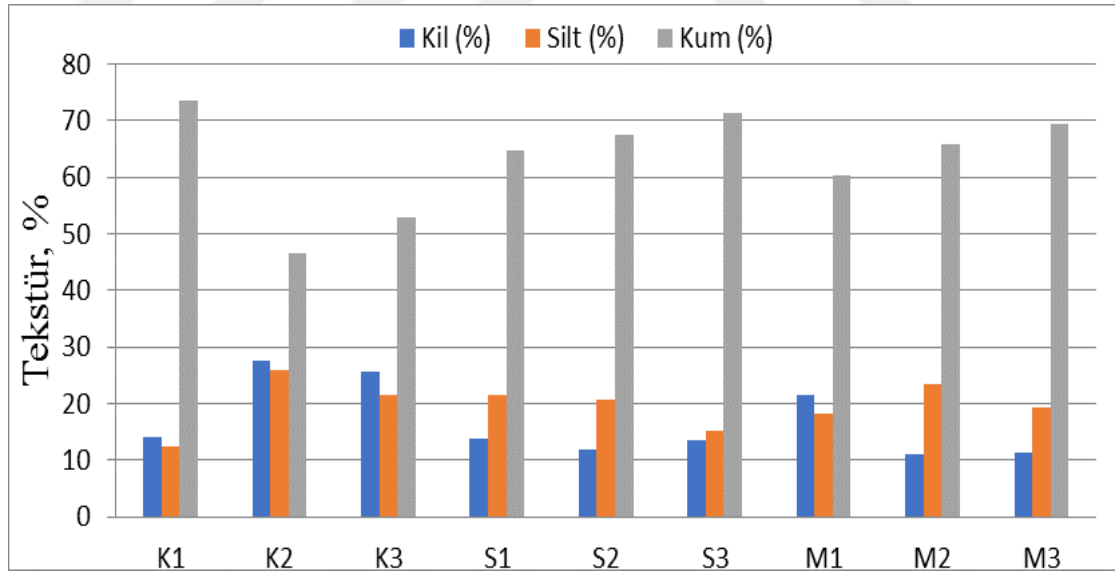
Çizelge 4.2. Alınan toprak örnekleri ile arazi kullanım durumu arasındaki değişimler (p<0,05)

Kullanım	Organik Madde	Agregat Stabilitesi	Kütle Yoğ.	Tane Yoğ.	Porozite	Hidrolik İletkenlik	pH	Elektriki İletkenlik	Kireç
Kuru	2,08b	36,78b	1,21a	2,53	52,12b	5,25b	5,65b	0,11	1,16b
Sulu	1,91b	18,57c	1,16a	2,53	53,52b	4,85b	5,79b	0,25	1,38b
Mera	3,03a	75,18a	1,08b	2,51	57,23a	8,63a	6,92a	0,34	2,95a

4.1. Toprak Örneklerinin Tekstürel Dağılımı

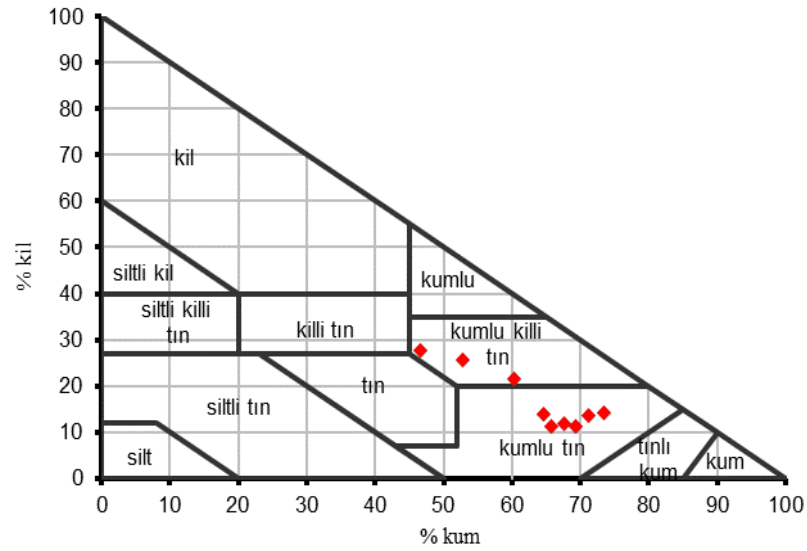
Kuru, sulu tarım alanları ve mera alanlarından alınan toprak örneklerinin mekanik analiz sonuçlarına göre en düşük kil içeriği %11,19 ile mera alanından alınan 2 nolu örnekte, en yüksek kil içeriğine ise %27,60 ile kuru tarım yapılan alandaki 2 nolu örnekleme noktasında belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Toprak örneklerinde en düşük kum içeriği %46,52 ile kuru tarım yapılan alandaki 2 nolu örnekte, en yüksek kum içeriğine ise %73,46 ile yine kuru tarım yapılan alandaki 1 nolu örnekleme noktasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Farklı kullanım şekline göre örnekleme yapılan alanın tekstür sınıfları kaba bünyeli olup, genel olarak geniş bir aralıkta dağılım göstermemektedir (Şekil 4.1). Araştırma sahasından alınan toprak örneklerinin tekstür sınıfına göre dağılımı Şekil 4.2'de yer almaktadır.



Şekil 4.1. Toprakların arazi kullanım durumuna göre tekstürel bileşimleri

Toprak örneklerinin alındığı kuru tarım alanındaki K2 ve K3 noktaları ile Mera alanındaki M1 örnekleme noktası kumlu killi tın tekstür sınıfına girerken kalan diğer örnekler kumlu tın tekstür sınıfında yer almışlardır.

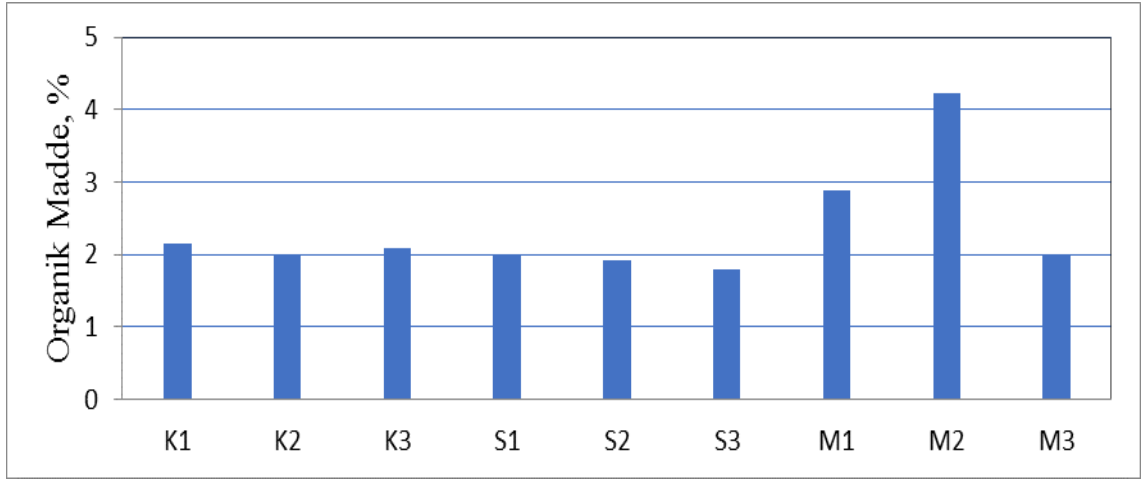


Şekil 4.2. Toprak örneklerinin tekstür sınıflarına göre dağılımı

Tekstür, toprakların özelliklerini ifade etmede anahtar bir rol üstlenip, kütle yoğunluğu, hidrolik iletkenlik, agregat stabilitesi, porozite ve katyon değişim kapasitesi gibi birçok toprak özellikleri toprak tekstürü tarafından önemli şekilde etkilenmektedir. (Aksakal 2004; Barik 2011). Buna ilaveten toprak tekstüründe görülen kabalaşma toprakların kolay tava gelmesine neden olur, toprak işleme alet ve makinalara karşı direnci azaltır ve toprağın havasını olumlu yönde etkiler (Özdemir vd 2018).

4.2. Toprak Örneklerinin Organik Madde İçeriği

Analizi yapılan toprak örneklerinin organik madde içerikleri, %1,79 ile %4,22 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1; Şekil 4.3). En düşük organik madde değeri sulu tarım yapılan alandaki 3 nolu örnekleme noktasında ve en yüksek organik madde değeri ise mera alanındaki 2 nolu örnekleme noktasında belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Toprak örneklerinin organik madde içerikleri

Toprak örneklerinin sahip olduğu OM miktarları kuru şartlarda tarım yapılan alanlarda %2'nin çok az üzerinde bulunmuştur (Çizelge 4.1). Kuru şartlarda tarım yapılan alanlarda organik madde seviyesi sınır şartlarda orta seviyede belirlenmiştir. Sulu tarım yapılan alanların tamamında ise OM seviyeleri %2'nin altında tespit edilerek az sınıfta yer almıştır. Bunun nedeni sulu şartlarda çapa bitkilerinin yoğun olarak ekilmesi nedeni ile mineralizasyonun fazla olmasına bağlanabilir. Mera alanlarından alınan toprak örneklerinde ise OM seviyeleri orta ve zengin sınıfta yer almışlardır.

Toprakların organik madde seviyesinin arazi kullanım durumuna göre yapılan çoklu karşılaştırma testinde kuru ve sulu alanlar arasında fark görülmezken mera alanlarının organik madde içeriği her iki kullanım durumuna göre önemli seviyede ($p < 0,05$) farklı bulunmuştur. Riezebos and Loerts (1998), farklı arazi kullanım koşulları ile organik madde arasındaki ilişkileri incelemişler ve işlenmeyen alanlardaki organik madde seviyesinin işlenen alanlardaki organik madde seviyesinden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Organik maddenin işlenen tarım alanlarında düşük çıkmasının nedenini mineralizasyona bağlamışlardır (Riezebos and Loerts 1998; Balesdent *et al.* 2000). Topraktaki organik madde ve azot miktarının toprak işleme ile azaldığını belirtmişlerdir (Prasad and Power 1991). Tüm tekstür sınıflarında topraktaki organik madde toprakların fiziksel özelliklerini etkilemektedir (Haynes *et al.* 1991). Organik madde toprak fiziksel özelliklerinden toprak strüktürünü (Chaudhary and Ghildyal 1969), toprak

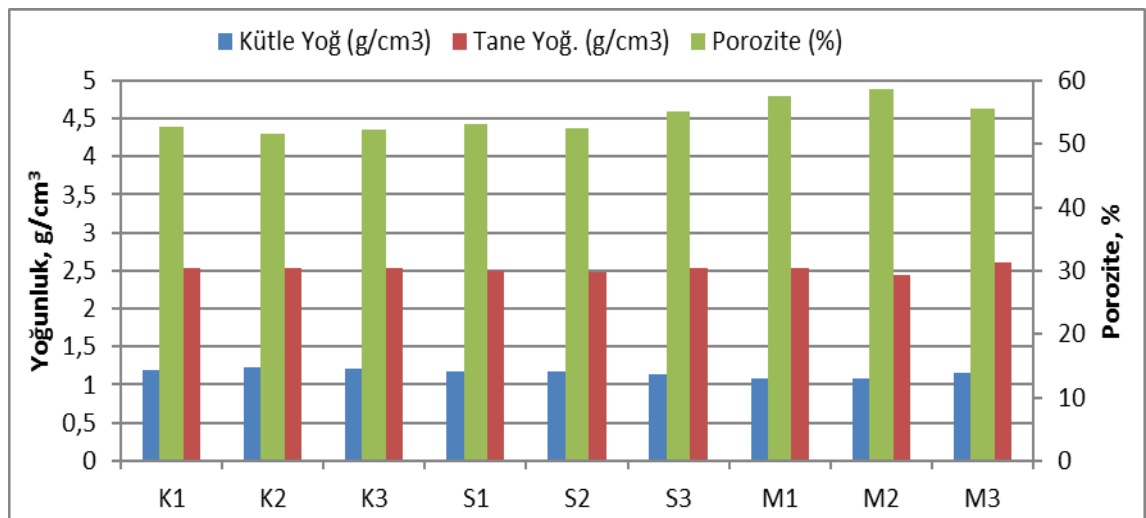
agregasyonunu (Lal and Mathur 1989) ve toprak infiltrasyon oranını (Tiwari *et al.* 1998) büyük ölçüde etkiler.

Kuru ve sulu olarak işlenen bütün tarım alanlarında organik madde düzeyleri %2 civarı ve altında bulunmuştur. Bu nedenle işlenen alanların organik madde yönünden fakir (Ülgen ve Yurtsever 1974) oldukları ifade edilebilir. Bölge toprakları üzerine yapılan çalışmaların genelinde toprak organik maddesinin düşük olduğu ifade edilmektedir (Başar 2001; Tümsavaş 2003).

4.3. Toprak Örneklerinin Kütle Yoğunluğu, Tane Yoğunluğu ve Porozite Değerleri

Toprak örneklerinin kütle yoğunluğu, tane yoğunluğu ve porozite değerlerine ait veriler Çizelge 4.1’de her üç parametreye göre de arazi kullanım durumuna göre yapılan çoklu karşılaştırma testleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinde en düşük KY değeri $1,01 \text{ g/cm}^3$ olarak 2 nolu mera örnekleme noktasında (M2), en yüksek KY değeri ise $1,23 \text{ g/cm}^3$ olarak 2 nolu kuru tarım yapılan alanda (K2) ölçülmüştür (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Toprak örneklerinin kütle yoğunluğu, tane yoğunluğu ve porozite değerleri

Toprak örneklerinin kütle yoğunluğu değerleri ile kullanım durumu arasında yapılan çoklu karşılaştırma testinde işlenen alanlar olan kuru ve sulu şartlarda tarımın yapıldığı örnekleme noktaları arasında fark bulunmazken mera alanlarının kütle yoğunluğu değerlerinde her iki kullanım durumuna göre önemli seviyede ($p<0,05$) farklılıklar saptanmıştır.

Kütle yoğunluğu toprakların değişken bir özelliği olup, işlenmeyen alanlarda strüktürün gelişmesine bağlı olarak daha düşük çıktığı görülmüştür. Kütle yoğunluğu toprakların önemli bir özelliği olup mühendislik çalışmalarında sık sık kullanılmaktadır. Mühendislikte özellikle ıslah çalışmalarında, drenaj hesaplamalarında (Braun and Kruijne 1994), topraklarda kök penetrasyon koşullarının belirlenmesinde, topraklarda horizonların geçirgenliğinin saptanmasında (Lampurlanes and Cantero-Martinez 2003) ve en elverişli sulama uygulamalarının yapılmasında (Howell and Meron 2007) kullanılan oldukça önemli bir toprak özelliğidir. Kütle yoğunluğu toprakta kum içeriğinin artması ile yükselir. Fakat kil artı silt ve yüksek kil içeriğinin kütle yoğunluğunu azalttığını ifade etmişlerdir (Jones 1983; Reichert *et al.* 2008; Keller and Hakansson 2010).

Toprak örneklerinde yapılan tane yoğunluğu analizinde en düşük değer $2,44 \text{ g/cm}^3$ olarak 1 nolu mera örnekleme noktasında (M1), en yüksek değer ise $2,61 \text{ g/cm}^3$ olarak 3 nolu mera alanında (M3) tespit edilmiştir (Şekil 4.4). Toprakların tane yoğunluğu değerlerini ana materyalin bileşimi ve organik madde miktarı yakından etkilemektedir. Örnekleme noktaları birbirlerine yakın ve benzer ana materyaller üzerinde olduğundan tane yoğunluğunu etkileyen en önemli faktör organik madde olarak ifade edilebilir.

Toprakların porozitelerinde en düşük değer K2 örnekleme noktasında %51,49 ve en yüksek değer M2 örnekleme noktasında %58,61 olarak belirlenmiştir. Porozite değerleri toprakların sahip olduğu her iki yoğunluğun oranı olduğundan tane yoğunluğu ve kütle yoğunluğunu etkileyen tüm faktörlerden doğrudan etkilenmektedir. Kuru ve sulu tarım alanlarında yoğun olarak yapılan toprak işleme gözenekliliği büyük ölçüde azalmaktadır. Barik vd (2014)' te yaptıkları çalışmada benzer durumları saptamışlardır.

Toprak örneklerinin porozite değerleri ile farklı arazi kullanım durumları arasında yapılan çoklu karşılaştırma testinde işlenen alanlarda kuru ve sulu tarımın yapıldığı örnekleme noktaları arasında fark bulunmazken mera alanlarının kütle yoğunluğu değerlerinde her iki arazi kullanım durumuna göre önemli seviyede ($p < 0,05$) farklılıklar belirlenmiştir.

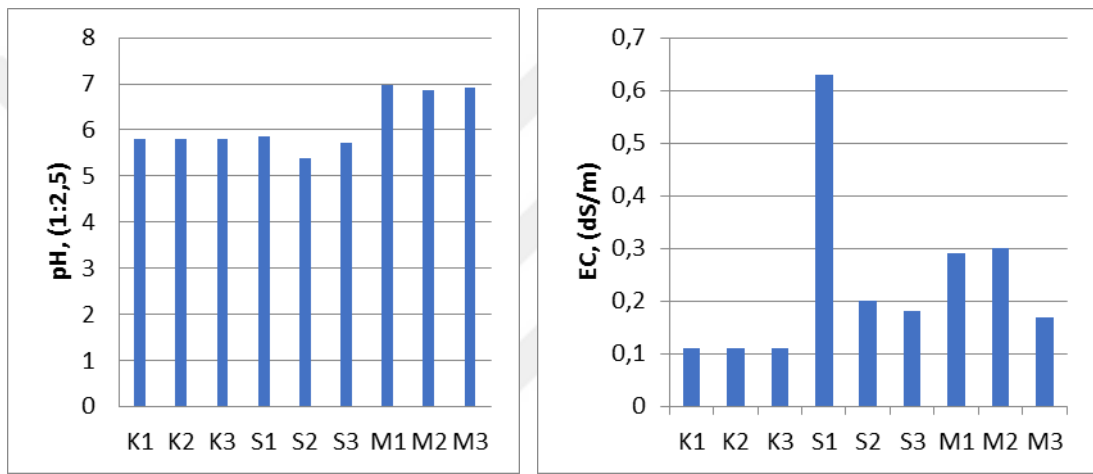
Toprak örneklerinde ölçülen tane yoğunluğu değerleri arasında bir fark bulunmamıştır. Bu nedenle poroziteyi etkileyen yegâne faktörün kütle yoğunluğu olduğu düşünülmektedir. Bunun sonucu olarak arazilerin kullanım durumuna göre yapılan çoklu karşılaştırmada porozite değerleri ile kütle yoğunluğu değerleri paralellik göstermişlerdir.

4.4. Toprak Örneklerinin pH ve Elektriki İletkenlik İçeriği

Toprak örneklerinin pH ve elektriki iletkenlik analiz sonuçları Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Alınan toprak örneklerinin pH değerleri 5,39 ile 6,98 arasında değiştiği görülmekte olup; kuvvetli asit ve nötr pH sınıflarına girdikleri tespit edilmiştir (Sezen ve Aydın 1995). En düşük pH değeri sulu tarım yapılan alandaki 2 nolu örnekte noktasında ve ölçülen en yüksek pH değeri de mera alanındaki 1 nolu örnekleme noktasında tespit edilmiştir. Toprakların pH’sı mutlaka gübreleme yapılırken göz önünde bulundurulmalıdır. Toprak pH’sının düşmesine neden olan tarımsal uygulamalardan kaçınılmalıdır (Sezen 2002). Toprakların kireç içeriği de göz önünde bulundurulduğunda pH’yı yükseltmek için kireç uygulaması önerilebilir.

Toprakların EC değerleri 0,11 dS/m ile 0,63 dS/m aralığında değişmektedir. Örneklerin en düşük EC değeri kuru tarımın yapıldığı alandaki 1, 2 ve 3 nolu örnekleme noktalarında ve EC’nin en yüksek olduğu nokta ise sulu tarımın yapıldığı alandaki 1 nolu örnekleme noktasında tespit edilmiştir. Araştırma bölgesi toprak örneklerinin Çizelge 4.1’deki EC değerlerini incelediğimizde kuru ve sulu şartlarda tarımın yapıldığı alanlar ile mera alanlarının tuzsuz sınıfında olduğu belirlenmiştir. Toprak örneklerinin oransal pH ve EC içeriği Şekil 4.5’de görülmektedir.

Toprak örneklerinin tamamı tuzsuz sınıfta olsa da, sulu tarım yapılan alanlardaki EC değerlerinin yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde sulama işleminin dikkatli bir şekilde yapılması gerektiğini vurgulamaktadır. Bulunan sonuçlar Kızılgöz vd (1999), Kızılkaya vd (1999), Tümsavaş (2003), Zengin vd (2003)'in yaptıkları çalışmalarla benzer özellikler taşımaktadır. Tuz miktarının topraklarda artmaması için gübreleme ve bilinçsiz sulamadan kaçınılmalı, gübreleme ve sulamada bölgenin iklim özellikleri dikkate alınmalıdır (Güçdemir 2006).

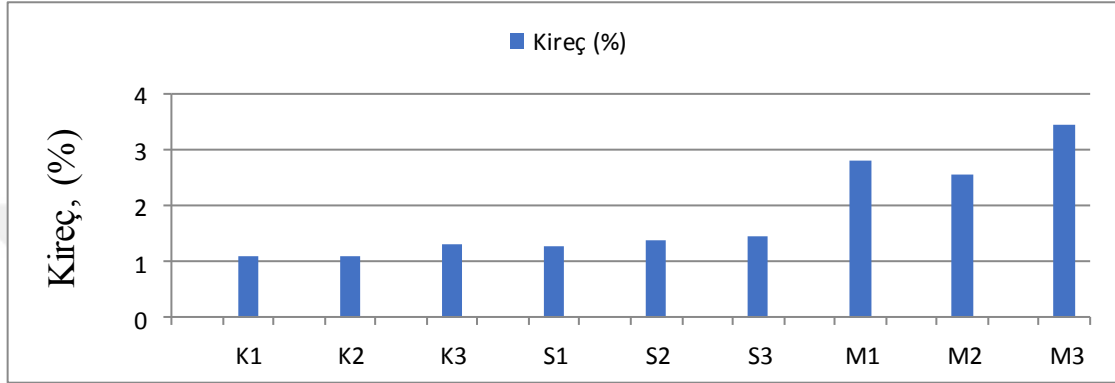


Şekil 4.5. Toprak örneklerinin pH ve elektriksel iletkenlik içerikleri

4.5. Toprak Örneklerinin Kireç İçeriği

Toprak örneklerinin Çizelge 4.1'deki kireç değerleri %1,16 ile %2,95 arasında değiştiği belirlenmiştir. Alınan tüm örneklerde en düşük kireç içeriği %1,09 ile kuru tarımın yapıldığı alanlardaki 1 ve 2 nolu örnekleme noktalarında saptanırken, en yüksek kireç miktarı %3,47 mera alanındaki 3 nolu örnekleme noktasında belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, bitkisel üretim ve toprağın sahip olduğu besin maddeleri elverişliliği bakımından kuru ve sulu tarımın yapıldığı alanlar ile mera alanlarının kireç içerikleri düşük olarak belirlenmiştir. Bu nedenle işlemeli tarımın yapıldığı özelliklerde sulu tarım yapılan alanlarda toprakların kireç içeriklerinin artırılması için kireçli gübrelemenin yapılması hem verimliliği hem de toprak özelliklerini olumlu yönde etkileyecektir. Toprak örneklerine ait kireç sınıflamasındaki oransal dağılım Şekil 4.6'da sunulmuştur.

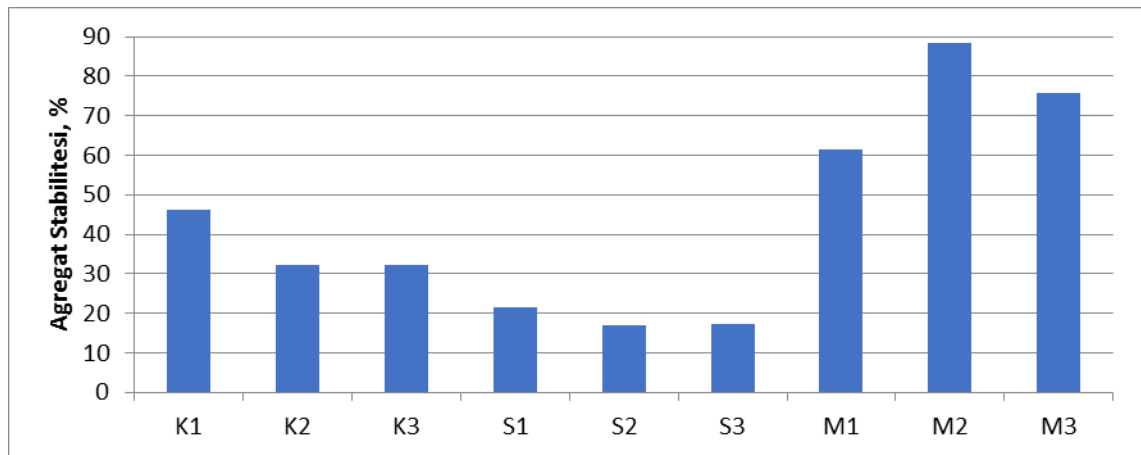
Russell (1973), yaptığı araştırmada organik maddece düşük olan topraklarda kireç uygulamasının toprak yapısını iyileştirerek erozyona dayanıklılığı ve agregasyonu artırdığını gözlemlemiştir. Araştırmalarında toprakların agregat stabilitesi ile kireç miktarı arasında pozitif ve önemli bir ilişki olduğunu belirtmiştir.



Şekil 4.6. Toprak örneklerinin kireç içerikleri

4.6. Toprakların Farklı Kullanım Şekli ile Agregat Stabilitesi Arasındaki İlişki

Toprak örneklerinin agregat stabilitesine ait değerleri Çizelge 4.1’de, toprakların kullanıldığı şekle göre yapılan çoklu karşılaştırma testleri de Çizelge 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Toprakların farklı kullanım şekli ile agregat stabilitesi arasındaki ilişki

Analizi yapılan toprak örneklerinde ölçülen en düşük agregat stabilitesi değeri %16,86 olarak 2 nolu sulu tarımın yapıldığı noktada (S2), agregat stabilitesinin ölçülen en yüksek değeri ise %88,28 olarak 2 nolu mera olarak kullanılan noktada (M2) saptanmıştır (Çizelge 4.1).

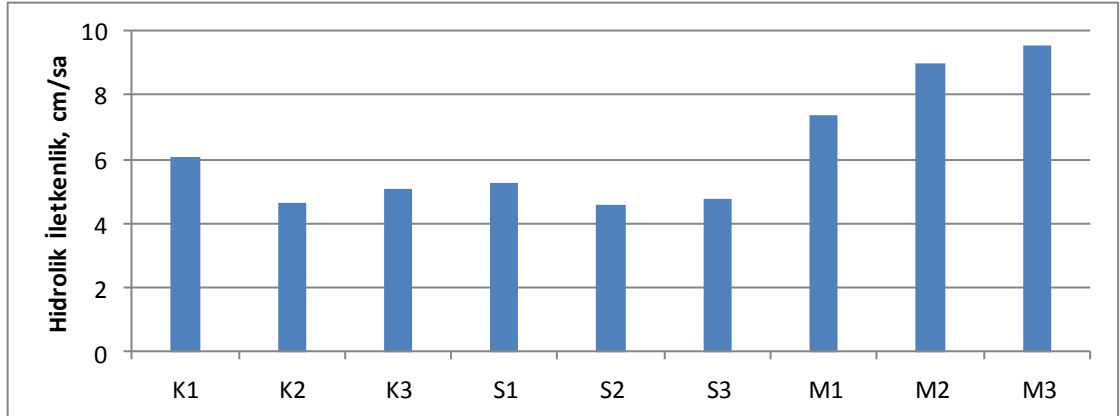
Örnekleme alanından alınarak analizi yapılan agregat stabilitesi değerlerinin arazi kullanım durumuna göre çoklu karşılaştırma testleri sonucunda her üç kullanım şeklinin de birbirlerinden önemli ölçüde farklı olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.2; Şekil 4.7). En yüksek agregat stabilitesi değerleri mera alanlarından alınan örneklerde ölçülmüştür. Bunun nedeninin bu alanların sahip olduğu organik madde miktarının diğer kullanım alanlarına göre daha yüksek olması ile açıklanabilir Canbolat ve Demiralay (1995), Barik (2011), toprağa karıştırılan organik kaynaklı materyallerin birçok toprak özelliğini etkilediği gibi toprakların agregat stabilitesini de önemli ölçüde geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Organik madde topraktaki tanelerin birbirlerine bağlanmasında rol alan faktörlerin en önemlilerinden biridir. Toprak, işlenmediği durumlarda yapısında bulunan ve doğal olarak meydana gelmiş olan sekonder yapılar dağılmayacağı için stabilitenin korunmasını sağlayacaktır (Six *et al.* 2002). Wagner *et al.* (2000), farklı tekstür sınıflarında olan topraklara organik madde uygulayarak bu topraklardaki agregatların stabilitesini ve agregatlaşmayı incelemişler, toprağın agregat stabilitesi ile toprak organik maddesi arasında pozitif bir ilişki bulmuşlardır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada tarım topraklarına organik madde uygulanmasıyla agregat stabilitesinin olumlu yönde etkilendiğini belirtmişlerdir (Vigerust 1984; Glauser *et al.* 1988). (Li *et al.* 2007; Haghghi *et al.* 2010), doğal meraların 0-30 cm derinlikte işlenmesi ile agregat stabilitesinin önemli derecede azaldığını ifade etmişlerdir.

Toprak işlemeli tarımın yapıldığı kuru ve sulu tarım alanlarda ölçülen agregat stabilitesinin kuru tarımın yapıldığı arazilerdeki sulu tarımın yapıldığı arazilere göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. Bu da, yörede sulanabilen tarım arazilerinde kültivasyonun yoğun bir şekilde yapılması nedeni ile artan mineralizasyondan dolayı agregat stabilitesinin zayıfladığı şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca sulu şartlara göre toprak işlemenin daha az yapılması ile meydana gelen ıslanma ve kuruma olaylarının da

stabiliteyi geliştirebileceği sylenabilir.

4.7. Toprakların Farklı Arazi Kullanım Durumu İle Hidrolik İletkenlik Değerleri Arasındaki İlişki

Toprak rneklerinin ölçülen hidrolik iletkenlik değerleri izelge 4.1'de, arazi kullanım şekline göre yapılan çoklu karşılaştırma analizi de izelge 4.2'de sunulmuştur. Toprak rneklerinin belirlenen hidrolik iletkenlik değerleri 4,55 cm/sa ile 9,56 cm/sa arasında değişmiştir. Hidrolik iletkenliğin en düşük olduğu değer sulu tarımın yapıldığı S2 noktasından alınan örneklerde belirlenirken, hidrolik iletkenliğin en yüksek olduğu değere de doğal mera olan M3 rnekleme noktasında tespit edilmiştir. Arazinin kullanım şekline göre yapılan çoklu karşılaştırma testinde kuru ve sulu tarımın yapıldığı alanlar arasında önemli bir fark bulunmazken, mera olarak kullanılan alanlardan alınan toprak örnekleri ile kuru ve sulu tarım yapılan alanlara göre önemli ölçüde farklılıklar ($p<0,05$) bulunmuştur (izelge 4.2). Hidrolik iletkenlik, toprağın suyu iletme ölçüsü olup toprak ve sıvının özelliklerine bağlıdır (Klute and Dirksen 1986). Toprakların hidrolik iletkenliği özellikle tekstür, strüktür, hacim ağırlığı, organik madde ve sıkışma (kompaktlaşma) gibi toprak özelliklerinden etkilenir (Gl 2002). Hidrolik iletkenlik aynı zamanda sıvının özelliklerine ve gözenekli ortama bağlıdır (Schwartz and Zhang 2003; Ishaku *et al.* 2011). Toprakların başta strüktür stabilitesi ve por geometrisi olmak üzere hidrolik iletkenlik değerleri toprak strüktürüne önemli ölçüde bağlıdır (Ben-Hur *et al.* 2009). Toprak yapısındaki mikroporların azalması veya makroporların artması hidrolik iletkenliğin artmasına neden olmaktadır (Ahuja *et al.* 1984). Hidrolik iletkenlik, tane şekli, tane büyüklüğü dağılımı, agregatlaşma ve etkili gözeneklilik ile ilişkilidir. Hidrolik iletkenlik bu nedenle tüm toprak özellikleri arasında en fazla değişkenliğe sahiptir (Rosas *et al.* 2014).



Şekil 4.8. Toprakların farklı arazi kullanım durumu ile hidrolik iletkenlik değerleri arasındaki ilişki

4.8. Toprakların Farklı Arazi Kullanım Durumu İle İnfiltrasyon, Eklemeli İnfiltrasyon ve Sızma Oranı Arasındaki İlişki

Arazide kullanım şekline göre yapılan infiltrasyon ölçüm değerleri Çizelge 4.3'de sunulmuştur. Arazide kurulan düzenekte okunan başlangıç infiltrometre değerleri 39,00 cm/sa ile 24,00 cm/sa arasında değişmiştir. İnfiltrasyonun en düşük olduğu değer sulu tarımın yapıldığı S3 noktasında kurulan düzenekte okunurken, en yüksek olduğu değere de kuru tarım yapılan K1 arazisinde kurulan düzenekte okunmuştur.

Çizelge 4.3. Toprak örneklerinde ölçülen infiltrasyon hızları (cm/sa)

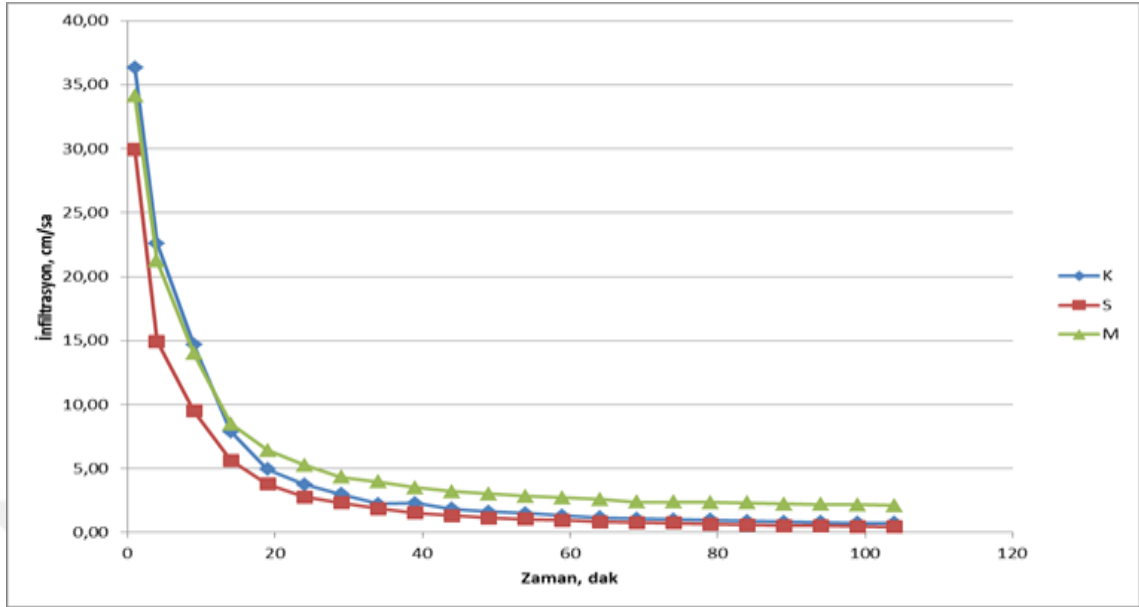
Zaman (dak)	K1	K2	K3	Kort	S1	S2	S3	Sort	M1	M2	M3	Mort
1	39,00	34,00	36,00	36,33	35,80	30,00	24,00	29,93	33,00	35,50	34,00	34,17
4	24,00	23,25	20,55	22,60	16,30	14,75	13,75	14,93	20,47	21,22	21,97	21,22
9	15,00	18,00	10,97	14,66	11,80	8,33	8,33	9,49	14,30	14,64	13,05	14,00
14	8,57	9,21	5,87	7,89	6,44	5,57	4,93	5,65	9,54	9,11	6,86	8,51
19	5,37	5,84	3,62	4,94	4,69	3,32	3,32	3,78	6,97	6,97	5,35	6,43
24	4,13	4,38	2,80	3,77	3,55	2,75	2,00	2,77	5,85	5,72	4,22	5,26
29	3,41	3,41	2,16	3,00	2,70	2,28	1,97	2,31	4,69	4,59	3,69	4,32
34	2,47	2,65	1,62	2,25	2,36	1,85	1,41	1,87	4,32	4,23	3,31	3,96
39	2,92	2,38	1,53	2,28	1,95	1,46	1,15	1,52	3,82	3,59	3,10	3,50

Çizelge 4.3. (devam)

44	2,39	1,91	1,25	1,85	1,64	1,36	0,95	1,32	3,42	3,36	2,88	3,22
49	1,96	1,71	1,16	1,61	1,39	1,16	0,86	1,14	3,17	3,11	2,76	3,02
54	1,78	1,61	1,13	1,51	1,30	1,06	0,78	1,04	2,97	2,97	2,61	2,85
59	1,63	1,42	0,91	1,32	1,17	0,92	0,76	0,95	2,85	2,75	2,58	2,73
64	1,50	1,08	0,91	1,16	0,97	0,75	0,75	0,82	2,70	2,61	2,47	2,60
69	1,39	1,00	0,87	1,09	0,97	0,78	0,57	0,77	2,49	2,45	2,24	2,39
74	1,22	1,01	0,83	1,02	0,85	0,73	0,65	0,74	2,51	2,43	2,21	2,38
79	1,29	0,87	0,79	0,99	0,75	0,65	0,53	0,64	2,34	2,34	2,37	2,35
84	1,11	0,86	0,73	0,90	0,73	0,57	0,46	0,59	2,26	2,36	2,33	2,32
89	1,08	0,74	0,70	0,84	0,61	0,54	0,44	0,53	2,22	2,25	2,23	2,23
94	1,02	0,70	0,68	0,80	0,63	0,51	0,41	0,52	2,15	2,21	2,23	2,20
99	0,94	0,64	0,69	0,76	0,56	0,48	0,33	0,46	2,09	2,21	2,17	2,16
104	0,89	0,63	0,68	0,73	0,52	0,46	0,35	0,44	2,04	2,15	2,18	2,12

Arazide kurulan düzenekte infiltrasyon okumaları 104. dakikada bitirilmiş, okunan infiltrometre değerleri 2,18 cm/sa ile 0,35 cm/sa arasında değişmiştir. İnfiltrasyonun en yüksek olduğu değer mera arazisinde (M2), en düşük olduğu değer de sulu tarım arazisinde (S3) kurulan düzenekte okunmuştur.

Toprakların su alma hızları arazinin kullanım şekline bağlı olarak farklılık göstermiş, her üç kullanım şeklinde de zamana bağlı olarak infiltrasyon giderek azalmış ilk 20 dakikadan sonra zamana bağlı olarak değişim başlangıca göre çok farklı olmamıştır. Mera olarak kullanılan alanda infiltrasyon ölçümleri toprak işlemeli olarak kullanılan alanlardan daha yüksek ölçülmüştür (Şekil 4.9). Buradan toprak işleminin infiltrasyon üzerine olumsuz etki yaptığı söylenebilir. Toprak işleminin infiltrasyon üzerine etkilerini konu alan birçok araştırma yapılmıştır. Yapılan birçok araştırma işlenmeyen toprakların infiltrasyon hızlarının daha yüksek olduğunu göstermiştir. İşlenmeyen topraklardaki yüksek infiltrasyon hızı bu toprakların süreklilik gösteren ve yüzeye kadar uzanan makro-gözenek ağlarından ileri gelmektedir (Erşahin 2001). Yüzeyle bağlantılı bu makro-gözeneklerin infiltrasyon hızına katkısı, bu gözeneklerin hidrolik özellikleri, orijinleri, şekilleri ve bükümlülükleri tarafından belirlenir (Edwards 1982).



Şekil 4.9. Farklı arazi kullanım durumuna göre toprakların infiltrasyon eğrileri

Toprakta infiltrasyonun zamana bağlı olarak azalması toprak özelliklerindeki değişmelerin bir sonucudur (Hilel 1980). Mera arazisinde ölçülen ortalama infiltrasyon değerleri zamana bağlı olarak işlemeli tarım yapıldığı kuru ve sulu tarım yapılan alanlardaki okumalardan daha fazla bulunmuştur. Bu durum mera alanlarında toprakların dispers olarak geçirgenliği engellemesinin işlemeli tarım yapılan alanlara göre daha düşük olması ile açıklanabilir. İnfiltrasyon, toprağın sahip olduğu organik madde içeriği, agregat stabilitesi, gözenek, dolayısı ile kütle yoğunluğu ve tekstür ile hidrolik iletkenlik gibi özellikler tarafından etkilenmektedir.

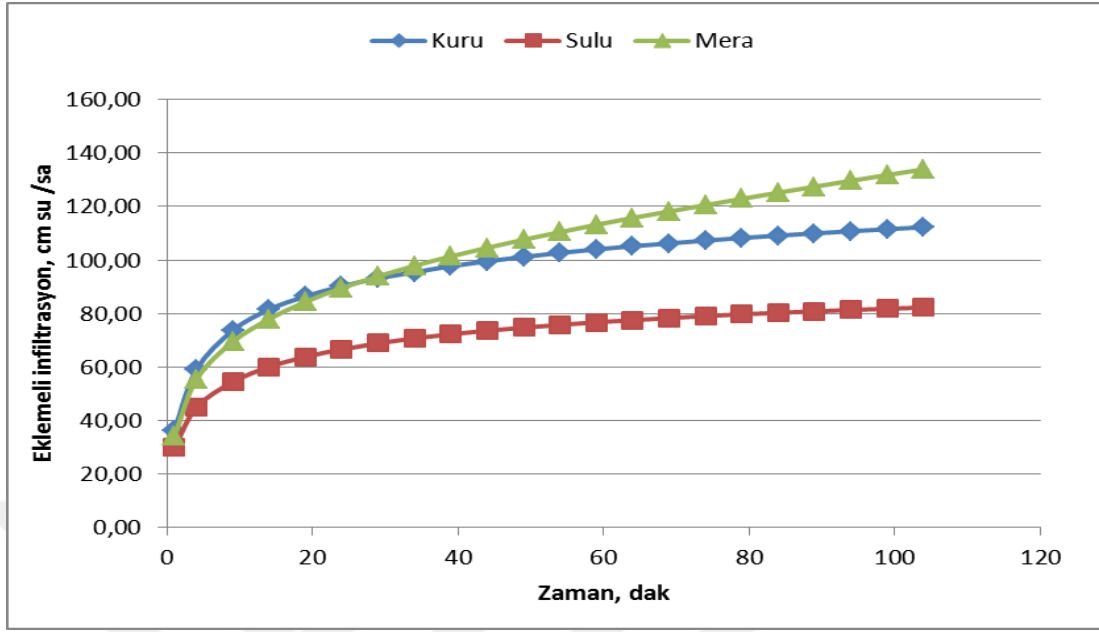
Yapılan korelasyon testinde infiltrasyon ile agregat stabilitesi ($r=0,937^{**}$), hidrolik iletkenlik ($r=0,818$) ve organik madde ($r=0,787^{**}$) arasında çok önemli pozitif ilişkiler belirlenirken kütle yoğunluğu ($r=-0,428^*$) ile arasında önemli negatif ilişkiler belirlenmiştir.

Toprak örneklerine ait ortalama eklemeli infiltrasyon değerleri Çizelge 4.4'de bu değerlerden elde edilen eklemeli infiltrasyon eğrisi ise Şekil 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.4. Toprak örneklerinde ölçülen eklemeli infiltrasyon değerleri (cm su/sa)

Zaman (dak)	Kort	Sort	Mort
1	36,33	29,93	34,17
4	58,93	44,87	55,39
9	73,59	54,36	69,38
14	81,47	60,00	77,89
19	86,42	63,78	84,32
24	90,18	66,55	89,58
29	93,18	68,86	93,91
34	95,43	70,73	97,86
39	97,71	72,26	101,36
44	99,56	73,58	104,58
49	101,17	74,71	107,60
54	102,67	75,76	110,45
59	103,99	76,71	113,18
64	105,16	77,53	115,77
69	106,24	78,31	118,17
74	107,26	79,05	120,55
79	108,25	79,69	122,89
84	109,15	80,28	125,21
89	109,99	80,81	127,44
94	110,79	81,33	129,64
99	111,55	81,79	131,80
104	112,28	82,23	133,92

Toprak örneklerinden ölçüm sonunda geçen toplam su miktarı değerlendirildiğinde en yüksek 133,92 cm su ile mera topraklarından geçerken en düşük su ise 82,23 cm su ile çapa bitkilerinin yoğun olarak ekildiği sulu tarım alanlarında belirlenmiştir. Bu durum işlemeli tarımın olumsuz etkisini ortaya koymaktadır. Arazi üzerine uygulanan trafik, hayvan otlatma, bitki kökleri, toprak yönetimi, toprak işleme vb. faaliyetler sonucu yüzey toprağı sıkışır, hacim ağırlığı artar, infiltrasyon azalır (Hillel 1982; Dao 1993). Bu olaylar silsilesi, işlenen bir toprakta mevsimsel olarak da bir değişim içerisindedir.



Şekil 4.10. Toprakların kullanım şekline göre eklemeli infiltrasyon grafikleri

Toprakların hesaplanan sızma oranları değerleri Çizelge 4.5'te sunulmuştur. Çizelge 4.5'e göre ortalama olarak en yüksek sızma oranı değeri sulu tarım yapılan alanlarda en düşük infiltrasyon oranı ise mera arazilerinde hesaplanmıştır. Sızma oranı değerinin düşüklüğü toprakların zaman içerisinde bozulma derecelerinin de bir ölçüsüdür. Buna göre merada yapılan infiltrasyon ölçümlerinde topraklar kuru ve sulu arazilere göre daha az dağılmaya maruz kalmış, bunun sonucu olarak ta daha yüksek eklemeli infiltrasyon değeri sağlamışlardır.

Çizelge 4.5. Toprak örneklerinde belirlenen sızma oranları

Kullanım Şekli	Sızma Oranı	Ortalama
K1	16,77	20,46
K2	28,36	
K3	16,25	
S1	22,64	21,59
S2	18,06	
S3	24,07	
M1	7,02	6,60
M2	6,80	
M3	5,98	

Genel olarak, infiltrasyon hızının temel göstergeleri toprak özellikleridir (Arshad and Martin 2002). Organik maddece zengin topraklarda organik maddenin fiziksel özelliklere olan etkisi infiltrasyon hızını da artırmıştır (Hawkes 1984).

Toprakların hidrolik iletkenlikleri mera arazilerinde en yüksek bulunmuştur. Buda mera topraklarının su iletme yeteneklerinin işlemeli tarım yapılan alanlardan daha yüksek olduğunun göstergesidir. Bu durumda mera alanlarında problem olmadığını iddia etmek doğru değildir. Mera alanlarının genellikle eğimli arazilerden oluşması bu alanlardaki suyun topraktaki hareketini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle mera alanlarının bir plan dahilinde otlatılması, sürekli örtülü kalmasına yardım edecektir.

Toprakların kaba bünyeli olması başlangıçta infiltrasyonun yüksek olmasına neden olurken, zamanla infiltrasyon hızının düşmesi toprakların organik madde içeriğine bağlı olarak kolay dispers olup gözenekleri hızla tıkanması nedeni ile olabilir. Bu durumda işlenen alanlarda toprak organik maddesinin geliştirilmesi stabiliteyi olumlu yönde etkileyeceğinden yüzey akışı azaltarak erozyona uğrama eğilimlerini de düşürecektir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırma alanından alınan toprak örnekleri tekstür yönünden değerlendirildiğinde kaba bünyeli olarak belirlenmiştir.

Topraklarının tamamına yakın kısmı kumlu tın tekstür sınıfında bulunmuştur. Toprakların kaba bünyeli olmasının avantaj ve dezavantajları vardır. Kaba bünye toprakların işlemlerini kolaylaştırıp su hareketini hızlandırırken, bitki besin elementlerinin kolayca yıkanmasına neden olabilmesi yönünden dikkatli olunmalıdır.

pH yönünden; topraklar geniş bir dağılım göstermektedirler. Sulanan alanlar kuvvetli asidik koşullar sağlarken sulanmayan kuru örnekleme alanlar orta derecede asit ve mera alanları nötr koşullar ortaya koymaktadır.

Kireç içerikleri bakımından; araştırma alanındaki topraklar kireçsiz sınıfında yer almışlardır. Kuru ve sulu alanlarda hem pH'nın yükseltilmesi için hem de topraklarda yetersiz olan kireç ilavesi için bu alanlarda kireçleme yapılması üretim ve toprak özelliklerini olumlu etkileyecektir.

Tuzluluk bakımından araştırma alanı topraklarının tamamı tuzsuz sınıfında yer almıştır.

Toprakların infiltrasyon eğrilerine göre işlenen alanlarda infiltrasyonun hızla düşmesinin sonucu yüzey akışın oluşması ve bunun sonucunda erozyona uğraması kaçınılmazdır. Bu durumun en az hissedildiği kullanım alanları mera alanlarıdır. Bu durum sahip oldukları organik madde miktarı ve agregat stabilitesinin yüksekliği ile doğrudan ilgilidir. Bu nedenle işlemeli tarımın yapıldığı yöre topraklarında organik madde miktarının artırılması toprakların erozyona uğrama eğilimini önemli ölçüde azaltacaktır.

KAYNAKLAR

- Agyare, W.A., Vlek, P.L.G., Dikau, R., Andreini, M. and Fosu, M. 2005. Soil Characterization and Modeling using Pedo-Transfer Functions and Artificial Neural Networks. Status Conference, Cologne, Germany, May 17-19.
- Ahuja, I.R., Namey, J.W., Green, R.E., Nielsen, D.R., 1984. Macroporosity to Characterize Spatial Variability of Hydraulic Conductivity and Effects of Land Management. Soil Science Society of America Journal ., 48 pp. 699–702.
- Aksakal, E.L., 2004. Toprak Sıkışması ve Tarımsal Açından Önemi, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 35 (3-4), 247-252.
- Angulo- Jaramillo, R., Moreno, F., Clothier, B. E., Thony, J.L., Vachaud, G., Fernandez-Boy, E., Cayuela, J.A., 1997. Seasonal variation of hydraulic properties of soils measured using a tension disc infiltrometer. Soil Sci. Soc. Am. J. 61, 27-32.
- Anonim 2018. <http://www.balikesir.gov.tr/tarim-ve-hayvancilik>
- Anonim 2019a. <http://www.bigadic.gov.tr/cografi-durum>
- Anonim 2019b. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=BALIKESIR>
- Ankeny, M.D., Kapsar, T.C., Prieksat, M.A., 1995. Traffic Effects on Water Infiltration in Chisel-Plow and No-till Systems. Soil. Sci. Soc. Am.J, 59:(200-204)s.
- Ankeny, M. D., T.C., Kasper, R., Horton., 1988. Design for an Automated Tension Infiltrometer. Soil Sci.Soc.Am.J, 52:(893-896)s.
- Arshad, M., and Martin, S., 2002. Identifying Critical Limits For Soil Quality Indicators.
- Bahçeci, B., 2019. Farklı Test Zamanlarının Ve Akış Debilerinin Vertisol Toprakların İnfiltrasyon Karakteristiklerine Etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Doktora Tezi.
- Bahtiyar, M., 1996. Toprak Fiziği. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Yayın No: 260, Tekirdağ.
- Balesdent, J., Chenu, C. and Balabane, M., 2000. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. Soil & Tillage Research. Vol. 53. Pp: 215-230.
- Barik, K., 2011. Ahır Gübresi ve Pancar Küspesi İlavesinin Toprağın Bazı Özelliklerine Olan Etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., Vol.42 (2), pp:133-138.
- Barik, K., Aksakal E., Islam K.R., Sari S., Angin I., 2014. Spatial variability in soil compaction properties associated with field traffic operations, Catena 120.
- Başar, H., 2001. Bursa ili topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleri ile incelenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15:69-83.
- Ben-Hur, M., Yolcu, G., Uysal, H., Lado M., and Paz, A., 2009. Soil structure changes: aggregate size and soil texture effects on hydraulic conductivity under different saline and sodic conditions. Australian Journal of Soil Research, 47, 688–696.
- Blake, G.R., K.H. Hartge, 1986. Particle Density in Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods (Ed. A, Klute). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

- Blevins, R.L., Smith, M.S., Thomas, G.W., 1984. Changes in Soil Properties Under No-Tillage Agriculture Principle and Practice. V.N.R. Company, New York.
- Boadu, F.K., 2000. Hydraulic conductivity of soils from grain-size distribution: new models. *J. Geotech. Geoenviron. Eng.*, 126(8), 739-746.
- Bouma, J., Van Rooyen, D.J., Hole, F.D., 1975. Estimation of comparative water transmission in two pairs of adjacent virgin and cultivated pedons in Wisconsin. *Geoderma* 13:73-78.
- Braun, H.M.H., and Kruijne, R., 1994. Soil Conditions. Chapter 3. H.P. Ritzema (Ed.), Drainage Principles and Applications, Publication 27, International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), The Netherlands.
- Canbolat, M., ve Demiralay, İ., 1995. Organik Materyal İlave Edilmiş Toprakların Agregat Stabilitesi, Briket Hacim Ağırlığı ve Kırılma Değeri Arasındaki İlişkiler. Türkiye Toprak İlmi Derneği Toprak ve Çevre Sempozyumu. Cilt II. Yayın No: 7, ss: A-116 A-124, Ankara.
- Chaudhary, T.N., and Ghildyal, B.S., 1969. Aggregate stability of puddle soil during rice growth. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 17: 261–265.
- Danielson, R.E., and Sutherland, P.L., 1986. Porosity. *Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods*, 443-461.
- Dao, T.H., 1993. Tillage and Winter Wheat Residue Management Effects on Water Infiltration and Storage, *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 57:(1586-1595)s.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analiz Yöntemleri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları. Erzurum, 111-120.
- Demiray, E., 2010. İşlenen ve İşlenmeyen Topraklarda Toprak Hidrolik Özellikleri Dinamiğinin Karşılaştırılması. T.C. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Doğan, A.M., 2005. Farklı Topoğrafya ve Arazi Kullanımı Altındaki Toprakların İnfiltrasyon Hızlarının Analizi. Yüksek Lisans Tez Öneri Formu. Tokat.
- Edwards, W.M., 1982. Predicting tillage effects on infiltration. In D.M. Kral (Ed.). *Predicting*.
- Ehlers, W., and Van Der Ploeg, R.R., 1977. Simulation of infiltration into horizons of tilled and untilled field soils derived from loess. In G.C. Vanoteenkiste (Ed.) *System Simulation in Water Resources*, pp. 157-167.
- Elhakeema, M., Papanicolaou, A.N. T., Wilson C.G., Chang Y.J., Burras L, Abbanb, B., Wysockie D.A. and Willse, S., 2018. Understanding saturated hydraulic conductivity under seasonal changes in climate and land use. *Geoderma*, 315 , 75–87.
- Erşahin, S., 2001. Toprak Amenajmanı. GOÜ Ziraat Fakültesi Ders Notları Serisi No: 21 Tokat. Syf: 44-57.
- Ertaş, A., 2010. Toprak Hidrolik Özellikleri ve Toprak Suyu Yüzey Gerilimi İlişkileri. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Y. Lisans Tezi.
- Gee, G.W., and Bauder, J.W., 1986. Particle-Size Analysis. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 383-411, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.*
- Gomez, J.A., Giraldez, J.V., Pastor, M., Fereres, E., 1999. Effects Of Tillage Method On Soil Physical Properties, İnfiltration and Yield İn An Olive Orchard. *Soil And Tillage Research* 52 167-175p.

- Göl, C. 2002. Çankırı-Eldivan Yöresinde Arazi Kullanım Türleri İle Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Glauser, R., Doner, H.E. and Paul, E.A., 1988. Soil Aggregate Stability as a Function of particle Size in Sludge-Treated Soils. *Soil Sci.*, 146 (1): 37-42.
- Güçdemir, İ.H., 2006. Türkiye Gübreler ve Gübreleme Rehberi. T.C T.B.K. TAGEM Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No:231, Teknik yayınlar No: T.69, Ankara.
- Gülser, C., Candemir, F., İç, S., Demir, Z., 2007. Pedotransfer Modellerle İnce Bünyeli Topraklarda Doygun Hidrolik İletkenliğin Tahmini. V. Ulusal Hidroloji Kongresi, Bildiriler Kitabı, 5-7 Eylül, ODTÜ Ankara, p. 563-569.
- Gülser, C., and Candemir, F., 2014. Using soil moisture constants and physical properties to predict saturated hydraulic conductivity. *Eurasian Journal of Soil Science*, 3 (1), 76-81.
- Güngör, Y., Erözel, Z., Yıldırım, O., 2002. Sulama. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayın no:1525. Ankara.
- Haynes, R.J., Swift, R.S. and Stephen, R.C., 1991. Influence of Mixed Cropping Rotations Pasture-arable on Organic Matter Content water Stable Aggregation and Clod Porosity in a Group of Soils. *Soil & Tillage Research* 19: 77-87.
- Haghighi, F., Gorji, M., Shorafa, M., 2010. A study of the effects of land use changes on soil physical properties and organic matter. *Land Degrad Develop.* 21:496–502.
- Hawkes, G.E., Powlson, D.S., Randall, E.W., Tate, K.R., 1984. Nuclear Magnetic Resonance Study of the Phosphorus Species in Alkali Extracts of Soils from Long-term Field Experiments. *J. Soil Sci.*, 35:(35–45)s.
- Hillel, D., 1980. *Application of Soil Physics*. Academic Pres, London.
- Hillel, D., 1982. *Introduction to Soil Physics*. Academic Pres Limited , 24-28 Oval Road , London.
- Howell, T.A. and Meron, M., 2007. Irrigation scheduling. *Microirrigation for Crop Production*, Elsevier B.V. (2007), pp. 61-130.
- Hussen, A.A., and Warrick, A.W., 1993. AlgebrASc Models for Disc Tension Permeameters, *Water Resour. Res.*, 29: (2779-2786)s.
- Hussen, A.A., 1991. *Measurement of Unsaturated Hydraulic Conductivity in the Field*, Ph.D.dissertation,150 pp.,Univ.of Ariz.,Tucson.
- Ishaku, J.M., Gadzama, E.W. and Kaigama, U., 2011. Evaluation of empirical formulae for the determination of hydraulic conductivity based on grain-size analysis. *Journal of Geology and Mining Research*, 3(4), 105-113.
- Karahan, G., 2014. Toprağın Morfolojik Ve Parametrik Özelliklerinden Doygun Hidrolik İletkenliğinin Tahmini. Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi.
- Karahan, G., and Erşahin, S., 2016. Predicting saturated hydraulic conductivity using soil morphological properties. *Eurasian J Soil Sci.*, 5 (1) , 30 – 38.
- Kemper, W.D., and Rosenau, R.C., 1986. *Aggregate Stability and Size Distribution. Methods of Soil Analysis.Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 425-442, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.*

- Kızılgöz, İ., Kızılkaya, R., Acar, İ., Seyrek, A., Kaptan, H., 1999. Şanlıurfa Yöresinde Antepfıstığı (*Pistacia Vera L.*) Yetiştirilen Toprakların Verimlilik Düzeyinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Gap 1.Tarım Kongresi Şanlıurfa 1999, 2.Cilt, 987-994.
- Kızılkaya, R., Kızılgöz, İ., Gürsöz, S., Kaptan, H., 1999. Şanlıurfa Yöresinde Bağcılık Yapılan Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. Gap 1.Tarım Kongresi Şanlıurfa 1999, 2.Cilt, 979-986.,
- Klute, A., and Dirksen C., 1986. Methods of soil analysis, part I-physical and mineralogical methods: Hydraulic conductivity and diffusivity Laboratory methods. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, pp. 687-734.
- Lampurlanes, J., and Cantero-Martinez, C., 2003. Soil bulk density and penetration resistance under different tillage and crop management systems and their relationship with barley root growth. Agron. J., 95 (3) (2003), pp. 526-536.
- Lal, S., and Mathur, B.S., 1989. Effect of longterm fertilization manuring and liming of an alfisol on maize, wheat, and soil properties II: Soil physical properties. Journal of the Indian Society of Soil Science, 37: 815–817.
- Li, Y.Y., and Shao, M.A., 2006. Change of soil physical properties under long-term natural vegetation restoration in the Loess Plateau of China. Journal of Arid Environments 64, 77–96.
- Li, J., Richter, D., Mendoza, A. and Heine P., 2007. Effects of land-use history on soil spatial heterogeneity of macro-and trace elements in Southern Piedmont USA. Geoderma, 156, 60-73.
- Lien, B., 1989. Field Measurement of Soil Sorptivity and Hydraulic Conductivity, M.S.thesis, 93 pp.Uni.of Ariz,Tuscon.
- Liu, C.W., Chen, S.K., and Jang, C.S., 2004. Modelling Water Infiltration in Cracked Paddy Field Soil. Hydrol. Process. 18, 2503–2513.
- McLean, E.O., 1982. Soil Hand Lime Requirement. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 199- 224.
- Musavi-jahro, S.H., Shiravand, R., 2012. Determination of hydraulic conductivity applying empirical formulae and physical modeling. Archives Des Sciences, 65(5), 15–21.
- Nelson, D.W., Sommers, L. E., 1982. Organic Matter. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 574- 579.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and Gypsum. Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition P: 191- 197.
- Odong, J., 2008. Evaluation of empirical formulae for determination of hydraulic conductivity based on grain-size analysis. The Journal of American Science, 4(1): 1-6.
- Osunbitan, J.A., Oyedele D. J., Adekolu K. O., 2005. Tillage Effects on Bulk Density, Hydraulic Conductivity and Strength of a Loamy Sand Soil in Southwestern Nigeria. Soil 8 Tillage Research, 82:57-64.

- Özdemir, N., Öztürk, E., Durmuş, Kop, Ö.T., 2018. Organik Düzenleyici Uygulamalarının Yapay Yağış Koşullarında Toprakların Bazı Fiziksel Özellikleri ve Toprak Kaybı Arasındaki İlişkiler Üzerine Etkileri. *Turk J Agric Res.* Vol. 5(3), pp: 191-200.
- Öztekin, T. and Erşahin, S., 2006. Saturated hydraulic conductivity variation in cultivated and virgin soils. *Turk J. Agric. For.* 30, 1-10.
- Öztekin, T., Cemek, B., and Brown, L.C., 2007. Pedotransfer Functions for the Hydraulic Properties of Layered Soils GOÜ. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2007, 24 (2), 77-86.
- Pachepsky, Y.A., Rajkai, K., and Tóth, B., 2015. Pedotransfer in soil physics: trends and outlook - A review. *Agrokémia És Talajtan*, 64(2), 339–360.
- Pachepsky, Y. and Park, Y., 2015. Saturated hydraulic conductivity of US soils grouped according to textural class and bulk density. *Soil Science Society of America Journal*, 79(4), 1094.
- Patil, N.G., and Singh S. K., 2016. Pedotransfer Functions for Estimating Soil Hydraulic Properties: A Review. *Pedosphere*, 26(4), 417–430.
- Perroux, K.M., and White, I., 1988. Designs for Disc Permeameters. *Soil Sci. Soc Am J*, 52: (1205-1215)s.
- Puckett, W.E., Dane, J.H., Hajek, B.F., 1985. Physical and mineralogical data to determine soil hydraulic properties. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 49(4), 831-836.
- Ren, X., Zhao, Y., Deng, Q., Kang, J., Li, D. and Wang, D., 2016. A relation of hydraulic conductivity — void ratio for soils based on Kozeny-Carman equation. *Engineering Geology*, 213, 89–97.
- Richards, L.A., 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. USDA. Handbook, No:60. USA.
- Riezebos, H.T., and Loerts, A.C., 1998. Influence of land use change and tillage practice on soil organic matter in southern Brazil and eastern Paraguay. *Soil & Tillage Researc*, 49; 271-275, Netherlands.
- Rosas, J., Lopez, O., Missimer, T.M., Coulibaly, K.M., Dehwah, A.H.A., Sesler, K., Lujan, L.R., Mantilla, D., 2014. Determination of hydraulic conductivity from grain-size distribution for different depositional environments. *Groundwater*, 52(3), 399–413.
- Russell, E.W., 1973. *Soil Structure, Tilth and Mechanical Behaviour*. Russell's Soil Conditions and Plant Growth. 10th. Ed. Essex: Longman Scientific and Technical.
- Salarashayeri, A.F., and Siosemarde, M., 2012. Prediction of soil hydraulic conductivity from particle-size distribution. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Geological and Environmental Engineering*, 6(1), 16-20.
- Sarı, H., ve Sağlam, M.T., 2018. Aynı Noktadan Alınmış, Bozulmuş Ve Bozulmamış Toprak Örneklerinde Hidrolik İletkenlik İlişkisi. *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty*; 15(03).
- Sezen Y., ve Aydın, A., 1995. *Toprak Kimyası Laboratuvar Kitabı*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Yayın No: 174; 140-144.
- Sezen, Y., 2002. *Toprak Verimliliği*. Atatürk üniversitesi Yayınları No: 922. Ziraat fakültesi Yayınları No: 339. Ders Kitapları Serisi 86, Erzurum.

- Schwartz, F.W., and Zhang, H., 2003. *Fundamentals of Groundwater*. John Wiley & Sons, Inc., p. 583.
- Six, J., Conant, R.T., Paul, E.A., and Paustian, K., 2002. Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils *J. Plant and Soil* 241: 155-176.
- SPSS, 1999. *SPSS for Windows, Release 10.0.5.*, SPSS Inc., USA.
- Stolte, J., van Venrooij, B., Zhang, G., Trouwborst, K.O., Liu, G., Ritsema, C.J. and Hessel, R. 2003. Land-use induced spatial heterogeneity of soil hydraulic properties on the Loess Plateau of China. *Catena* 54, 59-75.
- Topalhan, S., 1992. Doymuş hidrolik iletkenliğin arazi ve laboratuvar koşullarında ölçümleri ve karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı. Adana.
- Turan, İ.E., 2019. Toprak Özellikleri İle Doygun Hidrolik İletkenlik Arasındaki İlişkilerin Pedotransfer Fonksiyonlarla Değerlendirilmesi. *Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Toprak Bilimi Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*.
- Tümsavaş, Z., 2003. Bursa İli Vertisol Büyük Toprak Grubu Topraklarının Verimlilik Durumlarının Toprak Analizleriyle Belirlemesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 17(2), 9-21.
- Tüzüner, A., 1990. *Toprak Ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı*. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Tiwari, R.J., Bangar K.S.G., Nema, K., Sharma, R.K., 1998. Long-term effect of pressmud and nitrogenous fertilizers on sugarcane and sugar yield on a typic Chromostertm. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 46: 243–245.
- Ülgen, N., ve Yurtsever, N., 1974. Türkiye gübreler ve gübreleme rehberi. *Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Yayınlar No:28*. Ankara.
- Vigerust, E., 1984. Use of sewage Sludge on Green Area Utilization of Sewage Sludge on Land, Rates of Application and Long-Term Effects of Metals (Ed; Berlung, R.D. davis). Reidel Pub. Com.
- Villanueva, J.J.M., Garcia, V.M.V, Alberich, M.V.E., Huerta, A.G., Arriaga, M.R., and Rodriguez, F.G., 2015; Mean Infiltration Speed in a Vertisol Under Different Tillage Systems *Terra Latinoamericana*, Vol. 33, núm. 1, eneromarto, pp. 95-99 *Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México*.
- Waduawate, B., Chengsi, B., Noborio, K., 2004. Determination of Hydraulic Properties in Sloping Landscapes from Tension and Double-Ring Infiltrometers . *Vadose Zone Journal* 3:964–970.
- Wagner, S., Cattle, S.R., Scholten, T and Felix-Henningsen, P. 2000 Observing the Evolution of Soil Aggregates From Mixtures of Sand, Clay and Organic Matter. In *Soil*. New Zealand Society of Soil Science, Page Number: 217-218, New Zealand.
- Walker, H.S., Lin, D., Fritton, D., 2006. Is the Tension Beneath a Tension Infiltrometer What We Think It Is? *Vadose Zone Journal* 5:860–866 (2006).
- Warrick, A.W., 1992. Models for Disc İnfiltrometers, *Water Resource Res.*,28: (319-1327)s.
- Watson, K.W., and Luxmoore, R.J., 1986. Estimating macroporosity in a forest watershed by use of a tension infiltrometer. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50:578-582.

- White, I.M., Sully, J., Perroux, K.M., 1992. Measurement of Surface-Soil Hydraulic Properties: Discermeameters, Tension İnfiltrometers and other Techniques.p.69-104.In G.C. Topp et .(ed) Advances in Measurment of Soil Physical Properties: Bringing Theory into Practice. SSSA Spec.Publ.30. SSSA, Madision,WI.
- Yakupoğlu, T., Őiřman, A.Ö., Karagöktas M., Demir, Ö.F., 2013. Toprakların doygun koşullardaki hidrolik iletkenlik değerlerinin pedotransfer eşitliklerle tahminlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8 (1),84-92.
- Zengin, M., Çetin, Ü., Ersoy, İ., Özyaytekin, H.H., 2003. Beyşehir Yöresi Tarım Topraklarının Verimlilik Durumlarının Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 17 (31), 24-30.
- Zhao, C., Shao, M., Jia, X., Nasir, M. and Zhang, C., 2016. Using pedotransfer functions to estimate soil hydraulic conductivity in the Loess Plateau of China. Catena, 143, 1-6.

ÖZGEÇMİŞ

01/01/1992 yılında Balıkesir’de doğdu. İlköğrenimini Eskişehir Kırka Mehmet Akif Ersoy İlkokulu’nda, Ortaokulunu Balıkesir Bigadiç Cumhuriyet Ortaokulu’nda ve Lise öğrenimini de Bigadiç Cumhuriyet Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2010 yılında Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü ve Bitki Besleme Bölümü’nü kazandı. 2011 yılında Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü ve Bitki Besleme Bölümü’nden yatay geçiş yaparak Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Bölümü’nün 2.sınıfına geçti. 2015 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Bölümü’nden mezun oldu. 2015 yılında Erzurum Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.