

SCS YÜZEY AKIŞ EĞRİ NUMARASININ UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ

D. Öztürk^{a,*}, F. Batuk^b

^a Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 55139 Samsun- dozturk@omu.edu.tr

^b Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220 İstanbul- batuk@yildiz.edu.tr

ANAHTAR KELİMELER: SCS Eğri Numarası, Hidrolojik Toprak Grubu, Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü, Uzaktan Algılama, Coğrafi Bilgi Sistemleri

ÖZET:

Su depolama ve taşkın kontrol yapılarının projelendirilmesinde gerekli olan akış bilgisinin, akım değerlerinin kaydedilmediği havzalarda, dolaylı olarak elde edilmesinde SCS Yüze Akış Eğri Numarası Yöntemi sıkça kullanılmaktadır. Ancak, SCS Yüze Akış Eğri Numarasının belirlenmesinde kullanılan klasik yöntemler, yorucu, maliyetli ve zaman alıcıdır. Burada en önemli sorun özellikle güncel arazi kullanımı/örtüsü bilgilerinin elde edilmesinde yaşanmaktadır. Yüze akışını belirlemek için gerekli olan güncel veriler, günümüzde Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile hızlı, ekonomik ve güvenilir olarak elde edilebilmektedir. Bu çalışmada, SCS Yüze Akış Eğri Numarasının belirlenmesinde CBS ve Uzaktan Algılama teknolojilerinden yararlanma olanakları, Güney Marmara Havzası örneği üzerinde incelenmiştir. ArcGIS Model Builder kullanılarak Yüze Akış Eğri Numarası, su tutma potansiyeli ve akış değerlerinin oluşturulması için bir model oluşturulmuş, bu araç kullanılarak Güney Marmara Havzasında arazi kullanımı/örtüsü bilgileri ve hidrolojik toprak gruplarına (HTG) bağlı olarak SCS Yüze Akış Eğri Numarası, su tutma potansiyeli ve akış hesaplanmıştır. HTG'ler, büyük toprak grupları (BTG) ve toprak özelliklerinin kombinasyonuna (TOK) göre oluşturulmuştur. Arazi kullanımı/örtüsünün elde edilmesinde ASTER uydu görüntüleri, 1/25000 ölçekli standart topoğrafik haritalar (STH) ve 1/25000 ölçekli toprak veritabanı kullanılmıştır. Uydu görüntüsü üzerinden görsel yorumlama ile sayısallaştırma yapılarak arazi kullanımı/örtüsü bilgileri çıkarılmıştır. Çalışmada ayrıca arazi kullanımı/örtüsü bilgisindeki hataların SCS Yüze Akış Eğri Numarası ve akış oranına etkisi, SCS Yüze Akış Eğri Numarasının hesabında kullanılacak arazi kullanımı/örtüsü bilgisinden beklenen doğruluk, bu bilgilerin elde edilmesinde kullanılacak uydu görüntülerinin özellikleri ve yöntemler tartışılmıştır.

1. GİRİŞ

Yeryüzüne yağışlarla düşen suyun büyük bir kısmı zeminden ve su yüzeylerinden buharlaşma ile atmosfere geri dönmekte, bir kısmı bitkiler tarafından tutulmakta, bir kısmı zeminden sızarak yeraltına geçmekte ve geriye kalanı ise yüzeysel akış olarak yerçekimi etkisiyle hareket ederek akarsulara ve sonra denize ulaşmaktadır (Bayazit, 1999). Akış oranı, sel ve taşkın oluşumunu doğrudan etkilemekte, yüksek akış olan alanlarda sel ve taşkın oluşumu da artmaktadır (Özdemir, 1978; Özer, 2008). Su depolama ve taşkın kontrol yapılarının projelendirilmesinde gerekli olan akış bilgisinin, akım değerlerinin kaydedilmediği havzalarda, dolaylı olarak elde edilmesinde SCS Yüze Akış Eğri Numarası sıkça kullanılmaktadır. SCS Yüze Akış Eğri Numarasına göre akış kestirimi, az sayıda veri gereksinimi ve sonuçlarının birçok çalışma için yeterli olmasından dolayı kolay uygulanabilir ve hızlı bir yöntemdir (Kumar vd., 1991; Chatterjee vd., 2001; Ashish vd., 2003; Gupta ve Panigrahy, 2008).

SCS Yüze Akış Eğri Numarası, hidrolojik toprak grupları (HTG) ve arazi kullanımı/örtüsü bilgilerine göre elde edilmektedir. Bundan dolayı arazi kullanımı/örtüsü bilgisinin elde edilmesi, SCS Yüze Akış Eğri Numarasının ve dolayısıyla yüzeysel akışın belirlenmesindeki en önemli işlem adımlarından biridir (Moglen 2000; Geena ve Ballukraya, 2010). Arazi kullanımı/örtüsü için güncel bilgilerin elde

edilmesinde mevcut haritalar genellikle güncelliğini kaybettiği için yetersiz kalmakta, yersel ölçümler ve hava fotoğrafları da masraflı ve zaman alıcı bir çözüm sunmaktadır. Günümüzde artık özellikle geniş alanlar için arazi kullanımı/örtüsü ile ilgili bilgilerin elde edilmesinde Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) güçlü birer araç olarak ortaya çıkmaktadır (Pandey ve Sahu, 2002; Öztürk, 2002; Öztürk vd. 2010).

Bu çalışmada SCS Yüze Akış Eğri Numarasının belirlenmesinde CBS ve Uzaktan Algılama teknolojilerinden yararlanma olanakları, Güney Marmara Havzası örneğinde incelenmiştir. Çalışmada ArcGIS Model Builder kullanılarak Yüze Akış Eğri Numarası, su tutma potansiyeli ve akış değerlerinin oluşturulması için bir model oluşturulmuştur. Bu araç farklı projeler için kullanılabilir nitelikte olup, modelin kullanımını açıklamak için bu çalışmada Güney Marmara Havzası örneğinde uygulama yapılmıştır.

2. YAĞIŞ-AKIŞ İLİŞKİSİNİN TANIMLANMASI-SCS YÜZEY AKIŞ EĞRİ NUMARASI YÖNTEMİ

ABD Toprak Koruma Servisi Eğri Numarası (US Soil Conservation Service (SCS) Curve Number: CN), yağış verilerinden akışın belirlenmesinde sıkça kullanılan bir yöntemdir. Akışı elde etmek için gerekli veriler; yağış, HTG ve

arazi kullanımı/örtüsüdür. Akış için kullanılan bağıntı (Hokr vd., 2003):

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \quad (1)$$

$$I_a = 0.2S \quad (2)$$

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)} \quad (3)$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (4)$$

Burada:

- Q : Yüzey akış miktarı (mm)
P : Yağış miktarı (mm)
S : Su tutma potansiyeli (mm)
CN : Yüzey akış eğri numarası

Bağıntılarda yer alan Yüzey Akış Eğri Numarası (CN), HTG ve arazi kullanımı/örtüsü bilgilerine göre elde edilir (Tablo 1).

Tablo 1. Hidrolojik toprak gruplarına göre eğri numarası (Halley vd., 2000)

Arazi Kullanımı/Örtüsü	Ortalama Geçirimsiz Alan (%)	Hidrolojik Toprak Gruplarına Göre Eğri Numarası			
		A	B	C	D
Yerleşim (Yüksek yoğunluklu)	65	77	85	90	92
Yerleşim (Orta yoğunluklu)	30	57	72	81	86
Yerleşim (Düşük yoğunluklu)	15	48	66	78	83
Ticari alanlar	85	89	92	94	95
Endüstriyel alanlar	72	81	88	91	93
Çakıl, taş ocağı vb.	5	76	85	89	91
Tarım alanları	5	67	77	83	87
Açık alanlar (park, çim saha vb.)	5	39	61	74	80
Çayır, otlak	5	30	58	71	78
Sık orman, koru	5	30	55	70	77
Seyrek orman, koru	5	43	65	76	82
Su / Sulak alanlar	100	100	100	100	100

2.1 Hidrolojik Toprak Grupları

Bir toprağın ya da toprak grubunun hidrolojik özellikleri, su toplama havzasının hidrolojik analizinde temel faktördür ve topraklar hidrolojik özelliklerine göre dört grupta sınıflandırılmaktadır (Özer, 1990).

Grup A (Düşük Akış Potansiyeli-İyi Drenajlı): Tamamen ıslanmaları durumunda bile orta infiltrasyon derecesine sahip, derin ve iyiden aşırıya kadar drene olmuş, başlıca kumlu ve çakıllı topraklardır. Bu topraklar yüksek su geçirime derecesine sahiptir (Özer, 1990).

Grup B (Normal Akış Potansiyeli-Orta Drenajlı): Tamamen ıslanmaları durumunda orta infiltrasyon derecesine, orta derinden derine kadar derinliğe sahip, orta iyiden iyiye kadar drene olmuş, orta inceden orta kabaya kadar bünyeye sahip topraklardır. Bu topraklar orta derecede su geçirime derecesine sahiptir (Özer, 1990).

Grup C (Yüksek Akış Potansiyeli-Düşük Drenajlı): Tamamen ıslanmaları durumunda yavaş infiltrasyon derecesine, orta inceden incele kadar bünyeye ve yavaş infiltrasyon derecesine sahip topraklardır. Bu topraklar yavaş su geçirime derecesine sahiptir (Özer, 1990).

Grup D (Çok Yüksek Akış Potansiyeli-Çok Düşük Drenajlı): Tamamen ıslanmaları durumunda çok yavaş infiltrasyon derecesine sahip, şişme potansiyeli yüksek killi topraklardır. Devamlı yüksek tabansuyu seviyesine sahip topraklar, yüzeye yakın kil peni ya da kil katına sahip topraklar, hemen hemen geçirimsiz materyaller üzerindeki sıg topraklar bu gruba girer. Bu topraklar çok yavaş su geçirime potansiyeline sahiptir (Özer, 1990).

TOPRAKSU Genel Müdürlüğü tarafından 1966 yılında arazi çalışmalarına başlanan ve 1970 yılında tamamlanan Türkiye Toprak Haritaları Etüdlerinde saptanan toprak harita birimlerinden (Tablo 2) ve bazı arazi tiplerinden yararlanarak Harita Birimlerine Göre Hidrolojik Toprak Grupları Tablosu (Tablo 3) oluşturulmuştur (Özer, 1990).

Tablo 2. Büyük toprak grupları ve sembolleri (Dizdar, 2003)

A	Alüvyal Topraklar
C	Kestanerengi Topraklar
Ç	Çorak Topraklar
D	Kırmızımsı Kestanerengi Topraklar
E	Kırmızı-Kahverengi Akdeniz Toprakları
F	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar
G	Gri-Kahverengi Podzolik Topraklar
H	Hidromorfik Alüvyal Topraklar
K	Kolüvyal Topraklar
L	Regosoller
M	Kahverengi Orman Toprakları
N	Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları
O	Organik Topraklar
P	Kırmızı-Sarı Podzolik Topraklar
R	Rendzinalar
S	Alüvyal Sahil Bataklıkları
T	Kırmızı Akdeniz Toprakları
U	Kireçsiz Kahverengi Topraklar
V	Vertisoller
X	Bazaltik Topraklar
Y	Yüksek Dağ Çayır Toprakları
Z	Sierozemler

Tablo 3. Büyük toprak grupları ve toprak özelliklerinin kombinasyonuna göre hidrolojik toprak grupları (Özer, 1990)

HTG	BTG	Arazi Tipi	Toprak Özelliklerinin Kombinasyonu
A	L		1-11, 13-15, 17-19, 21, 22
	A		3, 6, 9, 10
	E, T		1-16
			m, p, r ya da bunlarla birlikte h, s, a, k, v sembollerinden biri ya da daha fazlası ile
	O	KK, SK, IY	
B	P, G		1, 2, 5, 6, 9, 10
	C, D, M, N		1-10
	E, T		17-24
	B, F, R, Y		1-8
	U		1, 2, 3
	L		12, 16, 20, 24
	X		1-4
	K		4-6, 13-15, 22-24
			3, 6, 9, 10 ile h, s, a, k, v sembollerinden biri ya da daha fazlası ile
	A		
C	P, G		3, 4, 7, 8, 11-22
	C, D, M, N		11-18
	B, F		9-23
	U		4-21
	R		9-21
	L, E, T		25
	Y		9-25
	X		5-20
	K		1-3, 10-12, 19-32
	Ç		3, 6, 9
			2, 5, 8 ile h, s, a, k, v sembollerinden biri veya daha fazlası ile
	A		
	P, G		23, 24, 25
	C, D, M, N		19-25
	B, F		24, 25
R, U		22-25	
V		1-25	
Z		1-4	
D			1, 4, 7 ya da h, s, a, k, v, y sembollerinden biri ya da daha fazlası ile
	A		H veya h, s, a, k, v sembollerinden biri veya daha fazlası ile
	H		S veya h, s, a, k, v sembollerinden biri veya daha fazlası ile
	S		
	X		21-25
	Ç		1, 2, 4, 5, 7, 8
		SB, ÇK	

2.2 Arazi Kullanımı/Örtüsü

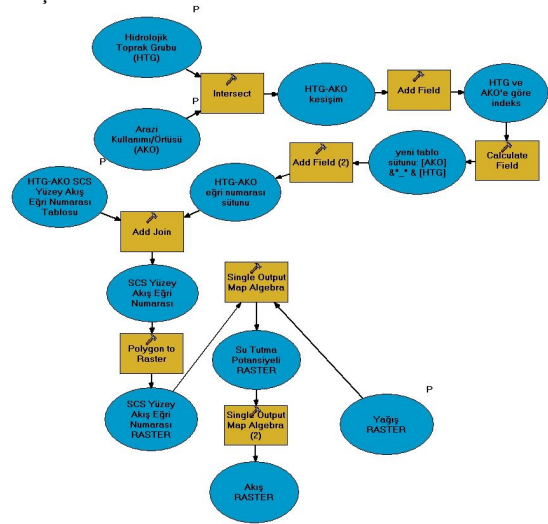
Arazi örtüsü yer yüzeyini kaplayan bitki örtüsü, toprak, suyla kaplı alanlar ve yapay yüzeyler vb.; arazi kullanımı ise araziye

ilişkin insan aktivitelerini ifade eder (Ferreira v.d., 1999; Lillesand ve Kiefer, 2000; Jansen ve deGregorio, 2004; Li ve Yeh, 2004). Arazi kullanımı/örtüsü bilgilerinin klasik yöntemlerle elde edilmesi genellikle uzun zaman almakta, daha fazla emek ve maliyet gerektirmektedir. Bununla beraber Uzaktan Algılama ve CBS teknolojileri ile bu bilgiler çok kısa sürede, daha düşük maliyetlerle ve klasik yöntemlere göre daha objektif ölçütlerle elde edilebilmektedir (Öztürk vd., 2010).

3. UYGULAMA

3.1. ArcGIS Model Builder ile SCS Yüzey Akış Eğri Numarası ve Akış Hesabı için Model Geliştirme

ArcGIS Model Builder ile karmaşık CBS işlemleri ve ileri düzey analizleri gerçekleştirmek için model tasarımları ve işlem akışları yapılandırılabilir (ESRI, 2008). Model Builder'ın sağladığı en önemli avantaj, çok sayıda işlem adımını bir araya toplayarak tek bir araçta yapılandırabilmesidir. Hidrolojik toprak grubu ve arazi kullanımı/örtüsü bilgisine bağlı olarak SCS Yüzey Akış Eğri Numarası, su tutma potansiyeli ve yüzey akışının hesabı için Model Builder'da oluşturulan modele ait diyagram Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. SCS Yüzey Akış Eğri Numarası, Su Tutma Potansiyeli ve Akış hesabı için model diyagramı

3.2. Güney Marmara Havzası SCS Yüzey Akış Eğri Numarası ve Akış Bilgisi

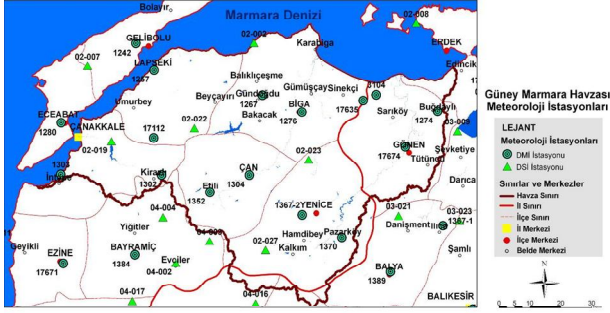
Güney Marmara Havzası, Çanakkale ilinin Merkez, Bayramiç, Biga, Çan, Lapseki, Yenice; Balıkesir ilinin Balya, Bandırma, Edremit, Gönen, Havran ilçelerini içerisine almaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışma alanı

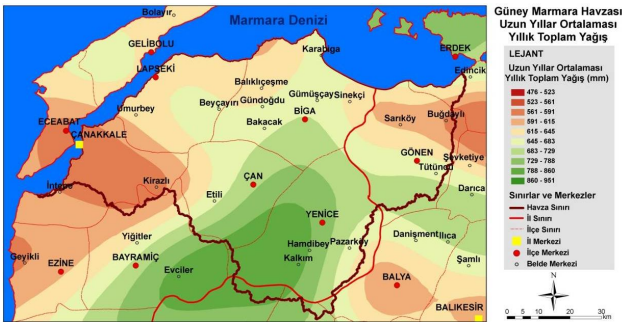
Çalışmada, veritabanının oluşturulması ve CBS analizleri için ArcGIS 9.2, uydu görüntülerinin işlenmesinde ErMapper 7.1 yazılımları kullanılmıştır.

Güney Marmara Havzasında SCS Yüzey Akış Eğri Numarası ve akış bilgisini elde etmek için havza içerisinde ve yakınında bulunan 49 adet DMİ ve 32 adet DSİ meteoroloji istasyonuna (Şekil 3) ait yağış verileri, 1/25000 ölçekli toprak veritabanı, 18.08.2006 tarihli ASTER uydu görüntüleri ve 1/25000 ölçekli standart topoğrafik haritalar (STH) kullanılmıştır.



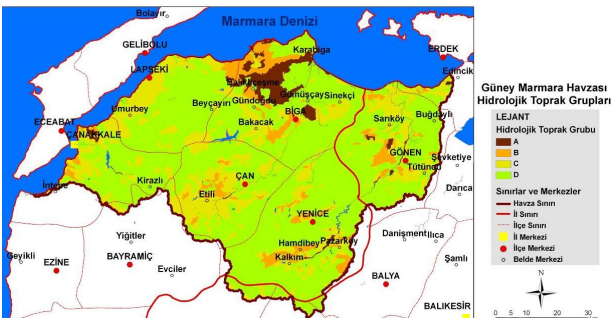
Şekil 3. Güney Marmara Havzası-DSİ ve DMİ meteoroloji istasyonları

Yağış miktarının yersel dağılımını belirlemek için ArcGIS 9.2 yazılımı Geostatistical Analyst modülü ile Kriging yöntemine göre enterpolasyon yapılmış ve 10 m piksel boyutlu grid katman oluşturulmuştur. Analizde uzun yıllar ortalaması yıllık toplam yağış verileri kullanılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Güney Marmara Havzası-Uzun yıllar ortalaması yıllık toplam yağış

Hidrolojik toprak grupları, 1/25000 ölçekli toprak veritabanı kullanılarak büyük toprak grupları ve toprak özelliklerinin kombinasyonuna göre oluşturulmuştur (Şekil 5).

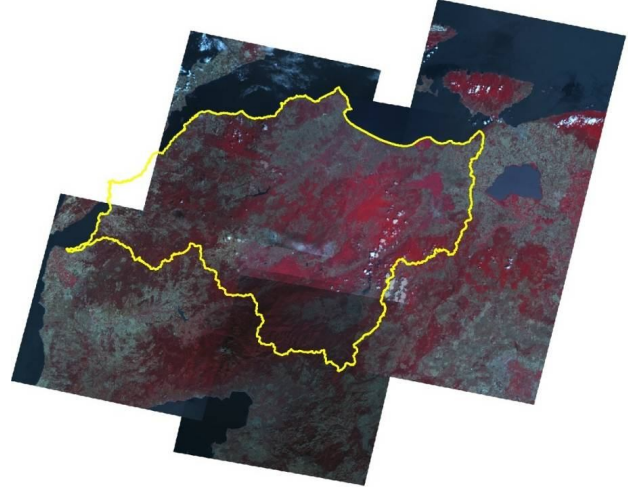


Şekil 5. Güney Marmara Havzası-Hidrolojik toprak grupları

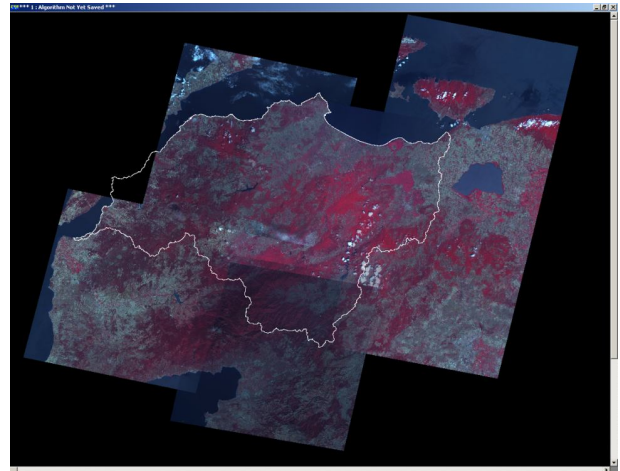
Arazi kullanımı/örtüsünün elde edilmesinde ASTER uydu görüntüleri, 1/25000 ölçekli STH'lar ve 1/25000 ölçekli toprak

veritabanı kullanılmıştır. Uydu görüntüsü üzerinden görsel yorumlama ile sayısallaştırma yapılarak arazi kullanımı/örtüsü bilgileri çıkarılmıştır.

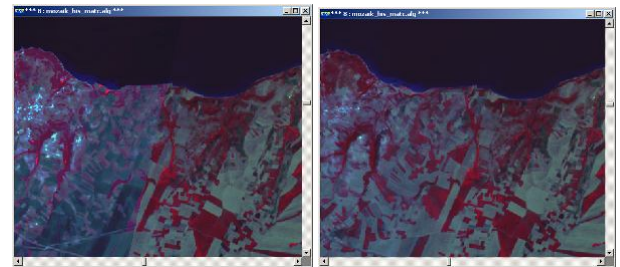
Çalışma alanına 6 adet ASTER görüntüsü girdiği için öncelikle görüntüler mozaiklenmiş (Şekil 6), görüntüler arasındaki renk farklılığını gidermek için renk dengelemesi (Şekil 7) ve üst üste binen yerlerde birleşme yerlerinin görsel farklılıklarını azaltmak, sürekli özelliğe sahip bir görüntü oluşturmak için kaynaştırma (Şekil 8) işlemi yapılmıştır.



Şekil 6. Güney Marmara Havzasının mozaiklenmiş sahte renkli görüntüsü (RGB:321)

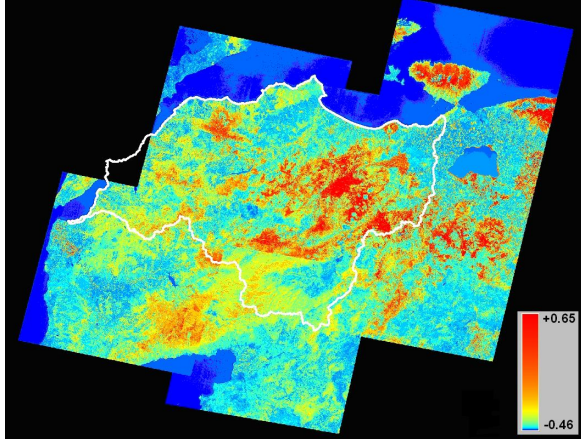


Şekil 7. Güney Marmara Havzasının renk dengelemesi yapılmış mozaiklenmiş görüntüsü (RGB:321)



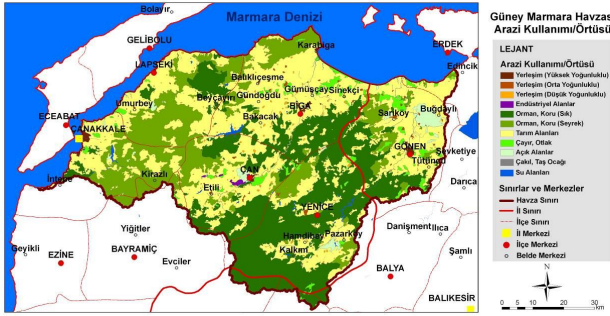
Şekil 8. Mozaiklenmiş görüntüde kaynaştırma işlemi

Bitki örtüsü bulunan alanları belirginleştirmek için normalleştirilmiş bitki indeksi algoritması uygulanmıştır (Şekil 9).



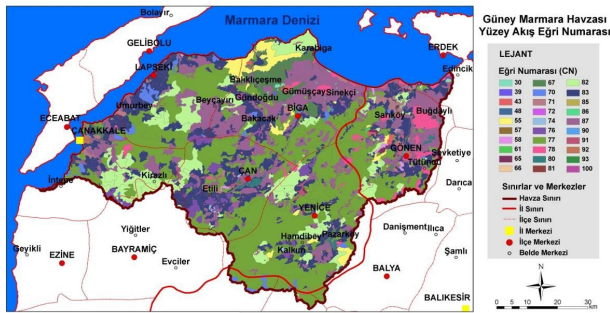
Şekil 9. Güney Marmara Havzasının normalleştirilmiş bitki indeksi görüntüsü

Normalleştirilmiş bitki indeksi (NDVI), toprak veritabanı ve STH'lar yardımıyla, uydu görüntüsü üzerinden görüntüyü yorumlayıp sayısallaştırma yapılarak arazi kullanımı/örtüsü bilgileri elde edilmiştir (Şekil 10). NDVI sonuç değerleri, -0.46 ile +0.65 arasında yer almaktadır. Bitki örtüsüyle kaplı alanlar yüksek pozitif, suyla kaplı alanlar ise negatif değerler taşımaktadır. Toprak, kaya vb. için bu değerler yaklaşık 0 civarındadır.



Şekil 10. Güney Marmara Havzası-Arazi kullanımı/örtüsü

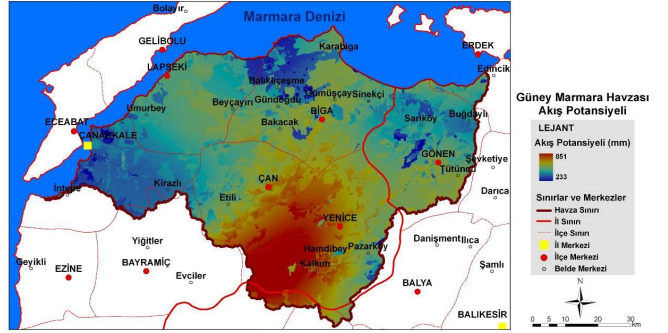
Yüzey Akış Eğri Numarası, su tutma potansiyeli ve akış değerlerinin elde edilmesi için ArcGIS Model Builder ile oluşturulan model kullanılmıştır. Arazi kullanımı/örtüsü bilgileri ve HTG'lere bağlı olarak SCS Yüzey Akış Eğri Numarası (Şekil 11), su tutma potansiyeli (Şekil 12) ve akış (Şekil 13) hesaplanarak katmanlar 10 m piksel boyutlu grid veriye dönüştürülmüştür. Uzun yıllar ortalaması yıllık toplam yağış değerleri kullanıldığından, akış katmanı yıllık akış potansiyelini göstermektedir. Havzada su tutma potansiyeli 0-592 mm, akış potansiyeli 233-851 mm aralığında yer almaktadır.



Şekil 11. Güney Marmara Havzası-Yüzey akış eğri numarası



Şekil 12. Güney Marmara Havzası-Su tutma potansiyeli



Şekil 13. Güney Marmara Havzası-Akış potansiyeli

4. SONUÇ

SCS Yüzey Akış Eğri Numarası, hidrolojik toprak grupları ve arazi kullanımı/örtüsü bilgilerine göre elde edilmektedir. Bundan dolayı arazi kullanımı/örtüsü bilgisinin yeterli doğrulukta elde edilmesi en önemli işlem adımlarından biridir. Uzaktan algılama, hızlı ve özellikle büyük alanlar için ekonomik bir veri kaynağı olması, elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerinde algılama yapılabilmesi nedeniyle çok fazla bilgi taşımamasından dolayı, günümüzde arazi kullanımı/örtüsünün belirlenmesi amacıyla kullanılacak en önemli veri kaynağıdır. CBS ise veritabanının oluşturulması, analiz, sorgulama ve harita, tablo, grafik çıktılarının hazırlanabilmesi için oldukça güçlü bir araçtır.

Uydu görüntülerinden elde edilen arazi kullanımı/örtüsü bilgilerinin doğruluğu, kullanılan uydu görüntüsünün çözünürlüğü ve kullanılan yöntemlerle sınırlıdır.

Bu çalışmada otomatik sınıflandırma tekniklerinden kaynaklanan hataların önüne geçebilmek için görüntülerde görsel yorumlamayla sayısallaştırma yapılarak arazi kullanımı/örtüsü sınıfları oluşturulmuştur. Ancak, görsel yorumlamanın da dezavantajı, yorumlama hatalarının oluşabilmesidir. Bu hataların önüne geçebilmek için arazi hakkında yeterli bilgi sağlayacak harita, doküman ve saha çalışmalarına ihtiyaç vardır. Doğruluğu etkileyen diğer faktörler ise görüntülerin yersel ve spektral çözünürlüğüdür. Yüksek çözünürlüklü görüntülerin kullanılması, sonuç bilgilerin doğruluğunu da arttırmaktadır. Hidrolojik toprak gruplarına göre eğri numarası tablosu incelendiğinde aynı HTG olan farklı arazi kullanımı/örtüsü sınıflarının, eğri numarasını ve dolayısıyla akış değerini çok büyük ölçüde etkilediği görülmektedir. Bu bağlamda, kullanılacak uydu görüntüsünün çözünürlüğünün yüksek olması ve doğru yöntemlerin uygulanması sonuç doğruluğunu da arttıracaktır.

Bu çalışmada görüntülerin daha kolay yorumlanabilmesi için NDVI oluşturulmuş, ayrıca yardımcı veri olarak 1/25000 ölçekli STH'lar ve 1/25000 ölçekli toprak veritabanı kullanılmıştır.

SCS Yüzeysel Akış Eğri Numarasının her bir poligon için hesaplanması zaman alıcı bir işlemdir. Bu nedenle arazi kullanımı/örtüsü ve hidrolojik toprak gruplarına göre SCS Yüzeysel Akış Eğri Numarasının ve akışın otomatik olarak elde edilmesi için Model Builder'da farklı veri ve projeler için de tekrarlanarak kullanılabilir bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan modelle, SCS Yüzeysel Akış Eğri Numarası ve buna bağlı parametrelerin daha hızlı ve etkin bir biçimde hesabı için bir yaklaşım sağlanmakta; hesaplamadan kaynaklanan hatalar ortadan kaldırılarak daha tutarlı ve tekrarlanabilir sonuçlar üretilebilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ashish, P., Darbal, P.P., Chowdary, V.M. and Mal, B.C., 2003. "Estimation of runoff for agricultural watershed using SCS curve number and Geographic Information System". <http://www.gisdevelopment.net> (3 Şubat 2011)
- Bayazıt, M., 1999. *Hidroloji*. İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- Chatterjee, C., Jha, R., Lohani, A.K., Kumar, R. and Singh, R., 2001. Runoff curve number estimation for a basin using remote sensing and GIS. *Asia Pacific Remote Sensing GIS Journal*, Vol.14, pp.1-7.
- Dizdar, Y., 2003. *Türkiye'nin Toprak Kaynakları*. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Yayını, Ankara.
- ESRI, 2008. *ArcGIS Desktop: Introduction to Geoprocessing with Model Builder*.
- Ferreira, F., Sevenhuysen P. and Treurnich J., 1999. "Satellite earth observation to detect urban land use change", <http://www.ngo.grida.no/soesa/nsoer/issues/land/inform.htm> (5 Ocak 2011)
- Geena, G.B. and Ballukraya, P.N., 2010. Estimation of runoff for REDHILLS watershed using SCS curve number and Geographic Information System. *XVIII. International Conference on Computational Methods in Water Resources*, June 21-24, 2010, Barcelona, Spain.
- Gupta, R.K. and Panigrahy, S., 2008. Predicting the spatio-temporal variation of runoff generation in India using remotely sensed input and Soil Conservation Service Curve Number model. *Journal of Current Science*, Vol.95, pp.1580-1587.
- Halley, M.C., White, S.O. and Watkins, E.W., 2000. ArcView GIS extension for estimating curve numbers, *ESRI User Conference-2000*, San Diego, California.
- Hokr, M., Marsyka, J. and Sotner, O., 2003. Problems and modelling in forecasting of floods. *Proceedings of SIMONA 2003 Workshop*, Technical University of Liberec.
- Jansen, L.J.M. and de Gregorio, A., 2004. Obtaining Land-use information from a remotely sensed land cover map: Results from a case study in Lebanon, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5(2):141-157.
- Kumar, P., Tiwari, K.N. and Pal, D.K., 1997. Establishing SCS runoff curve number from IRS digital database. *Journal of Indian Society of Remote Sensing*, Vol.19, pp.246-251.
- Li, X. and Yeh, A.G., 2004, Analyzing spatial restructuring of land-use patterns in a fast growing region using remote sensing and GIS, *Landscape and Urban Planning*, 69(4):335-354.
- Lillesand, M.T. and Kiefer, W.R., 2000, *Remote Sensing and Image Interpretation*, John Wiley & Sons, New York.
- Moglen, G.E., 2000, Effect of orientation of spatially distributed curve number in runoff calculations. *Journal of American Water resource Association*, Vol. 36, pp.1391-1400.
- Özdemir, H., 1978. *Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi*. DSİ Genel Müdürlüğü Basım ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara.
- Özer, Z., 1990. *Su Yapılarının Projelendirilmesinde Hidrolojik ve Hidrolik Esaslar (Teknik Rehber)*, Ankara.
- Özer, Z., 2008. *Tarımsal Altyapı Hizmetlerinde Drenaj ve Arazi Islahı Mühendisliği*. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Öztürk, 2002, Uydü görüntüleri kullanılarak arazi kullanımı/arazi örtüsündeki değişimlerin belirlenmesi: Samsun örneği, Ondokuz Mayıs Üniversitesi FBE, Y.L. Tezi. Samsun
- Öztürk, D., Şişman, A., Maraş, E.E. ve Şişman, Y., Samsun-Atakum'da arazi kullanımı/arazi örtüsündeki değişimlerin uzaktan algılama ve CBS ile belirlenmesi. *VI. Ulusal Coğrafya Sempozyumu*, 3-5 Kasım 2010, Ankara.
- Pandey, A. and Sahu, A. K., 2002. Generation of curve number using remote sensing and Geographic Information System. *Water Resources, Map India Conference2002*.