UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE KARLI ALAN DEĞİŞİM ANALİZİ: KAÇKAR ÖRNEĞİ

Kerem Esemen [1], Merve Güçin [1], Filiz Sunar [2], Vural Yavuz [3]

[1] İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul
kesemen84@yahoo.com, merve.gucin@gmail.com

[2] İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Uzaktan Algılama Anabilim Dalı, Maslak, İstanbul
fsunar@ins.itu.edu.tr

[3] İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul
vural@itu.edu.tr

ÖZET

Doğal kaynakların yönetilmesinde önemli bir role sahip olan uzaktan algılama; büyük miktarda su potansiyeline sahip kar örtülerinin etkin bir biçimde izlenmesine ve alansal miktarının kolaylıkla hesaplanmasına olanak vermesi nedeni ile ülkelerin su kaynaklarının ve gereksinimlerinin belirlenmesinde ve planlanmasında karar verici niteliktedir. Küresel ısınmanın etkilerini yoğun olarak gösterdiği günümüzde; artan sıcaklıklar ve azalan yağış, geniş alanlara yayılan kar örtüsünün alansal miktarında değişmelere yol açmaktadır. Bu çalışmada Rize ve Erzurum illeri arasında, Kaçkar Dağları boyunca yer alan kar örtüsünün alansal miktarının zaman içerisindeki değişimi 1975, 1988 ve 2000 tarihli LANDSAT uydu görüntüleri ile değerlendirilmiştir. Ham uydu veri setlerine geometrik ve radyometrik düzeltme işlemleri uygulandıktan sonra karlı alanların alansal tespitine yönelik kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma teknikleri kullanılmıştır. Sınıflandırma sonrası yapılan doğruluk analizi ile üretici ve kullanıcı doğrulukları hesaplanmıştır. Elde edilen alansal veriler çerçevesinde, küresel ısınmanın değişim üzerindeki etkisi irdelenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Uzaktan algılama, kar örtüsü, LANDSAT uydu görüntüsü, spektral sınıflandırma

ANALYSIS OF SNOW COVER CHANGE USING SATELLITE IMAGES: KAÇKAR STUDY

ABSTRACT

Remote sensing; having an essential role in surveillance of the natural resources, is a decision maker in management of the water supplies and needs of a country, by presenting an opportunity in monitoring and calculation of snow covers, which have a high potential as a water source. Due to increasing effects of global warming, temperature rises and decrease in precipitation cause the area of the snow cover to be changed over time. The major objective of this paper is to evaluate the change in the amount of snow cover through the Kaçkar Mountains located between Rize and Erzurum Provinces, using LANDSAT satellite images acquired on 1975, 1988 and 2000. After geometric and radiometric corrections being applied to the raw image data sets, supervised and unsupervised classification techniques were used to differentiate the snow covered areas. Results were subjected to post-classification accuracy assessment using a confusion matrix together with user's and producer's accuracy percentages. The output results indicating the change were evaluated as a potential effect of global warming.

Key Words: Remote sensing, snow cover, LANDSAT satellite images, multispectral classification

1.GİRİŞ

Güneş ışınlarının ortalama %80'ini yansıtarak, kapladığı alanların spektral analizine yönelik çalışmalarda uzaktan algılama tekniklerinin kullanılmasına olanak sağlayan kar örtüsü, bulunduğu bölgenin iklim yapısına etki edecek derecede önemli ısıl özelliği ile de dünya üzerindeki su döngüsünde rol alan en önemli parametrelerden biridir (Marım, 2008). Küresel ısınmanın etkilerini yoğun olarak gösterdiği günümüzde; artan sıcaklıklar ve azalan yağış, geniş alanlara yayılan kar örtüsünün alansal miktarında değişmelere yol açmaktadır. Bu değişimin negatif yönde gerçekleşmesi sonucu; uygulanan yanlış su kullanım politikaları ile hızla su fakiri olma yolunda ilerleyen ülkemizde, onarılması güç hasarların doğması kaçınılmazdır.

Kıtalara dair nüfus ve su kaynakları yüzdeleri karşılaştırıldığında, Türkiye'nin de içinde yer aldığı, Dünya nüfusunun %60'ına sahip Asya, toplam 1,4 milyar m^3 kullanılabilir su miktarının %36'sına sahiptir (Tablo 1). Çağdaş bir toplumda, sağlıklı bir yaşam sürdürülebilmesi için gereken su miktarı ortalama 150 litre olarak kabul edilmekte olup kıtalara ve ülkelere göre farklılık göstermektedir (Tablo 2). Günümüzde su kaynaklarının etkili kullanımı ülkemiz için de önemli olup; kar tabakalarının erimesi sonucu meydana gelen akışlar potansiyel su kaynaklarından biridir (Kurt, 2007).

Tablo 1. Nüfus ve su kaynakları yüzdeleri

Kıta	Nüfus (%)	Su kaynağı (%)
K. Amerika	8	15
G. Amerika	6	26
Avrupa	13	8
Afrika	13	11
Asya	60	36
Okyanusya	1	5

Tablo 2. Kişi başı günlük su kullanımı

	Kişi başı günlük su kullanım (Litre)
Sanayileşmiş Ülkeler	266
Afrika	67
Asya	143
Arap Ülkeleri	158
Latin Amerika	184
Türkiye	111

Klasik yöntemler ile karşılaştırıldığında, uzaktan algılama teknikleri ile kar örtüsünün varlığı yüksek doğruluklarla belirlenebilmektedir (Dinç, 1997). Norveç'de LANDSAT uydu verileri kullanılarak yapılan bir araştırma çalışmasında kar örtüsünün yüksek doğrulukla saptandığı belirlenmiştir (Ostrem, 1984). İsviçre Alpleri'nde seçilen bir örnek alanda yapılan diğer bir çalışmada LANDSAT TM verileri kullanılarak kar çizgisinin mevsimsel değişimi çok kısa sürede ve doğrulukla izlenmiştir (Haefner ve Laeger, 1988). Japonya'nın Sai Nehri çevresinde yapılan bir çalışmada ise iklim ortalamaları ve LANDSAT MSS uydu verilerinden yararlanılarak nehire akacak eriyen kar suyu miktarının %90 doğrulukla öngörüldüğü açıklanmıştır (Kawata, 1988).

2. ÇALIŞMA ALANI ve KULLANILAN UYDU VERİSİ

Çalışma alanı olarak, Karadeniz Bölgesi'nde, Doğu Karadeniz sahili boyunca uzanan Kuzey Anadolu Dağları'nın doğu bölümünü oluşturan Kaçkar Dağları seçilmiştir (Şekil 1). Kuzey Anadolu Dağları'nın doğu kesiminde yer alan zirvelerin çoğu 3000 metrenin üzerinde yüksekliğe sahipken batı kesiminde yer alan zirvelerin yüksekliği 2000 metredir. 3932 metrelik yüksekliği ile Türkiye'nin 4. yüksek dağı olma özelliğine sahip Kaçkar Dağı, bu dağ silsilesinin doruk noktasını oluşturmaktadır (Wapedia, 2006).

(a)

(b)

Şekil 1. Kaçkar Dağları: Çalışma alanına ait **(a)** Harita **(b)** Yersel fotoğraflar

51550 hektarlık alanı ile Rize, Artvin, Erzurum il sınırlarının birleştiği noktada bulunan Kaçkar Dağları, ilginç jeolojik ve jeomorfolojik yapısı, bitki ve yaban hayatı zenginliği ile 1994 yılında milli park ilan edilmiştir. (Türkiye Çevre Atlası). Kaçkar Dağları'nın kuzey kesimi her mevsim yağışlı, yazları serin, kışları ılık geçen tipik Karadeniz iklim özelliklerini gösterirken iç kesimlerde karasal iklimin etkileri baskın olarak ortaya çıkmaktadır (Tablo 3).

Tablo 3. Erzurum (Arıkan) ve Artvin (Tüfekçioğlu, 2005) illerine dair meteorolojik veriler

	Ortalama sıcaklık (ºC)	En yüksek sıcaklık (ºC)	En düşük sıcaklık (ºC)	Kar yağışlı gün sayısı	Kar örtülü gün sayısı	Ortalama nispi nem (%)	Toplam yağış (mm)
Erzurum (1975 – 2006)	5.3	35.6	- 37.0	46	103	69.5	425.0
Artvin (1948 – 1997)	12.3	32.3	- 2.48	21	36	65	689.4

Kaçkar Dağları'nın 2000m ile 2300m'lik yüksekliğe sahip kuzey yamaçları, bol yağış alması sebebiyle ormanlık olup, köknar, kayın veya karışık orman türleri görülmektedir (Wapedia, 2006). Buna karşın yörenin topografik şekillenmesinde, 2200m'den sonra görülmeye başlanan Pliyosen döneminde (5,4-1,8 milyon yıl arası) buzul oluşumları ana etkendir. Uzun bir buzul dönemi geçirmesinin etkisiyle oluşan buzul vadileri ve buzul gölleri bölgenin diğer bir karakteristik özelliğidir. Birçoğu eski akarsu vadilerine yerleşen buzulların ağırlığı ve hareketi sonucu tekne şeklini almış buzul vadilerinden en önemlileri Hastaf, Dübe, Çeymakçur, Kavron, Elevit, Tirovit, Palovit ve Verçenik'tir. Kaçkar Dağları üzerinde bulunan buzullar, sürekli kar sınırının üzerinde, sirk adı verilen kenarları sarp çukurlarda birken karların değişikliğe uğraması sonucu oluşan ve 2700m yükseklikten sonra görülmeye başlanan sirk buzullarıdır. Büyük Deniz Gölü, Kapılı Göller, Sarınçof Gölü, Karagöl, Çermeş Gölü ve Sulak Göller Kaçkar zirvelerindeki buzulların erimesiyle oluşan büyük gölleridir (WWF Türkiye, 2006). Günümüzde küresel ısınmanın da etkisiyle su kaynaklarının her geçen gün azalması ve kirlenmesi bu bölgedeki buzul göllerinin önemini bir kat daha artırmaktadır.

Bu çalışmada, 15 Aralık 1975 tarihli LANDSAT 1 MSS (Çok Spektrumlu Tarayıcı), 7 Ocak 1988 tarihli LANDSAT 5 MSS ve 9 Şubat 2000 tarihli LANDSAT 5 TM (Tematik Algılayıcı) uydu veri setleri kullanılmıştır. Kullanılan uydu verilerinin teknik özellikleri Tablo 4 ve 5'te verilmektedir.

Tablo 4. LANDSAT 1 ve 5 MSS algılayıcı özellikleri

LANDSAT 1 Bant #	LANDSAT 5 Bant #	Spektral çözünürlük (μm)	Uygulama alanları
4	**1**	0,5 - 0,6	Bitki örtüsü ve kıyı suları analizi
5	**2**	0,6 – 0,7	Farklı bitkiler için klorofil emilimi
6	**3**	0,7 – 0,8	Su kütlesi belirleme, biokütle analizi
7	**4**	0,8 – 1,1	Su kütlesi belirleme, biokütle analizi

Tablo 5. LANDSAT 5 TM algılayıcı özellikleri

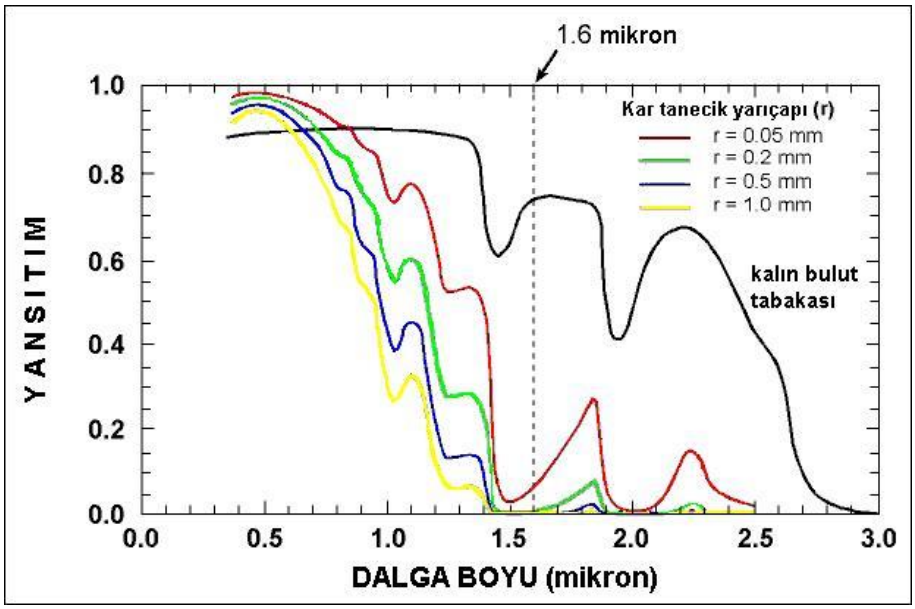
Bant #	Spektral çözünürlük (μm)	Uygulama alanları
1	0,45 – 0,52	Kıyı suları haritaları, bitki – toprak ayrımı

2	0,52 – 0,60	Bitki örtüsü yoğunluğu belirleme
3	0,63 – 0,69	Bitki örtüsü ayırımı, klorofil emilimi
4	0,76 – 0,90	Su kütlesi belirleme, biokütle analizi
5	1,55 – 1,75	**Kar ve bulut ayırımı**, bitki ve toprak nem ölçmeleri
6	10,40- 12,50	Bitki ısısı ölçmeleri, Toprak nemlilik çalışmaları
7	2,08 – 2,35	Hidrotermal haritalama

3. YÖNTEM

3.1 Spektral Analiz

Yeryüzündeki cisimlerin güneş ışığını farklı değerlerde yansıtması, bu cisimlerin spektral özelliklerine göre ayırt edilmelerine olanak vermektedir. Tanecikli yapıya sahip olan karın spektral yansıtımında iki parametre önemlidir. Bunlardan ilki maddesel yapıya bağlı olarak dalga boyu, ikincisi ise taneciklerin boyutu ve şeklidir (Şekil 2). Diğer bir deyişle, karın yansıtımına etkiyen parametreler buz tanecikleri, sıvı haldeki su ve karın içindeki soğurucu yabancı maddelerdir. Buz taneciklerinin çok saydam ya da çok opak olduğu dalga boylarında, tanecik büyüklüğü karın yansıtım değerlerini etkilememektedir (Dozier, 2004). Sıvı haldeki suyun karın yansıtımına en büyük etkisi ise kar zerreciklerinin kümelenmesi ve bu sebeple yakın-kızılötesi bölgede yansıtım değerlerinin düşmesidir (Colbeck, 1979). Islak kar yeniden donduğunda kızılötesi bölgedeki yansıtım değerleri olması gerekenden düşük olarak kalmaktadır (O'Brien & Munis, 1975). Karın içine nüfuz eden soğurucu maddeler ise sadece görünür bölgedeki yansıtımı etkilemektedir.



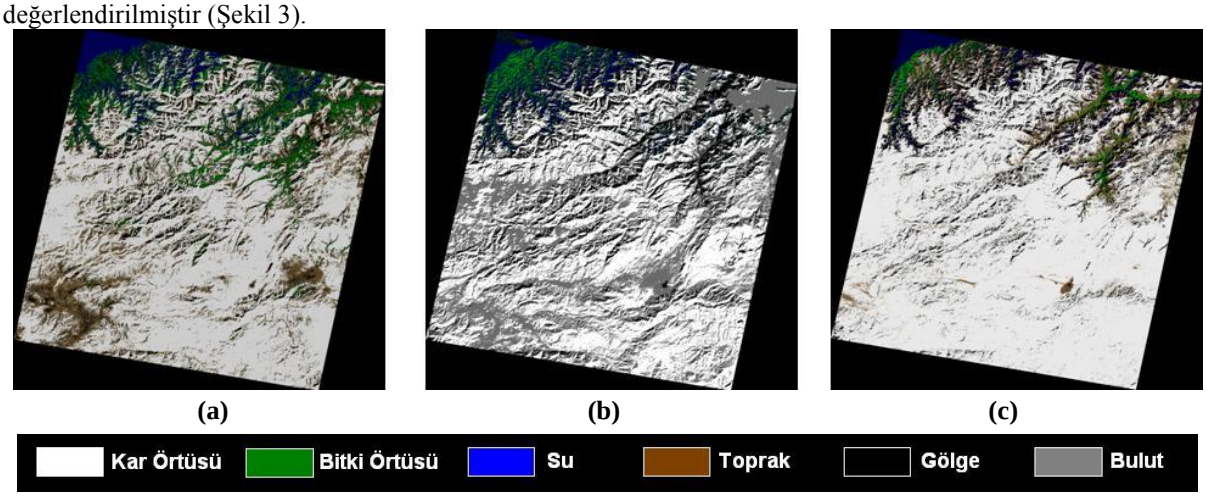
Şekil 2. Bulut ve farklı boyutlarda taneciklere sahip karın spektral yansıtım grafiği (NOAA)

Kapladığı alanın altında yer alan bölgeye ait spektral veriye ulaşılmasını kısmen ya da tamamen engelleyen bulut tabakası, karlı alanların analizinde sınırlayıcı ve dikkate alınması gereken bir etkendir. Bulut, görünür spektrumda kar ile benzer spektral karakteristiğe sahiptir. Ancak, yakın-kızılötesi bölgeye doğru yaklaştıkça yüksek yansıtım değerini koruyan bulut tabakası, tanecik büyüklüğüne oranla azalan yansıtıma sahip karlı alanlardan farklılık göstermektedir. Bu fark, en belirgin olarak kısa dalga kızılötesi bölgesinde (1,5 µm - 1,6 µm) ortaya çıkmaktadır (Şekil 2). Topografyanın şekli ve aydınlanma açısına bağlı olarak vadi ve dağlık alanlarda görülen gölge etkisi, bilgi çıkarımını, özellikle yorumlamayı olumsuz yönde etkileyen bir diğer etkendir.

3.2 Sınıflandırma ve Doğruluk Analizi

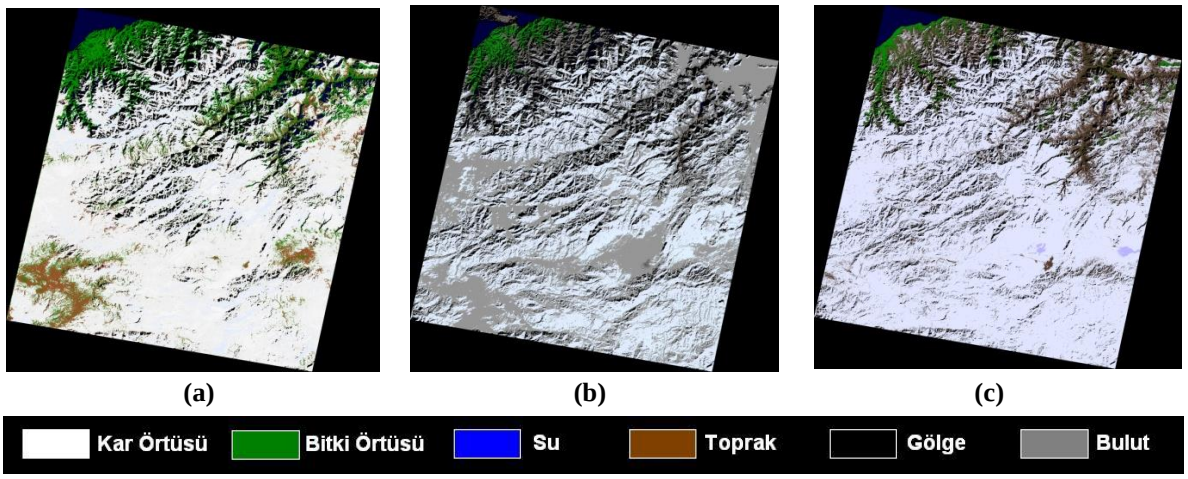
Görüntü sınıflandırması, sınıflandırmaya konu olan veri setinden anlamlı sayısal tematik harita üretme işlemidir. Uzaktan algılamada spektral sınıflandırma, cisimlerin farklı yansıtım değerlerine sahip olma esasına dayanarak görüntüdeki her bir pikseli ait olduğu özellik grubuna ayırma işlemidir (Alföldi). Bu çalışmada karlı alan miktarını tespit etmeye yönelik olarak; kümelerin DN değerlerine ve spektral uzaklıklarına bağlı olarak birleştirilmesi, ayrılması ya da silinmesiyle kümelerin iteratif gruplandırılmasını sağlayan kontrolsüz sınıflandırma ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Tecniques) algoritması ile spektral sınıf farklılıklarından yararlanarak, her bir pikselin bir sınıfa ait olma olasılığına dayanan kontrollü sınıflandırma Maksimum Benzerlik algoritması uygulanmıştır.

Kontrolsüz sınıflandırma işleminde, öncelikle benzer yansıtım özelliğine sahip 20 küme oluşturulmuş, daha sonra bu kümeler 6 sınıf (kar örtüsü, bitki örtüsü, su, toprak, gölge, bulut) altında birleştirilerek değerlendirilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Kontrolsüz sınıflandırma sonuçları **(a)** 1975 **(b)** 1988 **(c)** 2000

Kontrollü sınıflandırma işleminde kullanılan her uydu görüntüsünde kar örtüsü, bitki örtüsü, toprak, su, bulut ve gölge sınıfları için homojen kontrol alanları seçilmiştir. Kontrol bölgelerinin ayırt edilebilirliği sınıflandırma doğruluğunu etkilediğinden, ayırt edilebilirlik "Jeffries-Matusita" ve "Dönüştürülmüş Diverjans" yöntemleri ile irdelenmiştir. Düşük ayırt edilebilirlik değerine sahip kontrol sınıfları tekrar oluşturularak kontrollü sınıflandırma işlemi uygulanmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Kontrollü sınıflandırma sonuçları **(a)** 1975 **(b)** 1988 **(c)** 2000

Karlı alanın tespit edilmesine yönelik sınıflandırma işlemi ardından doğruluk analizleri yapılmıştır. Sınıflandırma doğruluğunda, hata matrisi içerisinde bağımsız olarak tanımlanmış kontrol alanları ile bu alanlara karşılık gelen sınıflandırma sonuçları karşılaştırılarak, doğru sınıflandırılmış piksel yüzdeleri (Üretici doğruluğu) ile sınıflandırılmış piksellerin yeryüzünde var olma olasılıklarının yüzdeleri (Kullanıcı doğruluğu) hesaplanmaktadır. Tablo 6 ve 7'de kontrolsüz ve kontrollü sınıflandırma işlemleri sonucunda kar örtüsü sınıfına ait doğruluk analizi sonuçları, sınıflandırma genel doğrulukları ile beraber verilmektedir.

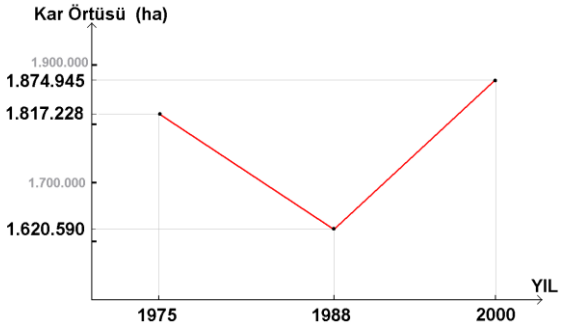
Tablo 6. Kontrolsüz sınıflandırma doğruluk analizi

	Kar örtüsü sınıfı		Genel doğruluk
	Üretici doğruluğu	Kullanıcı doğruluğu	
1975	% 96.72	% 94.46	% 62.12
1988	% 98.35	% 99.56	% 80.69
2000	% 99.91	% 95.27	% 79.99

Tablo 7. Kontrollü sınıflandırma doğruluk analizi

	Kar örtüsü sınıfı		Genel doğruluk
	Üretici doğruluğu	Kullanıcı doğruluğu	
1975	% 100.00	% 99.96	% 95.92
1988	% 97.64	% 97.83	%94.99
2000	% 99.16	% 96.01	% 98.03

Genel doğruluğu daha yüksek olan kontrollü sınıflandırma sonucunda karlı alanlar sırası ile 1975, 1988 ve 2000 yılları için 1,817,228.6 ha, 1,620,590.2 ha ve 1,874,945.7 ha olarak hesaplanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Yıllara göre kar örtüsünün alansal miktarı

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Potansiyel bir su kaynağı olarak kar örtüsünün; engebeli, yüksek arazi ve zorlayıcı iklim koşulları nedeni ile yersel yöntemler kullanılarak izlenmesi çoğu zaman güç ve hatta bazen imkânsız olmaktadır. Gelişen teknoloji, karlı alanların uydu verileri ve uzaktan algılama yöntemleri ile izlenmesine olanak sağlayarak, zamansal ve mali açıdan büyük avantajlar sunmaktadır.

Kaçkar Bölgesi'nde karla kaplı alanların miktarının uydu verileri ile tespit edilmesine yönelik yapılan bu çalışmada 1975 yılı Aralık ayında 1,817,228.6 ha olan karlı alan, 1988 yılı Ocak ayında 1,620,590.2 ha ve 2000 yılı Şubat ayında ise 1,874,945.7 ha olarak hesaplanmıştır. 1975 ve 2000 yıllarında karlı alanda artış görülürken, 1988 yılına dair hesaplanan karlı alan miktarındaki 200,000 hektarlık azalma, kullanılan uydu görüntüsünde yer alan bulut tabakaları ile doğrudan ilişkilidir. Yoğun bulut tabakası, kapladığı alanın altındaki bölge hakkında yorum yapılmasına olanak vermediğinden, bu bölgeler karlı alan olarak hesaba katılmamıştır.

Sonuçlar incelendiğinde, Kaçkar Dağları üzerindeki kar örtüsünün alansal miktarında öngörülen bir azalma ile karşılaşılmamıştır. Ancak bu sonuçtan yola çıkılarak küresel ısınmanın bu bölge üzerinde etkisini göstermediği yönünde yorum yapmak da doğru değildir. Bazı uzmanlara göre sıcaklıklar dönemsel olarak azalsa da iklimsel olarak genel eğilim, sıcaklıkların artması yönündedir (Tont, 2008). Dolayısıyla, uydu görüntüleri ile küresel ısınmanın bir bölge üzerindeki etkisi araştırılırken, söz konusu bölgenin düzenli olarak izlenmesi ve bölge hakkında uzun dönemleri kapsayan, sürekli ve yüksek doğruluklu meteorolojik veriler ile desteklenmesi gerekmektedir. Kaçkar Bölgesi'nde küresel ısınmanın etkisi hakkında yorum yapılabilmesi için eldeki verilerin yetersiz olduğu ancak yapılan çalışma sonucunda karlı alanların tespitinde uydu verilerinin etkin olarak kullanılabildiği sonucuna ulaşılmıştır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, "Doğu Karadeniz Dağlarının Kuvaterner Buzullaşması ve Paleoiklimsel Sonuçları" başlıklı TÜBİTAK 103Y114 projesi kapsamında sağlanan uydu veri desteğinden dolayı teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

Alföldi, T. T., *Introduction to Digital Images and Digital Analysis Techniques: A Basic Course for the Appreciation of Digital Analysis of Remotely Sensed Multispectral Data*. Canada Centre for Remote Sensing, Ottawa, Canada. Kaynak: http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/digitech/pdf/digitech_intro_e.pdf [08.09.2008]

Arıkan, S.; Şanlı,N.; Deveci, A.; Özer, H.; Akkuş, B.; Saka, İ.; Birsin, S.; Dolak, V.; Demirel, M.; Kardaş, M.; Özen, B.; Çakmak, M.; Kabakçı, S.; Müftüoğlu, İ.; Yıldırım, Ö., *TRA Kuzeydoğu Anadolu Tarım Master Planı,* T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, Ankara. Kaynak: http://www.tarim.gov.tr/sanal_kutuphane3/TRA.kda.pdf [05.09.2008]

Colbeck, S. C., 1979, *Grain clusters in wet snow*. J. Colloid Interface Sci. 72:371–84

Dinç, U.; Dinç, O.; Peştemalcı, V.; Yeğingil, İ.; Şenol, S. 1998, Toros Dağlarında Bir Örnek Bölgede Kar Örtüsünün LANDSAT-5 TM Sayısal Verileri Yardımıyla Araştırılması, *I. Ulusal Kar Kongresi, Köy Hiz. Gen. Müd. Erzurum Araştırma Enstitüsü Yayınları, No.70*. [05.09.2008]

Dozier, J.; Painter,T. 2004, *Multispectral and Hyperspectral Remote Sensing of Alpine Snow Properties*. Kaynak: http://arjournals.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.earth.32.101802.120404?cookieSet=1 [05.09.2008]

Heafner, H.; Leager, P. 1988, *Monitoring of Seasonal Snow Cover on Glaciers.* IGARSS. Remote Sensing: Moving Towards The 21th. Century. Int. Geoscience and Remote Sensing Symposium. ESA. Edinburg, UK.

Kawata, Y.; Kusaka, T.; Ueno, S., 1988, *Snowmelt Runoff Estimation Using Snow-Cover Extend Data and Its Application to Optimum Control of Dam Water Level.* IGARSS. Remote Sensing: Moving Towards The 21th. Century. Int. Geoscience and Remote Sensing Symposium. ESA. Edinburg, UK

Kurt, L. 2007, *Küresel Isınma ve Türkiye'nin Su Kaynakları Üzerine Etkileri*. Türkiye Tabiatı Koruma Derneği. Kaynak: http://www.ttkder.org.tr/KoseYazilari.asp?yazi=devam&id=8 [07.09.2008]

Marım, G.; Şensoy, A.; Şorman, A. A.; Şorman, A. Ü., Yukarı *Fırat Havzası İçin Elde Edilen Kar Çekilme Eğrilerinin Zamansal Analizi ve Modelleme Çalışmaları*. Kaynak: http://www.dsi.gov.tr/duyuru/su_forumu_dosya/karhidrolojisi_erzurum/bildirisunumlari/YUKARI%20FIRAT%20HAVZASI%20%C4%B0%C3%87%C4%B0N%20ELDE%20ED%C4%B0LEN%20KAR%20%C3%87EK%C4%B0LME%20E%C4%9ER%C4%B0LER%C4%B0N%C4%B0N%20ZAMANSAL%20ANAL%C4%B0Z%C4%B0%20VE%20MODELLEME%20%C3%87ALI%C5%9EMALARI.pdf [05.09.2008]

NOAA., *1.6m Wavelength Important for Operational Remote Sensing at NOAA* Kaynak: http://www.nohrsc.noaa.gov/technology/avhrr3a/avhrr3a.htm [07.09.2008]

Tont, S. A., 2008, *Köpek Balıkları, James Watson ve Küresel Isınma…,* Bilim ve Teknik Dergisi, Nisan, sy. 70-71

O'Brien, H.; Munis, R. H., 1975, *Red and nearinfraredspectral reflectance of snow. Research Rep. 332*, U.S. Army CRREL,Hanover, NH

Ostrem, G. 1984, *Snow and Ice Proceedings of a Post Graduate Summer School On Remote Sensing.* University of Dundee. ESA. SP-216

Tüfekçioğlu, A.; Güner. S; Tilki, F.; Cengiz, T. 2005, *Artvin İl Gelişme Planı, Çevre ve Mekansal Gelişme Sektörü Raporu.* Kaynak: http://www.artvin.gov.tr/igp/agip_evre.pdf [12.09.2008]

Türkiye Çevre Atlası, *IV. Flora-Fauna ve Hassas Yöreler*, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı. Kaynak: http://www.cedgm.gov.tr/cevreatlasi/florafauna.pdf [08.09.2008]

Wapedia, 2006, *Wiki: Kaçkar Dağları*. Kaynak: http://wapedia.mobi/tr/Ka%C3%A7kar_Da%C4%9Flar%C4%B1 [07.09.2008]

WWF Türkiye, 2006, *Doğu Karadeniz Havzası*. Kaynak: http://www.wwf.org.tr/wwf-tuerkiye-hakkinda/nerede-calisiyoruz/dogu-karadeniz-havzasi/ [08.09.2008]