



İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü
COĞRAFYA DERGİSİ

Sayı 15, Sayfa 13-23, İstanbul, 2007

Basılı Nüsha ISSN No: 1302-7212

Elektronik Nüsha ISSN No: 1305-2128



**TAŞKIN ALANLARININ BELİRLENMESİNDE FARKLI TARİHLİ
ve FARKLI ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN
KULLANIMI: 2003 MAHANADI TAŞKINLARI ÖRNEĞİ
(ORISSA – HİNDİSTAN)**

Determination of Flood Extent Using Multi -Temporal & Multi -Resolution Satellite Images:

A Case Study of Mahanadi River's Floods in 2003 (Orissa – India)

Hasan ÖZDEMİR

İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü
ozdemirh@istanbul.edu.tr

Alındığı tarih: 13.03.2006; Kabul tarihi: 18.10.2007

Abstract

Floods are among the most devastating natural hazards in the world, claiming the largest amount of lives and property damage. Determination of the flood extent by using remote sensing technologies for a particular area is more easy today. Also, obtaining of multi-temporal and multi-resolution satellite images give us kinds of oppurtunities on extracting of the inundated areas. A case study has been applied on the Mahanadi river which is located in eastern side of India where occur floods every year due to monsoon rainfall.

In this study, Landsat ETM+, IRS Pan and Radarsat-1 satellite images which have obtained different dates and resolutions have been used. The extent of the flood and inundated areas have been extracted from these images between 04 and 20 September 2003 by using Density Slicing and Unsupervised (ISODATA) Classification techniques. Also, accuracy assesment has been done for the results of techniques. After that, landuse types which were affected during the flood have been determined by using Geographic Information Sistem (GIS).

Keywords: Remote Sensing, Flood, Density Slicing, Unsupervised Classification, Error Matrix

Özet

Taşkınlar, ortaya çıkardığı büyük çaplı can ve mal kaybından dolayı dünyada en çok tahribata neden olan afet türleri arasında yer alır. Meydana gelen bu taşkınların dağılış alanlarını belirlemek, gelişen uzaktan algılama teknolojileri ile daha kolay ve çabuk olmaktadır. Farklı tarihli ve değişik çözünürlükte uydu görüntülerinin temin edilebilmesi, taşkın alanlarının belirlenmesinde çeşitli olanaklar sağlamaktadır. Bunun bir örneği, hemen hemen her yıl muson yağmurlarının etkisiyle taşkınlara maruz kalan Hindistan'ın doğusundaki Orissa'daki Mahanadi akarsuyu ve kolları üzerine uygulanmıştır.

Çalışmada, farklı tarih ve çözünürlükte olan Landsat ETM+, IRS Pan ve Radarsat-1 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu uydu görüntülerine Density Slicing ve Unsupervised (ISODATA) Sınıflama teknikleri uygulanarak, Mahanadi akarsuyu kolları üzerinde 04-20.09.2003 tarihleri arasında değişik zamandaki taşkın suyunun hareketi ortaya konmuştur. Ayrıca, tekniklere ait sonuçlara Error Matriksi uygulanarak tekniklerin doğruluk belirlenmesi yapılmıştır. Bunun yanında taşkınların etkilediği arazi kullanım türleri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan Algılama, Taşkın, Density Slicing, Unsupervised Sınıflama, Error Matriksi.

GİRİŞ

Taşkınlar, ortaya çıkardığı büyük çaplı can ve mal kaybindan dolayı dünyada en çok tahribata neden olan afet türleri arasında yer alır (CEOS, 2003). Bundan dolayı taşkın afetinin meydana geldiği ülkelerde, bu afet türüne karşı hazırlıklı olmak, ortaya çıkacak zararları azaltmak ve engellemek amacıyla bir çok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalardan birisi de meydana gelmiş taşkınların yayılış alanlarını belirlemek ve bundan sonraki olası taşkınlar için hazırlıkların yapılmasını sağlamaktır.

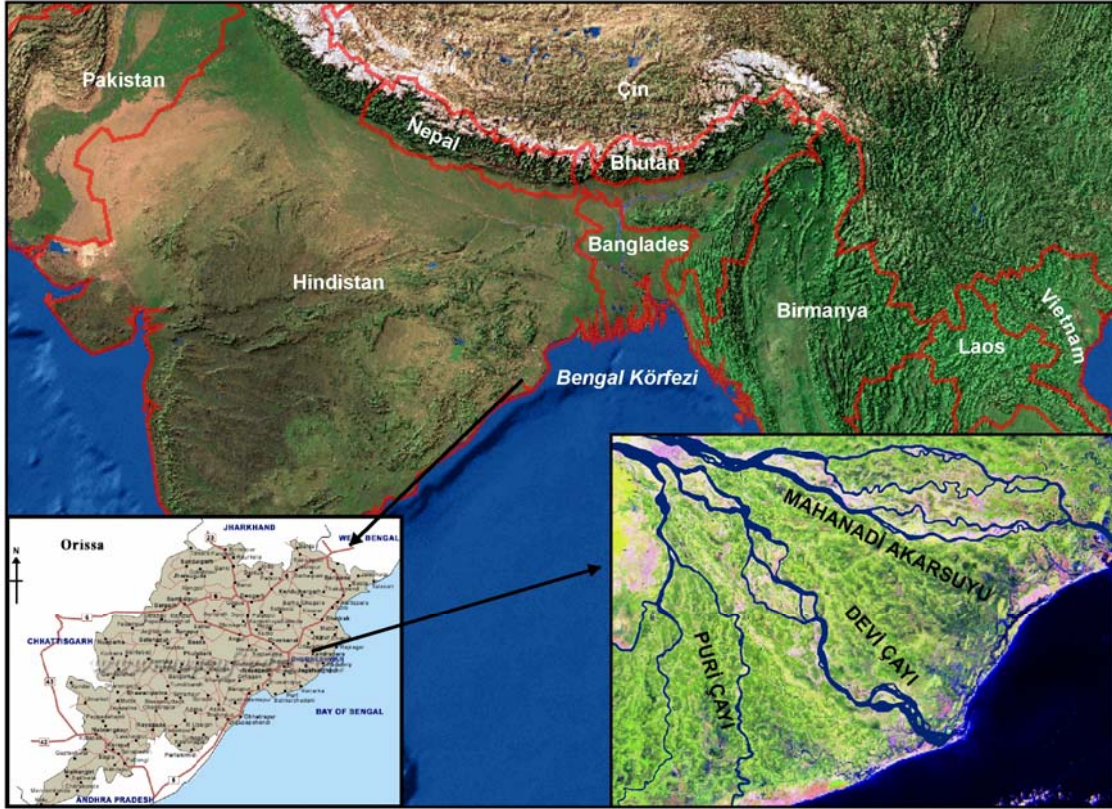
Uzaktan algılama verileri son zamanlarda hidrolojik çalışmalarda önemli kaynak verileri haline gelmiştir. Uzaktan algılama teknolojileri, değişik uydulardan sağlanan farklı çözünürlükteki ve zamandaki verilerle, taşkınlar hakkında bilgi verebildiği gibi, bunların meydana geldiği havzalar için de önemli veriler sağlarlar (MacIntosh vd., 1995:1; Schultz vd., 2000:230). Özellikle, taşkın sonrası, taşkınının yayılış alanının çıkartılması ve sonrasında arama kurtarma çalışmalarına yardımcı olması ve hasarın ortaya konması açısından uydu görüntüleri önemli bir yere sahiptir.

Bu amaç doğrultusunda, çalışma alanı olarak Hindistan'ın Orissa eyaletindeki Mahanadi akarsuyu ve kolları seçilmiştir (Şekil 1). Yaklaşık 114.464 km² alanla

Hindistan'ın %4.3'üne sahip olan Mahanadi akarsuyu havzası, kuzeyden

Bundelkhand'ın merkezi Hindistan tepeleri, güney ve doğudan Doğu Gatlar, batıdan ise Maikala kütleyle çevrilidir (Panda, vd., 2005:4). Havzadaki ortalama yıllık yağış 1463 mm, yıllık maksimum yağış 1663 mm ve minimum ise 1331 mm'dir. Yağışlar Haziran-Eylül ayları arasında Muson mevsiminde düşer. Yağışlara bağlı olarak akarsuyun akım değerlerinden yıllık ortalama akım 1895 m³/sn olurken maksimum akım 6352 m³/sn'dir. Minimum akım ise Aralık - Haziran ayları arası olup 759 m³/san.'dir (Coleman vd.,2006:137).

Havzada toplanan suların deşarjı Mahanadi akarsuyu deltası üzerinden gerçekleştirilir. Bu delta üzerinde ana akarsu, kuzeyde Brahmani-Baitarani akarsuyu, ortada Mahanadi ve güneyde Devi - Puri çayları olarak 3 ana kola ayrılır (Kumar, 2003: 1410). Bu kolların da birçok alt kolu bulunmaktadır. Mahanadi delta alanı hemen hemen her yıl muson yağışlarının etkisiyle taşkınlarla maruz kalmaktadır. Bölgede meydana gelen ve çalışmada ele alınacak olan 2003 taşkını, 27.08.2003 - 20.10.2003 tarihleri arasında gerçekleşmiş olup 55 gün sürmüştür. Çalışma alanındaki taşkın görülme aralığı ise 16 gündür.



Şekil 1: Çalışma alanının lokasyonu

Hindistanın bu bölgesinde meydana gelen taşkın sadece Mahanadi akarsuyu ve kollarında değil, diğer ana ve alt kollarda da meydana gelmiştir. Taşkınlar da toplam 67 kişi hayatını kaybetmiş olup 3 milyon kişi evsiz kalmıştır. Taşkınlar sonucunda 117.900 km² alan etkilenmiştir ve toplam maddi kayıp ise 55 milyon dolardır (www.dartmouth.edu).

Çalışmada, Hindistan'ın bu bölgesinde meydana gelen bütün taşkın alanları değil, sadece delta alanı üzerindeki Mahanadi akarsuyu ve kolları üzerindeki taşkınlar, farklı tarih ve çözünürlükteki uydu görüntüleri kullanılarak incelenecektir.

MATERYAL ve METOD

Çalışmadaki veri kaynaklarını Landsat ETM+ (2000), IRS Pan (2003) ve Radarsat-1 (2003) görüntüleri oluşturmaktadır. Bu

verilere ait genel bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Ayrıca sahada taşkın sonrasında arazi kullanım türü olarak zarar gören alanların ortaya konması amacıyla sayısal arazi kullanımı verileri kullanılmıştır. Fakat bu veriler bütün alan için bulunmayıp, sadece Mahanadi akarsuyu kollarından Puri çayı çevresindeki arazi kullanım türlerini içermektedir. Böylece, çalışma hem Mahanadi akarsuyu ve Devi-Puri kollarının genelinde olurken, hem kollarından birisi olan Puri çayı üzerinde odaklanacaktır.

Uydu görüntüleri üzerindeki analizler Erdas 8.7 uzaktan algılama yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Çalışma sonucunda, taşkın etkilediği arazi kullanım türlerinin belirlenmesi ise ArcGIS 9 Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı kullanılarak ortaya konmuştur.

Tablo 1: Kullanılan uydu görüntüleri ve özellikleri
(Lillesand vd.2004:707; Agrawal, vd., 2005:38; Sesören, 1999: 88)

Parametreler	Optik Görüntü		Radarsat-1
	Landsat ETM+	IRSIC PAN	Radarsat-1
Band	VNIR bandları 1-5, 7 TIR band 6 Pankromatik band 8	Band 1	C band
Spektral Çözünürlük (μm)	1= 0.45-0.51 2= 0.52-0.60 3= 0.63-0.69 4= 0.75-0.90 5= 1.55-1.75 6= 10.40-12.50 7= 2.08-2.35 8= 0.52-0.90	1= 0.50-0.75	C=5.6 cm
Mekansal Çözünürlük (metre)	Band 1-5,7 = 30x30 Band 6 = 60x60 Band 8 = 15x15	5.8x5.8	10x 10 - 100x100
Polarizasyon	Yok	Yok	HH
Swath Genişliği	185 km	70 km	50-500 km
Zamansal Çözünürlük (Tekarlama-gün)	16	24-25	Değişken
Sahibi	ABD	Hindistan	Kanada
Kullanılan Görüntülerin Çekim Tarihleri	2000 (Mahanadi)	16.01.2003 (Mahanadi)	04-09-2003 (Mahanadi) 11.09.2003 (Puri) 13.09.2003 (Puri) 20.09.2003 (Mahanadi)

Veri kaynakları içindeki Landsat ETM+ ve IRS Pan uydu görüntülerinin kullanılması, taşkın öncesinde akarsuyunun güncel yatağının çıkartılması amaçlıdır. Ancak IRS Pan görüntüsü yine sadece Puri çayı ve çevresi için mevcuttur. Radarsat-1 görüntüsü 04 – 20.09.2003 tarihleri Mahanadi akarsuyu geneli için mevcutken, 11 – 13.09.2003 tarihlerine ait uydu görüntüleri sadece Puri çayını içine almaktadır. Radarsat-1 görüntüsü, Tablo 1'deki tarihlerden de anlaşılacağı üzere sahanın taşkın sırası ve sonrası görüntülerini oluşturmaktadır. Radar sensörleri, optik sensörlerden farklı olarak aktif sistemler olması nedeniyle bulut ve orman örtüsünden etkilenmezler(Lillesand vd. 2004:638; Wang, 2003:3; Schultz vd, 2000:230; Stancalie vd., 2005: 315). Ayrıca, pürüzsüz su yüzeyleri radar dalgalarına karşı gösterdikleri speküler yansımadan sinyallerin antene geri dönüşleri gerçekleşmez. Bundan dolayı durgun su yüzeyleri koyu siyah tonda görüntüye yansır(Lillesand vd. 2004: 682). Radar görüntüleri bu özelliğinden dolayı taşkın alanlarının belirlenmesinde en çok tercih edilen görüntülerdir.

Sahadaki taşkınların yayılış alanlarının belirlenmesinde kullanılan analiz teknikleri, Visual Interpretation, Density Slicing, Unsupervised (ISODATA) Sınıflama'dır. Bu

analizlere geçilmeden önce uydu görüntülerinin geometrik düzeltmeleri yapılmış ve bütün görüntülerin Hindistan için kullanılan Polikonik projeksiyonuna dönüşümü gerçekleştirilmiştir. Ayrıca radar görüntüleri, sınıflama öncesinde hata payını azaltmak amacıyla lekelerden arındırılmıştır (Speckle Suppression). Uydu görüntülerinin analizlerinde takip edilen adımlar Şekil 2 de verilmiştir.

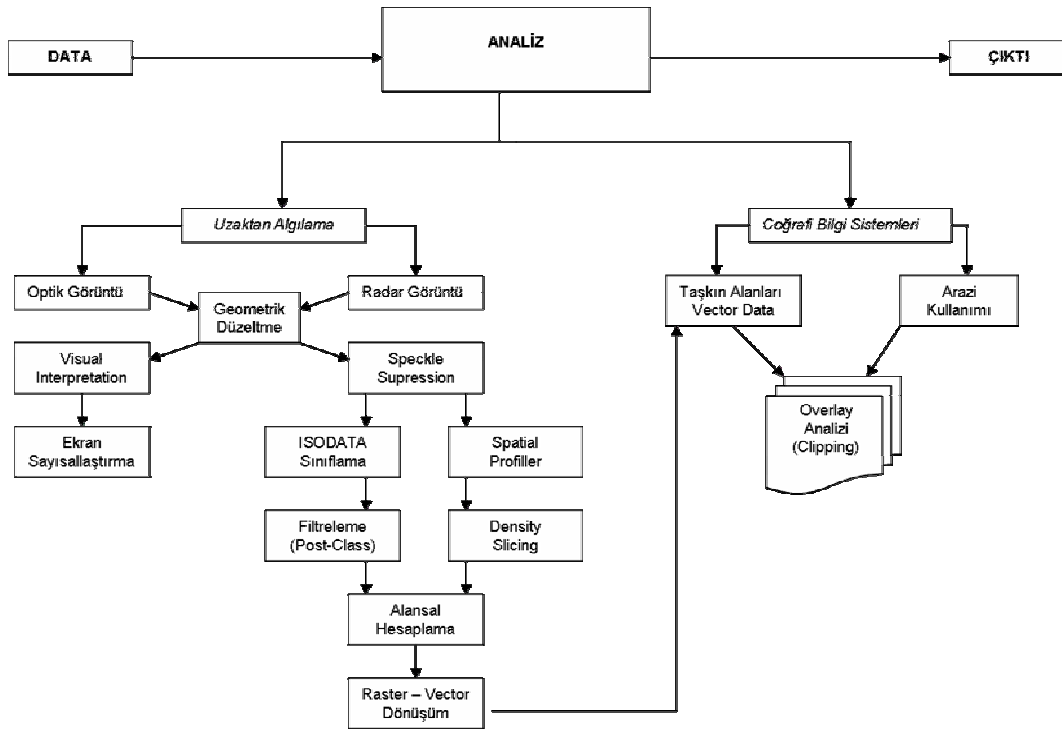
UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN ANALİZİ

Taşkınların uzaktan algılama ile çalışılmasında, farklı özelliklerdeki uydu görüntülerinin mevcut olmasından dolayı, değişik teknikler kullanılmaktadır. Bu teknikler genel olarak görüntünün geometrik düzeltilmesinden sonra görsel olarak yorumlama için görüntü zenginleştirme (Image Enhancement) ve sınıflama (Image Classification) başlıkları altında toplanmaktadır. Bu çalışmada, görüntü zenginleştirme tekniklerinden sadece Density Slicing ve Unsupervised (ISODATA) Sınıflama teknikleri uygulanmıştır. Ayrıca, optic uydu görüntülerinin de kontrast arttırımı yapıp uygun band kombinasyonlarıyla sahadaki taşkın öncesinde akarsu yatakları çıkartılmıştır.

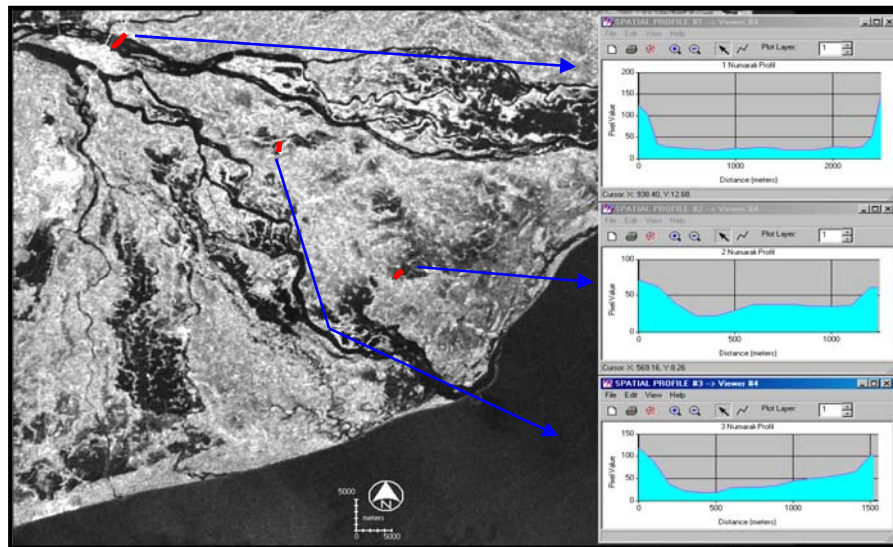
Density Slicing, görüntü zenginleştirme tekniklerinden kontrast arttırımı içinde yer alır. Bunda görüntünün sahip olduğu

sürekli gri tonların, belli aralıklar dahilinde gruplandırılması yapılır (Lillesand, 2004:512; Agrawal vd. 2005:22). Çalışmada gruplandırmayı yapabilmek için 04 Eylül 2003 tarihli çekilmiş Radarsat-1 görüntüsü üzerinde belirli lokasyonlardan spatial profiler çıkartılmıştır (Şekil 3). Bu profil çıkartılan yerlerin tespitinde taşkın, suyun çekildiği bataklık veya nemli alanlar ve kara özelliklerini kapsayan yer olmasına dikkat edilmiştir. Profillerden elde edilen sınır piksel DN (Digital Number) özelliklerine göre gruplandırma yapılmıştır (Tablo 2). Buna göre 1. sınır, derin su yü-

zeyinin olduğu alanları gösterirken 2. sınır da karadaki nispeten daha az derinlikteki su yüzeyini gösterir. Bundan dolayı ikinci sınıra kadar olan kesim taşkın suyunun halen görüldüğü alanlar olarak kabul edilmiştir. 3. sınır ise suyun nispeten çekildiği bataklık ve topraktaki nem içeriğinin fazla olduğu alanlar olarak karşımıza çıkar. 3. sınırın üstü ise taşkından etkilenmemiş kara parçalarıdır (Şekil 4). Gruplara ait alansal hesaplamalar Tablo 3' te verilmiştir.



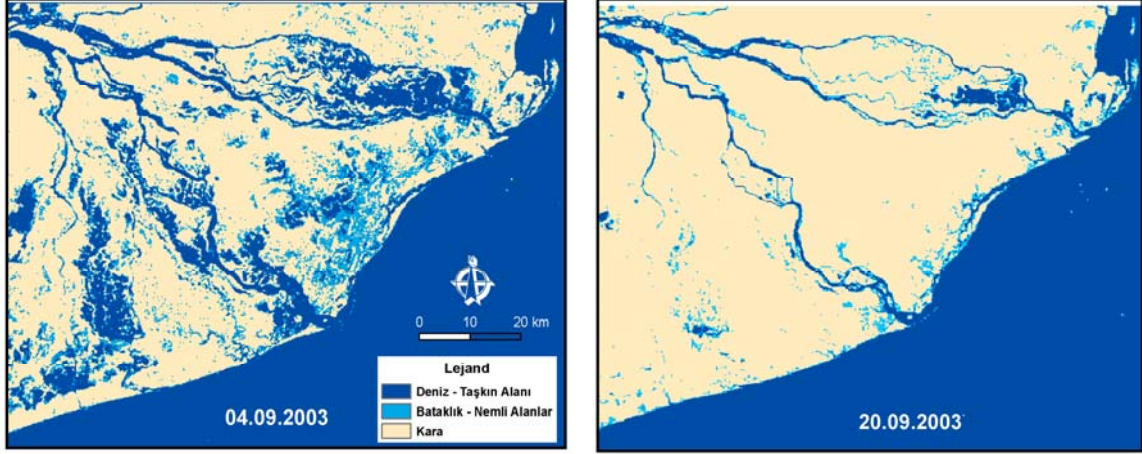
Şekil 2: Uydu görüntülerinin analizinde takip edilen adımlar.



Şekil 3: Spatial profilerler ve lokasyonları (04.09.2003 Radarsat-1 görüntüsü)

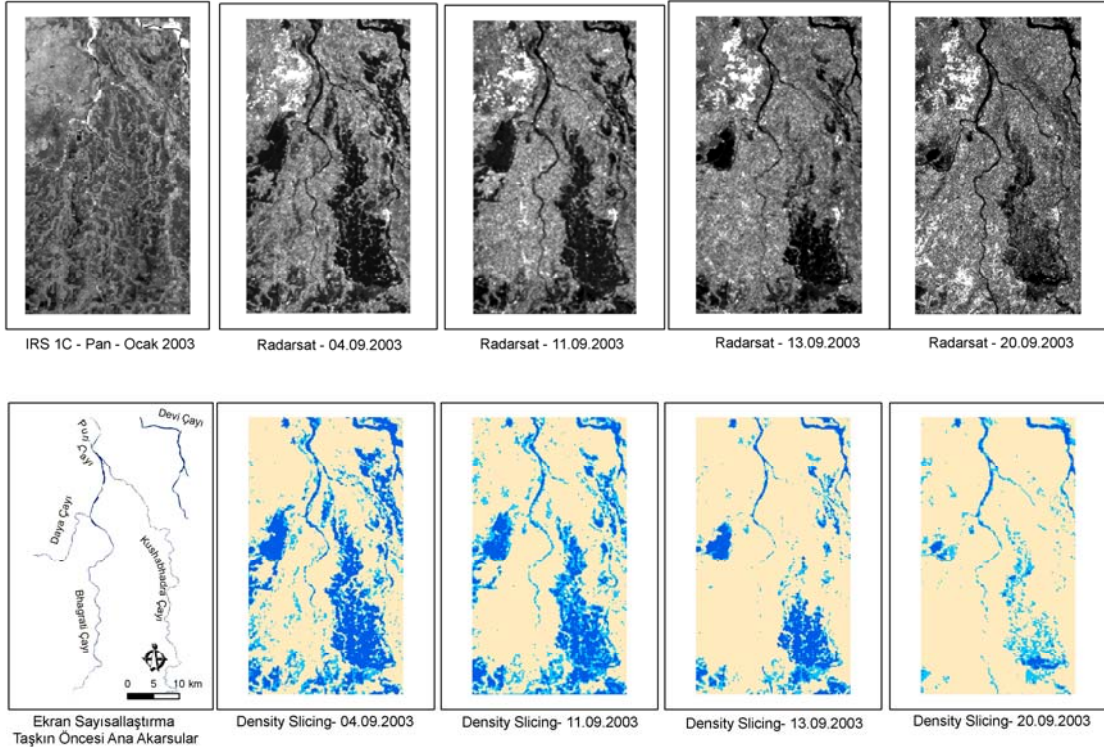
Tablo 2: Spatial profillerin sınır özellikleri

	<i>Profil 1</i>	<i>Profil 2</i>	<i>Profil 3</i>
Sınır 1 DN değeri	28	23	20
Sınır 2 DN değeri	38	38	38
Sınır 3 DN değeri	54	60	60

**Şekil 4:** Density Slicing tekniği ile üretilmiş taşkın yayılışı haritası

Aynı piksellerin DN değerlerine ait sınır özellikleri Puri Çayı için de uygunlanmıştır (Şekil 5). Bu çaya ait 2003 Pan IRS görüntüsü üzerinden Puri Çayı ve yan kolları sayısallaştırılmış. Daha sonra ise 04 - 11 - 13 - 20.09.2003 tarihlerine ait farklı

Radarsat görüntülerine Density Slicing tekniği uygulanmıştır. Bu çalışma sonucunda ortaya çıkan taşkın alanlarının alansal ifadeleri de Tablo 3'te verilmiştir.

**Şekil 5:** Puri Çayı ve kollarının taşkın öncesi, taşkın dönemi ve sonrasında ait görüntüler ve Density Slicing tekniği ile oluşturulmuş taşkın yayılış alanları.

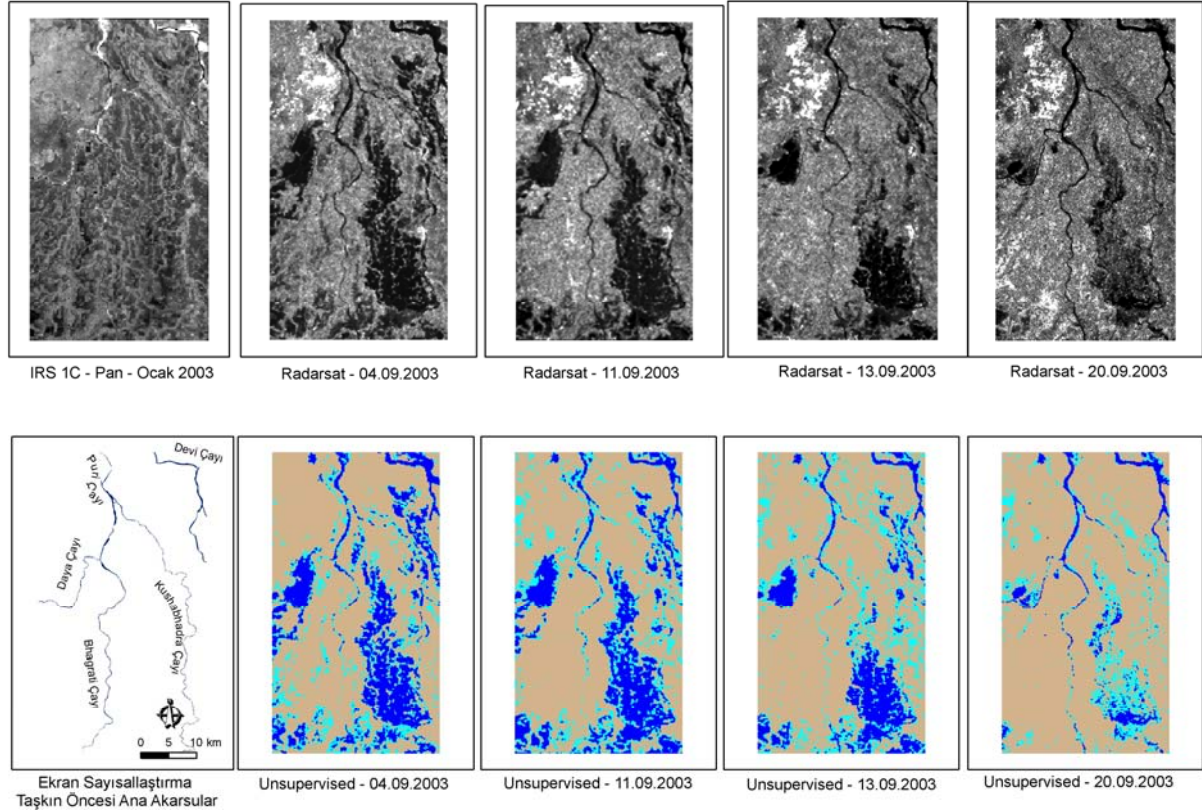
Unsupervised (ISODATA) Sınıflama, taşkın alanlarının belirlenmesinde uygulanan tekniklerden birisidir. Bu sınıflamada, Tou ve Gonzalez (1974) tarafından adlandırılan ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis) algoritması kullanılmıştır. Bu algoritma, bir iterasyondan diğerine geçilirken, kümelerin DN değerleri ve uzaklıklarına bağlı olarak birleştirilmesi, ayrılması ve silinmesiyle kümelerin gruplandırılmasını sağlar (Lillesand, 2004:573; Agrawal, 2005:51; Robinson vd., 2004:216). Bu tür sınıflama tekniği, çalışılan saha hakkında

detay bilgiye sahip olunmadığında uygulanabilir (Kerle vd., 2004:199).

ISODATA sınıflama Mahanadi akarsuyu kollarına ve ayrıca Puri çayı ve kollarına uygulanmıştır (Şekil 6, 7). Mahanadi akarsuyu ve kollarında taşkın öncesi, taşkın sırası ve sonrasındaki suyun hareketini görmek mümkündür. Aynı hareketlilik Puri çayı içinde söz konusudur. Fakat burada, Density Slicing tekniğinde olduğu gibi 5 ayrı zamana ait görüntünün olması, suyun hareketinin daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır. Bu iki örneğe ait taşkınların alansal ifadeleri Tablo 3' te verilmiştir.



Şekil 6: Mahanadi akarsuyu kolları taşkın öncesi, sırası ve sonrası görüntüleri ve Unsupervised tekniği oluşturulmuş taşkın yayılım alanları



Şekil 7: Puri Çayı ve kollarının taşkın öncesi, sırası ve sonrası görüntüleri ve Unsupervised tekniği ile oluşturulmuş taşkın yayılış alanları.

Tablo 3: Uydu görüntülerinin analiz sonuçları

Teknik	Katmanlar	Mahanadi Akarsuyu		Puri Çayı			
		04.09.03	20.09.03	04.09.03	11.09.03	13.09.03	20.09.03
Density Slicing	Taşkın Alanı (km²)	1623.82	855.81	310.83	226.19	148.72	89.63
	Bataklık- Nemli Alanlar (km ²)	853.74	369.56	200.04	252.06	114.78	75.62
	Karasal Alanlar (km ²)	4142.34	5467.85	1118.50	1164.00	1363.15	1480.25
		04.09.03	20.09.03	04.09.03	11.09.03	13.09.03	20.09.03
ISODATA Sınıflama	Taşkın Alanı (km²)	1786.39	736.08	301.49	287.37	207.74	86.51
	Bataklık- Nemli Alanlar (km ²)	673.37	339.23	234.48	253.71	259.31	190.81
	Karasal Alanlar (km ²)	4118.64	5497.34	1093.41	1087.78	1159.59	1345.85
Taşkın Alanlarındaki Fark (km²)		162.57	119.73	9.34	61.18	59.02	3.12

Tablo 3'te, Mahanadi ve onun bir kolu olan Puri çayı için farklı zamanlara ait uydu görüntülerinin analizi sonucunda, taşkının 04-20.09.2003 tarihleri arasındaki hareketliliği ve etki alanları görülmektedir. Alansal sonuçlara göre, taşkının 20.09.2003 tarihindeki alansal boyutu 04.09.2003 tarihine göre ne kadar düşük olsada daha tam olarak alandan çekilmediği anlaşılmaktadır. Buna rağmen 04-20

Eylül arası suyun çekilişi alansal değerlerde net bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Bu sonucun yanında, uydu görüntüsünün analizinde kullanılan teknikler arasındaki sonuçların farklılığı dikkat çekmektedir. Bu farklılık Mahanadi akarsuyunun olduğu, daha büyük alana sahip görüntüde biraz daha fazladır. Bunda, denizin alansal hesaplamadaki etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Puri çayında ise bu farklılık çok daha azdır.

Sonuçların karşılaştırılması olarak kontrolünü sınamak amacıyla, sınıflandı-

rılan 04.09.2003 tarihli Radarsat-1 görüntüsünün Density Slicing tekniği ile üretilen sınıflama referans data olarak kullanılmak suretiyle Error Matrisi'ni çıkartılmıştır (Tablo 4). 400 düzensiz rastgele ola-

rak belirlenen noktalarla belirlenen error matrisinde, her bir sınıf için Producer ve User Accuracy değerleri yanında, toplamdaki doğruluk (Overall Accuracy) da hesaplanmıştır.

Tablo 4: Sınıfların Error Matrisi değerleri

Sınıflar	Referans Data			Sınıflar Toplam
	Taşkın-Deniz	Nemli-Bataklık	Karasal Alanlar	
Taşkın – Deniz	178	1	0	179
Nemli – Bataklık	4	34	32	70
Karasal Alanlar	0	2	149	151
Referans Veri Toplam	182	37	181	400

	Producer Accuracy	User Accuracy
Taşkın – Deniz	% 98.80	% 99.44
Nemli – Bataklık	% 91.89	% 48.57
Karasal Alanlar	% 82.32	% 98.68

Ortalama Doğruluk = % 90.25
(Overall Accuracy)

Tablo 4'ten de anlaşılacağı üzere 400 adet rastgele piksel örneklemeyle oluşturulan matrislerden üretilen Producer ve User Accuracy değerleri yüksek çıkmıştır. Sadece nemli – bataklık alanların User Accuracy sonucu düşük değer göstermektedir. Buna karşın Ortalama Doğruluk (Overall Accuracy) % 90.25 gibi yüksek bir değer olması, taşkın alanı belirlemede kullanılan iki tekniğin bir birine yakın sonuçlar verdiğini destekler niteliktedir.

Ayrıca sınıflamanın doğruluğunu ortaya koymak amacıyla Kappa Analizi yapılmıştır. Bunun için sınıflama sonuçlarına k^{\wedge} (KHAT) istatistiği uygulanmıştır. KHAT istatistiği formülü (Lillesand, 2004:591 ; Agrawal, 2005:53 ; Verbyla, 1995: 158);

$$\hat{k} = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})}$$

Formülde yer alan;
r = error matrisindeki satır sayısı
xii = satır i ve kolon i deki gözlem sayısı
xi+ = satır i deki toplam gözlem
x+i = kolon i deki toplam gözlem
N = matrisdeki toplam gözlem sayısı'dır.

Formül sonucu 1'e yaklaştığı oranda alınan gözlem sayısına bağlı olarak kendi içinde sınıflamanın doğruluğu daha fazla olmaktadır. Sonucun 0'a yaklaşık olması, sınıflamanın kendi içinde hatalı olduğunu ortaya koyar (Lillesand vd., 2004: 592). Khat istatistiği sonuçlarına göre, sadece nemli – bataklık alanlar da 0.4 gibi bir değer gösterirken diğerlerinde 0.95 üzerinde değere sahiptir. Ortalama Khat değeri de 0.84 gibi yüksek bir değerdir (Tablo 5).

Tablo 5: Kappa analizi sonuçları

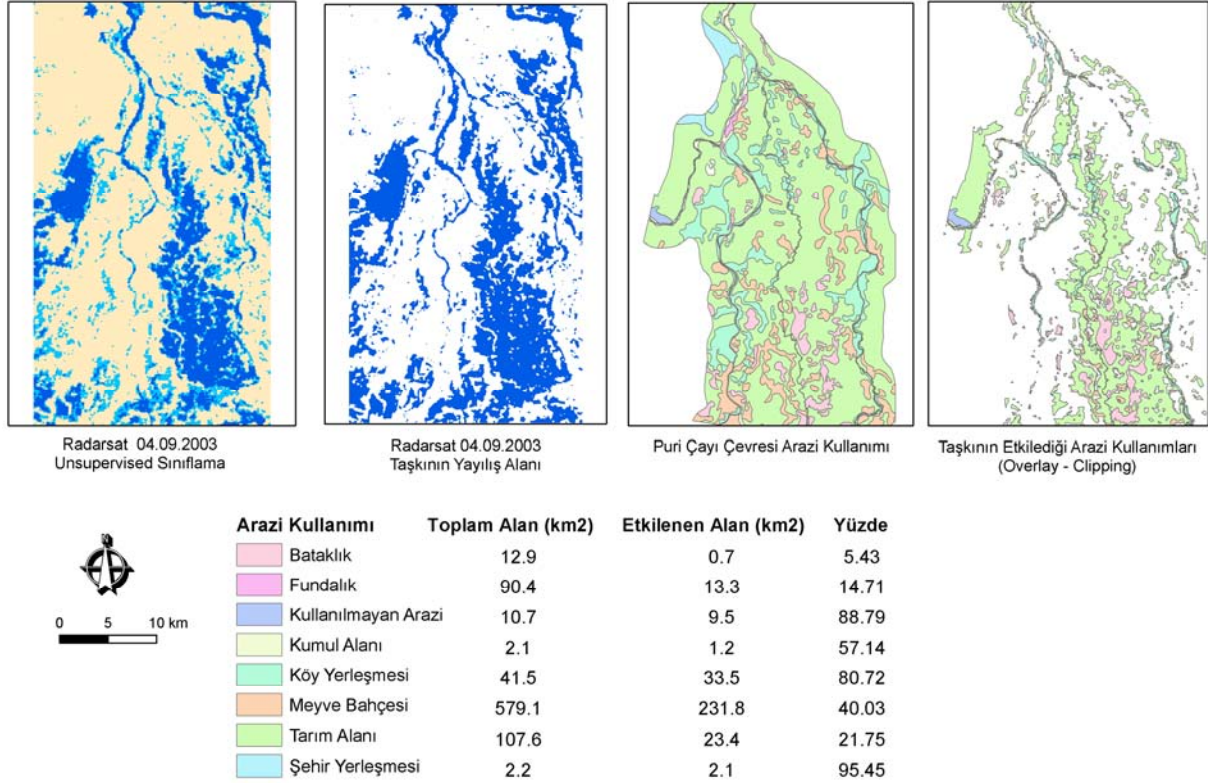
Sınıflar	KHAT
Taşkın – Deniz	0.9897
Nemli – Bataklık	0.4333
Karasal Alanlar	0.9758

Ortalama KHAT = 0.84

Taşkın alanlarının belirlenmesinden sonra, taşkınların neden olduğu hasarın ortaya konmasında da uzaktan algılama verileri önemli katkı sağlamaktadır. Fakat bu hasarın (can veya mal kaybı) belirlenmesi için daha öncesinde saha ile ilgili oluşturulmuş sayısal veri tabanına sahip olunması gerekir. Böylelikle taşkından hemen sonra, taşkından etkilenen insan ve arazi kullanım türleri çok kısa sürede belirlenip hasar tespiti çalışmaları yapılabilir. Bunun küçük bir örneği, Puri çayı çevresi için yapılmıştır (Şekil 8). Burada,

04.09.2003 tarihindeki taşkınların ve nemli-bataklık alanların toplam alanı, hasar gören alanlar olarak kabul edilmiştir. Daha sonra mevcut olan fakat sahanın tamamını kapsamayan arazi kullanımı katmanıyla CBS’de overlay analizi içinde Clipping tekniği kullanılarak, taşkın alanı içinde kalan arazi kullanım türleri ve bunların alansal hesaplamaları yapılmıştır (Şekil 8).

Buna göre, mevcut olan arazi kullanımı katmanının üzerinde taşkınların alansal olarak en fazla etkili olduğu türler, meyve bahçesi, köy yerleşmeleri, tarım alanı ve fundalıklardır. Bunun yanında mevcut toplam alanlarına göre en fazla etkilenen türler, şehir yerleşmeleri (%95), kullanılmayan boş araziler (%88), köy yerleşmeleri (%80) ve kumul alanlarıdır (%57) (Şekil 8).



Şekil 8: Puri çayı ve çevresinde 04.09.2003 taşkınyndan etkilenen arazi kullanım türleri

SONUÇ

Çalışmada, farklı zamanlı ve farklı çözünürlükteki uydu görüntülerinin taşkınların yayılış alanlarının belirlenmesindeki kullanılabilirlikleri ve bunun bir örnek çalışması olarak ta Hindistan’ın Orissa eyaletindeki Mahanadi çayı kolları üzerinde 2003 yılında meydana gelen taşkınlar ele alınmıştır. Kullanılan uydu görüntülerinden radar görüntüleri, taşkın alanlarının belirlenmesinde, optik uydu görüntüleri ise taşkınların meydana geldiği akarsu yataklarının sayısallaştırılmasında faydalanılmıştır. Değişik zamanlı Radarsat-1 görüntülerinin analizinde, görüntü işleme tekniklerinden Density Slicing ve Unsupervised (ISODATA) Sınıflama tekniği kullanılmış olup, optik uydu görüntülerinde ise akarsu yataklarının çıkartılması için visual interpretation tekniği kullanılmıştır. Ayrıca, uygulanan tekniklere ait

sonuçların karşılaştırmalı olarak doğruluk belirlenmesi yapılmıştır.

Buna göre, farklı zamanlı uydu görüntüleri, taşkın afetinin meydana geldiği alanlarda, hemen taşkın sonrasında, taşkın yayılış alanını, etkilediği alanları belirleme, izleme, hasar tespiti yapma bakımından önemli bir yere sahiptir. Taşkın meydana geldiği zamanda bulutlu atmosferik koşulların hakim olma olasılığının fazla olmasından dolayı, bulut örtüsünden etkilenmeyecek radar görüntülerinden maksimum düzeyde faydalanılabilir. Yüksek çözünürlüklü optik uydu görüntüleriyle, taşkın öncesinde sahalara ait veri tabanları oluşturulabilir. Farklı zamanlı uydu görüntüleriyle de taşkınların meydana geldiği alanlarda günlere bağlı olarak suyun hareketliliği izlenebilir. Bu da bize taşkın afetine karşı yapılacak çalışmalarda büyük kolaylık sağlar.

Taşkın çalışmaları için uydu görüntülerinin analizinde bir çok teknikten bu çalışmadan kullanılan Density Slicing ve Unsupervised Sınıflama teknikleri, sonuçları bakımından birbirine yakın değerler ortaya koymuştur. Çıkarılan Error Matriksi ve Kappa analizi sonuçlarından da anlaşılacağı üzere, tekniklerin sonuçları birbirilerini doğrular niteliktedir. Bu da kullanılan yöntemin güvenilirliğini ortaya koymaktadır.

Taşkın çalışmaları öncesi ve sonrasında uydu görüntülerinden faydalanılması afetin etkilerinin çabuk ortaya konması bakımından önem arzeder. Bu şekilde yapılacak analiz çalışmaları, daha sonra meydana gelecek afetlere karşı önlemlerin alınması ve hazırlıklı olunması açısından büyük öneme sahiptir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışmada kullanılan ham veriler, TÜBİTAK-BAYG tarafından desteklenen Yurtdışı Araştırma Bursu ile eğitim alınan IIRS (Indian Institute of Remote Sensing)'ten temin edilmiştir. Yurtdışı çalışmalarında bana desteklerini esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Barış MATER ve Doç. Dr. Hüseyin TUROĞLU'na teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

AGRWAL, S., TIWARI, P.S., 2005, Basic Principles of Remote Sensing, Photogrammetry and Remote Sensing Division, IIRS, India.
CEOS, 2003. The Use of Earth Observing Satellites for Hazard Support: Assessments and Scenarios. Final Report of the CEOS Disaster Management Support Group (DMSG), November.
COLEMAN, J.M., HUH, O.K., 2006, Major World Deltas A Perspective From Space, Louisiana State University, <http://www.geol.lsu.edu>, LA.
LILLESAND, T.M., KIEFER, R.W., CHIPMAN, J.W., 2004, Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley & Sons.
MACINTOSH, H., PROFETI, G., 1995, "Application of Landsat TM and ERS SAR Data to Flood Prevention and Flood Damage Assessment", First ERS Thematic Working Group Meeting on Flood Monitoring, Esa Esrin, Frascati, Italy.
KERLE, N., JANSSEN, L.L.F., HUURNEMAN, G.C., 2004, Principles of

Remote Sensing, ITC Education Textbook Series, Netherland.

KUMAR, K.V., 2003, "Geological Evolution of Mahanadi Delta, Orissa Using High Resolution Satellite Data", Current Science, Volume 85, No. 10, p. 1410-1412

ROBINSON, A.H., MORRISON, J.L., MUEHRCKE, P.C., KIMERLING, A.J., GUPTILL, S.C., 2004, Elements of Cartography, John Wiley & Sons, Canada.

PANDA, S.N., DEY, G.K., KUMAR, S., 2005, "Flood Frequency Analysis in the Mahanadi River Basin (Eastern India)-Developing and Interactive Software FLOOD", ICID 21st European Regional Conference 2005, Germany.

SESÖREN, A., 1999, Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar, Mart Matbaacılık Sanatları Ltd,Şti, İstanbul.

SCHULTZ, G.A., ENGMAN, E.T., 2000, Remote Sensing in Hydrology and Water Management, Springer, Germany.

STANCALIE, G., CRACIUNESCU, S., IRIMESU, C.A., 2005, "Contribution of Satellite Remotely Sensed Data to Flood Risk Mapping", Geophysical Research Abstracts, Vol. 7.

TOU, J.T., GONZALEZ, R.C., 1974, Pattern Recognition Principles, Addison - Wesley, London.

VERBYLA, D.L., 1995, Satellite Remote Sensing of Natural Resources, Lewis Publishers, NewYork.

WANG, Y., 2003, Mapping the Extent of a Flood: What We Have Learned and How We Could Do Better, Department of Geography, East Carolina University, Greenville.

www.dartmouth.edu, erişim tarihi: 25.10.2005