



**ORTA KELKİT HAVZASININ BAZI TOPRAK
ÖZELLİKLERİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ
VE
UZAKTAN ALGILAMA İLE HARİTALANMASI**

Orhan Mete KILIÇ

Yüksek Lisans Tezi

Toprak Anabilim Dalı

Yrd. Doç.Dr. Hakan Mete Doğan

2010

Her hakkı saklıdır.

**T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK ANABİLİMDALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ORTA KELKİT HAVZASININ BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA İLE
HARİTALANMASI**

Orhan Mete KILIÇ

**TOKAT
2010**

Her hakkı saklıdır.

Yrd. Doç. Dr. Hakan Mete DOĞAN danışmanlığında, Orhan Mete KILIÇ tarafından hazırlanan bu çalışma 05/01/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Toprak Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Hüseyin ŞİMŞEK **İmza :**

Üye : Doç.Dr. Hikmet GÜNAL **İmza :**

Üye : Yrd. Doç.Dr. Hakan Mete DOĞAN **İmza :**

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Metin YILDIRIM
Enstitü Müdürü

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlâk kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Orhan Mete KILIÇ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ORTA KELKİT HAVZASININ BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA İLE HARİTALANMASI

Orhan Mete KILIÇ

Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hakan Mete DOĞAN

Bu çalışmada, LANDSAT ETM+ bandları ve Orta Kelkit Havzasının (4949.39 km²) bazı yüzey toprağı değişkenleri arasındaki ilişkiler uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) araçları kullanılarak 2008 ve 2009 yıllarında araştırılmıştır. Toplanan coğrafi referanslı toprak örnekleri (164 adet) CaCO₃, pH elektriksel iletkenlik (EC), organik madde, azot, fosfor, değişebilir potasyum (DK) ve tekstür (kil, silt, kum) değişkenlerini belirlemek için analiz edilmiştir. LANDSAT ETM+ kesilmiş görüntüsüne ait bandların üstüne bindirip karşılık gelen spektral yansıma değerlerinin çekilmesi için coğrafi referanslar ve belirlenen toprak değişkenlerinden faydalanılarak CBS de bir nokta veri tabanı hazırlanmıştır. Sonuçlar pH, organik madde, CaCO₃ ve azotu içeren dört toprak değişkeninin band-5 (orta-kızılötesi) yansıma değerleriyle önemli korelasyona sahip olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlara dayanarak dört model geliştirilmiş ve haritalanmıştır. Buna ilaveten toprak değişkenleriyle topografik (yüksekti, baki, eğim) ve iklimsel (ortalama-maksimum-minimum sıcaklıklar, su buhar basıncı, rüzgar hızı, güneşlenme oranı, potansiyel evapotranspirasyon ve yağış) değişkenleri arasındaki ilişkiler araştırılmış ve yorumlanmıştır.

2009, 55 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Toprak özellikleri, Orta Kelkit Havzası, Uzaktan Algılama, Coğrafi Bilgi Sistemleri, modelleme, haritalama, LANDSAT ETM+

Bu çalışma Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Komisyonu tarafından desteklenmiştir

ABSTRACT

Masters Thesis

MAPPING OF SOME SOIL PROPERTIES AT THE CENTRAL KELKİT BASIN USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND REMOTE SENSING

Orhan Mete KILIC

Gaziosmanpaşa University
Graduate School of Natural And Applied Science
Department of Soil Science And Plant Nutrition

Supervisor: Assistant Prof. Dr. Hakan Mete DOĞAN

In this study, relationships among LANDSAT ETM+ bands and some surface soil characteristics of Central Kelkit Basin (4949.39 km²) were investigated using remote sensing (RS) and geographic information systems (GIS) tools. Collected geo-referenced soil samples (164) were analyzed to determine CaCO₃, pH, electrical conductivity (EC), organic matter, nitrogen, phosphorus, exchangeable potassium, and texture (clay, silt, sand). Utilizing the geographic references and soil variables, a point database was established to overlay and extract corresponding reflectance values of LANDSAT ETM+ subset image bands in GIS. Possible relationships were evaluated by correlation analysis, and significant relationships were modeled by regression analysis. Results showed that four soil variables including pH, organic matter, CaCO₃ and nitrogen have significant correlations with band-5 (mid-infrared) reflectance values. Depending on these results obtained Four models were developed and mapped successfully. Moreover, the relationships among the soil variables, topographical (elevation, aspect, slope) and climatic (mean-maximum-minimum temperatures, water vapour pressure, wind speed, sunshine fraction, potential evapotranspiration, precipitation) variables were also investigated and interpreted. The results of the study indicated that some of soil characteristics can successfully be mapped using satellite images and GIS techniques.

2009, 55 Page

Key Words: Soil characteristics, Central Kelkit Basin, Remote Sensing, Geographic Information Systems, modelling, mapping, LANDSAT ETM+

This study was funded by the Scientific Research Projects Commission of Gaziosmanpaşa University

ÖNSÖZ

Tez konumun belirlenmesinden bitimine kadar engin bilgisi ve deneyimlerini benden esirgemeyen her zaman yakın ilgisini ve desteğini gördüğüm danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Hakan Mete DOĞAN' a sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca arazi çalışmalarında bana yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Mustafa KILIÇ'a, Sayın Doç. Dr. Kenan KILIÇ' a, Sayın Yrd. Doç. Dr. Ekrem BUHAN hocalarıma da teşekkürleri bir borç bilirim. Değerli katkılarından dolayı Bilimsel Araştırma Komisyonuna da teşekkürlerimi sunarım.

Orhan Mete KILIÇ

Ocak 2010

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	12
3.1. Materyal.....	12
3.1.1. Çalışma Alanı.....	12
3.1.2. İklim.....	13
3.1.3. Çalışma Alanı Bitki Örtüsü.....	16
3.1.4. Çalışma Alanı Toprak Yapısı.....	16
3.2. Metodoloji.....	18
3.2.1. CBS Uygulamaları.....	18
3.2.2. Uzaktan Algılama Uygulamaları.....	22
3.2.3. Arazi Çalışmaları.....	25
3.2.4. Laboratuvar Çalışmaları.....	29
3.2.4.1. Tekstür.....	29
3.2.4.2. Toprak Reaksiyonu (pH).....	29
3.2.4.3. Organik Madde İçeriği (%OM).....	29
3.2.4.4. Kireç İçeriği (%CaCO ₃).....	29
3.2.4.5. Değişebilir Potasyum (me/100gr).....	29
3.2.4.6 Toplam azot (% N).....	30

3.2.4.7. Elverişli Fosfor (Olsen-P)(mg/kg).....	30
3.2.4.8. Elektriksel İletkenlik (EC ds/m).....	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	31
4.1. İstatistiksel Değerlendirmeler.....	31
4.1.1. Toprak Özelliklerinde Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları.....	31
4.1.2. Histogramlar.....	32
4.1.3. Normallik Testi.....	33
4.1.4. Dönüştürme (Transformasyon) İşlemleri.....	35
4.1.5. Korelasyon Analizi.....	36
4.1.6. Regresyon Analizi.....	40
4.1.7. Modellerin CBS’ de çalıştırılması.....	43
5. SONUÇLAR	47
KAYNAKLAR	49
ÖZGEÇMİŞ	54

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar	Açıklama
AKKS	Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
GPS	Küresel Yer Belirleme Sistemi (Global Position System)
HGK	Harita Genel Komutanlığı
NDVI	Normalleştirilmiş Vejetasyon Farklılık İndeks
PET	Potansiyel evapotranspirasyon
SAM (DEM)	Sayısal Arazi Modeli (Digital Elevation Model)
ÇDKG (SDRN)	Çevre ve Doğal Kaynaklar Grubu
UA	Uzaktan Algılama
UTVT	Ulusal Toprak Veri Tabanı
UTM	Yatık Eksenli Marketör Projeksiyonu (Universal Transvers Mercator)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Kelkit havzasının aşağı, orta ve yukarı bölümlerinde yer alan ilçeler (a), ve çalışma alanını oluşturan Orta Kelkit Havzasının topoğrafyası (b).....	12
Şekil 3.2. Orta Kelkit Havzasının iklim değişkenlerinin yıllık dağılımı.....	14
Şekil 3.3. Orta Kelkit Havzası iklim haritaları.....	15
Şekil 3.4. Orta Kelkit Havzası Büyük Toprak Grupları.....	17
Şekil 3.5. Çalışmada Kullanılan Metodolojinin akış diyagramı.....	19
Şekil 3.6. Aster uydusundan faydalanılarak hazırlanmış olan Türkiye Sayısal Yükselti Veri Tabanından üretilen çalışma alanı topografik haritası.....	20
Şekil 3.7. LANDSAT ETM+ Görüntüsünün kareler ağı haritası.....	21
Şekil 3.8. Çalışmada kullanılan LANDSAT ETM+ uydu görüntüleri	24
Şekil 3.9. LANDSAT ETM+ kontrolsüz sınıflandırma haritası (10 sınıf).....	27
Şekil 3.10. Arazi örnekleme yapılan noktalar.....	28
Şekil 4.1. Araştırmada kullanılan toprak değişkenlerine ait histogramlar.....	33
Şekil 4.2. Dönüştürme uygulanarak normal dağılım özelliğine getirilen toprak değişkenlerine ait histogramlar.....	36
Şekil 4.3. Geliştirilen modellerin CBS harita hesaplama fonksiyonları ve LANDSAT ETM+ BAND 3 ve BAND 5 kareler ağı kullanılarak çalıştırılması sonucu elde edilen pH, organik madde haritaları.....	45
Şekil 4.3. Geliştirilen modellerin CBS harita hesaplama fonksiyonları ve LANDSAT ETM+ BAND 3 ve BAND 5 kareler ağı kullanılarak çalıştırılması sonucu elde edilen CaCO ₃ ve Azot haritaları.....	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Çalışma alanında yer alan ilçeler ve yüzölçümleri.....	11
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan LANDSAT ETM+ Uydu görüntülerinin özellikleri.....	22
Çizelge 3.3. Oluşturulan XYZ veri tabanına ait bir kesit.....	26
Çizelge 4.1. Toprak örnekleri tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları.....	31
Çizelge 4.2. Verilerin normallik testi sonuçları.....	34
Çizelge 4.3. Dönüştürme uygulanan toprak değişkenlerinin normallik testi sonuçları.....	35
Çizelge 4.4. Toprak ve LANDSAT ETM+ band değişkenlerinin korelasyon analiz sonuçları.....	39
Çizelge 4.5. Toprak, topografya ve iklim değişkenlerinin korelasyon analiz sonuçları.....	40
Çizelge 4.6. Regresyon analizi sonucunda elde edilen model özeti ve varyans analizi sonuçları.....	42
Çizelge 4.7. Regresyon analizinden elde edilen katsayılar ve model sonuçları.....	43

1. GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı, kısıtlı doğal kaynaklar, yoğun tarımsal uygulamalar ve çevre kirliliği hızlı ve doğru mekansal bilgiye olan ihtiyacın artmasına neden olmaktadır. Günümüzde, yeryüzünün fiziksel yapısı hakkındaki pek çok bilgi objelerin belirli bir uzaklıktan mekanik veya elektronik cihaz kullanılarak gözlenmesi olarak tanımlanan uzaktan algılama (UA) teknikleri ile elde edilmektedir. Hava fotoğrafları, hava tarayıcıları ve uydu görüntüleri bu tekniğin temel veri kaynaklarıdır. UA araçlarıyla elde edilen sayısal veriler ise güçlü bir analitik araç olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) için son derece önemlidir. CBS karmaşık planlama ve yönetim sorunlarının çözülebilmesi için tasarlanan; coğrafi konumu belirlenmiş verilerin toplanması, yönetimi, işlenmesi, analiz edilmesi, modellenmesi ve görsel olarak sunulması işlemlerini kapsayan donanım, yazılım, personel ve yöntemler sistemidir. Bu nedenle UA ile elde edilen veriler CBS çatısı altında anlam kazanmakta diğer sayısal coğrafik verilerle ilişkileri daha ayrıntılı araştırılabilmektedir. Bu bağlamda söz konusu teknolojiler günümüzde vazgeçilmez araçlar haline gelmiştir (Aparicio ve ark., 2000).

Uydu görüntüleri 1960'lı yıllardan beri elde edilmektedir. Günümüzde üç önemli sivil uydu düzenli olarak orta detayda (çözünürlükte) veri sağlamaktadır (LANDSAT (ABD), SPOT (Fransa) ve IRS (Hindistan)). Bunlara son olarak yüksek mekansal çözünürlüklü IKONOS ve QICKBIRD uyduları eklenmiştir. Bunlara ilaveten global ölçekte düşük mekansal çözünürlüklü ancak yüksek zamansal çözünürlüklü (sık aralıklı, günde bir veya iki kez) NOAA, METEOSAT, SEAWIFS ve MODIS gibi farklı kullanımlar için tasarlanmış uydular da mevcuttur.

Farklı bölgelerdeki farklı dalga boylarından olan yansımalar toprakların sahip olduğu özellikler hakkında bilgi vermekte ve yoğun olarak kullanılmaktadır (Lillesand ve Kiefer, 2000). Özellikle LANDSAT uydu görüntüleri topraklardaki özelliklerin haritalanmasında büyük kolaylıklar sağlamaktadır (Başayığıt ve ark., 2006). Buna ilaveten toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin de doğru bir şekilde tespit edilerek

ortaya konması ve böylece araştırcıların daha sağlıklı karar vermeleri m¼mk¼n olmaktadır. CBS, planlamacılarının karar vermesinde yardımcı olan modellerin oluşturulmasını sağlayan analitik g¼c¼ y¼ksek bir araçtır ve aynı zamanda uzaysal analiz özelliği ile önceleri elde edilemeyen daha doğru ve g¼ncel bilgileri üretme, bu bilgilere daha derin anlam kazandırma özellikleriyle geleceğin planlanmasında yardımcı olmaktadır (Mitchell, 1999). Planlama söz konusu olduğunda farklı niteliklere sahip toprakların en üretken şekilde kullanılması amaçlandığından, çeşitli kullanım türlerinin gereksinimleri dikkate alınmalıdır. Türkiye gibi gelişmekte olan ÷lkelerde doğal kaynaklara ilişkin verilerin yetersiz oluşu nedeniyle arazilerin etkin kullanımı ile ilgili bilgilerde yetersizdir (Din, 1980).

Toprak, oluşumunda etkili olan faktörlerin sayısız değişkeninin bir araya gelmesi sonucu oluşmaktadır. Bu nedenle çok kısa mesafelerde bile toprak özellikleri hakkında bilgi üretmek için birim alana düşen örnek sayısına karar vermede araştırma bölgesinin alt havzalara bölünerek konumsal analizlerin yapılması zorunluluğu vardır (Başayığit ve ark., 2008). Ayrıca, bu tür çalışmalarda kullanılacak uydu verilerinin toprak yüzeyinin çıplak olduğu dönemde alınmış olması gerekir (Başayığit ve ark., 1998).

Kelkit Havzası'nın, küresel iklim değişikliğinden muhtemelen az etkilenecek alanların başında geldiği düşün¼lmektedir. Bu nedenle söz konusu havzada gerek toprak koruma tedbirleri, gerekse arazi kullanım planlaması ve arazi uygunluk sınıflamasına ışık tutacak şekilde coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri yardımıyla toprak özelliklerinin tespiti ve haritalanması önem kazanmıştır. Havza çok büyük olduğu için farklı ekolojik özelliklerinden dolayı Aşağı, Orta ve Yukarı Kelkit Havzaları olarak alt bölgelere ayrılarak çalışılmasında fayda vardır.

Bu alışmada, LANDSAT ETM+ bandları ve Orta Kelkit Havzasının (4949,39 km²) yüzey toprağına ait CaCO₃, pH elektriksel iletkenlik (EC), organik madde, azot, fosfor, değişebilir potasyum ve tekstür değişkenleri arasındaki ilişkiler klasik istatistiksel

analizler kullanılarak belirlenmiş ve uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) araçları kullanılarak haritalanmıştır. Araştırma sonuçlarına dayanarak geliştirilen modeller CBS çatısı altında haritalanmıştır. Buna ilaveten toprak değişkenleriyle topografik (yükselti, bakı, eğim) ve iklim (ortalama-maksimum-minimum sıcaklıklar, su buhar basıncı, rüzgar hızı, güneşlenme oranı, potansiyel evapotranspirasyon, yağış) değişkenleri arasındaki ilişkiler araştırılmış ve yorumlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), farklı disiplinlerden kullanıcıları olması sebebiyle çeşitli şekillerde tanımlanabilmektedir. Bazı araştırmacılara göre; CBS, konumsal bilgi sistemlerinin tamamını içeren ve coğrafik bilgiyi sorgulayan bilimsel bir kavramdır. Bir kısım araştırmacılar ise, CBS'yi organizasyona yardımcı bir veri tabanı yönetim sistemi olarak adlandırılmaktadır. CBS konuma ilişkin gözlemlerle elde edilen grafik ve öznitelik bilgilerinin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük halinde yapabilen bilgi sistemi olarak tanımlanabilir. Kullanıcıya sağladığı avantajların çeşitliliği, bu sistemin geniş uygulama alanları bulmasına sebep olmuştur (Yomralıoğlu, 2000).

Uzaktan algılama (UA), yeryüzünden belirli mesafelerde, atmosferde veya uzayda hareket eden platformlara konumlandırılmış ölçüm aletleri yardımıyla, nesnelere fiziksel temasa geçilmeden, yeryüzünün doğal ve yapay nesnelere hakkında bilgi alma ve bunları değerlendirme tekniğidir (Champbell, 1996). UA kısaca tele kayıt (tele-detection) ya da dünya'nın gözlenmesi (earth observation) olarak tanımlanır. UA genel anlamda görüntünün oluşturulması ile konum olarak sabit veya hareketli, uzak mesafelerden yer yüzeyinin gözlenmesinde kullanılan yöntemler, teknikler ve araçların bütünüdür (Jensen, 1996). UA teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak optik-mekanik ve çok bantlı algılayıcılarla sayısal görüntülerin elde edilmeye başlanması ve bu görüntülerin analizlerinde hızlı ve artan bir başarıya ulaşılması, hava fotoğraflarını temel materyal olmaktan çıkararak yardımcı materyal durumuna getirmiştir (Lindenlaub ve Russell, 1974; Hoffer, 1976).

Yeryüzünde bilgilerin toplanması değişik yöntemlerle olabilmektedir. Özellikle planlama amaçlı ve geniş arazi parçalarından doğrudan ölçülerek veri toplamak için UA tekniği yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. UA verileri sayısal olarak kaydedilmekte, görüntü yorumlama ve analiz işlem elamanları yardımıyla görüntülerden bilgi

sağlanmaktadır. Çoğu doğal kaynak haritası UA tekniği yardımıyla yapılmaktadır. Uydu görüntüleri, tüm topografik haritalarda, çeşitli orman, jeoloji, arazi kullanım ve toprak haritalarının yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca tarım topraklarının sezon boyunca düzenli olarak izlenmesi, problemlili alanların tespiti ve ürün seviyesinin tahmininde kullanılırken, kent haritalarının detaylandırılmasında ve belediyelerin kaçak arazi gelişmelerini tespitinde uydu görüntüsü ile elde edilen veriler kullanılabilir (Aronoff, 1989a; 1989b).

Yeryüzünün en temel öğelerinden birisi de topraktır. Topraklar, içerdikleri su, organik madde, demir oksitler, mineralojik bileşimi, suda çözünebilir tuz ve karbonatlar ile bunların doğrudan etkili oldukları toprak strüktürü, toprak yapısı, toprak rengi vb özellikleri nedeniyle farklı yansıma değerleri verirler. Bu özelliklerin yanı sıra arazinin jeolojik yapısı, topografik konumu, rölyef vb. özelliklerde yansıma değerleri üstünde etkilidir ve elektromanyetik enerji karşısında ayrımlı yansıma, absorbe, iletme ve dağıtma özellikleri verirler. Bu bağlamda toprağın rengi görülebilir bölgedeki toprağın spektral davranışından kaynaklanan verilere bağlıdır. Toprak organik maddesi ve toprak nem miktarı, toprak renginin koyulaşmasına yani toprak yansımasının düşmesine neden olur (Şenol ve Dinç, 1994; Lillesand ve Kiefer, 1994; Strahler ve Strahler, 1996).

Toprakların kimyasal içeriği, topraktan yansıyan enerji miktarını etkileyen önemli faktördür. Toprakların çok miktarda demir veya kalsit minerali içermeleri toprakların yansıma karakteristikleri üzerine farklılıklara sebep olmaktadır. Özellikle demirli minerallerce zengin toprakların gelen enerjiyi absorpsiyonu oldukça fazladır. Bu olay daha çok yakın kızılötesi bölgede olmaktadır (Fitzgerald, 1972; Stoner ve Baumgardner, 1981).

Günümüzde LANDSAT, SPOT ve IRS uydularından alınan sayısal veriler, çeşitli CBS yazılımları yardımıyla sayısal hale dönüştürülen haritalar ile birlikte işlenerek bu amaç için kullanılmaktadır. Coğrafi doğrulukları sağlanan haritalar arazi çalışmaları ile

kontrol edilmekte, haritaların arazi ile doğruluklarının sağlanmasında küresel konum bulma sistemleri kullanılmaktadır. Toprak haritalarının oluşturulması ve bu haritada yer alan bir veya birden fazla özellik için istenilen ölçek ve detayda özel amaçlı haritaların üretilmesinde coğrafi bilgi sistemlerinin sorgulama ve birleştirme işlemleri kullanılmaktadır. Toprak özelliklerinin hızlı ve doğru tahmin etme yöntemleri ekolojik modelleme çalışmalarının yanı sıra arazi yönetim problemlerinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi için önemlidir. Toprak analizleri pahalı olmasının yanı sıra bir alanın uzaysal değişkenliğini yeterli bir şekilde karakterize etmesi için yoğun örnekleme gereklidir ve büyük ölçekli doğru tahminlerin yapılması güçtür (Dent ve Young, 1981). Dahası kimyasal işlemlere tabi tutularak yapılan laboratuvar analizleri zaman harcayan ve çevre için tahrip edici niteliktedirler (Shepherd ve Walsh, 2002; Dematte et al., 2007). Toprak özelliklerini ve değişkenlerini ölçmek için toprak özelliklerini yorumlayabilen yeni ve hızlı metotlar gereklidir (McKenzie ve ark., 2000, Shepherd ve Walsh, 2002). Bilgisayar sistemleri ile yapılan toprak etüd ve haritalama geleneksel metotlar ile karşılaştırıldığında arazi çalışmaları için harcanan süreyi % 80 azaltmaktadır. Ayrıca çalışmaların doğruluğu detay derecesine bağlı olmakla birlikte % 90' ın üzerinde başarı göstermektedir.

LANDSAT-1 uydusunun MSS verileri ile topraklar, toprak taksonomisinin familya düzeyinde sınıflanıp haritalanabilmesi sağlanmıştır (Aldrich ve ark., 1975). Bu çalışmalar topraktaki spektral (yansıma) farklılıkların saptanması esasına dayanmaktadır. Çok bantlı verilerin bilgisayarda değerlendirilmesi için "eğitilmiş" (supervised) ve "eğitimsiz" (unsupervised) değerlendirme yöntemleri bulunmaktadır ve bu yöntemler görüntü tanıma işlemine hizmet etmektedir (Schanda, 1976; Orhaug, 1978).

Orhaug (1978) görüntü tanıma ve sınıflandırma yöntemlerini aşağıdaki şekilde gruplandırmıştır:

- Eğitimli sınıflama (supervised)
 - en yakın mesafe (minimum distance)
 - en yakın komşu (nearest neighbor)
 - en çok benzerlik (maximum likelihood)
- Eğitimsiz sınıflama (unsupervised)
 - kümeleme (clustering)

Bu temel sınıflama yöntemlerinin bilgisayarlara uygulanması aşamasında pek çok yardımcı program ve yöntemler ilave edilerek sağlıklı sonuçların alınması ve bilgilerin çoğaltılması amaçlanmaktadır. “Görüntü zenginleştirme” adı verilen bu program ve yöntemlerden önemli bazıları ise aşağıdaki şekilde özetlenmiştir (Schanda, 1976).

- Histogram değişimleri
- Doğrusal dönüşümler
- Ana bileşenler
- Renk zenginleştirme
- Yoğunluk kesimi
- Orta değer süzmesi
- Çok bantlı görüntülerde aritmatiksel işlemler

Bir LANDSAT uydu görüntüsünün tarımsal amaçlı çalışmalara katkısı çok fazladır. İlk olarak, yaklaşık 3,5 milyon hektarlık bir alanı, güneş açısının, toprak koşullarının, doğal ve kültür bitki özelliklerinin aynı olduğu bir zamanda algılayarak incelenmesine olanak sağlamaktadır. Bir LANDSAT görüntüsü 185 x 185 km' lik bir alanı kaplamaktadır ve bu alan yaklaşık 1500 adet 1/20000 ölçekli hava fotoğrafına karşılık gelmektedir. Bu sayıdaki hava fotoğraflarının tek tek yorumlanmasıyla topraklar ve diğer görünümeler arasındaki ilişkilerin ortaya konması ve haritalama lejandının hazırlanması son derece

güçtür. Bununla beraber LANDSAT uydusunun 18 günde bir aynı yerden geçmesi (zamansal çözünürlük) nedeniyle toprak etüdlerinde kullanılabilecek görüntünün yıl içerisindeki değişik zamanların en iyisinde seçilmesi mümkündür. Ayrıca LANDSAT verileri, elektromanyetik spektrumun dört ayrı diliminde (LANDSAT-4 ve 5 de 7 ayrı dilim veya band) kaydedilmektedir. Böylece, dört ayrı dalga boyunda farklı yansıma veren toprak ve bitki örtüsünün birkaç bandın birlikte kullanılmasıyla tanımlanıp ayırt edilmesinde önemli avantajlar sağlamaktadır (Baldwin, 1975; Bodechtel ve ark., 1976; Westin ve Frazee, 1976; Weismiller ve ark., 1977; NAS, 1977).

Coleman ve Montgomery (1987), Cheng-Wen ve ark. (2001) ve Dunn ve ark. (2003) gibi diğer araştırmacılar da çalışma alanına ait toprakların laboratuvar sonuçlarıyla bu alanın spektral yansıma değerleri arasında korelasyonlar elde etmiş ve toprak özelliklerini tanımlamak için modeller geliştirmişlerdir. Brown ve ark. (2003) görünür yakın kızılötesi ve geniş yansıma spektroskopisi (VNIR-DRS) ile Amerika Birleşik Devletleri, Afrika ve Asya boyunca geniş bir alanda çalışarak görünür yakın kızılötesi ışınlarla kaolinit, montmorillonit ve kil içeriği, katyon değişim kapasitesi, organik karbon, inorganik karbon, sitrat ve hidrosülfatla ekstrakte edilebilir demir içerikleri arasında güçlü ilişkiler yakalamışlardır. Demattê ve ark. (2007) LANDSAT ETM+ bandlarıyla bazı toprak özellikleri (kum, kil, silt, organik madde, katyon değişim kapasitesi ve hidrojen) arasında önemli ilişkiler bulduklarını ve toprakların kum kil içeriğini tahmin edebilen modeller geliştirdiklerini rapor etmişlerdir. Halihazırda geniş alanları kapsayan mineral kompozit haritaları CBS, mineral kompozit içerikleri ve LANDSAT ETM+ görüntülerinden faydalanılarak geliştirilebilmektedir (Doğan, 2008; 2009).

Montgomery (1976) toprak özelliklerinden katyon değişim kapasitesi, kil, silt demir ve organik madde içerikleri ile bunların spektral yansıma değerleri arasında yüksek korelasyonlar bulunduğunu bildirmiştir.

Mathews ve ark. (1973) çok bandlı uydu verileri ile kısa zamanda ve kesine yakın doğrulukta toprak haritalarının hazırlanabileceğini belirtmekte ve LANDSAT MSS uydu görüntüleri ile kireç taşı ana materyalini, kumtaşlarını, aluviyal ve koluviyal arazileri % 90-95 doğrulukta ayırt edebildiklerini bildirmişlerdir.

Kirschner ve ark. (1978), haritalama ünitelerinin LANDSAT çok bandlı verilerinin sayısal analiziyle kantitatif olarak ve kesin biçimde saptanabileceğini belirtmiştir. Çalışmalarında eğitimsiz sınıflama metodunu uygulayarak 12 toprak 4 bitki örtüsü sınıfı tespit etmişlerdir.

Rosental ve ark. (1982) nemli toprak yüzeylerindeki ısı kapasitesinin saptanması ve haritalanması işlemini LANDSAT TM'in termal kızıl ötesi (10,4-12,5 μm) verilerini kullanarak gerçekleştirmiştir. Elde edilen sonuçlar yağış indeksi değerleriyle büyük uyum göstermiştir.

Altamira ve ark. (1986), LANDSAT-4 TM bandlarını kullanarak 26000 ha bir alanın arazi örtüsü ve arazi kullanımını sınıflandırmaya çalışmışlardır. Sınıflandırma; orijinal 7 bandta, termal band dışındaki diğer bandlarla orijinal 7 bandın ana bileşenler metoduyla birleştirilmesi ve termal bandın bulunmadığı diğer 6 bandın iyi yansıma özelliği olanlarının ana bileşenleri olmak üzere dört ayrı şekilde yapılmıştır. Eğitimsiz sınıflama metoduyla da veriler kümeleme ile ayırt edilmiş, istatistiksel değerleri çıkarılmıştır. Sonuçlar ilk üç (1, 2 ve 3) bandın kullanıldığı ana bileşenler uygulamasının en yüksek ayırım değerini verdiğini göstermiştir.

Organik maddenin toprağa renk katması yanında organik maddenin ayrışma derecesin de toprakların yansıma karakteristikleri üzerinde etkili olmaktadır. Az ayrışmış organik maddeye sahip toprakların yansıması özellikle yakın kırmızı ötesinde yüksek, aşırı ayrışmış organik maddeye sahip toprakların yansıması ise 0,5-2,3 mikrometre dalga boylarına rastlamakta olup, organik madde ile alakalı çalışmalarda en uygun dalga boylarına 0,56 ile 2,3 mikrometre arasında olduğu belirtilmiştir (Fitzgerald, 1972).

Araziden alınan koordinatlı verilerin enterpolasyonu ile elde edilen yüzey haritaları ile çıplak topraktan yansıyan değerler arasında dolaylı ilişkiler bulunabilir. Post ve ark. (1988) toprağın ilk 30 cm' lik kısmındaki kum ve kil oranları ile yansıma değerleri arasında ilişki olduğunu ve vejetasyon yansıma değerleri de toprak koşullarını izah etmede kullanılabileceğini belirtmiştir.

Öztekin ve ark. (1998) Güneydoğu Anadolu'da toprak yüzeyine ait yansıma değerlerinin toprakların özellikleri hakkında önemli bilgi verdiğinden, ortalama parlaklık değerleri ile toprak yüzeyinin rengi, kireç içeriği ve kil miktarları arasındaki ilişkiyi ortaya koyan bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Başayığit ve ark. (2009); pH, organik madde, toplam tuzluluk, kireç içeriği ve tane büyüklüğü gibi toprak özellikleri ile VNIR, SWIR ve TIR bandlarından elde edilen yansıma değerleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır.

Uydular tarafından düzenli aralıklarla yeryüzünün hemen her yerinden elde edilen sayısal veriler insan gözünden daha duyarlı ve gözün algılama yapamadığı kızılötesi bölgede de objeler arası farklılıkları ayırt etme olanağı vermektedir. Özellikle LANDSAT 4-5 TM ve SPOT uydularının algılama yapabilecek yeni düzeneklerle donatılması ve yersel ayırım gücünün artırılmış olması topraklara, yüzey materyallerine ilişkin araştırmaların nitelik ve niceliklerine önemli gelişmeleri de beraberinde getirmektedir (Dinç ve Şenol, 1988). LANDSAT TM sayısal verileri yardımıyla GAP bölgesi içinde yer alan Adıyaman-Kahta sulama sahasının detaylı etüdü yapılmış ve toprak haritaları hazırlanmıştır (Başayığit ve ark., 1998).

Haberle ve ark. (1979), kurak ve yarı-kurak bölgelerdeki toprak tuzluluğunu saptamak, bu alanların kontrol altına alınmasıyla verimli arazilerin elden çıkmasını önlemek ve tuzlu alanların çevresel değişkenlerle ilişkilerini araştırmak için LANDSAT görüntülerinin kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Malila ve ark. (1979) LANDSAT-1 görüntülerinin yorumlanmasıyla Michigan'daki mineral ve organik topraklar arasındaki

sınırları %100 doğrulukla belirlemiş, toprak drenaj sınıflarını %75-90 doğrulukla tespit edebilmişlerdir.

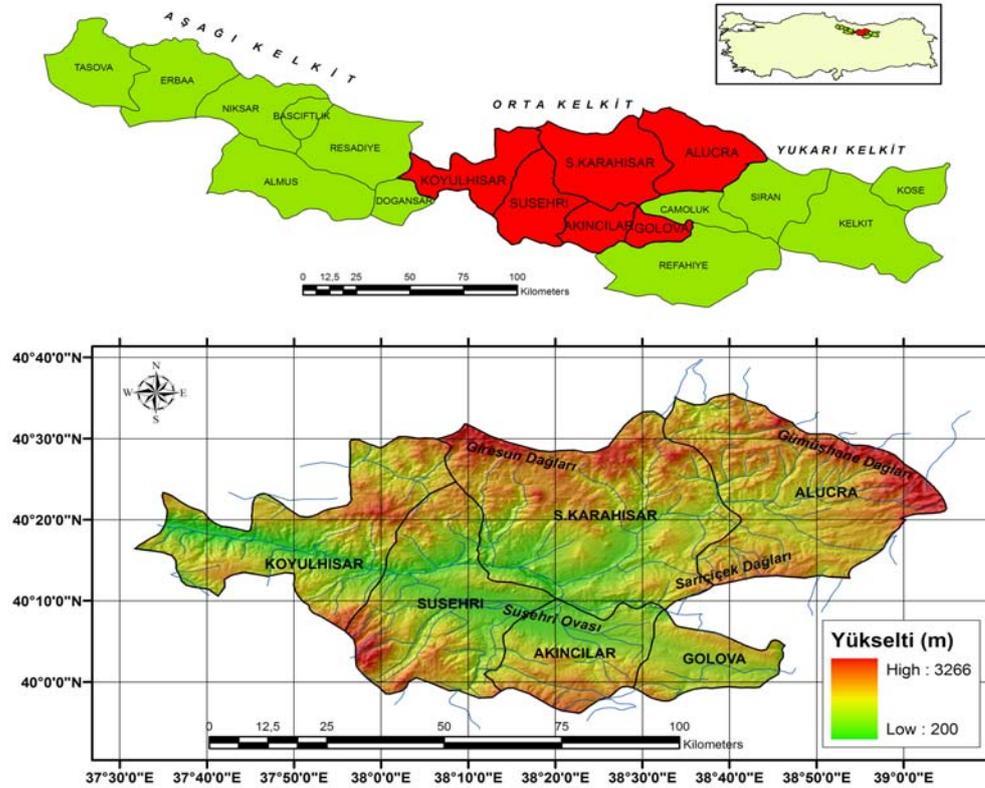
Çullu ve ark. (1995), Konya ilinde bulunan Malya Tarım İşletmesi'ne ait tuzlu ve alkali alanları uydu verileri ile haritalamışlardır. Temel materyal olarak kullanılan uydu verileri bilgisayar ortamında sınıflandırılmış ve sınıflandırılan bu verilerden toprakların tuzluluk ve alkalilik durumları haritalanmıştır. Çoraklaşmadan etkilenen bu alanlar, 1960 yılındaki çorak alanlarla karşılaştırılarak tuzluluk değişimleri ortaya konmuştur. Yaklaşık 30 yılda çiftlik arazilerindeki çoraklaşmanın %20'den %33'e kadar yükseldiği ortaya konmuştur.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanı

Kelkit ırmağı 320 km'lik uzunluğu ile beş il'e ait (Amasya, Gümüşhane, Giresun, Sivas, Tokat) toplam onsekiz ilçe (Şekil 3.1a) içinden geçmektedir. Bununla beraber Erzincan, ve Samsun illeri ve çok sayıda yerleşim merkezi üzerinde de sosyo-ekonomik ve ekolojik etkiler yapmaktadır. Bu kadar büyük bir alanı etkileyen Kelkit Havzası ekolojik özelliklerindeki çeşitlilikten ve havzadaki yükselti farklılıklarından dolayı Aşağı, Orta ve Yukarı Kelkit Havzaları olarak alt bölgelere ayrılmaktadır (Şekil 3.1). Bu çalışma Orta Kelkit Havzası olarak bilinen Sivas ilinin Koyulhisar, Suşehri, Akıncılar, Gölova ve Giresun ilinin Şebinkarahisar ve Aluçra ilçelerinde yürütülmüştür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Kelkit havzasının aşağı, orta ve yukarı bölümlerinde yer alan ilçeler ve çalışma alanını oluşturan Orta Kelkit Havzasının sayısal yükselti haritası

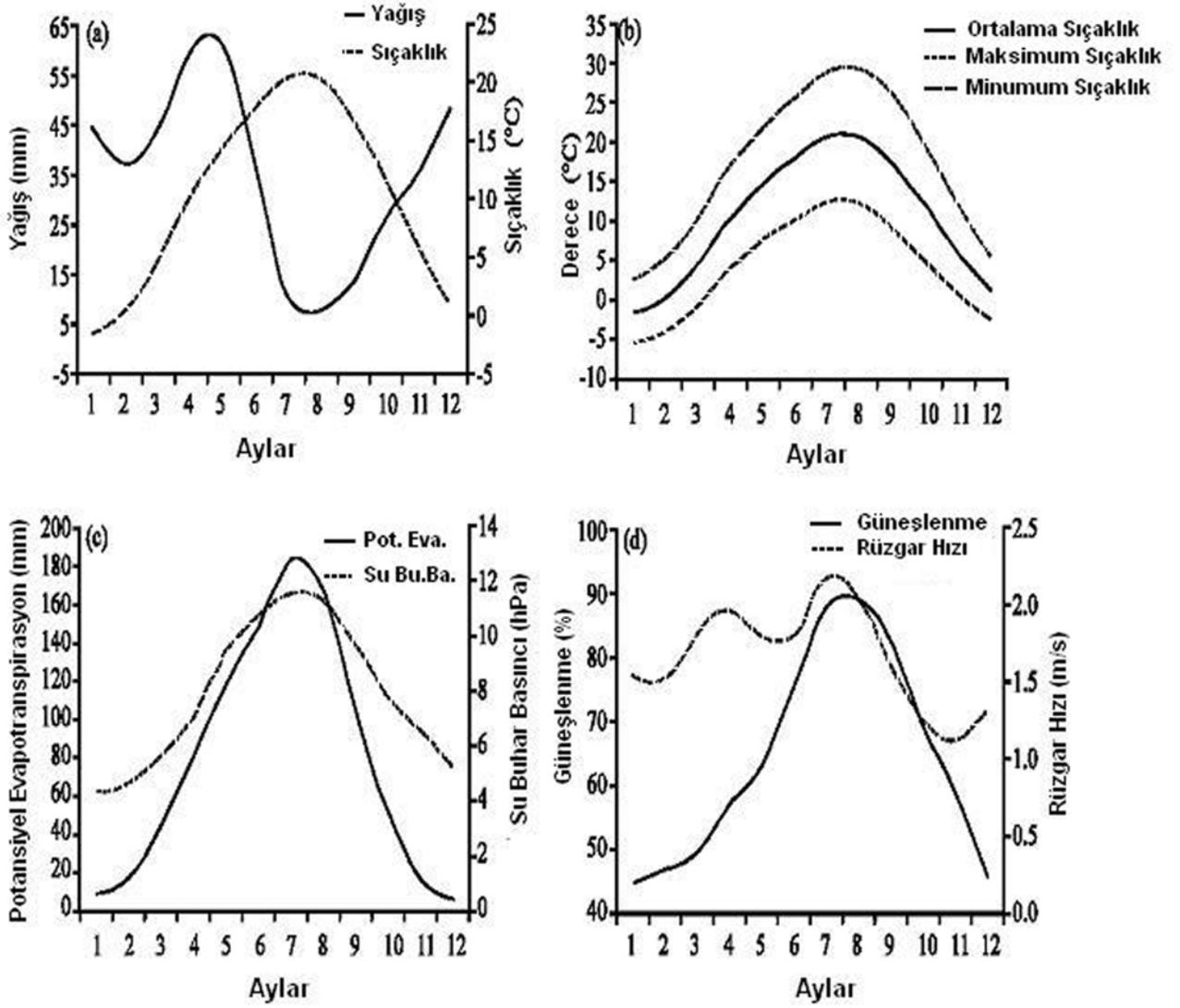
Çalışma alanı toplam 4949,39 km² alanı kapsamaktadır. Söz konusu alan içinde yer alan ilçelerin toplam yüzölçümleri Çizelge 3.1`de verilmiştir

Çizelge 3.1. Çalışma alanınınında yer alan ilçeler ve yüzölçümleri

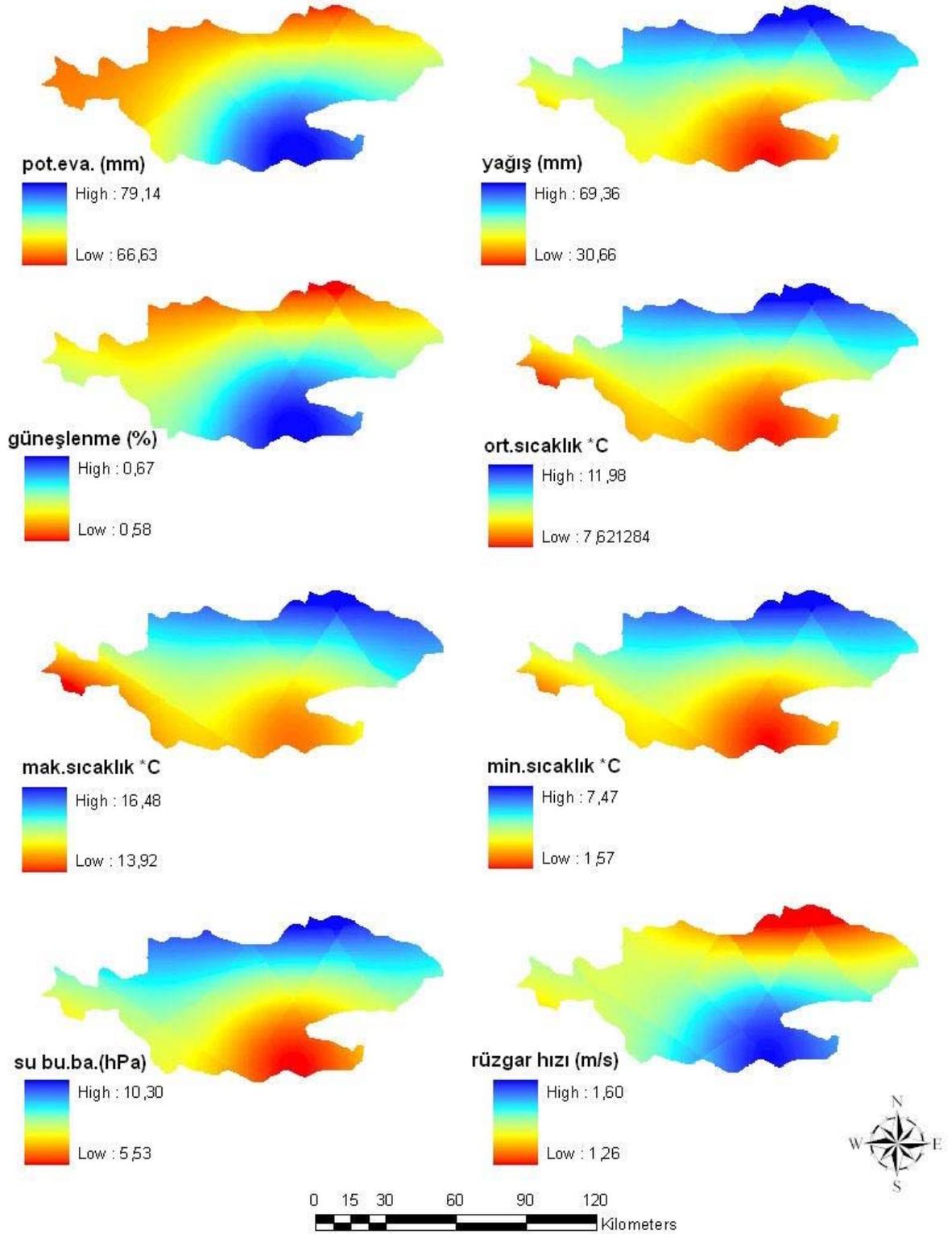
NO	İL	İLÇE	ALAN (km ²)
1	Sivas	Koyulhisar	883,27
2	Sivas	Susehri	856,64
3	Sivas	Akıncılar	460,17
4	Sivas	Gölova	272,26
5	Giresun	Şebinkarahisar	1388,47
6	Giresun	Aluçra	1088,58
TOPLAM ALAN			4949,39

3.1.2. İklim

Orta Kelkit Havzası; konumu nedeniyle İç Anadolu ile Orta Karadeniz Bölgeleri arasında geçiş durumundadır. Bu nedenle bu bölgede yer yer her iki bölgenin iklim özelliklerini görmek mümkündür. Araştırma alanının jeomorfolojisi, topoğrafik yapısı bölgenin iklimi üzerine etkili olmaktadır. Vadinin alt seviyelerinden 200-400 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 iklimdeki bu değişimi desteklemektedir. Doğan (2007a) tarafından yapılan bir çalışmaya göre bölgenin iklim özellikleri Şekil 3.2`de görüldüğü gibi belirlenmiştir. Çalışma alanının yıllık ortalama olarak bazı iklim değerlerinin uzaysal dağılımı Şekil 3.3`de verilmiştir (Doğan, 2007b).



Şekil 3.2. Orta Kelkit Havzasında iklim değişkenlerinin yıllık dağılımı (Yağış (mm), ortalama sıcaklık (°C), maksimum sıcaklık (°C), minimum sıcaklık (°C), potansiyel evapotranspirasyon (mm), buhar basıncı (hPa), güneşlenme (%), rüzgar hızı (m/s)) (Doğan, 2007a)



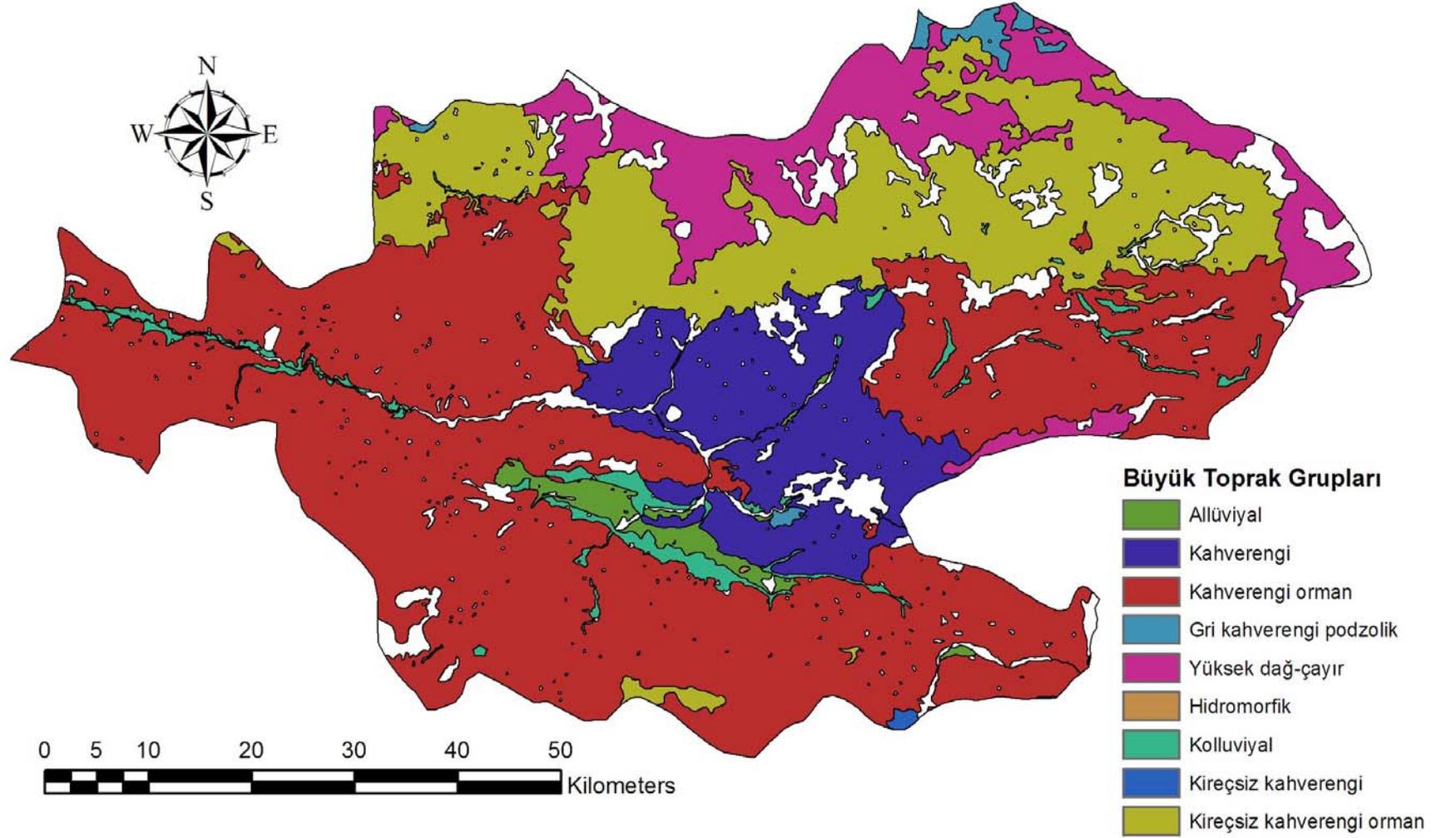
Şekil 3.3. Orta Kelkit Havzası iklim haritaları (yağış (mm), ortalama sıcaklık (°C), maksimum sıcaklık (°C), minimum sıcaklık (°C), potansiyel evapotranspirasyon (mm), buhar basıncı (hPa), güneşlenme (%), rüzgar hızı (m/s)) (Doğan, 2007b)

3.1.3. Çalışma Alanı Bitki Örtüsü

Fitocoğrafik bakış açısından, çalışma alanı Euro-Siberian ve Irano-Turanian bölgelerinin kesiştiği bir yerde bulunmaktadır. Davis' in grid sistemine göre (Davis, 1965-1988; Davis, 1971); bu alan A6 ve A7 grid kareleri içinde yer almaktadır. Toplam 4949,39 km² lik bir yüzölçümünü (Çizelge 3.1) kapsayan çalışma alanında 59 familya, 192 genera ve 283 bitki türü bulunduğu bildirilmiştir (TUBIVES, 2003). Ancak bu alana çok yakın olan Amasya-Tersakan Vadisinde yapılan en son flora çalışmasına göre bölgede toplam 456 bitki tür ve alt türüne (taxa) rastlanmıştır (Celep ve ark., 2006). Bölgede Akdeniz ikliminin göstergesi olan türlere rastlanmaktadır. Karaçam, sarıçam, köknar, gürgen ve sedir gibi ağaç türleri bölgede en yaygın olanlarıdır. Bu ağaç türlerinin içerisinde yer yer fındık, kızılıçık, yabani erik, elma, ahlat, alıç, gibi türlere de rastlamak mümkündür (Karaer, 1994).

3.1.4. Çalışma Alanı Toprak Yapısı

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün toprak haritalarına göre (KHGM, 2002) Orta Kelkit havzasında; alüvyal (A), kahverengi (B), gri kahverengi podzolik (G), hidromorfik (H), kolüvyal (K), kahverengi orman (M), kireçsiz kahverengi orman (N), kireçsiz kahverengi (U), Yüksek Dağ Çayır (Y) olmak üzere on büyük toprak grubu yer almaktadır (Şekil 3.4). Orta Kelkit havzasında ağırlıklı toprak yapısı Kahverengi Orman toprağıdır. Alluviyal ve Kolluviyal topraklar ise Suşehrinde Kelkit Çayırının her iki kenarında bulunan topraklardır. Bu topraklar vadi yamaçlarından yer çekimi, toprak kayması, yüzey akışı ve yan dereler ile kısa mesafelerden taşınarak eğimin azaldığı vadi tabanında biriktirilmiş ve kolüvyon denilen materyal üzerinde oluşmuştur. Kolluviyal arazilerdeki toprakların özellikleri daha çok çevredeki büyük arazilerde yer alan topraklara benzemektedir. Eğim ve bünyeleri nedeniyle drenajları iyidir (Karaer, 1994).



Şekil 3.4 Orta Kelkit Havzası Büyük Toprak Grupları (KHGM, 2002)

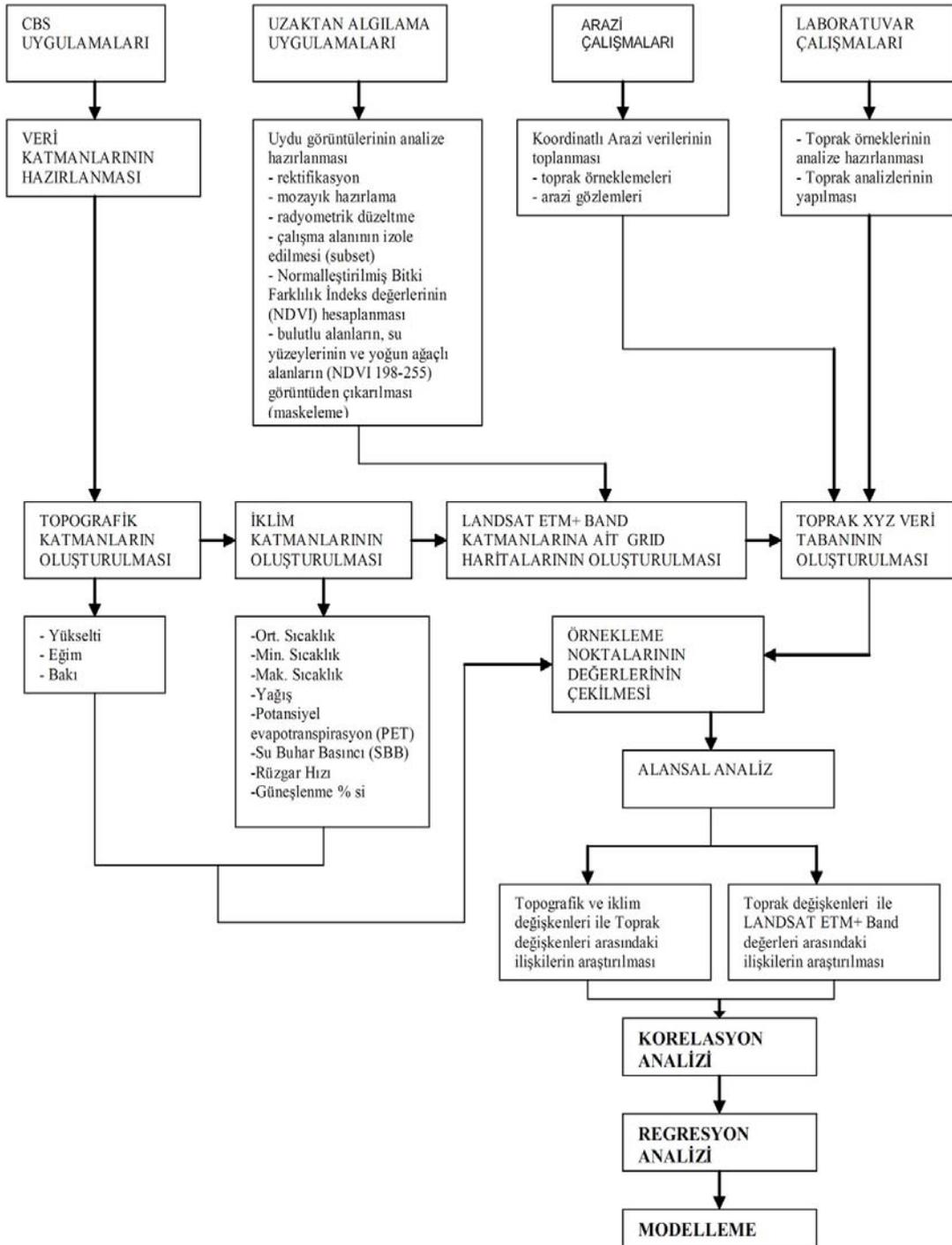
3.2. Metodoloji

Bu çalışmanın ana amacı LANDSAT ETM+ görüntülerinin 7 bandına ait yansıma değerleri ile Orta Kelkit Havzasının üst toprak katmanındaki bazı toprak değişkenleri arasındaki ilişkilerin araştırılması ve tespit edilen önemli ilişkilerin modellenmesidir. Buna ilaveten ele alınan toprak değişkenlerinin iklim ve topografik değişkenlerle ilişkileri de araştırılmıştır. Çalışmada izlenen metodolojiye ait akış diyagramı Şekil 3.5`de verilmiştir. Kullanılan metodoloji uzaktan algılama uygulamalarını, arazi ve laboratuvar çalışmalarını kapsamaktadır. Uzaysal veri katmanlarının oluşturulmasında ve elde edilen tüm verilerin uzaysal analizinde ise ARC/GIS (versiyon 9.0) CBS yazılımından (ESRI, 2004, 2005) ve SPSS (versiyon 12) istatistik yazılımından (SPSS, 2001) faydalanılmıştır.

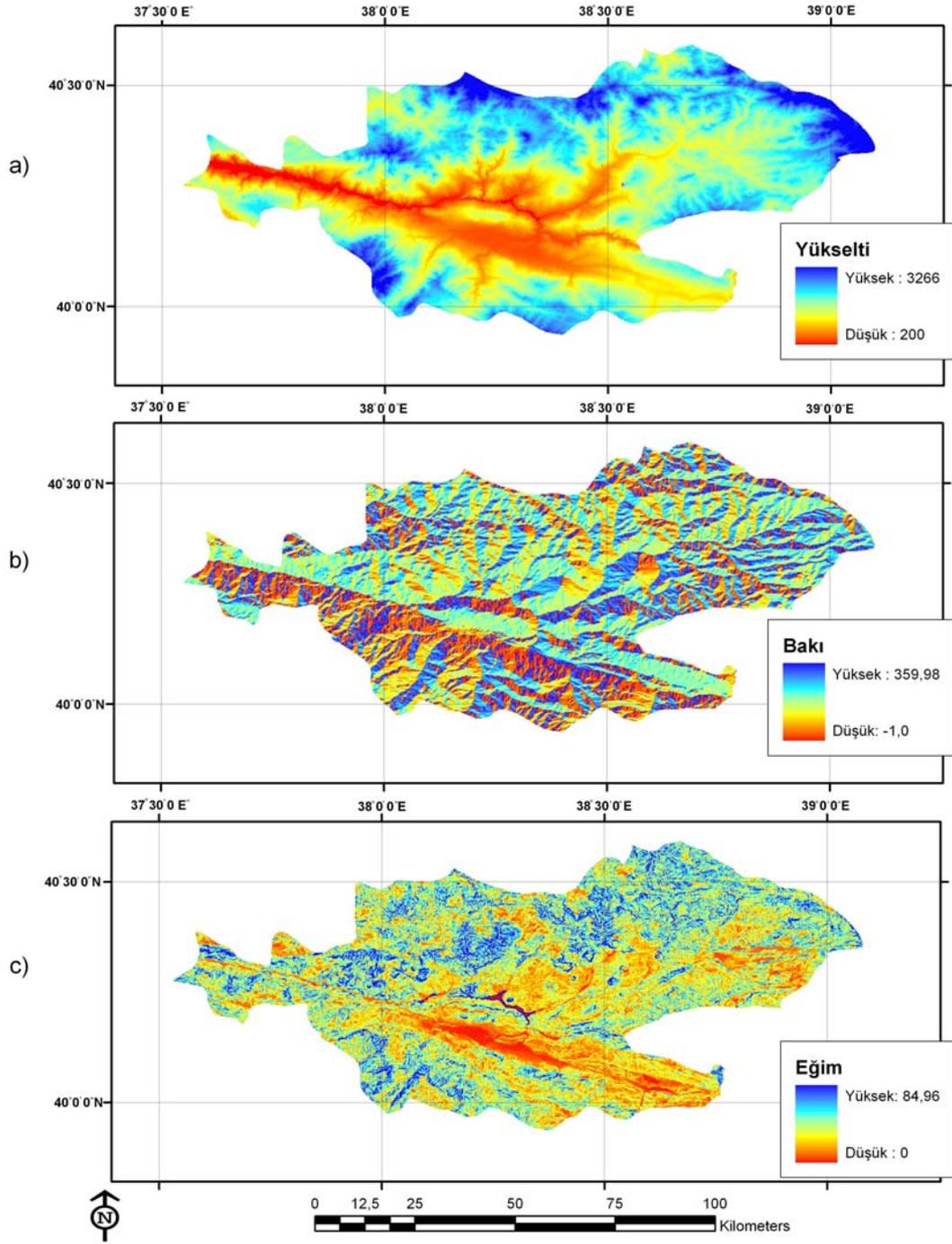
3.2.1. CBS Uygulamaları

CBS uygulamaları veri katmanlarının hazırlanmasını ve uzaysal analizini içermektedir (Şekil 3.5). CBS çatısı altında hazırlanan veri katmanları, topografik katmanları, iklim katmanlarını ve LANDSAT ETM+ uydu görüntülerinden sağlanan verilerin işlenmesiyle oluşturulan yedi adet band katmanını içermektedir. Topografik katmanlar sayısal yükselti modelinden üretilen yükselti, eğim ve bakı katmalarından ibarettir (Şekil 3.6). Kullanılan tüm topografik katmanlar ASTER uydusundan faydalanılarak hazırlanmış olan Türkiye Sayısal Yükselti Veri Tabanından üretilmiştir (Şekil 3.1). İklim katmanları Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu (FAO) tarafından geliştirilen ve tüm dünyaya ait iklim verilerinin bulunduğu LOCCLIM yazılımı kullanılarak ve Doğan (2007c) tarafından geliştirilen ve hassasiyeti artırılan metodoloji takip edilerek üretilmiştir. Üretilen iklim katmanları yağış, potansiyel evapotranspirasyon (PET), rüzgar hızı, güneşlenme, su buhar basıncı, maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıkları içeren toplam 8 iklim katmanını içermektedir (Şekil 3.3). LANDSAT ETM+ görüntülerinden elde edilen veriler ise CBS ortamında 7 adet band katmanına (kareler ağı veya grid haritalarına) dönüştürülmüştür (Şekil 3.7). Dönüştürülen bu katmanlar hangi toprak özelliklerinin hangi dalga boyunda yansıma yaptıklarını anlayabilmek için yapılmıştır. Bu sayede toprak özelliklerine belirlenmesinde kullanılacak olan bandlar ortaya konulacaktır. Uydu görüntülerinden elde edilen band katmanları ile örtüşebilmesi için çalışmada tüm harita veya veri

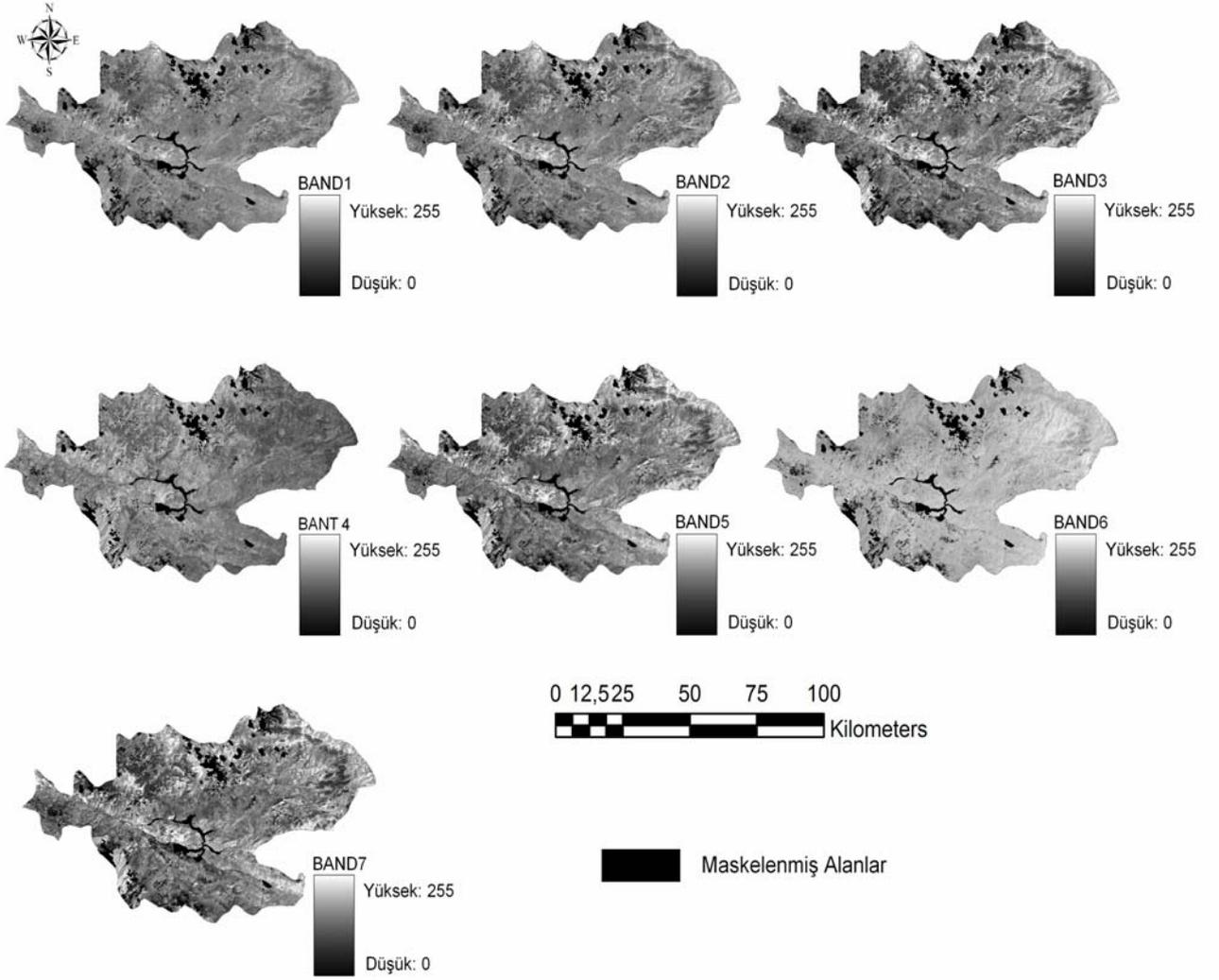
katmanları ARC/GIS (versiyon 9.0) CBS yazılımında (ESRI 2004, 2005), UTM projeksiyon sisteminde (WGS 1984, zon: 37 Kuzey) üretilmiştir.



Şekil 3.5. Çalışmada uygulanan metodolojinin akış diyagramı



Şekil 3.6. ASTER uydusundan faydalanılarak hazırlanmış olan Türkiye Sayısal Yükselti Veri Tabanından üretilen yükselti (a), bakı (b) ve eğim (c) kareler ağı (grid) haritaları



Şekil 3.7. LANDSAT ETM+ görüntüsünden üretilen 7 banda ait kareler ağı haritası.

3.2.2. Uzaktan Algılama Uygulamaları

Çalışmada iki adet LANDSAT ETM + arşiv görüntüsünden faydalanılmıştır. Uydu görüntülerine ait özellikler Çizelge 3.2'de ve Şekil 3.8a'da verilmiştir. Görüntüler orthogeocover özelliğinde ve rektifiyeli olarak elde edilmesine rağmen bunların geometrik doğrulukları 1/25.000'lik haritalardan tespit edilen 7 adet yer doğrulama noktası kullanılarak test edilmiş ve geometrik doğrulukları yeterli bulunmuştur (RMSE <0.001).

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan LANDSAT-ETM+ Uydu görüntülerinin özellikleri (Campbell, 1996; ERDAS, 2003; USGS, 2006)

BAND	DALGA BOYU (micron:µm)	AÇIKLAMA
Band 1	0,450 - 0,515	Görünür (Mavi)
Band 2	0,525 - 0,605	Görünür (Yeşil)
Band 3	0,630 - 0,690	Görünür (Kırmızı)
Band 4	0,750 - 0,900	Yakın Kızılötesi
Band 5	1,550 - 1,750	Orta Kızılötesi
Band 6	10,400- 12,500	Termik Kızılötesi
Band 7	2,09 - 2,35	Orta Kızılötesi

Çalışma alanını iki uydu görüntüsü kapladığı için bu görüntüler birleştirilerek mozaik haline getirilmiştir (Şekil 3.8a). Mozaik görüntüde atmosferde bulunan su buharından dolayı oluşan hataları gidermek için pus giderici radyometrik düzeltme yapılmıştır. Yapılan düzeltmeden sonra çalışma alanının sınır haritasından üretilen ilgi alanı katmanı kullanılarak çalışma alanı mozaik görüntüden kesilerek izole edilmiş ve kesilmiş (subset) görüntü elde edilmiştir (Şekil 3.8b). Çalışmada çıplak toprak yüzeyinden olan yansımaya değerleri dikkate alınacağından yoğun bitki örtüsü ile kaplı alanların, su yüzeylerinin ve bulutla kaplı alanlar maskelenerek görüntüden çıkarılmıştır. Yoğun bitki örtüsü olan alanlar Normalleştirilmiş Bitki Farklılık İndeksi (NDVI) değerleri kullanılarak belirlenmiştir ve bu eşitlik aşağıda verilmiştir. NDVI değerleri 0-256 arasındaki değerlere çekildiğinde 198-255 arasında yer alan değerler genelde yoğun bitki örtüsüyle kaplı alanları göstermektedir (UNESCO, 1973). Bu alanlar maskelenerek değerlendirilmeden çıkarılmıştır. Bulutlu alanlar ve su yüzeyleri ise uydu görüntüsü üzerinden sayısallaştırılarak poligon şekil dosyalarına dönüştürülmüş ve bu alanlar da uydu görüntüsünden maskelenerek çıkartılmıştır (Şekil 3.8c). Böylece kullanılacak uydu görüntüsü analizlere hazır hale getirilmiştir. Elde edilen bu görüntü CBS' de 7 ayrı band katmanına kareler ağı haritası olarak dönüştürülmüştür (Şekil 3.7).

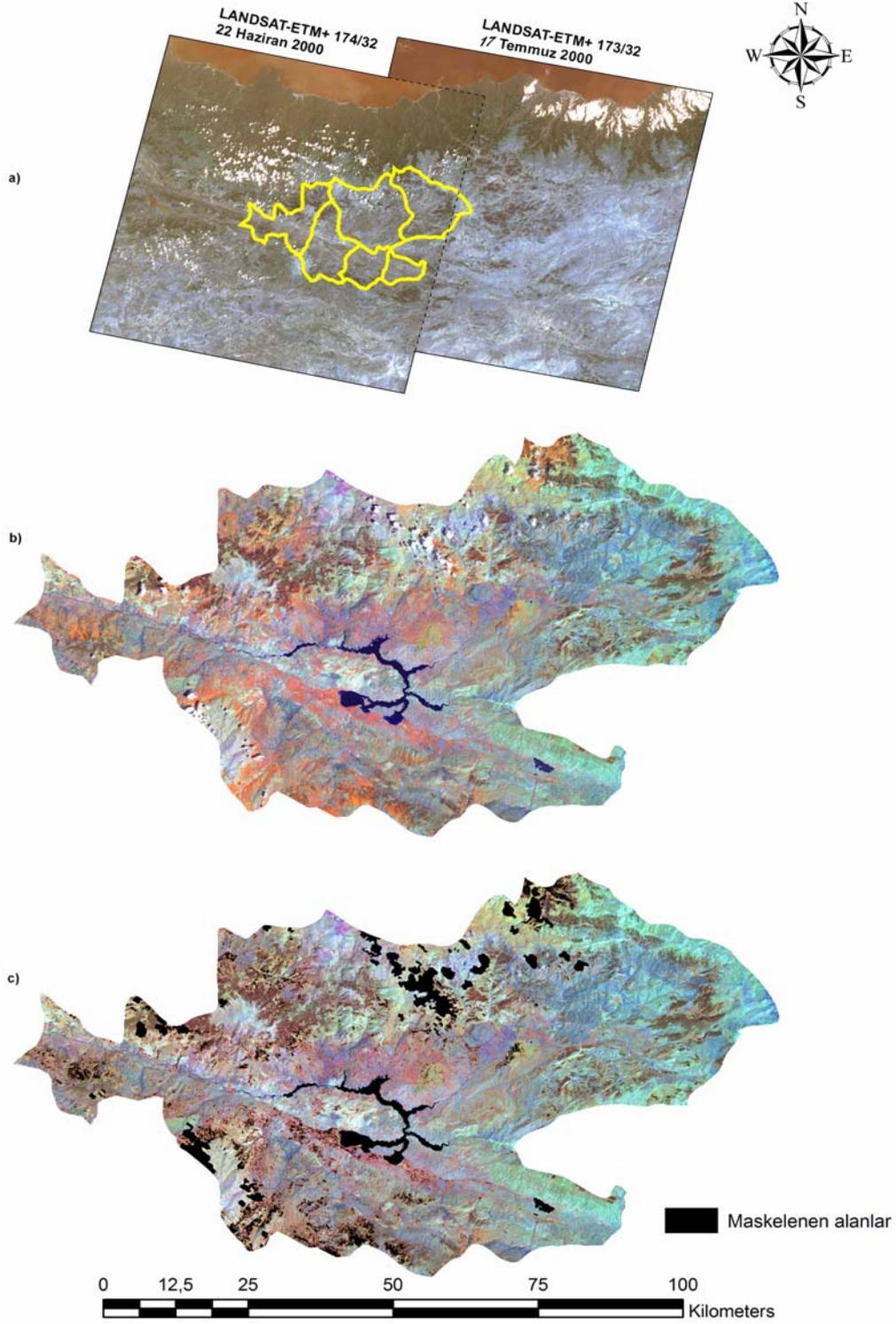
Uydu görüntülerinin analize hazır hale getirme işlemleri ERDAS Imagine (versiyon 8.7) yazılımında gerçekleştirilmiştir (ERDAS, 2003).

Normalleştirilmiş Bitki Farklılık İndeksi Eşitliği (NDVI) (Tucker, 1979; Sabins, 1987; Jensen, 1996)

İndeks

EŞİTLİK

Normalized Difference Vegetative (NDVI)= $(\text{band 4} - \text{band 3}) / (\text{band 4} + \text{band 3})$



Şekil

3.8. (a) Çalışmada kullanılan LANDSAT ETM+ uydu görüntüleri (Path/row: 174/32, 173/32 tarih: 22 Haziran, 17 Temmuz 2000), (b) subset görüntü, (c) uydu görüntüsündeki bulutlu alanların, su yüzeylerinin ve bitki ile yoğun örtülü olan alanların maskelenerek çıkarılması.

3.2.3. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları, Orta Kelkit Havzasında kapsadığı alan içinde toplam 4949.39 km² genişliğinde bir alanda yürütülmüştür. Araştırmada McGrew ve Monroe (1993) tarafından bildirilen katmanlandırılmış tesadüfi örnekleme metodu kullanılmıştır. Bu metotla toprak örneklerinin alınacağı noktalar ASTER Uydusundan üretilen 90 m çözünürlüklü sayısal yükselti modelinden (Şekil 3.6), 1/25000 ölçekli mevcut sayısal toprak haritasından (Şekil 3.4) ve LANDSAT-ETM+ uydu görüntüsünden üretilen kontrolsüz sınıflandırma haritasından (Şekil 3.9) faydalanılarak katmanlara ayrılmıştır. Elde edilen katmanların dikkate alınmasıyla örneklerin alınacağı ana alanlar belirlenmiştir. Arazi çalışmalarında örneklerin bu ana alanlar içinde tesadüfi olarak seçilmesine özen gösterilmiştir.

Arazi çalışmaları 24 Ekim-27 Ekim 2008 tarihleri arasında tamamlanmış, sonuçta toplam 164 farklı noktada coğrafik referanslı arazi örnekleme yapılmıştır (Şekil 3.10). Arazi örneklemeinde 0-20 cm derinlikten her bir noktadan 1,5-2 kg kadar toprak örnekleme yapılmış ve örnekler plastik torbalara konularak etiketlenmiştir. Toprak örnekleri alınırken Soil Survey Manual'de bildirilen esaslar dikkate alınmıştır (Soil Survey Staff, 1951).

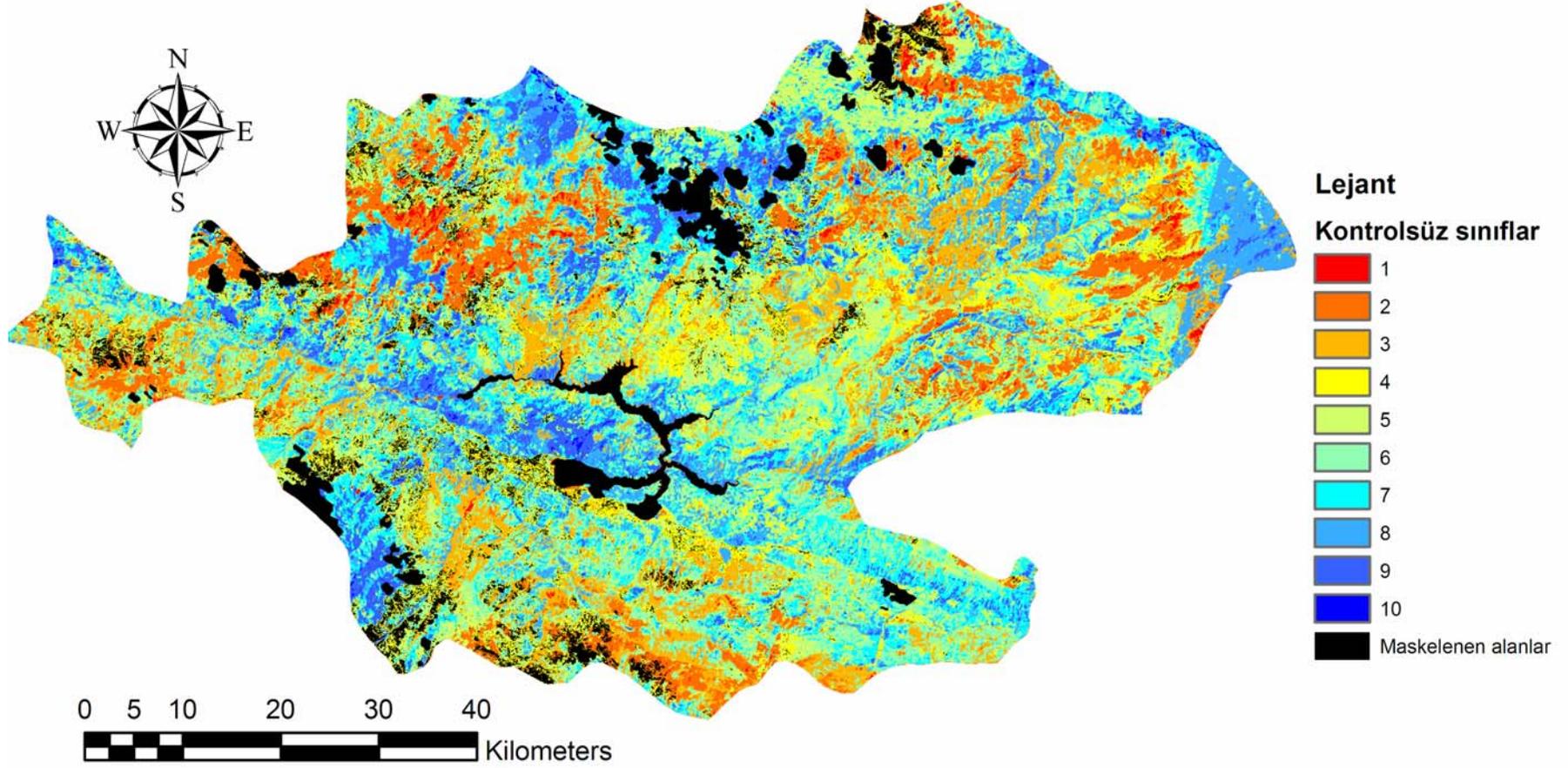
Örnekleme noktalarının coğrafik referansları Küresel Konumlama Sistemi (GPS) kullanılarak belirlenmiştir. Coğrafik referanslama işlemlerinde, 3 m hassasiyetli bir GPS (Magellan Explorist XL) cihazından faydalanılmıştır. Coğrafik referanslara esas teşkil eden arazi gözlemleri de arazi çalışmaları boyunca kaydedilmiştir. Kaydedilen arazi gözlemleri, arazi kullanımı, çeşitli toprak ve floristik özellikleri içermektedir. Elde edilen arazi verileri daha sonra Microsoft-Excel'e girilmiştir. Böylece koordinat değerleri ve bu koordinatlardaki ek bilgileri içeren bir XYZ veri tabanı Microsoft-Excel'de oluşturulmuştur. Alınan bu örneklerde günümüze kadar elektriksel iletkenlik (EC), pH, tekstür (kum-silt-kil), organik madde, değişebilir potasyum, önemli makro elementlerden fosfor (P) ve kireç (CaCO₃) tayinleri yapılmıştır. Tayin edilen her toprak

değişkeni XYZ veri tabanına kaydedilmiştir. Oluşturulan XYZ veri tabanına ait kısa bir kesit Çizelge 3.3. de verilmiştir.

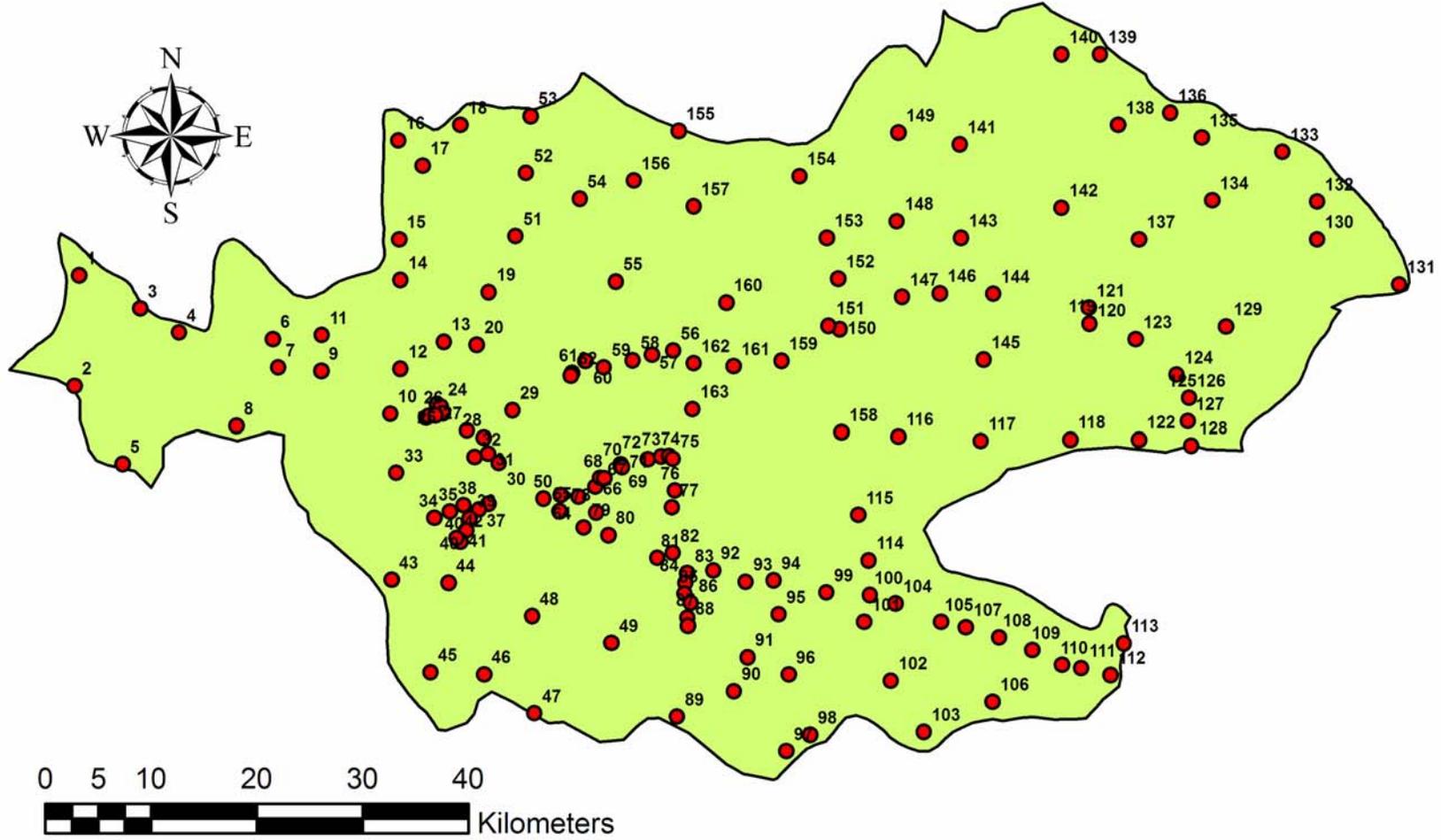
Çizelge 3.3. Oluşturulan XYZ veri tabanına ait bir kesit

X		Y		Z					
XGEO	YGEO	NOT	CACO3	PH	EC	O. MADDE	AZOT	.....	KUM
38,4370	40,3190	tarla anız	10,800	8,984	418	1,0237	0,039	.....	25,400
38,1679	40,2875	Boş tarla sürülmüş	14,130	9,123	276	1,1922	0,016	.....	28,800
38,1883	40,2824	tarla nadas	20,450	8,720	99	0,6726	0,030	.....	49,500
38,1814	40,1605	Alluvial- tarla nadas	12,910	9,300	83	0,8314	0,024	.....	32,200

Söz konusu XYZ veri tabanından noktasal bir şekil dosyası CBS de oluşturulmuş, bu nokta şekil dosyası elde edilen tüm CBS katmanları üstüne bindirilerek karşılık gelen topografik, iklimsel ve band değerlerinin tümü çekilerek (extract) veri tabanına geçirilmiştir. Tüm verileri içeren XYZ veri tabanının son hali kullanılarak korelasyon (Pearson, iki uçlu) ve regresyon (linear, entering) analizleri SPSS 12 yazılımında yapılmıştır (SPSS, 2001). Geliştirilen modeller ARC/GIS yazılımında harita hesaplama fonksiyonları kullanılarak çalıştırılmış böylece güçlü ilişki gösteren toprak değişkenlerine ait model haritaları üretilmiştir.



Şekil 3.9. LANDSAT-ETM+ kontrolsüz sınıflandırma haritası (10 sınıf)



Şekil 3.10. Arazi örnekleme yapılan noktalar

3.2.4. Laboratuvar Çalışmaları

Toprak örnekleri, asit ve baz buharının bulunmadığı bir ortamda oda sıcaklığında kurutulmuştur. Örnekler hava kurusu haline geldikten sonra, 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra analize hazır hale getirilmiştir.

3.2.4.1. Tekstür

Toprak örneklerinin kum, kil ve silt yüzdeleri Bouyoucos hidrometre yöntemiyle belirlenmiştir (Bouyoucos, 1951).

3.2.4.2. Toprak Reaksiyonu (pH)

Toprak örneği 1:2,5 oranında saf su ile sulandırılarak süspansiyon 15 dakikalık aralarla 3 kez karıştırıldıktan ve 15 dakika beklendikten sonra cam elektrodlu Neel pH metresi ile belirlenmiştir (Jackson, 1959).

3.2.4.3. Organik Madde İçeriği

Modifiye Walkley–Black yaş yakma yöntemiyle yüzde (%) olarak belirlenmiştir (Nelson ve Sommers, 1982).

3.2.4.4. Kireç İçeriği (CaCO₃)

Toprak örneklerinin kireç içerikleri Scheibler kalsimetresi ile volümetrik metotla yüzde (%) olarak belirlenmiştir (Çağlar, 1949).

3.2.4.5. Değişebilir Potasyum

Topraklar 1 N amonyum asetat ile 3 kez çalkalanıp santrifuj edilen örneklerden alınan ekstrakta K fleymfotometrik (ppm) olarak belirlenmiştir (Knudsen ve ark., 1982).

3.2.4.6. Toplam Azot (N)

(NH₄)₂SO₄'e çevrilip sonra amonyum borik asit içinde destile edilmiş ve brom gresol green methlylred indikatör karışımı kullanılarak standart H₂SO₄ ile titre edilerek % olarak ölçülmüştür (Chapman ve Pratt, 1961).

3.2.4.7. Elverişli Fosfor (Olsen-P)

NaHO₃ ile ekstrakte edilen çözeltideki P spektrofotometrede mg/kg olarak belirlenmiştir (Olsen ve Dean, 1965).

3.2.4.8. Elektriksel İletkenlik (EC)

1:2,5 oranında sulandırılan örneklerin Conductivitymeter ölçümleri ile mikromhos/cm olarak tespit edilmiştir (Richards, 1954).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. İstatistiksel Değerlendirmeler

4.1.1. Toprak Özelliklerinde Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

Çalışma alanını temsil eden 164 ayrı noktadan 0-20 cm derinliklerden alınan toprak örneklerinde fiziksel ve kimyasal analizler yapıldıktan sonra elde edilen analiz sonuçlarında tanımsal veri analizi yapılmıştır. Tanımsal istatistikte her bir değişken için en düşük, en yüksek, aritmetik ortalama, standart sapma, varyans, varyasyon katsayısı çarpıklık, basıklık değerleri SPSS-12 (SPSS, 2001) yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.1). Tanımlayıcı istatistik analizi yapılırken veri setinde hiç bir veri ekstrem kabul edilerek veri setinden çıkarılmamıştır.

Çizelge 4.1. Toprak örnekleri tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları (N=164)

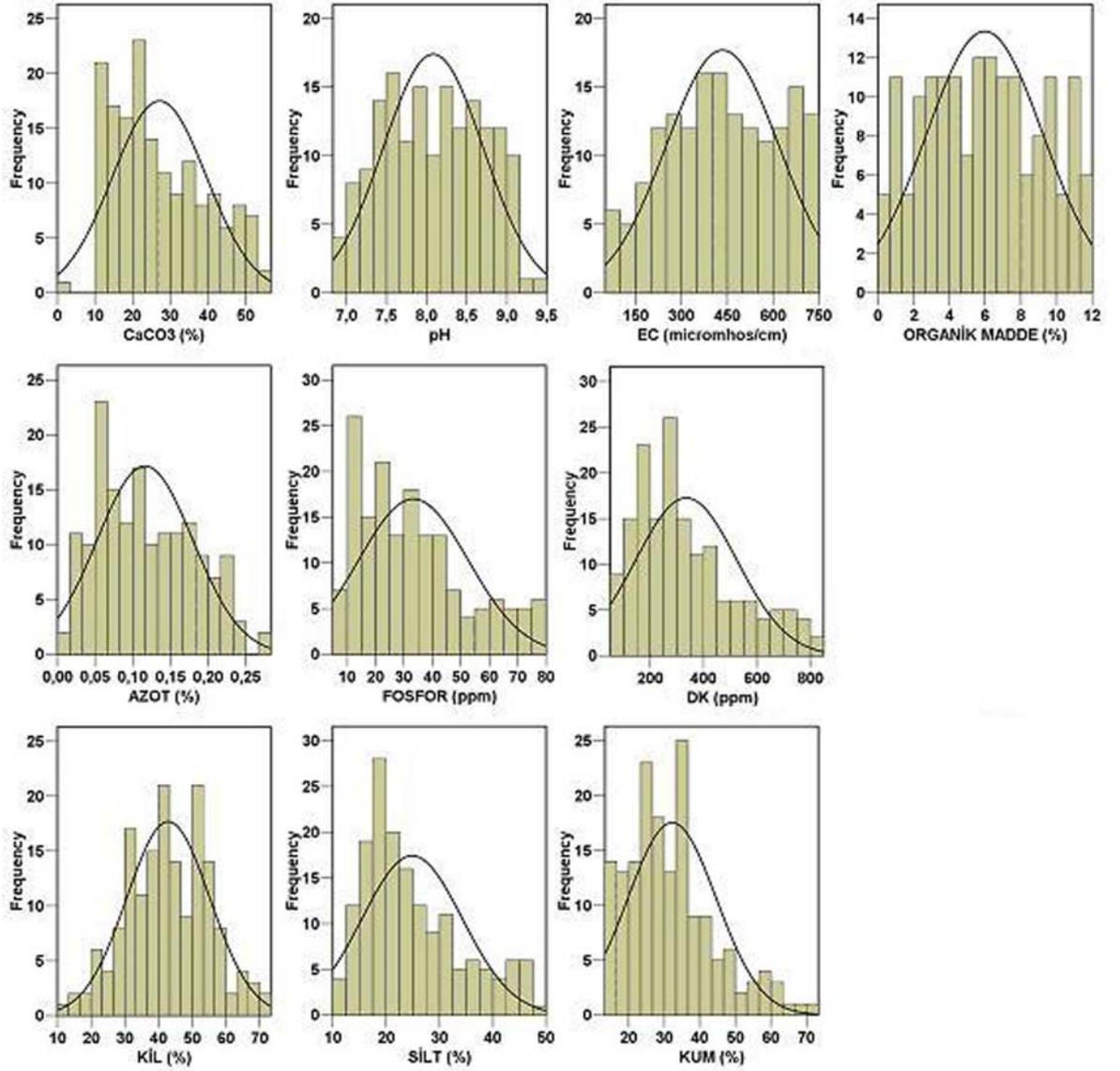
Değişken			Std.				Çarpıklık	Basıklık
	Min.	Mak.	Ortalama	Sapma	VK	Varyans		
CaCO ₃	0,42	54,55	27,13	12,47	45,96	155,49	0,48	-0,78
pH	6,90	9,37	8,08	0,63	7,79	0,39	0,01	-1,04
EC	83,00	744,00	434,43	184,84	42,35	34164,90	-0,09	-1,03
O. Madde	0,62	11,91	5,98	3,27	54,68	10,67	0,09	-1,08
Azot	0,02	0,28	0,12	0,06	50	0,00	0,38	-0,83
Fosfor	8,79	79,80	33,34	19,28	57,82	371,56	0,76	-0,34
K	65,00	813,32	335,14	189,63	56,58	35960,12	0,80	-0,18
Kil	10,58	72,66	42,92	12,34	28,75	152,38	-0,04	-0,25
Silt	10,90	48,00	24,88	9,39	37,74	88,20	0,83	-0,24
Kum	13,40	71,10	32,20	12,44	38,63	154,75	0,90	0,50

Çarpıklık değeri dağılımın simetrisini ifade etmektedir. Pozitif çarpıklık dağılımın sağa, negatif çarpıklık değeri ise dağılımın sola yatık olduğuna işaret etmektedir. Simetrik dağılımda ise çarpıklık değeri sifıra eşittir (Turanlı ve Güriş, 2000). Araştırılan toprak özelliklerinden CaCO_3 , pH, organik madde, toplam azot, fosfor, değişebilir potasyum ve silt pozitif çarpıklık göstermiştir. En yüksek pozitif çarpıklık kum (0,90), en düşük pozitif çarpıklık pH (0,01) değişkenlerinde gözlemlenmiştir (Çizelge 4.1). Elektriksel iletkenlik (EC) ve kil değişkenleri ise negatif çarpıklık göstermişlerdir.

Basıklık (Kurtosis) değeri dağılımın normal dağılıma göre basıklığını gösterir. Negatif basıklık normal dağılıma göre daha basık, pozitif basıklık değerleri ise normal dağılıma göre daha sivri veya dik bir dağılımı ifade etmektedir. Normal dağılımda ise basıklık değeri sifıra eşittir (Turanlı ve Güriş, 2000). Araştırmamızda kullanılan toprak değişkenlerinden kum (0,50) hariç tüm değişkenler negatif basıklık özelliği göstermişlerdir. En fazla negatif basıklığa organik madde (-1,08) en düşük basıklığa ise katyon değişim kapasitesi (-0,18) değişkenlerinde rastlanmıştır (Çizelge 4.1).

4.1.2. Histogramlar

Araştırılan toprak değişkenlerine ait histogramlar Şekil 4.1'de verilmiştir. Söz konusu histogramlar pH, EC, organik madde ve kilin normal dağılım özelliğine en yakın olan değişkenler olabileceğini göstermiştir.



Şekil 4.1. Araştırmada kullanılan toprak değişkenlerine ait histogramlar.

4.1.3. Normallik Testi

Bu çalışmanın ana amacı ele alınan toprak değişkenleri ile LANDSAT ETM+ bandları arasındaki ilişkilerin araştırılması ve modellenmesidir. İlişkilerin araştırılmasında korelasyon analizinden, modelleme aşamasında ise regresyon analizinden faydalanılacaktır. Korelasyon analizinde devamlılık arz eden rakamsal verilerin kullanılması yeterli olmakta, değişkenlere ait dağılımların normal dağılıma sahip olma şartı aranmamaktadır (Özdamar, 2004). Ancak regresyon analizlerinde bağımsız Y değişkenlerinin (bu çalışmada uydu görüntülerinin band değerleri) normal dağılıma

sahip olma şartı bulunmamasına karşın ele alınan bağımlı değişkenlerin (bu çalışmada toprak değişkenleri) normal dağılıma sahip olması gerekmektedir (Özdamar, 2004). Bu nedenle ele alınan toprak değişkenlerin normallik testlerinin yapılması gereklidir. Çalışmamızda incelemeye alınan değişkenlere ait normallik testi sonuçları Çizelge 4.2`de verilmiştir. Kolmogorov-Smirnov önemlilik değerlerinin 0,05 veya daha büyük değerleri normal dağılıma, bundan küçük değerleri ise normal olmayan dağılıma işaret etmektedir. Normallik testi sonuçlarına göre Çizelge 4.2`deki Kolmogorov-Smirnov önem değerleri pH, EC, organik madde, ve kil değişkenlerinin normal bir dağılıma sahip olduğunu göstermiştir. Elde edilen sonuçlar, verilerin istatistiksel analizlerine başlamadan önce dağılımları normal dağılımı bulunmayan CaCO₃, azot, fosfor, değişebilir potasyum, silt ve kum değişkenlerinde dönüştürme (transformasyon) işlemlerine gerek olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Verilerin normallik testi sonuçları

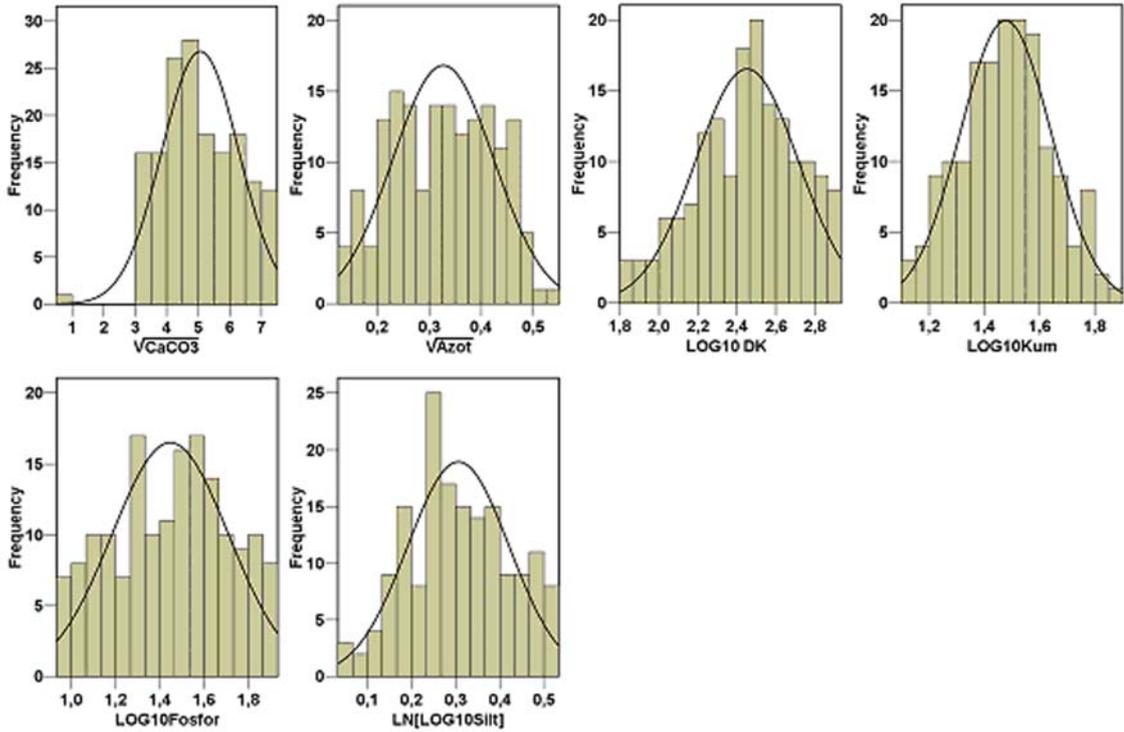
Kolmogorov-Smirnov			
	Statistic	df	Sig.
CaCO₃	0,110	164	0,000
pH	0,067	164	0,068
EC	0,064	164	0,093
O. Madde	0,067	164	0,071
Azot	0,095	164	0,001
Fosfor	0,102	164	0,000
Değ. K	0,116	164	0,000
Kil	0,054	164	0,200
Silt	0,130	164	0,000
Kum	0,103	164	0,000

4.1.4. Dönüştürme (Transformasyon) İşlemleri

Araştırılan toprak değişkenlerinden normal dağılım göstermeyenlere bir dizi dönüştürme uygulanmıştır. Dönüşümleri tamamlanmış veri setlerinin normallik testleri de yapılarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir. CaCO_3 ve azot değişkenleri için karekök ($\sqrt{\quad}$); değişebilir potasyum, kum ve fosfor için 10 tabanına göre logaritma (Log10) ve son olarak silt için LN[Log10] dönüşümleri en iyi sonucu vermiştir. Bu dönüşümlerden sonra uygulanan normallik testi sonuçları Çizelge 4.3`de özetlendiği gibi bulunmuştur. Dönüşüm uygulanan değişkenlere ait histogramlar ise Şekil 4.2`de verilmiştir. Yapılan dönüştürmelerin ele alınan değişkenleri nasıl normalleştirdiği Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 birlikte incelendiğinde daha iyi anlaşılmıştır. Bu aşamadan sonra Çizelge 4.2`deki normal dağılım gösteren pH, EC, organik madde ve kil değişkenlerinin orijinaleri ve Çizelge 4.3`de belirtilen ve normal dağılıma dönüştürülen $\sqrt{\text{CACO}_3}$, $\sqrt{\text{Azot}}$, LOG10Değ.K, LOG10kum, LOG10fosfor ve LN[LOG10(silt)] değişkenleri ile bundan sonraki istatistiksel analizlere devam edilmiştir.

Çizelge 4.3. Dönüştürme uygulanan toprak değişkenlerinin normallik testi sonuçları

	Kolmogorov-Smirnov		
	Statistic	df	Sig.
$\sqrt{\text{CACO}_3}$	0,064	164	0,200
$\sqrt{\text{Azot}}$	0,062	164	0,200
LOG10Değ. K	0,056	164	0,200
LOG10kum	0,038	164	0,200
LOG10fosfor	0,066	164	0,082
LN[LOG10(silt)]	0,061	164	0,200



Şekil 4.2. Dönüştürme uygulanarak normal dağılım özelliğine getirilen toprak değişkenlerine ait histogramlar.

4.1.5. Korelasyon Analizi

Çalışmada ele alınan tüm değişkenlerin aralarındaki ilişkiler iki değişken korelasyon analizi (Pearson) yöntemiyle belirlenmiştir. Korelasyon analizi iki aşamada yapılmıştır. İlk aşamada toprak değişkenlerinin LANDSAT ETM+ bandlarıyla korelasyonu incelenmiştir (Çizelge 4.4). İkinci aşamada toprak değişkenlerinin iklim ve topografik değişkenlerle korelasyonu incelenmiştir (Çizelge 4.5). Çalışmada en güçlü korelasyonlar üzerinde durulmuş ve sadece +/- 0,70 ve üzerindeki korelasyonlar değerlendirmeye alınmıştır.

Toprak değişkenlerinin kendi aralarındaki ve LANDSAT ETM+ bandları ile korelasyonları Çizelge 4.4'de verildiği gibi bulunmuştur. Buna göre pH değişkeni ile organik madde (-0,76), $\sqrt{\text{CaCO}_3}$ (0,75), $\sqrt{\text{Azot}}$ (-0,69), BAND5 (0,81) ve BAND7 (0,75) arasındaki korelasyonlar; Elektriksel iletkenlik değişkeni ile BAND3 (0,71)

arasındaki korelasyon; organik madde ile $\sqrt{\text{CaCO}_3}$ (-0,77), $\sqrt{\text{Azot}}$ (0,76), BAND5 (-0,89) ve BAND7 (-0,84) arasındaki korelasyonlar; kil değişkeni ile $\text{LN}[\text{Log}_{10}(\text{kum})]$ (-0,71) arasındaki korelasyon; $\sqrt{\text{CaCO}_3}$ değişkeni ile $\sqrt{\text{Azot}}$ (-0,68), BAND5 (0,85) ve BAND7 (0,82) arasındaki korelasyonlar; $\sqrt{\text{Azot}}$ değişkeni ile BAND5 (-0,78) ve BAND7 (-0,73) arasındaki korelasyonlar % 1 seviyesinde (iki uçlu) önemli bulunmuştur. Bandlar arasındaki ilişkilere bakıldığında ise BAND1 ile BAND2 (0,97) ve BAND3 (0,93); BAND2 ile BAND3 (0,97); BAND3 ile BAND7 (0,71) ve BAND5 ile BAND7 (0,94) arasındaki korelasyonlar % 1 seviyesinde (iki uçlu) önemli bulunmuştur. Bu ilişkilerin daha iyi görülmesi amacıyla söz konusu değişken çiftlerine ilişkin dağılım çizimleri (scatterplot) üretilmiştir (Şekil 4.3).

Toprak değişkenlerinin iklim ve topografik değişkenlerle korelasyonu Çizelge 4.4'de verilmiştir. Toplam 27 ilişki % 1 seviyesinde (iki uçlu), 29 ilişki % 5 seviyesinde (iki uçlu) önemli bulunmuştur. % 1 seviyesinde önemli bulunan ilişkilerden 7'si negatif 20'si ise pozitif ilişki özelliğindedir. % 5 seviyesinde önemli bulunan ilişkilerden 12'si negatif geriye kalan 17'si ise pozitif ilişki özelliğindedir. Örneğin yükselti arttıkça pH, EC, fosfor ve silt artmakta buna karşın organik madde, azot ve kum azalmaktadır. Bundan başka artan eğim değerleriyle birlikte pH, EC, CaCO_3 , fosfor ve silt miktarları artmaktadır, buna karşın organik madde azalmaktadır. Bakı ile herhangi bir toprak değişkeni arasında bir ilişkiye rastlanmamıştır. Rüzgar ise toprak özelliklerinden EC, CaCO_3 , fosfor ve silt miktarları negatif yönde etkilemiştir ve en fazla etkisi fosfor değişkeninde kendini göstermiştir. Su buhar basıncı EC, CaCO_3 , azot, fosfor ve silt üzerinde pozitif yönde etkili olmuştur. Minimum sıcaklık en fazla fosfor ve silt oranlarını pozitif yönde etkilemiş, bununla beraber toprak özelliklerinden EC ve CaCO_3 de az miktarda pozitif etki etmiştir. Maksimum sıcaklık organik maddeyi negatif yönde, EC, CaCO_3 , fosfor ve silt değişkenlerini ise pozitif yönde etkilemiştir. Ortalama sıcaklık EC, CaCO_3 , fosfor ve silt değişkenlerine pozitif yönde etki etmiştir. Güneşlenme, CaCO_3 ve silt değişkenine negatif bir etki yapmıştır. Yağış ise EC, CaCO_3 , fosfor ve silt değişkenlerine pozitif yönde etki etmiştir. Potansiyel

evapotranspirasyon CaCO_3 ve silt değişkenini negatif yönde etkilemiştir. Arazi kullanım kabiliyet sınıfları (AKK) ise EC, CaCO_3 , fosfor ve silt değişkenlerini pozitif olarak etkilemiştir. Son olarak erozyon sınıfları pH, CaCO_3 ve silt değişkenlerini pozitif olarak etkilemiştir, erozyon derecesi arttıkça pH, CaCO_3 ve silt de artmaktadır (Çizelge 4.4). Tüm bu parametreler bu yöredeki iklim koşullarına bağlı olarak beklenen değerler olarak ortaya çıkmıştır. Ancak bunlar çok güçlü korelasyonlar olarak bulunmadığından sadece genel değerlendirmeleri yapılmış modellemede kullanılmamışlardır.

Çizelge 4.4. Toprak ve LANDSAT ETM+ band değişkenlerinin korelasyon (Pearson) analizi (stepwise) sonuçları

	PH	EC	Org.Mad.	Kil	CaCO ₃	N	K	Kum	P	Silt	BAND1	BAND2	BAND3	BAND4	BAND5	BAND6	BAND7
PH	1,00																
EC	0,43**	1,00															
OGM	-0,76**	-0,50**	1,00														
KIL	-0,24**	-0,29**	0,21**	1,00													
√CaCO ₃	0,75**	0,47**	-0,77**	-0,26**	1,00												
√N	-0,69**	-0,45**	0,76**	0,20**	-0,68**	1,00											
LOG10Değ.K	0,21**	0,21**	-0,21**	0,04	0,16*	-0,21**	1,00										
LOG10KUM	0,00	0,01	0,02	-0,71**	0,04	-0,01	-0,16*	1,00									
LOG10P	0,16*	0,32**	-0,27**	-0,20**	0,24**	-0,25**	0,21**	-0,10	1,00								
LN(LOG10(SILT))	0,33**	0,40**	-0,34**	-0,34**	0,30**	-0,25**	0,19*	-0,36**	0,40**	1,00							
BAND1	0,35**	0,60**	-0,39**	-0,40**	0,29**	-0,30**	0,24**	-0,01	0,38**	0,50**	1,00						
BAND2	0,44**	0,64**	-0,50**	-0,40**	0,40**	-0,41**	0,27**	0,00	0,39**	0,49**	0,97**	1,00					
BAND3	0,49**	0,71**	-0,57**	-0,38**	0,48**	-0,46**	0,27**	0,01	0,41**	0,46**	0,93**	0,97**	1,00				
BAND4	0,05	-0,02	-0,04	-0,10	0,02	-0,03	0,35**	0,15	-0,09	0,01	0,11	0,19*	0,08	1,00			
BAND5	0,81**	0,50**	-0,89**	-0,22**	0,85**	-0,78**	0,25**	0,00	0,23**	0,31**	0,38**	0,51**	0,59**	0,10	1,00		
BAND6	0,26**	0,18*	-0,28**	-0,16*	0,29**	-0,26**	-0,04	0,14	0,20*	0,02	0,05	0,10	0,18*	-0,35**	0,30**	1,00	
BAND7	0,75**	0,59**	-0,84**	-0,27**	0,82**	-0,73**	0,20*	-0,03	0,29**	0,39**	0,50**	0,61**	0,71**	-0,05	0,94**	0,33**	1,00

** Korrelasyon 0.01 seviyesinde önemli (2-uçlu). * Korrelasyon 0.05 seviyesinde önemli (2-uçlu).

Çizelge 4.5. Toprak, topografya ve iklim değişkenlerinin korelasyon (Pearson) analizi sonuçları

	pH	EC	Org. Mad.	Kil	CaCO3	Azot	K	Kum	Fosfor	Silt
YUKSELTİ	0,16*	0,16*	-0,21**	0,14	0,18*	-0,17*	0,03	-0,37**	0,26**	0,24**
EĞİM	0,21**	0,18*	-0,23**	-0,11	0,24**	-0,09	-0,01	-0,14	0,23**	0,28**
BAKI	-0,04	0,06	0,07	0,07	-0,09	0,03	-0,04	-0,13	0,13	0,05
RÜZGAR	-0,10	-0,19*	0,16*	0,10	-0,18*	0,05	-0,02	0,07	-0,23**	-0,19*
SBB	0,09	0,18*	-0,16*	-0,13	0,18*	-0,07	0,04	-0,06	0,21**	0,22**
MINSIC	0,09	0,19*	-0,17*	-0,12	0,18*	-0,09	0,02	-0,06	0,25**	0,21**
MAKSIC	0,09	0,19*	-0,18*	-0,11	0,18*	-0,12	-0,01	-0,04	0,28**	0,19*
ORTSIC	0,09	0,20*	-0,17*	-0,12	0,18*	-0,10	0,01	-0,05	0,26**	0,20**
GÜNEŞ	-0,09	-0,15	0,14	0,12	-0,16*	0,02	-0,04	0,06	-0,15	-0,22**
YAĞIŞ	0,10	0,19*	-0,18*	-0,12	0,19*	-0,09	0,02	-0,06	0,24**	0,22**
PET	-0,08	-0,13	0,13	0,12	-0,15*	0,01	-0,06	0,06	-0,10	-0,21**
AKK	0,14	0,22**	-0,21**	-0,07	0,24**	-0,15	-0,08	-0,15	0,21**	0,22**
EROZYON	0,17*	0,10	-0,15	-0,09	0,17*	-0,10	0,03	-0,09	0,07	0,21**

** Korrelasyon 0.01 seviyesinde önemli (2-uçlu). * Korrelasyon 0.05 seviyesinde önemli (2-uçlu).

(SBB: su buhar basıncı; MINSIC: minimum sıcaklık, MAKSIC: maksimum sıcaklık, ORTSIC: ortalama sıcaklık, GÜNEŞ: güneşlenme yüzdesi, PET: potansiyel evapotranspirasyon, AKK: arazi kullanım kabiliyet sınıfları, EROZYON: erozyon dereceleri)

4.1.6. Regresyon Analizi

Bu çalışmada toprak değişkenleri ile LANDSAT ETM+ bandları arasında bazı yüksek korelasyon değerlerine ($>0,70$) rastlandığı için bu ilişkiler modellemeye değer görülmüştür (Çizelge 4.5). Toprak değişkenleri ile topografik, iklimsel, arazi kullanım kabiliyet ve erozyon değişkenleri arasında tespit edilen korelasyonlar ($\leq 0,28$) düşük bulunduğu için modellemeye değer bulunmamıştır (Çizelge 4.6).

Toprak değişkenleri bağımlı (Y), band değişkenleri ise bağımsız (X) değişken olarak tanımlanmış ve doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. Daha önce normallik testi kısmında belirtildiği gibi toprak değişkenlerinin normal dağılım özelliğinde olanlar tespit edilmiş, olmayanlar ise dönüştürme ile normal dağılım özelliğine getirilmiştir. Bu nedenle regresyon analizi uygulanacak bağımlı (toprak) değişkenleri regresyon analizinin şartlarını yerine getirmektedir. Bağımsız (band) değişkenleri içinse böyle bir şart gerekmediğinden bu değerler olduğu gibi regresyon analizine dahil edilmiştir. Regresyon analizinde korelasyonu yüksek bulunan **pH ve BAND5**, **EC ve BAND3**, **organik madde ve BAND5**, $\sqrt{\text{CaCO}_3}$ ve **BAND5**, $\sqrt{\text{N}}$ ve **BAND5** XY değişken çiftleri kullanılmış ve bu değişkenler için elde edilen regresyon sonuçları Çizelge 4.6`de elde edilen modeller ise Çizelge 4.7`de özetlenmiştir. Regresyon analizlerinde modelin güçlü olması için regresyon kareler toplamının (sum of squares) artık kareler toplamından büyük olması gerekmektedir. Bu açıdan bakıldığında EC ve BAND3 regresyon eşitliği dışında, diğer modellerin güçlü olduğu sonucuna varılmıştır (Çizelge 4.6 ve 4.7)

Çizelge 4.6. Varyans Analizi (ANOVA) sonuçları ve Regresyon analizi (enter metodu) sonucunda elde edilen model özeti

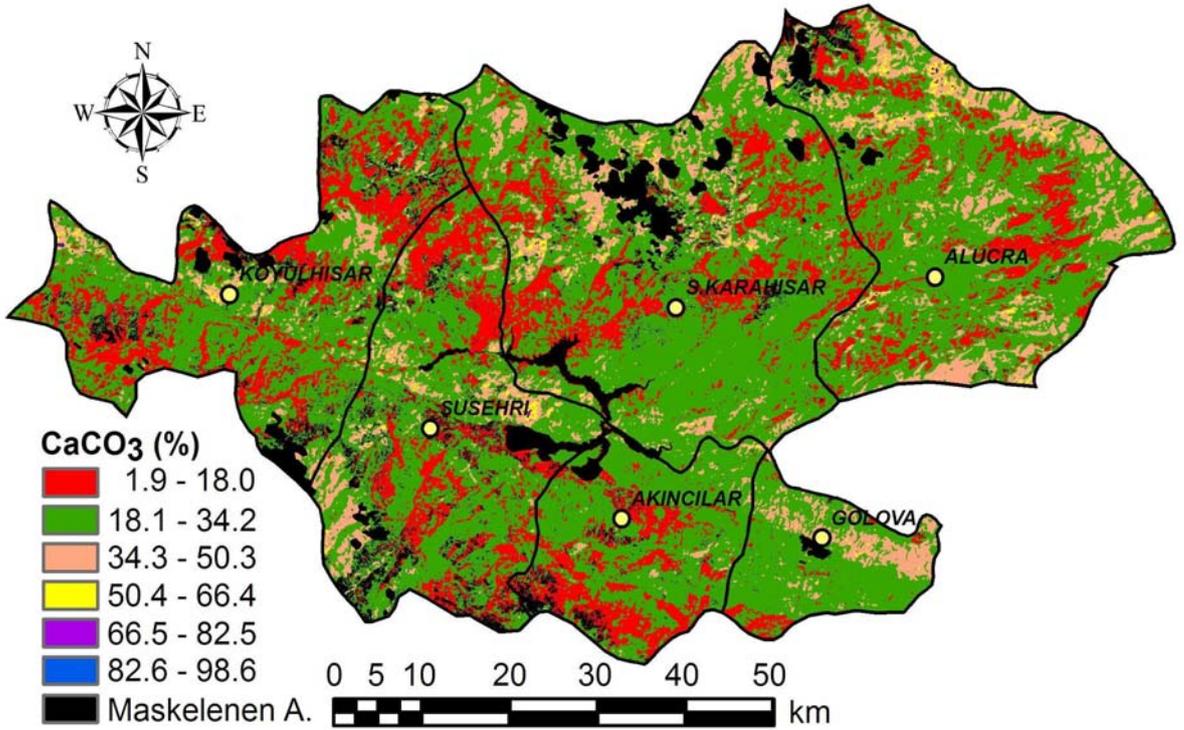
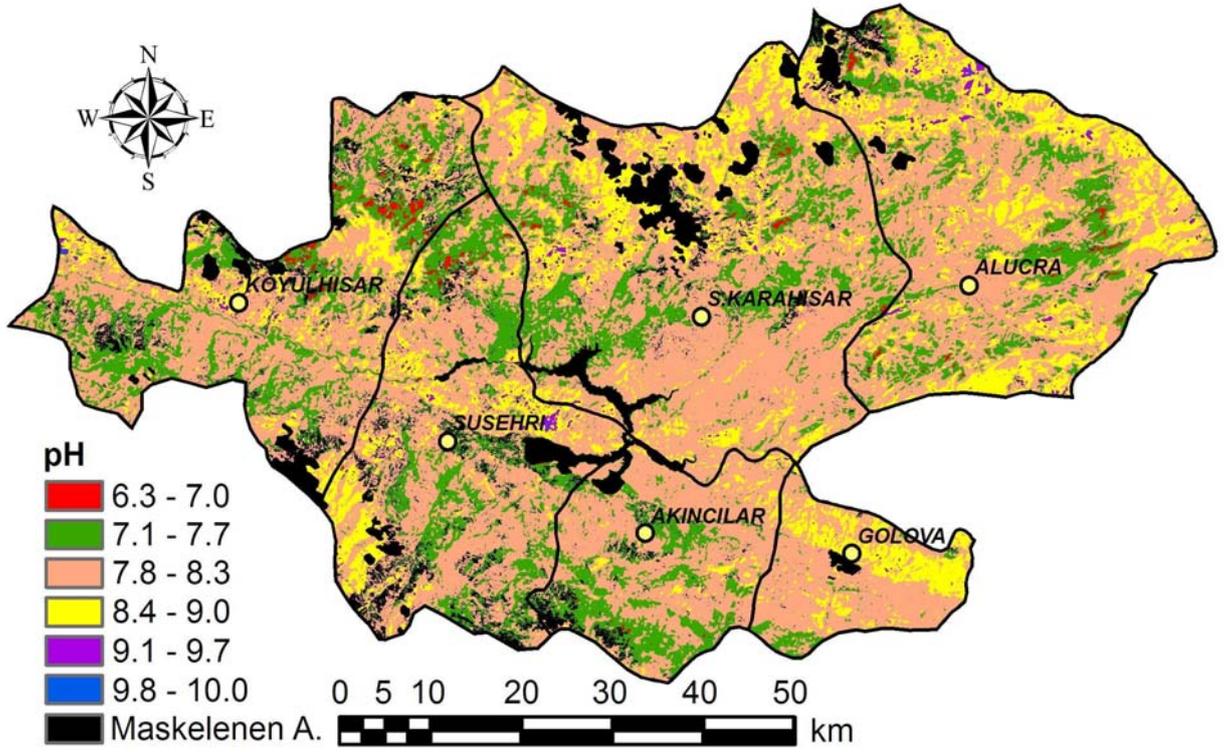
		Kareler toplamı	df	Kareler ortalaması	F	Önem
pH&BAND5	Regression	42,165	1	42,165	312,932	0,000
	Residual	21,828	162	0,135		
	Total	63,994	163			
EC&BAND3	Regression	2772402,447	1	2772402,447	160,605	0,000
	Residual	2796476,897	162	17262,203		
	Total	5568879,344	163			
ORGM&BAND5	Regression	1373,960	1	1373,960	608,951	0,000
	Residual	365,516	162	2,256		
	Total	1739,476	163			
√CaCo3&BAND5	Regression	174,084	1	174,084	408,185	0,000
	Residual	69,090	162	0,426		
	Total	243,174	163			
√AZOT&BAND5	Regression	0,946	1	0,946	258,514	0,000
	Residual	0,593	162	0,004		
	Total	1,539	163			
Model	R	R²	Düzeltilmiş R²	Tahminin standart hatası		
pH&BAND5	0,812(a)	0,659	0,657	0,3670736		
EC&BAND3	0,706(a)	0,498	0,495	131,3857034		
ORGM&BAND5	0,889(a)	0,790	0,789	1,5020896		
√CaCo3&BAND5	0,846(a)	0,716	0,714	0,6530563		
√AZOT&BAND5	0,784(a)	0,615	0,612	0,0605032		

Çizelge 4.7. Regresyon analizinden elde edilen katsayılar ve model sonuçları

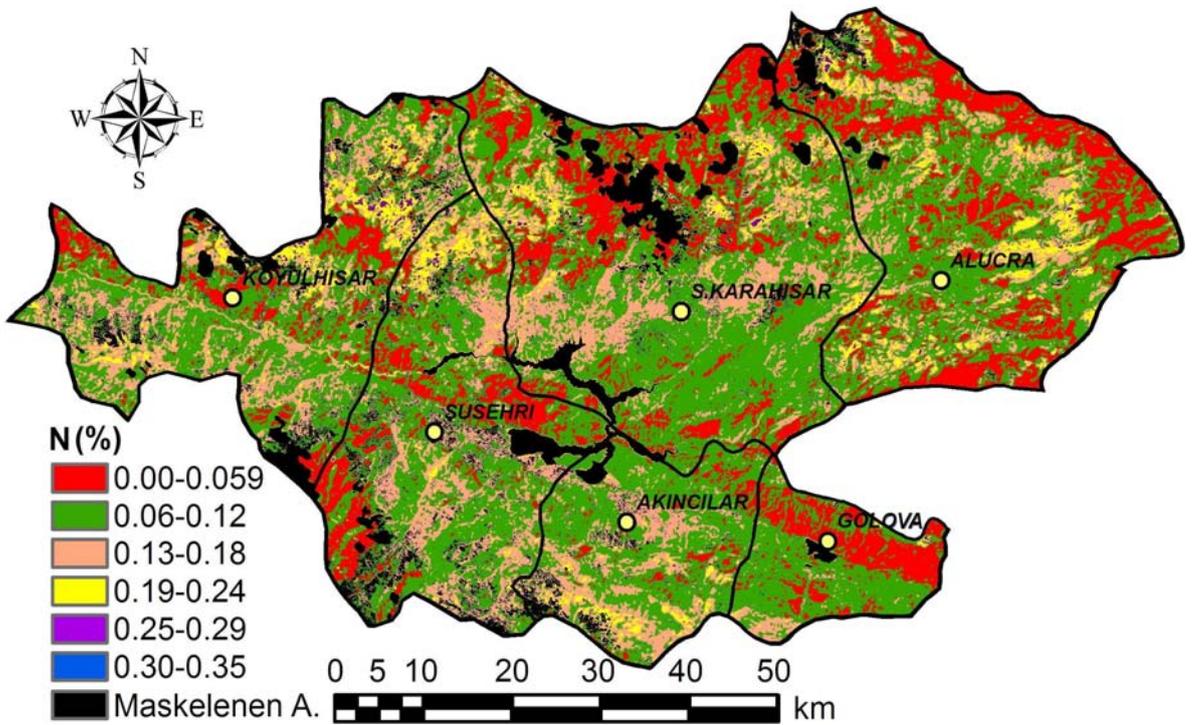
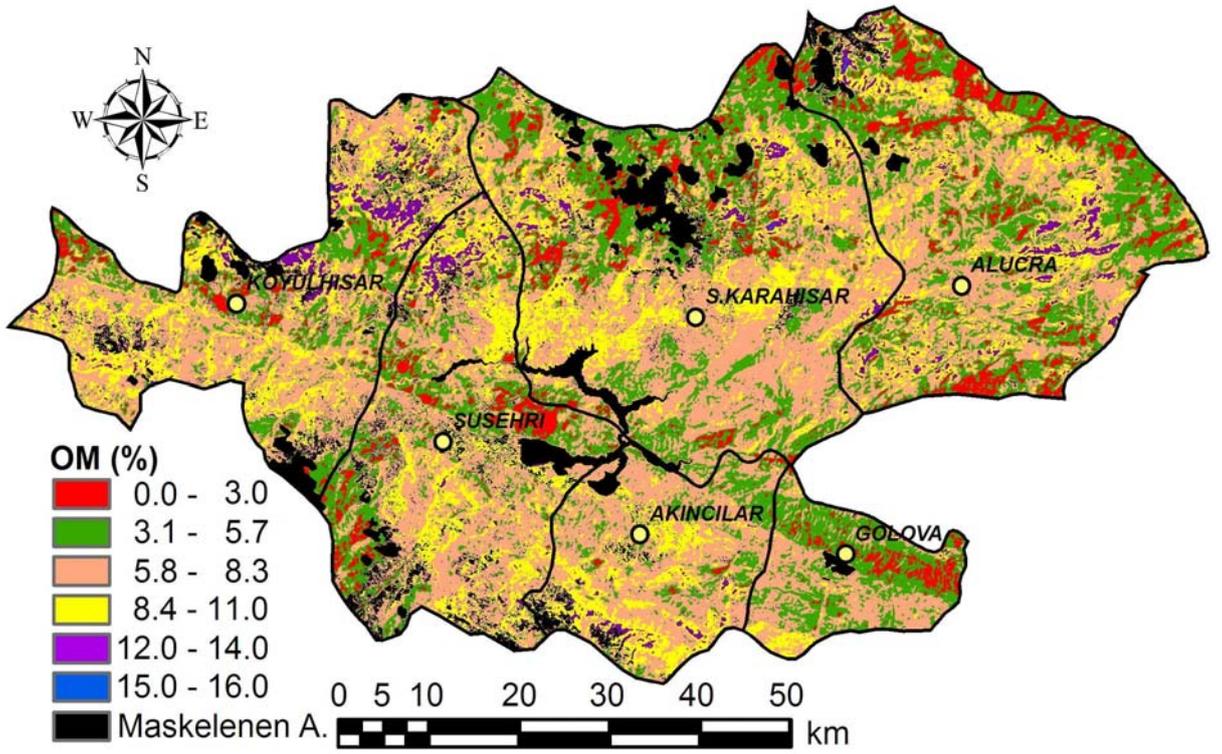
Model		Standartlaştıramamış Katsayı		Standartlaştırmış katsayı	t	Önem
		B	Std. Hata	Beta		
pH&BAND5	Sabit	6,087	0,116		52,278	0,000
	BAND5	0,017	0,001	0,812	17,690	0,000
EC&BAND3	Sabit	-15,733	36,973		-0,426	0,671
	BAND3	4,709	0,372	0,706	12,673	0,000
ORGM&BAND5	Sabit	17,376	0,476		36,467	0,000
	BAND5	-0,098	0,004	-0,889	-24,677	0,000
√CaCO3&BAND5	Sabit	1,007	0,207		4,863	0,000
	BAND5	0,035	0,002	0,846	20,204	0,000
√AZOT&BAND5	Sabit	0,626	0,019		32,616	0,000
	BAND5	-0,003	0,000	-0,784	-16,078	0,000
MODEL EŞİTLİKLERİ				pH=6,087+0,017*BAND5		
				EC=-15,733+4,709*BAND3		
				ORGM=17,376-0,098*BAND5		
				√CaCO3=1,007+0,035*BAND5		
				√AZOT=0,626-0,003*BAND5		

4.1.7. Modellerin CBS`de Çalıştırılması

Toprak reaksiyonu (pH), organik madde, CaCO_3 ve azot için elde edilen modellerden ve LANDSAT ETM+ görüntüsünden elde edilen BAND5 ve BAND3 kareler ağı haritalarından faydalanılarak söz konusu toprak değişkenleri haritalanmıştır. Modellerin CBS`de çalıştırılması ARC/GIS yazılımının harita hesaplama fonksiyonları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Modellerden elde edilen haritalar Şekil 4.5 ve 4.6`da verilmiştir. Elde edilen haritalar incelendiğinde, pH ile CaCO_3 , organik madde ve azot arasındaki negatif ilişkiler; organik madde ile CaCO_3 ve azot arasındaki pozitif ilişkiler göze çarpmaktadır. Bu durum modellerin doğru çalıştığına işaret etmektedir. Ayrıca bu dört modelin regresyon kareler toplamının (sum of squares) artık kareler toplamından büyük olması bunların güçlü olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.6). Buradan model haritaların sağlıklı çalıştığı sonucuna varılabilir.



Şekil 4.3. Geliştirilen modellerin CBS harita hesaplama fonksiyonları ve LANDSAT ETM+ BAND3 ve BAND5 kareler ağı haritaları kullanılarak çalıştırılması sonucu elde edilen pH, organik madde haritaları.



Şekil 4.4. Geliştirilen modellerin CBS harita hesaplama fonksiyonları ve LANDSAT ETM+ BAND3 ve BAND5 kareler ağı haritaları kullanılarak çalıştırılması sonucu elde edilen CaCO_3 ve Azot haritaları.

Geliştirilen modellerin CBS’de harita hesaplama fonksiyonları ve LANDSAT ETM+ BAND5 kareler ağı haritaları kullanarak çalıştırılması sonucu elde edilen haritalar modellenen toprak değişkenlerinin düşük ve yüksek seyrettiği yerleri göstermektedir. Oluşturulan haritalara göre; toprak reaksiyonu (pH) değerleri genel olarak en düşük 6,3 ile en yüksek 9,70 arasında değişmektedir ve Gölova’nın orta ve kuzey kesimleri, Alucra’nın kuzey ve doğu bölgeleri, Suşehri’nin orta ve güneybatısında, Şebinkarahisar’ın kuzey kesiminde fazla, Akıncılar ve Suşehri’nin güneyinde düşük görülmektedir. Ortaya çıkarılan haritalara bakıldığında çalışma alanının çoğu kısmında genel olarak kireç (CaCO_3) içeriği % 1,91 ile % 50,3 arasında değişmektedir. Gölova ve Suşehri’nin orta kesimleri, Alucra’nın kuzey ve doğu bölgelerinde ise % 34,3 ile % 50,3 arasında değişmektedir. Çalışma alanındaki organik madde değerleri % 0 ile % 16 arasında değişmektedir. Akıncılar’ın orta ve güney kesimleri, Şebinkarahisar’ın orta ve batı bölgeleri, Koyulhisar’ın kuzeydoğu bölgesi, Alucra’nın doğusu, Suşehri’nin güney kesimlerinde organik madde miktarı fazla iken (8,4-11,00), Gölova’nın orta ve kuzey bölgeleriyle Suşehri’nin orta ve güneybatı kesiminde ise düşüktür (3,1-5,7). Alandaki azot değerleri ise % 0,00 ile % 0,35 arasında değişmektedir. Çalışma alanda Şebinkarahisar, Alucra ve Gölova’nın kuzeyinde azot miktarları düşük (0-0,059) düzeyde iken, Akıncılar ve Suşehri’nin güneyi ile Koyulhisar’ın kuzeydoğusunda ise yüksek düzeydedir.

5. SONUÇLAR

Bu araştırmada, Orta Kelkit Havzasının toprak özellikleri araştırılmıştır. Elde edilen veriler, güncel veri tabanları Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknikleri kullanarak analiz edilmiş, modellenmiş ve yorumlanmıştır. Çizelge 4.7 de görüldüğü gibi kullanılan model eşitliği sonuçları göz önüne alındığında band 5 ve organik madde, pH, CaCO₃ ve N içeriği arasındaki ilişkileri sağlıklı ve doğru biçimde ortaya koyan modeller geliştirilmiştir. Böylece değinilen özelliklerin haritalanması ile söz konusu özellikler arasındaki ilişkilerin kolayca anlaşılabileceği sonucuna varılmıştır. Bu haritaların özellikle bu yörede tarımsal alanlar olarak yer alan arazilerde toprak yönetimi ve olası arazi kullanım planlama çalışmalarına ışık tutacağı ortadadır. Bu anlamda toprakların bitki besin elementleri ve gübreleme konulu çalışmalarda alınacak tedbirlere ve uygulamalara büyük ölçüde yardımcı olacaktır. Toprak pH' sının fosfor ve çinko, mangan, bakır, demir gibi iz elementlere etkisinin de bu haritalardan kolayca belirlenmesi mümkün olabilecektir.

Araştırma sonuçlarına göre pH ve organik madde arasında % 1 düzeyinde önemli negatif ilişki olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum organik madde arttığında toprak çözeltisine salınan organik asitlerden kaynaklanmaktadır. Nitekim organik maddenin bileşiminde bulunan azot ile pH arasındaki % 1 düzeyinde önemli negatif ilişki de aynı anlamda düşünülmesi gereken bir ilişkidir. Ayrıca azot ile organik madde arasındaki %1 düzeyinde önemli pozitif bir ilişki, toprakların organik madde içeriği arttığı azot içeriğinin de artmasının doğal bir sonucudur. Araştırma konusu toprakların bir kısmında pH değeri 8.5'un üzerindedir. Bunun olası nedenlerinden birisi, bu topraklarda sodyum içeren ve albit olarak bilinen feldispat grubu primer mineralin ayrışma ile toprak çözeltisine sodyumu salıvermesinden kaynaklanabilir. Bilindiği gibi sodyumun değişebilir katyonlar içerisinde egemen olması ile hidroliz sonucu NaOH oluşmaktadır. Sodyum hidroksit havadan absorbe edilen veya mikroorganizmalar tarafından

oluşturulan karbondioksit ile reaksiyona girerek Na_2CO_3 ta çevrilir. Bu da bu topraklarda sodyum katyonun artması ile toprağın yüksek alkalın reaksiyon kazanmasının nedeni olmaktadır (Ergene, 1997).

Bu çalışma, LANDSAT ETM+ uydu görüntüleri ve araziden toplanan coğrafik referanslı toprak örneklerinin laboratuvar analiz sonuçlarından faydalanarak Orta Kelkit Toprak Uzaysal Veri Tabanlarının oluşturulmasını sağlanmıştır. Söz konusu veri tabanlarının oluşturulmasında CBS kullanımının faydalarını ön plana çıkarmıştır. Bu çalışmanın sonuçları bölgedeki tarımsal uygulamalar ve ekolojik modelleme çalışmaları için önemli bir alansal veri eksikliğini gidermiştir. Böylece mevcut toprak haritalarında bulunmayan bazı önemli toprak değişkenlerine ait haritalar sayısal ortamda üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Akman Y. and Daget PH., 1971. Quelques aspects synoptiques des climats de la Turquie. Extrait du Bulletin de la Socié' te' anguedocienne de Ge' ographie 5(3): 269-300.
- Akman Y., 1999. Climate and Bioclimate (Bioclimate Methods and Turkey's Climate). Kariyer Press, Ankara, Turkey.
- Aldrich, C.R., N.X., Norick, J.W., Greentree, 1975. Evaluation of ERTS- 1 Data for Forest Inventory. Pasific Southwest Forest and Range Experiment Station. U.S. deopt. Of Agr. Forest Service Research, California s.1-5.
- Altamira, V.A.T., M.F. Baumgardner ve C.R. Valenzuela, 1986. Assessment of TM Thermal Infrared Band Contribution in Land Sensing for Resources development and Enviromntal management, s. 533-539, Ensehede.
- Aparicio, N., D. Villages, J.L. Casadesus, C. Royo, 2000. Spectral Vegetation Indices as Non-Destructive Tools for Determining Durum Wheat Yield. Agronomy Journal, 92, pp: 83-91.
- Aronoff, S. 1989a. An Introduction to Geographic Information System. WDL Publications, Ottawa.
- Aronoff, S., 1989b. Geographic Information Systems: A Management Perspective, Kanada.
- Baldwin, R., 1975. Agriculture. Nasa Earth Resources Survey Symposium, Vol. 1-A, Houston, Texas.
- Başayığıt, L., M.E. Öztekin, M. Dingil, S. Şenol, U. Dinç., 1998. Detail Soil Mapping of the Adıyaman-Kahta Irrigation Project Area Using Digital Satellite Data. M. Şefik Yeşilsoy Int. Symp. on Arid Region Soil. 21-24 Sept. Menemen, İzmir: 529-532.
- Başayığıt, L. ve U, Dinç 2001. Toprak Etüd ve Haritalama Çalışmalarında Bilgisayar Teknolojilerinin Kullanımı. Tarımda Bilişim Teknolojileri 4. Sempozyumu.Kahramanmaraş: 20-22 Eylül: 283-291.
- Başayığıt, L., M. Akgül, H. Şenol., 2006. TERRA-ASTER Bandlarından olan Yansıma Değerleri ve Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi, Toprak Haritalarının Üretilmesinde Kullanılabilirliği. 1. Uzaktan Algılama- CBS Çalıştay ve Paneli s: 1-7.
- Başayığıt, L., H. Şenol, M. Müjdecı., 2008. Isparta İli Meyve Yetiştirme Potansiyel Yüksek Alanların Bazı Toprak Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Haritalanması. SDÜ, Zir. Fak. Dergisi 3(2): 1-10.
- Başayığıt, L., M. Akgül and H. Şenol 2009. Estimation of Different Soil Properties by Using Reflectance Values of TERRA-ASTER Bands. Asian Journal of Chemistry. Vol. 21, No. 2, 1137-1144.
- Bodechtel. I., I., Nithack, G., Bernardo And K., Hiller, 1976 Application of Lndatsat and Skylab For Land Use Mapping in Italy-Nasa Earth Resource Survey Symposium, Vol. L-C Houston, Texas.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Metod for making Machanical Analysis of Soil. Argon. Jour. 43: 434-438.

- Brown, D.J., Shepherd, K.D. Walsh, M.D. Mays, T.G. Reinsch, 2006. Global soil characterization with VNIR diffuse reflectance spectroscopy. *Geoderma*, 132: 273-290.
- Celep, F., Z. Aytacı, F. Karaer., 2006. Plant Diversity and Distribution in the Lower Tersakan Valley (Amasya-Turkey). *Flora Meditterreanean*, under review.
- Chapman, D., Pratt, P.F., 1961. *Methods of analysis for soils, plant and water*, Univ. of California Div. Agr. Sci.
- Chapman, J.B., 1996. *Introduction to Remote Sensing*, 2nd ed (New York: The Guilford Press).
- Cheng-Wen, C., Laird, A.D., Mausbach, M.J. and Hurburgh, C.R., JR., 2001, Nearinfrared reflectance spectroscopy – principal components regression analyses of soil properties. *Soil Science Society of America Journal*, 65, pp. 480–490.
- Coleman, T.L. and Montgomery, O.L., 1987, Soil moisture, organic matter and iron content effect on the spectral characteristics of selected Vertisols and Alfisols in Alabama. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 53, pp. 1659–1663.
- Çağlar, K.Ö., 1949. *Toprak bilgisi A.Ü. Ziraat Fakültesi yayınları no: 10, ANKARA.*
- Çullu, M.A., U.Dinç,S. Şenol,N. Öztürk,İ. Çelik ve H. Günel, 1995. Tuzlu ve Alkali Alanların Uydu Verileri Yardımıyla Haritalanması. *Türkiye Toprak İlmi Derneği, İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu*, Yayın No: Cilt 1, 163-172.
- Davis, P.H., 1965-1988. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 1-10, Edinburgh University Press. Edinburgh.
- Davis, P.H., 1971. Distribution patterns in Anatolia with particular reference to endemism. *Plant Life of South-West Asia*. Edited by Davis Harper and Hedge. Botanical Society of Edinburgh, Great Britain.
- Demattê, J. A. M., Galdos, M. V., Guimarães, R. V., Genú, A. M., Nanni, M. R. and Zullo Jr, J., 2007. Quantification of tropical soil attributes from ETM+/LANDSAT-7 data', *International Journal of Remote Sensing*, 28: 17, 3813 — 3829
- Dent, A., and A. Young. 1981. *Soil survey and land evaluation*. George Allen & Unwin Publ., Boston, MA.
- Dinç, U., 1980. LANDSAT Görüntülerinin Toprak Etüd ve Haritalama Çalışmalarında Kullanma Olanakları Üzerine Bir Araştırma. *Ç.Ü. Zir. Fak. Yay. 163*, Adana.
- Dinç, U., S. Şenol, 1988. Aşağı Seyhan ovası tuzlu topraklarının Landsat-5 TM Sayısal Uydu görüntülerinden yararlanılarak incelenmesi üzerine araştırmalar. TÜBİTAK (TOG-647).
- Doğan, H. M., 2007a. Climatic Portrayal of Tokat province in Turkey developing climatic surfaces by using LOCCLIM and GIS,” *Journal of Biological Sciences*, 7(7): 1060-1071.
- Doğan, H. M., 2007b. Türkiye İklim Veri Tabanı. Yayınlanmamış Veri Tabanı Çalışması, Tokat.
- Dogan, H. M., 2007c. High Resolution Climatic Surfaces of Nallıhan Ecosystem in Turkey; A Convenient Methodology to Create Climate Maps,” *Journal of Applied Sciences*, 7(5): 654-662.

- Dogan H. M., 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 (2008).
- Dogan H. M., 2009. Mineral Composite Assessment of Kelkit River Basin by Means of remote sensing” *Journal of Earth System Science*, 118(6): 701-710.
- Dunn, B.W., Beecher, H.G., Batten, G.D. and Clavarella, S., 2003, The potential of near-infrared reflectance spectroscopy for soil analysis – a case study from the Riverine Plain of south-eastern Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 42, pp. 607–614.
- ERDAS 2003 Erdas Field Guide, 7th edn.: Leica Geosystems, GIS and Mapping LLC: Atlanta, Georgia p: 672.
- Ergene, A., 1997. Toprak Biliminin Esasları. Genişletilmiş 7. Baskı Öz Eğitim Basım Yayın Dağıtım LTD. ŞTİ. Konya s:111.
- ESRI 2004 ArcGIS 9, Geoprocessing in ArcGIS (Redlands, California: Environmental Systems Research Institute) p: 363.
- ESRI 2005 ArcGIS 9, What is in ArcGIS 9.1. (Environmental Systems Research Institute, Redlands, California, U.S.A.) p: 123.
- Fitzgerald, E., 1972. Multispectral Scanning Systems and Their Potential Application to Earth Resource Organization, ESRD. Vol.2, No 01673, ESA-Earthnet, May, 1984.
- Haberle, H., H. Sax, And R. Winter, 1979. Remote sensing Possibilities and Limitations, United Nations Conference On Science and Technology for Development, Vicenne.
- Hoffer, R.M., 1976. Spectral reflectance characteristics of vegetation, fundamental Remote Sensing Mini Course Study Guide. No:6 Purdue University, Indiana.
- Jackson, M.L., 1959. Soil Chemical analysis, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Jensen, J.R., 1996. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective, Second Edition (Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall).
- Karaer, F., 1994. Kelkit Vadisinin Florası ve Vejetasyonu, 19 Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 1994.
- KHGM, 2002. Türkiye Ulusal Toprak Veri Tabanı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Köyhizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara. <http://www.khgm.gov.tr>
- Kirschner, F.R., S.A. Kaminsky, R.A. Weissmiller, H.R. Sinclair, E.J. Hinzl, 1978. Map Units Composition Assesment Using Drainage Clases. Defined by LANDSAT Data. *Soil Sci. Of Am. Jour.*, Vol.42, No.5, s.768-771.
- Knudsen, D., Peterson, G. A., And Pratt, P. F., 1982. Lithium, Sodium and Potassium Methods of Soil Analysis, Part 2 Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Monograph No: 9 ASA- SSSA, Wisconsin, USA.
- Lillesand, T.M., R.W. Kiefer, 2000. Remote Sensing and Image Interpretation. 4th edition, John Wiley and Sons, Inc., New York, USA.
- Lindenlaub, J., J. Russell, 1974. An Introduction to Quantitative Remote Sensing. Lars Information Note 11474 s.1-63 Purdue Univ., West Lafayette, Indiana.
- McGrew J.C.Jr. And Monroe C.B. 1993. Statistical Problem Solving in Geography. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque.
- McKenzie, N.J., H.P. Cresswell, P.J. Ryan, and M. McGrundy. 2000. Contemporary land resource survey requires improvements in direct soil measurement. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 31:1553– 1569.

- Malila, W.A., J. E., Sarnd, T. M., Wagner, J. T., Lewis, J. D., Ericson, 1979. Use of ERTS Data For a Multidisiplinary Analysis of Michigan Resecourses, Enviramental Reserch Institote of Michigan.
- Mathews, H.L., Cunningham, J.E., Cıpra ve T.R. West, 1973. Application of Multispectral Remote Sensing to Soil Survey Research in Southeastern, Pennsylvania Soil Sci. Soc. of Am. Jour . Vol. 37, No:1, s.88-93.
- Mitchell, A., 1999. GIS Analysis. ESRI, California, volume 1.
- Montgomery, D.L., 1976. An Investigation of the Relationship Between Spectral Reflectance Chemical and Genetic Characteristics of Soils. Thesis. Purdue University.
- NAS, 1977. Resource Sensing From Space Prospects for Developing Countries, National Academy of Science, Washington, D.C.
- Nelson, D.W., L.E Sommers, 1982. Total Carbon, Organic Carbon and organic matter. In page, A.L., Miller, H.R&Keeney, R.D. (Eds). Methods of soil analysis, part 2. American Society of Agronomy and Soil Science of America, Madison, Wisconsin, USA, pp.539-577.
- Olsen, S.R., V. Cole., F.S. Wetonabe, and L.A. Dean, 1965. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodiumbiocarbonate, U.S.D.A.
- Orhaug, T., 1978. Pattern Recognition-With Special Emphasis on Image Processing Survelince of Environment Popullution and Resources by Electromagnetic Waves s.353-379, Normay.
- Öztekin, M.E., L. Başayığıt, M. Dingil, U. Dinç, S. Şenol, 1998. The Reletionships Between The Reflection Values and Soil Properties of the some selected Soils in the Southern East Anatolian Turkey. M.Ş. Yeşilsoy Int. Symp. on Arid Reg. Soil. 21-24 September, Menemen-İzmir.
- Post, D.F., C. Mack, P.D. Camp, and A.S. Suliman, 1988. Mapping and characterization of the soils on the University of Arizona Maricopa Agricultural Center. Proc. Hydrology and Water Resources in Arizona and South west, Arizona-Newada Academy of Science 18: 49-60.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils, US Salinity Laboratory Usda, handbook, 60.
- Rosental, N.D., J. Charlan, B.J. Blanchard, 1982. Case Study. Estimating Antecedent Preccipitation Index From Heat Capacity Mapping Mission Day Thermal Infrared Data. Hydrological sci. Jour. Dec., s.414-426.
- Sabins, F.F., Jr., 1987, Remote Sensing Principles and Interpretation 2nd ed (New York:W.H. Freman).
- Schanda, A., 1976. Remote Sensing for Environmental Sciences, Ecological Studies, 18., s.304-348, Springer-Verlag Berlin Heidelberg Newyork.
- Shepherd, K.D. and M.G. Walsh, 2002. Development of Reflectance Spectral Libraries for Characterization of Soil Properties. Soil Sci. Soc. Am. J. 66: 988–998.
- Soil Survey Staff., 1951. Soil Survey Manual. U.S. Dept. Agric. Handbook No. 18. U.S. Govern. Print. Office, Washington D.C., U.S.A.
- SPSS 2001, SPSS 12.0 for Windows (Chicago:SPSS).
- Stoner, E.R., M.F. Baumgardner, 1981. Characteristics Variations in Reflectance of Surface Soil, Soil Sci. Soc. Of Am. Jour. Vol. 45 No.6, Pp 1161, In Indiana.

- Strahler, A. and A. Strahler, 1996. Introducing Physical Geograph, Environmental Update. John Wiley&Sons, Inc., New York.
- Şenol, S. ve U. Dinç, 1994. Kartoğrafya. Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No:89, Ders Kitapları Yayın No:21.
- TUBIVES, 2003, Türkiye Bitkileri Veri Servisi. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) <http://www.tubitak.gov.tr/tubives>.
- TUCKER, C.J., 1979, Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation. Remote Sensing of Environment, 8, pp. 127-150.
- Turanlı, M., ve S.Güriş, 2000. Temel İstatistik. Ders Yayınları: 273, İstanbul, 783s.
- UNESCO 1973, International Classification and Mapping of Vegetation. Ecology and Conservation (Paris: UNESCO).
- USGS 2006, LANDSAT Project. Available online at:<http://landsat7.usgs.gov/index.php> (last accessed 18 October 2006).
- Weismiller, R. A., I. D. Persinger and D. L. Montgomery, 1977. Soil Inventory From Digital Analysis Of Satellite Scanner And Topographic Data, Soil Sci. Soc. Of Am. Jour. Vol.41 No:6.pp:1166-1170.
- Westin, F.C. And C.J., Frazee, 1976. Landsat Data, Its Use in A Soil Survey Program. Soil Sci. Soc. Of Am. Journal Vol. 40 (1), S.81-89.
- Yomralıoğlu, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar. KTÜ, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Orhan Mete Kılıç
 Doğum Tarihi ve Yer : 1985, Sivas
 Medeni Hali : Bekâr
 Yabancı Dili : İngilizce
 Telefon : 0505 774 50 24
 E-Mail : mete600@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi	2007
Lise	Gaziosmanpaşa Lisesi Tokat	2002

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2009-...	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Araştırma Görevlisi

Yayımlar

- Doğan H.M., Kılıç K., Adak Y. ve **Kılıç O.M.**, 2008. Erciyes Volkanik Ana Materyali Üzerinde Oluşmuş Toprakların Mineral Bileşim İndeks Haritalarının Geliştirilmesi. II. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu UZAL-CBS 2008, Kayseri.

