

## Harabe Deresi Havzasında Yağış-Akış İlişkisinin AGNPS Modeliyle Değerlendirilmesi\*

Cüneyt AYDIN<sup>1</sup>

Y. Ersoy YILDIRIM<sup>1</sup>

Geliş Tarihi: 14.10.2002

**Özet:** AGNPS modeli dünyada ve özellikle Amerika Birleşik Devletlerinde havza bazında yaygın olarak kullanılan modellerden birisidir. Şanlıurfa Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü havzalarından biri olan Harabe Deresi havzası verilerinin esas alındığı bu çalışmada, 1992-1996 yılları arasında düşen ve 25.4 mm'den büyük olan yağışlar sonucu ortaya çıkan yüzey akışlar AGNPS modeli ile tahmin edilmiştir. Sonuçta, yöre koşullarında mart ve mayıs ayları arasındaki dönemde yüzey akış tahminlerinde AGNPS modelinin kullanılabileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Harabe Deresi Havzası, model, AGNPS, yağış, yüzey akış

### Evaluation of Rainfall-Runoff Relationship by AGNPS Model in Harabe Creek Watershed

**Abstract:** The AGNPS is a commonly used watershed level model in the world and especially in the USA. This study was based on the data of Harabe Creek watershed of Şanlıurfa Rural Affairs Research Institute. Storm-based surface flows resulted from the rains greater than 25.4 mm between 1992-1996 were predicted by AGNPS model. Consequently, AGNPS model can successfully be used in the watershed runoff predictions for the period between march and may.

**Key Words:** Harabe Creek Watershed, model, AGNPS, rainfall, runoff

#### Giriş

Bir hidrolojik model, hidrolojik olayları belirleyen parametrelerin zaman ve mekan boyutunda değişimlerini matematiksel olarak ifade eden bir yapıdır. Havzalarda hidrolojik olayların değerlendirilmesinde bu tür modeller yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu modeller akarsu, göl, körfez ve tarımsal alanlarda oluşan bozulmayı ortaya koymakta ve oluşan sonuçları önlemek için alınacak tedbirlerin somut ve tarafsız bir biçimde saptanmasında çok önemli katkılar sağlamaktadır.

Bir çok araştırmacı tarafından yüzey akış ve kirlilik üzerine çok sayıda model geliştirilmiştir. Bu modeller arasında AGNPS (Agricultural Nonpoint Source Pollution) modeli Amerika'da Toprak Muhafaza Araştırma Laboratuvarı (NCSCRL), Tarımsal Havza Araştırma İstasyonu (SWRS) ve Minnesota Kirlilik Kontrol Kuruluşu (MPCA) tarafından havza bazında yağış-yüzey akış tahminlerinde bulunmak ve bu olaylara bağlı olarak su kalitesinde olabilecek değişimleri tahmin etmek amacıyla geliştirilmiştir.

Feezor ve ark. (1989), AGNPS modeli ile tahmin yapılırken seçilen hücre boyutunun ne kadar önemli olduğunu belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Illinois'de seçilen Jacksonville havzasında 1.62, 6.47, 25.89 ve 103.58 ha olmak üzere 4 farklı hücre boyutu seçilerek AGNPS modelini uygulamışlardır. Sonuçta AGNPS modeli kullanılırken seçilecek hücre boyutu ne kadar küçük olursa, modelin o oranda gerçeğe yakın

sonuçlar vereceğini saptamışlardır.

Brannan ve Hamlet (1998), AGNPS modelinde havzanın hücrelere ayrılması ile ilgili yeterince araştırma yapılmamasından hareketle, havzanın hücrelere bölünmesinde jeostatistiksel yöntemleri kullanmayı araştırmışlardır. Araştırmacılar jeostatistiksel yöntemlerle hücrelerin oluşturulduğu havzada AGNPS modeli ile yapılan simülasyonlarda gerçek değerlere daha yakın tahminler yapılabildiğini saptamışlardır.

Indiana'daki 800 West, Otterbein ve Animal Sciences havzalarında SWAT, AGNPS ve ANSWERS modellerini karşılaştırmak amacıyla Kosky ve Engel (1997) tarafından bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada 1995 yılındaki 15 yağış olayı için modeller kalibre edilmeksizin çalıştırılarak yüzey akış tahmini yapılmıştır. Sonuçta tüm modeller yüzey akış tahminleri açısından Otterbein ve Animal Sciences havzalarında 800 West havzasına oranla daha iyi sonuçlar vermiştir.

Perrone ve Madramootoo (1997), AGNPS modelini Kanada Quebec'de havza bazında modelleme için kullanmışlardır. Araştırmacılar St. Esprit havzasında 1994-1996 yılları arasında ortaya çıkan yağış, yüzey akış ve asılı sediment konsantrasyonlarını izlemişler, yağış-yüzey akış olaylarından 7 tanesini AGNPS modelinin kalibrasyonunda, 5 tanesini de modeli değerlendirmede

\* Yüksek Lisans Tezi'nden hazırlanmıştır

<sup>1</sup> Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü-Ankara

kullanılmışlardır. Çalışma sonucunda modelin pik akımı gerçek akımın çok üstünde tahmin ettiğini belirlemiştir. Aynı araştırmacılar sediment verimini tahmin ettikleri diğer çalışmada ise %28.2'lik ortalama hata saptamışlardır.

Chaubey ve ark. (1997), hidrolojik olayların su kalitesine etkisi ile ilgili modellemede yağışın alansal dağılımının model sonuçlarına etkisini araştırmak amacıyla Oklohoma'daki Little Washita havzası koşullarında AGNPS modelini test etmişlerdir. 1996 yılındaki 5 yağışı alarak modeli çalıştırmışlardır. Sonuçta yağışın alansal dağılımı ile ilgili bilgilerin yetersiz olduğu durumlarda model sonucunun tatmin edici olmadığı belirlenmiştir.

Bu çalışmanın amacı Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün araştırma havzalarından biri olan Adıyaman Kahta'daki Harabe deresi havzasında AGNPS modelini kullanarak yüzey akış tahmini yapmak ve gerçek değerlerle karşılaştırarak modelin kullanılabilirlik düzeyini ortaya koymaktır.

### Materyal ve Yöntem

Araştırma alanı, Fırat havzasında, Adıyaman il merkezinin 35 km doğusunda, Kahta İlçe merkezinin güneyinde bulunmaktadır. Havza, Kahta İlçe merkezi, Mülk ve Uncular köyü ile komşudur. Havzanın çıkış noktası, Kahta İlçe merkezine 4.5 km uzaklıkta, 37°45'00" kuzey enlemi ile 38°36'00" doğu boylamında ve denizden yüksekliği 590 m dir (Kaya 1994). Yörede Güneydoğu Anadolu bölgesi iklim özelliği görülmektedir. Yazlar sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Yıllık toplam yağış 795.8 mm, ortalama sıcaklık 16.4 °C, ortalama nispi nem %49, ortalama rüzgar hızı 2.5 m/s'dir.

Havza alanı 11.66 km<sup>2</sup>'dir ve bu alanın 6.24 km<sup>2</sup>'si 650-700 m, 4.51 km<sup>2</sup>'si ise 700-730 m yükseklikler arasında değişmektedir. Havza uzunluğu 6.8 km, havza ortalama eğimi %15.7, ana su yolu uzunluğu 6 km, toplam su yolları uzunluğu 18.5 km ve drenaj yoğunluğu 1586 m/km<sup>2</sup>'dir (Kaya 1994).

Havza arazisinin %48.2'si kahverengi, %33.9'u kırmızımsı kahverengi ve %17.9'unu da kireçsiz kahverengi büyük toprak gruplarından meydana gelmiştir (Kaya 1994).

Kahta'da özellikle 1990 yılından sonra yeni yerleşim alanlarının açılmasıyla Harabe deresi havzasının bir kısmında yerleşim alanları oluşturulmuştur. Çalışmada bu durum dikkate alınarak havzadaki arazi kullanımı yeniden belirlenmiştir. Arazi kullanımını belirlemek amacıyla mevcut kayıtlar ile 18 Ağustos 2000 tarihli Landsat 7 TM uydu verisinden yararlanılmıştır. Arazi kullanımı belirlenirken Windows 2000 sistemine dayalı, Erdas Imagine, Arc/Info ve ArcView yazılımları kullanılmıştır.

Akımların kaynağı olan yağışların havzada miktar, yer ve zaman bakımından dağılımlarını incelemek ve havza ortalama yağışını saptamak amacıyla havza

içerisindeki 4 adet yağış istasyonunun verileri kullanılmıştır. Bu istasyonların üç tanesinde pluviyometre ve pluviograf, bir tanesinde ise sadece pluviyometre bulunmaktadır. Havzada meydana gelen akımları ölçmek için havza çıkışına (590 m kotuna) 1/5 şevli beton üçgen savak inşa edilmiş ve savağın sağ yanına ve dere yatağı banketi üzerine sürekli döndüşken mekanizmalı yazıcı su seviyesi ölçücü (limnigraf) yerleştirilmiştir.

AGNPS modeli, hücreler veya elemanlar kullanarak havzanın tanımını yapmaktadır. Her bir hücre alanı için kullanılan eşitlikler havzanın karakteristiklerini tanımlamaktadır. Kullanılan verilerin bazıları fiziksel ölçülere dayandığı için haritalardan elde edilirken (eğim uzunluğu gibi) bazıları kısmen ölçüm yapılarak tahmin edilebilmekte veya önceki çalışmalardan elde edilebilmektedir. Bazı veriler ise kaydedilmiş önceki verilerden alınmaktadır. AGNPS modeli için 22 farklı veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu veriler; hücre sayısı, drenaj hücrelerinin sayısı, SCS eğri numarası, ortalama arazi eğimi, yüzey eğim faktörü, ortalama arazi eğim uzunluğu, ortalama kanal eğimi, ortalama kanal şev eğimi, kanalın manning pürüzlülük katsayısı, toprak erozyon faktörü, uygulama faktörü, yüzey koşulu sabiti, görünüm, toprak bünyesi, gübreleme düzeyi, karışım düzeyi, noktasal kaynak göstergesi, su kaynağı durumu, kimyasal oksijen ihtiyacı faktörü, biriktirme faktörü ve kanal göstergesidir. AGNPS modelinin sonuçları hidroloji, sediment ve kimyasal sonuçlar olmak üzere üç ana grupta toplanmaktadır.

Landsat 7 TM uydu görüntülerinin geometrik düzeltilmesi ve rektifikasyonu yapıldıktan sonra eğitilmiş sınıflandırmaya setleri hazırlanmış, Erdas Imagine yazılımında Contingency Matrix çalıştırılarak sınıfların homojenliği değerlendirilmiş ve Maximum Likelihood yöntemine göre arazi kullanımı sınıflandırılmıştır.

Havzanın hidrolojik toprak grubu değerleri Maidment (1993)'de verilen değerler yardımıyla belirlenmiştir.

En küçük karenin bir kenarı 200 m olacak şekilde havza karelere bölünmüştür. Hücre boyutu programın duyarlılığını göstermektedir. Bu çalışmada hücre boyutu 200x200 m'den toplam 356 hücre oluşturulmuştur.

Arc/Info ve ArcView yazılımları yardımıyla 1/25000'lik topoğrafik haritalar sayısallaştırılarak DEM (sayısal yükseklik modeli) haritası elde edilmiştir.

Toprak bünyesi, Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü tarafından yayınlanan Adıyaman-Kahta-Harabe Deresi Havzası Yağış ve Akım karakteristikleri raporundan alınmıştır.

Modelde kullanılan diğer veriler AGNPS modeli içerisinde ve kullanım klavuzunda verilen çizelgelerden alınmıştır.

Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araştırma Enstitüsünden alınan 1992-95 yılları arası 4 yağış gözlem istasyonu ile 1 akım gözlem istasyonunda yağış ve yüzey akış ölçümleri Kaya (1994)'de verilen esaslara göre yapılmıştır.

AGNPS modeli tarafından tahmin edilen yüzey akış değerlerini ölçülen değerlerle karşılaştırmak amacıyla öncelikle bir serpm diyagramı hazırlanmış, ardından kukla (dummy) değişkenler yaratılarak microstat istatistik paket programı yardımıyla regresyon analizleri ve otokorelasyon olup olmadığını tespit amacıyla Durbin-Watson testi Yurtsever (1994), Neter ve ark. (1996), Ertat (1997) 'da verilen esaslara göre yapılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Mevcut veri tabanının incelenmesi ve Landsat 7 TM uydu görüntüleri ile yapılan sınıflandırma ile havzadaki arazi kullanımı; yerleşim, sulu tarım, anız, nadas ve mera olmak üzere 5 sınıfta toplanmıştır. Arazi örtüsü, hidrolojik koşul ve ekim şekli göz önünde bulundurularak Maidment (1993)'den SCS eğri numarası belirlenmiş ve bunlar Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi bu değerler yerleşim için 90, mera için 74, sulu tarım, anız ve nadas alanları için ekim-hasat tarihlerine bağlı olarak 80-88 arasında değişmektedir.

AGNPS programından elde edilen arazi eğimi ve akım yönleri Şekil 1'de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi havza 89 ana hücreye ve her bir hücrede 4 alt gruba ayrılarak toplam 356 hücre elde edilmiştir. Hücrelerin eğimleri de %0.1 ile %36.0 arasında değişmektedir.

AGNPS programının çalıştırılmasında kullanılan diğer veriler modelde verilen değerler arasından seçilmiştir (Çizelge 2). Çizelgede verildiği gibi akım yönüne göre 1'den 8'e kadar (kuzey 1, güney 5 gibi) değişmektedir. Eğim şekli arazinin düzlüğünü (1), çukur (2) ve tepelerini (3) göstermektedir. Eğim uzunluğu arazi eğimine göre 120, 170, 200 olarak değişmektedir. Manning pürüzlülük katsayısı 0.3, K faktörü 0.3, C faktörü 0.05, P faktörü 0.5, Yüzey koşulu sabiti 0.1 ve COD faktörü 65 alınmıştır. Toprak tekstürü kum, kil, silt ve su için 1'den 4'e kadar değer almaktadır. Gübreleme göstergesi, pestisid göstergesi, noktasal olmayan kaynak göstergesi, ilave erozyon faktörü ve biriktirme faktörü araştırma konusuna dahil olmadığı için 0 alınmıştır. Kanal göstergesi ele alınan hücrede su varsa 0, yoksa 1 olarak alınmıştır.

AGNPS modeli Harabe Deresi havzasında 1992-1995 yılları arasında oluşan ve miktarı 25.4 mm'den fazla olan 20 adet yağış olayı, yıllar ve aylara göre oluşturulan SCS seti göz önüne alınarak çalıştırılmış ve sonuçta

Çizelge 1. 1992-1995 yılları SCS eğri numarası değerleri

Arazi kullanım türü	1992				1993				1994				1995			
	SCS seti no															
	1	2	3	4	1	2	3	4								
Yerleşim	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90			
Sulu tarım	88	80	88	80	88	80	88	80	88	80	88	80	80			
Anız	88	80	88	88	88	80	88	88	80	88	88	88	88			
Nadas	88	88	88	80	88	88	88	88	88	88	88	88	80			
Mera	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74			



Şekil 1. Harabe deresi havzası arazi eğimi ve akım yönleri haritası

Çizelge 2. AGNPS'de kullanılan veriler

Akım yönü	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Arazi eğimi (%)	0.1-36.0
Eğim şekli	1, 2, 3
Eğim uzunluğu	120, 170, 200
Manning pürüzlülük katsayısı	0.3
K faktörü	0.3
C faktörü	0.05
P faktörü	0.5
Yüzey koşulu sabiti	0.1
COD faktörü	65
Toprak tekstürü	1, 2, 3
Gübreleme göstergesi	0
Pestisid göstergesi	0
Noktasal olmayan kaynak göstergesi	0
İlave erozyon faktörü	0
Biriktirme faktörü	0
Kanal göstergesi	0, 1

modelin tahmin ettiği yüzey akış miktarları bulunmuştur. Çizelge 3'de bu 20 yağış olayı ile gözlenen ve modelle tahmin edilen yüzey akış değerleri ve SCS seti, Şekil 2.'de ise ölçülen ve tahmin edilen değerlere ilişkin serpm diyagramı verilmiştir. Belirtilen Çizelge ve Şekil incelendiğinde Mart, Nisan ve Mayıs aylarında modelin tahmin

ettiği akım değerleriyle gözlenen akım değerleri arasında uyum olduğu, diğer aylarda ise belirtilen değerler arasında büyük sapmaların olduğu görülmektedir. Havzada, yaz aylarında modelin göz önüne aldığı yağış sınırından (25.4 mm) daha büyük miktarlarda yağış olmaması nedeniyle karşılaştırma yapılması mümkün olmamaktadır (Chaubey ve ark. 1997 ve Kosky ve ark. 1997). Kasım-Şubat dönemindeki yağışlar sonucu gözlenen akım değerlerinin

Çizelge 3. Gözlenen ve modelle tahmin edilen yüzey akış değerleri

No	Tarih	SCS seti No	Gözlenen yağış (mm)	Gözlenen akış (mm)	Model akış (mm)
1	25.10.1992	1	44.50	0.381	19.050
2	29.11.1992	1	32.54	0.699	10.868
3	11.12.1992	1	46.71	1.501	20.828
4	07.01.1993	3	49.59	2.177	6.350
5	07.03.1993	3	34.56	5.187	11.176
6	02.05.1993	4	35.23	4.133	5.842
7	23.11.1993	3	26.36	1.148	11.684
8	14.12.1993	3	41.20	1.913	11.430
9	28.01.1994	1	34.07	1.984	18.796
10	12.02.1994	1	33.79	2.685	10.414
11	15.02.1994	1	25.08	4.752	18.796
12	29.04.1994	2	33.44	0.826	5.080
13	06.02.1995	3	35.95	4.417	22.860
14	13.04.1995	4	35.07	3.475	8.636
15	18.04.1995	4	29.21	3.520	9.144
16	17.12.1995	3	60.69	4.798	16.510
17	02.01.1996	1	28.62	5.657	32.004
18	17.03.1996	1	43.96	17.168	12.954
19	21.03.1996	1	32.22	14.450	12.446
20	29.03.1996	1	44.11	13.254	8.636

modelle tahmin edilen değerler arasındaki farklılığa Şekil 2'den de izleneceği gibi topraktaki su miktarının maksimum düzeyde olması ile belirtilen aylarda havzadaki kar örtüsünün neden olabileceği düşünülmektedir. Havzadaki ölçümlerde kar ve yağmur rasatının ayrı ayrı değerlendirilmemesi de bu düşüncüyü desteklemektedir.

AGNPS modeli ile tahmin edilen yüzey akış değerlerinin Mart, Nisan ve Mayıs aylarında gözlenen değerlerle uyum, diğer aylarda ise büyük sapma göstermesinden hareketle, öncelikle aşağıdaki fonksiyon kurulmuştur.

$$g = f(m, d) \quad (1)$$

Burada;

g : düzeltilmiş model akım değerleri

m : modelle tahmin edilen akım değerleri

d : kukla değişkenlerdir (mart, nisan ve mayıs ayları için d=0, diğer aylar için d=1).

Bu durum göz önüne alınarak hazırlanan ve Çizelge 4'de verilen regresyon girdi tablosu ve microstat istatistik paket programı kullanılarak; Çizelge 5'de verilen değişkenler temel değerleri, Çizelge 6'da verilen regresyon temel değerleri, Çizelge 7'de verilen regresyon artıklar tablosu ve Çizelge 8'de verilen varyans analiz değerleri elde edilmiştir.

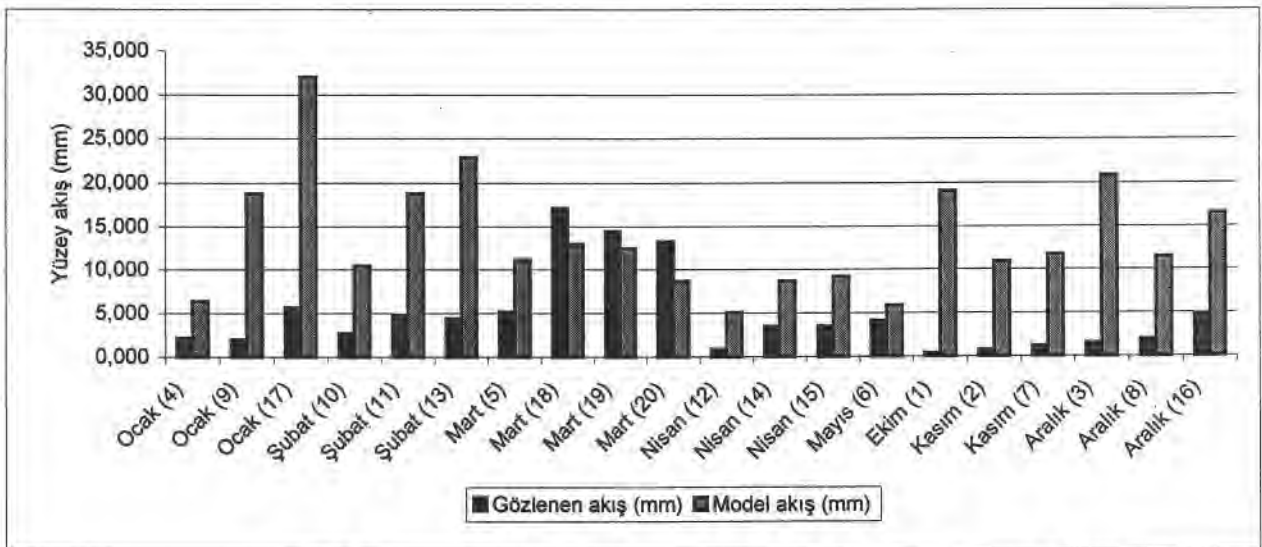
Bu sonuçlara göre bulunan regresyon denklemi aşağıda verilmiştir.

$$g = 5.121 + 0.2849m - 7.1801d \quad (2)$$

$$R = 0.6349$$

$t_m$  1.794,  $t_d$  -3.387 olup, 17 serbestlik derecesinde  $\alpha=0.01$  anlamlılık düzeyinde geçerli bulunmuştur.

Çoklu ilişki katsayısı  $R = 0.6349$ , çoklu determinasyon katsayısı  $R^2 = 0.4031$  bulunmuştur ki bu değerler bağımlı değişken olarak kabul edilen gözlem değerleriyle açıklayıcı değişkenler arasında güçlü olmayan bir ilişkinin varlığını belirtmektedir.



Şekil 2. Gözlenen ve modelle tahmin edilen yüzey akış değerlerine ilişkin serpmeye diyagramı

Çizelge 4. Regresyon girdi tablosu

No	Yüzey akış (mm)		Kukla
	Gözlem	Tahmin	
1	0.381	19.050	1
2	0.699	10.868	1
3	1.501	20.828	1
4	2.177	6.350	1
5	5.187	11.176	0
6	4.133	5.842	1
7	1.148	11.684	1
8	1.913	11.430	1
9	1.984	18.796	1
10	2.685	10.414	1
11	4.752	18.796	1
12	0.826	5.080	0
13	4.417	22.860	1
14	3.475	8.636	0
15	3.520	9.144	0
16	4.798	16.510	1
17	5.657	32.004	1
18	17.168	12.954	0
19	14.450	12.446	0
20	13.254	8.636	0

Çizelge 5. Değişken temel değerleri

İndeks	Değişken	Ortalama	Standart sapma
1	Model	13.6752	6.7155
2	Kukla	0.60000	0.5026
	Bağımlı değişken	Gözlem	4.7060
			4.7364

Çizelge 6. Regresyon temel değerleri

Bağımlı değişken: Gözlem					
Değişken	Regresyon katsayısı	Standart hata	T (SD=17)	Olasılık	Kısmi r <sup>2</sup>
Model	0.2847	0.1587	1.794	0.09058	0.1592
Kukla	-7.1801	2.1199	-3.387	0.00350	0.4029
Sabit: 5.1210					
Tahmin Std. Hata =3.8686					
R <sup>2</sup> = 0.4031					
Çoklu R = 0.6349					

Varyans analiz değerleri incelendiğinde regresyona ilişkin  $F_{hesap}=5.741$  değeri regresyonun %98.75 düzeyinde önemli olduğunu göstermektedir.

Regresyon hata tablosu ve şeması incelendiğinde gözlem değerleri ile regresyon tarafından hesaplanan değerler arasındaki farkın  $\pm 2$  standart sapma sınırları içinde kaldığı görülmektedir. Bu değerler gözlem değerleri ile regresyonla hesaplanan değerlerin %95 olasılıkla aynı popülasyona ait olduğunu göstermektedir.

Son olarak otokorelasyon olup olmadığının tespiti için Durbin-Watson testi uygulanmış,  $d_{hesap}=1.2753$  olarak bulunmuştur. Bu değer %5 önemlilik derecesinde tablodaki alt sınır değeri 1.02 ile üst sınır değeri 1.54

Çizelge 7. Regresyon hata tablosu

No	Yüzey akış (mm)		Hata
	Gözlenen	Regresyon eşitliğiyle hesaplanan	
1	0.381	19.050	3.368
2	0.699	10.868	1.037
3	1.501	20.828	3.875
4	2.177	6.350	-0.250
5	5.187	11.176	8.305
6	4.133	5.842	-0.395
7	1.148	11.684	1.270
8	1.913	11.430	1.197
9	1.984	18.796	3.296
10	2.685	10.414	0.908
11	4.752	18.796	3.296
12	0.826	5.080	6.568
13	4.417	22.860	4.454
14	3.475	8.636	7.581
15	3.520	9.144	7.726
16	4.798	16.510	2.645
17	5.657	32.004	7.059
18	17.168	12.954	8.812
19	14.450	12.446	8.667
20	13.254	8.636	7.581

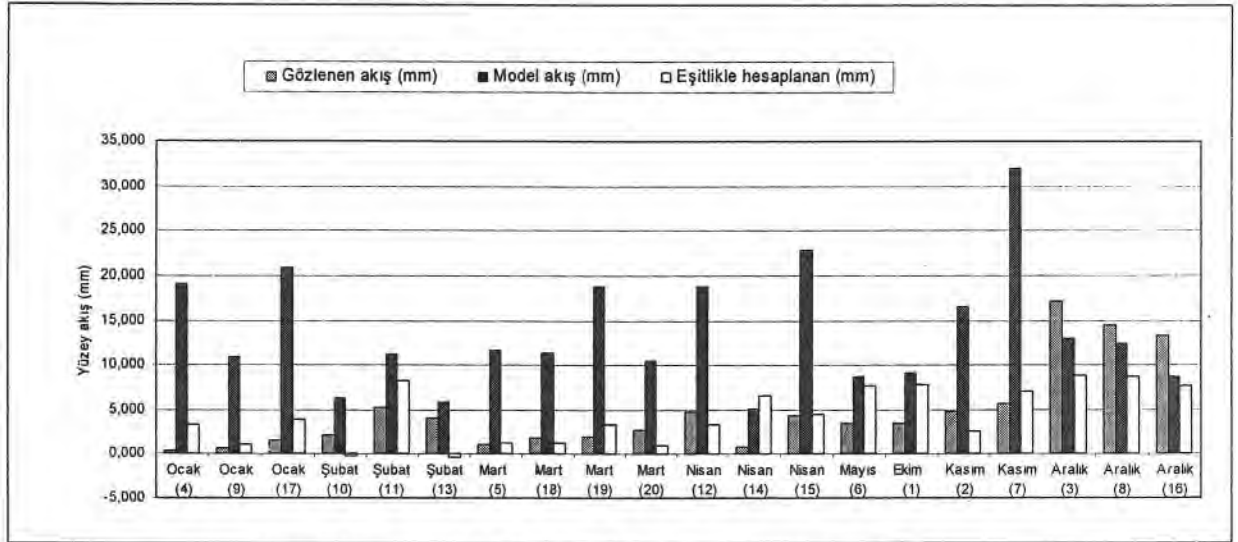
Çizelge 8. Varyans analiz değerleri

Kaynak	Kareler toplamı	S.D	Kareler ort.	F oranı	Olasılık
Regresyon	171.825	2	85.9124	5.741	0.0124
Hata	254.418	17	14.9658		
Toplam	426.243	19			

arasında olduğundan pozitif otokorelasyond var yada yok denilememektedir.  $4-d=2.7247 > d_{hesap}=1.2753$  olmasında negatif otokorelasyon olmadığı sonucunu ortaya koymaktadır (Erlat 1997).

Gerek kukla değişkene ilişkin t değeri ile onun olasılık düzeyi ve gerekse kukla değişkene ait kısmi korelasyon katsayısının modelin t ve kısmi korelasyon katsayısı değerlerinden daha yüksek oluşu, model değerlerinin Mart – Mayıs aylarında gözlem değerini yansıtabildiğini, bu dönem dışında ise ancak kukla değişkenler kullanılarak regresyonun anlamlı hale getirilebildiğini göstermektedir.

Gözlenen, modelden elde edilen ve regresyonla hesaplanan değerler Şekil 3'de görülmektedir. Gözlenen ve model değerleri arasında oldukça yüksek fark olmasına rağmen, regresyon sonucu elde edilen verilerin gözlenen verilere daha yakın olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Gözlenen, modelle tahmin edilen ve eşitlikle hesaplanan değerler

## Sonuç

İstatistik analizler havzada Mart-Mayıs arasındaki aylarda model sonuçlarının güvenilir olabileceğini göstermektedir. Kar ve yağmur rasatlarının birbirinden ayrılabilmesi halinde modelin diğer aylar için de sağlıklı sonuçlar verebileceği düşünülmektedir.

İstatistik analizler sonucunda, söz konusu havzada Mart-Mayıs dönemi dışındaki aylar için kukla değişken ( $d=1$ ) kullanılarak regresyonla hesaplanan değerlerin ihtiyatlı olarak havzada kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır.

Ülkemizde model çalışmalarından beklenen yararın elde edilebilmesi için mevcut havzalardan birinde veya yeni bir havzada otomatik ölçüm sistemlerinin kullanıldığı modern teknolojiler yardımıyla verilerin sağlıklı bir şekilde toplanması gerekmektedir. Güvenilir verilerle kullanılan modeller, havza bazında daha sağlıklı kararlarında alınmasını sağlayacaktır.

## Kaynaklar

- Brannan, K. and J. M. Hamlett, 1998. Using geostatistics to select grid-cell layouts for the AGNPS model. Transactions of the ASAE, 41 (4) 1011-1018.
- Chaubey, I., C. T. Haan, M. Salisbury and S. Grunwald, 1997. Effect of spatial variability of rainfall on modeling hydrologic/water quality processes. International Meeting of ASAE, August 10-14, 1997, Minneapolis, Minnesota, Paper No. 97-2099, 4 p.
- Erlat, H. 1997. Introduction to Econometrics. Department of Econometrics, Middle East Technical University, Corrected for Misprints, October 1997, 115p.
- Feezor, D. R., C. M. Hirschi and B. J. Lesikar, 1989. Effect of cell size on AGNPS prediction. International Winter Meeting of ASAE, December 12-15, 1989, New Orleans, Louisiana, Paper no: 89-7027, 11 p.
- Kaya, S. 1994. Adıyaman-Kahta-Harabe Deresi Havzası yağış ve akım karakteristikleri. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın no: 87, Teknik Yayın no:21, 94 s. Şanlıurfa.
- Kosky, K. and B. A. Engel, 1997. Evaluation of three distributed parameter hydrologic/water quality models. International Meeting of ASAE, August 10-14, 1997, Minneapolis, Minnesota, Paper No. 97-2010, 4 p.
- Maidment, D. R. 1993. Handbook of Hydrology. McGraw-Hill, Inc., New York.
- Neter, J., M. H. Kutner, C. J. Nachtsheim and W. Wasserman, 1996. Applied Linear Statistical Models. IRWIN, 1407 p., USA.
- Perrone, J. and C. A. Madramootoo, 1997. Use of AGNPS for watershed modeling in Quebec. Transactions of the ASAE, 40 (5) 1349-1354.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metotlar. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No:121, Teknik Yayın No:56, 623 s., Ankara

İletişim adresi:

Y. Ersoy YILDIRIM

Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi,

Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü-Ankara

Tel: 0 312 317 05 50/1769

Fax: 0 312 317 41 90

E-mail: yyildir@agri.ankara.edu.tr