

## ÇİÇEKDAĞ - KIRŞEHİR TARIM İŞLETMESİ TOPRAKLARININ DETAYLI TOPRAK ETÜT VE HARİTALANMASI<sup>1</sup>

Tülay TUNÇAY İlhami BAYRAMİN

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Ankara  
e-mail: tuncay@agri.ankara.edu.tr

Geliş Tarihi: 24.08.2009

Kabul Tarihi: 24.12.2009

**ÖZET:** Bu çalışmada, Çiçekdağ – Kırşehir Tarım İşletmesi Topraklarının Detaylı Toprak Etüt ve Haritalaması yapılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında ochric epipedon ve calcic, gypsic, cambic, argillic, natric yüzeyaltı tanımlama horizonları belirlenmiştir. Etüt çalışmaları sonucunda Entisol, Vertisol, Inceptisol ve Alfisol ordolarına ait, 10 farklı Alt Grup'ta tanımlanan 20 farklı toprak serisi haritalanarak sayısal toprak veri tabanı hazırlanmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri etkin ve başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Ayrıca toprak serilerinin özellikleri ve problemleri belirlenmiş ve çözüm önerileri getirilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Detaylı toprak etüt ve haritalama, CBS, sınıflandırma

### DETAILED SURVEY AND MAPPING OF ÇİÇEKDAĞ – KIRŞEHİR STATE FARM SOILS

**ABSTRACT:** In this research, detailed soil survey and mapping studies of the Çiçekdağ – Kırşehir Farmstate soils were carried out. During field studies, ochric epipedon and calcic, gypsic, cambic, argillic, natric subsurface diagnostic horizons were described. Twenty- soil series, belonging to Entisols, Vertisols, Inceptisols and Alfisols and classified into 10 subgroups, were mapped and soil database was prepared. Geographic Information Systems were used effectively and successfully. Additionally, the characteristics and problems of soil series were determined and problem solutions were recommended.

**Key Words:** Detailed soil survey and mapping, GIS, classification

### 1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde artan nüfus ile birlikte tarım ürünlerine olan ihtiyaç giderek artmakta ve tarım ürünlerinden elde edilecek çiftçi gelirlerinin yükseltilmesi gerekmektedir. Bu durum doğal kaynaklar üzerinde baskı oluşturmakta ve arazi bozulmasına neden olmaktadır. Üretim alanlarının üst sınırlarına varılmış olması mevcut üretim alanlarının sürdürülebilir kullanımını gerektirmektedir (Beek, 1978).

Bu aşamada, mevcut problemlerin tespiti ve çözümü gerekmektedir. Sorunları belirlemek ve gidermek için mevcut toprakların tüm karakteristiklerinin belirlenmesi, üretimin başından sonuna uygulanan yönetim teknikleri, toprakların sürdürülebilir ve verimli kullanımına hizmet edebilmelidir. Her bir arazi çeşidine uygun, arazi kullanımının belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanılmasında, geleceğe yönelik planlamalarda, detaylı toprak etüt ve haritalama çalışmalarının büyük önemi vardır (Anderson et al.,1976).

Toprakların özellikleri buldukları yere göre değişmektedir. Doğal toprak kütleleri; iklim ve yaşayan organizmaların ana materyal üzerine, topografya veya yersel röliyefin değiştirici etkisi ile, toprak oluş işlemlerinin belirli bir zaman süresince etkilenmesi ile oluşurlar. Toprakların dağılımını kontrol eden faktörler, toprak yapan olaylar ve toprak oluşuna etki eden faktörler olarak iki genel grupta toplanabilir. Simonsen (1959) tarafından; toprakta birikme olayları (organik madde birikmesi, yeni sedimantasyon), toprak ana maddelerinin

transformasyonu, toprakta yer değişimleri, horizonlaşmaya engel olan olaylar (kil yıkanması), topraktan olan kayıplar (yıkanma, erozyon vs) olarak açıklanmıştır. Küçük alanlardaki toprakların çalışılması sırasında topografya veya röliyefin, ana materyalin ve zamanın toprak üzerindeki etkileri belirgin olarak görülmektedir. Örneğin kurak bölgelerde röliyefle ilgili farklılıklar tuzluluk veya sodiklik olabilir. Geçit bölgelerinde doğal bitki örtüsü dışında, bitki örtüsündeki yerel farklılıklar röliyef, ana materyal veya zamandaki farklılıklarla yakından ilişkilidir (Soil Survey Staff, 1999).

Toprak etüt ve haritalama çalışmaları toprakların sahip olduğu özellikler ve karakteristikler yönünden incelenerek benzer olan grupların aynı sınırlar içerisinde birleştirilmesini kapsar. Bu kapsamda üç temel aşama vardır. Bunlardan birincisi benzer toprakların belirlenmesi, ikincisi bu toprakların tanımlanması üçüncüsü ise sınırların çizilerek haritalanmasıdır (Başyigit ve Dinç, 2001).

Türkiye'de toprak sınıflandırma ile ilgili ilk çalışmalar Çağlar tarafından yapılmış ve toprakların morfolojik özellikleri dikkate alınarak oluşturulan Türkiye Toprak Haritası'nda 11 farklı toprak grubu yer almıştır (Dinç ve ark. 1987). Daha sonra Çağlar ve ark. (1951), Eskişehir ve Alpu ovaları topraklarını sınıflandırarak haritalamışlardır. Çağlar (1958), Türkiye topraklarını belli başlı iklim bölgelerine ayırarak incelemiş ve bunları Karadeniz Podzolik Kızıl Toprakları, Kuzey Orman ve Esmer Orman Toprakları, Kahverengi Orman Toprakları, Kestane Rengi Topraklar, Kızıl Topraklar, Akdeniz Kızıl Toprakları, Alüvyaller, Esmer Step Toprakları, Esmer

<sup>1</sup> Yüksek lisans tez özettir.

Kırmızı Topraklar ve Çorak Topraklar olarak sınıflandırmıştır.

Toprakların sınıflandırılmalarında modern bilimde toprakların ölçülebilen ve gözlenebilen özellikleri (morfolojik) göz önüne alınmakta ve seçilen özelliklerin toprak genetiği ile ilgili olması gereklidir. Bu şekilde ortaya konmuş sınıflandırma sistemi, morfometrik-genetik sistem olarak bilinmektedir (Dinç ve ark., 2001).

Özür ve ark. (1991), Silifke ovası topraklarının oluşu, önemli özellikleri ve sınıflandırılması üzerine yaptıkları çalışmada, Göksu nehrinin depozitleri yanısıra yan alüvyaller üzerinde oluşmuş 6 farklı fizyografik ünite üzerinde 8 ayrı toprak serisi saptamışlardır. Bu seriler, genellikle çok kireçli (% 40-50) olup siltli, kil-tınlı tekstüre sahiptir. Saptanan toprak serilerini toprak taksonomisine göre Xerofluvent, Halaquept, Fluvaquent, Xerochrept ve FAO-UNESCO'ya göre de Calcaric, Fluvisol, Gleyic Solonchak, Chromic Cambisol olarak sınıflandırılmışlardır.

Günümüzde gelişen bilgisayar ve program teknolojilerine paralel olarak, doğal kaynak envanter çalışmaları başta olmak üzere, toprak haritalarının oluşturulmasında uzaktan algılama (UA), sayısal yükselti verileri ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yoğun olarak kullanılmaya başlanmış olup yeni teknoloji ile elde edilen verilerin arazi etüdlerinden elde edilen verilerle uyumlu olması gerekliliği Klingebiel et al. (1987), Horvath et al. (1984), Lee et al. (1988), Stoner and Baumgardner (1981), ve Su ve ark. (1989) tarafından bildirilmiştir.

Öztürk (1995), toprak oluşturan faktörlerin CBS ve UA verileri ile yorumlayıp detaylı toprak etüdlerinde kullanılabilir yeni bir metot geliştirmeyi amaçlamıştır. Şanlı Urfa Viranşehir Ovasında seçilen test alanında geliştirilen metod çalışmada, ilk aşamada çalışma planının 1: 25 000 ölçekli standart topoğrafik haritaları sayısallaştırılmış ve eğim haritaları çıkartılmıştır. İkinci aşamada, Landsat 5 TM üzerine sayısal uydu verileri işlenerek çalışma alanının şimdiki arazi kullanımı çıkartılmış ve her bir kullanım alanı (5. ve 7. bantlar kullanılarak), kendi içerisinde sınıflandırılarak birleştirilmiş ve ilk taslak toprak haritası oluşturulmuştur. Üçüncü aşamada, eğim ve ilk taslak toprak haritası izgara yöntemi ile kontrol edilmiş ve uygulanan metodun % 97, 8 oranında doğru olduğu saptanmıştır.

Çiçekdağ Tarım İşletmesi topraklarını kapsayan çalışma alanının daha önce istikşafı toprak etütleri yapılmış olmasına rağmen, birçok amaca hizmet edecek olan detaylı etüt ve haritalama çalışmaları yapılmamıştır. Çalışma alanının bir kısmı sulamaya uygun olmakla birlikte sulama suyu kalitesi açısından bölge toprakları sorunlar yaşamaktadır. Çalışma alanı topoğrafik koşullar, iklim, toprak vb. faktörler açısından İç Anadolu Bölgesini temsil eden yağışa bağlı tarım arazilerini temsil edecek niteliktedir. Bölgenin jeolojik yapısı tuzluluk ve alkalilik açısından riskler taşımaktadır. Bölgede tarımsal ürünlerin,

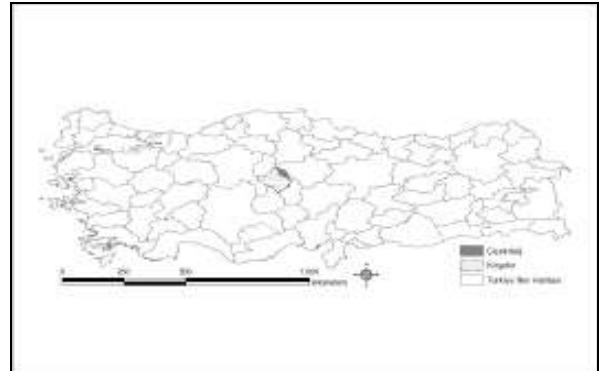
ülkemizdeki ekonomik koşullar nedeniyle, fiyat performans analizleri kıyaslandığında bugünkü üretim deseninin ihtiyaçları karşılayamaması en önemli sorunların başında gelmektedir. Bu nedenle, çalışma alanında ekonomik karlılık sağlanması için alternatif ürünlerin veya çeşitlerin geliştirilmesi ve dolayısıyla çok amaçlı olarak bölge çiftçisine örnek olabilecek İdeal Arazi Kullanım Planlaması yapılması gerekmektedir. İdeal Arazi Kullanım Planlamasının başarısı, iyi bir arazi değerlendirmesi dolayısıyla detaylı etüt ve haritalama çalışmalarına bağlıdır.

Bu çalışmanın başlıca hedefleri coğrafi veri tabanlarını kullanarak, doğal kaynakların kullanımı ve yönetimi ile ilgili problemlerin çözümlenmesi, yeni verilerin üretilmesi ve sonradan oluşan değişimlerin izlenebilmesini sağlayacak güncel veri tabanları oluşturarak, sürdürülebilir ve izlenebilir bir sistem oluşturmaktır. Bu durumda toprakların oluşumunda ve karakter kazanmasında etkili olan faktörlerle ilgili veri kaynaklarının, günümüzün teknolojisiyle, toprak ve arazi kaynaklarıyla ilgili farklı düzeylerde ve belirli amaçlar için uygun ölçeklerde yeni veri üretimi ile toprak bilgi sisteminin oluşturulmasında kullanımı zaman ve ekonomik açıdan daha uygun olacaktır.

## **2. MATERYAL VE YÖNTEM**

### **2.1. Çalışma alanının tanımı**

Araştırma 619615 - 625956 m Doğu ve 4387388 - 4395718 m Kuzey yer belirteçleri arasında yer alan (Transvers Mercator, 3°) Çiçekdağ Tarım İşletmesi (ÇTİ) arazilerinde yaklaşık olarak 1678.0 ha' lık bir alanda yürütülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

### **2.2. Çalışma alanının jeolojisi**

Çalışma alanında yer alan bölgenin temelini magmatik kayalar granit, granadiyorit, diyorit, bazalt vb oluşturmaktadır. Magmatik kayalar üzerine denizin karaya hareketi olarak eosen formasyonları uyumsuz bir seri olarak gelmektedir. Eosen formasyonları en altta konglomeratik iri klastiklerle (kırıntılı breş, kumtaşı, kiltası, kömürlü kiltası) başlayıp kireçtaşları ile son bulmaktadır. Daha sonra Eosenin üzerine Oligo-Miyosen formasyonları kil taşları devam etmekte ve evoporitlere (tuzlu, jipsli seriler) geçiş göstermektedir. En üst formasyonu ise Kuaterner yaşlı genç alüvyal seriler (kum, kil, çakıl,

blok gibi taneli, kırıntılı) oluşturmaktadır. Tarımın yapıldığı alanlar eski alüvyal seriler üzerinde yer almaktadır. Güncel alüvyonlar Delice Irmağı'na) birinci derecede yakın alanlarda görülmektedir (Erentöz, 1975).

Bölgedeki jipsli ve tuzlu seriler Oligo-Miyosen'de karasal kurak ve sıcak bir iklimin göstergesidir. Çiftlik arazileri, Delice Irmağının yatak ve çevresinde horst ve grabenleşmenin devam ettiği (ırmak yatağının çöktüğü, bununla birlikte yeni sedimentlerle dolduğu) bir alanda tektonik olarak bir graben üzerine yerleşmiştir.

Karasal koşullarda gelişen İncik formasyonu havzadaki esas birim olarak göze çarpmaktadır. Formasyon yamaç molozlu, akarsu ve gölsel fasiyeslerden oluşmuştur. Yamaç molozları yer yer çamurtaşı, çakıl taşı, kumtaşı birimleri ile temsil edilir (özellikle çiftliğin Delice Irmağına yakın kısımları). Akarsu fasiyesleri çapraz katmanlı çakıl taşı, kumtaşı, silt taşı, kil taşı ve marn ardalanmalarından oluşmaktadır. Yine kiltası, çamurtaşı, konglomera ve breş bileşimindeki Gölsel fasiyesler Bayındır Üyesi olarak ayırt edilmiştir.

İncik formasyonu topoğrafyanın durumuna göre sırt ve yamaçlarda, yamaç molozu şeklinde az tutturulmuş, gevşek çimentolu, çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşur. Çakılların tane boyları 0,3 - 15 cm arasında değişmekte olup, genellikle kırmızımsı- çamur, silt ve kum matrikslidirler. Çakılların tane boyları diğer birimlere geçiş kontaklarında değişiklik arz etmektedir. İncik formasyonu içerisinde, gölsel kesimlerde oluşmuş, kum taşı, kil taşı, marn, anhidrit ve jips ardalanmasından oluşan Bayındır Üyesi yer almaktadır. Birimlerde boyanma iyi gelişmiştir ve karbonatlı bir çimento ile tutturulmuştur. Tabakalaşma düzgün ve belirgin olarak izlenmektedir. Tabakaların kalınlığı birkaç cm'den iki metreye kadar değişmekte olup jipsler daha çok anhidritler halinde görülmektedir (Erentöz, 1975).

### 2.3. Çalışma alanının iklimi

İklim, toprak oluş ve bitki örtüsünün gelişmesiyle çok yakın ilişkisi olan aktif bir faktördür. Belirli toprakların belirli bitki örtüsü ve iklim koşulları altında meydana geldiği Dokuçayev'den beri bilinmektedir. Toprak oluşunda iklimin etkisi özellikle yağış miktarı ve bunun yıl içerisindeki dağılımına bağlıdır. Toprağa girerek, horizonlar arasından geçen suyun miktarı, topraktaki bazı bileşiklerin taşınarak profili terketmesini veya alt katlarda birikme hızını yönlendirir. İç Anadolu bölgesi, yıllık ortalama yağışların artışı sonucu toprak profilinin gelişimindeki farklılıkları açıklamak bakımından tipik bir örnektir. Bu bölgenin doğu kısımları (Karapınar- Tuz gölü kesimi) ülkemizin 280-300 mm yıllık yağışla en az yağış alan yöreleridir (Dinç ve ark., 1997).

Kırşehir-ÇTİ'nin iklim sınıflaması çalışma alanının 1976-2001 yıllarına ait iklim parametreleri kullanılarak Thornthwaite (1948) iklim sınıflamasına

göre yapılmış ve Yarı-Kurak, 2. dereceden mezotermal orta sıcak, su fazlası olmayan ya da pek az olan tali iklim tipi, okyanus etkisine yakın yerler şartlarına sahip ve DB'2dB'3 ile ifade edilmiştir.

ÇTİ'nin sıcaklık rejimi; yıllık ortalama toprak sıcaklığı 8 °C'den fazla, 15 °C'den az ve 50 cm'deki yıllık ortalama kış ayları toprak sıcaklığı ile yıllık ortalama yaz ayları toprak sıcaklığı arasındaki fark 6 °C'den fazla olduğu için mesic sıcaklık rejimi olarak bulunmuştur. ÇTİ'nin nem rejimi; normal yıllar içerisinde, toprak nem rejimi kontrol kısmının tamamında, yaz gündönümünü takip eden (21 Haziran) 4 ay içerisinde peşpeşe 45 gün veya daha fazla kuru, ve kış gündönümünü takip (21 Aralık) eden 4 ay içerisinde peşpeşe 45 gün veya daha fazla nemli olması dolayısıyla ve 50 cm'deki toprak sıcaklığının 8°C'nin üzerinde olan günlerde peşpeşe 90 gün veya daha fazla kuru olarak tesbit edildiğinden nem rejimi Xeric olarak bulunmuştur.

### 2.4. Kartografik materyaller

Bu çalışmada, araştırma alanına ait 1/35.000 ölçekli hava fotoğrafları ve 1/ 5.000 ölçekli topografik haritalar temel kartografik materyal olarak kullanılmıştır. 1/ 5.000 ölçekli topografik haritalar sayısallaştırılarak arazi yükseklik modeli oluşturulmuştur.

### 2.5. Yazılım

Topografik haritaların sayısallaştırılmasında, hava fotoğraflarının analizlerinde, parselasyon ve toprak veri tabanlarının hazırlanmasında ARC GIS 8.1 ve ARC VIEW 3.2, CBS ve ERDAS IMAGINE 8.3.1 UA yazılımları kullanılmıştır.

### 2.6 Yöntem

Bu araştırma arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarından oluşan farklı üç aşamada yürütülmüştür. Büro ve laboratuvar çalışmaları Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde yürütülmüştür. Detaylı temel toprak etüt ve haritalama metodolojisi olarak Soil Survey Manuel (Soil Survey Staff, 1993) ve sınıflandırma çalışmalarında toprak taksonomisi (Soil Survey Staff, 1999) esas alınmıştır.

#### 2.6.1 Büro çalışmaları

Üç farklı aşamada yürütülen büro çalışmalarının ilk aşamasında çalışma planı hazırlanmış, etüt öncesi gerekli bilgi ve kartografik materyaller toplanmıştır. 1/35000 ölçekli hava fotoğrafları stereoskopik incelemeye tabi tutularak çalışma alanının fotoyorum haritası hazırlanmıştır. 1/ 5000 ölçekli topografik haritalar sayısallaştırılarak arazi yükseklik modeli oluşturulmuştur. Çalışma alanına ait eğim grupları belirlenmiş ve hava fotoğrafları ile birlikte incelenerek, arazi fizyografyasına göre profil çukur yerleri belirlenmiştir.

### 2.6.2. Arazi çalışmaları

Büro çalışmaları sonucunda belirlenen profil çukur yerlerinin arazide kontrolleri yapılmış ve toplam 21 adet profil çukuru açılmış ve farklılık gösteren 20 profil horizon esasına göre örneklenmiştir. Bu çalışmalar sırasında toprak haritalama lejantı için gerekli ön bilgiler toplanmıştır.

### 2.6.3. Laboratuvar analizleri

Arazi çalışmaları sırasında yüzey ve yüzeyaltı horizonlara ait 44 adet bozulmamış örneğin yanı sıra 20 adet profile ile 91 horizontdan örnekleme yapılmıştır. Bozulmamış toprak örneklerinde hacim ağırlığı, yarıyışlı su tutma kapasiteleri ve hidrolik iletkenlik katsayıları belirlenmiştir. Horizontlardan alınan örneklerde ise, hacim ağırlığı, tekstür, katyon değişim kapasitesi, değişebilir katyonlar, karbonat, pH, elektriksel iletkenlik gibi toprak veri tabanının oluşturulması ve temel toprak haritasında ve toprak sınıflandırmasında gerekli olan fiziksel ve kimyasal özellikler belirlenmiştir.

Toprak örneklerinde, tekstür (Bouyoucous, 1951), tarla kapasitesi ve solma noktası (Richards, 1954), hacim ağırlığı (Blake and Hartge, 1986) gibi fiziksel analizlerle birlikte, katyon değişim kapasitesi ve değişebilir katyonlar (Rhoades, 1986), kireç (Çağlar, 1958), toprak reaksiyonu (pH), elektriksel iletkenlik, yarıyışlı potasyum ( $K_2O$ ) (U.S.Salinity Laboratory, 1954), organik madde (Jackson, 1958), toplam azot (Bremner, 1965) yarıyışlı fosfor ( $P_2O_5$ ) (Olsen, 1954) gibi kimyasal analizler yapılmıştır.

### 2.6.4. II. Büro çalışmaları

Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemeye yönelik laboratuvar analizlerinin sonuçları kontrol edildikten sonra, profil örnekleme sırasında örneklenen tanımlama horizonları kesinleştirilerek, profillere ait yüzey ve yüzey altı tanımlama horizonları belirlenmiş ve yukarıda açıklanan toprak nem ve sıcaklık rejimleri dikkate alınarak toprak taksonomisi (Soil Survey Staff, 1999) ne göre sınıflandırılmıştır.

### 2.6.5. II. Arazi (etüt) çalışmaları

Bu aşamada, toprak sınırlarını kesinleştirmek ve haritalama ünitelerini oluşturmak için arazide 172 noktada burgu atılarak tekstür, renk, kireç, toprak derinliği, horizonlar gibi profil özellikleri burgu yöntemiyle kontrol edilerek seriler arasındaki farklılıklar tespit edilmiş ve detaylı temel toprak haritası oluşturulmuştur.

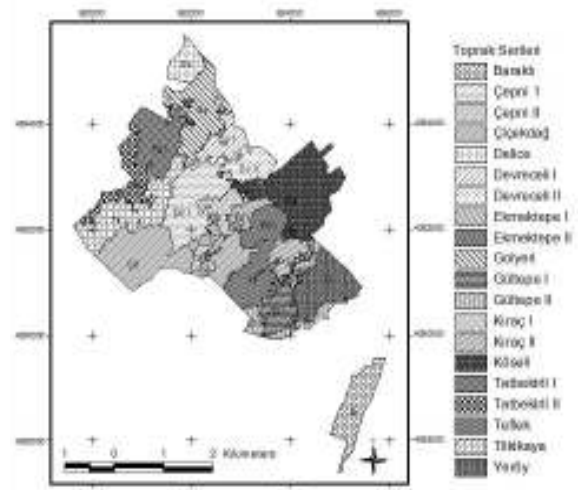
### 2.6.6. III. Büro çalışmaları

Çalışmanın bu aşamasında, laboratuvar ve arazi etüt çalışmaları sonuçları değerlendirilerek, CBS ortamında toprak veri tabanı hazırlanmış ve detaylı temel toprak etüt haritası ve raporu hazırlanmıştır.

## 3. BULGULAR

Toprakların arazi çalışmaları sırasında belirlenen morfolojik özellikleri yanında laboratuvar çalışmaları ile belirlenen fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre çalışma alanında Ochric epipedon, Argillic, Calcic, Gypsic, Cambic ve Natric yüzeyaltı tanımlama horizonları belirlenmiştir. Yapılan sınıflandırma çalışmaları sonucunda ÇTİ toprakları toprak taksonomisine göre Entisol, Vertisol, Inceptisol ve Alfisol Ordoları içerisinde sınıflandırılmışlardır.

Yapılan toprak etüt haritalama çalışmalarında alanda 20 farklı toprak serisi belirlenmiştir. (Şekil 2). Toprak serilerin dağılımları Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre ÇTİ arazilerinde Kıraç I (% 1,1), Ekmektepe I (%1,6), Çepni II (% 2,3), Delice (% 2,4) ve Kıraç II (% 2,7) serileri toplam % 10,1 ile en az yayılım gösteren toprak serileri olarak yer alırken; Tilkikaya (% 7,1), Gölyeri (% 7,8), Çepni I (% 8,5), Köseli (% 11,5) ve Çiçekdağ (% 13,0) serileri en fazla dağılımı (% 46,9) göstermişlerdir.

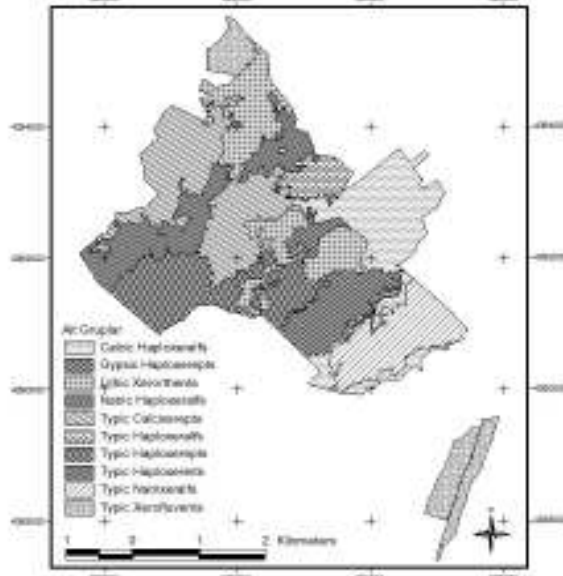


Şekil 2. ÇTİ toprak serileri haritası

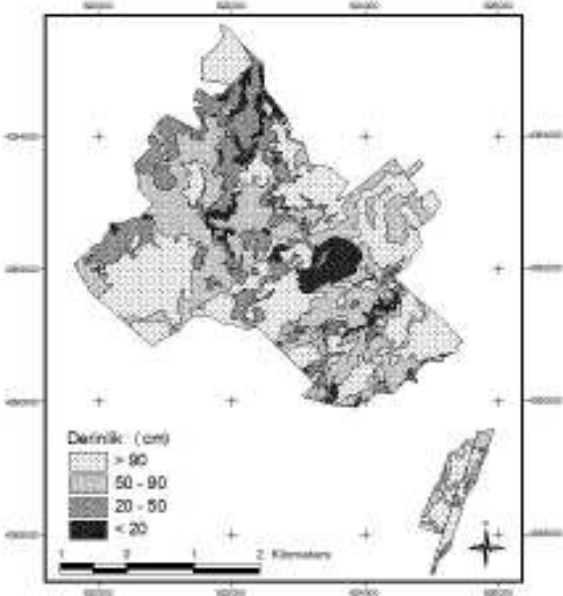
Çizelge 1. Toprak serilerinin dağılımı

Seri Adı	Dağılım		Seri Adı	Dağılım	
	da	%		da	%
Delice	401,6	2,4	Devreceli I	562,3	3,4
Teflek	788,7	4,7	Devreceli II	528,2	3,1
Gölyeri	1196,0	7,1	Ekmektepe I	270,7	1,6
Köseli	1935,1	11,5	Ekmektepe II	510,0	3,0
Kıraç I	182,0	1,1	Tatbekirli I	1009,0	6,0
Kıraç II	445,5	2,7	Tatbekirli II	662,8	4,0
Yerköy	1074,7	6,4	Gültepe I	509,5	3,0
Tilkikaya	1322,8	7,9	Gültepe II	602,7	3,6
Çiçekdağ	2189,7	13,0	Çepni I	1395,9	8,3
Baraklı	812,3	4,8	Çepni II	389,1	2,3
			Toplam	16780,6	100,0

Yapılan sınıflandırma çalışmaları sonucunda, sırasıyla Typic Calcixerepts (% 18,3), Calcic Haploxeralfs (% 15,1), Lithic Xerorthents (% 13,6), Typic Haploxerepts (% 13,0), Typic Natriferalfs (% 9,4) ve Gypsic Haploxerepts' ler (% 9,0) ile en geniş yayılım gösteren alt gruplar olarak belirlenirken; Typic Haploxererts (% 7,9), Typic Xerofluvents (% 7,2), Natric Haploxeralfs (% 3,4), Typic Haploxeralfs' ler (% 3,1) ile en az yayılımı gösteren alt gruplar olarak belirlenmiştir (Şekil 3, Çizelge 2).



Şekil 3. ÇTİ Topraklarının Toprak Taksonomisi'ne göre dağılımları (1999)



Şekil 4. ÇTİ toprak derinlik haritası

Yapılan etüt çalışmaları sonucunda ÇTİ arazilerinin % 41,7'si derin, % 33,7'si orta derin, % 18,6'sı sığ, % 6'sı çok sığ topraklardan oluşmaktadır (Şekil 4). ÇTİ topraklarının % 78,6'sında taşlılık problemi görülmezken, % 21,4'ünde değişen derecelerde taşlılık problemi görülmüştür (Şekil 5). Çalışma alanı topraklarının % 8,3'ü tuzluluk riski

taşımaktadır (Şekil 6). ÇTİ topraklarının % 88,1'i düz – düze yakın eğimlerde (%0–6) oluşmuştur (Şekil 7, Çizelge 3). ÇTİ topraklarının % 70,3 ünde erozyon sorunu görülmezken, % 27,4'ünde az, ve orta ve % 2,2'sinde şiddetli erozyon belirlenmiştir (Şekil 8).

Çizelge 2. Toprak serilerinin sınıflandırılması

Seri Adı	Sınıflandırma
Delice Baraklı	Fine loamy, mixed, mesic, Typic Xerofluvents
Gölyeri Kıraç I Ekmektepe II Çepni II	Fine loamy, mixed, mesic, Lithic Xerorthents
Tatbekirli I Tatbekirli II Çepni I	Fine loamy, mixed, mesic, Typic Calcixerepts
Tilkikaya Çiçekdağ	Very fine clayey, mixed mesic Typic Haploxererts
Devreceli I	Fine loamy, mixed, mesic, Natric Haploxeralfs
Devreceli II	Fine clayey, mixed, mesic, Typic Haploxeralfs
Ekmektepe I Teflek	Fine clayey, mixed, mesic, Gypsic Haploxerepts
Kıraç II	Fine clayey, mixed, mesic, Gypsic Xerorthents
Gültepe I Yerköy	Fine clayey, mixed, mesic, Typic Natriferalfs
Gültepe II Köseli	Fine clayey, mixed, mesic, Calcic Haploxeralfs

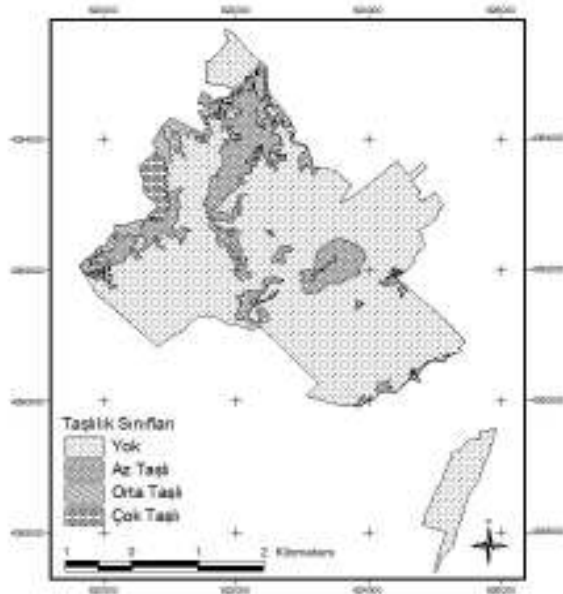
#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada yaklaşık 1678,0'ha'lık bir alanı kapsayan ÇTİ topraklarının detaylı toprak etüt ve haritalaması yapılmıştır.

Çizelge 3. ÇTİ toprak eğim sınıflarının dağılımı

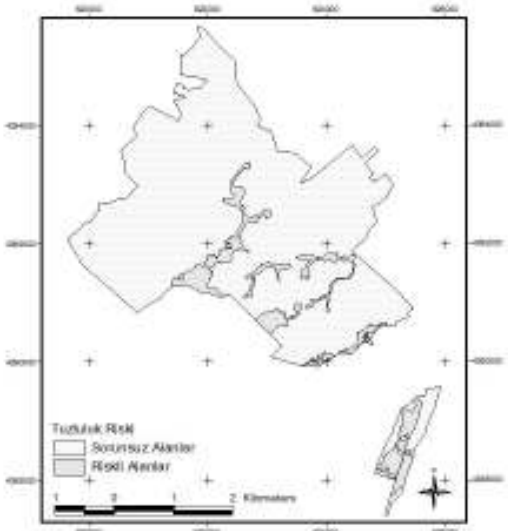
Eğim Sınıf (%)	Dağılım da	%	Eğim Sınıf (%)	Dağılım da	%
A (0–2)	96748	57,7	E (20–30)	60	0,4
B (2–6)	5108	30,4	F (30–45)	26	0,2
C (6–12)	1601	9,5	G (> 45)	20	0,1
D (12–20)	290	1,7	Toplam	16781	100

Büro çalışmaları ve ön arazi etütleri sonucunda belirlenen 21 adet profil, horizon esasına göre örneklenmiş ve tanımlanmıştır. Toprakların laboratuvar çalışmalarında belirlenen fiziksel ve kimyasal analizleri sonucunda Ochric, Calcic, Gypsic, Argillic, Natric, Cambic yüzey ve yüzeyaltı tanımlama horizonları belirlenmiştir. Sınıflandırma çalışmalarında Entisol, Inceptisol, Vertisol, Alfisol ordolarına ait 10 alt grup belirlenmiştir. Sınıflandırma çalışmalarını takiben yapılan etüt çalışmalarında toprakların derinlik, üst toprak tekstürü, eğim, tuzluluk, taşlılık ve erozyon gibi özellikleri faz olarak kullanılarak 20 toprak serisine ait, 167 adet haritalama ünitesi belirlenerek haritalanmıştır.



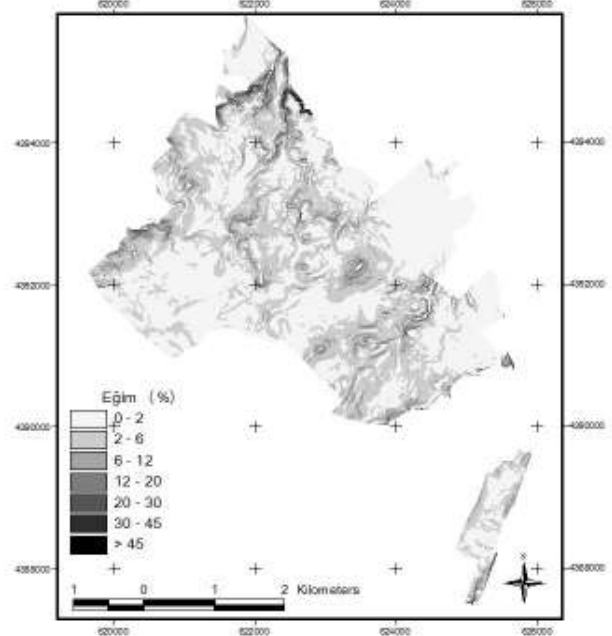
Şekil 5. ÇTİ toprak taşlılık haritası

Evaporatik bir havzada, bir kısım arazileri Delice Irmağı alüvyonları ve büyük bir kısmı dağ arası havzalarda yer alan ÇTİ toprakları toprak oluş faktörleri açısından değerlendirildiğinde, toprakların karakter kazanmasında jipsli ve kireçli ana materyallerin etkili olduğu, düzensiz ve düşük yağışların, yıkanmaya etkisinin olmadığı, topoğrafyanın lokal alanlarda toprak içi drenaja etkili olduğu, profillerde calcic ve gypsic horizon oluşumlarında etkili faktörler olarak belirtilebilir. Yine topraktaki kil ve nem değişimlerine paralel olarak görülen strüktür gelişimleri cambic horizonların oluşumunda etkili faktörler arasındadır. Yağışın çok az olması calcic horizonun toprak yüzeyine yakın olarak oluşmasına neden olmuştur. Yağış etkinliğinin toprak tekstürü ve strüktürü dolayısıyla, calcic horizon profilin derinliklerinde ve cambic B horizonun altında yer almasına neden olmuştur.



Şekil 6. ÇTİ toprak tuzluluk risk haritası

İşletmede tanımlanan argilic ve natric horizonların, yüksek karbonat, düşük yağış rejiminin görüldüğü bugünkü iklim koşullarında oluşamayacağı bununla beraber bu horizonların geçmiş iklim koşullarında oluştuğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, arazilerin nispeten eğimli olduğu ve yüksek erozyonun görüldüğü alanlarda, Delice Irmağı alüvyonlarında Entisoller, nispeten düz – düze yakın eğimlerde strüktür gelişiminin görüldüğü alanlarda Inceptisoller ve illivial kil birikiminin görüldüğü alanlarda Alfisoller ve nispeten yıkanmanın az olduğu, topuk eğimlerdeki düz arazilerde yüksek şişme-büzülme potansiyeline sahip Vertisoller oluşmuştur. Yağış ve sıcaklık ayrışmanın çeşidi ve derecesi ile kil minerallerinin oluşunu da etkiler. Az yağışlı kurak bölgelerden yağışlı nemli bölgelere doğru gidildikçe montmorillonit- illit- kaolinit killerinin dizilimi oluşmakta olup işletme topraklarında da yersel alanlarda su miktarının topoğrafyanın etkisi ile nispeten arttığı yerlerde smektit tipi kil minerallerinin oluştuğu gözlenmiştir (Dinç ve ark., 1997). Bu alanlarda fiziksel ayrışma koşulları baskın olup kimyasal ve biyolojik olayları etkilediği belirtilebilir. İşletme topraklarının başlıca sorunları arasında drenaj yer almaktadır. Arazilerin alçak kesimlerinde açılan drenaj kanalları, kuru koşullarda belirli seviyelerde tuzu yıkamakla beraber, bu alanlardaki işletme toprakları tuzluluk riski altındadır. ve bu alanlarda belirlenen yüksek bor içerikleri tarımı kısıtlayıcı faktörlerin başında gelmektedir.

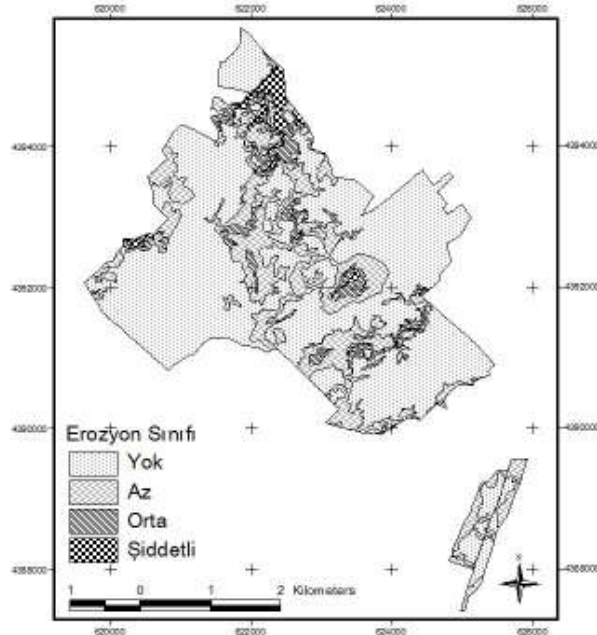


Şekil 7. ÇTİ toprak eğim haritası

Çalışma alanında Devreceli I, Devreceli II, Ekmektepe I, Teflek, Kıraç II, Gültepe I, Gültepe II, Yerköy ve Köseli serilerinde özellikle derinliğe bağlı olarak artan 8.1 ppm'lere ulaşan bor içerikleri belirlenmiştir. İşletmede çok kısıtlı olarak sulu tarım yapılmakta ve büyük bir kısmı ise kuru tarım olarak

kullanılmaktadır. Bununla beraber, sürüm zamanının tam belirlenememesi nedeniyle pullukla sürüm katının altında gözlenen yüksek hacim ağırlıkları yer pulluk katmanının varlığını belirtmektedir. Özellikle Delice (1.48 – 1.64 g/cm<sup>3</sup>), Gölyeri (1.48 – 1.80 g/cm<sup>3</sup>), Tilikikaya (1.41 – 1.78 g/cm<sup>3</sup>), Çiçekdağ (1.38 – 1.65 g/cm<sup>3</sup>), Çepni II (1.38 – 1.61 g/cm<sup>3</sup>), Devreceli I (1.38 – 1.76 g/cm<sup>3</sup>), Devreceli II (1.26 – 1.67 g/cm<sup>3</sup>), Ekmektepe I (1.54 – 1.78 g/cm<sup>3</sup>), Teflek (1.39 – 1.60 g/cm<sup>3</sup>), Kırac II (1.51 – 1.77 g/cm<sup>3</sup>), Gültepe I (1.35 – 1.79 g/cm<sup>3</sup>), Gültepe II (1.35 – 1.77 g/cm<sup>3</sup>), Yerköy (1.34 – 1.76 g/cm<sup>3</sup>), Ekmektepe II (1.39 – 1.76 g/cm<sup>3</sup>), Köseli (1.39 – 1.75 g/cm<sup>3</sup>), Baraklı (1.42 – 1.67 g/cm<sup>3</sup>) serilerinde yüksek hacim ağırlıkları belirlenmiştir. Bu durum toprakta nadasa bırakılan zamanlarda toprakta düşük su iletkenliğine, dolayısıyla düşük su depolanmasına neden olmakta ve nadastan beklenen faydaların görülmemesine ve beklenen rekoltenin alınmamasına neden olmaktadır. Pulluk katmanının dip kazanlarla yırtılması sorunun belirli ölçüde çözümüne yardımcı olacaktır.

İşletmede en geniş yayılımı % 40,3'lük bir oranla düşük eğimli hafif ondüleli iyi drenaj koşullarına sahip alanlarda oluşan Inceptisol'ler oluşturmaktadır. Inceptisoller, % 31,0 ile düz – düze yakın genelde yüksek kil miktarının bulunduğu, yer yer depresyon alanlarında oluşan Alfisoller takip etmektedir.



Şekil 8. ÇTİ toprak erozyon haritası

Nispeten eğimli alanlarda ve aluviyal düzlüklerde oluşan Entisoller (% 20,8) ve işletmenin batısında toprak eğimlerde oluşan Vertisoller (% 7,9) düşük yayılım göstermektedir. Bu sonuçlara dayanarak toprak oluşumunda yersel röliyefin, toprak içi drenaj koşullarının ve ana materyallerin kimyasal yapılarının yersel değişimlerin toprak oluşumunu etkilediğini söyleyebiliriz. İşletmede ağırlıklı olarak tohumluk arpa yetiştirilmektedir. Bununla beraber dönüşümlü olarak yarı-kurak koşullara dayanıklı yem bitkileri

münavebesinin toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumlu şekilde etkileyeceği söylenebilir.

Bu çalışmada özellikle CBS etkin olarak başarıyla kullanılmıştır. Bu çalışmanın başlıca hedefi coğrafi veri tabanlarını kullanarak, doğal kaynakların kullanımı ve yönetimi ile ilgili problemlerin çözülmesi, yeni verilerin üretilmesi ve sonradan oluşan değişimlerin izlenebilmesini sağlayacak güncel veri tabanları oluşturarak, sürdürülebilir ve izlenebilir bir sistem oluşturmaktır. Bu durumda toprakların oluşumunda ve karakter kazanmasında etkili olan faktörlerle ilgili veri kaynaklarının, günümüzün teknolojiyle, toprak ve arazi kaynaklarıyla ilgili farklı düzeylerde ve belirli amaçlar için uygun ölçeklerde yeni veri üretimi ile toprak bilgi sisteminin oluşturulmasında kullanımı zaman ve ekonomik açıdan daha uygun olacaktır. Detaylı etütlerinin yapılması günümüz koşullarında arazi değerlendirmesi, arazi kullanım planlaması, toprak koruması, toprak verimliliğinin izlenmesi ve sürdürülebilir bir arazi yönetimi için temel veri tabanları oluşturarak, tarım topraklarının amaç dışı kullanımlarının önlenmesi, nitelik ve kabiliyetlerine göre kullanılması açısından önem taşımaktadır.

## 5. KAYNAKLAR

- Anderson, J. R. E. E., Hardy J. T., Roach and R.E. Witmer. 1976. A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data. U.S. Geological Survey, Professional Paper 964, pp 28, Reston, VA.
- Başıyigit, L., Dinç, U. 2001. Toprak Etüd ve Haritalama Çalışmalarında Bilgisayar Teknolojilerinin Kullanımı. Tarımda Bilişim Teknolojileri 4. Sempozyumu, sayfa 283-293.
- Beek, K. S. 1978. Land Evaluation for Agricultural Development International Institute for Land Reclamation and Improvement/ILRI. Publication 23, Wageningen, The Netherlands, 333 p.
- Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk Density and Particle Density. In : Methods of Soil Analysis, Part I, Physical and Mineralogical Methods. Pp: 363-381. ASA and SSSA Agronomy Monograph no (2nd ed), Madison.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A Recalibration of Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soils. Agronomy Journal. 43: 9.
- Bremner, J.M. 1965. Inorganic Forms of Nitrogen. Methods of Soil Analysis. Black, C.A. American Soc. Of Agron. Inc. Publ. Madison Wis., USA, 1197-1287.
- Çağlar, K.Ö., Hızalan, E., Akalan, İ. 1951. Eskişehir ve Alpu Ovaları Toprakları. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 69.
- Çağlar, K.Ö. 1958. Toprak İlmi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 10.
- Dinç, U., S. Kapur, H. Özbek, S. Şenol, 1987. Toprak Genesisi ve Sınıflandırma. Ç.Ü. Yayınları, Ders Kitabı, No 7.1.3. Çukurova Üniversitesi Basımevi.

- Dinç, U., S. Şenol, S. Kapur, İ. Atalay., C. Cangir. 1997. Türkiye Toprakları. Ç.Ü. Yayınları, Ders Kitabı, No 12. Çukurova Üniversitesi Basımevi.
- Dinç, U ve S. Şenol 2001. Toprak Etüt ve Haritalama Ders Kitabı. Ç. U. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü. Adana.
- Erentöz, C. 1975. 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası. MTA Ankara.
- Horvath, E. H., Post, D. F., ve Kelsey, J. B., 1984. The relationships of Landsat digital data to the properties of Arizona range lands. Soil Science Society of America Journal. 48, 1331-1334.
- Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- Klingebiel, A. A., Horvarth, H., D. Moore, G. W., Reybold, U. 1987. Use of Slope, Aspect, and Elevation Maps Derived From Digital Elevation Model Data in Making Soil Surveys. Soil Science Society of America, Soil Survey Techniques, SSSA Special Publication, 20, 77-98.
- Lee, K., Lee, G. B. and Tyler, E. J. 1988. Thematic mapper and digital elevation modeling of soil characteristics in hilly terrain. Soil Science Society of America Journal. 52, 104-1107.
- Olsen, S.R., 1954. Estimation of Available Phosphorous in Soil by Extraction with Sodium bicarbonate. U.S.D.A. Circular No. 939, Wash. D.C. U.S.A.
- Öztürk, N., 1995. Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) ve Sayısal Uydu Verilerinin Detaylı Toprak Etütlerinde Kullanma Olanakları. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Doktora Tezi. Adana.
- Özus, A., Dinç, U ve Şenol, S. 1991. Silifke Ovası Topraklarının Oluşu Önemli Özellikleri ve Sınıflandırması Üzerine Araştırmalar Proceeding 11. Congres of Soil Science Society of Turkey . Yayın No:6. Sayfa 97.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. U.S. Dept. Agr. Handbook, 60, 109. Riverside.
- Rhoades, J.D. 1986. Cation Exchange Capacity. Chemical and Microbiological Properties. In: Methods of Soil Analysis, Part II. Pp:149-157. ASA and SSSA Agronomy Monograph no 9 (2nd ed), Madison.
- Simonsen, R.W., 1959. Outline of a generalized theory of soil genesis. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 23: 152 – 156.
- Stoner, E. R. and Baumgardner, M. F. 1981. Characteristic variations in reflectance of soil. Soil Science Society of America Journal, 45, 1161-1165.
- Soil Survey Staff. 1993. National Soil Survey Handbook. USDA-SCS, Soil Survey Division. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC. Section 618.
- Soil Survey Staff. 1999. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. USDA, Handbook No: 436, Washington DC.
- Su, H., M. D. Ransom, ve Kanemasu, E. T. 1989. Detecting soil information on a native prairie using Landsat TM and SPOT satellite data. Soil Science Society of America Journal. 53, 1479-1483.
- Thornthwaite, C.W. 1948. An approach to a rational classification of climate. Geographical Review 38: 55-94.
- US Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agri. Handbook. No:60, USDA.