GOOGLE EARTH GÖRÜNTÜLERİNİN DETAYLI TOPRAK ETÜTLERİNİN HAZIRLIK AŞAMASINDA KULLANIMLARININ ARAŞTIRILMASI, MEKÂNSAL VE ZAMANSAL DEĞİŞİMLERİN BELİRLENMESİ

Yavuz Şahin TURGUT¹, Suat ŞENOL¹

¹Arş. Gör. Yavuz Şahin TURGUT, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Toprak Etüt ve Haritalama, Uzaktan Algılama Anabilim Dalı, 01340, Sarıçam, Adana, ysturgut@cu.edu.tr.

¹Prof. Dr. Suat ŞENOL, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Toprak Etüt ve Haritalama, Uzaktan Algılama Anabilim Dalı, 01340, Sarıçam, Adana, ssenol@cu.edu.tr

ÖZET

Toprak etüt ve haritalama işlemi toprakların uygun bir şekilde değerlendirilmesi amacıyla örneklenmesi, tanımlanması, uygun taksonomik sınıfa göre sınıflandırılması ve yorumların analiz edilerek haritalanması süreçlerini kapsar. Bu çalışmalar yapıldığı sırada ve sonrasında çalışmaların en önemli odak noktası, haritası yapılacak arazinin uygun jeomorfolojik oluşumları ve fizyografik ünitelerini göz önünde bulundurarak toprak sınırlarının araziye olarak belirlenmesi ve toprak haritalaması amacıyla örnekleme yapılacak yerlerin önceden saptanmasıdır. Toprak etütlerinde toprak sınırlarının arazide kontrolü ve kesinleştirilmesi, etüt çalışmalarında en fazla zaman alan ve toprak haritasının kalitesini etkileyen önemli bir kısmı oluşturmaktadır. Bu kapsamda, doğru bir haritalama işlemi gerçekleştirilebilmesi adına arazi çalışmaları için ön bilgilerin toplanarak sentezlenmesi, toprak etütlerinin güvenilirliğinin temel omurgasını oluşturmaktadır. Ayrıca toprak etütlerinde altlık olarak kullanılacak kartografik materyalin özellik ve kalitesi arazide harcanacak süreyi ve toprak haritasının kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu amaçla, hava fotoğrafları ve çeşitli uydu verileri toprak etütlerinde kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, detaylı toprak etütlerinde kartografik materyal olarak Google Earth verilerinin detaylı toprak etütlerinin arazi gözlem süreçlerinde ve haritalama çalışmaları öncesinde, haritalama sırasında ve hatta sonrasında kullanım olanaklarını araştırmaktır. Bu nedenle, geleneksel toprak etüt ve haritalama işlemleri, teknolojinin gelişmesiyle beraber Google Earth gibi toprak etüdü açısından alternatif sistemlerin, toprak haritaları oluşturma aşamalarına entegrasyonu, toprak etütlerine kreatif çözümler sunmak adına büyük önem teşkil etmektedir. Sonuç olarak yapılacak bu çalışmanın çıkış noktası, Google Earth görüntülerinin detaylı toprak etütlerine sunduğu/sunacağı yenilikçi yaklaşımlar ve kullanım olanakları açısından nasıl bir yarar sağladığını ve sonraki çalışmalar için ne oranda yararlı olacağının araştırılmasıdır. Bu çalışmada; Google Earth verilerinden elde edilebilecek farklı tarihli uydu görüntülerinin toprak sınırlarını yorumlarken ne oranda güvenilir olduğu birçok yönüyle kapsamlı olarak incelenmiştir. Sonuç olarak, "Google Earth" aracılığıyla elde edilen verilerin toprak yüzeyini gösterecek uygun zaman ve iyi kalitede görüntülerin seçilmesiyle, arazide tespit etmek için geçici toprak sınırların çizilmesine yardımcı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, mevcut toprak haritalarındaki zamansal ve alansal değişimlere bağlı olarak sınır değişkenliklerinin belirlenmesine yardımcı olan bir araç olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: toprak etüt ve haritalama, jeomorfolojik oluşum, Google Earth, kartografik materyal

ABSTRACT

RESEARCH OF UTILIZATION OF GOOGLE EARTH IMAGES, IN THE PREPARATION STAGE OF DETAILED SOIL SURVEYS AND THE DETERMINATION OF SPATIAL AND TEMPORAL CHANGES

The soil survey and mapping process contains a set of sampling objectives that are appropriately aimed at detecting, classifying and analyzing taxonomic classes. During its conduct time and also later, the most essential focal points of studies are determination of the area where it will be mapped by considering convenient geomorphological formations and slope landscape and the soil borders without terrain exploration in order to detect estimated locations where it will be sampled. In the soil surveys, the control and determination of soil borders on the terrain are important pieces of terrain surveillance that require more time and soil maps of better quality. In this context, the collection and synthesis of preliminary information for land constitutes have created the basic backbone credibility of soil surveys. In addition, in the soil surveys, attributes of cartographic materials used as base greatly affects the time spent on the terrain and the quality of soil maps. For this purpose, aerial photos and satellite images are utilized during soil surveys. The objective of this study is to research the terrain surveillance process using the cartographic material from Google Earth, requiring before mapping studies, in the course of mapping and even later in detailed soil surveys. Therefore, both conventional soil surveys and developing technology in terms of soil surveys integrated to alternative systems such as Google Earth is rather significant for combined soil formation levels and is of great importance for providing creative solutions to soil surveys. The end result of this work is to investigate the benefits of Google Earth imagery in terms of innovative approaches and possibilities for detailed soil surveys and how it will benefit future work. It is concluded that the Google Earth images with its archive data are very useful cartographic materials for detailed soil survey studies. It gives a possibility of chosen best time and best quality images which soil surface is bare and soil boundaries are visible. Beside of that, the Google Earth images are the best tool for revising and updating of the existing soil maps.

Keywords: the soil survey and mapping, geomorphological formation, slope landscape, Google Earth, cartographic material

1. GİRİŞ

Toprak etüt haritalama, doğada var olan yığılma gruplarının sistematik bir şekilde zaman, iklim ve canlı gibi faktörlerin farklı etki ve katkı derecelerinde bulunarak yeniden organize olmaları sonucu oluşan, toprakların oluşum desenlerinin belli oranlarda küçültülerek bir altlık harita şeklinde gösterme işlemidir. Heterojen dağılıma sahip toprakların belli bir organizasyonda, taksonomik olarak sınıflandırılması amacıyla hem arazi hem de büro çalışmaları aşamasında yeniden yorumlanması, örneklenmesi ve yerinde görülüp tespit edilmesi gerekmektedir. Bu ilkeler, etüt çalışmalarının ve dolayısıyla güvenilir haritalama süreçlerinin temel yapı taşlarını oluşturmaktadır.

Yoğun araştırma ve bilgi toplamaya dayanan ve her aşaması özveri ile gerçekleştirilmesi gerekli olan etüt ve haritalama çalışmaları için araziye çıkılmadan önce güvenilir ve kapsamlı bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bilgilerin güvenilirliği etüdü yapılacak ve toprak haritaları oluşturulacak alanların doğal ve kültürel sınır çizgilerinin önceden saptanması açısından önem teşkil etmektedir.

Bu amaç doğrultusunda, toprakların sahip olduğu doğal sınırlar ve haritalandırılması planlanan arazi desenleri hakkında ayrıntılı bilgi toplanması ve bu bilgilerin güvenilir, hızlı ve ucuz yollardan sağlanması önemlidir. Ayrıca, çok önceki yıllarda zamanın teknolojisinin sunduğu imkânlar doğrultusunda oluşturulan toprak haritalarında karşılaşılan birtakım sistematik sorunların, “Google Earth” gibi arazi gözlemleri sağlayabilen, hızlı ve inovatif programların kullanımının artırılarak giderilmesi ve toprak haritalarının doğruluğunun artırılması açısından büyük avantajlar sağlamaktadır.

Bu çalışma iki esas amaç üzerine kurulmuştur. Birincisi, değişik zamanda elde edilen uydu görüntülerinin incelenmesini ve üzerinde sınır çizimi ve düzeltmesi yapılabilen Google Earth programının kullanılmasıyla, henüz haritalanmamış alanların geçici toprak sınırlarını belirlemektir. Bu işlem, etüt ve haritalama çalışmalarının sonraki aşamalarında doğru bir şekilde ilerlemesini sağlamasına yardımcı olacaktır. İkincisi; eski zamanlarda hava fotoğrafları, topoğrafik haritalar ve düşük çözünürlüklü, kalitesiz uydu görüntüleri gibi yetersiz nitelikteki kartografik materyaller kullanarak yapılan çalışmaların, “Google Earth” gibi kaliteli ve ayrıntılı uydu verileri sunan programlar kullanılarak toprak sınırlarında meydana gelen değişiklikler ve sınır doğruluklarının yeniden saptanması ve yorumlanması amaçlanmaktadır.

Bu makalede; her iki amaç içinde Google Earth verilerinden elde edilebilecek farklı tarihli uydu görüntülerinin toprak sınırlarını yorumlarken ne oranda güvenilir olduğu birçok yönüyle kapsamlı olarak incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda, “Google Earth” programı kullanılarak elde edilen verilerin toprak yüzeyini gösterecek uygun zaman ve iyi kalitede görüntülerin seçilmesi şartıyla hem arazide kararlaştırılmak üzere geçici toprak sınırların çizilmesine yardımcı olduğu hem de mevcut toprak haritalarındaki zamansal ve alansal değişimlere bağlı olarak sınır değişkenliklerinin saptanmasına yardımcı olan bir araç olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma sırasında, lisanslı Google Earth Pro programıyla elde edilmiş son 18 yıla ait (2018- 2000) uydu görüntüleri kullanılmıştır. Daha önce farklı arazi formasyonlarının bulunduğu toprak haritası yapılmamış ve toprak haritaları yapılmış test alanları, fizyoğrafyaya dayalı olarak seçilmiş, göz yorumlamasıyla toprak sınırları belirlenmiş ve toprak haritaları çıkarılmış alanlarından belirlenmiştir. Google Earth programı yardımıyla yeniden yorumlanıp, sınırları belirlenmiş ve daha önceki yıllarda yapılmış olan mevcut toprak haritalarıyla ve bu haritaların yapılmasında kullanılan topoğrafik haritalarla kıyaslanmıştır. Bu sayede, daha önceki yıllarda hazırlanmış mevcut toprak haritaları ile çalışma sonucu Google Earth üzerinden elde edilmiş sınırların doğruluğu kıyaslanarak test edilmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1 Henüz Haritalanmamış Alanların Haritalanma Çalışmaları Aşamasında Google Earth Verilerinin Kullanımı

Toprak etüt haritalama doğada var olan toprak desenini belli bir oranda küçülterek ve özelliklerini belirleyerek bir altlık harita üzerinde gösterme sanatıdır (Şenol, 2015). Toprak etüt haritalama işlemi, büro, arazi, laboratuvar çalışmaları gibi bir zincirin sahip olduğu farklı halkalara benzer. Bu halkalardan birinin kırılması sonraki aşamalarda yapılacak etüt ve haritalama işlemi basamaklarını olumsuz etkiler. Özellikle etüt ve haritalama çalışmalarının ilk halkasını oluşturan büro çalışmalarının birinci aşaması sırasında tahmini toprak sınırlarının dikkatli ve doğru bir şekilde çizilmesi önemlidir. Sınır çizimi sırasında yapılabilecek herhangi bir hata farklı özelliklere ve fizyografik koşullara sahip toprak desenlerinin yanlış yorumlanmasına neden olacaktır. Bu yanılsama, akabinde yapılacak arazi gözlemlerinin başarı oranını olumsuz bir şekilde etkileyebilir. Toprakların arazide olduğu kadar öncesinde yapılacak işlemlerle tanınması ve güvenilir ön bilgilerin toplanması bu açıdan önemlidir.

Çalışmanın bu aşamasında, henüz haritalanmamış ancak etüt projesi oluşturulmuş Adana ilinin Avadan Mahalle'sine bağlı '37 derece 02 dakika 22 saniye Kuzey' ile 35 derece 05 dakika 41 saniye Doğu' koordinatlarına sahip 2452 dekarlık bir alana ait geçici toprak sınırları çizilmiştir (Şekil 1). Bu sınırlar Google Earth uydu verilerinin farklı zamanlarda çekilmiş görüntülerinden yararlanılarak elde edilmiştir. En uygun uydu görüntüsü 09.11.2017 tarihin de elde edilmiş olup toprak desenindeki değişimleri gösteren toprak sınırları bu görüntü üzerine çizilmiştir.

Şekil 1. "Avadan test alanı "D1" sınırına ait görüntü (Google Earth üzerinden elde edilmiştir, 2018).

Şekil 1'de Avadan test alanına ait "D1" olarak isimlendirilen geçici yorum sınırı görülmektedir. İlgili sınırın, bu çalışma için örnek olarak seçilmesindeki asıl neden yorum sınırlarının diğer sınırlara oranla daha açık ve net seçilip ayırt edilebilmesidir. Ayrıca bulunduğu fizyografya koşulları ve arazi kullanımı açısından göz yorumuyla sınır çizilmesine en yakın sınır olarak göze çarpmaktadır.

Google Earth ile elde edilen uydu görüntüsünün, hava fotoğrafları, ortofotolar veya "Landsat" gibi düşük yersel çözünürlüğe sahip uydu görüntülerine kıyasla daha kaliteli görüntüler sunması geçici toprak sınırlarının tahminini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca hava fotoğraflarının çekimi sırasında sıkça karşılaşılan sorunlardan birisi, uçağın belli bir irtifada sürekli olarak aynı hat üzerinde seyredebilmesi, hava fotoğraflarında topoğrafik yapıya da bağlı olarak alansal kaymalara neden olmaktadır. Ayrıca bu tür kaymaların bu konuda uzmanlaşmış kişiler tarafından gerekli düzeltmeler yapılarak yorumlanması gerekmektedir ki bu işlem çok zaman alan ve yorucu bir süreçtir. Ayrıca hava fotoğrafları için uçurulacak uçak, uçak için gerekli yakıt, uçağı kullanacak deneyimli pilot, görüntü elde etmek için kullanılacak kontrollü ekipmanların tümü maliyeti arttıran diğer önemli etmenlerdir. Ancak Google Earth tarafından sağlanan

veriler ücretsiz, güvenilir, uzman gereksinimine ihtiyaç duyulmayan anlık elde edilebilen ve toprak sınırlarının tahmin edilmesi açısından oldukça başarılı bir programdır.

Şekil 2’de farklı tarihlerde elde edilmiş uydu görüntüleri ve bunların zamansal değişimleri aşağıda verilmiştir. Avadan 2452 dekarlık test alanından seçilen ve bakış yönüne göre kuzeybatı yönünde kalan “D1” adlı sınır görülmektedir. Şekil 2’de “D1” sınırı, (1) , (2) ve (3) numaralı görüntülerde geçici göz yorumlamasıyla çizilen doğal toprak sınırları görülmektedir.

Şekil 2. Farklı tarihlere ait uydu görüntülerinden elde edilmiş (Sırasıyla; 09.11.2017; 27.09.2017; 31.03.2014) “D1” geçici toprak sınırına ait görüntü (Google Earth üzerinden elde edilmiştir, 2018).

Dikkatle incelediğimizde; sınır çizme konusunda uzman olmayan bir gözle bile bakıldığında doğal toprak sınırı olarak nitelendirebileceğimiz değişimler rahatlıkla gözlenebilmektedir. Bunun iki nedeni olabilir; birincisi, Google Earth programı ile sağlanan uydu görüntüsünün kalitesi ve görüntü edinimi sırasındaki hava şartlarının uygunluğu, ikincisi ise görüntünün elde edildiği zamandaki toprak yüzeyinin ve topoğrafik yapının durumudur. Toprak yüzeyinin (1) ve (2) numaralı görüntülerde çıplak ve sınırları ayırt edilebilir, (3) numaralı görüntüde ise bitki örtüsü ile kaplı olması ve buna bağlı olarak bitki yapraklarının toprak yüzeyinden gerçekleşecek yansımaları engellemesi nedeniyle sınırların ayırt edilmesinin neredeyse imkânsız olduğu gösterilebilir.

Ayrıca dikkat edilmesi gerekli diğer bir faktörde toprak nem durumudur. Burada görülmemesine rağmen gerek Google Earth ile elde edilen görüntülerde gerekse de diğer yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinde dahi toprağın aşırı nemli olduğu koşullarda ışığın absorpsiyonu fazla olacağından toprak yüzeyinden yansımalar azalır ve dolayısıyla toprak sınırlarının sağlıklı bir şekilde çizilmesi zorlaşır. Çünkü radyasyon olarak nitelendirdiğimiz ışıyım olayı hedef ile temas ettiğinde üç farklı tepki ile karşılaşır: yansıma, saçılma, absorpsiyon ve cismin içinden geçebilmesi.

Yansıma olayı, cisim ayna gibi pürüzsüz ve düz bir yüzeye sahipse, dalga boyu ilgili madde ile karşılaştığında belli açılarla gerisin geriye yansıtılır; saçılma olayında ise durum yansıma olayından biraz farklıdır.

Saçılma, cismin sahip olduğu pürüzlü yüzeyler ile gelen radyasyonun temas etmesi durumunda rastgele farklı yön ve doğrultularda harekete geçmesidir. Toprak yüzeyinden saçılma olayı en fazla tanecik boyutu dağılımı ile ilgidir. Bileşimi, kaba veya ince tanecikli yapıda olan topraklar farklı saçılma karakteristikleri gösterirler. Yani yüzeye ulaşan dalga boyunun enerjisi temas ettiği yüzeyin parçacık boyutu dağılımından daha küçükse dağınık yansıma baskın olacaktır. Örneğin, uzun dalga boyuna sahip ve enerjisi yüksek olan elektromanyetik spektrumun mikrodalga bölgesinden yansıyan radyasyon, ince tanecikli kum yüzeyi ile temas ettiğinde oldukça pürüzsüz görülebilir. Ancak enerjisi düşük ve mikro dalgalara kıyasla daha küçük dalga boyuna sahip görünür bölge içindeki enerji aynı yüzeyle temas etmesi durumunda oldukça pürüzlü görünür (NRCAN, 2018).

Absorpsiyon ise, radyasyonun ilgili yüzeyle temas etmesi durumunda dalga boyunun sahip olduğu enerjiyi emerek içerisine hapsedir ve absorbe edilen enerji miktarına göre yüzeyden saçılma veya yansıma olayları engellenir. Örneğin, kuru ve nemli toprak yüzeyleri karşılaştırıldığında nemli toprak yüzeyinden emilim daha yüksek olacağından dolayısıyla absorpsiyon daha yüksek olacaktır. Buna ek olarak, toprakların sahip olduğu organik madde içerikleri, özellikle de humik asit miktarları arttıkça renk koyulaşacağından yansımalar azalır absorpsiyon artar. Ayrıca bitki yapraklarının yapısında bulunan ve “klorofil” olarak adlandırılan kimyasal bir bileşik, görünür bölgedeki kırmızı ve mavi dalga boylarını absorbe ederken yeşili yansıtır.

Cismin içinden geçebilmesi (Transmission) olayı; bir enerji boyutu (dalga boyu), herhangi bir maddeden geçerken madde tarafından bu maddenin yapı ve bileşimi gibi özelliklerine bağlı olarak; anlamlı bir zayıflamaya uğratılmıyorsa geçirilir (Sarı, 2014).

3.2. Toprak Haritaları Yapılmış Test Alanlarının Google Earth Üzerinden Yeniden Sınır Kontrollerinin Yapılması

Toprak haritaları, toprağın sahip olduğu fiziksel, kimyasal, mineralojik ve morfolojik özellikleri hakkında bilgi sahibi olmak ve ayrıca söz konusu bölgenin alansal desenlerini yansıtarak çeşitli sınıflama sistemlerinde taksonomik olarak sınıflandırmak için kullanılır. Toprak haritaları, arazi kullanımından, karbon haritası oluşturmaya, kil mineralojisinin sınıflandırılmasından makro ve mikro element gübrelemesine kadar çok geniş bir alanda toprak bilimine katkı sağlamaktadır. Topraklar hakkında nitelikli bilgiye sahip olma gereksinimi yukarıda verilen bitki besleme ve toprağın diğer alanları hakkında bilgi sağlama ve daha güvenilir tahminler yapılabilmesi açısından toprakların haritalanma süreçlerine önem kazandırmıştır. Bu amaçla toprak araştırmacıları (Özellikle etüt ve haritalama uzmanları) geçmişten günümüze kadar çeşitli arazi parçalarının yorum haritalarını oluşturmuş ve arazi koşullarında elde edilen nitel ve nicel bulgularla yorum haritalarını destekleyerek toprakların haritalanmasını sağlamıştır.

Bu amaçlar doğrultusunda, 1990'lı yıllarda Çukurova Üniversitesi kampüs arazisinin detaylı toprak haritası yapılmıştır. Yapılmış olan bu toprak haritaları günümüzde dahi hâlen kullanılmaktadır çünkü toprak sınırları bir anda oluşmadığı gibi birkaç yıl içerisinde de büyük değişimler göstermez. Ancak günümüze değin arazilerin farklı amaçlar için kullanılması sonucu (örneğin tarla tarımı için kullanılan veya boş bir arazi, zaman içerisinde insanlar tarafından tesis veya yerleşim yeri kurmak için kullanımları değiştirilebilir) bazen bu sınırların ayırt edilmesini güçleştir. Dolayısıyla, eski tarihli toprak haritalarında insan veya diğer etmenler sonucu oluşan sınır farklılıklarının yeniden yorumlanıp düzeltilmesi gereklidir. Bu amaçla, Google Earth uydu verilerinden yararlanılarak son 18 yılda Çukurova Üniversitesi kampüs arazisi içerisinde seçilen belirli test alanlarında, bu değişimleri görselleştirmek amacıyla sınır kontrolleri yapılmış ve Google Earth görüntüleri üzerinden yeniden yorumlanmıştır.

Yorumlama test alanlarından seçilen ve uzman olmayan bir kişi tarafından dahi kolaylıkla ayırt edilebilen iki yorum sınırı üzerinden yapılmıştır. Çizilen birinci sınırda yıllara göre değişimin toprak sınırları üzerinde ne kadar etkili olduğu tartışılmıştır. Diğerinde ise sınırların belirlendikten sonra insan etkisiyle inşa edilen yapıların doğal sınırları nasıl etkilediği tartışılmıştır.

Belirlenen test alanları üzerine çizilen yorum sınırları Çukurova Üniversitesi kampüs alanının bakış yönüne göre güneydoğu yönünde 37 derece kuzey ve 35 derece doğu enlem ve boylam derecelerinde olup elde edilen görüntüler sırasıyla 30.03.2000; 05.10.2006; 22.10.2010; ve 12.09.2017 tarihlerinde çekilmiş görüntülere aittir. Görüntüler Google Earth üzerinde yaklaşık olarak 55 m yüksekliğe sabitlenerek elde edilmiştir ve göz hizası yaklaşık olarak 1000 metredir. Test alanının 2000 ve 2010 yılına ait iki farklı görüntüsünde tarla tarımı için kullanıldığı düşünüldüğünde, 2017 yılına ait iki farklı görüntüde ise büyük bir kısmında bahçe tarımına evrildiği gözlenmektedir.

Göz yorumu ile Google Earth verileri üzerinden çizilen sınırların gözlemlenebilirliği yüksektir. 2010 ve 2017 yılında çekilen görüntüler üzerine çizilen sınırların, 2000 yılına ait görüntüler üzerindeki yorumlamaya kıyasla sınırlarının ayırt edilmesinin daha zor olduğu görülmektedir. Bunun temel nedeni, 2000'li yıllardan başlayarak 2017 yılına ve günümüze kadar arazi kullanımının tarla tarımından bahçe tarımına doğru kaymış olması ve yüksek yapılı bitkilerin topraktan algılayıcı platforma ulaşan yansımaları engellemiş olabileme ihtimali ile açıklanabilir. Ayrıca görüntülerin elde edildiği zaman aralıklarındaki hava koşulları da kısmen etkili olmuş olabilir.

Şekil 3. Çukurova Üniversitesi kampüs arazisinde seçili test alanlarının göz yorumlamasıyla Google Earth verileri üzerine çizilmiş geçici toprak sınırların zamansal değişimi (Soldan sağa doğru sırasıyla; 30.03.2000 (1); 13.11.2000 (2); 05.10.2006 (3); 22.12.2010 (4); ve 12.09.2017 (5) ait uydu görüntüleri) (Google Earth üzerinden elde edilmiştir, 2018).

Üniversite kampüs arazisi içerisindeki test alanı üzerine çizilen başka bir yorum sınırında ise yukarıda bahsedildiği gibi zamana bağlı değişimler incelenmiştir. Ancak Şekil 3'te yorumlanan görüntülerdeki sınır değişiklikleri kısmen doğal olmasına rağmen, Şekil 4'teki değişiklikler tamamıyla kültürel (İnsan etkisiyle) olarak gerçekleşmiştir.

Şekil 4. Çukurova Üniversitesi kampüs arazisinde seçili test alanlarının göz yorumlamasıyla Google Earth verileri üzerine çizilmiş geçici toprak sınırları (Soldan sağa doğru sırasıyla; 13.11.2000 (1); 27.07.2002 (2); 09.12.2017 (3); 23.02.2018 (4)) (Google Earth üzerinden elde edilmiştir, 2018).

Şekil 4'te (1) ve (2) numaralı 2000'li yıllara ait görüntülerde toprak sınırları kesin olarak ayırt edilebilmektedir. Kasım 2000 ve Haziran 2002 tarihli görüntülerde toprak yüzeyinin çıplak olduğu ve dolayısıyla yansımanın, toprak sınırları çizilebilmesi açısından bir sorun teşkil etmediği görülmektedir. 1. ve 2. görüntülerdeki yansıma verilerinde toprağın yer yer koyulaştığı veya giderek açıldığı görülmektedir. Bu durum, toprak sınırlarının düzensiz dağılımları ve buna bağlı olarak üst toprak tekstüründen kaynaklanan yansıma farklılıklarını göstermektedir.

Google Earth gibi uydu görüntülerinden sağlanabilecek renk, üst toprak tekstürü, toprak nem içeriği, organik madde miktarı, Fe-Al oksitler gibi birçok toprak parametresi eş zamanlı olarak sadece görüntü yorumlamasından elde edilebilecek bulgularla tespit edilebilir. Örneğin, Şekil 4'teki (1) ve (2) numaralı görüntüler kıyaslandığında göze çarpan ilk ve en önemli değişiklik renktir. Sadece renk yorumlamasıyla dahi birtakım ayırt edici yorumlar yapılabilir. Rengin koyulaştığı bölgelerde organik madde miktarının artmış olabileceği veya arazinin nemli koşullarda bulunduğu buna bağlı olarak drenaj sorunları yaşanabileceği, alanın spatial (alansal) desenlerinde farklılaşmalar olduğu ve bununla beraber agregat stabilitesine bağlı olarak erozyon veya toprak kayması gibi sorunlar oluşturabileceği gibi birtakım varsayımlarda bulunulabilir. Ayrıca üst toprak tekstüründen gelen yansımaların belirleyici olmamakla birlikte toprağın tekstürü hakkında ön bilgi edinilebilmesine katkı sağlayabilir. Çünkü toprak taneciklerinin boyutu küçüldükçe (kaba kum-ince kum-tın-kil) taneciklerin yüzey alanı ve yüzey pürüzlülüğü artacağından reflektansları düşer. İnce tekstüre sahip topraklarda koloidal yapı, organik madde, Fe ve Ca gibi elementlerin foliküle edici yapısı, toprak taneciklerinin birbirine bağlanmasıyla oluşacak olan agregatların kümeleşmeleri sayesinde yer yer büyük boşluklar-gözenekler oluşur ve ince tekstürlü topraklarda (killi), kaba tekstürlü (kumlu) olanlara oranla daha düşük yansıma değerleri elde edilir (Sarı 2014). Yine benzer şekilde rengin koyulaşması toprakta nem içeriğinin arttığına bir göstergesidir. Bilinen bir gerçek olarak kil oranı yüksek olan bir toprağın su tutma kapasitesi de yüksek olacaktır. Şekil 4'teki (1) ve (2) görüntüye bakıldığında renkteki farklılaşmalar tekstür farklılıklarının habercisi olabilir ve bu da yorum sınırlarının çizilmesinde bize yardımcı olabilmektedir.

Şekil 4'te (3) ve (4) numaralı 2017 ve 2018 tarihli görüntülere bakıldığında ise göze çarpan ilk değişiklik arazi kullanımındaki farklılaşmalardır. Bakış yönüne göre orta, kuzeybatı ve kuzeydoğu yönlerinde insan etkisi sonucu yapılmış yapılar dikkat çekmektedir. 1 ve 2 numaralı görsellerde tahmini toprak sınırları çizilen alanlar üzerinde, 2017 ve 2018 yıllarına gelindiğinde inşa edilen yapılar nedeniyle artık eski toprak sınırları kullanılamamaktadır. Google Earth verileri üzerinden elde edilen görüntüler alansal değişiklikleri verdiği gibi zamana bağlı değişimlerinde gözlenmesine olanak tanıyan kullanışlı bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.SONUÇLAR

Sonuç olarak Google Earth görüntüleri hem ücretsiz elde edilebilmesi hem de geçmiş yıllara ait uydu görüntülerini tek seferde sunma imkânına sahip olması ve elde edilen görüntü üzerinde detaylı çizimler yapılabilmesi nedeniyle toprak sınırlarının çizilmesinde ve yorumlanmasında önemli avantajlar sağlar. Ancak toprak sınırlarının çizilebilmesi için doğru tarihlerde çekilmiş uydu görüntülerini kullanmak büyük önem arz etmektedir. Ayrıca başarılı sınırlar çizebilmek için yorumlamanın toprak yüzeyinin bitki örtüsünden yoksun, en çıplak ve yüzeyden yansımının en fazla olduğu toprak koşullarında yapılması başarı oranını büyük ölçüde arttıracaktır.

Buna ek olarak, etüt ve haritalama gibi toprakların fiziksel, kimyasal, minerolojik ve morfolojik özelliklerini anlamaya çalışan araştırmalar için Google Earth görüntüleri yardımıyla sınırların çizilmesi, arazinin fizyografik koşulları hakkında önemli bilgiler toplanması ve toprakla ilgili detaylı çalışmalara başlamadan önce arazi hakkında optimum bilgi edinilmesi açısından büyük avantajlar sağlamaktadır. Ancak Google Earth görüntüleri topraklar hakkında ayrıntılı bilgi sağlamak için yeterli değildir. Toprağın sahip olduğu sınırlar birkaç adımda değişiklik gösterebileceği gibi birkaç kilometre içerisinde dahi değişiklik göstermeyebilir. Bu nedenle, Google Earth verileri ile kesin sınırları belirlemek neredeyse imkânsızdır. Bu sınırların arazide yerinde görülüp gözlemlenerek kesinleştirilmesi gerekmektedir. Ancak yukarıda da belirttiğimiz gibi Google Earth görüntüleri hızlı, ücretsiz, kullanılması için uzman gereksinimi gerektirmeyen kullanışlı bir araçtır ve tüm bu avantajlardan dolayı toprak etüt ve haritalama işlemlerinin hazırlık aşamasında rahatlıkla kullanılabilir.

5. KAYNAKLAR

Dinç U, Kapur S, Özbek H, Şenol S 1987. *Toprak Genesisi ve Sınıflandırması*. Adana: Çukurova Üniversitesi Basımevi. Ç.Ü. Yayınları Ders Kitabı, No 7.1.3.

Dinç U., Şenol S., Sayın M., Kapur S., Güzel N., DericiR., Yeşilsoy M.Ş., Yeğengil İ., Sarı M., Kaya Z., Aydın M., Kettaş F., Berkman A., Çolak A.K., Yılmaz K., Tunçgöğüş B., Çavuşgil, V., ÖzbekH., Gülüt K.Y., KaramanC., Dinç O., Öztürk N., Kara E.E., 1988. *Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları (GAT), I. Harran Ovası TÜBİTAK TarımOrmançılık Araştırma Grubu Güdümlü Araştırma Projesi Kesin Raporu*. TOAG – 534, Adana

Dinç, U., Senol, S., Sayın, M., Kapur, S., Yılmaz, K., Sarı, M. 1991. *TUBITAK Project number: TOAG-534, , The physical, chemical and biological properties and classification mapping of soils of the Harran Plain.*

Dinç U., M. Sarı, S. Şenol, Kapur, M. Sayın, V.Çavuşgil, R. Derici, M. Gök, M. Aydın, H. Ekinci, N.Ağca, N. ve E. Schlichting, 1995. *Çukurova Bölgesi Toprakları*. Yardımcı Ders Kitabı, No 26, 2. Baskı, Ç.Ü. Zir. Fak. Adana.

Dinç, U., Şenol S., 1997. *Toprak Etüt ve Haritalama, 1.basım ÇÜ Ziraat Fakültesi Genel Yayın, Adana syf 130.,*

Dinç U, Şenol S 1997 *Soil survey and mapping*. Çukurova University, Faculty of Agriculture Publications No: 161, Adana, Turkey (in Turkish).

Dinc, U., Senol, S., Kapur, S., Cangir, C., ve Atalay, I. 1999. *Türkiye Toprakları*. C.U. Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No: 51, Ders Kitapları Yayın No. A-12, Adana

Dingil, M., Şenol, S., Öztekin, E. M. 2008. Updating of the soil map of the Çukurova University campus area by using geographic information system (gis). *International Meeting on Soil Fertility Land Management and Agroclimatology, Special Issue, 307-317.*

Kitiş C.Ç., Şenol S. 2013. *Eurasian Journal of Soil Science (EJSS)*, , Determination and monitoring of land use changes by using quickbird satellite data and aerial photographs in a selected area of the Northern Adana in Turkey, Cilt 2, Sayı 2, Syf: 131–139.

Natural Resources Canada. 1997. *Fundamentals of Remote Sensing*, syf 258, <http://www.nrcan.gc.ca/node/9309>

Sarı, M. 2014. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Ders Kitabı Yayın No: xx, 279 s.*

Şenol, S., Dinç, U. 1994. Çukurova Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Genel Yayın, Kartoğrafya, 88 s. *Determination and monitoring of land use changes by using quickbird satellite data and aerial photographs in a selected area of the Northern Adana in Turkey*, Cilt 2, Sayı 2, Syf 131–139

Şenol, S., 2015 *Toprak Etüt Haritalama El Kitabı*, syf 233 ,Adana, Türkiye
https://www.researchgate.net/profile/Suat_Senol/publication/311495358_Toprak_Eut_ve_Haritalama_Islem_ve_Metodolojisi/links/587344fd08ae6eb871c52107/Toprak-Euet-ve-Haritalama-Islem-ve-Metodolojisi.pdf

Tekinel, O., Yeğingil, İ., Dinç, U., Kapur, S., Şenol, S. 1991. Remote sensing applications for the southeastern Anatolian Project, - *Options Mediterraneennes. Series A: Seminaires, Syf 95-102.*