ERCİYES VOLKANİK ANA MATERYALİ ÜZERİNDE OLUŞMUŞ TOPRAKLARIN MİNERAL BİLEŞİM İNDEKS HARİTALARININ GELİŞTİRİLMESİ

Hakan Mete Doğan[1], Kenan Kılıç[1], Yusuf Adak[1], Orhan Mete Kılıç[1]*

1 Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü
* Yazışma Yazarı, hmdogan@hotmail.com

ÖZET

Erciyes volkanik ana materyali üzerinde oluşmuş topraklar çok az çalışılmış bir konudur ve bu toprakların mineral bileşimi (MB) günümüze kadar tam olarak haritalanmamıştır. Bu çalışmada, söz konusu toprakların MB özellikleri uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) araçları kullanılarak incelenmiş ve haritalanmıştır. MB indeks haritalarının üretilmesinde 13 Haziran 2000 tarihinde çekilmiş bir LANDSAT-ETM+ (Path/Row: 175/33) uydu görüntüsünden ve geliştirilen indeks algoritmalarından faydalanılmıştır. Elde edilen haritalar arasındaki ilişkiler çift değişken korelasyon analizi (Pearson) kullanılarak araştırılmıştır. Sonuçlara göre demirli mineraller (DM), demir oksit (DO) ve kil mineralleri (KM) indeks haritaları arasındaki ilişkiler pozitif anlamda % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Demir ve kil değişkenleri arasındaki pozitif ilişkiler çalışma alanındaki egemen kil minerallerinin demir içeriklerinin zengin olabileceğine işaret etmektedir.

Anahtar Sözcükler: coğrafi bilgi sistemleri, demirli mineraller, demir oksit, kil mineralleri, mineral bileşim, uzaktan algılama

ABSTRACT

Soils formed on Erciyes strato volcano is the least studied topic, and the mineral composition (MC) of these soils has not been exactly mapped until today. In this study, MC characteristics of these soils were investigated and mapped by utilizing remote sensing (RS) and geographic information systems (GIS) tools. Consequently, a LANDSAT-ETM+ satellite image taken in 13 June 2000 (Path/Row: 175/33) and developed indices algorithms were utilized to produce MC indices maps. Relationships among the obtained maps were investigated by using bi-variety correlation analysis (Pearson). According to the results, the relationships among ferrous minerals (FM), iron oxide (IO), and clay minerals (CM) indices maps were found positively significant at 1 % level. Positive relationships between iron and clay variables indicated that dominant clay minerals in the study area might have rich iron content.

Keywords: geographic information sysytems, ferrous minerals, iron oxide, clay minerals, mineral composite, remote sensing

1. GİRİŞ

Uzaktan Algılamada (UA), mineral bileşim (MB) tanımı kil mineralleri (KM), demirli mineraller (DM) ve demir oksitten (DO) oluşan bir grup minerali açıklamak için kullanılır. MB`in uzaysal dağılımının belirlenmesi bazı madencilik, tarım, çevresel ve ekolojik modelleme çalışmaları için önemlidir ve bu işlem için coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama (UA) önemli araçlardır. Bu güçlü araçların kullanılmasıyla; demir oksit ve oksihidroksit mineraller (Farrand, 1997), metamorfik kayaçlar (Longhi et al. 2001), mineral araştırmalar (Akhavi et al. 2001; Neville et al. 2003), kristal bakır değişimi (Tangestani & Moore, 2002), ana granit ve onun sonrasında gelen kaolonitleşme (Ellis & Scott, 2004), kristalimsi demir ve DM (Sabol et al. 1993) ve DM ve DO (Dogan, 2008) gibi konuları içeren pek çok uygulama geçmişte başarıyla tamamlanmıştır.

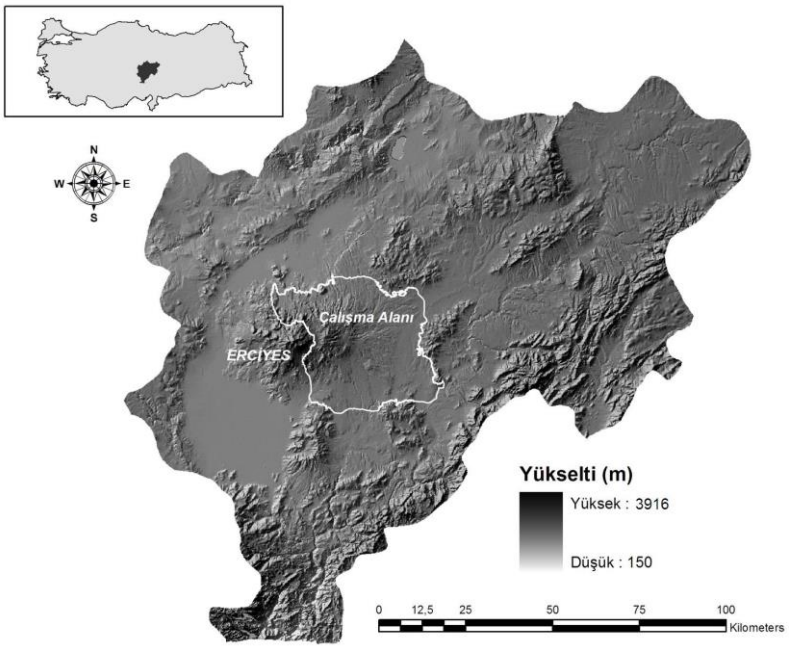
Erciyes volkanik ana materyali üzerinde oluşmuş topraklar günümüze kadar çok az çalışılmış bir konudur ve bu toprakların mineral bileşimi tam olarak haritalanmamıştır. Detaylı coğrafik bilgileri içeren güncel tematik (konulu) haritalar alanda sağlıklı bir ekonomik gelişmeye iyi bir temel oluşturmak için son derece önemlidir. Diğer yandan, bölgedeki doğal kaynaklar hakkındaki mevcut coğrafik bilgiler bu ihtiyaçları karşılayacak düzeyde değildir. Bu çalışmada, Erciyes strato volkanından püsküren ana materyal üstünde oluşan topraklardaki MB`nin uzaysal dağılımını ortaya koyacak güncel haritaların oluşturulması ve bu eksikliğin giderilmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL ve METOD

2.1. Çalışma Alanı

Araştırma, Kayseri İli sınırları içinde bulunan Erciyes strato volkanının eteklerinden başlayarak doğusuna doğru uzanan toplam 1280 km^2`lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1). Erciyes Dağı 3916 m yüksekliği ile ilin en önemli ve en yüksek arazi işaretlerinden biridir. Erciyes Dağı, göğsünde ve eteklerinde birçok tali volkan tepelerinin bulunduğu sönmüş bir küme volkandır. Türkiye`nin en çeşitlilik arz eden fakat en az çalışılmış toprakları burada bulunmaktadır. Kayseri ilindeki diğer önemli dağlar, Aladağ (3735 m), Dumanlı Dağları (3024 m), Binboğa Dağı (2856 m), Hınzır Dağı (2500 m), Bakırdağ (2462 m), Tahtalı Dağı (2100 m), Soğanlı Dağı (2100 m), Rostan Dağı (2100 m), Beydağı (2054 m), Kızılviran Dağı (1950 m), Aygörmez Dağı (1950 m), Hodul Dağı (1937 m) ve Koramaz (1900 m) Dağı olarak özetlenebilir (Anon., 2008a, Anon., 2008b).

Sarıgöl, Yay Gölü, Camız Gölü, Çöl Gölü ve Tuzla Gölü Kayseri ilinin önemli gölleri arasındadır. Bunlara ilave olarak çeşitli büyüklüklerde barajlar ve göletler vardır. Bunlar Ağcaşar Barajı, Akköy, Kovalı, Sarımsaklı ve Selkapanı Barajları ile Efkere, Karakuyu, Şıhlı, Tekir ve Zincidere göletleridir. İlin en önemli akarsuyu 128 kilometrelik bölümü Kayseri il sınırları içerisinde yer alan Kızılırmaktır. Diğer önemli akarsular arasında Seyhan Nehrinin kolları olan Zamantı (250 km) ve Sarız Çayı (60 km) bulunmaktadır. İlin önemli ovaları ise Develi (1050 km^2), Sarımsaklı (300 km^2), Karasaz (80 km^2) ve Palas (50 km^2) ovalarıdır (Anon., 2008a, Anon., 2008b).



Şekil 1: Çalışma alanının Türkiye ve Kayseri ili içindeki coğrafik konumu ve topografik yapısı

2.2. Metodoloji

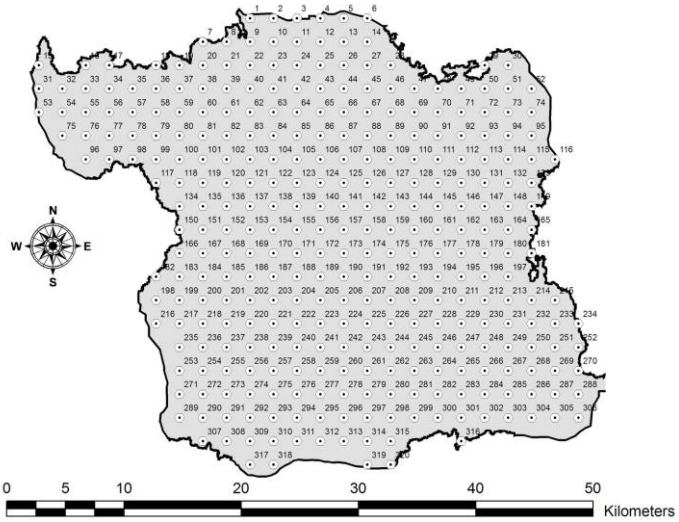
Çalışmamızın metodolojisi, Tablo 1`de verilen mineral bileşik (MB) indekslerine dayanmaktadır (Tucker, 1979; Sabins, 1987; Jensen, 1996; Campbell, 1996; ERDAS, 2003). Çalışmadaki tüm indeksler LANDSAT-ETM+ bandlarından (USGS, 2006) ve geliştirilen bu indeks algoritmalarından (Tablo 1) faydalanılarak hesaplanmıştır. İndeks değerlerinin hesaplanmasından önce 13 Haziran 2000 tarihinde (Path/Row: 175/33) çekilen bir arşiv LANDSAT-ETM+ görüntüsü Michigan State Üniversitesi`nin ağ adresinden TIFF formatında ücretsiz olarak indirilmiştir (Landsat.org. 2006). Görüntünün indirilen band dosyaları ERDAS-Imagine (version 8.7) yazılımında (ERDAS, 2003) istiflenerek (stack) görüntü (img) dosyasına dönüştürülmüştür. İndirilen görüntü dosyası orto-rektifiye özelliğine (ortho-geocover) sahip olmasına rağmen, geometrik doğruluğu çeşitli yer kontrol noktaları kullanılarak test edilmiş ve daha sonraki işlemlere devam etmek için yeterli bulunmuştur.

Elde edilen görüntü Kayseri il sınırı haritasından oluşturulan ilgi alanı (AOI) dosyası kullanılarak kesilmiştir (subset). Daha sonra sis etkisini gidermek için ERDAS-Imagine görüntü yorumlayıcı aracını (image interpreter tool) kullanarak bir 'nokta yayma radyometrik güçlendirmesi' (point spread radiometric enhancement) uygulanmıştır. Çalışma alanında bulut veya yoğun bitki örtüsü bulunmadığı için bu alanların maskelenerek çıkarılmasına gerek duyulmamıştır. Düzeltme ve kontrolleri yapılan görüntü ERDAS-Imagine yazılımının tayfsal güçlendirme (spektral enhancement) aracı kullanılarak 8 bite yayılan (stretched to unsigned 8 bit) raster formatındaki DM, DO ve KM indeks haritalarına dönüştürülmüştür. Tüm geliştirilen raster indeks haritaları 5x5 penceresi kullanılarak istatistiksel olarak süzülmüştür (filtering).

Tablo 1: İndeks raster haritalarının elde edilmesinde kullanılan algoritmalar ve LANDSAT-ETM+ bant bilgileri (Tucker, 1979; Sabins, 1987; Jensen, 1996; Campbell, 1996; ERDAS, 2003, USGS, 2006)

İndeks		**ALGORITMA**
Demirli Mineraller		bant 5 / bant 4
Demiroksit		bant 3 / bant 1
Kil mineralleri		bant 5 / bant 7
BANT	**DALGA BOYU (micron:µm)**	**AÇIKLAMA**
Bant 1	0.450 - 0.515	Görünür (Mavi)
Bant 3	0.630 - 0.690	Görünür (Kırmızı)
Bant 4	0.750 - 0.900	Yakın Kızılötesi
Bant 5	1.550 - 1.750	Orta Kızılötesi
Bant 7	2.09 - 2.35	Orta Kızılötesi

Elde edilen indeks haritaları arasındaki ilişkilerin araştırılması için, çalışma alanını 2 x 2 km aralıkla kaplayan toplam 320 nokta ARCGIS yazılımında (ESRI, 2004; ESRI, 2005) belirlenmiştir (Şekil 2). Daha sonra bu noktaların bulunduğu katman geliştirilen indeks haritaları üstüne bindirilerek karşılık gelen indeks değerleri ARCGIS yazılımında çekilmiştir (extract). Çekilen indeks değerleri Microsoft Excel yazılımında (Microsoft, 2003) bir XYZ dosyası şeklinde düzenlenmiş ve SPSS 11 istatistik yazılımında (SPSS, 2001) çift değişken korelasyon analizi (Pearson) yapılmıştır.



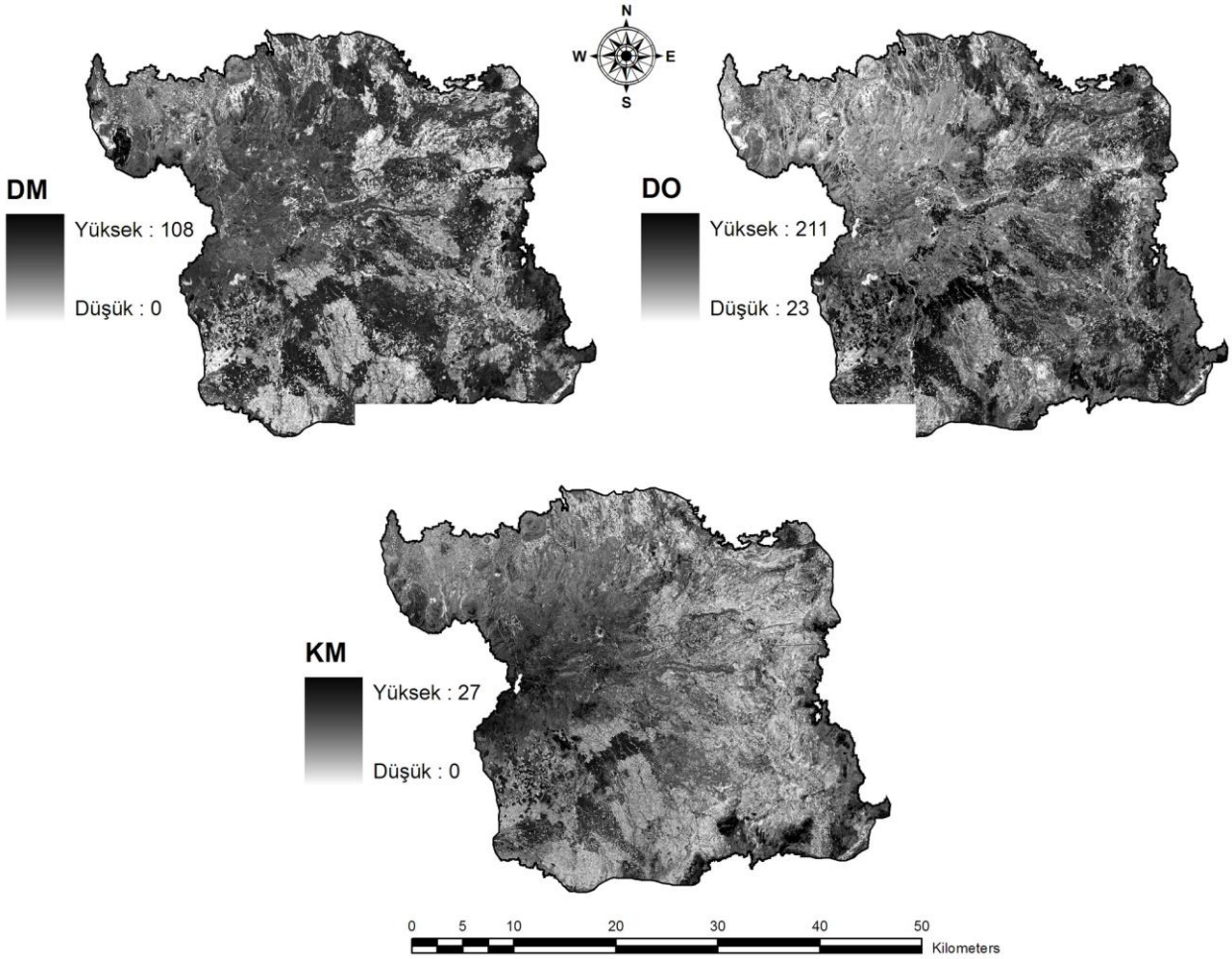
Şekil 2: Analizlerde kullanılan nokta veri tabanının oluşturulması

3. BULGULAR

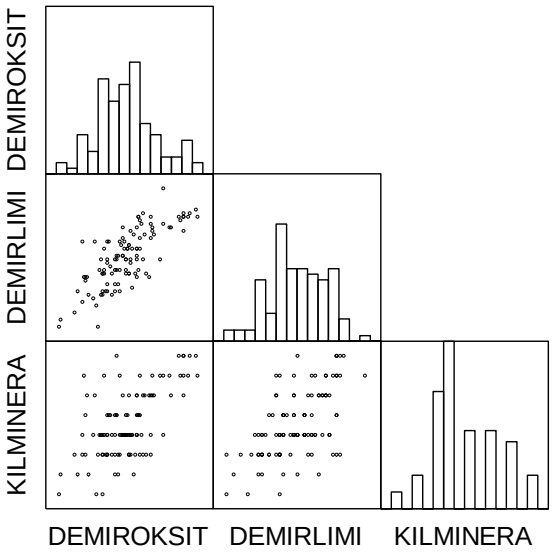
DM, DO ve KM`nin uzaysal dağılımı Şekil 3`de verildiği gibi belirlenmiştir. Kolay bir değerlendirme yapılabilmesi için elde edilen tüm haritalarda en yüksekten (siyah) en düşüğe (beyaz) doğru aynı renk ıskalası kullanılmıştır. Ele alınan tüm indeks değerleri 8 bite yayılan değerlerdir yani 0 ile 256 (2^8= 256) arasında

değişen değerler almaktadır. Bu nedenle, tüm indeks değerlerinin değerlendirmesi, çok az (0-51), az (51-102), orta (102-153), yüksek (153-204) ve çok yüksek (204-256) olmak üzere 5 kategori kullanılarak yapılmıştır. Yapılan bu değerlendirmeye göre çalışma alanının önemli bir kısmının kil içeriğinin çok az, demirli mineral içeriğinin çok az ve az, demir oksit içeriğinin az ve orta sınıflarına girdiği görülmüştür.

Toplam 320 noktanın histogramları ele alınan değişkenlerin dağılımlarının normal olduğunu göstermiştir (Şekil 4). Dağılım çizimleri de (Şekil 4) değişkenler arasındaki pozitif ilişkilere (korelasyonlara) işaret etmektedir. Toplam 320 noktanın korelasyon analiz sonuçları üretilen indeks haritaları arasındaki ilişkileri daha açık bir şekilde ortaya koymuştur (Tablo 2). Korelasyon analiz sonuçlarına göre değişkenler arasındaki tüm ilişkiler pozitif ve % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar çalışma alanındaki egemen minerallerinin demir içeriklerinin zengin olabileceğine işaret etmektedir.



Şekil 3: Demirli mineraller (DM), demir oksit (DO) ve Kil Mineralleri (KM) indeks değerlerinden üretilen raster haritalar (30 x 30 m alansal çözünürlük)



Şekil 4: Değişkenlere ait histogram ve dağılım çizimleri

Tablo 2: DM, DO ve KM değişkenlerinin Pearson korelasyon değerleri

		Demirli Mineraller	Demir Oksit	Killi Mineraller
Demirli Mineraller	Pearson Correlation	1	,671(**)	,658(**)
	Sig. (2-tailed)		,000	,000
Demir Oksit	Pearson Correlation	,671(**)	1	,453(**)
	Sig. (2-tailed)	,000		,000
Killi Mineraller	Pearson Correlation	,658(**)	,453(**)	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	

** Korelasyon % 1 seviyesinde önemlidir (2-tailed).

3. SONUÇLAR

Erciyes strato volkanından püsküren ana materyal üstünde oluşan topraklar çok değişken bir dağılım göstermektedir. Söz konusu alan, günümüzde toprak, jeoloji, ekosistem, biyoloji vb. birçok alanda çalışan araştırıcıların dikkatini çekmeye başlamıştır. Bu önemine karşın, alanın mineral bileşiminin uzaysal dağılımını ortaya koyan çalışmaların eksikliği hala giderilememiştir. Türkiye`de bu alandaki boşluğun doldurulmasında, Mineral Bileşim (MB) indeksleri başarıyla kullanılmakta ve sağlıklı tahminler yapabilmektedir (Dogan, 2008). Yaptığımız bu çalışma ile söz konusu alanın demirli mineraller (DM), demir oksit (DO) ve kil minerallerini (KM) içeren MB haritalarını uzakta algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanarak hızlı ve güvenilir bir biçimde tahmin edilmesini amaçladık. Çalışmamızın sonucunda zengin ve fakir mineral bileşim içeriğine sahip alanların uzaysal dağılımı ve büyüklükleri tahmin ettik. Tüm çalışma sonuçları alanın önemli bir kısmının kil içeriğinin çok az, demirli mineral içeriğinin çok az ve az, demir oksit içeriğinin az ve orta sınıflarına girdiğini gösterdi. MB değişkenleri arasındaki pozitif ilişkiler çalışma alanındaki hakim kil minerallerinin demir içeriklerinin zengin olabileceği şeklinde yorumlandı. Ayrıca orta derecede alansal çözünürlüğe sahip olmasına karşın, LANDSAT-ETM+ görüntülerinin geniş alanların MB haritalarının geliştirilmesinde hala önemini koruduğu anlaşıldı. Bundan başka kolay erişim ve düşük proje maliyeti özellikleri LANDSAT-ETM+ görüntülerinin bu tür çalışmalarda avantajını koruduğunu ortaya koydu. Üretilen raster haritalar Erciyes strato volkanı için kullanılıp daha da geliştirilebilecek iyi bir sayısal veri tabanı oluşturdu.

TEŞEKKÜR

Yazarlar web sitelerinde görüntü arşivini pek çok araştırıcıyla paylaşan Michigan State Üniversitesine Teşekkür eder.

KAYNAKLAR

AKHAVI, M.S.; WEBSTER, T.L.; RAYMOND D.A. (2001), RADARSAT-1 Imagery and GIS Modeling for Mineral Exploration in Nova Scotia, Canada. *Geocarto International*, Vol.16, (55-61).

ANON. (2008a), "Kayseri`nin Coğrafi Yapısı", Erciyes`den dünyaya açılan pencere Kayseri, T.C. Kayseri Valiliği web sitesi, www.kayseri.gov.tr (25.12.2004).

ANON. (2008b), "İl il Türkiye" Coğrafyam.NET, Türkiye`nin Coğrafya Portalı, http://www.cografyam.net (25.12.2004).

CAMPBELL, J.B. (1996), *Introduction to Remote Sensing, Second Edition*. The Guilford Press, pp. 468.

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*, Vol.29-1: (221-233).

ELLIS, R.J.; SCOTT, P.W. (2004), Evaluation of Hyperspectral Remote Sensing as a Means of Environmental Monitoring in the St. Austell China Clay (kaolin) Region, Cornwall, UK. *Remote Sensing of Environment*, Vol.93, (118-130).

ERDAS. (2003), *Erdas Field Guide, Seventh Edition*. Leica Geosystems, GIS and Mapping LLC, pp. 672.

ESRI. (2004), *ArcGIS 9, Geoprocessing in ArcGIS*. Environmental Systems Research Institute, pp 363.

ESRI. (2005). *ArcGIS 9, What is in ArcGIS 9.1*. Environmental Systems Research Institute, pp 123.

FARRAND, W.H. (1997), Identification and Mapping of Ferric Oxide and Oxyhydroxide Minerals in Imaging Spectrometer Data of Summitville, Colorado, USA, and the Surrounding San Juan Mountains. *International Journal of Remote Sensing*, Vol.10, (1543-1552).

JENSEN, J.R. (1996), *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective, Second edition*. Englewood Cliffs, pp. 316.

LANDSAT.ORG. (2006), "Global Observatory for Ecosystem Services" Michigan State University, U.S.A. http://www.landsat.org/ortho/index.htm (08.07.2006).

LONGHI, I.; SGAVETTI, M.; CHIARI, R.; MAZZOLI, C. (2001), Spectral Analysis and Classification of Metamorphic Rocks from Laboratory Reflectance Spectra in the 0.4-2.5 μm Interval: a Tool for Hyperspectral data Integration. *International Journal of Remote Sensing*, Vol.22, (3763-3782).

MICROSOFT. (2003), *Microsoft Office Excel*. Microsoft Office Professional Edition, Microsoft Corporation.

NEVILLE, R.A.; LÉVESQUE, J.; STAENZ, K.; NADEAU C.; HAUFF, P.; BORSTAD, G.A. (2003), Spectral Unmixing of Hyperspectral Imagery for Mineral Exploration: Comparison of Results from SFSI and AVIRIS. *Canadian Journal of Remote Sensing*, Vol.29, (99-110).

SABINS, F.F.JR. (1987), *Remote Sensing Principles and Interpretation, Second Edition*. W. H. Freeman & Co. pp. 449.

SABOL, D. E. JR.; BELL J.F.III.; ADAMS J.B. (1993), "Detectability of Crystalline Ferric and Ferrous Minerals on Mars" Lunar and Planetary Inst., *Twenty-Fourth Lunar and Planetary Science Conference Proceedings*, Part 3: (1229-1230).

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

TANGESTANI, M.H.; MOORE, F. (2002), Porphyry Copper Alteration Mapping at the Meiduk Area, Iran. *International Journal of Remote Sensing*, Vol.23, (4815-4825).

TUCKER, C. J. (1979), Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation. *Remote Sensing of Environment*, Vol.8, (127-150).

USGS. (2006), "LANDSAT Project" http://landsat7.usgs.gov/index.php (18.10.2006).