

EŞEN ÇAYI HAVZASI TAŞKIN DEBİSİNİN UZAKTAN ALGILAMA VE CBS YÖNTEMLERİ KULLANILARAK AKIŞ EĞRİ NUMARALARINDAN BELİRLENMESİ

* ¹ E. Eraydin, * ² H.G. Coşkun, ³ N. Ağırlioğlu

¹ İTÜ İnşaat Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü 80626 Maslak İstanbul, Türkiye

² İTÜ İnşaat Fakültesi, Geomatik Müh. Bölümü 80626 Maslak İstanbul, Türkiye

³ İstanbul Arel Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Tepekent, Büyükçekmece İstanbul, Türkiye

Özet

Türkiye'nin güneybatısında yer alan Muğla İli sınırları içerisinde kalan Eşen Havzası'na ait Yağış-akış değerlerinin dışındaki havza parametrelerini tamamı Uzaktan Algılama(UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile belirlenip bir hidrolojik yağış-akış modeli olan akış eğri numarası metodu ile havza ve seçilen bir alt havzaya ait yağış-akış değerleri, DSİ ve DMİ tarafından yapılmış, aylık, yıllık ve 100 yıllık taşkın debileri hesaplanmıştır. USDA (United States Department of Agricultural) tarafından yağış verilerinden akış yüksekliği değerini bulmak üzere geliştirilmiş akış eğri numarası NRCS (Natural Resources Conservation Service) yöntemiyle havzanın söz konusu parametreleri göz önüne alınarak havzaya ait akış eğri numarası (CN) hesaplanmıştır. Thiessen Poligonu yöntemiyle yağış yükseliğinin alansal ortalaması hesaplanmış ve akış modeli uygulanarak maksimum akış değerlerine ulaşılmıştır. CBS teknikleri kullanılarak elde edilen Eşen Çayı Havzası'na ait potansiyel seçilen alt havza için de aynı işlemlerden geçirilmiş ve bu alt havzaya ait maksimum akış değeri hesaplanmıştır. Yağış-akış modeliyle hesaplanan akış değerleri EİE ve DSİ'nin ölçümlerini gerçekleştirdiği akım gözlem istasyonlarından elde edilen verilerle karşılaştırılma yoluyla hidrolojik model değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan Algılama, Akış Eğri Numarası, Eşen Çayı Havzası, Akış Debisi, Havza Modelleme.

APPLICATION OF NRCS CN RAINFALL-RUNOFF MODELING USING GIS AND REMOTE SENSING TECHNOLOGY IN EŞEN RIVER BASIN

Abstract

In this study NRCS Curve Number Method using with GIS (Geographic Information System) and RS (Remote Sensing) technologies for Eşen River Basin is placed South of Turkey between Antalya and Muğla cities. The CN number in NRCS Method is essential to estimate the peak discharge and it is accomplished with using the soil type, land use and antecedent moisture condition (AMC). Determining this physical area characteristics is possible using GIS and remote sensing (RS) technologies. RS and GIS are efficient tools in rainfall and runoff analysis. Land use data can be created by Image Processing software which is a kind of remote sensing technology. Using the multispectral Landsat satellite image of the study area is classified. The average value of curve number for the basin and selected sub basin were

* Corresponding author: Address: İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Uzaktan Algılama Anabilim Dalı No: 316 34469 Maslak / İstanbul
E-mail address : gonca @itu.edu.tr Phone: 0 +902122853775

calculated by assigning weights with area of land use classes. Remote sensing technology can provide conventional methods in rainfall-runoff models. The other basin parameters like the area, slope, aspect, flow length data and the drainage network also calculating with using GIS. Therefore evaluation of the results for this study distinct all of these watershed characteristics which the Antecedent Moisture Condition (AMC) also calculated from 5 day prior rainfall. This flood peak value parameter will be seriously affected if the soil is under “low”, “average” and “high” condition.

Finally all of the peak flood results value can be compare and analyse with the data of gauging stations in Eşen River Basin with the calculated rainfall-runoff model.

Keywords: Remote Sensing, NRCS CN Method, Rainfall-Runoff Model, Watershed Management, GIS

1. Giriş

Taşkına sebep olan birçok etken sayılabilirken en etkili faktörlerin başında; hızla artan kentselleşme ve buna bağlı olarak değişen akarsu yatakları, iklimsel değişimlere bağlı olarak gerçekleşen aşırı yağışlar ve iklim koşullarındaki değişiklikler sıralanabilmektedir.

Son yıllarda *havza hidrolojik modellemeleri ve su kaynakları çalışmaları* kapsamındaki bilimsel projelerde, taşkın alanlarının belirlenmesi ve taşkın risk analizleri çalışmalarında Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) artan bir ivmeyle kullanılmaktadır.

UA teknolojileri, yersel ölçümlere, eski topoğrafik sistem ve yöntemlere göre çok daha hızlı, doğru ve ekonomik sonuçlar sunmakla birlikte daha kapsamlı ve karmaşık modelleme çalışmalarında net sonuçlar elde etmemizi sağlamaktadırlar.

NRCS (Natural Resources Conservation Service) tarafından geliştirilmiş olan Akış Eğri Numarası metodu ile taşkın pik değeri hesaplanırken gerekli olan havza fiziksel parametrelerini elde etmek için UA ve CBS teknolojisi tabanlı yazılımlarla oluşturulan Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ile arazinin maksimum ve minimum yüksekliği, eğimi, akarsu ana kol uzunluğu, havza drenaj ağı sistemi, havza ve alt havzaların alan değerleri ve sınırları, arazi kullanım sınıfları, ortalama yağış değerleri gibi parametrelerin yanında akış yönü ve su birikim haritaları elde edilebilmektedir [1].

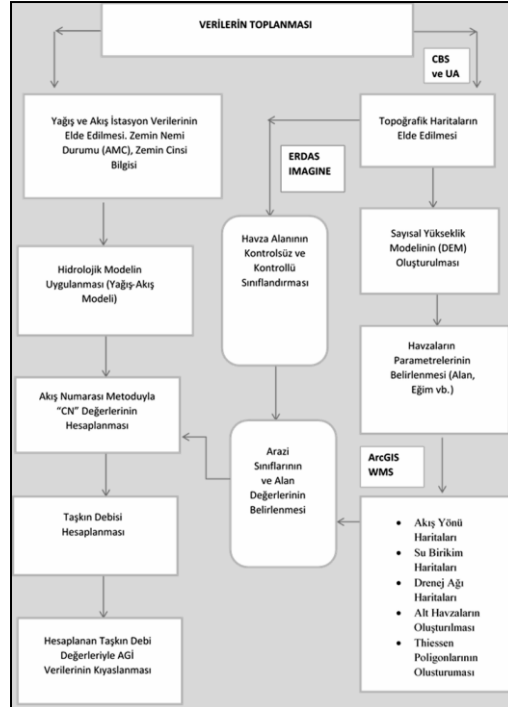
2. Materyal ve Yöntem

Havzaya ait çeşitli parametreler, hidrolojik modellemeler için geliştirilmiş CBS tabanlı yazılımlar ve uydu verileri ile gerçekleştirilmiştir. CBS tabanlı yazılımlar ile havzaya ait drenaj ağ sistemi, akış yönü, su toplama, havza ve alt havza sınır haritaları oluşturulmuştur ve SYM verisinden havza alanı, eğimi ve akarsu ana kol uzunluğu, maksimum, minimum kot değerleri gibi parametreler hesaplanmıştır. UA ve CBS teknolojileri kullanılarak elde edilen parametreler ile DSİ (Devlet Su İşleri) ve DMİ’den (Devlet Meteoroloji Müdürlüğü) alınan yağış verileri bir yağış-akış modeli olan *akış eğri numarası* (NRCS CN) metodu ile hesaplanarak Eşen Çayı Havzası ve bir alt havzası olan Kavaklıdere Alt Havzası’na ait taşkın debi değerleri hesaplanmıştır (Şekil 1), [10,11].

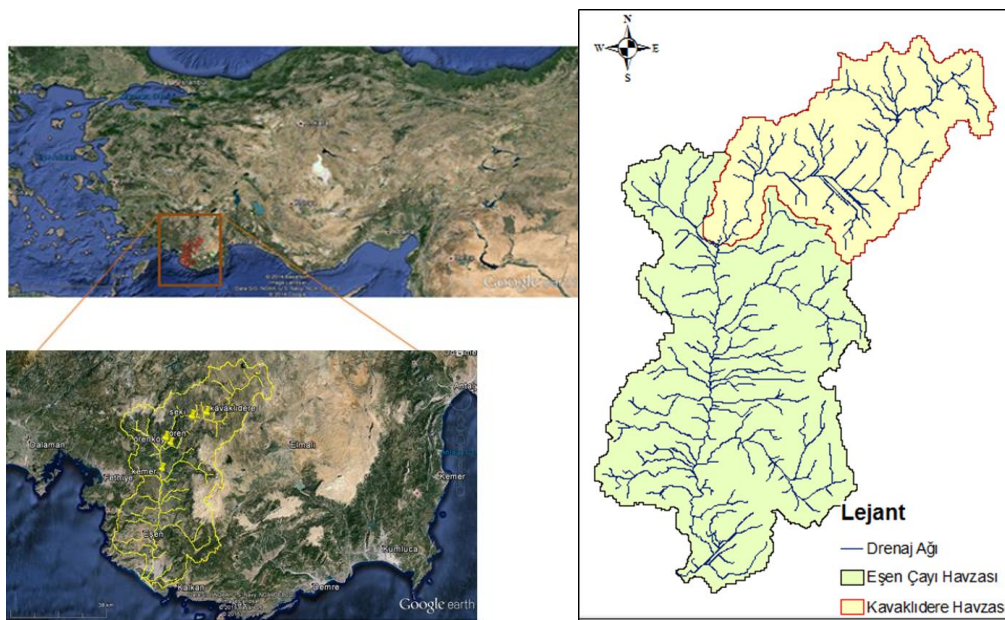
2.1 Çalışma Alanı

Yaklaşık 120 km uzunluğa sahip olan Eşen Çayı Muğla-Antalya İl sınırında Antalya İli sınırı içinde başlayıp Muğla ili sınırı içinde denize dökülmektedir. Eşen Çayı Havzasının toplam yağış alanı yaklaşık 2614 km² dir (Şekil 2). Eşen Çayı etrafında ve yakın bölgesinde yaşayan nüfusun geçim kaynağı tarımdır. Özellikle çay yakınına konumlanmış yerleşim bölgelerinin ana geçim kaynağı seracılık olmakla birlikte daha yüksek kesimlerde çeşitli tarım ve elma yetiştiriciliği yapılmaktadır. Eşen Çayı Havzası’na düşen yağışların büyük miktarı sonbahar ve kış aylarında düşmektedir. Havza genel olarak Kasım, Aralık ve Ocak aylarında en fazla yağışları almaktadır.

Bu çalışma kapsamında Eşen Çayı Havzası'nda yapılan çalışmalara ek olarak alt havzalardan biri olan Kavaklıdere Havzası'nda da çalışmalar yapılmış ve sonuçların havza alanlarının büyüklüğüne göre gösterdiği farklılıklar yorumlanmaya çalışılmıştır. Kavaklıdere Havzası konum olarak Eşen Çayı Havzası'nın en kuzeyinde bulunmaktadır ve en yüksek rakıma sahip alt havzasıdır. Çalışma alanı olarak bu alt havzanın seçilme sebebi su toplanma noktasının sadece bu alt havzaya ait akarsu kollarından beslenmesidir. Kavaklıdere Havzası 546 km² yağış alanına sahiptir ve en çok yağışı Kasım, Aralık aylarında almaktadır. Bitki örtüsü bakımından fakir olmakla birlikte yer yer çayırılık alanlar konumlanmıştır.



Şekil 1. Genel akış diyagram şeması



Şekil 2. Çalışma alanının konum

2.2 Akış Eğri Numarası Metodu

Eşen Çayı Havzası'nın taşkın debisi hesaplanması projesinde yağıştan akışa geçen su miktarını belirlemek için kullanılan yağış-akış modellerinden biri olan *akış eğri numarası metodu* kullanılmıştır. Bu yöntemde kullanılan havza parametreleri UA ve CBS teknolojileri ile belirlenmiştir. Bu modelde girdi verisi olarak kullanılacak yıllık yağış verilerin yanında havza ve alt havzasına ait akış eğri numaralarını saptamak için zemin nemi cinsi parametresinin belirlenmesi gerekmektedir. Zemin nemi cinsi parametresi maksimum yağışın düştüğü tarihten geriye doğru son 5 günlük yağış verileri ile hesaplanmaktadır (Tablo 1).

Buna göre zemin nemi koşulları 3'e ayrılır:

AMC I; en düşük sızma potansiyeline sahiptir. Bu koşulda zemin kurudur buna karşın tarım arazileri mevcut olabilir.

AMC II; ortalama koşullar söz konusudur.

AMCIII; zemin ıslak ve doygundur. Aşırı yağış ya da düşük sıcaklık/az yağış durumu söz konusudur. Akış potansiyeli çok yüksektir. Akış eğri numarası (CN) Zemin nemi şartlarına göre akış eğri numarası dönüşüm tablosu esas alınarak dönüşümü yapılarak hesaplanır [7].

Tablo 1. Son 5 günlük yağış verilerine göre zemin nemi durumları [6]

Yağış öncesi nem durumu sınıfı	5 Günlük toplam yağış (mm)	
	Kasım-Mart Ayları	Nisan-Ekim Ayları
AMC I	12.0 dan az	36.0 dan az
AMC II	12.0-28.0	36.0-53.0
AMC III	28.0 dan fazla	53.0 dan fazla

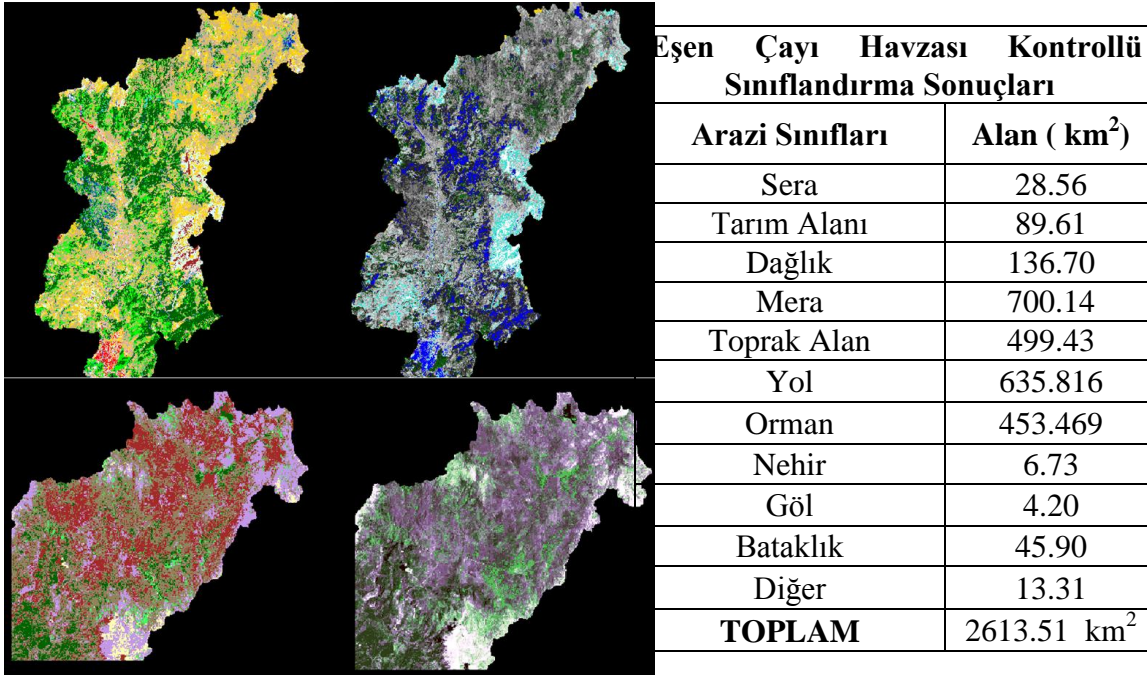
3. Uygulama

3.1 Uydu Verilerinin Sınıflandırılması

Bu proje kapsamında kullanılan görüntü Landsat 5 TM uydusu aracılığı ile elde edilen Ocak 2009 yılına ait 30 m mekansal çözünürlüklü görüntüdür. Landsat 5 TM uydusundan elde edilen görüntüler, ziraat, orman, jeoloji, su kaynakları ve haritacılık gibi yer kaynaklarının araştırılması için uygundur. Eşen Çayı Havzası'na ait bu uydu verilerine görüntü zenginleştirme ve geometrik düzeltme işlemleri uygulanmıştır. Sınıflandırma işlemi sırasıyla kontrolsüz ve kontrollü sınıflandırma adımları ile gerçekleştirilir. Kontrollü sınıflandırma işlemleri yapılırken 4/3/2 multispektral kanallarla maksimum likelihood yöntemi kullanılmıştır (Şekil 3). Havzaya ait CN değerini belirlemek için her arazi kullanım sınıfına denk gelen CN değeri ile ilgili arazi kullanım sınıfına ait alansal değerlerin ağırlıklı ortalaması hesaplanır. CN değerinin belirlenmesinde arazi kullanım sınıflarının doğru bir şekilde sınıflandırılması önem taşımaktadır [4].

Oluşan sınıfların özellikleri bölgeye ait fotoğrafları, topoğrafik haritalar ve daha önce elde edilmiş, var olan bilgilerle karşılaştırılarak sınıflar belirlenmiştir [3]. Bu işlem yapılırken havza alanından yeterli sayıda örnek alınarak her bir cisim için spektral özellikleri tanımlı özellik dosyaları

oluşturulur. Bu dosyaların görüntü verilerine uygulanması ile her bir görüntü elemanı (piksel) hesaplanan olasılık değerlerine göre en çok benzer olduğu sınıfa atanmalıdır.



Şekil 3. Eşen Çayı Havzası ve Kavaklıdere alt havzasına ait kontrollü (I) ve kontrolsüz (II) sınıflandırılmış görüntüler

3.2 Uydu Verilerinden Havzaya ait Fiziksel Parametrelerin Belirlenmesi

Bölgenin topoğrafik olarak incelenmesi, havza karakteristiklerini belirlemeye yönelik yapılan çalışmaların tümü havza modellemesi için yapılan hidrolojik çalışmaların bir gereğidir. Sayısal yükseklik haritası oluşturulmadan önce gereken sayısal topoğrafik harita internetten USGS veri tabanından SRTM verisi olarak indirilip Global Mapper yazılımına aktarılarak önce geometrik düzeltme işlemi yapılmış WGS84 ve geometrik projeksiyon olarak da UTM sisteminde bölgenin ait olduğu 35'inci Kuzey Zona uygun olarak koordinatlandırılmış ve harita formatından sayısal yükseklik modeli olan DEM formatına dönüştürülmüştür

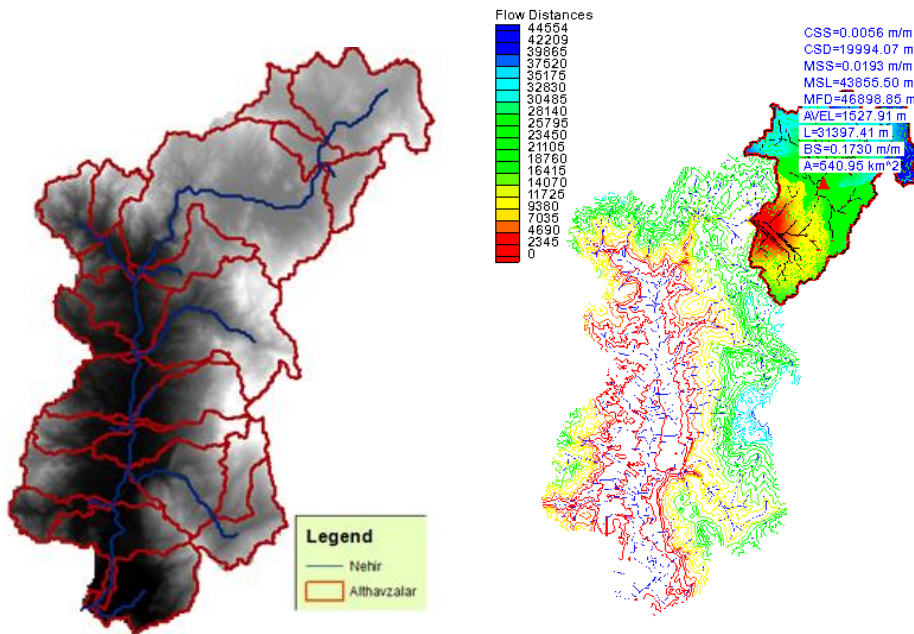
Havza ve alt havza sınırlarının oluşturulması bir sonraki adımda belirlenecek havza parametrelerinin hesaplanması açısından da önemlidir Büyük havzalar tek bir ortak noktadan boşaltım yapan küçük havzaların birleşiminden oluşmaktadır. Havza çıkış noktası havzanın modellendirilmesi açısından önemlidir. Büyük bir havzayı küçük alt havzalarına ayırmak planlama açısından çeşitli kolaylıklar sağlar.

Havzanın fiziksel parametreleri olarak belirlenen özelliklerin başlıcaları; havza eğimi, havza ya da nehir anakol uzunluğu, havza alanı, havzanın drenaj sistemi gibi özelliklerdir. Belli bir çıkış noktasına göre havza sınırları belirlendikten sonra havza uzunluğu havza sınırı ayırım noktasından çıkış noktasına kadar olan uzunluk olarak hesaplanır. Drenaj alan bilgisi daha çok yağıştan kaynaklanan su potansiyelini hesaplamak için kullanılırken havza uzunluğu bilgisi akışa geçen suların havzada çıkış noktasına ulaşmaya kadar geçen süreyi hesaplamada kullanılır. Bu varsayıma göre akışa geçen su miktarı yağış yüksekliği ve havza alanıyla doğrudan bağlantılıdır [9]. Eşen Çayı Havzası ve alt havzasına ait fiziksel parametreler Tablo 3 ile verilmiştir.

Tablo 3. Havzalara ait fiziksel parametreler

Havza Adı	Alan (km ²)	Uzunluk (km)	Mak. Kot (m)	Min. Kot (m)	Ortalama Yükseklik (m)	Eğim (m/m)
Eşen	2560.0	95.62	1478	9.00	1037.51	0.0123
Kavaklı dere	540.95	31.397	1478	1115	1527.91	0.0092

Drenaj ağı, akışa katılan yapay veya doğal; kalıcı ya da geçici bütün akarsu kollarını kapsar. Akışa geçen su miktarı havzanın alanı ve yağış yüksekliğiyle doğrudan bağıntılıdır. Drenaj ağı sistemi vektörel bir sistem olup akış yönü haritaları gözönüne alınarak oluşturulur [1]. Bu projede taşkın hesaplarının genel havzanın bütünü yanında bir alt havzada da yapılmasına karar verilmiş ve seçilecek alt havzanın özelliklerini tanıyabilmek, yağış ölçüm ve akım gözlem istasyonlarının drenaj ağı üzerindeki konumlarını belirleyebilmek açısından drenaj ağı haritasına ihtiyacımız vardır. Eşen Çayı ve Kavaklıdere alt havzasına ait drenaj ağı haritaları ArcGIS programı içindeki ArcHydro modülü ile hazırlanmıştır (Şekil 4).

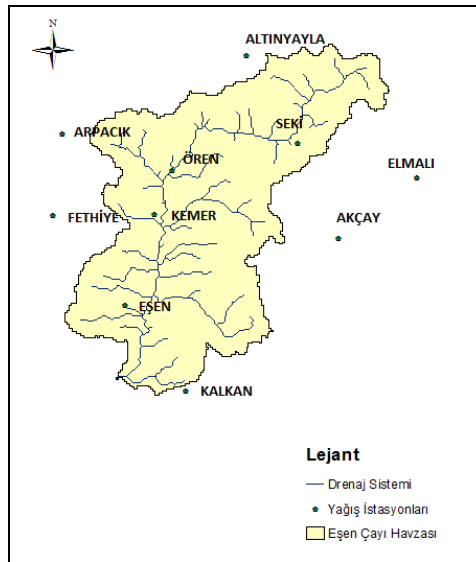
**Şekil 4.** Eşen Çayı ve Kavaklıdere Havzalarına ait havza sınırları haritası

Havzaya ait akış yönü haritası sayısal yükseklik modeli ile ArcGIS ve WMS yazılımlarından elde edilmiştir. Drenaj ağının belirlenmesinde önemli bir adım olan akış yönü haritalarının elde edilmesi hangi kolların hangi alt havzayı beslediğine dair bir fikir edinmemizde yardımcı olabilir. Bu sayede istasyonların sahip oldukları konum bilgileri aracılığıyla etkilendikleri ve ölçümünden sorumlu oldukları akış ve yağışın hangi nehir kolu kaynaklı olduğunu bilebiliriz.

Söz konusu havzaya ait akış yönü ve su birikim haritalarının yanı sıra eğim ve bakı haritaları da oluşturulmuştur. Bakı haritası 4 ana yönden ara yön ve düz alanlarla birlikte 9 ara yönden oluşturulmuştur. Havzanın genel olarak yön durumuna bakıldığında Eşen Çayı'nın havzayı ortadan

ikiye böldüğünü varsaydığımızda nehirin doğusunda batıya bakan, batısında kalan kısmında ise güneye bakan yamaçlar yoğunluktadır.

Taşkın hesaplamalarında kullanılan yağış-akış modellerinde önemli bir faktör olan yağış verilerini ülkemizde ölçümü DSİ ve DMİ tarafından yapılan istasyonlar aracılığıyla elde edilir. Bu yağış verileri 24 saatlik (günlük), aylık, yıllık maksimum ve toplam olarak kaydedilmektedir. Eşen Havzasıyla ilgili yapılan taşkın hesaplamalarında yıllık maksimum yağışlardan faydalanıldı. Eşen Çayı Havzası için Thiessen poligonu yöntemiyle ortalama yağış değeri (P_{yerel}) hesaplama yoluna gidildi. Ortalama yağış değerini elde etmek için havza sınırları dışında havzanın etrafına konumlanmış bulunan 5 adet ölçüm istasyonunun verileri de kullanıldı. Havza sınırları içinde 6 adet dışında ise 5 adet olmak üzere toplam 11 adet istasyona ait ölçüm verileri kullanıldı (Tablo 4), (Şekil 5). Thiessen Poligonu havzaya ait uydu görüntüsünden ArcGIS yazılımı yardımı ile oluşturuldu [2]. Kavaklıdere Havzasında yapılan taşkın hesaplarında yağış değerleri homojen bir değer elde etmek amacıyla havzanın büyüklüğü göz önüne alınarak bir katsayı (0,91) ile çarpıldı ve yerel yağış verisi elde edildi [2].



Şekil 5. Eşen Çayı Havzası yağış istasyonları (DSİ)

Tablo 4. 1971 Yılı istasyonlara ait yılda günlük maksimum yağış değerinin ortalamasının bulunması

Yağış İstasyonları	Poligon Alanları (km ²)	Yağış Yükseklik Değerleri (mm)	A _i /A _t	P _i *(A _i /A _t)
ÖREN	477.28	87.20	0.18	15.92
SEKİ	523.90	48.00	0.20	9.62
EŞEN	496.29	103.10	0.19	19.58
KEMER	451.07	140.00	0.17	24.16
FETHİYE	1.66	65.00	0.00	0.04
ARPAÇIK	53.46	102.40	0.02	2.10
ELMALI	11.40	64.00	0.00	0.28
AKÇAY	90.14	90.30	0.03	3.12
KALKAN	308.33	65.30	0.12	7.71
ALTINYAYLA	199.98	25.00	0.08	1.91
TOPLAM	2613.51	-	1.00	84.45

Thiessen Poligonu yönteminden elde edilen Eşen Havzası'nın 1971 yılına ait yılda günlük maksimum yağışlardan hesaplanan yağış yükseklik değeri ortalaması 84.45 mm olarak hesaplanmıştır. Thiessen Poligonu yöntemiyle Eşen Havzası'nın 1970-1966 yıllarına ait yılda günlük maksimum yağış yükseklik değerlerinin ortalaması aynı şekilde hesaplanmıştır.

3.3 Eşen Çayı ve Kavaklıdere Havzalarına ait akış eğri numaralarının hesaplanması

Eşen Çayı Havzası ve bu havzanın bir alt havzası olan Kavaklıdere Havzası'nda çeşitli kaynaklardan elde edilmiş olan; yağış yükseklik verisi, akım ölçüm verisi, zemin cinsi, zemin nemi durumu gibi verilerin yanında CBS ve UA teknolojileri kullanılarak hesaplanan veriler birlikte kullanılarak her iki havza için taşkın hesaplamaları yapılmıştır. Kavaklıdere Havzası için yapılan taşkın hesaplamalarında Kavaklıdere yağış ve akım gözlem istasyonuna ait verilerden yararlanılmıştır. Havza sınırları içerisinde bir tane yağış ölçüm istasyonu bulunduğundan ortalama yağış yüksekliği hesaplama yoluna gidilmemiş, tek istasyona ait verilerle hesaplamalar yapılmıştır. Havzanın arazi kullanım sınıflarının alan değerleri belirlendikten sonra akış eğri numarasının bağlı olduğu diğer parametreler belirlenmiştir (Tablo 5). Bu belirlenen akış eğri numaralarına göre daha önce yapılmış olan sınıflandırma çalışmasından elde edilen sınıflara ait alan değerleri ile birlikte ağırlıklı bir ortalama hesabı yapılarak havzanın akış eğri (CN) numarası hesaplanır.

Tablo 5. Arazi kullanım sınıflarına ait akış eğri numaraları

Havza	Kavaklıdere	Eşen Çayı
Arazi Sınıfları	CNII	CNII
Sera	85	85
Tarım Alanı	79	79
Toprak Alan	91	91
Mera	75	75
Dağlık	71	71
Yol	90	90
Orman	77	77

Hesaplanan bu eğri numarası $CN_{II} = 88$ olarak bulunmuştur. bu akış eğri numarası değeri henüz zemin nemi durumu belirlenmeden hesaplanmış olup bu değer orta doygunluktaki zemin durumu için geçerlidir. Zemin nemi durumunu belirlemek için kullanılan söz konusu yıllara ait maksimum yağışların ölçüldüğü tarihten 5 gün öncesine ait ölçümü yapılmış günlük yağış verileri toplamına göre hareket edilir. Bu verilere göre zemin; “kuru”, “orta doygun” ve “doygun” olarak sınıflandırılır (CNI, CNII, CNIII). Zemin nemi durumu sınıflarına göre yeniden hesaplamaları yapılan 1966-1972 yılları arası havza akış eğri numaraları Tablo 6 ile verildiği gibidir.

Tablo 6. Yıllara bağlı CN değerleri

Kavaklıdere Alt Havzası				Eşen Çayı Havzası		
Yıl	P toplam (mm)	Zemin Durumu	CNII	P toplam (mm)	Zemin Durumu	CNII
1971	6,10	KURU	75	38.4	DOYGUN	92
1970	0,00	KURU	75	10.8	KURU	92
1969	22,20	KURU	75	58.3	DOYGUN	92
1968	16,50	KURU	75	72	DOYGUN	92
1967	1,50	KURU	75	61.8	DOYGUN	92
1966	87,00	DOYGUN	98	89.9	DOYGUN	92

Havzanın hidrolojik modellenmesi için gereken ortalama akış eğri numarası değeri sınıfların alansal değerleriyle yapılan ağırlıklı ortalama hesabı sonucu $CN_{II} = 82$ bulunmuştur. Taşkın hesaplarında yağış-akış modellerinden yararlanılarak yağış yüksekliğine bağlı olarak maksimum debi değerine ulaşmak mümkündür. Bu modellerden biri olan NRCS eğri numarası metodunda toplanma zamanına bağlı olarak havza karakteristiklerini de etken olarak alan amprik bir formülle pik debi değeri bulunur. Maksimum debi; havza alanı, akış yüksekliği ve toplanma zamanına bağlı olarak verilen amprik bağıntıyla hesaplanabilir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada Eşen Havzası'nın taşkın debisi değerini hesaplanırken kullanılan yöntem olan akış eğri numarası belirleme yöntemi, arazi sınıfları ve zemin özelliklerini esas alan bir yöntemdir. Bu yöntemle bulunan pik debi değerlerini havzanın çıkış noktası olarak kabul edilen Yapılar isimli akım gözlem istasyonuna (AGİ) ait; ölçümleri DSİ ve EİE tarafından gerçekleştirilen akım değerleriyle, karşılaştırmaları yapılmıştır. Sonuçta zeminin doygunluk derecesine göre ölçülen ve hesaplanan değerlerin birbirine göre farkları arasında bir ilişkinin var olduğu görülmüştür.

Eşen Çayı ve Kavaklıdere havzalarında akış eğri numarası metoduna göre yapılan taşkın pik debisi hesaplamaları sonucunda zemin nemi durumu ve taşkın debisi arasında doğrudan bir ilişki olduğu bilinmektedir. UA ve CBS teknolojileri ile yapılan havza parametrelerini belirleme çalışmaları akış eğri numarası metodunun temelini oluşturan akış eğri numarasını (CN) saptamak için önem taşımaktadır. Akış eğri numaralarının zemin nemi durumuna göre değişkenlik göstermesi doygun, orta doygun ve kuru zeminlere göre yapılan hesaplamaların sonucunu etkilemektedir. Akış eğri numarasının UA ve CBS yardımıyla saptanan değerinin Aydın DSİ 21. Bölge Müdürlüğü tarafından 1997 yılında gerçekleştirilmiş Eşen Havzasının bir alt havzası olan Seki alt havzası için hazırlanan "Yukarı Eşen Projesi Seki Barajı ve Seki Ovası Sulaması Planlama Raporu"nda havzaya ait eğri numarası orta doygun zemin koşulu için CNII değeri 81 olarak ve doygun zemin nemi koşulları için CNIII değeri 91.5 olarak hesaplandığı dolayısıyla bu projede hesaplanan eğri numarası değeriyle tutarlılık gösterdiği belirlenmiştir. Buna bağlı olarak ölçülen ve zemin nemi durumuna göre hesaplanan taşkın pik debi değerlerinin yıllara bağlı olarak gözlemlenen bazı tutarsızlıkların yağış ölçüm istasyonlarından elde edilen yıllık ve günlük maksimum yağış verilerinin su takvimleri ile örtüşmemesinden kaynaklandığı sonucuna varılabilir. Bunun yanında zemin nemi durumu ile ilgili yapılacak "orta doygun" koşulu kabulü sonuçları birbirleriyle tutarlı hale getirmektedir. Zemin nemi

parametresinden sonra havza alanı değeri değışken olarak kabul edildiğinde ve özellikle Eşen Çayı havzasının bir alt havzası olan Kavaklıdere havzasında yapılan çalışmalar göz önüne alındığında akış eğri numarası ile CBS ve UA teknolojileri entegrasyonunun küçük alanlı havzalarda daha doğru sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Kaynaklar

- [1.] Algancı, U., 2008. Akarsu Havzalarında Hidroelektrik Potansiyel Parametrelerinin Uzaktan Algılama ve CBS ile Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü, Fen Bilimleri, İstanbul.
- [2.] Coşkun, G., Ağırlioğlu, N. ve diğ., 2010. Innovation with Hydrologic Modelling for Hydroelectric Power Plant in Poorly Gauged Basins, Springer Science, Water Resources Management.
- [3.] Dingman, S. L., 2002. Physical Hydrology, 443-455, 2nd Edition, Upper Saddle River, N.J., Prentice Hall.
- [4.] Karayusufođlu, S., 2010. Solaklı Havzasının Uzaktan Algılama ve CBS Kullanılarak Hidrolik Modelinin Oluşturulması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü, Fen Bilimleri, İstanbul.
- [5.] Özdemir, H., 2007. SCS CN Yağış-Akış Modelinin CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Uygulanması: Havran Çayı Havzası Örneđi (Balıkesir), Coğrafi Bilimler Dergisi, 5 (2), 1-12.
- [6.] Pektaş, Ali O., 2012. Büyük Havzalarda Akış Katsayısının Hesaplanması, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [7.] Taşkın, İ., 2014. Eşen Çayı Havzası Hidrolojik Zemin Grupları ve Cinsleri, Jeoloji Mühendisi, JMO Sicil No: 2028.
- [8.] USDA NRCS, 2004. National Engineering Handbook, Part 630 Hydrology, Hydrologic Soil Cover Complexes, Chapter 9, U.S. Washington, D.C.
- [9.] USDA NRCS, 2010. National Engineering Handbook, Part 630 Hydrology, Time of Concentration, Chapter 15, U.S. Washington, D.C.
- [10.] Aydın 21. Bölge D.S.İ Müdürlüğü, 1997 Yukarı Eşen Projesi Seki Barajı ve Seki Ovası Sulaması Planlama Raporu, Aydın.
- [11.] EİE ve DSİ, Batı Akdeniz Havzası Yıllık Maksimum Akım Tabloları, 1934-1990.
- [12.] DSİ ve DMİ, 21. Aydın Bölgesi Müdürlüğü Yıllık En Büyük Yağış Değerleri ve Tabloları, 1929-1988.