



# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

<http://dergi.toprak.org.tr>



## Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisi toprak etüdünün güncellenmesi

Hanife Akça <sup>1</sup>, Levent Atatanır <sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ankara

<sup>2</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Aydın

### Özet

Günümüzde, çiftlik bazında yürütülen detaylı toprak etüt ve haritalama çalışmalarından üretilen her toprak parametresine ait haritaların kullanımı, konumsal ve zamansal değişimlerinin izlenmesi önem taşımaktadır. Bu çalışma ile, çiftlik arazisinde 1999 yılında tamamlanmış olan geleneksel toprak etüt ve haritalama çalışmalarının CBS ve uzaktan algılama verilerinden de yararlanılarak güncellenmesi hedeflenmiştir. Önceden 3 fizyografik üniteden biri olan alüviyal araziler kendi içinde 4 farklı grup altında değerlendirilerek toplamda 6 farklı fizyografik ünite oluşturulmuştur. Bu üniteler üzerinde 26 profil çukuru açılmış ve geçmişte 6 olan toprak serisi 15 tane olacak şekilde yeniden tanımlanmıştır. Her seriden horizon esasına göre toprak örnekleri alınmış ve laboratuvarında fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları ve morfolojik gözlemler sonucunda araştırılan topraklar Toprak Taksonomisi'ne göre Entisol ve Inceptisol, FAO/WRB'ye göre ise Fluvisol, Regosol ve Calcisol olarak sınıflandırılmışlardır. Çalışma sonucunda alanın 1:5000 ölçekli temel toprak haritası ve veri tabanı oluşturulmuştur. Bunun yanında alandaki mevcut ve geleceğe yönelik problem ile öneriler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Toprak sınıflandırma, toprak etüt haritalama, CBS, uzaktan algılama.

### The Revision of Soil Survey of Research and Application Farm Lands of Agriculture Faculty of Aydın Adnan Menderes University

### Abstract

Today, it is important to use the maps of each soil parameter produced from detailed soil survey and mapping studies carried out on a farm basis and to monitor for the spatial and temporal changes. With this current study, it is aimed to update the conventional soil survey and mapping studies completed in 1999 on the farm land by using GIS and remote sensing data. Alluvial lands, which were previously one of the 3 physiographic units, were evaluated under 4 different groups in itself and 6 different physiographic units were created in total. 26 pedons were investigated in these units and the soil series, which was 6 in the past, was redefined as 15. Soil samples were taken from the each series based on horizon principle, physical and chemical analysis were conducted in the laboratory. According to the results of analysis and morphological observations, investigated soils were classified as Entisol and Inceptisol and classified as Fluvisol, Regosol, Calcisol by taking into consideration of FAO/WRB. 1:5000 scale soil map and database were obtained at the end of the work. In addition, current and future problems and suggestions for the present study area were tried to be revealed.

**Keywords:** Soil classification, soil survey and mapping, GIS, remote sensing.

© 2020 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

Doğanın ana kayadan bir birim toprağı oluşturması binlerce yıl alırken, insanlığın verimli toprakları bozması sadece birkaç on yıl alabilmektedir (Hillel, 2003). Tüm dünya ülkelerinin ortak kaygısı gelecekte artan nüfusu besleyebilecek üretimi sağlamak olmuştur. Alternatif ürün yetiştirme yöntemleri geliştirilmeye çalışılsa da uzun yıllar topraklar bu konuda vazgeçilmez kaynağı oluşturacaklardır. Bu durumda bu kaynağın tüm özelliklerinin ortaya çıkarılması, problemlerinin ve amenajman önlemlerinin tespit edilmesi ile sürdürülebilirliklerinin sağlanması önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Toprak çeşitlerinin saptanması ve özellikleri ile yayılım alanlarının tespiti, hangi tür arazi kullanımına uygun olduğunun belirlenmesi işlemleri yapılacak Toprak Etüd ve Haritalama çalışmaları ile

\* Sorumlu yazar:

Tel. : 0256 7727024

E-posta : [latatanir@adu.edu.tr](mailto:latatanir@adu.edu.tr)

Geliş Tarihi : 24 Ağustos 2020

Kabul Tarihi : 30 Ekim 2020

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.783664

gerçekleştirilmektedir (Soil Survey Division Staff, 1993; Dinç ve Şenol, 1997). Tarımsal üretimin çok yoğun olmadığı dağlık ülkeler için toprak bilgi türü, yoğun şekilde tarım yapılan ovaları içeren alanlardan oldukça farklı olacaktır (Manderson ve Palmer 2006; Mulcock ve Brown 2013). Ülkemizde halen kullanılmakta olan Toprak Su Genel Müdürlüğü'nce 1965-1971 yılları arasında üretilen ve 1982-1984 yıllarında revize edilen yarı detaylı toprak haritalarında, tarımsal potansiyeli yüksek düz-düze yakın özellikteki alüvyal alanlarda ve delta ovalarında ise toprak sınırları sağlıklı olarak belirlenememiştir (Dengiz ve ark., 2010). Alüvyal topraklar, erozyon ve akarsuların taşıdığı depozitlerin çökeltme süreçlerinin sonucunda oluşmaktadır ve bu nedenle taşınan materyallerin bileşimini ve özelliklerini yansıtmaktadırlar (Weber ve Gobat, 2006). Taşınan bu materyaller mekansal ve zamansal olarak değişir ve bu nedenle tüm taşkın yatağı sisteminin heterojenliğine katkıda bulunur (Dengiz, 2010). Özellikle alüviyaller gibi çok kısa mesafelerde önemli değişimler içeren topraklarda büyük ölçekli haritalama ile topraklar arasındaki farklılıkları ortaya çıkarmak ve toprak özelliklerini bir veri tabanı içerisinde toplamak geleceğe yönelik planlamalar için büyük önem taşımaktadır.

Bireysel kullanıcılar tarafından toprakların sınıflandırılması ve haritalandırılmasının yüksek maliyeti ve zaman alıcı bir süreç olması nedeniyle, son zamanlarda üretilmiş haritalardan bilgi çıkarılması işlemi artmıştır (Samuel ve Joseph, 2015). Geleneksel toprak haritaları toprak ve çevre ilişkileri hakkında değerli bilgiler içermesine rağmen mekansal detay seviyesi ve toprak özelliklerinin doğruluğu açısından ise sınırlı kalmaktadırlar. Bu haritaların Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında sayısal ortama dönüştürülmesi ile çevresel değişkenler ve arazi kullanımındaki mevcut kalite verilerinin kullanılması sonucu güncellenmesi mümkündür. Böylece her bir toprak özelliği daha rahat izlenip değerlendirilebilmektedir (Dingil ve ark., 2013). Sayısal toprak haritalama, toprak özelliklerinin uygun bir maliyetle nicel olarak tahmin edilmesini sağlamaktadır (Xu ve ark., 2018). Çiftlik ölçeğindeki haritalamaların maliyeti ise, ayrıntı düzeyine bağlı olarak önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır (Carrick ve ark., 2014).

Bu çalışma ile, Aydın ve ark. (1999)'nın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazi topraklarında yapmış oldukları etüt çalışması yeni teknolojiler ve veriler ışığında güncellenmiştir. Alanda toplulaştırma çalışmaları sonrasında meydana gelen değişimlerin yanı sıra, mera alanlarından yapılan ilaveler ile oluşan alansal büyüme yüksek yersel çözünürlüklü uydular üzerinden değerlendirilmiştir. Böylelikle büyük bir çoğunluğu alüvyal araziler üzerinde oluşum göstermiş olan toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri de yeniden değerlendirilmiş, coğrafi bilgi sistemleri ortamına aktarılan veriler ile haritaların üretimi ve gelecekte ortaya çıkabilecek değişimlerin kısa sürede güncellenmesi mümkün hale getirilmiştir.

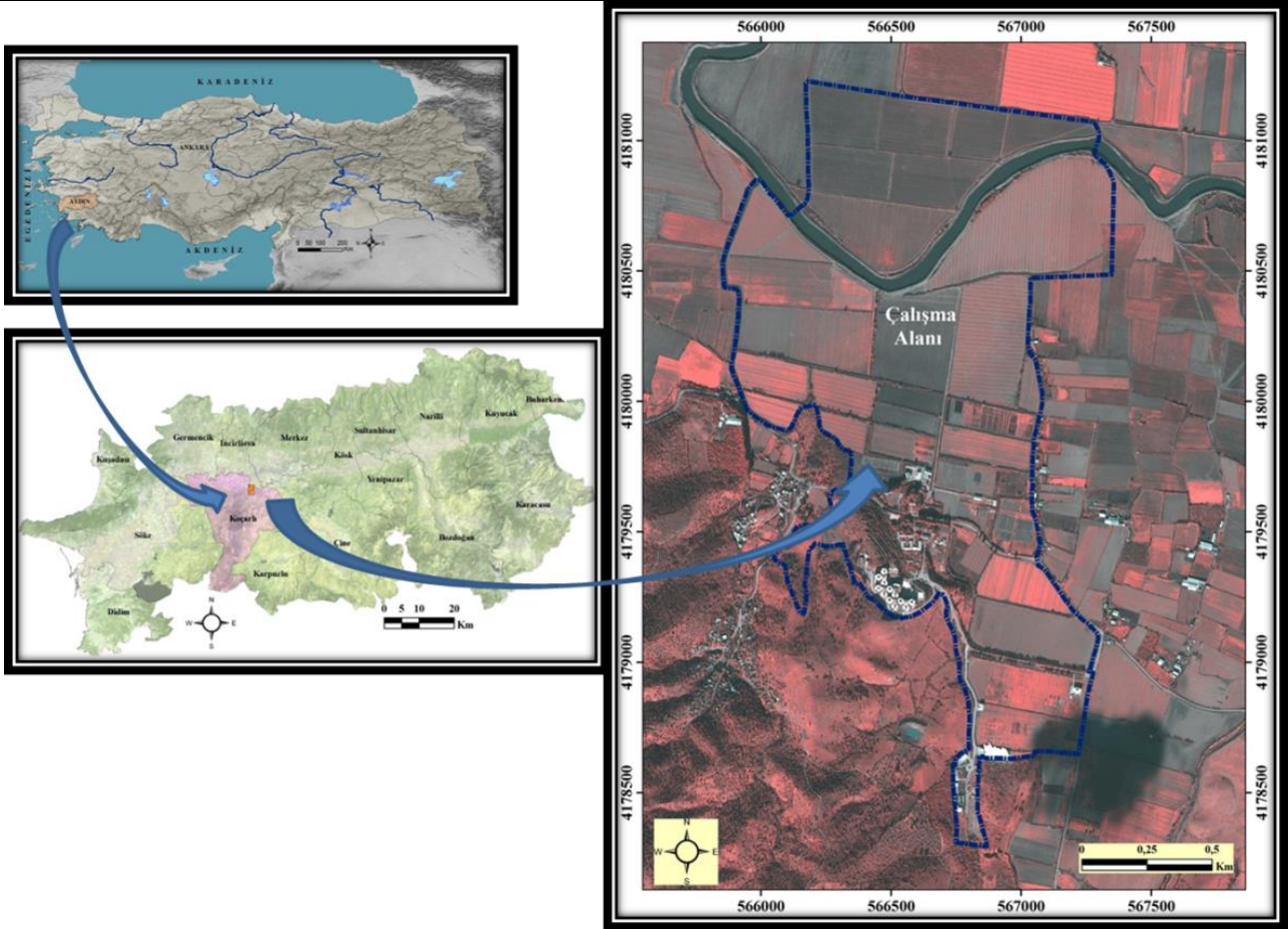
## Materyal ve Yöntem

Çalışma, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisi topraklarında yürütülmüştür. Çalışmada temel kartografik materyal olarak 1:5.000 ve 1:25.000 ölçekli standart topoğrafik haritalar ve yüksek yersel çözünürlüğe (0.7 m) sahip 2013 tarihli Kompsat-3 uydu görüntüsü kullanılmıştır. Ayrıca yardımcı materyal olarak elde mevcut olan 2007 tarihli Quickbird ve 2010 tarihli Ortofoto görüntüleri ile çiftlik arazisi ile ilgili olarak daha önce yürütülmüş olan etüt ve haritalama çalışmasından faydalanılmıştır. Görüntülerin işlenmesi ve değerlendirilmesi aşamasında ERDAS Imagine Professional 8.7, vektörel verilerle ilgili çalışma aşamasında ise ArcGIS 9.3 yazılımlarından yararlanılmıştır.

Uydu görüntüleri üzerinde gerçekleştirilen işlemler ve arazi çalışmaları sonucunda çalışma alanı içerisinde ana fizyografik üniteler belirlenmiştir. Etüt alanı içerisinde farklı toprak çeşitlerini temsil edebileceği belirlenmiş alanlarda toprak serilerini belirlemek amacıyla toplam 26 adet profil çukuru açılmış ve tanımlama işlemleri sonucunda 15 farklı toprak serisi tespit edilmiştir. Profillerin horizonlarından alınan toplam 98 adet bozulmuş ve 45 horizonadan üç tekerrürlü olarak alınan 135 adet bozulmamış toprak örneği de materyal olarak kullanılmıştır.

## Çalışma Alanına Ait Bilgiler

Çalışma alanı, Aydın-Muğla karayolu üzerinden Koçarlı ilçesine gidiş istikametinde, il merkezine 18 km mesafede, 37°44'58" - 37°46'34" kuzey enlemleri ile 27°44'51" - 27°45'53" doğu boylamları arasında bulunmakta ve 2400 dekar alan kaplamaktadır. Menderes Havzasına ismini de vermiş olan Büyük Menderes Nehri çalışma alanı içerisinden geçmektedir. Nehrin kuzey tarafında bulunan araziler İncirliova, güneyinde yer alanlar ise Koçarlı ilçe sınırları içerisinde yer almaktadır. Alanın denizden olan yüksekliği 25 ile 65 m' ler arasında değişmektedir. (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu

Çalışma alanının içerisinde yer aldığı Aydın ili makro iklim özellikleri bakımından Akdeniz iklim tipine girmekte ve alt bölgeler bakımından belirgin bir farklılık göstermemektedir. İklim tipine bağlı olarak ilde yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Çok yıllık ortalama sıcaklığın  $17.6\text{ }^{\circ}\text{C}$  olduğu ilde en yüksek sıcaklık  $28.4\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile Temmuz en düşük sıcaklık ise  $8.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile Ocak aylarında görülmektedir. Çok yıllık yağış ortalaması  $631\text{ mm}$ , ortalama nispi nem içeriği  $\%61.9$  ve buharlaşma  $1088.4\text{ mm}$  olarak tespit edilmiştir. İl özellikle batıdan gelen rüzgar akımlarına açık olup, hakim rüzgar yönü güney-batı (SW)'dir (DMİ, 2014). Alana ait topraklar yaz gündönümünü (21 Haziran) izleyen 4 ay içerisinde ardışık olarak 45 günden daha fazla tamamen kuru, kış gündönümünü (21 Aralık) izleyen 4 ay içinde ise ardışık 45 günden daha fazla tamamen nemli olması ile çalışma alanının toprak nem rejimi Toprak Taksonomisi' ne (Soil Survey Staff, 2014) göre *Xeric*, 50 cm derinlikte yıllık ortalama toprak sıcaklığının  $19.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  ve ortalama yaz toprak sıcaklığı ile ortalama kış toprak sıcaklığı arasındaki farkın ise  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den daha fazla olması ile de toprak sıcaklık rejimi *Thermic* olarak tespit edilmiştir.

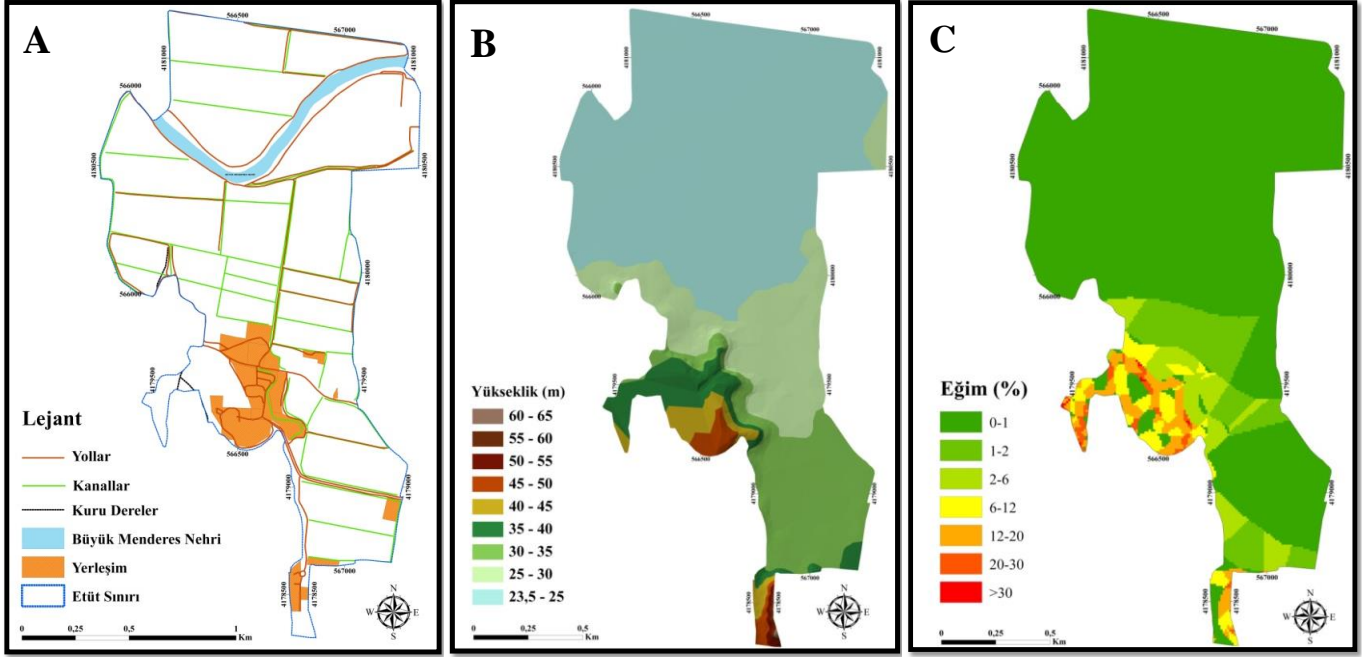
Çalışma alanının da içerisinde yer aldığı kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı Menderes Masifi (200 x 300 km) Batı Anadolu'nun en büyük kabuksal segmentlerinden birini oluşturmaktadır (Candan ve ark., 2011). En genç tortul paketi oluşturan Holosen yaşlı alüvyonlar, doğu-batı doğrultulu aktif faylar önünde gelişmiş olan alüviyal yelpaze ve fluvial çökellerden yapıldır (Utku ve Sözbilir, 2003). Çalışma alanındaki toprakların büyük kısmı Büyük Menderes Nehri ve yan kolları tarafından depolanmış genç alüviyal depozitler üzerinde gelişimlerini sürdürmekte olup, alanın güneyinde yer alan yüksek arazilerde yerinde oluşum gösteren topraklarda ise gnays, mermer, metakuvarsit, mikaşist ve fillit oluşumları ana materyal niteliğinde gözlenmektedir.

Arazi topraklarında yaz aylarında pamuk ve mısır, kış aylarında ise taşkın almayan parsellerde arpa, buğday, fiğ gibi ürünler yetiştirilmekte, deneme parsellerinde ise iklime uygun çeşitli bitkisel üretim yapılmaktadır. Yüksek arazilerde ise zeytin bitkisi bulunmaktadır.

Çalışma alanı topraklarının önemli karakteristiklerinin belirlenmesi, seri düzeyinde tanımlanması, toprak taksonomisine göre sınıflandırılarak detaylı toprak haritasının oluşturulması işlemleri Dinç ve Şenol (2009) tarafından bildirilen temel iş akış diyagramı temel alınarak gerçekleştirilmiştir.



Taranmış ve raster format şeklinde bilgisayar ortamına aktarılan 1:5000 ve 1:25000 ölçekli topoğrafik haritalar rektifiye edilmiş ve daha sonra etüt sınırı, eşyüksekti eğrileri, yol, yerleşim alanları, sulama ve drenaj kanalları, dereler, nehir gibi raster formatta yer alan veriler yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsünden de yararlanılarak manuel olarak vektörel formata dönüştürülmüşlerdir. Elde edilen vektörel harita arazi çalışmaları sırasında kullanılacak olan raster uydu görüntüleri ile karşılaştırılarak arazide koordinasyonu sağlayıcı altlık olarak kullanılmıştır. Sayısal eşyüksekti eğrilerinden düzensiz üçgenler ağı (TIN) kullanılarak alana ait yükseklik haritası ve bunun yanında eğim haritası da oluşturulmuştur (Şekil 2). Üretilen eğim haritasının uydu görüntüleri ile birlikte değerlendirilmesi sonucu toprakların özellikle kullanım ve yönetimi üzerinde etkili olan fazların değerlendirilmesinde kullanılabileceği görülmüştür.

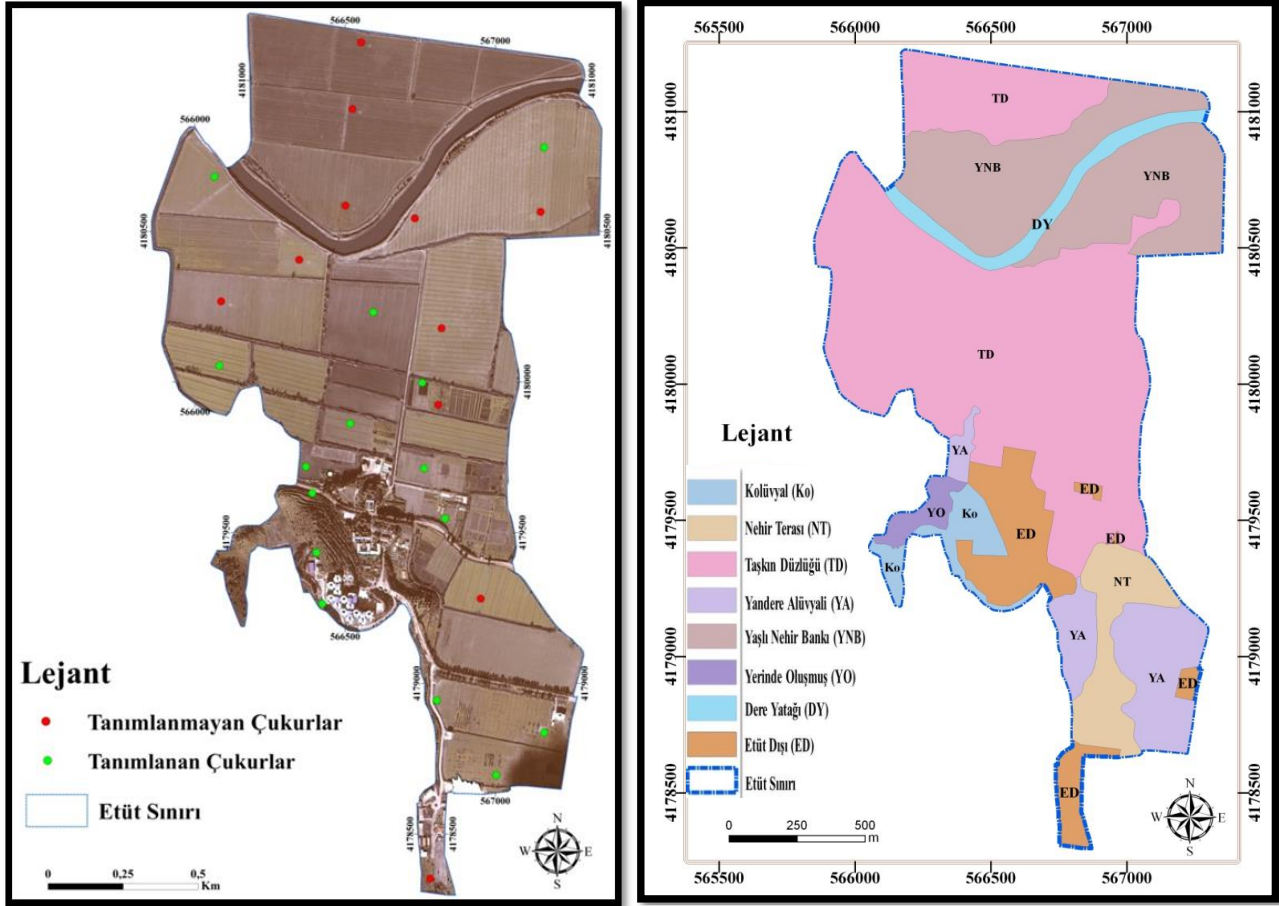


**Şekil 2. Sayısallaştırılmış veriler (A), yükseklik (B) ve eğim (C) haritaları**

Uydu görüntüleri etüt sınırı baz alınarak oluşturulan ilgi alanına (AOI) göre kesilmiş, görüntü zenginleştirme ve sınıflandırma işlemlerine tabi tutulmuşlardır. Uydu görüntüleri üzerinden belirlenen fizyografik üniteler arasındaki olası sınırların arazi kontrolleri sonucu kesinleştirilen sınırlarla büyük oranda benzeştiği ortaya çıkmıştır. Bitki örtüsü ile kaplı alanların topraklar arasındaki sınırları maskeleyiği, sınırların tarla sınırlarıyla örtüştüğü görülmüştür. Bunun yanı sıra yerleşim alanları, su yüzeyleri ve açık toprak yüzeyleri sınıflandırılmış görüntüler üzerinde rahatlıkla seçilebilmekte ve bitki ile kaplı olmasına rağmen toprak altı tekstürü önemli farklılıklar içeren alanların olası sınırlarını tespit etmekte kullanılabilmektedir. Arazi çalışması öncesi olası toprak sınırları ve vektörel verilerin uydu görüntüsü üzerine aktarılması ile üretilen 1:3000 ölçekli harita çıktısı alınarak arazi çalışması için hazır hale gelinmiştir. Bilgisayar ekranından görsel yorumlama ve arazi çalışmaları ile profil çukur noktaları belirlenmiş ve beko aracılığı ile çukurlar açılmıştır (Şekil 3). Arazide toprakların morfolojik özelliklerinin tanımlanması, örneklenmesi ve sınıflandırması sırasında [Soil Survey Staff \(2009\)](#)'a ait kriterler ve ölçütler kullanılmıştır. Taslak toprak haritası üzerinde yer alan olası toprak sınırları arazide tarımsal potansiyelleri gözetilerek her 50 metrede bir aralıklarla Hollanda tipi burgularla yapılan kontrollerle kesinleştirilmiştir. Her bir haritalama biriminin arazide gözlenen ve ölçülen değerleri haritalar üzerine seri ve fazları (üst toprak tekstürü, derinlik, eğim, erozyon, drenaj, taşlılık, sel basma ve teraslama) şeklinde kaydedilmiştir. Arazide kontrol edilerek sınırları kesinleştirilen toprak seri ve fazları ArcGIS 9.3 yazılımı aracılığıyla manuel olarak bilgisayar ortamına aktararak 1:5000 ölçekli temel toprak haritası oluşturulmuştur. Öz nitelik tablolarındaki sütunlara girişi yapılan toprak özellikleri sayesinde farklı kullanıcıların isteklerine yönelik harita ve raporların üretilmesini destekleyecek veri tabanı oluşturulmuştur. Serilere ait horizonlardan alınan örneklerde; tekstür ([Bouyoucos, 1951](#)), hacim ağırlığı ([Blake ve Hartge, 1986](#)), toprak rutubet sabiteleri ([Richards 1954](#)), değişebilir katyonlar ([Rhoades 1986](#)), pH, elektriksel iletkenlik, kireç ([Soil Survey Laboratory, 2004](#)), organik karbon ([Jackson, 1958](#)) ve toplam azot ([Bremner, 1965](#)) analizleri gerçekleştirilmiştir.

## Bulgular ve Tartışma

Toprak serileri ve fazları düzeyinde detaylı olarak yürütülen toprak etüdü ile, geçmişte 3 olarak belirlenmiş olan fizyografik birim, alüvyallerin kendi içerisinde taşkın düzlüğü, yan dere, nehir terası ve bankı olarak daha ayrıntılı incelenmesiyle 6'ya çıkmış, 7 olan toprak serisi ise farklı toprak çeşitlerini temsil edebileceği belirlenmiş 26 adet profil çukurundan 15 tanesinin farklı toprak serisi olarak tanımlanması ile tamamlanmıştır. Benzer fizyografik ünite üzerinde yer alan topraklar bir arada değerlendirilerek araştırma alanı toprakların genel dağılımını gösteren 1:10000 ölçekli "Toprak Birlik Haritası" hazırlanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Profil çukur noktaları ve toprak birlik haritası

Çalışma alanında tanımlanmış olan seriler Çizelge 1'de verilen veriler ışığında değerlendirildiğinde yüzey toprağı kumlu tın (SL), tın (L), siltli killi tın (SiCL), siltli tın (SiL) bünyeye sahip olup, profillerde derinlik arttıkça genellikle kum içeriğinin arttığı görülmektedir. Değişik fizyografik üniteler üzerinde yer alan serilerden Giriş, Kocakır serileri kireçli, Kademe, Yol, Ata, Bahçeici, Zeytin serileri orta kireçli, Ahıl, Büyükhanım, Kulealtı, Meryemoğlu, Devetaban, Cihanyalısı, Kantin ve Mera serileri ise fazla kireçlidir. Black (1965), toprakta bulunan yüksek düzeydeki Ca iyonlarının, çoğu mikro elementlerle ve özellikle fosforla güç çözümler kompleks bileşikler oluşturduğunu ve böylelikle bu elementlerin alınabilirliğini bitki beslenmesinde önemli sorunlar yaratacak düzeyde sınırlandığını işaret etmektedir. Kireç içeriği yüksek bu topraklarda yem bitkilerinden özellikle yonca bitkisi içeren bir ekim nöbeti sisteminin uygulanmasında büyük yarar görülmektedir. Toprak serilerinin pH değerleri üst horizonlarda 7.20-8.47 arasında değişim göstermektedir. Toprakların tuz içerikleri düşük seviyelerde seyretmektedir. Arazinin genelinde toprak tuzluluğu ile ilgili bir probleme rastlanılmamıştır. Toprakların toplam azot konsantrasyonları % 0.05-0.29 aralığında değişmekte olup, profil içerisinde derinlik arttıkça azalma görülmektedir. Tarım yapılmayan mera ve zeytinlik olarak kullanılan alanlarda tanımlanmış olan Mera, Zeytinlik ve Kantin serileri azot konsantrasyonu bakımından yüksek, Yol, Ata, Bahçeici serileri yeterli, diğer seri topraklarında ise çok azdır. Bitkisel üretimde çoğunlukla göz önünde tutulan ve saptanmak istenen nokta toprakların bitki besin maddesi konsantrasyonlarını belirleyen kimyasal verimlilik durumlarıdır. Oysa söz konusu tarımsal alanlardan yeterince yüksek düzeyde ve sürekli ürün alınabilmesi için toprağın kimyasal verimliliğinin yanı sıra toprak fiziksel verimliliğinin de ürün artışında ve azalışında önemli etkisinin dikkate alınması gerekmektedir. Çünkü, fiziksel özellikler tohum yatağı hazırlamadan sulamaya kadar uzanan bir çok uygulama alanına etki etmektedir.



Çizelge 1. Toprak serilerine ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

<b>Taşkın Düzlüğü Üzerinde Oluşan Topraklar</b>																		
<b>KADEME SERİSİ</b>																		
Hor.	Der. (cm)	pH 1:2.5	Tuz (%)	Kireç (%)	Org. C (%)	Top. N (%)	Tane Dağılımı (%)			Tekstür Sınıfı	Değişebilir Kat. (me 100 g <sup>-1</sup> )				Hac. Ağ. (g cm <sup>-3</sup> )	T.K. (%)	S.N. (%)	Yar.Su (%)
							Kum	Silt	Kil		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>				
Ap	0-25	8.39	0.010	6.89	0.64	0.08	48.19	34.29	17.52	L	0.07	0.46	16.93	2.49	1.39	22.18	9.65	12.53
Ad	25-38	8.45	0.008	8.41	0.80	0.06	46.16	32.37	21.47	L	0.10	0.33	16.93	2.63	1.59	17.26	9.19	8.07
Ck	38-53	8.65	0.009	21.48	0.74	0.05	38.04	39.23	22.73	L	0.14	0.21	17.92	3.55	1.66	20.90	10.87	10.03
C2	53-120	8.77	0.007	14.49	0.47	0.02	56.93	28.30	14.77	SL	0.22	0.12	13.44	3.47	1.58	21.44	7.26	14.18
C3	120-135	8.97	0.001	14.49	0.84	0.03	57.15	36.25	6.60	SL	0.53	0.09	8.46	1.70	-	16.25	6.09	10.16
<b>YOL SERİSİ</b>																		
Ap	0-14	8.02	0.037	6.00	0.83	0.11	54.70	30.44	14.86	SL	0.20	0.57	13.44	2.33	1.38	16.12	7.60	8.52
A2	14-46	8.30	0.025	6.08	0.80	0.08	52.78	32.40	14.82	SL	0.44	0.24	15.43	2.92	1.63	15.03	8.42	6.61
C1	46-74	8.45	0.024	7.53	0.42	0.04	56.73	32.65	10.62	SL	1.02	0.10	14.44	3.35	1.60	12.22	6.28	5.94
C2	74-91	8.59	0.014	5.68	0.52	0.02	77.50	18.02	4.49	LS	0.65	0.06	8.96	0.39	1.51	7.45	3.79	3.99
2A	91-140	8.66	0.017	13.85	0.37	0.03	58.60	24.71	16.69	SL	0.71	0.22	14.44	2.90	-	16.91	8.07	8.84
<b>ATA SERİSİ</b>																		
Ap	0-15	7.98	0.047	5.20	0.59	0.11	52.69	36.62	10.69	SL	0.22	1.15	14.44	2.66	-	17.02	7.41	6.91
Ad	15-33	8.42	0.011	5.68	0.31	0.11	60.71	26.58	12.71	SL	0.14	0.52	14.44	2.31	-	17.99	7.49	10.5
C1	33-68	8.54	0.034	17.21	0.63	0.08	39.57	35.11	25.32	L	0.59	0.36	18.42	6.40	-	27.66	13.02	14.64
C2g	68-92	8.46	0.022	5.36	0.44	0.05	56.34	32.89	10.77	SL	0.91	0.16	12.95	5.42	-	19.46	7.38	12.08
<b>KULELİ SERİSİ</b>																		
Ap	0-17	8.27	0.025	18.71	0.85	0.11	50.13	36.97	12.91	L	0.27	0.46	15.43	2.93	1.52	18.30	9.11	9.19
Ad	17-48	8.49	0.018	18.18	0.33	0.08	55.81	29.09	15.10	SL	0.42	0.31	14.94	2.91	1.69	15.88	8.56	7.32
A3	48-77	8.48	0.024	20.15	0.78	0.09	48.14	33.21	18.65	L	0.50	0.36	15.93	3.49	1.53	20.69	10.58	10.11
Cg	77-91	8.50	0.042	22.95	0.48	0.09	30.52	46.15	23.33	L	0.87	0.35	18.92	5.05	1.41	26.60	14.40	12.20
C2g	91-133	8.39	0.043	19.51	0.78	0.04	58.00	14.82	27.18	SCL	0.94	0.22	18.42	4.54	-	33.27	13.58	19.69
C3	133-155	8.47	0.023	23.27	0.20	0.08	46.24	33.09	20.67	L	0.65	0.24	18.42	2.28	-	27.19	11.91	15.28
<b>MERYEMOĞLU SERİSİ</b>																		
Ap	0-8	8.13	0.000	20.77	0.75	0.10	52.87	32.80	14.33	SL	1.29	0.59	12.95	3.28	1.55	16.41	8.12	8.29
A2	8-22	8.62	0.026	22.83	0.66	0.10	52.86	30.84	16.29	SL	0.65	0.36	11.95	2.02	1.66	17.62	8.51	9.11
CA	22-32	8.46	0.028	23.63	0.39	0.09	56.72	26.89	16.39	SL	0.71	0.26	12.95	2.11	1.68	13.78	8.91	4.87
C1	32-62	8.72	0.010	19.73	0.22	0.05	75.46	16.38	8.16	SL	0.32	0.19	11.45	1.52	1.60	13.05	5.59	7.46
C2	62-150	8.70	0.045	25.97	0.49	0.07	52.87	32.80	14.33	SL	0.98	0.40	13.44	4.55	1.62	22.42	15.06	7.36
<b>BÜYÜKHANIM SERİSİ (Devamı)</b>																		
Hor.	Der. (cm)	pH 1:2.5	Tuz (%)	Kireç (%)	Org. C (%)	Top. N (%)	Tane Dağılımı (%)			Tekstür Sınıfı	Değişebilir Kat. (me 100 g <sup>-1</sup> )				Hac. Ağ. (g cm <sup>-3</sup> )	T.K. (%)	S.N. (%)	Yar.Su (%)
							Kum	Silt	Kil		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>				
Ap	0-17	8.51	0.029	26.30	0.87	0.09	16.67	52.12	31.21	SiCL	0.47	0.52	17.92	3.52	1.38	25.24	17.09	8.15
A2	17-36	8.58	0.035	31.02	1.13	0.12	16.16	48.23	35.61	SiCL	0.65	0.33	15.93	3.98	1.63	23.69	20.08	3.61
C1	36-70	8.64	0.043	35.42	0.71	0.06	12.38	71.11	16.51	SiL	1.25	0.15	18.42	8.37	1.38	23.79	16.41	7.38
C2	70-95	8.91	0.067	36.54	0.45	0.03	5.98	55.69	38.33	SiCL	2.93	0.22	18.92	9.43	1.28	46.30	26.34	19.96
C3	95-150	9.31	0.057	37.98	0.45	0.07	6.71	51.06	42.23	SiC	4.17	0.22	16.43	11.67	-	38.75	24.69	14.06
<b>DEVEBATAN SERİSİ</b>																		
Ap	0-15	8.39	0.010	21.27	1.09	0.13	44.34	39.23	16.43	L	0.16	0.33	14.44	1.42	1.38	19.42	10.31	9.11
Ad	15-41	8.64	0.007	21.72	0.61	0.06	48.56	39.13	12.31	L	0.16	0.19	16.43	1.63	1.44	19.75	8.42	11.33
C1	41-61	8.76	0.005	22.99	0.55	0.04	58.99	34.85	6.16	SL	0.12	0.13	12.95	1.39	1.43	12.44	5.33	7.11
C2	61-85	8.74	0.007	24.19	0.76	0.05	46.34	45.44	8.22	L	0.20	0.18	17.43	1.95	1.37	17.42	7.73	9.69
C3	85-99	8.62	0.005	22.52	0.25	0.04	71.18	24.77	4.05	SL	0.14	0.09	14.94	1.36	1.34	14.50	4.57	9.93
C4	99-130	8.54	0.011	28.10	0.40	0.07	48.50	45.37	6.13	SL	0.22	0.13	16.93	2.28	-	16.75	7.61	9.14
<b>Yandere Alüviyal Üzerinde Oluşmuş Topraklar</b>																		
<b>BAHÇEİÇİ SERİSİ</b>																		
Hor.	Der. (cm)	pH 1:2.5	Tuz (%)	Kireç (%)	Org. C (%)	Top. N (%)	Tane Dağılımı (%)			Tekstür Sınıfı	Değişebilir Kat. (me 100 g <sup>-1</sup> )				Hac. Ağ. (g cm <sup>-3</sup> )	T.K. (%)	S.N. (%)	Yar.Su (%)
							Kum	Silt	Kil		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>				
Ap	0-9	8.30	0.011	9.15	0.91	0.15	53.29	34.63	12.08	SL	0.07	0.38	12.45	0.52	-	17.06	8.18	8.88
Ad	9-37	8.56	0.007	10.42	0.46	0.13	59.56	28.07	12.37	SL	0.12	0.18	14.44	1.50	-	17.32	8.30	9.02
AC	37-51	8.72	0.005	11.02	0.63	0.09	41.30	46.37	12.33	L	0.20	0.16	14.94	1.52	-	16.26	6.76	9.50
<b>AHİL SERİSİ</b>																		
Ap	0-14	8.32	0.011	16.60	0.54	0.05	53.99	29.82	16.19	SL	0.25	0.27	17.92	1.15	-	20.39	9.19	11.2
A2	14-36	8.20	0.013	16.28	0.45	0.06	51.45	32.19	16.36	L	0.20	0.22	17.92	1.17	-	20.25	9.41	10.84
C1	36-74	8.38	0.016	28.34	0.27	0.03	43.20	29.94	26.86	L	0.22	0.24	19.92	1.38	-	23.92	12.62	11.30
C2	74-102	8.42	0.008	31.00	0.48	0.02	55.96	27.61	16.43	SL	0.20	0.15	17.43	0.99	-	17.12	7.38	9.74
2C	102-118	8.48	0.005	29.82	0.44	0.02	72.10	15.29	12.61	SL	0.18	0.10	17.43	0.60	-	10.84	5.52	5.32
3C	118-160	8.49	0.012	24.63	0.14	0.01	51.11	27.72	21.17	SCL	0.34	0.22	20.91	0.85	-	22.58	10.44	12.14
<b>GİRİŞ SERİSİ</b>																		
Ap	0-10	8.22	0.007	2.12	0.61	0.05	69.64	24.34	6.02	SL	0.10	0.19	7.97	0.47	1.48	9.34	5.15	4.19
A2	10-20	8.14	0.007	2.05	0.44	0.05	69.51	22.30	8.19	SL	0.05	0.22	7.97	0.46	1.59	8.13	5.25	2.88
Cg	20-39	8.47	0.004	2.76	0.32	0.02	63.40	26.40	10.20	SL	0.03	0.12	10.95	0.62	1.53	8.31	4.74	3.57
C2g	39-75	8.53	0.003	2.05	0.20	0.03	67.53	28.57	3.90	SL	0.03	0.08	5.48	0.62	1.51	9.26	4.06	5.20
C3	75-150	8.55	0.003	3.54	0.23	0.01	73.59	22.28	4.13	SL	0.03	0.06	6.97	0.61	1.49	6.63	3.57	3.06

Çalışma alanı topraklarında farklı gerilimler altında tutulan su içerikleri serilere ve horizonlara göre değişim göstermektedir. Toprakların yarıyışlı su içerikleri tarla kapasitesi (1/3 atm basınçta tutulabilen su) ile solma noktasındaki (15 atm basınçta tutulabilen su) nem içeriklerinin farkı olarak kabul edilmekte ve sulamanın, yarıyışlı suyun % 60 düzeylerine ulaştığında önerilmektedir.

Nehir Terası Üzerinde Oluşmuş Topraklar														(Devamı)				
KOCAKIR SERİSİ																		
Hor.	Der. (cm)	pH 1:2.5	Tuz (%)	Kireç (%)	Org. C (%)	Top. N (%)	Tane Dağılımı (%)			Tekstür Sınıfı	Değişebilir Kat. (me 100 g <sup>-1</sup> )				Hac. Ağ. (g cm <sup>-3</sup> )	T.K. (%)	S.N. (%)	Yar.Su (%)
							Kum	Silt	Kil		Na+	K+	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>				
A1	0-14	7.20	0.010	1.34	0.74	0.08	53.04	28.57	18.39	SL	0.07	0.31	5.97	0.61	-	18.65	8.13	10.55
A2	14-27	7.29	0.008	1.57	0.44	0.07	53.14	32.55	14.31	SL	0.07	0.29	5.48	0.69	-	18.14	8.07	10.07
C	27-73	7.96	0.005	1.57	0.41	0.04	50.92	34.66	14.42	L	0.07	0.22	5.97	1.31	-	17.64	7.44	10.20
2A	73-110	8.10	0.009	1.73	0.45	0.05	41.71	33.26	25.03	L	0.07	0.26	10.46	1.56	-	23.52	11.45	12.07
2C1	110-132	8.41	0.008	4.33	0.51	0.02	49.82	38.06	12.12	L	0.10	0.16	16.93	1.48	-	21.26	10.12	11.14
2C2	132-160	8.59	0.006	7.32	0.14	0.01	53.55	34.93	11.52	SL	0.10	0.27	17.43	0.84	-	17.00	7.53	9.47
Yaşlı Nehir Bankı Üzerinde Oluşmuş Topraklar																		
CİHANYALISI																		
Ap	0-22	8.47	0.029	24.95	0.89	0.13	23.67	51.45	24.88	SiL	0.47	0.36	16.93	2.03	1.39	25.22	12.61	12.61
C1	22-43	8.61	0.024	24.79	0.59	0.09	29.42	55.94	14.64	SiL	0.47	0.18	15.93	1.75	1.44	24.26	10.56	13.7
C2	43-75	8.79	0.011	30.72	0.50	0.06	28.13	63.59	8.28	SiL	0.32	0.10	16.93	1.72	1.47	13.99	8.59	5.40
C3	75-108	8.96	0.001	14.52	0.23	0.05	96.55	1.36	2.09	S	0.07	0.02	7.97	0.37	-	2.68	2.63	0.05
C4	108-122	8.61	0.021	28.48	0.37	0.06	28.05	53.30	18.65	SiL	0.34	0.19	14.94	2.58	-	28.21	11.45	16.76
C5	122-150	8.71	0.016	22.14	0.33	0.06	42.82	48.82	8.36	L	0.32	0.13	15.93	2.45	-	18.02	7.53	10.49
Kolüvyaller Üzerinde Oluşan Topraklar																		
KANTİN SERİSİ																		
A	0-11	7.98	0.012	14.56	2.48	0.27	66.09	20.62	13.29	SL	0.07	0.27	16.93	0.28	-	19.22	10.92	8.30
AC	11-28	8.42	0.005	33.98	0.63	0.11	61.77	29.01	9.22	SL	0.05	0.08	18.42	0.16	-	16.50	7.59	8.91
C1	28-71	8.57	0.006	57.39	0.29	0.02	51.71	35.20	13.09	L	0.07	0.05	20.91	0.16	-	16.89	8.49	8.40
C2	71-103	8.49	0.005	69.13	0.51	0.01	49.72	37.13	13.15	L	0.07	0.06	19.42	0.14	-	17.69	6.82	10.87
C3	103-200	8.52	0.005	60.13	0.30	0.01	60.00	31.03	8.97	SL	0.08	0.08	19.42	0.28	-	19.22	6.70	12.52
MERA SERİSİ																		
A1	0-5	7.69	0.022	23.02	2.55	0.29	66.24	23.78	9.98	SL	0.07	0.35	16.93	0.41	-	17.62	9.91	7.71
A2	5-38	8.12	0.006	25.13	1.04	0.11	66.26	21.76	11.98	SL	0.03	0.10	16.43	0.21	-	14.58	6.05	8.53
C	38-58	8.31	0.004	56.10	0.58	0.06	60.26	25.89	13.85	SL	0.05	0.09	16.93	0.15	-	14.93	5.57	9.36
Yerinde Oluşmuş Topraklar																		
ZEYTİNLİK SERİSİ																		
A	0-16	7.93	0.015	14.25	2.79	0.27	55.85	32.01	12.14	SL	0.07	0.42	18.42	0.40	-	24.81	12.22	12.59
C	16-51	7.99	0.004	2.58	0.52	0.06	62.33	27.78	9.89	SL	0.03	0.24	8.96	0.28	-	15.51	6.03	9.48
R										GNAYS								

Yol, Kulealtı, Meryemoğlu, Büyükhanım, Bahçeici, Ahıl, Giriş ve Kantin serisi topraklarında yarıyıllık su içeriklerinin düşük olduğu belirlenmiştir. Pulluk altı katmanı, toprağın havalanmasını, toprakta infiltrasyonu olumsuz etkileyen, bitki kök gelişimini azaltan ve toprak işlemede sorunlara yol açan bir oluşumdur. Kademe, Ata, Kulealtı, Bahçeici serisi toprakları tanımlamalarda pulluk altı katmanını ifade eden Ad horizonuna sahiptirler. Çalışma alanı topraklarının düz ve düze yakın bir topoğrafyaya sahip olması ve Büyük Menderes Nehri'nin çalışma alanının iki tarafında da bulunması nedeniyle taban suyunun yükselmesi sonucu orta ve yetersiz drenaj görülmektedir. Ata, Yol, Giriş, Cihanyalı serilerinde drenaj problemi mevcuttur. Özellikle Cihanyalı, Büyükhanım, Devebatan, Kulealtı, Meryemoğlu ve Ata serisi toprakları kış ayları boyunca taşkınlar sonucu su altında kalmaktadır. Kademe, Meryemoğlu, Kulealtı, Giriş, Bahçeici, Kocakır serilerinde ve özellikle Kantin, Zeytin, Mera serilerinde taşlılık problemi bulunmaktadır. Toprak işleme, ürün seçimi ve sulamada sınırlandırıcı bir faktör olarak görülen bu sorunun ortadan kaldırılması gerekmektedir. Makro elementlerden bitkiye yarıyıllık kalsiyum (2888-5740 mg kg<sup>-1</sup>) yeterli ve fazla olarak, bitkiye yarıyıllık magnezyum (33-422 mg kg<sup>-1</sup>) çok az, az ve yeterli, bitkiye yarıyıllık potasyum (142-1139 mg kg<sup>-1</sup>) ise az ve çok fazla olarak belirlenmiştir. Topraklarda bitkiye yarıyıllık kalsiyum konsantrasyonunun yüksek olması toprakların % kireç içeriğinin yüksek olmasıyla paralellik göstermektedir. Toprakların sodyum konsantrasyonları tanımlanmış tüm horizonlar bazında değerlendirildiğinde 7-960 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim göstermektedir. Yol, Kulealtı, Meryemoğlu, Büyükhanım, Ahıl, Kocakır ve Cihanyalı serileri toprakları alkalileşme bakımından tehlike arz etmektedir. Topraklarda yüksek sodyum içeriğinin; pH değerinin yükselmesi, toprak yapısını bozarak su geçirgenliğinin azalması gibi fiziksel özelliklerin bozulması yönünde olumsuz etkileri bulunmaktadır. Drenaj sistemlerinin varlığı ve iyi çalışır olması, asit karakterli gübrelerin tercih edilmesi, özellikle sulu tarım yapılıyorsa her yıl alkalilik düzeylerinin kontrol edilmesi ve gerekiyorsa jips, kükürt gibi materyallerin kullanılması toprakların sodyum sorununu olumlu yönde etkileyebilmektedir. Çalışma alanında belirlenen 15 ayrı toprak serisi Toprak Taksonomisi (Soil Survey Staff, 2014)'ne göre Ordo, Alt ordo, Büyük grup ve Alt grup düzeyinde sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma esaslarına göre pedogenik horizon gelişimi belirtilerini çok az gösteren veya göstermeyen, A ve C horizon dizilimine sahip ve sadece ochric yüzey tanımlama horizonu dışında tanımlama horizonlarını içermeyen seri toprakları Entisol ordosunda, biraz toprak gelişimi gösteren ve bir ochric epipedon yanı sıra bir calcic horizonu da sahip olanlar ise Inceptisol ordosuna dahil edilmişlerdir. FAO/WRB (2006) sistemine göre, Entisollerin fluvent alt ordosunda yer alan toprak serileri Gleyic ve Haplic Fluvisol, orthent alt ordosunda yer alanlar ise Haplic Regosol olarak, Inceptisol olarak sınıflandırılan seri toprakları ise Hypocalcic Calcisol olarak sınıflandırılmıştır (Çizelge 7).



Çizelge 2. Çalışma alanı topraklarının Toprak Taksonomisi ve FAO/WRB sistemlerine göre sınıflandırılması

TOPRAK TAKSONOMİSİ (2014)				TOPRAK SERİLERİ	FAO/WRB
Ordo	Alt Ordo	Büyük Grup	Alt Grup		
ENTISOL	Fluvent	Xerofluvent	Aquic Xerofluvent	<u>Yol</u> <u>Ata</u> <u>Kulealtı</u>	Gleyic Fluvisol
			Oxyaquic Xerofluvent	<u>Meryemoğlu</u> <u>Büyükhanım</u> <u>Devataban</u> <u>Bahçeici</u>	
			Typic Xerofluvent	<u>Ahl</u> <u>Giriş</u> <u>Kocakır</u> <u>Cihanyalı</u>	Haplic Regosol
			Orthent	Xerorthent	
INCEPTISOL	Xerept	Calcixerept	Typic Calcixerept	<u>Kademe</u>	Hypocalcic Calcisol

Sınıflandırma sonrası çalışma alanının 1/5.000 ölçekli detaylı toprak haritası hazırlanmıştır (Şekil 4). Veri tabanına girişi yapılan tüm toprak özellikleri sayesinde özel amaçlı haritaların üretimi mümkün hale gelmiştir. Her yıl tekrarlanan yüzey toprağına ait verimlilik analiz sonuçlarının veri tabanına aktarımı ile güncel durumun izlenmesi ve haritalanması mümkün olacaktır.

## Sonuç

Yüksek yersel çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinin detaylı etüt ve hariatalama çalışmalarında kullanımında, yeryüzündeki farklı objelerin birbirinden ayırt edilmesinde ve sınırlarının çiziminde büyük kolaylıklar sağladığı görülmektedir. Ancak yüksek maliyetleri yanı sıra, arazini yüzeyinin tamamen boş olduğu dönem seçiminin önemi ortaya konulmuştur. Ayrıca küçük alanlardaki çalışmalarda benzer tekstür sınıfına sahip topraklar için sınır belirlemelerin zor olacağı, yüksek radyometrik çözünürlüklerin ise yeryüzü objelerinin ayrımını güçleştireceği tespit edilmiştir.

Alüviyal ovalarda toprak değişimlerinin çok kısa aralıklarla meydana gelmesi, belirlenecek toprak serilerinin birleşik taksonomik üniteler şeklinde birleştirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarsa da, bu çalışma da böyle bir birleştirmeye gidilmemiştir. Aydın ili toprakları için daha önce yapılmış detaylı etüdlerin olmaması, arazide tespit edilmiş olan 15 toprak serisinin benzerlerinin geniş alanlarda dağılım gösterebileceği düşünülerek ayrı ayrı tanımlanmışlardır. Bunun sonucu olarak geçmişte üretilmiş olan haritadan hem fizyografik ünite hem de seri bazında farklılıklar da göstermektedir. Ayrıca önceki çalışmada tüm seri toprakları Entisol ordosu içerisinde sınıflandırılmış iken, bu çalışmada Entisol ordosunun yanında Inceptisol ordosu da tespit edilmiştir. Çalışma alanı içerisinde önceki çalışmadan farklı olarak yerinde oluşmuş topraklar fizyografik ünitesi de belirlenmiştir. Ayrıca geçmiş çalışmada 2200 dekar olan arazi mera kısmından üniversiteye dahil edilen alanlarla 2400 dekara çıkmış ve aradaki 200 dekarlık alanda etüt edilmiştir. Çalışmadan hemen sonra, alan içerisine toplulaştırma kapsamında ana drenaj kanalı açılmış ve Menderes kıyısındaki parsellerde küçük değişimler meydana gelmiştir. Yürütülen çalışma ile etüdlerin belirli aralıklarla tekrar gözden geçirilmesi gerekliliği ve yeni teknolojilerin bu çalışmalar içerisinde kullanımıyla günümüze kadar ortaya çıkan ve gelecekte ortaya çıkması muhtemel sorunlar için şimdiden önlemlerin alınması kolaylaşacaktır. Üretilen haritalar alan içerisinde yürütülmekte olan denemeler ve planlanan üretim desenleri için bir altlık görevi üstlenecektir. Elde edilmiş verilerin bilgisayar ortamındaki veri tabanları içerisinde bulunması ise ilerideki değişimlerin ve güncellemelerin çok daha kolay şekilde yürütülmesini sağlayacaktır.

Her yıl aynı derinlikte toprak işlemenin sonucunda ortaya çıkan pulluk altı katmanı etüt sonrası dekanlık tarafından alınan karar doğrultusunda derin sürüm ve dip patlatan ile ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Benzer şekilde çalışmada ortaya konulmuş olan drenaj sorunu ile ilgili önerilerden mevcut kanalların derinleştirilmesi ve temizlenmesi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Arazilerin kış periyodunda su altında kalmaları, nehre yakınlıktan dolayı taban suyunun yüksek olması drenaj problemini oluşturmakta ve alkalilik riskinin oluşmasına ve artmasına neden olmaktadır. DSİ tarafından Menderes Nehri ıslah çalışmaları kapsamında yatak temizliği ve seddenin yükseltilmesi ile büyük oranda taşkınların önüne geçilmiştir. Kolay bir şekilde toplanarak önlenebilecek taşlılık sorunu ise arazilerin sınıf değerlerinin yükselmesini sağlayacaktır.



## Teşekkür

Bu çalışma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Proje Destek Birimi tarafından desteklenen ZRF-13058 kodlu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

## Kaynaklar

- Aydın G, Aksoy E, Seferoğlu S, 1999. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinin detaylı etüd ve haritalanması. ADÜ Araştırma Fon Saymanlığı Projesi, ZRF-97009, Aydın.
- Black CA, 1965. *Methods of Soil Analysis*: CA Black, Editor-in-chief. DD Evans [and Others] Associate Editors. RC Dinauer, Managing Editor. American Society of Agronomy.
- Blake G, Hartge H, 1986. Bulk Density and Particle Density. In *Methods of Soil Analysis , Part I, Physical and Mineralogical Methods*. ASA and SSSA Agronomy Monograph No:9 (2nd ed), Pp: 363-381, Madison.
- Bouyoucos GJ, 1951. A recalibration of the hydrometer methods for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43:434-438.
- Bremner JM, 1965. Total Nitrogen (*Methods of Soil Analysis Part II*, C.A. Black et al). American Soc. of Agr. Inc. Pub. Madison, Wisconsin, USA, p. 1149-1176.
- Candan O, Dora OÖ, Oberhanslı R, Koralay E, Çetinkaplan M, Akal C, Satır M, Chen F, Kaya O, 2011. Mendres Masifi'nin Pan-Afrikan temelin stratigrafisi ve Gondava'nın geç neoproterozoyik/kambriyen evrimi ile ilişkisi. *MTA Dergisi*, 142:25-68.
- Carrick S, Hainsworth S, Lilburne L, Fraser S, 2014. S-MAP @ the farm-scale? Towards a national protocol for soil mapping for farm nutrient budgets. In: *Nutrient management for the farm, catchment and community*. (Eds L.D. Currie and C L. Christensen). Occasional Report No. 27. Fertilizer and Lime Research Centre, Massey University, Palmerston North, New Zealand. p. 10.
- Dengiz O, 2010. Morphology, physico-chemical properties and classification of soils on terraces of the Tigris River in the south-east Anatolia region of Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*, 16:205-212.
- Dengiz O, Göl C, Öztürk E, Yakupoğlu T, 2010. Fluviyal Yerşekilleri üzerinde oluşmuş farklı toprak dağılımlarının belirlenmesi ve sınıflaması. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(1):19-27.
- Diñç U, Şenol S, 1997. *Toprak Etüd ve Haritalama*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Genel Yayın No: 161 Ders Kitapları yayın No: 50, Adana, 235 s.
- Diñç U, Şenol S, 2009. *Toprak Etüt ve Haritalama*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:161. Adana.
- Dingil M, Öztekin M., Şenol S, 2013. Updating of Conventional soil maps via gis to evaluate and monitor the soil qualities in Kocas State farm in Turkey, *Fresenius Environmental Bulletin*, 22(12a): 3601–3606.
- DMİ, 2014. Aydın iline ait çok yıllık rasat raporları. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- FAO/WRB, 2006. World reference base for soil resource. A framework for international classification, correlation and communication. *World Soil Resources Report No. 103*. Rome.
- Hillel D, 2003. *Introduction to environmental soil physics*. Academic press.
- Jackson ML, 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- Manderson A, Palmer A, 2006. Soil information for agricultural decision making: a New Zealand perspective. *Soil Use and Management* 22:393-400.
- Mulcock C, Brown I, 2013. *Irrigation audited self-management: Managing water quality and quantity within limits*. Report for Irrigation New Zealand.
- Rhoades JD, 1986. Cation Exchange Capacity. *Chemical and Microbiological Properties*. In: *Methods of Soil Analysis, Part II*. ASA and SSSA Agronomy Monograph no 9(2nd ed), Pp:149-157, Madison.
- Richards LA, 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils*. U.S. Dept. Agr. Handbook, 60, 109. Riverside.
- Samuel GS, Joseph KX, 2015. An overview of soil survey and classification as a source of secondary information. *Journal of Environment and Earth Science*, 5(22):5-10.
- Soil Survey Division Staff, 1993. *Soil Survey Manual*. USDA Handbook 18, US Gov. Print. Washington DC.
- Soil Survey Laboratory, 2004. *Soil Survey Laboratory Methods (SSIR 42)*.
- Soil Survey Staff. 2009. R. Burt (ed.). *Soil Survey Field and Laboratory Methods Manual*. Ver. 1.0. USDA/NRCS, Soil Survey Investigations Report No. 51.
- Soil Survey Staff, 2014. *Keys to Soil Taxonomy*, Twelfth Edition.
- Utku M, Sözbilir H, 2003. Aydın-Nazilli fayının paleosismolojik ön bulguları. *İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, IV Kuvaterner Çalıştayı*, 121-129.
- Weber GB, Gobat JM 2006. Identification of faces models in alluvial soil formation: The Case of a Swiss Alpine Floodplain. *Geomorphology* 74:181-195.
- Xu Y, Smith SE, Grunwald S, Abd-Elrahman A, Wani SP, Nair VE ARK., 2018. Estimating soil total nitrogen in smallholder farm settings using remote sensing spectral indices and regression kriging. *Catena*, 163:111–122.