

Bursa-İznik Mahmudiye Havzası Yağış Akış İlişkisinin Belirlenmesi

Erkan İSTANBULLUOĞLU*
A. Osman DEMİR**
Hasan DEĞİRMENCİ***

ÖZET

Bu çalışmada, Bursa-İznik ilçesinin kuzeyinde bulunan Mahmudiye havzasında gözlenen 24 saatlik toplam yağışlar kullanılarak havzanın yağış - akış ilişkileri incelenmiştir. Mecidiye ve Boyalıca meteoroloji istasyonlarının günlük toplam maksimum yağış verileri havzaya uyarlanmış ve istatistiksel olarak analiz edilerek 1, 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 ve 1000 yıllık yineleme periyoduna sahip yağışlar belirlenmiştir. Bu yağışların 2, 4, 6, 8, 12 ve 18 saatlik yağış süreleri için SCS Eğri Numarası yöntemine göre meydana getirecekleri yüzey akış miktarları belirlenmiş ve aynı yağışlara ait yüzey akış hidrografları çizilmiştir. Ayrıca yağışlar ile bu yağışların meydana getireceği yüzey akış ve anlık pik debi değerleri istatistiksel olarak incelenerek yağış ile yüzey akış arasında polinomial ve yağış ile meydana getireceği anlık pik debi arasında üstel ilişki bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yağış, Eğri Numarası, Yüzey akış, Hidrograf, Sentetik Birim Hidrograf.

* Arş. Gör.; U.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bursa.
** Doç. Dr.; U.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bursa.
*** Öğr. Gör. Dr.; U.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bursa.

ABSTRACT

Determination of Rainfall-Runoff Relations in Bursa-İznik Mahmudiye Watershed

Rainfall and runoff relations in Bursa-İznik Mahmudiye Watershed which is placed in northern İznik and covers 23.4 km², was aimed to be determined. To characterize the rainfall in the watershed, adjusted daily total maximum rainfall depths in Mecidiye and Boyalıca meteorological stations were statistically analyzed and rainfall depths in 1, 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500, 1000 year return periods were determined and runoff depths for 2, 4, 6, 8, 12 and 18 hour lasted precipitation events were calculated using SCS Curve Number method and runoff hydrographs of these precipitation events were plotted. Statistically analysing the rainfall depths versus runoff depths and maximum discharges, a polynomial relation between rainfall and runoff was found while the relation between rainfall and peak discharge was a power function.

Key Words: Rainfall, Curve Number, Runoff, Hydrograph, Synthetic Unit Hydrograph.

GİRİŞ

Küçük su toplama havzalarında; su temini, havza ıslahı, taşkın ve sediment önleme gibi yatırım projelerinden beklenen faydanın sağlanabilmesi için projelermeye esas olacak hidrolojik çalışmaların dikkatli bir biçimde yapılması gerekmektedir. Yatırım projelerinin gerçekleştirilmesi için öncelikle havzaya ilişkin yağış ve akım verilerine gereksinim duyulmaktadır. Türkiye’de binlerce küçük su toplama havzası bulunmaktadır. Her havzada ayrı ayrı rasat yapılarak yıllarca rasat sonuçlarını beklemek olanaksızdır. Bu nedenle uygulamada küçük su toplama havzaları bölgelere ayrılarak, seçilen benzer havzalarda rasat yapılması daha pratik bir yol olarak görülmektedir.

Son yıllarda yağış verilerinden yararlanarak akışa geçen su miktarının hesaplanmasına ilişkin bir çok ampirik formüller ve modeller geliştirilmiştir. Bu ampirik formüller ve modeller yardımıyla küçük su havzalarına ilişkin meteorolojik ve hidrometeorolojik verilerden yararlanılarak havza yağış-akış ilişkileri belirlenebilmektedir.

Yağış ile oluşan yüzey akışın sezinlenmesi, bu yüzey akışın havza çıkış noktasında meydana getireceği debinin zamanla değişimi ve pik debi değeri ile pik debiye ulaşım süresinin bilinmesi toprak su yapılarının projelendirilmesinde ve işletiminde çok büyük öneme sahiptir.

Yüzey akış hacmi ve debisi havzanın hidrolojik, jeolojik ve diğer tüm karakteristiklerine bağlı olarak değişmektedir. Yüzey akışın belirlenmesinde bu faktörleri temsil edecek bir indekse gereksinim duyulmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Toprak Koruma Servisi (S.C.S) tarafından yüzey akış eğri numarası olarak adlandırılan bir indeks geliştirilmiştir. SCS Eğri Numarası (E.N.) yönteminde, bir havzanın E.N.'sı incelenecek yağış öncesinde meydana gelmiş beş günlük toplam yağışa göre değişmektedir. Bu koşula uygun olarak yapılan E.N. hesaplamalarında havza topraklarının alt plastik limit sınırı ile solma noktası koşulunda E.N.I (AMC I), havzada düzenli ve yıllık ortalamaları aşmayan yağışlar için E.N.II (AMC II) ve şiddetli yağışlar ile hava sıcaklığının düşük olduğu dönemlerde meydana gelen tüm yağışlar için E.N. III (AMC III) olmak üzere üç adet E.N belirlenmektedir¹. Fakat belirlenen üç farklı E.N koşulunda meydana gelecek yüzey akışlar arasında büyük farklılıklar gözlenmektedir ve toprak-su bütçesindeki küçük değişimler E.N'da ani sıçramalara neden olmaktadır².

Bu çalışmada, havzaya uyarlanan Mecidiye ve Boyalıca meteoroloji istasyonu günlük toplam maksimum yağış verileri istatistiksel olarak incelenmiş ve 1, 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500, 1000 yıllık yinelemeye sahip 24 saatlik maksimum yağışlar 2, 4, 6, 8, 12, 18 saatlik kısımlara ayrılarak SCS E.N.'sı yöntemiyle sağnak yağışların meydana getireceği yüzey akış yükseklikleri bulunmuştur. Bu akış yükseklikleri kullanılarak Sentetik Birim Hidrograf (H.C. Getty ve J. H. Mc. Hughs) yöntemi yardımıyla meydana getirecekleri yüzey akış hidrografları çizilmiştir. Ayrıca 24 saatlik maksimum yağışların 2, 4, 6, 8, 12, 18 saatlik kısımlara ayrılarak incelenmesi sonucunda elde edilen yüzey akış yükseklikleri ve aynı yağışların oluşturduğu hidrograflar incelenmiş ve Mahmudiye havzasını karakterize edecek 24 saatlik yağış ile havza yüzey akışı ve yüzey akış pik debisi arasındaki ilişkiler araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışma alanı olarak seçilen Mahmudiye havzası, Marmara bölgesinde, İznik gölü kapalı havzasında ve İznik gölünün kuzeydoğu kesiminde olup, Mahmudiye köyünün 1 km kadar batısındadır. Havzanın doğal drenajını sağlayan köyiçi deresi zaman zaman taşkınlara neden olan ve sediment taşıyan bir dere karakterinde olup Mahmudiye göletine kadar yağış alanı toplam 23.4 km² ve ortalama baz akımı 4 m³/s'dir. Havza alanının büyük bir kısmında toprak örtüsü kahverengi, kumlu çakıllı kil karakterinde ve 1 ile 4 m arasında derinliğe sahiptir. Mahmudiye köyü girişinde 250 ha civarında ova niteliğindeki arazi parçası dışında diğer araziler orman ve zeytinlik niteliğindedir. Mahmudiye havzası Marmara iklim kuşağında bulunmakta ve ortalama yıllık toplam yağış 504.70 mm, toplam buharlaşma ise 749 mm dir³.

Yöntem

Çalışma havzasının yağış-akış ilişkileri; yağış analizleri, yağış - akış yüksekliklerinin belirlenmesi ve hidrograf analizleri olmak üzere üç başlık altında incelenmiştir.

Yağış Analizleri

Havzaya düşen 24 saatlik toplam yağışların belirlenmesinde İznik ilçesi kuzeyinde bulunan Mecidiye ve Boyalıca meteoroloji istasyonları günlük toplam yağış yükseklikleri çalışma havzasına uyarlanarak kullanılmıştır. Mecidiye meteoroloji istasyonunda 1983-1994 yılları arasında ölçülen 12 yıllık ve Boyalıca meteoroloji istasyonunda 1977-1994 yılları arasında ölçülen 18 yıllık günlük toplam maksimum yağış değerleri Kolmogorov Simirnov testi yardımıyla incelenmiş ve her iki istasyon verilerinin istatistiksel olarak III Parametrelili Gamma dağılımıyla incelenebileceği belirlenmiştir. Bu dağılım kullanılarak her istasyon için ayrı ayrı 1, 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 ve 1000 yıllık yinelemeli yağış yükseklikleri bulunmuştur. Thiessen yöntemi ile elde edilen istasyonların alansal ağırlık oranları kullanılarak Mahmudiye havzasına aynı yinelemede düşecek yağışlar elde edilmiştir. Hesaplanan 24 saatlik toplam yağışlar ve pülivyograf oranları ile Mahmudiye havzası için genel şekli aşağıda verilen yağış şiddeti - süre - yineleme denklemleri çıkarılmıştır.

$$I_{(T,t)} = A.t^{-e} \quad (1)$$

Eşitlikte; $I_{(T,t)}$, T yineleme yılı ve t yağış süresi (saat) için yağış şiddeti (mm/h)'dir. $A = K.T^x$ olup burada K, x ve e bölgelere göre değişen katsayılarıdır⁴.

Yüzey Akış Yüksekliğinin Belirlenmesi

Mahmudiye barajı drenaj havzası E.N.'sı üçüncü koşulda, DSİ tarafından 90 olarak belirlenmiştir. Havzanın E.N.I ve E.N.II değerleri ise⁵e göre hesaplanmış ve sırasıyla 75 ve 57 olarak bulunmuştur. Yukarıda verilen üç farklı E.N.'sı koşulunda, 24 saatlik toplam yağış yüksekliğinin oluşturacağı yüzey akış miktarı aşağıdaki eşitlikte verilen SCS yöntemi ile belirlenmiştir⁶.

$$Q = (P - I_a)^2 / (P - I_a) + S \quad (2)$$

Q, toplam dolaysız akış (mm). P, 24 saatlik yağış (mm). I_a , yüzeysel tutma (mm). S, potansiyel sızma (mm)

Havzada yüzeysel tutma ile potansiyel sızma arasında doğrusal bir ilişki olduğu belirlenerek bu ilişki bir k sayısıyla tanımlanmıştır.

$$I_a = k.S \quad (3)$$

Eşitliğin farklı havzalarda gözlenen yağış ve akış değerlerine uygulanmasıyla k değerinin çoğunlukla 0,2 civarında olduğu belirlenmiştir. Böylece eşitlik (2) ve (3)'den aşağıdaki eşitlik elde edilmiştir.

$$Q = (P - 0.2S)^2 / (P + 0.8S), \quad P > 0.2S \quad (4a)$$

$$Q = 0, \quad P < 0.2S \quad (4b)$$

Eşitlik (4a)'da kullanılacak S değeri ise aşağıda verildiği biçimde hesaplanmaktadır.

$$S = (1000 / E.N. - 10) . 25.4 \quad (5)$$

Ayrıca eşitlik (4a) S için çözüldüğünde, havzada gözlenen yağış ile yüzeysel akış kayıtlarından yararlanılarak potansiyel sızma aşağıdaki denklem ile ifade edilebilmektedir⁷.

$$S = 5[P + 2Q - (4Q^2 + 5PQ)^{1/2}] \quad (6)$$

SCS yönteminde (5) ve (6) nolu eşitliklerde verilen S parametresi doğru bir biçimde belirlenmelidir. Bu parametrenin doğru olarak belirlenmesi sonucunda SCS yöntemi gerçeğe yakın sonuçlar vermektedir.

Hidrograf Analizleri

Havzaya ilişkin hidrograf analizlerinde 50-100 km² alana sahip havzalarda sağlıklı sonuçlar veren ve ülkemizde yaygın olarak kullanılan sentetik birim hidrograf (H.C. Getty ve J.H. Mc. Hughs) yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntem ile havza su verimi(qp), birim hidrografın pik debi (Qp) ve pik süre (Tp) bileşenleri aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmaktadır⁸.

$$E = L.L_c / S^{0.5} \quad (7)$$

$$Q_p = A.qp.10^{-3} \quad (8)$$

$$qp = 414 / A^{0.225} E^{0.16} \quad (9)$$

$$T_p = 202.78 / qp \quad (10)$$

Eşitlikte; E, havza şekil faktörü. L, en uzun ana akarsu boyu (km). Lc, drenaj alanı ağırlık merkezinin ana akarsu üzerindeki izdüşümü ile istenilen proje kesidi arasındaki uzunluk (km). S, harmonik eğim. qp, havza su verimi (l/s/km²/mm). A drenaj alanı (km²). Qp, birim hidrograf (B.H.) pik debisi (m³/s/mm). Tp ise birim hidrografın pik debiye ulaşım süresi (saat) olarak ifade edilmektedir. Bu metotta Tp ve Qp bileşenleri 2 saatlik yinelemeli sağanak yağışlar kullanılarak elde edilmektedir. Bu yüzden pik süresi 2 saat ve katları olan havzalarda kullanılabilir. Bu yüzden pik süresi 2 saat ve katları olan havzalarda kullanılabilir.

Birim hidrografın tüm koordinatları Sentetik Boyutsuz Birim Hidrograf kullanılarak belirlenmiş ve 4, 6, 8, 12 ve 18 saatlik yinelemeli yüzeysel akış hidrograflarının çiziminde kullanılan süperpoze işlemi (9)'a göre yapılmıştır.

Bu çalışmada, yapılan yağış-akış ve hidrograf hesaplamaları EXCEL 5.0 paket programında geliştirilen çalışma tabloları yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Hidrografların çizimi için Visual Basic ortamında makrolar yazılmış ve programın farklı havzalarda kullanılabilmesine özen gösterilmiştir.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Yağış Analizi Sonuçları

Mecidiye ve Boyalıca meteoroloji istasyonları günlük yağış verileri kullanılarak yapılan Kolmogorov-Siminov testi sonucunda her iki istasyonun istatistiksel olarak III Parametrelili Gamma dağılımı ile incelenebileceği uygun görülmüştür. Mecidiye ve Boyalıca meteoroloji istasyonlarının Gamma dağılımı için Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge: 1
Gamma Dağılımı, Kolmogorov-Smirnov Testi Sonuçları

| Meteo. İstasyonu | d_n | L(Z) | P |
|------------------|-------|-------|--------|
| Mecidiye | 0.20 | 0.272 | % 72.8 |
| Boyalıca | 0.17 | 0.322 | % 67.8 |

Çizelgede;

d_n : Amprik deneysel dağılım eğrisiyle Gamma Dağılımı eğrisi arasındaki en büyük fark,

L(Z) : Dağılım fonksiyonu değeri,

P : Dağılım uygunluk derecesidir. Hesaplanan P değerinin % 5'in üzerinde çıkması durumunda seçilen dağılımın uygun olduğu belirlenmektedir¹⁰.

Gamma dağılımıyla her iki istasyon için ayrı ayrı 1, 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500, 1000 yıllık yinelemeli 24 saatlik yağışlar belirlenmiş, Mecidiye ve Boyalıca meteoroloji istasyonu yağış yükseklikleri, Thiessen yöntemi ile belirlenen 0,53 ve 0,47'lik alansal ağırlık oranları çarpılarak havzayı temsil edecek 24 saatlik toplam yağış yükseklikleri elde edilmiştir. Bu yağış yükseklikleri kullanılarak belirlenen havzanın yağış şiddeti- süre- yineleme denklemleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge: 2
Mahmudiye Havzası $I=A.t^e$ Denklemi Parametreleri

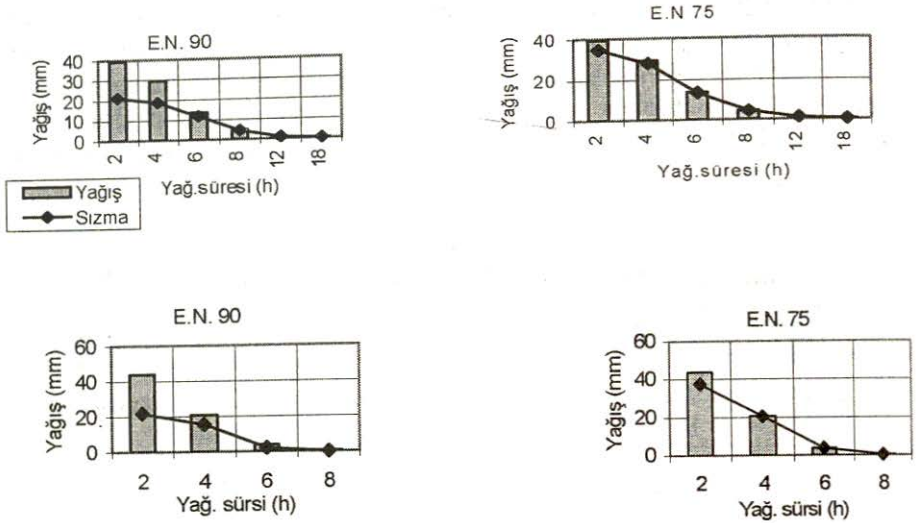
| Yağışın Yineleme Süresi (Yıl) | A | e |
|-------------------------------|---------|-------|
| 1 | 124.223 | 0.684 |
| 2 | 370.04 | 0.684 |
| 5 | 586.06 | 0.684 |
| 10 | 740.36 | 0.685 |
| 25 | 941.13 | 0.685 |
| 50 | 1099.96 | 0.685 |
| 100 | 1211.56 | 0.685 |
| 500 | 1547.3 | 0.685 |
| 1000 | 1664.6 | 0.685 |

Çizelge 2'de verilen Mahmudiye havzası yağış şiddeti-süre-yineleme denklemi parametreleri kullanılarak havzada meydana gelecek farklı yinelemeli ve yağış süreli tüm yağışların yağış şiddetleri belirlenebilmektedir.

Yüzey Akış Sonuçları

Gamma olasılık dağılım fonksiyonuyla hesaplanan farklı yineleme süresine sahip yağışlar ile birlikte 1 yıllık yinelemeli yağışlardan daha küçük olan tüm 24 saatlik yağış yükseklikleri için havzada daha önce belirlenen 90, 75 ve 57 no'lu eğriler yardımıyla (4a) eşitliği kullanılarak yüzey akış yükseklikleri hesaplanmıştır. Bu işlemde, havza pik süresi sentetik yöntemle göre 2,52 saat olarak belirlendiğinden dolayı 24 saatlik toplam yağış 2, 4, 6, 8, 12 ve 18 saatlik yağış sürelerine ayrılarak incelenmiştir. Mahmudiye havzasında 24 saatlik toplam yağış yüksekliği 100 mm olduğunda farklı yağış

sürelerinde meydana gelmesi olası yağış ve sızma değerleri aşağıdaki grafiklerde verilmiştir.



Şekil: 1

24 Saatlik toplamı 100 mm olan bir yağışın sızma değerleri

Araştırma sonuçlarına göre, yineleme süresi 1ve 2 yıl olan 4 saat süreli yağışların ikinci iki saatlik dilimlerinde düşecek yağışın incelenen tüm eğri numaralarında sızmaya uğrayacağı belirlenirken, yineleme süresi 5 ile 1000 yıl olan yağışların eğri numarası 90 koşulunda 12 ile 18 saat sürecek yağışlarda dördüncü ve eğri numarası 75 koşulunda 6 ile 18 saat sürecek yağışlarda üçüncü iki saatlik dilimlerinde havza yüzey akışına katılacak kısımlarının önemsenmeyecek kadar az olduğu ve bu yağışların dolaylı akış haline geçerek akarsu baz akımını yükselteceği ve böylelikle hidrografın taban süresini arttıracacağı belirlenmiştir. Havza zemininin kuru olması koşulunda (E.N. 57) ise, yineleme süresi 10 yıl olan yağışların ilk 2 saatlik kısımlarında çok az bir yüzey akışının başlayacağı, yineleme süresi 1000 yıl olan 2 saatlik bir yağışın meydana getireceği yüzey akışın ise E.N. 90 ve E.N. 75 koşulundaki yüzey akışların sırasıyla yaklaşık dörtte biri ve yarısı kadar olacağı belirlenmiştir.

Havzaya düşecek 24 saatlik yağış yükseklikleri ile 2, 4, 6, 8, 12 ve 18 saatlik yağış süreleri sonucunda meydana gelecek toplam yüzey akış miktarları arasındaki bağıntı incelendiğinde, yağış ile toplam akış arasındaki ilişkinin en doğru olarak polinomial bir fonksiyonla sezinlenebileceği belirlenmiştir. Böylece 24 saatlik toplam yağış yükseklikleri bilindiği

durumda, bu 24 saatin herhangi bir anında başlayacak ve 2, 4, 6, 8, 12 ile 18 saat arasında sürececek yağışların meydana getireceği toplam akış denklemleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. E.N. 90 ve 75 Koşullarında Yüzey Akış Denklemleri
E.N. 90 koşulunda P > 30 mm için;

| Yağış Süresi (Saat) | Yüzey Akış ($10^6 m^3$) | R ² |
|---------------------|-------------------------------|----------------|
| 2 | $1.10^{-5}P^2+0.0073P-0.1635$ | 0.991 |
| 4 | $1.10^{-5}P^2+0.0065P-0.1546$ | 0.999 |
| 6 | $2.10^{-5}P^2+0.0067P-0.1684$ | 0.9987 |
| 8 | $2.10^{-5}P^2+0.0064P-0.1688$ | 0.9987 |
| 12 | $2.10^{-5}P^2+0.0076P-0.1968$ | 0.9986 |
| 18 | $3.10^{-5}P^2+0.0068P-0.1905$ | 0.9987 |

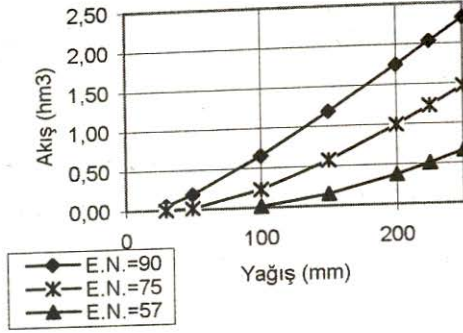
E.N. 75 koşulunda P >50 mm için;

| Yağış Süresi (Saat) | Yüzey Akış ($10^6 m^3$) | R ² |
|---------------------|---------------------------------|----------------|
| 2 | $2.10^{-5}P^2+0.001P-0.0571$ | 0.9978 |
| 4 | $2.10^{-5}P^2+0.0006P-0.0463$ | 0.9982 |
| 6 | $2.10^{-5}P^2-3.10^{-5}P-0.032$ | 0.9982 |
| 8 | $3.10^{-5}P^2-0.0006P-0.0163$ | 0.9988 |
| 12 | $3.10^{-5}P^2-0.007P-0.0208$ | 0.9986 |
| 18 | $3.10^{-5}P^2-0.0013P-0.0026$ | 0.9992 |

P: 24 saatlik yağış yüksekliği (mm)

Yukarıdaki denklemler, Çizelge 2'de verilen yağış şiddeti - süre - yineleme denklemi parametreleriyle türetilen yağışlar için kullanıldığında ise, hesaplanan yağış süresi için havzanın pülviyograf oranına bölünmesi gerekmektedir.

Eğri numarasının 57 koşulunda ise yağış sürelerinin değişimine karşın meydana gelecek akış yüksekliklerinde büyük farklar gözlenmemiş ve en fazla akış miktarı yağış süresinin 2 saat olduğu durumda belirlenmiştir. 24 saatlik yağış yüksekliği bilinen ve 2 saat sürececek sentetik bir yağışın tüm eğri numaraları için Mahmudiye havzasında meydana getireceği yüzey akışlar Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil: 2

2 saat sürecek farklı yağış yüksekliklerinin meydana getireceği yüzey akışlar

Şekil 2'de görüldüğü gibi incelenecek yağıştan önce meydana gelmiş 5 günlük yağış toplamındaki değişim, aynı yükseklikteki yağışların oluşturacağı yüzey akışlarında ani yükselme ve düşümlere neden olmaktadır. SCS yönteminin bu eksikliği özellikle bu yöntem kullanılarak kurulacak sürekli modellerde yağıştan sızmaya uğrayacak kısmının belirlenmesinde toprak nemi bütçesinin de incelenmesi gerekliliğini doğurmaktadır.

Hidrograf Analiz Sonuçları

Çalışmada Sentetik Yönteme göre hesaplanan Mahmudiye havzası birim hidrograf (B.H.) karakteristikleri aşağıda verilmiştir.

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|--------------------------------------|
| Havza Harmonik Eğimi | $S = 0,026942$ | Havza Şekil Katsayısı | $E = 332,6416$ |
| Havza Su Verimi | $q_p = 80,4286 \text{ l/s/km}^2/\text{mm}$ | B.H.Pik Debisi | $Q_p = 1,88 \text{ m}^3/\text{s/mm}$ |
| Pik zamanı | $T_p = 2,52 \text{ saat}$ | Baz Akım | $Q_b = 4,0 \text{ m}^3/\text{s}$ |

Bölgelere göre kritik yağış sürelerini belirleyen haritadan proje sahasının maksimum 18 saatlik kritik yağış süresine girdiği belirlenmiştir⁸. Sentetik yöntemde pik süresi ise 2,52 saat olarak bulunmuştur. Bu nedenle kritik yağış süresi olarak 2, 4, 6, 8, 12 ve 18 saatlik alınmış ve aynı süreli yağışlara ait hidrograflar çizilmiştir. Bu çalışma sonunda hesaplanan taşkın debileri içerisinde en yüksek değerleri 2 saatlik yinelemeli hidrografın meydana getirdiği görülmüş ve böylece havzada meydana gelecek taşkın pik debilerinin 2 saatlik yinelemeli taşkın hidrografı ile incelenmesinin daha emniyetli olacağı belirlenmiştir.

24 saatlik yağış yüksekliklerinin sistematik olarak artırılması ile meydana gelecek hidrograf pikleri belirlenmiş buna göre yağış yüksekliğiyle

hidrograf pik debileri arasındaki en iyi ilişkinin üstel bir fonksiyon ile ifade edilebileceği belirlenmiştir. Çizelge 4'de 24 saatlik toplam yağış ile pik debi arasındaki bağıntılar üç farklı E.N. koşuluna göre verilmiştir.

Çizelge: 4
Yağış Yüksekliği İle Pik Debi Arasındaki İlişki

| Eğri No. | Hidrograf Pik Debi Denklemi (m ³ /s) | R ² |
|----------|---|----------------|
| 90 | $Q_p=0.1255P^{1.3263}$ P>30 | 0.99 |
| 75 | $Q_p=0.0036P^{1.8984}$ P>50 | 0.9988 |
| 57 | $Q_p=5.10^{-5}P^{2.5397}$ P>100 | 0.9982 |

Su depolama yapılarının işletiminde su toplama havzasına düşecek yağışların meydana getireceği yüzey akışların sezinlenmesi ve buna bağlı olarak su depolama tesislerinin işletme koşullarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışma ile Mahmudiye havzasında gözlenecek 24 saatlik toplam yağışların farklı yağış sürelerinde meydana gelmesi beklenen yüzey akış yükseklikleri ve Çizelge 2'de verilen yağış şiddeti -süre-yineleme denklemleri ile pülviyograf oranları kullanılarak istenilen süre ve yükseklikteki bir yağışın meydana getireceği yüzey akışının üç farklı toprak nemi koşulunda tahminlenebilmesi için Çizelge 3'deki denklemler verilmiştir. Ayrıca Mahmudiye havzasında gözlenecek 24 saatlik toplam yağışların meydana getireceği anlık en büyük debilerin hesaplanmasında ise Çizelge 4'de verilen pik debi denklemleri önerilmiştir. Bu denklemler yardımıyla havzaya düşen 24 saatlik yağışın ölçülmesiyle birlikte meydana getireceği toplam yüzey akışı ve anlık pik debi değerinin tahminlenmesi olasıdır.

KAYNAKLAR

1. SCHWAB, G.O., D.D. FANGMEIER, W.J. ELLIOT, R.K. FREVERT, 1993. Soil and Water Conservation Engineering. John Wiley & Sons, Inc. Canada, 1993.
2. PATHAK, P., K.B. LARYEA, R. SUDI, 1989. A Runoff Model For Small Watersheds In Semi Arid Tropics, Transactions of the ASAE, v.32, n:5, p. 1619-1624, 1989.
3. ANONİM, 1993. D.S.İ. Mahmudiye Barajı Planlama Raporu. Bursa 1993.
4. DİLER, M.U 1979. Doğu Karadeniz ve Göller Yöresi Yağış-Şiddet-Süre-Yineleme Eşitlikleri. Genel Müd. Etüd ve Plan Dairesi Başk. Hidroloji Seminer, Antalya 1979.

5. CHOW, V.T., D.R. MAIDMENT, L.W. MAYS. 1988. Applied Hydrology. Mc. Graw-Hill Book Co., Inc., New York, 1988.
6. BONTA, J.V.1997. Determination of Watershed Curve Number Using Derived Distributions. J. Irrig. And Draing. Engrg., ASAE, 123 (1), 28-36, 1997.
7. HAWKINS, R.H., 1993.Asymptotic Determination of Runoff Curve Numbers From Data. J.Irrig. and Drain. Engrg., ASCE, 119 (2), 334-345, 1993.
8. ÖZER, Z. 1990. Su Yapılarının Projelendirilmesinde Hidrolojik ve Hidrolik Esaslar. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizm. Genel Müd. Yayınları, Ankara, 1990.
9. MOREL-SEYTOUX, H.J.,1987. Engineering Hydrology. Ensemble of Lecture Notes and Class Handouts. Ministry of Agriculture and Water, Kingdom of Saudi Arabia, 1987.
10. DİLER, M.U 1982.Mühendislik Hidrolojisi Çalışmalarında İstatistiksel Yöntemler Rehberi. T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı D.S.İ. Genel Müd. Yayınları, Bursa, 1982.