



Gaziosmanpaşa Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü

## Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi

Dergiye Geliş Tarihi: 14.01.2013  
Yayına Kabul Tarihi: 01.02.2013

Baş Editör: Naim Çağman  
Alan Editörü: Rasim Koçyiğit

### Aşağı Kelkit Havzası'nın Bazı Toprak Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama ile Haritalanması

Hakan Mete DOĞAN<sup>a,1</sup> (hmdogan@hotmail.com)  
Sümer ASLAN<sup>b</sup> (sumera@csb.gov.tr)

<sup>a</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 60250 Tokat.  
<sup>b</sup>Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Balgat 06520 Ankara.

**Özet** – Bu çalışmada Aşağı Kelkit Havzası'nın bazı toprak değişkenleri coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama (UA) kullanarak haritalanmıştır. Bu amaçla 2006-2008 yılları arasındaki arazi çalışmalarından toplam 239 coğrafik referanslı yüzey toprağı örneğı (0-20 cm) toplanmış ve CaCO<sub>3</sub>, pH, elektriksel iletkenlik (EC), organik madde (OM), azot (N), fosfor (P), değişebilir potasyum (K), değişebilir sodyum (Na) ve tekstür (kil, silt, kum) değişkenlerini belirlemek için analiz edilmiştir. Toprak değişkenlerinin enterpole edilmiş 30 m çözünürlüklü kareler ağı (grid) haritalarını elde etmek için, coğrafik koordinatlar ve belirlenen toprak değişkenlerini kullanarak CBS de bir noktasal (XYZ) veri tabanı oluşturulmuştur. CBS deki haritalama süreci boyunca, Kriging (spherical variogram) enterpolasyon metodundan faydalanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler** –  
Coğrafi bilgi sistemleri, enterpolasyon, haritalama, Kelkit, toprak, uzaktan algılama

Gaziosmanpaşa Journal of Scientific Research 3 (2013) 25-33

### Mapping Some Soil Surface Properties of Lower Kelkit Basin by Geographic Information Systems and Remote Sensing

**Abstract** – In this study, some soil variables of Lower Kelkit Basin were mapped by using geographic information systems (GIS) and remote sensing (RS). For this aim, a total 239 geo-referenced surface soil samples (0-20 cm) were collected from the field studies between the years 2006 and 2008, and analyzed to determine CaCO<sub>3</sub>, pH, electrical conductivity (EC), organic matter (OM), nitrogen (N), phosphorus (P), exchangeable potassium (K), exchangeable sodium (Na), and texture (clay, silt, sand) soil variables. Utilizing geographic references and determined soil variables, a point (XYZ) database was established to create 30 m resolution interpolated surface maps of soil variables in GIS. Throughout the mapping process in GIS, Kriging (spherical variogram) interpolation method was utilized.

**Keywords** -  
Geographic information systems, interpolation, mapping, Kelkit, soil, remote sensing.

Received: 14.01.2013

Accepted: 01.02.2013

<sup>1</sup> Baş Yazar

## 1. Giriş

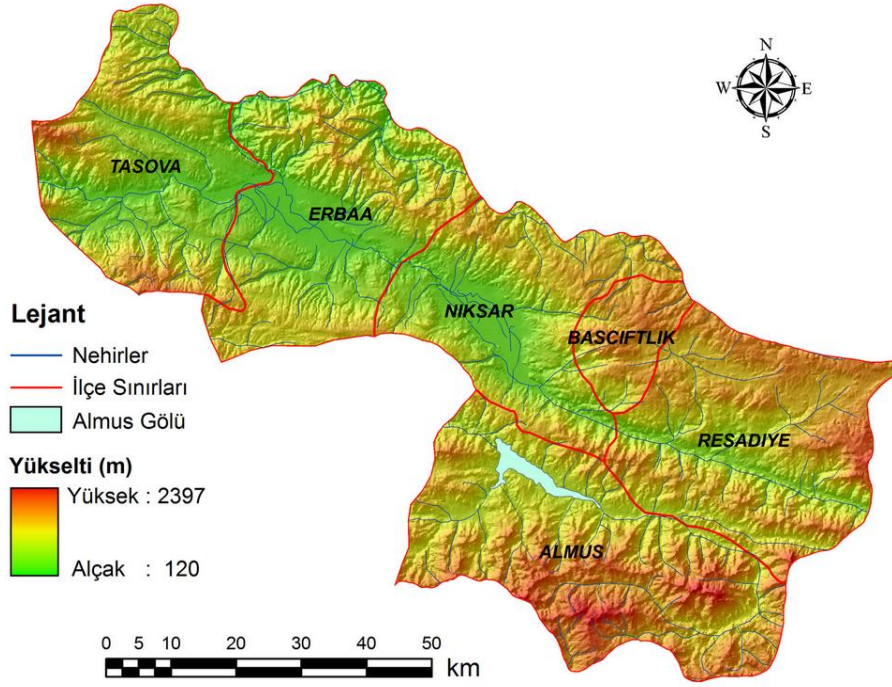
Toprak arzın dışını kaplayan, kayaların ve organik maddelerin türlü ayrışma ürünlerinin karışımından meydana gelen içerisinde ve üzerinde geniş canlılar alemi barındıran, bitkilere durak yeri ve besin kaynağı olan, belirli oranlarda su ve hava ihtiva eden üç boyutlu canlı bir varlıktır (Akalan, 1977). Toprağın sahip olduğu karakteristikleri ve kalitesi onun davranışlarını önemli ölçüde etkilemektedir (Dinç ve ark., 1987). Bundan dolayı, belirli bir yörede oluşmuş herhangi bir toprak çeşidinin, özelliklerine bağlı olarak kendine özgü kullanım biçimi ve yönetim isteği vardır. Dünyada yaşanan hızlı endüstrileşme ve kentleşme, doğal kaynaklardan en üst düzeyde yararlanmayı öngörürken aynı zamanda bunların tüketim faaliyetlerini arttırmaktadır. Bu yararlanma ve tüketim çoğu doğal kaynaktan önemli zararlar oluşturmaktadır ve pek çok doğal kaynak geri dönüşümsüz olarak kaybedilmektedir. Bundan dolayı doğal kaynakların akılcı ve yerine göre kullanılması çok önemlidir. Bu kullanımın sağlanabilmesi için var olan kaynakların yeterli sıklıkta ve belli aralarla izlenmesi ve özelliklerinin eksiksiz ve doğru bilinmesi ile sağlanabilir (Simonett, 1983). Günümüzde bu zararların en üst düzeyde olduğu doğal kaynakların başında ise topraklar ve özellikle de tarım toprakları gelmektedir.

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler, yaşanan çevreye, olaylara ilişkin yeni ve çok yönlü bilgilerin, toplum yaşamına daha hızlı ve etkin boyutlarda aktarılabilme olanağı hazırlamış, bunun sonucu olarak 1970'li yıllarda verilerden bilgi üretme yöntemlerinde yeni kavramlar gündeme gelmiştir. Bunlardan en önemlileri olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknolojileri günümüzün büyüyen problemlerini anlama ve çözme konusunda hayati bir önem taşımaktadır (Burrough, 1986; DeMers, 1997; Koçak,1991). Bu sistemlerin temel amacı, çevreye ya da sosyal yapıya ilişkin veri kümelerinin bilgisayar destekli çalışmalarla yönetilerek bu verilerden toplum yararına çeşitli bilgiler üretilmesidir (Koçak,1991). CBS ve ona bağlı olarak kullanılan UA günümüzde birçok alanda olduğu gibi toprak envanterleri, erozyon kontrol ve mera vejetasyon etütlerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Field, 1989). Geleneksel yöntemlere oranla oldukça hızlı ve hassas olan bu teknikler, geniş alanlarda çalışma yapma fırsatı sağlamakta ve arazi çalışmaları ile birleştirildiğinde çok gerçekçi sonuçlar vermektedir (Chang ve ark. 1989, Mon Zan, 1989; Dogan ve Dogan, 2006; Dogan, 2008). CBS ve UA'nın dünya üzerinde kullanıldığı alanların başında toprak yapısı, üretim sistemleri ve erozyonla ilgili konular gelmektedir (Hall-Bayer ve Gwyn, 1997).

Kelkit Vadisi ülkemizin kirlenmemiş ve doğal yapısı ciddi tahribatlar yaşamamış nadir bölgelerinin başında gelmektedir. Vadi boyunca ciddi anlamda kirlilik yaratacak sanayi gelişiminin olmaması ileriye dönük olarak önemli fırsatlar yaratmaktadır. Bölgede ileriye dönük tedbirlerin ve yönetim kararlarının alınabilmesi için, özellikle arazinin fiziksel yönden korunarak, sosyal ve ekonomik katkılarının belirlenebilmesi amacı ile bölgeye ait bazı toprak özelliklerinin tespiti ve haritalanması gerekmektedir. Bu çalışmada, LANDSAT-ETM+ arşiv görüntülerinden oluşturulan kontrolsüz sınıflar ve CBS kullanılarak ekosistemin önemli parametrelerinden biri olan yüzey (0-20 cm) toprak özelliklerinin Aşağı Kelkit Havzasında (Tokat ilinin Niksar, Almus, Başçiftlik, Reşadiye, Erbaa ve Amasya ilinin Taşova ilçelerinde) ayrıntılı olarak incelenmesi ve haritalanması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

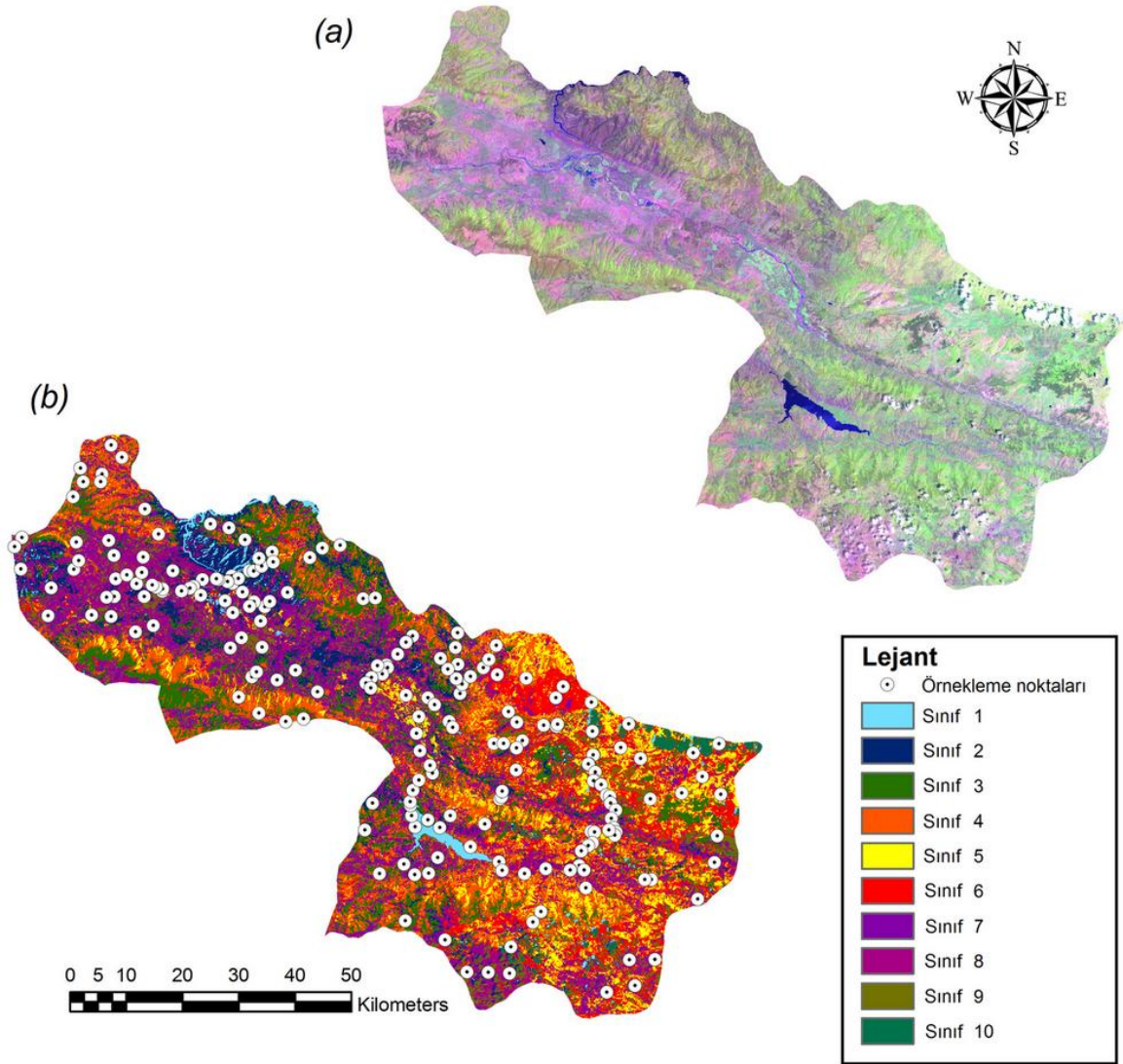
Bu çalışma Aşağı Kelkit Havzası olarak bilinen Tokat ilinin Niksar, Almus, Başçiftlik, Reşadiye, Erbaa ve Amasya ilinin Taşova ilçelerinde yürütülmüştür (Şekil 1). Çalışma alanı toplam 5597,45 km<sup>2</sup> alanı kapsamaktadır. Aşağı Kelkit Havzası; konumu nedeniyle İç Anadolu ile Orta Karadeniz Bölgeleri arasında geçiş durumunda bulunmaktadır. Bu nedenle çalışma alanında her iki bölgenin iklim özelliklerini görmek mümkündür. Bununla birlikte araştırma alanının jeomorfolojisi, topografik yapısı bölgenin iklimi üzerine etkili olmaktadır. Vadinin alt seviyelerinden 850-900 m kadar Akdeniz iklimi görülürken üst seviyelerinde bu etki azalmakta ve oseyanik iklim karakteri kazanmaktadır. Bu nedenle araştırma alanının iklim yönünden de geçiş iklimi özelliği vardır (Akman ve Daget, 1971; Akman, 1999). Ayrıca vadi içinde batıdan doğuya doğru gidildikçe Akdeniz ikliminin etkisinin azaldığı karasal iklim özelliklerinin görülmeye başlandığı dikkat çekmektedir. Bölgenin bitki örtüsü de bunu desteklemektedir. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün toprak haritalarına göre (KHGM, 2002) Kelkit havzasında; kahverengi (B), kahverengi orman (M), kireçsiz kahverengi orman (N), kestane rengi (C), alüvyal (A), kolüvyal (K), hidromorfik (H), ve gri kahverengi podzolik (G) olmak üzere sekiz büyük toprak grubu yer almaktadır.



Şekil 1. Aşağı Kelkit Havzası ilçeleri ve topografyası

Araştırmada McGrew ve Monroe (1993) tarafından bildirilen katmanlandırılmış tesadüfi örnekleme metodu kullanılmıştır. Toprak örneklerinin alınacağı alanlar ASTER Uydusundan üretilen 90 m çözünürlüklü sayısal yükselti modelinden (Şekil 1), 1/25000 ölçekli mevcut sayısal toprak haritasından ve LANDSAT-ETM+ uydu görüntüsünden (path/row: 175/32, tarih: 13 Haziran 2000) üretilen kontrolsüz sınıflandırma haritasından (Şekil 2) faydalanılarak katmanlara ayrılmıştır. Kullanılan LANDSAT-ETM+ uydu

görüntüsü Michigan State Üniversitesi web sayfasından indirilmiştir (www.landsat.org, erişim 8 Haziran 2006). Elde edilen katmanların dikkate alınmasıyla örneklerin alınacağı alanlar arazi çalışmalarından önce belirlenmiştir. Örnekleme noktaları ise arazi çalışmaları süresince bu katmanlar içinde tesadüfi dağıtılmıştır. Arazi çalışmaları Eylül 2006-Şubat 2008 tarihleri arasında tamamlanmış, sonuçta toplam 239 farklı noktada coğrafik referanslı arazi örnekleme yapılmıştır (Şekil 2). Arazi örnekleme çalışmalarında her noktada yüzey toprağından (0-20 cm) ortalama 1.5-2.0 kg kadar toprak örnekleme yapılmış ve örnekler plastik torbalara konularak etiketlenmiştir. Toprak örnekleri alınırken Ateşalp (1976) tarafından bildirilen esaslar dikkate alınmıştır. Toprak örnekleri, asit ve baz buharının bulunmadığı bir ortamda oda sıcaklığında kurutulmuştur. Örnekler hava kurusu haline geldikten sonra, 2mm'lik elekten geçirildikten sonra analize hazır hale getirilmiştir. Örnekleme noktalarının coğrafik referansları Küresel Konumlama Sistemi (GPS) kullanılarak belirlenmiştir. Coğrafik referanslama işlemlerinde, 3 m hassasiyetli bir GPS (Magellan Explorist XL) cihazından faydalanılmıştır. Coğrafik referanslara esas teşkil eden arazi gözlemleri de arazi çalışmaları boyunca kaydedilmiştir.



Şekil 2. (a) Çalışmada kullanılan LANDSAT ETM+ uydu görüntüsü (Path/row: 175/32, tarih: 13 Haziran 2000), (b) görüntüden elde edilen kontrolsüz sınıflar (10 sınıf) ve örnekleme noktaları.

Toplanan toprak örneklerinde organik madde (%) Modifiye Walkley-Black yaş yakma yöntemiyle (Nelson ve Sommers, 1982); pH 1:1 toprak-su çözeltilisinde Neel pH metresi ölçümü ile (Jackson,1958); elektriksel iletkenlik ( $\text{mmhoscm}^{-1}$ ) saturasyonda elektriksel kondaktivite ölçümüyle (Richards, 1954); kireç içeriği (%) kalsiyum karbonat eşdeğeri olarak Scheibler kalsimetresi ile volümetrik metotla (Çağlar,1949; Nelson ve Sommers, 1982); kum, silt ve kil içerikleri (%) hidrometre yöntemiyle (Bouyocous, 1951); azot (%) Kjeldahl yöntemiyle (Kacar,1994); fosfor ( $\text{mgkg}^{-1}$ ) Olsen yöntemine göre (Olsen,1954); değişebilir Na ( $\text{cmolkg}^{-1}$ ) ve değişebilir K ( $\text{me100g}^{-1}$ ) sodyum asetat ve amonyum asetat yöntemleri ile fleymfotometrik olarak (Richards,1954) belirlenmiştir. Alınan toprak örneklerinde fiziksel ve kimyasal analizler yapıldıktan sonra elde edilen analiz sonuçlarına göre tanımsal veri analizi yapılmıştır. Tanımsal istatistikte her bir değişken için minimum, maksimum, aritmetik ortalama, standart sapma, varyans, çarpıklık, basıklık ve varyasyon katsayısı değerleri SPSS-11 (SPSS, 2001) paket programı kullanılarak hesaplanmıştır. Tanımlayıcı istatistik analizi yapılırken veri setinde hiç bir veri ekstrem kabul edilerek veri setinden çıkarılmamıştır.

Elde edilen tüm veriler Microsoft-Excel'e girilmiştir. Böylece koordinat değerleri ve bu koordinatlardaki ek bilgileri içeren bir XYZ veri tabanı Microsoft-Excel'de database (dbf) formatında oluşturulmuştur. Toprak değişkenlerinin uzaysal veri tabanının oluşturulması, arazi çalışmaları sonucunda elde edilen ve XYZ veritabanına işlenen toprak verilerinin alansal dağılım haritalarına başka bir deyişle kareler ağı (raster veya grid) haritalarına dönüştürülmesidir. Çalışmamızda bu dönüştürme işlemi ARCGIS 9.1 (ESRI 2004, 2005) CBS yazılımında gerçekleştirilmiştir. Elde ettiğimiz XYZ noktasal veritabanında bulunan toprak değişkenlerine ait bilgiler Kriking metodu (spherical semivariogram) kullanarak 30 m çözünürlüğe enterpole edilmiştir. Sonuçta pH, EC,  $\text{CaCO}_3$ , N, P, değişebilir K, değişebilir Na, kil, silt, kum ve OM değişkenleri için toplam 11 adet raster harita çalışma alanı için ilk kez üretilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Toplam 239 noktaya ait analiz sonuçlarına göre yapılan tanımsal veri analizinin sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Çalışma alanına ait toprak değişkenlerinin uzaysal dağılımlarını gösteren veri tabanı ise Şekil 3'de verilmiştir. Uzaysal dağılım haritaları söz konusu alanda ele alınan toprak değişkenlerinin değerlerinin düşük ve yüksek olarak seyrettiği yerleri göstermektedir. Çalışma alanında 0.00 ile  $0.69 \text{ meq100g}^{-1}$  arasında değişen azot değerleri Taşovanın batı, kuzeybatı ve orta; Erbaa'nın kuzey; Niksarın doğu, orta ve kuzey; Başçiftliğin orta; Reşadiye'nin doğu, orta ve batı; Almus'un orta ve kuzey bölgelerinde diğer yerlere göre fazla bulunmuştur. Fosfor miktarları 8.28 ile  $125.79 \text{ mgkg}^{-1}$  arasında değişmektedir ve azotunkine benzer coğrafik dağılım göstermiştir (Tablo 1, Şekil 3). Alandaki Potasyum ( $\text{meq100g}^{-1}$ ) değerleri en düşük 0.09 ve en yüksek  $1.16 \text{ meq100g}^{-1}$  arasında değişmektedir. Çalışma alanının orta kısımlarının kuzey ve güney kısımlarına göre daha fazla Potasyum içerdiği tespit edilmiştir.

Uzaysal dağılım haritaları ve tanımsal istatistik sonuçları, araştırma alanındaki Sodyum değerlerinin en düşük 0.03 ve en yüksek  $0.20 \text{ cmolkg}^{-1}$  arasında değiştiğini göstermektedir. Çalışma alanının kuzeybatı ve güney kısımlarında Sodyum değerleri diğer kısımlara göre düşük bulunmuştur (Tablo 1, Şekil 3). Çalışma alanındaki organik madde değerleri en düşük % 0.00 ve en yüksek % 11.04 arasında değişmektedir (Tablo 1, Şekil 3). Organik

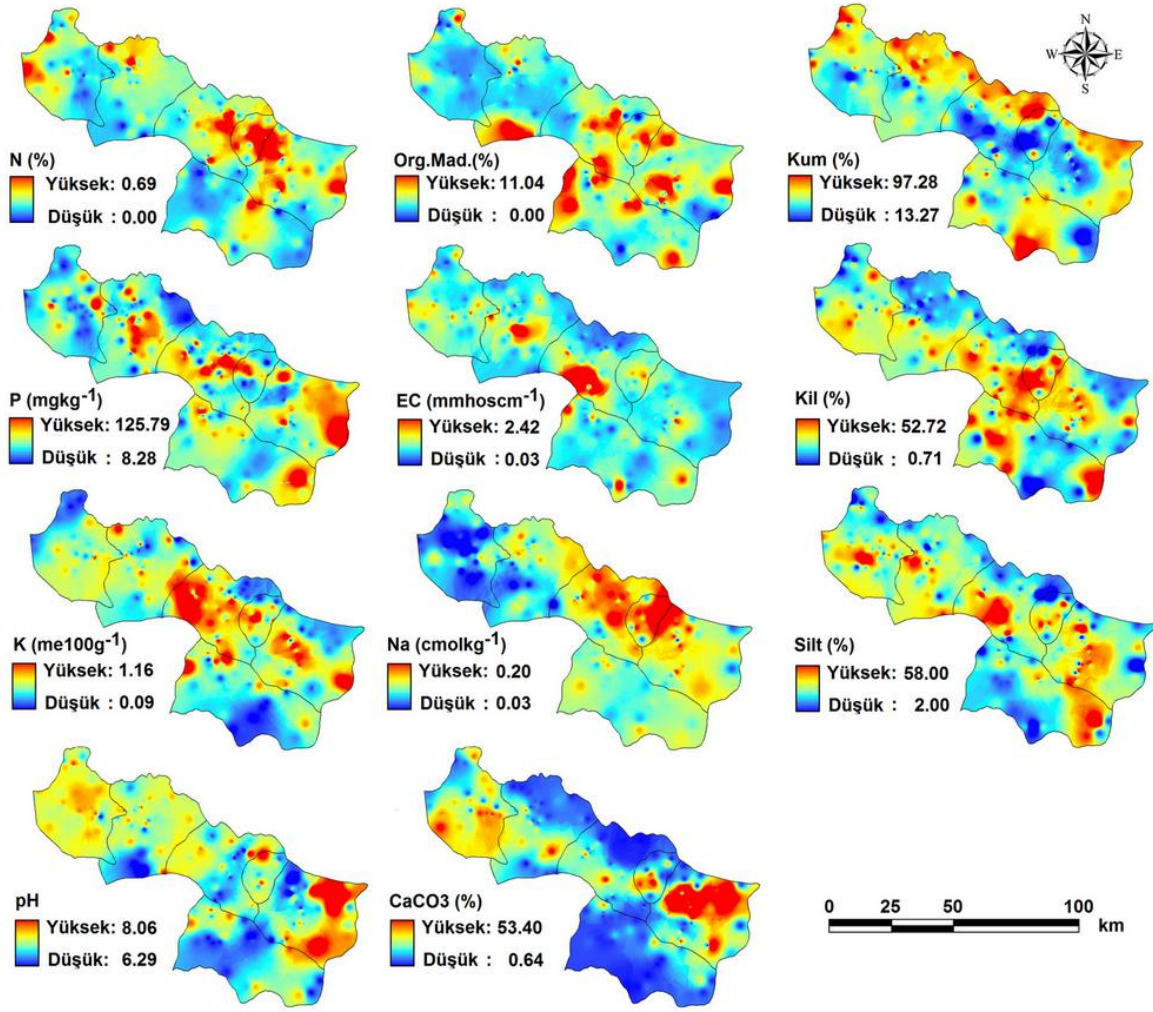
madde miktarlarının yüksek olduğu alanlar Taşova'nın kuzey, Erbaa'nın güney ve kuzey, Niksar'ın orta ve güney, Başçiflik'in orta, Reşadiye'nin doğu ve batı, Almus'un batı, kuzey ve güneybatı kısımları olarak tespit edilmiştir. Elde edilen haritalarda (Şekil 3) organik madde ve azot arasında pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle organik maddenin yüksek olduğu yerlerde azot miktarı da yüksek bulunmuştur. Organik madde ve azot arasındaki pozitif ilişkiler literatür ile de desteklenmektedir (Schnitzer ve Khan, 1989).

Çalışma sonuçları elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin en düşük 0.03 ile en yüksek 2.42  $\text{mmhos cm}^{-1}$  arasında değiştiğini ortaya koymuştur (Tablo 1, Şekil 3). Taşova ve Erbaa'nın kuzey ve orta, Niksar'ın güney, Almus'un kuzeybatı-güney-güneydoğu, Başçiflik ve Reşadiye'nin orta kısımlarında elektriksel iletkenliğin yüksek bulunduğu alanlar tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; toprak reaksiyonu (pH) değerleri en düşük 6.29 ile en yüksek 8.06 arasında değişmektedir (Tablo 1, Şekil 3) ve uzaysal olarak Erbaa'nın güney, Niksar'ın orta, Almus ve Reşadiye'nin orta ve batı kısımlarında pH değerleri düşük bulunmuştur (Şekil 3). Kireç ( $\text{CaCO}_3$ ) değerleri ise en düşük % 0.64 ve en yüksek % 53.40 arasında değişmektedir (Tablo 1, Şekil 3). Oluşturulan uzaysal veri tabanında, çalışma alanının kuzey ve güney kısımlarındaki kireç değerleri orta kısımlara göre düşük bulunmuştur (Şekil 3). Kireç miktarı ile pH arasındaki pozitif ilişki (kireç miktarı arttıkça pH'nın artması) çalışma sonuçlarında açıkça görülmektedir ve bu durum literatür ile uyumludur.

Uzaysal dağılım haritalarına göre kum değerleri en düşük % 13.27 ve en yüksek % 97.28 arasında değişmektedir (Tablo 1, Şekil 3). Genel olarak çalışma alanının orta kısımları kuzey ve güney kısımlara göre daha az % kum içermektedir. Çalışma sonuçları kil değerlerinin en düşük % 0.71 ve en yüksek % 52.72 arasında değiştiğini göstermektedir (Tablo 1, Şekil 3). Çalışma alanının orta kısımlarında kuzey ve güney kısımlara göre daha fazla % kil içerdiği görülmüştür. Diğer yandan, silt değerlerinin en düşük % 2.0 ve en yüksek % 58.00 arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 1, Şekil 3). Coğrafik olarak silt değerleri çalışma alanının kuzey ve güney kısımlarında orta kısımlara göre az bulunmuştur. Kum, kil ve silt değerleri arasındaki negatif ilişkiler (kil miktarı arttıkça kum veya silt miktarlarının azalması) elde edilen haritalarda belirgin bir şekilde görülmektedir ve bu sonuçlar da literatür ile uyumlu bulunmuştur (White, 2006).

**Tablo 1.** Toprak örnekleri tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları (N=239)

Değişken	Min.	Mak.	Ort.	Std. Sapma	VK	Varyans	Çarpıklık (Skewness)	Basıklık (Kurtosis)
1. Kum	13.27	97.28	56.25	15.09	26.83	227.600	0.020	0.604
2. Kil	0.71	52.72	21.95	11.709	53.34	136.980	0.406	-0.340
3. Silt	2.00	58.00	21.81	8.399	38.51	70.450	0.618	1.917
4. pH	6.30	8.10	7.17	0.29	4.04	0.090	0.153	0.625
5. OM	0.00	11.04	2.59	2.06	79.54	4.260	1.859	3.489
6. $\text{CaCO}_3$	0.64	53.40	7.66	7.88	102.87	62.080	1.714	4.556
7. Na	0.03	0.20	0.09	0.03	33.33	0.001	0.376	0.806
8. P	8.28	125.79	33.17	20.20	60.90	407.858	1.698	3.412
9. EC	0.03	2.42	0.19	0.20	105.26	0.042	6.925	66.540
10. K	0.09	1.16	0.39	0.19	48.72	0.038	1.250	2.051
11. N	0.00	0.69	0.10	0.08	80.00	0.006	3.440	17.770



Şekil 3. Aşağı Kelkit Havzasının toprak yüzeyi (0-20cm) değişkenlerinin uzaysal veri tabanı

#### 4. Sonuç

Önemli toprak özelliklerinin coğrafik dağılımlarının ortaya konulması, topraklarımızın sürdürülebilir olarak kullanılması ve idaresi için gerekli bir ön koşuldur ve hangi alanlarda hangi uygulamaların yapılabileceği konusunda yol göstericidir. Toprak özelliklerinin haritalanması sürdürülebilir tarım açısından ciddi bir adım olmasına rağmen, nicel ve alansal olarak net verilerin eksikliği Türkiye'deki toprakların günümüze kadar basit olarak temsiline sebep olmuştur. Bu bağlamda, uydu görüntülerinden elde edilen yüksek kaliteli devamlı alansal veriler detaylı toprak haritalarının hazırlanması ve gerçek kullanım ve koruma stratejilerinin uygulanması için iyi bir temel oluşturabilir. Bundan başka, gelişmiş spektral çoğalma teknikleri (görüntünün piksellerini her bir pikselin orijinal değerlerine dayanarak değiştirme işlemleri) uydu görüntüsü kalitesini mevcut özellikler ve yapıların ölçümleri için geliştirebilir. Bu çalışma, LANDSAT ETM+ uydu görüntüleri ve araziden toplanan coğrafik referanslı toprak örneklerinin laboratuvar analiz sonuçlarından faydalanarak Aşağı Kelkit Toprak Uzaysal Veri Tabanlarının oluşturulmasını sağlamıştır. Söz konusu veri tabanlarının oluşturulmasında CBS kullanımının faydalarını ön plana çıkarmıştır. Bu çalışmanın sonuçları bölgedeki tarımsal uygulamalar ve ekolojik modelleme çalışmaları için önemlidir ve bundan sonraki modelleme çalışmaları için önemli

bir alansal veri eksikliğini gidermiştir. Böylece mevcut toprak haritalarında bulunmayan bazı önemli toprak değişkenlerine ait haritalar sayısal ortamda üretilmiştir.

## Teşekkür

Yazarlar arazi çalışmalarında verdikleri destek ve yardımlar için Yrd. Doç. Dr. Ekrem Buhan ve merhum Prof. Dr. Mustafa Kılıç'a, LANDSAT-7 ETM+ görüntü arşivlerini araştırmacılarla paylaştıkları için Michigan State Üniversitesi'ne ve bu projeyi (Proje No: 2006/31) desteklediği için Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür eder.

## Kaynaklar

Akalan İ (1977). *Toprak Oluşu, Yapısı ve Özellikleri*. Ankara: Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları (No: 662/204).

Akman Y & Ph Daget (1971). Quelques aspects synoptiques des climats de la Turquie. *Extrait du Bulletin de la Socié' te' Languedocienne de Ge' ographie* 5: 269-300.

Akman Y (1999). *İklim ve Biyoiklim: Biyoiklim Metodları ve Türkiye İklimleri*. Ankara: Palme Yayınları.

Ateşalp M (1975). *Analiz İçin Toprak ve Sulama Sularından Numune Alınması*. Ankara: Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları (Genel Yayın No: 98).

Burrough PA (1986). *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Monographs on Soil and Resources Survey (No:12)*. London: Oxford Science Publications.

Bouyoucos GJ (1951). A Recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal* 43: 434-438.

Chang XG, Jing X & Shen-Siu C (1989). *The Application of Remote Sensing to Grassland Resource Survey of the Counties in China*. Nice, France: Proceedings of XVI International Grassland Congress (pp. 1383-1384).

Çağlar KÖ (1949). *Toprak Bilgisi*. Ankara: Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları (No: 10).

DeMers MN (1997). *Fundamentals of Geographic Information Systems*. New York: John Wiley Sons, Inc.

Dinç U, Kapur S, Özbek H & Şenol S (1987). *Toprak Genesisi ve Sınıflandırılması*. Adana: Çukurova Üniversitesi Yayınları Ders Kitabı (No: 7.1.3).

Doğan HM. & Dogan M (2006). A new approach to diversity indices-modeling and mapping plant biodiversity of Nallihan (A3-Ankara) forest ecosystem in frame of geographic information systems. *Biodiversity and Conservation* 15: 855-878.



Doğan HM (2008). Applications of remote sensing and geographic information systems to assess ferrous minerals and iron oxide of Tokat province in Turkey. *International Journal of Remote Sensing* 29(1): 221-233.

ESRI (2004). *ArcGIS 9: geoprocessing in ArcGIS*. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

ESRI (2005). *ArcGIS 9: what is in ArcGIS 9*. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

Field TRO (1989). *Vegetational Survey of Management Pastures in New Zealand*. Nice, France: Proceedings of XVI International Grassland Congress (pp. 1407-1408).

Hall-Bayer M & Gwyn QHJ (1997). *Integrating Satellite Images and Species-Based Vegetation Maps to Manage Native Grasslands*. Winnipeg-Manitoba, Canada: Proceedings of XVI International Grassland Congress (pp. 123-124).

Jackson ML (1958). *Soil Chemical Analysis*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice- Hall. Inc.

Kacar B (1994). *Toprak Analizleri*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları (No: 3).

KHGM (2002). *Ulusal Toprak Veri Tabanı*. Ankara: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.

Koçak E (1991). *Arazi Bilgi Sistemi, Genel Yapısı ve Özellikleri*. Ankara: III. Harita Kurultayı (pp: 99-110).

McGrew JC Jr & Monroe CB (1993). *Statistical Problem Solving in Geography*. Dubuque: Wm. C. Brown Publishers (pp. 1-254).

Mon Zan Y (1989). *Using LANDSAT Images for Grassland Mapping in the Inner Mongolia of China*. Nice, France: Proceedings of XVI International Grassland Congress (pp. 1387-1389).

Nelson DW & Sommers LE (1982). *Total Carbon, Organic Carbon, Organic Matter*. In: AL Madison, Editor. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties* Second Edition. Wisconsin, USA: American Society of Agronomy Inc. (pp. 539-579).

Olsen SR & Dean LA (1965). *Phosphorus*. In: CA Black, Editor. *Methods of Soil Analysis Part 2*. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy Inc. (pp. 1035-1049).

Richards LA (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils*. U.S.A: U.S. Department of Agriculture (Handbook 60)

Simonett DS (1983) *The Development and Principles of Remote Sensing*. In: DS Simonett, Editor. *Manual of Remote Sensing, 2nd Edition, Vol. I, Theory, Instruments and Techniques*. Falls Church, Virginia: American Society of Photogrammetry (pp. 1-35)

Schnitzer M & Khan SU (1989) *Soil Organic Matter, Developments in Soil Science 8*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers.

SPSS (2001). *SPSS 11.0 for Windows*. Chicago, Illinois: SPSS Inc.

White RE (2006). *Principles and Practice of Soil Science*. Malden, U.S.A.: Blackwell Science Ltd.