

YAĞMUR SUYU GECİKTİRME HAZNELERİNİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMI

Halil KARAHAN

Doç. Dr.

PAÜ Müh. Fak. İnş. Müh. Bölümü

Denizli, Türkiye

ÖZET

Yağmur suyu drenaj sistemlerinin tasarımında boru çaplarının ve kazı maliyetlerinin büyümesini önlemek amacıyla uygun yerlerde geciktirme haznelerinin yapılması gerekir. Bu çalışmada, yağmur suyu geciktirme haznelerinin tasarımında kullanılan yöntemler tanıtıldıktan sonra bu yöntemler kullanılarak yağmur suyu geciktirme haznelerinin bilgisayar destekli tasarımı için Visual-Basic programlama dilinde hazırlanan bir program tanıtılmaktadır.

Geliştirilen program, geciktirme haznesinin geometrisini ve farklı yineleme süreleri için üst bölgelerden gelen akım değerlerini girdi olarak okumakta, çıkış borusunun veya kanalının özelliklerine ve haznedeki su seviyesine göre çıkış hidrografının koordinatlarını Puls, Newton-Raphson ve Runge-Kutta algoritmalarına göre hesaplamaktadır.

Böylece; hazne çıkış hidrografı giriş hidrografına göre sönümlenmiş olmakta ve bundan sonraki boru çaplarında önemli oranda azalma meydana gelmektedir. Seçilecek geciktirme haznesi hacmine göre, çıkıştaki debi değişiklik göstereceğinden farklı hazne hacimleri için bu analiz kolayca tekrarlanabilmektedir. Böylece; tasarımı yapan mühendis, yoğun rutin işlemlerle zaman harcamak yerine farklı seçeneklerin toplam maliyeti ile önledikleri zararları (projenin faydalarını) birlikte değerlendirilmek suretiyle optimum çözümü elde edebilmektedir.

AMAÇ

Ülkemizde yağmur suyu drenaj sistemlerinin mevcut durumu incelendiğinde düzenli bir yağmur suyu drenaj şebekesine sahip olan yerleşim alanlarının yok denecek kadar az olduğu görülür. Mevcut sistemlerin büyük bir bölümü ise projersiz olarak, yerel yönetimlerce yapılmıştır [1]. Projersiz olarak yapılan bu sistemler, ya yetersiz olduğu için kendilerinden beklenen fonksiyonu yerine getirememekte, ülkemizde her yıl can kaybı ve büyük maddi zararlarla sonuçlanan taşkınlar yaşanmakta veya gereğinden büyük boyutlarda yapıldığından ekonomik olmamaktadır.

Yerleşim bölgelerinde, yağmur suyu drenaj sistemleri veya birleşik sistem kanalizasyon şebekelerinin tasarımıyla bu sistemler üzerindeki pompa istasyonları, su tutma hazneleri ve yan savakların optimum şekilde tasarımı için öncelikle yağış şiddetinin, yağış süresi ve frekansı ile değişimin bilinmesi gerekmektedir. Daha sonra ise tasarıma esas olacak hesap yağmurunun seçilmesi gerekir [2, 3].

Tasarıma esas olacak yağış şiddetinin seçiminde; yinelenme süresi büyüdükçe yağmur suyu-drenaj sistemin maliyeti artış gösterecek, buna karşılık projenin faydası da artacaktır. Bu nedenle; farklı yinelenme süreleri için projenin fayda ve maliyetinin belirlenmesi ve fayda/masraf analizinin yapılması gerekir [4, 5].

Yinelenme süresinin artması sonucu, sistemin maliyetinin aşırı büyümemesi için kent planları hazırlanırken doğal drenaj olanaklarının iyi kullanılması, üst bölgelerden gelen suların en kısa yoldan yerleşim bölgesinden uzaklaştırılması ve geciktirme hazneleri yardımıyla şebekedeki akım süresinin uzatılmasına dolayısıyla boru çaplarının küçük tutulmasına özen gösterilmelidir [1].

Bir kez çözümü bile çok yoğun işlem gerektiren yağmursuyu drenaj şebekelerinin elle yapılan tasarımlarında çoğu kez yukarıda belirtilen konular ayrıntılı olarak incelenememekte, projeyi yapan mühendisin tecrübesine ve yönetmeliklere bağlı olarak bir yinelenme süresi seçilmektedir. Bu durumda; yinelenme süresinin büyük seçilmesi şebeke maliyetinin gereksiz yere büyümesine veya gereğinden küçük seçilmesi taşkın zararlarının büyük boyutlara ulaşmasına sebep olmaktadır.

Bu çalışmada; yukarıda belirtilen işlem yoğunluğunu büyük oranda ortadan kaldıran ve mühendisin farklı yinelenme süreleri için tasarımı yeniden yapmak suretiyle fayda masraf analizine göre optimum karar vermesini kolaylaştıran StormCAD [6] ve benzeri paket programlarla entegre veya ayrı olarak kullanılabilecek, yağmur suyu geciktirme haznelerinin tasarımı için Visual Basic dilinde yazılmış bir bilgisayar programı tanıtılmakta ve geliştirilen program örnek problemler üzerinde test edilmektedir [7].

YÖNTEM

Taşkınlar bir akarsu boyunca ilerlerken, bir baraj gölünden veya gölden geçerken ya da bir yağmursuyu drenaj sisteminde ilerlerken değişikliğe uğrayarak pik oluşma süreleri ve pik değerleri değişir ve taşkınların hidrografı bozulur. Taşkın ötelenmesi olarak bilinen bu olay, baraj dolu savağının boyutlandırılmasında, değişik batardo yüksekliklerinin belirlenmesinde, bağlamaların projelendirilmesinde, yağmursuyu geciktirme haznelerinin boyutlandırılmasında, bileşik sistem kanalizasyon sistemlerinde yan savakların tasarımında, tarım alanlarının ve

yerleşim yerlerinin taşkınlardan zarar görmemesi veya bu zararın azaltılması için su yapılarının tümünde önemli bir yer tutar.

Zamanın ve konumun bir fonksiyonu olan taşkın öteleme çalışmaları için yoğun işlem gerekir. Farklı yineleme süreleri için, oluşacak taşkın debileri farklı olacağından seçilecek proje kriterlerine göre yapıların fayda ve masrafları değişecektir. Bu durum, fizibilite çalışmaları için son derece önemli olduğundan bu yoğun işlemlerin yapılması kaçınılmaz olmaktadır. Aksi takdirde; ya ekonomik olmayan ya da güvenlik düzeyi düşük yapılarla karşılaşılır. Her iki durum da, mühendislik açısından kabul edilemez. Bu nedenle; yoğun işlem ve zaman gerektiren taşkın öteleme hesaplarının makul sürelerde yapılabilmesi ve değişik senaryoların incelenebilmesi için bilgisayar kullanımı zorunludur.

Taşkın öteleme hesaplarında kullanılan yöntemlerin esası; kütle ve momentumun korunuma dayanan kısmi diferansiyel denklemlerdir[8]. Serbest yüzeyli akım denklemlerinin basitleştirilmesini veya bazı terimlerinin ihmal edilmesini esas alan çok sayıda hidrolik yöntem bulunmaktadır [9,10,11]. Hidrolojik öteleme yöntemlerin esasını ise kütleinin korunumunun diğer bir ifade şekli olan süreklilik denklemi oluşturmaktadır. Süreklilik denklemi, depolama şekli ve depolama hacmi ile ilişkilendirmek suretiyle çözüm yapılmaktadır.

Puls Yöntemi

Puls Yöntemi, giriş hidrografı ve depolama-çıkış hidrografı belli olan yatay su yüzeyli bir haznenin çıkış hidrografının hesaplanması için kullanılan bir yöntemdir [8]. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak tablo ve fonksiyonlara bağlı yöntemlerin yerini sayısal yöntemler almıştır, böylece hesap aşamaları otomatik hale gelmiştir.

Sayısal çözüm yöntemlerinde taşkın olayının inceleneceği toplam süre, Δt aralıklarına bölünür. İndisleri j olan bu zaman adımları $t = 0, \Delta t, 2\Delta t, 3\Delta t, \dots, N\Delta t$, şeklindedir ve süreklilik denklemi (1) her zaman aralığı üzerinde integre edilir. " j " zaman aralığı için;

$$\int_{S_j}^{S_{j+1}} dS = \int_{j\Delta t}^{(j+1)\Delta t} I(t)dt - \int_{j\Delta t}^{(j+1)\Delta t} Q(t)dt \quad (1)$$

yazılabilir.

“j” zaman aralığının başlangıcında ve sonunda giriş değerleri sırasıyla I_j ve I_{j+1} 'dir, ve bu değerlere karşı gelen çıkış değerleri Q_j ve Q_{j+1} 'dir. Giriş ve çıkış değerlerinin bu aralıktaki değişimi yaklaşık olarak lineer ise $S_{j+1}-S_j$ depolama değişimi (1) denklemi'nin depolama cinsinden yeniden yazılmasıyla bulunabilir [12].

$$S_{j+1} - S_j = \frac{I_j + I_{j+1}}{2} \Delta t - \frac{Q_j + Q_{j+1}}{2} \Delta t \quad (2)$$

I_j ve I_{j+1} değerleri bilinmektedir. Çünkü önceden tanımlanmışlardır. Q_j ve S_j değerleri j zaman adımında bilinmektedir. Çünkü önceki zaman adımında hesaplanmışlardır. Böylece (2) denklemi Q_{j+1} ve S_{j+1} olmak üzere iki bilinmeyen değer içerir ve (2) denkleminin terimlerinin $(2/\Delta t)$ ile çarpılmasıyla yalnız bırakılırsa aşağıdaki denklem elde edilir.

$$\left(\frac{2S_{j+1}}{\Delta t} + Q_{j+1} \right) = (I_j + I_{j+1}) + \left(\frac{2S_j}{\Delta t} - Q_j \right) \quad (3)$$

Q_{j+1} çıkış akımının denklem (3)' le hesaplanması için $(2S/\Delta t + Q)$ ve Q arasında bağıntı kuran bir depolama-boşaltım fonksiyonu gereklidir. Bu fonksiyon seviye-depolama ve seviye-çıkış ilişkilerinden elde edilebilir. Bu durum Şekil 1' de gösterilmektedir [12].

Su yüzü seviyesi ve hazne hacmi arasındaki ilişki arazi çalışmalarından veya topografik haritalardan, seviye-debi arasındaki ilişki ise dip savak tipine göre hidrolik denklemlerden elde edilebilir. Δt değeri giriş hidrografının zaman aralığı olarak seçilir. Su yüzü kotunun belli bir değeri için depolama (S) ve debi (Q) değerleri belirlenir (Şekil 1 a ve b), ardından $2S/\Delta t + Q$ değeri hesaplanır ve düşey ekseninde Q çıkış akımı değerleri olan grafiğin yatay eksenine işaretlenir (Şekil 1 c).

Akımın j zaman aralığında ötelenmesinde (3) denkleminin sağ tarafındaki tüm terimler bilinmektedir ve böylece $2S_{j+1}/\Delta t + Q_{j+1}$ terimi hesaplanabilir. Buna karşı gelen Q_{j+1} değeri, $2S/\Delta t + Q$ depolama-çıkış akımı ile Q arasındaki grafikten veya tablodaki değerlerin lineer interpolasyonu ile belirlenir. Gelecek zaman aralığındaki verilerin hazırlanması için $2S_{j+1}/\Delta t - Q_{j+1}$ terimi şu şekilde hesaplanır;

$$\left(\frac{2S_{j+1}}{\Delta t} - Q_{j+1} \right) = \left(\frac{2S_{j+1}}{\Delta t} + Q_{j+1} \right) - 2Q_{j+1} \quad (4)$$

Sonraki öteleme periyotları için aynı işlemler tekrarlanır.

Çıkış Akımı

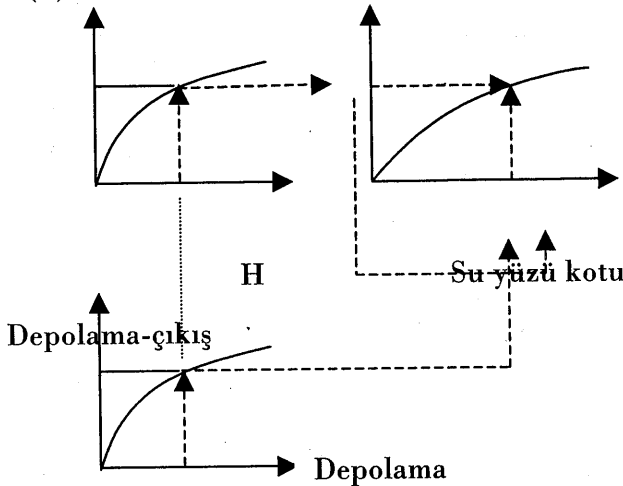
Çıkış Akımı

Q

Q

(b)

(c)



S

$$\frac{2S}{\Delta t} + Q$$

(a)

H

Şekil 1. Puls Yöntemiyle Depolama-Çıkış Akımı Fonksiyonunun Bulunması.

Newton-Raphson Algoritmasıyla İteratif Çözüm

Bir biriktirme haznesi gerek akarsuyun getirdiği debiyi, gerekse su gereksiniminde zaman içinde görülebilen çalkantıları dengelemeye çalışır. Hazneye giren net akım buharlaşma, sızma gibi kayıplar çıkarıldıktan sonra $x(t)$ ile, hazneden birim zamanda boşaltılan su $y(t)$ ile gösterilirse herhangi bir t anında giren ve çıkan akımların eşit olmaması halinde haznedeki S su hacminde bir değişme olacaktır. Bu değişme haznenin su dengesi denklemi ile ifade edilebilir

$$x(t) - y(t) = \frac{dS(t)}{dt} \quad (5)$$

Giren akım çıkan akımdan fazla olduğunda haznedeki su hacmi artacak, az olduğunda azalacaktır. Genellikle $x(t)$ ve $y(t)$ analitik fonksiyonlar olarak

bilinmediğinden haznenin su dengesini ifade eden diferansiyel denklemi çözmek mümkün değildir.

Taşkın hidrografının geciktirme haznesinden geçerken sönümlenmesi incelemek için (5) denklemi sonlu farklarla ifade edilirse; 1 ve 2 indisleri Δt zaman aralığının başında ve sonundaki değerleri göstermek üzere :

$$\frac{x_1 + x_2}{2} - \frac{y_1 + y_2}{2} - \frac{(A_1 + A_2)(h_2 - h_1)}{2\Delta t} = 0 \quad (6)$$

yazılabilir. Burada $A = A(h)$ haznenin yüzey alanını, h su seviyesini göstermektedir. Δt zaman aralığının başında haznedeki su seviyesi h_1 bilindiğinden, dip savak denkleminde y_1 çıkış debisi hesaplanabilir. Benzer şekilde $A_1=A(h_1)$ de bilinmektedir. Buna göre (6) denklemindeki bilinmeyenler y_2 , A_2 ve h_2 olup A_2 ve h_2 , y_2 seviyesinin bilinen fonksiyonlarıdır. h_2 Newton – Raphson yöntemiyle iterasyon yoluyla çözülebilir [7].

$$\frac{x_1 + x_2}{2} - \frac{y_1 + y_2}{2} - \frac{(A_1 + A_2)(h_2 - h_1)}{2\Delta t} = f(h_2) \quad (7)$$

kabul edilirse:

$$h_{2,k+1} = h_{2,k} - \frac{f'(h_{2,k})}{f(h_{2,k})} \quad (8)$$

olur.

Burada; k ve k+1 indisleri iterasyon sayısını göstermektedir. $f'(h_{2,k})$ ise $f(h_{2,k})$ in türevi olup;

$$f'(h_{2,k}) = \frac{f(h_{2,k} + \Delta h) - f(h_{2,k} - \Delta h)}{2\Delta h} \quad (9)$$

Şeklinde hesaplanabilir, Δh küçük bir değer olarak alınır. (birkaç cm). Az sayıda iterasyon sonunda h_2 değeri belirlenir ve yeni Δt zamanı için aynı işlem tekrarlanır. Δt zaman aralığı giriş hidrografının yükselme zamanının 1/20-1/10' u kadar alınmalıdır.

Runge-Kutta Yöntemi

Geciktirme haznelerinde taşkın dalgasının ötelenmesi için diğer bir yöntem süreklilik denkleminin Runge-Kutta yöntemiyle çözümüdür. Runge-Kutta yöntemi yukarıda açıklanan Puls yönteminden daha karmaşıktır. Ancak, özel depolama-çıkış fonksiyonunun hesaplanmasını gerektirmez ve rezervuardaki akımın hidroliğiyle daha yakından ilişkilidir. Runge-Kutta yöntemlerinin çeşitli kademeleri uygulanabilmektedir. Bu çalışmada, üç kademeli yöntem kullanılmış olup her zaman aralığının üç kademeye bölünmesini ve her kademe için yüzey seviyesinin ve hazne boşaltımının ardışık olarak hesaplanmasını esas alır.

Süreklilik denklemi şu şekildedir:

$$\frac{dS}{dt} = I(t) - Q(H) \quad (10)$$

Burada S, haznede tutulan su miktarıdır, $I(t)$ zamana bağlı olarak hazneye giren akım ve $Q(H)$ haznedeki H seviyesine bağlı olarak belirlenen hazneden çıkış

debisidir. Seviyedeki dH değişimine bağlı olan dS hacim değişimi şu ifadeyle belirlenir [12].

$$dS = A(H) dH \quad (11)$$

Burada A(H), H seviyesindeki yüzey alanıdır. Böylece (10) denklemi şu şekli alır:

$$\frac{dH}{dt} = \frac{I(t) - Q(H)}{A(H)} \quad (12)$$

Çözüm bağımsız değişken zamanın (t) küçük artışları için bağımlı değişken H'nin bilinen değerleri kullanılarak sürdürülür. Her Δt zaman aralığı için üç artış söz konusudur.

Formül 13'de ΔH_1 , ΔH_2 ve ΔH_3 'ün yaklaşık değerlerinin "j" zaman aralığı için nasıl hesaplandığı gösterilmektedir. Eğim (dH/dt), $\Delta H/\Delta t$ olarak belirlenir ve öncelikle (H_j, t_j) noktasında hesaplanır, ardından $(H_j + \Delta H_1/3, t_j + \Delta t/3)$ noktasında ve son olarak $(H_j + 2\Delta H_2/3, t_j + 2\Delta t/3)$ noktasında hesaplanır. Denklemlerde;

$$\Delta H_1 = \frac{I(t_j) - Q(H_j)}{A(H_j)} \Delta t \quad (13.a)$$

$$\Delta H_2 = \frac{I\left(t_j + \frac{\Delta t}{3}\right) - Q\left(H_j + \frac{\Delta H_1}{3}\right)}{A\left(H_j + \frac{\Delta H_1}{3}\right)} \Delta t \quad (13.b)$$

$$\Delta H_3 = \frac{I\left(t_j + \frac{2\Delta t}{3}\right) - Q\left(H_j + \frac{2\Delta H_2}{3}\right)}{A\left(H_j + \frac{2\Delta H_2}{3}\right)} \Delta t \quad (13.c)$$

H_{j+1} değeri şu şekilde hesaplanır:

$$\Delta H = \frac{\Delta H_1}{4} + \frac{3\Delta H_3}{4} \quad (14)$$

$$H_{j+1} = H_j + \Delta H \quad (15)$$

Bu işlem tüm zaman adımları için tekrarlandığında çözüm elde edilir [12].

PROGRAM GELİŞTİRİLMESİ

Yukarıda ayrıntılı olarak anlatılan ve pratikte grafik ve tablolarla yapılan işlemler oldukça zaman alıcı olup, farklı yinleme süreleri ve dip savak çapları için benzer işlemlerin çok sayıda tekrarını gerektirir. Bu ise planlama ve tasarım aşamasında gereksiz emek ve zaman kaybına yol açar.

Bu çalışmada; Puls yöntemi, Newton Raphson algoritması kullanılarak iteratif (deneme-yanılma) yöntemi ve üçüncü mertebe Runge-Kutta Yöntemi Visual Basic dilinde programlanmıştır. Hazırlanan program literatürde verilen örneklerle uygulanmış ve aynı değerler elde edilmiştir. Hazırlanan programla, tekrarlı işlemler tablo ve grafik kullanılmadan otomatik olarak çözülmekte ve sonuçlar grafik ve tablo düzeninde alınabilmektedir. Ayrıca, girdi ve çıktılar ekranda görsel olarak izlenebilmekte, istenilen nokta ve zamandaki değerler mouse hareketleri ile kolayca

izlenebilmektedir.

Program Visual Basic programlama dilinde hazırlanmış olup ana menüsü Şekil 2' de görülmektedir. Ana menü üzerinde, "Giriş Hidroğrafi", "Hacim-Seviye Bağıntısı", "Çıkış Hidroğrafi", "Hesap", "Grafik" ve "Yardım" seçenekleri bulunmaktadır. Mouse hareketi veya klavye üzerinden istenilen seçeneğe ulaşılabilir.

Şekil 3' de Baraj gölü "Giriş Hidroğrafi" ve verilerin girilmesi görülmektedir. Giriş hidroğrafının koordinatları aynı ekranda çizelge ve grafik olarak izlenebilmektedir. Ayrıca, mouse hareketiyle istenilen noktadaki değer grafik ekranındaki pencerelerden görülmektedir.

Şekil 4'de "Hacim-Seviye" grafiği ve değerlerin girilişi görülmektedir. Veri girişi düğmesi mouse yardımıyla aktif hale getirildiğinde veri giriş ekranı oluşmakta ve veriler kolayca girilebilmektedir. Veri girişi tamamlandıktan sonra, grafik olarak izlenebilmekte ve veri girişi sırasında yapılan bir hata kolayca fark edilmektedir.

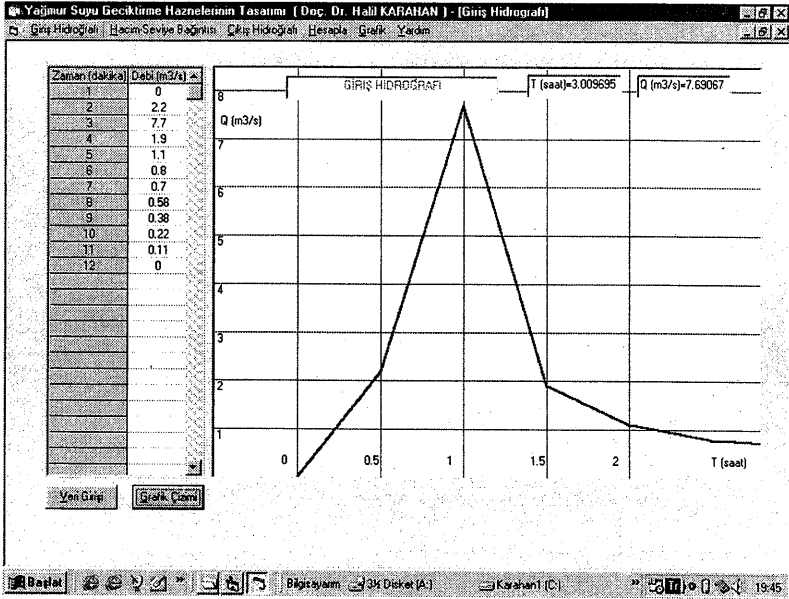
Şekil 5'de "Hesap" ekranından üç farklı yöntem için seçim yapılabilir. Seçilen yöntemle göre ek veri girişi gerekmemektedir. Farklı yöntemlerle problem çözülerek kontrol ve değerlendirme yapılabilir.

Şekil 6'da ise uygulama açısından önemli olan dip savak çıkış hidroğrafi, hazne giriş hidroğrafi ile birlikte izlenebilmektedir. Böylece, giriş hidroğrafının ne kadar sönümlendiği ve pik zamanının ne kadar zaman ötelendiği kolayca görülebilmektedir. Ayrıca, işlemlerin ayrıntısı Çizelge 1' den görülebileceği gibi çizelge halinde elde edilebilmektedir.

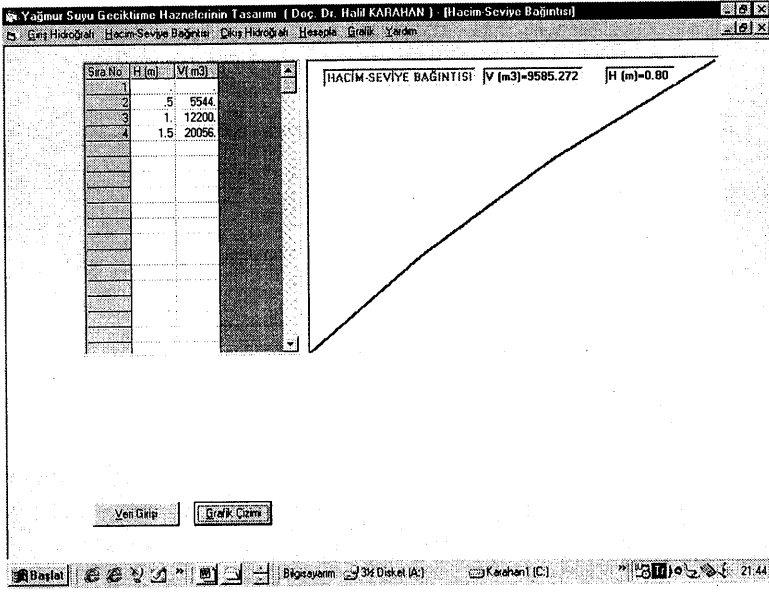
Hazırlanan programın doğruluğunun kontrol edilmesi için literatürde bulunan örnekler çözülmüş ve tamamen çakışan sonuçlar elde edilmiştir. Bu değerler; Şekil 6 ve Çizelge 1'de verilmektedir.



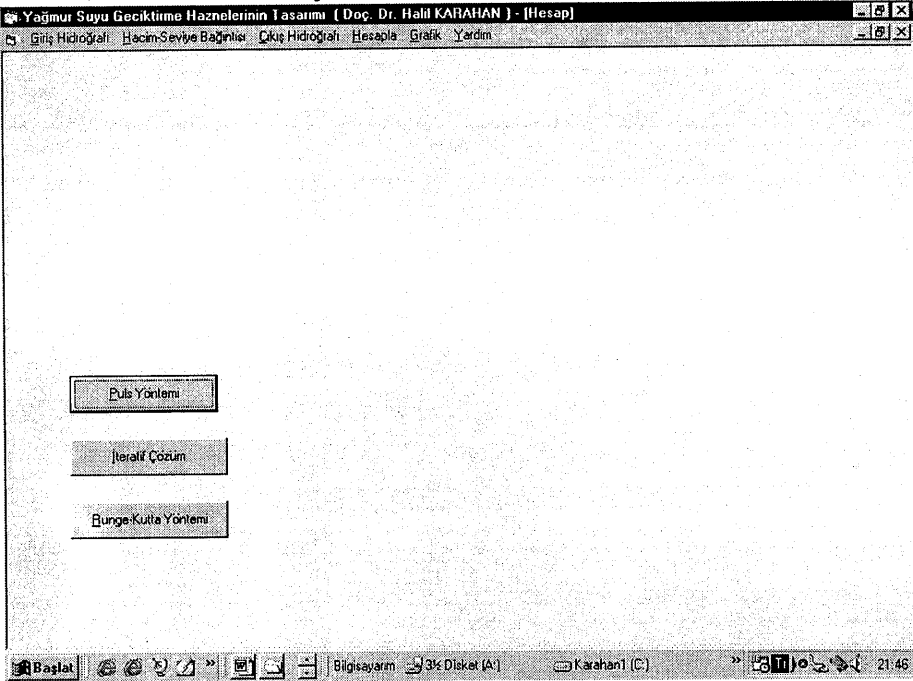
Şekil 2. Program Ana Menüsü



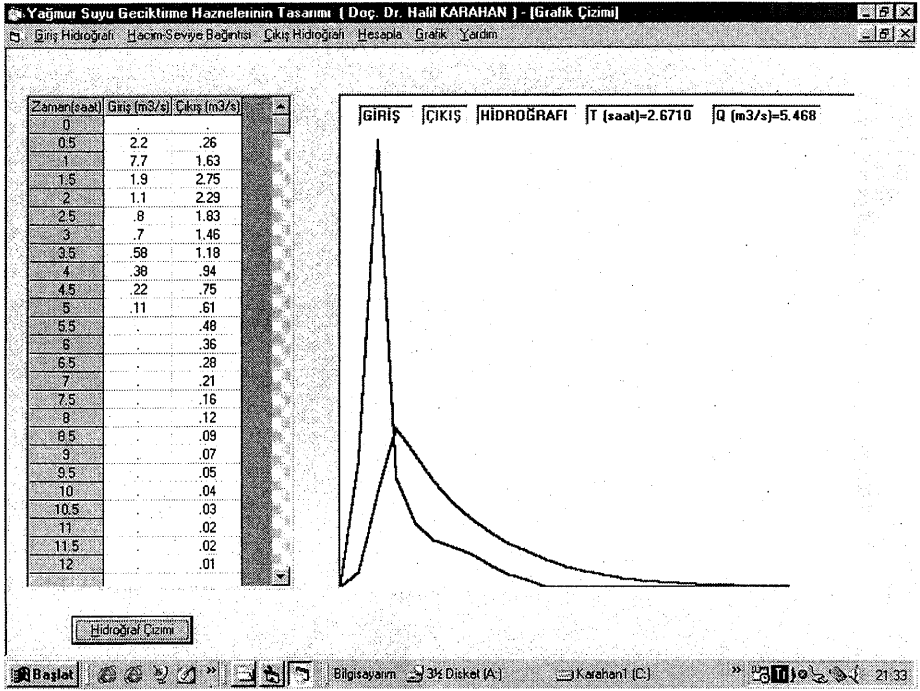
Şekil 3. Giriş Hidrografi



Şekil 4. Hacim-Seviye Bağintısı



Şekil 5. Yöntem Seçimi



Şekil 6. Giriş ve Çıkış Hidroğrafları

UYGULAMA

Hazırlanan programın doğruluğunun kontrol edilmesi için literatürde bulunan örnekler çözülmüş ve tamamen çakışan sonuçlar elde edilmiştir [13]. Giriş hidroğrafi Şekil 3, hacim-seviye ilişkisi Şekil 4' de verilen örnek problem üç yöntemle de çözülmüş ve Kaynak [13] ile çakışan sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 1 ve Şekil 6' da verilmektedir. Çizelge 1' de giriş ve çıkış hidroğraflarının pik değerleri ve gecikme süresi görülmektedir.

Çizelge 1. Puls Yöntemiyle Taşkın ötelenme hesabı.

T	Qg(i)	Qg(i)+Qg(i+1)	2S(i)/dt-Q(i)	2S(i+1)/dt+Q(i+1)	Qc(i)
Dakika	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30.00	2.20	2.20	1.67	2.20	0.26
60.00	7.70	9.90	8.32	11.57	1.63
90.00	1.90	9.60	12.42	17.92	2.75
120.00	1.10	3.00	10.84	15.42	2.29
150.00	0.80	1.90	9.08	12.74	1.83
180.00	0.70	1.50	7.67	10.58	1.46
210.00	0.58	1.28	6.60	8.95	1.18
240.00	0.38	0.96	5.68	7.56	0.94
270.00	0.22	0.60	4.78	6.28	0.75
300.00	0.11	0.33	3.88	5.11	0.61
330.00	0.00	0.11	3.03	3.99	0.48
360.00	0.00	0.00	2.30	3.03	0.36
390.00	0.00	0.00	1.75	2.30	0.28
420.00	0.00	0.00	1.33	1.75	0.21
450.00	0.00	0.00	1.01	1.33	0.16
480.00	0.00	0.00	0.77	1.01	0.12
510.00	0.00	0.00	0.58	0.77	0.09
540.00	0.00	0.00	0.44	0.58	0.07
570.00	0.00	0.00	0.34	0.44	0.05
600.00	0.00	0.00	0.26	0.34	0.04
630.00	0.00	0.00	0.19	0.26	0.03
660.00	0.00	0.00	0.15	0.19	0.02
690.00	0.00	0.00	0.11	0.15	0.02
720.00	0.00	0.00	0.09	0.11	0.01

SONUÇ

Önceki bölümlerde formülasyonu verilen yağmursuyu geciktirme haznelerinin tasarımında kullanılan taşkın öteleme yöntemlerinin pratikte uygulanması çoğunlukla grafik ve tablolar yardımıyla veya çoğu yurt dışında hazırlanmış ülkemiz koşulları için oldukça pahalı sayılabilecek hazır programlar kullanılarak yapılmaktadır.

Hazır programların uygulanmasında karşılaşılan sorunlar ve fiyatların yüksek olması yanında, tasarımı yapan kişi tarafından model içerisinde hangi kabüllerin yapıldığının bilinmemesi, yabancı dil ve bilgisayar programlama konusundak eksiklikler nedeniyle bu tür paket programların kullanımı çok sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle; ülkemizde büyük öneme sahip ve gelecekte geniş uygulama alanı bulununacağı düşünülen yağmur suyu drenaj sistemlerinin ekonomik bir şekilde tasarımına tasarımına katkıda bulunabilmek amacıyla kullanımı ve sonuçlarının değerlendirilmesi oldukça kolay bir program geliştirilmiştir.

Programın tanıtımı ve uygulanması yukarıda ayrıntılı olarak verilmiştir. Programda aynı verileri kullanan üç çözüm yöntemi kullanılabilmektedir. Bu yöntemler; Puls yöntemi, Newton Raphson algoritması kullanılarak iteratif (deneme-yanılma) yöntemi ve Üçüncü mertebe Runge-Kutta Yöntemidir.

İncelenen örnekler her üç yöntemle de çözülmüş olup, gerek kendi içlerinde gerekse literatürde verilen değerlerle çok iyi uyum göstermekte ve iterasyonda kullanılan epsilon değeri 0.0001 alındığında iteratif çözüm sonuçları Puls yöntemiyle çakışmaktadır. Üçüncü derece Runge-Kutta Yöntemi sonuçları ise literatürde verilen değerlerle çakışmasına rağmen diğer iki yöntemle pratikte ihmal edilebilecek düzeyde farklılıklar gösterebilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Karahan, H., Çatalbaş, S., "Yağmur suyu drenaj sistemlerinin bilgisayar destekli tasarımı ve Denizli Organize Sanayi Bölgesi için bir uygulama", 2. Kentsel Altyapı Ulusal Kongresi, Adana, 1999.
2. Karahan, H., "Yağış Şiddet-Süre-Frekans Bağıntısının Bilgisayar Yardımıyla Elde Edilmesi", Çevre 87 Sempozyumu, İzmir, 1987.
3. Karpuzcu, M., "Su Temini ve Çevre Sağlığı", İTÜ, İstanbul, 1985
4. Muslu, Y., "Hidroloji ve Meskun Bölge Drenajı", İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 1993.
5. Samsunlu, A., "Su Getirme ve Kanalizasyon Yapılarının Projelendirilmesi", Yedinci Baskı, SAM - Çevre ve Teknolojileri Merkezi Yayınları, İstanbul, 1997.
6. StormCAD Bilgisayar Paket Programı Yardım Dosyası.
7. Gökçe, K., U., "Baraj Göllerinde Taşkın Ötelenmesinin Matematik Modellenmesi", PAÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 2001, (Yöneten: Doç. Dr. Halil Karahan)
8. Bedient, Bp., Wayne C.H. "Hydrology and Floodplain Analysis", Wesley Publishing Company, New York, 1988
9. Chow, V.T., A Practical Procedure Of Flood Routing, Civ. Eng. And Public Works Rev., vol.46, no.542, pp. 586-588, August 1951
10. Fread, D.L., Theoretical Development of Implicit Dynamic Routing Model, National Weather Service, Office of Hydrology, 1978.

11. Yanmaz, M., "A Method for The Preliminary Sizing for Flood Detention Basins With Dual Outlets", Tr. J. of Engineering and Environmental Science, 21, (1997), 75-82
12. Chow, V.T., Handbook Of Applied Hydrology, McGraw-Hill, New York, 1964
13. Chin, D. A., Water Resources Engineering, Prentice Hall Inc., New Jersey, 2000

COMPUTER AIDED DESIGN OF RAINFALL DETENTION PONDS

Halil KARAHAN

Assoc. Prof. Dr.

Department of Civil Engineering, Pamukkale University

Denizli-TURKEY

Detention ponds should be built in suitable places for preventing the increase of pipe sizes and excavation costs in the design of rainfall drainage systems. In this study, the methods used in rainfall detention pond design is first introduced and the program written in Visual Basic programming language for the computer aided design of rainfall detention ponds using these methods is presented.

The developed program takes the geometry of the detention basin and the flow values for various return periods coming from the upper regions as input and calculates the coordinates of the outflow hydrograph according to the properties of outlet and the water level in the pond by using Puls, Newton-Raphson and Runge-Kutta algorithms.

Basin outflow hydrograph decreases according to the inflow hydrograph and a major decrease occurs in the pipe sizes of the following regions. The outflow rate will change according to the chosen detention pond volume and because of this the analysis can be repeated easily for different pond volumes. As a result of this, the engineer making the design can obtain the optimum result by evaluating total costs of various choices and the prevented expenses (project benefits) instead of losing time with dense routine calculations.