

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

78069

DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDEKİ SOLAKLI DERESİNİN
HİDRODİNAMİK MODELİ



YÜKSEK LİSANS TEZİ

Balıkçılık Tek. Müh. Şakir ÖZÇOBAN

78069

OCAK 1998
TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDEKİ SOLAKLI DERESİNİN HİDRODİNAMİK MODELİ

Balıkçılık Tek. Müh. Şakir ÖZÇOBAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

" Balıkçılık Teknolojisi Yüksek Mühendisi "

Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 09.01.1998

Tezin Savunma Tarihi : 13.02.1998

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Ercan KÖSE

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Kadir SEYHAN

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. A. Cemal DİNÇER

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Asım KADIOĞLU

Trabzon 1998

ÖNSÖZ

Doğu Karadeniz Bölgesi akarsularından Solaklı Deresinin bir boyutlu hidrodinamik modelinin yapıldığı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümünde gerçekleştirilmiştir.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek, gerek konu seçimi, gerekse çalışmaların yürütülmesi sırasında ilgi ve yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Ercan KÖSE'ye teşekkür etmeyi zevkli bir görev bilirim.

Ölçümler sırasında büyük yardımlarını gördüğüm başta danışman hocam olmak üzere, Arş. Gör. Coşkun ERÜZ ve Arş. Gör. Bülent SÖNMEZ'e teşekkürü bir borç bilirim. Yapıcı eleştirilerinden yararlandığım hocalarım Yrd. Doç. Dr. Muhammed BORAN, Yrd. Doç. Dr. A. Cemal DİNÇER ve arkadaşım Arş. Gör. Erol KAYALI'ya teşekkür ederim.

Şakir ÖZÇOBAN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VII
SUMMARY.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.1.2. Matematiksel Model Tipleri ve Genel Kullanım Amaçları.....	4
1.1.3. Modellerin Genel Matematiksel Yapısı.....	6
1.1.3.1. Adveksiyon.....	7
1.1.3.2. Difüzyon.....	7
1.1.3.3. Ayrışma.....	7
1.1.4. Model Seçimindeki Kriterler.....	9
1.1.5. Genel Düşünceler ve Kullanılan Denklemler.....	10
1.1.6. Denklemlerin Çıkarılışı.....	13
1.1.7. Kütle Korunumu.....	15
1.1.8. Momentumun Korunumu.....	15
1.1.8.1. Yerçekimi Kuvveti, f_g	16
1.1.8.2. Kesme Kuvveti, f_t	16
1.1.8.3. Basınç Kuvveti, f_p	17
1.1.9. Momentum ve Sürekliliğe Göre Değişimler.....	18
1.1.9.1. Yandan ve Nehir Kolundan İçeriye Akış	18
1.1.9.2. Kanal Yapıları.....	18
1.1.9.3. Momentum Düzeltme Faktörü.....	19
1.1.9.4. Nehir Kolu Ağ Yapısı.....	19
1.1.9.5. Kütle Tür Denklemleri.....	19
1.1.9.6. Başlangıç ve Sınır Koşulları.....	20

1.1.9.6.1. Başlangıç Koşulları.....	20
1.1.9.6.2. Süreklilik ve Momentum İçin Sınır Koşulları.....	21
1.1.9.6.3. Taşınım İçin Sınır Koşulları.....	21
1.1.10. Denklem Özeti.....	22
1.1.10.1. Süreklilik.....	22
1.1.10.2. Momentum.....	22
1.1.10.3. Taşınım Denklemi.....	22
1.1.11. Akıntı ve Yükseklik İçin Nümerik Çözüm.....	23
1.1.11.1. Mantık.....	23
1.1.11.2. Nümerik Tahminler.....	23
1.1.11.3. Kullanılan Denklemlerin Uygulaması.....	24
1.1.11.3.1. Süreklilik Denklemi.....	24
1.1.11.3.2. Momentum Denklemi.....	26
1.1.11.3.3. Sınır Koşulları.....	26
1.1.11.4. Denklem Takımı.....	27
1.1.11.5. Akıntı ve Yükseklik İçin Newton-Raphson Çözümü.....	28
1.1.11.6. Hesaplama Yöntemi.....	33
1.1.12. Taşınımın Teşkili İçin Nümerik Çözüm.....	35
1.1.12.1 Mantık.....	35
1.1.12.2. Kullanılan Denklem.....	35
1.1.12.3. Dördüncü-Dereceden Explicit Şema.....	38
1.1.12.4. Polinom Tahmini.....	38
1.1.12.5. $\frac{j+1}{j+1}$ İçin Çözüm Yöntemi.....	40
1.1.12.6. αx_{j+1}^{j+1} İçin Çözüm Yöntemi.....	41
1.1.12.7. İmplicit Difüzyon.....	43
1.1.12.8. Kararlılık Gereklileri.....	45
1.1.13. Akarsular ve Nehirler için Yapılan Model Çalışmaları.....	45
1.1.14. Hidrodinamik Program.....	51
1.1.15. Genel Bakış.....	51
1.1.16. RIV1H' ın Bölümleri.....	53
1.1.16. 1. Ana Program.....	53
1.1.16. 2. CALC Alt Dosyası.....	56

1.1.16. 3. MAT5 Alt Dosyası.....	58
1.1.16. 4. NEW Alt Dosyası.....	59
1.1.16. 5. BUBBLE Alt Dosyası.....	59
1.1.16. 6. Kesit Formülleri.....	60
1.1.16. 6. 1. Kesitlerin İki Temel Tipi Şöyle Sıralanır.....	61
1.1.16. 6. 1. 1. Standart Formül.....	61
1.1.16. 6. 1. 2. Kavisli Hale Getirilerek Tahmin Edilebilir Diğer Biçimler.....	62
1.1.16. 7. İncelenen Kesit Alanlar.....	63
1.1.16. 8. Alt Dosyalar.....	65
1.1.16. 9. Sınır Koşulları.....	65
1.1.16. 10. Nehir Kolları.....	67
1.1.16. 11. Katsayı Matrisi.....	68
1.1.16. 12. Bilgi Akışı.....	73
1.1.16. 13. Ağ Kısmı.....	74
1.1.16.14. Nehir Kolu Sınır Koşulları.....	75
1.1.16.15. Giriş ve Çıkış Dosyası Biçimleri.....	76
1.1.16.16. Ana Giriş Dosyası.....	77
1.1.16.16.1. Başlık Kartı.....	77
1.1.16.16.2. Grid Kartı.....	77
1.1.16.16.3. Sabit Kartı.....	77
1.1.16.16.4. Baskı Güncelleştirme Kartı.....	79
1.1.16.16.5. Segment Kartı.....	79
1.1.16.16.6. Başlangıç Koşulları Kartı.....	80
1.1.16.16.7. Sınır Koşulları Tanıtım Kartı.....	81
1.1.16.16.8. Zaman Adımı Güncelleştirme Kartı.....	81
1.1.16.16.9. Zaman Adım Aralığı Kartı.....	82
1.1.16.16.10. Sınır Koşulu Kartları.....	82
1.1.16.16.11. Sınır Koşulu Dosyası/Dosyaları.....	82
1.1.16.16.12. Yanal Akıntı Dosyası.....	82
1.1.16.16.13. İncelenen Kesit Dosyası.....	83
1.1.16.16.14. Çıkış Dosyası.....	84
1.1.16.16.15. Özel Düşünceler.....	85

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	87
2.1 Yöntem.....	87
2.2. Akarsuyun ve İstasyonların Belirlenmesi.....	87
2.3. Verilerin Elde Edilmesi	88
3. BULGULAR.....	90
3.1. Model Programından Elde Edilen Bulgular.....	90
4. İRDELEME.....	91
5. SONUÇLAR.....	93
6. ÖNERİLER.....	95
7. KAYNAKLAR.....	96
8. EKLER.....	102
9. ÖZGEÇMİŞ.....	167



ÖZET

Bu çalışmada, nehirler ve akarsulardaki kararsız akıntılar için dinamik bir boyutlu (boyuna) su kalitesi modeli, CE-QUAL-RIV1 kullanılmıştır.

CE-QUAL-RIV1 hidrodinamik ve su kalitesi olmak üzere iki kısımda geliştirilmiştir. Hidrodinamik çözümün bilgisayar çıktısı su kalitesi modelini yürütmek için kullanılır.

Hidrodinamik kod, lineer olmayan St. Venant denkleminin çözümü için dört noktalı implicit (kapalı) Newton-Raphson yöntemini kullanır. Keskin eğimli adveksiyon için nümerik doğruluk, explicit (açık) iki noktalı, dördüncü dereceden tam Holly-Preissmann şemasıyla korunur. Model, nehir setleri, su yollarındaki hareketli kanal setleri ve barajlar gibi çeşitli hidrolik kontrol yapıları ile bölümlere ayrılmış nehir sistemlerinin simülasyonuna izin verir. Model, kontrol altına alınmış akarsularda oluşabilecek çok kararsız akışlarla ilgili geçici su kalitesi koşullarının simülasyonunu yapmak için geliştirildi.

Bu çalışmada hidrodinamik kısım kullanılmış ve Doğu Karadeniz Bölgesindeki Solaklı Deresi pilot bölge alınmıştır. Dere üzerinde sekiz istasyon belirlendi ve hız, istasyonlar arası mesafeler, derinlik, yükseklik, kanal üst genişliği ve su yüzeyinin deniz seviyesinden yüksekliği ölçülerek her istasyondaki kanal kesit alanı, kanal kesit katsayıları ve debi hesaplanmıştır. Ardından kullanılacak uygun kanal tipi tayin edilmiştir. Model programı test edildikten sonra, ölçülen veriler ve sınır koşulları giriş dosyalarına girilmiş ve program bilgisayarda koşturulmuştur.

Simülasyon sonuçları ölçülen değerler ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Solaklı Deresi, Hidrodinamik Model, Doğu Karadeniz Bölgesi.

SUMMARY

Hydrodynamic Modelling of Solaklı Stream in the Eastern Black Sea Region.

In this study, A dynamic, one-dimensional (longitudinal), water quality model for unsteady flows in rivers and streams, CE-QUAL-RIV1, was used.

CE-QUAL-RIV1 is developed in two parts, hydrodynamic and water quality. Output from the hydrodynamic solution is used to drive the water quality model.

The hydrodynamic code uses a four-point implicit Newton-Raphson procedure to solve the nonlinear St. Venant equation. Numerical accuracy for the advection of sharp gradients is preserved in the water quality code through the use of the explicit two-point, fourth-order accurate, Holly-Preissmann scheme. The model allows simulation of branched river systems with multiple hydraulic control structures, such as run-of-the-river dams, waterway locks and dams, and reregulation dams. The model was developed to simulate the transient water quality conditions associated with highly unsteady flows that can occur on regulated streams.

Hydrodynamic part was in this study and Solaklı Stream in the Eastern Black Sea Region is taken as pilot region. Eight stations were determined on the stream and velocity, river mile, depth, stage, channel top width and water surface elevation by measuring, cross-section areas, cross-section coefficients and flow rates were calculated at each station. Then appropriate channel type were determined. After model program was tested, measured data and boundary conditions were entered to input files and program was run with simulation data.

Simulation results were compared with measured ones.

Key Words: Solaklı Stream, Hydrodynamic Model, Eastern Black Sea Region.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Koordinat sistemi ve notasyonlar.....	12
Şekil 2. Kontrol Hacmi Tanımlamaları	14
Şekil 3. Nümerik grid.....	25
Şekil 4. Kanal kesit tipleri.....	62
Şekil 5. Çalışma Sahası.....	89
Şekil 6. RIV1H Akış Diyagramı.....	102
Şekil 7. RIV1H Hidrodinamik Kod Listesi.....	103
Şekil 8. RIV1H *.BCF Giriş Veri Dosyası.....	143
Şekil 9. RIV1H *.INP Giriş Veri Dosyası.....	149
Şekil 10. RIV1H *.OUT Çıkış Veri Dosyası.....	150
Şekil 11. Ölçülen ve Hesaplanan Alan Değişimleri.....	158
Şekil 12. Ölçülen ve Hesaplanan Debi Değişimleri.....	159
Şekil 13. Ölçülen ve Hesaplanan Hız Değişimleri.....	160
Şekil 14. Ölçülen ve Hesaplanan Genişlik Değişimleri.....	161
Şekil 15. Ölçülen ve Hesaplanan Derinlik Değişimleri.....	162
Şekil 16. Ölçülen ve Hesaplanan Deniz Seviyesinden Yüksellik Değişimleri...	163
Şekil 17. Denklem 125.....	164
Şekil 18. Denklem 127.....	165
Şekil 19. Denklem 131.....	166

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Örnek Segment Ağı.....	54
Tablo 2. Sınır Koşulları Kütüphanesi (LIB).....	66
Tablo 3. Belirlenen istasyonlar ve ölçülen veriler.....	88
Tablo 4. Bilgisayardan adım adım elde edilen sonuçlar.....	144
Tablo 5. Hidrodinamik Modelde Kullanılan Fortran Değişkenleri.....	146



SEMBOLLER DİZİNİ

A	: Kanal kesit alanı
\bar{V}	: Hız vektörü ($u\hat{i} + v\hat{j} + w\hat{k}$)
\bar{F}	: Kontrol hacmi üzerindeki dış kuvvetlere uygulanan gerçek vektör toplamı
$\xi(z)$: Tabandan z yüksekliğindeki kanal genişliği
u^{**}	: Alansal gradyan için karakteristik hız
θ	: Kanal yatağı eğim açısı
ρ	: Akışkan yoğunluğu
β	: Momentum düzeltme faktörü
α	: Askı yük madde konsantrasyonu
γ	: Yandan kola giren α konsantrasyonu
τ	: Zaman-adımı
ξ	: Akıntı yönündeki kaynağa göre ağırlık faktörü
ϕ	: Köşe açısı
$\xi(z)$: Biçim faktörü
Δt	: Zaman adımı ölçüsü
Δx	: Uzaysal adım ölçüsü
a	: Akıntıya ters yön için kullanılan alt indis
B	: Kanal üst genişliği
b	: Akıntı yönü için kullanılan alt indis
B_0	: Yamuk kesitli kanal tipinin taban genişliği
D	: Dispersiyon katsayısı
d	: Su derinliği
dV	: Diferansiyel hacim
dA	: Diferansiyel alan
f_τ	: Kesme kuvveti
f_1 ve f_2	: Akıntı yönündeki d sınır koşulları için h ve Q ile ilgili eğrilik oranları
f_g	: Yerçekimi kuvveti

f_p	: Basınç kuvveti
H_{new}	: Yeni yükseklik tahmini
H_{old}	: Önceki yükseklik tahmini
$K_s = - C_1$: Kaynak terimi
n	: Mannig sürtünme faktörü
N	: Düğüm sayısı
N_o ve N	: Birim normalleri
q	: Birim uzunluktaki kanaldan U_q hızıyla nehre giren debi
Q	: Debi
R	: Yaklaşık olarak A / B' ye eşit olan hidrolik yarıçap
S^*	: Kaynak/çukur terimi
S_0	: Eğim açısı
S_f	: Sürtünme eğimi
β	: Kontrol hacmindeki kütle değişimi
t	: Zaman
u	: Akıntı hızı
U	: Ortalama hız
u^*	: Ortalama karakteristik hız
U_s	: Yüzey dalga hızı $= \sqrt{gd}$
W	: Dikdörtgen kesitli kanal genişliği
Z	: Nehir tabanından yükseklik

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Akarsular, körfezler ve deniz kıyıları sürekli olarak kirletilmektedir. Örneğin Karadeniz'e yılda yaklaşık 400 km³ su boşaltan akarsular 2.22 milyon km² 'lik bir alanı drene etmektedirler. Dokuz ülkeye ait olan bu alanların bazı kesimlerinde yoğun endüstriyel ve tarımsal faaliyetler yapılmaktadır. Yılda yaklaşık 200km³ suyu Karadeniz'e boşaltan Tuna nehri, 60 bin ton fosfatı ve 340 bin ton inorganik azotu da beraberinde taşımaktadır.

Ayrıca krom, bakır, cıva, kurşun, çinko, kadmiyum ve petrol türevi gibi birçok sayıda kirletici madde akarsulardan veya kıyıda endüstri kuruluşlarının atıklarıyla Karadeniz'e boşaltılmaktadır.

Yağışlı olan bu bölgede pölikültür tarım yapılmaktadır. Bu nedenle bölgede yoğun gübrelemenin yanında, tarımsal mücadele amacıyla yaygın olarak pestisidler kullanılmaktadır. Çeşitli olumsuz etkilere sahip bu ilaçlar, yağmur suları ile yıkanarak önce akarsulara ve oradan da denize ulaşmaktadır (Boran, 1995).

Çeşitli amaçlar için kullanılan bu kaynakların sularındaki kirlilik konsantrasyonunun, zaman ve mesafeyle değişimi bilinmelidir. Bu ise, bir su ortamına deşarj edilen atık maddelerin ne şekilde yayıldıklarının bilinmesi ile mümkündür. Bunun için, atık maddelerin yayılmasını ifade eden bir matematik modelin kurulup, analitik, nümerik veya deneysel metotlar yardımıyla çözümlenerek, atık madde konsantrasyonunun zaman ve mesafeyle değişimi belirlenmelidir. Bilindiği üzere kirleticiler, sediment ve sudaki askı yük maddelerin taşınımı akıntıyla olmaktadır. Yani akıntının hızı ve yönüne göre akarsu boyunca taşınım gerçekleşmektedir.

Kirlenme olayının anlaşılması olmasının yanında, en az bunun kadar önemli olan diğer bir konuda kirlenmenin ne kadar etkin olacağına önceden kestirebilmesidir. Bu da çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilebilir. En çok kullanılan yöntemlerden biri matematik modelledir. Modeller bir dizi varsayımdan sonra gerçekleştirilebilir. Bu nedenle model sonuçlarının ancak bu varsayımların geçerli olduğu durumlar için sağlıklı olabileceği unutulmamalıdır (Ger, 1976).

Bir matematiksel model (kirlenici dağılımı, sediment veya askı yük taşınımı modeli) kurmak için öncelikle çalışılan akarsuyun hidrodinamik modelinin yapılması gerekir. Kısacası kanaldaki akıntı hızlarının alansal ve zamansal dağılımının belirlenmesi gerekir. Burada söylemek istediğimiz, hidrodinamik modelin tüm bu matematiksel model tiplerini gerçekleştirmek için ilk adım olmasıdır. Bunun yanında, aşırı yağışlar sonucu oluşabilecek sel baskınları ve taşkınlar için can ve mal kaybını önlemek için hidrodinamik akıntı modelleri kullanılarak ileride sel ve taşkınlarla meydana gelebilecek maksimum debi değişimleri yaklaşık olarak tahmin edilebilir. Tabi ki sel ve taşkınlar, akarsu kenarındaki zirai amaçlı kullanılan alanları, yerleşim alanlarını ve gerek akarsu üzerinde inşa edilecek köprüler, gerekse elektrik enerjisi elde etme ve sulama amaçlı yapılacak setler için tehdit oluşturabilir. Ayrıca kültür balıkçılığı için akarsu kenarına kurulacak tesisler için de bu tehdit geçerlidir. Bunun yanında, Doğu Karadeniz bölgesinde dağlar denize paralel olduğu için iç kesimlere ulaşım için yapılan yolların büyük bir kısmı bu akarsuların geldiği vadilerde ve akarsu yatağına uzaklık ve yükseklik olarak yakındır. Doğu Karadeniz bölgesindeki çoğu akarsuların rejimleri yüksektir. Çünkü yukarıda da bahsettiğimiz gibi dağlar denize paralel olduğundan büyük yükselti farklılığından dolayı akış hızı gayet yüksektir. Buna birde Karadeniz Bölgesinin ikliminden dolayı aşırı yağışları da eklersek, sel ve taşkınlar sonucu tabandaki yatak malzemesinin süpürülmesi sonucu akarsu yatağının az da olsa değişmesi muhtemeldir. Bunun sonucunda da akarsu kenarındaki yollar, tesisler ve tarım alanları olumsuz etkilenerek can ve mal kaybına sebep olabilir. Ayrıca akarsu üzerine inşa edilecek set ve köprülerin yüksekliği ve direnç hesaplarını hidrodinamik model tahminlerini kullanarak yapmak akılcı ve daha güvenli bir yaklaşım olacaktır. Bütün bu koşullar göz önüne alındığında, hidrodinamik modelin kullanılmasının çok amaçlı ve ne derece önemli olduğu görülmektedir. Ayrıca, gelecekte muhtemel felaketlerden doğabilecek zararlara karşı alınacak önlemlerle ekonomik açıdan bir kazanç sağlamaktadır.

Akıntının alansal ve zamansal değişimini analitik yöntemlerle hesaplamak son derece güçtür. Çünkü akarsularda akış turbülanslı olduğundan nümerik yöntemler kullanılarak yaklaşık olarak hesaplanır. Zaten modellerin bir çoğu bu nümerik yöntemleri içine alan bilgisayar programlarıdır.

Bilgisayarlar, sayısal açıdan daha geniş kapsamlı incelemelere olanak sağlamaktadır. Örneğin değişken akarsu debileri, biyolojik değişimler, değişken atık su deşarjları vb. etmenler modelde kolaylıkla hesaplanabilmektedir.

Bilgisayar modelleri, olayda etkin olan öğelerin daha ayrıntılı bir biçimde incelenmesine olanak sağlamak ve böylece ayrıntıları daha iyi bilinen bir oluşumun, çeşitli koşullar altındaki toplam davranışının daha tutarlı bir biçimde saptanabilmesi mümkün olmaktadır.

Matematiksel modeller, duyarlılık analizlerine olanak tanımaktadırlar. Böylece model kurulurken yapılan basitleştirici varsayımların tutarlılığı kolaylıkla saptanabilmekte ve modellerin bu esnekliği, parametre değişimlerinin etkilerinin hesaplarda sağlıklı bir biçimde göz önüne alınabilmesini mümkün kılmaktadır.

Yüzey sulardaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişimlerin matematiksel olarak ifade edilmesi ile ortaya çıkan modeller, daha üst bir aşamada daha geniş kapsamlı eniyileme modellerinin birer ögesi olarak kullanılabilir.

Doğadaki birçok olayda olduğu gibi, yüzeysel suların çeşitli nitelikleri de stokastik (rastlantısal) özellikler göstermektedir. Ayrıca bu suların kirlenmesine yol açan antropojen etkilerin de, zaman süresi içinde stokastik bir gidiş gösterdiği bilinmektedir. Kurulan bilgisayar modelleri, gerek hidrolojik açıdan rasgele unsurları ve gerekse de atık su yükündeki rasgele değişimleri kapsamına alabilmekte ve böylece incelenecek olaya gerçekçi bir yaklaşım sağlayabilmektedir.

Son olarak, bilgisayar modelleri, mühendislik çalışmalarında nesneliği sağlamaktadır. Karmaşıklığına daha önce işaret edilen yüzeysel sulardaki kirlenme olayına, salt mühendislik tecrübesi ile yaklaşıldığında, çok yanıltıcı sonuçlara varma olasılığı büyüktür. Bu yüzden, matematiksel modellerin kullanılması ve bu modeller yardımıyla elde edilen sonuçların yapılacak mühendislik çalışmalarının temelini oluşturması tutarlı ve daha ekonomik çözümlere varmak için vazgeçilmez bir yol olarak karşımıza çıkmaktadır (Uslu ve Türkmen, 1987).

Dünyanın gelişmiş birçok ülkesinde bu tip model çalışmaları çok yaygın ve hızlı bir ilerleme gösterirken, Türkiye’de modelleme gayet yeni bir konu ve bu alanda yapılan çalışmalar çok azdır. Geç kalınmış bile olsa Türkiye’de model çalışmalarının temelini atılması ve ileride gerçekleştirilecek projelere ışık tutması açısından yaptığımız çalışma son derece gerekli ve önemlidir.

1.1.2. Matematiksel Model Tipleri ve Genel Kullanım Amaçları

Pratik uygulamalarda en çok karşılaşılan akış türü türbülanslı akış olmasına rağmen özellikle yüksek hızlı bilgisayarlar gelişinceye kadar türbülanslı akışın hesaplanması oldukça güçtü. OSBORN REYNOLDS'un başlattığı ve daha sonra yapılan çalışmalar sonunda bir çok türbülans modeli geliştirilmiştir. İlk yapılan çalışmalarda bulunan yaklaşım yöntemleri deneysel ağırlıklıydı. Son yıllarda kısmi diferansiyel denklemlere dayanan yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- a) Sıfır Denklemli Modeller : Bu modelde kısmi diferansiyel denklemler sadece ortalama hız elemanı için kullanılır, türbülans modeli için ayrı bir diferansiyel denklem yoktur.
- b) Bir Denklemli Modeller : Ortalama akış kısmi diferansiyel denklemlerine ek olarak türbülansla ilgili bir kısmi diferansiyel denklem içeren modellerdir.
- c) İki Denklemli Modeller : Bu modellerde bir denklemli modellerdeki denklemlere ek olarak türbülans uzunluk ölçeğiyle ilgili bir kısmi diferansiyel denklem daha bulunur.
- d) Gerilme Denklemli Modeller : Genelde türbülans uzunluğu içinde bir kısmi diferansiyel denklemin bulunduğu modellerdir.
- e) Büyük Girdap Benzetimi : Üç boyutlu, zaman bağımlı büyük girdap yapısının hesabı ve küçük ölçekli türbülans için model kullanarak çözüm elde etmede kullanılan bir yöntemdir (Özkan, 1986).

Su kirliliği kontrolünde kullanılan matematiksel modeller iki ana gruba ayrılabilir:

- a) Yüzeysel sulardaki fiziksel, biyolojik ve kimyasal oluşumları matematiksel olarak ifade eden temel modeller;
- b) Dış etkilerle doğal dengesi bozulan ve değişimleri birinci tipteki modellerle saptanan ortamlarda, yapılacak mühendislik çalışmalarına ve alınacak ekonomik, sosyal ve hukuki kararlara ışık tutacak simulasyon (benzeşim) ve optimizasyon (eniyeleme) modelleri.

Su kalitesi modellemesi; karmaşık sistemlerin sistematik bir biçimde tanımlanması, sebep sonuç ilişkilerinin belirlenmesi, pahalı ve zaman alıcı arazi

çalışmaları yapmaksızın, alternatif yönetim ve kontrol stratejilerinin etkilerinin saptanması ve sistem davranışlarının değerlendirilmesi gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Modellerin kestirimlerinin doğruluğu; fiziksel gerçeklerin iyi bir şekilde temsil edilip edilmediğine, modelde kullanılan matematiksel yöntemlere ve katsayıların doğruluğuna bağlıdır. Modellemeyi de içeren sistem analizinde, sistem önce bileşenlerine ayrıştırılır (analiz aşaması) sonra anlamlı bir biçimde yeniden birleştirilir (sentez aşaması).

Sistem analizinde genel olarak aşağıdaki adımlar bulunur:

- a) Problem(ler)'in tanımı, amaçlar
- b) Sistemin tanımı, sınırları
- c) Amaç fonksiyonlarının tanımı
- d) Sistem davranışlarına ve girdilerine ilişkin veri toplama
- e) Model kurma
- f) Parametre kestirimi
- g) Modelin bağımsız verilerle denenmesi
- h) Çözümlerin hesaplanması, çeşitli alternatiflerin benzeşimi
- i) Duyarlık analizi
- j) Alternatiflerin kriter ve standartlara göre değerlendirilmesi
- k) Plan seçimi
- l) Uygulama

Çevre mühendisliği kapsamında kullanılan su kalitesi modelleri pek çok şekilde sınıflandırılabilir :

- a) Eldeki bilgilere göre ampirik (istatistiksel, kara kutu) ve deterministik (kavramsal) modeller.
- b) Bağımsız değişkenin boyutlarına göre : uzayda 1, 2 veya 3 boyutlu (1D,2D,3D) modeller.
- c) Kullanılan bilgisayar sistemine göre : analog ve dijital modeller.
- d) Modellerin içerdiği alt süreçlere göre : hidrolik, hidrodinamik, fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ekolojik modeller.

Su kalitesi modellemesi, suyun kantitatif modellemesi ile yakından ilişkilidir. Matematiksel su kalitesi modellerinin ana özellikleri böylece belirlendikten sonra , bu modellerin uygulamadaki kullanma amaçları tanımlanabilir.

Yüzeysel sulara antropojen etkiler sonucunda oluşan kirlilik yükünün, bu yükün zaman içindeki değişiminin ve doğal denge bozulmadan suların alabileceği kabul edilebilir kirliliklerin hesaplanması.

İnsan yaşamı için hayatın önemi olan suyun niteliğinin korunması amacıyla alınacak önlemlerin etkinlik ve ekonomik tutarlılığının saptanması. bu amaçla yapılacak olan çalışmalar çok geniş kapsamlı olup, sadece dar sınırlı yerel çözümler soruna ışık tutmamakta ve konuya bölge ve su kaynakları planlamasının bir ögesi olarak yaklaşılması gerekmektedir.

1.1.3. Modellerin Genel Matematiksel Yapısı

Yüzey sulara yer alan ve su kalite parametrelerinin değişimine neden olan doğal süreçlerin matematiksel ifadesi için çeşitli yaklaşımlar mümkündür. Olaya en basit yaklaşım, deterministik modelleme olmaktadır. Bu şekilde kurulan modellerde, parametrelerin ve model değişkenlerinin rastlantısal unsurları göz önüne alınmamaktadır. Şekilsel olarak modelin kurulması tamamlandıktan sonra modelin içerdiği sabitlerin doğada ölçülmüş verilerle kalibrasyonu gerekmektedir. Bu tanımlama işlemi için gerekli verilerin elde edilmesi, bilinmesi gereken her parametre için çeşitli güçlük düzeylerinde olmaktadır. Bu yüzden modelleme ve kalibrasyonda kullanılacak verilerin mümkün olduğu kadar zahmetsiz, kolay ve sağlıklı ölçülebilir parametrelerden oluşmasına özen gösterilmeli ve aynı zamanda kurulan modeller ne kadar gelişmiş olursa olsunlar, hatalı ve tutarsız verilerle duyarlı sonuçlar elde edilemeyeceği hiç bir zaman unutulmamalıdır.

Yüzey sulardaki kalite parametrelerini zamanda ve uzayda değişimleri kısmi diferansiyel denklemlerle tanımlanabilir. Bu denklemlerin genellikle analitik çözümleri bulamamakta ve sayısal bilgisayarlarda çözülebilmeleri için kesiklenmeleri, yani sürekli değişken ve parametreler yerine kesikli değişken ve parametrelerin kullanılması gerekmektedir. Kesikleme sonucunda adı geçen biyolojik ve biyokimyasal etkinlikler, oksijen bilânçosundaki değişimler, sedimantasyon, akım hızları vb.. değişken ve parametreler, zamanda ve uzayda belirli aralıklarla sabit olarak kabul edilebilmektedir. Arıtma tesis deşarjları, bağlamalardaki yoğun havalandırma gibi olaylar, modele

kesikleme aralıklarının sınırlarında katılmakta ve böylece diferansiyel denklemlerin sınır koşullarını oluşturmaktadırlar.

Yüzeysel sulardaki kalite parametre konsantrasyonlarının zaman içindeki değişimleri matematiksel modellerde aşağıdaki bağımsız ögelerin süperpozisyonu şeklinde tanımlanabilmektedir.

1.1.3.1. Adveksiyon

Adveksiyon yüzey sularda akım yönündeki kütleli harekete verilen addır. Su ortamına verilen kirleticiler de advectif hareketle taşınır. Bu taşınım sırasında debiye bağımlı olarak madde konsantrasyonları değişime uğrayabilir. Adveksiyon uzay koordinatlarının birinci türevlerinin fonksiyonudur.

1.1.3.2. Difüzyon

Çözünmüş veya süspansiyon halindeki bir maddenin, su ortamı içinde derişim gradyanına bağılı olarak hareketidir. Akışkan ortamlardaki diffüzyon genelde rasgele molekül hareketlerinden (Brownien hareket) kaynaklanan moleküler diffüzyon ve turbülanslı hız çalkantılarının neden olduğu turbülanslı diffüzyon olmak üzere iki temel süreç şeklinde karşımıza çıkar. Ancak su kirliliği ve kontrolü uygulamalarında moleküler diffüzyonun etkisi ihmal edilebilir mertebede olduğu için, çoğu uygulamada dikkate alınmaz. Turbülanslı diffüzyon ile advectif hareketin hız farklılıklarının alıcı su ortamlarında ortaklaşa olarak etkili olduğu madde taşınımı ve yayılımına DİSPERSİYON adı verilir. Difüzyon (veya Dispersiyon), uzay koordinatlarının ikinci türevlerinin fonksiyonudur.

1.1.3. 3. Ayrışma

Konsantrasyonların zaman içinde, t andaki değerine orantılı olarak değişimine birinci dereceden ayrışma, sabit oranda değişimine ise sıfırıncı dereceden ayrışma denir. Birinci dereceden ayrışmaya sulardaki mikroorganizmaların etkinliği, sıfırıncı dereceden ayrışmaya ise bitkilerin sabit biyolojik etkinliği örnek olarak gösterilebilir.

Akarsulardaki zamanla değişken akımlar, zamanda değişken sıcaklık, alg respirasyonu ve asimilasyonu gibi etmenler, durağan bir modelin ardışık olarak kullanılmasıyla hesaplanabilir. Zaman içindeki daha karmaşık değişken oluşumlar, örneğin periyodik olarak değişen atık su değarjları, doğrudan bir zamanda değişken model yardımıyla hesaplanabilir. Foruer serileri ve Laplace dönüşümleri ile bu tip modellerin kurulması mümkün olmakla beraber, modelin matematiksel yapısı durağan modellere kıyasla çok daha karmaşık bir görünüm alacağından, zamanda sabit olmayan değişken sayısının sınırlı tutulması gerekli olmaktadır. Bu güçlüklerden dolayı, zamanda değişken (dinamik) bir model kurulmadan önce, durağan bir modelin ardışık iterasyonlarıyla, kabul edilebilir duyarlılıkta sonuçların elde edilip edilemeyeceğinin incelenmesinde yarar vardır.

Kesikleme sonucunda sonlu fark denklemlerine dönüşen başlangıç diferansiyel denklemlerinin matematiksel çözümünde doğrusal denklem sistemleri ortaya çıkmakta ve bu sistemlerin doğrusallık özeliği, bir üst aşamadaki eniyileme modelinde doğrusal programlamanın kullanılmasına olanak vermektedir. Bilindiği gibi, doğrusal programlama, çok sayıda karar değişkeni içeren eniyileme modellerinde bilgisayar açısından hızlı sonuçlar vermektedir. Herhangi bir nedenle, elde edilen denklem sistemleri doğrusallık koşulunu sağlamıyorsa, doğrusal programlama yerine, nonlinear veya dinamik programlama yardımıyla, karar probleminin çözümüne gitmek mümkün olmaktadır.

Su kalitesini belirleyen parametreler kendi içlerinde benzer özelliklere sahip iki grup halinde incelenebilir: konservatif ve konservatif olmayan parametreler. Klorürler, sülfatlar, ağır metaller gibi konservatif parametrelerin konsantrasyonları, zaman süresi içinde anlamlı değişimler göstermezler. Bunlar suların doğal arıtımında büyük ölçüde etkilenmezler ve ancak seyreltme yoluyla değişime uğrarlar. Örneğin, süspansiyon halindeki organik maddeler çökeltme ve/veya bakteriyel etkinlik sonucu mineralize olarak ayrışımaya uğrarlar. Sudaki çözünmüş oksijen, biyokimyasal etkinlik sırasında kullanılır. Aynı zamanda su yüzeyinden yeniden oksijen alınması, algler, çökelmiş birikintiler ve su bitkilerinin etkinliği sonucu sudaki çözünmüş oksijen derişimi gerek periyodik, gerekse de periyodik olmayan büyük değişmelere uğrar.

Çözünmüş oksijen derişimi, su kalitesinin belirlenmesinde egemen bir rol oynar. Bu parametre, suyun ekolojik stabilite ve aktivitesinin çok önemli bir ölçütünü

oluşturur. Oksijen konsantrasyonunun belirli sınırlar altına düşmesi, sudaki mikroorganizmalar, bitkiler ve balıkların oluşturduğu sağlıklı aerobik madde çevrimlerinin yok olmasına ve bunun sonucu olarak da suyun doğal arıtma olanaklarının büyük ölçüde ortadan kalkmasına neden olur.

Su kalitesinin tanımlanmasında ikinci parametre olarak oksijen ihtiyacı (BOI) kullanılmaktadır. Bu parametrenin yukarıda tanımlanan çözülmüş oksijenle yakın ilişkisi vardır. Genellikle kentsel atık suların, endüstrilerin organik atık sularının ve tarımsal drenaj sularının kirliliği belirlenmesi için yetersiz olduğu gerekçesiyle eleştirilmektedir. Ancak yerine konacak daha geniş kapsamlı ve tutarlı bir ölçüt henüz bulunamadığı için, kullanılmaya devam edilmektedir.

Günümüzdeki pratik mühendislik uygulamalarının ilk yaklaşımında bu iki parametrenin yüzeysel suların kalitesini yeterli olarak tanımladığı kabul edilmektedir. Bir önceki bölümde de belirtildiği gibi, matematiksel modellerin uygulamada kullanılmasıyla, sulardaki fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal oluşumların ayrıntılı olarak incelenmesi mümkün olmaktadır. Ayrıca karbon bileşiklerinin oksidasyonu aşaması da, matematiksel modeller kapsamına kolaylıkla alınabilmektedir.

Daha gelişmiş matematiksel modellerde, oksijen bilançosunun yanı sıra, sıcaklık değişimlerinin reaksiyon sabitlerine etkisi, süspansiyon halindeki maddelerin derişim değişimleri, sedimentasyon ve erozyon gibi etmenler de model kapsamına alınabilmektedir.

1.1.4. Model Seçimindeki Kriterler

Yapılan çalışmada, “Akarsular için Dinamik, Bir Boyutlu Su Kalitesi Modeli” CE-QUAL-RIV1 kullanılmıştır. CE-QUAL-RIV1 hidrodinamik model ve su kalitesi modeli olmak üzere iki ayrı kısımdan ibarettir. Bu çalışmada ise hidrodinamik model “RIV1H” kullanılmıştır. Model, Amerika Birleşik Devletleri Ordusu Mühendisler Heyeti (HQUSACE) sponsorluğunda orijinal olarak Çevre Koruma Ajansı (EPA) için Ohio State Üniversitesinde geliştirilmiştir.

Bu model, su kalitesi ve akıntı tahmini için tamamen dinamik olmasından dolayı caziptir. CE-QUAL-RIV1 aynı zamanda hem su kalitesi hem de hidrodinamik modeli birbirine bağlı olarak çalıştırmaktadır.

Uygulama için CE-QUAL-RIV1' in seçimindeki ilk kriter, sorunların bir boyutlu modele (kesitsel olarak ortalanmış) göre çözülüp çözülemeyeceğidir. Çoğu nehir su kalite problemleri bir boyutlu modele göre çözülebilir. Düşey yöndeki sıcaklık, yoğunluk ve kimyasal tabaka oluşumları (göller ve su haznelerindeki su kalitesi için baskın bir rol oynayabilir) pratik amaçlar için ihmal edilebilir. Bunun için, bu model sıradan nehir su hazneleri, tesviye havuzları ve su bentleri, ve yeniden düzenlenen havuzlarda kullanılabilmesine rağmen, modeli kullanan kişi öncelikle düşey tabakaların olmamasına veya su kalitesi koşullarını etkilemeyecek kadar az olmasına dikkat etmelidir.

CE-QUAL-RIV1' in seçimindeki ikinci kriter ise; yüksek kararlılık isteyen sonuçlar ve saatlik veya günlük bir periyotla önemli derecede değişen akıntılar için, tamamen dinamik bir model, örneğin CE-QUAL-RIV1 kullanılmalıdır. Şayet günlük ortalama (veya daha uzun zaman ortalamaları, belki düzenli normal-akıntı) tahminler yeterliyse, kararsız akıntı projeleri için bile daha basit modellerle yapılacak yaklaşımlar yeterli olabilir. Bununla beraber, eğer günlük değişimler (kaynak ve çukurlar) önemliyse ve çeşitli gruplar böyle değişimler için duyarlıysa, herhangi bir kararsız akıntı projesi için dinamik bir model gerekecektir. (Matter ve arkadaşları 1983)

Bunun yanında, eğer akıntılar bir gün esnasında ve bir günden bir güne önemli derecede değişirse, dinamik bir akıntı modeli (örneğin CE-QUAL-RIV1) düşünülmelidir.

Dikkat edilirse RIV1H tamamen dinamik akıntı denklemlerini kullanmaktadır; bu yüzden iyi kararlılıkla geniş bir dağılım sağlar ve bu önemli bir avantajdır.

1.1.5. Genel Düşünceler ve Kullanılan Denklemler

Temel taşınım denklemlerinin geliştirilmesinde gereken özellikler aşağıda listelenmiştir. Genişlik veya derinliğine göre çok uzun bir nehir için, aşağıdaki tahminler uygulanır:

- A. Hidrostatik basınç vardır.
- B. Yatay ve düşey eğimler küçüktür ve ihmal edilir; böylece denklemler akıntı ve diğer değişkenler (bir boyutlu tahminlerde) için kesit alanına göre ortalanır.
- C. Tüm kesit alanlar ve dip şekilleri bilinir.

D. Tüm yanal noktasal ve noktasal olmayan kaynak akıntıları ve giriş konsantrasyonları bilinir.

Hidrolik taşınım denklemleri, çözüldüğü zaman akıntı yönündeki debi ve su derinliklerini tarihlere göre hesaplamaya izin verir.

Akıntı dalga denklemlerinin çıkarılışında iki farklı yaklaşım vardır. İlk olarak üç boyutlu süreklilik ve Navier-Stokes temel denklemleri ile başlar (Bird ve Lightfoot 1964) ve kesitsel olarak ortalanmış şekilde akıntı ve yükseklik için mesafeye göre uzaysal ve zamansal değişimini veren dört denklem birbirleriyle ilişkili iki denkleme indirgenir. İkinci bir yaklaşım sıkıştırılmaz akışkanla bahsedilen denklemleri çıkarmada kullanılan kontrol hacmi metodudur (Liggett 1975).

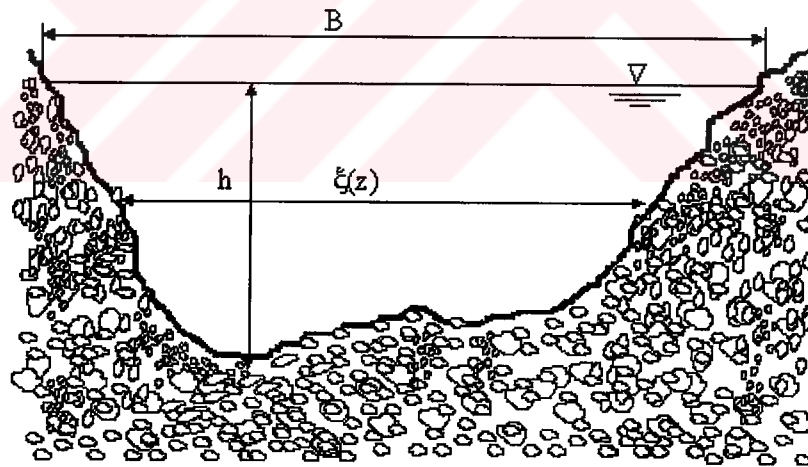
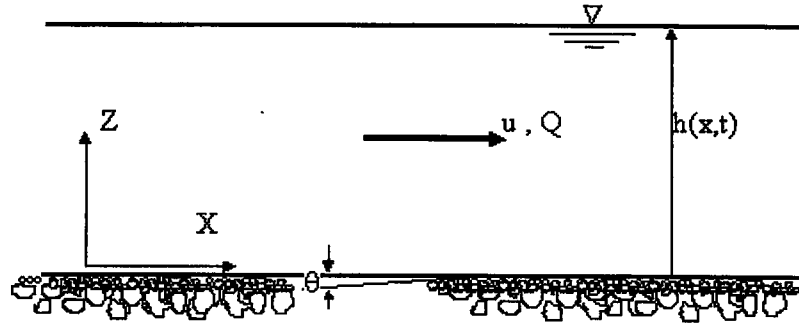
Notasyonlar ve koordinat sistemi şekil 1' deki gibi tanımlanır. Koordinat sistemi, yatak eğiminin çok küçük olmasından dolayı, nispeten yatak eğimi ile orantılı olan yerçekimi kuvvetine göre düz şekilde nehir dibine yerleştirilmiş olarak göz önüne alınır. Burada x akıntı yönünde pozitif alınır ve su yüksekliği $h(x,t)$ yerçekimi yönüne göre paralel alındığından x' e göre dikdörtgendir. $A(x,t)$ akıntı kesit alanıdır, ve $B(x,t)$ akıntı üst genişliğidir.

Şayet debi Q , alan A , kanal üst genişliği B , akıntı derinliği h ve biçim faktörü $\xi(z)$ olarak simgelenirse, A ve B $h(x,t)$ ile ilişkilendirilebilir.

Δx boyundaki bir nehir kanalı şekil 2'deki gibi belirtilmiş olsun. Eğer akıntı soldan sağa doğru ise, birim normaleri N_0 ve N_1 akıntı girişi ve çıkışı gerçekleşirken buldukları her iki yüzeyde pozitif tanımlanır. Toplam kütle, momentum ve tür kütlesi bu kontrol hacmi içinde korunacaktır. Streeter ve Wylie (1979) kütle konsantrasyonu b için sürekliliğe göre kontrol hacmi koruma kuralı genel formunu aşağıdaki gibi gösterir.

$$\frac{d\beta}{dt} = \iiint_{cv} \frac{\partial b}{\partial t} dV + \iint_{cs} b(\bar{v} \cdot \hat{n}) dA \quad (1)$$

Burada denklem, kontrol hacmindeki kütle değişiminin toplam zamana oranını ve β , ($\beta = b\bar{v}$) kontrol yüzeyinden kontrol hacmi içine taşınmakta olan b' deki net oran ile kontrol hacmi içindeki b kütle konsantrasyon birikimin zaman oranı ile toplamına eşittir.



Şekil 1. Koordinat sistemi ve notasyonlar

Su kütlesi, momentum ve tür kütlesinin kontrol hacmi korunumları sırasıyla aşağıdaki gibi \bar{v} üç boyutlu akıntı sahasında keyfi bir kontrol hacmi için yazılır.

$$\text{Kütle} : \iiint_{cv} \frac{\partial \rho}{\partial t} dV + \iint_{cs} (\rho \bar{v} \cdot \hat{n}) dA = 0 \quad (2)$$

$$\text{Momentum} : \iiint_{cv} \frac{\partial \bar{v} \rho}{\partial t} dV + \iint_{cs} \bar{v} (\rho \bar{v} \cdot \hat{n}) dA = \bar{F} \quad (3)$$

Kütle

$$\text{türler} : \iiint_{cv} \frac{\partial \alpha}{\partial t} dV + \iint_{cs} \alpha (\bar{v} \cdot \hat{n}) dA = S^* \quad (4)$$

Burada ; ρ = akışkan yoğunluğu, M/L^3

t = zaman

dV = diferansiyel hacim, L^3

\bar{V} = hız vektörü $(u\hat{i} + v\hat{j} + w\hat{k})$, L / t

dA = diferansiyel alan, L^2

\bar{F} = kontrol hacmi üzerindeki dış kuvvetlere uygulanan gerçek vektör toplamı,
 ML / t^2

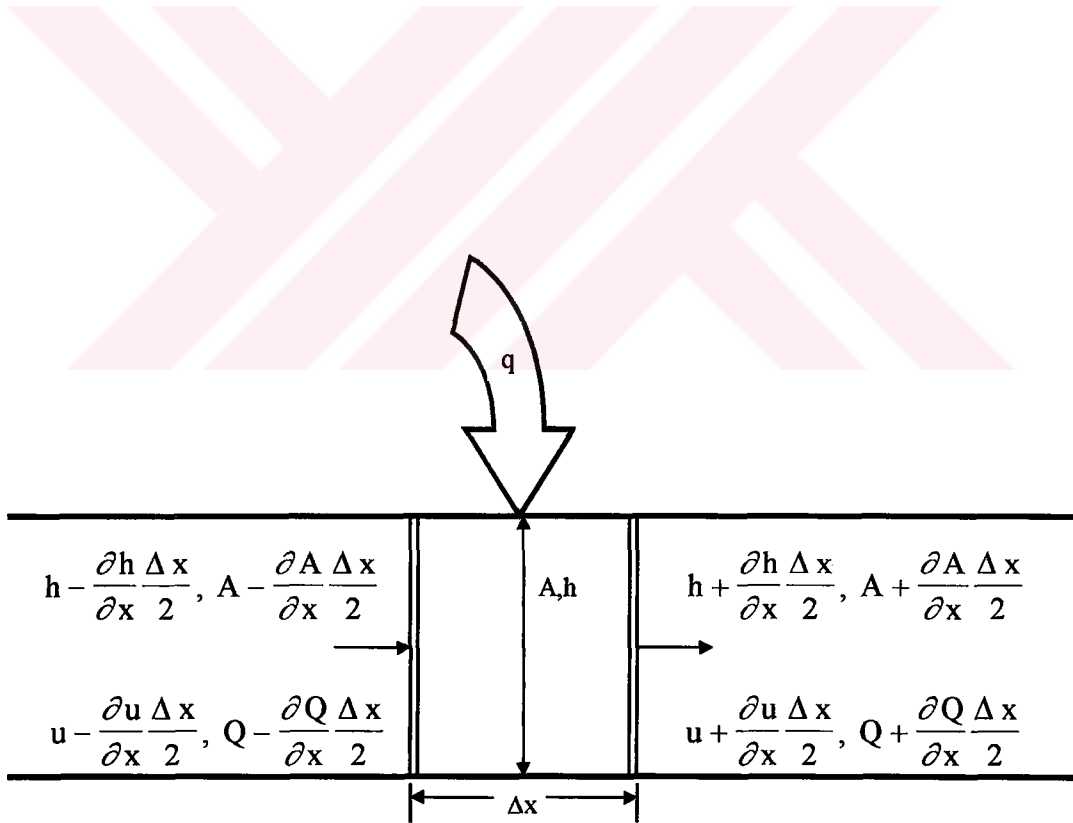
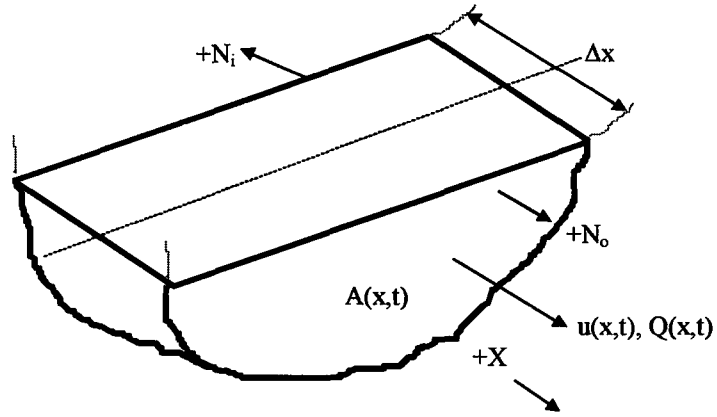
α = türlerin kütlelesel konsantrasyonu, M / L^3

$S^* = \alpha'$ da ki biyokimyasal değişimler için net kaynak terimi, M / t

M , L ve t değişkenleri sırasıyla kütle, uzunluk ve zaman birimleridir.

1.1.6. Denklemlerin Çıkarılışı

Liggett (1975)' deki gibi, denklemin çıkarılışındaki çok daha basit bir türetme, U ortalama hızının kesitte bilindiği farz edilerek nehir problemi için elde edilir. Taylor serisi açılımları çok daha basit ifadelerle izin verir.



Şekil 2. Kontrol Hacmi Tanımlamaları

1.1.7. Kütleinin Korunumu

Su kütle korunum denklemi, depolama değişiminin zamana oranının kontrol hacmi yüzeyi boyunca dışarı doğru net kütle akışına eşit olduğunu gösterir. Taylor serileri açılımından,

$$\frac{\partial(\rho A \Delta x)}{\partial t} = \rho \left[\left(U - \frac{\partial U \Delta x}{\partial x} \right) \left(A - \frac{\partial A \Delta x}{\partial x} \right) - \left(U + \frac{\partial U \Delta x}{\partial x} \right) \left(A + \frac{\partial A \Delta x}{\partial x} \right) \right] \quad (5)$$

Su gibi sıkıştırılmaz bir akışkan için, $\rho = \text{sabit}$; ρ sabiti parantez dışına alınır ve her iki taraf $\rho \Delta x$ ' e bölünerek gerekli sadeleştirmeler yapılırsa ifade aşağıdaki halini alır.

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial(UA)}{\partial x} = 0 \quad \text{veya} \quad \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (6)$$

Burada Q debidir.

1.1.8. Momentumun Korunumu

Momentum denklemi biraz daha farklıdır. Kontrol hacmi üzerindeki net kuvvetin, kontrol hacmi boyunca momentumun net akış oranı ile kontrol hacmindeki momentumun zamana göre değişim oranının toplamına eşit olduğunu ifade eder. Bu yüzden

$$\begin{aligned} \frac{\partial(Q \Delta x) \rho}{\partial t} + \rho \left\{ [U(UA)] + \frac{\partial}{\partial x} \left[U(UA) \frac{\Delta x}{2} \right] \right\} \\ - \rho \left\{ [U(UA)] + \frac{\partial}{\partial x} \left[U(UA) \frac{\Delta x}{2} \right] \right\} = \bar{F} \end{aligned} \quad (7)$$

Kuvvet vektörü \bar{F} üç alt kategoriye ayrılır: yerçekimi, kesme ve basınç kuvvetleri.

1.1.8.1. Yerçekimi kuvveti, f_g

Toplam yerçekimi kuvveti, $\rho gA\Delta x \sin \theta$ veya x-yönünde yönlendirilen kontrol hacmindeki ($\rho gA\Delta x$) suyun ağırlık elemanından daha önemsizdir. Bundan dolayı

$$f_g = \rho gA\Delta x S_0 \quad (8)$$

Burada $S_0 = \sin \theta \approx \theta$ eğimdir.

1.1.8.2. Kesme kuvveti, f_r

Kanal kenarları ve tabanlar dip sürtünmesi veya kesme etkisi ile momentumu azaltır. Bu azalma aşağıdaki ifadede görüldüğü gibi yerçekimi eğim terimine göre matematiksel olarak elde edilir.

$$f_r = \rho gA\Delta x S_f \quad (9)$$

Burada S_f sürtünme eğimidir. Sürtünme eğimi için birkaç form mevcuttur, fakat hem Chezy hem de Manning formları hakimdir, örneğin

$$S_f = \frac{U^2 n^2}{(1.486 R^{2/3})^2} \quad (10)$$

Burada n = Manning sürtünme faktörü

R = Yaklaşık olarak A / B ' ye eşit olan hidrolik yarıçaptır, burada B üst genişliktir.

Bundan dolayı,

$$f_r = \rho gA\Delta x \frac{U^2 n^2}{(1.486 R^{2/3})^2}$$

veya

$$f_{\tau} = \rho g A \Delta x \frac{n^2 |Q| Q}{2.2 A^2 R^{4/3}} \quad (11)$$

burada mutlak değer dalga yayılım yönünün önemsiz olduğunu belirtmek için kullanılmaktadır, kesme daima momentumu yok eder.

1.1.8.3. Basınç kuvveti, f_p

Kontrol hacmi yüzeyindeki toplam basınç kuvveti, kontrol hacmi üzerindeki düzensiz noktaların integralidir.

$$f_p = \int_0^h \rho g (h - z) \xi(z) dz \quad (12)$$

burada $\xi(z)$ tabandan z yüksekliğindeki kanal genişliğidir. Taylor serisi açılımı akıntı yönündeki net basıncı verir.

$$\begin{aligned} f_p &= -\frac{\partial}{\partial x} \int_0^h \rho g (h - z) \xi(z) dz \Delta x \\ &= -\rho g \int_0^h [(h - z) \xi(z)] dz \Delta x \end{aligned} \quad (13)$$

ve zincir kuralı farkı ile

$$f_p = -\rho g \left[\frac{\partial h}{\partial x} \int_0^h \xi(z) dz + \int_0^h (h - z) \frac{\partial \xi(z)}{\partial x} dz \right] \Delta x \quad (14)$$

İlk terim belirli bir kesitteki basınç kuvvetini gösterir. İkinci terim Δx boyundaki hızlı alan değişimlerinin sebep olduğu net basınç kuvvetini gösterir. Eğer kanallar prizmatik ve düzenli düşünülürse, son terim çok az öneme sahiptir. Bundan dolayı ifade şu şekli alır;

$$f_p = -\rho gA \frac{\partial h}{\partial x} \Delta x \quad (15)$$

Momentum için son denklem ise aşağıdaki gibidir;

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(QU) + gA \frac{\partial h}{\partial x} = gA(S_0 - S_f) \quad (16)$$

1.1.9. Momentum ve Sürekliliğe Göre Değişimler

1.1.9.1. Yandan ve nehir kolundan içeriye akış

Nehir kolundan veya kanala bitişik karalardan gelen yağmur suyu nehirdeki toplam kütle ve momentumun artmasına sebep olabilir. Eğer q , birim uzunluktaki kanaldan U_q hızıyla nehre giren akış ise, 6 ve 16 denklemleri sırasıyla aşağıdaki gibi olur,

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (17)$$

ve

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(UQ) + gA \frac{\partial h}{\partial x} = gA(S_0 - S_f) + qU_q \quad (18)$$

Bununla beraber, model kodu denklem 18' deki son terimi kapsamaz çünkü momentum denkleminin diğer terimlerine göre nispeten önemsizdir.

1.1.9.2. Kanal yapıları

Eğer kanal üzerinde çok yapı varsa, örneğin kanal boyunca yapılan köprülerden dolayı modeldeki çözüm sağlıklı olabilir. Böyle yapıların alt grid skala etkisi set vasıtasıyla suyun geri dönmesi ve bir momentum kaybının olmasıdır. Bu etki $\rho g \Delta h_E$

kuvvet teriminden çıkarılarak moment denkleminin sağ tarafı için hesaplanır, burada h_E ön kayıptır ve K_E seçilebilen ve çok kullanılan bir katsayıdır.

$$h_E = \frac{K_E}{2g} \left(\frac{Q}{A} \right)^2 \quad (19)$$

İhmal değeri yapı kaybı olmaması için sıfırdır. K_E için 0.5'e kadar olan yüksek bir değer kaba bir yapı için uygun olabilir.

1.1.9.3. Momentum düzeltme faktörü

Model sahası boyunca kanal içerisindeki hız yeterince üniform değilse, momentum denkleminde momentum düzeltme faktörü β 'yi kullanmak gerekebilir. Momentum düzeltme faktörü β denklem 18' in sol tarafındaki ikinci terimle çarpılır: bu düzeltme çözümdeki U ortalama hızının kullanımına izin verir oysa ki her kesitteki hız dağılımı U ' dan tümüyle farklı olabilir. Mesela, düz yuvarlak bir tüpteki laminar akım için β , $4/3$ ' tür. Üniform akıntı için 1.0' a eşittir ve 1.0' dan daha küçük olamaz. RIV1H için β 'nin sabit bir değeri modellenen saha boyunca kullanılır. Nehirler ve akarsular için 1.0 değeri tavsiye edilir.

1.1.9.4. Nehir kolu ağ yapısı

Momentum ve süreklilik denklemleri ana kola giriş yapan her nehir kolu üzerinde uygulanmalıdır. Ana kol ile yan kolların birleştiği noktalarda su seviyeleri eşit olmalıdır.

1.1.9.5. Kütle tür denklemleri

Taylor serilerini tekrar kullanarak, α konsantrasyonlu askı yük bir maddenin yatay hareketi ve yayılımı aşağıdadır.

$$\frac{\partial (\alpha a)}{\partial t} + \frac{\partial (Q\alpha)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(DA \frac{\partial \alpha}{\partial x} \right) + \gamma q + S^* \quad (20)$$

Burada D = turbülanslı dispersiyon katsayısı

$\gamma = q$ yanal akıntıdan kola giren tür tipinin α konsantrasyonu

$S^* = (M/Lt)$ ünitelerindeki kaynak/çukur terimi

Denklem 20 her taşınan tür için yazılmalıdır.

1.1.9.6. Başlangıç ve Sınır Koşulları

1.1.9.6.1. Başlangıç koşulları

Süreklilik için, yalnız başlangıç koşulları $i = 1$ den N' e kadar olan tüm i düğümleri için $t = t_0$ anında belirtilir.

$$A(t = t_0, x) = A_i(x) \quad (21)$$

veya orada A ve h arasında direkt bir uyum sağlamak için, aşağıdaki ifade kullanılabilir.

$$h(t = t_0, x) = h_i(x) \quad (22)$$

İkisi birden olmamak koşuluyla hem 21 hem de 22 denklemi kullanılabilir.

Momentum denklemi için aşağıdaki ifade de kullanılabilir:

$$Q(t = t_0, x) = Q_i(x) \quad (23)$$

$$U(t = t_0, x) = U_i(x) \quad (24)$$

Taşıma denklemi için, aşağıdaki ifade kullanılır:

$$\alpha(t = t_0, x) = \alpha_i(x) \quad (25)$$

1.1.9.6.2. Süreklilik ve momentum için sınır koşulları

Akıntıya ters yönde $x = 0$ ve akıntı yönünde $x = L$ sınırında, sınır koşullarına takiben süreklilik ve momentum denklemlerinin birleşik konumları için kullanılabilir. İki birinci-derece denklem için sadece iki sınır koşulunun gerektiğine dikkat edilmelidir. Bundan dolayı, yalnızca bir konum her simülasyon için kullanılabilir.

$$h(t, x = 0) = h_u(t) \text{ ve } h(t, x = L) = h_d(t) \quad (26)$$

$$Q(t, x = 0) = Q_u(t) \text{ ve } Q(t, x = L) = Q_d(t) \quad (27)$$

$$h(t, x = 0) = h_u(t) \text{ ve } Q(t, x = L) = Q_d(t) \quad (28)$$

$$Q(t, x = 0) = Q_u(t) \text{ ve } h(t, x = L) = h_d(t) \quad (29)$$

$$h(t, x = 0) = h_u(t) \text{ ve } f_1(Q, h) = f_{1d}(t) \quad (30)$$

$$Q(t, x = 0) = Q_u(t) \text{ ve } f_2(Q, h) = f_{2d}(t) \quad (31)$$

Burada f_1 ve f_2 akıntı yönündeki d sınır koşulları için h ve Q ile ilgili eğrilik oranlarıdır. Bu ifadelerde Q için A ve U 'nun uygun şekilde kullanılmasına müsaade eder.

Bir nehir kolu için akıntıya karşı sınır koşulunun hem yükseklik hem de akıntıyı belirterek seçilebileceğine dikkat edilmelidir. Akıntı yönündeki nehir kolu sınırında, örneğin ana kol ile akarsu kolunun birleştiği noktada sadece deniz seviyesine oranla yükseklik sürekliliğinin korunmasına bir sınır koşulu gibi izin verir.

1.1.9.6.3. Taşınım için sınır koşulları

Türlerin taşınımı için sınır koşulları aşağıdaki gibidir.

$$\alpha(t, x = 0) = \alpha_u(t)$$

$$\alpha(t, x = L) = \alpha_d(t) \quad (32)$$

Bununla beraber, $\alpha_d(t)$ koşulu nehir simülasyonları için şimdilik giriş verisi gibi belirtilmez. Bu, akıntı yönünün sonunda mesela haliç sınır koşullarında olduğu gibi içeri akış için eğer model değiştirilecekse giriş olarak alınmalıdır.

1.1.10. Denklem Özeti

Kullanılan denklemler kararsız bir boyutlu (boyuna) hidrodinamik ve taşınımdır:

1.1.10.1. Süreklilik

$$\frac{\partial (A + A_0)}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (33)$$

1.1.10.2. Momentum

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial (UQ)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} = gA \left(S_0 - S_f - \frac{h_E}{\Delta x} \right) + qU_q \quad (34)$$

Denklem 34 ve 35 çoğunlukla St. Venant denklemleri olarak belirtilir.

1.1.10.3. Taşınım denklemi

$$\frac{\partial (\alpha A)}{\partial t} + \frac{\partial (Q\alpha)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(DA \frac{\partial \alpha}{\partial x} \right) + \gamma q + S^* \quad (35)$$

Denklem 36 sık sık “ kaynak/çukur terimlerine göre adveksiyon-dispersiyon denklemi ” olarak belirtilir. Başlangıç koşulları sırasıyla süreklilik, momentum ve tür taşınım denklemleri için 21 (veya 22), 23 (veya 24) ve 25 denklemleridir. Sınır koşulları

momentum ve süreklilik denklemleri için denklem 26' dan 31' e kadar olan denklemler ve tür taşınım denklemleri için denklem 32 seçilir.

1.1.11. Akıntı ve Yükseklik İçin Nümerik Çözüm

1.1.11.1. Mantık

Dikkat edildiği gibi, taşkın ve maksimum hidrolik güç dalgaları ve ortak taşınım ile akıntılar, yükseklikler ve konsantrasyonlar çabucak değişerek işaretlenir. Akıntılar ve yüksekliklerin hesaplandığı süreklilik ve momentum denklemleri hiperboliktir. Taşınım denklemleri adveksiyonun idaresi altına alınır; böylece hiperbolik özelliklere sahip olur. Bu denklemlerin tümünün sayısal çözümü çok zordur, çünkü yayılmayı dengeleme ve düzeltme etkileri elimine edilmiş veya indirgenmiştir. Kullanılan denklemlerin kontrolü kararsız ve doğrusal olmayan denklemlerin birleştirilmesiyle yapılır, fakat bulaşma konsantrasyonları akıntı sahasını etkilemediği için, tür taşınım denklemleri çözümünden süreklilik ve momentum denklemlerinin çözümünü ayırmak mümkündür. Akıntı ve yüksekliğe ait bilgiler depolanabilir ve taşınım hesapları için giriş bilgisi gibi kullanılır. Kullanılan denklemlerin hiperbolik olması sebebiyle akıntılar ve yükseklikler için çözüm metodu taşınım çözümünden tamamen farklıdır; bundan dolayı, bu kısım süreklilik ve momentum denklemleri için çözüm metodu gösterir. Taşınım denkleminin çözümü IV. bölümde mevcuttur.

1.1.11.2. Nümerik Tahminler

Üç sayısal yöntem hiperbolik denklemlerin çözümü için yararlıdır: sonlu elemanlar metodu, karakteristikler metodu ve açık sonlu fark metotlarıdır. Karakteristikler metodunun programlaması zordur. Bu metodun açıklaması Liggett ve Cunge (1975) ve Abbott (1979)' da bulunur. Açık sonlu fark metotları kısmi türevler için direkt olarak sayısal tahmin teknikleri oldukları için programlamak daha basittir. Bu metotlar aynı zamanda değişken saha ve zaman-adımları ile uygulamalarda yeterli kararlı davranışa sahiptir. Kapalı sonlu fark metotları genel olarak kararsızdır ve düşünülmez.

Bir çok açık yöntemler mevcuttur, fakat burada kullanılan metot ilk olarak Preissmann (1961) sonraki uygulamalarda ise Amein ve Fang (1970) ve Amein ve Chu (1975) tarafından kullanılan dört-noktalı açık metottur. Bu formül düzeni halen National Weather Service Dambreak Model (Fread 1978) de Fread (1973,1978) tarafından kullanılır. Metot her bir zaman-adımında açık düşünülür, $0.5 < \theta \leq 1.0$ için koşulsuz olarak kararlıdır ve nispeten eşit olmayan saha ve zaman-adımlarına izin verir. Şema $\theta = 0.5$ olduğunda ikinci-derece titizliğe ve $\theta = 1.0$ olduğu zaman birinci-derece titizliğe sahiptir. Bu tamamen lineer değildir fakat henüz ikinci-dereceden alansal titizlik için her bir zaman seviyesinde sadece iki nokta gereken sıkı bir şemadır.

Nehir sistemi Δx_i , Δx_j değerlerinin alansal ve uzaysal artışlarına göre seçilen düğüm örgüsünden oluşur (şekil 4). Şayet β değeri kullanılan denklemin güvenilir olmadığını gösterirse, β uygun türevler ve ağırlık ortalamaları formunda kullanılır. Genel bir ω değişkeni için

$$\omega(\beta) = \theta \left(\frac{\omega_i^{j+1} + \omega_{i+1}^{j+1}}{2} \right) + (1-\theta) \left(\frac{\omega_i^j + \omega_{i+1}^j}{2} \right) \quad (36)$$

$$\frac{\partial \omega(\beta)}{\partial x} = \theta \left(\frac{\omega_{i+1}^{j+1} - \omega_i^{j+1}}{\Delta x_i} \right) + (1-\theta) \left(\frac{\omega_{i+1}^j - \omega_i^j}{\Delta x_i} \right) \quad (37)$$

$$\frac{\partial \omega(\beta)}{\partial t} = \left(\frac{\omega_i^{j+1} + \omega_{i+1}^{j+1}}{2\Delta t_j} \right) - \left(\frac{\omega_i^j + \omega_{i+1}^j}{2\Delta t_j} \right) \quad (38)$$

1.1.11.3. Kullanılan Denklemlerin Uygulaması

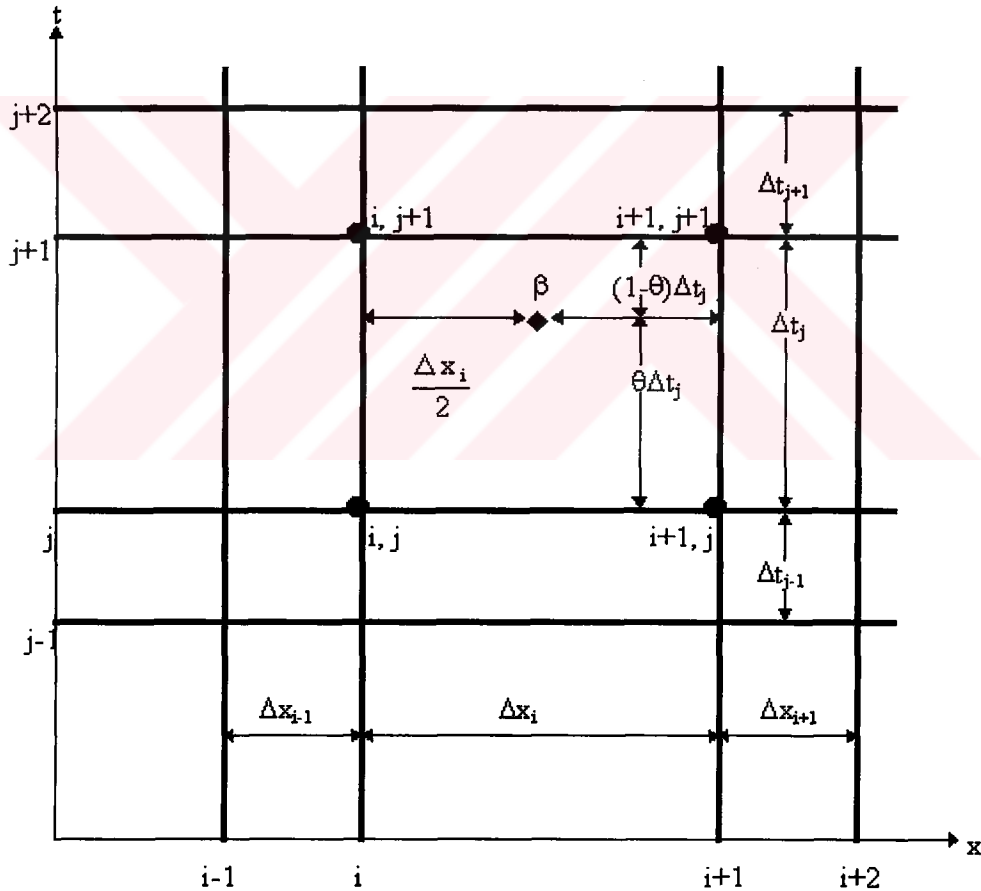
1.1.11.3.1. Süreklilik denklemi

Denklem 34' den, süreklilik denklemi aşağıdaki gibi olur.

$$\frac{\partial (A + A_0)}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q = 0 \quad (39)$$

Denklem 36, 37 ve 38' deki tanımlamaları kullanarak, bu denklem aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\begin{aligned}
& \frac{1}{2\Delta t_j} \left[(A + A_0)_i^{j+1} + (A + A_0)_{i+1}^{j+1} - (A + A_0)_i^j - (A + A_0)_{i+1}^j \right] \\
& + \theta \left[\frac{1}{\Delta x_i} (Q_{i+1}^{j+1} - Q_i^{j+1}) \right] - \theta \frac{(q_{i+1}^{j+1} - q_i^{j+1})}{2} \\
& + (1-\theta) \left[\frac{1}{\Delta x_i} (Q_{i+1}^j - Q_i^j) \right] - (1-\theta) \frac{(q_{i+1}^j - q_i^j)}{2} \\
& = F_i(Q_{i+1}, A_{i+1}, Q_i, A_i) = 0
\end{aligned} \tag{40}$$



Şekil 3. Nümerik grid

1.1.11.3.2. Momentum denklemi

Denklem 19 ve 11' den S_E ve S_f için tanımlamaları kullanarak ve denklem 34' den, momentum denkleminin sayısallaştırılması aşağıdaki gibidir;

$$\begin{aligned}
& \frac{1}{2\Delta t_j} (Q_i^{j+1}, Q_{i+1}^{j+1}, Q_i^j, Q_{i+1}^j) \\
& + \theta \left\{ \frac{1}{\Delta x_i} \left[\left(\frac{Q^2}{A} \right)_{i+1}^{j+1} - \left(\frac{Q^2}{A} \right)_i^{j+1} \right] \right\} + \theta g \left(\frac{A_{i+1}^{j+1} + A_i^{j+1}}{2} \right) \left[\frac{1}{\Delta x_i} (h_{i+1}^{j+1} - h_i^{j+1}) \right] \\
& + \frac{g\theta}{2(2.2)} \left[\left(\frac{n_{i+1}^2 |Q_{i+1}| Q_{i+1}}{A_{i+1} R_{i+1}^{4/3}} \right)^{j+1} + \left(\frac{n_i^2 |Q_i| Q_i}{A_i R_i^{4/3}} \right)^{j+1} \right] \\
& - \theta g \left(\frac{A_{i+1}^{j+1} + A_i^{j+1}}{2} \right) \left(\frac{S_{o_{i+1}} + S_{o_i}}{2} \right) \\
& + \theta \left(\frac{A_{i+1}^{j+1} + A_i^{j+1}}{8} \right) \left\{ \frac{K_E}{\Delta x_i} \left[\left(\frac{Q^2}{A^2} \right)_{i+1}^{j+1} + \left(\frac{Q^2}{A^2} \right)_i^{j+1} \right] \right\} \\
& - \theta \left(\frac{q_{i+1}^{j+1} + q_i^{j+1}}{2} \right) \left(\frac{Uq_{i+1}^{j+1} + Uq_i^{j+1}}{2} \right) \\
& + (1-\theta) \left\{ \frac{1}{\Delta x_i} \left[\left(\frac{Q^2}{A} \right)_{i+1}^j - \left(\frac{Q^2}{A} \right)_i^j \right] \right\} + g(1-\theta) \left(\frac{A_{i+1}^j + A_i^j}{2} \right) \left[\frac{1}{\Delta x_i} (h_{i+1}^j - h_i^j) \right] \\
& + \frac{g(1-\theta)}{2(2.2)} \left[\left(\frac{n_{i+1}^2 |Q_{i+1}| Q_{i+1}}{A_{i+1} R_{i+1}^{4/3}} \right)^j + \left(\frac{n_i^2 |Q_i| Q_i}{A_i R_i^{4/3}} \right)^j \right] \\
& - g(1-\theta) \left(\frac{A_{i+1}^j + A_i^j}{2} \right) \left(\frac{S_{o_{i+1}} + S_{o_i}}{2} \right) \\
& + (1-\theta) \left(\frac{A_{i+1}^j + A_i^j}{8} \right) \left\{ \frac{K_E}{\Delta x_i} \left[\left(\frac{Q^2}{A^2} \right)_{i+1}^j + \left(\frac{Q^2}{A^2} \right)_i^j \right] \right\} \\
& - (1-\theta) \left(\frac{q_{i+1}^j + q_i^j}{2} \right) \left(\frac{Uq_{i+1}^j + Uq_i^j}{2} \right) \\
& = G_i(Q_{i+1}, A_{i+1}, Q_i, A_i) = 0
\end{aligned} \tag{41}$$

1.1.11.3.3. Sınır koşulları

Sınır koşulları sayısallaştırılmalıdır. Sınır koşulu çiftleri denklem 26' da bahsedildiği gibi seçilir. A terimlerindeki akıntıya karşı olan sınır koşulunun sayısallaştırılmış formu aşağıdaki gibi olur;

$$F_0 = A_1^{j+1} - A_u(t^{j+1}) = 0 \quad (42)$$

N düğümünde akıntı yönündeki sınır koşulu şöyledir

$$F_N = A_N^{j+1} - A_d(t^{j+1}) = 0 \quad (43)$$

Eğer akıntılar veya deşarjlar belirtilirse, denklem 26' ya göre akıntıya karşı sınır koşulu şöyledir.

$$F_0 = Q_1^{j+1} - Q_u(t^{j+1}) = 0 \quad (44)$$

ve akıntı yönündeki koşul ise

$$F_N = Q_N^{j+1} - Q_d(t^{j+1}) = 0 \quad (45)$$

1.1.11.4. Denklem Takımı

Denklemler F_i ve G_i (denklem 41) hem ana kolda hem de her hangi bir kola dahil her i düğümünde uygulanabilir. $2N$ için $2N-2$ denklemlerindeki cebirsel denklem sisteminin sonuçları bilinmez. İki sınır koşulu tamamen problemi çözmeye yeterlidir. Şayet $G_0(Q_1, A_1)$ ve $G_N(Q_N, A_N)$ 42-45 denklemleri formunda sınır koşulları yazılırsa, $2N$ lineer olmayan denklem sistemi sonucu denklem 46 şeklinde yazılır.

Bu doğrusal olmayan denklemlerin genel çözümü iki yolda olur. İlk önce lineer olmayan terimler J inci zaman-adımındaki bilgi kullanılarak doğrusallaştırılır. Zamanın geçişi bu yöntemle çok kolay takip edilir. Bununla beraber, kuvvetli olarak hızın altındadır ve etkili eğimler burada oluşur, Newton-Raphson ara değer hesaplatma yöntemleri ile lineer olmayan tam bir çözüm tavsiye edilir ve yürütülür.

$$\begin{aligned}
G_0(Q_1, A_1) &= 0 \\
F_1(Q_2, A_2, Q_1, A_1) &= 0 \\
G_1(Q_2, A_2, Q_1, A_1) &= 0 \\
&\dots\dots\dots \\
&\dots\dots\dots \\
F_i(Q_{i+1}, A_{i+1}, Q_i, A_i) &= 0 \\
G_i(Q_{i+1}, A_{i+1}, Q_i, A_i) &= 0 \\
&\dots\dots\dots \\
&\dots\dots\dots \\
F_{N-1}(Q_N, A_N, Q_{N-1}, A_{N-1}) &= 0 \\
G_{N-1}(Q_N, A_N, Q_{N-1}, A_{N-1}) &= 0 \\
G_N(Q_N, A_N) &= 0
\end{aligned} \tag{46}$$

1.1.11.5. Akıntı ve Yükseklik İçin Newton-Raphson Çözümü

Lineer olmayan sistemler için Newton-Raphson metodu Q_i ve A_i başlangıç değerleri kabul edilerek belirtilen her cebirsel denklemin farkları tahminine dayandırılır. Q_i ve A_i tahminlerinin ardıl Taylor serileri tasfiyesi ile farkların tekrarlarla azalması metodu izlenir. Newton metodunun detayları Burden ve Faires (1989)' da bulunabilir. Genelleştirilen Newton-Raphson metodu her bir zaman-adımında uygulanmalıdır.

Bununla beraber, buradaki formül düzeni hem ana kolda hem yan kollardaki tüm akıntı ve yükseklikler için her iterasyonda direkt olarak anlık çözüm kullanır. Önceki metotlar böyle değişkenlerin tahmininde bir iterasyon (yinelemeli) yöntemi kullanıldı. Bu yüzden, her bir Newton-Raphson iterasyonu için iç iterasyonun diğer serisi uygulandı. Buradaki formülasyonda her bir Newton-Raphson iterasyonunda sadece beş-bant matris çözümü gerekir. Newton-Raphson burada gösterilir ve matrisin detayları ve çözüm yöntemi program kısmında gösterilir.

A_i ve Q_i ' nin k ' ıncı tahmininden geriye kalan $R_{1,i}^k$ ve $R_{2,i}^k$ denklem F_i ve denklem G_i ' den bulunur.

$$G_0(Q_1^k, A_1^k) = R_{2,0}^k$$

$$F_1(Q_2^k, A_2^k, Q_1^k, A_1^k) = R_{1,1}^k$$

$$G_1(Q_2^k, A_2^k, Q_1^k, A_1^k) = R_{2,1}^k$$

.....

$$F_i(Q_{i+1}^k, A_{i+1}^k, Q_i^k, A_i^k) = R_{1,i}^k$$

$$G_i(Q_{i+1}^k, A_{i+1}^k, Q_i^k, A_i^k) = R_{2,i}^k$$

.....

(47)

$$F_{N-1}(Q_N^k, A_N^k, Q_{N-1}^k, A_{N-1}^k) = R_{1,N-1}^k$$

$$G_{N-1}(Q_N^k, A_N^k, Q_{N-1}^k, A_{N-1}^k) = R_{2,N-1}^k$$

$$G_N(Q_N^k, A_N^k) = R_{2,N}^k$$

Bir T fonksiyonu için genelleştirilen bir Taylor serisi aşağıdaki gibi S_1 , S_2 , S_3 ve S_4 değişkenlerinin bir fonksiyonudur.

$$T^{k+1} = T^k + \frac{\partial T}{\partial S_1} dS_1 + \frac{\partial T}{\partial S_2} dS_2 + \frac{\partial T}{\partial S_3} dS_3 + \frac{\partial T}{\partial S_4} dS_4 \quad (48)$$

Bu genel form şimdi geriye kalan eğimleri ilişkilendirmek için kullanılır. Unutulmamalı ki kalanın sıfır olmasını istersek; F_i ve G_i ' nin sıfır olacağını istiyoruz demektir. Şayet T^{k+1} , F_i veya G_i için kesin çözüm gösterirse, T^{k+1} sıfır olur. Bu demektir ki bilinmeyenler dS_1 , dS_2 , dS_3 ve dS_4 ' dür. T^k , R_{ij}^k ' nin kalanı olur. İlaveten S_1 , S_2 , S_3 ve S_4 ' ün Q_{i+1} , A_{i+1} , Q_i ve A_i değerleri olduğu farz edilir. Newton-Raphson iterasyonunda, gradyanlar (eğimler) Q_i ve A_i ' nin k ' ıncı tahmininden bilinir ve gradyanlar ve kalanlar arasındaki ilişki aşağıdaki gibi olur.

$$\frac{\partial G_0}{\partial A_1} dA_1 + \frac{\partial G_0}{\partial Q_1} dQ_1 = R_{2,0}^k$$

$$\frac{\partial F_1}{\partial Q_2} dQ_2 + \frac{\partial F_1}{\partial A_2} dA_2 + \frac{\partial F_1}{\partial Q_1} dQ_1 + \frac{\partial F_1}{\partial A_1} dA_1 = R_{1,1}^k$$

$$\frac{\partial G_1}{\partial Q_2} dQ_2 + \frac{\partial G_1}{\partial A_2} dA_2 + \frac{\partial G_1}{\partial Q_1} dQ_1 + \frac{\partial G_1}{\partial A_1} dA_1 = R_{2,1}^k$$

.....

.....

(49)

$$\frac{\partial F_i}{\partial Q_{i+1}} dQ_{i+1} + \frac{\partial F_i}{\partial A_{i+1}} dA_{i+1} + \frac{\partial F_i}{\partial Q_i} dQ_i + \frac{\partial F_i}{\partial A_i} dA_i = R_{1,i}^k$$

$$\frac{\partial G_i}{\partial Q_{i+1}} dQ_{i+1} + \frac{\partial G_i}{\partial A_{i+1}} dA_{i+1} + \frac{\partial G_i}{\partial Q_i} dQ_i + \frac{\partial G_i}{\partial A_i} dA_i = R_{2,i}^k$$

.....

$$\frac{\partial F_{N-1}}{\partial Q_N} dQ_N + \frac{\partial F_{N-1}}{\partial A_N} dA_N + \frac{\partial F_{N-1}}{\partial Q_{N-1}} dQ_{N-1} + \frac{\partial F_{N-1}}{\partial A_{N-1}} dA_{N-1} = R_{1,N-1}^k$$

$$\frac{\partial G_{N-1}}{\partial Q_N} dQ_N + \frac{\partial G_{N-1}}{\partial A_N} dA_N + \frac{\partial G_{N-1}}{\partial Q_{N-1}} dQ_{N-1} + \frac{\partial G_{N-1}}{\partial A_{N-1}} dA_{N-1} = R_{2,N-1}^k$$

$$\frac{\partial G_N}{\partial Q_N} dQ_N + \frac{\partial G_N}{\partial A_N} dA_N = R_{2,N}^k$$

Buradaki eksi işareti (T^k ' nın denklemin diğer tarafına taşınmasından dolayıdır) artı kalanları ihtiva etmektedir; böylece kalanlar 40 ve 41 denklemlerinin negatifi olur. Tüm

türevlerin Q_{i+1}^{j+1} , A_{i+1}^{j+1} , Q_i^{j+1} , A_i^{j+1} ve benzerlerine göre alındığına dikkat edilmelidir. Ek olarak tüm Q_i ve A_i için $j+1$ zamanda değerlendirilir.

$$\begin{aligned}
 dQ_1 &= Q_1^{k+1} - Q_1^k \\
 dA_1 &= A_1^{k+1} - A_1^k \\
 &\dots\dots\dots \\
 &\dots\dots\dots \\
 dQ_i &= Q_i^{k+1} - Q_i^k \\
 dA_i &= A_i^{k+1} - A_i^k \\
 &\dots\dots\dots \\
 &\dots\dots\dots \\
 dQ_N &= Q_N^{k+1} - Q_N^k \\
 dA_N &= A_N^{k+1} - A_N^k
 \end{aligned} \tag{50}$$

Q_{i+1}^{j+1} , A_{i+1}^{j+1} , Q_i^{j+1} , A_i^{j+1} ifadesine göre F_i ve G_i 'nin türevleri 40 ve 41 denklemlerinden bulunur.

$$\frac{\partial F_i}{\partial A_{i+1}^{j+1}} = \frac{1}{2\Delta t_j} \tag{51}$$

$$\frac{\partial F_i}{\partial Q_i^{j+1}} = \frac{\theta}{\Delta x_i} \tag{52}$$

$$\frac{\partial F_i}{\partial A_{i+1}^{j+1}} = \frac{1}{2\Delta t_j} \tag{53}$$

$$\frac{\partial F_i}{\partial Q_{i+1}^{j+1}} = \frac{\theta}{\Delta x_i} \tag{54}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial G_i}{\partial Q_i^{j+1}} &= \frac{1}{2\Delta t_j} + \theta \left[\frac{-2}{\Delta x_i} \frac{Q_i^{j+1}}{A_i^{j+1}} + \frac{g}{2(2.2)} \frac{n_i^2 |Q_i^{j+1}|}{A_i^{j+1} (R_i^{j+1})^{4/3}} \right. \\ &\quad \left. + 2 \left(\frac{A_{i+1}^{j+1} + A_i^{j+1}}{8\Delta x_i} \right) K_E \frac{Q_i^{j+1}}{(A_i^{j+1})^2} \right] \end{aligned} \quad (55)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial G_i}{\partial Q_{i+1}^{j+1}} &= \frac{1}{2\Delta t_j} + \theta \left[\frac{2}{\Delta x_i} \frac{Q_{i+1}^{j+1}}{A_{i+1}^{j+1}} + \frac{g}{2(2.2)} \frac{n_{i+1}^2 |Q_{i+1}^{j+1}|}{A_{i+1}^{j+1} (R_{i+1}^{j+1})^{4/3}} \right. \\ &\quad \left. + 2 \left(\frac{A_{i+1}^{j+1} + A_i^{j+1}}{8\Delta x_i} \right) K_E \frac{Q_{i+1}^{j+1}}{(A_{i+1}^{j+1})^2} \right] \end{aligned} \quad (56)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial G_i}{\partial A_{i+1}^{j+1}} &= \theta \left\{ \frac{-1}{\Delta x_i} \left(\frac{Q^2}{A^2} \right)_{i+1}^{j+1} + \frac{g}{2\Delta x_i} \left[(h_{i+1}^{j+1} - h_i^{j+1}) + \left(\frac{A_{i+1}^{j+1} + A_i^{j+1}}{B_{i+1}^{j+1}} \right) \right] \right. \\ &\quad \left. + \frac{gn_{i+1}^2}{6(2.2)} \frac{|Q_{i+1}^{j+1}| Q_{i+1}^{j+1}}{A_{i+1}^{j+1} (R_{i+1}^{j+1})^{4/3}} \left[\frac{-7}{A_{i+1}^{j+1}} + \frac{4}{(B_{i+1}^{j+1})^2} \frac{dB}{dh} \Big|_{i+1}^{j+1} + \frac{6}{n_{i+1} B_{i+1}^{j+1}} \frac{\partial n}{\partial h} \Big|_{i+1} \right] \right. \\ &\quad \left. - \frac{g}{2} \left(\frac{S_{O_{i+1}} + S_{O_i}}{2} \right) + \frac{k_E}{8\Delta x_i} \left[\left(\frac{Q^2}{A^2} \right)_i^{j+1} - \left(\frac{Q^2}{A^2} \right)_{i+1}^{j+1} \left(\frac{2A_i^{j+1}}{A_{i+1}^{j+1}} \right) \right] \right\} \end{aligned} \quad (57)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial G_i}{\partial A_i^{j+1}} &= \theta \left\{ \frac{1}{\Delta x_i} \left(\frac{Q^2}{A^2} \right)_i^{j+1} + \frac{g}{2\Delta x_i} \left[(h_{i+1}^{j+1} - h_i^{j+1}) + \left(\frac{A_{i+1}^{j+1} + A_i^{j+1}}{B_{i+1}^{j+1}} \right) \right] \right. \\ &\quad \left. + \frac{gn_i^2}{6(2.2)} \frac{|Q_i^{j+1}| Q_i^{j+1}}{A_i^{j+1} (R_i^{j+1})^{4/3}} \left[\frac{-7}{A_i^{j+1}} + \frac{4}{(B_i^{j+1})^2} \frac{dB}{dh} \Big|_i^{j+1} + \frac{6}{n_i B_i^{j+1}} \frac{\partial n}{\partial h} \Big|_i \right] \right. \\ &\quad \left. - \frac{g}{2} \left(\frac{S_{O_{i+1}} + S_{O_i}}{2} \right) + \frac{k_E}{8\Delta x_i} \left[\left(\frac{Q^2}{A^2} \right)_{i+1}^{j+1} - \left(\frac{Q^2}{A^2} \right)_i^{j+1} \left(\frac{2A_{i+1}^{j+1}}{A_i^{j+1}} \right) \right] \right\} \end{aligned} \quad (58)$$

Öncelikle alan ve derinlik gradyanları $\frac{\partial A}{\partial z} = B \frac{\partial h}{\partial x}$ denklemine göre anlatılır ve ikinci olarak hidrolik yarıçap yaklaşık olarak $R=A/B$

$$A = a_0 h + a_1 h^{a_2} \quad (59)$$

veya hidrolik derinliğe eşittir. A ve h arasındaki açık ilişki en çok kullanılan kanal kesitleri için genel ampirik forma izin verir.

Uygun katsayıların seçimine göre çok daha iyi düzenlenen kanal kesitleri bu fonksiyon tarafından modellenebilir. Aynı zamanda 51-58 denklemlerinin koddaki $2\Delta t_j$ ile çarpılmakta olduğu dikkat edilmelidir.

1.1.11.6. Hesaplama Yöntemi

Lineer olmayan çözüm yöntemi takip edildiği gibi yeni akıntılar Q_i^{j+1} ve alanları A_i^{j+1} hesaplamada kullanılır.

Adım 1. Q_i^j ve A_i^j 'nin hem başlangıç koşullarından hem de önceki Newton-Raphson çözümünün tamamlanmasından dolayı bilindiğini farz edelim.

Adım 2. F ve G' ye göre denklemlerin içine Q_i^j ve A_i^j yerleştirilir, $k=1$ formundaki kalanlar R_{jj}^1 , $Q_i^{j+1,k}$ ve $A_i^{j+1,k}$ için $k=1$ tahmininin Q ve A için veya başlangıç koşulu (adım 1) için j' inci zaman adımı değeri olduğu farz edilir. Durum $k>1$ için Q_i^{j+1} ve A_i^{j+1} 'nin önceki tahminleri kullanılır.

Adım 3. Arta kalanlar düzenlendikten sonra, gradyanlar Q ve A için $k=1$ tahminleri tekrar kullanılarak 51-58 denklemlerinden düzenlenir. Sonraki iterasyonlar için önceki k' inci tahminler kullanılır.

$$\begin{bmatrix} \partial G_b & \partial G_b & & & & & & \\ \partial A_1 & \partial Q & & & & & & \\ \partial F_1 & \partial F_1 & \partial F_1 & \partial F_1 & & & & \\ \partial A_1 & \partial Q & \partial A_2 & \partial Q & & & & \\ \partial G_1 & \partial G_1 & \partial G_1 & \partial G_1 & & & & \\ \partial A_1 & \partial Q & \partial A_2 & \partial Q & & & & \\ & & \dots & \dots & \dots & & & \\ & & & \partial F_i & \partial F_i & \partial F_i & \partial F_i & \\ & & & \partial A_i & \partial Q & \partial A_{i+1} & \partial Q_{i+1} & \\ & & & \partial G_i & \partial G_i & \partial G_i & \partial G_i & \\ & & & \partial A_i & \partial Q & \partial A_{i+1} & \partial Q_{i+1} & \\ & & & \dots & \dots & \dots & \dots & \\ & & & \dots & \dots & \dots & \dots & \\ \partial F_{N-1} & \partial F_{N-1} & \partial F_{N-1} & \partial F_{N-1} & & & & \\ \partial A_{N-1} & \partial Q_{N-1} & \partial A_N & \partial Q_N & & & & \\ \partial G_{N-1} & \partial G_{N-1} & \partial G_{N-1} & \partial G_{N-1} & & & & \\ \partial A_{N-1} & \partial Q_{N-1} & \partial A_N & \partial Q_N & & & & \\ & & \partial G_N & \partial G_N & & & & \\ & & \partial A_N & \partial Q_N & & & & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dA_1^k \\ dQ_1^k \\ dA_2^k \\ dQ_2^k \\ \dots \\ dA_i^k \\ dQ_i^k \\ dA_{i+1}^k \\ dQ_{i+1}^k \\ \dots \\ dA_{N-1}^k \\ dQ_{N-1}^k \\ dA_N^k \\ dQ_N^k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{1,0}^k \\ R_{1,1}^k \\ R_{2,1}^k \\ R_{2,2}^k \\ \dots \\ R_{i,i}^k \\ R_{i,i}^k \\ R_{i,i}^k \\ R_{i,i+1}^k \\ \dots \\ R_{N-1}^k \\ R_{N-1}^k \\ R_{2,N}^k \end{bmatrix} \quad (60)$$

Adım 4. Denklem 49 ve 1 ve 3' e kadar olan adımlardan, bir katsayı matrisi düzenlenir ve denklem 60' daki gibi toplanır; Eş zamanlı $[M]^k \{D\}^k = \{R\}^k$ bir lineer denklem sistemi $\{D\}^k$ için çözülür.

Adım 5. Hareket vektörü $\{D\}^k$, Q ve A için yeni bir tahmin vermek için Q ve A' nın eski tahminlerine eklenir.

$$Q_i^{j+1,k+1} = Q_i^{j+1,k} + dQ_i^k \quad (61)$$

ve

$$A_i^{j+1,k+1} = A_i^{j+1,k} + dA_i^k \quad (62)$$

Adım 6. $Q_i^{j+1,k}$ ve $A_i^{j+1,k}$ den $Q_i^{j+1,k+1}$ ve $A_i^{j+1,k+1}$ adımına geçişte adımın nasıl sona erdirildiğini görmek için bir kontrol yapılır ve şayet en büyük fark belirtilen bir toleranstan küçükse, iterasyon durur ve j+1 zaman-adımı için Q ve A' nın yeni değerleri eldedir. Eğer tolerans aşılmışsa, adım 2' ye geri dönülür ve adım 2' den adım 6' ya kadar tekrar $Q_i^{j+1,k+1}$ ve $A_i^{j+1,k+1}$ kullanılır.

Bu alışılmış çalışma yönteminin programlanması bölüm V' deki program kısımlarında tartışılır.

1.1.12. Taşınımın Teşkili İçin Nümerik Çözüm

1.1.12.1 Mantık

Bileşiği meydana getiren konsantrasyon (denklem 35) ve akıntı ve yükseklik (denklem 33 ve 34) için kullanılan denklemlerin teftişine göre akıntı sahası bileşiği oluşturan konsantrasyon tarafından etkilenmez. Q ve A' nın komple bir tahmini hepsi için çözüm yapılmadan bulunabilir. Bu kolaylık sağlamak amacıyla bağlantısız olarak çözülebilen tüm denklem için elverişlidir. Çok miktarda türün muhtemelen çözülebilmesi için nümerik yöntemin mümkün oldukça hızlı olması gerekir. Bu açık zaman-geçiş yöntemlerini kullanmayı önerir. Kusursuz adveksiyon nümerik bir metot için çok zor bir yoldur çünkü başlangıç konsantrasyon dağılımının zorla kabul ettirildiği yöntem, biçim, pik değer ve kütle kaybı olmaksızın nümerik olarak dağıtılmalı veya taşınmalı, veya vasat, çelişkili ve çarpık olan dağılım istatistiklerinin bozukluğuna bakılmaksızın taşınmalıdır.

Kuvvetli ve doğru explicit metot yoğunluğa dayandırılır fakat dördüncü-derecede doğrudur, nümerik açıklamalar adveksiyon için 35 denkleminin çözümünde kullanılır. Bir implicit kesirli adım metodu sonuçta dispersiyon terimi için kullanılır.

1.1.12.2. Kullanılan Denklem

Denklemin genel formu bir α kütle konsantrasyonu için çözülebilir

$$\frac{\partial(A\alpha)}{\partial t} + \frac{\partial(UA\alpha)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(DA \frac{\partial \alpha}{\partial x} \right) + q\gamma + S^* \quad (63)$$

Burada D = dispersiyon katsayısı

γ = dağılan q akıntısı ile kanala giren konsantrasyon

S^* = sadece biyolojik ve kimyasal sebeplerden dolayı α ' daki değişimler için hesaplanan kaynak/çukur terimidir.

S* değişkeni bir kaynak/çukur terimi içinde ayrıştırılır, bu terimlerden biri şimdiki α konsantrasyonunun bir fonksiyonu iken diğeri değildir; bu yüzden

$$\frac{\partial(A \alpha)}{\partial t} + \frac{\partial(Q \alpha)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(DA \frac{\partial \alpha}{\partial x} \right) + q\gamma + AC_1 \alpha + AC_2 \quad (64)$$

Burada C_1 (1/t)' lik birimlere sahiptir ve C_2 (M/L³t) birimlerine sahiptir. Bu çözülebilen denklemin formudur ve sırasıyla 25 ve 32 denklemlerinde şart koşulduğu gibi başlangıç ve sınır koşulları gerekir.

Zincir kuralı farkından sonra kullanılan denklemin aşağıdaki formda tekrar birleştirilir.

Burada

$$\frac{\partial \alpha}{\partial t} + U \frac{\partial \alpha}{\partial x} + \frac{\alpha \partial U}{\partial x} - \left(\frac{D}{A} \frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\partial D}{\partial x} \right) \frac{\partial \alpha}{\partial x} = D \frac{\partial^2 \alpha}{\partial x^2} - \varphi_1 \alpha + \varphi_2 \quad (65)$$

$$\varphi_1 = \left(\frac{1}{A} \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{U}{A} \frac{\partial A}{\partial x} - C_1 \right) \quad (66)$$

ve

$$\varphi_2 = \left(C_2 + \frac{q\gamma}{A} \right) \quad (67)$$

Denklemin 65 tekrar aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\frac{\partial \alpha}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \alpha}{\partial x} = D \frac{\partial^2 \alpha}{\partial x^2} - \varphi_1 \alpha + \varphi_2 - \alpha \frac{\partial U}{\partial x} \quad (68)$$

Burada

$$\bar{u} = U - \left(\frac{\partial D}{\partial x} + \frac{D}{A} \frac{\partial A}{\partial x} \right) = U - DDA \quad (69)$$

$$DDA = \frac{\partial D}{\partial x} + \frac{D}{A} \left(\frac{\partial A}{\partial x} \right) \quad (70)$$

Sürekliikten (denklem 33)

$$\frac{\partial A}{\partial t} + A \frac{\partial U}{\partial x} + U \frac{\partial A}{\partial x} = q \quad (71)$$

Denklem 71'i kullanarak denklem 68' in sağ tarafındaki ikinci ve dördüncü terimler aşağıdaki gibi toplanır

$$-\alpha \left(\varphi_1 + \frac{\partial U}{\partial x} \right) = -\alpha \left(\frac{q}{A} - C_1 \right) \quad (72)$$

ve φ_1 aşağıdaki gibi tekrar tanımlanır.

$$\varphi_1 = \frac{q}{A} - C_1 \quad (73)$$

Böylece denklem 68 şöyle olur

$$\frac{\partial \alpha}{\partial t} + u \frac{\partial \alpha}{\partial x} = D \frac{\partial^2 \alpha}{\partial x^2} - \varphi_1 \alpha + \varphi_2 \quad (74)$$

Denklem 74' ün φ_1 ve φ_2 terimleri gelişmiş formda yazılır şöyle ki onlar kodda daha kolay takip edilebilir;

$$\frac{\partial \alpha}{\partial t} + u \frac{\partial \alpha}{\partial x} = D \frac{\partial^2 \alpha}{\partial x^2} + \frac{q}{A} (\gamma - \alpha) - K_s \alpha + \text{SINKS} \quad (75)$$

$K_s = - C_1 =$ biyokimyasal artış veya çürüme oranları (+), gelişme oranları (-)
 $\text{ÇUKURLAR} = C_2$ biyokimyasal kaynaklar (+) ve çukurlar (-)

Denklemin 75' in sol tarafı dördüncü-dereceden explicit şemaya göre (α_{i+1}^{j+1}) ,
 nın yeni zaman seviyesi değeri için çözülür. Bu yeni değeri kullanarak α_{i+1}^{j+1} denklem 75'
 in sağ tarafındaki ikinci, üçüncü ve dördüncü terimlerin etkilerinden dolayı artırılır.
 ÇUKURLAR ve K_s değerleri düğümler arasındaki değerlerin (denklem 89' a bakınız)
 interpolasyonu yapılmış (ara değeri hesaplanmış) halidir. Sonuç olarak, çözüm tümüyle
 hesaplanan (denklem 75' in sağ tarafındaki ilk terim) difüzyonun etkisi eklenerek
 tamamlanır.

1.1.12.3. Dördüncü-Dereceden Explicit Şema

Holly ve Preissmann (1978) tarafından gösterilen dördüncü-dereceden şema bir
 boyutlu adveksiyon hesaplamaları için tatminkar bir şemadır ve tüm kütle taşınım
 hesaplamaları için kullanılır.

1.1.12.4. Polinom tahmini

İki komşu uzaysal düğüm arasındaki her niceliğin değişiminin lineer olmadığı
 fakat bir Y değişkeni için kübik bir polinom ile tarif edilir.

$$Y(\xi) = A\xi^3 + B\xi^2 + D\xi + E \quad (76)$$

Burada

$$\xi = \frac{u^* \tau}{x_{i+1} - x_i} \quad (77)$$

u^* = ortalama karakteristik hız

τ = zaman-adımı $t_{i+1}-t_i$

Polinom için katsayılar aşağıdaki koşullarda değerlendirilir.

$$Y(1) = \alpha_i^j; Y(0) = \alpha_{i+1}^j; \dot{Y}(1) = \alpha_{x_i}^j; \dot{Y}(0) = \alpha_{x_{i+1}}^j$$

$$\alpha_{x_i} = \frac{\partial \alpha}{\partial x} \quad (78)$$

$$\dot{Y}(\xi) = \frac{dY}{dx} \Big|_{\xi}$$

$$Y(\xi) = A_1 \alpha_i^j + A_2 \alpha_{i+1}^j + A_3 \alpha_{x_i}^j + A_4 \alpha_{x_{i+1}}^j \quad (79)$$

$$A_1 = \xi^2 (3 - 2\xi) \quad (80)$$

$$A_2 = 1 - A_1 \quad (81)$$

$$A_3 = \xi^2 (1 - \xi)(x_{i+1} - x_i) \quad (82)$$

$$A_4 = -\xi(1 - \xi)^2 (x_{i+1} - x_i) \quad (83)$$

Dikkat edilmelidir ki polinom birinci türevler tarafından parametreselleştirildiği için aynı zamanda birinci türevler için bir denklem gereklidir. Birinci türev için bir denklem aşağıdaki şekilde düzenlenir.

$$\dot{Y}(\xi) = b_1 \alpha_i^j + b_2 \alpha_{i+1}^j + b_3 \alpha_{x_i}^j + b_4 \alpha_{x_{i+1}}^j \quad (84)$$

$$b_1 = 6\xi(\xi - 1)(x_{i+1} - x_i)^{-1} \quad (85)$$

$$b_2 = -b_1 \quad (86)$$

$$b_4 = (\xi - 1)(3\xi - 1) \quad (87)$$

$$b_3 = \xi(3\xi - 2) \quad (88)$$

Hem $Y(\xi)$ hem de $\dot{Y}(\xi)$ teorik advectif taşınım (denklem 75' in sol tarafı) sonunda sırasıyla \bar{u}_{i+1}^{j+1} ve αx_{i+1}^{j+1} bulunmasında kullanılacaktır.

1.1.12.5. \bar{u}_{i+1}^{j+1} için çözüm yöntemi

Her hangi bir değişken veya katsayı düğümler arasındaki ortalama değeri elde etmek için interpolasyon yapılabilir.

$$K^* = \frac{[K_{i+1}^{j+1} + K_{i+1}^j(1-\xi) + K_i^j\xi]}{2} \quad (89)$$

$$\xi = \frac{u^* \tau}{x_{i+1} - x_i}$$

Burada u^* düğümler arasındaki ortalama karakteristik hızdır. Keza, u^* denklem 89' dan veya u^* üzerine temeli atılan \bar{u} ve \bar{u}_{i+1} arasında lineer bir interpolasyon uygulanarak bulunabilir.

$$u^* = \frac{\left[\bar{u}_{i+1}^{j+1} \bar{u}_{i+1}^j - \left(\frac{u^* \tau}{x_{i+1} - x_i} \right) (\bar{u}_{i+1}^j - \bar{u}_i^j) \right]}{2} \quad (90)$$

\bar{u} 'yu denklem 69 da yerine koyarak ve u^* çözerek

$$u^* = \frac{U_{i+1}^{j+1} + U_{i+1}^j - DDA_{i+1}^{j+1} - DDA_{i+1}^j}{2 + \frac{\tau}{x_{i+1} - x_i} (U_{i+1}^j - U_i^j)} \quad (91)$$

$\frac{\partial DDA}{\partial x}$ terimi D ve A' nın düğümler arasında sadece lineer değişimlere izin vermesinden dolayı sıfır olur.

Adveksiyondan dolayı α_{i+1}^{j+1} 'nin değeri α_{i+1}^{**} aşağıdaki ifadeden tayin edilebilir.

$$\alpha_{i+1}^{**} = Y(\xi) \quad (92)$$

Burada $Y(\xi)$ 79-83 deklemlerince değerlendirilir. Denklem 79' daki x_i^j ve αx_{i+1}^j değerleri 84-88 denklemleri için aşağıdaki ifadeden tayin edilmelidir.

$$\alpha x_{i+1}^j = \dot{Y}(\xi) \quad (93)$$

Çürüme, kaynaklar/çukurlar ve yanal iç akıntı terimleri α_{i+1}^{**} ile ileride eklenir şöyle ki

$$\alpha_{i+1}^{j+1} = \alpha_{i+1}^{**} (1 - \tau k_x) + \tau \left[\text{SINKS} + \frac{q}{A} (\gamma - \alpha_{i+1}^{**}) \right] \quad (94)$$

1.1.12.6. αx_{i+1}^{j+1} için çözüm yöntemi

Taşınım denkleminin uzaysal bir türevi αx_{i+1}^{j+1} güncelleştirilmesinde geliştirilmelidir. Bu gelişme x' e göre denklem 75' in türevi alınarak yapılır.

$$\frac{\partial \alpha'}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial \alpha'}{\partial x} = D \frac{\partial^2 \alpha'}{\partial x^2} - \bar{u} \alpha' + \left(\frac{q}{A} \right) (\gamma - \alpha) - \frac{q}{A} \alpha' - k_s \alpha' + \text{SINKS}' \quad (95)$$

Burada, $\bar{u} = \bar{u} - D'$ ve $(')$ işareti birinci türev $\frac{\partial}{\partial x}$ ' i gösterir; böylece

$$' = \frac{\partial \alpha}{\partial x} = \alpha_x \equiv \alpha_x \text{ olur. Şimdi } D \text{ ve } A' \text{ nın sadece düğümler arasında lineer}$$

değişimlerine müsaade edildiği için $\bar{u} = U'$ olur. Şayet D' küçükse ve düğümdeki D sabit veya zamanla yavaş yavaş değişirse, alansal gradyan için karakteristik hız $u^{**} = u^* - D'$ ile tahmin edilir. u^{**} değerine göre, ξ^* aşağıdaki ifadeden tayin edilebilir.

$$\xi^* = \frac{\tau u^{**}}{x_{i+1} - x_i} \quad (96)$$

Şimdi $\dot{Y}(\xi^*)$ denklem 84-88 boyunca değerlendirilebilir. Bu değerlendirme $x_{i+1}^{**} = \dot{Y}(\xi^*)$ ifadesini verir ve bu ifade denklem 95' in sol tarafının çözümüdür. Denklem 95' in sağ tarafındaki ilk terimden gayri x_{i+1}^{**} eklenir şöyle ki

$$\alpha x_{i+1}^{j+1} = \alpha x_{i+1}^{**} \left[1 - \frac{\tau (U_{i+1}^j - U_i^j)}{x_{i+1} - x_i} - \tau \left(K_s + \frac{q}{A} \right) \right] \quad (97)$$

$$+ \tau \left[\left(\frac{q'}{A} \right) (\gamma - \alpha) - \alpha K_s' + \text{SINKS}' \right]$$

x_{i+1}^{j+1} için güncel sonuç, denklem 95' in (difüzyon) sağ tarafındaki birinci terimden dolayı implicit çözüm ilave edildiğinde tamamlanır.

Denklemler 95-97' de kullanılan katsayılar için türevler aşağıdaki ifadeden bulunur.

$$\frac{\partial K^j}{\partial x} \cong \frac{K_{i+1}^j - K_i^j}{x_{i+1} - x_i} \quad (98)$$

$$\frac{\partial^2 k^j}{\partial x^2} \cong \frac{\left(\frac{\partial k^j}{\partial x} \Big|_{i+1} - \frac{\partial k^j}{\partial x} \Big|_i \right)}{x_{i+1} - x_i} \quad (99)$$

kısımda taslağı çizilen adımlar gelecek zaman adımına taşınmadan önce her bir alansal düğüm için tekrarlanır.

1.1.12.7. İmplicit Difüzyon

Bileşiği meydana getiren taşınım (denklem 75) ve alansal türev taşınım (denklem 95) denklemleri şimdi aşağıdaki ifade tarafından eklenen difüzyon etkilerine sahip olarak hazırdır.

$$\alpha_i^{j+1} = \alpha_i^j + \tau D \frac{\partial^2 \alpha}{\partial x^2} \quad (100)$$

$$\alpha_{x_i}^{j+1} = \alpha_{x_i}^j + \tau D \frac{\partial^2 \alpha'}{\partial x^2}$$

Burada şimdiki j zaman-seviyesi gerçekten adveksiyon ve kinetik reaksiyonları takip eden yeni zaman-seviyesindedir fakat yalnızca difüzyondan önceki durumda bu doğrudur. Difüzyon terimleri yaklaşık olarak alan ve zamana ortalanmış fark denklemleri tarafından tahmin edilir. Bu yeni zaman bilgisinin (j+1) kararlılığı için $\theta = 0.55$ faktörü göz önünde tutulur. İkinci türevin D_{xx} fark operatörü ile yeri doldurulur; böylece

$$\frac{\partial^2 \alpha}{\partial x^2} = \theta D_{xx}(\alpha^{j+1}) + (1 - \theta) D_{xx}(\alpha^j) \quad (101)$$

Uzaydaki merkez düzenli bir grid için doğrudur. Bununla beraber, düzenli bir gride göre ikinci dereceden bir interpolasyon Taylor serisinden yararlanılarak kullanılır.

$$D_{xx}(\alpha) = 2 \left[\frac{\alpha_{i+1} - \alpha_i}{\Delta x_i (\Delta x_{i-1} + \Delta x_i)} + \frac{\alpha_{i-1} - \alpha_i}{\Delta x_{i-1} (\Delta x_{i-1} + \Delta x_i)} \right] \quad (102)$$

Burada $\Delta x_i = x_{i+1} - x_i$ dir.

Denklem 102 fark operatöründe (denklem 101) uygulanarak ve sonrada denklem 100' de uygulanarak α_i^{j+1} için denklem 103' deki sonuçlar elde edilir.

$$\alpha_i^{j+1} = \alpha_i^j + 2\tau D\theta \left[\frac{\alpha_{i+1}^{j+1} - \alpha_i^{j+1}}{\Delta x_i (\Delta x_{i-1} + \Delta x_i)} + \frac{\alpha_{i-1}^{j+1} - \alpha_i^{j+1}}{\Delta x_{i-1} (\Delta x_{i-1} + \Delta x_i)} \right] + 2\tau D(1-\theta) \left[\frac{\alpha_{i+1}^j - \alpha_i^j}{\Delta x_i (\Delta x_{i-1} + \Delta x_i)} + \frac{\alpha_{i-1}^j - \alpha_i^j}{\Delta x_{i-1} (\Delta x_{i-1} + \Delta x_i)} \right] \quad (103)$$

Denklem 103' e benzeyen bir denklem αx_i^{j+1} için geliştirilir.

Denklem 103, 2' den N-1' e kadar giden i için her düğüme uygulandığı zaman N bilinmeyenleri için N-2 denklemleri düzenlenir. Sistem akıntı yönündeki ve ters yöndeki sınır koşulları ile tamamlanır. Akıntıya ters yöndeki sınır koşulu datalarda (veya difüzyonun uzaysal türevi için gösterilen) açıkça verilir. Akıntı yönündeki sınır koşulu basitçe difüzyon ile etkilenmeyen son düğümdür.

Denklem sistemi sol taraftaki yeni tüm (j+1) değerleri ve sağdaki tüm eski (j) değerleri ile üçgen formunda monte edilir. İmplicit çözüm (subroutine TRIDAG) Thomas Algoritmasına ile tamamlanır. Subroutine TRIDAG aynı zamanda başlangıç dataları boyunca kübik bir oluğu hesaplamada kullanılır.

1.1.12.8. Kararlılık Gereklere

Taşınım denkleminin çözümü için Courant sayısı koşuluna sahiptir. Bu adveksiyon için explicit çözüm şeması sebebiyledir. Courant sayısı kararlılığı korumak için 1.0' dan az olmalıdır ve aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$CN = \frac{U \tau}{\Delta x} \quad (104)$$

Bu ihtiyaç çok sınırlayıcı düşünülmemiştir, buna rağmen bir uygulama esnasında unutulmaması gerekir.

RIV1Q modelinin bu versiyonunda yalnız akıntı yönünde beklenen akıntılar kodlanır. Hatalı nümerik çözümler eğer akarsuya ters yöndeki akıntılar denenirse denenebilir. Akarsuya zıt akıntılar genellikle gel-git olmayan akarsularda meydana gelmez. Bununla birlikte, çok kararsız akıntılar akıntıya ters yöndeki “ zıt akıntılarda ” geçici olarak akıntı yönündeki kontrol hacmi dışında düşünülebilir. RIV1H gerçekçi olan ters akıntıları kabul edebilir, fakat ters akıntılar RIV1Q'daki gerçekçi olmayan sonuçlara karşı direnir.

Bir model uygulamasında hidrolojik güç üretilmediği anda minimum bir akıntı sağlayarak setten geriye doğru olan ters akıntılar göz önüne alınmaz. Bu minimum akıntı set sızıntısına eşitti. RIV1Q ters akıntılara müsaade etmesi için değiştiriliyor.

1.1.13. Akarsular ve Nehirler için Yapılan Model Çalışmaları

Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesindeki akarsularda geçmişten bugüne kadar hiçbir model çalışması yapılmamıştır. Fakat dünyanın çeşitli bölgelerinde bu konuda yapılmış birçok çalışma mevcuttur.

Bu çalışmalardan bir tanesi, Lau ve Krishnappan'ın (1981) yaptığı doğal akarsularda enine karışım modelidir. Çalışma, Ontario, Kitchener'in tam güneyindeki Grand nehrinde yürütülmüştür. Burada doğal kanallardaki tarafsız yüzen bir eriyiğin nümerik bir enine karışım modeli gösterilmektedir. Brain and Stone (1963) tarafından

önerilen implicit sonlu fark şeması advectif-difüzyon tipi denklemlerin çözümü için kullanılmıştır. Model denklemi akarsu-tüpu veya Yotkusura ve Sayre'nin (1976) artan deşarj kavramına dayandırılır ve kolayca tüm eğriliklerdeki ve nehir geometrisindeki değişimler için hesaplanabilir. Doğal akarsularda kullanılan bu modelin ispatı bir saha testindeki veriler kullanarak yapılmıştır. Kaynaktan akış yönünde çeşitli kesitlerdeki boya konsantrasyonunun simülasyonları difüzyon faktörü için farklı tahminler kullanılarak yürütülmüştür. Test edilen tüm durumlar analitik çözümü kapsamış ve boya miktarındaki değişmeler tahmin edilmiştir. Simülasyonların tümünde çok iyi konsantrasyon profilleri elde edilmiştir. Bununla birlikte, model denkleminin analitik bir çözümü bile konsantrasyon profillerinin alan boyunca nasıl değişeceği tahminini iyi bir yaklaşımla vermiştir. Artan-deşarj modelindeki simülasyon sonuçları, bir akarsudaki enine karışımın tatminkar olarak hakikaten benzetilebileceğini göstermiştir.

Luk, Lau ve Watt (1990), yaptıkları çalışmada kararsız kirletici kaynağına göre nehirlerde iki boyutlu karışımı incelemiştirlerdir. Basit bir algoritmanın kullanıldığı bu çalışma, doğal kanallarda iki boyutlu kirletici karışım modeli metodunu açıklamaktadır. Karışım analizindeki model yapılarının detaylı bir tartışması Luk ve Lau (1987) tarafından verilen (MABOCOST) akıntı tüpleri kavramında verilmektedir. Verboom'un (1975) zaman kesirli adım metodu, iki boyutlu kütle denge denkleminin çözümü için uygundur. Bu metodun temel prensibi, çok daha basit ve küçük adımlarla, çok boyutlu bir kütle denge denklemi çözümünü elde etmektir. Kararlılık ve çözümün tutarlılığı, tek adım için seçilen nümerik şemadan sağlanmaktadır. Bundan dolayı MABOCOST'da bu metod adapte edilmiştir. Model, doğal akarsularda korunumsuz maddelerin geçici karışımının iki boyutlu analizi için geliştirilmiştir. Ayrıca prizmatik olmayan yılan kavi kanallardaki kararlı akıntılar için uygulanabilir. Eğrisel bir koordinat sistemi hız, derinlik ve kanal eğriliğindeki değişimlerin hesabında kullanılmaktadır. Modeli doğrulamak için bir deney serisi yürütülmüştür. Çalışma, analitik çözümler ve laboratuvar deneyleri kullanılarak modelin nümerik karakteristiklerinin analizini sağlamaktadır. MABOCOST'un nümerik şeması, çeşitli durumlar için model tahminleri uygun analitik çözümlere göre karşılaştırılarak öncelikle test edilmiştir. Modelin sürekli hat kaynağı ve ani enjeksiyonlardaki basit adveksiyon durumlarındaki analitik çözümlere göre doğruluğu ispat edilmiştir. Dispersiyon deneyleri yavaş enjeksiyon ve boyanın (kirletici dağılımını

tespit etmekte kullanılan renkli sıvı) değişen oranlardaki enjeksiyonu kullanılarak düzenli dip topografyasına göre yılan kavi bir kanalda yürütülmüştür. Ölçülen konsantrasyon datalarıyla MABACOST kullanılarak, tümüyle iyi tahminler elde edilmiştir. Karışım modellerinin çoğu akım kesitinde kirleticilerin komple karıştığı farz edilen doğada bir boyutlu olduğu tahminine göre geliştirilmiştir. Böyle modellerin örnekleri Fukuoka ve Sayre (1973), Valentine ve Wood (1977), Beltaos (1980), Terragni ve Salomone (1980), Chapman (1982), Kousis ve arkadaşları (1983), Beer ve Young (1983) ve McBride ve Rutherford (1984) tarafından verilmektedir. Bununla beraber, çok küçük akarsular hariç, komple bir bölgeye ait karışımın, kirleticinin serbest kaldığı noktadan akıntı yönünde uzun mesafelere kadar kat etmekte olduğunun başaramadığı gösterilmektedir (örneğin, Elhadi ve ark., 1984). Bundan dolayı, iki boyutlu karışım modellerinde, ulaşılan bölgedeki konsantrasyonların taklidini yapmak gerekmiştir. Bu modeller kirletici miktarlarının kararlı olup olmadığına göre sınıflandırılabilir. Önceki bahsedilen örnekler doğrusal kanallar için geliştirilen Siemons (1970), Akhtar (1978) ve McCorquodale ve arkadaşları'nın (1983) çalışmalarını ve nehirlerin üniform olmayan dolambaçlı şekillerini göstermek için akıntı-tüpü kavramından yararlanılmış Gowda (1984), Somlyody (1982), Lau ve Kirshnappan (1981), Yotsukura ve Sayre'nin (1976) modellerini kapsamaktadır. Normal akışın olmadığı karışım modelleri Verboom (1974), Holly (1975) ve Onishi (1981) tarafından geliştirilmiş olup, bahsedilen doğrusal kanalları kapsamaktadır. İlave olarak, Holly ve Cunge (1975) normal akışsız bir akıntı-tüpü dispersiyon modeli geliştirmiştir. Aynı zamanda, Harden ve Shen (1979) bir implicit, explicit sonlu fark şeması birleşimine dayanan geçici bir karışım modeli geliştirmiştir. Ne yazık ki, deneysel dataların kıtlığı sebebiyle model sadece sürekli kontaminant enjeksiyon durumu için doğrulanmıştır. Bu araştırmalar Holly ve Nerat (1983) ve Harden ve Shen (1979) tarafından açıklanmıştır.

Chandrashekar, Muir ve Unny'nin (1975) yaptıkları nehir sistemleri için nümerik iki-boyutlu akıntı modeli, bir nehir sistemindeki serbest yüzey akıntısını tanımlayan ve lineer olmayan Navier-Stokes denklemlerini çözen iki boyutlu hidrodinamik model ile ilgilidir. Modelde, 90⁰'lik açıyla bağlı bir kolu bulunan kuramsal bir nehir ele alınmıştır. Çözümler derinlik ve hızlar için koşulsuz olarak sabit (kararlı) düşünülerek iki boyutlu olarak elde edilmiştir. Analiz bölgesinin iki boyutlu sistemde koordinatların bölge

formları sınırında eğrilerden meydana gelen bir koordinat sistemi ile sınırlandırıldığı düşünülmüştür. Eğrilerden meydana gelen koordinat sisteminde her sabit nokta kartezyen koordinatların yerini tutan (x,y) değerlerinin bir kombinasyonu ile belirtilmiştir. Bölge üzerinde sabit noktalar işaretlenerek, yeterli kararlılık bölgedeki tüm noktalarda elde edilmiştir. Bu noktaların konumu tamamen keyfi alınmıştır. Hızlar bu noktalarda tayin edilmiştir. Çözüm için benimsenen sabit noktaların karışık düzenlenen sistemine göre, yükseklikler yukarıda sözü edilen sabit noktalar arasında elde edilmiştir. Model sonuçları gerçek bir nehir simulasyonu ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Graham, McBride ve Rutherford (1984) tarafından nehirdeki kirletici taşınım modeli yapılmıştır. Basit ve doğru bir Lagrangian nümerik şeması, düzensiz akışa sahip bir nehirdeki korunumsuz kirleticinin adveksiyon ve dispersiyon modeli için geliştirilmiştir. Şema, dik bölgelerdeki kirlilik dağılımı hesaplarında hatalı sapmalara izin vermemektedir. Şema testleri, çok kaba gridleri destekleyen yüksek doğruluk göstermiştir. Başarılı bir uygulama, Yeni Zelanda'daki Waipa Nehrinin güneyindeki oksijensiz suların geçtiği bölgede yapılmıştır. Boyuna dispersiyon katsayıları, gözlenen DO (çözünmüş oksijen) ve BOD₅ (biyolojik oksijen ihtiyacı) değişimlerine göre uyumlu model tahminleri ile elde edilmiştir. Bu, sonraki boya çalışmaları ile doğrulanmıştır. Bu nehir veya başka bir yerdeki simulasyon çalışmaları için yararlı olacak, nehir reaeration (havayla temas ile temizlenme) ve deoksidasyon (oksijenin azalması) katsayıları çıkarılmıştır.

Odgaard (1989), esasen değişken eğriliklere (nehir kıvrımları) göre alüvyonlu bir kanaldaki iki boyutlu akıntı ve yatak topografyası modelini yapmıştır. Sediment taşınımıyla ortaya çıkan bank erozyonu ve buna bağlı olarak nehir yatağının değişmesi konu alınmıştır. Ayrıca derinliğe göre ortalama hız ve derinliğin enine eğim terimlerindeki akıntı ve yatak topografyası ve yanal ve akıntı yönündeki göç oranları açıklanmaktadır. Model, kütle (su ve sediment) ve momentum korunumu denklemlerinden ve akarsu yatağındaki sediment partikülleri için sabit bir kritere göre geliştirilmiştir. Formüller, (a) kıvrımlı kanallardaki hız ve derinlik dağılımı ve (b) kanal göçünün yönü ve oranı (kanal yatağının değişmesi) hesaplarına göre geliştirilmiştir. Laboratuvar ve alan verileri formüllerin doğruluğunu kanıtlamada kullanılmıştır. İki alternatif bank erozyon modeli test edilmiştir. Bunlardan ilki, Ikeda ve arkadaşlarının (1981) yapmış olduğu bank

çekilme oranını değişimini ve kesit ortalama hızı ve kenar bankı arasındaki farklı fazları varsayan IKD modelidir. Diğeri ise, bu çalışmada önerilen ve kenar bankı boyunca olan derinliklere göre artan bank çekilme oranıyla ilgili ODG modelidir. Bu çalışmanın ilk bölümünde geliştirilen kıvrımlı nehir modelinin birçok nehir projelerinin planlaması, dizaynı ve inşasında yol gösterici olarak yararlı olacağını buradaki testler önermiştir. Sonuç olarak bu çalışma süresince kullanılan nehir verileri gayet mantıklı sonuçlar vermiştir.

Prandle ve Crookshank (1972), St. Lawrence Nehrinin 340 millik kısmında bir boyutlu nümerik model yapmışlardır. Model gel-git yayılımına göre formüle edilmiştir.

İki boyutlu bir model, akıntı dağılımının detaylı çalışması için sınırlı bir nehir kesiminde kullanılmıştır. Yarım mil² lik grid, 20 mil uzunluğunda ve 15 mil genişliğinde bir alanı projelendirmek için kullanılmıştır. Bu iki boyutlu model, sınırlardaki serbest bir akıntı etkileşimine izin veren bir boyutlu modele dahil edilmiştir. Bir boyutlu durum için, model ve prototip sonuçlarının karşılaştırılmasında yükseklik ve hız kullanılmıştır. İki boyutlu model için, akıntı dağılımının karşılaştırması deney şamandırası ve buz hareketlerinin fotoğraflarından elde edilen sonuçlar kullanılarak yapılır. İki boyutlu model sonuçlarının yorumlanmasında basit bir akıntının canlandırıldığı animasyon teknikleri kullanılmıştır. Bu teknikler gel-git ve yatay hızları ispatlamak için kullanılmıştır. Deniz seviyesinden yükseklik, simulasyon konturlarının kağıt üzerindeki renk değişimleri kullanılarak elde edilmiştir. Hızlar, deney şamandırası hareketlerine göre gösterilmiştir. Bir boyutlu model ile iki boyutlu model birleştirilerek, nehrin belirli bir bölgesindeki gerçek simulasyonu elde edilmiştir. Bu teknik, iki boyutlu model sınırlarına göre daha yaygın bir uygulamadır. Bununla beraber gayet mantıklı sonuçlar elde edildiği söylenebilir.

Horiuti (1992) kanal akıntısındaki pasif iki denklemlili türbulans modelini yapmıştır. Türbulanslı akıntıdaki pasif taşınım modelleri tam gelişmiş bir kanal akıntısı için Navier-Stokes denklemlerinin nümerik çözümlerinden elde edilen veri tabanları kullanılarak incelenmiştir. Bu veri tabanları, direkt nümerik simulasyon teknikleri ve büyük-girdap kullanılarak oluşturulmuştur. Güvenilirlikleri Hishida, Nagano ve Tagawa'nın (1986) deneysel ölçümleriyle karşılaştırılarak sağlanmıştır. Simulasyonlar ve hesaplamalar, varyans dağılımı (ϵ_θ) ve (k_θ) skalar değişimi için Nagono ve Kim'in

(1988) iki denklemlerli modeli kullanarak karşılaştırılmıştır. Bu model, düzensiz değişimler ve hız zaman oranı terimlerindeki girdap dağılımını belirterek Prandtl sayısını akış miktarından bağımsız olarak hesaplamıştır. Bununla birlikte, Yoshizawa'nın (1988) yapmış olduğu istatistiksel analiz Nagono ve Kim modelindeki izotropik girdap dağılımının tanımındaki tutarsızlığı göstermiştir. Bunlar, çalışmada açıkça ortaya çıkmıştır. Geniş-girdap simülasyonu ve direkt nümerik simülasyon (LES / DNS) veritabanları hesabın her iki modelde kapsanan miktarları hesaplamada kullanıldığı yerde Nagono ve Kim modelinin genişlemesi bu tutarsızlıkları karar vermede hazırlanır ve bu modelin daha ileri gelişimi hesaplanan anizotropik skalar akışlarda verilir. Skalar akıntılarının rijit yüzey yakınındaki üç adımlı anizotropik ifadesi geleneksel ıslaklık fonksiyonlarının yerine girdap dağılımını azaltmada alternatif bir model olarak kullanılabilir. Bu model benzerdir fakat, Rogers, Mansour ve Reynolds'un (1989) cebirsel skalar akıntı modelinden farklıdır. Bu çalışmanın üçüncü bir görünüşü benzer bir diğer model tipinin (basınç-skalar eğim terimlerini modellemek için) bazı katsayıların hesaplanmasında LES / DNS veri tabanlarının kullanımıdır, yani Lunder'in (1975) cebirsel skalar akış modelinde olduğu gibi.

Bedford, Sykes ve Libicki (1983) nehirler için dinamik su kalitesi modelini çalışmışlardır. Nehirlerdeki fırtınaların neden olduğu akıntılar için dinamik su kalitesi modeli gösterilmiştir. Hidrodinamik kısım dört noktalı Newton-Rhapon metodu ile çözülmüştür, su kalitesi kodu Holley-Preismann lineer olmayan formülasyona göre formüle edilmiştir. Su kalitesi modeli, tek bir turbülansa bağılı çürüme terimine göre dipteki materyalin dağılımını ve plankton, sedimantasyon vasıtasıyla ayrışma etkilerini gösterir. Sekiz bileşen kullanılmıştır ve ışık azalmasının etkileri göz önüne alınmıştır. İki basit test başlangıçtaki kalibrasyonları sağlamak için kullanılmıştır. İlk test, Gaussian dalga yayılımını, su kalitesi nümerik benzerliğin yüksek derecedeki muamelesinin gerekliliğini göstermiştir. İkinci test, Olentangy Nehri datalarına karşı su kalitesi modelinin kararlılık testidir. Ohio akarsuyu için gerekli minimum kinetik yapı, COBD, organik nitrojen, amonyum nitrojen, nitrat nitrojen ve ortofosfatı içerir.

Jha, Akiyama ve Ura (1994) kararsız açık kanal akıntılarının modelini yapmışlardır. Beam ve Warming kapalı şeması önerilmiştir ve bir boyutlu kararsız serbest yüzey akıntılarını için uygulanmıştır. Önerilen değişim, Jacobian yaklaşımındaki akışın

şiddetli korunum kavramına dayandırılır. Şimdiye kadar değerlendirilen korunumsuz, çözümün doğrusunu geliştirmek ve sonuç verici olarak kütle denge hatasından kurtarmak için Beam ve Warming şemasındaki bilinen zaman seviyesinde akış vektörünün korunumlu değerlendirilmesi kullanılmıştır. Aydınlatıcı örneklerin bir çoğunun hesapsal sonuçları gösterilmiştir ve analitik çözümlerdeki gibi orijinal Beam ve Warming şemasının çözümleriyle karşılaştırılmıştır. Model önemli derecede, hesaplanan maliyetle veya hemen hemen ek sorun olmayacak doğru sonuçları göstermiştir.

1.1.14. Hidrodinamik Program

Taşınım için model denklemleri hidrolik değişkenlere bağlıdır, tersi durumda bu değişkenlere bağlı değildir. Bu ayrımdan dolayı tamamen iki kısımdan oluşan bilgisayar programı yazılabilir. İlk program RIV1H olarak adlandırılır akıntı, kesit alan, üst genişlik ve derinliğin zamansal ve uzaysal (alansal) dağılımını çözer. Bu hesaplamalar tamamlandığı zaman, istenirse su kalitesi modeli RIV1Q' da kullanılmak üzere saklanır.

RIV1Q hidrolik datalara göre planlanarak, su kalitesi simülasyonlarının bir türü yapılabilir.

1.1.15. Genel Bakış

Hidrodinamik program birçok alt program ve ilave olarak ana programdan oluşur. Aynı zamanda, seçilen bir dosya INCLUDE deyimiyle ana program ve alt alt programlarla birleştirilir, PARAMETER deyiminin kullanımı esnek boyuta izin verir. Bundan başka INCLUDE dosyası programda çeşitli giriş ve çıkış dosyaları için kullanılan birimleri bildirir ve bazı anahtar değişkenler için COMMON bloklarını kapsar.

CE-QUAL-RIV1 koşturulan RIV1H için önceden ifa edilen bir kontrol dosyasını (RIV1H.CTL) kullanıcının oluşturmasını bekler. Bu kontrol dosyası, modeli başarılı şekilde koşturmak için giriş ve yardımcı dosyaların isimlerini sağlar. Kontrol dosyası RIV1H uygulama dosyası ile aynı klasörde olmalıdır. Kontrol dosyasının içeriği basittir. Sol taraftaki ifadeler yer tutucular olarak kullanılır şöyle ki kullanıcı kontrol dosyasının hangi satırında hangi giriş dosyasının kullanılacağını bilir.

Bu dosyada kullanılan ifadeler 16'ncı kolona kadar 15 karakter olabilir. RIV1.CTL' in ilk satırı model giriş veri dosyası, ikinci satırında yandan içeri akış dosyası ve üçüncü satırında kesit dosya isimleri vardır. Eğer orada kesit dosyası yoksa iki kontrol dosyası belirtilir. Yukarıda istenilen düzende dosyaların isimleri yazılır. RIV1.CTL' in listesi aşağıda verilmiştir.

```
INPUT FILE          SAMPLEH.INP
LATERAL INFLOW     SAMPLEH.LAQ
XSECT TABLR        XSECT.XSF
```

Kesit şekilleri hem cetvele göre hesaplamalar hem de geometrik denklemler kullanılarak RIV1H' da tanımlanabilir. Eğer incelenen kesitler tercihen ana giriş dosyasından seçilirse, kesit dosyası ismi kontrol dosyasında verilir. AFROMH, AFROMH2, HFROMA, READXS, SHELL ve XSECT alt dosyaları incelenen kesit giriş dosyasından kesit akıntı oranlarını hesaplamada çağrılır; bu kesitte her birinin amacı sonra belirtilir.

Noktasal olmayan kaynak akıntıları (RIV1H' da) hem sabit hem de zamanla değişebilir. Eğer zamanla-değişen yanal akış varsa, yanal akıntı dosyasının adı kontrol dosyasında olmalıdır. Zamanla değişen yanal giriş dosyası okunarak akıntılar TIME-VARYING-DATA alt dosyasında güncelleştirilir.

Ana program nehir kolu boyunca BUBBLE alt dosyasını çağırır ve ne tip sınır koşulunun kullanılacağını tayin eder.

Zaman adımları başarılı şekilde ele alınırken, eş zamanlı olarak çözülen düğümler için değerlerin bulunduğu ana zaman sınırı başlatılır. Her bir zaman adımında, sınır koşulları tayin edilir (TIME-VARYING-DATA' da) ve CALC alt dosyası akıntıya doğru bir düzende (en düşük dereceden en yüksek dereceye kadar) her segment için çağrılır. Her zaman adımı içindeki temel denklemler tekrarlamalı olarak çözülür; ilk iterasyon akıntıya ters düzende olan her segment için NEW alt dosyası çağrılarak tamamlanır. İterasyon kontrol değişkenleri, akıntı ve alan değerlerine kadar devam eder, bir tolerans içinde birbirine yaklaşmakta veya 50 iterasyon limiti üzerinde yakınsamaktadır. CALC alt dosya genel denklemleri kütle ve momentumun korunumunu kapsar. Bu denklemlerin kısmi türevleri ve kalanları kullanılarak, CALC alt dosyası matris düzeninde çok boyutlu bir Newton-Rhapon iterasyonu başlatır. Matris denklemi iki vektöre göre indirgenir ve

MAT5 alt dosyası ile komple çözülür. NEW alt dosyası akıntı, alan ve diğer hidrodinamik değişken değerlerini güncelleştirir. Nehir kollarının bu durumu, aynı zamanda matris denkleminin çözümünü tamamlar.

1.1.16. RIV1H' in Bölümleri

Bu bölüm bir yol göstericidir; konular kodlu listede görüldükleri düzende tartışılırlar, bunlar ek A' da verilmiştir. Bazı konular, ek A' da bulunur. Bazı konular, örneğin nehir kolu sınır koşulları, kesit alan formülleri, giriş ve çıkış dosyalarından bu bölümde kısaca bahsedilir fakat onlar bahsedildikleri bölümlerde daha fazla ayrıntılıdır. Tüm değişken isimlerinin kullanımı ve anlamı ek C' de verilir fakat programın farklı bölümlerinde farklı yollarda birkaç sıranın indirgenmesinde, bilgi depolamasının korunmasına dikkat edilmelidir. RIV1H için akış diyagramı şekil 8' de görülmüyor.

1.1.16. 1. Ana Program

Ana program kontrol dosyasını açar ve çeşitli giriş dosyalarının isimlerini kararlaştırır. Ana program, başlık kartını, grid kartını ve kullanıcının belirttiği (Giriş ve çıkış dosyalarına bakınız) düğüm sayısı, simülasyon için başlangıç ve bitiş tarihleri ve sistemdeki segmentleri sırayla takip ederek okur. Bu programda segment akarsuyun bir uzantısı gibi tanımlanır, segmentler hem sistem hem de kontrol yapısıyla sınırlandırılır (bakınız şekil 9).

Tüm zamanla değişen verilerin başlangıç ve bitiş tarihleri yıl, ay, gün ve saat (veya bir saatlik kısım) olarak alınır ve JULIAN alt dosyası ile simülasyonun süresine göre değiştirilir. GREGORIAN alt dosyası yıl, ay, gün ve saat biçimini çıkış dosyasında yazdırır. Sonra MAIN ana program GR, THETA, TOLER ve BETA sabitlerini okur. İngiliz birimleri kullanıldığı için GR yerçekimi ivmesi bu durumda 32.174 ft/sec^2 alınır. Kullanıcı isterse 9.80 m/sec^2 değerini koyabilir. Bu durumda Manning katsayıları Manning denklemindeki SI formunda hesaplamak için 1.49' luk bir faktör ile düzeltilir.

Ağırlık faktörü THETA, III. bölümde tartışılır. THETA'nın 0.55' lik değeri modelin doğruluğu için optimal olduğu literatürde bahsedilir; bununla beraber kararlılığı

artırmak için daha yüksek bir değer (örneğin 0.6' dan 0.75'e kadar) kullanılır . Nispi hata toleransı TOLER, eğer herhangi değer girilmez ise 0.001 olarak alınır. Akıntı ve alan için gözlem ve hesap sonuçları arasındaki farklar (örneğin ardıl iterasyonlardaki farklılıklar) sistemdeki tüm akıntı ve alanların karekökü TOLER değerinden daha az olduğunda iterasyon durur. Önemli derecede titizlik istenmediği takdirde daha büyük bir değer olan 1.0 kullanılır. Momentum düzeltme faktörü BETA'nın değeri ise 1.0' dır ve bu değer değiştirilmez.

Program çıkış dosyaları için girilen baskı aralıklarında ilerler. Her segment için segment kartı okunur ve incelenir; sonra başlangıç koşulu kartları her düğüm için bir tane olarak okunur. Bunu takiben sınır koşulları tanıtım kartı gelir, burada kullanıcı akarsu girişindeki sınır koşullarını programda bildirir. Sonra zamanla değişen sınır koşulları verilerini içeren dosya isimleri ve model zaman adımları belirtilir.

Kullanıcı her segmentin tanıtım numarasını gönderir fakat program girişteki her segmentin görünüş düzenini gönderir. Tanıtım numarasına göre tüm referanslar sözlük gibi ID düzeni kullanılarak sıralanır. Aynı yol ile her bir sınır koşulunun ait olduğu segmenti bilmek kullanıcı için uygundur ve program IBC düzeninde bu bilgiyi saklar. Bununla beraber belirli bir bölgede özel bir sınır koşulu oluşturmak daha elverişli olabilir. Uygun indisler karşılaştırılır ve sırasıyla akıntıya ters yönde ve akıntı yönünde JBCU ve JBCD düzeninde saklanır. Sonra sınır koşulu numaraları güncelleştirilir, güncel aralıklarla sınır koşulları okunur.

Tablo 1. Örnek Segment Ağı

SEGMENT SAYISI VE POZİSYON SIRASI	NNODE	FEEDS	JNODE	COSP	ORDER	IT0	IT1	IT2
1	18	3	10	60	7	2	0	0
2	23	3	17	60	3	3	0	0
3	26	7	0		6	0	2	4
4	26	3	21	60	1	4	6	6
5	13	4	17	30	2	6	0	0
6	25	7	8	60	4	1	5	5
7	16	0	0		8	0	1	1
8	9	6	10	120	5	5	0	0

Önceden bahsedildiği gibi, iterasyon yöntemi sistemin akıntı yönünde ve akıntıya ters yönde süpürülmesinden ibarettir. Programın sonraki bloğu, iki süpürme için segmentlerin uygun düzenini karşılaştırır ve bilginin geçeceği kabul edilen akarsular ve

nehir kolları boyunca sıralı tampon kurar. Aynı zamanda program kısmında, sınır koşulları girişte verilenin tersine akarsu ağında meydana getirilir, JBCU ve JBCD düzeninde yeniden yerleştirilir.

Kullanıcı için kontrol değişkenleri akıntı ve yükseklik fakat program akıntı ve alana hakim şekilde çalışır. Sonraki bölümde verilen başlangıç yüksekliği ve kesitten alan ve kanal üst genişliği hesaplanır (kesit alan formüllerine bakınız).

Nehir milleri birbirini takip eden sistem düğümleri için hesaplanır. Ağ boyunca akıntıya ters yönde ilerlerken, eğer bir segment sistemin ana akarsuyu ise, son düğümdeki nehir mili RMILEO (bu giriş dosyasından elde edilir) olarak yerleştirilir. Şayet bir nehir kolu ise, son düğümdeki nehir mili sıfırdır. Eğer bir kontrol yapısında biterse, akıntı yönündeki segment aynı akarsuyun parçası gibi düşünülür ve son düğümdeki nehir mesafesi sonraki ilk düğüme eşittir. Akış yönündeki bir çok düğümün nehir mesafesi saptanır, segment düğümlerinin kalan nehir milleri akıntıya karşı sıralanarak artan mesafenin ard arda ilavesiyle hesaplanır.

Yerçekimi ivmesi kullanılan denklemlerde görüldüğü üzere çoğu yerde ikiye bölünür, böylece akarsu hattı programı için bu bölme işlemi zaman geçmeden yapılır ve öncelikle yürütülür.

Nispi tolerans testinde akıntının sıfıra gidebileceği bazı anlarda, tersine bir akıntı varsa sıfır bölme hatası ortaya çıkar ve bu risklidir. Bu ve diğer sonuçlar için, bağımlı değişkenler akıntı ve alanların ardıl tahminleri arasındaki fark değerleri kendi kendine karşılaştırılmaz, fakat akıntı için biri, alan için diğerleri, TOLER'e göre tüm düğümlerin karekökü ile karşılaştırılır.

Giriş dosyası başlığı, sabitler ve başlangıç koşulları çıkış dosyasında kopyalanır. Grid parametreleri, ağ organizasyonundaki değişkenler, mesafe artışları, yandan içeri akış ve nehir milleri eğer su kalitesi modelinde kullanılacaksa diske yazılır.

Zaman adımı tolerans testi, değişkenlere ilk değerler verilerek başlar. Önceki zaman adımındaki datalar çıkış dosyasına yazılır (ilk zaman adımında, başlangıç koşullarıyla başlar) ve grafiksel olarak sonraki yöntem için bir dosyaya yazılır. Çıkış dosyası sayfasının üst kısmında program başlığı bulunur. Kullanıcı tarafından sağlanan koşturma başlığı aşağıda yazılıdır. Sonra hesaplamada saniyelik birimlere sahip zaman geçişi, yıl, ay, gün ve saat olarak yazılır; sonra bu zaman adımı sayısı, segment tanıtım

numarası ve segment ismi olarak gözüktür. Başlıklar nehir mili, akıntı, alan, genişlik, mesafe ve su yüzeyi yüksekliği için yazılır. Veriler başlıkların altındaki kolonlarda görülür. Bunun yanında, zamanla değişen veriler (zaman adımları, sınır koşulları veya yandan içeri akışlar) güncelleştirildiğinde, kapsamlı tarih, değerler ve sonraki güncel aralık sağlanır. Akıntı, alan, genişlik, yandan içeri akış ve su yüzeyi yüksekliği diske yazılır. Zaman ilerlerken, gelecek zaman adımı için hesaplar yapılır.

Newton-Rhapon metodunun komple bir iterasyonu, sistemi akıntı yönünde süpürme, akıntıya karşı süpürme ve yakınsama testinden ibarettir. Zaman adımıdaki ilk iterasyon için, akıntı yönündeki süpürme tüm zamanla değişen sınır koşullarının güncelleştirilmesinden ve her segment için CALC alt dosyasının çağrılmasından ibarettir. Sonraki iterasyonlara sadece dahili oluşturulan (örneğin oransal eğriler ve ana kol ile yan kolun kesişim noktasında su seviyesi yüksekliği) sınır koşulları gerekir. Ek olarak, CALC içindeki bazı hesaplamalar ITER kaydındaki alt dosyaya girilerek yapılır. Her iki durumda akıntıya ters yöndeki süpürme, her segment için NEW alt dosyasını çağırır. Elli iterasyona izin verilir. Şayet sonuçlar toleransa göre birbirine yaklaşmaz ise, program durur, bir hata mesajı yazar ve 7' lik bir koşul kodu yerleştirir. Koşul kodu (eğer karşılıklı olarak koşturma başarılıysa sıfırlı bir değere sahiptir) diğer görev adımları koşturulmadığı zaman sinyal olarak hizmet verir.

1.1.16. 2. CALC Alt Dosyası

CALC alt dosyası, hidrodinamik model, kütle ve momentumun korunumunda kullanılan denklemleri kapsar. Bir önceki zaman adımı ile elde edilen terimler ve bir sonraki zaman adımı ile elde edilen terimlerin toplamı olarak bu denklemler yerleştirilir. Bu yüzden önceki zaman adımı terimlerinin hesaplanmasından sonra, tüm iterasyonlar ITER kaydında ilk olarak CALC alt dosyasından geçer. Terimler süreklilik veya kütle korunum denklemi için XC ve momentum korunum denklemi için XM düzeninde toplanır. XM ve XC düzenindeki son girdiler, kabul edilen akarsuda sırasıyla süreklilik ve momentum denklemlerine göre segment için toplanır (Nehir kollarına bakınız).

Bir düğümden diğerine geçişi sağlamak için defalarca kullanılabilecek (rakamlarla ifade edilebilen) değişkenler tayin edilir; örneğin, I ve I+1 düğümleri arasındaki alan

değindiğinde, $Q(I)$ değeri Q_0' a göre tayin edilir, $Q(I+1)$ değeri QI değerine göre tayin edilir ve DX ise $DX1(I)$ değerinde alınır.

Kullanılan denklemler iki istisnaya göre programda yazılır: kanal dışındaki depolama alanı AO önemsenmez ve SO eğimi basınç gradyant terimine göre birleştirir ve aşağıdaki gibi görünür.

$$DE = EL (I+1) - EL (I) \quad (105)$$

Burada EL su yüzeyi yüksekliğidir.

Akıntıya ters yöndeki sınır koşulu (sınır koşullarına bakınız) hem akıntı hem yükseklik olabilir. Eğer yükseklik kullanılır ise, uygun formüle göre (Kesit formüllerine bakınız) kesit alan değiştirilmelidir. Kullanılan sınır koşullarının programdaki yeri LIB değeri (sınır koşullarına bakınız) ile gösterilir. Kısmi türev sırası AA ve fark vektörü uygun olarak saklanır. Akıntı yönündeki sınır koşulları akıntı, yükseklik veya eğrilik oranı olabilir ve aynı yöntemle kullanılır.

Temel denklemler ileride verilecektir; fakat öncelikle küçük bir hazırlık çalışması gerekir. A_i ve A_{i+1} sırasına göre kullanılan denklemlerin kısmi türevlerinin hesabında (sırasıyla I ve $I+1$ düğümlerinin kesit alanları), dB_i/dA_i ve dB_{i+1}/dA_{i+1} için değerler gerekir. Zincir kuralı uygulanarak :

$$\frac{dB}{dA} = \frac{dB}{dH} \frac{dH}{dA} = \frac{dB}{dH} \frac{1}{B} \quad (106)$$

dB_i/dH_i ve dB_{i+1}/dH_{i+1} hesaplamada olduğu gibi kalır. Şimdi hesaplama düğümünden düğüme devam eder, dB_{i+1}/dH_{i+1} $DBDH$ 'ın değişkeni olarak güncelleştirilir. A_i ve A_{i+1} arasındaki kısmi momentum denkleminin hesaplamasında yeni değerleri alınır. Bu nehrin yilankavi aktığı bölgenin dışında hesaplanan dA_1/dH_1 değerlerini ayırır.

Düzenli ilerlemeden sonra, belirli miktarlar yerleştirilir. Süreklilik denkleminin sonuçları arasındaki fark hesaplanır. Momentumun sonuçları arasındaki fark hesaplanır. Süreklilik denklemi F ve momentum denklemi G çağrılarak, $\partial F/\partial Q_i$, $\partial F/\partial A_i$, $\partial F/\partial Q_{i+1}$, $\partial F/\partial A_{i+1}$, $\partial G/\partial Q_i$, $\partial G/\partial A_i$ ve $\partial G/\partial Q_{i+1}$ hesaplanır. $DBDH$ için $\partial G/\partial A_{i+1}$ ' in hesabını izin

veren yeni bir değer hesaplanır. Kısmi türevlerin matrisi AA uygun şekilde saklanır (sınır koşullarına bakınız).

Sonuçlar arasındaki farklar ve kısmi türevler bu segmente giren bazı nehir kollarının etkilerini hesaplamak için düzeltilir. AA katsayı matrisinin sol üst ve sağ alt köşelerinde, matris çözücü için sıfırdan farklı değerler gerekir. Sınır koşulu tipleri altında, örneğin akıntıya ters yönün sonunda suyun yükseliş derecesi veya akış yönü sonundaki akıntıyla ilgili olarak bu tahmin geçerli olmayacaktır. Eşitlik için, program önceki matris çözücüyü çağırarak katsayı matrisindeki kolonları değiştirir, alt dosya MAT5 ve dönüşteki çözüm vektöründe değişim ters çevrilir.

Sonuç olarak ana programa dönmeden önce, eğer bu segment nehir kolu ise, T düzeninde geçen nehir ayağı bilgisi içine verileri yükler.

1.1.16. 3. MAT5 Alt Dosyası

MAT5 alt dosyası CALC alt dosyasında yapılan beş-bantlı (çemberlenen) katsayı matrisi AA' nın çözümü için bir algoritmadan ibarettir. Bu matrisin artan tesiri gerçek bir avantaj olarak alınır. Matris yapısı 123 denkleminde gösteriliyor. Üst sol köşedeki birim değer belirtilir ve ekstrem (son) köşegenler sadece yarı-çoğaltılır. Çift tarzlı satır operasyonları ile bu son köşegenler, köşegen matrise dönüştürülerek elimine edilir. Bu Thomas algoritması olarak bilinen Gauss eliminasyon (Carnahan, Luther ve Wilkes 1969) ile hemen çözülür. İlk olarak alt köşegenle birlikte matris alttan ve üstten elimine edilir. Üst köşegen elimine edilir ve her bir satır sağdaki çözüm vektörü ve soldaki özdeş (kimlik) matrisine ulaşmak için normalize edilir. Bir kolda, C kılavuz vektörü bu son adımda oluşturulur (nehir kollarına bakınız). Normalde aşağıdaki eşitliğin sağındaki eleman birim olarak ve solundaki eleman sıfır olarak düşünülür. Bu tahminler akıntı yönündeki sınır koşulu eğrilik oranına sahip bir segment için değildir. Böyle bir segmentin son satır özel bir yolla ele alınır, çözüm vektörüne göre değiştirilmiş olarak elde edilir (fakat C kılavuz vektöründe segment bir nehir kolu olamaz).

1.1.16. 4. NEW Alt Dosyası

Alt dosya MAT5 için çıkış R vektörü olup, şimdi yeni tahminler, alan ve akıntıda yapılan düzeltmelerden ibarettir. Bununla beraber, eğer segment bir nehir kolu değilse, kabul edilen akarsuyun etkilerini hesaplamak için R vektörünün değiştirilmesi gerekir. Önce bu yapılır, R' nin alternatif değerleri akıntı ve alanın alternatifi olarak eklenir. Yeni alan tahminlerinden, yeni yükseklik ve genişlik tahminleri yapılabilir. Şimdi kesit formülleri kabul edilen alan, genişlik ve yüksekliğe göre verilir. Orada explicit formülasyon yoktur, diğer taraftan bu, alanı veren genişlik ve yükseklik olacaktır. Bu yüzden sonuca diğer Newton metodunun kullanılmasıyla ulaşılır. Bu aşağıdaki formdadır.

$$H_{\text{new}} = H_{\text{old}} - \frac{f(H_{\text{old}}) - A}{f'(H_{\text{old}})} \quad (107)$$

Burada H_{new} = Yeni yükseklik tahmini

H_{old} = Önceki yükseklik tahmini

$f(H)$ = Yüksekliğin bir fonksiyonu olan alana göre kesit formülü

A = Yeni kesit alan

$f'(H)$ = Yüksekliğin bir fonksiyonu olan alana göre kesit formülü türevi

$f'(H)$ değişkeni, yüksekliğin bir fonksiyonu olarak genişlik için kesit formülüne eşittir ve programda B0 olarak çağrılır, H0 genişlik tahmini ise yüksekliğin geçici bir tahminidir.

Tatminkar yaklaşım testi, başarılı tahminler arasındaki nispi farktır, burada tolerans 0.01' de sabitlenir. Başarısız yaklaşımda hata mesajı gelir.

1.1.16. 5. BUBBLE Alt Dosyası

Önceden bahsedildiği gibi, saklanan T ve JT düzenindeki nehir kolu verilerinin kullanılması gerekir, şöyle ki tüm nehir kolları girişlerinde verilen segmentler akış yönünde olabilir. Şayet bir çok nehir kolu varsa, alt dosya segment listesini tarar. Eğer bir tane bulunursa, JT düzenindeki girişler ve nehir kolları için işaretler BUBBLE algoritmasına göre (Knuth 1973) akıntı yönü düzeninde ayrılır.

1.1.16. 6. Kesit Formülleri

Explicit kesit sunuları ile bu ayırma çalışmasının programına sahip olunabilir; bu ise, saha koordinatlarının ilgili alan, genişlik ve derinlikle direkt olarak kullanılabilir olduğunu ifade eder. Kısa yol kesit tanımlamalarıyla beraber, RIV1H alan ve yükseklik denklemlerini içerir (yükseklik, kanal tabanından su yüzeyine kadar olan mesafedir): melez kuvvet fonksiyonu ve elipsoit fonksiyonu da içerir.

Melez kuvvet fonksiyonu (standart formül) şöyledir.

$$A = C_1H + C_2H^{C_3} \quad (108)$$

Sonuç olarak B, dA/dH ' a eşit olduğu için

$$B = C_1 + C_2C_3H^{C_3-1} \quad (109)$$

Burada A = Alan

H = Yükseklik

B = Kanal üst genişliğidir.

Bu formüller standart biçimli bir karışım olarak tanımlanabilir. $C_2 = 0$ ' a göre, C_1 genişliğinde dikdörtgen olarak tanımlanır. $C = 0$ ve $C_3 = 2$ ' ye göre $\frac{1}{2C_2}$ ' lik yükseklik ve genişlik oranına göre üçgen olarak tanımlanır, $C_3 = 2$ ve $C_2 = \frac{1}{2} \frac{1}{Y} + \frac{1}{Z}$, ye göre kenarı Y ve Z eğimli ve de C_1 dip genişlikli yamuk olarak tanımlanır. $C = 0$, $C_2 = \frac{4}{3} a^{1/2}$ ve $C_3 = \frac{3}{2}$, ye göre

$$H = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{B}{2} \right)^2 \quad (110)$$

formunda parabolik kesit olarak tanımlanır. Burada α açıdan odağa mesafedir. Diğer şekiller eğri uygunluğuna göre tahmin edilebilir.

Elips daha iyi ise (örneğin kısmi olarak tüm kanaldaki akıntı), kullanıcı böyle kesitleri tanımlama tercihinde sahiptir. Her düğümdeki geometrik tanımlamalar (ifadeler) bağımsızdır; örneğin, elipsler standart ifadelerle göre karıştırılabilir. Planlanan elips, C_1 dikey eksen uzunluğunun yarısıdır, C_2 yatay eksen uzunluğunun yarısıdır ve C_3 eliptik ifade tasarlama programını gösteren -1' e göre yerleştirilir. Eğer $C_1 = C_2$ ise kesit daireseldir. Formül şöyledir.

$$B = 2 \frac{C_2}{C_1} \sqrt{2C_1 H - 2} \quad (111)$$

ve

$$A = C_1 C_2 \arccos(1 - H / C_1) - B(C_1 - H) / 2 \quad (112)$$

Tüm formüller şekil 10' da özetlenmektedir.

1.1.16. 6. 1. Kesitlerin İki Temel Tipi Şöyle Sıralanır

1.1.16. 6. 1. 1. Standart Formül

$$A = C_1 H + C_2 H^{C_3}, \quad B = C_1 + C_2 C_3 H^{C_3 - 1}$$

Bu Kategoride Suyun Aktığı Yataklar

Dikdörtgen,

$$C_1 = W$$

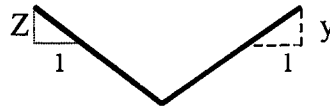
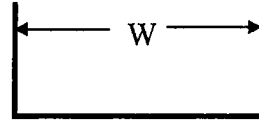
$$C_2 = 0$$

Üçgen,

$$C_1 = 0$$

$$C_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{Y} + \frac{1}{Z} \right)$$

$$C_3 = 2$$



Yamuk,

$$C_1 = B_0$$

$$C_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{Y} + \frac{1}{Z} \right)$$

$$C_3 = 2$$

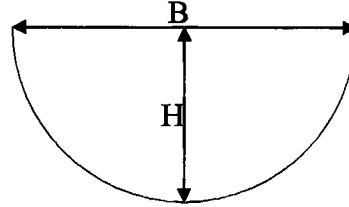
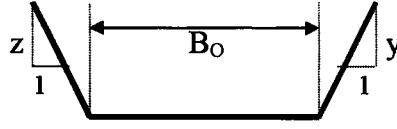
ve Parabolik,

$$C_1 = 0$$

$$C_2 = \frac{4}{3} \alpha^{1/2}$$

$$C_3 = \frac{3}{2}$$

$$H = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{B}{2} \right)^2$$

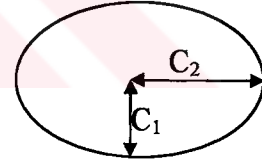


1.1.16. 6. 1. 2. Kavisli Hale Getirilerek Tahmin Edilebilir Diğer Biçimler

Elipsoit

$$B = 2C_2 / C_1 \sqrt{2C_1 H - H^2}$$

$$A = C_1 C_2 \text{ARCCOS}(1 - H / C_1) - B(C_1 - H) / 2$$



Şekil 4. Kanal kesit tipleri

Programın işleyişinde, kesit formüllerinin bazı ifadeleri gerekir. Bu formüller (denklemler 111 ve 112) akıntıya ters yönde ve akıntı yönündeki sınır koşulları için yapılan aynı hesaplamalar CALC alt dosyasında tekrar alan ve genişliklerin başlangıç hesabında, ana programda bulunur ve yüksekliklerin bulunduğu NEW alt dosyasında güncellenir. Sonra CALC alt dosyasında, alana göre momentum denkleminin kısmi türevleri hesaplandığında dB/dA için bir değer gerekir. Bu denklem 109 kullanılarak

hesaplanır; $\frac{1}{B} \frac{dB}{dH}$, a eşittir. $\frac{dB}{dH}$ Türevi standart formül ve elipsoit formül için sırasıyla denklemler şu şekildedir;

$$C_2 C_3 (C_3 - 1) H^{(C_3 - 2)} \quad (113)$$

$$4 \left(\frac{C_2}{C_1} \right)^2 \left(\frac{C_1 - H}{B} \right) \quad (114)$$

programdaki DBDH' ı çağırır.

Çoğu bilgisayar sistemlerinde, integral üssü almadaki algoritmalar integral üssü almayanlardan daha azdır. RIV1H, C_3 sembolünün integral olup olmadığını her kesit için tespit ederek avantaj kazanır. Eğer tam sayı düzeninde I3, C3 değeri kabul edilirse, ve C3' e sıfır değeri verilirse, kesit alandaki hesaplamalarda I3'ü kullanan program C3' ü kullanmayı tercih eder.

1.1.16. 7. İncelenen Kesit Alanlar

RIV1, şimdi iki yöntemle incelenen verilerden kesit şekilleri geliştirebilir. En basit metot X,Y çiftlerinin yerleşiminden akıntı, alan ve derinliğe göre alan elde edilir. İkinci metot, akıntıya ters yönde ve akıntı yönündeki kesitlerden (ana kesitler) bilgi harmanlanarak gerekli kesit ilişkilerini geliştirmeye izin verir. Sadece bir ana kesitin bulunduğu durumda, hesaplanan kesit tam bir kaynak kopyasıdır. Eğer orada ana kesitler yoksa, bir hata sonucudur.

RIV1, alana karşı yükseklik ve genişlik tablosu meydana getirmede kullanılır ve kesit koordinat listesinde bunu okur. Kullanılan algoritma tümsek olan kesitlere de izin verir. Program başlangıçta bu durumdan emin olmak için verileri kontrol eder. İlk olarak tabloların her bölümü düğüme uygun olarak ID kesitine benzer şekilde çalışma programı tamamlanır. Programda A' dan H' ı tespit etme, kesit tablosunu tarama ve interpolasyondan ibarettir.

İncelenen her kesit tablodaki bir (IXSA) tam sayıyı muhafaza eder. Harmanlanan her kesit akıntıya karşı (IXSA) ve akıntı yönünde (IXSB) olmak üzere iki tam sayı (pointer) muhafaza eder. Her kesitte su seviyesi yükselirken veya düşerken bu tam sayılar interpolasyon için kullanılan son tablo girişini işaret eder. Tablonun her bölümü yukarıda ve altta sıfır ile sınırlıdır şöyle ki eğer nehir kuru veya taşmışsa rutin olarak söylenebilir.

İncelenen kesit için H' dan A' yı tespit etmek için kullanıcı ilk olarak tabloda uygun pozisyon bulmalıdır. B genişliğini lineer interpolasyonla hesaplamak ve B' yi kullanma, cetvel haline getirilen A ile ikisi birlikte H' a göre kesitin alanını hesaplar. Verilen A' da tekrar H' ı tayin etmek için kullanıcı tablodan doğru pozisyonu bularak başlar. Sonra aşağıdaki ilişki çözülür.

$$A = A_0 + B_0(H - H_0) + \frac{1}{2} \frac{dB}{dH} (H - H_0)^2 \quad (115)$$

Burada sıfır alt indisi H için tablo değerini işaret eder. Harmanlanmış kesitlerde A' dan H' ı tayin etmede her kaynak için alışılmışın dışında ve ortalama sonuçların üzerinde olur.

Harmanlanmış bir kesitte H' dan A' yı tayin etme çok karmaşıktır. Operasyon sırasında model, asıl değişkenler olan A ve Q için sadece A' dan H' ı hesaplar. Bu sınır koşulları için bir istisnadır, fakat bir sınır koşulu asla harmanlanmış bir kesit olamaz. İşlem H'a göre denklemleri çözerek ve her kaynak için doğru tablo pozisyonu konumlandırılmadan (geçici olarak) önce başlar. Alt indisler a ve b sırasıyla akıntıya ters ve akıntı yönünü gösterir ve ξ akıntı yönündeki kaynağa göre ağırlık faktörüdür. H sonucu tablo giriş alanının dışına çıkabilir ve bu durumda ise tablo tam sayıyı (pointer) değiştirir ve işlem tamamlanır.

$$A = A_{0a} + \left(B_{0a} + \frac{dB}{dH_{0a}} \right) \frac{H_a - H_{0a}}{2} \cdot (H_a - H_{0a})$$

$$A = A_{0b} + \left(B_{0b} + \frac{dB}{dH_{0b}} \right) \cdot (H_b - H_{0b}) \quad (116)$$

$$H = (1 - x) \cdot H_a + x \cdot H_b$$

1.1.16. 8. Alt Dosyalar

Birbirini takip eden alt dosyalar, incelenen ve harmanlanan kesitlerin akıntı oranlarını hesaplamak için kullanılır:

READXS Uygun düğüm dizaynına göre ID kesit kodlarını karşılaştırır ve belirtilen bir dosyadan kesit verilerini okur.

SHELL Sınıflandırılabilir bir algoritma olup, Kernighan ve Ritchie (1988) tarafından C programlama dilinden uyarlanan rutin tarama hattı değişiminde kullanılır.

XSECT Tarama hattı algoritması olup, A alanı ve B genişliğine karşı H yüksekliğini tablosundaki kesit koordinatlarına göre değiştirir.

AFROMH İncelenen bir kesit için verilen H' dan A' yı hesaplar.

HFROMH İncelenen bir kesit için verilen A' dan H' ı hesaplar. Harmanlanmış bir kesit için, rutin olarak önce her kaynak için sonra ortalaması alınmış sonuçlar için çağrılır.

AFROMH2 Harmanlanmış bir kesit için verilen H' dan A' yı hesaplar.

1.1.16. 9. Sınır Koşulları

Denklemler için akıntıya ters yönde ve akıntı yönündeki bir çift sınır koşulu tüm zaman-adımları için bilinmelidir. Akıntı ve yükseklik, ters akıntı koşulu için verilir ve hem akıntı ve yükseklik hem de bir oransal eğrilik akış yönü koşuluna göre verilir. Fark matrisi değerlerine göre, Tablo 1 boyunca altı alternatif değer yerleştirilir (100 denkleme bakınız). Eğrilik oranı aşağıdaki formdadır.

$$H = COEFQ^{EXPO} \quad (117)$$

Burada H = akıntı derinliği, ft

$$Q = \text{debi, ft}^3/\text{sec}$$

COEF ve EXPO segment kartındaki verilerdir (Giriş ve çıkış dosyalarına bakınız). Şayet eğrilik oranı $Q = aH^b$ ise, basit yerleşimde $EXPO = 1/b$ ve $COEF = a^{(-1/b)}$ dir.

Tablo 2. Sınır koşulları kütüphanesi (LIB)

LIB	Koşul	Koşul	R_n	a_1	a_2	a_m	a_{m-1}
1	H	H	0	0	1	0	1
2	H	Q	0	0	1	1	0
3	H	RC	RC	0	1	DBCQ	DBCA
4	Q	H	0	1	0	0	1
5	Q	Q	0	1	0	1	0
6	Q	RC	RC	1	0	DBCQ	DBCA

H = yükseklik, Q = debi, RC = 118 denklemi, DBCQ = 119 denklemi, DBCA = 120 denklemi, R_n , a_1 , a_2 , a_m , a_{m-1} denklem 123' de belirtiliyor.

Sınır koşullarının bir amacı da gelecek zaman-adımında kullanılmak üzere değerler sağlamaktır. Akıntı (debi), sınır koşulu olarak kullanılabilir. Yükseklik sınır koşulu ondan hesaplanan alan ve genişlikten sonra kullanılabilir. Sınır koşullarının asıl amacı denklem sistemlerini uygun olarak sınırlamaktır. Bu amaç sınır koşulları veya alternatif olarak oransal eğrilik denklemi ve aynı yolla ana denklemler için tayin edilen değerlerin denklemlerini işlemde geçirerek tamamlar. Kalanlar R matrisine yerleştirilir ve kısmi türevler ise AA kısmi türevinde yerleştirilir. Örneğin H' a göre akıntı yönündeki sınır koşulu $H = BCU$ veya $A = f(BCU)$ yükseklik-alan fonksiyonudur ve BCU akıntıya ters yöndeki sınır koşulu değeridir. Sol tarafa tüm eşitlikler alınarak ifade şöyle olur,

$$A - f(BCU) = 0 \quad (118)$$

Kalan sıfırdır. A' ya göre kısmi türev birdir. Q' ya göre kısmi türev sıfırdır. Aynı sonuç akıntı yönündeki koşul için uygulanır ve Q debisi bir sınır koşulu olarak uygulanır.

Az farklı bir durum, akıntı yönü koşulu olarak bir eğrilik oranının alınması gösterilir. Buradaki ifade,

$$H = COEF * Q^{EXPO} \quad (119)$$

Şimdi bu bir tayin durumu değildir, H ve Q' nun davranışındaki sınırlamaya göre bir tayindir. Çözüm şeması ardıl tahmin içerdiği için, denklem 119, kullanılan denklemlere göre bağlandığında tamamen çözülemez. Denklem sıfırdan farklı bir kalan verir.

ters yöndeki segmentleri düzenler, her segment sınırı için ne tip sınır koşulları uygulanacağına karar verir ve her bir sınır koşulu değerinin nasıl sıralanacağını tayin eder. Bu, akıntıya ters yönde verilen bir segment için geri döndüğünde tatmin edicidir. Aksine akış yönünde bir düzenleme yapıldıysa herhangi bir segment için geri döndüğünde, tüm segmentlerin henüz işlemi yapılmışa doğru ilerlediği görülür.

Her zaman-adımında Newton-Rhapson metodunun ilk iterasyonu, tüm zamanla değişen sınırlara göre tayin edilen yeni sınır koşulları ister. Sonraki iterasyonlar, sadece sistem içinde meydana getirilen sınır koşullarına göre yeni değerler ister, örneğin nehir kolları ve kontrol yapıları boyunca ilerleyen akıntı gibi. Program sonra toplanır ve tek adımda kabul edilecek giriş sistemi için Newton-Rhapson matrisinin çözümünü yapar. Bununla beraber, matris toplanır ve algoritma segmentten segmente azalarak akıntı yönünde ilerler. Son segmente ulaşıldığında, yöntem ters çevrilerek matris akıntıya ters düzende segmentten segmente çözülür.

Bu algoritma, çözüm şeması içindeki basit bir nehir kolu sisteminin çözümünü takip ederek örneklenebilir. J nehir kolu, K düğümünde M akarsuyu ile birleşir. Bu kısmın sonunda, nehir kollarının köşe noktalarına göre uygun ana denklemin uygun bölümleri yeniden incelenerek matrise yerleştirilir ve matris çözümü tasvir edilir. Sonra matrisin toplanması ve çözümü için koordinatlar ve alt dosyalar arasındaki bilgi akışını kontrol eden ana programın yolu tanımlanır. Sonuç olarak ağ üzerinde sınır koşullarının tayin metodu tartışılır.

1.1.16. 11. Katsayı Matrisi

Newton-Rhapson metodu aşağıdaki gibi lineer denklem formu oluşturur.

$$A \cdot X = R \quad (124)$$

Burada $A = \partial R_1 / \partial x_j$ formundaki elemanlara göre katsayı matrisi

$R =$ Ana denklemlerden negatif kalanlı vektör (süreklilik ve momentum)

$x =$ kontrol değişkenlerindeki (Q ve A) artan vektör

Tek bir segment durumunda, beş bantlı katsayı matrisi üç tam dolu band ve son olarak iki yarı banda göre 125 denklemindeki gibi toplanır.

Tek bir kol durumunda, bu beş bantlı kısımlardan ikisi baştan kol ucuna kadar yerleştirilir ve köşegen dışında kalanlar, 127 denklemindeki gibi köşe koşullarını kullanmak için ilave edilir.

İlk çeyrek dairede, $(-B_j/B_k)$ köşegen dışındaki tek eleman ana akarsu üzerindeki köşe noktasına eşit olan kol ağzındaki su seviyesi yükseklik koşulunu gösterir, örneğin $E_j=E_k$. $dE_j= dE_k$ diferansiyelleri alınır. Bununla beraber su yüzeyi yüksekliği yatak yüksekliği ve akıntı derinliğinin toplamıdır ve yatak yüksekliği herhangi bir düğümde sabit alınabilir böylece $dH_j= dH_k$ olur. Newton-Rhpson şemasına yerleştirmek için H değişken A kontrol edilerek yeri doldurulur veya

$$dH_j = dA_j \cdot \frac{dH_j}{dA_j} = dA_j \frac{1}{dB_j} = dA_k \frac{1}{dB_k} \quad (126)$$

Matriste görüldüğü gibi

$$dA_j - dA_k \frac{B_j}{B_k} = 0$$

$$\begin{bmatrix} 1 - \frac{B_j}{B_k} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta A_j \\ \Delta A_k \end{bmatrix} = 0 \quad (128)$$

Üçüncü çeyrek dairedeki sekiz eleman,

$$\frac{\partial F_{k-1}}{\partial Q_j}, \frac{\partial F_{k-1}}{\partial A_j}, \frac{\partial G_{k-1}}{\partial Q_j}, \frac{\partial G_{k-1}}{\partial A_j}, \frac{\partial F_k}{\partial Q_j}, \frac{\partial F_k}{\partial A_j}, \frac{\partial G_k}{\partial Q_j}, \frac{\partial G_k}{\partial A_j}$$

burada F ve G sırasıyla ana akarsuyun köşe noktası altındaki ve üstündeki alanlar için süreklilik denkleminde kalanlardır. Bu kalanlar eğer nehir kolu varsa düzeltilmelidir.

$$R_{2K-1} = -F_K + \frac{dt}{dX_K} [\theta Q_j + (1-\theta)Q_j^j] = -F_K + \frac{F_j}{dX_K}$$

$$R_{2K} = -G_K + \frac{dt}{dX_K} \left[\theta \frac{Q_j^2}{A_j} + (1-\theta) \frac{Q_j^{j2}}{A_j} \right] \cos \phi = -G_K + \frac{G_j}{dX_K} \quad (129)$$

Burada F,G = Terim parçaları

j = Önceki zaman adımı

ϕ = Köşe açısı

Türevler şöyledir;

$$\frac{\partial F_K}{\partial Q_j} = -\frac{dt}{dX_K} \theta$$

$$\frac{\partial F_K}{\partial A_j} = 0$$

$$\frac{\partial G_K}{\partial Q_j} = -\frac{dt}{dX_K} \theta \left(\frac{Q_j}{A_j} \right)^2 \cos \phi$$

$$\frac{\partial G_K}{\partial A_j} = -\frac{dt}{dX_K} \theta \left(\frac{Q_j}{A_j} \right)^2 \cos \phi$$

(130)

Çözüm fikir olarak, Gauss-eliminasyon ile birim matris için ikinci çeyrek dairedeki azalmaya göre başlar. İlk olarak son köşegenler satırlar üzerinde çift yönlü operasyonlar

tarafından elimine edilir. Sonra üst köşegendeki eliminasyonda, yalnız ilk çeyrek daire elemanı bu noktaya dokunmamalıdır, onun (denklem 131) üzerinde numaralı bir kolon oluşturur. O kolonun tüm elemanları bu kolondaki $-B_J/B_K$ orijinal elemanla orantılıdır. Bu yüzden bu elemana geçici olarak (nehir ayağındaki B_K değeri bilinmiyor iken) $-B_J$ değeri verilebilir ve diğer elemanlar sonradan $1/B_K$ faktörüne bölünebilir. Matrisin kolu kısmındaki son satırları şimdi sekiz (altısı sıfır olmayan) üçüncü çeyrek daire elemanlarını elimine etmek için aşağı doğru başlar. Bu eliminasyon işlemi, C_i elemanları altındaki dört elemanlı katsayı matrisi ve köşe düğümü etrafındaki dört fark değerini değiştirir. Denklem 127 ve 131' de takip eden numaralama verilmektedir.

$$\begin{aligned}
 a_{34} &= \frac{\partial F_{K-1}}{\partial A_K} + \frac{d_t}{dX_{K-1}} \theta \frac{C_6}{B_K} \\
 a_{44} &= \frac{\partial G_{K-1}}{\partial A_K} + \frac{2d_t}{dX_{K-1}} \cos\phi \theta \frac{Q_J}{A_J} \frac{C_6}{B_K} + \frac{d_t}{dX_{K-1}} \theta \left(\frac{Q_J}{A_J} \right)^2 \frac{B_J}{B_K} \cos\phi \\
 a_{52} &= \frac{\partial F_K}{\partial A_K} + \frac{d_t \theta}{dX_K} \frac{C_6}{B_K} \\
 a_{62} &= \frac{\partial G_K}{\partial A_K} + \frac{2d_t}{dX_K} \theta \frac{Q_J}{A_J} \frac{C_6}{B_K} \cos\phi + \frac{d_t}{dX_K} \theta \left(\frac{Q_J}{A_J} \right)^2 \frac{B_J}{B_K} \cos\phi \\
 R_3 &= -F_{K-1} + \frac{F_J}{dX_{K-1}} + \frac{d_t \theta}{dX_{K-1}} R_6^* \\
 R_4 &= -G_{K-1} + \frac{G_J}{dX_{K-1}} + \frac{2d_t}{dX_{K-1}} \theta \frac{Q_J}{A_J} \cos\phi R_6^* \\
 R_5 &= -F_K + \frac{F_J}{dX_K} + \frac{d_t \theta}{dX_K} R_6^* \\
 R_6 &= -G_K + \frac{G_J}{dX_K} + \frac{2d_t}{dX_K} \theta \frac{Q_J}{A_J} \cos\phi R_6^*
 \end{aligned} \tag{132}$$

Terimlerin, ana gövdeye göre toplanması zorunlu değildir.

$$\begin{aligned}
T_1 &= dt\theta C_6 \\
T_2 &= F_j + dt\theta R_6^* \\
T_3 &= 2dt\theta \frac{Q_j}{A_j} C_6 + dt\theta \left(\frac{Q_j}{A_j} \right)^2 B_j \cos\theta \\
T_4 &= G_j + 2dt\theta \frac{Q_j}{A_j} R_6^*
\end{aligned} \tag{133}$$

$$a_{39} = \frac{\partial F_{K-1}}{\partial A_K} + \frac{T_1}{dX_{K-1} B_K}$$

$$a_{44} = \frac{\partial G_{K-1}}{\partial A_K} + \frac{T_3}{dX_{K-1} B_K}$$

$$a_{52} = \frac{\partial F_K}{\partial A_K} + \frac{T_1}{dX_K B_K}$$

$$a_{62} = \frac{\partial G_K}{\partial A_K} + \frac{T_3}{dX_K B_K}$$

$$R_3 = -F_{K-1} + \frac{T_2}{dX_{K-1}}$$

$$R_4 = -G_{K-1} + \frac{T_4}{dX_{K-1}}$$

$$R_5 = -F_K + \frac{T_2}{dX_K} \tag{134}$$

$$R_6 = -G_{K-1} + \frac{T_4}{dX_K}$$

Programdaki notasyonda, eğer köşe düğümü “i” varsa, $IR=2(I-1)$ ve $IA=5*IR$ olur.

$$AA(IA - 6) = a_{34}$$

$$AA(IA - 2) = a_{44}$$

$$AA(IA + 2) = a_{52}$$

$$AA(IA + 6) = a_{62}$$

(135)

$$R(IR) = R_3$$

$$R(IR + 1) = R_4$$

$$R(IR + 2) = R_5$$

$$R(IR + 3) = R_6$$

T1' den T4' e kadar olan terimler, matrisin nehir kolu kısmını çözen CALC alt dosyasında hesaplanır ve bu ana kol üzerinde çalışması için çağrıldığında CALC alt dosyasına geri dönülerek geçilir. Matrisin ana kol kısmındaki değişimle kalan vektör oluşturulur ve ana koldaki denklem sistemi tamamen Gauss-eliminasyonla çözülebilir. Bu, çözülen tüm ana kol değişkenlerinin bırakır, fakat nehir kolu sistemine henüz karar verilmez. Önce A katsayı matrisi bilinir, bunun yanında C_i elemanları nehir kolu matrisinden elimine edilebilir ve R_i^{**} şöyle hesaplanabilir.

$$R_i^{**} = R_i^* - C_i \frac{\Delta A_K}{B_K} \quad (136)$$

Sonra R_i^{**} normal yolla Q ve A değişkenleri kontrolünde uyum sağlamada kullanılır.

1.1.16. 12. Bilgi Akışı

Önceki şema keyfi bir sistemi kullanmak için genelleştirilebilir. Nehir ayakları T1' den T4 değişkenlerine kadar ve aynı zamanda K köşe düğümü kabul edilen akarsuya göre geçer. Alınan akarsu, T1 içine yerleştirilerek $\Delta A_K/B_K$ değeri nehir ayağına geri dönerek geçer. Genel durumda, T(4, NS) boyutlu bir dizidir, burada NS ağdaki segment sayısıdır.

Bu bilgi akışı metoduyla ilgili diğer diziler JT(NS), köşe düğümleri ITO(NS), IT1(NS) ve IT2(NS) den oluşur. ITO(L) dizini L segmenti T dizinindeki nehir kolu bilgisini (eğer L bir nehir ayağı değilse $ITO(L) = 0$ dır) yerleştirdiği yerde bildirir. IT1(L) dizini L segmenti girişindeki ilk nehir kolundaki bilginin T dizinindeki indeksini verir ve IT2 son nehir kolu bilgisini verir. Şayet L segmentine nehir kolu girmezse, IT1 ve IT2' ye sıfır değeri atanır.

Ana program ağ boyunca akış yönünde çalışır ve her segment için T, JT, ITO(L), IT1(L) ve IT2(L) argümanlarına göre CALC alt dosyasını çağırır. Bu alt dosyada, segment L, IT1 ve IT2 indisleri arasında T' den nehir kolu bilgisini alır. Matris çözücü çağrılır ve yukarı dönülür, segment L, ITO indeksinde T içine kendi bilgisini yükler. Çözüm, sistemde akıntıya ters yönde süpürülerek tamamlanır; her segment için, NEW alt dosyası aynı argümanlara göre çağrılır. Bu zaman segmenti, ITO indeksinde T bilgisini alır ve IT1' den IT2 indislerine kadar nehir kolları için bilgi dağıtır.

Sistem, bir aşağı bir yukarı süpürme şeklinde çalışır. Segmente bağlı olarak iterasyon gereksizdir. Bu yöntemin diğer avantajları (a) nehir kolları üzerinde set vasıtasıyla geri çevrilen sulara (durgun sulara) izin verir; (b) katsayı matrisi toplanır ve gereken kısımlarda çözülür; (c) tek bant stili çözüm yapıldığı için yapılan operasyon sayısı N derecelidir, burada N sistemdeki toplam düğüm sayısıdır. Ek olarak, şema genelleştirildiği için, toplam operasyon sayısı M dereceli olup burada M, sistemdeki segment sayısıdır.

1.1.16. 13. Ağ Kısmı

Kullanıcı NS toplam segment sayısını giriş dosyasında sağlar ve sonra her biri için segment L (diğer veriler içinde) FEEDS(L) ve JNODE(L) verir; eğer akarsuda gerekirse, bu segment içeri akar ve köşede alınan akarsu üzerindeki düğüm vuku bulur. Şayet iki segment aynı akarsuyun parçası ise, fakat bir kontrol yapısıyla ayrılırsa, JNODE' un giriş alanı sol banktadır ve böylece sıfır alınabilir.

Bu veriler, program ağ kısmını gösterir, segmentlerin akıntıya ters yöndeki düzenini kurar, segmentten segmente geçilen sınır koşullarının bulunacağı yeri tayin eder

ve nehir kolu bilgisi geçişinde JT ve T indekslerinde tampon kurar. Sonuncusu her segment için ITO, IT1 ve IT2 değerleri sabitlenerek yapılır.

Program, sistemin tek bir sınır noktasına sahip olduğu tahminine göre başlar. Ana kolun son segmenti, sadece bir segment, diğer segmentler içine akmaz. Bu akarsu indeksi ORDER dizininde ilk girdidir. Sonra FEEDS dizini bu ilk akarsu içinde desteklenen akarsuları bulmak için taranır ve onlar ORDER içine başarılı olarak girilir. Sonra program ikinci ORDER düzeni girişini arar ve onun içine akan akarsu için FEEDS' i tarar. Metot ORDER düzeni tamamen yerleştirilinceye kadar devam eder. Her ne zaman J nehir kolu ve onun alındığı akarsu M arasında bir benzerlik bulursa, program sıfıra eşit JNODE ve sıfırdan büyük JNODE arasında ayırım yapar. Önceki durumda, tek bir akarsuyun iki formu bir kontrol yapısıyla seçilir. M segmentinden dolayı J segmentinin son düğümünde onun akıntıya ters yönde olan sınır koşulu bulunur. Sonraki durum doğru bir akarsu içindir. J segmenti M üzerindeki köşe düğümünde onun akıntı yönündeki sınır koşulunu bulacaktır. Aynı zamanda yeni mevki IT, JT ve T indeksleri nehir kolu bilgisi için çağrılır. J nehir kolu IT mevkisindeki bilgiyi koyacaktır. Alınan akarsuda M, IT mevkisinden bilgi geri alacaktır. ITO, IT1 ve IT2 tanımlarının kullanımı yukarıda verilir, ITO(J) IT' ye yerleştirilir, IT1(M) eğer yerleştirilmediyse IT' ye yerleştirilir ve IT2(M) ise IT' yi yerleştirir.

1.1.16.14. Nehir Kolu Sınır Koşulları

Her segment için kullanıcı akıntıya ters yönde ve akıntı yönünde hangi tip sınır koşulu uygulayacağını belirtir. Akıntı veya yükseklik (Q veya H' a göre düzenlenen) akıntıya ters yönde verilebilir ve akıntı, yükseklik veya oransal eğrilik (Q, H veya R' ye göre dizayn edilen) akıntı yönünde verilebilir. İkisinin bitimindeki ihmal yüksekliktir. Bu girişte temelleştirilen program segment için LIB' e göre 1' den 6' ya kadar bir değer atar (tablo 1). Bunun yanında ağ kısmı, bu atamayı önemsemez. Bir kontrol yapısının akıntı yönündeki segmenti akıntıya ters yönde akıntı sınır koşuluna sahip olmalıdır. Bir segment akıntı yönünde yükseklik sınır koşuluna sahip olması gereken doğru bir nehir koludur.

Önce sınır koşulu tipleri kurulur, buradaki soru ise sınır koşulu değerinin nereden geldiğidir. Cevap sırasıyla akıntıya ters yönde ve akıntı yönünde JBCU ve JBCD

düzeninde verilir. Hiç değer girmeme sınır koşulunun zamanla değişmediği ve giriş dosyasındaki (giriş ve çıkış dosyaları biçimlerine bakınız) segment kartında verilmelidir. Bu durumda JBCU veya JBCD' ye sıfırlı bir değer verilir. İkinci olasılık bu değerlerin sınır koşulları kartında sağlanmasıdır. Kullanıcı sınır koşullarını oradaki sınır koşulları tanıtım kartı vasıtasıyla görecek olan programı işaret eder. JBCU veya JBCD değeri sınır koşulu verisinin bu kısımdaki pozisyonunu sağlar. Sonuçta yukarıda bahsedildiği gibi sınır koşulu sistem içinden gelebilir; örneğin segment L için akıntı yönündeki sınır koşulu J düğümünden gelebilir. Bu durumda JBCD(L)' e göre -J yerleştirilir.

Sınır koşullarına zaman harcadığında tekrar 3 durum zahir eder. Eğer JBCU veya JBCD sıfırsa, sınır koşulu zamanla değişmez ve değişiklik yapılamaz. Eğer JBCU veya JBCD pozitif ise, sınır koşulu akarsu girişindeki pozisyondan elde edilir. Şayet JBCU veya JBCD negatif ise, sınır koşulu -JBCU veya -JBCD düğüm sayısından elde edilir. Dahili oluşturulan akıntı yönündeki sınır koşulu yükseklik olmalıdır. Kabul edilen akarsuda köşe noktasındaki yükseklik nehir kolu ağzındaki yüksekliğe eşit değildir (ikisi arasındaki yatak yüksekliği farkı öncelikle düzeltilmelidir).

1.1.16.15. Giriş Ve Çıkış Dosyası Biçimleri

Hidrodinamik model için giriş dosyası tercihlere bağlı olarak dört dosyaya kadar sağlanır. Önceden belirtildiği gibi, RIV1H, program koşturmak için gerekli olan yardımcı dosyalar ve giriş ismini sağlayan bir kontrol dosyası oluşturmayı bekler. Ana giriş dosyası model konfigürasyon bilgisinden ibarettir, mesela sabitlerin, başlangıç koşulları ve sınırların belirtilmesi gibi. Zamanla değişen sınır koşulları, yandan içeri akış ve incelenen kesitlerin uzaysal değişimi ayrılan dosyalarda belirtilir. Bu dosya yapıları aşağıda tanımlanır. Dosya isimlerine DOS uzantıları uygulanır. Ana giriş dosyası *.INP, zamanla değişen yandan içeri akış dosyası *.LAQ, sınır koşulu dosyası *.BCF ve incelenen kesit veri dosyası *.XSF uzantılıdır. Benzer olarak çıkış dosyaları giriş dosyasındaki gibi aynı isimlere sahiptir, fakat ana giriş dosyası için *.OUT, *.HYD su kalitesi modeli için ortak dosya, *.ERR hata dosyası için veya grafiksel olarak sonraki işlemde verilerden oluşan dump dosyası için *.HDF uzantılıdır.

1.1.16.16. Ana Giriş Dosyası

RIV1H için giriş dosyası 8 karttan oluşur: (a) başlık kartı (b)grid kartı (c) sabit kartı (d) segment kartları (e)başlangıç koşulları kartları (f) sınır koşulu tanıtım kartı (g) zaman adımı kartları ve (h) sınır dosya ismini belirten kartlar. Giriş dosyası kartlarının detayları aşağıdaki paragraflarda tartışılır ve şekil 11' de örnekler verilir. Çıkış dosyası, her zaman adımı baskı aralığına göre segmentlerdeki (her sayfa için bir segment) tüm düğümler için hidrodinamik değişken değerleri ile takip edilen giriş dosyası verilerinden oluşur. Ek olarak, çıkış dosyası bilgisayarda saklanır.

1.1.16.16.1. Başlık Kartı

Kullanıcı uygun bir başlık yazmak için 80 kolonluk başlık kartına sahiptir. Çıkış dosyasının her sayfası üzerine harfi harfine bu kart yazılır.

1.1.16.16.2. Grid Kartı

Grid kartı toplam düğüm sayısını, simülasyonun başlama ve bitiş tarihini ve işlemdeki segmentleri tanımlar. Başlangıç ve bitiş zamanı biçimi yıl, ay, gün, saattir, burada yıl, ay, gün tam sayılardır ve saat gerçek (ondalık kesirli) sayıdır. Düğüm sayıları ve segment sayıları tamsayılardır. On adet numara kart üzerinde herhangi bir yerde görünebilir ve virgöl, boşluk veya her ikisi ile ayrılabilir fakat onlar şu düzende görünmelidir: düğüm sayısı, başlangıç yılı, ayı, saati , bitiş yılı, ayı, günü, saati ve segmentler. Düğüm sayıları aralıklara göre değil grid çizgilerine göre uygun gelir. Örneğin, eğer çalışma alanı 0.1 millik dilimlere göre 1.0' dan 0.0' a kadar alınırsa düğüm sayısı 10 değil 11 olur.

1.1.16.16.3. Sabit Kartı

Sabit kartı üzerinde 7 değişken bulunur: BETA, GR, RMILEO, THETA, TOLER, IQL ve IXS. RMILEO değişkeni ilk düğümdeki nehir milidir. THETA ağırlık

faktörüdür (ana denklemlere bakınız). Bu tip modellerde 0.55' lik veya kararlı sonuçlar için daha büyük bir değer kullanılmaktadır.

Bazı uygulamalara göre, 0.55 den büyük THETA değeri (0.55 ve 1.0 arasında) parazitik titreşimleri azaltmada cazip olabilir (Liggett ve Cunge 1975). Parazit titreşimler gerçek olarak nümerik dispersiyon veya kısa dalgalarla alakalı faz hatalarıdır, parazit titreşimde derinlik (negatif bir derinlik sonucunda olabilir) aynı derecede önemli olduğunda modelleme problemlerine neden olabilir. Dolayısıyla 0.6 ve 0.75 arasındaki THETA değeri önemli titizlik kaybı olmaksızın bu titreşimleri azaltmada kullanılmaktadır. Bunun yanında, artan nümerik titreşimi azaltması sebebiyle THETA değeri artırıldığında titizlik azalır. Nümerik kararlılık için gereken $0.5 < \theta < 1.0$ ' dır.

TOLER değişkeni başka iterasyonun gerekip gerekmeyeceğini kara vermek için program tarafından kullanılan maksimum kabul edilebilir nispi toleranstır. Sayı girilmeyen değeri 0.001' dir; bu sırasıyla sistem boyunca her düğüm için önceki alan ve akış tahminleri ve akıntı arasındaki fark, tüm akıntı ve alaların karekökünden 0.001 defadan az olduğunda iterasyon duracak demektir. Şayet kullanıcı daha fazla titizlik ve kararlı bir sistem isterse, daha küçük bir TOLER değeri kullanabilir. Aksine kullanıcıya daha az titizlik ve daha çabuk hesaplama gerekirse, yüksek bir değer mesela 0.1 kullanılabilir. Bu değer kabul edilen titizliği belirtir. TOLER bir zaman adımından diğerine (işlemin başlangıcından bitişine kadar değil) geçişin sağlamasıdır denebilir.

GR değişkeni yerçekimi ivmesidir. Değeri 32.174 ft/sec^2 'dir. Kullanıcı SI birimleri isterse GR değeri 9.80 m/sec^2 alınır. Bu durumda birkaç nokta unutulmamalıdır, çıkış dosyasındaki nehir milleri önemsizdir. Manning katsayısı 1.49 ile bölünmelidir ve çıkış dosyası RIV1Q da kullanılamaz. BETA değişkeni 1.0 değerindeki momentum düzeltme faktörüdür. IQL değişkeni yandan içeri akış için tercih belirtir. Şayet IQL 1' e eşit veya büyükse, zamanla değişen yanal iç akış beklenecek ve yanal akış dosyası adı RIV1H.CTL' nin ikinci satırında verilir. IXS değişkeni kesitler için tercih belirtir. Şayet IXS 1' e eşit veya büyükse, incelenen kesit datalarından oluşan dosya ismi RIV1H.CTL' nin üçüncü satırında listelenmelidir.

Sabit kartı formu grid kartına benzer. Değişkenler serbest biçimde okunur ve şu düzende olmalıdır: BETA, GR, RMILEO, THETA, TOLER, IQL ve IXS. BETA, GR,

RMILEO, THETA ve TOLER gerçek sayılar iken IQL ve IXS tam sayılardır. Değişkenler boşluklar veya virgülle ayrılır (şekil 11' e bakınız).

1.1.16.16.4. Baskı Güncelleştirme Kartı

Bu kartta, kullanıcı baskı aralığını güncelleştirmek için simulasyon günü ve saatlerindeki baskı aralığını oluşturan veri çiftlerini belirtir. Baskı aralıkları simulasyonun kritik periyotlar esnasında daha sık baskı yapmaya izin verir. Güncel kartların biçimi n baskı çiftleri ve simulasyon günleri çiftidir (ikisi de gerçek), burada n, baskı güncel kartında belirtilen baskı aralığı güncelleştirme numarasıdır.

1.1.16.16.5. Segment Kartı

Bu kartta, kullanıcı segment-spesifik verilerini belirtir: ID kimlik numarası; SNAME isim; NNODE bu segmentteki düğüm sayısı; FEEDS segment tanıtım numarası; JNODE alınan akarsudaki köşe düğümü sayısı; BTU akıntıya ters yönün sonunda yüklenen sınır koşulu tipidir; BCU, eğer sınır koşulu zamanla değişmezse bu koşul için verilen değerdir; BTD akıntı yönü sonunda yüklenen sınır koşulu tipi; BCD zamanla değişmenin olmadığı durumda sınır koşulu için verilen değerdir ve COSP şayet segment bir nehir koluyrsa, köşe açısıdır. Biçim ise I2, A40, 3I3, 2(A1, F8.0), F8.0 şeklindedir.

Kimlik numarasının seçimi ve segment kartlarının düzenlenmesi keyfidir. Tek sıkıntı burada kullanılan kimlik numaralarının su kalitesi modelinde kullanılanlara göre tutarlı ve pozitif olmalıdır. Segment ismi 40 karakter üzerinde olabilir. NNODE segmentteki toplam düğüm sayısından hesaplanır, alan sayısından bir fazladır. FEEDS kimlik numarasına göre kabul edilen akarsuyu belirtir. JNODE kabul edilen akarsu üzerindeki köşe düğümünü belirtir, akarsuyun başlangıçtaki ilk düğümü bire eşittir. Şekil 9' da gösterilen Segment 1 için JNODE 10 olmalıdır. İki segment gerçekten aynı akarsuyun parçasıdır fakat bir kontrol yapısı ile ayrılır, JNODE sol boşluktur (kontrol yapılarına yalnız segment sınırı içinde izin verilmez). H sınır yüksekliği, dipten yukarı derinliği gösterir, Q akıntıyı gösterir ve R bir eğrilik oranını gösterir. Eğrilik oranı akıntıya karşı müsaade edilebilir bir sınır koşulu değildir. Sınır koşulu değeri yükseklik

için feet ve akıntı için feet³/s' dir. COSP derece cinsinden köşe açısıdır. Eğrilik oranı formu şöyledir,

$$H = \text{COEF} * Q^{\text{EXPO}} \quad (137)$$

Burada expo üssü COSP' un bulunduğu yerinde COEF ve BCD' nin bulunduğu yerde verilir. Şayet eğrilik oranı $Q = aH^b$ formunda ise $\text{EXPO} = 1/b$ ve $\text{COEF} = a^{(-1/b)}$ yerine konur.

1.1.16.16.6. Başlangıç Koşulları Kartı

Her segment kartı her düğüm için bir tane olmak üzere başlangıç koşulları kartlarından sonra yerleştirilir. On iki parça veri her başlangıç koşulu kartında görülebilir. Her numara altı kolonluk bir sahayı işgal eder. Değer tam sayı olsa bile ondalıklı olarak alınır (mesela 25 sayısı 25.0 olarak okunacaktır). Belirtilmeyen herhangi bir değer sıfır alınacaktır. Bu veriler : düğümünden akıntı yönündeki alanın uzunluğu feet (DX1); debi feet³/s (Q); kanalda dipten su seviyesi yüksekliği feet (H); sabit yanal akıntı (zamanla-değişmeyen) feet³/s/foot (QL) (akıntı DX1' e bölünür); deniz seviyesinden yükseklik feet (Z, başlangıç olarak EL kullanılır ve Z düzeyine taşınır), (C1), (C2) ve (C3) kesit alan formülündeki sabitlerdir (kesit alan formüllerine bakınız); Düğümün akıntı yönündeki alanı için Manning katsayısı (KE1); akarsudaki akıntı derinliğine göre Manning n sayısı ile ilişkili lineer denklemin kesişmesi (AX); ve derinliğe göre Manning n ile ilgili lineer denklemin eğimi (DNDH). Eğer kullanıcı incelenen kesitleri seçerse ($IXS \geq 1$) sabit C1' in yerine, kullanıcı kesitsel dataları tamamlayarak (altı karakterin üzerinde) bir alfa nümerik kod belirtir. Karşılaştırılmış kesitler için C1 sahası sol boşluktur. KE1 alan değerleri 0.0' dan 0.5' e kadar yüksek değerlere göre çok dik yapılarla ilgilidir.

Kesit alandaki Manning n birçok akarsuda akıntı koşullarına göre değişebilir. Yüksek değerler sığ derinlik koşullarını temsil edebilir oysa düşük değerler derin akıntı için uygun olabilir. Zamanla değişen akıntı koşulları için değişebilir Manning katsayısı

simulasyon esnasında derinliğin bir fonksiyonu olarak düzeltilebilir. Tipik olarak sığ alanlar, hesaplanan safhada önemli bir etkiye sahip olabilen n değişkenini sergiler; düşük safhadaki n genellikle yüksek safhadakinden daha büyüktür. Eğer kullanıcı Manning katsayılarının değişimine izin vermek isterse, giriş dosyasında (başlangıç koşulları kartında) AX ve DNDH değerleri uygun şekilde yerleştirilmelidir. Şayet kullanıcı değişmeyen Manning n seçerse, bu değerler sıfır olarak alınmalıdır. Derinlik ile Manning katsayısı arasındaki ilişkiyi veren denklem $XMAN = AX - DNDH * H'$ dır. Burada H belirli bir düğümdeki derinlik değeridir. Başlama esnasında XMAN bu düğümdeki orijinal değeri olan (CN1)'i alır. Program çalışırken, XMAN tüm zaman boyunca derinlikle ilgili olarak düzeltilir. Eğer uygulama esnasında bazı noktalarda XMAN değeri 0.01' den küçük alınırsa, XMAN 0.01 alınır. Bu olay ortaya çıkarsa bir mesaj FILE7 teşhis dosyasında yazılır.

1.1.16.16.7. Sınır Koşulları Tanıtım Kartı

Sınır koşulları tanıtım kartında kullanıcı zamanla değişen sınır koşullarının harici sınır koşulları dosyasında (sadece H uç sınır koşulları ve Q akıntı için) sağlanacağını belirtir. Örnek olarak bir kontrol yapısı ile ayrılan iki segmentli bir sistem göz önüne alalım, buradaki segment 1 yapının üzerindeki ve segment 2 yapının altındaki alandır. Akıntıya zıt ve akıntı yönündeki sınır koşulları segment 1 için belirtilecek, oysaki akıntı yönündeki sınır koşulu segment 2 için program tarafından dahili olarak tayin edilir. Kart +1,-1,+2/ şeklinde olabilir ve burada akıntıya zıt yön için pozitif işaretli, akıntı yönünde negatif işaretli ID numaralı olan rakamlara göre belirtilir. Kart / işareti ile bitirilmelidir.

1.1.16.16.8. Zaman Adımı Güncelleştirme Kartı

Zaman adımı güncelleştirme kartında kullanıcı, (NUM) zaman adımı güncelleştirmelerinin toplam sayısını belirtir. İki güncel kartın minimum değeri (zaman-adımı değişmese bile) gerekir veya program başarısızlıkla sonuçlanacaktır (şekil 11' in alt kısmına bakınız). Biçim I10' dur.

1.1.16.16.9. Zaman Adım Aralığı Kartı

Zaman adımı dahili kartında kullanıcı yıl, ay, gün, güncel saati, periyot ve diğer güncel aralık arasındaki periyot için uygulanır. Güncel kartın biçimi 3I5, 2F10.0' dur. Orada NUM güncel aralıkları belirtilmelidir.

1.1.16.16.10. Sınır Koşulu Kartları

Bu kartlarda kullanıcı zamanla değişen sınır koşulu dataalarını kapsayan dosya isimlerini belirtir. Belirtilen dosyaların sayısı ve düzeni sınır koşulları tanıtım kartına benzemelidir. Biçim her kart için A15' tir.

1.1.16.16.11. Sınır Koşulu Dosyası/Dosyaları

Zamanla-değişen sınır koşulları harici dosyalarda belirtilir, bu dosyaların isimleri ana dosyada belirtilir. Sınır koşulu dosyasının bir örneği (DOS *.BCF genişlemesine göre) şekil 12' de verilir. Bu dosyaların ilk satırı hazırlana sınırı, sınır koşulları güncelleştirme sayısını (NUMBC) ve değişken INTBC için segment numarasını kapsar. Şayet değişken INTBC 1' den büyük veya 1' e eşitse, sınır koşullarının güncel aralıklar ile lineer olarak ara değeri bulunur. Yoksa, onlar güncelleşmeler (bir adım fonksiyonu) arasında sabit tutulacaktır. Dosyanın ilk satırının biçimi 3I10' dur.

Sınır koşulu dosyasının ilk satırını güncel aralıklı NUMBC satırları takip eder. Her satır güncel ve yerini tutan sınır koşulu (akıntı veya fasıl) için yıl, ay, gün ve saati kapsar. Bu satırların biçimi 3I15, 2F10.0' dır. Güncel zaman, modelin simulasyon periyodunu desteklemelidir.

1.1.16.16.12. Yanal Akıntı Dosyası

Yanal akıntı dosyası zamanla-değişen yanal akıntıları kapsar. Eğer kullanıcı zamanla değişen yanal akıntıları ($IQL \geq 1$) girmeyi seçerse, dosya ismi (*.LAQ DOS

uzantısına göre) RIVIH.CTL'nin ikinci satırında verilmelidir. Yanal akıntı dosyasına örnek olarak şekil 13' de verilir.

Yanal akıntı dosyasının ilk satırı güncelleştirme numarası (NUMLAT_UD) yandan içeri akışta kabul edilecek düğüm sayıları (NUML) ve LAPTOPT değişkenini belirtir. Şayet LAPTOPT değişkeni 1' e eşit veya daha büyükse, güncel aralıklarla yandan içeri akışın lineer olarak ara değeri bulunur. Bir diğer deyişle, onlar güncel aralıklarda (bir adım fonksiyonu) sabit tutulacaktır. Bu satırın biçimi 3I5' tir.

Başlangıç satırı, yandan içeri akışlarla belirtilen düğüm sayıları üzerindeki NUML satırları olacaktır. Düğüm sayıları ana giriş dosyasında belirtilen biçime uygundur. Biçim I5' tir böylece orada giriş dosyasının her satırını belirten bir düğüm olacaktır.

Düğüm sayılarının belirtilmesini takiben, orada her NUML düğümleri için (birim boydaki akıntı oranı) yanal akıntı tarafından izlenen tarihi (yıl, ay, gün, saat) belirten giriş dosyasının NUML_UD satırları olacaktır. Bu satırın biçimi 3I5, 150F10.0' dir.

1.1.16.16.13. İncelenen Kesit Dosyası

Düğümde kullanılan özel bir kesit tipi, bu düğüm için başlangıç koşulları kartında belirtilir. İncelenen kesitlerde bu C_1 sabiti için normal olarak rezerve edilen alanda bir alfa nümerik kod (6 karaktere kadar) yerleştirilerek yapılır. Ayrılmış kesitler saha boşluğunu terk eder.

Kesit dataları kendi kendilerine kontrol dosyasının üçüncü satırında verilen ismi (*.XSF uzantılı) ayrılan dosyada (şekil 14) verilir. İncelenen kesitlerin kullanımı için tercihen ($IXS \geq 1$) ana giriş dosyasında sabit kart üzerinde belirtilir. Kesit dosyası aşağıdaki biçime sahiptir. Her kesit isteğe bağlı tanımlamaya göre ID kodunda 6 karaktere sahiptir. Yapılan kayıtlar sol akarsu bankı üzerinde X ve Y başlangıcı orijine göre 2F10.0 biçimindeki X ve Y koordinatlarıdır. Burada X sağa göre artar ve Y akış yönüne bakıldığında aşağı doğru artar. Diğer ayırıcılar ve sınırlayıcılar geçerli değildir. Birimler ft' tir. Cebirsel metoda göre, kanal yatağı yüksekliği incelenen kesitte tam düşük nokta için göndermeyi anlatır.

1.1.16.16.14. Çıkış Dosyası

RIV1H' in çıkış dosyası birkaç dosyadan oluşur. Dosyalardan bazıları *.OUT uzantılı giriş dosyası verileri ve belirtilen baskı aralıklarındaki simülasyon sonuçlarından ibarettir. Simülasyon sonuçları her sayfaya bir segment olarak, her zaman adımı baskı aralığında tüm segment bilgisin içerir. Sayfanın üzerinde program başlığı görünür. Sonraki satır kullanıcı tarafından sağlanan başlığı yazar. Takip eden satırlarda ID segment numarası ve isim tarafından takip edilen yıl, ay, gün, saat olarak simülasyondaki zaman adımı sayısı ve geçen zamandır. Aşağıdaki kolonda nehir mili, akıntı (ft^3/s), alan (ft^2), genişlik (ft), yükseklik (ft) ve su yüzeyi yüksekliği (ft) için veriler vardır (şekil 15). Çıkış dosyası ne zaman zamanla değişim olursa, (zaman adımı sınır koşulu veya yanal akıntı dataları), güncel zamanı, yeni değeri ve sonraki güncel değerleri içerir.

Diğer çıkış dosyasında kayıtlar şöyle organize edilir.

Kayıt 1 MNODE, STARTIME, ENDTIME, SYEAR, NS

Kayıt 2 JT, ITO, ITI, IT2, NNODE, NODE1, ID, JBCU

Kayıt 3 DX1, QL, RMILE

Kayıt 4 DT, Q, A, B, EL

Burada tüm değişkenler MNODE, STARTIME, ENDTIME, SYEAR, NS dir ve DT' ye göre sıralama hariçtir. Kayıt 4 HYDRO düzenindedir (DT' nin istisnalarına göre) ve tüm zaman adımları için gereklidir, bu bilgi hidrodinamik çıkış dosyası için gereklidir. Tüm yapılan kayıtlar, 4 kaydı için tanıtılmalıdır fakat, yapılan zaman adımları için bu geçerli değildir. Teşhise ait çıkış dosyası (dosya 7) RIV1H' in yerine getirilmesi esnasında kesin koşullar altında oluşturulur. Eğer Courant sayısı 1.0' dan küçük olursa, Manning n sayısı 0.01' e eşit veya küçük olursa veya derinlik 0.0' in altına giderse, sonra bir mesaj hangi düğümde bu olay olmuşsa kullanıcı dosya 7' ye yazılır. Eğer program karışık şekilde yaklaşıma sahipse, bir teşhis mesajı dosya 7' de yazılır, birbirine yaklaşıma olmazken düğüm incelemek için kullanıcıya izin verir.

1.1.16.16.15. Özel Düşünceler

Engelin etkisiyle sığlaşan ve karışık durum alan akıntılar (akıntıya mani olan su altındaki kumluk veya kaya) ve havuzlar ile karakterize edilen yüksek arazi akarsuları mesela RIV1H gibi hidrolik modellere göre model için zor olabilir. Genel olarak, iki tip problemle karşılaşılır: modeli çalıştırma ve kararsız akıntı dalgalarıyla ilgili faz hatalarıdır. Engel kesitler ile akarsular bu problemleri önemle belirtir.

Eğer titiz olmayan başlangıç derinlikleri başlangıç akıntılarına göre seçilirse, model gittikçe sorunlu başlayacaktır. Eğer iyi derinlik başlangıç tahminleri mevcut değilse, beklenen koşullardan daha derin kullanılan normal akıntı koşulu için modeli çalıştırmak en iyisidir. Sabit bir debi ve hem sabit yükseklik hem de akış yönündeki eğrilik oranına göre segmentteki su yüzeyi o akıntı, kanal geometrisi ve yatak sertliğine uygun normal akımlı bir su yüzeyi profili için sonunda düşecektir. Eğer modeli başlatırken hala problemlerle karşılaşıyorsa, en azından başlangıçta küçük zaman adımları kullanmak yardımcı olur. Sonra normal akıntı ve su yüzeyi profili yapılmaktadır, sonraki simülasyonları başlatmada bu sonuçları kullanmak en iyisidir.

Faz hataları (sabit karta bakınız) kararsız akıntı dalgalarına eşlik edebilir, negatif derinliklerde (genellikle sığ engel kısımların içinde veya kenarında) olabilir. Bu olursa, yok edici hata oluşur ve program durur. Bu problemi ortadan kaldırmak için birkaç şey yapılabilir. İlk olarak özellikle düşük yükseklikte kesit alan uygun şekilde tanımlanmalıdır. Sonra THETA değeri kontrol edilir (sabit karta bakınız); daha yüksek değer yardım edebilir (örneğin 0.75). Problem hala devam ederse, zaman adımını değiştirmek gerekebilir şöyle ki yüzey dalga Courant sayısı 1.0 için son verir. Bu sayı 1.0' ın altına düşmesi veya 1.0' dan yukarıya çıkarsa, faz hataları daha kötü olur (Lyu ve Goodwin 1987, Liggett ve Cunge 1975). Yüzey Courant sayısı aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$C_N = \frac{U_s \Delta t}{\Delta x} \quad (138)$$

$$U_s = \text{yüzey dalga hızı} = \sqrt{gd}$$

$$d = \text{su derinliği}$$

Δt = zaman adımı ölçüsü

Δx = uzaysal adım ölçüsü

Aynı sonuç uzaysal adımların değişmesi ile başarılabilir. Bu ölçümler başarılı değilse, daha yumuşak kabul edilen hidrograf akışına yönelerek, uzun dalga genellikle kararsız akıntı dalgalarının çok dağılması sebebiyle faz hatalarını azaltır. Örnek olarak, hidrolik güç tribünleri yaklaşık 5 dakikada tam güce ulaşabilir, pik noktadan hidrolik gücü serbest bırakma kabul edilen akarsudaki yüksek derecede kararsız akıntı dalgalarının sonucu olabilir. Dağılma kuşağını 15' den 30 dakikaya kadar çalıştırmak gerekebilir.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Yöntem

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesindeki Solaklı Deresi pilot bölge alınarak, 1-30 Haziran 1997 tarihleri arasında dere üzerinde belirlenen sekiz istasyondan ölçülen veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Dereye debi, kesit alan, kanal üst genişliği ve derinlik değişimlerini bir bilgisayar programıyla hesaplayan matematiksel model kullanılmıştır. Model özellikle taşkın suları için geliştirildiğinden dolayı debinin yüksek olduğu bir zaman periyodu (Yaz mevsimi başlangıcında yağışlı olan ve bu yağışlar sonucu dağlardaki karların erimekte olduğu Haziran ayı seçilmiştir.) kullanılmıştır. Aynı zamanda model anlık ölçümlere göre koşturulduğundan, debilerin düşük olduğu yaz mevsiminde ölçümlere gerek duyulmamıştır. Belirlenen tüm istasyonlarda kanal üst genişlikleri, derinlikler, kanal en kesiti boyunca çeşitli derinliklerdeki hızlar (model programında hesaplanacak debilerle karşılaştırmak amacıyla ortalama akıntı hızlarını belirlemek için), istasyonlar arasındaki mesafeler ve bu istasyonların deniz seviyesinden yükseklikler ölçülmüştür. Öncelikle model programı 1995 yılında yayınlanmış olan (A Dynamic, One Dimensional (Longitudinal) Water Quality Model) rapordaki verilere göre test edildikten sonra, RIV1H bilgisayar programında, ölçülen veriler giriş dosyasına yazılarak debi ve yüksekliğe göre belirlenen sınır koşullarına göre program koşturulmuştur. Hesaplanan değerler, model programında çıkış dosyasına kaydedilmektedir ve bu değerlere göre sonuçlar irdelenmektedir.

2.2. Akarsuyun ve İstasyonların Belirlenmesi

Solaklı Deresi pilot bölge olarak seçilmesinin nedenleri şöyle sıralanabilir; Trabzon yöresindeki büyük akarsulardan bir tanesi olan Solaklı Deresi evsel atıklar, kanalizasyon ve dere kenarında bulunan çay fabrikalarından bırakılan kirletici maddeler ve atık enerji ile kirletilmektedir. Dolayısıyla, kirletici maddeler ve sediment akıntıyla taşındığı için öncelikle hidrodinamik model yapılması ve çalışılacak olan su kalitesi modelinin oluşturulmasında bir ön çalışma olarak bu dere idealdir. Öte yandan

kullanılan model sığ akarsular için uygun değildir. Bu yüzden Solaklı deresi hidrodinamik model için daha uygundur. Sahilde dere kenarındaki Of ve daha yukarıda bulunan Çaykara ilçelerinde nüfus artışıyla hızlı yapılaşma olduğundan, ileride yapılması planlanan kanal yapılarının (köprü, set vb.) direnç hesapları için hidrodinamik akıntı modeli verilerinden yararlanmak gerecektir. Mevsimsel olarak derenin debisi çok değişkendir. Yağış alanı 760 (km²) ve yıllık ortalama su miktarı 495.000.000 (m³) tür. Yerleşim birimlerinin dere kenarında olmasından dolayı ileride muhtemel sel ve taşkınlar için böyle bir akarsuyun seçilmiş olması daha isabetli olacaktır.

İstasyonlar, özellikle düzgün akışlı doğrusal kanal yapısının olduğu bölgelerden seçilmiş olup, kanal ortasında tümsekler, kayalar, adacıklar, setler ve köprülerin bulunmamasına dikkat edilmiştir. Bunun sebebi ise, engellerden dönen suların hızlarının kesilmesi sonucu modelin doğruluğunun olumsuz yönde etkilenmesidir. Yani sonuçların yanlış yöne sapma tehlikesi bulunmaktadır. Bu koşullar altında belirlenen istasyonlar ve ölçülen veriler tablo halinde aşağıda gösterilmektedir.

Tablo 3. Belirlenen istasyonlar ve ölçülen veriler

İstasyon No	Deniz Seviyesinden Yükseklik (m)	Denize Uzaklığı (m)	Kanal üst genişliği (m)	Ortalama Derinlik (m)	Kesit Alan (m ²)	Ortalama Hız (m/s)	Debi (m ³ /s)
1	15	3474	23	0,61	11,90	1,46	17,37
2	30	6919	17	0,43	12,30	1,37	16,85
3	67	10994	21	0,43	10,36	1,47	15,23
4	116	15444	21	0,70	10,50	1,37	14,38
5	220	19406	20	0,76	11,59	1,51	17,50
6	311	23430	28	0,76	10,74	1,53	16,43
7	358	24526	33	0,70	11,55	1,29	14,90
8	465	28598	25	0,73	10,85	1,33	14,43

2.3. Verilerin Elde Edilmesi

Belirlenen istasyonlarda kanal kesitinin çıkarılması için kanal üst genişliği, üst genişlik boyunca 5 m aralıklarla derinlikler ve bu derinliklerin ölçüldüğü noktalardaki yüzeye yakın ve dipteki akış hızları ölçülmüştür. Buradaki amaç kanal kesitindeki ortalama hız bulunarak, hesaplanan kesit alan için debiyi tespit etmektir. Bu yöntem eğim alan tahmini yöntemi ile debinin bulunması da denir. Birim zamanda akan su

miktarının bulunmasında, açık kanalın kesit alanı A (m^2) ile akan suyun hızı V (m/s) nın bazı ampirik formüller kullanılarak hesaplanması işleminden yararlanır.

Debi hesabının güvenilir olması, su yüzü eğimi ile hidrolik yarıçapın titizlikle ölçülerek, uygun pürüzlülük katsayısının dikkatle seçimine bağlıdır. Akarsu üzerinde, minimum 300 m uzunlukta ve alçalma miktarı minimum 30 cm olan bir bölge seçilmelidir (Bayazıt, 1970).

Açık kanalın durumuna göre Chezy veya Manning formülü kullanılarak hesaplanan suyun akış hızı V (m/s) değeri ve A (m^2) bilindiği takdirde birim zamanda kanaldan akan su miktarı $Q = A.V$ (m^3/s) formülüyle bulunur (Uz ve Akdeniz, 1986). Kullanılan Manning katsayısının değeri 0,05'tir. Çalıştığımız dere bir dağ akarsuyu olmasından dolayı, dere yatağının eğimi fazladır. Yatak malzemesi kaya ve çakıllardan oluşmuştur. Kanal yatağı geniş olduğundan dolayı su derinliği düşüktür. Yatak malzemesinin sert ve pürüzlü yüzeyden oluşması ve suyun sığ olmasıyla sürtünme çok fazladır. Bu yüzden dağ akarsuları (vahşi dereler) için kullanılan en büyük Manning değeri (0,05) alınmıştır (Prasuhn, 1980). Bununla birlikte istasyonlar arasındaki mesafeler ve istasyonların deniz seviyesinden yükseklikleri ölçülmüştür. Bunun sebebi akarsu yatağının eğimini hesaplamak içindir. Kesit profilleri çıkarılarak kanal kesiti dikdörtgen, üçgen, yamuk, parabolik ve elipsoit kesitlerden birine benzetilir. Solaklı deresinde kullandığımız kesit tipi yamuktur. Bu kesit profiline göre, ölçülen verilerden debi ve kesit katsayıları hesaplanır. Model programı İngiliz birim sistemine göre çalıştığı için giriş dosyasına yazılacak tüm veriler bu birim sistemine göre alınmıştır. Fakat sonuçların değerlendirilmesi kısmında çıkış dosyası verileri SI birim sistemine dönüştürülerek irdelenmektedir. Giriş dosyası kısmında hesaplanmış olan tüm değerler program için istenilen biçimde yazılarak, veriler hazırlanmıştır.

Şekil 5. Çalışma Sahası



3. BULGULAR

3.1. Model Programından Elde Edilen Bulgular

İstasyonlardan elde edilen veriler düzenlenerek giriş dosyasına yazıldıktan sonra program koşturulmuş ve Şekil 8'deki çıkış dosyası elde edilmiştir. Bu dosyadaki sonuçlar İngiliz birim sistemine göre olduğundan, bu verilerin MKS birim sistemine göre düzenlenmiş şekli tablo 4'de verilmektedir.

Bilgisayar on bir adımda hesaplamayı tamamlamıştır. Hesaplama sonunda debi, hız, kanal üst genişliği ve alan tahminleri elde edilmiştir. Ölçülen ve adım adım hesaplanan debi değişimleri Şekil 12'de verilmektedir.

Burada 1,2,3, 9,10,11 nolu adımlarda ölçülen debi değerinin altındaki 14,25 ile 15,73 m³/s arasındaki değerler bulunurken, 4,5,6,7,8 nolu adımlarda ise bu değerlerin üzerindeki 15,93 ile 17,6 m³/s arasındaki değerler bulunmuştur. Buna göre beklenen en yüksek debi değeri 17,6 m³/s söylenebilir. Ayrıca tüm istasyonlar boyunca on bir adımda hesaplanan değerlerde fazla sapma görülmemektedir.

Derinlik değişimleri ise Şekil 13'de görüldüğü üzere tüm adımlarda yaklaşık olarak hemen hemen aynı noktalarda kesişmektedir. Debideki artışa veya azalmaya göre tüm adımlarda birbirine yaklaşık sonuçlar elde edilmiştir. Derinlikler 0,46-0,98 m arasında değişmektedir.

Model programı sınır koşullarına göre hesaplamalar yaparak Şekil 11'deki azalan ve artan değerleri vermektedir. Kesit alanlar 6,05-20,36 m² arasında değişmektedir. Birinci ve dördüncü istasyonlarda en düşük değerleri alırken sekizinci istasyonda ise maksimum değere ulaşmıştır. Kanal üst genişlikleri Şekil 14'de görüleceği üzere aşağı yukarı ölçülen değerlerle paralellik göstermektedir. Yani ikisi de doğru orantılı olarak değişmektedir. En düşük değerler ikinci ve dördüncü istasyonlarda, en yüksek değerler ise yedinci istasyonda elde edilmiştir. En düşük 16,41 m ve en yüksek 36,48 m bulunmuştur. Tüm adımlar birbirleriyle karşılaştırıldığında birbirine çok yakın değerlerin hesaplandığı grafikte görülmektedir.

Hızlar ise Şekil 15'de görüldüğü üzere ölçüm değerlerine kıyasla çok fazla sapma göstermiştir. Hesaplanan en düşük hız değeri 0,73 m/s ve en yüksek hız değeri de 2,71 m/s olarak elde edilmiştir.

4. İRDELEME VE DEĞERLENDİRME

Doğu Karadeniz Bölgesi akarsuyu olan Solaklı Deresi boyunca belirlenen sekiz istasyonda hız, mesafe, debi, alan, genişlik, derinlik, deniz seviyesinden yükseklik değerleri ölçülmüş ve bu değerler model programında kullanılarak yine hız, mesafe, debi, alan, genişlik, derinlik, deniz seviyesinden yükseklik değerlerindeki değişimler teorik olarak bilgisayarda hesaplatılmıştır.

Derinlik değişimleri ise birinci, ikinci, dördüncü, altıncı ve yedinci istasyonlarda genelde düşük, üçüncü, beşinci ve sekizinci istasyonlarda ise yüksek değerler elde edilmiştir. Bunun nedenini kanal genişliğine bağlayabiliriz. Çünkü kanal ne kadar geniş olursa o oranda sıklık artacaktır. Öte yandan beş, altı, yedi ve sekizinci istasyonlarda şekil 13'de görüldüğü gibi ölçülen değerleri temsil eden eğriyle orantılı değişim elde edilirken, özellikle ilk dört istasyonda önemli derecede sapmalar olmuştur. İlk beş istasyondaki derinlikler 0,7-0,76 m civarında iken, son üç istasyondaki değişim ise 0,43-0,61 m civarında ölçülmüştür. Fakat bir, iki ve dördüncü istasyonlarda tam tersine düşük derinlikler elde edilmiştir. Bu ise debideki artışa göre derinliğin artmadığını gösterir. Çünkü dere yatağı fazla aşınmamış ve yatak kenarlarındaki taşkın sahası da düz ise, debinin artışıyla derinlik fazla artmayacaktır. Yukarıda belirtilen tüm durumlar göz önüne alındığında ilk dört istasyondaki sonuçlar açıklanabilir.

Kesit alanlar ise yağış veya kuraklığa göre değişmektedir. Yani yağışlardan dolayı debi artışına bağlı olarak kesit alan artarken, eğer yağış olmazsa su miktarı azalacağından kesit alan da küçülmüş olur. Bunun yanında kanal yatağının dar veya geniş olmasından kaynaklanabilir. Şöyle ki, dar ve derin kanalın kesit alanı, geniş ve daha sığ bir kanalın kesit alanından küçük olabilir. Örneğin derinliği 2 m ve üst genişliği 15 m olan dikdörtgen kesitli bir kanal ile derinliği 1,5 m ve üst genişliği 25m olan yine dikdörtgen kesitli bir kanal göz önüne alacak olursak, ilk kanalın kesit alanı $2 \times 15 = 30 \text{ m}^2$ iken diğer kanalın kesit alanı $1,5 \times 25 = 37,5 \text{ m}^2$ olabilir. Şekil 11'de meydana gelen sapmaların bu sebeplerden olabileceği söylenebilir.

Tablo 3'te görülen kesit alan değerlerinin birbirine çok yakın olması tamamen tesadüfi olup, asıl neden ölçümlerde karşılaşılan fiziksel zorluklardır. Çünkü derenin dar kesitleri şiddetli akıntıdan dolayı ölçüme izin vermediğinden, mecburi olarak daha geniş

ve az derin olan bölgelerde ölçüm yapılmıştır. Ayrıca ölçüm yapılan kesitlerde tepecikler, büyük kayalar vb. durumların olmamasına dikkat edilmiştir. Eğer dar kesitlerde de ölçüm yapılabilseydi daha farklı değerler ortaya çıkabilirdi.

Hızlarda ilk dört istasyonda hesaplanan değerlere göre belirgin bir sapma tespit edilmektedir. Özellikle birinci ve dördüncü istasyonlarda elde edilen yüksek sonuçlar bunu göstermektedir. Hızların bu derece sapmasının nedeni birinci ve dördüncü istasyonlarda debilerin yüksek, kesit alanların ise küçük hesaplanması olarak gösterilebilir. Bu da gösteriyor ki, derin suda sığ suya göre sürtünme az olduğundan, debi artışıyla beraber daha da derinleşen suyun hızı artacaktır. Aksi durumda sığıktan dolayı fazla sürtünme sebebiyle hızlarda artış olmayacaktır. Dördüncü istasyondan itibaren şekil 15'de görüldüğü üzere daha istikrarlı sonuçlar elde edilmektedir.

Kanal üst genişliğinde ise ölçülen ve hesaplanan değerleri gösteren eğriler birbirleriyle uyum içerisindedir. Buradan yağışlardan dolayı su miktarındaki artış veya tersi durumda kuraklıktan dolayı oluşan azalmaya göre hemen bütün istasyonlarda orantılı bir değişimin olduğu söylenebilir (Şekil 14). Ayrıca debide kanal üst genişliğini artıracak kadar çok büyük bir artış olmadığı da söylenebilir. Zaten debi grafiği de bunu ispatlamaktadır.

Kesit alanlar Şekil 11'de görüleceği üzere, 6-20 m² arasında değişmektedir. Bunun sebebi kanal yatağı yüksekliği, su derinliği, kanal genişliği ve sınır koşulları olarak gösterilebilir.

Dikkat edilirse, ölçülen debi değerleri 15,86 m³/s olarak alınmıştır. Bunun sebebi sürekliliği sağlamak içindir. Ayrıca kütle korunumu söz konusu olduğundan, akarsuya giren ve çıkan su miktarının eşit olması gerekmektedir. Grafikteki eğrilerden elde edilen sonuçlar debinin sınır koşullarına göre arttığı veya azaldığını göstermektedir (Şekil 12).

Deniz seviyesinden yüksekliklerde ise birbirine çok yakın değerler elde edilmiş olup, grafikte üst üste çakışan eğriler oluşmuştur (Şekil 16).

5. SONUÇLAR

Yapılan ölçümler ile bilgisayardan hesaplanan sonuçlar arasında belirgin sapmalar grafiklerde açıkça görülmektedir. Bu sapmalar doğal olarak beklenmiştir. Çünkü program sınır koşullarına göre iterasyon yaptığından dolayı sınır koşulunun büyük veya küçük alınmasına göre hesaplamalarda sapmalar olabilmektedir. Fakat bazı durumlarda aşırı sapmalar görülmüştür. Mesela hızlar 1,5 m/s'nin çok üzerinde hesaplanmıştır. Bu tür sapmaların sebebi ise en başta modelden kaynaklanan faz hataları olabilir. Diğer taraftan $Q = V.A$ denklemine göre debi veya kesit alanın ters orantılı olarak artışı veya azalışından da kaynaklanabilir. Çünkü program hem debiyi hem de kesit alanı iterasyonlarla hesaplamaktadır. Dolayısıyla tüm hesaplamalar birbirine bağlı olduğundan bir parametrenin yanlış hesaplanması diğer parametreleri de olumsuz etkilemektedir.

Diğer olumsuz hususlar ise, çalıştığımız derenin bazı kısımlarda geniş ve sığ bazı kısımlarda ise dar ve derin olması, deredeki yatak geometrisinin çok değişken olması sebebiyle kullanılacak kesit şeklinin belirlenmesinde güçlük çekilmesi, dağ akarsuyu olduğundan gayet vahşi ve eğiminin fazla olması, kanal içerisindeki yatak malzemesinin büyük kaya ve çakıllardan oluşması olarak gösterilebilir. Yatak geometrisinin çok değişken olması, ana yatak malzemesini büyük kaya ve çakılların oluşturması ve eğimin fazla olması en başta hızı etkilemektedir. Dere yatağındaki engeller ve sığılıklar hızı keserken, dar ve derin kanal kesitlerinde fazla eğimden dolayı hızlı akış olmaktadır. Dolayısıyla bu oldukça büyük faz hatalarına sebep olmaktadır. Kesit alanlar, hızlar, debiler, kanal genişlikleri ve derinlikler birbirleriyle bağlantılı şekilde zincirleme hesaplandığından, bu tür olumsuzluklardan kolayca etkilenebilmektedir.

Böyle bir çalışmanın bu bölgede ilk defa yapılmış olması ve konunun Türkiye için çok yeni olması da çalışmayı etkilemiştir. Çünkü model çalışması için çok iyi alt yapı ve tecrübenin olması şarttır. Öte yandan araç ve gereçler için maddi olanakların da iyi olması gerekmektedir. Çalışma sahasının belirlenmesi, hızlı ve koordinasyonlu ilerleme ve en önemlisi sağlıklı sonuçlar elde etmek için saydığımız bu koşulların önemi

büyüktür. Kısacası modeldeki sapmalara bu deneyimsizliğin de sebep olduğu söylenebilir.

Genel olarak bakıldığında debiler 14,25 ile 17,6 m³/s arasında değişim göstermektedir. Biz bu değeri ise 15,86 m³/s olarak ölçmüştük. Eğer bu maksimum ve minimum değişimlere bakılırsa, oldukça iyi bir sonuç elde ettiğimizi söyleyebiliriz. Burada 17,6 m³/s' den daha büyük bir değişme olabilirdi. Bunun sebebi ise o zaman periyodunda aşırı yağışların olmamasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca model kısa bir zaman dilimine göre hesaplama yaptığından, o anki koşullara göre değişik sonuçlar elde edilebilir. Bu koşullar altında elde edilen 17,6 m³/s' lik debi değeri ölçülen 15,86 m³/s değeriyle kıyaslandığında çok fazla bir fark görülmediğinden, debi değerinin çok fazla değişmeyeceği söylenebilir. Ancak bu sonuç yanıltıcı olabilir.

Sonuç olarak, gerek derenin yapısından kaynaklanan olumsuz koşullar gerekse ilk defa yapılan bir çalışma olmasına rağmen yeterli başarının sağlandığı söylenebilir. Ayrıca ilerideki çalışmalara ışık tutacak deneyimler elde edilmiştir ve bu ilk basamak daha kapsamlı çalışmaların kapısını aralayacaktır. Yani çalışma sahası genişleyerek globalleşme sağlanacak ve problemlere daha etkili çözümler getirilebilecektir.

6. ÖNERİLER

Günümüzde karmaşık sistemlerin sistematik bir biçimde tanımlanması, sebep sonuç ilişkilerinin belirlenmesi, pahalı ve zaman alıcı arazi çalışmaları yapmaksızın, alternatif yönetim ve kontrol stratejilerinin etkilerinin saptanması ve sistem davranışlarının değerlendirilmesi gibi amaçlarla kullanılmakta olan matematiksel modellerin gerekliliği ve önemi artık tartışılmazdır. Modellerin kestirimlerinin doğruluğu ; fiziksel gerçeklerin iyi bir şekilde temsil edilip edilmediğine, modelde kullanılan matematiksel yöntemlere ve katsayıların doğruluğuna bağlıdır. Modellemeyi de içeren sistem analizinde, sistem önce bileşenlerine ayrıştırılır (analiz aşaması) sonra anlamlı bir biçimde yeniden birleştirilir (sentez aşaması). Bütün bu aşamaların gerçekleştirilmesinde tam bir ekip çalışması gerekmektedir. Yani çalışma sahasının tespit edilmesi, ölçümlerin yapılması ve modelde kullanılacak diferansiyel denklemin çıkarılmasını çalışmayı başlatan ekip, matematiksel yönünü ise başka bir ekip yaparsa, zaman kazanma ve daha etkili ve doğru sonuçlar elde etmek o derece kolay olacaktır. Bu araştırmada ekip çalışmasının önemi ortaya çıkmıştır ve ilerideki çalışmalar için mutlaka gereklidir.

Diğer taraftan yapılan çalışmaya göre kullanılacak yöntem çok iyi bilinmelidir. Buna bağlı olarak yeterli kaynak araştırması yapılarak alt yapı oluşturulmalıdır. Özellikle Türkiye’de modelleme yeni bir konu olduğundan, herhangi bir projenin gerçekleştirilmesi ve sonuçlarının en iyi şekilde değerlendirilebilmesi için kapsamlı bir araştırma gereklidir. Çünkü, hem konunun yeni olması hem de kaynakların yetersiz olması bu alanda yeni olan bir kişi için oldukça zordur.

İnsan yaşamı için hayati önemi olan suyun niteliğinin korunması amacıyla alınacak önlemlerin etkinlik ve ekonomik tutarlılığının saptanması. bu amaçla yapılacak olan çalışmalar çok geniş kapsamlı olup, sadece dar sınırlı yerel çözümler soruna ışık tutmamakta ve konuya bölge ve su kaynakları planlamasının bir ögesi olarak yaklaşılması gerekmektedir. Dolayısıyla gelecekte yapılacak projeler üniversiteler veya ülkeler düzeyinde ortak çalışmalar şeklinde olursa, bölgesel olarak çok geniş alanları etkileyen problemlere daha akılcı ve hızlı çözümler elde edilecektir. Bu da hem zaman ve maddi kazanç hem de ortak sorumluluk bilinci sağlayacaktır.

7. KAYNAKLAR

1. Abbott, M. B., 1979, Computational Hydraulics, Pitman Publishing Limited, London.
2. Akhtar, W., 1978, Study of Mixing in Natural Streams and Air Agitated Tanks, Thesis Presented to The University of Windsor, Windsor, Ontario, Canada, in Partial Fulfillment of The Requirements for The Degree of Doctor of Philosophy.
3. Amein, M., and Chu, H. L., 1975, Implicit Numerical Modeling of Unsteady Flows, Journal, Hydraulics Division, American Society of Civil Engineers, 101, HY6, 717-731.
4. Amein, M., and Fang, C. S., 1970, Implicit Flood Routing in Natural Channels, Journal, Hydraulics Division, American Society of Civil Engineers, 96, HY12, 2481-2499.
5. Bayazıt, M., 1970, Mühendislik Hidroliği, (Çeviri), İTÜ Kütüphanesi, No.791, İstanbul.
6. Bedford, K.W., Sykes, R.M., and Libicki, C., 1983, Dynamic Advective Water Quality Model for Rivers, Journal of Environmental Engineering , 109, 3, 535-553.
7. Beer, T and Young, P.C., 1983, Longitudinal Dispersion in Natural Streams, J. Envir. Engrg, 109(5), 1049-1067.
8. Beltaos, S., 1980, Longitudinal Dispersion in Rivers, Journal of Hydraulic Division, 106(1), 151-172.
9. Bird, R. B., Stewart, W. E., and Lightfoot, E. N., 1964, Transport Phenomena, John Wiley and Sons, New York.
10. Boran, M., 1995, Trabzon Sahillerinde Çeşitli Kirleticilerin Zamansal ve Alansal Dağılımları, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, s1.

11. Burden, R.L. and Faires, J.D., 1989, Numerical Analysis, 4th ed., PWS-Kent Pub. Co., Boston, MA.
12. Carnahan, B., Luther, H. A., and Wilkes, J. O., 1969, Applied Numerical Methods, John Wiley and Sons, New York.
13. Chandrashekar, M., Muir, L.R. and Unny, T.E., 1975, Numerical Two-Dimensional Flow Model for River Systems, Symposium on Modelling Techniques, 2nd Annual Symposium of The Waterways, Harbours and Coastal Engineering Division of ASCE, American Society of Civil Engineers, San Francisco, California, Volume I, 407-427.
14. Chapman, B.M., 1982, Natural Simulation of The Transport and Speciation of Non-Conservative Chemical Reactions in Rivers, Water Resour. Res., 18(1), 155-167.
15. Elhadi, N., et al., 1984, River Mixing-A State-of-The-Art-Report, Can. J. Civ. Engrg., 11(3), 585-609.
16. Fread, D. L., 1973, Technique for Implicit Dynamic Routing in Rivers with Tributaries, Water Resources Research, 9, 4, 918-925.
17. Fread, D. L., and Smith, C. F., 1978, Calibration Technique for 1-D Unsteady Flow Models, Journal, Hydraulics Division, American Society of Civil Engineers, 104, HY7, 1027-1044.
18. Ger, M., 1976, Deniz Kirlenmesi ve Atık Suların Denize Deşarjı, Jet Yayılması ve Kütle Dengesi Denklemi, Bölüm III / 6, Ulusal Denize Deşarj Kısa Kurs Notları, ODTÜ, Ankara.
19. Gowda, T.P.H., 1984, Water Quality Prediction in Mixing Zones of Rivers, Can. J. Civ. Engrg., 110(4), 751-769.
20. Harden, T.O. and Shen, H.T., 1979, Numerical Simulation of Mixing in Natural Rivers, J. Hydr. Div., 110(4), 393-408.
21. Hishida, M., Nagano, Y. and Tagawa, M., 1986, Transport Processes of Heat and Momentum in the Wall Region of Turbulent Pipe Flow, 8th Intl Symp. on Heat Transfer Conf., San Francisco, California, 3, 925-930.

22. Holly, F.M. and Preissmann, A., 1978, Accurate Calculation of Transport in Two Dimensions, Journal, Hydraulics Division, American Society of Civil Engineers, 103, HY11, 1259-1277.
23. Holly, F.M., 1975, Two-Dimensional Mass Dispersion in Rivers, Hydrology Papers of Colorado State University 78, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
24. Holly, F.M., Jr. and Cunge, J.A., 1975, Prediction of Time Dependent Mass Dispersion in Natural Streams, Proc. Modeling 75, 1127-1137.
25. Holly, F.M., Jr. and Nerat, G., 1983, Field Calibration of Stream-Tube Dispersion Model, J. Hydr. Div., 109(11), 1455-1470.
26. Horiuti, K., 1992, Assessment of Two-Equation Models of Turbulent Passive-Scalar Diffusion in Channel Flow, Journal of Fluid Mechanics, 238, 405-433.
27. Ikeda, S., Parker, G. and Sawai, K., 1981, Bend Theory of River Meanders, Part I, Linear Development, J. Fluid Mech., 112, 363-377.
28. Jha, A.K., Akiyama, J. and Ura, M., 1994, Modeling Unsteady Open-Channel Flows-Modification to Beam and Warming Scheme, Journal of Hydraulic Engineering , 120, 4, 461-476.
29. Kernighan, B.W. and Ritchie, D.M., 1988, The C Programming Language, 2nd ed., Prentiss Hall, Englewood Cliffs, NJ.
30. Knuth, D. E., 1973, Sorting and Searching, The Art of Computer Programming, 3, Addison-Wesley.
31. Kousis, A.D., Saenz, M.A. and Tollis, I.G., 1983, Pollution Routing in Streams, Journal of Environmental Engineering, 109(12), 1636-1651.
32. Lau, Y.L. and Kirshnappan, B.G., 1981, Modelling Transverse Mixing in Natural Streams, J. Hydr. Div., 107(2), 209,226.
33. Lau, Y.L. and Krishnappan, B.G., 1981, Modelling Transverse Mixing in Natural Streams, Journal of Hydraulic Division, Proceedings of American Society of Civil Engineers, 107, HY2, 209-226.

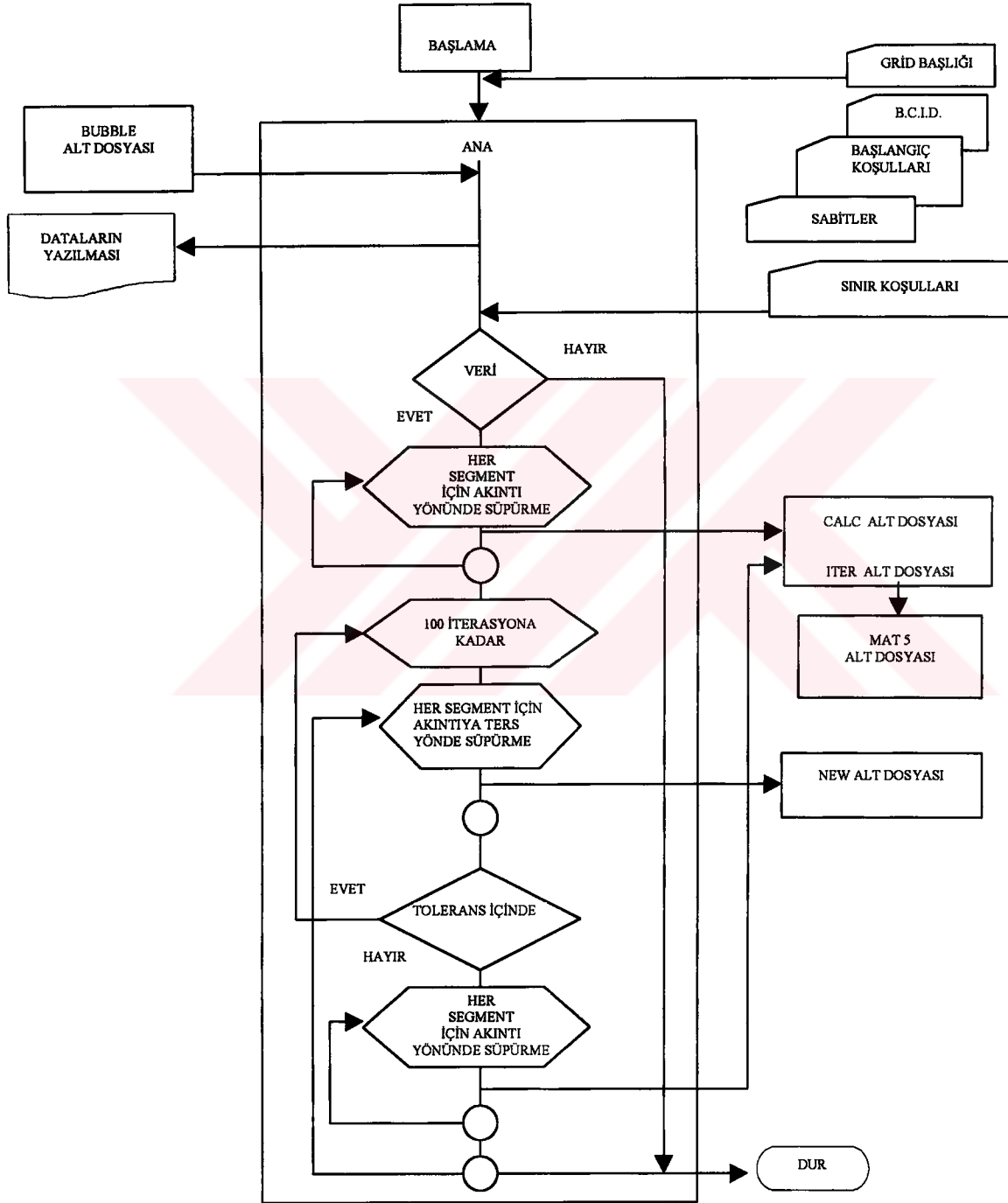
34. Liggett, J. A., 1975, Basic Equations of Unsteady Flow, Chapter 2, Unsteady Flow in Open Channels, K. Mahmood and V. Yevjevitch, eds., Water Resources Publication, Fort Collins, CO.
35. Liggett, J. A., and Cunge, J. A., 1975, Numerical Methods of Solution of the Unsteady Flow Equations, Chapter 4, Unsteady Flow in Open Channels, K. Mahmood and V. Yevjevitch, eds., Water Resources Publication, Fort Collins, CO.
36. Luk, G.K.Y. and Lau, Y.L., 1987, Mathematical Model of Unsteady-State Pollutants Transported in Natural Streams, 23rd IAHR Congress, International Association of Hydraulic Research, 227-232.
37. Luk, G.K.Y., Lau, Y.L. and Watt, W.E., 1990, Two-Dimensional Mixing in Rivers with Unsteady Pollutant Source, Journal of Environmental Engineering, 116, 1, 125-143.
38. Lunder, B.E., 1975, On the Effects of A Gravitational Field on the Turbulent Transport of Heat and Momentum, , Journal of Fluid Mechanic, 67, 569-581.
39. Lyn, D.A. and Goodwin, P., 1987, Stability of A General Preissman Scheme, Journal, Hydraulics Division, American Society of Civil Engineers, 113, 1, 16-28.
40. Matter, W., Hudson, P., Nestler, J., and Saul, G., 1983, Movement, Transport, and Scour of Particulate Organic Matter and Aquatic Invertebrates Downstream from a Peaking Hydropower Project, Technical Report E-83-12, US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
41. McBride, G.B. and Rutherford, J.C., 1984, Accurate Modeling of River Pollutant Transport, Journal of Environmental Engineering, 110,4, 808-827.
42. McCorquodale, J.A. and et al., 1983, Transport of Pollutants in Natural Streams, Can. J. Civ. Engrg., 10(1), 9-17.
43. Nagono, Y. and Kim, C., 1988, A Two-Equation Model for Heat Transport in Wall Turbulent Shear Flows, J. Heat Transfer, 110, 583-589.

44. Odgaard, A.J., 1989, River-Meander Model, Journal of Hydraulic Engineering, 115, 11, 1433-1464.
45. Onishi, Y., 1981, Sediment-Contaminant Transport Model, J. Hydr. Div., 107(9), 1089,1107.
46. Özkan, S., 1986, İki Boyutlu Navier-Stokes Denklemlerinin Sayısal Çözümü, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, s6.
47. Prandle, D. and Crookshank, N. L., 1972, Numerical Model Studies of the St. Lawrence River, National Research Council , N.R.C. Report No. MH109, Ottawa, Canada, 2291-2302.
48. Prasuhn, A. L., 1980, Fundamentals of Fluid Mechanics, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 07632 U.S.A.
49. Preissmann, A., 1961, Propagation des Intumescences dans les Canaux et Rivieres," First Congress of the Calculation Society of France, Grenoble, 433-442.
50. Rogers, M.M., Mansour, N.N. and Reynolds, W.C., 1989, An Algebraic Model for the Turbulent Flux of A Passive Scalar, Journal of Fluid Mechanic, 203, 77-101.
51. Sayre, W.W., 1973, Natural Mixing Processes in Rivers, Environmental Impact on Rivers, H.W. Shen, ed., H.W. Shen, Fort Collins, Colo., 6-1-6-10.
52. Siemons, J., 1970, Numerical Methods for The Solution of Diffusion-Advection Equations, Report 88, Delft Hydr. Lab., Delft, The Netherlands.
53. Somlyody, L., 1982, An Approach to The Study of Transverse Mixing in Streams, J. Hydr. Res., 20(2), 203-220.
54. Stone, H.L. and Brain, P.L.T., 1963, Numerical Solution of Convective Transport Problems, American Institute of Chemical Engineering Journal, 9, 681-688.
55. Streeter, V., and Wylie, E. B, 1979, Fluid Mechanics, McGraw-Hill, New York.

56. Terragni, F. and Salomone, R., 1980, A Provisional Model for Reno River Water Quality, Proc. 2nd Int. Conf. on the State-of-the-Art in Ecological Modeling, International Society for Ecological Modeling, 539-554.
57. USLU, B. ve TÜRKMEN, A., 1987, Su Kirliliği ve Kontrolü, T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları, Eğitim Dizisi, Ankara.
58. Uz, E. ve Akdeniz, C., 1986, Açık Kanallarda ve Kapalı Borularda Debi Ölçme Yöntemleri, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 58s.
59. Valentine, E.M. and Wood, I.R., 1977, Longitudinal Dispersion with Dead Zones, Journal of Hydraulic Division, 103(9), 975-990.
60. Verboom, G.K., 1974, Transverse Mixing in Rivers; A Numerical Approach, Report 177, Delft Hydr. Lab., Delft, The Netherlands.
61. Verboom, G.K., 1975, The Advection-Dispersion Equation for An Anisotropic Medium Solved by Fractional-Step Methods, Mathematical Models for Environmental Problems (Proc. Int. Conf.), University of Southampton, 299-312.
62. Yoshizawa, A., 1988, Statistical Modelling of Passive-Scalar Diffusion in Turbulent Shear Flow, Journal of Fluid Mechanics, 195, 541-555.
63. Yotsukura, N. and Sayre, W.W., 1976, Transverse Mixing in Streams, Water Resour. Res., 12(4), 695-704.

8. EKLER

Ek 1. RIV1H Akış Diyagramı



Ek 2. RIV1H Hidrodinamik Kod Listesi

```

C *****
C                               CE-QUAL-RIV1, VERSION 2                               *
C                               RIV1H CODE - HYDRODYNAMIC MODEL                       *
C                               JULY, 1995                                           *
C                                                                                     *
C                               CE-QUAL-RIV1H was originally developed by Ohio State   *
C                               University, Bedford, Sykes, and Libicki               *
C                                                                                     *
C                               and later modified by                                 *
C                               M. Dortch and T. Schneider                           *
C                               Water Quality and Contaminant Modeling Branch        *
C                               Environmental Laboratory                               *
C                               USAE Waterways Experiment Station                     *
C                               Vicksburg, Mississippi, and                          *
C                               D. M. Griffin, Jr.                                   *
C                               Louisiana Tech University                             *
C                               Ruston, Louisiana                                     *
C                                                                                     *
C                               This version has been further modified by:           *
C                                                                                     *
C                               Tim Wool and James Martin                             *
C                               AS&I Corporation                                     *
C                               Athens, Georgia                                       *
C                                                                                     *
C *****
C
C PROGRAM RIV1H
C
C REAL KE1
C INTEGER ORDER, FEEDS
C
C INCLUDE 'RIV1H.CMN'
C
C CHARACTER*6 XSCODE(IND1)
C
C CHARACTER MONTH*9
C INTEGER SYEAR, SMONTH, SDAY, EYEAR, EMONTH, EDAY
C
C CHARACTER*30 RIVPATH
C
C CHARACTER*12 FILES(30), MESSFIL
C
C LOGICAL CTRL
C
C COMMON/ABLOCK/ MTIME, NS, TITLE, MNODE
C
C COMMON/XSDATA/ IXS, HXS(MAXXS), AXS(MAXXS), BXS(MAXXS)
C
C DIMENSION DX1(IND1), Q(IND1), A(IND1), B(IND1), I3(IND1),
C .          C1(IND1), C2(IND1), C3(IND1), H(IND1), EL(IND1),
C .          QL(IND1), QLC(IND1), QLT(IND1), CN1(IND1),
C .          KE1(IND1), R(IND3), AA(IND2), XC(IND1), XM(IND1),
C .          RMILE(IND1), C(IND3), LIB(IBRAN), ID(IBRAN),
C .          NODE1(IBRAN), NNODE(IBRAN), FEEDS(IBRAN),

```


Ek 2'nin devamı

```

.         ORDER(IBRAN), JNODE(IBRAN), JBCU(IBRAN), JBCD(IBRAN),
.         BCU(IBRAN), BCD(IBRAN), JT(IBRAN), COSP(IBRAN),
.         IT0(IBRAN), IT1(IBRAN), IT2(IBRAN), T(4,IBRAN),
.         IBC(IBRAN+1), BC(IBRAN+1), Z(IND1), XMAN(IND1),
.         DNDH(IND1), AX(IND1), IXSA(IND1), IXSB(IND1), DBDH(IND1)

        DIMENSION TPRNT(50), TPR(50)

C *****
C         200 update intervals, 12 boundary conditions
C *****

        CHARACTER*1 BTU,BTD
        CHARACTER*40 SNAME(IBRAN)
        CHARACTER*80 TITLE
        DATA GR/32.174/,THETA/0.55/,TOLER/0.001/,BETA/1.0/,IPRINT/1/
        IFIRST = 0

C
        OPEN(UNIT=1, FILE='RIV1H.CTL', IOSTAT=ISTAT, STATUS='OLD')
        IF (ISTAT .NE. 0) THEN
9000         WRITE(6,6000)
6000         FORMAT(' RIV1H Control File Not Found ')
                STOP
                ENDIF

C
        READ (1,5000) INFIL
        READ (1,5000) LATFIL
        READ (1,5000) XSFILE
5000        FORMAT(15X,A12)

        DO 101 I = 1, 12
                IF (INFIL (I:I) .EQ. '.') GO TO 102

                OUTFIL (I:I) = INFIL (I:I)
                HYDFIL (I:I) = INFIL (I:I)
                DMPFIL (I:I) = INFIL (I:I)
                ERRFIL (I:I) = INFIL (I:I)

                GO TO 101
102         CONTINUE
                OUTFIL (I:I + 3) = '.OUT'
                HYDFIL (I:I + 3) = '.HYD'
                DMPFIL (I:I + 3) = '.HDF'
                ERRFIL (I:I + 3) = '.ERR'

                GO TO 103
101        CONTINUE
103        CONTINUE

C *****
C         Model results are written to File 6 and File 8.
C         Diagnostics are written to File 7.
C *****

        OPEN (UNIT=INPUT, FILE= INFIL ,STATUS='OLD')
        OPEN (UNIT=OUT, FILE= OUTFIL ,STATUS='UNKNOWN')
        OPEN (UNIT=HYD, FILE= HYDFIL ,FORM='UNFORMATTED', STATUS='UNKNOWN')
        OPEN (UNIT=RIVDMP, FILE= DMPFIL ,STATUS='UNKNOWN')
        OPEN (UNIT=NERRFIL, FILE= ERRFIL ,STATUS='UNKNOWN')

```

Ek 2'nin devamı

```

C *****
C      2)  Read Input File
C *****
C      A)  Read All Global Information
C *****

C
  READ(INPUT,10)TITLE
10 FORMAT(A80)
  WRITE(OUT,*)TITLE
  READ(INPUT,*)MNODE,SYEAR,SMONTH,SDAY,SHR,
  .           EYEAR,EMONTH,EDAY,EHOUR,NS
  . CALL JULIAN_DATE(STARTTIME,ENDTIME,SYEAR,SMONTH,SDAY,SHR,
  .           EYEAR,EMONTH,EDAY,EHOUR)
  TNXTVD= STARTTIME

  WRITE(OUT,300)MNODE,NS
  WRITE(OUT,310) SYEAR,SMONTH,SDAY,SHR,STARTTIME
  WRITE(OUT,320) EYEAR,EMONTH,EDAY,EHOUR,ENDTIME

C
C      MNODE = IND1 = Number of nodes I the system
C      MTIME = Number of timesteps
C      NS = Number of river segments
C *****

  READ(INPUT,*)BETA,GR,RMILE0,THETA,TOLER,IQL,IXS

  WRITE(OUT,330)BETA,GR,IPRINT,RMILE0,THETA,TOLER

C      Read Print Interval Information
C *****
  .
  READ(INPUT,*) NP
  WRITE(OUT,340) NP
  READ(INPUT,*) (TPRNT(I),TPR(I),I=1,NP)
  WRITE(OUT,350) (TPRNT(I),TPR(I),I=1,NP)

C
C      Initialize Counters for Printing
C *****

  TDUM = 0.
  IPRINT = 1
  TPRINT = TPRNT(IPRINT)

C      Initialize Lateral Flows
C *****

  DO I=1,MNODE
    QL(I) = 0.
    QLC(I) = 0.
    QLT(I) = 0.
  END DO

C      Determine Name and Open Lateral Inflow File
C *****

```

Ek 2'nin devamı

```

IF(IQL.GE.1)OPEN (UNIT=LAT,FILE= LATFIL ,STATUS='OLD')

C Determine Name and Open X-Section File
C *****

IF (IXS.GE.1)THEN

C
C C) If X-Section Data to be Read From a File (IXS >=1),
C Determine Files and Open
C *****
C
OPEN (UNIT=FXSEC,FILE= XSFILE ,STATUS='OLD')
ENDIF

M2 = 0

C D) Within the "DO 1" loop below, the segment and initial condition
C cards are read for each segment, boundary conditions are
established
C for each segment, and each segment is checked to see if it is a
C tributary.
C *****
C

DO 1 L=1,NS
NODE1(L) = M2+1

C 1) Read the segment card
C *****
C
READ(INPUT,2) ID(L),SNAME(L),NNODE(L),FEEDS(L),JNODE(L),
. BTU,BCU(L),BTD,BCD(L),COSP(L)
2 FORMAT(I2,A40,3I3,2(A1,F8.0),F8.0)

WRITE(OUT,360) ID(L),SNAME(L),NNODE(L),FEEDS(L),JNODE(L),
. BTU,BCU(L),BTD,BCD(L),COSP(L)

C NNODE(L) = Number of Nodes in Segment Number 1
C *****

C 2) Parse the segment card. Establish type of boundary conditions.
C *****

LIB(L)=1
IF(BTU.EQ.'Q')LIB(L) = 4
IF(BTD.EQ.'Q')LIB(L) = LIB(L)+1
IF(BTD.EQ.'R')LIB(L) = LIB(L)+2

C 3) Check to see if this segment is a tributary
C *****

IF(JNODE(L).EQ.0)GO TO 4
COSP(L) = COS(0.0174533*COSP(L))
IF(LIB(L).LE.3)GO TO 5
LIB(L) = 4
GO TO 4
5 LIB(L) = 1

```

Ek 2'nin devamı

```

4    CONTINUE

      M1 = NODE1(L)
      M2 = M1+NNODE(L)-1

C      4) Read initial conditions cards - m1 and m2 correspond to the
C      node numbers of the first and last nodes in each segment. Nodes
C      are read consecutively, the first node being 1 and incremented by
C      1 until the last node is read. Nodes are read one segment at a
C      time.
C      M1 and M2 are updated each time a new segment is read by the
C      "do 1" loop above
C *****

      DO 7 I=M1,M2
        READ(INPUT,20) DX1(I),Q(I),H(I),QLC(I),EL(I),XSCODE(I),C2(I),
          .           C3(I),CN1(I),KE1(I),AX(I),DNDH(I)

          WRITE(OUT,370) DX1(I),Q(I),H(I),QLC(I),EL(I),XSCODE(I),C2(I),
            .           C3(I),CN1(I),KE1(I),AX(I),DNDH(I)

7    CONTINUE

1    CONTINUE

C      E) Read the boundary conditions id card and get initial time varying
C      data
C *****
***

      DO 26 L=1,NS+1
26   IBC(L) = 0

      READ(INPUT,*) IBC

C      F) Unscramble references
C *****

      DO 31 L=1,NS
        JBCU(L) = 0
        JBCD(L) = 0
        DO 31 M=1,NS
          IF(FEEDS(L).EQ.ID(M)) FEEDS(L) = M
31   CONTINUE

      NBC = 0
      DO 29 L=1,NS+1
        IF(IBC(L).EQ.0) GO TO 24
        NBC =NBC+1
        DO 25 M=1,NS
          IF(IBC(L).EQ.ID(M)) IBC(L) = M
          IF(IBC(L).EQ.-ID(M)) IBC(L) = -M
25   CONTINUE

```

Ek 2'nin devamı

29 CONTINUE

24 CONTINUE

C G) Construct cross-reference boundary conditions directory

C *****

IF(NBC.LE.0)GO TO 33

DO 32 L=1,NBC
IF(IBC(L))28,32,2728 JBCD(-IBC(L)) = L
GO TO 3227 JBCU(IBC(L)) = L
32 CONTINUE

33 CONTINUE

C H) Establish an "upstream" ordering of the segments

C *****

DO 42 I=1,NS
ORDER(I) = 0
IT1(I) = 0
IT0(I) = 0

C *****

IT2(I) = 0
IF(FEEDS(I).NE.0)GO TO 42
ORDER(1) = I

42 CONTINUE

L = 1
IT = 0DO 44 I=1,NS
M = ORDER(I)
DO 44 J=1,NS
IF(FEEDS(J).NE.M)GO TO 44
L = L+1
ORDER(L) = J
IF(JNODE(J).GT.0)GO TO 39
JBCU(M) = -(NODE1(J)+NNODE(J)-1)
IF(LIB(M).LE.3)LIB(M) = LIB(M)+3
GO TO 3839 IT = IT+1
IF(IT1(M).EQ.0)IT1(M) = IT
JT(IT) = JNODE(J)
IT2(M) = IT
IT0(J) = IT
JBCD(J) = -(NODE1(M)+JNODE(J)-1)

38 IF(L.EQ.NS)GO TO 43

Ek 2'nin devamı

```

44     CONTINUE

43     CONTINUE

      IF(NS.GT.2)CALL BUBBLE(IT0,IT1,IT2,JT,NS)

C      I) Read in the surveyed cross-section data, if present
C *****
      CALL READXS(XSCODE, IXSA, IXSB, MNODE)
C *****

C      IXSA and IXSB are pointers into a cross-section table.
C      If they are both positive, then C1 serves as the linear
C      interpolation factor between the two values pointed to.
C      (remember, for this scheme to work, every section of the
C      cross-section table must be bounded above and below by
C      hxs = 0, i.e., the first x-y pair for a x-section must be
C      0,0). If only IXSA is positive, then that node is associated
C      with a single surveyed cross-section and no interpolation is
C      required.
C *****

C      The "DO 67" loop carried out for each segment independently
C      first sweep downstream
C *****

      DO 67 L = 1, NS
        M1 = NODE1(L)
        M2 = M1+NNODE(L)-1
        IXS = 0
        DO 68 I = M1, M2
          IF (IXSA(I) .GT. 0) THEN
            D = DX1(I)
            IXS = IXSA(I)
          ELSE
            C1(I) = D
            D = D + DX1(I)
          ENDIF
        IXSA(I) = IXS
68     CONTINUE

C ***** Then sweep upstream
C *****

      IXS = 0
      DO 69 I = M2, M1, -1
        IF (IXSB(I) .GT. 0) THEN
          D = 0.
          IXS = IXSB(I)
        ELSE IF (IXS .GT. 0) THEN
          D = D + DX1(I)
          C1(I) = C1(I)/(C1(I) + D)
        ENDIF
        IXSB(I) = IXS
69     CONTINUE

```

Ek 2'nin devamı

67 CONTINUE

***** END "DO 67" LOOP

***** Transform initial stages into initial cross-sectional areas
 ***** And channel top-widths. C3<0 is the signal that an ellipsoid
 ***** Cross-section is indicated.

C *****
 C *****

C Manning's n, originally input as CN1(I) is redefined as
 C XMAN(I). CN1(I) is then redefined to be "CN1(I)**2/2.2*gr" for
 C later use. Z(I) is set equal to the bottom elevation,
 C originally input as EL(I), EL(I) is then redefined as the
 C W.S.E. = H(I) + EL(I), where H(I) is the computed water depth.
 C *****

DO 70 I=1,MNODE

XMAN(I)=CN1(I)
 CN1(I) = CN1(I)**2/2.2*GR
 Z(I) = EL(I)
 EL(I) = H(I)+EL(I)

IF ((IXSA(I) .EQ. 0 .AND. IXSB(I) .EQ. 0) .OR.
 . (IXSA(I) .NE. IXSB(I) .AND.
 . XSCODE(I) .NE. ' ')) THEN

READ(XSCODE(I), '(F6.0)') C1(I)
 IXSA(I) = 0
 IXSB(I) = 0

ELSE IF (IXSA(I) .EQ. 0) THEN
 IXSA(I) = IXSB(I)
 IXSB(I) = 0

ELSEIF (IXSA(I) .EQ. IXSB(I)) THEN
 IXSB(I) = 0
 ENDIF

IF (IXSA(I) .GT. 0) THEN
 IF (IXSB(I) .GT. 0) THEN
 CALL AFROMH2(H(I), A(I), B(I), DBDH(I), IXSA(I),
 IXSB(I), C1(I))
 ELSE
 CALL AFROMH(H(I), A(I), B(I), DBDH(I), IXSA(I))
 ENDIF
 ELSE

C ***** N O T E

C * Transform initial stages into initial cross-sectional areas and
 C * channel top-widths. C3<0 is the signal that an ellipsoid cross-
 C * section is indicated.

C *****

IF(C3(I).LT.0.0) GO TO 60
 IF(AINT(C3(I)).EQ.C3(I))GO TO 65
 I3(I) = 0
 A(I)=C1(I)*H(I)+C2(I)*H(I)**C3(I)

Ek 2'nin devamı

```

      B(I)=C1(I)+C2(I)*C3(I)*H(I)**(C3(I)-1.)
      DBDH(I)=C2(I)*C3(I)*(C3(I)-1.)*H(I)**(C3(I)-2.)
      GO TO 70

65      I3(I) = C3(I)
      A(I)=C1(I)*H(I)+C2(I)*H(I)**I3(I)
      B(I)=C1(I)+C2(I)*C3(I)*H(I)**(I3(I)-1)
      DBDH(I)=C2(I)*C3(I)*(C3(I)-1.)*H(I)**(I3(I)-2.)
      GO TO 70

60      I3(I) = -1
      B(I)=2.*C2(I)/C1(I)*SQRT((2.*C1(I)-H(I))*H(I))
      A(I)=C1(I)*C2(I)*ACOS(1.-H(I)/C1(I))-B(I)*(C1(I)-H(I))/2.
      DBDH(I)=4.*(C2(I)/C1(I))**2*(C1(I)-H(I))/B(I)
      ENDIF

70 CONTINUE

C      Calculate river mile for each point in the network
C *****

      DO 49 LL=1,NS
      L = ORDER(LL)
      M1 = NODE1(L)+1
      M2 = NNODE(L)+M1-2
      IF(LL.GT.1)GO TO 51
      RMILE(M2) = RMILE0
      GO TO 52

51      IF(JNODE(L).GT.0)GO TO 53
      LJ = FEEDS(L)
      MJ = NODE1(LJ)
      RMILE(M2) = RMILE(MJ)
      GO TO 52

53      RMILE(M2) = 0.

52      CONTINUE
      DO 54 II=M1,M2
      I = M1+M2-II
      RMILE(I-1) = RMILE(I)+DX1(I-1)/5280.

54      CONTINUE
49 CONTINUE

C      Write out initial data for use in RIV1Q Program
C *****

      WRITE (HYD)MNODE, STARTTIME, ENDTIME, SYEAR, NS
      DO 1000 I =1,NS
      WRITE (HYD) JT(I), ITO(I), IT1(I), IT2(I), ORDER(I), NNODE(I),
      .      NODE1(I), ID(I), JBCU(I)
1000 CONTINUE

      DO 1010 I =1,MNODE
      WRITE (HYD) DX1(I), QLC(I), RMILE(I)
1010 CONTINUE

```


Ek 2'nin devamı

```

G2 = GR/2.

ITIME = 0
ELAPSE = STARTTIME

CALL GREGORIAN_DATE(ELAPSE,SYEAR,MONTH,IDAY,HOURL)

CALL TIME_VARYING_DATA (ELAPSE,SYEAR,TNXTVD,NBC,DT,BC,IQL,QLT)

DO 1031 I=1,MNODE
  IF(IQL.GE.1)THEN
    QL(I) = QLC(I)+QLT(I)
  ELSE
    QL(I) = QLC(I)
  END IF
1031 CONTINUE

C   3) BEGIN TIME MARCH LOOP
C   IT ENDS WITH GO TO 80 STATEMENT AT END OF LOOP
C *****

      80 CONTINUE

C *****
C   The tolerance test within a timestep is carried out by
C   first computing the "Euclidian Norm" for the flow and
C   area vectors for the entire system. This value is multiplied
C   by the "tol" input parameter and divided by the number of
C   nodes in the system. The resulting parameters are called
C   rmsq and rmsa. The largest departure for every q and a in
C   the system, within a timestep, must be less than the value
C   of the corresponding tolerance parameter. If not, the code
C   cycles thru another iteration.
C *****

C   A) Calculate root mean square Q & H for tolerance test
C *****
C
      RMSQ = 0.
      RMSA = 0.

      DO 66 I=1,MNODE
        RMSQ = RMSQ+Q(I)*Q(I)
        RMSA = RMSA+A(I)*A(I)
      66 CONTINUE

      RMSQ = TOLER*SQRT(RMSQ)/FLOAT(mnode)
      RMSA = TOLER*SQRT(RMSA)/FLOAT(mnode)

C   B) Write out the previous timestep's data
C *****

      IF(TDUM.GE.TPRINT.OR.TDUM.EQ.0.) THEN
        WRITE(OUT,110)TITLE
        WRITE(OUT,125)DT

```

Ek 2'nin devamı

```

      DO 81 L=1,NS
        WRITE(OUT,115)L
        WRITE(OUT,120)SYEAR,MONTH,IDAY,HOURL,ITIME,ID(L),SNAME(L)
        WRITE(OUT,126)BCU(L),BCD(L)
        WRITE(OUT,130)
        M = NODE1(L)-1
        M2 = NNODE(L)
        WRITE(OUT,140)(I,RMILE(I+M),Q(I+M),A(I+M),B(I+M),H(I+M),
          .           EL(I+M),XMAN(I+M),I=1,M2)
81    CONTINUE

      CALL RIVDU(MNODE,DX1(1),RMILE(1),Q(1),QLC(1),QLT(1)
        .           ,A(1),B(1),EL(1),XMAN(1))

      TDUM = 0.
      END IF

      TDUM = TDUM + DT/3600. +0.00001

C     C) Write to output file for RIV1Q Program
C *****

      WRITE(HYD)DT

      DO 1020 I = 1, MNODE
        WRITE(HYD)Q(I),QLT(I),A(I),B(I),EL(I)
1020 CONTINUE

C     D) Check Courant No. If greater than 1.0, print to error file.
C     Courant No. Greater than 1.0 will cause the RIV1Q code to
C     become unstable
C *****

      MNM1 = MNODE - 1

      DO 683 IK = 2, MNM1
        COURANT = ( Q(IK) * DT ) / ( DX1(IK) * A(IK) )
        IF ( COURANT .GT. .99 ) WRITE(NERRFIL,684) IK, ELAPSE, COURANT
683 CONTINUE

684 FORMAT (10X, 'Node ', I3, 10X, 'Elapse = ', F10.6,
        . 5X, 'Courant No = ', F6.2 )

      ITIME=ITIME+1

C     E) Update times and stop if time is greater than the endtime
C *****

      ELAPSE=ELAPSE+DT/86400.
      IF(ELAPSE.GT.TPR(IPRINT).AND.NP.GT.1)THEN
        IPRINT=IPRINT+1
        TPRINT=TPRNT(IPRINT)
      END IF

      IF(ELAPSE.GE.ENDTIME) STOP

      CALL GREGORIAN_DATE(ELAPSE,SYEAR,MONTH,IDAY,HOURL)

```

Ek 2'nin devamı

```

C      F) Update time varying data
C *****

      IF (ELAPSE.GE.TNXTVD)
      .   CALL TIME_VARYING_DATA (ELAPSE,SYEAR,TNXTVD,NBC,DT,BC,IQL,QLT)

      DO 1030 I=1,MNODE
      .   IF(IQL.GE.1)THEN
      .     QL(I) = QLC(I)+QLT(I)
      .   ELSE
      .     QL(I) = QLC(I)
      .   END IF
1030 CONTINUE

C *****
C      Variable Manning's n Values:
C      Manning's n is allowed to vary in accordance with a linear
C      relationship between n and the DEPTH H in the X-section.
C      AX(I) is the value of n when the DEPTH is 0.0. The rate of
C      change of n with DEPTH, DNDH, is the coefficient of H. The
C      user is alerted if n drops below zero and n is reset to 0.01.
C      WARNING! The basic equations have been modified to allow only for
C      linear variation of n with depth. If the user contemplates other
C      relationships, the equations must be modified accordingly.
C *****

      DO 165 I=1,MNODE
      .   IF(AX(I).NE.0.0.AND.DNDH(I).NE.0.0)THEN
      .     XMAN(I)=AX(I) - DNDH(I)*H(I)
      .     IF(XMAN(I).LE.0.01)THEN
      .       WRITE(NERRFIL,177)I
177      .       FORMAT('Value for XMAN at Node I =',I9,
      .         ' is < 0.01. it has been RESET to 0.01')
      .       XMAN(I)=0.01
      .     END IF
      .     CN1(I)=XMAN(I)**2*GR/2.2
      .   END IF
165 CONTINUE

C      G) CALLING SUBROUTINES
C *****

      DO 400 LL=1,NS
      .   L = ORDER(NS-LL+1)
      .   M = NODE1(L)
      .   M1 = NNODE(L)
      .   M2 = 2*M-1
      .   IF(JBCU(L))401,402,403

401      .   JJ = -JBCU(L)
      .   BCU(L) = Q(JJ)
      .   GO TO 402

403      .   JJ = JBCU(L)
      .   BCU(L) = BC(JJ)

402      .   IF(JBCD(L))404,405,406

```

Ek 2'nin devamı

```

404   JJ = -JBCD(L)
      BCD(L) = EL(JJ) - EL(M+M1-1) + H(M+M1-1)
      GO TO 405

406   JJ = JBCD(L)
      BCD(L) = BC(JJ)

405   CALL CALC(THETA, DT, DX1(M), Q(M), A(M), B(M), I3(M), C1(M), C2(M),
.       C3(M), H(M), EL(M), QL(M), G2, CN1(M), KE1(M), XC(M), XM(M),
.       C(M2), R(M2), AA, LIB(L), BCU(L), BCD(L), COSP(L), BETA,
.       IT0(L), IT1(L), IT2(L), JT, T, M1, 10*(M1-1), 2*M1, NS,
.       ID(L), XMAN(M), DNDH(M), IXSA(M), IXSB(M), DBDH(M))

400 CONTINUE

C
C   The "DO 180" loop iterates to find a set of qs and as which will
C   satisfy the basic equations within the tolerance specified by the
C   tolerance parameter
C *****
C
      DO 180 K=1, 50

C   Sweep upstream
C *****

      DO 407 LL=1, NS
        L = ORDER(LL)
        M = NODE1(L)
        M1 = NNODE(L)
        M2 = 2*M-1
        CALL NEW(R(M2), Q(M), A(M), B(M), H(M), EL(M), I3(M), C1(M), C2(M),
.           C3(M), C(M2), IT0(L), IT1(L), IT2(L), JT, T, M1, 2*M1, NS,
.           Z(M), IXSA(M), IXSB(M), DBDH(M))
407 CONTINUE

C   H) Check each of the computed departures for Q and A. If any is
larger
C   than the computed tolerance for each, go for another iteration,
C   a Maximum of 50.
C *****

      DO 160 I=1, MNODE
        IF(ABS(R(2*I-1)).GT.RMSQ.OR.ABS(R(2*I)).GT.RMSA) GO TO 170
160 CONTINUE

C
C   At this point, flows and water depths for a single timestep have
C   been computed. Computations for the next timestep are begun at
C   statement 80 above, where the time march begins.
C *****
C
      GO TO 80

170 CONTINUE

```

Ek 2'nin devamı

C To examine node at which non-convergence is occurring, the
 C following line has been added to the code as a diagnostic.
 C *****

```

    IF(K.GE.25) THEN
      WRITE(NERRFIL,*) 'Z(I)= ',Z(I),' ELAPSE= ',ELAPSE,
        ' TOLER TST'
      WRITE(NERRFIL,*) 'ABS(R(2*I-1))= ',ABS(R(2*I-1)),
        ' RMSQ= ',RMSQ
      WRITE(NERRFIL,*) 'ABS(R(2*I)= ',ABS(R(2*I)), ' RMSA= ',RMSA
    END IF
  
```

C
 C This loop is identical to the "DO 165" loop above. It recomputes
 C Manning's n and CN1(I) using new H(I) values, within a timestep.
 C *****
 C

```

    DO 166 I=1,MNODE
      IF(AX(I).NE.0.0.AND.DNDH(I).NE.0.0) THEN
        XMAN(I)=AX(I) - DNDH(I)*H(I)
        IF(XMAN(I).LE.0.01) THEN
          WRITE(NERRFIL,177) I
          XMAN(I)=0.01
        END IF
        CN1(I)=XMAN(I)**2*GR/2.2
      END IF
166 CONTINUE
  
```

C
 C The "DO 408" loop resets boundary conditions, recomputes Manning's n
 C for corrected flows and solves the system of equations for
 C new departures.
 C *****
 C

```

    DO 408 LL=1,NS
      L = ORDER(NS-LL+1)
      M = NODE1(L)
      M1 = NNODE(L)
      M2 = 2*M-1
      IF(JBCU(L).GE.0) GO TO 409
      JJ = -JBCU(L)
      BCU(L) = Q(JJ)

409 IF(JBCD(L).GE.0) GO TO 410
      JJ = -JBCD(L)
      BCD(L) = EL(JJ)-EL(M+M1-1)+H(M+M1-1)
410 CALL ITER(THETA,DT,DX1(M),Q(M),A(M),B(M),I3(M),C1(M),C2(M),
      C3(M),H(M),EL(M),QL(M),G2,CN1(M),KE1(M),XC(M),XM(M),
      C(M2),R(M2),AA,LIB(L),BCU(L),BCD(L),COSP(L),BETA,
      IT0(L),IT1(L),IT2(L),JT,T,M1,10*(M1-1),2*M1,NS,ID(L),
      XMAN(M),DNDH(M),IXSA(M),IXSB(M),DBDH(M))
408 CONTINUE

180 CONTINUE

      WRITE(OUT,190)
  
```

Ek 2'nin devamı

```

STOP 'Failed to Converge'
200 CONTINUE
STOP
20 FORMAT(5F6.0,A6,6F6.0)
110 FORMAT(1H1,/,/,1X,A80)
115 FORMAT(/,' OUTPUT FOR SEGMENT NO. ',I5)
120 FORMAT(1X,'Time: Year =',I4,',Month= ',A9,',Day',I4,',Hour =',
.      F8.4, ' Step= ',I5,' Segment=',I3,' ',A40)
125 FORMAT(1X, 'TIME STEP (sec) = ',F8.2)
126 FORMAT( ' Upstream Boundary ',F8.3,
.      ' Downstream Boundary =',F8.3)
130 FORMAT(1X,T7,'River',7X,' Flow ',7X,' Area ',7X,' Width ',
.      7X,' Depth ',7X,' WSEL',10X,'Mannings n',/,
.      ' ',T8,'Mile',7X,' (cfs) ',7X,' (sq ft)',7X,' (Feet) ',
.      7X,' (Feet) ',7X,' (Feet) ')
140 FORMAT(1X,I2,F9.2,6F15.3)
190 FORMAT('The Iteration has FAILED to CONVERGE in 50 steps. Run',
.      ' Aborted')
300 FORMAT(1X,'NUMBER OF NODES = ',I5,' NUMBER OF SEGMENTS = ',I5)
310 FORMAT(/,' STARTIME: YEAR =',I4,',MONTH= ',I4,',DAY',I4,',HOOR =',
.      F8.4, ' JULIAN DAY = ',F8.3)
320 FORMAT(' END TIME: YEAR =',I4,',MONTH= ',I4,',DAY',I4,',HOOR =',
.      F8.4, ' JULIAN DAY = ',F8.3)
330 FORMAT(/,
.      ' BETA = ',F8.2,/,
.      ' GR = ',F8.2,/,
.      ' IPRINT = ',I8,/,
.      ' RMILE0 = ',F8.2,/,
.      ' THETA = ',F8.2,/,
.      ' TOLER = ',F8.4)
340 FORMAT(/,' NUMBER OF PRINT UPDATES',I5)
350 FORMAT(' PRINT INTERVAL = ',F8.3,' PRINT TIME ',F8.3)
360 FORMAT(/,I2,A40,3I3,2(A1,F8.0),F8.0)
370 FORMAT(1X,5F10.3,A6,6F10.3)
C
END
C *****
C SUBROUTINE AFROMH
C *****

SUBROUTINE AFROMH(H, A, B, DBDH, IPC)

C
C Given the area and width vs. depth table, and the current depth,
C Calculate the area, channel top width, and derivative of the top
width
C Using linear table search (linear is not inefficient because you keep
C An updatable pointer into the table) and linear interpolation.
C The limit switches on the table search (top and bottom) are hxs = 0
C *****
C
C PARAMETER(MAXXS=1000)

COMMON/XSDATA/IXS,HXS(MAXXS),AXS(MAXXS),BXS(MAXXS)

IF (H .LE. 0.) STOP 'AFROMH: Zero or Negative Depth of Flow'

```

Ek 2'nin devamı

```

DO 10 I = IPC, MAXXS
  IF (HXS(I+1) .LE. 0)
    STOP 'AFROMH: River has Overflowed its Banks!'
10  IF (H .LE. HXS(I+1)) GOTO 11

11  IPC = I

DO 20 I = IPC, 1, -1
20  IF (H .GT. HXS(I)) GOTO 21

21  IPC = I
    DBDH = (BXS(I+1) - BXS(I))/(HXS(I+1) - HXS(I))
    DH = H - HXS(I)
    B = BXS(I) + DBDH*DH
    A = AXS(I) + (BXS(I) + DBDH*DH/2.)*DH
    RETURN
    END
C *****
C           S U B R O U T I N E   A F R O M H 2
C *****
C           SUBROUTINE AFROMH2(H, A, B, DBDH, IA, IB, E)

C
C   Given the area and width vs. depth table, and the current depth,
C   calculate the area, channel top width, and derivative of the top
width
C   for "blended" cross-sections using linear table search
C   (linear is not inefficient because you keep an updatable pointer
C   into the table) and inverse linear interpolation. the limit switches
C   on the table search (top and bottom) are hxs = 0
C *****

PARAMETER (MAXXS=1000)

COMMON/XSDATA/IXS,HXS (MAXXS),AXS (MAXXS),BXS (MAXXS)

LOGICAL RECALC

IF (H .LE. 0) STOP 'River has DRIED up.'

EC = 1. - E

10  IF (HXS(IA+1) .LE. 0) STOP 'River has OVERFLOWED its banks'
    IF (HXS(IA+1) .GT. H) GOTO 11
    IA = IA + 1
    GOTO 10

11  IF (HXS(IB+1) .LE. 0) STOP 'River has OVERFLOWED its banks'
    IF (HXS(IB+1) .GT. H) GOTO 12
    IB = IB + 1
    GOTO 11

C
C   At this point, both heights are below the target. Now use the
formula
C   to get the exact height and area. If either of the heights puts you

```

Ek 2'nin devamı

```

C   outside of the interval, then adjust the interval.
C *****

12  CONTINUE
    BOA = BXS(IA)
    BOB = BXS(IB)
    HOA = HXS(IA)
    HOB = HXS(IB)
    DBDHA = (BXS(IA+1) - BOA)/(HXS(IA+1) - HOA)
    DBDHB = (BXS(IB+1) - BOB)/(HXS(IB+1) - HOB)
    HR = HOB - H/E
    ER = EC/E
    AQ2 = DBDHA - ER*ER*DBDHB
    BQ = BOA - DBDHA*HOA + ER*(BOB - DBDHB*HR)
    CQM2 = -2.*(AXS(IA) - AXS(IB) + HOA*(-BOA +DBDHA*HOA/2)
    .       -HR*(-BOB + DBDHB*HR/2))
    Q = SQRT(BQ*BQ + CQM2*AQ2)

    IF (SIGN(BQ, Q) .EQ. BQ) THEN
        HA = CQM2/(BQ + Q)
        HB = (H - EC*HA)/E
        IF (HA .GT. 0 .AND. HB .GT. 0) GOTO 13
        HA = (-BQ - Q)/AQ2
        HB = (H - EC*HA)/E
    ELSE
        HA = CQM2/(BQ - Q)
        HB = (H - EC*HA)/E
        IF (HA .GT. 0 .AND. HB .GT. 0) GOTO 13
        HA = (-BQ + Q)/AQ2
        HB = (H - EC*HA)/E
    ENDIF

13  RECALC = .FALSE.

    IF (HA .GT. HXS(IA+1)) THEN
14      RECALC = .TRUE.
        IA = IA + 1
        IF (HXS(IA+1) .LE. 0) STOP 'River has OVERFLOWED its banks'
        IF (HA .GT. HXS(IA+1)) GOTO 14
    ELSEIF (HA .LT. HXS(IA)) THEN
15      RECALC = .TRUE.
        IA = IA - 1
        IF (HA .LT. HXS(IA)) GOTO 15
    ENDIF

    IF (HB .GT. HXS(IB+1)) THEN
16      RECALC = .TRUE.
        IB = IB + 1
        IF (HXS(IB+1) .LE. 0) STOP 'River has OVERFLOWED its banks'
        IF (HB .GT. HXS(IB+1)) GOTO 16
    ELSEIF (HB .LT. HXS(IB)) THEN
17      RECALC = .TRUE.
        IB = IB - 1
        IF (HB .LT. HXS(IB)) GO TO 17
    ENDIF

    IF (RECALC) GOTO 12

```


Ek 2'nin devamı

```

DBDH = EC*DBDHA + E*DBDHB
B = EC*(BOA + DBDHA*(HA - HOA)) + E*(BOB + DBDHB*(-ER*HA - HR))
A = AXS(IA) + (BOA + DBDHA*(HA - HOA)/2)*(HA - HOA)

RETURN
END
C *****
C                               S U B R O U T I N E   B U B B L E
C *****
SUBROUTINE BUBBLE(IT0,IT1,IT2,JT,NS)

DIMENSION IT0(NS),IT1(NS),IT2(NS),JT(NS)

DO 1 L=1,NS
  IF(IT2(L).LE.IT1(L))GO TO 1
  LAST = IT2(L)
2  LIMIT = LAST-1
  LAST = IT1(L)
  M1 = LAST
  DO 3 I=M1,LIMIT
    IF(JT(I).LE.JT(I+1))GO TO 3
    ITEMP = JT(I)
    JT(I) = JT(I+1)
    JT(I+1) = ITEMP
    LAST = I
    DO 5 M=1,NS
      IF(IT0(M).NE.I)GO TO 6
      IT0(M) = I+1
      GO TO 5
6     IF(IT0(M).EQ.I+1)IT0(M) = I
5     CONTINUE
3     CONTINUE
  IF(LAST.GT.M1)GO TO 2
1 CONTINUE
RETURN
END
C *****
C                               S U B R O U T I N E   C A L C
C *****
C
C
C  PURPOSE
C    to calculate the residuals from the governing equations
C    to calculate the partial derivatives of the governing equation
C    to set up a vector of the residuals
C    to set up a matrix of the partial derivatives
C    to solve this system of equations for the differences between
C    the values of q and a in two consecutive iterations
C  DESCRIPTION OF PARAMETERS
C    XC    - the j terms from the continuity equation
C    XM    - the j terms from the momentum equation
C    R1    - the residuals from the continuity equation
C    R2    - the residuals from the momentum equation
C    R     - a collection of all of the residuals in the proper
C           order for the vector
C    F     - the continuity equation
C    G     - the momentum equation

```

Ek 2'nin devamı

```

C          DFQ      - partial differential of f with respect to q(i)
C          DFA      - partial differential of f with respect to a(i)
C          DFQ1     - partial differential of f with respect to q(i+1)
C          DFA1     - partial differential of f with respect to a(i+1)
C          DGQ      - partial differential of g with respect to q(i)
C          DGA      - partial differential of g with respect to a(i)
C          DGQ1     - partial differential of g with respect to q(i+1)
C          DGA1     - partial differential of g with respect to a(i+1)
C          AA       - a collection of all of the partial derivatives in
C                   the proper order for the banded matrix
C          DNDH     - partial of n with respect to h
C *****

```

```

SUBROUTINE CALC(THETA,DT,DX1,Q,A,B,I3,C1,C2,C3,H,EL,QL,G2,CN1,KE1,
.XC,XM,C,R,AA,LIB,BCU,BCD,COSP,BETA,IT0,IT1,IT2,JT,T,IND1,IND2,
.IDIND3,NS,ID,XMAN,DNDH,IXSA,IXSB,DBDH)

```

```

REAL KE1
LOGICAL FLIP1,FLIP2

```

```

DIMENSION Q(IND1),A(IND1),B(IND1),H(IND1),C1(IND1),C2(IND1),
.C3(IND1),EL(IND1),QL(IND1),CN1(IND1),KE1(IND1),R(IND3),AA(IND2),
.XC(IND1),XM(IND1),DX1(IND1),C(IND3),I3(IND1),JT(NS),T(4,NS),
.ID(NS),XMAN(IND1),DNDH(IND1),IXSA(IND1),IXSB(IND1),DBDH(IND1)

```

```

C
C   The previous timestep components of the governing equations
C *****

```

```

MP=IND1-1
Q0 = Q(1)
A0 = A(1)
P0 = (B(1)/A0)**(4./3.)*ABS(Q0)/A0
D1 = (1.-THETA)*DT

DO 10 I=1,MP
  D2 = D1/DX1(I)*2.
  Q1 = Q(I+1)
  A1 = A(I+1)
  P1 = (B(I+1)/A1)**(4./3.)*ABS(Q1)/A1
  DE = EL(I+1)-EL(I)
  XC(I) = -A0-A1+D2*(Q1-Q0)-D1*(QL(I)+QL(I+1))
  XM(I) = -Q0-Q1+D2*(BETA*(Q1*Q1/A1-Q0*Q0/A0)+G2*(A1+A0)*DE)
  .
  .   IF(KE1(I).GT.0)XM(I)=XM(I)+D2/8.*(A0+A1)*KE1(I)*(Q1*Q1/(A1*A1)
  .   +Q0*Q0/(A0*A0))
  .
  P0 = P1
  Q0 = Q1
  A0 = A1
10 CONTINUE

```

```

XC(IND1) = D1*Q1
XM(IND1) = D1*Q1*Q1/A1*COSP

```

```

C
C   This is the entry point for all succeeding iterations of the
C   Newton-Raphson procedure

```

Ek 2'nin devamı

```
C *****
ENTRY ITER(THETA, DT, DX1, Q, A, B, I3, C1, C2, C3, H, EL, QL, G2, CN1, KE1, XC,
.XM, C, R, AA, LIB, BCU, BCD, COSP, BETA, IT0, IT1, IT2, JT, T, IND1, IND2, IND3,
.NS, ID, XMAN, DNDH, IXSA, IXSB, DBDH)
```

```
C Upstream boundary conditions
```

```
C *****
```

```
R(1) = 0.
IF(LIB.GT.3)GO TO 30
EL(1) = EL(1)-H(1)+BCU
H(1) = BCU

IF (IXSA(1) .GT. 0) THEN
  CALL AFROMH(H(1), A(1), B(1), DBDH(1), IXSA(1))
ELSE
  IF(I3(1))20,14,15
```

```
14 A(1)=C1(1)*H(1)+C2(1)*H(1)**C3(1)
   B(1)=C1(1)+C2(1)*C3(1)*H(1)**(C3(1)-1.)
   DBDH(1)=C2(1)*C3(1)*(C3(1)-1.)*H(1)**(C3(1)-2.)
   GO TO 40
```

```
15 A(1)=C1(1)*H(1)+C2(1)*H(1)**I3(1)
   B(1)=C1(1)+C2(1)*C3(1)*H(1)**(I3(1)-1)
   DBDH(1)=C2(1)*C3(1)*(C3(1)-1.)*H(1)**(I3(1)-2)
   GO TO 40
```

```
20 B(1)=2.*C2(1)/C1(1)*SQRT((2.*C1(1)-H(1))*H(1))
   A(1)=C1(1)*C2(1)*ACOS(1.-H(1)/C1(1))-B(1)*(C1(1)-H(1))/2.
   DBDH(1)=4.*(C2(1)/C1(1))**2*(C1(1)-H(1))/B(1)
   GO TO 40
```

```
ENDIF
```

```
GO TO 40
```

```
30 Q(1)=BCU
40 CONTINUE
```

```
C
```

```
C Downstream boundary conditions
```

```
C *****
```

```
GO TO(43,60,70,43,60,70),LIB
```

```
43 EL(IND1) = EL(IND1)-H(IND1)+BCD
   H(IND1)=BCD
   AA(IND2) = 0.
   R(IND3) = 0.
```

```
IF (IXSA(IND1) .GT. 0) THEN
  CALL AFROMH(H(IND1), A(IND1), B(IND1), DBDH(IND1), IXSA(IND1))
ELSE
  IF(I3(IND1))50,44,45
```

Ek 2'nin devamı

```

44   A(IND1)=C1(IND1)*H(IND1)+C2(IND1)*H(IND1)**C3(IND1)
      B(IND1)=C1(IND1)+C2(IND1)*C3(IND1)*H(IND1)**(C3(IND1)-1.)
      DBDH(IND1)=C2(IND1)*C3(IND1)*(C3(IND1)-1.)*H(IND1)**
      .   (C3(IND1)-2.)
      GO TO 51

45   A(IND1)=C1(IND1)*H(IND1)+C2(IND1)*H(IND1)**I3(IND1)
      B(IND1)=C1(IND1)+C2(IND1)*C3(IND1)*H(IND1)**(I3(IND1)-1)
      DBDH(IND1)=C2(IND1)*C3(IND1)*(C3(IND1)-1.)*H(IND1)**(I3(IND1)
      .   -2)
      GO TO 51

50   B(IND1)=2.*C2(IND1)/C1(IND1)*H(IND1)*SQRT(2.*C1(IND1)/H(IND1)
      .   -1.)
      A(IND1)=C1(IND1)*C2(IND1)*ACOS(1.-H(IND1)/C1(IND1))
      .   -B(IND1)*(C1(IND1)-H(IND1))/2.
      DBDH(IND1)=4.*(C2(IND1)/C1(IND1))**2*(C1(IND1)-H(IND1))/B(IND1)
      ENDDIF

51   C(IND3) = -B(IND1)

      GO TO 80

60   Q(IND1)=BCD
      R(IND3)=0.
      AA(IND2) = 0.
      GO TO 80

70   EXPO = BCD
      COEF = COSP
      R(IND3)=- (COEF*Q(IND1)**EXPO-H(IND1))
      DBCQ=COEF*EXPO*Q(IND1)**(EXPO-1.)
      DBCA=-1./B(IND1)
      AA(IND2-1)=DBCQ
      AA(IND2)=DBCA

80   CONTINUE

100  DNDH2 = DNDH(1)

C
C   The governing equations
C *****
      MP = IND1-1
      Q0 = Q(1)
      A0 = A(1)
      P0 = (B(1)/A0)**(4./3.)*ABS(Q0)/A0
      IR = 2
      IA = 1
      D1 = THETA*DT
      DO 130 I=1,MP
          D2 = D1/DX1(I)*2.
          Q1 = Q(I+1)
          A1 = A(I+1)
          P1 = (B(I+1)/A1)**(4./3.)*ABS(Q1)/A1
          CN = CN1(I)*D1

```

Ek 2'nin devamı

```

CN2 = CN1(I+1)*D1
DE = EL(I+1)-EL(I)
R(IR)=- (A0+A1+D2*(Q1-Q0)-D1*(QL(I)+QL(I+1)))+XC(I)
R(IR+1)=- (Q0+Q1+D2*(BETA*(Q1*Q1/A1-Q0*Q0/A0)+G2*(A0+A1)*DE)
.           + (CN*Q0*P0+CN2*Q1*P1)+XM(I)
DFQ = -D2
DFA = 1.
DFQ1 = D2
DFA1 = 1.
DGQ = 1.-2.*D2*BETA*Q0/A0 + CN*P0
DGA = D2*(BETA*Q0*Q0/(A0*A0)+G2*(DE-(A1+A0)/B(I)))
.           +CN*Q0*P0/3.*(-7./A0+4.*DBDH(I)/(B(I)*B(I)+6./
.           (XMAN(I)*B(I))*DNDH2))
DGQ1 = 1.+2.*D2*BETA*Q1/A1+ CN2*P1
DNDH2=DNDH(I+1)
DGA1 = D2*(-BETA*Q1*Q1/(A1*A1)+G2*(DE+(A0+A1)/B(I+1)))
.           +CN2*Q1*P1/3.*(-7./A1+4.*DBDH(I+1)/(B(I+1)*B(I+1)+
.           6./(XMAN(I+1)*B(I+1))*DNDH2))
IF(DGA1.EQ.0.0) DGA1 = 1.0E-5
IF(KE1(I).LE.0.)GO TO 125
R(IR+1)=R(IR+1)-D2/8.*(A0+A1)*(Q1*Q1/(A1*A1)+Q0*Q0/(A0*A0))
.           *KE1(I)
DGQ=DGQ+KE1(I)*D2/4.*(A0+A1)*Q0/(A0*A0)
DGA=DGA+D2/8.*KE1(I)*(Q1*Q1/(A1*A1)-Q0*Q0/(A0*A0)
.           *(1.+2.*A1/A0))
DGQ1=DGQ1+KE1(I)*D2/4.*(A0+A1)*Q1/(A1*A1)
DGA1=DGA1+D2/8.*KE1(I)*(Q0*Q0/(A0*A0)-Q1*Q1/(A1*A1)
.           *(1.+2.*A0/A1))

125 AA(IA) = DFQ
AA(IA+1) = DFA
AA(IA+2) = DFQ1
AA(IA+3) = DFA1
AA(IA+4) = DGQ
AA(IA+5) = DGA
AA(IA+6) = DGQ1
AA(IA+7) = DGA1
IR = IR+2
IA = IA+10
Q0 = Q1
A0 = A1
P0 = P1

130 CONTINUE

```

C

C Account for tribs and flip columns if necessary

C *****

IF(IT1.EQ.0)GO TO 71

```

DO 72 L=IT1,IT2
I = JT(L)
DX = DX1(I-1)
IR = 2*(I-1)
IA = 5*IR
B0 = B(I)
AA(IA-6) = AA(IA-6)+T(1,L)/(DX*B0)

```

Ek 2'nin devamı

```

AA(IA-2) = AA(IA-2)+T(3,L)/(DX*B0)
R(IR) = R(IR)+T(2,L)/DX
R(IR+1) = R(IR+1)+T(4,L)/DX
DX = DX1(I)
AA(IA+2) = AA(IA+2)+T(1,L)/(DX*B0)
AA(IA+6) = AA(IA+6)+T(3,L)/(DX*B0)
R(IR+2) = R(IR+2)+T(2,L)/DX
R(IR+3) = R(IR+3)+T(4,L)/DX

```

```
72 CONTINUE
```

```

71 FLIP1 = LIB.LE.3
FLIP2 = LIB.EQ.2.OR.LIB.EQ.5
IF(.NOT.FLIP1)GO TO 73
SAVE = AA(1)
AA(1) = AA(2)
AA(2) = SAVE
SAVE = AA(5)
AA(5) = AA(6)
AA(6) = SAVE

```

```

73 IF(.NOT.FLIP2) GO TO 74
SAVE = AA(IND2-2)
AA(IND2-2) = AA(IND2-3)
AA(IND2-3) = SAVE
SAVE = AA(IND2-6)
AA(IND2-6) = AA(IND2-7)
AA(IND2-7) = SAVE

```

```
74 CONTINUE
```

```
CALL MAT5(AA,C(2),R(2),IND2,IND3-1)
```

```
C
```

```
C Undo flipping and place data into the T-array
```

```
C *****
```

```
IF(.NOT.FLIP1)GO TO 75
```

```

R(1) = R(2)
R(2) = 0.

```

```

75 IF(.NOT.FLIP2)GO TO 76
R(IND3) = R(IND3-1)
R(IND3-1) = 0.
GO TO 77

```

```

76 IF(IT0.EQ.0)GO TO 77
T(1,IT0) = D1*C(IND3-1)
T(2,IT0) = D1*(R(IND3-1)+Q1)+XC(IND1)
T(3,IT0) = D1*COSP*Q1/A1*(2.*C(IND3-1)+Q1*B(IND1)/A1)
T(4,IT0) = D1*COSP*Q1/A1*(2.*R(IND3-1)+Q1)+XM(IND1)

```

```

77 CONTINUE
RETURN
END

```

```
C *****
```

```
C
```

```
SUBROUTINE HFROMA
```

```
C
```

```
C *****
```

Ek 2'nin devamı

```

SUBROUTINE HFROMA(H, A, B, DBDH, IPC)

C
C   Given the area and width vs. depth table, and the current area,
C   calculate the depth, channel top width, and derivative of the top
width
C   using linear table search (linear is not inefficient because you keep
C   an updatable pointer into the table) and inverse linear
interpolation.
C   The limit switches on the table search (top and bottom) are hxs = 0.
C *****

PARAMETER(MAXXS=1000)

COMMON/XSDATA/IXS,HXS(MAXXS),AXS(MAXXS),BXS(MAXXS)

IF (A .LE. 0) STOP 'River has DRIED up.'

DO 10 I = IPC, MAXXS
  IF (HXS(I+1) .LE. 0) STOP 'River has OVERFLOWED its banks.'
10  IF (A .LE. AXS(I+1)) GOTO 11

11  IPC = I

DO 20 I = IPC, 1, -1
20  IF (A .GT. AXS(I)) GOTO 21

21  IPC = I
    DBDH = (BXS(I+1) - BXS(I))/(HXS(I+1) - HXS(I))
    DA = A - AXS(I)
    B0 = BXS(I)
    DH = 2.*DA/(B0 + SQRT(B0*B0 + 2.*DBDH*DA))
    B = DBDH*DH + B0
    H = HXS(I) + DH
    RETURN
END

C *****
C           S U B R O U T I N E   M A T 5
C *****

SUBROUTINE MAT5(AA,C,R,M0,M)

DIMENSION AA(M0),C(M),R(M)
M1=M-1

C
C   Eliminate extreme diagonals
C *****

J=1

DO 1 I=1,M1,2
  D = -AA(J+3)/AA(J+7)
  AA(J) = AA(J)+AA(J+4)*D
  AA(J+1) = AA(J+1)+AA(J+5)*D
  AA(J+2) = AA(J+2)+AA(J+6)*D
  R(I) = R(I) + R(I+1)*D

```

Ek 2'nin devamı

```

      D = -AA(J+4)/AA(J)
      AA(J+5) = AA(J+5) + AA(J+1)*D
      AA(J+6) = AA(J+6) + AA(J+2)*D
      R(I+1) = R(I+1) + R(I)*D
      J =J+10
1 CONTINUE

C
C   Eliminate lower codiagonal
C *****

      J = 6

      DO 2 I=2,M1
        D = -AA(J)/AA(J-4)
        AA(J+1) = AA(J+1) + AA(J-3)*D
        R(I) = R(I) + R(I-1)*D
        J = J+5
2 CONTINUE

C
C   In the case of a non-tributary with a rating curve downstream,
C   the bottom row of the matrix needs work.
C *****

      IF(AA(M0).EQ.0)GO TO 5
      D = -AA(M0-1)/AA(M0-3)
      R(M) = (R(M)+R(M1)*D)/(AA(M0)+AA(M0-2)*D)

C
C   Eliminate upper codiagonal and normalize matrix
C *****

5 J = 5*M1 - 2

      DO 3 II=1,M1
        I = M1-II+1
        C(I) = C(I+1) * (-AA(J)/AA(J-1))
        R(I) = (R(I)-AA(J)*R(I+1))/AA(J-1)
        J = J-5
3 CONTINUE
      RETURN
      END

C *****
c           S U B R O U T I N E   N E W
C *****
C
      SUBROUTINE NEW(R,Q,A,B,H,EL,I3,C1,C2,C3,C,IT0,IT1,IT2,JT,T,M1,M2,
      .NS,Z,IXSA,IXSB,DBDH)

      INCLUDE 'RIV1H.CMN'

      DIMENSION R(M2),A(M1),Q(M1),B(M1),C1(M1),C2(M1),
      .C3(M1),H(M1),EL(M1),I3(M1),C(M2),JT(NS),T(4,NS),Z(M1),
      .IXSA(M1),IXSB(M1),DBDH(M1)

      IF(IT0.NE.0)D = T(1,IT0)

```


Ek 2'nin devamı

```

DO 60 I=1,M1
  II = 2*I
  IF(IT0.EQ.0)GO TO 1
  R(II-1) = R(II-1)-C(II-1)*D
  R(II) = R(II)-C(II)*D
1  Q(I)=Q(I)+R(II-1)
  A(I)=A(I)+R(II)
  H1 = H(I)

C
C   Diagnostic check to see if depth goes to zero
C *****

  IF (IXSA(I) .GT. 0) THEN
    CALL HFROMA(H(I), A(I), B(I), DBDH(I), IXSA(I))
    IF (IXSB(I) .GT. 0) THEN
      CALL HFROMA(HB, A(I), BB, DBDHB, IXSB(I))
      C1B = C1(I)
      C1A = 1. - C1B
      H(I) = C1A*H(I) + C1B*HB
      B(I) = C1A*B(I) + C1B*BB
      DBDH(I) = C1A*DBDH(I) + C1B*DBDHB
    ENDIF
  ELSE
    DO 30 K=1,10
      H0=H1
      IF(H0.LE.0)WRITE(NERRFIL,819)
819  FORMAT(2X,'ALERT - Computed Depth less than zero')
      IF(H0.LE.0) WRITE(NERRFIL,818) Z(I),H0,K
818  FORMAT(10X,'Node Elev.=' ,F6.2,5X,'H0=' ,F8.2, 5X,'K=' ,I4)
      IF(I3(I))10,4,5
      4  B0=C1(I)+C2(I)*C3(I)*H0**(C3(I)-1.)
        H1=H0-(C1(I)*H0+C2(I)*H0**C3(I)-A(I))/B0
        GO TO 20
      5  B0=C1(I)+C2(I)*C3(I)*H0**(I3(I)-1)
        H1=H0-(C1(I)*H0+C2(I)*H0**I3(I)-A(I))/B0
        GO TO 20
      10  B0=2.*C2(I)/C1(I)*SQRT((2.*C1(I)-H0)*H0)
        H1=H0-(C1(I)*C2(I)*ACOS(1.-H0/C1(I))-B0*(C1(I)-H0)/2.
          -A(I))/B0
      20  IF(ABS((H1-H0)/H0).LE.0.01) GO TO 50
      30  CONTINUE

      WRITE(OUT,40)
      STOP 7

      50  B(I)=B0
        H(I) = H1
        IF(I3(I))110,104,105
      104  DBDH(I)=C2(I)*C3(I)*(C3(I)-1.)*H1**(C3(I)-2.)
        GO TO 120
      105  DBDH(I)=C2(I)*C3(I)*(C3(I)-1.)*H1**(I3(I)-2)
        GO TO 120
      110  DBDH(I)=4.*(C2(I)/C1(I))**2*(C1(I)-H1)/B0
    ENDIF
  120  EL(I) = H(I)+Z(I)
  60  CONTINUE

```

Ek 2'nin devamı

```

C
C   Pass data to tribbs
C *****
      IF(IT1.EQ.0)GO TO 70
      DO 80 L=IT1,IT2
          K = JT(L)
          T(1,L) = R(2*K)/B(K)
80 CONTINUE

70 RETURN
40 FORMAT('The Stage-Area equation has FAILED to CONVERGE in',
.        ' 10 iterations.  RUN ABORTED.')
      END
C *****
C                               S U B R O U T I N E   R E A D X S
C *****
      SUBROUTINE READXS(XSCODE, IXSA, IXSB, MNODE)

      INCLUDE 'RIV1H.CMN'

      DIMENSION IXSA(MNODE), IXSB(MNODE), X(MAXXS), Y(MAXXS), IA(MAXXS)

      CHARACTER*6 XSCODE(MNODE)
      CHARACTER*80 CARD
      CHARACTER C*1

      LOGICAL*1 EOF

      COMMON/XSDATA/IXS,HXS(MAXXS),AXS(MAXXS),BXS(MAXXS)

C *****
C   If no cross-section filename was given, just return.
C *****

      IF (IXS.LT.1) RETURN

      EOF = .FALSE.
      READ(FXSEC, '(A)', END=11) CARD
      N = 0
      NP = 1
10 CONTINUE

      DO 21 J = 1, MNODE
          IF (XSCODE(J) .EQ. CARD(1:6)) GO TO 22
21 CONTINUE

      WRITE (OUT, '('' CODE '' ,A, '' NOT FOUND!'')') CARD(1:6)
      STOP
22 IXSA(J) = NP
      IXSB(J) = NP

      DO 20 I = 1, MAXXS
          READ(FXSEC, '(A)', END = 11) CARD
          C = CARD(1:1)
          IF (EOF .OR. (C .GE. 'A' .AND. C .LE. 'Z') .OR.
.          (C .GE. 'a' .AND. C .LE. 'z')) GOTO 12

```

Ek 2'nin devamı

```

      N = N + 1
      READ(CARD, '(2F10.0)') X(N), Y(N)
20    CONTINUE

      GOTO 12

11    EOF = .TRUE.

12    CONTINUE

      N1 = N
      CALL XSECT(X, Y, IA, HXS(NP), BXS(NP), AXS(NP), N1)
      N = NP
      NP = NP + N1
      HXS(NP) = 0.
      N = 0
      IF (.NOT. EOF) GOTO 10
      CLOSE(10)
      RETURN
13    STOP 'Cross-Section File is Empty'
      END

C
C *****
C                S U B R O U T I N E   S H E L L
C *****
      SUBROUTINE SHELL(R, IA, N)
C
      DIMENSION R(N), IA(N)

      DO 5 I = 1, N
5     IA(I) = I

      IG = N
10    IG = IG/2
      IF (IG .LE. 0) GOTO 999

      DO 20 I = IG+1, N
          J = I - IG
30    IF (J .LT. 1 .OR. R(IA(J)) .LE. R(IA(J+IG))) GOTO 20
          IT = IA(J)
          IA(J) = IA(J+IG)
          IA(J+IG) = IT
          J = J - IG
          GO TO 30

20    CONTINUE
      GOTO 10
999   RETURN
      END

C *****
C                S U B R O U T I N E   X S E C T
C *****
      SUBROUTINE XSECT(X, Y, IA, H, B, A, N)
      INCLUDE 'RIV1H.CMN'
      DIMENSION X(N), Y(N), IA(N), H(N), B(N), A(N)
      DIMENSION LP(NLIST)

C *****

```

Ek 2'nin devamı

```

C                               Check if X is monotonic
C *****
DO 5 I = 2, N
  IF (X(I) .LE. X(I-1)) STOP
5  CONTINUE

  CALL SHELL(Y, IA, N)

C *****
C      Now the Y's are sorted by the index IA.
C      Start from the stream bottom and go up.
C *****

  YBOT = Y(IA(N))
  H(1) = 0.
  B(1) = 0.
  A(1) = 0.
  NL = 0

  DO 10 I = 1, N
    IC = N - I + 1
    IS = IA(IC)

C *****
C      Calculate the width and area at this point.
C *****

    H(I) = YBOT - Y(IS)
    B(I) = 0.
    A(I) = 0.
    IF (NL .GT. 0) THEN
      DO 20 IL = 1, NL, 2
        LO = LP(IL)
        L1 = LP(IL+1)
        IF (Y(IS) .EQ. Y(LO)) THEN
          X0 = X(LO)
        ELSE
          X0 = X(LO) + (X(LO+1) - X(LO))*(Y(IS) - Y(LO))/
            (Y(LO+1) - Y(LO))
        ENDIF
        IF (Y(IS) .EQ. Y(L1+1)) THEN
          X1 = X(L1+1)
        ELSE
          X1 = X(L1) + (X(L1+1) - X(L1))*(Y(IS) - Y(L1))/
            (Y(L1+1) - Y(L1))
        ENDIF
20      B(I) = B(I) + X1 - X0
        A(I) = A(I-1) + (B(I) + B(I-1))*(H(I) - H(I-1))/2.
      ENDIF
C *****

C      If you've hit the bank, you're done.

C *****
C      IF (IS .LE. 1 .OR. IS .GE. N) GOTO 999
C *****

```

Ek 2'nin devamı

```

C      Now find out if the new point is a v or a ^ or a \ or a /
C      so that you can adjust the intersections list.
C *****
      IF (Y(IS-1) .LT. Y(IS) .AND. Y(IS) .LT. Y(IS+1)) THEN
        DO 30 IL = 1, NL, 2
30         IF (LP(IL) .EQ. IS) GO TO 31
31         LP(IL) = IS - 1
      ELSE IF (Y(IS-1) .GE. Y(IS) .AND. Y(IS) .GE. Y(IS+1)) THEN
        DO 40 IL = 2, NL, 2
40         IF (LP(IL) .EQ. IS - 1) GO TO 41
41         LP(IL) = IS
      ELSE IF (Y(IS-1) .LT. Y(IS) .AND. Y(IS) .GE. Y(IS+1)) THEN
        IF (NL .EQ. 0) THEN
          IL = 0
        ELSE
          DO 50 IL = NL, 1, -1
            IF (LP(IL) .LT. IS) GOTO 51
            LP(IL + 2) = LP(IL)
50          CONTINUE
        ENDIF
51         LP(IL + 2) = IS
          LP(IL + 1) = IS - 1
          NL = NL + 2
        ELSE
          DO 60 IL = 1, NL
60          IF (LP(IL) .EQ. IS-1) GOTO 61
61          NL = NL - 2
          IF (IL .LE. NL) THEN
            DO 62 JL = IL, NL
62             LP(JL) = LP(JL+2)
            ENDIF
          ENDIF
10        CONTINUE
999       N = I
          RETURN
          END

```

```

C *****
C      S U B R O U T I N E      G R E G O R I A N      D A T E
C *****
C
      SUBROUTINE GREGORIAN_DATE(ELAPSE, YEAR, MONTH, GDAY, HOUR)

```

***** Variable declarations

```

      LOGICAL LEAP_YEAR
      CHARACTER MONTH*9
      INTEGER YEAR, GDAY

```

```

C *****
C      Determine if new year (regular or leap) and increment year
C *****

```

```

      JDAYG=ELAPSE - 1
      HOUR = (ELAPSE-FLOAT(JDAYG) - 1)*24.

```

Ek 2'nin devamı

```

LEAP_YEAR          = MOD(YEAR, 4).EQ.0

IF (.NOT.LEAP_YEAR.AND.JDAYG.EQ.365) THEN
  JDAYG           = JDAYG-365
  YEAR            = YEAR+1
  LEAP_YEAR       = MOD(YEAR, 4).EQ.0
ELSE IF (JDAYG.EQ.366) THEN
  JDAYG           = JDAYG-366
  YEAR            = YEAR+1
  LEAP_YEAR       = .FALSE.
END IF

```

```

C *****
C   Determine month and day of year
C *****

```

```

IF (LEAP_YEAR) THEN
  IF (JDAYG.GE.0.AND.JDAYG.LT.31) THEN
    GDAY = JDAYG+1
    DAYM = 31.0
    MONTH = ' January'
  ELSE IF (JDAYG.GE.31.AND.JDAYG.LT.60) THEN
    GDAY = JDAYG-30
    DAYM = 29.0
    MONTH = ' February'
  ELSE IF (JDAYG.GE.60.AND.JDAYG.LT.91) THEN
    GDAY = JDAYG-59
    DAYM = 31.0
    MONTH = '   March'
  ELSE IF (JDAYG.GE.91.AND.JDAYG.LT.121) THEN
    GDAY = JDAYG-90
    DAYM = 30.0
    MONTH = '   April'
  ELSE IF (JDAYG.GE.121.AND.JDAYG.LT.152) THEN
    GDAY = JDAYG-120
    DAYM = 31.0
    MONTH = '   May'
  ELSE IF (JDAYG.GE.152.AND.JDAYG.LT.182) THEN
    GDAY = JDAYG-151
    DAYM = 30.0
    MONTH = '   June'
  ELSE IF (JDAYG.GE.182.AND.JDAYG.LT.213) THEN
    GDAY = JDAYG-181
    DAYM = 31.0
    MONTH = '   July'
  ELSE IF (JDAYG.GE.213.AND.JDAYG.LT.244) THEN
    GDAY = JDAYG-212
    DAYM = 31.0
    MONTH = '  August'
  ELSE IF (JDAYG.GE.244.AND.JDAYG.LT.274) THEN
    GDAY = JDAYG-243
    DAYM = 30.0
    MONTH = 'September'
  ELSE IF (JDAYG.GE.274.AND.JDAYG.LT.305) THEN
    GDAY = JDAYG-273
    DAYM = 31.0
    MONTH = ' October'

```

Ek 2'nin devamı

```

ELSE IF (JDAYG.GE.305.AND.JDAYG.LT.335) THEN
    GDAY = JDAYG-304
    DAYM = 30.0
    MONTH = ' November'
ELSE IF (JDAYG.GE.335.AND.JDAYG.LT.366) THEN
    GDAY = JDAYG-334
    DAYM = 31.0
    MONTH = ' December'
END IF
ELSE
    IF (JDAYG.GE.0.AND.JDAYG.LT.31) THEN
        GDAY = JDAYG+1
        DAYM = 31.0
        MONTH = ' January'
    ELSE IF (JDAYG.GE.31.AND.JDAYG.LT.59) THEN
        GDAY = JDAYG-30
        DAYM = 29.0
        MONTH = ' February'
    ELSE IF (JDAYG.GE.59.AND.JDAYG.LT.90) THEN
        GDAY = JDAYG-58
        DAYM = 31.0
        MONTH = ' March'
    ELSE IF (JDAYG.GE.90.AND.JDAYG.LT.120) THEN
        GDAY = JDAYG-89
        DAYM = 30.0
        MONTH = ' April'
    ELSE IF (JDAYG.GE.120.AND.JDAYG.LT.151) THEN
        GDAY = JDAYG-119
        DAYM = 31.0
        MONTH = ' May'
    ELSE IF (JDAYG.GE.151.AND.JDAYG.LT.181) THEN
        GDAY = JDAYG-150
        DAYM = 30.0
        MONTH = ' June'
    ELSE IF (JDAYG.GE.181.AND.JDAYG.LT.212) THEN
        GDAY = JDAYG-180
        DAYM = 31.0
        MONTH = ' July'
    ELSE IF (JDAYG.GE.212.AND.JDAYG.LT.243) THEN
        GDAY = JDAYG-211
        DAYM = 31.0
        MONTH = ' August'
    ELSE IF (JDAYG.GE.243.AND.JDAYG.LT.273) THEN
        GDAY = JDAYG-242
        DAYM = 30.0
        MONTH = 'September'
    ELSE IF (JDAYG.GE.273.AND.JDAYG.LT.304) THEN
        GDAY = JDAYG-272
        DAYM = 31.0
        MONTH = ' October'
    ELSE IF (JDAYG.GE.304.AND.JDAYG.LT.334) THEN
        GDAY = JDAYG-303
        DAYM = 30.0
        MONTH = ' November'
    ELSE IF (JDAYG.GE.334.AND.JDAYG.LT.365) THEN
        GDAY = JDAYG-333
        DAYM = 31.0

```

Ek 2'nin devamı

```

        MONTH = ' December'
      END IF
    END IF
  RETURN
END

C *****
C           S U B R O U T I N E   J U L I A N   D A T E
C *****

      SUBROUTINE JULIAN_DATE(STADY,ENDY,SYEAR,SMONTH,SDAY,SHOUR,
        .   EYEAR,EMONTH,EDAY,EHOUR)

***** Variable declarations

      DIMENSION DAYM(12)
      INTEGER   SYEAR,SMONTH,SDAY,EYEAR,EMONTH,EDAY

C
C   Specify days for each month of the year
C *****

      DAYM(1)  = 31.0
      DAYM(2)  = 29.0
      DAYM(3)  = 31.0
      DAYM(4)  = 30.0
      DAYM(5)  = 31.0
      DAYM(6)  = 30.0
      DAYM(7)  = 31.0
      DAYM(8)  = 31.0
      DAYM(9)  = 30.0
      DAYM(10) = 31.0
      DAYM(11) = 30.0
      DAYM(12) = 31.0

C
C   Determine Julian day for start time
C *****

      STADY = 0.
      DAYM(2) = 28.

      IF(MOD(SYEAR,4).EQ.0) DAYM(2) = 29.0

      IF(SMONTH.GT.1) THEN
        DO 100 I=1,SMONTH-1
          STADY = STADY + DAYM(I)
100    CONTINUE
      END IF

      STADY = STADY + SDAY + SHOUR/24.

C
C   Determine Julian day for end time
C *****

      ENDY = 0.

```


Ek 2'nin devamı

```

IF (EYEAR.GT.SYEAR) THEN
  DO 200 I=SYEAR,EYEAR-1
    IF (MOD(I,4).EQ.0) THEN
      ENDY= ENDY + 366.
    ELSE
      ENDY = ENDY + 365.
    END IF
200  CONTINUE
END IF

DAYM(2) = 28.
IF (MOD(EYEAR,4).EQ.0) DAYM(2)=29.

IF (EMONTH.GT.1) THEN
  DO 300 I=1,EMONTH-1
    ENDY = ENDY + DAYM(I)
300  CONTINUE
END IF

ENDY = ENDY +EDAY + EHOURL/24.

RETURN
END

C *****
C          S U B R O U T I N E   R I V D U
C *****
SUBROUTINE RIVDU (MNODE,DX,RMILE,Q,QLC,QLT,A,B,EL,XMAN)
C
  SAVE NFIRST

  INCLUDE 'RIV1H.CMN'
  CHARACTER*30 DNAME (9)

  DIMENSION DX (MNODE), RMILE (MNODE), Q (MNODE), QLC (MNODE),
+   QLT (MNODE), A (MNODE), B (MNODE), EL (MNODE), XMAN (MNODE)

  DATA DNAME/
+   'Delta-x', 'River Mile',
+   'Flow (cfs)', 'Constant Lat. Flow',
+   'Time Var. Lat Flow', 'Area',
+   'Width', 'Water Surf. Elev',
+   'Mannings n' /

  NUMVAR = 9
  DUMMY = 0.
  RDUMMY = 0.

  IF (NFIRST .NE. 1) THEN
    NCHEM = 1
    WRITE (RIVDMP, 6000) NCHEM, NUMVAR
6000  FORMAT (2I5)
C
    WRITE (RIVDMP, 6010) RDUMMY,RDUMMY
6010  FORMAT (A40,E10.2,F10.2)
    TIME = 0.
    TFIN = 0.

```

Ek 2'nin devamı

```

C
      WRITE (RIVDMP, 6020) STARTTIME, ENDTIME, MNODE
6020  FORMAT(1X,F10.2,F10.2,/,I5)
C
      WRITE (RIVDMP, 6030) (DNAME (JK), JK = 1, NUMVAR)
6030  FORMAT(A30)
      NFIRST = 1
      END IF
C
C
      DO 100 I=1,MNODE
          SYSDUMP(1,I)=DX(I)
          SYSDUMP(2,I)=RMILE(I)
          SYSDUMP(3,I)=Q(I)
          SYSDUMP(4,I)=QLC(I)
          SYSDUMP(5,I)=QLT(I)
          SYSDUMP(6,I)=A(I)
          SYSDUMP(7,I)=B(I)
          SYSDUMP(8,I)=EL(I)
          SYSDUMP(9,I)=XMAN(I)
          WRITE(RIVDMP,6040) I,ELAPSE,DX(I),RMILE(I),Q(I),QLC(I),
+ QLT(I),A(I),B(I),EL(I),XMAN(I)
6040  FORMAT(1X,I5,F10.2,3X,/,6(E11.3),/,6(E11.3))
100  CONTINUE

      INUM=MNODE
C
      RETURN
      END
C *****
C           F U N C T I O N   V A L N E W
C
C           THIS FUNCTION PERFORMS LINEAR INTERPOLATION
C *****

      FUNCTION VALNEW(DAY,T1,T2,V1,V2)
C
      RATIO = (T2-DAY)/(T2-T1)
      VAL   = (1.0-RATIO)*V2+RATIO*V1
      VALNEW = VAL
      RETURN
      END
C *****
C           S U B R O U T I N E   R I V 1 H _ I N I T
C *****

      SUBROUTINE RIV1H_INIT
      INCLUDE 'RIV1H.CMN'
      ISEGOUT(1)=1
      ISEGOUT(2)=2
      ISEGOUT(3)=3
      ISEGOUT(4)=4
      ISEGOUT(5)=5
      ISEGOUT(6)=6
      IDISPLAY(1)=1
      IDISPLAY(2)=2

```


Ek 2'nin devamı

```

DIMENSION TDT(200),DTV(200)

SAVE

C
C   I.  Read all time-varying data on initial call
C *****

      IF(IFIRST.NE.1)THEN

          IDUM = 0
          DUM = 0.

C   Determine initial year of simulation
C *****

          INITYR = IYR

C   1st - Read timesteps
C *****

          READ(INPUT,160)NUMDT
          WRITE(OUT,260)NUMDT
          DO I=1,NUMDT
              READ(INPUT,170)IYR,IMO,IDY,THR,DTV(I)
              CALL JULIAN_DATE(DUM,TDT(I),INITYR,IDUM,IDUM,DUM,
                  IYR,IMO,IDY,THR)
              WRITE(OUT,270)IYR,IMO,IDY,THR,TDT(I),DTV(I)
          END DO

C   2nd - Open file for boundary conditions
C *****

          IBF = 30
          DO 100 I=1,NBC
              READ(INPUT,165)BCFNAME(I)
              OPEN(UNIT=IBF,FILE=BCFNAME(I),STATUS='OLD')
              READ(IBF,180)INBC(I),NUMBC(I),INTBC
              WRITE(OUT,280)INBC(I)
              WRITE(OUT,290)BCFNAME(I)

              IF(INTBC.GE.1)THEN
                  INT_BC(I)=.TRUE.
                  INTOPT='LINEAR INTERPOL'
              ELSE
                  INTOPT='STEP FUNCTION'
              END IF

              WRITE(OUT,300)INTOPT
              TNXTBC(I) = 0.
              IBF = IBF + 1
100    CONTINUE

C   3rd - Read time varying lateral inflow file
C *****

```

Ek 2'nin devamı

```

IF(IQL.GE.1) THEN
  READ(LAT,180) NUMLAT_UD, NUML, LATOPT
  IF(LATOPT .GE. 1) THEN
    INT_LAT = .TRUE.
    INTOPT = 'LINEAR'
  ELSE
    INTOPT = 'STEP'
  ENDIF

  READ(LAT,190) (NPS_REA(I), I = 1, NUML)
  WRITE(OUT,310)
  WRITE(OUT,320) (NPS_REA(I), I = 1, NUML)
  WRITE(OUT,300) INTOPT
END IF

IDT = 1
IFIRST = 1
END IF

C
C   II. Assign and/or update all time-varying data all calls
C *****

C   1st - Assign time steps
C *****

IF (JDAY.GE.TNXTDT) THEN
  DO WHILE (JDAY.GE.TNXTDT)
    DLT = DTV(IDT)
    IDT = IDT + 1
    TNXTDT = TDT(IDT)
  END DO
C   WRITE(OUT,330) JDAY, DLT, TNXTDT
END IF

TNXTVD = MIN(TNXTVD, TNXTDT)

C   2nd - Read boundary data
C *****

IBF = 30

DO 600 I=1,NBC
  IF (JDAY.GE.TNXTBC(I)) THEN
    DO WHILE (JDAY.GE.TNXTBC(I))
      TNXTBC2(I) = TNXTBC(I)
      DUMMY2(I) = DUMMY1(I)
      READ(IBF,170) IYR, IMO, IDY, THR, DUMMY1(I)
      CALL JULIAN_DATE(DUM, TNXTBC(I), INITYR, IDUM, IDUM, DUM,
                     IYR, IMO, IDY, THR)
    END DO
    TNXTVD = MIN(TNXTVD, TNXTBC(I))
    DUMMY(I) = DUMMY1(I)
C   WRITE(OUT,340) INBC(I), IYR, IMO, IDY, THR, JDAY,
C   DUMMY1(I), TNXTBC(I)
  END IF
  IF(INT_BC(I)) DUMMY(I) = VALNEW(JDAY, TNXTBC(I), TNXTBC2(I),

```

Ek 2'nin devamı

```

          DUMMY1(I),DUMMY2(I))
        IBF = IBF + 1
600    CONTINUE

C      3rd - Assign lateral inflow data
C *****
C
      IF(IQL.GE.1) THEN

          IF (JDAY.GE.TNXTLT) THEN
              DO WHILE (JDAY.GE.TNXTLT)
                  TNXTLT2 = TNXTLT
                  DO I=1,NUML
                      QLT2(NPS_REA(I))=QLT1(NPS_REA(I))
                  END DO
                  READ(LAT,200)IYR,IMO,IDY,THR,
          .
                      (QLT1(NPS_REA(IK)),IK=1,NUML)
          .
                  CALL JULIAN_DATE(DUM, TNXTLT, INITYR, IDUM, IDUM, DUM,
                  IYR, IMO, IDY, THR)
          .
                  END DO
                  TNXTVD = MIN(TNXTVD, TNXTLT)

                  DO IK=1,NUML
                      QLT(NPS_REA(IK))=QLT1(NPS_REA(IK))
                  END DO

C          WRITE(OUT,350) IYR,IMO,IDY,THR,JDAY, TNXTLT
C          WRITE(OUT,360) (NPS_REA(I),I=1,NUML)
C          WRITE(OUT,370) (QLT(NPS_REA(IK)),IK=1,NUML)
          END IF

          IF(INT_LAT) THEN
              DO J=1,NUML
                  QLT(NPS_REA(J)) = VALNEW(JDAY, TNXTLT, TNXTLT2,
          .
                      QLT1(NPS_REA(J)),QLT2(NPS_REA(J)))
          .
              END DO
          END IF
          RETURN
C      INPUT FORMATS
C *****

160 FORMAT(I10)
165 FORMAT(A15)
170 FORMAT(I5,I5,I5,2F10.4)
180 FORMAT(8I10)
190 FORMAT(I5)
200 FORMAT(I5,I5,I5,150(F10.4))

C      OUTPUT FORMATS
C *****

260 FORMAT(/,'***** TIME STEPS *****',/,
          . ' Number of Time/Date Pairs = ',I10)
270 FORMAT('Year ',I6,' Month ',I3,' Day ',I3,' Hour',F8.4,
          . ' Julian day ',F10.4,' Time Step (sec) = ',F10.4)
280 FORMAT(/,'*** Boundary Conditions Specified for Segment ***',I4)

```

Ek 2'nin devamı

```
290 FORMAT(' Will be Read From File = ',A15)
300 FORMAT(' Interpolation Option: ',A15)
310 FORMAT(/,' Time Varying Lateral Inflows Specified at
.x-sections')
320 FORMAT(10(1X,I5))
330 FORMAT(/,'*****Time Step Updated at Julian Date',F10.4,
.' to ',F10.4,' (sec) ',
.'Next Update on Julian Day ',F10.4)
340 FORMAT(/,'***** Boundary Condition for Segment ',I5,
.' Updated at: Year ',I6,' Month ',I3,' Day ',I3,' Hour',F8.4,
.' Julian Date',F10.4,' TO ',F10.4,' Next Update on Julian Day '
.,F10.4)
350 FORMAT(/,'*****Lateral Inflows Updated on: Year ',I6,' Month '
.,I3,' Day ',I3,' Hour ',F8.4,' Julian Date',F10.4,
.' Next Update on Julian Day ',F10.4, ' New Values are:')
360 FORMAT(' ***Cross-Section:',150I10)
370 FORMAT(' ***Flow (cfs/f) :',150F10.4)
END
```

Ek 3. RIV1H *.BCF Giriş Veri Dosyası

3		25	0	
1997	6	27	0.00	500.0
1997	6	27	12.01	513.0
1997	6	27	15.01	525.0
1997	6	27	18.01	557.0
1997	6	27	20.51	560.0
1997	6	27	23.01	595.0
1997	6	28	1.01	600.0
1997	6	28	3.51	601.0
1997	6	28	6.01	610.0
1997	6	28	8.51	630.0
1997	6	28	11.01	605.0
1997	6	28	13.51	595.0
1997	6	28	16.01	583.0
1997	6	28	19.51	561.0
1997	6	28	22.01	573.0
1997	6	28	23.01	557.0
1997	6	29	1.01	549.0
1997	6	29	2.51	542.0
1997	6	29	4.01	540.0
1997	6	29	7.51	536.0
1997	6	29	10.01	531.0
1997	6	29	12.51	526.0
1997	6	29	14.01	521.0
1997	6	29	16.01	511.0
1997	6	29	17.01	497.0

Ek 4. Bilgisayardan adım adım elde edilen sonuçlar

	Mesafe (km)	Debi (m ³ /s)	Alan (m ²)	Genişlik (m)	Derinlik (m)	Rakım (m)	Hız (m/s)
Öçülen Veriler	28,60	15,86	10,86	23,31	0,73	465,86	1,46
	24,53	15,86	11,55	17,01	0,70	359,15	1,37
	19,96	15,86	10,74	21,37	0,76	311,66	1,48
	15,93	15,86	11,59	20,74	0,76	220,83	1,37
	11,97	15,86	10,50	20,00	0,70	116,83	1,51
	7,52	15,86	10,36	27,87	0,43	67,48	1,53
	3,44	15,86	12,30	33,14	0,43	30,30	1,29
	0	15,86	11,92	24,99	0,61	15,54	1,33
İlk Adımda Hesaplanan Veriler	28,60	14,34	6,98	19,08	0,55	465,67	2,05
	24,53	14,30	8,89	16,77	0,54	358,99	1,61
	19,96	14,35	12,76	23,10	0,85	311,75	1,12
	15,93	14,64	5,97	16,34	0,46	220,52	2,45
	11,97	14,49	10,96	20,33	0,72	116,85	1,32
	7,52	14,57	11,95	28,82	0,48	67,54	1,22
	3,44	14,69	15,39	34,98	0,52	30,39	0,95
	0	14,79	20,36	30,43	0,91	15,85	0,73
İnci Adımda Hesaplanan Veriler	28,60	14,51	6,98	19,08	0,55	465,67	2,08
	24,53	14,50	9,07	16,79	0,55	359,00	1,60
	19,96	14,48	12,63	22,99	0,85	311,74	1,15
	15,93	14,25	6,04	16,40	0,46	220,53	2,36
	11,97	14,45	10,81	20,22	0,72	116,85	1,34
	7,52	14,44	11,98	28,84	0,48	67,54	1,21
	3,44	14,41	15,05	34,78	0,51	30,38	0,96
	0	14,41	20,36	30,43	0,91	15,85	0,71
Üçüncü Adımda Hesaplanan Veriler	28,60	15,58	7,38	19,55	0,57	465,69	2,11
	24,53	15,46	9,42	16,82	0,57	359,02	1,64
	19,96	15,27	13,17	23,43	0,87	311,77	1,16
	15,93	14,93	6,20	16,54	0,47	220,54	2,41
	11,97	14,99	11,18	20,48	0,73	116,86	1,34
	7,52	14,83	12,12	28,92	0,49	67,54	1,22
	3,44	14,71	15,37	34,96	0,52	30,39	0,96
	0	14,67	20,36	30,43	0,91	15,85	0,72
Dördüncü Adımda Hesaplanan Veriler	28,60	16,86	7,96	20,23	0,60	465,72	2,12
	24,53	16,78	9,69	16,84	0,59	359,04	1,73
	19,96	16,51	14,35	24,38	0,92	311,82	1,15
	15,93	16,47	6,42	16,74	0,49	220,55	2,56
	11,97	16,16	12,14	21,14	0,78	116,91	1,33
	7,52	15,93	12,43	29,10	0,50	67,56	1,28
	3,44	15,76	16,54	35,63	0,55	30,42	0,95
	0	15,64	20,36	30,43	0,91	15,85	0,77
Şıncı Adımda Hesaplanan Veriler	28,49	17,16	8,27	20,59	0,61	465,74	2,07
	24,53	17,13	9,51	16,83	0,58	359,03	1,80
	19,96	17,06	15,36	25,16	0,96	311,86	1,11
	15,93	16,82	6,45	16,76	0,49	220,55	2,61
	11,97	16,95	13,05	21,76	0,82	116,95	1,30
	7,52	16,92	12,58	29,19	0,50	67,56	1,35
	3,44	16,88	17,92	36,40	0,59	30,46	0,94
	0	16,86	20,36	30,43	0,91	15,85	0,83

Ek 4'ün devamı

	Mesafe (km)	Debi (m ³ /s)	Alan (m ²)	Genişlik (m)	Derinlik (m)	Rakım (m)	Hız (m/s)
Altıncı Adımda Hesaplanan Veriler	28,60	17,21	8,40	20,73	0,62	465,74	2,05
	24,53	17,33	9,43	16,82	0,58	359,02	1,84
	19,96	17,43	15,98	25,62	0,98	311,88	1,09
	15,93	17,60	6,50	16,80	0,49	220,56	2,71
	11,97	17,57	13,63	22,13	0,85	116,98	1,29
	7,52	17,60	12,76	29,29	0,51	67,57	1,38
	3,44	17,60	18,73	36,85	0,61	30,48	0,94
	0	17,42	20,36	30,43	0,91	15,85	0,86
Yedinci Adımda Hesaplanan Veriler	28,60	16,42	8,06	20,35	0,60	465,73	2,04
	24,53	16,48	9,21	16,80	0,56	359,01	1,79
	19,96	16,60	15,25	25,07	0,96	311,85	1,09
	15,93	16,50	6,33	16,66	0,48	220,55	2,60
	11,97	16,75	13,03	21,74	0,82	116,95	1,29
	7,52	16,86	12,50	29,14	0,50	67,56	1,35
	3,44	16,95	18,05	36,48	0,59	30,46	0,94
	0	17,03	20,36	30,43	0,91	15,85	0,84
Sekizinci Adımda Hesaplanan Veriler	28,60	16,09	7,78	20,03	0,59	465,71	2,07
	24,53	16,22	9,34	16,81	0,57	359,01	1,74
	19,96	16,19	14,47	24,47	0,92	311,82	1,12
	15,93	16,41	6,29	16,62	0,48	220,54	2,61
	11,97	16,14	12,33	21,27	0,79	116,92	1,31
	7,52	16,09	12,36	29,06	0,50	67,55	1,30
	3,44	16,08	16,99	35,89	0,56	30,43	0,95
	0	16,15	20,36	30,43	0,91	15,85	0,79
Dokuzuncu Adımda Hesaplanan Veriler	28,60	15,29	7,46	19,64	0,57	465,70	2,05
	24,53	15,30	9,07	16,79	0,55	359,00	1,69
	19,96	15,35	13,80	23,94	0,90	311,79	1,11
	15,93	15,21	6,14	16,49	0,47	220,53	2,48
	11,97	15,45	11,81	20,92	0,77	116,89	1,31
	7,52	15,52	12,17	28,95	0,49	67,55	1,27
	3,44	15,64	16,49	35,60	0,55	30,42	0,95
	0	15,73	20,36	30,43	0,91	15,85	0,77
Onuncu Adımda Hesaplanan Veriler	28,60	15,04	7,29	19,45	0,56	465,69	2,06
	24,53	15,06	9,09	16,79	0,56	359,00	1,66
	19,96	15,12	13,41	23,63	0,88	311,78	1,13
	15,93	15,01	6,13	16,48	0,47	220,53	2,45
	11,97	15,16	11,48	20,69	0,75	116,88	1,32
	7,52	15,22	12,16	28,94	0,49	67,55	1,25
	3,44	15,24	15,98	35,32	0,53	30,40	0,95
	0	15,24	20,36	30,43	0,91	15,85	0,75
On birinci Adımda Hesaplanan Veriler	28,60	14,52	7,07	19,18	0,55	465,68	2,05
	24,53	14,57	8,96	16,78	0,55	358,99	1,63
	19,96	14,67	13,03	23,32	0,86	311,76	1,13
	15,93	14,53	6,05	16,41	0,46	220,53	2,40
	11,97	14,79	11,18	20,49	0,73	116,86	1,32
	7,52	14,87	12,06	28,88	0,49	67,54	1,23
	3,44	14,92	15,63	35,11	0,52	30,39	0,95
	0	14,95	20,36	30,43	0,91	15,85	0,73

Ek 5. Hidrodinamik Modelde Kullanılan Fortran Değişkenleri

A	Kesit alan (L^2)
AA	Matris katsayısı
A0	$A(I)$
A1	$A(I+1)$
B	Kanal üst-genişliği (L).
BC	Sınır koşulları
BCD	Akıntı yönündeki sınır koşulları
BCU	Akıntıya karşı sınır koşulları
BETA	Momentum düzeltme faktörü.
BTD	Akıntı yönündeki sınır koşulu tipi
BTU	Akıntıya karşı sınır koşulu tipi
BO	B'nin geçici tahmini.
C	Matris çözüm yöntemindeki C_i vektörü
CN	$CN(I)$ 'nin kümelenmiş basamaklı eşitliği
CN1	Belirtilen Manning katsayısı
COEF	Eğrilik oranındaki katsayı
COSP	Köşe açısının kosinüsü
C1	İş sahası-alan formülündeki katsayı
C2	İş sahası-alan formülündeki katsayı
C3	İş sahası-alan formülündeki katsayı
D	A/B. MAT5 Gauss eliminasyon faktörü
DATE	Programın yapıldığı tarih
DBCA	A'ya göre eğrilik oranının türevi
DBCQ	Q'ya bağlı eğrilik oranının türevi
DBDH	H'a göre B'in türevi
DE	Bir alanda ön yükseklik kaybı (L)
DFA	$A(I)$ 'ya göre süreklilik denkleminin türevi
DFA1	$A(I+1)$ 'e göre süreklilik denkleminin türevi
DFQ	$Q(I)$ 'ya göre süreklilik denkleminin türevi
DFQ1	$Q(I+1)$ 'e göre süreklilik denkleminin türevi
DGA	$A(I)$ 'ya göre momentum denkleminin türevi
DGA1	$A(I+1)$ 'e göre momentum denkleminin türevi
DGQ	$Q(I)$ 'ya göre momentum denkleminin türevi
DGQ1	$Q(I+1)$ 'e göre momentum denkleminin türevi
DT	Zaman artışı (T)
DUDX	Hızın uzaysal türevi (T^{-1})
DX	Alan uzunluğu (L)
DX1	Alan uzunluğu (L)
D0	Sınırdaki bir türevin tahmini için kullanılan zaman artışına eşdeğer bir mesafe (L)
D1	$THETA * DT(T)$
D2	$DWPMN 2 * D1 / DX1(I)$ (TL^{-1})
E	Meydana getirilen karakteristik hatta düğüm üzerindeki alan uzunluğu kısmı
EC	E'in tamamlayıcısı; örneğin, 1-E
ELO	Su yüzeyi yükseltisi (L)
ELAPSE	Toplam geçen simulasyon zamanı (T)
EXPO	Eğrilik oranı formülündeki üs
F	Çalışma uzayı düzeni
FEEDS	$FEEDS(I)$ I segmentinin beslediği segment sayısıdır
FLIP1	Döndürülen (pivotlanan) katsayı matrisinin ilk iki kolonunu işaret eder
FLIP2	Döndürülen (pivotlanan) katsayı matrisinin son iki kolonunu işaret eder

Ek 5'in devamı

GR	Yerçekiminden dolayı ivmelenme (LT^{-2})
G0	İvmeli (hızlandırılmış) akıntı sebebiyle uzaysal türev için bir düzeltme faktörü
G2	$GR/2$ (LT^{-2})
H	Kanal zemini üzerindeki akıntı derinliği (L),
HYDRO	Hidrodinamik datalar için çıkış sırası
HYDRO1	Tek zaman adımlarındaki hidrodinamik datalar için giriş sırası
HYDRO2	Çift zaman adımlarındaki hidrodinamik datalar için giriş sırası
HO	H' ın geçici bir tahmini (L)
I	İndeks (genellikle düğümler için)
IA	Katsayı matrisi için bir indeks
IBC	Sınır koşulları için bir indeks
ID	Segment tanımlama sayısı
IDAY	Simulasyonun gün sayısı
II	İndeks
IND1	Sistemdeki düğümlerin toplam sayısı
IND2	AA için gereken uzay düzeni
IND3	C ve R için gereken uzay düzeni toplam sayısı
INIT	Başlangıç koşulları sırası (ML^{-3})
IPRINT	Yazdırma aralığı
IR	R sırası için bir indeks
IT	Kolların indeksleri
ITIME	Zaman adımı sayısı
IT0	IT0(L) dataların biriktiği L segmentindeki T-sırası indeksidir
IT1	IT1(L) dataların biriktiği L segmenti için ilk koldaki T-sırası indeksidir
IT2	IT2(L) dataların biriktiği L segmenti için son koldaki T-sırası indeksidir
I3	C3' ün doğal sayısına eşdeğerdir
J	İndeks (genellikle zaman için)
JBCD	L segmenti JBCD(L) indeksinde akıntı yönündeki sınır koşullarında bulunur
JBCU	L segmenti JBCU(L) indeksinde akıntıya ters yöndeki sınır koşullarında bulunur
JJ	İndeks
JNODE	Köşe düğümü
JT	Aynı T' deki gibi depolanan bir köşe düğümü sırasındır
K	İndeks
KE1	Kanal yapısındaki enerji kaybı katsayısı
L	Segmentler için indeks
LAST	Son kısımdaki indeksini denetleme
LIB	Her segment için sınır koşullarının konumu
LIMIT	Kontrol edilen son madde indeksi
LJ	İndeks
LL	İndeks
L0	İndeks
L1	İndeks
M	İndeks
MJ	İndeks
MNODE	Düğüm sayısı
MP	Etki alanları sayısı
MTIME	Zaman-adımları sayısı
M0	İndeks
M1	Daha düşük seviyeli olarak ırmağın yılankavi aktığı sınır
M2	Daha yüksek seviyeli olarak ırmağın yılankavi aktığı sınır
N	İndeks

Ek 5'in devamı

NBC	Her zaman-adımındaki sınır koşulu sayısı
NODE1	Her segmentteki ilk düğümün indeksi
NS	Sistemdeki segment sayısı
N1den NS38'e kadar	Ana depolama sahası içindeki konumlar
ORDER	Akıntıya ters yöndeki segment sayısı toplamı
P0	I düğümü için kümelenmiş sürtünme kaybı terimi ($L^{-1/3} / T^{-1}$)
P1	I+1 düğümü için kümelenmiş sürtünme kaybı terimi ($L^{-1/3} / T^{-1}$)
Q	Debi ($L^3 T^{-1}$)
QL	Yandan içeri akan birim akarsu uzunluğu
Q0	Q(I)
Q1	Q(I+1)
R	Ana denklemlerden kalanlar
RMILE	Nehir mili (L)
RMILEO	Sistemin akıntı yönü sınırındaki nehir mili
RMSA	Her düğüm toleransındaki başlangıç kesit alanlarının karekökü
RMSQ	Her düğüm toleransındaki başlangıç akımının karekökü
SAVE	Kolon döndürmede kullanılan geçici depolama konumu
SNAME	Segment ismi
T	Nehir ayağı data transfer düzeni
THETA	Ağırlık faktörü
TIME	Programı yürütme zamanı
TITLE	Başlık
TOLER	Newton-Rhapon metodu için nispi tolerans miktarı
XC	Süreklilik denkleminin önceki zaman adımı elemanları (L^2)
XM	Momentum denkleminin önceki zaman adımı elemanları (L^2)
Z	Kanal yatağı yüksekliği (L)

Ek 6. RIVIH *.INP Giriş Veri Dosyası

```

SAMPLE RIVIH DATA SET - USER'S MANUAL
8, 1997,6,27, 0.0, 1997,6,29,17.0,1
1.0 32.17 000.00 0.67 0.100 0 0
2
6.0 0.0 6.0 1000.
1 MAIN STEM
13350. 560. 2.4 0.0 1526.0 20.90 11.58 2.0 8 0 0Q 450. H 3.0 0.000 0.000
15000. 560. 2.3 0.0 1176.0 52.35 0.75 2.0 .05 0.0 0.000 0.000
13200. 560. 2.5 0.0 1020.0 22.40 9.54 2.0 .05 0.0 0.000 0.000
13000. 560. 2.5 0.0 722.0 31.75 7.26 2.0 .05 0.0 0.000 0.000
14600. 560. 2.3 0.0 381.0 32.64 7.17 2.0 .05 0.0 0.000 0.000
13370. 560. 1.4 0.0 220.0 67.82 8.44 2.0 .05 0.0 0.000 0.000
11300. 560. 1.4 0.0 98.0 80.46 10.10 2.0 .05 0.0 0.000 0.000
11400. 560. 2.0 0.0 49.0 46.30 8.92 2.0 .05 0.0 0.000 0.000
+1/
2
1997 6 1 0.0 15.
1997 6 30 0.0 15.
SAMPLEH.BCF

```

Ek 7. RIVIH *.OUT Çıkış Veri Dosyası

SAMPLE RIVIH DATA SET - USER'S MANUAL

NUMBER OF NODES = 8 NUMBER OF SEGMENTS = 1

STARTIME: YEAR =1997,MONTH= 6,DAY 27,HOUR = .0000 JULIAN DAY = 178.000
 END TIME: YEAR =1997,MONTH= 6,DAY 29,HOUR = 17.0000 JULIAN DAY = 180.708

BETA = 1.00
 GR = 32.17
 IPRINT = 1
 RMILE0 = .00
 THETA = .67
 TOLER = .1000

NUMBER OF PRINT UPDATES 2

PRINT INTERVAL = 6.000 PRINT TIME .000
 PRINT INTERVAL = 6.000 PRINT TIME 1000.000

1 MAIN STEM

	8	0	00	450.H	3.	0.		
13350.000	560.000	2.400	.000	1526.000	20.90	11.580	.050	.000
15000.000	560.000	2.300	.000	1176.000	52.35	.750	.050	.000
13200.000	560.000	2.500	.000	1020.000	22.40	9.540	.050	.000
13000.000	560.000	2.500	.000	722.000	31.75	7.260	.050	.000
14600.000	560.000	2.300	.000	381.000	32.64	7.170	.050	.000
13370.000	560.000	1.400	.000	220.000	67.82	8.440	.050	.000
11300.000	560.000	1.400	.000	98.000	80.46	10.100	.050	.000
11400.000	560.000	2.000	.000	49.000	46.30	8.920	.050	.000

***** TIME STEPS *****

Number of Time/Date Pairs = 2

Year 1997 Month 6 Day 1 Hour .0000 Julian day 152.0000 Time Step (sec) = 15.0000
 Year 1997 Month 6 Day 30 Hour .0000 Julian day 181.0000 Time Step (sec) = 15.0000

Ek 7' nin devami

2	15.24	545.841	101.370	55.178	1.885	1177.885	.050
3	12.40	539.405	141.744	76.877	2.855	1022.855	.050
4	9.90	527.107	66.738	54.279	1.552	723.552	.050
5	7.44	529.234	120.288	67.194	2.410	383.410	.050
6	4.67	523.810	130.472	94.890	1.604	221.604	.050
7	2.14	519.449	165.426	114.703	1.695	99.695	.050
8	.00	518.149	219.180	99.820	3.000	52.000	.050

1

SAMPLE RIV/H DATA SET - USER'S MANUAL

TIME STEP (sec) = 15.00

OUTPUT FOR SEGMENT NO. 1

Time: Year =1997,Month= June,Day 27,Hour = 23.1548 Step= 5748 Segment= 1 MAIN STEM
 Upstream Boundary 595.362 Downstream Boundary = 3.000

River Mile	Flow (cfs)	Area (sq ft)	Width (Feet)	Depth (Feet)	WSEL (Feet)	Mannings n
1	17.77	85.647	66.365	1.963	1527.963	.050
2	15.24	592.503	55.258	1.939	1177.939	.050
3	12.40	582.927	79.972	3.017	1023.017	.050
4	9.90	581.626	54.916	1.596	723.596	.050
5	7.44	570.704	69.373	2.562	383.562	.050
6	4.67	562.616	95.474	1.638	221.638	.050
7	2.14	556.427	116.896	1.804	99.804	.050
8	.00	552.309	99.820	3.000	52.000	.050

1

SAMPLE RIV/H DATA SET - USER'S MANUAL

TIME STEP (sec) = 15.00

OUTPUT FOR SEGMENT NO. 1

Time: Year =1997,Month= June,Day 28,Hour = 4.9435 Step= 7185 Segment= 1 MAIN STEM
 Upstream Boundary 606.161 Downstream Boundary = 3.000

River	Flow	Area	Width	Depth	WSEL	Mannings n
-------	------	------	-------	-------	------	------------

Ek 7'nin devamı

4	9.90	516.876	64.308	53.622	1.506	723.506	.050
5	7.44	511.832	117.987	66.704	2.375	383.375	.050
6	4.67	514.667	128.597	94.557	1.584	221.584	.050
7	2.14	518.879	165.706	114.755	1.698	99.698	.050
8	.00	522.480	219.180	99.820	3.000	52.000	.050

1 SAMPLE RIV1H DATA SET - USER'S MANUAL
 TIME STEP (sec) = 15.00

OUTPUT FOR SEGMENT NO. 1
 Time: Year =1997,Month= June,Day 27,Hour = 11.5774 Step= 2874 Segment= 1 MAIN STEM
 Upstream Boundary 512.532 Downstream Boundary = 3.000

River Mile	Flow (cfs)	Area (sq ft)	Width (Feet)	Depth (Feet)	WSEL (Feet)	Mannings n
1	17.77	75.154	62.589	1.800	1527.800	.050
2	15.24	512.035	55.078	1.818	1177.818	.050
3	12.40	511.433	75.431	2.780	1022.780	.050
4	9.90	503.252	53.803	1.519	723.519	.050
5	7.44	510.202	66.344	2.350	383.350	.050
6	4.67	509.935	94.622	1.588	221.588	.050
7	2.14	509.040	114.096	1.665	99.665	.050
8	.00	508.913	99.820	3.000	52.000	.050

1 SAMPLE RIV1H DATA SET - USER'S MANUAL
 TIME STEP (sec) = 15.00

OUTPUT FOR SEGMENT NO. 1
 Time: Year =1997,Month= June,Day 27,Hour = 17.3661 Step= 4311 Segment= 1 MAIN STEM
 Upstream Boundary 550.133 Downstream Boundary = 3.000

River Mile	Flow (cfs)	Area (sq ft)	Width (Feet)	Depth (Feet)	WSEL (Feet)	Mannings n
1	17.77	79.409	64.143	1.867	1527.867	.050

Ek 7'nin devami

*** Boundary Conditions Specified for Segment *** 3
 Will be Read From File = SAMPLEH.BCF
 Interpolation Option: LINEAR INTERPOL

1 SAMPLE RIV1H DATA SET - USER'S MANUAL
 TIME STEP (sec) = 15.00

OUTPUT FOR SEGMENT NO. 1
 Time: Year =1997,Month= June,Day 27,Hour = .0000 Step=
 Upstream Boundary 450.000 Downstream Boundary = 3.000

River Mile	Flow (cfs)	Area (sq ft)	Width (Feet)	Depth (Feet)	WSEL (Feet)	Mannings n
1	560.000	116.861	76.484	2.400	1528.400	.050
2	560.000	124.372	55.800	2.300	1178.300	.050
3	560.000	115.625	70.100	2.500	1022.500	.050
4	560.000	124.750	68.050	2.500	724.500	.050
5	560.000	113.001	65.622	2.300	383.300	.050
6	560.000	111.490	91.452	1.400	221.400	.050
7	560.000	132.440	108.740	1.400	99.400	.050
8	560.000	128.280	81.980	2.000	51.000	.050

1 SAMPLE RIV1H DATA SET - USER'S MANUAL
 TIME STEP (sec) = 15.00

OUTPUT FOR SEGMENT NO. 1
 Time: Year =1997,Month= June,Day 27,Hour = 5.7887 Step=
 Upstream Boundary 506.266 Downstream Boundary = 3.000

River Mile	Flow (cfs)	Area (sq ft)	Width (Feet)	Depth (Feet)	WSEL (Feet)	Mannings n
1	506.266	75.178	62.607	1.801	1527.801	.050
2	505.145	95.694	55.023	1.782	1177.782	.050
3	506.838	137.320	75.780	2.797	1022.797	.050

Ek 7'nin devamı

	Mile	(cfs)	(sq ft)	(Feet)	(Feet)	(Feet)
1	17.77	606.161	89.061	67.540	2.014	1528.014
2	15.24	604.768	102.402	55.206	1.904	1177.904
3	12.40	602.411	165.373	82.534	3.152	1023.152
4	9.90	593.949	69.403	54.987	1.600	723.600
5	7.44	598.559	140.517	71.382	2.702	383.702
6	4.67	597.515	135.400	95.763	1.655	221.655
7	2.14	595.970	192.863	119.438	1.930	99.930
8	.00	595.426	219.180	99.820	3.000	52.000

1

SAMPLE RIV1H DATA SET -- USER'S MANUAL

TIME STEP (sec) = 15.00

OUTPUT FOR SEGMENT NO. 1

Time: Year =1997,Month= June,Day 28,Hour = 10.7322 Step=

Upstream Boundary 607.779 Downstream Boundary = 3.000

8622 Segment= 1 MAIN STEM

River	Mile	Flow (cfs)	Area (sq ft)	Width (Feet)	Depth (Feet)	WSEL (Feet)	Mannings n
1	17.77	607.779	90.442	68.027	2.034	1528.034	.050
2	15.24	611.923	101.463	55.180	1.887	1177.887	.050
3	12.40	615.636	171.983	84.059	3.231	1023.231	.050
4	9.90	621.469	69.931	55.123	1.610	723.610	.050
5	7.44	620.365	146.725	72.616	2.788	383.788	.050
6	4.67	621.573	137.364	96.111	1.676	221.676	.050
7	2.14	621.657	201.586	120.904	2.002	100.002	.050
8	.00	615.123	219.180	99.820	3.000	52.000	.050

1

SAMPLE RIV1H DATA SET -- USER'S MANUAL

TIME STEP (sec) = 15.00

OUTPUT FOR SEGMENT NO. 1

Time: Year =1997,Month= June,Day 28,Hour = 16.5209 Step= 10059 Segment= 1 MAIN STEM

Ek 7'nin devami

Upstream Boundary	579.789	Downstream Boundary =	3.000
River Mile	Flow (cfs)	Area (sq ft)	Width (Feet)
1	17.77	579.789	66.751
2	15.24	581.995	55.118
3	12.40	586.211	82.256
4	9.90	582.639	54.663
5	7.44	591.601	71.338
6	4.67	595.459	95.609
7	2.14	598.668	119.688
8	.00	601.458	99.820

1

SAMPLE RIV1H DATA SET - USER'S MANUAL
 TIME STEP (sec) = 15.00

OUTPUT FOR SEGMENT NO. 1

Time: Year =1997,Month= June,Day 28,Hour = 22.3096 Step= 11496 Segment= 1 MAIN STEM
 Upstream Boundary 568.208 Downstream Boundary = 3.000

Upstream Boundary	568.208	Downstream Boundary =	3.000
River Mile	Flow (cfs)	Area (sq ft)	Width (Feet)
1	17.77	568.208	65.702
2	15.24	572.773	55.155
3	12.40	571.686	80.290
4	9.90	579.458	54.538
5	7.44	569.964	69.796
6	4.67	568.135	95.354
7	2.14	567.938	117.744
8	.00	570.185	99.820

1

SAMPLE RIV1H DATA SET - USER'S MANUAL
 TIME STEP (sec) = 15.00

Depth (Feet)	WSEL (Feet)	Mannings n
1.980	1527.980	.050
1.845	1177.845	.050
3.137	1023.137	.050
1.578	723.578	.050
2.699	383.699	.050
1.646	221.646	.050
1.942	99.942	.050
3.000	52.000	.050

Depth (Feet)	WSEL (Feet)	Mannings n
1.934	1527.934	.050
1.870	1177.870	.050
3.034	1023.034	.050
1.570	723.570	.050
2.591	383.591	.050
1.631	221.631	.050
1.846	99.846	.050
3.000	52.000	.050

Ek 7'nin devami

1
 OUTPUT FOR SEGMENT NO. 1
 Time: Year =1997,Month= June,Day 29,Hour = 4.0983 Step= 12933 Segment= 1 MAIN STEM
 Upstream Boundary 539.899 Downstream Boundary = 3.000

River Mile	Flow (cfs)	Area (sq ft)	Width (Feet)	Depth (Feet)	WSEL (Feet)	Mannings n
1	17.77	80.256	64.450	1.881	1527.880	.050
2	15.24	97.583	55.075	1.817	1177.817	.050
3	12.40	148.557	78.552	2.943	1022.943	.050
4	9.90	66.096	54.108	1.540	723.540	.050
5	7.44	127.172	68.650	2.511	383.511	.050
6	4.67	131.041	94.992	1.610	221.610	.050
7	2.14	177.446	116.803	1.799	99.799	.050
8	.00	219.180	99.820	3.000	52.000	.050

1
 SAMPLE RIV1H DATA SET - USER'S MANUAL
 TIME STEP (sec) = 15.00

1
 OUTPUT FOR SEGMENT NO. 1
 Time: Year =1997,Month= June,Day 29,Hour = 9.8870 Step= 14370 Segment= 1 MAIN STEM
 Upstream Boundary 531.246 Downstream Boundary = 3.000

River Mile	Flow (cfs)	Area (sq ft)	Width (Feet)	Depth (Feet)	WSEL (Feet)	Mannings n
1	17.77	78.502	63.818	1.853	1527.853	.050
2	15.24	97.845	55.082	1.822	1177.822	.050
3	12.40	144.386	77.533	2.890	1022.890	.050
4	9.90	66.006	54.083	1.538	723.538	.050
5	7.44	123.535	67.885	2.458	383.458	.050
6	4.67	130.877	94.963	1.608	221.608	.050
7	2.14	172.054	115.865	1.753	99.753	.050
8	.00	219.180	99.820	3.000	52.000	.050

1
 SAMPLE RIV1H DATA SET - USER'S MANUAL

Ek 7' nin devami

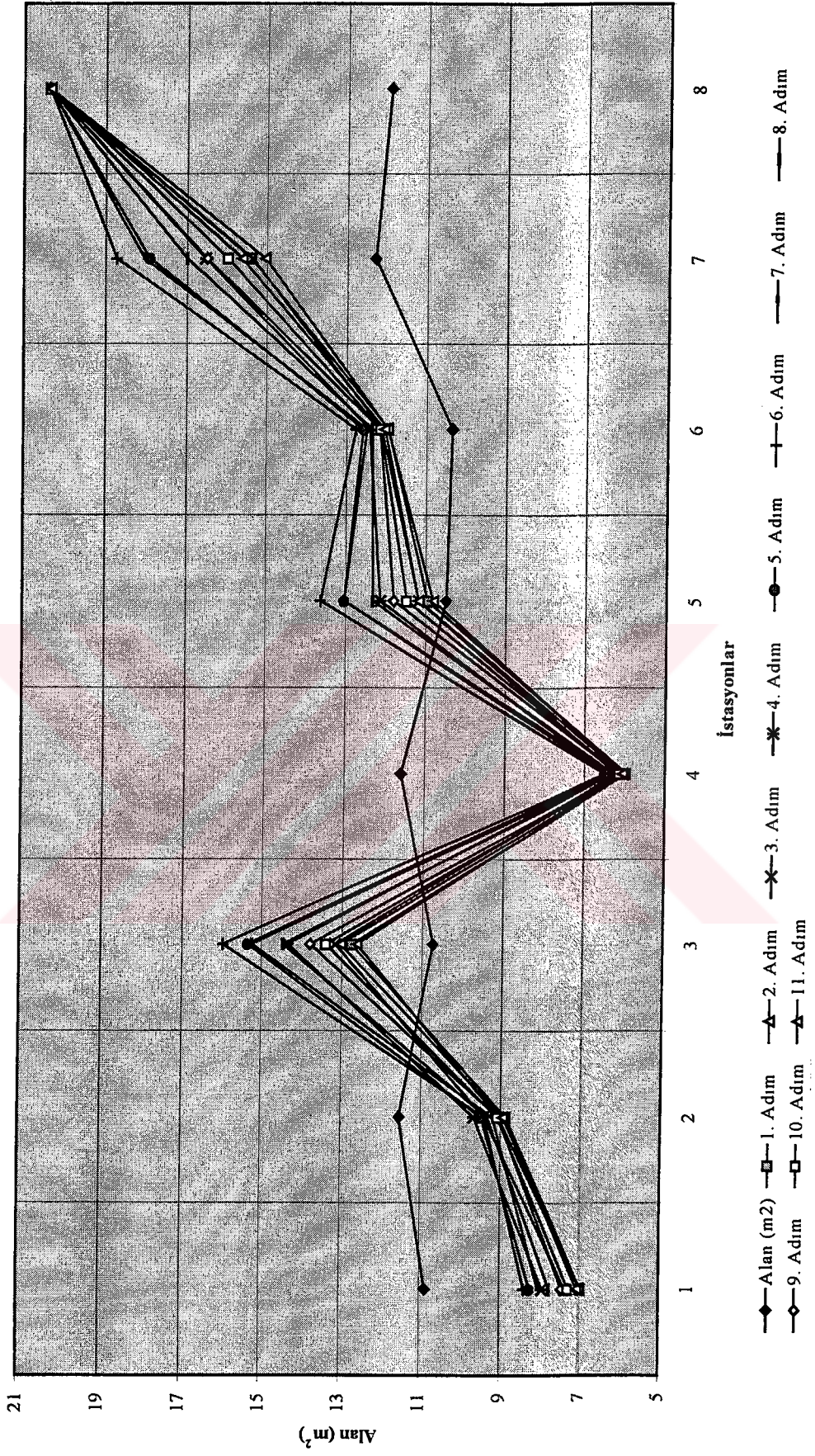
TIME STEP (sec) = 15.00

OUTPUT FOR SEGMENT NO. 1

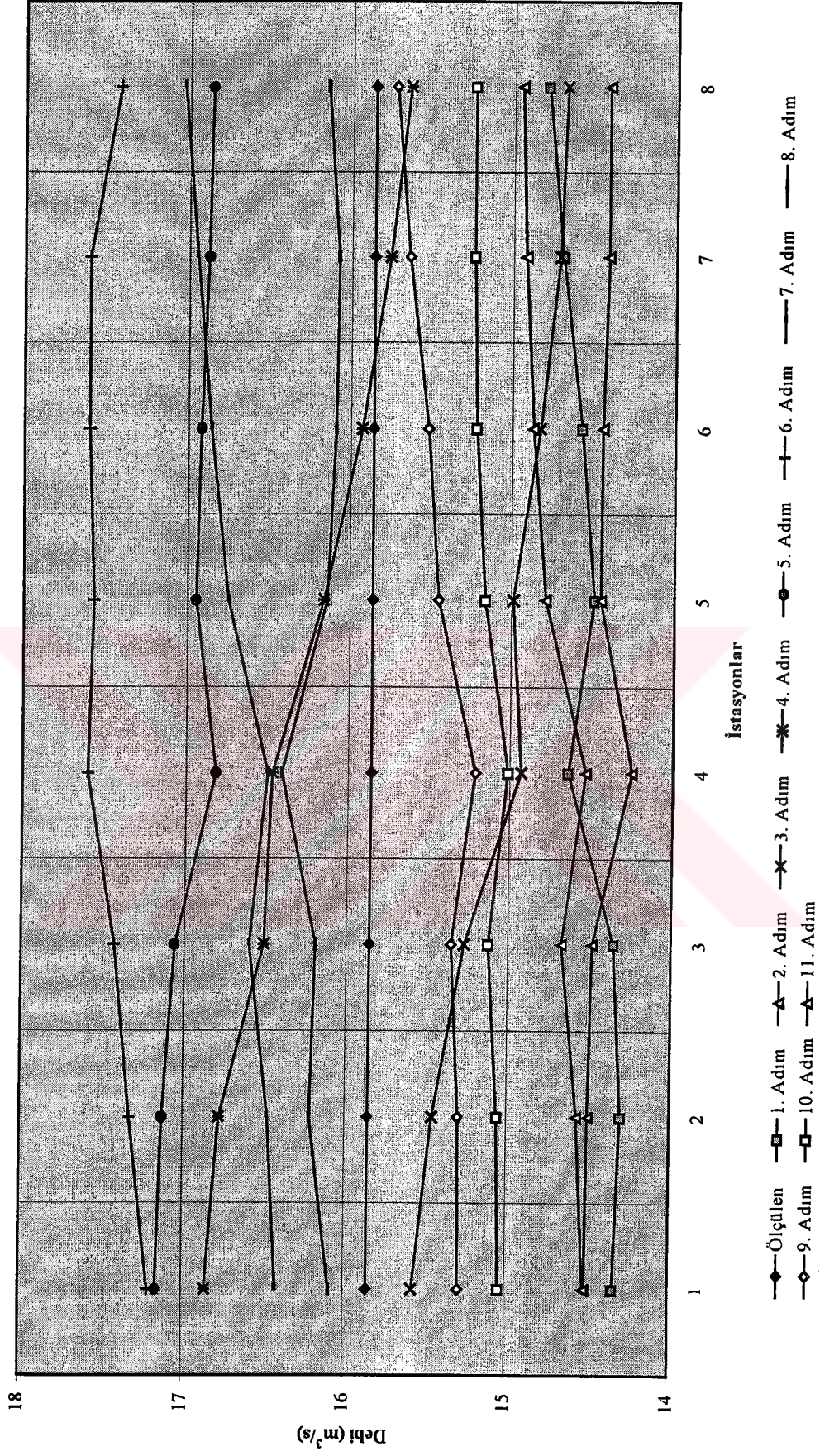
Time: Year =1997,Month= June,Day 29,Hour = 15.6757 Step= 15807 Segment= 1 MAIN STEM
 Upstream Boundary 512.672 Downstream Boundary = 3.000

River Mile	Flow (cfs)	Area (sq ft)	Width (Feet)	Depth (Feet)	WSEL (Feet)	Mannings n
1	17.77	76.096	62.937	1.815	1527.815	.050
2	15.24	96.404	55.043	1.795	1177.795	.050
3	12.40	140.219	76.500	2.836	1022.836	.050
4	9.90	65.090	53.837	1.521	723.521	.050
5	7.44	120.345	67.209	2.411	383.411	.050
6	4.67	129.767	94.766	1.596	221.596	.050
7	2.14	168.252	115.201	1.720	99.720	.050
8	.00	219.180	99.820	3.000	52.000	.050

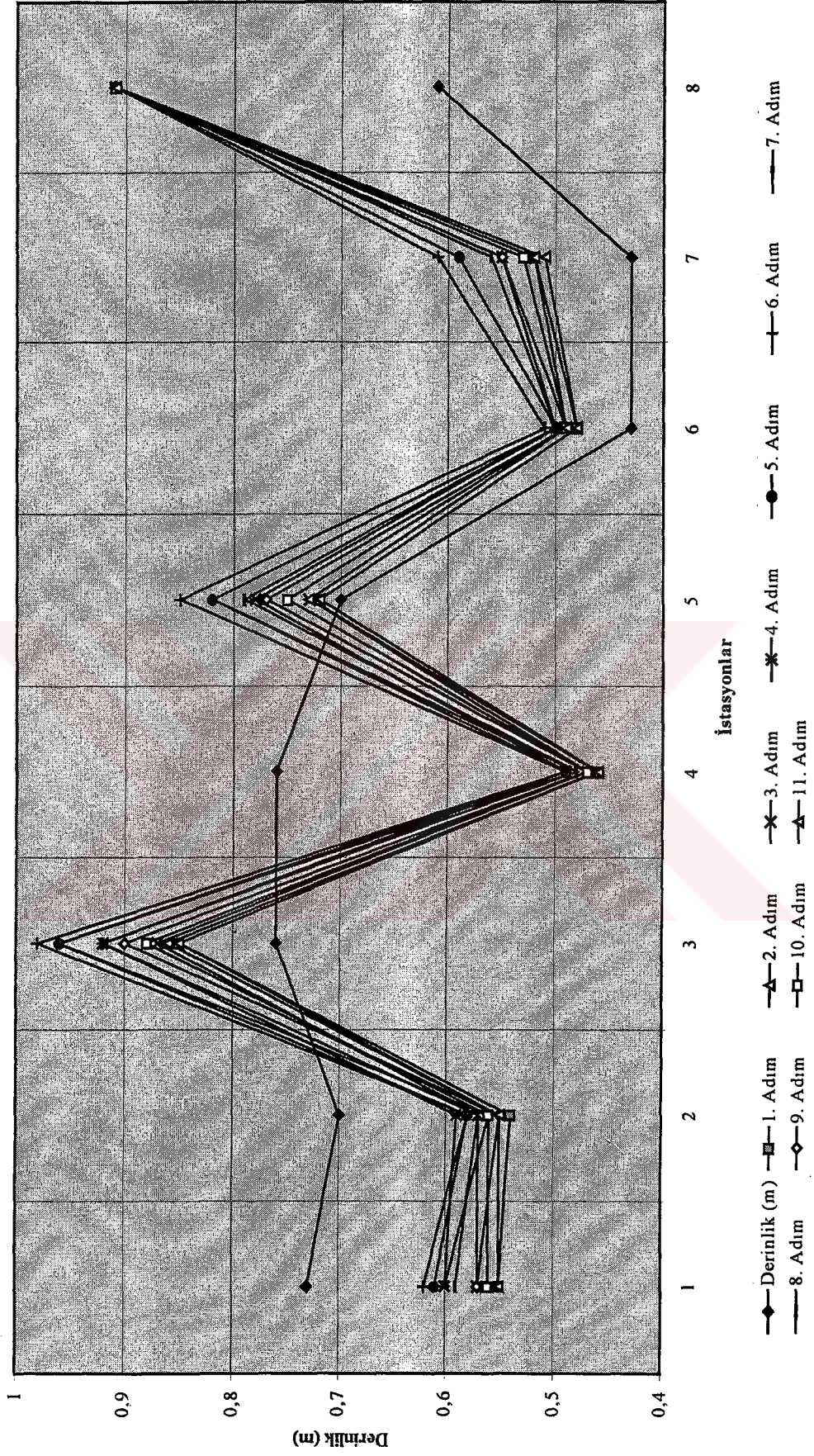
Ek 8. Ölçülen ve Hesaplanan Alan Değişimleri



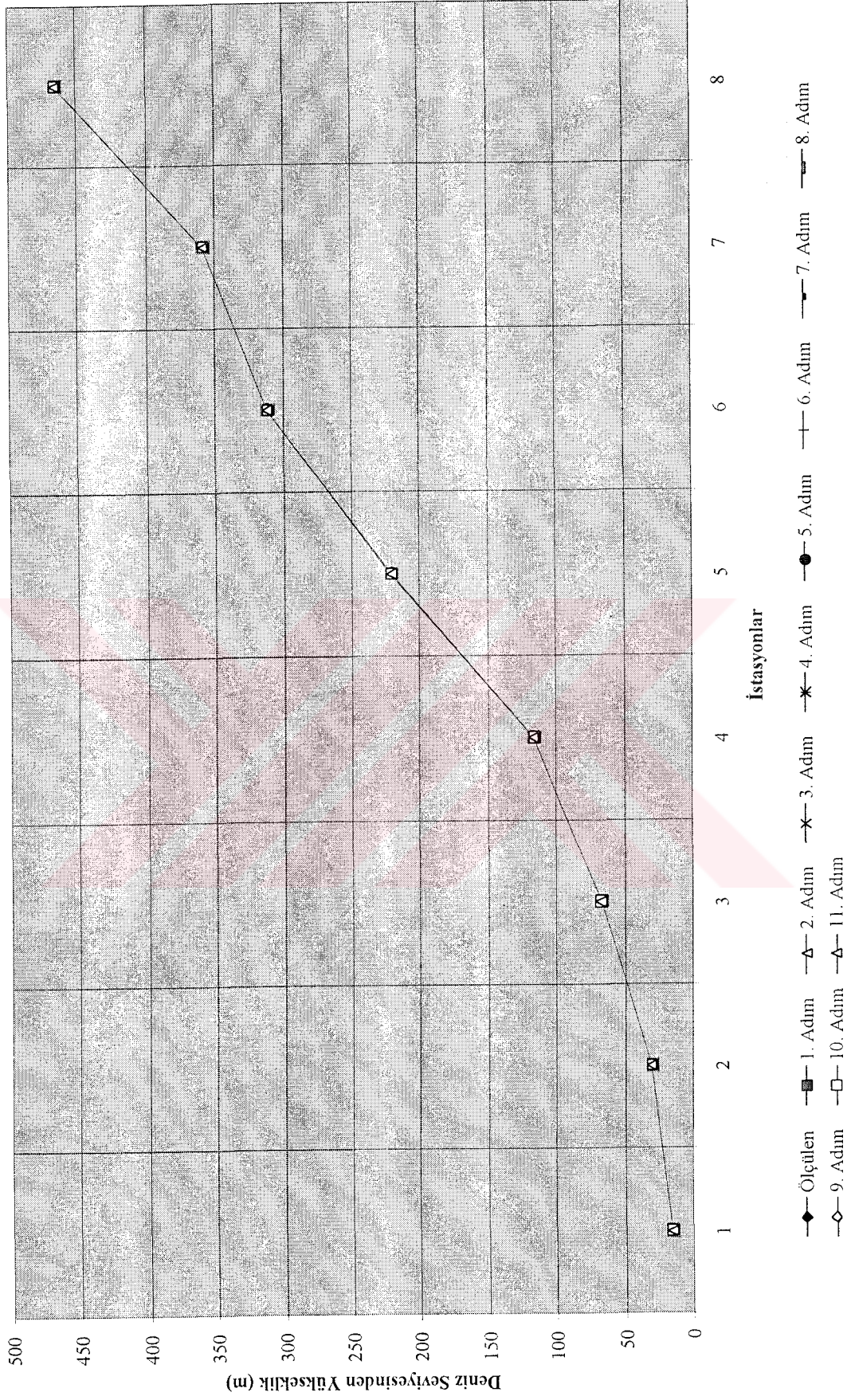
Ek 9. Ölçülen ve Hesaplanan Debi Değişimleri



Ek 12. Ölçülen ve Hesaplanan Derinlik Değişimleri



Ek 13. Ölçülen ve Hesaplanan Deniz Seviyesinden Yükseklik Değişimleri



ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Burdur’da doğdu. Lise öğrenimini Karamanlı Lisesinde tamamladı. 1990 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümünde öğrenime başladı ve 1994’ de lisans öğrenimini tamamlayarak Balıkçılık Teknolojisi Mühendisi ve Kıyı Kaptanı unvanını aldı. 1994 yılında aynı Fakültenin Balıkçı Gemileri İnşaatı ve Yönetimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans programına başladı. 1996 yılında KTÜ Sürmene Deniz bilimleri Fakültesi’nde Araştırma görevlisi olarak başladığı görevini 1997 Aralık ayına kadar sürdürmüştür. Daha sonra T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığının açmış olduğu Denizcilik Uzman Yardımcılığı sınavını kazanmıştır ve halen bu kurumun Dış İlişkiler Dairesi Başkanlığı’ndaki görevine devam etmektedir.

Şakir ÖZÇOBAN