



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



TOPRAK HARİTALAMA ÇALIŞMALARI
İÇİN WEB TABANLI MOBİL CBS TASARIMI

Erkan GÜLER

DOKTORA TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Ağustos-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Erkan Güler tarafından hazırlanan “Toprak Haritalama Çalışmaları İçin Web Tabanlı Mobil CBS Tasarımı” adlı tez çalışması 28/08/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof.Dr. Cemal BIYIK

.....

Danışman

Prof.Dr. Fatih İŞCAN

.....

Üye

Prof.Dr. Tayfun ÇAY

.....

Üye

Prof.Dr. Bilgehan NAS

.....

Üye

Prof.Dr. İbrahim YILMAZ

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN
Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması Selçuk Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından 17201123 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

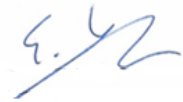
Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Erkan GÜLER

Tarih: 21/09/2020



ÖZET

DOKTORA TEZİ

TOPRAK HARİTALAMA ÇALIŞMALARI İÇİN WEB TABANLI MOBİL CBS TASARIMI

Erkan GÜLER

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fatih İŞCAN

2020, 115 Sayfa

Jüri

Prof.Dr. Fatih İŞCAN
Prof.Dr. Cemal BIYIK
Prof.Dr. Tayfun ÇAY
Prof.Dr. Bilgehan NAS
Prof.Dr. İbrahim YILMAZ

Toprak, başta gıda temini olmak üzere insan yaşamı üzerinde doğrudan ve dolaylı etkisi olan en önemli doğal kaynaklardan biridir. Toprağın oluşumu ve rehabilite edilmesi oldukça uzun zaman aldığı için toprağın korunmasına yönelik envanter çalışmaları ve sürdürülebilir arazi yönetimi konusu yıllar içerisinde önem kazanmıştır. Tarım, orman, çevre, şehircilik gibi toprak verisini proje ve faaliyetlerinde kullanan sektörlerin başvurduğu en önemli kaynak ise toprak haritalarıdır. Güncel olmayan veya doğruluğu düşük toprak haritaları kullanıldıkları proje ve çalışmalarıda olumsuz yönde etkileyebilir. Bu bağlamda toprak harita üretim sürecinin en önemli girdisi olan toprak verilerinin yüksek doğrulukla sahadan elde edilmesi, üretilcek toprak harita ve raporların kalitesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada toprak etüt ve haritalama çalışmalarında toprak verilerinin sahadan doğru, hızlı ve güvenilir bir şekilde toplanmasına yardımcı olmak ve dolayısıyla doğruluğu yüksek toprak haritalarını üretmek için Android işletim sistemi kullanan mobil cihazlarda çalışmak üzere 'Toprak Veri Sistemi' adında Web tabanlı bir mobil CBS uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen bu uygulama Ankara il sınırları içerisinde bulunan ve T.C. Orman Genel Müdürlüğü bünyesinde 2016 yılında tamamlanmış olan "Abadan Erozyon Kontrol Projesi" uygulama alanında ve 2017 yılında tamamlanmış olan "Kalaba Rehabilitasyon Uygulama Projesi" alanında test edilmiş ve klasik toprak etüt ve haritalama çalışması ile karşılaştırılarak çeşitli bulgular elde edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda Toprak Veri Sistemi'nin doğruluk, şeffaflık ve zaman gibi pek çok açıdan toprak haritalama sürecine olumlu katkıda bulunduğu gözlenmiştir. Bu tez çalışmasında ayrıca güncel ulusal toprak haritasının üretim faaliyetlerine katkı sağlamak ve bu faaliyetleri yürüten ilgili kurumlar arasında koordinasyonu sağlayabilmek amacı ile tüm sektörlerin ihtiyaçlarına cevap verebilecek tüm Türkiye topraklarını kapsayan bir Ulusal Toprak Veri Tabanı tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: CBS, Dijital Toprak Haritalama, Mobil CBS, Toprak

ABSTRACT

PhD THESIS

DEVELOPING A WEB BASED MOBILE GIS APPLICATION FOR SOIL MAPPING STUDIES

Erkan GÜLER

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Geomatics Engineering**

Advisor: Prof. Dr. Fatih İŞCAN

2020, 115 Pages

Jury

Prof.Dr. Fatih İŞCAN

Prof.Dr. Cemal BIYIK

Prof.Dr. Tayfun ÇAY

Prof.Dr. Bilgehan NAS

Prof.Dr. İbrahim YILMAZ

Soil is one of the most important natural resources that directly and indirectly impacts human life, especially food supply. As soil formation and rehabilitation processes take a great deal of time, soil inventory studies and sustainable land management for soil conservation have gained significant importance over the years. Soil maps are the most important resources used by sectors, such as agriculture, forest, environment and urbanism which make use of soil data in their projects and activities. Outdated or less accurate soil maps may also negatively affect the projects and activities where they are used. In this context, collection of highly accurate soil data on site, which is the most important input of the soil map production process, is vital for the quality of the soil maps and reports to be developed.

In this study, a web based mobile GIS application called “Soil Data System” was developed to work on mobile devices using Android operating system, so as to ensure that soil data on site is collected in an accurate, fast and reliable manner in soil survey and mapping studies, and thus to produce soil maps with high accuracy. This application was tested in the implementation area of the “Abadan Erosion Control Project”, located within the provincial borders of Ankara, and completed in 2016 by the General Directorate of Forestry of the Republic of Turkey, as well as in the “Kalaba Rehabilitation Implementation Project” completed in 2017. Various findings were obtained in comparison with the classical soil survey and Soil Data System. As result of these analyses, it was observed that Soil Data System contributed positively to soil mapping process in terms of accuracy, transparency and time. In this thesis, a soil database to meet the needs of the sectors was developed with a view to contribute to the national soil database covering the entire country, to the production activities of current national soil maps, and to the creation of synergies between relevant organizations.

Keywords: Digital Soil Mapping, GIS, Mobile GIS, Soil

ÖNSÖZ

Bu çalışmada bana bilgi ve tecrübesi ile yol gösteren, danışman hocam sayın Prof. Dr. Fatih İşcan'a, beni yetiştirip bugünlere ulaşmamı sağlayan değerli anne ve babam'a, sabrını, sevgisini ve desteğini hiç bir zaman esirgemeyen sevgili eşim Aliye Güler'e, hayat enerjim, ilham kaynağım canım oğullarım Eren ve Yiğit'e teşekkürlerimi sunarım.

Erkan GÜLER
KONYA-2020



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	25
3.1. Çalışma Alanının Tanıtılması	25
3.2. Yöntem.....	28
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	32
4.1. Anket Çalışması	32
4.2. Toprak Veri Sistemi.....	44
4.2.1. Toprak Veri Sistemi - Web Ara Yüzü (Web Portal)	44
4.2.2. Mobil Uygulama	56
4.3. Toprak Veri Sisteminin Test Edilmesi.....	67
4.4. Türkiye Ulusal Toprak Veri Tabanı Tasarımı	80
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	94
KAYNAKLAR	97
EKLER	105
ÖZGEÇMİŞ	109

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

CAD	: Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇEM	: Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
GPS	: Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)
Ha	: Hektar
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
TAGEM	: Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
TRGM	: Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
WIFI	: Kablosuz Bağlantı alanı

1. GİRİŞ

Yeryüzünü ince bir halı gibi örten toprak, dünyadaki yaşamın kaynağı olan önemli bir doğal kaynaktır. Hava, su, mineral ve organik maddelerden oluşan toprak, birçok yaşam formuna ev sahipliği yaptığı gibi canlıların gıda ihtiyacını doğrudan veya dolaylı olarak sağlamaktadır. Tüm bu önemli fonksiyonlarına rağmen ne yazık ki toprak, yenilenebilen bir doğal kaynak olarak değerlendirilmemektedir (ScienceNetlinks, 2019). Uygun çevre ve iklim şartları altında 1 cm kalınlığında bir toprak katmanının oluşması 200 ila 400 yıl sürmekte, toprağın içerisinde yeterli organik madde miktarının oluşma süresi ise 3000 yılı bulmaktadır (EniScuola, 2018).

Özellikle tarım yoluyla insanlara gıda temininde önemli bir role sahip olan toprak, artan nüfusun getirdiği barınma ve gıda güvenliği baskıları, yanlış tarım uygulamaları ve plansız şehirleşme sebebi ile önemli ölçüde tehdit altındadır. Bu tehdit nedeni ile ülkeler tarım, ormancılık, imar ve çevre gibi ana sektörlerde sürdürülebilir arazi ve toprak yönetimi uygulamalarını hayata geçirerek toprağı en etkin ve verimli şekilde kullanmayı hedeflemektedirler (FAO, 2018).

Toprağın doğru ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak için geliştirilen uygulama ve projelerde başvurulmuş en önemli kaynaklardan birisi de toprak haritalarıdır (Güler ve ark., 2016). Ülkeler, toprak kaynaklarının kendi ihtiyaçlarına göre yönetilmesinin gerekliliğini fark ettikten sonra sahip oldukları toprak kaynaklarını çeşitli metodlar kullanarak tanımlamaya ve haritalayarak planlama faaliyetlerinde kullanmaya başlamışlardır. Toprak etüt ve haritalama çalışmaları sonucunda üretilen toprak harita ve ilgili raporlar tarım uygulamaları, ormancılık faaliyetleri, imar planları, çevre yönetimi, arazi planlama ve yönetiminde ve farklı mühendislik dallarında etkin olarak kullanılmaktadır.

Tarım ve ormancılık gibi pek çok sektör yetiştirme ortamının belirlenmesi ve arazi sınıflandırmaları gibi çeşitli proje ve uygulamalarda kullanılmak üzere toprak etütlerine ihtiyaç duymaktadır. Toprak etütlerinin en çok kullanılan ürünü ise arazi çalışmaları sonunda üretilen toprak haritalarıdır. Dolayısıyla toprak haritalarının hassasiyeti ve doğruluğu kullanıldıkları projelerin sonuçlarını doğrudan etkilemektedir (Hızal, 1982). Toprak haritalama çalışması, herhangi bir bölgeye ait toprakların belli kriterlere göre incelenmesi, tanımlanması, aynı özelliğe sahip toprak gruplarının alansal olarak birleştirilmesi ve ölçeklendirilerek haritasının oluşturulması şeklinde tanımlanabilir (Başayığit ve Dinç, 2001).

Toprak haritaları, kullanıcılar için son ürün olarak görünseler de bu haritaların üretilme sürecinde arazi çalışmaları ile sahadan verilerin toplanması, bu verilerin bir kısmının veya tamamının toprak laboratuvarlarında analiz edilmesi, yorumlanması ve görselleştirilmesi gibi pek çok alt faaliyet yürütülmektedir. Esasında toprağın altındaki farklı toprak tiplerinin sınırlarını ve hangi derinlikle hangi toprak tipinin bulunduğunu yüzeyden gözlemleyemediğimiz için toprak etüt ve haritalama çalışmaları ile sahanın belirli noktalarından toprak numuneleri alınmakta ve bu numunelere ait veriler, iklim ve jeoloji gibi diğer kaynakların ışığında tecrübeli personel tarafından yorumlanarak toprak haritaları üretilmektedir (Çullu, 2012). Dolayısıyla toprak haritalarının üretim sürecinde personelin tecrübesi ve bilgisinin yanı sıra kullanılan toprak verilerinin doğruluğu ve kalitesi de oldukça önem arz etmektedir.

Toprak tanımlama sürecinde jeostatistiksel yöntemler de kullanıldığı için sahada açılan, homojen olarak konumlanmış profil noktası sayısı ile toprak haritasının doğruluğu doğru orantılıdır. Fakat saha çalışmalarının ve toprak numunelerinin analiz maliyetlerinin yüksek oluşu nedeni ile genellikle toprak haritalama çalışmalarında olması gerektiğinden daha az sayıda profil noktası açılmakta ve numune toplanmaktadır (Güler ve ark., 2016). Profil ve toprak numune sayısının sabit tutulduğu pek çok çalışmada ise maliyeti düşürmek için yeterli tecrübeye sahip olmayan personel çalıştırmak gibi yollara başvurulmaktadır. Bu iki durumda da direkt veya dolaylı olarak üretilecek olan toprak haritasının doğruluğunun ve hassasiyetinin yeterli seviyede olmama riski ortaya çıkmaktadır.

Türkiye'nin tamamını kapsayan tek toprak haritası 1965 yılında Toprak Su Genel Müdürlüğü tarafından üretilen ve günümüze kadar üzerinde çeşitli güncelleme ve iyileştirme çalışmaları yapılan "Büyük Toprak Grupları" haritasıdır. Uzun yıllar boyunca Kamu Kurumları ve özel sektör tarafından kullanılmış olan Büyük Toprak Grupları haritası yıllar içinde yapılan revizyonlara rağmen güncelliğini yitirmiştir (Tanrıku, 2017). Bu nedenle başta kamu olmak üzere pek çok kurum ve kuruluş, daha yüksek doğruluğa sahip toprak haritaları üretebilmek ve projelerinde kullanmak amacıyla kendi bütçeleri ile toprak haritalama çalışmaları yürütmekte ve bu nedenle çoğu zaman mükerrer çalışmalar ortaya çıkmaktadır. Farklı kurumlar tarafından üretilen bu toprak harita ve raporlarının büyük bir çoğunluğu belirli standartlarda olmadıkları gibi yine büyük bir çoğunluğu dijital olarak saklanmadığı için veri paylaşımı da oldukça

sıkıntılı olmakta, bu nedenle de mükerrer çalışmaların önüne geçebilmek ve dolayısıyla kaynak israfına son vermek zorlaşmaktadır.

Toprak haritaları, arazi çalışmaları ile sahadan alınan toprak özellikleri kullanılarak üretilmektedir. Sahadan toplanan toprak verilerinin hassasiyeti ve doğruluğu doğrudan son ürün olan toprak haritasını etkilemektedir. Fakat pek çok toprak haritalama çalışmasında toprak harita üretiminde kullanılacak veriler sahadan yeterli doğruluğa ve hassasiyete sahip olarak toplanmamakta veya toplanamamaktadır. Bu nedenle sahadaki mevcut durumu yansıtmayan toprak haritaları üretilmekte ve kullanıldıkları proje ve çalışmalara zaman, maliyet ve doğruluk açısından olumsuz etkiye bulunmaktadır.

Toprak haritaları genel olarak aynı prensibe dayalı olarak üretiliyor olmalarına rağmen kullanım alanlarına göre farklılık gösterebilmektedir. Ziraat uygulamalarında kullanılan bir toprak haritasında aranan toprak analiz özellikleri ile ormancılık projelerinde kullanılan analiz özellikleri farklı olabilmektedir. Kullanılan metod ve teknolojiler farklılık gösterse de Türkiye’de özellikle tarım ve ormancılık alanında yürütülen klasik toprak harita üretim süreci genel hatları ile şu adımlardan oluşur:

- Arazi çalışması öncesinde büroda bilgisayar üzerinden veya baskı harita üzerinde inceleme yapılarak numune alınacak profil noktalarının yerleri belirlenir. Profil noktalarının konumları ve sıklıkları sistematik bir grid yöntemiyle belirlenebildiği gibi yapılacak çalışmanın niteliğine göre tek tek de tanımlanabilir (Açık arazideki ağaçlandırma projelerinde daha aralıklı profil noktaları kullanılıyorken heyelan veya erozyon kontrol projeleri için daha dar alanlarda daha fazla toprak profil noktasına ihtiyaç duyulabilmektedir).
- Zeminde açılması planlanan bu profil noktalarının koordinatları yazıcıdan çıktı alınarak dosyalanır ya da navigasyon amacı ile sadece el GPS’ine girilir. Bazı durumlarda planlanan profil noktaları harita üzerinde numaralandırılır ve ayrı bir dosyada bu noktaların koordinat bilgileri tutulur (Genellikle 1/25000 ölçekli topoğrafik harita yardımı ile).
- Profil sayısına ve işin yoğunluğuna göre personel sayısı belirlenir. İdeal olan yöntem sahadaki bu çalışmayı başarıyla yerine getirebilecek tecrübeye sahip yeterli sayıda personelin belirlenmesidir. Fakat pek çok kurum ve özel şirket, maliyeti düşürmek için daha az sayıda ve daha az tecrübeye sahip personel çalışmaktadır.

- Belirlenen bu saha personeline sahaya çıkmadan önce çalışma ile ilgili gerekli bilgi verilerek kendilerine el GPS'i, profil noktalarının bilgilerini girmek için toprak etüt karneleri, haritalar, varsa fotoğraf makinesi gibi gerekli kırtasiye ve saha teçhizatı teslim edilir.
- Saha personeli araziye intikal eder ve sorumlu olduğu profil noktalarına sıra ile el GPS'i veya harita yardımıyla ulaşır. Profil noktasının planlanan konumu ile ilgili problem çıkması durumunda (özel arazi, bataklık vb. gibi) saha personeli profil noktasının yerini orijinal konumundan çok fazla uzak olmayacak şekilde değiştirir. Özellikle büroda sistematik grid yöntemi ile belirlenmiş noktalarda bu sorun ile karşılaşmaktadır. Konumu değiştirilen profil noktalarının yeni koordinatı etüt karnesine işlenir ve proje sorumlusuna bilgi verilir.
- Zeminde yeri belirlenen profil noktası elle (burgu) veya iş makinesi ile açılır. Profil noktasının derinliği çalışmanın niteliğine ve arazi koşullarına bağlıdır. Açılmış olan toprak profil çukurunun özellikleri horizon (katman) esasına göre toprak etüt karnelerine veya toprak tanımlama kartlarına girilir (Yorulmaz, 2014). Bu kısımda daha çok toprağın fiziksel özellikleri kaydedilmekle beraber çalışmayı etkileyebilecek sosyal problemler, noktaya ulaşımındaki zorluklar gibi başka unsurlarda ayrıca not edilir. Toprak profil noktalarının özelliklerinin doğru bir şekilde tespit edilmesi ve kaydedilmesi üretilecek toprak haritalarının doğruluğu açısından oldukça kritiktir.
- Toprak haritalama sürecinde uygulamanın türüne göre profil noktalarının bazen tamamından bazen de bir kısmından toprak örneği alınır ve analiz edilmek üzere toprak laboratuvarlarına gönderilir. Saha personeli bu toprak numunelerini uygun taşıma aparatları ile toplar ve üzerlerine konum ve horizon gibi tanımlayıcı bilgileri yazar. Saha çalışması sonunda veya günlük olarak bu numuneler uygun saklama koşullarında toprak laboratuvarına ulaştırılır.
- Saha personeli tecrübesine de bağlı olarak çalışma esnasında alana hâkim nokta veya noktalardan toprak haritası üretilecek bölgenin kaba bir haritasını gözle görülebilen toprak değişim desenleri, tepeler ve sırtlar gibi topoğrafik detayları gözlemleyerek çizebilir. Saha çalışmasının en başında bu çizim yapılabileceği gibi sonunda da yapılması mümkündür. Bu işlem yapılacaksa gözleme dayalı bir çalışma olduğu için toprak özelliklerinin yüzeydeki sınırlarının çiziminin mutlak surette tecrübeli personel tarafından yürütülmesi gereklidir. Sahada üretilen bu

kaba toprak alan sınırlarını ve önemli topoğrafik detayları gösterir çizimler ve çalışma alanına ait notlar bürodaki toprak harita üretim sürecine önemli katkı sağlamaktadır.

- Toprak haritası üretilecek alana ait sahadan toplanmış veriler, laboratuvarдан gelen numunelere ait analiz sonuçları ve bölgeye ait eğim, bakı, jeoloji gibi destekleyici diğer unsurların yardımı ile toprak haritası üretilir. Toprak üretiminde hangi toprak sınıflandırma metodolojisinin, lejant bilgisinin ve ölçeğin kullanılacağı projenin niteliğine göre belirlenir. Eğer saha çalışması esnasında kaba bir toprak haritası çizilmiş ise nihai toprak haritası bu çizim üzerinden de üretilebilir. Toprak haritaları bilgisayar teknolojilerinin yaygınlaşmasından itibaren çoğunlukla bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımları kullanılarak üretilmektedir. Son yıllarda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) için geliştirilmiş yazılımlarda toprak haritalarının üretiminde kullanılmaya başlamıştır.

Toprak haritalama sürecinin başarıya ulaşabilmesi için çalışmanın hangi amaç için kullanılacağını iyi belirlenmesi, destekleyici materyallerin eksiksiz temin edilmesi (1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar, hava haritaları, el GPS'i. vb. gibi), yeterli tecrübeye sahip personel ile çalışılması, uygun bir metodolojinin belirlenmesi gibi pek çok faktör bulunmaktadır.

Saha çalışmaları, toprak etüt ve haritalama sürecindeki en önemli adımdır. İdeal şartlarda gerçekleştirilen bir saha çalışması sonunda elde edilen toprak verileri ile yüksek doğruluklu toprak haritalarının üretilmesi mümkündür. Fakat bu ideal koşulları sağlamak maalesef çoğu zaman mümkün olamamaktadır. Çok detaylı hazırlanmış bir saha çalışmasında bile çalışma esnasında çeşitli sorunlarla karşılaşabilmektedir.

Türkiye’de toprak haritalama çalışmalarında karşılaşılan sorunlar çalışmaların bütçesine, zamanına, iklime ve diğer koşullara bağlı olarak ortaya çıkmaktadırlar. Toprak haritalama çalışmaları, sektörlere ve kullanılan metotlara göre farklılık gösterebilir de karşılaşılan sorunlar genel olarak aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Toprak etüt ve haritalama çalışmaları yüksek oranda gözleme ve tecrübeye dayalı bir süreçtir. Dolayısıyla sahadan hassasiyeti yüksek toprak verilerinin elde edilebilmesi için arazide görev yapan saha çalışanlarının profil noktalarını, çevreyi ve çalışmaya etki edebilecek diğer çevresel etkileri doğru bir şekilde gözlemlemesi ve etüt etmesi gerekmektedir. Genellikle maliyeti düşürmek adına

toprak harita ve etüt çalışmalarında tecrübesiz personel kullanılmakta ve sahadan yeterli doğruluğa sahip olmayan toprak verileri toplanmaktadır (profil noktasının etrafındaki yetiştirme ortamının gözlemlenmesi, toprağın nemlilik durumu, kireç tabakası, kil tabakası vb.. gibi). Bu konu ile ilgili bir diğer sorun ise tecrübeli fakat az sayıda personelin sahada çalıştırılmasıdır. Bu gibi durumlarda personel tecrübeli bile olsa üzerlerindeki ağır iş yükü nedeniyle elde edilen verilerin kalitesi düşük olabilmektedir.

- Profil çukuru açılan noktaların koordinat bilgileri toprak etüt karnelerine elle girildiği ve sahada bir oto-kontrol sistemi bulunmadığı için bürodaki personel ve proje yöneticileri profil noktalarının gerçek yerleri hakkında net bir bilgi edinememektedirler. Bazı projelerde kontrol mühendisleri sahadaki bazı profil noktalarının konumlarını kontrol ediyor olsalar da sahadaki tüm profil noktalarının kontrol edilmesi çoğu zaman çok maliyetli ve zaman alan bir işlem olduğu için çoğunlukla sondajlama usulü ile yani sahada rastgele seçilmiş az sayıdaki profil noktalarını kontrol etmektedirler.. Kontrol edilen bu profil noktaları genellikle yol kenarına yakın bölgeler olmakta dolayısıyla ulaşımın daha zor olduğu bölgelerdeki profil noktaları sahada kontrol edilmeden kabul edilmektedir.
- Arazide toprak etüt karneleri doldurulurken zaman zaman bazı alanlar unutulmakta veya kaba hatalar yapılmaktadır. Eksikleri gidermek ve düzeltmek için araziye tekrar çıkmak maliyetli olduğundan ve ayrıca zaman kaybetmemek için eksikler büroda giderilmeye çalışılmaktadır. Yapılan bu işlemler toprak verilerinin doğruluğunu ve güvenilirliğini düşürmektedir.
- Arazi çalışması sırasında fotoğraf makinesi, el GPS'i, toprak etüt karnesi gibi kâğıt ortamındaki bulunan pek çok malzeme ve ekipmanın sahada güvenli bir şekilde taşınması ve güvenliklerinin sağlanması konusunda zaman zaman sorunlar çıkmakta, veri kayıpları yaşanmakta ve arazi çalışması bu sebeple kesintiye uğramaktadır.
- Arazi çalışmaları kapsamında profil noktalarına ve etraflarına ait fotoğrafların çekilmesi özellikle büro personeline toprak haritalama sürecinde yorum yapma şansını verirken proje yöneticisine profil noktalarının nizami bir şekilde açılıp açılmadığı hakkında kontrol imkanı tanımaktadır. Çoğu arazi çalışmasında,

açılan profil noktalarına ait fotoğraf çekilmemekte, çekilenlerde ise genellikle fotoğraflar ile profiller yanlış eşleştirildiği için karışıklıklar ortaya çıkmaktadır.

- Arazi çalışması sırasında toplanan toprak verilerine ek olarak yeni veri ve bilgilerin toplanması gerektiğinde saha çalışanlarına ulaşma imkânı zor olduğu için saha çalışmaları uzayabilmekte, bazen bu yeni verileri sahadan toplamak için tekrar araziye çıkmak gerekmekte ve dolayısıyla kaynak israfı ortaya çıkmaktadır.
- Toprak harita ve etüt çalışmalarına ait neredeyse tüm belge ve doküman kâğıt ortamında, dosyalarda saklandığı için envanter kayıpları ortaya çıkmakta, ayrıca veriler standart ve dijital ortamda olmadıkları için başka kurum ve kişilerle paylaşımı zor olmaktadır.

Yukarıda belirtilmiş olan sorunlar ülkemizde karşılaştığımız sorunlar olarak anlatılmış olsa da dünyanın farklı coğrafyalarında da benzer sorunlar yaşanmaktadır. Özellikle toprak örneklerinin yanlış yerlerden alınması ve bu toprak örneklerine ait yeterince bilgi girişinin sahada yapılmaması gibi sorunlar projeleri olumsuz yönde etkilemektedir (Diaz, 2017). Bazı gelişmiş ülkeler bu ve buna benzer sorunları azaltabilmek için tarım, çevre, planlama gibi pek çok alanda Coğrafi Bilgi Sistemlerini, uzaktan algılama teknolojisini ve web tabanlı mobil uygulamaları kullanmaya başlamışlardır (Ronald ve Dugan, 1993; Tomko, 2003; Sood ve ark., 2015; Marti ve ark., 2012; Eymen, 2019; Yakar ve Dogan, 2018; Khorrami ve ark., 2019).

Özellikle konumsal verilerin saklanması, analiz edilmesi ve sunulması noktasında Coğrafi Bilgi Sistemleri her geçen gün daha çok öne çıkmaktadır. Bu bağlamda Coğrafi Bilgi Sistemleri özellikle planlama amaçlı uygulamalar başta olmak üzere tarımsal faaliyetlerde, ormancılıkta, çevre yönetiminde, doğal kaynak envanterlerinin oluşturulmasında ve arazi yönetiminde, yerel yönetimlerde ve savunma amaçlı uygulamalardakullanıldıkları gibi toprak etüt ve haritalama çalışmalarında da kullanılabilmektedir.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin sözel veriler ile ilgili herhangi bir kısıtlamasının olmaması ve tüm verilere konumsal bilginde atanabiliyor olması nedeni ile özellikle büyük organizasyonlar ve şirketler bilgi sistemlerini Coğrafi Bilgi Sistemi şeklinde kurmakta veya dönüştürmektedir. İlişkisiz gibi görünen kişiler, mekânlar veya olaylar Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla daha kolay ilişkilendirilebilmektedir (URL 1). Coğrafi Bilgi Sistemleri özellikle konumsal analiz yeteneği, tematik harita çıktıları ve

mekânsal istatistiki raporlar nedeni ile karar vericiler için önemli bir araç haline gelmişlerdir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri; kullanıcı (insan), yazılım, donanım, veri (bilgi) ve metot olmak üzere 5 bileşenden oluşmaktadır (Yomralıoğlu, 2000). Veri bileşeni belki de elde etmesi en zor bileşendir. Özellikle coğrafi verilerin üretilme süreçleri zorlu olduğu için bu verilerin doğru ve güvenilir olması ilerde yürütülecek coğrafi analizlerin sonuçlarını direkt olarak etkileyebilmektedir (URL 2). Yukarıda bahsedilen özellik ve yetenekleri nedeni ile Coğrafi Bilgi Sistemleri, toprak haritalama çalışmalarında verilerin işlendiği, analiz edildiği ve sunuma hazır hale getirildiği bir platform olarak kullanılmaktadır.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin hem donanımsal hem de yazılımsal bazı gereksinimleri bulunmaktadır. İnternet teknolojisinin zaman içerisinde hızla gelişmesi ile web sayfaları üzerinden kullanıcılara çeşitli veriler, konum ve zaman sorunu olmadan ulaştırılabilmeye başlanmıştır. Özellikle kullanıcıların yüksek donanımlara ihtiyaç duymadan sadece web tarayıcıları üzerinden veriye ulaşabilmeleri ve etkileşimde bulunabilmeleri nedeni ile Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılım firmaları uygulamalarını web ortamına taşımıştır. Daha çok kişiye düşük donanım maliyetleri ile ulaşabilmek ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanım alanlarını genişletmek amacıyla geliştirilmiş olan web tabanlı Coğrafi Bilgi Sistemleri aynı zamanda Web CBS olarak tanımlanmaktadır (Fu, 2018; Kong ve ark., 2015). Web tabanlı Coğrafi Bilgi Sistemleri uygulamalarının ilk versiyonları pek çok kısıta sahipken günümüzde dinamik haritaların gösterimi, izleme-değerlendirme, veri yükleme, çıktı alma, mekânsal analizler gibi pek çok yeteneğe sahip olmuşlardır. Web tabanlı Coğrafi Bilgi Sistemleri gelişmiş bu özellikleri nedeni ile geniş alanlarda izleme ve değerlendirme uygulamalarında kullanılmaktadırlar.

Bilişim teknolojilerindeki gelişimin toplumdaki en büyük yansıması belki de mobil cihazlar olarak ortaya çıkmıştır. Başta cep telefonları ve tablet bilgisayarlar olmak üzere hemen hemen her gün eklenen yeni özellikleri ile mobil cihazlar günümüzün en büyük kişisel veri iletişim araçları haline gelmiştir. Bununla birlikte mobil cihazlar ve gelişen internet altyapısı özellikle sahadan daha hızlı ve doğru bir şekilde veri toplama ve saha operasyonlarını eş zamanlı olarak yönetme konularında proje geliştiricileri ve kullanıcıları cezbetmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri de sahadan toplanan bu verilerin hızlı ve güvenilir şekilde analiz edilmesine, tematik haritalar ve

sonuç raporlar üretilmesine olanak sağlamaktadırlar. CBS ve mobil teknolojilerin özellikle doğal kaynak haritalama çalışmalarında kullanılması mali olarak da daha avantajlıdır (Delibaş ve ark., 2015).

Mobil cihazların yıllar içerisinde daha esnek ve gelişmiş işletim sistemlerine sahip olması farklı amaçlar için çeşitli mobil uygulamaların doğmasına neden olmuştur. Ayrıca bu cihazlara entegre GPS alıcılarının, bütünleşik kameraların, yüksek band internet bağlantılarının ve geniş depolama alanlarının eklenmesi ile daha komplike ve etkileşimli mobil uygulamalar geliştirilmeye başlanmıştır. Günümüzde mobil cihazlar sosyal medya, eğitim, sağlık, eğlence gibi alanların yanı sıra envanter ve acil durum uygulamaları gibi sahadan veri toplama ve değerlendirme alanlarında da kullanılmaktadır. Özellikle güçlü internet servis altyapıları nedeni ile insanlar mobil cihazları ile hemen her an çevrim içi olarak veriye ve servislere ulaşabilmektedirler. Mobil cihazların her geçen gün daha ulaşılabilir olması ve daha fazla yetenek kazanması nedeniyle bu teknoloji günlük hayatta maliyeti yüksek ve fazla zaman alan işlem ve faaliyetlere uyarlanmaya başlanmıştır.

Günümüzde, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin etkinliği ile mobil teknolojilerin pratikliği ve esnekliği bir araya getirilmiş ve Mobil CBS kavramı ortaya çıkmıştır (Fadaei ve Bayazidi, 2019). Mobil CBS kavramı aslında kısıtlı yeteneğe sahip el bilgisayarları ile ortaya çıkmış olmakla beraber daha gelişmiş mobil cihazlar sayesinde uygulama alanı genişlemiş ve yetenekleri artmıştır. Örneğin mobil cihazlara bütünleşik GPS özelliğinin eklenmesi ile Mobil CBS uygulamalarının etkinliğini katlamıştır (Tipceovich, 2004). Aynı şekilde Google, Yandex, Bing gibi ücretsiz altlık uydu verilerinin mobil cihazlarda kullanılmaya başlanması ile pek çok uygulama ve analiz daha görsel hale gelmiştir.

Mobil CBS sadece yeryüzündeki konumsal verileri elde etmek veya onları doğrulamak için değil aynı zamanda çeşitli coğrafi sorgulamalar ve analizler yapmak içinde kullanılmaktadırlar. İnternet bağlantısı ile verilerin sunucuya veya başka mobil cihazlara aktarılabilmesi kullanıcıların mobil cihazlar üzerinden çeşitli veri tabanları ile bağlantı kurabilmelerine olanak sağlamaktadır. Mobil CBS bir yönü ile de Coğrafi Bilgi Sistemlerinin en büyük sorunlarından biri olan veri standardizasyonuna sahadan daha standart ve kontrollü mekânsal veri toplama yeteneği ile bir çözüm getirmektedir.

Yukarıda ifade edilen avantajlar nedeniyle Coğrafi Bilgi Sistemleri ve mobil veri toplama sistemleri klasik toprak haritalama çalışmalarında karşılaşılan sorunların çözümünde özellikle arazi envanterinin oluşturulması, toprak bilgi sisteminin

kurulması, doğal kaynakların haritalanması, maliyetin ve sürenin azaltılması konularında her geçen gün daha fazla projede kendine yer bulmaktadır (Weber ve ark., 2008; Solmaz, 2010; Giardino ve ark., 2010; Lwin ve Murayama, 2011; Xiaolina ve ark., 2012; Abdelfettah ve Kumar, 2014; Sahu ve ark., 2015; Olyazadeh ve ark., 2017; Ernst ve ark., 2019)

Günümüzde pek çok arazi ve doğal kaynak yönetimi proje ve uygulamasında kullanılan bir diğer unsur, uzaktan algılama teknolojileridir. Uzaktan algılama teknikleri ile üretilmiş olan yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri gibi veriler nispeten düşük maliyetleri ve kapsadıkları geniş alanlar nedeni ile pek çok proje ve uygulamada tercih edilmektedirler. Günümüzde bazı toprak haritalama çalışmalarında da benzer şekilde uzaktan algılama teknolojilerinden de yararlandığı bilinmektedir. Fakat özellikle maliyeti düşürmek için uzaktan algılama teknikleri ile elde edilmiş hava fotoğrafları ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılarak toprak harita üretim çalışmaları yapıyor olsa da elde edilen doğruluk, araziye gidilerek toprağın belli derinliklerinden numuneler alınarak üretilen toprak haritalarına kıyasla daha düşük kalmaktadır. Bu anlamda uzaktan algılama verilerinin ikincil veriler olarak yani var olan toprak verileri ile veya sahadan elde edilecek toprak verileri ile kullanılmaları daha etkili sonuçlar vermektedir (Mulder ve ark., 2011; Forkuor ve ark. 2017; Minasny ve McBratney, 2015).

Günümüzde ayrıca sahadan çeşitli verileri toplamak amacıyla çeşitli yazılımlarla desteklenen bazı otonom arazi araçları ve robotlar kullanılmaktadır. Bu sistemler genellikle üzerlerine yerleştirilmiş olan GPS alıcıları ile konumlarını tayin etmekte ve yine üzerlerinde bulunan kameralar ile görüntüler almakta veya bazı sensörler ile yüzey sıcaklığı ve nem durumu gibi veriler toplamaktadırlar. Bu cihazlar ile toplanan toprak nem değeri gibi veriler daha çok tahmin bazlı hassasiyeti düşük toprak haritalarının üretilmesi için kullanılmaktadırlar. Bahsi geçen bu sistemler ayrıca ilk satın alım, bakım, güncelleme ve operatör maliyetleri nedeni ile projelerin toplam bütçelerini oldukça zorlamaktadırlar. Ayrıca bu sistemler daha çok tarım arazilerinde zamandan tasarruf elde etmeye yönelik sistematik veri toplamak için tasarlandıklarından dolayı sadece topoğrafik olarak az eğimli ve düze yakın alanlarda verimli şekilde kullanılabilirler. Tüm bu etkenler göz önüne alındığında otonom araç ve robotların günümüzde yürütülen toprak harita üretim çalışmalarına katkısı kısıtlı olmaktadır.

Bu çalışmada; toprak haritalama ve etüt çalışmalarında sahadan toprak verilerinin doğru ve şeffaf bir şekilde toplanmasına yardımcı olan, ayrıca yöneticilerin tüm arazi çalışmalarını izleyebilmelerine ve yönetebilmelerine imkân tanıyan Toprak Veri Sistemi isimli Web tabanlı Mobil CBS uygulaması geliştirilmiştir. Bu tez çalışması kapsamında geliştirilen Web tabanlı mobil uygulamanın temel amacı, toprak haritalama çalışmaları kapsamındaki saha çalışmalarının planlanmasına ve yönetilmesine destek olmak, sahadan doğruluğu yüksek toprak verisinin toplanmasını sağlamak ve nihai olarak amaca uygun güvenilir toprak haritalarının üretilmesine katkı sağlamaktır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Şahin (2001), çalışmasında Şanlıurfa ili Akçakale ilçesi yakınlarında bulunan 7 adet köye ait toprak haritasını sayısallaştırmış ve sayısallaştırdığı bu haritalara toprak özelliklerinin yanı sıra mülkiyet bilgilerini de öznitelik bilgisi olarak girmiştir. Çalışma sonunda özellikle toprak bazlı mülkiyet sorunlarının çözümünde CBS'nin mekânsal analiz ve sorgulama yeteneklerinin başarılı bir şekilde kullanılabileceği ortaya konmuştur. Bu çalışma özellikle Coğrafi Bilgi Sistemlerinin toprak haritalama ve etüt çalışmalarındaki kullanımı ile daha sonraki çalışmalara ışık tutmuştur.

Yomralıoğlu ve Döner (2005) çalışmalarında Mobil CBS ve GPS teknolojileri ile uygulama alanı olarak belirledikleri Trabzon ili ile Gümüşhane ili kent merkezleri arasındaki yolda çeşitli coğrafi verileri toplamışlardır. Çalışmada CBS yazılımı (ArcPAD 5.01) yüklü bir adet el bilgisayarı (IPAQ3600) ve el GPS'i (Magellan Spor Track) kullanılmıştır. Çalışmada GPS ile el bilgisayarı senkronize edilmiş ve yol boyunca coğrafi objeler konum bilgisi ile mobil cihaza kaydedilmiştir. Saha çalışması sonrasında toplanan veriler manuel olarak bilgisayar ortamındaki CBS yazılımına aktarılarak çeşitli analizler yapılmıştır. Çalışma bugünkü teknolojik imkânlarla kıyaslandığında biraz kısıtlı gibi görünse de yapıldığı yıl itibarıyla daha sonra geliştirilen konum bazlı mobil CBS uygulamalarına ışık tutmuştur.

Türk ve Hastaoğlu (2007), araştırmalarında Web tabanlı Mobil CBS teknolojisini klasik CBS uygulamaları ile karşılaştırmak için bir Web tabanlı Mobil CBS tasarlamış ve sonuçları değerlendirmek için uydu görüntülerinden yararlanmışlardır. Sistemi test etmek için İstanbul'daki orman sınır tecavüzlerini tespit konusunu seçmiş ve bunun için Çekmeköy ilçesinde belirlenen bir bölgede mobil cihaz üzerinden sınır konum bilgisi toplamışlardır. Geliştirmiş oldukları sistem üzerinden sadece noktaların konum bilgileri girilmiş olsa da hız ve doğruluk açısından Web tabanlı Mobil CBS uygulamaların klasik CBS uygulamalarına göre daha avantajlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Şahin (2007), çalışmasında Şanlıurfa ili sınırları içerisinde bulunan Suruç Ovasına ait detaylı toprak haritalarını, iklim, jeoloji, topoğrafya ve bazı sosyo ekonomik verileri CBS ortamına aktarmış ve arazi değerlendirmesine yönelik bir model oluşturmuştur. Çalışmada ayrıca bölgeye ait uydu görüntüsü temin edilmiş (Landsat TM -2004) ve ekonomik değeri yüksek 4 tarımsal ürünün (Antep fıstığı, pamuk, buğday, mercimek) ekildiği bölgeler CBS altlığında tespit edilmiştir. Yazar son olarak bu 4 ürün

için modelin işaret etmiş olduğu bölgeler ile mevcut ekilmiş alanları karşılaştırmıştır ve çeşitli sonuçlara ulaşmıştır. Yazar bu çalışması ile yöneticilerin ve tarımsal planlamacıların çeşitli senaryoları uygulayabilecekleri bir sistem kurmuştur.

Beydemir (2008), çalışmasında Kahramanmaraş ilinin güney bölgesindeki yaklaşık 15000 ha'lık alana ait toprak haritalarını CBS, uzaktan algılama ve jeoloji haritaları yardımı ile güncellemiştir. Çalışmanın temel amacı ise Topraksu Genel Müdürlüğü tarafından 1966-1971 yılları arasında üretilmiş toprak haritalarının günümüz ihtiyaçlarını karşılayamaması nedeni ile mevcut bu haritaların yeni teknolojiler ile güncellenebilme ihtimalini değerlendirmek şeklinde belirlenmiştir. CBS yazılımı olarak ArcGIS9.2 ve uzaktan algılama yazılımı olarak ise Erdas 8.5'i kullanan yazar 15 m ve daha hassas mekânsal çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinin mevcut toprak haritalarını CBS alt yapısı üzerinden güncellemeye çalışmıştır.

Hosseinpour ve ark. (2008) çalışmalarında sahadan coğrafi veri toplanması sürecinde coğrafi veri altyapılarının ve web servislerinin etkilerini veri kalitesi yönünden incelemişlerdir. Yazarlar internet altyapısı, coğrafi veri tabanı gibi unsurların yanı sıra özellikle mobil CBS gibi yeni teknolojiler üzerinden sahadan toplanan coğrafi verilerin web servisler ve arayüzler ile kalite kontrol sürecine dâhil edilerek veri kalitesinin artırılabilceğini belirtmişlerdir.

Poorazizi ve ark. (2008), elektrik iletim ve dağıtım şirketlerinin kullanımı için bir Mobil CBS uygulaması geliştirmişlerdir. Çalışma deneysel nitelikte olup üzerinde GPS alıcısı, kamera ve kablosuz internet bağlantı özelliği olan bir el bilgisayarı (PDA) kullanılmıştır. Mobil uygulama Windows Mobile işletim sisteminde geliştirilmiş olup uygulama üzerinden girilen veriler internet vasıtası ile ana sunucuya aktarılmaktadır. Nispeten kısıtlı imkânlarla geliştirilmiş olan bu uygulama Mobil CBS uygulamaları için iyi bir örnek teşkil etmiştir.

Dinç (2008), çalışmasında daha önce yapılmış toprak haritaları ve toprak etüt raporlarını kullanarak CBS destekli KKTC toprak bilgi sistemini kurmuştur. Çalışmada öncelikle tüm toprak haritaları taranarak CBS (ArcGIS) ortamında sayısallaştırılmıştır. Daha sonra bu sayısallaşmış toprak haritalarına etüt ve analiz raporlarındaki veriler öznitelik bilgisi olarak girilmiş ve çeşitli sınıflandırmalar ve analizler yapılarak çeşitli sonuçlar elde edilmiştir. Çalışma daha çok bir veri tabanı çalışması niteliği taşısa da kâğıt ortamındaki toprak harita ve verilerinin CBS ortamında analiz edilebilir hale gelmiş olması önemlidir.

Souza ve ark. (2009), Brezilya'daki amazon ormanlarını izlemek için ImazonGeo isminde Web tabanlı bir CBS sistemi geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri sistemin etkinliğini ise iki konuda (senaryoda) test etmişlerdir. Birinci test konusu ormansızlaşmış alanların ve yangınların izlenmesi ve ilgili birimlere iletilmesi, ikinci test konusu ise korunan alanların ve kanunsuz ormancılık faaliyetlerinin izlenmesi şeklinde belirlenmiştir. Yazarlar geliştirdikleri sistemi uzaktan algılama ve coğrafi veriler ile desteklemiş ve ilgili otorite ve kullanıcılara web arayüzü üzerinden hızla veri sunabilmişlerdir.

Solmaz (2010), toprak haritalama çalışmalarının maliyeti azaltmak için yaptığı çalışmada bölgeye ait topoğrafik haritalar ve uydu görüntülerinden yararlanmıştır. Solmaz, çalışmasında sahadaki toprak verilerini toplamak için Windows Mobile 5.0 yüklü olan bir cep bilgisayarı kullanmıştır. El bilgisayarı üzerinde geliştirilmiş olan yazılım sadece bilgi girişi yapmak için tasarlanmış olup profil koordinatları el GPS'inden elde edilmiştir. Profil noktalarına ait girilen veriler internet bağlantısı olmadığı için cihaz içerisinde saklanmış ve daha sonra bilgisayara manuel olarak aktarılmıştır. Solmaz çalışmasının sonuç ve öneriler kısmında bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile entegre cihazların bu amaç için daha etkili kullanılabileceğini belirtmiştir.

Sood ve ark. (2015), CBS ve uzaktan algılama teknolojilerinin hassas tarım uygulamalarındaki avantajlarından çeşitli örnekler ile bahsetmiştir. Bu bağlamda GPS ve yüksek hızlı internet bağlantısına sahip bütünleşik sistemlerin CBS ve uzaktan algılama teknolojilerinin imkân ve yetenekleri ile hassas tarım alanlarında ürün çeşitliliği, bitkisel hastalık takibi ve toprak haritalama çalışmaları gibi pek çok alanda etkili bir şekilde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Marti ve ark. (2012), şehirlerdeki gürültü kirliliğinin mobil uygulamalar ile ölçülebileceğini göstermek için Android tabanlı bir mobil uygulama geliştirmişlerdir. Daha çok bir oyun şeklinde tasarlanmış Android tabanlı bu uygulama ile amaçlanan, insanların gönüllü olarak bulundukları bölgedeki gürültü seviyesini ana sunucuya göndermeleridir. Marti ve arkadaşları bu uygulamayı gelecekte daha da geliştirerek anlık gürültü verileri toplamayı, bu verileri işlemeyi ve daha sonra görselleştirmeyi hedeflemişlerdir.

Xiaolina ve ark. (2012) çalışmalarında, Mobil CBS'nin sahadaki avantajlarını göstermek üzere Toprak Üretkenlik Yönetim Sistemi isminde bir yazılımı Windows Mobile 6.5 işletim sistemine sahip el bilgisayarlarında çalışacak şekilde geliştirmişlerdir. Uygulama, belirlenen bir bölgenin toprak üretkenlik verilerini ve

haritalarını el bilgisayarına manuel olarak yüklemek ve daha sonra kullanıcıların (çiftçilerin) hizmetine sunmak şeklinde tasarlanmış olup sahadan veri toplama yeteneği bulunmamaktadır.

Lwin ve Murayama (2011) çalışmalarında, cep telefonlarında çalışan, sahadan veri toplamaya ve web üzerinden sunmaya yönelik bir WEB-CBS geliştirmişlerdir (UM-FieldGIS). Sistem, sahadan toplanan verilerin kısa mesaj servisi üzerinden (SMS) sunucuya gönderilmesi, sunucuda toplanan verilerin CBS veri setlerine dönüştürülmesi ve bir web portal üzerinden kullanıcılara sunulması şeklinde tasarlanmıştır. Sistem daha çok web portal üzerinden kullanıcılara destek vermek şeklinde geliştirilmiş olsa da sahadan toplanan verilerin mobil cihazlar üzerinden kısıtlı şekilde de olsa yapılmış olması sonraki çalışmalar için önemli bir kaynak olmuştur.

Abdelfattah ve Kumar (2014) çalışmalarında, Birleşik Arap Emirlikleri sınırları içerisindeki toprak harita ve raporlarını kullanıcılara sunmak üzere CBS tabanlı bir Web Toprak Bilgi Sistemi tasarlamışlardır (UAESIS). Geliştirilmiş olan web tabanlı sistemin, yetkili kurum tarafından elde edilmiş toprak verilerini ve tematik haritaları çeşitli CBS yetenekleri ile kullanıcılara (yöneticilere, çiftçilere ve diğer paydaşlara) sunmak için geliştirildiği ve diğer harita servisleri ile de uyumlu çalışabileceği ifade edilmiştir.

Olyazadeh ve ark. (2017) çalışmalarında, Android işletim sistemi üzerinde çalışan, sahadan veri toplama ya yönelik, çevrim içi ve çevrim dışı çalışabilen bir Mobil CBS uygulamasının (ROOMA -Rapid Offline Online Mapping Application) ve açık kaynak kodlu WEB-CBS teknolojilerinin heyelan envanter haritalarının üretilmesi konusundaki etkinliklerini incelemişlerdir. ROOMA, heyelan envanter çalışmalarında uzaktan algılama teknolojilerini tamamlamak için geliştirilmiş, altlık haritalara ve entegre GPS yardımı ile sahadan veri toplamaya yönelik geliştirilmiş bir Mobil CBS uygulamasıdır. Yazar ve arkadaşları ilgili uygulamayı Nepal'e ait bir bölgede test etmiş ve sonuçları klasik yöntemlerle karşılaştırmışlardır. Mobil CBS uygulaması ile pek çok küçük ve önemli detayın sahada elde edilebildiği dolayısıyla sadece uydu görüntüleri üzerinden yapılan çalışmalara kıyasla çok daha hızlı ve doğru sonuçlar elde edilebildiği gözlemlenmiştir.

Giardino ve ark. (2010), yer bilimi ile ilgili saha çalışmalarında araziden veri toplama süreçlerini azaltmada Mobil CBS teknolojilerinin etkinliğini araştırabilmek için ArcPA yazılımının bir uzantısı olarak geliştirilmiş olan SRG2 adlı Mobil CBS uygulamasını İtalya sınırları içerisinde belirlenmiş alanlarda test etmişlerdir. Çalışma

sırasında sahadan jeomorfolojik özellikler toplanmış ve büroda bu toplanan veriler ışığında tematik haritalar üretilmiştir. Deneysel amaçla yapılan bu çalışmanın sonunda Mobil CBS'nin saha haritalama çalışmalarında ki etkinliği görülmüştür.

Roecker ve ark. (2010) "A Qualitative Comparison of Conventional Soil Survey and Digital Soil Mapping Approaches" isimli kitaplarında geleneksel toprak haritalama yaklaşımı ile dijital toprak haritalama yaklaşımını niteliksel olarak karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında bu iki metodu toprak sınıflandırma, doğruluk ve güvenilirlik gibi kriterlerle karşılaştırmışlardır. Karşılaştırmalar sonucunda iki yönteminde kendine has bazı avantaj ve dezavantajlarının olduğunu, fakat dijital toprak haritalama tekniklerinin özellikle CBS'ye kolay uyumu, modelleme kolaylığı nedeniyle öne çıktığını belirtmişlerdir.

Aksoy (2011), geleneksel toprak haritalama sistematiğine alternatif bir haritalama metodolojisi geliştirmek için Antalya İli Tekirova Beldesi içerisinde belirlenmiş olduğu yaklaşık 58 ha'lık test alanında CBS, uzaktan algılama ve jeostatistik tekniklerinden yararlanmıştır. Yazar çalışma alanına ait uydu görüntülerini (Quickbird-2004, Ikonos -2006), jeoloji haritasını, 1/25000 ölçekli topoğrafik haritaları ve ayrıca uygulama alanından 234 adet profil noktası açılmak suretiyle elde edilmiş toprak profil verilerini CBS ortamına aktarmış ve jeostatistiksel yöntemlerle (kiriging) bir toprak deseni elde etmiş ve ilgili altlık haritaları CBS ortamında çakıştırarak bir altlık toprak haritası üretmiştir. Bu şekilde üretilen toprak haritası klasik yöntemlerle üretilmiş toprak haritası ile karşılaştırılmış ve yaklaşık %70'lik benzerlik elde edilmiştir. Ayrıca; CBS, uzaktan algılama ve jeostatistik metotlarla üretilen toprak haritasının güncellenmesinin daha kolay olduğunu ve daha detaylı olacağı sonucuna varılmıştır.

İmamoğlu ve ark. (2011) çalışmalarında, toprak planlama ve izleme çalışmalarında kullanılmak üzere CBS tabanlı bir toprak veri tabanı oluşturmuşlardır. Çalışmada uygulama alanı olarak İstanbul İl sınırları dâhilindeki Büyükçekmece havzasının bir bölümü seçilmiş olup sahadan 42 adet toprak profil numunesi alınmıştır. Sahadan toplanan toprak profil bilgileri, sahaya ait uydu görüntüleri (Ikonos -1m) ve geçmiş dönemlerde üretilmiş çeşitli toprak haritaları CBS (ArcGIS) ortamına aktarılmıştır. Yapılan jeostatistiksel analizler sonucu sahaya ait ph, tuzluluk gibi toprağa ait çeşitli tematik haritalar üretilmiş ve sahanın izlenmesine olanak sağlayacak bir toprak veri tabanı oluşturulmuştur.

Bozan ve ark. (2011), KKTC'nin %90'ını temsil eden bir toprak veri tabanı oluşturmuş ve çeşitli analizler ile tematik haritalar üretmişlerdir. Çalışmada, KKTC'nin

detaylı toprak etüt ve haritalama projesinden alınan toprak verileri CBS yazılımına (ArcGIS) girilerek 27 farklı toprak tipi temel alınarak bir toprak veri tabanı oluşturulmuştur. Yazarlar çalışma sonunda CBS'nin yeteneklerinin toprak gibi doğal kaynakların yönetilmesi noktasında karar destek sistemlerine olan katkısını vurgulamışlardır.

Çullu, (2012) çalışmasında, Türkiye'deki toprak envanter çalışmalarının günümüze kadar olan tarihçesini özetlemiştir. Yazar özellikle pek çok Avrupa ülkesinin 2. Dünya savaşı biter bitmez toprak haritalama ve envanter çalışmalarına başladığını ve bu konuda oldukça mesafe kat ettiklerini fakat ülkemizde hala yeterli toprak haritalama çalışmasının yapılmadığını örnekler ile ifade etmiştir. Ayrıca, Modern bir toprak yönetimi için toprak haritalama çalışmalarında CBS, uzaktan algılama ve GPS teknolojilerinden faydalanılması gerektiğini ve güncel bir toprak veri tabanının kurulmasının gerekli olduğunu belirtmiştir.

Arora ve Ogra (2012) çalışmalarında, inşaat çalışmalarında sahadan eşzamanlı olarak veri toplayıp yöneticilere internet üzerinden aktaran bir Mobil CBS uygulaması yaklaşımını detaylı olarak anlatmıştır. Bahsi geçen Mobil CBS uygulamasının asıl amacı sahada görev yapan kalite kontrol personelinin inşaat sahasındaki reel durumu konum bilgisi ve fotoğrafları ile birlikte eş zamanlı olarak kalite kontrol bölümüne ve ilgili yöneticilere CBS altlığında iletmektir. Yazar detaylarını anlattığı sistemin benzerinin Kuveyt'te bulunan Al-Salem Üniversitesinin inşaatında başarılı bir şekilde kullanıldığını belirtmiştir.

Sarioğlu (2012), Arazi Değerlendirme Çalışmalarında Farklı Yöntemlerin Karşılaştırılması Pilot Alan Dedeli Mevki, isimli çalışmasında CBS ortamında üç farklı parametrik model kullanarak (arazi kalite indeksi, storie indeksi ve verimlilik indeksi), arazilerin toprak kalite durumunu değerlendirmiştir. Yazar çalışma alanı olarak Samsun ili Bafra ilçesine bağlı Dedeli ve Çetinkaya Köylerini ve yakın çevresini içine alan yaklaşık 1762,4 ha'lık alanı belirlemiş ve bu alanda toprak etüdü çalışmaları yapmış ve 1/25000 ölçekli sayısal toprak haritaları üretmiştir. Daha sonra bu sayısal toprak haritaları ve analiz raporlarını kullanarak bir toprak veri tabanı oluşturmuştur. Yazar daha sonra elinde bulunan toprak analiz değerleri ve farklı parametreler ile CBS yazılımı üzerinden çeşitli mekânsal analizler yaparak modeller arasında kıyaslamalar yapmak suretiyle bazı değerlendirmelerde bulunmuştur. Çalışma sonunda elde edilen değerlendirmelerden birisi de farklı parametre ve modellerin değerlendirildiği karmaşık bir toprak haritalama çalışmasının CBS ortamında başarıyla tamamlanmış olmasıdır.

Özenli (2015) çalışmasında, Ballica Mağarası Tabiat Parkı ve çevresine ait toprak, biyoçeşitlilik, topoğrafya ve iklim özelliklerini uzaktan algılama ve CBS ile analiz etmiştir. Yazar çalışma alanından 150 adet biyoçeşitlilik ve toprak örneği almış ve analiz sonuçlarını iklim ve topoğrafya gibi diğer veriler ile birlikte CBS ortamına aktarmıştır. Oluşturulan bu CBS altlığına (ArcGIS 9.1) uydu görüntüleri de eklenmiş (Landsat8 OLI-2013, WorldView2-2011) ve tüm bu değişkenlerin birbirleri ile olan ilişkileri analiz edilerek modellenmiştir. Yazar çalışma sonunda uygulama alanının biyoçeşitlilik haritasını ve toprak özellik haritasını üretmiştir.

Doğan ve Aslan (2013) çalışmalarında, Aşağı Kelkit havzasının mevcut durumunu ortaya koymak ve planlamalarda kullanmak üzere CBS ve uzaktan algılama teknolojilerini kullanarak bir veri tabanı oluşturmuş ve çeşitli tematik toprak haritaları üretmişlerdir. Çalışmada bölgeye ait uydu görüntüleri (LANDSAT-ETM+, 90m), sayısal yükseklik modeli ve 239 profil noktasına ait koordinatlı toprak verileri (0-20cm derinliğinde) kullanılmış olup CBS ortamına (ArcGIS 9.1) aktarılacak çeşitli toprak sınıflandırma ve analiz faaliyetleri yürütülmüştür.

Omote ve Takata (2014), sahada çalışan ve bir şekilde toprak verisini kullanan kişiler için toprak yorumlamaya yardımcı bir mobil uygulama geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri uygulama internet üzerinden farklı sunuculardaki toprak harita ve verileri mobil cihaza indirerek içerisindeki harita görüntüleyici ve sorgulama araçları yardımı ile kullanıcının sahada ihtiyacı olan toprak verilerine ulaşmasını sağlamaktadır. Android ve IOS üzerinde çalışabilen uygulama ayrıca mobil cihazın GPS alıcısını kullanarak görüntülediği haritada nerede olduğunu anlık görebilmekte ve internet bağlantısının olmadığı yerlerde çalışmak üzere bu harita ve verilerin bir kısmını mobil cihaza indirerek çevrim dışı (offline) çalışabilmektedir.

Freire ve Painho (2014) çalışmalarında, Mozambik Hükümeti'nin Mozambik'teki spor saha ve tesisleri yönetmek için geliştirmiş olduğu mekânsal veri toplamaya yönelik Web tabanlı bir Mobil CBS uygulamasını detayları ile anlatmışlardır. Sistem Android işletim isteminde geliştirilmiş bir mobil uygulama, ana sunucu ve Web platformundan oluşmakta olup tamamen açık kaynak kodlu yazılımlar ile geliştirilmiştir. Temel çalışma prensibi mobil cihazlar yardımı ile sahadan veri toplanması ve bu verilerin internet üzerinden ana sunucuya aktarılması ve web platformu üzerinden çeşitli CBS analizlerinin yapılması ve harita ekranı üzerinden verilerin sunulması şeklindedir. Yazarlar sistemin geliştirilme amacının spor tesislerinin ve ilgili alanlara ait verilerin mobil cihazlar yardımı ile toplanması ve WEB CBS

üzerinden sunulması olduğunu belirtmiş olup bütünleşik GPS'i, fotoğraf çekimi ve çevrim dışı çalışma gibi özellikleri kullanarak çalışma alanının genişletilebileceğini eklemişlerdir.

Ahmad ve ark. (2014) çalışmalarında, Pakistan devletinin tarımsal ürünleri izlemek ve mahsulü tahmin etmek için geliştirmiş olduğu uzaktan algılama ve CBS sistemini detayları ile anlatmışlardır. Sistem, CBS veri tabanı üzerinde geliştirilmiş olup temelde uzaktan algılama görüntülerini (Spot VGT) kullanmaktadır. Sistemde yapılan analiz ve sınıflandırmaların doğrulamasını yapmak için sahadan numuneler alınmakta ve bu yersel verilerde yine sisteme aktarılarak çeşitli rapor ve tematik haritalar üretilmektedir.

Ye ve ark. (2014), ekilebilir arazilerin kalitesine yönelik verilerin sahadan toplanıp izlenmesine olanak tanıyan bir izleme sistemi ve bir Mobil CBS uygulaması geliştirmişlerdir. Geliştirilmiş olan mobil uygulama (ALQIDCS) harita tabanlı olup hem kullanıcıların sahada iken veri girişi yolu ile ana sunucuya (ALCMIMS) veri göndermesine hem de bazı verileri ana sunucudan çekip kullanıcıya sunabilecek bir yapıda geliştirilmiştir (çift yönlü veri trafiği). Yazarlar sistemin test alanlarında verimli bir şekilde çalıştığını belirtmiş olup geliştirdikleri bu Mobil CBS uygulamasının özellikle CBS tabanlı izleme sistemlerinde uzaktan algılama verilerinden doğan eksiklikleri gidermek adına etkili bir çözüm olabileceğini ifade etmişlerdir.

Sahu ve ark. (2015), toprak ölçüm ve değerlendirme çalışmalarında yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin, GPS ve CBS teknolojilerinin kullanımını değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında her bir sistemi ayrı ayrı değerlendirmiş ve toprak sınıflandırma ve haritalama çalışmalarına olan etkilerini incelemişlerdir. Araştırmalarının sonunda ise GPS verisinin konumlandırma sorununa önemli bir çözüm getirdiğini, uydu görüntülerinin daha çok saha çalışması sonrasındaki bölümde etkili bir şekilde kullanılabileceğini ve CBS'nin de tüm bu veri toplama, analiz ve sunum adımlarında proje sorumlularına önemli ölçüde katkı sağladığını belirtmişlerdir. Ayrıca, teknolojinin ilerlemesi ile bu ve benzeri teknolojilerin toprak ölçüm ve değerlendirme çalışmalarında daha etkili bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Soomro (2015) çalışmasında, CBS uygulamalarından ve çeşitli tarımsal teknolojilerden detayları ile bahsetmiş ve bu iki teknolojinin bir birleşimi olarak Coğrafi Tarımsal Bilgi Sistemi (GAIS) kavramını açıklamıştır. Yazarın tarımsal faaliyetlerin geleceği olarak nitelendirdiği sistem, temelde CBS'nin veri saklama, yorumlama ve sunma yetenekleri üzerine diğer tarımsal sistem ve verilerin entegre edilmesiyle

oluşturmuştur. Yazar tasarladığı sistemin geliştirilebilir yapıda olduğunu ve bu bağlamda sistemin akıllı telefonlarda ve web tarayıcılarında çalışabileceğini belirtmiştir.

Kangas ve ark. (2015), orman yönetimine destek olmak amacı ile sahadan veri girişine ve sorgulama yapmaya imkân sunan bir cep telefonu uygulaması geliştirmişlerdir. Android ve IOS işletim sistemlerinde çalışabilen ve dört dil destekleyen (İngilizce, Rusça, Fince, İsveççe) bu uygulama (Tienoo) kullanıcılara bulundukları yer ile ilgili çeşitli bilgiler sunarken (gezinti rotaları, tarihçesi vb.) aynı zamanda kullanıcıların bulundukları yer ile ilgili düşüncelerini anket benzeri bir soru seti ile toplayabilmektedir. Uygulamada kullanılan cihaz GPS bilgisi kullanıldığı için tüm veri girişleri konum bilgisi ile ana sunucuya iletilmekte ve merkezdeki CBS yazılımları ile sonuçlar değerlendirilmektedir. Yazarlar uygulamayı Finlandiya'nın doğusundaki Ruunaa milli parkında denemiş ve olumlu sonuçlar elde etmişlerdir.

Kıratoğlu (2016) çalışmasında, tarım faaliyetlerinde kullanılamayan ve ancak iyileştirme çalışmaları sonunda tarımsal üretime kazandırılabilen taşlık ve kayalık alanların CBS ve uzaktan algılama teknikleri ile potansiyel arazi kullanım kabiliyetlerini hesaplamıştır. Yazar uygulama çalışmasını Siverek-Viranşehir platosu üzerindeki yaklaşık 15126 ha'lık alanda yürütmüş olup çalışmasında temelde 1/5000 ölçekli toprak indeks haritalarını, bölgeye ait 2006 yılına ait uydu görüntüsünü (Ikonos, 1x1 m) ve bölgeye ait çeşitli topoğrafik haritaları kullanmıştır. Yazılım olarak ArcGIS ve Erdas kullanılmış olup 4 farklı alanda da toprak profil noktaları açılmıştır. Yazar çalışma sonucunda arazi kullanım kabiliyeti haritasındaki 4. ve 6. Sınıf arazilerin iyileştirilmesi sonrasında 2 ve 4. Sınıf arazilere dönüşebileceği sonucunu elde etmiştir. Bu çalışma özellikle tarımsal planlama ve tarımsal modelleme faaliyetlerinde CBS ve uzaktan algılama verilerinin etkinliğini ortaya koymuştur.

Nunes ve ark (2016), çiftçilerin tarımsal ihtiyaçlarına cevap vermek, ekosistemin sürdürülebilirliği üzerinde çalışan uzmanlara destek vermek amacıyla Portekiz ve İspanya sınırlarının yakınında bulunan Caia ve Guadiana nehirlerinin birleştiği bölgede CBS ortamında bir toprak haritası üretmişlerdir. Çalışmada öncelikle bölgeye ait jeoloji, iklim, eski toprak haritaları gibi veri setleri elde edilmiş ve CBS ortamına aktarılmıştır. Eldeki verilerle bir ön toprak haritası üretilmiş ve doğrulamak için sahaya çıkılmış ve 26 adet toprak numunesi alınmıştır. Toprak profil verilerinin de veri tabanına eklenmesi ile doğruluğu yüksek toprak grupları belirlenmiş ve toprak haritası üretilmiştir.

Kumar ve Babu (2016) çalışmalarında, Hindistan'ın Zeharabad bölgesindeki şeker kamışı tarlalarının ürün durumunu izlemek ve karar vericilere destek olmak amacı ile uzaktan algılama verilerini kullanarak bir Web tabanlı CBS uygulaması geliştirmişlerdir. Çalışmadaki temel hedef geniş arazilerdeki ürün gelişimini ve planlamasını uzaktan algılama görüntülerini kullanarak Web tabanlı bir CBS uygulaması üzerinden ilgililere sunmak olarak belirlenmiştir. Yazarlar kurdukları sisteme yöneticiler ve diğer kullanıcılar şeklinde iki ayrı yetki seviyesine sahip kullanıcılar tanımlamış olup Web arayüzü üzerinden bu yetki durumuna göre bilgi servisi yapmışlardır.

Thakur ve ark. (2017), uzaktan algılama, GPS ve CBS teknolojilerinin yeraltı su modelleme çalışmalarındaki etkisini gözlemlemek için bir çalışma yapmışlardır. Belirledikleri bir bölgede birden fazla uzaktan algılama ürününü GPS ve CBS yardımı ile test etmiş ve çeşitli sonuçlar elde etmişlerdir. Yazarlar genel olarak GPS ve CBS entegrasyonunun modelleme ve doğal kaynak yönetiminde oldukça etkili olduğunu, uzaktan algılama ürünlerinin ise hassasiyet ve maliyet gibi faktörlerden dolayı etkinliklerinin projeden projeye farklılık gösterdiklerini belirtmişlerdir. Yeraltı su modellemesi çalışmalarında da toprak haritalama çalışmalarında olduğu gibi belli jeostatistiksel metotlar kullanıldığı için bu çalışmanın sonuçları bu tez çalışmasına da ışık tutmuştur.

Kılıç ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada, Tokat iline bağlı Reşadiye ilçesinin kuzey batısında yer alan Zinav Gölü havzasının arazi kullanım haritasını üretmek için CBS ve uzaktan algılama verilerinden yararlanarak bir veri tabanı oluşturmuşlardır. Bahsi geçen veri tabanını oluşturmak için bölgeye ait uydu görüntüsünü (Landsat 7 TM), çalışma bölgesinde açılmış 70 adet toprak profiline ait verileri ve topoğrafik verileri elde etmek için 25m çözünürlüklü sayısal yükseklik modeli CBS yazılımına(ArcGIS) girilerek mekânsal veri tabanı oluşturulmuştur. Yazarlar oluşturdukları bu veri tabanının tarımsal planlamalarda, gübreleme ve bitkisel üretim tekniklerinin geliştirilmesinde ve arazinin kullanımının yıllar içerisinde izlenmesinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Sancan ve Karaca (2017), bağlılığın oldukça yoğun olarak yapıldığı Van İline bağlı Erciş ilçesi Bayramlı köyünde bulunan yaklaşık 40.000 ha'lık bağ alanlarında bazı toprak özelliklerini belirleyip CBS yardımı ile haritalamışlardır. Bölgenin toprak haritasını oluşturabilmek için 40 adet toprak profil noktası açılmış,e elde edilen veriler CBS yazılımına (ArcGIS) aktarılmış ve IDW enterpolasyon yöntemi yardımı ile toprak

haritası üretilmiştir. Üretilen toprak haritası ph, kil, silt gibi özellikler açısından incelenmiş ve uygulama alanının toprak yapısının bağcılık için uygun olduğu görülmüştür.

Papadopoulos ve ark. (2017) çalışmalarında, özellikle geniş ve parçalı yapıda bulunan çiftliklerin toprak karakteristiklerini ve sulama kapasitesini belirlemek ve ileriye dönük izleme yapabilmek için bir CBS veri tabanı kurmuş ve bu veri tabanına bağlı bir mobil uygulama geliştirmişlerdir. Yazarlar uygulama alanı olarak Yunanistan'ın Attica bölgesinde bulunan 8 ha'lık bir çiftlik alanını seçmiş ve araziden toprak ve sulama kapasitesi ile ilgili verileri toplayıp CBS ortamına aktararak bir coğrafi veri tabanı oluşturmuşlardır. Çalışmada daha kullanıcıların toprak özellikleri başta olmak üzere çiftliğe dair diğer parametrelere ulaşabilmeleri için bu veri tabanına bağlı bir Mobil CBS uygulaması geliştirmişlerdir.

Islam ve ark. (2017) çalışmalarında, Bangladeş'in toprak özelliklerini yansıtan ve arazi planlamalarında kullanılabilecek CBS destekli bir toprak veri tabanı geliştirmişlerdir. Çalışma alanına ait çeşitli toprak verileri CBS (QGIS) altlığında bir araya getirilmiş, toprak karakteristikleri bölgelere göre tanımlanmış ve çeşitli tematik haritalar üretilmiştir.

Stiglitz ve ark. (2017), toprak türlerini akıllı telefonlar üzerinden hızlı bir şekilde sınıflandırmak için bir GPS destekli mobil uygulama geliştirmişlerdir. Android işletim sisteminde geliştirdikleri uygulama, harici gelişmiş bir kameranın (nix) çektiği görüntüleri bluetooth vasıtası ile yorumlayabildiği gibi akıllı telefonun kendi kamerasını da doğrudan kullanabilmektedir. Geliştirilen uygulama; yüzey fotoğrafının çekilmesi, akıllı telefondaki GPS alıcısı yardımı ile bu fotoğrafların koordinatlandırılması ve sonrasında bu fotoğrafların her bir piksel değerini renk skalasına göre işleyerek toprak sınıflandırması yapması şeklinde bir çalışma prensibine sahiptir. Mobil uygulama ayrıca bulut teknolojisi ile desteklenen bir CBS veri tabanına bağlı olup aynı uygulamaya sahip diğer mobil cihazlara da sınıflandırılmış bu toprak verilerini sunabilmektedir.

Corwin ve Scudiero (2016) çalışmalarında, bazı toprak karakteristiklerinin (ph, tuzluluk, organik madde, nem vb.) toprağın iletkenlik değerleri ile daha düşük maliyetle hesaplanabileceğini anlatmışlardır. Çalışmada detayları ile anlatılan işlem kısaca, sahadan toprağın iletkenliğini ölçmek için toprak numunelerinin konum bilgileri ile alınması, analiz edilmesi ve CBS ortamında bir toprak veri tabanının kurulması şeklinde ifade edilmiştir. Yazarlar oluşturulmuş bu toprak veri tabanında toprağın iletkenliği ile

diğer özellikleri arasındaki korelasyonların bulunup görselleştirebileceğini eklemişlerdir.

Sushanth ve ark. (2019) çalışmalarında, sulama planlaması ve toprak yönetimine destek olmak amacı ile uygulama alanı olarak seçtikleri Pakistan'ın Pencap eyaleti sınırları içerisinde bulunan Shivalik Foot tepelerindeki Patiala-ki-rao su havzasına yönelik CBS tabanlı bir toprak haritası üretmişlerdir. Alanı temsil eden 50 adet toprak profil verisini CBS ortamına aktaran yazarlar daha sonra IDW enterpolasyon metodunu kullanarak ve partikül incelemesi yaparak bir toprak yönetim altlığı ve haritası üretmişlerdir.

Shayakmetov ve ark. (2019) çalışmalarında, tarımsal durumu gözlemek ve zamansal analiz yapabilmek için Batı Sibirya'nın tarıma uygun alanlarını seçmişler ve uzaktan algılama verileri ile desteklenmiş CBS ortamında bir toprak veri tabanı oluşturmuşlardır. Çalışmada uygulama alanı için çeşitli zamanlara ait uydu görüntüleri (Landsat 8-30m) ilgili yazılımda işlenerek (Envi 5.0) CBS ortamına aktarılmıştır (QGIS). Ayrıca önceki yıllara ait sayısal olmayan toprak haritaları da sayısallaştırılarak veri tabanına eklenmiştir. Yazarlar zamansal değişimleri ve toprak özelliklerini inceleyerek tarımsal bazı çıkarımlarda bulunmuşlar ve çalışmanın sonuç bölümünde CBS teknolojilerinin özellikle mekânsal analiz yetenekleri nedeniyle toprak haritalama çalışmalarında maliyet etkin çözümler olduklarını belirtmişlerdir.

Abuzaid ve ark. (2019), Mısır sınırları içerisinde Nil deltasının kuzeyinde yer alan Dakahliya bölgesinin toprak kalitesini 4 indis ile (kimyasal özellikler, fiziksel özellikler, verimlilik, çevresel etki) inceleyebilmek için CBS tabanlı bir model geliştirmişlerdir. Araştırmalarında sahada 21 adet toprak profili açmışlar ve bu numunelerin değerlerini CBS ortamına aktararak bir veri tabanı oluşturmuşlardır (ArcGIS 10.2.2). Bölgeye ait uydu görüntülerini (Landsat 8-28.8m) temin edip ilgili görüntü işleme yazılımında (Envi 5.1) değerlendirdikten sonra toprak veri tabanına aktarmışlardır. Çalışmada CBS ortamındaki çeşitli analiz ve modellemeler yardımı ile bu dört indise bağlı olarak çeşitli toprak kalite haritaları üretmişlerdir.

Campbell (2018) doktora tez çalışmasında, Büyük Britanya'nın (İngiltere, İskoçya, Galler) mevcut toprak veri kalitesini yükseltmek için mevcut toprak harita ve veri tabanlarını incelemiş, kullanıcıların istediği iyileştirmeleri tespit etmiş ve bu doğrultuda Büyük Britanya adasına ait harmonize edilmiş bir sayısal toprak veri tabanı oluşturmuştur. Yazar elde ettiği veri ve kullanıcı talepleri doğrultusunda iki adet

modelleme belirlemiş ve bunları iki adet pilot sahada test etmiştir. Tüm bu analiz ve modellemeler CBS altlığında yapılmıştır.

Karaca ve ark. (2019) çalışmalarında, Van İline ait bazı arazilerin toprak özelliklerini tespit etmek amacı ile CBS ortamında bir veri tabanı oluşturulmuşlardır. Çalışmada bu amaç için 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar topoğrafik katmanların üretilmesi için kullanılmış olup mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünün üretmiş olduğu bazı toprak haritaları da sayısal ortama aktararak CBS (ArcGIS 10.3) ortamına eklenmiştir. Çalışmada toprak haritaları ile topoğrafik veriler CBS ortamında değerlendirilmiş olup, tarıma elverişli alanlar belirlenmiştir.

Liu ve Cheng (2020) çalışmalarında, CBS teknolojilerinin arazi yönetimi, kırsal alan planlaması, trafik yönetimi ve çevre yönetimi alanlarındaki etkinliğini araştırmışlardır. CBS'nin veri değerlendirme ve mekânsal analiz yeteneğinin bu alanlardaki uygulamalarda oldukça yüksek performans sergilediğini ve CBS uygulamalarının diğer teknoloji ve yaratıcı fikirler ile daha fazla alanda kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

alandır. Proje sahasının köşe koordinatları (WGS 84) 32.8300 – 40.1100, 36.8020 – 40.1100, 36.8620-40.0900, 32.8300-40.0900 olup proje sahasının alanı 355.86 ha'dır. Abadan mahallesine 700 m uzaklıkta olan proje sahası oldukça engebeli bir topoğrafik yapıya sahiptir. Sahanın en yüksek noktası 1350 m, en alçak noktası ise 1100 m olarak ölçülmüştür. Abadan Erozyon Kontrol Projesi kapsamında toprak harita ve etüt çalışmaları için klasik yöntemler ile toplam 38 adet toprak profil noktası incelenmiştir.



Şekil 3.2. Abadan Proje sahası uydu görüntüsü



Şekil 3.3. Abadan Proje sahası genel görünümü

İkinci uygulama sahası ise Ankara İli, Akyurt İlçesi, Kalaba mahallesi hudutları içinde yer alan Kalaba Rehabilitasyon ve Uygulama proje sahasıdır (Şekil 3.4, Şekil 3.5). Proje, Orman Genel Müdürlüğü tarafından 2017 yılında sahadaki mevcut bitki türlerinin korunması, ağaçlandırma ve erozyon kontrol tedbirlerinin alınması gibi faaliyetlerin uygulandığı bir projedir. Proje sahasının köşe koordinatları (WGS 84) 33.1050-41.1690, 33.1350-41.1690, 33.1350-40.1500, 33.1050-40.1500 olup proje sahasının alanı 270.80 ha'dır. Abadan Erozyon Proje sahasına göre nispeten düzlük alanların daha fazla olduğu proje sahası Kalaba mahallesine yaklaşık 2,5 km uzaklıktadır. Kalaba Rehabilitasyon ve Uygulama projesi kapsamında toprak harita ve etüt çalışmaları için 27 adet profil noktası belirlenmiş olup bu noktaların 19 adeti açılıp incelenebilmiştir.



Şekil 3.4. Kalaba Proje sahası uydu görüntüsü



Şekil 3.5. Kalaba Proje sahası genel görüntüsü

Uygulama çalışması öncesi Orman Genel Müdürlüğü'nün ilgili birimlerinden uygulama çalışmasının yapılacağı proje sahalarına ait toprak etüt karneleri, haritalar ve ilgili veriler temin edilmiştir. Daha sonra bu projelerde çalışmış büro ve saha personeli ile görüşmeler yapılarak özellikle toprak haritalama çalışmaları kapsamında yaptıkları hazırlıklar ve karşılaştıkları sorunlar gibi saha çalışması ile ilgili detaylar kendilerinden temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

Bu tez çalışmasında, toprak haritalama çalışmalarının maliyetlerini düşürmek ve sahadan daha doğru ve güvenilir toprak verilerinin toplanmasına yardımcı olacak, güncel teknolojilerle geliştirilmiş bir Web tabanlı Mobil CBS yazılımının geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu hedefe ulaşabilmek ve ayrıca ulusal toprak veri tabanı mimarisini oluşturabilmek için toprak etüt ve haritalama çalışmalarının yoğun olarak yapıldığı başta Orman Genel Müdürlüğü ve Tarım ve Orman Bakanlığı olmak üzere ilgili kurum ve kuruluşlara ayrıca özel sektör temsilcilerine ziyaretler gerçekleştirilmiş ve toprak haritalama çalışmaları ve karşılaşılan sorunlar hakkında bir anket çalışması yapılmıştır.

Geliştirilmesi planlanan Web tabanlı mobil uygulamanın tasarımına yön vermek amacı ile toprak haritalama çalışmaları yapan ve toprak harita ve verilerini projelerinde kullanan kamu, özel sektör, üniversite ve araştırma enstitüleri gibi farklı sektör temsilcilerinin mobil teknolojilerle ilgili alışkanlıklarını ve beklentilerini, geliştirilecek olan bir mobil CBS uygulamasının toprak haritalama çalışmaları kapsamında yürütülen arazi çalışmalarına olabilecek olası katkıları hakkındaki düşüncelerini ve CBS ortamındaki ulusal bir toprak veri tabanı hakkındaki düşüncelerini öğrenebilmek amacıyla 15 sorudan oluşan bir anket formu oluşturulmuştur (Ek 1).

Anket çalışması, toprak haritalama çalışmaları ile doğrudan veya dolaylı olarak ilişkili 100 kişi ile yapılmış olup elde edilen sonuçlar analiz edilerek Web tabanlı mobil uygulamanın geliştirilmesi ve ulusal toprak veri tabanı mimarisinin tasarımı aşamalarında değerlendirilmiştir.

Sahadan toprak verilerini toplayacak yazılımın bazı özellikleri şu şekilde tasarlanmıştır;

Mobil cihaz özellikleri:

- Uygulama Android işletim sistemi üzerinde geliştirileceği için uygulamanın çalıştırılacağı mobil cihazların Android işletim sistemini desteklemesi

gerekmektedir. Piyasada hemen her bütçeye uygun bir Android cihaz bulunmasına karşı, uygulamanın aksamadan çalışabilmesi için işlemci hızı yüksek, şarj süresi nispeten uzun mobil cihazlar uygulama geliştirme sırasında kullanılacaktır.

- Sistemin kullanılacağı mobil cihazda mutlak suretle bütünleşik GPS alıcısı bulunması ve şayet cihazda GPS özelliği yoksa ya da çalışır konumda değilse uygulamanın çalışmaması veya kullanıcıya uyarı vermesi planlanmaktadır. Mobil cihazlardaki bütünleşik GPS özelliği oldukça önemli olup geliştirilecek mobil uygulamanın saha çalışmaları esnasında her profil noktasının yerinin koordinatlarının otomatik olarak alınması ve kullanıcı tarafından değiştirmeye imkân tanımayacak şekilde saklanması değerlendirilmektedir.
- Sistemin kullanılacağı mobil cihazın WIFI ve 3G/4,5G internet bağlantı özelliğine sahip olması ve bu özelliği sayesinde sahadan toplanan toprak verilerini internet üzerinden ana sunucuya göndermesi planlanmaktadır. Özellikle arazide internet bağlantısının bulunmaması veya kalitesiz sinyal nedeni ile mobil cihazların şarj seviyelerini düşürmemek adına kullanıcının isterse çevrim dışı olarak çalışabilmesi ve daha sonra toplu olarak topladığı toprak verilerini ana sunucuya gönderebilmesi seçeneğinin uygulamaya kazandırılması planlanmıştır.
- Sistemin kullanılacağı mobil cihazda mutlak suretle bütünleşik kameranın bulunması ve bu sayede arazideki profil noktalarının proje yöneticisinin belirlediği miktarda fotoğrafının çekilmesine imkan tanınması gerekmektedir.

Yazılımsal özellikler:

- Bu tez çalışmasında kurulacak sistemin Android mobil işletim sistemi üzerinde yazılması planlanmıştır. Bunun nedeni Android işletim sisteminin esnek bir yapıya sahip olması ve Android işletim sistemi ile çalışabilen akıllı telefon ve tablet bilgisayar gibi mobil cihazlara piyasada daha kolay ve ekonomik olarak ulaşılabiliyor olmasıdır. Yazılımın Android işletim sisteminde yazılmasının bir diğer nedeni ise uygulama kurulumunun ve güncellenmesinin daha kolay olduğu Google Playstore platformunun varlığıdır.
- Mobil kullanıcıların belirlenmesi, yetkilendirme, kısıtlar, sahada toplanılması istenen toprak verilerini toplamaya yönelik sorun formlarının oluşturulması

gibi bazı işlemlerin yapılabilceği bir web arayüzünün hazırlanması ve sahadan toplanan verilerinde bu arayüz sayesinde görüntülenmesi hedeflenmiştir.

- Geliştirilecek mobil uygulamanın 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar, jeoloji haritaları, kadastro haritaları gibi altlık haritaları desteklemesi ve arazi çalışması esnasında katman yapısı ile gösterilmesi hedeflenmiştir.
- Geliştirilecek mobil uygulamanın alan, mesafe ve koordinat sorguları gibi temel CBS analizlerine sahip olması hedeflenmiştir.
- Özellikle tecrübesi az personelin de uygulamayı kullanarak toprak verisi toplayabilmesi amacı ile profil çukurlarını açtıktan sonra toprak verilerinin sisteme girişi esnasında kullanılmak üzere yardımcı bazı resim ve tabloların ilgili alan doldurulurken otomatik olarak çıkması ve kullanıcıyı yönlendirmesi hedeflenmiştir (toprak renkleri gibi).

Belirlenen veri tabanı kolon yapısı, mobil cihazların yetenekleri ve işletim sisteminin imkânları dâhilinde ‘Toprak Veri Sistemi’ adında Android işletim sistemi üzerinde geliştirilmiş bir mobil uygulama ve bu uygulama ile entegre olarak çalışan Web arayüzünden oluşan Web Tabanlı Mobil CBS tasarımı gerçekleştirilmiştir. Mobil uygulama daha çok araziden toplanan verinin kalitesine odaklanılarak geliştirilmiş iken, Web arayüzü daha çok yönetici paneli ve geoportal şeklinde tasarlanmıştır.

Toprak Veri Sisteminin geliştirme sürecinde, ücretsiz olmaları ve ileride lisans sorunları yaşamamak için mümkün olduğunca açık kaynak kodlu (open source) yazılımlar kullanılmıştır. Web arayüzü coğrafi veriler içerdiği için yine PostgreSQL ve PostGis veritabanları tercih edilmiştir. Web arayüzündeki coğrafi verilerin görselleştirilebilmesi ve bu veriler üzerinde çeşitli işlemlerin yapılabilmesi amacı ile OpenLayers JavaScript kütüphanesi kullanılmıştır. Bu aşamada alternatif olarak LeafLet kütüphanesi de kullanılmış fakat etkinliği daha yüksek olduğu görülen OpenLayers’ta karar kılınmıştır.

Sistemin arayüzü ExtJS kütüphanesi kullanılarak geliştirilmiştir. BackEnd yani kullanıcıların görmediği ve arka tarafta çalışan sistemlerde NodeJS kütüphanesi kullanılmıştır. Kullanılan bu açık kaynak kodlu kütüphaneler sistemin bir platformdan bağımsız olarak çalışmasını sağlamıştır. Sistemin çoklu kullanıcı performansını maksimum düzeye yükseltebilmek için NodelJS kütüphanesinin Cluster (sunucu

kümesi) özelliği kullanılarak uygulamanın işlemci çekirdeklerinin (CPU core) her birinde işlem yapabilmesi sağlanmıştır.

Mobil uygulama ise temelde NativeJava ve yine coğrafi veri desteği nedeniyle OpenLayers ile geliştirilmiştir. Mobil uygulama Android üzerinde geliştirildiği için ve bir web desteği olduğu için verilerin mobil cihazda gösterimi ve veri iletişimini sağlayabilmek amacı ile WebView bileşeni kullanılmıştır. Ayrıca gerek uygulama geliştirme ve test aşamalarında gerekse de diğer kısımlarda CBS işlemlerinde, açık kaynak kodlu QGIS yazılımı kullanılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Toprak Veri Sisteminin geliştirilmesinde kullanılmış olan yazılım ve platformlar

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Anket Çalışması

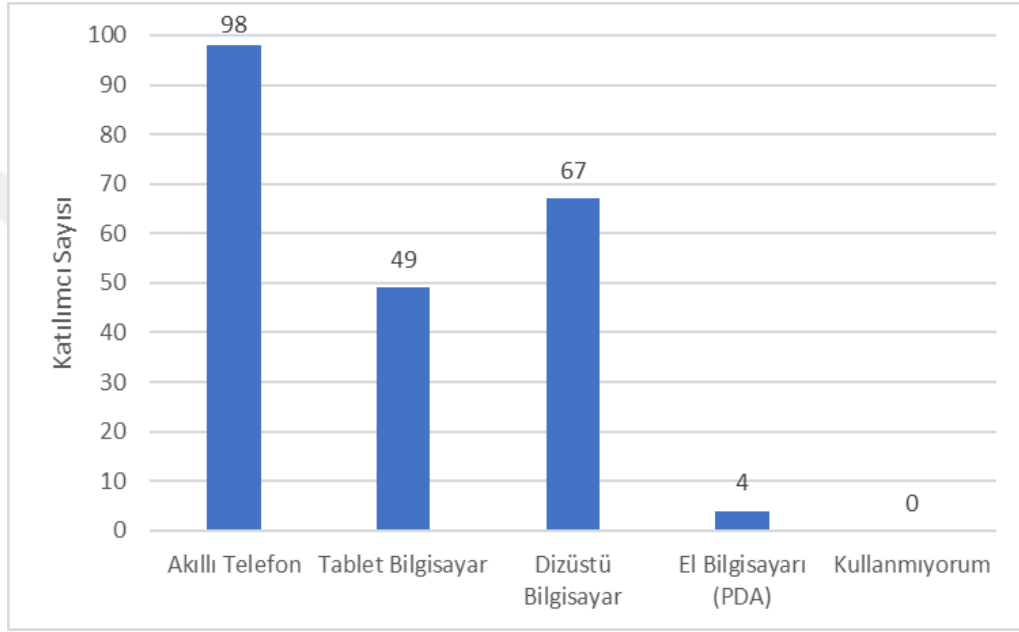
Anket çalışmaları büyük bir grubun belirli bir konu hakkındaki fikirlerini öğrenmek veya o grubun özelliklerini elde etmek için oldukça kullanışlı bir yaklaşımdır (URL 3). Anket çalışmasından maksimum fayda sağlayabilmek için de soruların doğru bir şekilde hazırlanması son derece önemlidir. Bu kapsamda soruları doğru ve ölçülebilir bir şekilde sorabilmek için konu ile ilgili kamu ve özel sektördeki uzman insanlarla görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler sonrasında hem anket soruları belirlenmiş hem de sorulara ait şıklar detaylı bir şekilde ayrıntılanmaya çalışılmıştır. Anket soruları Ek-1’de verilmiştir.

Hazırlanan anket soruları genel olarak katılımcıların birden fazla seçeneği işaretleyebileceği şekilde tasarlanmış olup anket çalışması esnasında katılımcıların bu şıklar dışında verdikleri cevaplar da kaydedilmiştir. Anket görüşmeleri toprak haritalama faaliyetleri ile ilgili katılımcılarla yüz yüze yapıldığı için anket esnasında katılımcılarla daha geniş kapsamlı görüşme imkânı da bulunmuştur. Dolayısıyla tez çalışması kapsamında yapılması planlanan tasarım ve faaliyetlere önemli girdiler elde edilmiştir. Anket çalışması için katılımcılar, mümkün olduğunca farklı sektörleri kapsayacak şekilde seçilmeye çalışılmıştır. Buna göre katılımcıların %70’i (70 kişi) orman, tarım ve su işleri kollarına mensup kamu personeli, %18’i (18 kişi) orman ve tarım sektöründe faaliyet gösteren özel sektör temsilcileri ve %12’si (12 kişi) çeşitli üniversitelerde görevli ve pek çok projeye danışmanlık hizmeti veren akademisyenlerdir.

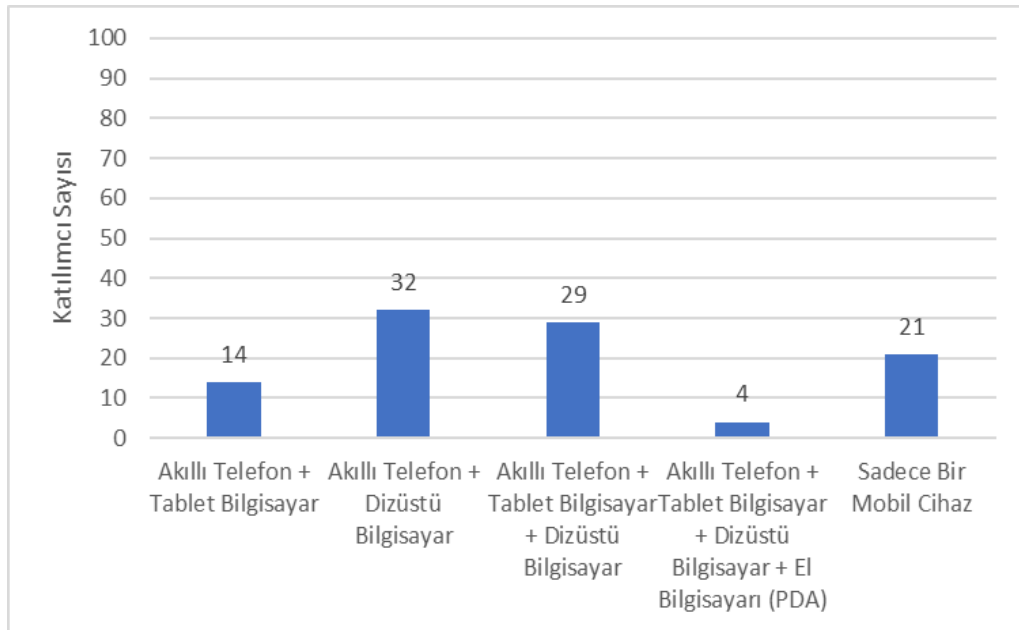
15 sorudan oluşan ve 100 kişi ile yapılan anket çalışmasına verilen cevaplar ve değerlendirmeler aşağıdaki gibidir:

“Hangi dijital mobil cihazları kullanıyorsunuz?” sorusuna verilen cevaplardan elde edilen sonuçlara göre; katılımcıların 98 adetinin (%98) en az bir akıllı telefona, 49 adetinin (%49) en az bir tablet bilgisayara, 67 adetinin (%67) en az bir diz üstü bilgisayara ve 4 adetinin (%4)’ü en az bir el bilgisayarına sahip olduğu tespit edilmiştir (Grafik 4.1). Dizüstü bilgisayar cevabından kastedilen, pek çok kişide bulunan normal dizüstü bilgisayarlardan çok “ultrabook” adı ile piyasaya sürülmüş olan ve Windows Mobile ve Android gibi mobil işletim sistemlerine sahip cihazlardır. Ankete katılanların büyük bir kısmının birden çok mobil cihaza sahip olduğu anlaşılmaktadır. Verilen

cevaplara göre; katılımcıların %21'i sadece bir adet mobil cihaza sahip iken, katılımcıların %14'ü hem bir akıllı telefona hem de bir tablet bilgisayara, %32'si bir akıllı telefona ve bir diz üstü bilgisayara, %29'u bir akıllı telefona, bir tablet bilgisayara ve bir diz üstü bilgisayara, %4'ü ise bir akıllı telefona, bir tablet bilgisayara, bir diz üstü bilgisayara ve bir el bilgisayarına sahiptir (Grafik 4.2). Bu soruya verilen cevaplar incelendiğinde katılımcıların neredeyse tamamının bir akıllı telefona sahip olduğu dolayısıyla bir mobil işletim sistemine alışık oldukları ve çeşitli mobil uygulamaları kullandıkları görülmektedir.



Grafik 4.1. Ankete katılanların sahip olduğu mobil cihazlar (en az bir adet)



Grafik 4.2. Ankete katılanların sahip olduğu mobil cihazlar (toplam)

“Kullandığınız mobil cihazların işletim sistemi nedir?” sorusuna verilen yanıtlara göre; katılımcıların en az %30’u IOS, en az %77’si Android, en az %49’u Windows, en az %2’si Symbian ve %1’i Firefox işletim sistemini kullanmaktadırlar (Tablo 4.1). Bu soruya verilen cevaplardan kullanıcıların büyük bir kısmının Android işletim sistemine sahip bir mobil cihaz kullandıkları görülmektedir. Katılımcılar, genellikle Android işletim sistemine sahip akıllı telefon gibi mobil cihazlara erişimin fiyat ve çeşitlilik açısından kolay olması nedeni ile bu cihazları tercih ettiklerini belirtmişlerdir.

Tablo 4.1. Kullanıcıların sahip oldukları mobil cihazların sahip oldukları işletim sistemleri

İşletim S.	IOS	Android	Windows	Symbian	Blackberry
Yüzde	%30	%77	%49	%2	0
İşletim S.	Tizen	Sailfish OS	Firefox OS	Ubuntu Touch OS	Bada
Yüzde	0	0	%1	0	0

“Toprak haritalarını hangi amaç için kullanıyorsunuz?” şeklindeki soruya katılımcıların verdikleri cevaplar Tablo 4.2’de verilmiştir. Katılımcılar genellikle birden fazla şikkı seçmiş olup oransal olarak %52’si ağaçlandırma projeleri için, %53’ü toprak muhafaza/erozyon projeleri için, %30’u sel-çığ-heyelan projeleri için, %27’si ziraat uygulamaları için, %12’si arazi toplulaştırma projeleri için, %4’ü sanayi sektörü için ve %10’u diğer amaçlar için kullandıklarını belirtmişlerdir. Bu soruya verilen yanıtlar daha çok ankete katılanların bulundukları sektörlerle ilgili olsa da genel olarak toprak haritalarının aktif olarak kullanıldıkları sektörlerin orman ve tarım olduğunu ortaya çıkarmaktadır.

Tablo 4.2. Katılımcıların toprak haritalarını kullandıkları alanlar

Toprak Haritalarının Kullanıldığı Alanlar	Sayı	Yüzde
Ağaçlandırma Projeleri	52	%52
Toprak Muhafaza / Erozyon Projeleri	53	%53
Sel-Çığ-Heyelan Projeleri	30	%30
Ziraat Uygulamaları	27	%27
Arazi Toplulaştırma Projeleri	12	%12
Sanayi Sektörü (Seramik, Tuğla vb.)	4	%4
Diğer	10	%10

“Toprak haritalama çalışmalarında sahadan toplanan aşağıdaki hangi verileri kullanıyorsunuz?” sorusu anket çalışmasının en önemli sorularından bir tanesidir. Çünkü bu sorunun cevapları ulusal toprak veri tabanı tasarımına da bir altlık teşkil edecektir. Anket çalışması öncesi kamu kurum ve özel sektör temsilcileri ile anketten

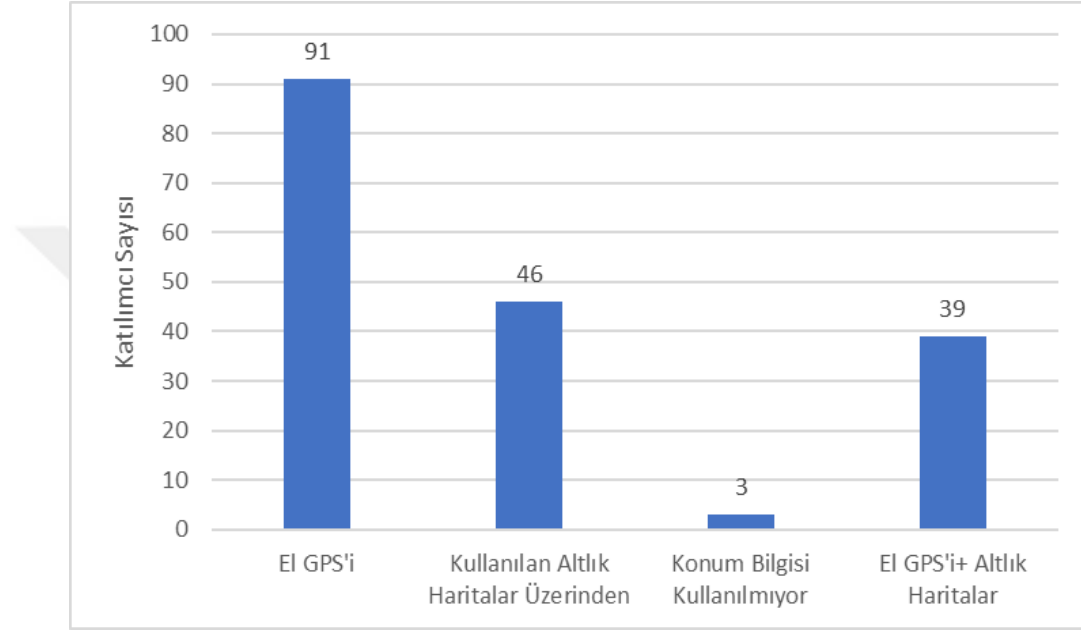
bağımsız olarak hangi tür verilerin toprak haritalama çalışmaları kapsamında araziden toplandığı hakkında bilgiler alınmıştır. Bu bilgiler ışığında toprak haritalama çalışmaları kapsamında araziden elde edilen 42 adet toprak veri sınıfı belirlenerek anket formuna soru olarak eklenmiştir. Belirlenen bu 42 sınıf toprak verisi en çok kullanılan veriler olarak belirlenmiş olup anket formuna eklenmiş olan “diğer” seçeneği ile kullanıcıların farklı toprak verilerini ekleyebilmeleri de sağlanmıştır.

Katılımcılara yöneltilen bu soruya farklı oranlarda yanıtlar verilmiş olsa da elde edilen sonuçlardan anket formuna eklenmiş toprak veri tiplerinin hemen hepsinin ankete katılanlar tarafından aktif olarak kullanıldıklarını göstermiştir (Tablo 4.3). Anket sırasında katılımcılar ile yapılan görüşmelerde özellikle orman ve tarım sektörünün sahadan benzer toprak verilerini topladıkları sadece farklı isimler ile tanımladıkları gözlenmiştir (sonda ve profil terimleri gibi).

Tablo 4.3. Katılımcıların toprak haritalama çalışmalarında kullandıkları toprak verileri

No	Toprak Verisi	Katılımcı Sayısı	Kullanım Oranı (%)
1	Sonda / Profil_no	28	%28
2	Ana_Materyal_Niteligi	28	%28
3	Anakaya	60	%60
4	Arazi kullanımı	39	%39
5	Arazi yüzey şekli	30	%30
6	İnsan etkisi	21	%21
7	Kapalılık	28	%28
8	Bakı	31	%31
9	Çakıllılık	17	%17
10	Denizden yükseklik	22	%22
11	Dip kütük çapı cm	9	%9
12	Diri örtü türleri	15	%15
13	Drenaj	33	%33
14	Tuzluluk_ve_Alkalilik	31	%31
15	Horizon renk	21	%21
16	Eğim%	39	%39
17	Erozyon durumu	30	%30
18	Karışım oranları%	18	%18
19	Erozyon Turu /Derece	17	%17
20	Horizon adı	20	%20
21	Horizon derinlik	24	%24
22	Kök dağılışı	17	%17
23	Genel mevki	22	%22
24	Özel mevki (Mikrorolyef)	17	%17
25	Ortalama boy	13	%13
26	Ph	34	%34
27	Rakım (yükselti)	31	%31
28	Profilde_Nem_Durumu_ve_Belirti	19	%19
29	Kireç%	25	%25
30	Strüktür	33	%33
31	Taban_Suyu_Derinlik_cm_	19	%19
32	Humus formu	16	%16
33	Yüzeydeki çatlaklar	12	%12
34	Profilde taşlılık	22	%22
35	Yüzeysel taşlılık	20	%20
36	Toprağın mutlak derinliği	37	%37
37	Toprağın fizyolojik derinliği	37	%37
38	Toprak suyu	19	%19
39	Toprak tipi	33	%33
40	Yüzey topografyası /Rolyef_	22	%22
41	X- Profil Koordinatı	43	%43
42	Y-Profil Koordinatı	37	%37
43	Diğer	10	%10
44	Hepsi	13	%13

Toprak haritalama çalışmalarında toprak profil noktalarına ait konum bilgisini hangi yöntemle elde ettiklerine dair sorulan soruya 91 kişi (% 91) el GPS'ini, 46 kişi (%46) kullanılan altlık haritaları, 39 kişi (%39) de her iki yöntemi kullandıkları cevabı verilmiş olup katılımcıların %3'ü de bu çalışmalarda konum bilgisini kullanmadıklarını ifade etmişlerdir (Grafik 4.3). Katılımcıların büyük bir bölümünün sahaya intikal için akıllı telefonlarının navigasyon uygulamalarını kullandıklarını fakat profil noktalarının koordinatlarını el GPS'leri ile aldıkları belirlenmiştir.



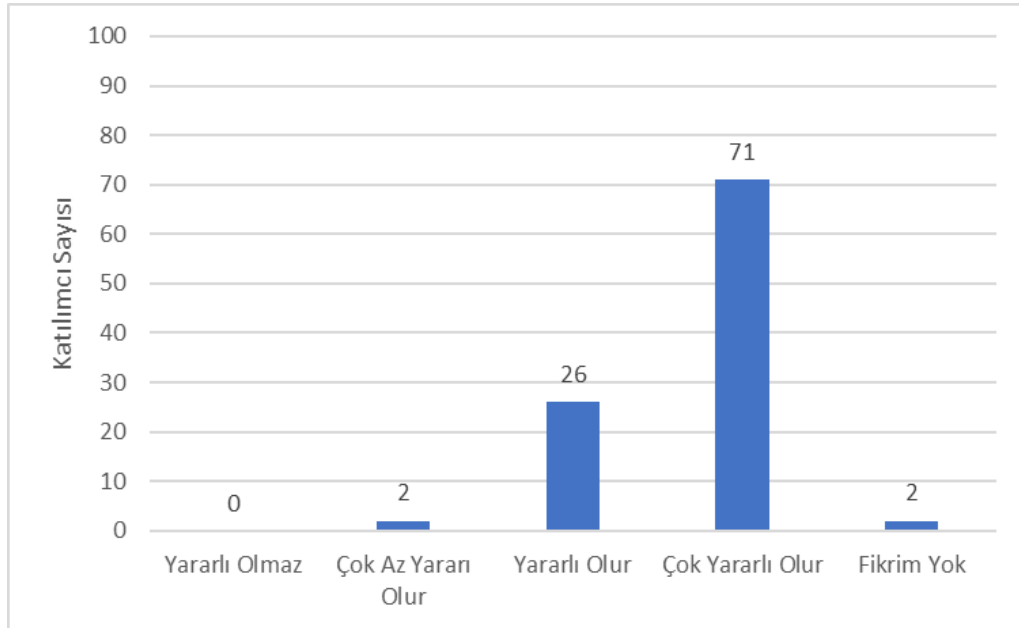
Grafik 4.3. Katılımcıların toprak haritalama çalışmalarında konum bilgisini elde etme yöntemleri

Anket çalışması öncesinde kurum ve kişilerle yapılmış olan görüşmeler ışığında toprak haritalama çalışmaları kapsamında yürütülen arazi çalışmalarında genel olarak karşılaşılan sorunlar anket formuna eklenmiş ve katılımcılara soru olarak yöneltilmiştir. Ankete katılanların vermiş olduğu cevaplar Tablo 4.4'de verilmiştir. Tablo 4.4'de katılımcıların şıklardaki sorunlara çoğunlukla katıldıkları ve birden çok şıkkı işaretledikleri görülmektedir. Özellikle sahada doğru yerden numune alınmamasının ve toprak numunesinin alındığı yerin konum bilgisinin doğru olarak kaydedilmemesinin en önemli sorunlar olduğu ifade edilmiştir.

Tablo4.4. Katılımcıların toprak haritalama çalışmalarında karşılaştıkları sorunlar (birden fazla seçimli sonuçlar)

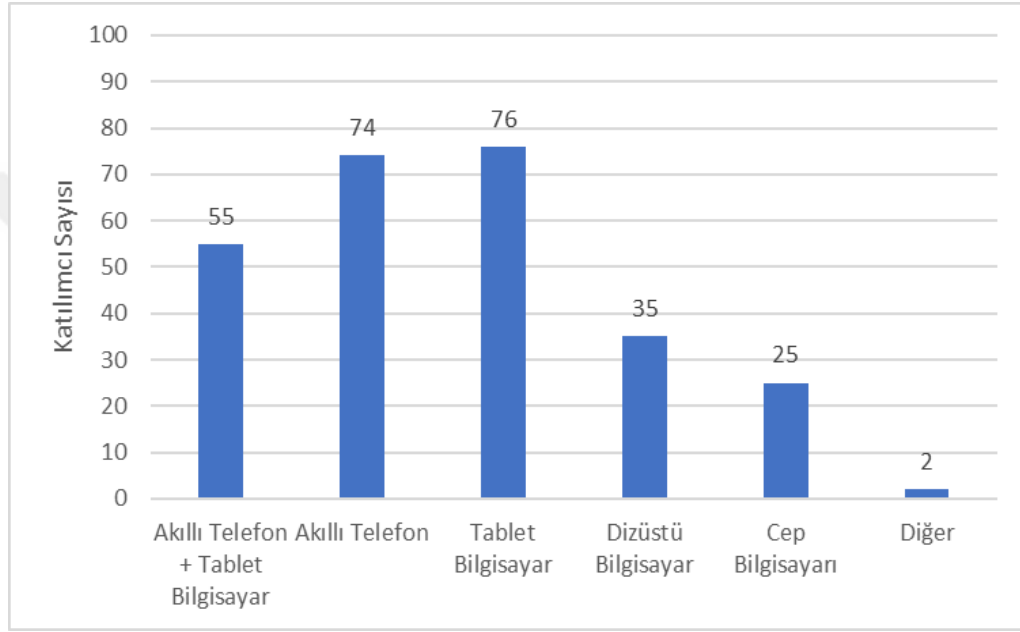
Toprak Haritalama Çalışmalarında Karşılaşılan Sorunlar	Katılımcı Sayısı	Oran (%)
Sahada doğru yerden numune alınmaması (profil noktalarına intikal)	60	%60
Toprak numunesinin alındığı yerin konum bilgisinin doğru olarak kaydedilmemesi	55	%55
Saha çalışmalarının tecrübeye dayalı olarak yapılması bu bağlamda yeterli tecrübeye sahip personelin temin edilememesi	44	%44
Toprak numunesi alınan yerin yeterli sayıda ve kalitede fotoğraflanmaması	41	%41
Dosyalar, altlık haritalar, el GPS'i, fotoğraf makinesi gibi pek çok doküman ve ekipmanın sahada kolaylıkla taşınmaması ve güvenliklerinin sağlanamaması.	41	%41
Toprak numunelerine ait verilerin elle kaydedilmesi sonucu bazı verilerin eksik yâda hatalı girilmesi (örn: Ph = 13)	49	%49
Saha ekibinin nerede ne kadar zaman geçirdiğinin eş zamanlı olarak izlenememesi dolayısıyla sevk ve idarenin zor olması	44	%44
Sahadan elde edilen toprak verilerinin genellikle kâğıt ortamındaki formlarda tutulması neticesinde bu verilerin paylaşımının ve saklanması zorluğu	48	%48
Diğer:.....	2	%2

Toprak haritalama çalışmalarına bilgi teknolojilerinin muhtemel katkısının sorulduğu 9. soruya ise katılımcıların % 71'i çok yararlı olacağını, %26'sı ise yararlı olacağını belirterek bu alandaki beklentilerini ortaya koymuşlardır (Grafik 4.4). Katılımcılar, bilişim teknolojilerinin toprak haritalama çalışmalarına özellikle çalışmaların hızı, güvenilirliği ve verilerin doğruluğu hususlarında olumlu katkı sağlayacağını belirtmişlerdir.



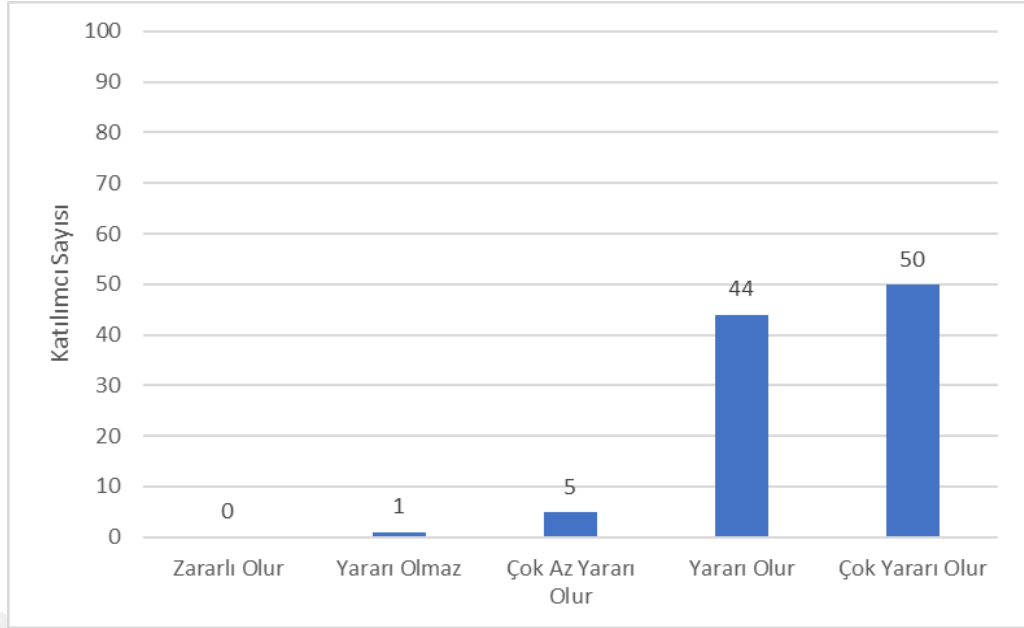
Grafik 4.4. Katılımcıların, toprak haritalama çalışmalarına bilgi teknolojilerinin muhtemel katkısı hakkındaki düşünceleri

Toprak haritalama çalışmalarında hangi mobil cihaz ve teknolojilerin daha kullanışlı olacağını sorulduğu soruya 76 kişi (%76) tablet bilgisayarın, 74 kişi (%74) akıllı telefonun, 35 kişi (%35) diz üstü bilgisayarın ve 25 kişi (%25) de el bilgisayarının daha kullanışlı olacağı yanıtını vermişlerdir (Grafik 4.5). Katılımcılar bu soruya genellikle birden fazla seçeneği işaretleyerek cevap vermiş olup, %55'lik kısım hem akıllı telefon hem de tablet bilgisayar cevabını vermişlerdir. Bu soruya tablet bilgisayar cevabını veren katılımcılar, genellikle harita ekranını daha rahat görebilmek amacı ile bu yanıt verdiklerini ifade etmişlerdir.



Grafik 4.5. Toprak haritalama çalışmalarına olumlu katkı sağlayacağı düşünülen mobil teknolojiler

9. ve 10. soruyu destekleyen ve mobil cihazlarla toprak haritalama çalışmalarının yapılması hakkındaki görüşlerin alındığı 11. soru hem kullanıcıların konu hakkında verdikleri cevaplardaki tutarlılığı ölçmek hem de toprak harita çalışmaları ile mobil cihazlar kavramının anketi dolduran kişilerdeki reaksiyonu gözlemlemek amacı ile eklenmiştir. Bu soruya 50 kişi (%50) çok yararı olur, 44 kişi (%44) yararlı olur cevabını verirken %6'sı yararlı olmaz ve çok az yararı olur yanıtlarını vermişlerdir (Grafik 4.6). Ayrıca katılımcılar, günümüzde toprak etüt ve haritalama çalışmaları için sahaya çıkan hemen herkesin bir akıllı telefona sahip olduğu ve bu tarz bir sistemin sahada oldukça yararlı olacağını ifade etmişlerdir.



Grafik 4.6. Katılımcıların toprak haritalama çalışmalarında mobil cihazların kullanılması hakkındaki görüşleri

Anket çalışmasının 12. sorusu toprak haritalarının üretilmesi için yürütülen arazi çalışmalarında karşılaşılan sorunlar düşünülerek oluşturulmuş olup aynı zamanda geliştirilecek Web tabanlı Mobil CBS uygulamasına da yön verebilecek nitelikte hazırlanmıştır. “Toprak haritalama çalışmalarına katkı sağlamak için sahadan toprak verisi toplamaya yönelik bir mobil sistem tasarlansa, hangi imkân ve kolaylıkları sağlamasını isterdiniz?” sorusuna, katılımcıların % 80’i özellikle sahadaki profil noktalarının koordinat bilgilerinin sağlıklı bir şekilde kaydedilememesi veya bu koordinat bilgilerinin yanlışlığından veya eksikliğinden kaynaklanan zarar ve kayıpların önüne geçilebilmesi amacı ile “Toprak profil noktalarının konumlarının mobil cihazlarda bütünleşik olarak bulunan GPS ile otomatik olarak kaydedebilmek” seçeneğini işaretlemiştir. Aynı soruya katılımcıların % 69’u sahadaki profil noktalarının ve arazinin genel fotoğrafının çekilmesi, saklanması ve proje dosyalarına eklenmesi konularındaki sıkıntılara dikkat çekerek “Toprak profil noktalarının fotoğraflarını mobil cihazda bütünleşik olarak bulunan kamera yardımıyla çekebilmek” seçeneğini işaretlemişlerdir. Katılımcıların % 60’lık kısmı saha çalışmalarında maliyeti düşürmek için yeterli tecrübeye sahip olmayan personelin mümkün olduğunca az hata yapmasını sağlamak ve sahadan toplanan veri kayıplarının önüne geçmek amacıyla “Sahadan toplanması istenen toprak verilerini önceden mobil cihaza tanımlamak ve sıra ile soruların cevaplandırılmasını sağlamak suretiyle sahadan eksik veri toplanmasının

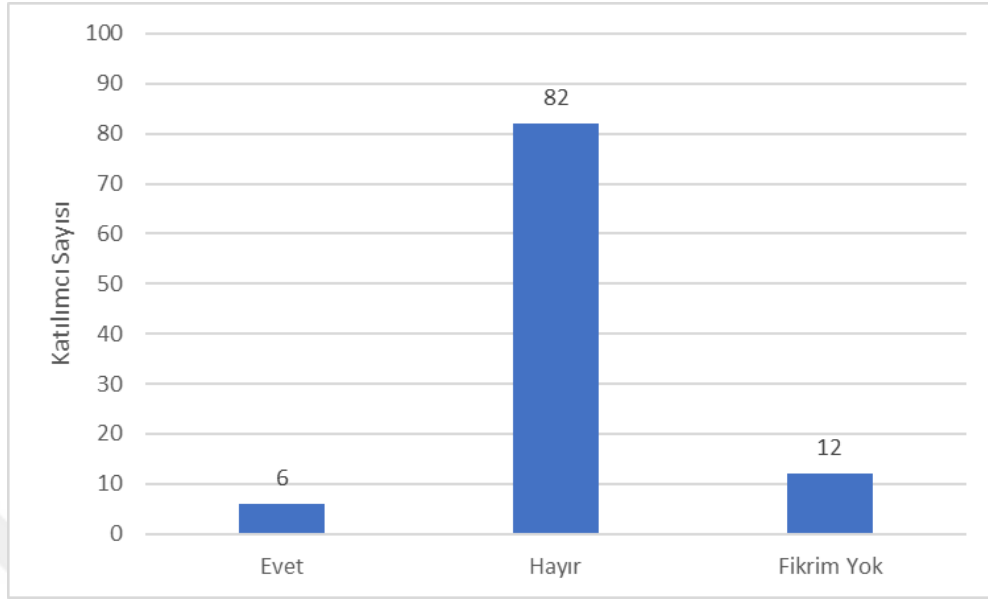
önüne geçmek” seçeneğini, % 66’sı ise “Wifi, 3G veya 4,5G bağlantı yardımı ile toplanan toprak verilerini ister toplu olarak sonra ister aynı anda (offline/online) ana sunucuya internet üzerinden gönderebilmek” seçeneğini işaretlemişlerdir. Katılımcıların % 51’i saha operasyonlarını yönetebilmenin önemine değinerek “Saha çalışmasında görevli personeli web üzerinden izleyebilmek” seçeneğini, % 72’lik kısmı ise özellikle kurumlar arasındaki veri paylaşımına katkıda bulunması amacıyla “Sahadan toplanan tüm verilerde standardı sağlamak ve CBS ye uygun veriler elde etmek” seçeneğini işaretlemişlerdir. Katılımcıların % 53’ü uygulamanın ilgili personele daha kolay ulaşabilmesi için “Yazılımla ilgili güncellemeleri ilgili mobil işletim sistemine ait market yardımı ile istenen anda eş zamanlı olarak yapabilmek (Google Playstore, IOS AppStore..vb.)” seçeneğini işaret etmiştir. Katılımcıların % 4’ü diğer seçeneğini işaretleyerek, akıllı saatlerin ve gelişmiş GPS alıcılarının sisteme entegre edilmesi, mobil cihazlar üzerinden sahada CBS altlığında çizim yapılabilmesi ve öznetelik bilgilerinin girilebilmesi gibi taleplerini dile getirmişlerdir (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Katılımcıların toprak haritalama çalışmalarına yönelik geliştirilecek bir Mobil-CBS uygulamasından beklentileri

Mobil CBS Uygulamasından Beklentiler	Katılımcı Sayısı
Toprak profil noktalarının konumlarının mobil cihazlarda bütünleşik olarak bulunan GPS ile otomatik olarak kaydedebilmek	80
Toprak profil noktalarının fotoğraflarını mobil cihazda bütünleşik olarak bulunan kamera yardımıyla çekebilmek	69
Sahadan toplanması istenen toprak verilerini önceden mobil cihaza tanımlamak ve sıra ile soruların cevaplandırılmasını sağlamak suretiyle sahadan eksik veri toplanmasının önüne geçmek	60
Wifi, 3G veya 4,5G bağlantı yardımı ile toplanan toprak verilerini ister toplu olarak sonra ister aynı anda (offline/online) ana sunucuya internet üzerinden gönderebilmek	66
Saha çalışmasında görevli personeli web üzerinden izleyebilmek	51
Sahadan toplanan tüm verilerde standardı sağlamak ve CBS ye uygun veriler elde etmek	72
Yazılımla ilgili güncellemeleri ilgili mobil işletim sistemine ait market yardımı ile istenen anda eş zamanlı olarak yapabilmek (Google Playstore, IOS AppStore..vb.)	53
Diğer:.....	4

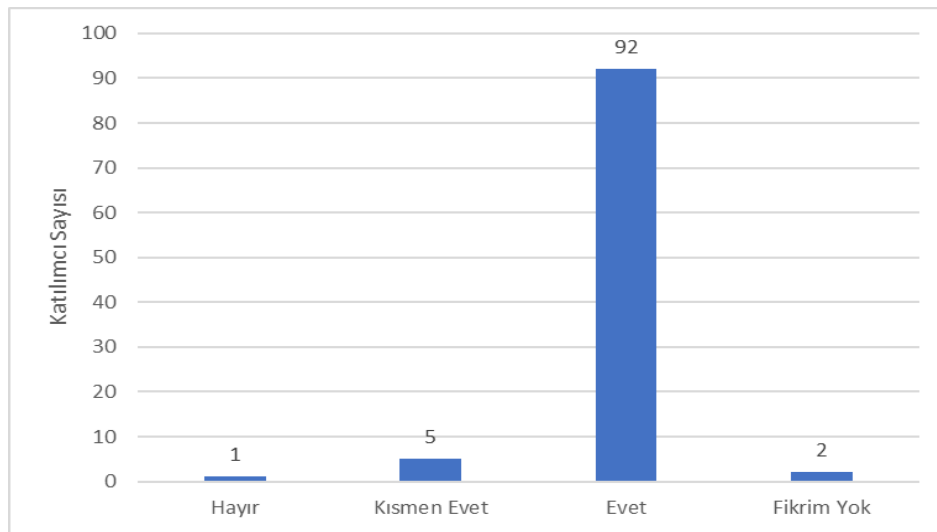
Anket formunun son bölümünde ise katılımcılara bir Türkiye Ulusal Toprak Veri Tabanı fikri hakkında sorular yöneltilmiştir. “Ülkemizde tüm ilgili sektörlerle cevap verebilecek bir toprak veri tabanı olduğunu düşünüyor musunuz?” Şeklindeki soruya katılımcıların % 82’si (82 kişi) hayır, % 12’si (12 kişi) fikrim yok ve % 6’sı (6 kişi) evet cevabını vermiştir (Grafik 4.7). Bu konu ile ilgili olarak pek çok katılımcı kurumların

farklı toprak verilerini kullandığını ve bu verileri başka kurum ve şahıslara açmadıklarını belirtmişlerdir.



Grafik 4.7. Katılımcıların Türkiye Ulusal Toprak Veri Tabanının varlığı hakkındaki düşünceleri

“Türkiye için Ulusal toprak Veri Tabanına ihtiyaç olduğunu düşünüyor musunuz?” sorusuna katılımcıların % 92’si (92 kişi) ülkemizin ulusal bir toprak veri tabanına ihtiyacı olduğunu belirtmişken, % 5’i (5 kişi) kısmen ihtiyacın bulunduğunu, % 2’si (2kişi) bu konuda fikrinin olmadığını, % 1’i (1 kişi) ise gerek olmadığını belirtmiştir (Grafik 4.8). Katılımcılar bu soruda özellikle Büyük Toprak Grupları haritası benzeri yani tamamen ücretsiz ama güncel bir toprak veri tabanının sektörün acil ihtiyaçları arasında bulunduğunu özellikle belirtmişlerdir.



Grafik 4.8. Katılımcıların Türkiye’nin ulusal bir toprak veri tabanına olan ihtiyacı hakkındaki görüşleri

Son olarak ulusal toprak veri tabanının hedefleri ile ilgili sorulan 15. Soruda, katılımcılar birden fazla seçeneği işaretlemiş olup 80 kişi (%80) toprak verilerindeki standardizasyonun sağlanmasını, 79 kişi (%79) kurulacak ulusal toprak veri tabanının ilgili tüm sektörlerle cevap verebilmesini, 70 kişi (%70) veri tabanının detaylı tematik harita ve analiz üretebilmesini, 68 kişi (%68) toprak haritalama çalışmalarındaki mükerrerliği önlemesini, 63 kişi (%63) kolay güncellenebilir olmasını ve 5 kişi (%5) ise bunların dışında başka hedefleri de gerçekleştirebilecek şekilde olmasını beklediklerini belirtmişlerdir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6 Katılımcıların gelecekte geliştirilecek bir ulusal toprak veri tabanı hakkındaki beklentileri

Ulusal Toprak Veri Tabanından Beklentiler	Sayı
Toprak harita çalışmalarında mükerrerliği önlemeli	68
Toprak verilerinde ulusal ölçekte standardizasyonu sağlamalı	80
İlgili tüm sektörlerle cevap verebilmeli	79
Kolay güncellemeye imkân tanımalı	63
Detaylı analiz ve tematik harita üretimine uygun olmalı	70
Diğer:.....	5

Anket çalışmasında elde edilmiş olan sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde farklı sektörlerden de olsalar katılımcıların büyük bir kısmının başta akıllı telefon ve tablet bilgisayar olmak üzere mobil teknolojileri kullandıkları ve bu tip yeni teknolojilere açık oldukları görülmüştür. Bu sonuca paralel olarak katılımcılar mobil teknolojilerin toprak haritalama çalışmalarında kullanılmasının sahadan toprak verisi elde etme sürecinde ortaya çıkan kronikleşmiş pek çok sorunun çözümüne olumlu katkıda bulunacağını belirtmişlerdir. Kurum ziyaretleri ve anket çalışması sonucunda elde edilen bilgiler ışığında toprak haritalama çalışmalarının uygulama sahasına göre çeşitlilik gösterdiği, ayrıca saha ekiplerinin genellikle geniş alanlarda çalıştığı tespit edilmiştir.

Anket sonuçlarından çıkan bir diğer sonuç ise ülkemizin mümkün olan en fazla sayıda sektörün ve paydaşın yararlanabileceği bir Ulusal Toprak Veri Tabanı'na olan ihtiyacı noktasında katılımcıların hemfikir olmasıdır. CBS uyumlu bu tarz bir veri tabanının; toprak harita ve veri üretimindeki mükerrerliğin önüne geçebileceği, kurumlar arası veri paylaşımı sorununu çözebileceği ve sınırlı bütçeye sahip yüksek lisans ve doktora öğrencileri başta olmak üzere araştırmacıların güncel toprak verisi ihtiyacını karşılayabileceği belirtilmiştir.

4.2. Toprak Veri Sistemi

Yapılan kurum ziyaretleri, toprak harita ve verileri ile ilgili projelerde görev alan kişiler ile yapılan görüşmeler ve anket çalışması sonucunda elde edilen bulgular yardımı ile toprak haritalama çalışmalarında yaşanan sorunlar ve ihtiyaçlar genel anlamda tespit edilmiştir. Özellikle toprak verilerini elde etmeye yönelik arazi çalışmaları sırasında yaşanan sorunlar, hatalar ve ihmallerin üretilen toprak haritalarının doğruluğunu, hassasiyetini ve güvenilirliğini düşürdüğü sonucuna varılmıştır. Bu bağlamda pek çok önemli uygulama ve projede temel bir altlık vazifesi gören toprak haritalarının üretim sürecinde hangi yazılım veya yöntem kullanılırsa kullanılsın eldeki toprak verileri yeterli doğrulukta ve hassasiyette değilse üretilecek toprak haritaları da otomatik olarak hatalı veya eksik olarak üretilecektir.

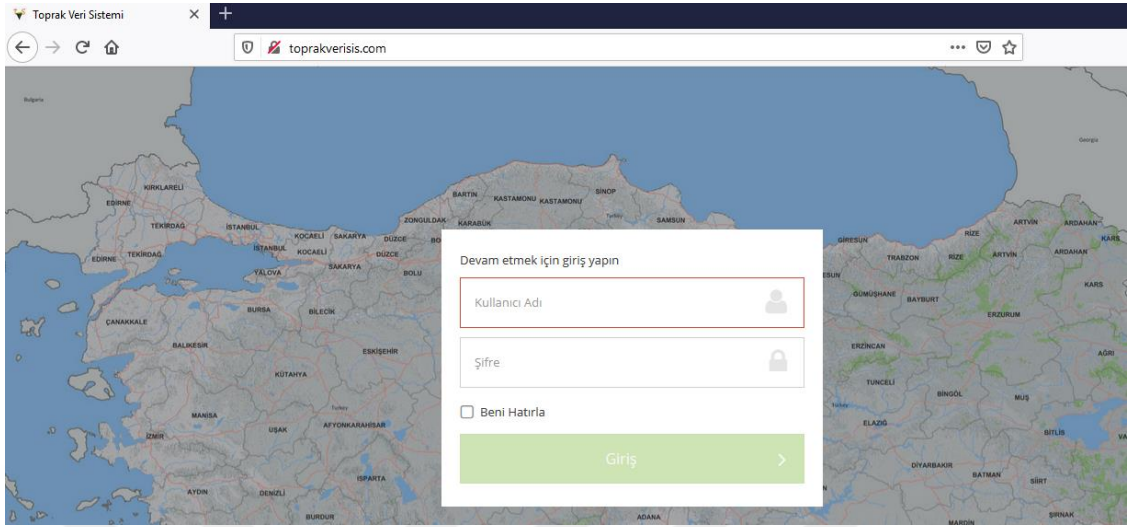
Bu değerlendirmeler ışığında, web tabanlı mobil yazılımın daha çok toprak haritalama çalışmaları kapsamında yürütülen arazi/saha çalışmalarına destek olabilecek ve dolayısıyla toprak haritası üretiminde kullanılacak olan toprak verilerinin sahadan yüksek doğrulukla elde edilmesine hizmet edebilecek şekilde tasarlanmasına karar verilmiştir. Ayrıca sistem tasarımına toprak etüt ve haritalama çalışmalarına yönelik yürütülen saha operasyonlarının düzenlenmesine destek olacak özelliklerin eklenmesine de karar verilmiştir.

Anket sonuçlarına göre katılımcıların kullanım alışkanlıkları göz önüne alındığında Toprak Veri Sisteminin Android işletim sisteminde geliştirilmesine karar verilmiştir. Toprak Veri Sistemi, Android işletim sistemi üzerinde geliştirilmiş olan bir mobil uygulama ve bu uygulama ile entegre olarak çalışan harita destekli bir Web ara yüzünden oluşmaktadır. Mobil uygulama daha çok araziden toplanan verinin kalitesine odaklanılarak geliştirilmiş iken, web arayüzü ise daha çok yönetici paneli ve geoportal şeklinde tasarlanmış olup saha ekiplerini sistem üzerinden organize edebilmek ve sahadan toplanacak toprak verilerini yönetebilmek amacı ile geliştirilmiştir.

4.2.1. Toprak Veri Sistemi - Web Ara Yüzü (Web Portal)

Toprak Veri Sistemi'nin toprak harita ve etüt çalışmalarının arazi operasyonlarını planlamak, koordine etmek ve sahadan toplanan verileri görüntülemek amacı ile geliştirilmiş bölümüdür. Sistemin Web arayüzü hem bir yönetici paneli işlevine sahipken aynı zamanda bir harita portalı olarak da kullanılabilir. Toprak

Veri Sistemi web arayüzüne <http://toprakverisis.com/> adresi üzerinden erişilebilmektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Toprak Veri Sistemi – Web Arayüzü giriş ekranı

Web arayüzüne giriş yapan kullanıcılar yetkileri dahilinde işlem yapabilir ve toprak profil noktaları dahil olmak üzere diğer coğrafi objeleri haritada görüntüleyebilir. Web ekranında kullanıcı yönetimi sekmesi yardımı ile sisteme yeni kullanıcılar tanımlanabilir, mevcut kullanıcılar düzenlenebilir veya kaldırılabilir (Şekil 4.2). Saha çalışmalarının niteliğine, personelin teknik bilgi ve tecrübesine bağlı olarak farklı tipte kullanıcı yetki profilleri oluşturma gereği düşünülerek yine aynı sekme altına kullanıcı profil yetki ayar bölümü eklenmiştir. Bu seçenek ile şablon profil yetkileri oluşturulabilir ve daha sonra yaratılan kullanıcı profillerine tanımlanabilir. Profil yetki sekmesi sistemde “rol tanımı” olarak ifade edilmiş olup kullanıcıların hangi platforma erişebileceğini (Web, mobil, her ikisi de), hangi altlık haritaları görüntüleyebileceği, web arayüzünde ve mobil uygulamada hangi özellikleri kullanabileceği, verilere müdahale edip edemeyeceği gibi detaylı yetki seçenekleri oluşturulup istenilen isimde kaydedilebilir (Şekil 4.3, Şekil 4.4). Örneğin yönetici (admin) rolüne sahip bir kullanıcı yeni kullanıcı hesapları oluşturabilir ve yetkileri belirleyebilirken normal bir kullanıcı sadece kendisine izin verilmiş bir bölgedeki çalışmayı hatta yetkisi dâhilindeki toprak verilerini görebilir. Bu özellikler gözönüne alındığında sistemin tamamen kullanıcıların yetkileri üzerinden tasarlanmış olduğu ifade edilebilir.

Kullanıcı Yönetimi

Yeni Kullanıcı Ekle

Kullanıcı Bilgileri

Tam Adı:

Kullanıcı Adı:

E-mail:

Şifre:

Şifre:

Rol:

Kaydet

Şekil 4.2. Web Ara yüzü – Kullanıcı Tanımlama Penceresi

Yeni Rol Ekle

Rol Bilgileri | Web Modül Yetkileri | Altık Yetkileri | **Katman Yetkileri** | Bölgesel Yetkilendirme | Koşullu Yetkilendirme

	Web				Mobil			
Katman	Tam Denetim	Görme	Bilgi Alma	Ekleme	Düzenleme	Güncelleme	Silme	
Profil_Sonda	☐	☒	☐	☒	☐	☐	☐	
Horizon	☐	☒	☐	☐	☐	☒	☐	
Toprak_Alan	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	

< Geri **İleri >**

Şekil 4.3. Kullanıcı yetki tanımlama penceresi

Rol Kontrolü

Ekle **Düzenle** **Sil**

	Rol Adı	Platform
☐	admin	Mobil + Web
☐	saha	Mobil + Web
☐	Kontrol Muh.	Mobil + Web
☐	saha personel	Mobil

Şekil 4.4. Tanımlanmış kullanıcı yetki profilleri

Web arayüzü üzerinden sahada toplanacak tüm veriler dijital bir soru formu şeklinde detaylı olarak tanımlanabilir. Web arayüzü bir geoportal şeklinde tasarlandığı için ana ekranına eklenmiş olan katman yönetimi sekmesi üzerinden yönetici yetkisine sahip kullanıcılar nokta, alan veya çizgi özelliğinde katmanlar oluşturabilirler (Şekil 4.5). Sahadan toplanacak her bir veri ise aslında bu üretilmiş katmanın öznitelik tablosundaki veri kolonlarını oluşturmaktadır. Dolayısıyla sahadan mobil uygulama üzerinden toplanan her bir veri aslında web arayüzü üzerinden oluşturulmuş katman öznitelik bilgisi olarak kaydedilmektedir. Burada amaç toprak verilerinin herhangi bir ek çalışma yapılmadan belirlenmiş standartlarda veri tabanına aktarılmasıdır.

Şekil 4.5.Katman ekleme penceresi

Katman yönetim sekmesi altında yetkisi olan kullanıcılar soru formlarını oluşturabilmelerinin yanında ayrıca arazide toplanacak bu toprak verilerinin soru tiplerini, mobil cihazdaki veri girişi yöntemlerini (numerik, çoktan seçmeli, metin tabanlı. vb.), doldurulması zorunlu alanları, kısıtları, profil başına çekilecek minimum ve maksimum fotoğraf sayısı gibi diğer detayları da tanımlayabilirler (Şekil 4.6). Sistemin bu yetenekleri, özellikle arazi çalışması öncesindeki planlama faaliyetlerine katkı vermek ve saha personelinin görev dağılımını düzenlemeye yardımcı olmak amacı ile kazandırılmıştır.

Katman Düzenle

Katman Bilgileri **Kolon Bilgileri**

Kolon Ekle Kolon Kaldır Sıfırla

Görünen Ad	Kolon Adı	Tip	Tanım	Benzersiz	Zorunlu	Etiket
Iskelet_Hacim	iskithcim	Çoktan Seçmeli	Iskelet	Hayır	Evet	Hayır
Struktur	struktur	Text		Hayır	Evet	Hayır
Kirec_%	kirec	Çoktan Seçmeli	Kirec	Hayır	Evet	Hayır
Ph	ph_	Double Precision		Hayır	Hayır	Hayır
Kok_Dagilisi	kokdagili	Çoktan Seçmeli	Kok_Dagilisi	Hayır	Evet	Hayır
Arazi_Yuzey_sekli	ays	Çoktan Seçmeli	Arazi_Yuzey_Sekli	Hayır	Hayır	Hayır
Toprak_Derinligi(M)	td	Çoktan Seçmeli	Toprak_derinligi(M)	Hayır	Hayır	Hayır
Toprak_derinligi(F)	toprakf	Çoktan Seçmeli	Toprak_Derinligi(F)	Hayır	Hayır	Hayır
Toprak_Suyu	ts	Çoktan Seçmeli	Toprak_Suyu	Hayır	Hayır	Hayır
Drenaj	drenaj	Çoktan Seçmeli	Drenaj	Hayır	Hayır	Hayır
Humus_Turu	humusturu	Çoktan Seçmeli	Humus_Turu	Hayır	Hayır	Hayır

Kaydet

Şekil 4.6. Web ara yüzü Veri Tanımlama Penceresi

Web arayüzü ana ekranında, katmanlara ulaşabilmek için kayar menü yapısında bir katman sekmesi bulunmaktadır. Sistemde bulunan katmanlara hızlı erişim için eklenmiş olan bu kısımda katmanların düzenlenebilmesi, haritada görünür olup olmaması, katmanın silinmesi ve katmanın etiket bilgisinin görünür olup olmaması gibi seçenekler bulunmaktadır (Şekil 4.7). Tüm sistemde olduğu gibi yine burada da kullanıcılar yetkileri dâhilinde işlem yapabilmektedir. Örneğin, sınırlı yetkiye sahip bir kullanıcı katmanı silemez ve katmanlarda değişiklik yapamaz.

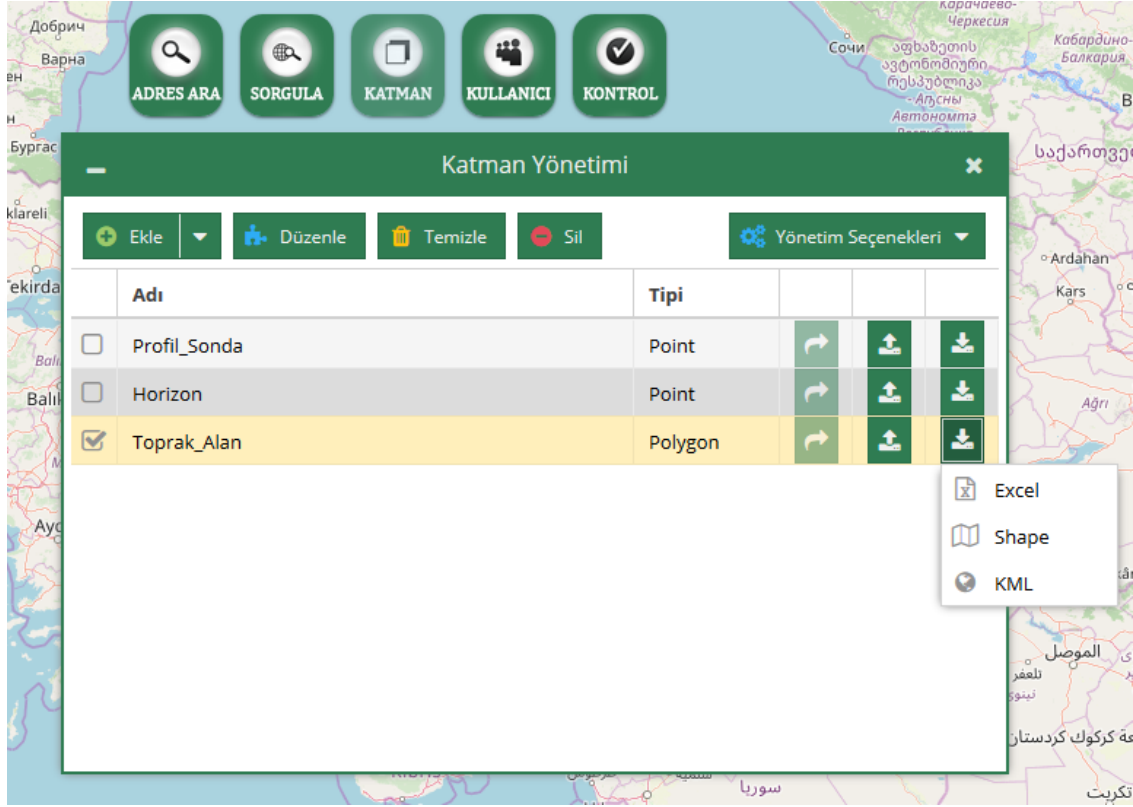
Coğrafik

✦...	Profil_Sonda						
✦...	Horizon						
☑...	Toprak_Alan						

KATMAN

Şekil 4.7. Web Arayüzü katman kısa yol penceresi

Toprak Veri Sisteminin diğer CBS yazılım ve sistemleri ile uyumlu şekilde çalışabilmesi için öncelikle coğrafi katmanlara sahip bir yapıda tasarlanmıştır. Diğer CBS uyumlu yazılım ve sistemler ile entegrasyonu sağlayabilmek için sisteme dışarıya Excel, SHP ya da KML formatlarında veri aktarılabilme (export) özelliği eklenmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Toprak Veri sistemi -Web arayüzü dışa aktarma penceresi

Web arayüzü üzerinde çeşitli analizler yapabilmek için gerektiğinde farklı coğrafi katmanların sisteme yüklenmesi amacı ile katman yönetim penceresi altında dışardan veri aktarım seçeneği (import) eklenmiştir (Şekil 4.9). Bu özellik ile kullanıcılar yetkileri dâhilinde Shape File formatındaki verilerini (drenaj, jeoloji, idari sınırlar..vb.) Web arayüzüne yükleyebilir, mobil uygulama yardımı ile sahadan toplanan toprak verileri ile karşılaştırabilirler. Bu işlemi yapabilmek için Web arayüzüne eklenecek verinin öncelikle “SHP” formatında olması ve öznitelik tablo yapısı (kolon sayısı, kolon isimleri vb) ile web arayüzünde oluşturulmuş katmanın öznitelik tablosunun aynı olması gerekmektedir.



Şekil 4.9. Web Arayüzü “shape file” formatında veri ekleme penceresi

Toprak haritalama ve etüt çalışmaları kapsamında sahadan toplanan verilerin kalitesi büyük oranda saha personelinin tecrübesine, dikkatine ve bilgisine bağlıdır. Bu nedenle, saha personelinin yetkinliğine veya projenin hassasiyetine bağlı olarak proje yöneticileri sahadan toplanan bu toprak verilerinin önce kontrol mühendisi tarafından kontrol edilmesini ve ardından sisteme aktarılmasını isteyebilirler. Yönetici yetkisine sahip kullanıcılar bu özelliği kullanmak isterler ise öncelikle katman oluştururken katman yönetim penceresi altındaki işlem denetimi seçeneğini seçmelidirler (Şekil 4.10). Bu özelliğin anlamı sahada bu katman üzerinden toplanacak tüm veriler direkt olarak veri tabanına aktarılmayacağı, yöneticinin onayından sonra aktarılabilceğidir.

Katman Bilgileri	Kolon Bilgileri
Katman Adı:	Horizon
Geometrik Katman:	☒
Kümelenmiş Görünüm:	☐
Geometri Tipi:	Point
Webde Görüneceği Zoom Seviyesi:	10 (II Seviyesi)
Mobilde Görüneceği Zoom Seviyesi:	10 (II Seviyesi)
İşlem Denetimi:	☐
Dosya Yüklenebilir:	☒ Minimum Dosya Sayısı:
Fotoğraf Yüklenebilir:	☒ Minimum Fotoğraf Sayısı:

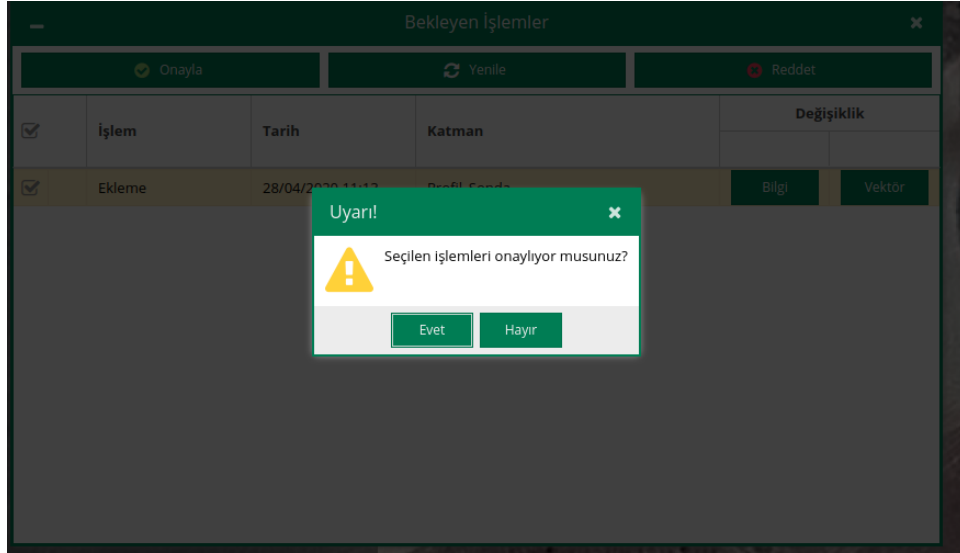
Şekil 4.10. Web Arayüzü katman yönetimi üzerinde bulunan işlem denetim seçeneği

Saha personeli eğer işlem denetimi olan bir çalışma yapıyor ise veri toplama işlemi bittiğinde veya sahada web arayüzüne ulaşabilecek imkânı da varsa ara ara mobil uygulama için oluşturulmuş kullanıcı adı ve şifre ile web arayüzüne giriş yapabilir ve sadece kendi topladığı verileri görüntüleyebilir. Bu aşamada amaç, personele topladığı verileri kontrol etme imkânı tanımak ve henüz saha çalışması tamamlanmamış iken hatalı olan verileri düzeltme imkânı tanımaktır. Şayet fotoğraflar dâhil tüm veriler uygun ise onaya gönder seçeneği ile toplanmış veriler yöneticiye gönderilir.

Saha personeli tarafından yönetici onayına gönderilen veriler, web arayüzü ana ekranında bulunan kontrol sekmesi altında gruplanır. Yönetici yetkisine sahip kullanıcı bu verileri inceler ve eğer uygun ise onaylayarak veri tabanına aktarılmasını sağlar. Dolayısıyla bu veriler harita ekranında da görüntülenmeye başlar. Yönetici eğer verilerde hata olduğunu gözlemler ise formu kullanıcıya geri gönderir ve sorunların düzeltilmesini talep eder (Şekil 4.11, Şekil 4.12). Daha çok ulaşımın zor olduğu, tekrarının maliyetli olduğu veya hassas arazi çalışmaları için geliştirilen bu özelliğin büro-saha koordinasyonunu güçlendireceği değerlendirilmiştir.

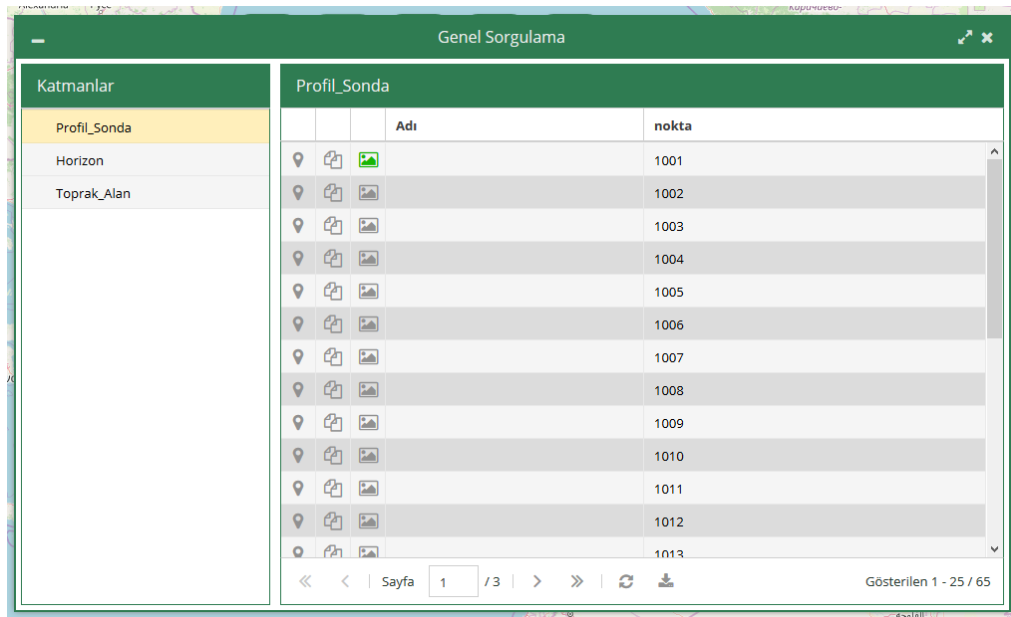
Bekleyen İşlemler				
Onayla Yenile Reddet				
	İşlem	Tarih	Katman	Değişiklik
				Bilgi
☐	Ekleme	28/04/2020 11:13	Profil_Sonda	Bilgi Vektör

Şekil 4.11. Yöneticiye onay için gönderilmiş veri giriş formlarının görüntülendiği bekleyen işlemler penceresi



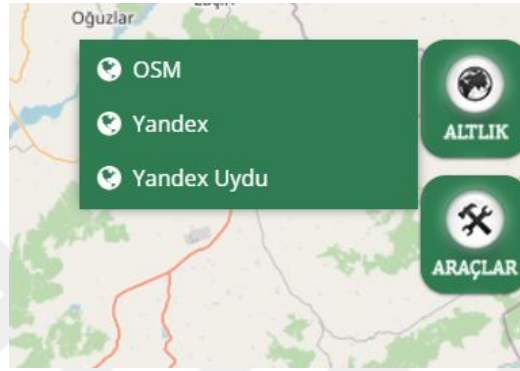
Şekil 4.12. Web Arayüzü, Bekleyen İşlemler penceresi, yönetici onay mesajı

Sahadan toplanan veriler arttıkça o verileri sistem içerisinde bulmak ve işlem yapmakta zorlaşabilir. Bu amaçla web arayüzü ana ekranına sorgulama sekmesi eklenmiştir. Toprak Veri Sisteminde bulunan tüm verilere istenilen filtreleme seçenekleri ile bu ekran üzerinden ulaşılabilir (Şekil 4.13). Sorgulama penceresinden tüm katmanlara ait verilere, ilgili yüklenmiş dosyalara, fotoğraflara ve harita üzerindeki konumuna ulaşılabilir. Pek çok CBS yazılımında “özniteliğine göre arama yap” yeteneğine denk gelen bu özelliğin özellikle çoklu seçimlerde ve temel analizlerde yararlı olacağı düşünülmüştür.

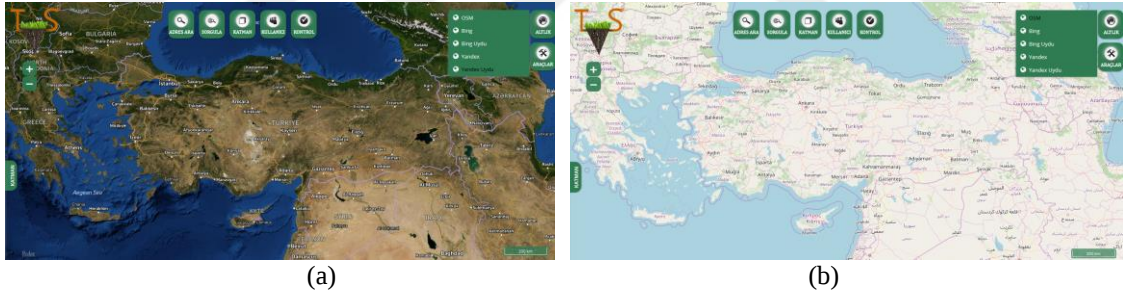


Şekil 4.13. Web Arayüzü, Genel Sorgulama Ekranı

Kullanıcılar Web arayüzünde “Altılık” sekmesi altından altılık harita olarak ücretsiz hizmet veren OpenStreet Map (OSM), Yandex ve Yandex Uydu servislerini kullanabilmektedir (Şekil 4.14). Altılık harita servisleri ile kullanıcıların sahadan topladıkları toprak verilerini amaçlarına göre seçerek bu altılıklar üzerinde görüntüleyebilmeleri hedeflenmiştir. Çalışmanın başlarında “Google Haritalar” ve “Google Uydu” altılık haritalarının da sisteme eklenmesi planlanmakla birlikte 2020 yılı itibari ile tamamen ücretsiz olan OSM, Yandex ve Yandex Uydu altılık haritalarının kullanılmasına karar verilmiştir (Şekil 4.15).

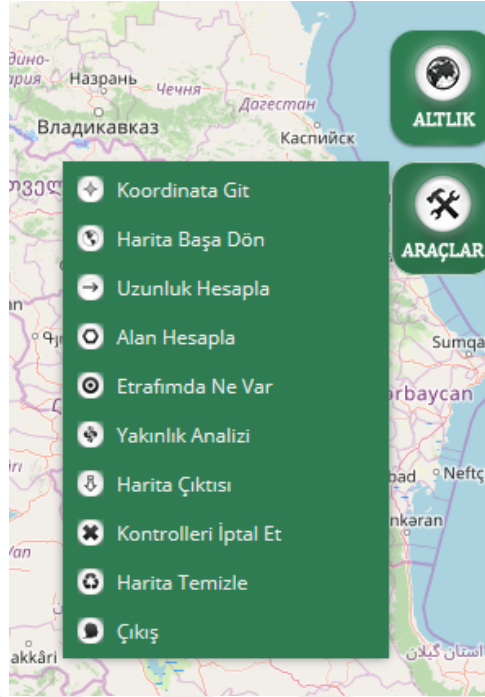


Şekil 4.14. Web Arayüzü, Altılık Harita Sekmesi

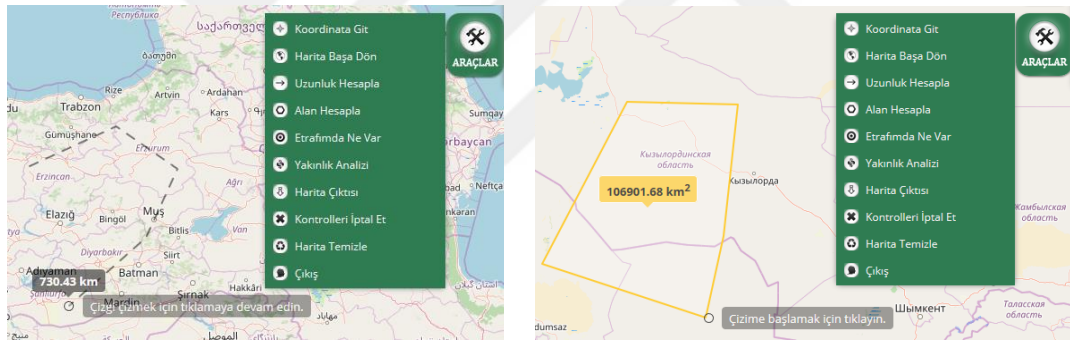


Şekil 4.15 . Altılık Haritalar (a) Yandex uydu altılığı (b) OSM (Open Street Map) altılığı

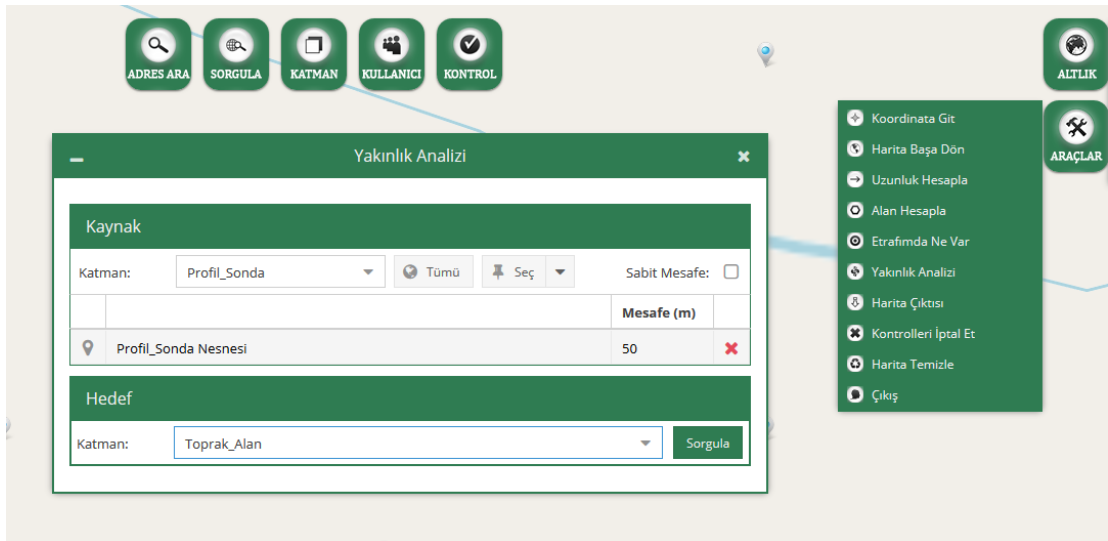
Harita ekranı üzerinden çeşitli analiz ve coğrafi sorgulamalar yapabilmek için Web arayüzü ana ekranına araçlar sekmesi eklenmiştir (Şekil 4.16). Bu bölüme eklenmiş olan seçenekler ile isteyen kullanıcıların basit CBS analizleri yapabilmesi hedeflenmiştir. Araçlar kısmında mesafe hesaplamak, alan hesaplamak, koordinat bilgisi ile harita üzerinde koordinatı girilen objeyi seçmek, seçilen bir objenin etrafındaki (5 km’yi geçmeyecek şekilde) objeleri seçmek gibi sorgulama yetenekleri bulunmaktadır (Şekil 4.17, Şekil 4.18, Şekil 4.19). Araçlar kısmına ayrıca basit bir harita çizim özelliği eklenmiş olup harita üzerinde seçilen alanın köşe koordinatları ile birlikte “pdf”formatında dışa aktarılması da sağlanabilmektedir (Şekil 4.20, Şekil 4.21).



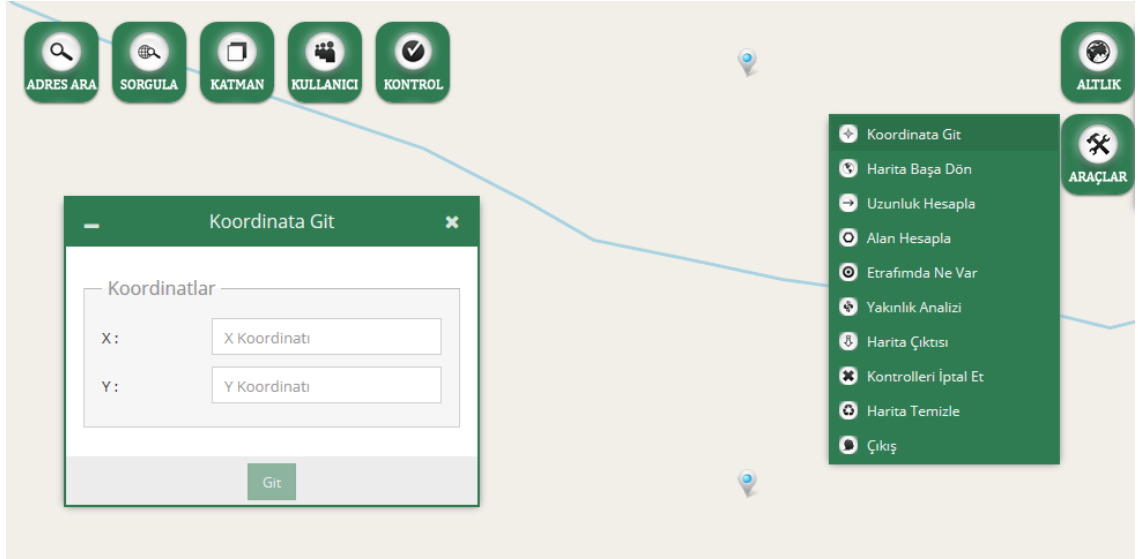
Şekil 4.16. Web Arayüzü Araçlar Sekmesi



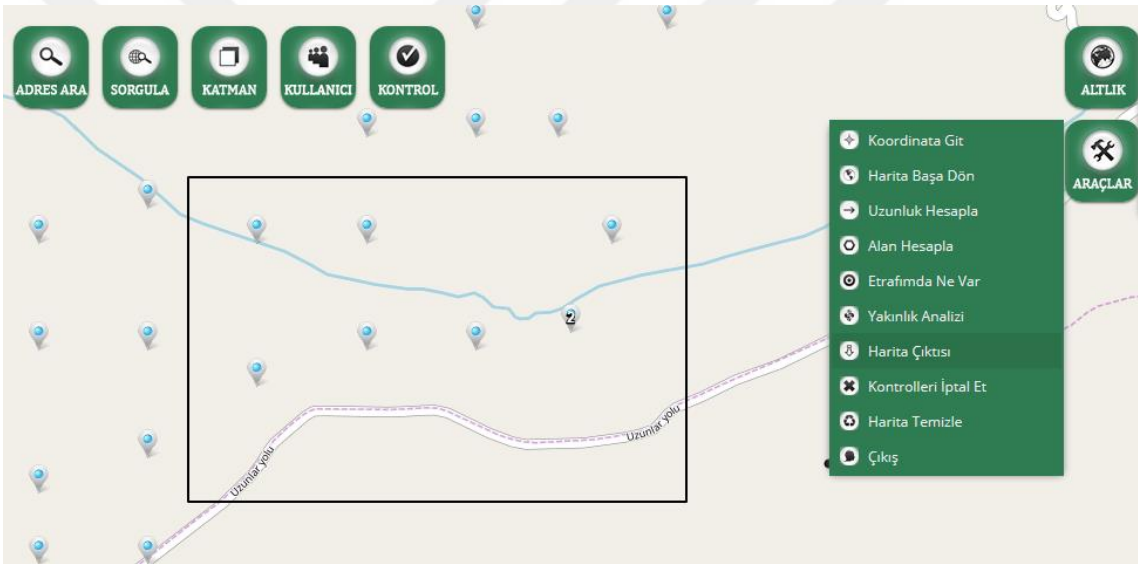
Şekil 4.17. Web Arayüzü, Araçlar Sekmesi “Alan Hesapla” ve “Mesafe Hesapla” seçenekleri



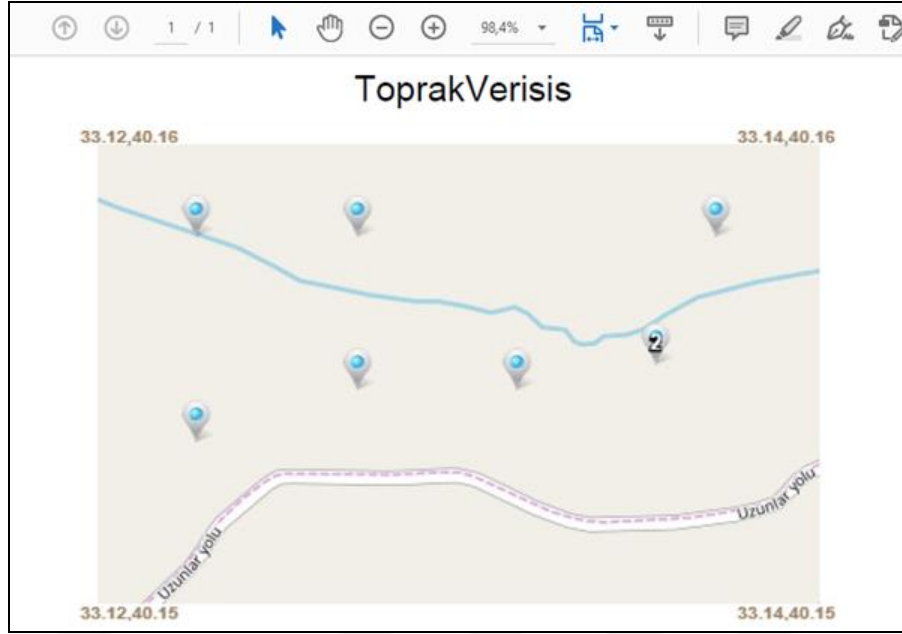
Şekil 4.18. Web Arayüzü, Araçlar Sekmesi, “Yakınlık Analiz” seçeneği



Şekil 4.19. Web Arayüzü, Araçlar Sekmesi, “Koordinata Git” seçeneği



Şekil 4.20. Web Arayüzü, Araçlar Sekmesi, “Harita Çıktısı” seçeneği



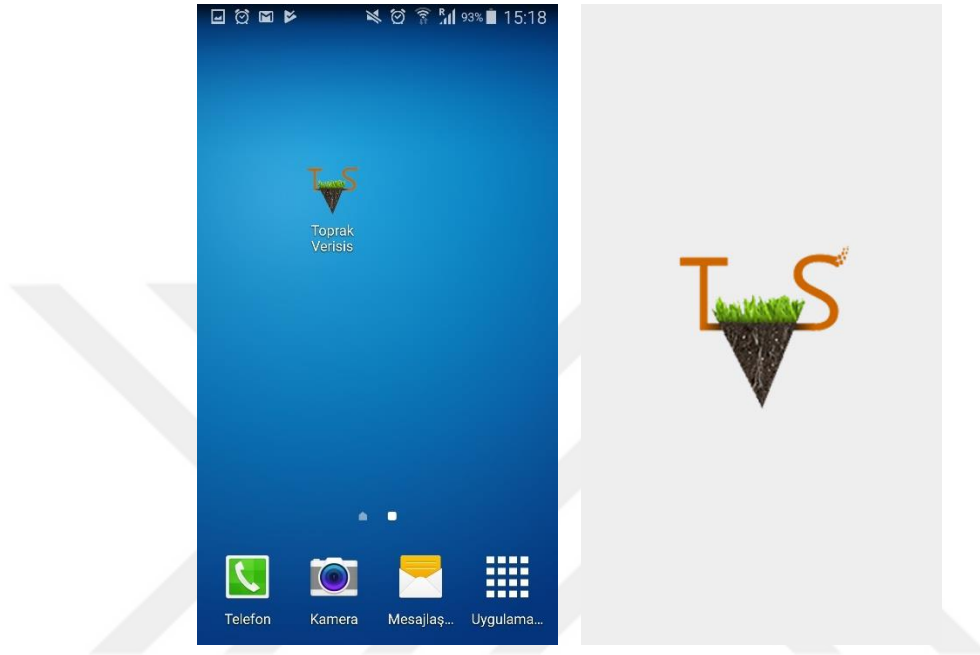
Şekil 4.21. Web Arayüzü üzerinden seçilen bir alanın pdf formatındaki çıktısı

4.2.2. Mobil Uygulama

Toprak Veri Sistemi bünyesinde geliştirilmiş olan mobil uygulama, kullanıcıların sahadan daha doğru, daha hızlı ve belirlenmiş standartlarda toprak verisi toplamalarına yardımcı olmak için geliştirilmiştir. Sistemin Web arayüzü ile entegre olarak çalışan uygulama, mobil cihazlardaki bütünleşik GPS, internet bağlantısı ve kamera özelliklerini kullanarak hem sahada çalışan personelin hata yapma olasılığını en aza indirmek hem de toprak haritalarının üretilmesi sürecinde CBS ortamında standart ve güvenilir toprak verileri elde etmek için geliştirilmiştir.

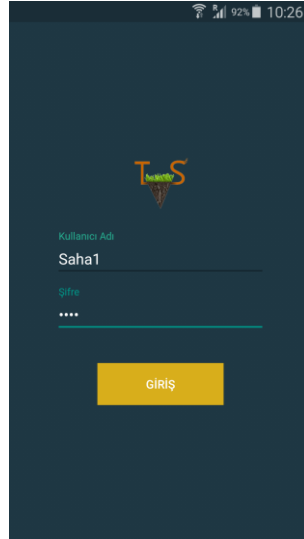
Anket çalışması ile sektördeki potansiyel kullanıcıların mobil cihaz tercihleri ve alışkanlıkları elde edilen sonuçlara göre katılımcıların büyük bir çoğunluğun Android işletim sistemi ile çalışan akıllı telefon ve tablet bilgisayar kullanıcısı olduğu ortaya çıkmıştır. Elde edilen bu sonuca ek olarak erişebilirlik, çeşitlilik ve yazılım geliştirmedeki süreçler göz önüne alınarak bir piyasa araştırması da yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar bize Android işletim sistemi ile çalışan mobil cihazların hemen hemen her bütçeye göre çeşitlendiğini ve uygulama geliştiriciler açısından da daha pratik ve düşük maliyetli çözümler sunduğunu göstermiştir. Gerek anket sonuçlarından gerekse de piyasadan elde edilen bilgiler ışığında mobil uygulamanın Android işletim sisteminde geliştirilmesine karar verilmiştir.

Android işletim sistemi üzerinde geliştirilmiş olan mobil uygulama, donanımsal olarak da üzerinde bütünleşik GPS ve kamera (fotoğraf çekimi için) olan mobil cihazlarda çalışacak şekilde kodlanmış olup Android 5.0 ve üzeri versiyonları desteklemektedir. Mobil uygulama, Toprak Veri Sisteminin bir parçası olarak Web arayüzü ile uyumlu olarak geliştirilmiştir. Toprak Veri Sistemi için özgün olarak geliştirilmiş olan logo mobil uygulamada da kullanılmıştır (Şekil 4.22).



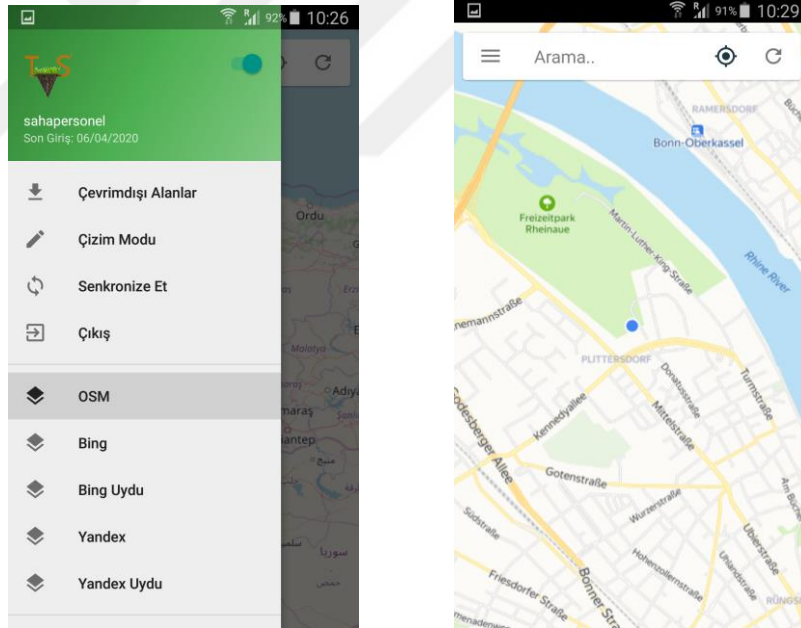
Şekil 4.22. Toprak Veri Sistemi Mobil Uygulama kısa yolu ve logosu

Mobil uygulamaya giriş için bir kullanıcı adı ve şifreye ihtiyaç duyulmaktadır. Uygulama girişi için internet bağlantısı, kullanıcı adı ve şifre gerekmektedir. Uygulamaya başarılı bir şekilde giriş yapıldıktan sonra kullanıcı mobil cihaz üzerinden kendisine daha önce web arayüzünden tanımlanmış olan soru formlarını ve katmanları görüntüleyebilir ve çalışmaya başlayabilir. Başarılı bir şekilde uygulamaya girildikten sonra ise istenirse internet bağlantısı olmadan çalışmaya devam edilebilir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23. Mobil Uygulama giriş ekranı

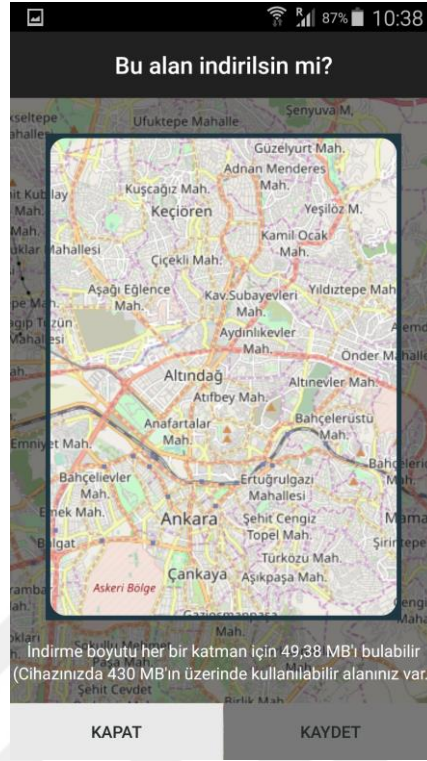
Mobil uygulamaya giriş yapıldıktan sonra ekranın sol tarafında bulunan kayar menü ile çeşitli özelliklere ulaşılabilir. Toprak Veri Sisteminin logosu, sisteme giriş yapan kullanıcının adı ve sisteme giriş tarihi ana başlıkta bulunmaktadır (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Mobil Uygulama ana ekran ve ana menü

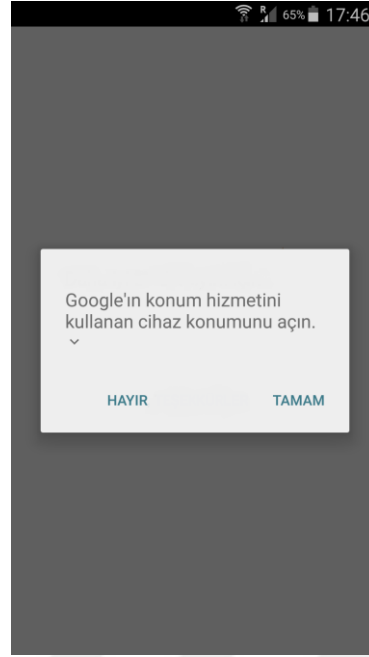
Çalışılacak sahada internet bağlantısı yok ise veya çevrim dışı çalışılmak isteniyorsa kullanıcı ekran üzerinden seçerek belirlediği alanın altlık haritasını kullandığı mobil cihazın hafızasına bağlı olarak indirebilir ve çalışma sırasında bu veriyi kullanabilir. Çevrim dışı alanlar ismi verilen bu özelliğin aktif edilmesi için kullanıcı bu seçeneği işaretler ve çalışma alanını mobil cihaz üzerinden belirler. Mobil

cihazda yeterince alan var ise bu veri cihaza indirilir ve kullanıcıda çalışmasında bu veriyi kullanabilir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Mobil Uygulamanın çevrim dışı alanlar özelliği ile indirilmek üzere seçilmiş altlık harita

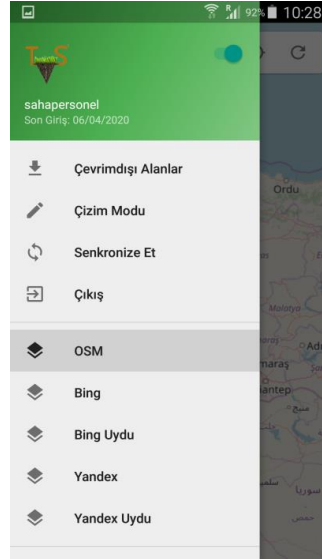
Toprak harita ve etüt çalışmalarında en çok karşılaşılan sorunların başında sahada açılan toprak profil noktalarının koordinat bilgilerinin hatalı olması veya hiç olmaması gelmektedir. Geliştirilen mobil uygulamanın bu soruna bir çözüm sunabilmesi amacı ile uygulamanın kullanılan mobil cihazın GPS özelliğini kullanması ve kullanıcıya müdahale imkanı tanımadan profil noktalarının koordinat bilgisini otomatik olarak alması ve her bir profil verisine eklenmesi sağlanmıştır. Eklenen bu özellik ile toprak haritalamaya yönelik saha çalışmalarında profil noktalarının büroda belirlenmiş olan lokasyonlarda açılıp açılmadığı, profil noktasının yerinin kaydırılması gereken durumlarda profil noktasının yeni konumunun doğru bir şekilde kaydedilip edilmediği, koordinat verisinin sahada değil de saha çalışması sonrasında el ile girilip girilmediği gibi kronikleşmiş sorunların önüne geçilmek istenmiştir. Saha çalışmasını riske etmemek için bu özelliğin kontrolü hiçbir şekilde kullanıcıya verilmemiş olup mobil uygulama ilk açılışta cihazda GPS özelliğinin aktif olup olmadığını kontrol etmekte ve eğer cihazda GPS özelliği yok veya kullanılamaz durumda ise kullanıcıyı uyarmakta ve uygulamanın açılmasına izin vermemektedir (Şekil 4.26).



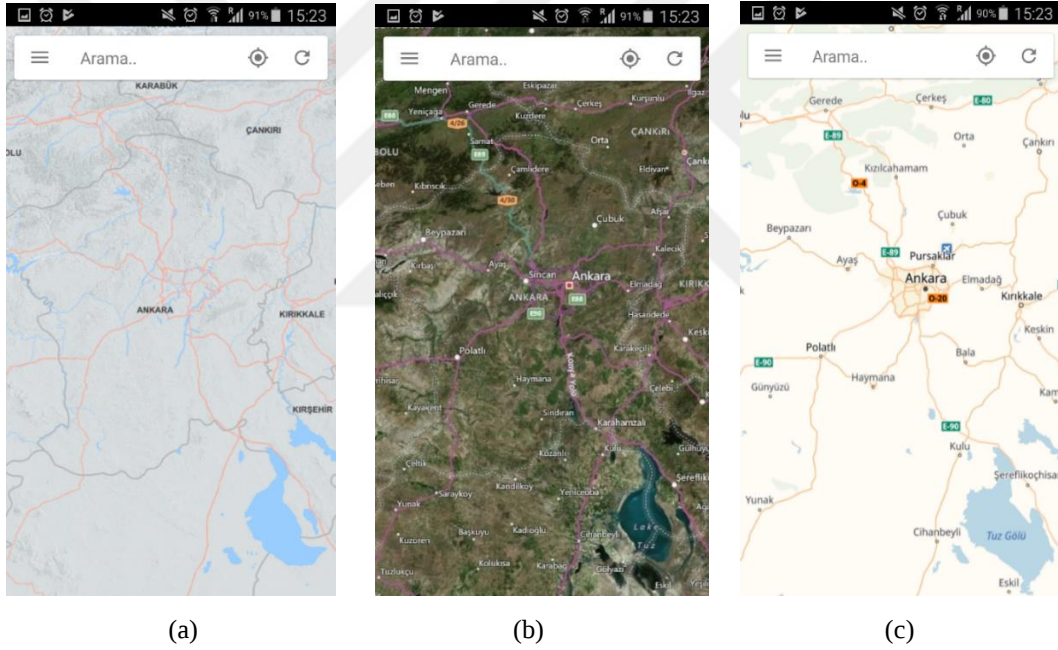
Şekil 4.26.Mobil Uygulama, GPS uyarı mesajı

Arazide bir profil noktasındayken mobil uygulama üzerinden o noktaya ait toprak verileri girilip kayıt edildiği anda kullanılan mobil cihazın bulunduğu konum bilgisi o noktaya ait toplanan veriler ile eşlenerek kaydedilmektedir. Web arayüzü veya mobil uygulama asla profil noktasına ait konum bilgisinin değiştirilmesine izin vermez. Şayet konum ile ilgili bir yanlışlık yapılmış ise saha personeli admin rolüne sahip proje yöneticisi ile temasa geçer ve bilgilendirir.

Web arayüzünün harita ekranına eklenmiş olan altlık harita seçeneği toprak haritalama çalışmalarında saha personeline kolaylık olması amacı ile mobil uygulamaya da eklenmiştir. Saha personelinin hangi altlık haritaları görüntüleyebileceği web arayüzü üzerinden yetkiler tanımlanırken belirlenir. Dolayısıyla mobil uygulamaya giriş yapan kullanıcı kendisine tanımlanmış olan altlık haritaları ana ekranda görüntüleyebilir ve istediği haritayı seçerek kullanabilir (Şekil 4.27, Şekil 4.28). Altlık haritalar özellikle geniş arazilerde yapılan çalışmalarda rota planlaması, yerleşim yerlerini görüntüleme ve navigasyon amacı ile kullanılabilir. Saha personeli ayrıca çizim özelliği ile bu altlık haritalardan da destek alarak mobil cihazlar üzerinden çizim yapabilir.



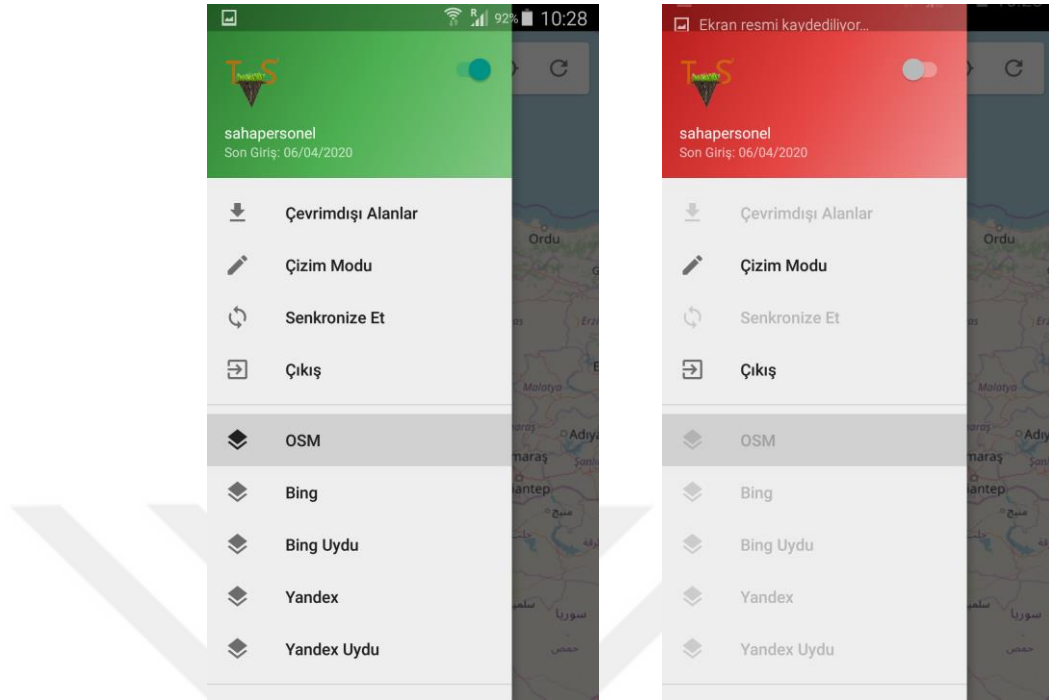
Şekil 4.27. Mobil Uygulama için altlık harita seçenekleri



Şekil 4.28. Mobil Uygulama Üzerinden Açılmış Çeşitli Altlık Haritalar (a) Open Street Map (b)Yandex Uydu (c)Yandex Map

Toprak haritalama çalışmaları çoğu zaman yerleşim merkezlerinden uzak, internet bağlantısı olmayan veya zayıf olan bölgelerde gerçekleştirilmektedir. Kullanıcıların sahada bu sorun ile karşılaşmaması için mobil uygulamaya çevrim içi (online) ve çevrim dışı (offline) mod özellikleri eklenmiştir (Şekil 4.29). Günümüzde akıllı telefon ve tablet bilgisayarlar başta olmak üzere mobil cihazların çalışma sürelerini etkileyen en büyük faktör batarya kapasiteleridir. Pek çok cihazın bataryası sahada uzun süre çalışmaya izin vermemektedir. Bu nedenle mobil uygulamanın çevrim

dışı özelliğinin mobil cihazların batarya limitlerine olumlu katkı sunacağı değerlendirilmektedir.



Şekil 4.29. Mobil Uygulama, Çevrim İçi ve Çevrim Dışı Çalışma Modları (Online - Offline)

Yapılan işin niteliğine ve hassasiyetine göre proje yöneticisi saha personelinin tüm çalışma boyunca uygulamayı çevrim içi modda kullanmalarını isteyebilir. Çevrim içi modda çalışılırken toplanan veriler eş zamanlı olarak web arayüzünün harita ekranına veya kontrol ekranına aktarılır. Proje yöneticisi veya yönetici rolüne sahip kullanıcılar web arayüzü üzerinden saha personelinin topladığı verileri izleyebilirler. Sahadaki kullanıcı bir profil noktasına ait horizon/katman bilgilerini tamamlayıp kaydet butonuna bastığı anda bu veriler fotoğrafları ile birlikte web arayüzündeki harita üzerinde görüntülenir. Proje yöneticileri ayrıca arazi çalışması sırasında sahadan toplanacak verilere ilişkin daha önce oluşturulmuş soru formlarında değişiklik yapılması gerekirse, yönetici yetkisine sahip kullanıcılar ilgili değişiklikleri (yeni soru eklemek gibi) web arayüzü üzerinden yaparak mobil uygulamadaki soru formlarını güncelleyebilir. Saha personelinin bu güncellenmiş soru formunu görüntüleyebilmesi için sistemden çıkıp (log off) tekrar girmesi (log in) gerekmektedir. Bu sayede değiştirilmiş soru formu mobil uygulama vasıtası ile mobil cihaza gönderilmiş olur. Bu eylemin yapılabilmesi için saha personelinin uygulamayı çevrim içi modda kullanmasına gerek olmayıp sadece uygulamadan çıkış yaparken ve yeniden giriş yaparken internet bağlantısı gerekmektedir. Güncellenmiş yeni soru formları mobil cihaza yüklendikten sonra istenirse saha personeli çevrim içi modda çalışmaya devam

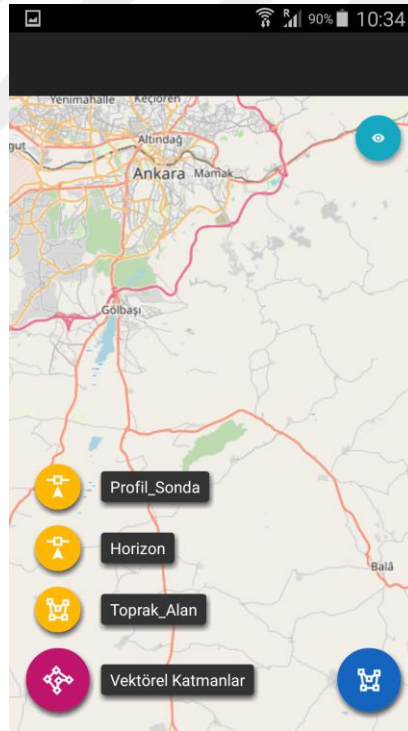
edebilir. Bu özellik ile saha çalışması devam ederken toplanacak toprak verileri ile ilgili gerekli düzeltmelerin çalışma bölünmeden yapılabilmesi hedeflenmiştir.

Toprak deseni yani farklı özelliğe sahip toprak gruplarının sınırlarını, nereden nereye gittiğini anlamak oldukça zordur. Çünkü bu toprak nitelik sınırları yüzeydeki toprak örtüsü nedeniyle genellikle görünmez. Bu nedenle toprak haritalama süreci jeostatistiksel bir süreçtir. Dolayısıyla zeminde mümkün olduğunca homojen şekilde sahaya yayılmış profil çukurları açılır ve bu profillerden veriler toplanır. Fakat özellikle büroda toprak haritasının oluşturulması esnasında toprak deseninin tanımlanmasında zaman zaman sadece toprak profil bilgileri yeterli olmamaktadır. Özellikle tecrübeli personel toprağı yorumlarken elde edilen profil verilerinin yanı sıra açılan bu profil çukurlarına (katmanların) ve arazi yüzeyine ait (profil noktasının etrafındaki yetişme ortamı) fotoğraflardan da yararlanırlar. Ayrıca proje yöneticileri her zaman tüm sahayı gezme imkanına sahip olmadıkları için saha personeline ücretlerini ödmeden önce açılan profil çukurlarının nizami olup olmadığını çekilen fotoğraflar ile kontrol etmektedirler. Fakat klasik haritalama çalışmalarında fotoğrafların çekilmesi, saklanması ve profil noktaları ile eşlenmesi genellikle sorunludur.

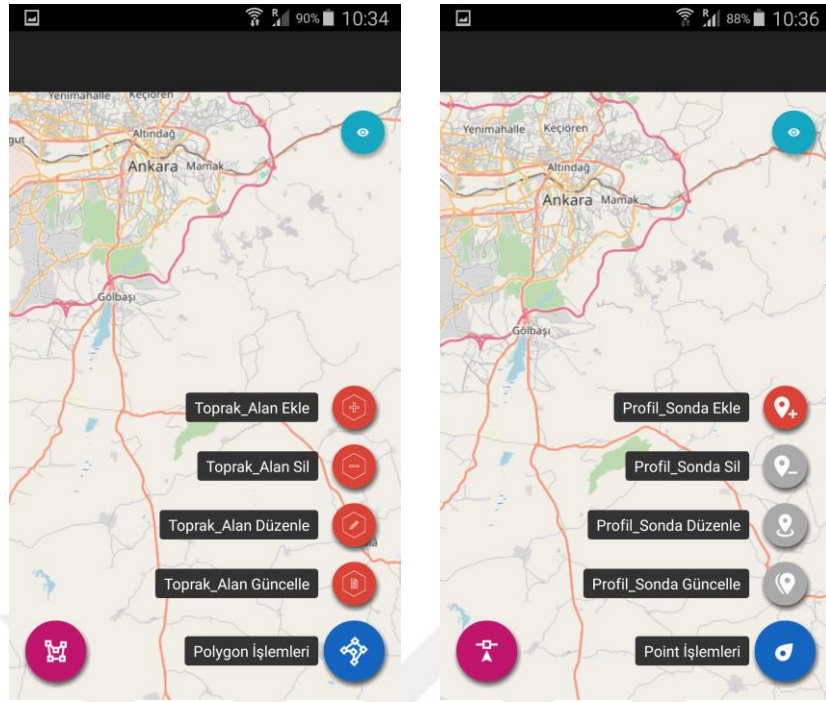
Toprak Veri Sistemi geliştirilirken bu hususta göz önüne alınmış ve kullanıcılara mobil uygulama üzerinden profil noktalarına ait fotoğraf çekebilme imkanı sunulmuştur. Web arayüzü üzerinden saha çalışmasına ait soru formları oluşturulurken profil noktalarına ait fotoğraf çekme zorunluluğu getirilebilir ve çekilmesi gereken minimum ve maksimum fotoğraf sayısı tanımlanabilir. Bu bağlamda eğer proje kapsamında saha çalışması esnasında fotoğraf çekme zorunluluğu tanımlanmış ise saha personeli mobil uygulama üzerinden gereken miktarda fotoğrafı çeker ve bu fotoğraflar ilgili soru formları ile otomatik olarak eşlenerek veri tabanına ve dolayısıyla web arayüzüne aktarılır. Saha çalışmalarının aynı nitelikte ve sürede olmaması nedeni ile profil noktalarına ve çevrelerine ait fotoğraf çekme zorunluluğu, miktarı ve kısıtları yönetici yetkisine sahip kullanıcılara (genelde proje yöneticileri) bırakılmıştır. Şayet zorunlu fotoğraf çekimi tanımlanmış ise saha personeli o profile ait diğer tüm verileri toplamış olsa bile tanımlanan sayıda fotoğraf çekmeden kaydedip bir sonraki profile geçemez. Çekilecek fotoğrafların özellikleri saha çalışmasına başlamadan önce proje yöneticisi tarafından personele tarif edilebilir (her bir katmana ait 2 fotoğraf, profil noktasından kuzey, güney, doğu ve batı yönlerine doğru araziye gösterir şekilde 4 fotoğraf daha gibi). Eğer hassas bir çalışma yapılıyor ise ve fotoğraf çekimi önemli ise saha personelinden sahada çevrim içi modda çalışmaları istenebilir. Bu sayede saha

çalışması devam ederken her bir profile ait toplanan veriler ve fotoğrafları web arayüzüne aktarılabilir. Eğer bir sorun var ise çekilen fotoğraflar ile ilgili proje yöneticisi saha personelinin uyarabilir ve tekrar çekmesini isteyebilir. Bu şekilde sorunlar sahada çalışma devam ederken çözülebilir.

Toprak haritalama çalışmalarında sahaya çıkmadan önce Web arayüzü üzerinden oluşturulan soru formlarının geometrik bir katmanın öznelik tablosu gibi oluşturulduğu yukarıda belirtilmiştir. Bu bağlamda da mobil uygulama üzerinden veri toplamaya başlamak için ana menü üzerinden çizim modu seçeneği seçilerek hangi katman üzerinden veri toplanacağı seçilir (Şekil 4.30). Görüntülenen bu katmanlara eklenen simgeler ile katmanın hangi geometrik özellikte bir obje olduğu da (nokta, alan, çizgi) görülmektedir. İşlem yapılacak katman seçildiğinde ise kullanıcı katman üzerindeki yetkileri dâhilinde yapabileceği işlemleri görüntüler. Web arayüzünden saha personelinin sadece veri toplamasına izin verilebilirken, silmesine veya düzenlemesine de izin verilebilir (Şekil 4.31).



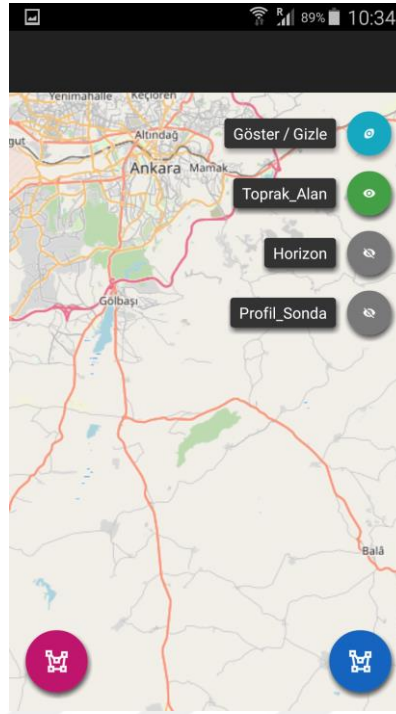
Şekil 4.30. Mobil Uygulama katman seçim menüsü



Şekil 4.31. Mobil Uygulama, alan ve nokta geometri tipinde üretilmiş katmanların, katman kontrol işlemleri

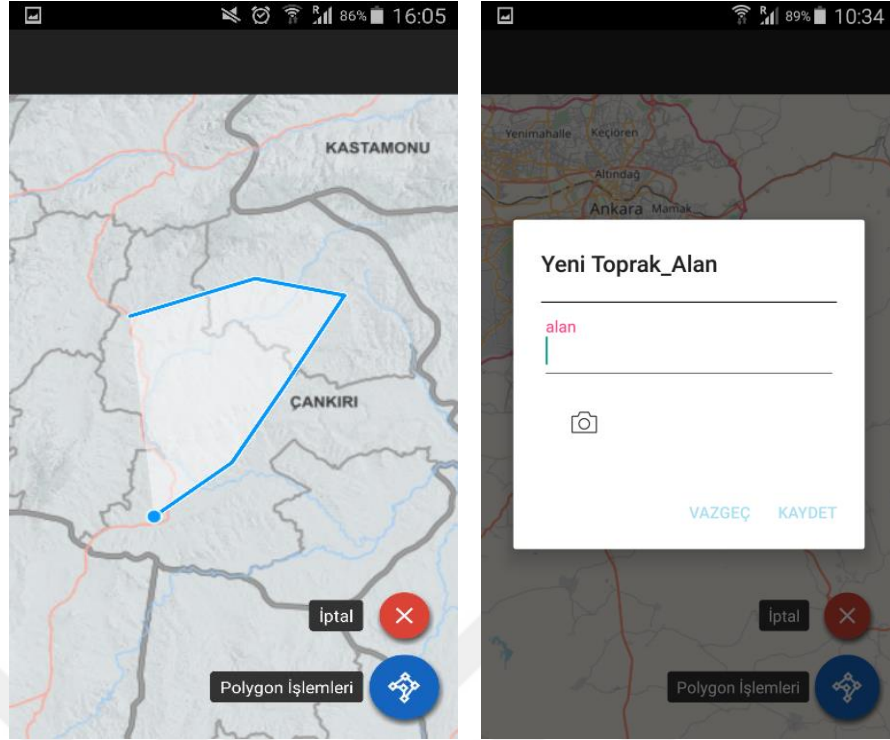
Web arayüzünde belirlenen soru formlarını doldurabilmek için ilgili katmanın “ekle” butonuna dokunularak belirlenmiş soruların veri girişi yine Web arayüzünde belirlenmiş veri giriş metotları ile yapılır. Mobil uygulama üzerinden veri girişi yapılırken belirlenmiş kısıtlar ve zorunluluklar dâhilinde bu işlemin yapılmasına izin verilir. Özellikle zorunlu alanlar belirlenen formatta doldurulmaz ise veri girişinin tamamlanmasına izin verilmez ve kullanıcı uyarılır. Bu sayede saha personelinin eksik veri toplamasının önüne geçilirken belirlenen veri formatları sayesinde hata yapma oranı aşağıya çekilmeye çalışılmıştır. Örneğin, Ph verisi için Web arayüzü üzerinden belirli bir aralığı seçip (5.5 -7 gibi) zorunlu olarak tanımlanırsa saha personeli bu alanı belirlenmiş veri aralığında doldurmak zorundadır.

Mobil uygulamada, mobil cihazın sağ üst köşesinde kullanıcıya tanımlanmış katmanlar listelenmektedir. Saha personeli veri toplama işlemi esnasında isterse bu katmanları görünür hale getirebilir veya kapatabilir (Şekil 4.32). Bu özellik Web arayüzü üzerinden yüklenmiş drenaj, erozyon verisi gibi destekleyici verileri saha personeline sunabilmek amacı ile eklenmiştir.



Şekil 4.32. Mobil Uygulama, katman görünürlük sekmesi

Genel olarak toprak haritalama çalışmaları kapsamında yürütülen arazi çalışmalarında büroda belirlenmiş olan toprak profil noktalarına gidilmekte ve yine büroda belirlenmiş olan veriler toplanmaktadır (toprak derinliği, rengi, Ph..vb). Arazi çalışmalarında bu metin ve nümerik verilerin yanında geometrik harita tabanlı destekleyici bazı verilerin toplanması da gerekli olabilir. Pek çok çalışmada toprak haritası üretilecek saha, arazideyken hâkim tepelerden gözlenir ve gözle görülebilen toprak deseninin değiştiği alanlar, tepeler, sırtlar, yollar ve nehirler gibi topoğrafik detaylar bürodaki toprak haritalama sürecine yardımcı olması amacı ile bir plan/kroki şeklinde üretilir. Bunun yanı sıra çalışılan bölgedeki yeni maden sahaları, yargıya intikal etmiş sosyal problemlili alanlar gibi tamamlayıcı verilerde çizilen bu plan/krokiye işlenir. Toprak Veri Sisteminin katmanlı yapısı sayesinde sahadaki kullanıcılar tez çalışmasında deneme amaçlı üretilmiş toprak_alan katmanı gibi poligon geometrisinde bir katman üretip (birden fazlada olabilir) sahadaki toprak desen sınırlarını veya benzer coğrafi değişimleri çizerek bürodaki toprak harita üretim sürecine destek olabilirler (Şekil 4.33).



Şekil 4.33. Mobil Uygulama Harita Çizim Modu (Sahada alan çizim ve öznitelik bilgisi girişi)

4.3. Toprak Veri Sisteminin Test Edilmesi

Toprak haritalama sürecine destek olmak amacı ile geliştirilmiş olan Toprak Veri Sistemi isimli web tabanlı mobil sistemin sahadaki performansını ölçebilmek ve test edebilmek için, test sahası olarak Ankara ili sınırları içerisindeki 2016 yılında tamamlanmış olan Pursaklar ilçesi, Abadan mahallesi sınırlarında bulunan Abadan Erozyon Kontrol Proje sahası ve 2017 yılında tamamlanmış olan Akyurt ilçesi, Kalaba mahallesi sınırları içerisinde bulunan Kalaba Rehabilitasyon Uygulama proje sahası seçilmiştir. Bu uygulama çalışmasındaki amaç proje sahalarında daha önce yürütülmüş faaliyetlerin doğruluğunu ölçmek olmayıp sadece tez kapsamında geliştirilmiş olan web tabanlı mobil sistemin etkinliğini arazi şartlarında gözlemlemek amacı ile klasik toprak haritalama yöntemleri ile karşılaştırmak ve çeşitli bulgular elde etmektir.

Uygulama çalışmasına başlamadan önce gerekli görüşmeler yapılarak Orman Genel Müdürlüğü'nün ilgili birimlerinden uygulama çalışmasının yapılacağı proje sahalarına ait toprak etüt karneleri, haritalar ve ilgili veriler temin edilmiştir. Daha sonra sahayı daha iyi anlayabilmek ve önemli hususları not edebilmek amacıyla bu projelerin toprak harita ve etüt çalışmalarında görev almış 3 personel ile görüşülerek sahadaki

karşılaştıkları sorunlar, hazırlık çalışmaları ve çalışma süreleri gibi konular hakkında kendilerinden detaylı bilgi alınmıştır.

Sonraki aşamada ise büro çalışmalarına yani sahaya çıkmadan önceki hazırlıklara başlanmıştır. Bu kapsamda öncelikle Toprak Veri Sistemi üzerinde gerekli tanımlamalar yapılmıştır. Toprak Veri Sistemi coğrafi katman yapısı ile geliştirildiği soru formları oluşturulmadan önce sahadan toplanacak bu veriler için “Profil_sonda”, “Horizon” ve “Toprak_Alan” isminde 3 adet katman üretilmiştir (Şekil 4.34). Verilerin yönetilmesini kolaylaştırmak amacı ile toprak verilerini tek bir katman üzerinden değil de birbiri ile ilişkili 2 adet nokta geometrisine sahip katmanda toplanmasına karar verilmiş ve bu nedenle toprak profil noktalarına ait genel bilgilerin (profil no, bakı, eğim. vb.) “profil_sonda” katmanında, profil noktalarının horizon (katman) bilgilerinin (horizon derinlik toprak türü, toprak suyu vb.) ise “horizon” katmanında tutulması planlanmıştır. “Toprak_Alan” katmanı ise poligon geometrisinde üretilmiş olup sahada mobil cihaz üzerinden alan çizme yeteneğinin test edilmesi amacı ile eklenmiştir.



Katman Yönetimi					
Ekle Düzenle Temizle Sil Yönetim Seçenekleri					
	Adı	Tipi			
☐	Horizon	Point	↶	⬆	⬇
☐	Toprak_Alan	Polygon	↶	⬆	⬇
☐	Profil_sonda	Point	↶	⬆	⬇

Şekil 4.34 Uygulama çalışması için Toprak Veri Sistemi üzerinde oluşturulmuş katmanlar

Web arayüzü üzerinden oluşturulmuş olan bu katmanlara Web arayüzü üzerinden öznitelik bilgileri tanımlanmıştır. Tanımlanan bu öznitelik bilgileri aynı zamanda saha personeli için soru formları olduğu için bu sorulara ait detaylar saha personelinin en pratik ve hatasız şekilde verileri girebileceği şekilde tasarlanmıştır (alfa nümerik, çoktan seçmeli veri giriş yönetimi vb. gibi). Bu işlem sonrasında bir anlamda daha önce sahada kullanılmış olan kâğıt ortamındaki toprak etüt karneleri Web arayüzü üzerinden dijital olarak oluşturulmuştur (Şekil 4.35).

Görünen Ad	Kolon Adı	Tip	Tanım	Benzersiz	Zorunlu	Etiket
Renk	renk	Çoktan Seçmeli	renk	Hayır	Evet	Hayır
Toprak Turu	toprak_tur	Çoktan Seçmeli	Toprak Tur	Hayır	Evet	Hayır
Iskelet	iskelet	Çoktan Seçmeli	Iskelet	Hayır	Evet	Hayır
Struktur	struktur	Çoktan Seçmeli	Struktur	Hayır	Evet	Hayır
Kirec	kirec	Çoktan Seçmeli	Kirec	Hayır	Evet	Hayır
Ph	ph	Double Precision		Hayır	Evet	Hayır
Kok dağılışı	kokdagilim	Çoktan Seçmeli	Kok Dağılışı	Hayır	Evet	Hayır
Arazi Yüzey Dağılımı	araziyuzey	Çoktan Seçmeli	Arazi Yüzey	Hayır	Evet	Hayır
Toprak Derinliği F	derinlik_f	Çoktan Seçmeli	Toprak Derinlik F	Hayır	Evet	Hayır
Toprak Derinliği M	derinlik_m	Çoktan Seçmeli	Toprak Derinlik M	Hayır	Evet	Hayır
Toprak Suyu	toprak_su	Çoktan Seçmeli	Toprak Suyu	Hayır	Evet	Hayır

Şekil 4.35. Uygulama çalışması için Web Arayüzü üzerinden tanımlanmış soru formu

Projenin saha çalışmasında daha önce görev almış personelden alınan bilgiye göre her bir profil noktasının sadece 1 fotoğrafının çekildiği ve bu fotoğrafların proje dosyasına çıktı alınarak eklenildiği öğrenilmiştir. Uygulama çalışmasını önceki çalışmaya uygun şekilde yapabilmek amacı ile her bir horizonun 2 fotoğrafının çekilmesine karar verilmiştir. Bununla ilgili tanımlama yapılırken her bir profil horizonu (katmanı) için minimum 1, maksimum 2 adet fotoğraf çekme zorunluluğu tanımlanmıştır. Dolayısıyla ortalama 3 horizonu sahip bir profil noktasının minimum 3, maksimum 6 adet fotoğrafa sahip olması planlanmıştır (Şekil 4.36).

Şekil 4.36. Uygulama çalışması için Web Arayüzü üzerinden tanımlanmış minimum ve maksimum fotoğraf sayısı

Uygulama çalışmasında saha personeli rolü için 2 adet kullanıcı tanımlanmıştır. Burada amaç farklı cihazlardan yapılan çoklu veri girişini test etmektir. Tanımlanan bu kullanıcılardan birine Abadan Erozyon kontrol projesine ait soru formları, diğerine ise Kalaba Rehabilitasyon projesine ait soru formları tanımlanmıştır (Şekil 4.37). Toprak Veri Sistemi sadece sahadan toprak verisi toplamak için değil aynı zamanda sahadaki operasyonu organize etmek ve izlemek içinde geliştirildiği için uygulama çalışması esnasında toplanan ve sunucuya gönderilen verileri yönetici rolüne sahip bir kullanıcının (admin) Web arayüzü üzerinden arazideki aktiviteleri gözlemlemesi planlanmıştır.

	Adı	Kullanı...	Rol	Email	Son Gir...	Oluşt...	Güncell...
☐	admin	admin	admin	admin@timedata.net	03/05/2...	23/10/2...	
☐	sahapersonel_1	saha1	saha	xyz@gmail.com	06/04/2...	06/04/2...	06/05/2...
☐	Sahapersonel_2	saha2	saha	kml@gmail.com		06/05/2...	

Şekil 4.37. Uygulama çalışması için Web Arayüzü üzerinden tanımlanmış kullanıcılar

Uygulama çalışmasında arazide kullanılmak üzere Android işletim sistemi yüklü bir akıllı telefon, 1 adet tablet bilgisayar ve sahada Web Arayüzüne giriş yapabilmek için bir dizüstü bilgisayar temin edilmiştir. Uygulamanın akıllı telefon ve tablet bilgisayardaki performansını değerlendirebilmek için bu iki farklı tipteki cihaz seçilmiştir. Çalışmanın herhangi bir kesintiye uğramaması için 2 adet mobil güç ünitesi de (power bank) saha personeline teslim edilmiştir. Sahaya çıkmadan mobil cihazlara Toprak Veri Sistemi'nin mobil uygulaması yüklenmiş ve kullanıcı hesapları ve soru formları kontrol edilmiştir.

Klasik toprak etüt çalışmasını simüle edebilmek amacı ile bir adet el GPS'i, dijital fotoğraf makinesi ve kâğıt ortamındaki toprak etüt karneleri de temin edilmiştir. Arazideki mobilizasyonu da deneyimleyebilmek amacı ile bölgeye ait 1/25000 ölçekli

haritaların çıktıları da dosyalararak hazırlanmıştır. Tüm cihazlar sahaya çıkmadan önce tekrar kontrol edilmiş ve şarj seviyeleri %100'e getirilmiştir.

Uygulama çalışması kapsamında öncelikle Abadan Erozyon kontrol proje sahasına ardından ise Kalaba Rehabilitasyon proje sahasına intikal edilmiştir. Arazi çalışması toplam 3 gün sürmüş olup herhangi bir hava muhalefeti ile karşılaşılmamıştır. Her bir proje sahasında ilgili kullanıcı adı ve şifre ile mobil uygulamaya giriş yapılmış ve her kullanıcının sadece kendisi için tanımlanmış katman ve soru formlarına ulaştığı gözlenmiştir.

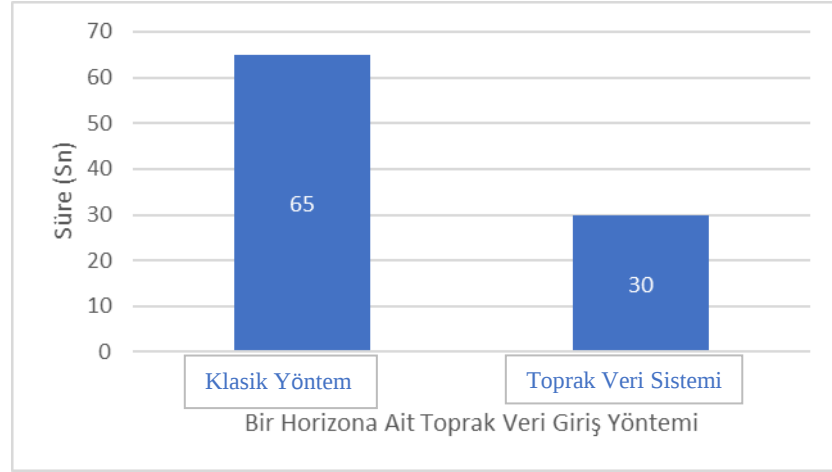
Proje tarihinden itibaren uzun zaman geçtiği için profil noktalarının büyük bir kısmının kapandığı gözlenmiştir (Şekil 4.38). Uygulama çalışmasında toprak profil ve horizonları incelenerek veri girişi yapılmayacağı için bu durum herhangi bir sorun oluşturmamıştır. Normal şartlarda toprak profil noktalarının kazılması, bazı saha testlerinin yapılması ve analiz için toprak numunelerinin alınması gibi işlemler bir miktar zaman almaktadır. Toprak Veri Sistemi sahada daha çok veri girişini kolaylaştırmak ve düzenlemek amacı ile geliştirildiği için klasik yöntemle karşılaştırırken bahsi geçen diğer işlemlerin süreleri hesaba katılmamış olup sadece veri giriş süreleri kaydedilmiştir. Bu bağlamda her iki yöntemde de daha önce proje kapsamında üretilmiş ve uygulama çalışması için temin edilmiş toprak profil verileri (tuzluluk, ph, toprak derinlik vb. gibi) kullanılmıştır.

Uygulama çalışmasında profil noktalarına gidilmiş öncelikle klasik toprak etüt çalışmasının bir tekrarı yapılmıştır. Yani el GPS'i ile profil noktasının koordinat bilgileri elde edilmiş, toprak verileri toprak etüt karnesine el ile girilmiş ve profil noktasının fotoğrafları fotoğraf makinesi ile çekilmiştir. Daha sonra aynı profil noktasına ait veriler mobil uygulama üzerinden akıllı telefon ve tablet bilgisayar üzerinden toplanmış ve yine mobil cihazlarda bulunan kameralar yardımı ile profillere ait fotoğraflar çekilmiştir.



Şekil 4.38. Uygulama çalışması sırasında ziyaret edilen bir profil noktasının açıldığı zamana ve günümüze ait fotoğrafları

Uygulama çalışması kapsamında Abadan Erozyon Kontrol Proje sahasında 38 adet, Kalaba Rehabilitasyon Proje sahasında ise 19 adet profil noktasına gidilerek klasik yöntem ve Toprak Veri Sistemi ile toprak profil veri ve fotoğrafları toplanmış ve veri giriş süreleri kaydedilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen verilere göre uygulama çalışması kapsamında yürütülmüş olan arazi çalışmasında horizon olarak adlandırdığımız her bir toprak katmanının Toprak Veri Sistemine mobil cihaz üzerinden girilmesi ortalama 30 saniye sürmüştür. Dolayısıyla 2 horizonla sahip bir toprak profiline ait toprak bilgilerinin mobil cihaz üzerinden sisteme girilme süresi ortalama 60 saniyedir. Bu süreye fotoğraf çekim süresi de dâhildir. Klasik toprak etüt ve haritalama çalışmalarını tekrar tatbik etmek amacıyla her bir toprak horizon (katman) bilgisi elle kâğıt ortamındaki toprak etüt karnelerine girilmiş ve bu işlemin sonunda ise bir horizonla ait toprak verilerinin giriş süresinin ortalama 65 saniye olduğu gözlenmiştir (sadece verilerin karneye elle girilme süresi). Her bir horizon için 1 fotoğraf çekilmiş ve fotoğrafın numarası ve tarihi daha sonra eşlenmek için farklı bir deftere kaydedilmiş olup bu işlemin süresi horizon başına ortalama 30 saniye olarak gerçekleşmiştir. Dolayısıyla klasik yöntemle yapılan çalışmada iki horizonla sahip bir profilin 2 adet fotoğrafla birlikte kayıt süresi ortalama 190 saniye olmuştur. Bu çalışmada veri girişleri mümkün olduğunca arazi çalışma şartlarına uygun olarak yapılmış olup elde edilen veri giriş süreleri de optimum değere ulaşabilmek için ortalamalarla elde edilmiştir (Grafik 4.9).



Grafik 4.9. Bir horizona ait toprak verilerinin veri giriş yöntemi ve zaman grafiği

Uygulama çalışmasında mobil uygulama, veri girişi sırasında herhangi bir veri alanının boş geçilmesine ya da tanımının dışında veri girişi (sayı girişi gereken bir alana metin tabanlı veri girişi yapmak gibi) yapılmasına izin vermemiştir. Bu sayede sistemin eksik veri toplanmasına ve kaba hata yapılmasına karşı etkili olduğu gözlenmiştir.

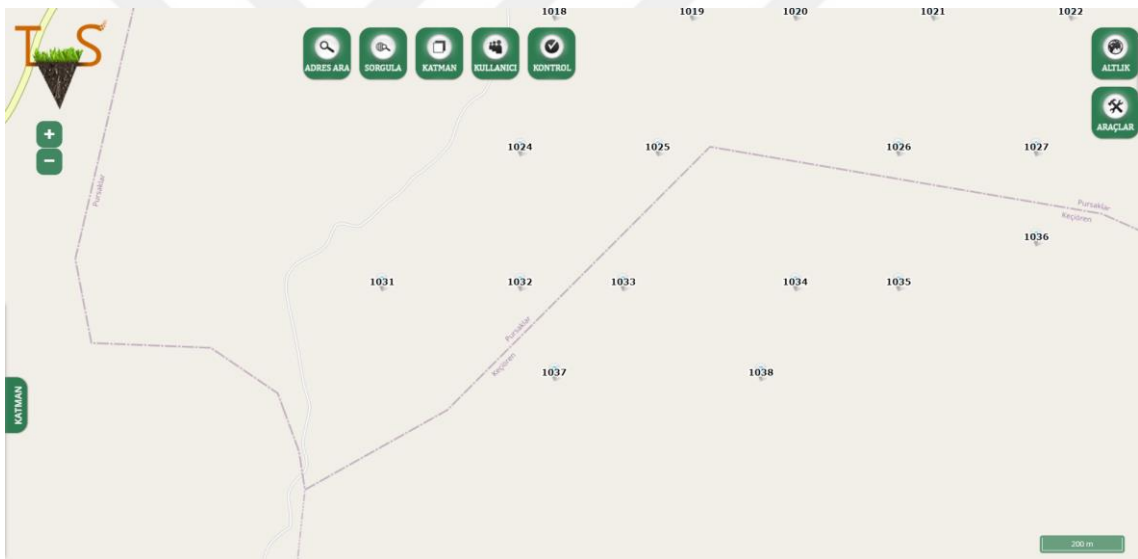
Web arayüzü üzerinden büroda belirlenen her bir toprak profil horizonu (katmanı) başına minimum bir, maksimum iki fotoğraf kuralı mobil uygulamada etkili şekilde çalışmış, tüm profillere ait fotoğraflar çekilerek otomatik olarak sisteme aktarılmıştır. Sistemi test etmek için fotoğraf çekmeden profil verileri kaydedilmek istendiğinde mobil uygulama uyarı mesaj vererek her bir profil horizonu (katmanı) için en az 1 adet fotoğraf çekmenin zorunlu olduğunu kullanıcıya hatırlatmış ve fotoğraf olmadan profil bilgilerinin kaydedilmesine izin vermemiştir.

Profil noktalarının konum bilgileri (koordinatları) uygulama çalışmasında kullanılan mobil cihazların GPS özelliği ile alınmış ve kullanıcıya müdahaleye imkân tanımadan otomatik olarak ilgili profil ile ilişkilendirilerek sunucuya aktarılmıştır. Sistem, saha personeli bir profil noktasına ait veri giriş ekranına ilgili verileri girdikten ve profil fotoğraflarını çektikten sonra anlık konum bilgisini profil noktasının konumu olarak kaydetmektedir. Yani sistem bir profil noktasının gidilip profil bilgi ekranının açıldığı anda değil verilerin giriş işlemi tamamlandığı en son bölümdeki konum bilgisini kaydetmektedir.

Uygulama çalışmasında sadece akıllı telefon ve tablet bilgisayar kullanılmış olup klasik saha çalışmalarındaki gibi dosya, kırtasiye malzemeleri, fotoğraf makinesi, el GPS'i gibi ek malzemelere ihtiyaç olmamıştır. Bu ekipman, doküman ve araçlar sadece klasik toprak haritalama çalışmasını simüle etmek ve Toprak Veri Sistemi ile

karşılaştırma yapmak için kullanılmışlardır. Saha çalışması sırasında mobil uygulamanın altlık haritaları hem noktalara intikal hem de çalışma alanı etrafındaki farklı lokasyonları görebilmek için sorunsuz çalışmıştır.

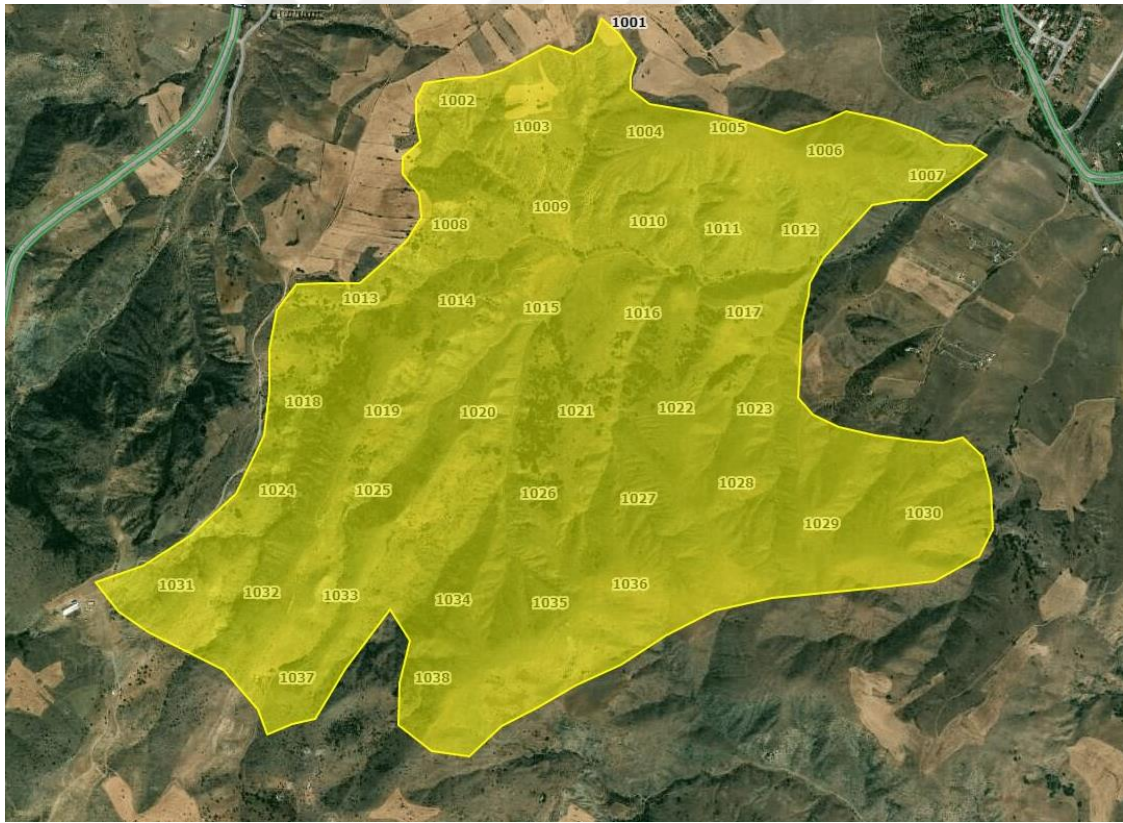
Uygulama çalışması sırasında ayrıca sistemin çevrim içi ve çevrim dışı çalışma yetenekleri de test edilmiştir. Saha çalışması esnasında büroda bulunan yönetici yetkisine sahip kullanıcı, çevrim içi modda toplanan toprak verilerinin eş zamanlı olarak web arayüzüne aktarıldığını gözlemlemiştir (Şekil 4.39). Arazide mobil internet kullanılabilir olmasına rağmen sistemi test etmek için çalışmanın bir bölümü de çevrim dışı modda yürütülmüş ve çalışma sonunda internete bağlanılarak çevrim dışı modda toplanan tüm toprak verileri tek seferde sunucuya başarıyla gönderilmiştir. Çevrim dışı modunun ayrıca mobil cihazın batarya ömründe de önemli miktarda olumlu katkısı olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.39. Uygulama çalışması sırasında sahadan toplanan toprak verilerinin Web Arayüzü üzerinden görüntülenmesi

Saha çalışmaları kesintiye uğramadan yöneticilerin çalışmaya müdahale edebilmesi için geliştirilmiş olan soru formlarının ve tanımların güncellenebilme özelliği de yine uygulama çalışması esnasında denenmiştir. Bu amaçla saha çalışması sırasında test amacı ile büroda bulunan yönetici yetkisine sahip bir personel profil bilgi formuna fazladan 2 soru eklemiş, saha personeli uygulamadan birkaç saniyeliğine çıkış yapıp tekrar girdiğinde bu yeni sorularında cihaza başarılı bir şekilde yüklendiği gözlemlenmiştir. Aynı şekilde bürodaki personel bu soruları bu kez silmiş, saha personeli de aynı yöntemle sistemden çıkış yapıp tekrar girdiğinde soru formunun son halini görüntüleyebilmiştir.

Sahaya çıkmadan önce Web arayüzü üzerinden tanımlanmış olan alan geometrisine sahip Toprak_Alan Katmanına mobil cihazlar üzerinden proje alanlarının dış sınırları çizilmiş ve test amaçlı bazı öznitelik bilgileri eklenmiştir. Sahada oluşturulmuş bu alan “shape file” formatında üretilmiş olup harita portalına (Web Arayüzü) otomatik olarak aktarılmıştır (Şekil 4.40). Daha çok arazi çalışması sonrası bürodaki toprak harita üretim çalışmalarına destek vermek için eklenmiş bu özelliğin etkin bir şekilde çalıştığı gözlenmiştir. Bu özellik ile toprak profil verilerinin dışında sosyal veya çevresel farklı bilgi ve verilerin konum ve öznitelik bilgilerine sahip olarak üretilebileceği, dolayısıyla daha etkin ve doğru bir toprak haritalama sürecinin yürütüleceği değerlendirilmektedir. Uygulama çalışması esnasında denenen bu özelliğin özellikle sahada iken ekranı geniş akıllı telefonlarda veya tablet bilgisayarlarda daha etkin olarak kullanıldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.40. Uygulama çalışmasında sahada mobil cihaz üzerinden oluşturulmuş proje alanını gösterir poligon verisi

Toprak Veri Sisteminin pek çok özelliği test edilmiş, özellikle sistemin arazi çalışmasının planlanması ve yönetilmesi süreçlerine olumlu katkı verdiği gözlenmiştir. Saha personelinin hangi soruları ne şekilde cevaplaması gerektiği gibi hususların dijital

ortamda hazırlanabiliyor olması, sahada toplanan verilerin fotoğrafları ile birlikte internet üzerinden hızlı bir şekilde aktarılabilmesi ve gerektiğinde sahada çalışma devam ederken soru formlarına müdahale edilebilmesi önemli artılar olarak ön plana çıkmaktadır.

Profil noktalarının gerçek konumları mobil cihazların kendi GPS özelliği ile elde edildiği ve dışardan müdahaleye imkân tanımadığı için tüm profil noktalarının sahadaki gerçek konum bilgileri yönetici ve büro personeline aktarılmaktadır. Klasik toprak haritalama çalışmalarında saha personeli, profil noktalarının koordinatlarını etüt karnelerine işledikleri ve kontrol mühendislerinin de sahada her bir profil noktasına gidip kontrol etme zamanı ve imkânı olmadığı için çoğu zaman sahadan gelen bu koordinatları kabul etmek zorunda kalmaktadırlar. Geliştirilen bu sistem bu soruna ciddi oranda çözüm getirmektedir. Özellikle çalışma esnasında internete bağlı kalarak yürütülen çalışmalar proje yöneticisi veya kontrol mühendisi tarafından gerçek zamanlı olarak izlenebilmekte bu sayede hata veya eksikler arazi çalışması esnasında düzeltilebilmektedir.

Uygulama çalışmasında Toprak Veri Sistemi ile çalışılırken klasik toprak haritalama çalışmalarında kullanılan kağıt ortamında bulunan haritalar, toprak etüt karne ve çizelgeleri, fotoğraf makinesi, el GPS'i gibi ekipman ve cihazların yerine sadece mobil cihazlar (akıllı telefon ve tablet bilgisayar) ve mobil güç kaynağı (Power bank) kullanılmıştır. Klasik toprak haritalama çalışmalarında kullanılan bu ekipman ve cihazlar arazi çalışmasının ilerleyen saatlerinde saha personeline ciddi bir yük ve sorumluluk yüklemektedir. Özellikle profil bilgilerinin girildiği kağıt ortamındaki toprak etüt ve karnelerinin eksiksiz bir şekilde büro ortamına getirilememesi durumunda toprak haritalama çalışmasının tamamlanabilmesi için tekrar araziye çıkılması gerekmektedir. Yeniden araziye çıkmak tüm ekip için moral ve motivasyon açısından oldukça negatif bir etki yaratırken zaman ve maliyet kaybı anlamına da gelmektedir. Toprak Veri Sistemi ile internet erişiminin olduğu (mobil internet veya WIFI) her yerde tüm veriler kullanıcıya herhangi bir yük getirmeden ana sunucuya dolayısıyla kontrol mühendisine veya proje yöneticisine iletilmektedir.

Toprak Veri Sisteminin mobil uygulaması, kullanıcının yetki ve tanımlamalarını sunucudan çekmek için sadece ilk girişte birkaç saniyeliğine internet bağlantısına ihtiyaç duymaktadır. Uygulamaya kullanıcı adı ve şifre ile giriş yapıldıktan sonra istenirse çalışma sonuna kadar çevrim dışı olarak (offline mod) çalışılabilir. Toprak çalışmasının yapıldığı pek çok bölgenin şehir merkezlerinden uzak, ormanlık ve tarım

alanlarında olduğu gerçeği göz önüne alınarak uygulamaya bu özellik eklenmiştir. Çalışmanın yapılacağı bölgede internet bağlantısı yok ise kullanıcı sahaya en yakın internet bağlantısı olan mevkiden sisteme giriş yapabilir ve çevrim dışı moda alıp sistemden çıkış yapmadan sahaya intikal edebilir ve çalışmaya başlayabilir.

Çevrimdışı çalışma özelliğinin bir diğer yararı ise kullanılan mobil cihazın bataryasını daha ekonomik kullanabilmektir. Daha hassas ve proje yöneticisinin yönlendirmesine ihtiyaç duyulan çalışmalarda saha personelinden çevrim içi olarak çalışmaları istenebilir ve saha personeli arazideyken sunucuya gönderilen toprak verileri kontrol mühendisi veya proje yöneticisi tarafından gerçek zamanlı olarak incelenir ve gerekirse saha personelinden bazı toprak profil etütlerinin yeniden yapılması istenebilir (Heyelan bölgesinde yapılan toprak haritalama çalışmaları gibi).

Yürütülen pek çok toprak harita ve etüt çalışmasında toprak profillerine ait açılan çukurların ve çevresinin fotoğraflarının çekilme zorunluluğu bulunmamaktadır. Fotoğraf zorunluluğu olan çalışmalarda ise fotoğraflar fotoğraf makineleri veya cep telefonları ile çekilmekte bu da daha sonra aktarım, bilgisayarda saklama ve fotoğraf-profil eşleştirme gibi sorunlara neden olabilmektedir. Toprak Veri Sistemi ile profillere ait fotoğraf çekimi zorunlu hale getirilebilir ve horizon başına çekilecek zorunlu fotoğraf sayısına alt ve üst sınırlandırma tanımlanabilir. Çekilen fotoğraflar yazılım tarafından otomatik olarak kodlanır ve ilgili profile atanır. Böylelikle resimlerin profillerle eşleştirilmesi veya isimlendirilmesi gibi işlemlerin yapılmasına gerek kalmaz ve sistemde her profil kendine ait fotoğrafları ile tutulur. Proje yöneticisi ya da kontrol mühendisi yapılan çalışmanın türüne veya bölgesine bağlı olarak sistem üzerinden bazı kurallar tanımlayabilir (arazinin genel yapısını görmek için kuzey, güney, doğu ve batı yönleri olmak için 4 adet, her bir horizon için 2 adet vb. gibi). Profillere ait çekilen bu fotoğraflar diğer toprak özellikleri ile birlikte haritada görüntülenebilir.

Toprak haritaları, sahada açılan profillere ait verileri, sahanın çeşitli lokasyonlarından alınan toprak numunelerine ait analiz raporları, sahadaki gözlemler ve personelin tecrübesi ile üretilmektedir. Profil bilgileri ve analiz raporları kâğıt ortamında da olsa bir şekilde dokümanite edilmekte, fakat sahadaki gözlemin grafik olarak kâğıda dökülmesi kolay olmamaktadır. Geliştirilen mobil uygulama üzerinden sahadaki toprak yüzeyindeki desen değişimleri, topoğrafik sırtlar ve jeolojik değişimler gibi toprak harita üretiminde kullanılacak bilgilerin vektör olarak üretilmesine imkân tanımakta üretilen bu grafik verilerin istenirse öznitelik bilgileri de girilebilmektedir. Arazi çalışmasında büroda test amacı ile oluşturulmuş toprak alan katmanına saha

personeli arazi çalışması sırasında taslak bir toprak haritası çizmiş, çeşitli öznetelik verileri girmiş ve diğer verilerle birlikte ana sunucuya internet üzerinden göndermiştir. Bu veriler kalıcı olmayıp sadece toprak harita üretim sürecine destek olmak için üretilmiş olup istenirse “shape file“ veya “Kml” formatında dışa aktarılabilmektedir.

Uygulama çalışması sonunda elde edilen verilere göre iki adet horizonza sahip bir toprak profil noktasının iki adet fotoğraf çekimi (horizon başına bir fotoğraf) de dâhil olmak üzere verilerinin kaydedilme süresi klasik yöntemde, Toprak Veri Sistemine göre yaklaşık üç kat daha uzun sürmüştür. Saha çalışmasında toprak profil verileri ve fotoğraflar Toprak Veri sisteminin mobil uygulaması üzerinden veri tabanına koordinatlı ve belirlenen standartlarda aktarılmıştır. Klasik yöntemde ise toprak profil verileri kağıt ortamındaki toprak etüt karnelerine elle girilmiş, fotoğraflar ayrı bir cihaz (fotoğraf makinesi veya cep telefonu) ile kaydedilmişlerdir. Büroda bu toprak etüt karnelerinin dijital ortama aktarılması ve varsa çekilen fotoğrafların bu profil noktaları ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Bürodaki tüm bu işlemlerde göz önüne alındığında klasik toprak haritalama çalışmasında bir toprak profil verisinin sahadan toplanıp toprak harita üretim işleminde kullanılabilecek hale gelmesi hem daha fazla zaman gerektirmekte hem de tüm bu veri dönüşüm ve aktarım işlemleri sırasında hatalar (bilgisayara eksik /yanlış yazım gibi) yapılma ihtimalini ortaya çıkarmaktadır. Sonuç olarak uygulama çalışması ile Toprak Veri sisteminin, toprak haritalamasına yönelik arazi çalışmalarında etkin olarak kullanılabileceği, doğru ve güvenilir toprak harita ve verilerinin elde edilmesinde projelere katkı sağlayacağı görülmüştür.

Uygulama çalışmasında Toprak Veri Sistemini test etmek amacıyla hem tablet bilgisayar hem de akıllı telefon kullanılmıştır. Tablet bilgisayar (Samsung Galaxy TabESM-T560) ve çalışmanın yapıldığı tarih itibariyle maliyeti düşük-orta sınıfta bulunan akıllı telefon (Samsung S4) oldukça verimli şekilde çalışmıştır. Burada dikkat edilmesi gereken husus, günümüzde hemen herkesin kullandığı, maliyeti düşük bir akıllı telefon ile de sistemin çalışabiliyor olmasıdır. Mali açıdan bir kıyas yapmak gerekirse uygulama çalışmasında klasik yöntemle toprak haritala çalışmasını tatbik edebilmek için bir adet el GPS’si (Garmin Etrex 10), bir dijital fotoğraf makinesi (Cannon Ixus 185) ve çeşitli kırtasiye malzemeleri temin edilmiştir. Maliyeti aşağı çekmek için nispeten uygun fiyatlı seçilmiş el GPS’inin fiyatı uygulama çalışmasının yapıldığı dönem itibariyle yaklaşık 1 000 TL, dijital fotoğraf makinesinin fiyatı ise yaklaşık 900 TL’dir. Sahada kullanılan kırtasiye malzemelerin maliyeti ISO - A0 boyutundaki haritaların baskı fiyatları ile yaklaşık 150 TL olmuştur. Bu bağlamda

uygulama çalışmasında klasik yöntemi test etmek için ayrılmış bütçe kişi başı ortalama 2050 TL olmuştur. Toprak Veri Sistemini test etmek için kullanılan akıllı telefonun çalışmanın yapıldığı dönem itibariyle piyasa fiyatı yaklaşık 700 TL olup bu rakam saha çalışmasında kişi başı maliyeti olarak ta değerlendirilebilir. Her ne kadar kullanılan akıllı telefonun bedeli uygulama çalışmasında maliyet olarak değerlendirilmiş olsa da günümüzde bireylerin büyük bir bölümü zaten akıllı telefonları iletişim gibi nedenlerden dolayı aktif olarak kullanmaktadırlar. Dolayısıyla Android 5.0 ve üzeri sürümü yüklü bir akıllı telefona sahip saha personeli ek herhangi bir masraf yapmadan Toprak Veri Sistemi üzerinden saha çalışmalarını yürütebilir. Sistem bu manada kullanıcılara maliyet anlamında esneklik sağlamayı da amaçlamıştır.

Kaynak araştırması esnasında benzer çalışmalar incelenmiş olup Yomralıoğlu ve Döner'in 2005 yılında, Türk ve Hastaoğlu'nun 2007 yılında, Poorazizi ve ark.'ın 2008 yılında, Solmaz'ın 2010 yılında, Giardino ve arkadaşlarının 2010 yılında, Lwin ve Murayama'nın 2011 yılında, Xiaolin ve arkadaşlarının 2012 yılında yaptıkları çalışmalarda olduğu gibi genellikle 2012 yılı ve öncesi geliştirilmiş sistemlerin o dönemin teknolojik kısıtları nedeni ile daha dar çalışma alanına sahip oldukları ve geliştirilen bu sistemlerin sahadan toplanan verilerin el ile mobil cihazlara girilmesi, verilerin kısa mesaj servisleri (sms) üzerinden iletilmesi ve toplanan verilere ait konum bilgilerinin harici GPS cihazlarından elde edilmesi gibi yöntemleri kullandıkları belirlenmiştir. Bu ve benzeri çalışmalar günümüz mobil imkân ve yetenekler göz önüne alındığında güncelliğini yitirmiş gibi görünseler de bu tez çalışması gibi kendilerinden sonra yapılmış olan benzer uygulamalara ilham kaynağı olmuşlardır.

Omote ve Takata'nın 2014 yılında, Freire ve Painho'nun 2014 yılında, Ye ve arkadaşlarının 2014 yılında, Kangas ve arkadaşlarının 2015 yılında, Papadopoulos ve arkadaşlarının 2017 yılında, Stiglitz ve arkadaşlarının 2017 yılında, Olyazadeh ve arkadaşlarının 2017 yılında, yaptıkları çalışmalarda farklı amaçlar için sahadan veri toplamaya yönelik geliştirmiş oldukları mobil uygulama ve sistemler nispeten daha güncel olmakla beraber her bir sistem farklı yeteneklere sahip ve farklı konulara odaklanılarak geliştirilmiştir. Örneğin bu çalışmalardan bazıları sahadan doğru konum bilgisi ile veri toplamaya odaklanmışken bazıları mekânsal verilerin mobil cihaz üzerinden çekilen fotoğrafların dijital olarak yorumlanması prensibine göre tasarlanmıştır. Yine aynı şekilde bazı mobil uygulamalar sahada çalışma yapan kullanıcılara mobil cihazlar üzerinden veri sunmak üzere tasarlanmışken, bazı uygulamalar ana sunucudaki uzaktan algılama verileri gibi bazı veri setlerinin sahada

doğrulanması amacı için geliştirilmişlerdir. Bu bağlamda Toprak Veri Sistemi geliştirilmeye açık noktaları olsa da yetenekleri itibariyle kaynak araştırması sürecinde incelenen tüm bu sistemlerin bir sentezi gibi de değerlendirilebilir.

Toprak Veri Sistemi'nin pek çok avantajının yanında bazı potansiyel riskler barındırdığı da gözlenmiştir. Sistem tamamen dijital olarak çalıştığı için sahada kullanılan mobil cihazın teknik bir nedenden dolayı tamamen veya kısmen arızalanması toprak etüt çalışmasını olumsuz etkileyebilir. Bu sorunun önüne geçebilmek için sahada nispeten daha uygun fiyatlı yedek bir cihaz bulundurulabilir. Tüm soru ve veriler ana sunucuda olduğu için herhangi bir olumsuzlukta yeni cihaza aynı kullanıcı adı ve şifre ile girmek yeterli olacaktır. Toprak Veri Sistemi ile çalışılırken dikkat edilmesi gereken bir diğer husus, mobil cihazların şarj durumudur. Günümüzde çok güçlü batarya kapasitesine sahip mobil cihazlar da bulunmaktadır fakat bu cihazlarında maliyeti ciddi miktarda yüksektir. Bu dezavantajı bertaraf etmek için uygulama çalışması esnasında yedek güç kaynakları (powerbank) kullanılabilir.

4.4. Türkiye Ulusal Toprak Veri Tabanı Tasarımı

Ülkemizde toprak sınıflama ve haritalama çalışmaları, ilk defa 1951 yılında Tarım Bakanlığı bünyesinde Amerika Birleşik Devletleri vatandaşı Harwey Oakes başkanlığındaki bir ekip ile başlamış ve ilk olarak 1958 yılında 1:800.000 ölçekli Türkiye Toprak Haritası üretilmiştir. Daha sonra 1965 yılında Toprak Su Genel Müdürlüğü Avrupa Toprak Haritasının bir uzantısı olarak 1:25.000 ölçekli topoğrafik haritalardan da yararlanarak “Türkiye Geliştirilmiş Toprak Haritaları” etütlerine başlamıştır. Bu çalışmalarda, iller bazında 1:100.000 ölçekli “İllerin Toprak Kaynağı Envanter Raporları” ve 1:200.000 ölçekli 26 büyük su toplama havzasına göre düzenlenmiş “Havza Toprak Raporları” 1972 yılında sonuçlanmıştır (Özkalaycı ve ark., 2001).

1938 Amerikan sınıflandırma sistemine göre yapılmış mevcut toprak haritaları, pek çok sektörün cari ihtiyaçlarına cevap verememektedir. Bu sistem temel alınarak yapılmış çalışmalarda kontrol noktaları arasındaki uzaklık 1,5 km civarında tutulmuş bu da hassasiyeti düşürmüştür. 1965-1971 yılları arasında üretilen ve 1982-1984 yıllarında tekrar elden geçirilen 1:25.000 ölçekli toprak haritaları topoğrafik haritalar kullanılarak istikşafi olarak üretilmiş olup bu çalışmalarda topoğrafik haritalar kullanılması ve

imkânların sınırlı olması nedeniyle ormanlık alanlar gibi bazı yerlerde daha kaba, düz ve düze yakın alanlarda daha detaylı çalışılmıştır (Dengiz ve Gülser, 2014). Bahsi geçen harita “Büyük Toprak Grupları Haritası” adı ile anılmakta, tüm Türkiye’yi kapsayan tek bütüncül toprak verisi olması sebebiyle halen kullanılmaktadır (Şekil 4.41).



Şekil 4.41. Büyük Toprak Grupları Haritası

Yıllar içerisinde bakanlıkların (mülga Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı, mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı), çeşitli merkez ve bağlı kuruluşlarının Türkiye Ulusal Toprak Haritasının “Toprak Bilgi Sistemi”, “Toprak Veri Tabanı” ve “Ulusal Toprak Envanter Sistemi” gibi farklı isimlerle üretilmesine yönelik devam eden veya başarıya ulaşamamış projeleri olsa da henüz tüm kullanıcıların hizmetine açılmış ücretsiz, güncel ve toprak harita ve raporlarını kullanan sektörlere cevap verebilecek tüm Türkiye’yi kapsayan bir Ulusal Toprak Bilgi Sistemi/Veri Tabanı bulunmamaktadır. Güncel ve tüm Türkiye’yi kapsayan bir toprak haritasının varlığı ve tüm vatandaşlara ücretsiz olarak sunulması, kurum ve kuruluşların maliyetlerini düşürmesi ve farklı sektörlerden insanların güncel toprak harita ihtiyacını gidermesi açısından oldukça önemlidir (Dengiz ve Sarıoğlu, 2011). Bahsi geçen bir toprak veri tabanı özellikle toprak bilimi ile ilgilenen ve ülkenin geleceği için umut vadeden önemli araştırmalar yapan araştırmacılar için önemli bir kaynak haline geleceği değerlendirilmektedir.

Tez çalışmasının bu bölümünde Türkiye Ulusal Toprak Veri Tabanının kurulmasına yönelik proje ve faaliyetlere destek olmak amacı ile ilgili tüm sektörlerle cevap verebilecek bir toprak veri tabanı tasarımı yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı yeni

bir toprak haritalama metodu veya toprak veri sınıfı üretmek olmayıp çeşitli kurum ve sektörlerde kullanılan toprak verilerini biraraya getirmek suretiyle mümkün olan en geniş toprak veri ve harita kullanıcısına hizmet verebilecek bir veri tabanı tasarımı yapmaktır. Çalışmada veri tabanı tasarımından kastedilen, yazılımsal geliştirmeler olmayıp daha çok inisiyatif alacak kurum ve kuruluşlara yol göstermek amacı ile Veri Tabanı kolon yapısını oluşturan veri tiplerini tanımlamaktır. Bu çalışmada hangi veri tabanı yazılımların veya hangi CBS yazılımlarının kullanılması gerektiği gibi teknik detaylar inisiyatif alacak kurum ve kişilere bırakılmıştır. Bu kapsamda toprak veri, harita ve raporlarını en yoğun kullanan kurum ve sektör temsilcileriyle görüşmeler yapılarak onların talep ve değerlendirmeleri alınmış, ilgili belge ve dökümanlar temin edilmiştir.

Kurum ziyaretleri kapsamında öncelikle kamu kurumlarının ormancılık sektöründe hangi toprak verilerini kullandıklarını öğrenebilmek, toprak etüt ve haritalama çalışmaları hakkında bilgi alabilmek ve ilgili dokümanları temin edebilmek amacı ile Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde faaliyet gösteren Orman Genel Müdürlüğü ve Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü ziyaret edilmiştir. Orman Genel Müdürlüğü 1839 yılından beri faaliyet gösteren geniş bir ormancılık kültür ve tecrübesine sahip köklü bir kurumdur. Orman Genel Müdürlüğü'nün ormancılıkla ilgili pek çok faaliyeti bulunmakla beraber toprak harita ve etüt raporları; ağaçlandırma, erozyon kontrol, ormanlık alanlarda sel kontrol, ormanlık alanlarda çığ kontrol, ormanlık alanlarda heyelan kontrol, rehabilitasyon proje ve uygulamalarında kullanılmaktadır (URL 4).

Orman Genel Müdürlüğü, projeleri için toprak harita ve raporlarını kendi bütçesi ile üretmekte veya özel sektör üzerinden ihaleler yoluyla ettirmektedir. Orman Genel Müdürlüğü bünyesinde araziden toplanan toprak veri miktarı projeden projeye değişiklik göstermekle beraber en geniş hali ile toprağı tanımlayan 158 adet veri tipi kullanılmaktadır (Tablo 4.7). Tablo 4.7'de Orman Genel Müdürlüğü bünyesinde kullanılan farklı toprak tipleri bir araya getirilmiştir. Özellikle bazı veriler için farklı isim ve kısaltmalar kullanılmış olsa da anlamlarının aynı olduğu gözlenmektedir. Tablo 4.7'de sahada yaygın olarak kullanımın gösterimi amaçlanmış olup oluşturulacak toprak veri tabanı mimarisinde bu mükerrerlikler giderilecektir. Orman Genel Müdürlüğü projelerinde kullanılan örnek bir toprak etüt karnesi Şekil 4.42'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Orman Genel Müdürlüğü tarafından kullanılan toprak verileri

S.No	Toprak Verisi	S.No	Toprak Verisi	S.No	Toprak Verisi	S.No	Toprak Verisi
1	Sehir	41	Tuzluluk EC103	81	Ph_1/10	121	Miktarı
2	Proje_Adi	42	EC103 mm/hos	82	Ph_Doymus	122	Profil
3	Lab_No	43	Organik Madde	83	Total_Azot_Yuzdesi	123	Tekstur_Sınıfı
4	Bolme_No	44	Organik Madde Yüzdesi	84	Azot(N)_Yuzdesi	124	Tekstur
5	Ornek_No	45	Organik Madde Sınıfı	85	Azot(N)_ppm	125	Ekilecek Bitki_Tur
6	Saha_Profil_No	46	Kum Yüzdesi	86	Azot(N)	126	Parsel_No
7	Horizon	47	Kil yüzdesi	87	Azot_Sınıfı	127	Sıra_No
8	Derinlik_cm	48	Silt Yüzdesi	88	P2O5_ppm	128	Rapaor_No
9	Su_Ile_Doygunluk	49	Toz Yüzdesi	89	P2O5	129	Numune_No
10	Suyla Doymuşluk %	50	Toz+kil	90	K2O_ppm	130	No
11	Doygunluk	51	Kil+Silt Yüzdesi	91	K2O	131	Dusunceler
12	Su_Ile_Doygun_Cam_Ph	52	Mil Yüzdesi	92	P2O5_Kg/da	132	Degerlendirme
13	Su_Ile_Doymus_Toprak_Ph	53	Bünye	93	P2O5_KG/DK	133	Aciklamalar
14	Su_Ile_Doygun_Toprak_Yuzdesi	54	Bünye Sınıfı	94	K2O_Kg/da	134	İstenilen_Analiz
15	Bakı	55	Toprak Bünyesi	95	Jibs_Yuzdesi	135	Anakaya
16	Rakım	56	Mevkii	96	Bor_b_ppm	136	Konlaktive
17	Satur. %si İŞBA	57	Alındığı Yer	97	Bor_ppm	137	Taslılık_Yuzde
18	İşba	58	Köyü	98	Karbon/Azot_(C/N) Yuzdesi	138	Taslılık_Tanım
19	Saturasyon	59	İlçesi	99	Fosfor(P)_ppm	139	Organik_Karbon_Yuzde
20	Tuz_Ms/cm	60	Cinsi	100	Fosfor(kg/da)	140	Bikarbonat
21	Tuz %	61	Urun_Cinsi	101	Fosfor_Sınıfı	141	Klorür
22	Tuz_durumu	62	Toprak_Türü	102	Potasyum(K)_ppm	142	Sülfat
23	EC*10-3 mhos 1/2,5	63	Toprak Türü Kavak	103	Potasyum(kg/da)	143	Artık_SodyUm_Karbonat
24	EC*10-3_25Cde_mhos/cm	64	Toprak No	104	Kalsiyum(Ca)_ppm	144	Alkalilik
25	Tuzluluk_EC103_25C_mS/cm	65	Toprağın Yapısı	105	Magnezyum(Mg)_ppm	145	Kayıt_No
26	EC*103_25C_mS/cm	66	Toprak Tipi	106	Sodyum(Na)_ppm	146	Ca_me/100gr
27	ECx103_25_C_Milisimens/cm	67	Kireç Yüzdesi	107	Demir(Fe)_ppm	147	Mg_me/100gr
28	EC103_25C_mS/cm_Sınıfı	68	Kireç(%)	108	Bakır(Cu)_ppm	148	K_me/100gr
29	Toplam Tuz Yuzdesi	69	CaCO3 Yüzdesi	109	Çinko(Zn)_ppm	149	Koordinatlar
30	Tuzluluk	70	CaCO3 Yüzde Sınıfı	110	Manganez(Mn)_ppm	150	Sınır Değerleri
31	EC*10-3_25Cde_mmhos/cm	71	Total CaCO3 Yüzdesi	111	Nitrat(Ni)_ppm	151	Renk
32	Tuz mmhos/cm	72	Total Kireç Yüzdesi	112	Faydalı_Fosfor(P)	152	Sınıfı
33	EC_ppm	73	Total Kireç Sınıfı	113	Faydalı_K	153	Kg_Fosfat
34	Ec Tuzluluk Sınıfı	74	Kirec Sınıfı	114	Faydalı_Mg	154	F ppm
35	25 oC Total Tuz Yüzde	75	Aktif Kireç Yüzdesi	115	Faydalı_Bakır(Cu)	155	K ppm
36	Ec_ds/cm	76	Ph	116	Faydalı_Sodyum(Na)	156	Yarayışlı K
37	EC dS/m	77	Ph Sınıfı	117	Faydalı_Cinko(Zn)	157	Toplam N
38	Tuzluluk_Sınıfı	78	Ph 1/2,5	118	Faydalı_Manganez(Mn)	158	Toprak Tipi
39	Tuz MiksoS/Cm	79	Ph 1/5 SU	119	Faydalı_Ca		
40	Toplam Tuz dS/m	80	Ph_1/5_Su_Sınıfı	120	Faydalı_Fe		

ETÜDÜ YAPANLAR	PROFİL	Horizon			Toprak Türü					İskelet (Hacim %)				STRÜKTÜR	(Kireç %)				PH, Toprağın Reaksiyonu	dm ² de 2 mm den İnce Kök Dağılışı				Toprak Derinliği Mutlak (m), Fizyolojik (f)				
Barışoğlu	ADI	Derinlik Cm.	Renk	Kumlu Kil	Kumlu Balçık			Balçık	Kıllı Balçık	Kil	Az Tash	26-50 Orta Tash	51-80 Çok Tash	81-100 İskelet	0.2-1.5 Az Kireçli	1.5-10 Orta Kireçli	10-20 Çok Kireçli	>20 Kirece Zengin	1-5 Seyrek	6-10 Orta	11-20 Sık	21-50 Pek çok	0-30 Cm.	31-60 Cm.	61-90 Cm.	> 91 Cm		
TARİH: 30/10/2013	NOTLAR	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Fındık Y:360030 X:4513347	1	A	0-30	Açık gri								X			ORTA GRANÜLER	X				6.05		X			f			
		B	31-60	Açık gri								X			ORTA GRANÜLER	X				6.42	X				f			
		C	61-90	Açık gri								X			ORTA GRANÜLER	X				6.38	X					m		
Orman Y:359603 X:4512757	2	A	0-30	Koyu kahve	X							X			ORTA GRANÜLER	X				5.85		X			f			
		B	31-60	Açık gri				X				X			ORTA GRANÜLER	X				5.58		X				f		
		C	61-90	Açık gri				X				X			ORTA GRANÜLER	X				5.51		X					f	m
Fındık Y:362603 X:4511611	3	A	0-30	AKAHVE				X		X					ORTA GRANÜLER	X				5.97		X			f			
		B	31-60	AKAHVE						X	X				ORTA GRANÜLER	X				6.12		X				f		
		C	61-90	AKAHVE						X	X				ORTA GRANÜLER	X				5.85		X					m	
Orman Y:361010 X:4511247	4	A	0-30	Koyu Gri	X							X			ORTA GRANÜLER		X			7.80			X		f			
		B	31-60	Koyu Gri	X							X			ORTA GRANÜLER	X				8.03		X				f		
		C	61-90	Koyu Gri				X				X			ORTA GRANÜLER	X				7.85		X					f	m

Şekil 4.42. Orman Genel Müdürlüğü projelerinde kullanılan örnek bir toprak etüt karnesi

Ziyaret edilen diğer kurum ise çölleşme ve toprağın korunmasına yönelik faaliyetler gösteren Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü'dür. Genel Müdürlüğün başlıca görevleri toprağın korunmasına, su havzalarının geliştirilmesine, çölleşmenin önlenmesine yönelik proje ve politikalar geliştirmek, ilgili kurum ve üniversiteler ile koordinasyonu sağlamak şeklinde tanımlanmıştır (URL 5). Bu bağlamda Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü proje ve faaliyetlerinde toprak harita ve etüt karnelerini yoğun olarak kullanmaktadır. Ormancılık kültürüne sahip kurum genel anlamda Orman Genel Müdürlüğü tarafından kullanılan toprak veri kümesine dâhil verileri kullanmaktadır. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü projelerinde toprağın fiziksel özelliklerini kaydetmek için kullanılan etüt karnesi örneği Şekil 4.43'te verilmiştir.

ETÜDÜ YAPANLAR:	PROFİL NO	PROFİL ÖZELLİKLERİ																																			
		Horizon			Toprak Türü							İskelet (Hacim %)			STRÜKTÜR	Toplam Kireç (%)				PH, Toprağın Reaksiyonu	0-100 cm derinlikte 2 mm'den İnce Kükür Tozları				Toprak Suyu				Drenaj			Toprak Derinliği					
		ADI	Derinlik Cm.	Renk	Kum	Kumlu Balçık	Balçık	Ağır Balçık	Kil	Az Taşlı	26-50 Orta Taşlı	51-80 Çok Taşlı	81-100 İskelet	0-1.5 Kireçsiz-Az Kireçli	1.5-10 Orta Kireçli	10-20 Çok Kireçli	>20 Kirece Zengin	1-5 Seyrek	6-10 Orta	11-20 Sık	21-50 Pekçok	Taban suyu	Yamaç Sızıntı Suyu	Durgun su	Aşırı	İyi	Orta	Yetersiz	0-30 cm (sığ)	31-60 cm (orta derin)	61-120 cm (derin)	120 cm - > (çok derin)					
TARİH/İMZA :	NOTLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	

Şekil 4.43. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü projelerinde toprağın fiziksel özelliklerini kaydetmek için kullanılan etüt karnesi örneği

Çalışma kapsamındaki bir diğer kurum ziyareti ise yine Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde faaliyet gösteren Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'ne yapılmıştır. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, taşkın koruma faaliyetleri, sulu ziraatı yaygınlaştırma, hidroelektrik enerji üretme, büyük şehirlere içme suyu temini gibi görevleri yürütmektedir (URL 6). Tarımsal alanlardaki sulama ve alt yapı hizmetleri de yine Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğunda olup proje planlamalarının bir bölümünü toprak harita ve raporları oluşturmaktadır. Bu bağlamda Genel Müdürlük bünyesinde fiziksel ve kimyasal olmak üzere toprağa ait toplam 27 farklı veri tipi kullanılmaktadır (Tablo 4.8). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü projelerinde kullanılan toprak veri karnesi örneği Şekil 4.44'te verilmiştir.

Tablo 4.8. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından kullanılan toprak verileri

S.No	Toprak Verisi	S.No	Toprak Verisi
1	Profil no	15	Bünye I
2	Derinlik (cm)	16	Su ile doygunluk %
3	Bünye (I)	17	Toplam tuz %
4	Tarla kapasitesi (1/3 atm % rutubet)	18	Çamur
5	Solma noktası (15atm %rutubet)	19	1/5
6	Volüm ağırlık (g/cm ³)	20	2 saat
7	Toplam faydalı rutubet	21	6 saat
8	Çukur no	22	24 saat
9	Profil derinliği(cm)	23	48 saat
10	Bünye	24	Jips me / 100 g
11	Kireç(hcl)	25	Bor ppm
12	Kum%	26	Organik madde %
13	Silt%	27	Kireç %
14	Kil%		

Sayfa Page	2 / 5		DSİ ETÜT, PLANLAMA VE TAHSİSLER DAİRESİ BAŞKANLIĞI Su ve Toprak Laboratuvarı Şube Müdürlüğü DSİ Etlik Tesisleri 06110 Etlik / ANKARA Tel: (0312) 341 21 60 / 3368 Faks: (0312) 342 32 20 e-posta: etudplan@dsi.gov.tr Elektronik Ağ: www.dsi.gov.tr										DSİ							
													13-0241							
Numuneyi Gönderen :											Numune Kabul Tarihi :									
Ait Olduğu Proje :											Deney Başlama Tarihi :									
Numune Tarihi :	Toprak Numunesi										Deney Bitiş Tarihi :									
TOPRAK ANALİZ RAPORU																				
Lab. No	Arazi Gözlemleri				Mekanik Analiz				Su ile Doy. (%) (2)	Toplam Tuz (%) (3)	pH (4)		Bozulmuş Örnekte Geçirgenlik (cm/saat) (5)				Jips me/100g (6)	Bor ppm (7)	Organik Madde (%) (8)	Kireç (%) (9)
	Çukur No	Profil der. (cm)	Bünye	Kireç (HCl)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye (1)			Çamur	1/5	2. saat	6. saat	24. saat	48. saat				
13-0241- 1	1	0-30	SL		66,0	18,0	16,0	SL	39	<0,030	6,00	6,64	7,54	7,67	7,80					
13-0241- 2		30-60	SL		64,0	18,0	18,0	SL	38	<0,030	5,90	6,46	7,15	7,28	7,41					
13-0241- 3	2	0-30	SL		63,2	20,0	16,8	SL	40	0,034	6,82	7,61	6,37	6,50	6,63					
13-0241- 4		30-60	SCL						43	0,032	6,99	7,68	3,25	3,38	3,51					
13-0241- 5		60-90	SC						42	0,031	6,79	7,29	2,99	3,12	3,25					
13-0241- 6		90-120	SL						35	0,030	7,14	7,82	6,37	6,50	6,63					
13-0241- 7	3	0-30	SL		70,0	14,0	16,0	SL	36	<0,030	5,40	5,98	6,24	6,37	6,50					
13-0241- 8		30-60	C		45,2	20,0	34,8	SCL-CL	51	0,078	6,92	7,56	0,91	0,91	1,04					
13-0241- 9		60-90	C						84	0,074	7,67	8,38	0,52	0,52	0,52					
13-0241- 10		90-120	C						87	0,071	7,65	8,25	0,13	0,13	0,13					
13-0241- 11	4	0-30	C		44,0	14,0	42,0	C	79	0,100	6,89	7,56	0,78	0,78	0,91					
13-0241- 12		30-60	C						86	0,085	7,07	7,72	0,52	0,52	0,52					
13-0241- 13		60-90	C						78	0,068	6,85	7,47	0,91	0,91	1,04					
13-0241- 14	5	0-30	SCL		56,0	18,0	26,0	SCL	50	0,041	6,54	7,12	3,25	3,38	3,51					
13-0241- 15		30-60	C						55	0,043	6,88	7,31	3,90	4,03	4,16					
13-0241- 16		60-90	SCL						55	0,047	6,89	7,49	4,03	4,16	4,29					
13-0241- 17		90-150	SCL						42	<0,030	6,84	7,64	4,16	4,29	4,42					
13-0241- 18	6	0-30	SCL		67,2	12,0	20,8	SCL	48	0,043	6,69	7,25	3,25	3,38	3,51					
Deney Sorumlusu										Onaylayan										
Ziraat Mühendisi										Ziraat Yük. Mühendisi				Şube Müdürü						
Notlar: 1) Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. 2) Bu rapor B 23 1 DSI 0 10 14 00/205 02 (13-0241) sayılı bu yazı ile bir bittir. 3) Deney tekrarı istenmesi halinde laboratuvarımızda numune kalmamıştır. □ / Şahit numune 1 yıl sonunda imha edilecektir. ■ 4) Bu raporun EDYS sisteminde bulunan nüshası geçerlidir. Bu rapor, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Elektronik imzalı olanlar hariç, imzasız ve mühürlü raporlar geçersizdir. This report shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Unless electronically signed, testing reports without signature and seal are not valid.																				

Şekil 4.44. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü projelerinde kullanılan toprak veri karnesi örneği

Özellikle tarım sektöründe kullanılan toprak verileri hakkında bilgi alabilmek, kendi çalışmalarında toprak verisi kullanan ve yine Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde faaliyet gösteren Tarım Reformu Genel Müdürlüğü ve Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlükleri de ziyaret edilmiştir. Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, kırsal alanlarda arazi kalitesini yükseltmeye yönelik projeler yapmak, toprak ve sulama suyu analiz laboratuvarlarının kuruluş esaslarını belirlemek, tarımsal arazilerin parçalanmasını engellemek, tarımsal verileri toplamak, istatistikler üretmek gibi görevleri yerine getirmektedir (URL 7). Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesi için araştırmalar yapmak, tarımsal ürün piyasalarındaki gelişmeleri izlemek, bakanlığa bağlı araştırma kuruluşlarını denetlemek, gıda ve yem konusunda araştırmalar yapmak gibi görev ve sorumluluklara sahiptir (URL 8).

Özellikle Tarım Reformu Genel Müdürlüğü bakanlık bünyesinde bulunan birimlere tarımsal proje ve faaliyetler için toprak verileri sunmaktadır. Tarım sektöründe toprak harita ve raporları genel olarak bitkisel üretimin desteklenmesi, toprağın korunması ana başlıkları altındaki proje ve faaliyetlerde kullanılmaktadır. Toprak harita ve raporlarının yoğun olarak kullanıldığı arazi toplulaştırma faaliyetleri bu anlamda

hem toprağın korunması ve verimliliğın artırılması hem de bitkisel üretimin geliştirilmesi amaçlarına hizmet etmektedir.

Kırsal bölgelerden tarımsal anlamda en yüksek düzeyde fayda sağlamak ve kalkınmayı desteklemek amacı ile farklı sebeplerden dolayı dağınık halde bulunan parsellerin uygun mevzuat ve metodoloji ile birleştirilmesi, düzenlenmesi ve şekillendirilmesi işlemine arazi toplulaştırması adı verilmektedir (Beste ve Çay 2019). 2018 yılına kadar arazi toplulaştırma faaliyetleri Tarım Reformu Genel Müdürlüğü tarafından yönetilmekte iken 2018 yılından itibaren bu görev Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'ne verilmiştir. Kurum ziyareti bu devirden önce gerçekleşmiş olup, arazi toplulaştırma faaliyeti tarımsal bir faaliyet olduğu için arazi toplulaştırması projeleri için kullanılan veriler de bu bölümde sunulmuştur. Her iki genel müdürlük ile yapılan görüşmeler sonunda 47 adet toprak veri tipinin kullanıldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Tarım Reformu Genel Müdürlüğü ve Tarımsal Araştırmalar ve Politiklar Genel Müdürlüğü tarafından kullanılan toprak verileri

S.No	Toprak Verisi	S.No	Toprak Verisi	S.No	Toprak Verisi	S.No	Toprak Verisi
1	Profil_No	13	Toplam_Cd	25	Kil	37	ESP
2	Derinlik_C	14	Toplam_Cr	26	Silt	38	Bor_ppm
3	N	15	Toplam_Cu	27	Bunye_Sini	39	Smektit
4	C_N	16	Toplam_Ni	28	HA__gr_cm3	40	Kaolinit
5	Organik_Ma	17	Toplam_Zn	29	Tarla_Kapa	41	Poligorski
6	Organik_Ka	18	Toplam_Hg	30	Solma_Nokt	42	İllit
7	inorganik	19	Su_ile_Doy	31	Yarayışlı	43	Klorit_Ver
8	Alınabilir	20	Toplam_tuz	32	Ca_meq_l	44	Kuvars
9	ppm_K	21	Su_ile_D_1	33	Mg_meq_l	45	Proje_adi
10	ppm_P	22	Ec_dS_m	34	Ca_Mg_me_l	46	X Koordinat
11	Toplam_Fe	23	Kireç__CaC	35	Na_meq_l	47	Y Koordinat
12	Toplam_Pb	24	Kum	36	SAR		

Anket çalışmasında özel sektör temsilcileri ile yapılan görüşmelerde kendilerine detaylı olarak hangi toprak verilerini kullandıkları sorusu da yöneltilmiştir. Bu bağlamda özel sektör temsilcilerinin firmalar veya kişiler üzerinden yürüttükleri proje ve faaliyetlerin genellikle yukarda bahsi geçen bir kuruma sunulmak üzere yapıldığı ve dolayısıyla bu kamu kurumlarının talep ettiği ve kullandığı toprak verilerini araziden topladıkları ve kullandıkları gözlemlenmiştir. Özel sektör kurum ve kuruluşlarının büyük oranda kamu kurumlarının sorumluluğunda olan proje ve faaliyetlerde toprak

verilerini kullandıkları bilgisi, kamu kurum temsilcileri ile yapılan görüşmelerde de doğrulanmıştır. Tüm bu bilgiler ışığında özel sektörün yukarıda bahsi geçen kamu kurumlarının belirlemiş olduğu toprak standartlarını kullandıkları ve yine bu kurumlar tarafından ürettikleri ve kullandıkları toprak verileri tarafından denetlendikleri söylenebilir.

Aynı şekilde anket çalışmasına katılan toprak bilimci veya çalışmalarında toprak verisi kullanan akademisyenler ile yapılan görüşmelerde, üzerinde çalıştıkları araştırma ve projelerin kimi zaman çok farklı toprak verilerini gerektirdiğini ama kamuya açık proje ve faaliyetlerde kendilerinin de tarım ve orman sektörünün kullanmış olduğu toprak verilerini kullandıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca toprak harita ve raporlarını projelerinde kullanan pek çok kamu kurum ve kuruluşunun toprak verilerine ait standartların belirlenmesine ve toprak haritalama çalışma metodolojilerinin geliştirilmesine yönelik çalıştay ve çalışma gruplarında bulunduklarını eklemişlerdir.

Kamu kurumları, özel sektör ve akademisyenler dışında toprak verilerini kullanan bir diğer kesim ise bireysel kullanıcılar yani vatandaşlardır. Vatandaşlar genellikle ekim dikim planlaması öncesinde veya verimlilikle ilgili sorunların tespiti için tarlalarındaki toprağın verimliliğini öğrenmek için arazilerinden toprak numunesi alıp toprak laboratuvarlarında analiz ettirmektedirler. Bu noktada bireysel toprak veri kullanıcılarının etkisi geniş ölçekte olmasa da toprak örneklerini analiz ettirdikleri toprak laboratuvarlarının büyük bir kısmı ilgili kamu kurumlarına bağlı çalışmakta, özel laboratuvarlarda bu kurumların belirlediği toprak standartlarını kullanmaktadırlar. Dolayısıyla vatandaşlar da topladıkları toprak numunelerini analiz ettirdiklerinde yukarıda bahsi geçen kurumların kullandıkları toprak veri tiplerini elde etmektedirler.

Mümkün olan en geniş kitlenin kullanabileceği bir toprak veri tabanı tasarımı yapabilmek için öncelikle kurum ziyaretlerinden elde edilen tablo ve belgeler birleştirilmiştir. Bu birleştirme sonunda aynı anlamı ifade eden tanımlar sadeleştirilmiştir (kireç, kireç%, gibi). Sadeleştirilmiş bu toprak verilerinin daha kolay anlaşılabilmesi ve tasarlanan proje ve uygulamalarda daha pratik bir şekilde yer alabilmesi amacıyla özelliklerine göre “fiziksel “ve ”kimyasal” olmak üzere iki farklı kolonda gruplandırılmıştır. Toprağın fiziksel özellikleri, daha çok sahada çalışmalarında elde edilen veriler olmakla beraber kimyasal özellikler alınan numunelerin laboratuvar analiz sonuçları sonrasında elde edilmektedir. Kimyasal analizler her uygulamada farklılık gösterdiği için tasarlanan taslak veri tabanı kolon yapısı fiziksel veri tabanına göre daha geniş olmuştur.

Bu ilk yüzeysel diye nitelendirebileceğimiz sadeleştirme sonrasında 45 adeti fiziksel toprak veri sınıfı (Tablo 4.10), 135 adeti kimyasal toprak veri sınıfı (Tablo 4.11) olmak üzere toplam 180 adet toprak veri türü elde edilmiştir.

Tablo 4.10. Fiziksel Özellikler için Ulusal Toprak Veri Tabanı taslak kolon yapısı

S.No	Toprak verisi	S.No	Toprak verisi	S.No	Toprak verisi
1	Proje_Kodu	16	Bakisi	31	Karısım_oranları%
2	Şehir	17	Eğim%	32	Toprak_tipi
3	Proje_Adı	18	Arazi_Yüzey_sekli	33	X
4	Bölme_No	19	Jeolojik_temel_ve_Anatasi	34	Y
5	Profil_No	20	Toprağın_derinligi	35	Bünye
6	Horizon_Adı	21	Toprağın_derinligi_Mutlak	36	Şehir Adı
7	Horizon_Derinlik	22	Toprağın_derinligi_Fizyolojik	37	parsel no
8	Horizon_renk	23	Toprak_suyu	38	numune no
9	Toprak_turu	24	Drenaj	39	köyü
10	İskelet(Hacim%)	25	Humus_formu	40	ilçesi
11	Struktur	26	Diri_ortu_turleri	41	Toprağın yapısı
12	kirec%	27	Dip_kutuk_capi(cm)	42	Lab no (eklenebilir)
13	Ph	28	Dip_kutuk_sikligi	43	Bölme No
14	Kök_Dagilisi	29	Kapalılık	44	tuz %
15	Denizden_yuk(rakım)	30	Ort_boy	45	kum%

Tablo 4.11 Kimyasal Özellikler için Ulusal Toprak Veri Tabanı taslak kolon yapısı

S.No	Toprak Verisi	S.No	Toprak Verisi	S.No	Toprak Verisi
1	Ornek_No	46	Total_Kireç_Yuzdesi	91	Faydalı_Manganez(Mn)
2	Su_Ile_Doygunluk	47	Total_Kireç_Sınıfı	92	Faydalı_Ca
3	Suyla Doymuşluk %	48	Kirec_Sınıfı	93	Faydalı_Fe
4	Doygunluk	49	Aktif_Kireç_Yuzdesi	94	Miktarı
5	Su_Ile_Doygun_Cam_Ph	50	Ph_Sınıfı	95	Tekstur_Sınıfı
6	Su_Ile_Doymus_Toprak_Ph	51	Ph_1/2,5	96	Tekstur
7	Su_Ile_Doygun_Toprak_Yuzdesi	52	Ph_1/5_SU	97	Ekilecek_Bitki_Tur
8	Satur.%si İŞBA	53	Ph_1/5_Su_Sınıfı	98	Sıra_No
9	İşba	54	Ph_1/10	99	Rapaor_No
10	Saturasyon	55	Ph_Doymus	100	Dusunceler
11	Tuz_Ms/cm	56	Total_Azot_Yuzdesi	101	Degerlendirme
12	Tuz_durumu	57	Azot(N)_Yuzdesi	102	Aciklamalar
13	EC*10-3 mhos 1/2,5	58	Azot(N)_ppm	103	İstenilen_Analiz
14	EC*10-3_25Cde_mhos/cm	59	Azot(N)	104	Anakaya
15	Tuzluluk_EC103_25C_mS/cm	60	Azot_Sınıfı	105	Konlaktive
16	EC*103 25C mS/cm	61	P2O5_ppm	106	Taslılık_Yuzde
17	ECx103_25_C_Milisimens/cm	62	P2O5	107	Taslılık_Tanım
18	EC103_25C_mS/cm_Sınıfı	63	K2O_ppm	108	Organik_Karbon_Yuzde
19	Toplam_Tuz_Yuzdesi	64	K2O	109	Bikarbonat
20	Tuzluluk	65	P2O5_Kg/da	110	Klorür
21	EC*10-3_25Cde_mmhos/cm	66	P2O5_KG/DK	111	Sülfat
22	Tuz_mmhos/cm	67	K2O_Kg/da	112	Artık_SodyUm_Karbonat
23	EC_ppm	68	Jibs_Yuzdesi	113	Alkalilik
24	Ec_Tuzluluk_Sınıfı	69	Bor_b_ppm	114	Kayıt_No
25	25_oC_Total_Tuz_Yuzde	70	Bor_ppm	115	Ca_me/100gr
26	Ec_ds/cm	71	Karbon/Azot_(C/N)Yuzdesi	116	Mg_me/100gr
27	EC dS/m	72	Fosfor(P)_ppm	117	K_me/100gr
28	Tuzluluk_Sınıfı	73	Fosfor(kg/da)	118	Sınır_Degerleri
29	Tuz_MiksoS/Cm	74	Fosfor_Sınıfı	119	Kg_Fosfat
30	Toplam_Tuz_dS/m	75	Potasyum(K)_ppm	120	F_ppm
31	Tuzluluk_EC103	76	Potasyum(kg/da)	121	K_ppm
32	EC103_mm/hos	77	Kalsiyum(Ca)_ppm	122	Yarayıslı_K
33	Organik_Madde	78	Magnezyum(Mg)_ppm	123	Toplam_N
34	Organik_Madde_Yuzdesi	79	Sodyum(Na)_ppm	124	Toprak_Tipi
35	Organik_Madde_Sınıfı	80	Demir(Fe)_ppm	125	SAR__
36	Kum_Yuzdesi	81	Bakır(Cu)_ppm	126	ESP__
37	Kil_Yuzdesi	82	Çinko(Zn)_ppm	127	Bor_ppm
38	Silt_Yuzdesi	83	Manganez(Mn)_ppm	128	Smektit
39	Toz_Yuzdesi	84	Nitrat(Ni)_ppm	129	Kaolinit
40	Toz+kil	85	Faydalı_Fosfor(P)	130	Poligorski
41	Kil+Silt_Yuzde	86	Faydalı_K	131	İllit
42	Mil_Yuzdesi	87	Faydalı_Mg	132	Klorit_Ver
43	CaCO3_Yuzdesi	88	Faydalı_Bakır(Cu)	133	Kuvars
44	CaCO3_Yuzde_Sınıfı	89	Faydalı_Sodyum(Na)	134	Tarla_Kapa
45	Total_CaCO3_Yuzdesi	90	Faydalı_Cinko(Zn)	135	jips me / 100 g

Elde edilmiş bu taslak veri tabanı kolon yapısı uzmanların desteği ile tekrar incelenmiş ve aynı anlamı ifade eden veya aynı sonucu veren veri tipleri de elenmiştir. Bu eleme sonrasında toprağın fiziksel özelliklerine yönelik veri tipi sayısı aynı kalmış, kimyasal özelliklerine yönelik veri tipi sayısı ise 89 adete düşmüştür (Tablo 4.12).



Tablo 4.12 Ulusal Toprak Veri Tabanı Kolon Yapısı

Fiziksel Özellikler					
S.No	Toprak verisi	S.No	Toprak verisi	S.No	Toprak verisi
1	Proje_Kodu	16	Bakisi	31	Karışım_oranları%
2	Şehir	17	Eğim%	32	Toprak_tipi
3	Proje_Adı	18	Arazi_Yüzey_sekli	33	X
4	Bolme_No	19	Jeolojik_temel_ve_Anatasi	34	Y
5	Profil_No	20	Topragın_derinligi	35	Bünye
6	Horizon_Adı	21	Topragın_derinligi_Mutlak	36	Şehir Adı
7	Horizon_Derinlik	22	Topragın_derinligi_Fizyolojik	37	parsel no
8	Horizon_renk	23	Toprak_suyu	38	numune no
9	Toprak_turu	24	Drenaj	39	köyü
10	İskelet(Hacim%)	25	Humus_formu	40	ilçesi
11	Struktur	26	Diri_ortu_turleri	41	Toprağın yapısı
12	kireç%	27	Dip_kutuk_capi(cm)	42	Lab no (eklenebilir)
13	Ph	28	Dip_kutuk_sikligi	43	Bölme No
14	Kok Dagilisi	29	Kapalilik	44	tuz %
15	Denizden_yuk(rakım)	30	Ort_boy	45	kum%
Kimyasal Özellikler					
S.No	Toprak Verisi	S.No	Toprak Verisi	S.No	Toprak Verisi
1	Ornek_No	31	Karbon/Azot (C/N) Oranı	61	İnorganik N (NH ₄ -N + NO ₃ -N) (mg/kg)
2	Su ile doygunluk (%)	32	Yetiştirilecek bitki çeşidi	62	Fosfor (P) (mg/kg)
3	Su ile doygunlukta pH	33	Sıra_No	63	Fosfor (kg P ₂ O ₅ /da)
4	pH (1:2.5; t:su)	34	Rapor No	64	Potasyum (K) (mg/kg)
5	ECx10-6 (1:5; t:su) mikroS/cm	35	Rapor tarihi	65	Potasyum (kg K ₂ O/da)
6	ECx10-6 (doygunlukta) mikromhos/cm	36	Taşlılık (%)	66	Kalsiyum (Ca) (mg/kg)
7	Tuzluluk (doygunlukta) (%)	37	KDK (me/100 g)	67	Magnezyum (Mg) (mg/kg)
8	Organik madde (%)	38	Sınır Degerleri	68	Kükürt (S) (mg/kg)
9	Kil (%)	39	Tarla Kapasitesi (%)	69	Sodyum (Na) (mg/kg)
10	Silt (%)	40	Solma Noktası (%)	70	Değişebilir Sodyum Yüzdesi (%)
11	Kum (%)	41	Faydalı Su Kapasitesi (%)	71	Demir (Fe) (mg/kg)
12	Toplam kireç (CaCO ₃) (%)	42	Gübreleme Önerileri	72	Çinko (Zn) (mg/kg)
13	Aktif kireç (%)	43	Kontrol eden, Yorumlayan, Öneren	73	Mangan (Mn) (mg/kg)
14	Toplam azot (mg/kg)	44	Analizi Yapan(lar)	74	Bakır (Cu) (mg/kg)
15	İnorganik N (NH ₄ -N + NO ₃ -N) (mg/kg)	45	Onaylayan (İmzalayan)	75	Bor (B) (mg/kg)
16	Fosfor (P) (mg/kg)	46	Su ile doygunluk (%)	76	KDK (me/100 g)
17	Fosfor (kg P ₂ O ₅ /da)	47	Su ile doygunlukta tekstür (bünye) sınıfı	77	Karbon/Azot (C/N) Oranı
18	Potasyum (K) (mg/kg)	48	Kil (%)	78	Jibs (CaSO ₄ .2H ₂ O) (%)
19	Potasyum (kg K ₂ O/da)	49	Silt (%)	79	Yetiştirilecek bitki çeşidi
20	Kalsiyum (Ca) (mg/kg)	50	Kum (%)	80	Rapor No
21	Magnezyum (Mg) (mg/kg)	51	Tekstür (bünye) sınıfı	81	Rapor tarihi
22	Kükürt (S) (mg/kg)	52	Su ile doygunlukta pH	82	Sınır Degerleri
23	Sodyum (Na) (mg/kg)	53	pH (1:2.5; t:su)	83	Tarla Kapasitesi (%)
24	Değişebilir Sodyum Yüzdesi (%)	54	ECx10-6 (1:5; t:su) mikroS/cm	84	Solma Noktası (%)
25	Demir (Fe) (mg/kg)	55	ECx10-6 (doygunlukta) mikromhos/cm	85	Faydalı Su Kapasitesi (%)
26	Çinko (Zn) (mg/kg)	56	Tuzluluk (doygunlukta) (%)	86	Gübreleme Önerileri
27	Mangan (Mn) (mg/kg)	57	Toplam kireç (CaCO ₃) (%)	87	Kontrol eden, Yorumlayan, Öneren
28	Bakır (Cu) (mg/kg)	58	Aktif kireç (%)	88	Analizi Yapan(lar)
29	Bor (B) (mg/kg)	59	Organik madde (%)	89	Onaylayan (İmzalayan)
30	Jibs (CaSO ₄ .2H ₂ O) (%)	60	Toplam azot (mg/kg)		

Tez çalışmasının bu bölümünde Türkiye'deki toprak harita verilerini üreten, kullanan ve destekleyen ana kurum ve kuruluşlar ile görüşmeler yapılmış ve gerek kamuda gerek özel sektörde çeşitli amaçlar için kullanılan temel toprak veri türleri elde edilmiştir. Elde edilen veri tipi sayısı farklı sektörlerden ilgililere veri sunabilecek bir toprak veri tabanının çekirdeğini oluşturmaktadır. Dolayısıyla kurulacak bir toprak veri tabanının yazılımsal olarak ta yeni toprak veri türlerini eklemeye ve kolay paylaşım imkân tanıyan özelliklere sahip olması gerektiği düşünülmektedir.

Ulusal Toprak Veri Tabanının, önemli sorunlardan biri olan kurumlar arası veri paylaşım problemini de büyük ölçüde ortadan kaldırılacağı düşünülmektedir. Özellikle toprak verisi üreten kurum ve paydaşların CBS destekli yazılım ve sistemler üzerinden veri tabanını güncel tutma imkânı bulunmaktadır. Bu bağlamda Ulusal Toprak Veri Tabanının mümkün olan en esnek ve modern yazılım ve sistemler ile kurulmasının ileriki yıllarda da fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Toprak harita ve verilerinin ortak bir platform üzerinden kullanıcılara başarılı bir şekilde sunulması farklı sektörler için de faydalı olabilecektir.

Toprak veri tabanı tasarımı fiziksel ve kimyasal olarak iki bölümde gruplandırılmıştır. Bu şekilde gruplandırmanın diğer bir amacı ise geliştirilen Toprak Veri Sistemi'nin muhtemel bir Ulusal Toprak Veri Tabanı kurulum çalışmasında sahadan toprak verilerini standart bir şekilde toplama hedefine destek olabilmektir. Bu çalışmadan ilham alınarak yürütülecek projelerde Toprak Veri Sistemi'ne veya benzer sistemlere laboratuvarlardan elde edilen toprak analiz verilerinin de eklenmesi ve doğrudan toprak veri tabanına aktarılması mümkün olabilir.

Türkiye Ulusal Toprak Veri Tabanının geliştirilme çalışmalarının toprak verisi üreten ve kullanan kurumlar arasındaki diyalogun ve işbirliğinin artmasına katkıda bulunacağı değerlendirilmektedir. Bunun gerçekleştirilmesi için bu çalışmalara oldukça fazla kurum ve sektörden katılımın sağlanması gerekmektedir.

Bilindiği gibi toprak harita ve verileri pek çok çalışmada altlık veri olarak kullanılmaktadır. Tez çalışmasının bu kısmında bir anlamda sektörün talepleri ve alışkanlıkları değerlendirilerek hangi toprak verilerinin projelerde altlık veri olarak kullanılması gerektiğine ışık tutulmak istenmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Toprak; tarım, gıda, orman, şehircilik ve hatta iklim değişikliği gibi konular üzerinden her insanın yaşamını doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen önemli bir doğal kaynaktır. Bu doğal kaynağın envanterinin çıkartılması ve kullanıma hazır hale getirilmesi için sahadan yeterli miktarda numune toplanmakta, bu numunelerden elde edilen kimyasal ve fiziksel özellikler kullanılarak toprak haritaları üretilmektedir. Bilgisayar destekli harita üretiminin olmadığı veya kısıtlı olduğu dönemlerde toprak haritaları tamamen el ile üretilmekte ve kâğıt ortamında saklanmaktadırlar. Bilgisayar destekli çizim yazılımlarının (CAD) gelişmesi ile toprak haritaları bilgisayar ortamında üretilmeye ve dijital olarak saklanmaya başlanmıştır. CBS ve Web tabanlı harita uygulamalarının yaygınlaşması da toprak entanver ve harita üretim faaliyetlerine olumlu katkı sağlamıştır.

Bu teknolojik gelişmeler bürodaki toprak harita üretim sürecine olumlu katkı sağlıyor olsalar da asıl önemli husus, bu süreçte kullanılan toprak verilerinin kalitesidir. Toprak harita üretimine yönelik yürütülen saha çalışmaları kapsamında elde edilen toprak profil bilgilerinin doğruluğu ve hassasiyeti son ürün olan toprak haritalarını doğruluğunu doğrudan etkilemektedir.

Konu ile ilgili literatür incelendiğinde; daha önce yapılmış olan çalışmaların sahadan toplanan toprak profil bilgilerinin doğruluğu ve hassasiyetinden çok çoğunlukla eldeki toprak verileri veya uzaktan algılama gibi farklı veri setleri ile toprak harita üretimine odaklandığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmada ise, sahadan elde edilen toprak profil verilerinin kalitesi toprak harita üretim sürecinin en önemli unsuru olduğu için toprak profil verilerinin Mobil CBS ve Web teknolojileri yardımıyla sahadan hızlı ve doğru bir şekilde elde edilebilmesi, toprak etüt ve haritalama çalışmalarına yönelik yürütülen saha çalışmalarının daha iyi planlanması, yönetilebilmesi ve doğruluğu yüksek toprak haritaları üretebilmesi için Toprak Veri Sistemi isminde Web tabanlı Mobil CBS yazılımı geliştirilmiştir.

Günümüzde internet erişiminin kolaylaşması, bağlantı hızlarının, hemen her kesime yönelik mobil cihazların piyasaya sürülmesi, insanların hareket kabiliyetlerini yitirmeden bilgiye ulaşım isteği ve sosyal medyanın gücünü artırması gibi nedenlerden dolayı akıllı telefonlar başta olmak üzere mobil cihaz kullanım yaş aralığı gittikçe genişlemiştir. Yapılan anket çalışması da katılımcıların büyük kısmının Android işletim

sistemi ile çalışan bir akıllı telefona veya tablet bilgisayara sahip olduğunu göstermiştir. Bu yüzden, Toprak Veri Sistemi kullanıcıların maliyet olarak nispeten daha kolay ulaşabilecekleri Android işletim sisteminde ve kullanıcıların mobil uygulama alışkanlıklarına uyumlu şekilde geliştirildiği için kullananların sisteme adapte olma süreleri oldukça kısa sürmüştür bu da yürütülen toprak etüt ve haritalama çalışmalarının daha etkin bir şekilde yürütülmesine olumlu katkı sağlamıştır.

Sistemin daha fazla kullanıcıya ulaşması için ileriki süreçte IOS ve Windows Mobile gibi kullanıcı sayısı fazla olan diğer mobil platformlara da uyarlanması da gerekmektedir. Ayrıca sistemin mobil uygulamasına ait kurulumunun bu platformların uygulama marketlerinden (Google Playstore, Appstore..vb) kullanıcılara sunulması ve yazılımda yapılacak güncellemelerin yine bu mobil marketler üzerinden kullanıcılara ulaştırılması Toprak Veri Sistemi'nin kullanımı ve erişilebilirliği açısından son derece önemlidir.

Uygulama çalışmasında arazide profil noktalarına intikal ederken zaman zaman yön bulmada sorunlar yaşandığı gözlenmiştir. Bu yüzden Toprak Veri Sistemine navigasyon özelliğinin eklenmesinin yararlı olacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca, yeterli tecübeye sahip olmayan personelin hata oranını düşürmek amacıyla toprak profil bilgilerinin sisteme girişi sırasında ekranda görüntülenecek bazı klavuz tanımlama kartlarının da eklenmesinin (toprak renkleri, kök dağılımı, toprak tipi vb.) yararlı olacağı da düşünülmektedir.

Toprak Veri Sisteminin Web arayüzü aynı zamanda bir harita portalı şeklinde geliştirilmiş olup mesafe, alan, koordinat sorguları gibi temel CBS analiz özellikleri ve nispeten temel düzeyde çıktı alma özelliği bulunmaktadır. Daha geniş zaman ve mali imkânlar ile bu temel CBS analiz araçlarına yenilerinin eklenmesi, daha detaylı bir çıktı arayüzünün sisteme eklenmesi ve mevcut araçların geliştirilmesi mümkün olabilecektir.

Toprak Veri Sistemi ile veri girişi klasik yöntemle göre ortalama 3 kat daha hızlı yapılabilmekte ve mobilizasyonu daha kolaylaştırarak eksik veri girişini önemli ölçüde önleyebilmektedir. Toprak Veri Sistemi ile bir anlamda nihai ürün olan toprak haritası, büyük oranda standart ve hızlı bir şekilde arazi çalışmaları esnasında üretilebilmektedir. Ayrıca klasik yöntemle göre maliyet de daha düşük olmaktadır. Laboratuvarlardan gelen analiz sonuçları ve gerekli birkaç düzenleme ile nihai toprak haritası daha hızlı ve ekonomik şekilde üretilebilecektir.

Toprak Veri Sistemi güncel teknolojik gelişmelerle yakından ilgili bir sistem olarak geliştirildiği için sistemin güncelliğini yitirmemesi de oldukça önemlidir. Bu bağlamda özellikle mobil cihazlardaki donanımsal yeniliklerin ve mobil işletim sistemlerindeki güncellemelerin sürekli olarak takip edilmesi ve kullanıcılar yararına olacak gelişmelerin sisteme adapte edilmesi son derece önemlidir. Bu durum sistemin güncel kalmasına ve toprak etüt ve haritalama çalışmalarına olumlu katkıda bulunmaya devam etmesine olanak sağlayacaktır.

Toprak haritaları pek çok sektör için altlık bir veri olarak kullanılmakta, proje ve faaliyetlerin başarı ve etkilerini doğrudan etkilemektedir. Türkiye’de, ülkeyi temsil eden ve tüm kullanıcılara hizmet veren güncel bir toprak veri tabanı veya dijital toprak haritası bulunmamaktadır. Günümüzde, kurum ve kişilerin bütçe ve imkânları el verdiği ölçüde kendi toprak harita ve etüt çalışmalarını yürüttüğü, maddi kısıtı olan kullanıcıların ise üretim yılı 1958’e dayanan ve günümüzde güncelliğini büyük oranda yitirmiş büyük toprak grupları haritasını kullanmaktadır. Ayrıca birbirinden bağımsız bu toprak çalışmalarının zaman zaman mükerrerliklere de yol açtığı ve kaynak israfına sebep olduğu da bilinmektedir. Bu bağlamda tüm Türkiye’yi kapsayan bir toprak veri tabanının kurulması ve güncel bir toprak haritasının üretilmesi son derece önemlidir. Türkiye Ulusal Toprak Veri Tabanı tasarımı ve Toprak Veri Sistemi, Türkiye Ulusal Toprak Veri Tabanı çalışmalarına olumlu katkı sağlayacaktır. Bu çalışmaların başarıya ulaşması, Ulusal Toprak Veri Tabanı kurulum sürecinde mümkün olduğunca fazla kurumun, özel sektör temsilcisinin ve sivil toplum örgütlerinin katılımının ve güçlü bir koordinasyonun sağlanması ve toprak haritası üretim sürecinde kurumlar arasındaki veri paylaşımının ve ortak toprak veri standartlarının kullanımına bağlıdır.

Bu çalışma ile geliştirilen Web tabanlı Mobil CBS, ülkemizde belki de değeri fazla bilinmeyen ama en önemli doğal kaynaklarımızdan olan toprağın korunması, etkin kullanılması ve yarınlara taşınabilmesi amacı ile yürütülen ve yürütülecek projelere altlık ve destek olacak toprak haritalarının hızlı, ekonomik, şeffaf ve doğru bir şekilde üretilmesini sağlayabilecektir. Bu tasarım, ülkemizin gıda güvenliği başta olmak üzere, ülke topraklarının yönetimi, biyoçeşitliliğin korunması ve orman varlığının artırılması gibi pek çok uygulamaya katkısı olacak toprak haritalama çalışmalarının maliyetinin düşürülmesine ve doğruluğunun artırılmasına da olumlu katkı sağlayacaktır. Ayrıca CBS uyumlu standart toprak verileri üretimi ile kurumlar arasındaki veri paylaşımı sorunu için de önemli bir model olabilecektir.

KAYNAKLAR

- Abdelfattah, A.M. and Kumar, A., 2014, A web-based GIS enabled soil information system for the United Arab Emirates and its applicability in agricultural land use planning, *Arabian Journal of Geosciences*, 8, 1813–1827
- Abuzaid, A. S., Abdellatif, A. D., Fadl, M. E., 2019, Modeling Soil Quality in Dakahlia Governorate, Egypt Using GIS Techniques, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 23 (1), 1-10.
- Ahmad, I., Ghafoor, A., Bhatti, M. I., Akhtar, H. I., Ibrahim, M., Rehman, O., 2014, Satellite Remote Sensing and GIS based Crops Forecasting & Estimation System in Pakistan, Crop Monitoring for Improved for Security, *FAO-UN Conference*, Laos, 28, 95-109.
- Aksoy, E., 2011, Toprak Haritalamada Pedolojik ve Coğrafi Değişkenler Arasındaki İlişkinin Sayısal Ortamda belirlenmesi: Tekirova Örneği, Doktora Tezi, *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 2- 320.
- Arora, N. and Ogra, A., 2012, Mobile GIS for construction quality managers and surveyors, *Geo-Information Society of South Africa Conference*, Güney Afrika Cumhuriyeti.
- Başayığıt, L. ve Dinç, U., 2001, Toprak Etüt Ve Haritalama Çalışmalarında Bilgisayar Teknolojilerinin Kullanımı, *Tarımda Bilişim Teknolojileri 4. Sempozyumu*, Kahramanmaraş, 224-231.
- Beste K. ve Çay T., 2019, Arazi Toplulaştırma Çalışmalarında Derecelendirmenin Dağıtım Etkileri: Çaltı-Konya Örneği, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6 (2), 243-258.
- Beydemir, M. H., 2008, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri Yardımıyla Toprak Haritalarının Güncelleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 4-55.
- Bozan, A. V., Artun, O., Dinç A. O., 2011, KKTC Topraklarının Morfolojik Toprak Özelliklerinin Cbs’de Alansal Analizleri, *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, Antalya.
- Campbell, G., 2018, The Application Of Digital Soil Mapping To Improve The Resolution of National Soil Properties Across Great Britain, Doktora Tezi, *School of Water, Energy and Environment*, 2-154.

- Corwin, D.L. and Scudiero, E., 2016, Field-scale apparent soil electrical conductivity, *Soil Science Society of America Journal*, 83(1), 1-29.
- Çullu, M. A., 2012, Toprak Etüt Haritalama ve Toprak Yönetimi Gerekliliği, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 1 (1) , 23-25.
- Delibaş, L., Bağdatlı, C., M., Danişman, A., 2015, Topoğrafya ve Bazı Toprak Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Ortamında Analiz Edilerek Ceviz Yetiştiriciliğine Uygun Alanların Belirlenmesi: Tekirdağ İli Merkez Köyleri Örneği, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5 (1), 50-59.
- Dengiz, O. ve Gülser, C., 2014, Farklı Fluvial Depozitler Üzerinde Oluşmuş Toprakların Dağılım Alanlarının Belirlenmesi ve Sınıflaması, *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1, 9-17.
- Dengiz, O. ve Sarioglu, F. E., 2011, Samsun İli Bazı Arazi Özellikleri ve Arazi Kullanım Durumlarının Topografik Özellikleri İle Birlikte CBS Analizleri, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1, 55-60.
- Diaz, D., R., 2017, The Challenge of Collecting a Representative Soil Sample, *Kansas State Research and Extension*.
- Dinç, A., O., 2008, Development of Soil Information System for the Turkish Republic of Northern Cyprus, *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 5(1), 53 -60.
- Doğan, H. M. ve Aslan, S., 2013, Aşağı Kelkit Havzası'nın Bazı Toprak Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama ile Haritalanması, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 3, 25-33.
- EniScuola, 2018, Soil Formation [online] , http://www.eniscuola.net/wp-content/uploads/2011/01/pdf_soil_2.pdf, Erişim Tarihi:18.10.2019
- Ernst, F., Erdogan, S., Bayram, Y., 2019, Human Resource Management Using Geographic Information Systems (GIS): An Example From Turkish Land Registry Directorates, *International Journal of Engineering and Geosciences*, 4,(2), 071-077.
- Eymen, A., 2019, Determination of potentially irrigable agricultural lands using remote sensing and geographic information system: case study of Yamula Basin, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(1), 5101-5106.
- Fadaei, H. and Bayazidi, M., 2019, A Comparative Study Of Utilizing Mobile-Gis Technology To Collect Online Crime, *The International Archives of the*

- Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-4/W18*, Iran.
- FAO, 2018, The Future and Food and Agriculture Alternative Pathways to 2050, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome, 11-50.
- Forkuor, G., Hounkpatin, O., Welp, G., Thiel, M., 2017, High Resolution Mapping of Soil Properties Using Remote Sensing Variables in South-Western Burkina Faso: A Comparison of Machine Learning and Multiple Linear Regression Models, *Plos One*, 1-21.
- Freire, C., E., De A. and Painho, M., 2014, Development of a Mobile Mapping Solution for Spatial Data Collection using Open-Source Technologies, *International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies*, Portekiz, 481 – 490.
- Fu P., 2018, Getting to Know Web GIS, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 84 (2), 59-60.
- Giardino, M., Perotti, L., Carletti, R., Geositlab, R., S., 2010, Creation and test of a mobile GIS application to support field data collection and mapping activities on geomorphosites, Mapping Geoheritage, Lausanne, *Institut de géographie, Géovisions*, 35, 115-127.
- Güler, E., Doğan, A., Orhan, C., 2016, Soil Information System in Republic of Turkey Ministry of Forestry and Water Affairs, *EuroSoil International Congress*, 17-22 July, İstanbul.
- Hızal, A., 1982, Toprak Haritacılığında Toprak Etüdları ve Örneklem Sistemleri, *Orman Fakültesi Dergisi*, 32 (2), 169-178.
- Hosseinpour, M., Alesheikh, A., A., Hamrah, M. 2008, Using Sdi And Wfs For Quality Assurance On Field Data Collection, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37 (6), 293-298.
- Islam, A., M., Hasan, A., M., Farukh, M., A., 2017, Application of GIS in General Soil Mapping of Bangladesh, *Journal of Geographic Information System*, 9 (5), 604-621.
- İmamoglu, M., Z, Sertel, E., Kurucu, Y., Örmeci, C., 2011, Jeostatistik Yöntemler Kullanılarak Farklı Toprak Özelliklerine Ait Haritaların Oluşturulması ve CBS İle Analizi, *II. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi*, 22-25 Kasım, Ankara.

- Kangas, A., Rasinmaki, J., Eyvindson, K., Chambers, P., 2015, A Mobile Phone Application for the Collection of Opinion Data for Forest Planning Purposes, *Environmental Management*, 55, 961-971.
- Karaca, S., Sargın, B., Ferhat, T., 2019, Bazı Arazi ve Toprak Niteliklerinin Coğrafi Bilgi Sistem Analizleriyle İncelenmesi: Van İli Arazi ve Toprak Özellikleri, *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6 (2), 199-205.
- Khorrani, B., Gunduz, O., Patel, N., Ghouzlane, S., Najari, M., 2019, Land surface temperature anomalies in response to changes in forest cover, *International Journal of Engineering and Geosciences*, 4 (3), 149-156.
- Kılıç, M., O., Polat, F., Buhan, E., Doğan, H., M., 2017, Zinav Gölü Havzasının Topoğrafik Durumu, Arazi Kullanımı ve Bazı Toprak Özelliklerinin CBS ve UA ile Haritalanması, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6 (3), 45-54.
- Kıratoğlu, A., 2016, Coğrafi Bilgi Sistemi Teknikleri Kullanılarak Taşlı Alanların Haritalanması Ve Islahı Sonrası Sınıf Değişimlerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 1-31.
- Kong, N., Zhang, T., Stonebraker, I., 2015, Evaluation of Web GIS Functionality in Academic Libraries, *Applied Geography*, 60, 288-293.
- Kumar, S., Babu, S., 2016, A Web GIS Based Decision Support System for Agriculture Crop Monitoring System-A Case Study from Part of Medak District, *Journal of Remote Sensing & GIS*, 5 (4), 1-19.
- Liu, Z. and Cheng, L., 2020, Review of GIS Technology and Its Applications in Different Areas, IOP Conf. Series: Material Science and Environmental Engineering, 735, China.
- Lwin, K., K. and Murayama, Y., 2011, Web-Based GIS System for Real-Time Field Data Collection Using a Personal Mobile Phone, *Journal of Geographic Information System*, 3 (4) 382-389.
- Marti, G., I., Rodriguez, E., L., Benedito, M., Trilles, S., Beltran A., Diaz L., Huerta J., 2012, Mobile Application for Noise Pollution Monitoring through Gamification Techniques, *Entertainment Computing - ICEC*, 562-571.
- Minasny, B. and Mcbratney, A., 2015, Digital soil mapping: A brief history and some lessons, *Geoderma*, 264, 10.
- Mulder, V., L., Bruin, S., Scheapman, E., M., Mayr, R., T., 2011, The Use of Remote Sensing in Soil and Terrain Mapping, *Geoderma*, 162, 1-2.

- Nunes, J. R., Loures, L., Pineiro, A., L., Loures, A., Vaz, E., 2016, Using GIS towards the Characterization and Soil Mapping of the Caia Irrigation Perimeter, *Sustainability*, 8, 368, 1-15.
- Olyazadeh, R., Jaboyedoff, M., Rieux, S., K., Derron, H., M., 2017, An offline–online Web-GIS Android application for fast data acquisition of land slide hazard and risk, *Natural Hazards Earth System Science*, 17(4), 549-561.
- Omote, Y. and Takata, Y., 2014, The İos/Android Application “E-Soilmap” For Creating A New User-Oriented Soil Map, *Soil Science and Plant Nutrition*, 60, 470-474.
- Özenli, B., 2015, Ballica Mağarası Tabiat Parkı ve Çevresinin (Akdağ-Pazar/Tokat) Bitki Biyoçeşitliliği ile Toprak İlişkilerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Araştırılması, Doktora Tezi, *Gazi Osman Paşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 10-150.
- Özkalaycı, Ö., G., Özden, M., Keskin, S., Bayat, M., 2001, Türkiye Toprakları Bilgi Sistemi, 8. *Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara, 266-270.
- Papadopoulos, A., Kolovos, C., Troyanos, Y., Doula, M., 2017, Development of Web-Based GIS Services For Sustainable Soil Resource Management at Farm Level, Proc. SPIE 10444, Fifth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2017), 104441E, Cyprus.
- Poorazizi, E., Alesheikh, A. A., Behzadi, S., 2008, Developing a Mobile GIS for Field Geospatial Data Acquisition, *Journal of Applied Sciences* 8(18), 3279-3284.
- Roecker, S., M., Howell, D., W., Haydu-Houdeshell, C., A., Blinn, C., 2010, A Qualitative Comparison of Conventional Soil Survey and Digital Soil Mapping Approaches, *Digital Soil Mapping*, 369-384.
- Ronald, Z.B. ve Dugan T.J., 1993, Simulation and Mapping of Soil-Water Conditions in the Great Plains, *Amerika Birleşik Devletleri*, 29, 193–202.
- Sahu, N., Reddy, G., P., O., Kumar, N., Nagaraju, M., S., S., 2015, High resolution remote sensing, GPS and GIS in soil resource mapping and characterization- A Review, *Agricultural Research Communication Centre*, 36 (1), 14-25.
- Sancan, M. ve Karaca, S., 2017, Van- Erciş İlçesi Bayramlı Köyü Bağ Alanlarının Bazı Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Haritalanması, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, Ankara, 5 (2), 55-62.

- Sarioğlu, F., E., 2012, Arazi Değerlendirme Çalışmalarında Farklı Yöntemlerin Karşılaştırılması Pilot Alan Dedeli Mevki, Yüksek Lisans Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 15 – 115.
- ScienceNetlinks, Soil: A Nearly Non-Renewable Resource, 2019, <http://sciencenetlinks.com/daily-content/4/19/> , Erişim Tarihi: 20.10.2019
- Shayakhmetov, M., Zinich, A., Gindemit, A., 2019, Soil Mapping Using Geo-Information Technologies, *International Scientific and Practical Conference Digitization of Agriculture - Development Strategy*, Rusya, 156-159.
- Solmaz, İ., M., 2010, Development of New Methods Using Remote Sensing and Geographical Information Systems Technologies for Detailed Soil Investigation and Mapping of Slopy Lands, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 10-110.
- Sood, K., Singh, S., Rana, R., Rana, A., 2015, Application of GIS in precision agriculture, *National Seminar on Precision Farming technologies for high Himalayas Conference*, Hindistan.
- Soomro, T., R., 2015, GIS Enabling Smart Agriculture, *OMICS Group eBooks*.
- Souza, Jr., M., C., Pereira, K., Lins, V., Haiashy, S., Souza, D., 2009, Web-oriented GIS system for monitoring, conservation and law enforcement of the Brazilian Amazon, *Earth science Informations*, 2, 205–215.
- Stiglitz, R., Mikhailova, E., Post, C. , Schlautman, M., Sharp J., Pargas R., Glover B., Mooney, J., 2017, Soil Color Sensor Data Collection Using A Gps-Enabled Smartphone Application, *Geoderma*, 296, 108-114.
- Sushanth, K., Kumar, R., Bhardwaj, A., 2019, Soil Mapping Of Patiala-Ki-Rao Watershed In Shivalik Foot-Hills Using Gis, *International Journal of Agricultural Science and Research*, 9 (2), 1-8.
- Şahin, Y., 2001, Coğrafi Bilgi Sistemi Teknikleri Kullanılarak Akçakale İlçesinden Seçilen Alanlarda Oluşturulan Toprak Veri Tabanının Farklı Amaçlar İçin Kullanılma Olanakları, Yüksek Lisans Tezi, *Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 10-95.
- Şahin, Y., 2007, Coğrafi Bilgi Sistemi Temelli Toprak Bilgi Yönetiminin Arazi Kullanım Modellemesi: Şanlıurfa-Suruç Ovası Örneğinde Uygulanması, Doktora Tezi, *Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, 5-85.
- Tanrıkulu, M., 2017, Türkiye’de Toprak Haritalama Çalışmaları ve Harvey Oakes. *Akademik Bakış Dergisi*, 64, 664-678.

- Thakur, J., K., Singh, S., K., Ekanthalu, S., 2017, Integrating Remote Sensing, Geographic Information Systems And Global Positioning System Techniques With Hydrological Modelling, *Applied Water Science*, 7, 1595–1608.
- Tipceovich, N., 2004, Flexibility by Design: How Mobile GIS Meets the Needs of Archaeological Survey, *Cartography and Geographic Information Science*, 31 (3), 137-151.
- Tomko, M., 2003, Spatial Databases for Mobile GIS Applications, Master Degree Thesis, *Slovak University of Technology*, 5-45.
- Türk, T. and Hastaoğlu, O., 2007, Mobile Gis Application In Urban Areas And Forest Boundaries: A Case Study, *The 5th International Symposium on Mobile Mapping Technology*, Padova / Italy.
- Weber, E., Hasenack, C., A., Flores, R., O., Pötter, P., J., Fasolo, P., J., 2008, GIS as a Support to Soil Mapping in Southern Brazil, *Digital Soil Mapping with Limited Data*, 103-113.
- Xiaolina, L., Linnan, Y., Lin, P., Wengfeg, L., Limin, Z., 2012, County Soil Fertility Information Management System Based on Embedded GIS, *International Workshop on Information and Electronics Engineering*, 29 , 2388-2392.
- Yakar, M., Dogan, Y., 2018, Gis And Three-Dimensional Modeling For Cultural Heritages, *International Journal of Engineering and Geosciences*, 3 (2), 050-055.
- Ye, S., Zhu, D., Yao, X., Zhang, N., Fang, S., Li, L., 2014, Development of a Highly Flexible Mobile GIS-Based System for Collecting Arable Land Quality Data, *Journal Of Selected Topics In Applied Earth Observations And Remote Sensing*, 7 (11), 4431 – 4441.
- Yomralıoğlu, T. ve Döner, F., 2005, Mobil GIS:Gezici Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uygulamaları, Jeodezi, *Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, 93 (2), 30-37.
- Yomralıoğlu, T., 2000, Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, 5.Baskı (2009), s.480, ISBN 975-97369-0, İstanbul.
- Yorulmaz, A., 2014, Denizli İli Hanbat Ovası Detaylı Temel Toprak Etüdü, Arazi Değerlendirmesi Ve Toprak Özelliklerinin Spektrometrik Ölçüm Teknikleriyle Belirlenebilirliği, Doktora Tezi, *Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü*, 5-60.
- URL-1 : Anonim, <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geographic-information-system-gis/> [Ziyaret Tarihi:05/05/2020].

- URL-2: Anonim, <https://www.jmu.edu/cisr/research/sic/gis/components.htm>, [Ziyaret Tarihi:10/04/2020].
- URL-3: Anonim, <https://saylordotorg.github.io/>, [Ziyaret Tarihi:11/10/2019]
- URL-4: Orman Genel Müdürlüğü, <https://www.ogm.gov.tr/Baskanliklar/Sayfalar/Birimlerimiz.aspx>, [Ziyaret Tarihi: 02/03/2020]
- URL-5: Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, <https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/19/Tarihce>, [Ziyaret Tarihi: 02/03/2020]
- URL-6: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, <http://www.dsi.gov.tr/kurumsal-yapi/hakkimizda>, [Ziyaret Tarihi:].2020
- URL-7: Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, <https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Menu/10/Hukuki-Dayanak>, [Ziyaret Tarihi: 02/03/2020]
- URL-8: Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Menu/4/Gorevlerimiz>, [Ziyaret Tarihi:02/03/2020]

EKLER**EK-1 Anket Soru Formu**

1- İsim – Soy isim:

2- Kurum/ Görev:

3- Hangi dijital mobil cihazları kullanıyorsunuz?

- ☐ Akıllı telefon (1)
☐ Tablet bilgisayar (2)
☐ Dizüstü bilgisayar (3)
☐ Cep Bilgisayarı (PDA) (4)
☐ Kullanmıyorum(5)

4- Kullandığınız mobil cihazların işletim sitemi nedir?

- ☐ IOS (1)
☐ Android (2)
☐ Windows (3)
☐ Symbian (4)
☐ Blackberry (5)
☐ Tizen (6)
☐ Sailfish OS (7)
☐ Firefox OS (8)
☐ Ubuntu Touch OS (9)
☐ Bada (10)
☐ Diğer:..... (11)

5- Toprak haritalarını hangi amaç için kullanıyorsunuz?

- ☐ Ağaçlandırma Projeleri (1)
☐ Toprak Muhafaza / Erozyon Projeleri (2)
☐ Sel – Çığ – Heyelan Projeleri (3)
☐ Ziraat Uygulamaları (4)
☐ Toplulaştırma Projeleri (5)
☐ Sanayi Sektörü (Seramik, Tuğla vb.) (6)
☐ Diğer:..... (7)

6- Toprak haritalama çalışmalarında sahadan toplanan aşağıdaki hangi verileri kullanıyorsunuz? (✓)

1	Sonda / Profil_no	22	Kök dağılışı
2	Ana_Materyal_Niteligi	23	Genel mevki
3	Anakaya	24	Özel mevki (Mikrorolyef)
4	Arazi kullanımı	25	Ortalama boy
5	Arazi yüzey şekli	26	Ph

6	İnsan etkisi	27	Rakım (yüksekti)
7	Kapalılık	28	Profilde_Nem_Durumu_ve_Belirti
8	Bakı	29	Kireç%
9	Çakıllılık	30	Struktür
10	Denizden yükseklik	31	Taban_Suyu_Derinlik__cm__
11	Dip kütük çapı cm	32	Humus formu
12	Diri örtü türleri	33	Yüzeydeki çatlaklar
13	Drenaj	34	Profilde taşlılık
14	Tuzluluk_ve_Alkalilik	35	Yüzeysel taşlılık
15	Horizon renk	36	Toprağın mutlak derinliği
16	Eğim%	37	Toprağın fizyolojik derinliği
17	Erozyon durumu	38	Toprak suyu
18	Karışım oranları%	39	Toprak tipi
19	Erozyon Turu /Derece	40	Yüzey topografyası /Rolyef__
20	Horizon adı	41	X- Profil Koordinatı
21	Horizon derinlik	42	Y-Profil Koordinatı
		43	Diğer:.....
		44	HEPSİ

7- Toprak haritalama çalışmalarına yönelik yapılan saha çalışmalarında konum bilgisini hangi yöntemle elde ediyorsunuz?

- ☐ El GPS'i (1)
☐ Kullanılan altlık haritalar üzerinden(1/25000 ölçekli topografik harita vb.) (2)
☐ Konum bilgisi kullanılmıyor (3)

8- Toprak haritalama çalışmalarına yönelik arazi çalışmalarında hangi sorunlarla karşılaşıyorsunuz?

- ☐ Sahada doğru yerden numune alınmaması (profil noktalarına intikal) (1)
☐ Toprak numunesinin alındığı yerin konum bilgisinin doğru olarak kaydedilmemesi(2)
☐ Saha çalışmalarının tecrübeye dayalı olarak yapılması bu bağlamda yeterli tecrübeye sahip personelin temin edilememesi (3)
☐ Toprak numunesi alınan yerin yeterli sayıda ve kalitede fotoğraflanmaması (4)
☐ Dosyalar, altlık haritalar, el GPS'i,fotoğraf makinesi gibi pek çok doküman ve ekipmanın sahada kolaylıkla taşınamaması ve güvenliklerinin sağlanamaması. (5)
☐ Toprak numunelerine ait verilerin elle kaydedilmesi sonucu bazı verilerin eksik yada hatalı girilmesi (örn: Ph = 13) (6)
☐ Saha ekibinin nerede ne kadar zaman geçirdiğinin eş zamanlı olarak izlenememesi dolayısıyla sevk ve idarenin zor olması (7)
☐ Sahadan elde edilen toprak verilerinin genellikle kağıt ortamındaki formlarda tutulması neticesinde bu verilerin paylaşımının ve saklanmasını zorluğu (8)
☐ Diğer:..... (9)

9- Toprak Haritalama çalışmalarında bilgi teknolojilerinin kullanılmasının ne derece yararlı olacağını düşünüyorsunuz?

- ☐ Yararlı olmaz (1)
- ☐ Çok az yararlı olur (2)
- ☐ Yararlı olur (3)
- ☐ Çok yararlı olur (4)
- ☐ Fikrim yok (5)

10- Toprak haritalama çalışmalarında hangi cihaz ve teknolojilerin kullanılmasının yararlı olacağını düşünüyorsunuz?

- ☐ Akıllı telefon (1)
- ☐ Tablet bilgisayar (2)
- ☐ Dizüstü bilgisayar (3)
- ☐ Cep Bilgisayarı (PDA) (4)
- ☐ Diğer..... (5)

11- Mobil cihazlarla toprak haritalama çalışmalarının yapılması hakkında ne düşünüyorsunuz?

- ☐ Zararı olur (1)
Nedeni:.....
- ☐ Yararlı olmaz (2)
Nedeni:.....
- ☐ Çok az yararı olur (3)
- ☐ Yararı olur (4)
- ☐ Çok yararı olur (5)

12- Toprak haritalama çalışmalarına katkı sağlamak için sahadan toprak verisi toplamaya yönelik bir mobil sistem tasarlanırsa, hangi imkan ve kolaylıkları sağlamasını isterdiniz?

- ☐ Toprak profil noktalarının konumlarının mobil cihazlarda bütünleşik olarak bulunan GPS ile otomatik olarak kaydedebilmek (1)
- ☐ Toprak profil noktalarının fotoğraflarını mobil cihazda bütünleşik olarak bulunan kamera yardımıyla çekebilmek (2)
- ☐ Sahadan toplanması istenen toprak verilerini önceden mobil cihaza tanımlamak ve sıra ile soruların cevaplandırılmasını sağlamak suretiyle sahadan eksik veri toplanmasının önüne geçmek (3)
- ☐ Wifi , 3G veya 4,5G bağlantı yardımı ile toplanan toprak verilerini ister toplu olarak sonra ister aynı anda (offline/online) ana sunucuya internet üzerinden gönderebilmek(4)
- ☐ Saha çalışmasında görevli personeli web üzerinden izleyebilmek (5)
- ☐ Sahadan toplanan tüm verilerde standardı sağlamak ve CBS ye uygun veriler elde etmek (6)
- ☐ Yazılımla ilgili güncellemeleri ilgili mobil işletim sistemine ait market yardımı ile istenen anda eş zamanlı olarak yapabilmek (GooglePlaystore, IOS

AppStore..vb) (7)

- ☐ Diğer:.....

 (8)

13- Ülkemizde tüm sektörler (Ormancılık, Ziraat, Sanayi vb.) cevap verebilen bir ulusal toprak Veri Tabanının olduğunu düşünüyor musunuz?

- ☐ Evet (1)
☐ Hayır (2)
☐ Fikrim yok (3)

14- Türkiye için Ulusal toprak Veri Tabanına ihtiyaç olduğunu düşünüyor musunuz?

- ☐ Hayır (1)
☐ Kısmen evet (2)
☐ Evet (3)
☐ Fikrim yok (4)

15- Ulusal Toprak Veri Tabanının hedefleri sizce neler olmalıdır?

- ☐ Toprak harita çalışmalarında mükemmeliyetçi olmak (1)
☐ Toprak verilerinde ulusal ölçekte standardizasyonu sağlamak (2)
☐ İlgili tüm sektörler cevap verebilmeli (3)
☐ Kolay güncellemeye imkan tanımalı (4)
☐ Detaylı analiz ve tematik harita üretimine uygun olmalı (5)
☐ Diğer:.....

(6)

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Erkan GÜLER
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Konya / 1979
Telefon : 505 3933742
Faks : -
E-Posta : erkan_guler@yahoo.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl, Bitirme Yılı
Lise	: Karatay Lisesi, Karatay, Konya, 1997
Üniversite	: İstanbul Teknik Üniversitesi, Sarıyer, İstanbul, 2003
Yüksek Lisans	: İstanbul Teknik Üniversitesi, Sarıyer, İstanbul, 2008
Doktora	: Konya Teknik Üniversitesi, Selçuklu, Konya, 2020

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2004 - 2006	Geotech Co.(Saudi Arabia)	Teknik Ofis Mühendisi
2006 - 2008	Gama Qatar	Ölçme Grup Şefi
2008 - 2010	Gama Libya	Ölçme Grup Şefi
2010 - 2018	Tarım ve Orman Bakanlığı	Mühendis
2018 -	United Nations Convention to Combat Desertification	Program Görevlisi

UZMANLIK ALANI

Coğrafi Bilgi Sistemleri
 Mühendislik Ölçmeleri

YABANCI DİLLER

İngilizce
 Almanca

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Iscan F & Guler E (2021). Developing a mobile GIS application related to the collection of land data in soil mapping studies. International Journal of Engineering and Geosciences– 2021, 6(1), 27-39 (Doktora Tezinden Yapılmıştır)

Khiari H., Walter S., Guler E., Granizo G. C., 2019, Monitoring Land Degradation Neutrality as a backup to the implementation of the United Nations Convention to Combat Desertification along with the Goals of Sustainable Development, 6. Mediterranean Forest Week, Lübnan, 3, 7-12

