İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KÖYCEĞİZ – DALYAN LAGÜN SİSTEMİ'NİN HİDROLİK MODELLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Çevre Müh. Ali ERTÜRK

Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Programı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. İ. Ethem GÖNENÇ

OCAK 2002

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KÖYCEĞİZ – DALYAN LAGÜN SİSTEMİ'NİN HİDROLİK MODELLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Çevre Müh. Ali ERTÜRK

Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Programı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. İ. Ethem GÖNENÇ

OCAK 2002

ÖNSÖZ

Bir alıcı ortamların modelleme çalışması; veri analizi, modelin teorik çatısının belirlenmesi, giriş verilerinin oluşturulması, model yazılımı kullanılarak simülasyonların yapılması, model kalibrasyonu gibi bir çok adımdan oluşur. Modellenecek alıcı ortam; Köyceğiz –Dalyan Lagün Sistemi gibi karmaşık bir sistem ise, bu adımlar yıllarca sürebilir. Bu çalışma, Köyceğiz – Dalyan Lagün Sistemi üzerinde yapılan ilk çalışma değildir ve sonuncusu da olmayacaktır.

Bu çalışmada benden başka bir çok kişinin büyük emeği vardır. Bu kişilerin yardımı olmaksızın bu çalışmanın, temelleri yıllar öncesine dayansa da bu kadar kısa bir sürede toparlanması mümkün olmazdı.

Öncelikle beni yetiştiren, iyi bir akademisyen ve mühendis olmam için elinden geleni yapan ve bu tezin bir matematiksel denklemler karmaşası haline gelmesine engel olan tez danışmanım Prof. Dr. İ. Ethem Gönenç'e teşekkür etmek istiyorum.

Bir tez çalışmasının, çalışmanın kendisi dışında bir sürü kuralı ve "formalitesi" vardır. Tez ile ilgili bu teknik olmayan detaylarda bana önemli yardımları olan hocam Doç. Dr. Ayşegül Tanık'a da teşekkür ederim.

Yazın sıcak günlerinde aynı masayı paylaştığım çalışma arkadaşlarım Araş. Gör. Dr. Melike Gürel ve Çevre Yük. Müh Alpaslan Ekdal'a da sonsuz teşekkürler. Onlar olmadan bu çalışma çok daha uzun ve yorucu olurdu ve belki de şimdiki durumundan çok farklı, kapsamı daha dar bir çalışma haline gelebilirdi.

Tezimle akademik herhangi bir ilgileri olmamalarına rağmen bana yardım ederken saatlerini harcayan iki kişiye teşekkür etmek istiyorum. İTÜ Fizik Mühendisliği Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak çalışan arkadaşım Tolga Birkandan, tezin yazılması sırasında bana çok yardım etmiştir. Tezdeki şekillerin önemli bir kısmı ise kardeşim Murat Ertürk'ün bilgisayar destekli eserleridir. Kendisi saatlerde uğraşarak benim "bulanık" veya "görünmez" olarak nitelendirdiğim fotoğrafları teze konulabilecek kadar net hale getirmiştir. Göllerin batimetrik haritalarının sayısallaştırılmasında bana yardımcı olan Başar Özcan ve Jeoloji Mühendisi Özgür Kozacı'ya ve sayısallaştırılan haritaların doğru koordinat sistemine çevrilmesini sağlayan Doç. Dr. Dursun Zafer Şeker'e de teşekkür borçluyum. Ayrıca tezimin yazım aşamasında eleştirileri ile bana yol gösteren dostlarım Çevre Yüksek Mühendisi Kızıltan Yüceil ve Çevre Yüksek Mühendisi Nusret Karakaya'ya da teşekkür ediyorum.

Son olarak ta beni bu günlere getiren ve bana maddi ve manevi her türlü desteği sağlayan aileme teşekkür ediyorum.

Mayıs 2002 Ali Ertürk

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TABLO LİSTESİ **vii**

ŞEKİL LİSTESİ **ix**

SEMBOL LİSTESİ **xiii**

ÖZET **xv**

SUMMARY **xvi**

BÖLÜM 1. GİRİŞ **1**

1.1 Çalışmanın Anlam ve Önemi 1

1.2 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı 1

BÖLÜM 2. LİTERATÜR TARAMASI **4**

2.1 Lagünlerin Nicel Karakteristikleri 4

2.2 Göllerde Tabakalaşma ve Karışım 10

2.2.1 Göllerde Tabakalaşma 10

2.2.1.1 Göllerin Tabakalaşmaya Göre Sınıflandırılması 10

2.2.1.2 Tabakalaşma Potansiyeli 11

2.2.1.3 Rüzgar ve Sıcaklığın Tabakalaşmaya Etkileri 12

2.2.2 Göllerde Karışım 13

2.2.2.1 Göle Girişlerin Neden Olduğu Karışım 13

2.2.2.2 Göl'den Çıkışların Neden Olduğu Karışım 17

2.2.2.3 Rüzgar, Dalga ve Koriolis Kuvvetleri Nedeniyle Karışım 18

2.3 Tek Boyutlu Hidrolik Modeller 19

2.4 Tek Boyutlu Hidrodinamik Modeller 26

2.4.1 Düğüm-Bağ Ağı Sayısal Çözüm Şeması 27
2.4.2 Dört Nokta Sayısal Çözüm Şeması 33
2.4.3 DYNHYD5 Modeli 37
2.5 İki Boyutlu Hidrodinamik Modeller 39
2.5.1. Lung – O'Connor Yöntemi 40
2.5.2 CE-QUAL-W2 41
2.5.2.1 Model Ağı 41
2.5.2.2 CE-QUAL-W2 ile Hidrodinamik Simülasyon 42
2.5.2.3 CE-QUAL-W2 Modelinin Veri İhtiyaçları 43
2.6 Üç Boyutlu Hidrodinamik Modeller 43
2.6.1 SSIIM 44
2.6.2 EFDC 44
2.7 Çok Boyutlu Su Kalitesi Modelleri ve WASP Modeli 44

BÖLÜM 3. BÖLGENİN TANITILMASI ve VERİ ANALİZİ 51
3.1 Bölgenin Genel Tanıtımı 51
3.2 Meteorolojik Özellikler 53
3.3 Köyceğiz–Dalyan Havzası'nın Hidrolojik ve Hidrojeolojik Yapısı 55
3.3.1 Yüzeysel Akış Tahminleri 56
3.3.1.1 Süre-Şiddet-Tekerrür Modelleri ve Köyceğiz-Dalyan Havzası'na Uygulanmaları 58
3.3.1.2 Akış Modelleri 60
3.3.2 Yeraltısuyu Akışının Tahmini 65
3.3.3 Köyceğiz Gölü için Su Bütçesi 65
3.4 Arazi Kullanımı 66
3.5 Kirletici Kaynaklar 68
3.6 Dalyan Lagünü Üzerindeki İstasyonlar 69
3.7 Hidrolik Verilerin Analizi 69
3.7.1 Akarsuların Hidrolik Özellikleri 72
3.7.1.1 Namnam Çayı 72
3.7.1.2 Yuvarlak Çay 74
3.7.1.3 Kargıcak Deresi 77
3.7.2 Köyceğiz Gölü'nün Hidrolik ve Limnolojik Özellikleri 77

3.7.3 Alagöl 94
3.7.4 Sülüngür Gölü 97
3.7.5 Dalyan Kanalı 107
3.7.6 Dalyan Kanal Ağları 112
3.7.7 İztuzu Bölgesi 114

BÖLÜM 4. HİDRODİNAMİK ÖN MODELLEME ÇALIŞMALARININ DALYAN LAGÜNÜNE UYGULANMASI
4.1 Dalyan Lagününün Nicel Karakteristikleri 117
4.1.1 Ağ Yoğunluğu Parametresi 119
4.1.2 Ağ Uzunluğu Parametresi 119
4.1.3 Ağ Yol Seçenekleri Parametresi 119
4.1.4 Uç Derinlik Parametresi 121
4.1.5 Sığlık Parametresi 121
4.1.6 Morfometrik Parametrelerin Yorumlanması 121
4.2 Tek Boyutlu Hidrolik Modelin QUAL2E Yardımı ile Uygulanması 122
4.2.1 Sistemin Dallanmasız Tek Kanal Haline Getirilmesi ve Bölümler 123
4.2.2 QUAL2E Simülasyonundan Elde Edilen Sonuçlar 126
4.3 Tek Boyutlu DYNHYD5 Hidrodinamik Modelin Uygulanması 129
4.4 İki Boyutlu Hidrodinamik Model Lung-O'Connor Yönteminin Uygulanması 132
4.4.1 Lung-O'Connor Yöntemi Kullanılarak DYNHYD5 Modeli ile Hesaplanan Debiler Yardımı ile İki Tabakalı Akımdaki Üst ve Alt Debilerin Hesaplanması 133
4.4.2 Lung-O'Connor Yönteminin Yetersiz Kalan Yönleri 133
4.4.3 Lung-O'Connor Yönteminde Yapılan Değişiklikler 136
4.4.4 Lung-O'Connor Yönteminden Elde Edilen Sonuçlar 137
4.5 Hidrolik ve Hidrodinamik Modelleme Çalışşmalarından Elde Edilen Sonuçlar 137

BÖLÜM 5. WASP MODELİ YARDIMI İLE DEBİ KONTROLÜ **144**
5.1 Model Ağının Oluşturulması 144
5.2 WASP Girdi Verilerinin Hazırlanması 144
5.2.1 Simülasyon Kontrolü ile İlgili Veriler 145
5.2.2 Segmentler Arası Su Değişimi ile İlgili Veriler 145
5.2.3 Segment Hacimleri ve Sistem Geometrisi 148
5.2.4 Sistemi Dolaşan Debiler 148
5.2.5 Sistemin Sınır Koşulları ile İlgili Veriler 149
5.2.6 Sisteme Giren Yükler 149
5.2.7 Kinetik Sabitler 149
5.2.8 Sistemin Başlangıç Koşulları 149
5.3 WASP Simülasyonu Sonuçları 150

BÖLÜM 6. KÖYCEĞİZ GÖLÜ'NDE TABAKALAŞMA ve KARIŞIM ANALİZİ **159**
6.1 Köyceğiz Gölü'nün Tabakalaşma Potansiyeli 160
6.2 Batma ve Ayrılma Noktası 162
6.3 Rüzgar, Dalga ve Coriolis Kuvvetleri Nedeniyle Karışım 170
6.3.1 İç Dalgaların Neden Olduğu Karışım 170
6.3.2 Coriolis Kuvvetinin Neden Olduğu Karışım 171

BÖLÜM 7. KÖYCEĞİZ GÖLÜ'NDE TABAKALAŞMA ve KARIŞIM ANALİZİ **172**
7.1 Giriş 172
7.2 Dalyan Lagünü İçin Uygun Bir Hidrodinamik Model Seçimi 173
7.3 Köyceğiz Gölü İçin Uygun Bir Hidrodinamik Model Seçimi 174

BÖLÜM 8. SONUÇ ve ÖNERİLER **177**

KAYNAKLAR **181**
EKLER **184**
ÖZGEÇMİŞ **298**

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1	– Lagünlerin Jeomorfolojik Parametreleri	9
Tablo 3.1	– Havza Alanı ve Civarındaki Meteoroloji İstasyonları	53
Tablo 3.2	– Köyceğiz Gölü Alt Havzasında Arazi Kullanımı	56
Tablo 3.3	– Dalyan Alt Havzasında Arazi Kullanımı	56
Tablo 3.4	– Kentsel Alanlarda Arazi Kullanımına Göre Yüzeysel Akış Katsayıları	60
Tablo 3.5	– Kırsal Alanlarda Arazi Kullanımına Göre Yüzeysel Akış Katsayıları	61
Tablo 3.6	– Kıyı Havzaları için Maksimum Yüzeysel Akış Katsayıları	61
Tablo 3.7	– Köyceğiz Alt Havzalarında Aylık Yüzeysel Akışlar (Mm^3/ay)	62
Tablo 3.8	– Dalyan Alt Havzalarında Aylık Yüzeysel Akışlar (Mm^3/ay)	62
Tablo 3.9	– Köyceğiz - Dalyan Alt Havzaları İçin Ortalama Yüzeysel Akışlar	63
Tablo 3.10	– Değişik Yağış – Akış Senaryoları	64
Tablo 3.11	– Köyceğiz Gölü Üst Tabaka için Su Kütlesi Dengesi	66
Tablo 3.12	– Köyceğiz Gölü Alt Tabaka için Su Kütlesi Dengesi	66
Tablo 3.13	– Arazi Kullanımı	67
Tablo 3.14	– Köyceğiz İlçesinde Eğim Gruplarına Göre Arazi Kullanma Şekilleri	67
Tablo 3.15	– Ortaca İlçesinde Eğim Gruplarına Göre Arazi Kullanma Şekilleri	67
Tablo 3.16	– Ula İlçesinde Eğim Gruplarına Göre Arazi Kullanma Şekilleri	68
Tablo 3.17	– Noktasal Kaynaklar	68
Tablo 3.18	– Köyceğiz Gölü'ndeki Derinlik–Alan Hacim İlişkileri	82
Tablo 3.19	– Köyceğiz Gölü'nde Tabakaların Hacimleri	84
Tablo 3.20	– Sultaniye Çanağı'nda Derinliğe Göre Sıcaklık Verileri	84
Tablo 3.21	– Sultaniye Çanağı'nda Derinliğe Göre Tuzluluk Verileri	86
Tablo 3.22	– Köyceğiz Çanağı'nda Sıcaklığın Derinlikle Değişimi	88
Tablo 3.23	– Köyceğiz Çanağı'nda Tuzluluğun Derinlikle Değişimi	89
Tablo 3.24	– Köyceğiz Gölü'nde Difüzyonla İlgili Büyüklükler	92
Tablo 3.25	– Sülüngür Gölü'nün Derinlik–Alan–Hacim İlişkileri	101
Tablo 3.26	– Sülüngür Gölü'nde Difüzyon ile İlgili Büyüklükler	106
Tablo 4.1	– Kanal Özellikleri	118
Tablo 4.2	– Ağ Yol Seçenekleri Parametresi	121
Tablo 4.3	– Bölümlerin Hidrolik Özellikleri	126
Tablo 4.4	– QUAL2E ile Yapılan Hidrolik Simülasyon Sonuçları	127
Tablo 4.5	– DYNHYD5 Simülasyonu Sonuçları	131
Tablo 4.6	– Dikey Tuzluluk Gradyanları ve Yüzey Tuzlulukları	134
Tablo 4.7	– Ana Kollar ve Interpolasyon Aralıkları	134
Tablo 4.8	– Ana Kollardaki Kanallar için Yüzey Tuzluluğu Değerleri	135
Tablo 4.9	– Alt ve Üst Tabaka Debileri	138

Tablo 4.10 – Sistemin Değişik Kesimlerindeki Hidrolik Bekletme Süreleri 140
Tablo 5.1 – Üst Üste Gelen Segmentlerin Hacimleri ve Arayüzey Bilgileri 145
Tablo 5.2 – Yatay Doğrultuda Segmentleri Bağlayan Enkesit Alanları 146
Tablo 5.3 – Segmentlerdeki Akış Hızları 147
Tablo 6.1 – Köyceğiz Gölü'ne Giren Aylık Ortalama Debiler 159
Tablo 6.2 – Özel Yağış Senaryoları 160
Tablo 6.3 – Köyceğiz Gölü'nün Aylık Ortalama Akışlar için Densimetrik Froude Sayısı 160
Tablo 6.4 – Köyceğiz Gölü'nün Özel Yağışlardan Kaynaklanan Akışlar için Densimetrik Froude Sayısı 160
Tablo 6.5 – Yuvarlak Çay'ın Ayrılma Noktası Hesapları 163
Tablo 6.6 – Kargaıcak ve Yangı Ayrılma Noktası Hesapları 164
Tablo 6.7 – Namnam Çayı Ayrılma Noktası Hesapları 165
Tablo 6.8 – Sarıöz Ayrılma Noktası Hesapları 166
Tablo 6.9 – Hamitköy Ayrılma Noktası Hesapları 167
Tablo 6.10 – Köyceğiz Gölü'nde İç Dalga Hesapları ve Weddeburn Sayıları 170

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 – Kıyı Lagünlerinin Denizle Su Değişimine Göre Sınıflandırılması 5
Şekil 2.2 – Lagünlerdeki Fiziksel Prosesler 6
Şekil 2.3 – Lagün Şekilleri 7
Şekil 2.4 – QUAL2E'de Hidrolik Parametreleri Farklı Bölümler 23
Şekil 2.5 – QUAL2E'de Farklı Hesap Elemanı Tiplerinin Örnek Gösterimi 24
Şekil 2.6 – Düğüm-Bağ Ağı 28
Şekil 2.7 – Dört Nokta Şemasında Sistemin Ayrıklaştırılması 34
Şekil 2.8 – Dört Nokta Çözüm Şemasında Elde Edilen Denklem Takımı 36
Şekil 2.9 – DYNHYD5 Model Ağı 38
Şekil 2.10 – DYNHYD5 Kanal Parametreleri 39
Şekil 2.11 – Lung – O'Connor Yönteminde Notasyon 40
Şekil 2.12 – Temel WASP Sistemi 46
Şekil 2.13 – WASP Kütle Dengesi Denklemi İçin Koordinat Sistemi 47
Şekil 2.14 – WASP Modelinde Su Ortamının Segmentlere Ayrılması 49
Şekil 3.1 – Köyceğiz-Dalyan Lagün Sisteminin Türkiye'deki Yeri 51
Şekil 3.2 – Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi'nin LANDSTAT Uydu Görüntüsü 52
Şekil 3.3 – Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi'nin Uçaktan Çekilmiş Fotoğrafı 52
Şekil 3.4 – 1950-2000 Yılları Yağış Rasatlarına Göre Yıllık Toplam Yağışlar 54
Şekil 3.5 – 1950-2000 Yılları Yağış Rasatlarına Göre Aylık Toplam Yağışların Yıl İçindeki Seyri 55
Şekil 3.6 – Köyceğiz-Dalyan Alt Havza Sınırları 57
Şekil 3.7 – Dalyan Lagünü'ndeki İstasyonların Yerleri (Gürel 2000) 70
Şekil 3.8 – Sistemde Farklı Hidrolik Karakterler Gösteren Bölgeler 71
Şekil 3.9 – Namnam Çayı Boyunca Debi Değişimi 73
Şekil 3.10 – Namnam Çayı'nın Hidrolik Profili 74
Şekil 3.11 – Namnam Çayı Boyunca Hız Değişimi 74
Şekil 3.12 – Yuvarlakçay Boyunca Debi Değişimi 75
Şekil 3.13 – Yuvarlakçay'ın Hidrolik Profili 76
Şekil 3.14 – Yuvarlakçay Boyunca Hız Değişimi 77
Şekil 3.15 – Köyceğiz Gölü'nün Batimetrisi 78
Şekil 3.16a – Köyceğiz Gölü Enkesit 4 79
Şekil 3.16b – Köyceğiz Gölü Enkesit 11 79
Şekil 3.16c – Köyceğiz Gölü Enkesit 16 79
Şekil 3.17 – Köyceğiz Gölü'nün Boykesiti 81
Şekil 3.18 – Köyceğiz Gölü'ndeki Kritik Enkesit ve Boykesitlerin Yerleri 82
Şekil 3.19 – Köyceğiz Çanağı Derinlik–Alan–Hacim Eğrisi 83
Şekil 3.20 – Sultaniye Çanağı Derinlik–Alan–Hacim Eğrisi 83
Şekil 3.21 – Köyceğiz Gölü Derinlik–Alan–Hacim Eğrisi 83
Şekil 3.22 – Sultaniye Çanağı'nda Sıcaklığın Derinlikle Değişimi 85

Şekil 3.23 – Sultaniye Çanağı'nda Sıcaklığın Zamanla Değişimi 85
Şekil 3.24 – Sultaniye Çanağı'nda Tuzluluğun Derinlikle Değişimi 86
Şekil 3.25 – Sultaniye Çanağı'nda Tuzluluğun Zamanla Değişimi 87
Şekil 3.26 – Köyceğiz Çanağı'nda Sıcaklığın Derinlikle Değişimi 87
Şekil 3.27 – Köyceğiz Çanağı'nda Sıcaklığın Zamanla Değişimi 88
Şekil 3.28 – Köyceğiz Çanağı'nda Tuzluluğun Derinlikle Değişimi 89
Şekil 3.29 – Köyceğiz Çanağı'nda Tuzluluğun Zamanla Değişimi 90
Şekil 3.30 – Köyceğiz Gölü Akıntı Sistemi 93
Şekil 3.31 – Köyceğiz Gölü Ecosound Çalışması 94
Şekil 3.32 – Alagöl'ün Kuzeybatı-Güneydoğu Yönündeki Görüntüsü 95
Şekil 3.33 – Alagöl'ün Tabanı 95
Şekil 3.34 – Alagöl'ün Batimetrisi 95
Şekil 3.35 – Alagöl'de Tuzluluğun Zamanla Değişimi 97
Şekil 3.36 – Sülüngür Gölü'nün Gökyüzünden Çekilmiş Fotoğrafı 97
Şekil 3.37 – Sülüngür Gölü Taban Çamuru Örneği 98
Şekil 3.38a – Sülüngür Gölü'nde Derinlik Ölçümü Yapılan Noktalar 98
Şekil 3.38b – Sülüngür Gölü'nün Eşderinlik Eğrileri 99
Şekil 3.38c – Sülüngür Gölü'nün Çanağı 100
Şekil 3.38d – Sülüngür Gölü'nün Ters Kabartılmış Görüntüsü 100
Şekil 3.39 – Sülüngür Gölü'nün Derinlik–Alan–Hacim İlişkileri 101
Şekil 3.40 – Sülüngür Gölü'nde Tuzluluğun Zamanla Değişimi 103
Şekil 3.41a – Aralık 1998'de Sülüngür Gölü'nde Tuzluluk Dağılımı 103
Şekil 3.41b – Nisan 1999'da Sülüngür Gölü'nde Tuzluluk Dağılımı 104
Şekil 3.41c – Ağustos 1999'da Sülüngür Gölü'nde Tuzluluk Dağılımı 104
Şekil 3.41d – Kasım 1999'da Sülüngür Gölü'nde Tuzluluk Dağılımı 105
Şekil 3.41e – Mart 2000'de Sülüngür Gölü'nde Tuzluluk Dağılımı 105
Şekil 3.42 – Dalyan Kanalı'nın Köyceğiz Gölü'ne Açıldığı Yer 107
Şekil 3.43 – Kanalın Kıyısındaki Sazlıklar 107
Şekil 3.44 – Enkesit Çalışmaları 109
Şekil 3.45 – Dalyan Kanalı Enkesit 2 110
Şekil 3.46 – Dalyan Kanalı Enkesit 3 110
Şekil 3.47 – Dalyan Kanalı Enkesit 4 110
Şekil 3.48 – Dalyan Kanalı Enkesit 5 110
Şekil 3.49 – Köyceğiz Gölü Çıkışı Tuzluluğun Zamanla Değişimi 111
Şekil 3.50 – Dalyan Kanalı'nda Tuzluluğun Zamanla Değişimi 111
Şekil 3.51 – Dalyan Ana Kanalı Boy Kesiti 112
Şekil 3.52 – Dalyan Kanal Ağlarının Batimetrisi 113
Şekil 3.53 – Dalyan Kanal Ağları'nda Tuzluluğun Zamanla Değişimi 114
Şekil 3.54 – İztuzu Bölgesi'nin Batimetrisi 115
Şekil 3.55 – Lagün Ağzının Enkesiti 115
Şekil 3.56 – İztuzu Bölgesi'nde Tuzluluğun Zamanla Değişimi 116
Şekil 3.57 – Lagün Ağzında Tuzluluğun Zamanla Değişimi 116
Şekil 4.1 – Dalyan Kanalı Boyunca Debi 128
Şekil 4.2 – Dalyan Kanalı Hız 128
Şekil 4.3 – Dalyan Kanalı Derinlik 128
Şekil 5.1 – İstasyon 0'a Ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 150
Şekil 5.2 – İstasyon 0'a Ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 150

Şekil 5.3 – İstasyon 1'e Ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 150
Şekil 5.4 – İstasyon 1'e Ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 151
Şekil 5.5 – İstasyon 2'ye Ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 151
Şekil 5.6 – İstasyon 2'ye Ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 151
Şekil 5.7 – İstasyon 3'e Ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 151
Şekil 5.8 – İstasyon 3'e Ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 152
Şekil 5.9 – İstasyon 4'e Ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 152
Şekil 5.10 – İstasyon 4'e Ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 152
Şekil 5.11 – İstasyon 5'e Ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 152
Şekil 5.12 – İstasyon 5'5 Ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 153
Şekil 5.13 – İstasyon 6'ya Ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 153
Şekil 5.14 – İstasyon 6'ya Ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 153
Şekil 5.15 – İstasyon 7'ye Ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 153
Şekil 5.16 – İstasyon 7'ye Ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 154
Şekil 5.17 – İstasyon 8'e Ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 154
Şekil 5.18 – İstasyon 8'e Ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 154
Şekil 5.19 – İstasyon 9'a Ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 154
Şekil 5.20 – İstasyon 9'a Ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 155
Şekil 5.21 – İstasyon 11'e Ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 155
Şekil 5.22 – İstasyon 11'e Ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 155
Şekil 5.23 – İstasyon 12'ye Ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 156
Şekil 5.24 – İstasyon 12'ye Ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 156
Şekil 5.25 – İstasyon 13'e Ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 156
Şekil 5.26 – İstasyon 13'e Ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 156
Şekil 5.27 – İstasyon 14'e Ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 157

Şekil 5.28 – İstasyon 14'e Ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 157
Şekil 5.29 – İstasyon 15'e Ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 157
Şekil 5.30 – İstasyon 15'e Ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları 157
Şekil 6.1 – Köyceğiz Gölü Aylık Ortalma Akışkar İçin Densimetrik Froude Sayısı 161
Şekil 6.2 – Köyceğiz Gölü Özel Akışkar İçin Densimetrik Froude Sayısı 161
Şekil 6.3 – Köyceğiz Gölü'ne Ulaşan Akarsuların Etkin Ayrılma Derinlikleri 168
Şekil 6.4 – Köyceğiz Gölü'ne Ulaşan Akarsuların Oluşturdukları Üst Akıntıların Derinlikleri 168
Şekil 6.5 – Köyceğiz Gölü'ne Ulaşan Akarsuların Oluşturdukları Üst Akıntıların Hızları 169
Şekil 6.6 – Köyceğiz Gölü'ne Ulaşan Akarsuların Oluşturdukları Üst Akıntıların Etkin Uzaklıkları 169

SEMBOL LİSTESİ

C : Herhangi bir su kalitesi bileşenlerinin konsantrasyonu
C_D : Taban sürtünme katsayısı
D_t : Karışım derinliği
D_m : Ortalama derinlik
E : İlerleme katsayısı
e : Boyutsuz yoğunluk gradyanı
F_d : Densimetrik Froude sayısı
F_p : Batma noktasında Froude sayısı
f_b : Taban sürtünmesi
f_i : Arayüzdeki sürtünme
g : Yerçekimi ivmesi
h_0 : Batma noktası derinliği
h_S : Üst akımın tabaka kalınlığı
h_{U0} : Batma noktasında alt akımın tabaka kalınlığı
H : Hidrolik yük veya derinlik
H_B : Su yüzeyinden yansıyan radyasyon
H_H : Uzun dalga radyasyonunun ısısı
H_n : Buharlaşma nedeniyle ısı kaybı
H_S : Kondüksiyon nedeniyle ısı kaybı
H_{SW} : Kısa dalga güneş radyasyonunun ısısı
i, j : Sonlu fark / eleman indisleri
J : Kanal taban eğimi
L : Uzunluk
N_Z : Dikey Eddy viskozitesi
n : Manning pürüzlülük katsayısı
p : Basınç
S_0 : Taban sürtünmesi
Q : Debi
Q_0 : Giriş debisi
Q_P : Batma noktasındaki debi
R : Hidrolik yarıçap
t : Zaman
U : x yönündeki hız
u_s : Üst akım hızı
v : Akım hızı (genel)
V : Hacim
W : Kanal genişliği
W_e : Weddeburn katsayısı
w : Rüzgarın oluşturduğu kayma hızı
x : Su ortamının boyuna doğrultusu
y : Su ortamının enine doğrultusu
$Y_{i,t}$: t anıda i numaralı kavşaktaki su derinliği

$\mathbf{z}$: Su ortamının derinlik doğrultusu
ζ : Batış yükleme katsayısı
δ : Birim çevirme faktörü
ρ : Suyun yoğunluğu
ω : Dünyanın açısal hızı
θ : Enlem

ÖZET

Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi, kendine özgü yapısı nedeniyle, dünyanın en karmaşık ve modellenmesi en zor lagün sistemlerinden biridir. Değişik kurumlar ve enstitüler tarafından bölge ile ilgili bir çok araştırma yapılmış, veri toplanmış, sıra modelleme çalışmalarına gelmiştir. Sistemin kuzey kısmında yer alan Köyceğiz Gölü, daha önceki bir çalışmada modellenmiş, ancak güneyde yer alan Dalyan Lagünü henüz modellenememiştir. Sistemi hidrolik modellemeyi amaçlayan bu çalışma, Dalyan Lagünü üzerinde yapılan ilk modelleme çalışmalarından biridir.

Sistemin karmaşıklığı ve mevcut hidrolik verilerin azlığı nedeniyle, önce en basit modelleme yaklaşımları kullanılmış, daha sonra daha karmaşık modelleme yaklaşımları ile daha ayrıntılı sonuçların elde edilmesine çalışılmıştır. Detaylı bir literatür çalışması yapıldıktan sonra; hidrolik simülasyonların QUAL2E, DYNHYD5 ve Lung-O'Connor modelleri kullanılarak yapılmasına, bu modeller yardımı ile bulunan debilerin sağlamasının WASP modeli kullanılarak yapılan tuzluluk simülasyonu sonuçları yardımı ile kontrol edilmesine karar verilmiştir.

Sonuç olarak Köyceğiz-Dalyan Lagün sistemin hidrolik davranışı kısmen belirlenebilmiş, ancak sistemin hidrodinamik simülasyonunun bu çalışmada kullanılan modellerle pek mümkün olmadığı, bazı kabuller ile mümkün olsa bile pratik olmadığı anlaşılmıştır. Bu nedenle Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi'nde bu modeller yerine CE-QUAL-W2 veya EFDC modellerinin kullanılması tavsiye edilmiştir. Çalışma sırasında varılan başka bir sonuç, sistemin parçalar halinde değil, bütün olarak modellenmesi gerektiğidir. Bu tezde çalışma ile ilgili detayların hemen hemen tümü verilerek, daha sonra yapılacak benzer çalışmalara yol göstermesi amaçlanmıştır.

HYDRAULIC MODELLING OF THE KÖYEĞİZ-DALYAN LAGOON SYSTEM

SUMMARY

Köyceğiz – Dalyan Lagoon System, is one of the most complex and one of the systems most difficult to model all over the world, because of it's unique structure. Various organizations and institutes made studies and collected data, now modelling studies shall follow these. Köyceğiz Lake, located on north part of the system has been modeled in a previous study, but the Dalyan Lagoon located on the south has not been modeled yet. This study, the aim of which is to model the system hydraulically, is one of the first modelling studies done on the Dalyan Lagoon.

Because of the complexity of the system and lack of hydraulic data, simple modelling approaches have been used first; later more complex modelling approaches have been used, when trying to get more detailed results. After a detailed study, QUAL2E, DYNHYD5 and Lung O'Connor models have been selected for hydraulic simulation and WASP model has been selected for the verification of the flow rates calculated by the hydraulic models with the help of the salinity simulation results.

Finally, the hydraulic behavior of the Köyceğiz – Dalyan Lagoon System has been determined partially. It has been found out, that it is hardly possible to run hydrodynamic simulations on the system with the models used in this study and even if it was possible after some assumptions, a very time consuming and unpractical procedure must be followed. Therefore, CE-QUAL-W2 and EFDC models have been recommended instead of these models. Another result reached in this study is, that the system shall be modeled as a whole, not partially. Nearly all the details of the study are given in this thesis, with the aim of advising other similar studies.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Anlam ve Önemi

Son yıllarda büyük bir hızla artan dünya nüfusu ve sanayileşmenin sonucu olarak çevreye verilen kirletici miktarı artmıştır. Özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısında, çoğu alıcı ortamın özümleme kapasitesi aşılmış ve çevresel sorunlar insan ve diğer canlıların hayatını olumsuz yönde etkilemeye başlamıştır. Bu nedenle 1970'li yıllardan itibaren çevresel sorunların çözmek amacıyla çok uluslu komisyonlar oluşturulup kapsamları gittikçe büyüyen çalışmalara başlanmıştır.

Çevresel sorunlar, su kaynaklarının büyük ölçüde etkilemektedir. Nüfus arttıkça daha çok su kaynağına ihtiyaç duyulmakta, ancak mevcut su kaynaklarının kirlenmesi nedeniyle kullanılabilir su kaynakları hızla azalmaktadır. Ekolojik özellikleri ve ekonomideki önemleri düşünüldüğünde, kıyı lagünleri oldukça önemli su kaynaklarıdır.

Su kalitesi ve bütünsel ekosistem modelleme; su kalitesi yönetimi çalışmalarında oldukça sık kullanılan önemli araçlardır. Bu modelleme çalışmaları, hidrolik modelleme ya da en azından modelleme yapılmasa bile ortam hidroliğinin anlaşılması ile başlar. Sistemin hidroliği, üç önemli soruya cevap vermektedir. Bu sorular:

1. Su sistemde ne yönde hareket eder ?
2. Su ne kadar sürede gideceği yere ulaşır ?
3. Su sistem içinde hangi bölgelerde ne kadar bekler ?

Bu sorulara bulunacak cevaplar, su kalitesi modelleme adımlarına temel teşkil edecektir.

1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı, oldukça karmaşık bir yapıda olan Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi'nin hidrolik modellenmesidir. Sistem iki tane göl (Alagöl, Sülüngür Gölü) ve

birçok kanaldan oluşan, sınır koşulları Akdeniz ve Köyceğiz Gölü olan, son derece dinamik bir su ortamıdır. Bölge 1988 yılında Çevre Bakanlığı tarafından Özel Çevre Korunma Bölgesi ilan edilmiştir.

Sisteme değişik su girişleri olduğu bilinmektedir. Bunlardan birisi, İztuzu plajı kumluk bölgesinde oluşan tatlı su–tuzlu su girişimidir. Bu kumsal alanın altında bir yeraltı suyu akımı oluşmuştur ve tuzlu su tarafından kontrol edilmektedir. Bu akım, lagün tabanında bir tuzlu su yatağı oluşmasına yardımcı olmaktadır. Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi'nin deniz bağlantısı oldukça dardır. Sistemin morfolojik özellikleri, oldukça karmaşık bir ağ şeklinde olmasına neden olmaktadır. Sistemin sınır koşulları da oldukça dinamiktir. Tüm bu etkenler bir araya geldiklerinde, modellenmesi oldukça zor ve karmaşık bir sistem ortaya çıkmaktadır.

Bu modelleme çalışması sonunda, sistemin hidroliğinin daha iyi anlaşılması ve Akdeniz suyunun hangi koşullarda nereye kadar ulaştığı sorusuna daha doğru bir cevap verilebilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma sonunda elde edilecek sonuçlar, sistemin değişik koşullardaki davranışları hakkında fikir vererek daha karmaşık modellerin kullanılacağı daha kapsamlı hidrodinamik-su kalitesi-ekosistem modelleme çalışmalarında başlangıç değerleri olarak kullanılabilecektir.

Bölüm 2'de hidrolik simülasyonlarda kullanılacak hidrolik ve hidrodinamik modellerle bu model sonuçlarının tutarlılıklarının kontrolünde kullanılabilecek su kalitesi modelleri ile ilgili literatür çalışması verilmektedir. Bu bölümde ayrıca hidrodinamik modellerde çözüm için kullanılan sayısal çözüm şemaları üzerinde de durulmuştur.

Bölüm 3'te, oldukça detaylı bir veri analizi yapılmıştır. Bu veri analizi sırasında; tuzluluk profilleri, meteorolojik ölçümler gibi sistemin hidroliği ile ilgili var olan veriler incelenmiş ve analiz edilmiştir. Bu verilerden başka, havza özellikleri ve yağış-akış ilişkileri de tartışılmıştır.

Bölüm 4'te basitten karmaşığa üç ayrı model kullanılarak, sistemin Köyceğiz Gölü ile Akdeniz'i birbirine bağlayan kanal ve kanal ağları için hidrolik simülasyonlar yapılmıştır. Ayrıca Köyceğiz Gölü ile ilgili basit analizler yapılmıştır. Bu ön modelleme analizleri yardımı ile Köyceğiz Gölü için uygun model seçimi kolaylaşacaktır.

Bölüm 5'te Dalyan Lagünü'nde elde edilen hidrolik simülasyon sonuçlarının tutarlılığı, bir su kalitesi modeli yardımı ile kontrol edilmiştir. Bu bölümde modelin uygulanması adım adım açıklanmış ve model ağı oluşturulmuştur.

Bölüm 6'da Köyceğiz Gölü incelenerek göldeki tabakalaşma ve karışım ile ilgili bazı büyüklükler hesaplanmıştır. Böylece oluşturulan girdi bir sonraki bölümde yapılacak model seçiminde Köyceğiz Gölü için kullanılmıştır.

Bölüm 7'de, simülasyon sonuçlarını da içeren birçok faktör göz önünde bulundurularak daha kapsamlı bir hidrodinamik modelleme çalışması için kullanılabilecek uygun modeller önerilmiş ve bu modeller kısaca tanıtılmıştır.

Bölüm 8'de çalışmada elde edilen sonuçlar özetlenmiş ve daha sonra yapılacak çalışmalara ışık tutabilecek önerilerde bulunulmuştur.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1 Lagünlerin Nicel Karakteristikleri

Kıyı alanlarında görünen yapılanmalar (koy, körfez, haliç, fiyard, lagün) arasında, morfolojik ve hidrolik özellikler açısından en karmaşık olanı "lagün"lerdir. Üstelik bu özellikler dünyamızın lagünleri arasında da farklılıklar gösterir. Şekil 2.2'de lagünlerin hidrolik yapısını oluşturan ve bu yapıyı etkileyen tüm süreç ve mekanizmalar bir arada gösterilmiştir. Buna göre lagün sınırlarında

- deniz suyu – lagün suyu
- yüzeysel/yeraltı suyu akışları – lagün suyu
- atmosferik yapı – lagün suyu

etkileşim ve girişimleri, hidrolik yapıyı kontrol eder. Lagün içlerinde morfolojik yapıya göre değişen çeşitli girişim, tabakalaşma, karışım, türbülans, içsel dalgalanmalar da hidrolik yapıyı etkiler ve değiştirir. Bu nedenlerle lagün hidrolik özellikleri incelenirken

- jeomorfolojik yapı
- havzadaki yüzeysel ve yeraltı suyu akışları
- atmosferik yapı
- denizin fiziksel oşinografik yapısı

önemle göz önüne alınmalıdır.

Bu karmaşıklık ve farklılıktan, sistematik bir yapıya geçmenin yolu, herşeyden önce lagünlerin bir sınıflandırmaya tabi tutulmasıdır. Bu açıdan "jeomorfolojik sınıflandırma", iyi bir başlangıç olabilir.

Jeomorfolojik sınıflandırma, lagün yatağının şekli ve lagünün denize bağlantısı ile yakından ilgilidir. Lagünlerin şekilleri ve lagün tabanının yapısı çok çeşitli ve zamanla değişkendir. Bu değişikliğin nedenleri:

- gelgit
- taşkınlar

- erozyon/birikme
- rüzgar ve dalgalar
- mevsimlik yağışlar

Lagünler B. Kjerfe tarafından, denize olan bağlantılarına göre sınıflandırılmışladır. Bu sınıflandırmaya göre, lagünlerin üç genel tipi vardır (Bkz. Şekil 2.1).

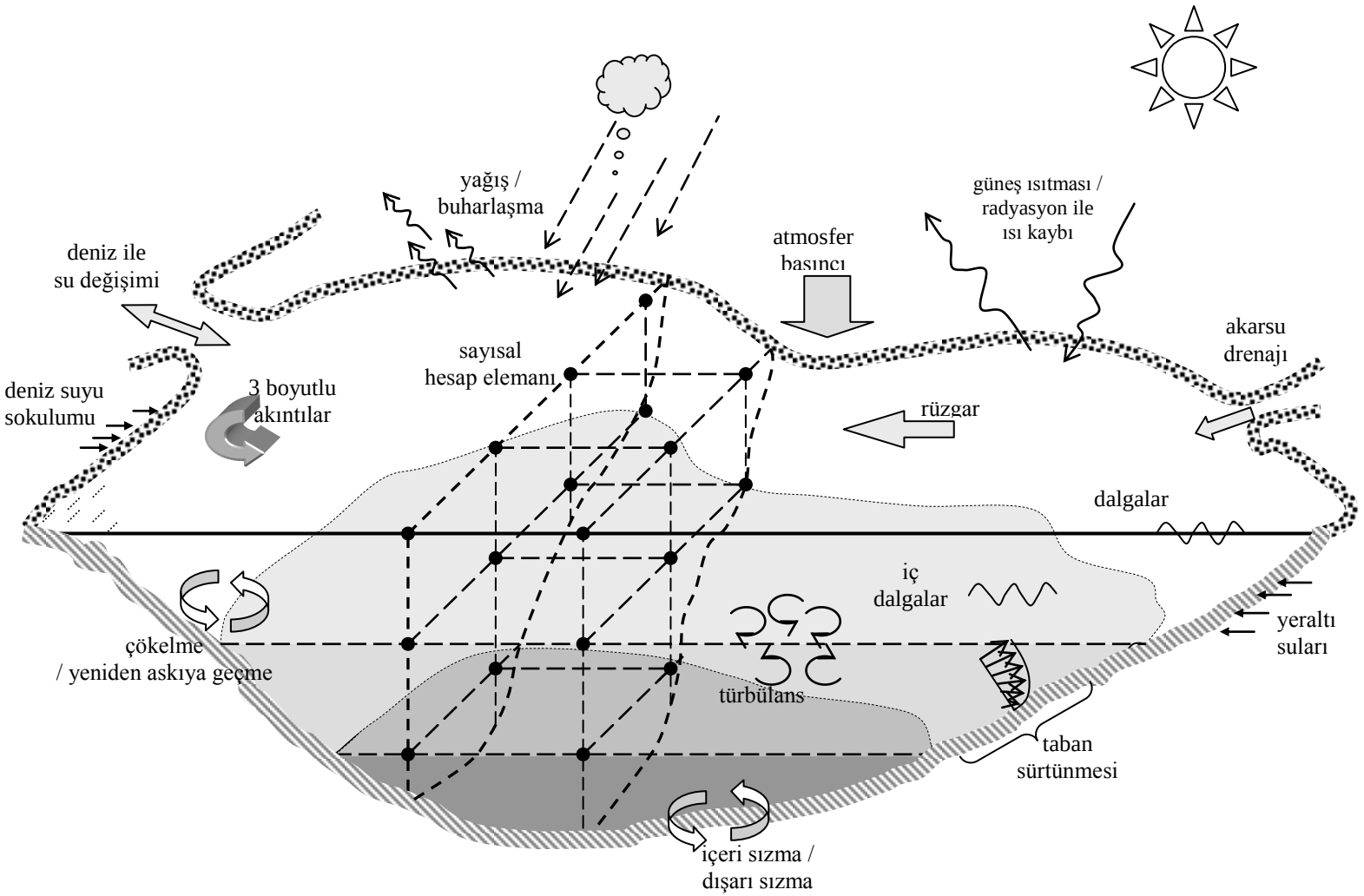


Şekil 2.1 – Kıyı Lagünlerinin Denizle Su Değişimine Göre Sınıflandırılması (Chubarenko ve Koutitonsky, 2001)

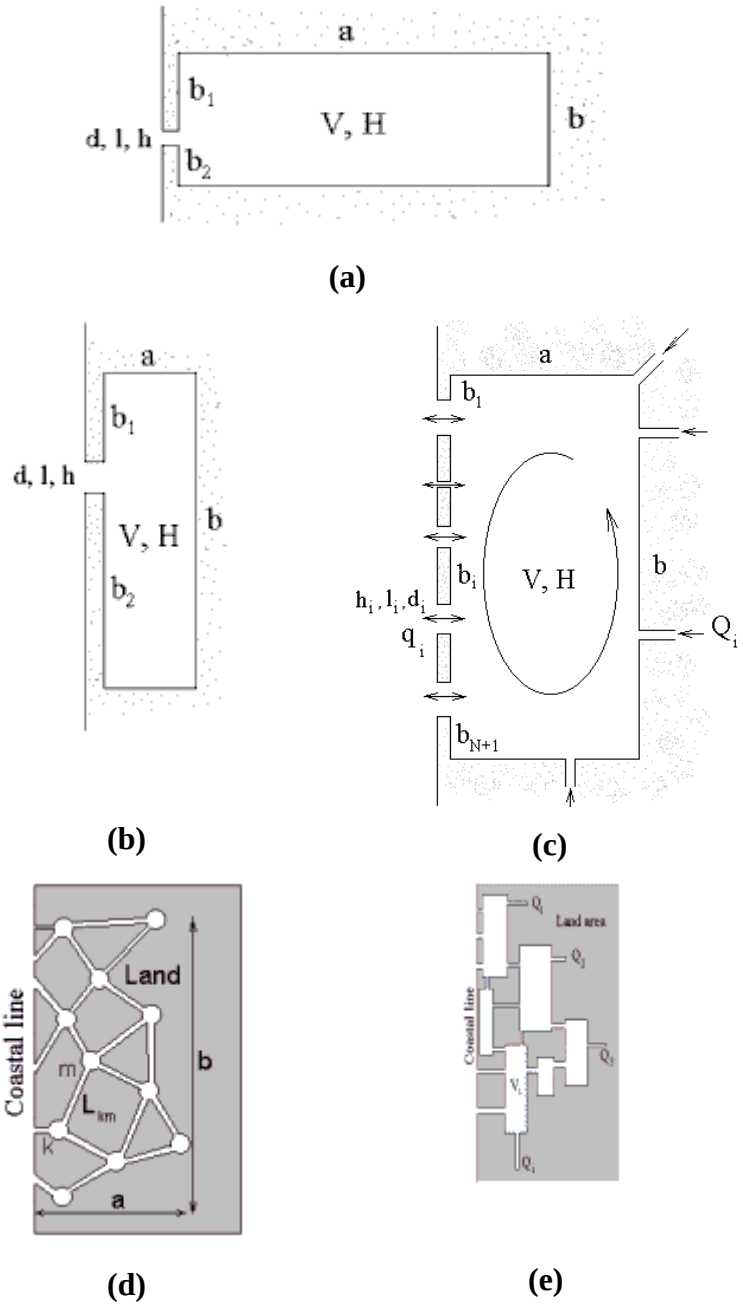
Kjerfe sınıflandırması, iyi bir başlangıç noktası sayılmakla birlikte tek başına yeterli görünmemektedir. Bu sınıflandırmada; zayıf, orta ve güçlü bağlantı sınıfları arasında kesin sınırlar tanımlanmamıştır.

Temel morfolojik parametrelere dayanan nicel bir yaklaşım, bir lagündeki fiziksel proseslerin daha iyi anlaşılmasını sağlar. Örneğin bir lagün, eğer morfolojisi uygunsa, kenar uzunlukları a ve b, hacmi V ve ortalama derinliği H olan, tek girişli idealleştirilmiş bir dikdörtgen çanak kabulüne göre modellenebilir (Bkz. Şekil 2.3a ve b). Bu lagünün girişi; genişliği d, uzunluğu l ve ortalama derinliği h olan dikdörtgen enkesitli bir kanal olarak modellenebilir. Bu dikdörtgenin kıyıya paralel kenarı a, kıyıya dik kenarı ise b olarak tanımlanmıştır.

Bu morfometrik yaklaşım, lagünün modelleme ön çalışmaları sırasında oldukça yararlıdır. Şekil 2.3 c, ideal bir dikdörtgen kabul edilebilecek çanak yapısına sahip çok girişli bir lagünü temsil etmektedir. Bu girişlerden her biri; genişliği d_i, uzunluğu l_i ve ortalama derinliği h_i olan dikdörtgen enkesitli bir kanal olarak ele alınabilir. Burada geleneksel olarak i indisi; kuzey yarımkürede saat yönünün tersinde, güney yarımkürede ise saat yönünde büyüyecek şekilde verilir.



Şekil 2.2 – Lagünlerdeki Fiziksel Prosesler



Şekil 2.3 – Lagün Şekilleri (Chubarenko ve Koutitonsky, 2001)

Bazı lagünlerin şekilleri ise ağsı bir yapıyı andırırlar (Bkz. Şekil 2.3d). Bu yapı; düğüm noktaları ($m = \overline{1, M}$) ile bu noktaları birbirlerine bağlayan bağlardan oluşmuştur. Bağlar kanallara, düğüm noktaları ise bu kanalların birleştikleri bölgelere karşı gelir. Kanallardan her birinin uzunluğu L_k, genişliği D_k ve derinliği H_k'dır. Kıyıya dik ve kıyı boyunca eşdeğer uzunluklar, sırasıyla a ve b ile gösterilmiştir.

Şekil 2.3e'de ise oldukça karmaşık bir lagün sistemi gösterilmiştir. Bu sistem, bir kanal ağı ile birbirlerine bağlanmış lagünlerden oluşur.

Bu açıklamalar ışığında, Chuberenko ve Koutitonsky (2001) tarafından geliştirilen ve Tablo 2.1'de verilen morfometrik parametrelerin sayısal değerleri yardımı ile bir lagünün sığlık, karmaşıklık ve eşdeğer uzunluk gibi bazı özellikleri diğer lagünün aynı özellikleri ile karşılaştırılabilir. Böylece iki lagünün jeomorfolojilerinin benzerlik dereceleri ortaya konabilir. Bu parametreler

- su alış-verişini sınırlayan parametreler
- yönlenme ile ilgili parametreler
- derinlik ile ilgili parametreler
- potansiyel deniz etkisi ile ilgili parametreler
- kıyı ile ilgili parametreler
- sistemin ağ yapısı ile ilgili parametreler

olarak gruplandırılabilirler. Bu parametrelerin çoğunun tek başına anlamı olmayan ancak lagünün bazı karakteristik özelliklerin diğer lagünlerin karakteristik özellikleri ile karşılaştırılmalarını sağlayan parametreler oldukları unutulmamalıdır. Bu tabloda verilen parametrelerin sayısal değerlerin fiziksel anlamları vardır.

Eğer bir lagünün sınırlanma parametresi diğer lagünlerden daha yüksekse, bu lagünün daha su değişimi ve denizle etkileşimi diğer lagünlerle göre daha yüksektir.

Yönlenme parametresinin yüksek bir değer alması lagün ile deniz arasındaki kıyı çizgisinin uzun olduğunu gösterir. Eğer lagün ile deniz arasındaki sahil şeridinin geçirgenliği yüksekse, lagüne yeraltı suyu akışı ile ulaşacak tuzlu su miktarı artar.

Eğer sığlık parametresinin sayısal değeri düşükse, derinliği uzunluk ve genişliği yanında ihmal edilebilecek kadar azdır. Eğer iki lagünün yüzey alanları birbirlerine

yakınsa, sığlık parametresi daha küçük olan lagün daha sığdır. Bu parametre hesaplanırken karakteristik uzunluklar km, ortalama derinlik m biriminde olduğuna dikkat edilmelidir.

Uç derinlik parametresi, lagünün en derin kısmı ve taban yapısı hakkında fikir verir. Bu parametrenin büyük bir değer alması, lagün çanağında derin çukurların varlığının gösterir.

Deniz etkisi parametresinin fiziksel anlamı sınırlanma parametresine benzer ancak bir boyutlu büyüklük olan uzunluk yerine iki boyutlu büyüklük olan alanın kullanılması nedeniyle su değişimini daha iyi karakterize eder.

Tablo 2.1 – Lagünlerin Jeomorfolojik Parametreleri

Parametre	**Matematiksel ifade**	**Açıklamalar**
Sınırlanma parametresi	$p_r = \frac{d}{b}, \quad p_r = \frac{\sum d_i}{b},$	Lagünün denize bağlantılarının toplam genişliklerinin lagün çapına oranı olarak tanımlanmıştır $p_r \in (0,1)$.
Yönlenme parametresi	$p_{or} = \frac{b}{a}$	Lagünün birbirine dik olan karakteristik uzunluklarının oranı olarak tanımlanmıştır.
Sığlık parametresi	$p_{shall} \in \left(\frac{h_{av}}{\max(a, b)}, \frac{h_{av}}{\min(a, b)} \right)$	Ortalama derinliğin karakteristik uzunlukların büyüğüne ve küçüğüne bölünmesi ile elde edilir.
Uç derinlik parametresi	$p_{deep} = h_{max} / h_{av}$	Lagünün en derin bölgesinin ortalama derinliğine oranı olarak tanımlanmıştır.
Deniz etkisi parametresi	$p_{seainf} = \frac{\sum s_i^{in}}{S_{lag}},$	s_i^{in} : i indisli lagün girişinin enkesit alanı (m^2) S_{lag} : lagünün yüzey alanı (km^2)
Ağ uzunluğu parametresi	$p_{net} \in \left(\frac{\sum L_{km}}{\max(a, b)}, \frac{\sum L_{km}}{\min(a, b)} \right)$	Kanal ağının uzunluğunu karakterize eden parametredir. L_{km} : *k* and *m* düğüm noktalarını bağlayan kanalın uzunluğu
Ağ yoğunluğu parametresi	$p_{dens} = \frac{\sum L_{km} \cdot D_{km}}{a \cdot b}$	Kanal ağının, sistemin karakteristik alanını (a.b) doldurma yoğunluğunu karakterize eden parametredir. L_{km} : *k* and *m* düğüm noktalarını bağlayan kanalın uzunluğu D_{km} : *k* and *m* düğüm noktalarını bağlayan kanalın genişliği
Ağ yol seçenekleri parametreleri	$p_{short} = L_{min} / \sum L_{km}$ $p_{long} = L_{max} / \sum L_{km}$	Kanal ağında bir noktadan diğerine ulaşmak için izlenebilecek rotaların sayısının ölçüsüdür. L_{min} ve L_{max}, birbirlerinden uzak iki giriş arasındaki minimum ve maksimum uzaklıklardır.
Kıyı gelişimi parametresi	$P_{shore} = \frac{l}{\sqrt{(4\pi\pi)}}$	Lagünün kıyı çizgisinin uzunluğunun (l), lagün yüzey alanı ile aynı alana (A) sahip bir dairenin çevresine oranıdır.

2.2 Göllerde Tabakalaşma ve Karışım

Göller; nispeten geniş yüzey alanına sahip su kütleleridir. Büyük alanları nedeniyle akarsulardan faklıdırlar. Örneğin akarsularda önemli bir etkisi olmayan koriolis kuvveti, gölün büyüklüğüne bağlı olarak oldukça etkin olabilmektedir. Göllerdeki su hareketleri, gölün değişik kuvvetlere karşı oluşturduğu karmaşık tepkilerden ileri gelmektedir (Wetzel, 1983). Bir gölün hidrodinamik davranışları gölün iki özelliğinden son derece önemli bir şekilde etkilenmektedir. Bu özellikler:

1. Tabakalaşma
2. Karışım

Bir gölde modelleme çalışması yapılmadan önce, bu özellikler dikkatle analiz edilmelidir.

2.2.1 Göllerde Tabakalaşma

Tabakalaşma, göl suyunun derinlik (z boyutu) boyunca farklılaşmasından ileri gelen ve genellikle derin göllerde gözlemlenen bir olaydır. Tatlı su göllerinde, bu yoğunluk farkının tek nedeni sıcaklığın derinlik boyunca değişmesi iken, tuzlu ve acı göllerde hem sıcaklığın hem de tuzluluğun derinlik boyunca değişmesi önemli rol oynar. Göllerde tabakalaşma ile ilgili genel bilgi ve tabakalaşmanın mevsimsel döngüsü Wetzel (1983)'de verilmiştir.

2.2.1.1 Göllerin Tabakalaşmaya Göre Sınıflandırılması

Bu sınıflandırma, çoğunlukla tabakalaşma şekline ve gölde bir yılda gözlenebilen derinlik boyunca tam karışım olaylarının sayısına göre yapılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre yedi tip göl vardır.

1. Holomiktik Göller
2. Meromiktik Göller
3. Monomiktik Göller
4. Dimiktik Göller
5. Polimiktik Göller
6. Oligomiktik Göller
7. Amiktik Göller

Holomiktik Göller, tüm su sütununun sene boyunca karışım halinde olduğu göllerdir. Meromiktik göller ise tam olarak karışmayan ve derin durgun bir tabakası olan göllerdir.

Yıl boyunca sadece bir kez karışım gözlenen göller, monomiktik göllerdir. Bazı monomiktik göllerde su sıcaklığı asla 4^{O}C'nin üzerine çıkamayabilir. Bu "soğuk monomiktik" olarak tanımlanan bu göller, yılda sadece bir kez yaz mevsiminde karışırlar. Sıcaklıkları hiçbir zaman 4^{O}C'nin altına düşmeyen monomiktik göller ise "sıcak monomiktik" göllerdi ve yılda sadece bir kez kış aylarında karışırlar.

Yıl boyunca iki kez karışım gözlenen göller dimiktik, ikiden çok kez karışım gözlenen göller ise polimiktik göller olarak adlandırılırlar.

Oligomiktik göllerde sürekli bir tabakalaşma vardır ve tabakaların karışmasına oldukça ender rastlanır. Bu göller tropik bölgelerde bulunmaktadır. Amiktik göllerde ise tabakalaşma olayına rastlanmaz.

2.2.1.2 Tabakalaşma Potansiyeli

Derinlikleri 10 m'yi, bir yıl için hesaplanan ortalama hidrolik bekletme süreleri 20 günü geçen göller tabakalaşmaya yatkındırlar (Martin ve McCutcheon, 2000). Bir gölün tabakalaşma potansiyeli, modifiye edilmiş densiometrik Froude sayısı yardımı ile belirlenebilir (Martin ve McCutcheon, 2000). Modifiye edilmiş densiometrik Foude sayısı, Denklem 2.1'de verilmiştir.

$$F_d = \sqrt{\frac{1}{g.e}} \frac{L.Q}{D_m} \qquad (2.1)$$

Bu denklemin notasyonu:

F_d : Modifiye edilmiş densiometrik Froude sayısı

g : Yerçekimi ivmesi (9,81 m/s^2)

e : Boyutsuz yoğunluk gradyanı (10^{-6} m^{-1})

D_m : Ortalama derinlik (m)

V : Hacim (m^3)

L : Uzunluk (m)

Q : Giriş debisi (m_3/s)

Eğer $F_d >> 1/\pi$ ise, gölün tam karışımlı olması; F_d'nin $<< 1/\pi$ olması durumunda ise gölde kuvvetli tabakalaşma olması beklenir.

2.2.1.3 Rüzgar ve Isı Akısının Tabakalaşmaya Etkileri

Rüzgar ve ısı akısı, tabakalaşma açısından oldukça önemlidir. Rüzgar, belli bir derinliğe kadar karışım olmasını sağlayabilir. Bu derinlik, rüzgar kayma hızının üçüncü kuvveti ile orantılıdır. Rüzgar kayma hızı

$$w^* = 0{,}0012 \cdot u_w \qquad (2.2)$$

bağıntısı ile kabaca hesaplanabilir (Martin ve McCutcheon, 2000). Bu ifadede

w^* : Rüzgar kayma hızı (m/s)

u_w : Rüzgar hızı (m/s)

anlamındadır.

Göl yüzeyinden gelen ısı akısı arttıkça, karışım derinliği azalır. Denklem 2.3 ile verilen bağıntı yardımı ile, karışım derinliği rüzgar kayma hızı ve göl yüzeyinden gelen ısı akısının bir fonksiyonu olarak hesaplanabilir (Martin ve McCutcheon, 2000).

$$D_t = \frac{5{,}9.10^{-9}(w^*)^3}{H_n} \qquad (2.3)$$

Karışım derinliğinin kabaca hesaplanması için yeterli olan bu denklemde

Dt : Karışım derinliği (m)

w^* : Rüzgar kayma hızı (m/s)

H_n : Göl yüzeyinden gelen ısı akısı (W/m^2)

anlamındadır. Bu denklemin kullanılabilmesi için H_n'nin hesaplanabilmesi gerekmektedir. H_n, Denklem 2.4 ile hesaplanabilir.

$$H_n = H_{sw} + H_H - H_B - H_L - H_S \qquad (2.4)$$

Bu denklemde

H_{sw} : Kısa dalga güneş rasyasyonu

H_H : Uzun dalga radyasyonu

H_B : Su yüzünden yansıyan radyasyon

H_L : Buharlaşma nedeniyle ısı kaybı

H_S : Kondüksiyon ile ısı kaybı

anlamındadır. Bu bileşenlerin her biri uzun ve karmaşık denklemler yardımı ile hesaplanabilir. Daha ayrıntılı bilgi Martin ve McCutcheon (2000)'de verilmiştir.

2.2.2 Göllerde Karışım

Göllerdeki karışım üç ana nedenden meydana gelir:

1. Girişler nedeniyle karışım
2. Çıkışlar nedeniyle karışım
3. Rüzgar, dalga ve koriolis kuvvetleri nedeniyle karışım

2.2.2.1 Göle Girişlerin Neden Olduğu Karışım

Göle giren bir akımın momentumu, bu akıma göre nispeten daha durgun olan göl suyunun akım yönünde hareket etmeye zorlar. Bu hareket giren su kütlesinin momentumunun taban sürtünmesi ve giren su ile durgun su arayüzündeki basınç gradyanı tarafından sönümlendirildiği konuma kadar devam eder (Martin ve McCutcheon, 2000). Eğer göldeki tabakalaşma zayıf ve göle giren su kütlesinin enerjisi yüksek ise, göl tamamen karışabilir. Zayıf tabakalaşmış göllerin çoğu, giren su miktarının yükselmesi sonucunda tam karışımlı hale gelebilmektedirler (Martin ve McCutcheon, 2000).

Girişler, göl içinde tam karışıma yol açmadıkları durumlarda bile göldeki su sirkulasyonunu önemli derecelerde etkileyebilirler. Giren akımın kinetik enerjisi, belli bir mesafede sönümlenmekte, ancak giren akım ile göl içindeki suyun yoğunluklarının farkından kaynaklanan potansiyel enerji, yoğunluk akıntılarının oluşmasına neden olabilmektedir (Martin ve McCutcheon, 2000).

Eğer göle giren suyun yoğunluğu, göl suyunun yüzeye yakın tabakalarındaki yoğunluktan düşükse üst akımlar gerçekleşir. Bu durumda göle giren su, göl üzerinde yüzer. Üst akımlar, sığ akarsu sularının gölden daha hızlı ısındıkları ilkbahar aylarında gerçekleşirler. Üst akımlar, göl yüzeyine çok yakınında gerçekleştikleri için, su yüzü kotunun atmasına ve hidrostatik kararsızlıklara neden olabilmektedirler (Martin ve McCutcheon, 2000).

Göle giren suyun yoğunluğunun, göl suyun yoğunluğundan daha yüksek olduğu durumlarda giren su girişe yakın bir noktada batar ve alt akımlar gerçekleşir. Alt

akım ilerlemesi, giren suyun göl tabanında yavaş yavaş "yürümesi" şeklinde gerçekleşir. Alt akımlar taban sürtünmesinden etkilendikleri için hızları düşmektedir. Alt akımlar, sığ akarsu sularının gölden daha hızlı soğudukları sonbahar aylarında gerçekleşirler.

Bazı durumlarda ise giren suyun yoğunluğu göl suyunun yüzeye yakın kısımlardaki yoğunluğundan yüksek, ancak tabana yakın kısımlardaki yoğunluğundan düşüktür. Bu durumda ara akımlar meydana gelmektedir. Ara akımlar ile alt akımlar arasındaki önemli bir fark, ara akımların taban sürtünmesinden etkilenmemeleridir (Martin ve McCutcheon, 2000).

Göle giren akımların neden olduğu karışımlar, üç boyutlu ve karmaşık problemler olmakla birlikte, bazı basit yöntemlerle analiz edilmeleri mümkündür. Bu analizler

- Ayrılma veya batma noktası
- Üst akım derinliği ve genişliği
- Alt akım karışımı

gibi bazı büyüklükler yardımı ile yapılabilmektedirler.

Göldeki yüzerlik kuvvetlerinin göle giren akarsuyun momentumundan kaynaklanan advektif kuvvetlerine göre baskın oldukları noktaya batma veya ayrılma noktası denir. Bu nokta eğer bir alt akım gerçekleşecekse batma, üst akım gerçekleşecekse ayrılma noktası olarak adlandırılmaktadır. Batma veya ayrılma noktalarının derinliği Denklem 2.5 yardımı ile hesaplanabilir (Martin ve McCutcheon, 2000). Bu denklem, giren akarsuyun enkesitinin dikdörtgen olduğu durum için gelen akımın Froude sayısının, batma (veya ayrılma) noktasındaki Froude sayısına eşitlenmesi ile elde edilmiştir.

$$h_0 = \left[\frac{Q^2}{F_p^2 g \frac{|\Delta\rho|}{\rho} W^2} \right]^{\frac{1}{3}} \tag{2.5}$$

Bu denklemde

h_0 : Batma noktasının derinliği (m)

Q : Giren suyun debisi (m^3/s)

$\Delta\rho$: Giren su ile göl suyunun yoğunluk farkı (kg/m^3)

ρ : Göl suyunun yoğunluğu (kg/m^3)

g : Yerçekimi ivmesi (9,81 m/s^2)

W : Giren akarsuyun genişliği (m)

F_p : Batma noktasındaki Froude sayısı

anlamındadır. Batma noktasındaki Froude sayısı Denklem 2.6'da verilen ampirik ifade yardımıyla hesaplanabilir (Martin ve McCutcheon, 2000).

$$F_p = \frac{2{,}05}{1+\frac{f_i}{f_p}}\left(\frac{S_0}{f_b}\right)^{0{,}478} \tag{2.6}$$

Bu bağıntıda

f_i : Ara yüzdeki sürtünme

f_b : Taban sürtünmesi

S_0 : Taban eğimi

anlamındadır.

Batma noktası, akarsu tarafından getirilen maddelerin hareketlerinin akarsu momentumu etkisinden kurtulup göl tarafından taşınmaya başladıkları noktadır ve bu nedenle oldukça önemlidir.

Üst akımın hızı Denklem 2.7 ile hesaplanabilmektedir (Martin ve McCutcheon, 2000).

$$u_s = 1{,}04\sqrt{g\frac{|\Delta\rho|}{\rho}h_s} \tag{2.7}$$

Bu bağıntıda

u_s : Üst akımın hızı (m/s)

$\Delta\rho$: Giren su ile göl suyunun yoğunluk farkı (kg/m^3)

ρ : Göl suyunun yoğunluğu (kg/m^3)

g : Yerçekimi ivmesi (9,81 m/s^2)

h_s : Üst akımın tabaka kalınlığı

anlamındadır. Burada h_s, Denklemi yardımı ile hesaplanabilir(Martin ve McCutcheon, 2000).

$$h_s = 1{,}24.\left[\frac{Q^2}{g\frac{|\Delta\rho|}{\rho}W^2}\right]^{\frac{1}{3}} \tag{2.8}$$

Bu denklemdeki terimler, Denklem 2.5 ve 2.7'nin terimleriyle aynı anlamdadırlar.

Üst akımın Froude sayısı (F_i), 3'ten küçük olurda akım kararsız olur ve yanal doğrultuda tam karışım gerçekleşir. $F_i > 3$ olunca, akım giriş noktasından uzaklaştıkça genişleyen bir jet halinde ilerler. Bu durumda üst akımın genişliği Denklem 2.9 yardımıyla giriş noktasından uzaklığın bir fonksiyonu olarak hesaplanabilir.

$$W = W(0) + cx \tag{2.8}$$

Burada x giriş noktasından uzaklık, c ise genişleme katsayısıdır. Deneysel çalışmalar sonucunda genişleme katsayısının 0,16 civarında olduğu bulunmuştur (Fisher vd., 1979).

Alt akım durumunda, iki tane baskın karışım prosesi gerçekleşmektedir. Öncelikle batma noktasında yüzeyin hemen altında bir karışım gerçekleşmekte, daha sonra alt akım bir süreksizlik yüzeyi oluşturarak aşağı doğru hareket ederken karıma neden olmaktadır. Batma noktasındaki akımın debisi, giren akım debisinden daha yüksektir. Bunun nedeni, giren akımın suyuna karışan göl suyudur. Batma noktasında karışan suyun miktarı, batış yükleme katsayısı yardımı ile bulunabilir. Giriş debisi ve batma noktasındaki debi arasındaki ilişki, Denklem 2.9'da verilmiştir (Martin ve McCutcheon, 2000).

$$Q_p = Q_0\,(1 + \xi) \tag{2.9}$$

Bu denklemde

Q_P : Batma noktasındaki debi

Q_0 : Giriş debisi

ξ : Batış yükleme katsayısı

anlamındadır.

Alt akım, göl içinde hareket ederken de karışım halindedir. Bu karışım sonucunda sürekli seyrelmektedir (Fisher vd., 1979). Gölün enkesiti üçgen kabul edilirse, Denklem 2.10 yardımı ile ilerleme sırasındaki yükleme katsayısı bulunabilir (Martin ve McCutcheon, 2000).

$$E = 0{,}5.C_k.C_D^{3/2}.F_p^{1/2} \quad (2.10)$$

Bu bağıntıda

E : İlerleme sırasındaki yükleme katsayısı

C_D : Taban sürtünme katsayısı

C_k : Deneysel çalışmalar sonucunda 3,2 olduğu belirlenen bir katsayı (Fisher vd., 1979)

F_p : Batma noktasındaki Froude sayısı

anlamındadır. E katsayısı yardımı ile, alt akımın kalınlığı batma noktasından uzaklığın bir fonksiyonu olarak hesaplanabilir. İlgili bağıntı Denklem 2.11'de verilmiştir (Martin ve McCutcheon, 2000).

$$E = 1{,}2.E.x + h_{u0} \quad (2.11)$$

Denklem 2.11, üçgen enkesitli göller için kullanılmaktadır. Bu denklemde

x : Batma noktasından uzaklık

h_{u0} : Batma noktasında alt akım kalınlığı

anlamındadır. Batma noktasında alt akım kalınlığı, batma noktası derinliğine oldukça yakındır.

2.2.2.2 Göl'den Çıkışların Neden Olduğu Karışım

Gölden çıkan bir akım, oluşturduğu akıntılarla karışıma neden olur. Akım gölden çıkarken bir su çekme bölgesi oluşturur. Bu bölgenin yapısı

- Çekim yapılan bölgeye
- Gölün batimetrisine
- Göldeki tabakalaşmaya

bağlıdır. WQRRS, CE-QUAL-R1, CE-QUAL-W2, BETTER ve SELECT gibi modeller değişik algoritmalar yardımıyla su çekme bölgesinin şeklini hesaplayabilmektedir (Martin ve McCutcheon, 2000).

2.2.2.3 Rüzgar, Dalga ve Coriolis Kuvvetleri Nedeniyle Karışım

Rüzgar nedeniyle meydana gelen dalgalar, göllerdeki karışım için oldukça önemli itici kuvvetlerdir (Martin ve McCutcheon, 2000). Rüzgarın oluşturduğu kayma gerilmesi; göl yüzeyinde ve tabakalaşma arayüzlerinde dalgalanmalara neden olurlar. Tabaka arayüzlerinde içsel dalgalar oluşurlar. İçsel dalgalar yüzeyde oluşan dalgalardan daha büyük olabilirler ve göldeki karışımda daha etkin bir itici güç haline gelebilirler.

İçsel dalgalar, birçok nedenle oluşurlar. Örneğin rüzgar nedeniyle gölün yüzey eğimi değişir ve rüzgar kesilince göl yüzeyinde oluşan eğim osiloskopik hareketlerle eski haline dönmeye çalışır. Bu sırada içsel dalgaların meydana geldiği bilinmektedir. Bu içsel dalgalanmanın nedeni, gölün alt ve üst tabakaları arasındaki arayüzün göl yüzeyindeki dengesizliği giderebilmek için göl yüzeyinin hareketine ters yönde hareket etmesidir. Rüzgarın oluşturduğu yüzey eğimi Denklem 2.12 ile hesaplanabilir (Martin ve McCutcheon, 2000).

$$\frac{\partial \xi}{\partial x} = \frac{(w^*)^2}{gH} \tag{2.12}$$

Bu denklemde

$\frac{\partial \xi}{\partial x}$: Rüzgarın oluşturduğu yüzey eğimi

w^* : Rüzgarın oluşturduğu kayma hızı (m/s)

g : Yerçekimi ivmesi

H : Gölün derinliği (m)

anlamındadır.

İçsel dalganın yüzey eğimi ise farklıdır. Bu eğim hesaplanırken etkin ivme kullanılmalıdır. Bu durumda, Denklem 2.12 yerine Denklem 2.13 kullanılmalıdır.

$$\frac{\partial z_i}{\partial x} = \frac{(w^*)^2}{g\left(\frac{\Delta\rho}{\rho}\right)H} \tag{2.13}$$

Bu denklemde

$\frac{\partial z_i}{\partial x}$: İçsel dalganın yüzey eğimi

$\Delta\rho$: Üst tabakanın yoğunluğunun alt tabakanın yoğunluğundan çıkarılmasıyla elde edilen yoğunluk farkı (kg/m^3)

ρ : Alt tabakanın yoğunluğu (kg/m^3)

anlamındadır.

Denklem 2.13'ten görüldüğü gibi yüzeyde oluşan bir seviye farkını dengelemek için, ters yönde ve yüksekliği çok daha büyük içsel dalga gerekmektedir. Eğer içsel dalga çok yükselirse göl yüzeyi ile kesişebilir. Bu durumda alt tabakadaki su üst tabakaya yükselir.

Alt tabakadaki suyun üst tabakaya yükselmesi, model seçiminde de önemlidir. Model seçiminde Wedderburn sayısına (Fisher vd., 1979) göre karar verilir. Wedderburn sayısı Denklem 2.14 ile hesaplanabilir.

$$W_e = \frac{g\left(\frac{\Delta\rho}{\rho}\right)h_i^2}{(w^*)^2.L} \tag{2.14}$$

Bu denklemde,

W_e : Wedderburn sayısı

h_i : Üst tabakanın derinliği (m)

L : Gölün uzunluğu (m)

anlamındadır. Eğer $W_e >> 1$ ise, düşeyde tek boyutlu model kullanmak doğru değildir.

Göllerde iç dalgalanmadan başka coriolis kuvveti de önemli olabilmektedir. Bir gölde coriolis kuvvetinin etkin olup olmayacağı, gölün genişliği coriolis kuvvetleri ile oluşan iç çevrintinin yarıçapı ile karşılaştırılarak bulunur. Eğer gölün genişliği, iç çevrintinin yarıçapından 5 kat büyükse coriolis etkisi belirgin olmaya başlar, gölün genişliği iç çevrinti yarıçapının 20 katı olduğunda ise bu etki oldukça önemlidir. İç çevrinti yarıçapı, Denklem 2.15 ile hesaplanabilir (Martin ve McCutcheon, 2000).

$$r_c = \frac{u}{f} = \frac{u}{2\omega\sin(\theta_1)} \tag{2.15}$$

Bu denklemde

r_c : İç çevrintinin yarıçapı

ω: Dünyanın açısal hızı (7,29 x 10^{-5} radyan/s)

θ : Enlem

anlamındadır.

2.3 Tek Boyutlu Hidrolik Modeller

Hidrolikte, akım parametrelerinin hesabı için en sık kullanılan dört bağıntı aşağıda verilmiştir:

- Darcy – Weisbach (Colebrok – White) formülü
- Williams – Hazen formülü
- Kutter formülü
- Manning (Gauckler – Manning – Strickler) formülüdür.

Bu bağıntıların ortak ve farklı parametreleri vardır. Ortak parametrelerin aynı oldukları durumlarda, bu formüllerin, birbirlerine yakın sonuçlar vermeleri beklenir. Parametrelerin değerleri değiştirilirse, formüllerin her birinin davranış şekli (duyarlılığı) farklı olacaktır. Formüllerin hepsi, uniform akıma göre çıkarılmış ifadelerdir.

Bu formüllerden bazıları deneysel çalışmalar sonucunda bulunan ampirik bağıntılardır. Amprik formüller deneysel çalışmalar sonucu elde edildikleri için, bunlardan her biri, ortak parametrelerin farklı aralıklarında doğru sonuca en yakın sonucu verirler.

Darcy – Weisbach (Colebrook – White) formülü, teorik olarak çıkarılmıştır ve çoğunukla basınçlı boru analizlerinde kullanılır. Hazen – Williams formülü, ampiriktir ve Darcy – Weisbach formülünde olduğu gibi, çoğunlukla basınçlı boru analizlerinde kullanılır. Bu iki formül de akım enkesiti ile ilgili büyüklük olarak hidrolik yarıçap kullanıldığından hidrolik yarıçap uygun bir şekilde tanımlanarak formüller açık kanallara da uygulanabilirler. Kutter formülü, ampiriktir ve çoğunlukla, serbest yüzeyli akım analizinde kullanılır.

Akarsu analizinde en sık kullanılan formüllerden biri, Manning formülüdür. Bu formül ampiriktir ve ifadesi aşağıda verilmiştir.

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}} \quad (2.16)$$

Bu formül, oldukça basit ama kullanışlı bir hidrolik modeldir. Manning formülündeki R ve J parametrelerini sistemin geometrisine bağlıdırlar. Manning pürüzlülük katsayısı ise kanal tabanının durumuna bağlıdır. Bu katsayı, Manning formülünün hidrolik model olarak kullanılması durumunda model kalibrasyonunda kullanılabilecek tek parametredir. Bu parametre; bazı hidrodinamik modellerde doğrudan veya taban sürtünmesini hesaplayan denklemlerin içinde kullanılmaktadır.

Manning bağıntısının kullanıldığı modelleme yazılımlarından bir de QUAL2E'dir (Linfield ve Thomas, 1987) . USEPA tarafından geliştirilen QUAL2E ve aslında ekolojik akarsu modeli olarak kullanılan QUAL2E'de modellenen akarsuyun hidrolik hesapları Manning bağıntısı kullanılarak yapılmaktadır. QUAL2E hem metrik hem de İngiliz birim sistemini destekler.

QUAL2E bir boyutludur ve iki ana taşınım mekanizması vardır. Bunlar:

1. Adveksiyon

2. Dispersiyon

Modelde ana taşınım mekanizmalarının sadece akarsuyun akış yönünde önemli oldukları kabulü yapılmıştır. Model, akarsu boyunca

- Noktasal kaynakların (Point source element olarak tanımlanmıştır)

- Yayılı kaynakların (Incremental flow olarak girilir)

- Su girişi veya su çekimi (Withdrwal olarak girilir. Negatif debi su çekimi, pozitif debi su girişi anlamındadır.)

- Yan kollar (Tributary olarak girilir, ancak kilometrelere dikkat edilmelidir.)

tanımlanmasına izin verir.

QUAL2E karalı hal modeli veya dinamik model olarak kullanılabilir, ancak uygulamaların çoğunda kararlı hal modeli olarak kullanılmaktadır. Modelin dinamik olarak kullanılabilme kapasitesi son derece düşüktür.

QUAL2E modeline entegre edilmiş bir belirsizlik analizi bileşeni de vardır (UNCAS). UNCAS, QUAL2E modelinin kaynak koduna eklenmiş 17 tane alt programdan (subroutine) oluşan bir yazılım bileşenidir. Modelin iki sürümü vardır:

1. QUAL2E : QUAL2E kaynak kodunun (FORTRAN 77 ile geliştirilmiş) derlenmesi ile elde edilir.

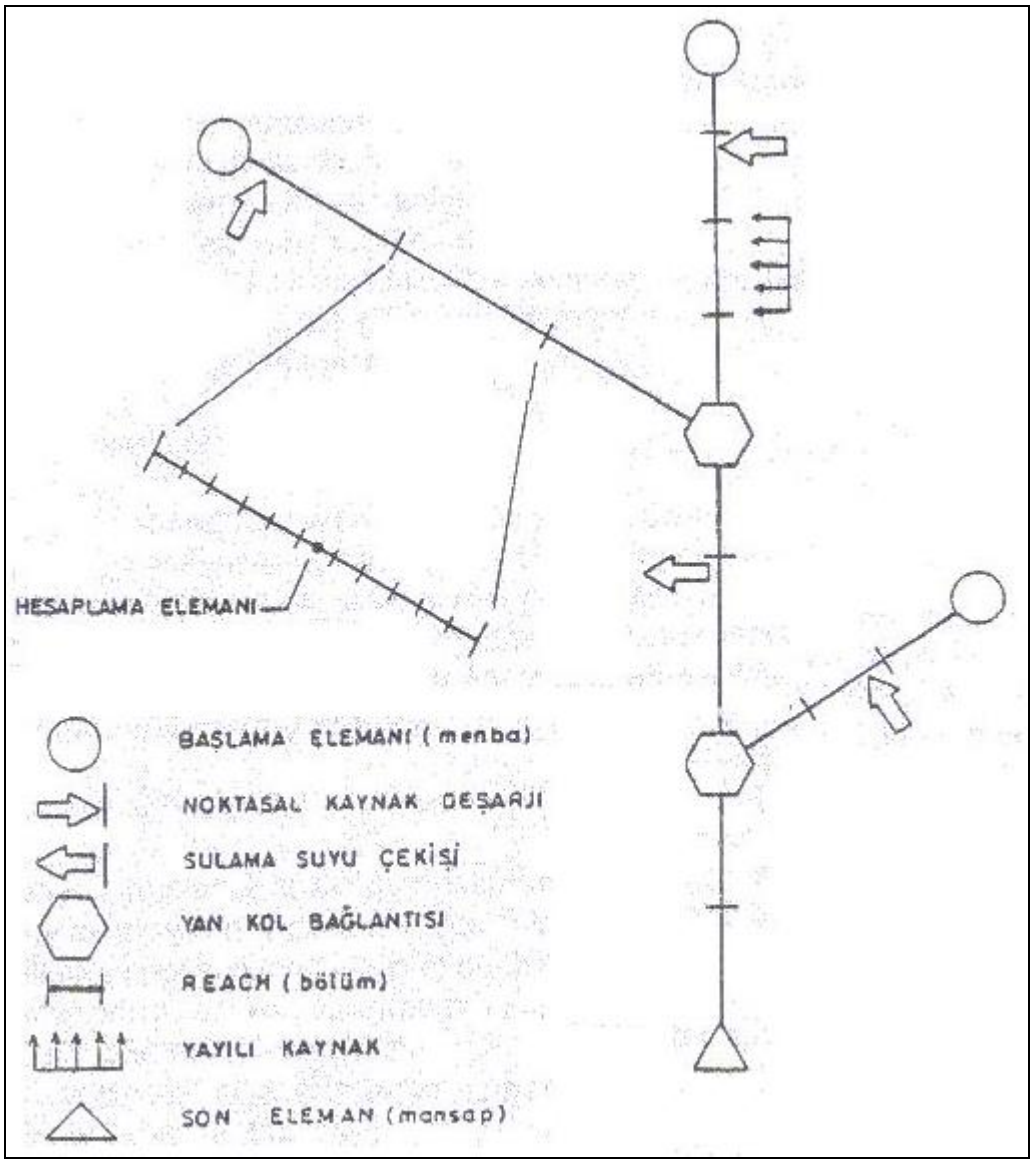
2. QUAL2E-UNCAS : QUAL2E kaynak kodu ile birlikte bir de UNCAS yazılım bileşeni ile ilgili 17 alt program derlenerek elde edilir. Bu program belirsizlik analizi yapabilmektedir.

QUAL2E, oldukça basit bir kanal ağı yapısının tanımlanmasına izin verir. QUAL2E modelinde bir akarsu öncelikle bölümlere ayrılır. Bu bölümlere QUAL2E terminolojisinde REACH denir. Bölümler hidrolik karakterleri (Manning katsayısı, kanal enkesitleri, kanal taban eğimi) sabit kesimlerdir. Hidrolik karakter değiştiği an, akarsuyun hidrolik karakterinin değiştiği yerden bir sonraki değişime kadar yeni bir bölüm tanımlanır.

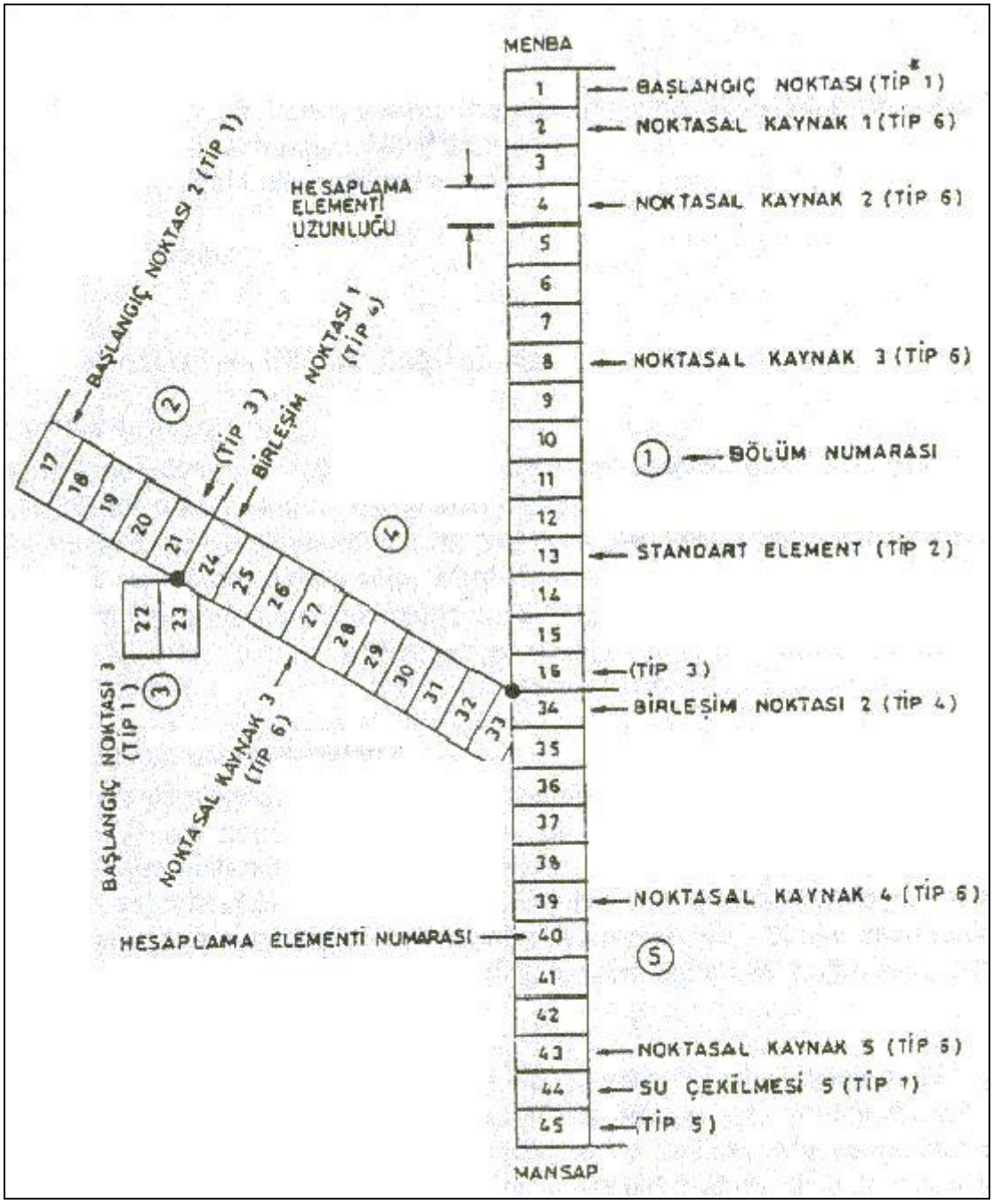
QUAL2E denklemleri sonlu farklar yaklaşımı ile çözer. Bu nedenle akarsuyu matematiksel olarak ayrıklaştırmak gerekir. Bunun sonucu hesap elemanları (QUAL2E terminolojisinde computational elements) kavramı ortaya çıkmıştır. Şekil 3.4 ve 3.5'te bölümler ve hesap elemanları gösterilmektedir.

Matematiksel olarak ayrıklaşmanın fiziksel anlamı ise birbirlerine seri bağlı tam karışımlı reaktör kabulü yapmaktır. Her rektöre giriş koşulu bir önceki reaktörün (veya matematiksel bir yaklaşımla bir öncel, hesap elemanının) su kalitesidir.

Sonlu farklar yöntemi ile denklem çözüldüğü için, sistemdeki hesap elemanlarının sayısal büyüklükleri eşit olmalıdır. Bu zorunluluğun fiziksel anlamı ise, eğer akarsu akım yönünde denklem çözülüyorsa, bu yöndeki hesap elemanlarının eşit uzunlukta olmaları gerekir.



Şekil 2.4 – QUAL2E'de Hidrolik Parametreleri Farklı Bölümler (Reach)



Şekil 2.5 – QUAL2E'de Farklı Hesap Elemanı Tiplerinin Örnek Gösterimi

Yedi tip hesap elemanı vardır:

1. Kaynak elemanı (Headwater)
2. Standart elemanı (Standart)
3. Kavşak öncesi elemanı (Upstream from a junction)
4. Kavşak elemanı (Junction Element)
5. Bitiş elemanı (End)
6. Noktasal kaynak (Point source veya Input)
7. Su girişi veya su çekimi elemanı (Withdrwal olarak girilir. Negatif debi su çekimi, pozitif debi su girişi anlamındadır.)

Kaynak elemanı, akarsuyun başlangıç koşullarını içerir. Bu nedenle her sistemde en az bir tane kaynak elemanı olmalıdır. Birinci bölgenin birinci elemanı mutlaka kaynak elemanı olarak tanımlanmalıdır. Eğer akarsu tek ana kanal yerine bir ana kanal ve yan kollar varsa ve bu yan kollar boyunca da model çalıştırılacaksa bu yan kolların her biri için de başlangıç koşulları girilmesi gerekeceğinden modellenecek yan kolların ilk bölgelerinin ilk elemanları da kaynak elemanı olarak tanımlanmalıdır.

Standart eleman, herhangi bir özelliği olmayan hesap elemanıdır. Standart elemana dış giriş sadece eğer elemanın bulunduğu bölüm için yayılı kaynak girişi tanımı yapıldıysa mümkündür.

Kavşak elemanları, bir yan kolun başka bir kola bağlanırken (tributary) bağlantının olduğu elemana kavşak denir. Bu eleman kavşak elemanı (Tip 4), bu elemandan bir önceki eleman da kavşak öncesi elemanı (Tip 3) olarak tanımlanır.

Son eleman, sistemin modellenen en son hesap elemanıdır. Bu nedenle bir akarsu sisteminde sadece bir tane son eleman olabilir.

Noktasal kaynak elemanı aracılığı ile akarsuya noktasal yük girilebilir. Su girişi veya su çekimi elemanı noktasal kaynak elemanına benzer. Aradaki önemli bir fark,

noktasal kaynak elemanının hep pozitif debili iken, bu elemanın debisinin negatif olabilmesidir. (Negatif debi su çekimi, pozitif debi su girişi anlamındadır.)

QUAL2E için aşağıdaki sınırlamalar söz konusudur:

- Maksimum bölüm sayısı 50 olabilir.

- Bir bölümde en fazla 20 tane hesaplama elmanı içerebilir. Bu nedenle eğer çok uzun bir akarsu kesimimde hidrolik özellikler ve kinetik katsayılar değişmese bile bu kesimin birden çok bölüme ayrılması gerekebilir.

- Akarsu sisteminde en fazla 7 tane kaynak ve 6 tane kavşak elemanı tanımlanabilir. Bu durumda ana kanal dışında en fazla 6 tane yan kol modellenebilir.

- En fazla 25 tane noktasal kaynak ve su giriş-çıkış elamanı tanımlanabilir.

Model kaynak kodu standart FORTRAN 77 ile yazıldığı ve ücretsiz olarak temin edilebildiği için, bu sınırlamaların kaldırılması mümkündür.

QUAL2E yatışkın akım kabulü yapar. (dQ/dt = 0, herhangi bir en kesitten geçen debi zamanla değişmez) Ancak debinin mesafe ile değişmesi mümkündür. Bu değişimin nedenleri:

- Yan kolların girmesi

- Su çekimi ve girişi tipindeki elemanlardan gelen debiler (Tip 7)

- Noktasal kaynaklar

- Yayılı kaynaklar

2.4 Tek Boyutlu Hidrodinamik Modeller

Hidrodinamik denklemler, çoğunlukla çözümleri oldukça zor olan diferansiyel denklemlerdir. Su kütlesi modellenirken; hidrolik büyüklüklerin değişimlerinin

sadece bir boyutta önemli olduğu düşünülerek diğer iki boyuttaki değişimler gözardı edilse bile, yatışkın olmayan akım şartlarının ve değişken geometrinin olduğu bir sistemde, hidrodinamik denklemlerin analitik çözümleri oldukça güç çoğu zaman imkansızdır. Bu nedenle karmaşık diferansiyel denklemleri; sonlu sayıda denklem içeren, uzun ancak basit cebirsel denklem takımlarına çeviren sayısal yöntemler kullanılırlar.

Diferansiyel denklemleri sonlu sayıda denklem içeren cebirsel denklem takımına çevirmenin fiziksel anlamı, sistemi hidrodinamik büyüklüklerin ve hidrolik parametrelerin sabit kabul edilebileceği, her biri yeterince küçük ve sonlu sayıda olan hacim elemanlarına ayırmaktır. Bu işleme ayrıklaştırma (discretization) denir. Sonlu farklar, sonlu elemanlar veya Runge-Kutta yöntemi gibi diferansiyel denklemlerin çözülmesinde kullanılan sayısal yöntemlerin tümünün temeli ayrıklaştırma işlemine dayanır.

Ayrıklaştırma işlemi yapılırken sistemin geometrisi göz önünde bulundurulmalı ve yatışkın olmayan akım şartlarında, sistemin dinamik davranışı nedeniyle zaman boyutunda ayrıklaştırma yapılması gerektiği unutulmamalıdır.

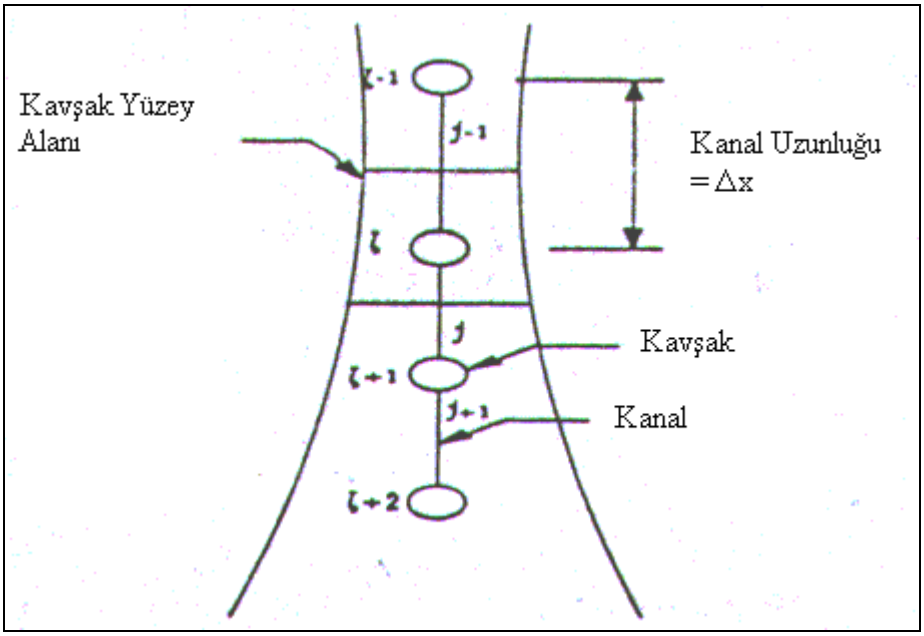
Düğüm-bağ ağları ve dört nokta yöntemi, tek boyutlu hidrodinamik denklemlerin çözümünde sık kullanılan sayısal çözüm şemalarıdır.

2.4.1 Düğüm-Bağ Ağı Sayısal Çözüm Şeması

Düğüm-Bağ ağında, akarsu birbirlerine bağlantılar (kanallar) yardımı ile bağlanmış düğümlerden (kavşaklar) oluşur. Bir kanal iki kavşağı birbirine bağlar. Bu kavşakların biri kanalın yukarı kısmında (memba), diğeri de aşağı (mansap) kısmındadır (Bkz. Şekil 2.6). Bir kavşağa birden fazla kanal girebilir ve kavşaktan birden fazla kanal çıkabilir.

Düğüm-bağ ağındaki kavşaklar ve kanallar çok iyi tanımlanmalıdır. Problem çözülürken her zaman adımında tüm kavşaklar ve kanallar için denklemler çözülecektir. Zaman adımı seçimi çok önemlidir. Eğer zaman adımı çok küçük seçilirse, hem hesap süresi çok uzar hem de sayısal kararsızlıklar belirmeye başlar. Zaman adımı çok büyük seçilirse, hassasiyet iyice kaybolur ve bazen fiziksel ve matematiksel olarak anlamsız durumlarla karşılaşılır. Örneğin her kanalda en az bir genellikle birden fazla zaman adımı geçirilir. Eğer bir zaman adımında birden fazla

kanaldan geçiliyorsa çözüm zaten fiziksel olarak anlamsızdır ve muhtemelen matematiksel hatalar olacaktır.



Şekil 2.6 – Düğüm-Bağ Ağı

Kavşak, düğüm-bağlantı ağına göre bir noktadır, ancak gerçekte suyu alan bir hacimdir. Bu hacim, kavşak yüzey alanının altında kalan suyun hacmine eşittir. Kavşak, bağlı olduğu kanalların bazılarından (memba tarafındakilerden) su alır ve bazılarından (mansap tarafındakilerden) su verir.

Kavşaklarda süreklilik denklemin çözülür. Süreklilik denklemine göre herhangi bir zaman aralığında bir akışkan prizması içindeki akışkanın kütlesindeki değişim, bu prizmaya aynı zaman aralığı içinde giren ve çıkan akımların toplamına eşittir. Düğüm-bağ yöntemine göre yazılan kütle dengesi, aşağıda verilmiştir.

$$\frac{\partial Y}{\partial t} = -\frac{1}{W}\frac{\partial Q}{\partial x} \tag{2.17}$$

Bu kısmi türevli diferansiyel denkleme göre, bir kavşaktaki ortalama derinliğin zamana göre değişimi, o kavşağa gelen debinin mesafeye göre değişimi ile doğru orantılıdır.

Aslında kavşaklar, akarsuyu x yönünde sonlu farklara ayıran elemanlardır. Bu sistemin dt zaman aralığındaki çözümü, x yönündeki her kavşak için yapılacaktır. Eğer denklem t_1 ve t_2 zaman aralığı için çözülecekse

1. t_1 zaman aralığından başlanacak
2. İlk kavşak sınır şartı olarak belirlenecek
3. Her kavşak için süreklilik denklemi çözülecek
4. (1), (2) ve (3) adımları, t_2 anına kadar her dt zaman adımı için çözülecektir

Süreklilik denklemi "i" numaralı kavşak için sonlu farklar formunda yazılmış şekli aşağıda verilmiştir:

$$\frac{Y_{i,t} - Y_{i,t-1}}{\Delta t} = -\frac{\sum Q_i}{A_i} \tag{2.18}$$

Bu denklemde A_i, i numaralı kavşağın yüzey alanı anlamındadır. Denklem (2.18) yardımı ile herhangi bir kavşaktaki su derinliği bulunabilir. Eğer kavşak bir sınır şartı ise, bu kavşaktaki derinlik verilir ve bu kavşağı takip eden kavşaktaki derinlikler hesaplanabilir. Bir kavşak ile ilgili parametreler:

- Hacim
- Yüzey alanı
- Su yüzü kotu
- Derinlik

Kanallar için çözülen momentum denkleminin ifadesi aşağıda verilmiştir:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U\frac{\partial U}{\partial x} = -\frac{gn^2}{\delta^2 R^{\frac{4}{3}}}|U|U - g\frac{\partial H}{\partial x} \tag{2.19}$$

Açıklamalar:

- U^2 yerine $|U|U$ alınarak, sürtünmenin her zaman akış yönünün tersi olması sağlanmıştır. Bu kabul, hızın karesinin büyüklüğünü değiştirmeden yönünün fiziksel olarak anlamlı olmasını sağlar.

- n, su ile kanalın duvarları ve tabanı arasında olan sürtünme katsayısıdır (Manning katsayısı). Kanalın malzemesine ve kanaldaki bitki büyümesi gibi bir çok faktöre bağlıdır. Model kalibrasyonunda kullanılan en önemli parametredir.

- δ birim çevirme faktörü gereklidir, çünkü momentum denkleminin sol tarafı ampiriktir ve Manning pürüzlülük faktörü gibi katsayılar birim sistemine göre değişir. Bu rapordaki ampirik büyüklükler MKS birim sitemine göre kullanılacağından, birim çevirme faktörü 1 alınacaktır.

İki kavşak arasındaki kanalda, momentum denkleminin sonlu farklar formundaki yazılışı aşağıda verilmiştir.

$$\frac{U_{j,t} - U_{j,t-1}}{\Delta t} = -U_{j,t-1}\frac{\Delta U_j}{\Delta x_j} - \frac{g n_j^{\,2}}{\delta^2 R_j^{\frac{4}{3}}}\left|U_{j,t-1}\right|U_{j,t-1} - g\frac{\Delta H_j}{\Delta x_j} \qquad (2.20)$$

Bu denklemde, akımın uniform olduğu (akım çizgileri, taban, su yüzü ve enerji çizgisinin eğiminin birbirlerine paralel olduğu) kabul edilmiştir. Bir kanal için derinlik ve ıslak kesit alanı değişimleri, kanalın iki ucundaki kavşakların derinlikleri yardımı ile hesaplanabilir. Örneğin; U = U(A, Y), Y = Y(x, t) ve A = Y(x, t) . W (A: Islak alan) olduğu için (W sabit alınırsa)

$$\frac{\partial U}{\partial x} = -\frac{W}{A}\frac{\partial Y}{\partial t} - \frac{U}{A}\frac{\partial A}{\partial x} \qquad (2.21)$$

olur. Bu denklemin sonlu farklar biçiminde yazılışı:

$$\frac{\Delta U_j}{\Delta x_j} = -\frac{W_j}{A_j}\frac{\Delta Y_j}{\Delta t} - \frac{U_j}{A_j}\frac{\Delta A_j}{\Delta x_j} \qquad (2.22)$$

Denklem 3.7'de:

- $\frac{\Delta Y_j}{\Delta t}$: Δt süresi içinde kanaldaki derinlik değişimi. Kanalın iki ucundaki kavşakların derinliklerinin değişimlerinin ortalaması alınarak hesaplanır.

- $\frac{\Delta A_j}{\Delta x_j}$: Δt süresi içinde, kanaldaki enkesit alanı değişimi. Kanalın iki ucundaki kavşakların ıslak alanlarının farkı kanal uzunluğuna bölünerek bulunur.

Düğüm-bağ ağında bir kanal ile ilgili parametreler:

- Uzunluk
- Genişlik
- Enkesit alanı
- Manning pürüzlülük katsayısı
- Başlangıç hızı
- Hidrolik yarıçap (veya derinlik)

Süreklilik denklemi ile momentum denklemi birlikte çözülürken, oldukça basit bir algoritma kullanılır:

1. Öncelikle akarsu sistemi, kavşaklara (i = 1 – düğüm sayısı) ve kanallara (j=1-bağ sayısı) bölünür. Kanalların enkesit alanlarının kanal boyunca sabit olduğu kabul edildiğinden, kanal uzunlukları ve kavşakların yerleri, derinlik ve genişlik değişimlerinin mümkün olduğu kadar az olacağı şekillerde belirlenmelidir.

2. Her kanal için uzunluk, Manning pürüzlülük katsayısı n, hidrolik yarıçap R ve başlangıç hızı belirlenir. Bunlardan başka, kanalın iki ucundaki kavşakların numaraları belirlenmelidir.

3. Her kavşak için başlangıç anındaki su yüzü kotu, yüzey alanı ve derinlik belirlenir.

4. Kanallar ve kavşaklar yardımı ile, düğüm-bağ ağı haritalanır.

5. Zaman adımı seçilir. Zaman adımı, sayısal yöntemin t (zaman) değişkeni üzerindeki artımıdır ve doğru seçilmesi çok önemlidir. Zaman adımı Courant sayısal kararlılık kriteri yardımı ile belirlenir. Bu kritere göre

$$CFL = \frac{\Delta t\left(U \pm \sqrt{gY}\right)}{\Delta x} \qquad (2.23)$$

CFL ≤ 1 olmalıdır. CFL bire ne kadar yakın olursa, sayısal kararsızlıklar ve hatalar o kadar azaltılabilir. Bu durumda, iyi bir zaman adımını seçebilmek için, akarsu kanallarındaki hızlar konusunda en azından fikir sahibi olmak gerekir.

6. Memba ve mansap sınır koşulları belirlenir. Sınır koşulları olarak su yüzü kotları alınabilir. Sınır koşulları, akarsuyun çözümü için geliştiren bilgisayar programına göre sabit ya da zamana göre değişken olabilir. Sınır koşulları, her zaman adımı için belirlenmelidir.

7. Her kavşak için süreklilik denklemi çözülür. Eğer çözüm yapılan kavşak sınır koşulu değilse, Denklem 3.3 ile çözüm yapılır. Eğer kavşak bir sınır koşulu ise, derinliği zaten sınır koşulu ile belirlenmiştir.

8. Her kanal için momentum denklemi çözülür. Momentum denklemini çözmek için aşağıdaki adımlar izlenir:

    a. Kanalın iki ucundaki kavşakların ıslak alanlarının farkı kanal uzunluğuna bölünerek bulunur. (ΔA_j / Δx_j)

    b. Kanalın iki ucundaki kavşakların derinliklerinin değişimlerinin ortalaması alınarak hesaplanır. (ΔY_j / Δt)

$$\frac{\Delta Y_j}{\Delta t} = \frac{Y_{j,t} + Y_{j,t-1} - Y_{j+1,t} - Y_{j+1,t-1}}{2\Delta t} \tag{2.24}$$

c. Kanaldaki hız hesaplanır.

$$U_{j,t} = U_{j,t-1} + \Delta t.U_{j,t-1}\left(\frac{W_j}{A_j}\frac{\Delta Y_j}{\Delta t} + \frac{U_j}{A_j}\frac{\Delta A_j}{\Delta x_j}\right) - \frac{\Delta t.g.n_j^{\,2}}{\delta^2 R_j^{\frac{4}{3}}}\left|U_{j,t-1}\right|U_{j,t-1} - g.\Delta t\frac{\Delta H_j}{\Delta x_j} \tag{2.25}$$

Bu denklem sistemi, her kanal için her zaman adımında çözülmelidir.

Düğüm-bağ ağı sayısal çözüm şemasına göre çözüm yapan hidrodinamik modellerden biri, USEPA tarafından geliştirilen DYNHYD5 modelidir.

2.4.2 Dört Nokta Sayısal Çözüm Şeması

Oldukça yaygın kullanılan bir sayısal çözüm şemasıdır. Bu yöntemde akarsu akış yönü (x) ve zaman (t) uzayında ayrıklaştırılır (Bkz. Şekil 2.7).

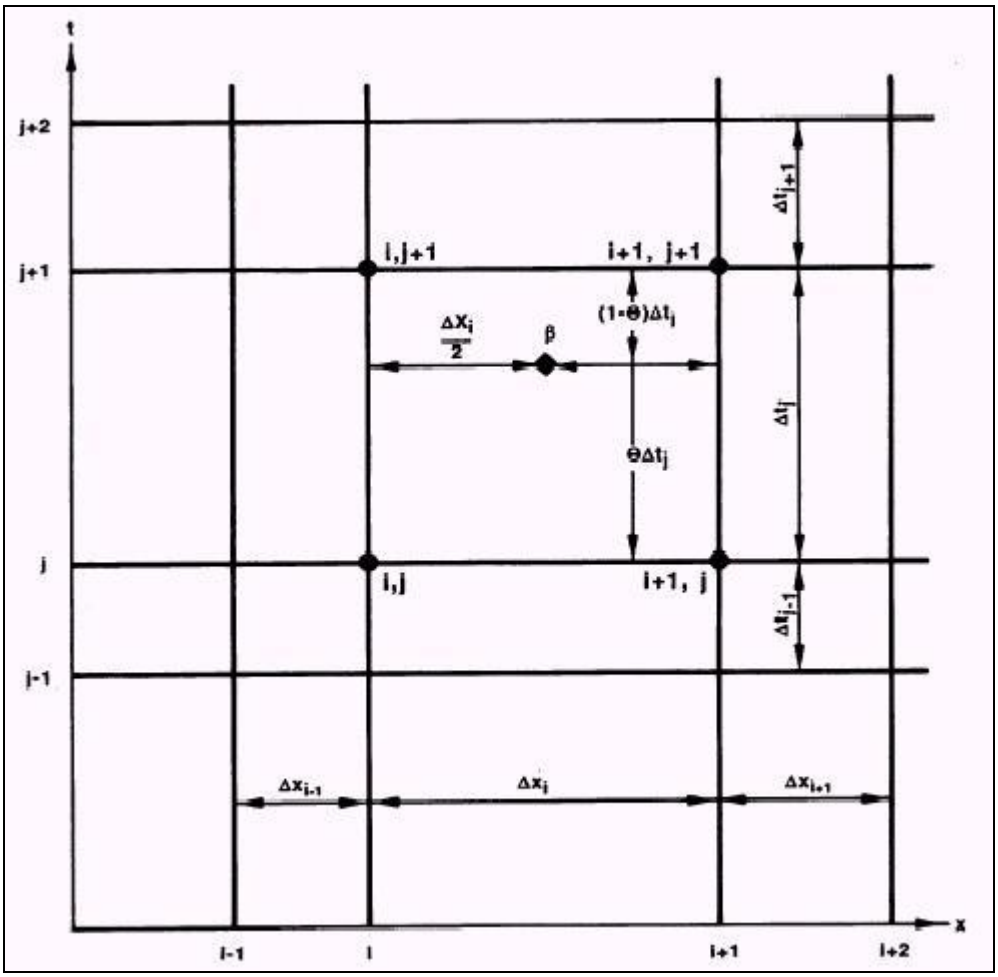
Şekil 2.7'de verilen sayısal çözüm şemasına göre, β noktasındaki herhangi bir büyüklüğün değeri, aynı büyüklüğün ayrıklaştırma işlemi sonucu tanımlanan x,t uzayının β noktasını çevreleyen en yakın dört noktadaki (x,t uzayı sürekli değildir, bu nedenle bu uzayın hiçbir noktası β noktasına sonsuz yakınlıkta olamaz) değerleri yardımı ile bulunur. Örneğin herhangi bir ω büyüklüğünün ve bu büyüklüğün zamana ve konuma göre türevlerinin β noktasındaki değeri

$$\omega(\beta) = \theta\left(\frac{\omega_i^{j+1} + \omega_{i+1}^{j+1}}{2}\right) + (1-\theta)\left(\frac{\omega_i^{j} + \omega_{i+1}^{j}}{2}\right) \tag{2.26}$$

$$\frac{\partial\omega(\beta)}{\partial x} = \theta\left(\frac{\omega_{i+1}^{j+1} - \omega_i^{j+1}}{\Delta x_i}\right) + (1-\theta)\left(\frac{\omega_{i+1}^{j} - \omega_i^{j}}{\Delta x_i}\right) \tag{2.27}$$

$$\frac{\partial\omega(\beta)}{\partial t} = \theta\left(\frac{\omega_i^{j+1} - \omega_{i+1}^{j+1}}{2\Delta t_j}\right) - \left(\frac{\omega_i^{j} + \omega_{i+1}^{j}}{2\Delta t_j}\right) \tag{2.28}$$

denklemleri ile hesaplanabilir.



Şekil 2.7 – Dört Nokta Şemasında Sistemin Ayrıklaştırılması
(Martin ve Cutcheon, 1995)

Buna göre, ifadesi

$$\frac{\partial Q}{\partial x}+\frac{\partial A}{\partial t}=0 \tag{2.29}$$

olan süreklilik denklemi, dört nokta şemasında

$$\frac{(1-\theta)\left(Q_{x+\Delta x}^{t}-Q_{x}^{t}\right)+(\theta)\left(Q_{x+\Delta x}^{t+\Delta t}-Q_{x}^{t+\Delta t}\right)}{\Delta x}+\frac{\left(\frac{A_{x}^{t+\Delta t}+A_{x+\Delta x}^{t+\Delta t}}{2}-\frac{A_{x}^{t}+A_{x+\Delta x}^{t}}{2}\right)}{\Delta t}=0 \tag{2.30}$$

şeklinde yazılabilir. Momentum denklemi de benzer bir yaklaşımla yazılabilir. Aradaki tek fark, momentum denkleminde türev ifadesi içermeyen bileşenler oluşudur. Bu bileşenlerin θ ağırlık faktörü olarak tanımlanarak ağırlıklı ortalamaları alınır. Momentum denkleminin bileşenlerinin dört nokta şemasında yazılmış şekilleri aşağıda verilmiştir.

$$\frac{\partial U}{\partial t}=\frac{\left(U_x^{t+\Delta t}+U_{x+\Delta x}^{t+\Delta t}-U_x^t+U_{x+\Delta x}^t\right)}{2\Delta t}=\frac{\left[\left(\frac{Q}{A}\right)_x^{t+\Delta t}+\left(\frac{Q}{A}\right)_{x+\Delta x}^{t+\Delta t}\right]-\left[\left(\frac{Q}{A}\right)_x^{t}+\left(\frac{Q}{A}\right)_{x+\Delta x}^{t}\right]}{2\Delta t} \quad (2.31)$$

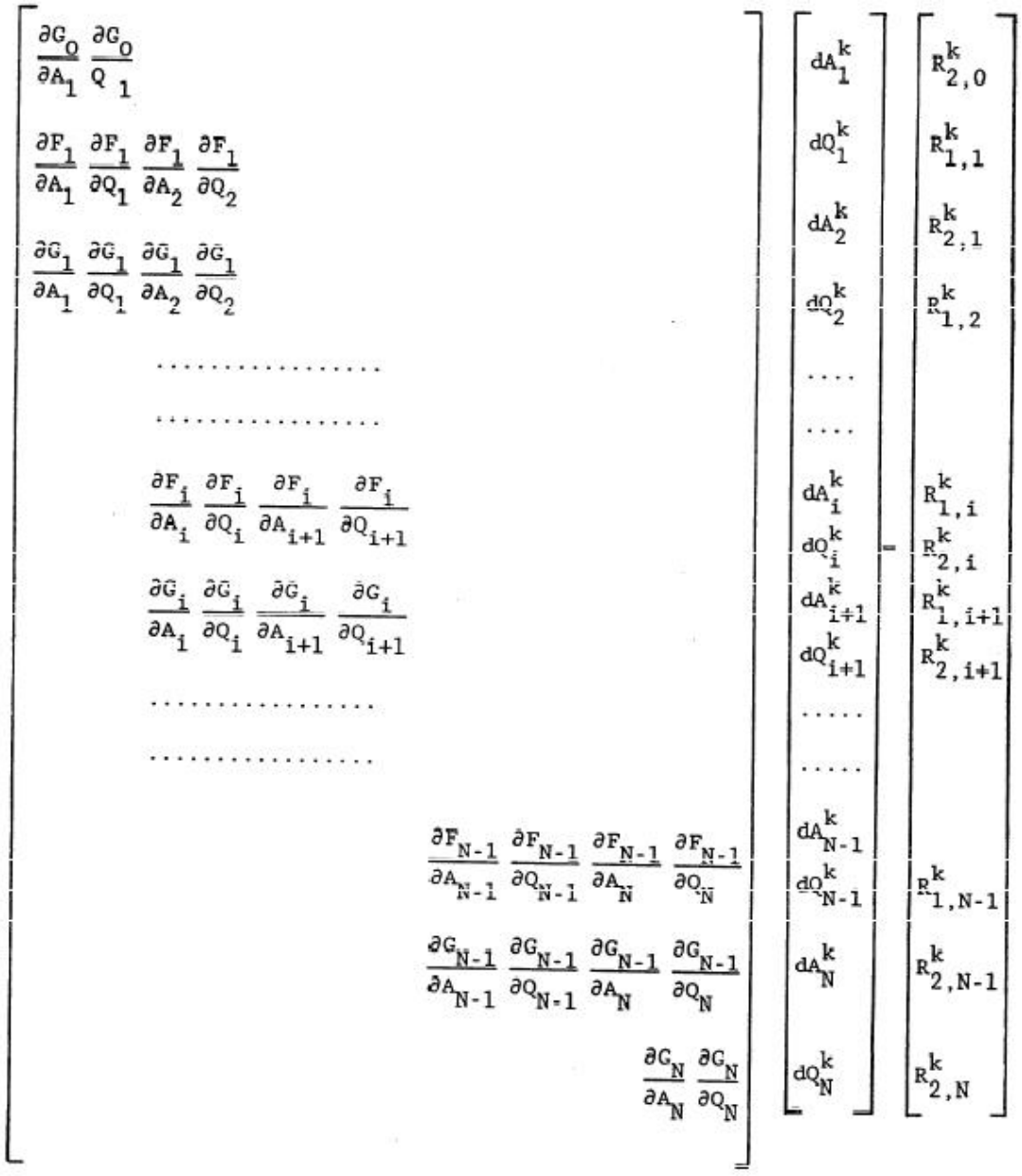
$$U\frac{\partial U}{\partial t}=\frac{(1-\theta)\left[\left(\frac{Q^2}{A^2}\right)_{x+\Delta x}^{t}-\left(\frac{Q^2}{A^2}\right)_x^{t}\right]+(\theta)\left[\left(\frac{Q^2}{A^2}\right)_{x+\Delta x}^{t+\Delta t}-\left(\frac{Q^2}{A^2}\right)_x^{t+\Delta t}\right]}{\Delta x} \quad (2.32)$$

$$g\frac{\partial h}{\partial x}=g\left[\frac{(1-\theta)\left(h_{x+\Delta x}^t-h_x^t\right)+(\theta)\left(h_{x+\Delta x}^{t+\Delta t}-h_x^{t+\Delta t}\right)}{\Delta x}\right] \quad (2.33)$$

$$g\frac{n^2U|U|}{\delta^2R^{\frac{4}{3}}}=g(1-\theta)\left(\frac{n^{-2}\,\overline{Q^t}\left|\overline{Q^t}\right|}{\overline{A^t}\left|\overline{A^t}\right|\delta^2\left(\overline{R^t}\right)}\right)+g\theta\left(\frac{n^{-2}\,\overline{Q^{t+\Delta t}}\left|\overline{Q^{t+\Delta t}}\right|}{\overline{A^{t+\Delta t}}\left|\overline{A^{t+\Delta t}}\right|\delta^2\left(\overline{R^{t+\Delta t}}\right)}\right) \quad (2.34)$$

θ ağırlık faktörü çözüm yönteminin sayısal kararlılığı açısından son derece önemlidir. θ = 0 alınırsa, çözüm yordamı açık (explicit) olur ve zaman adımının büyüklüğü, Denklem (3.8)'de tanımlanan Courant kararlılık koşuluna uygun olarak seçilmelidir. Eğer θ = 1 alınırsa, çözüm yordamı tamamen kapalı (implicit) olur. θ = 0,5 alınırsa, kapalı merkezli bir sonlu fark şeması elde edilir. Bu şema çoğunlukla kararlıdır ancak bazı durumlarda çözüme yakınsamada sorunlara neden olabilir. Bu nedenle θ genellikle 0,5 – 1,0 arasında alınır. Bazı çalışmalarda θ = 0,6 alındığında kararlılık ve yakınsama açısından en iyi koşulların sağlandığı gözlenmiştir.

Dört nokta çözüm şemasında, her denklemde dört tane bilinmeyen vardır. Bunlar t ve t + Δt anındaki debi, hız, enkesit alanı ve kanal derinliğidir. Bu durumda toplam sekiz tane değişken görünse de, t = 0 anındaki değerler başlangıç koşulu olarak girildiği ve bu değişkenlerin t anındaki değerleri bir önceki zaman adımında çözüldüğü için bilinmeyen sayısı dörttür. Bu çözüm, sistemdeki her kontrol hacmi için tekrarlanırsa n tane kontrol hacmi için n-2 tane denklem bulunur. Bu denklemlere sınır koşulları eklenirse, n bilinmeyenli n tane denklemden oluşan bir denklem takımı elde edilir. Bu denklem takımının, gerekli dönüşümlerden sonra matris formunda yazılışı Şekil 3.8'de verilmiştir. Daha ayrıntılı bilgi (Environmental Laboratory, 1995 sayfa 21-33) ve (Martin ve Cutcheon 2000, sayfa 301-308) referanslarından elde edilebilir.



Şekil 2.8 Dört Nokta Çözüm Şemasında Elde Edilen Denklem Takımı
(Martin ve Cutcheon, 2000)

Dört nokta sayısal çözüm şemasına göre çözüm yapan çok sayıda hidrodinamik model vardır. Bu modellere örnek olarak,

- U.S. Army Corps of Engineers tarafından geliştirilen CE-QUAL-RIV1 (Environmental Laboratory, 1995) ve UNET (Martin ve Cutcheon, 2000)

- USEPA tarafından geliştirilen RIVMOD (Hosseniopour, 1990)

- USGS tarafından geliştirilen BRANCH (Martin ve Cutcheon, 2000)

- ABD Ulusal Hava Kurumu tarafından geliştirilen DWOPER (Martin ve Cutcheon, 2000)

modelleri verilebilir.

2.4.3 DYNHYD5 Modeli

Modelde kullanılan denklemlerin çözümü ile, simulasyon süresi içindeki akım hızları (U) ve derinlikleri (H) bulunabilir. Ancak analitik çözüm bulmak mümkün olmadığı için, U ve H model ağı üzerinden yapılan sayısal integrasyonla, konum ve zamandaki ayrık noktalarda bulunurlar. Model ağı, düğümlerden ve düğümler arasındaki bağlardan oluşur.

Bu düğümlerin ve bağların DYNHYD modelindeki fiziksel yorumu :

- Düğümlere kavşak denir. Düğümün kendisi, kavşağın merkez noktasıdır ve her kavşağın bir alanı vardır. Kavşaklar, aynı zamanda WASP modelindeki segmentlere karşı gelirler. Kavşak hacimleri, WASP modeli tarafından kirletici konsantrasyonlarının belirlenmesinde kullanılırlar.

- Bağlantılara kanal denir. Her kanal, iki kavşak merkez noktasını bağlar. Bir kavşak merkez noktası, en çok 6 tane kavşak merkez noktasına bağlanabilir.

Düğüm-bağ ağı ile oldukça karmaşık akım örüntüleri ve düzensiz kıyı çizgileri olan sistemleri, yeterli hassasiyette hesaplanabilirler, ama küçük akarsularda ve taban eğimi yüksek olan akarsularda yetersiz kalırlar.

Kanallarla ilgili parametreler, Şekil 3.9'da gösterilmiştir. Bunlar :

Su yüzü kotu

Kavşaktaki su yüzeyinin, herhangi bir karşılaştırma düzlemine göre olan yüksekliğini verir. Eğer başlangıç değeri verilmezse, taban kotu ile derinlik toplanarak hesaplanır.

Yüzey alanı

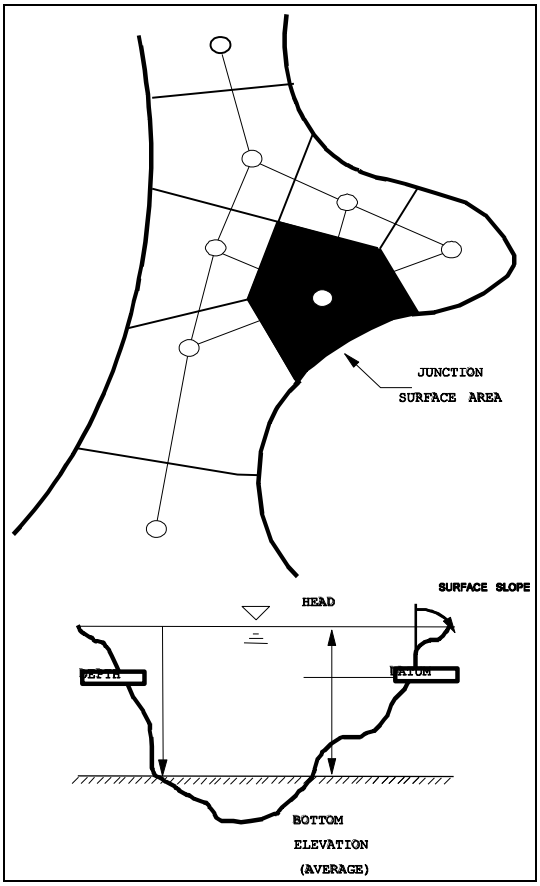
Şekil 2.9'daki koyu bölgedir.

Taban kotu

Kavşağın tabanının, herhangi bir karşılaştırma düzlemine göre olan yüksekliğini verir. Eğer başlangıç değeri verilmezse, su yüzü kotundan ile derinlik çıkarılarak hesaplanır.

Hacim

Kavşak alanı ile derinlik çarpılarak hesaplanır



Şekil 2.9 DYNHYD5 Model Ağı (Ambrose, 1993)

Kanal parametreleri, Şekil 3.10'da gösterilmiştir. Bunlar :

Uzunluk

İki kavşak merkezi arasındaki uzaklıktır.

Genişlik

Kanalın ortalama genişliğidir.

Enkesit alanı

Kavşak enkesit alanlarına göre ayarlanırlar.

Manning pürüzlük katsayısı

Bu katsayının ölçülmesi imkansızdır. Modelin kalibrasyonu için kullanılır.

Hız

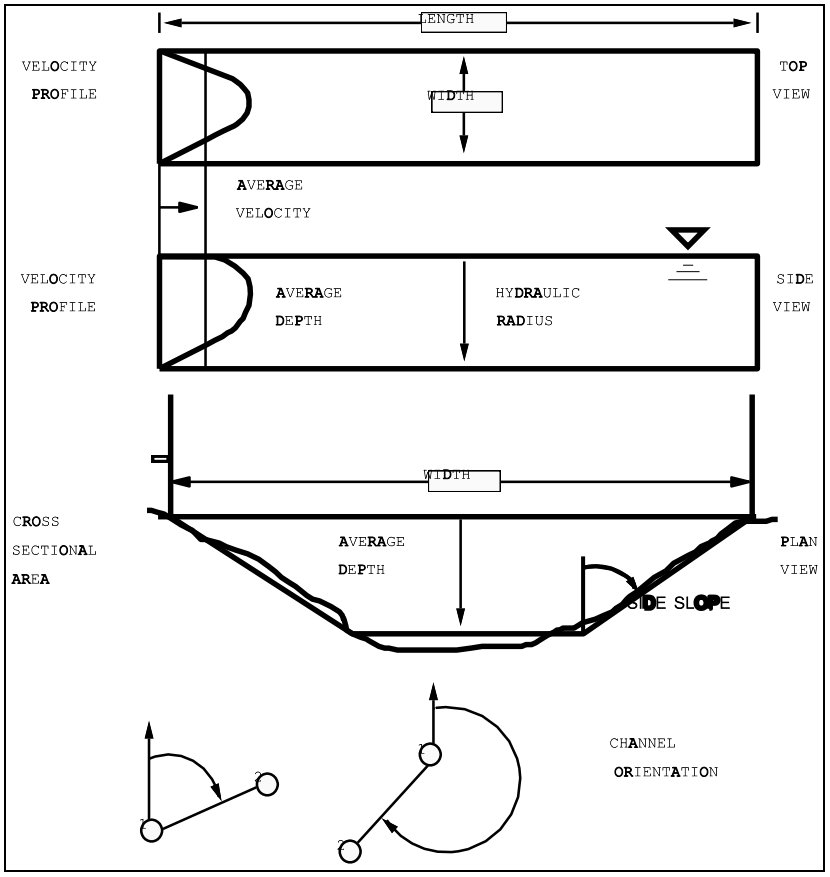
Kanaldaki başlangıç hızıdır.

Hidrolik yarıçap

Kanalın hidrolik yarıçapıdır.

Kanal yönü

Kuzey ile pozitif akış yönü arasındaki açıdır.



Şekil 2.10 - DYNHYD5 Kanal Parametreleri (Ambrose, 1993)

2.5 İki Boyutlu Hidrodinamik Modeller

Değişik kurumlar tarafından geliştirmiş birçok iki boyutlu hidrodinamik modelleme yazılımı mevcuttur. Bu yazılımların çoğu su ortamının uzunluk (x) ve genişlik (y) yönlerinde hidrolik simülasyon yapabilmektedir. Ancak, Bölüm 2'deki veriler

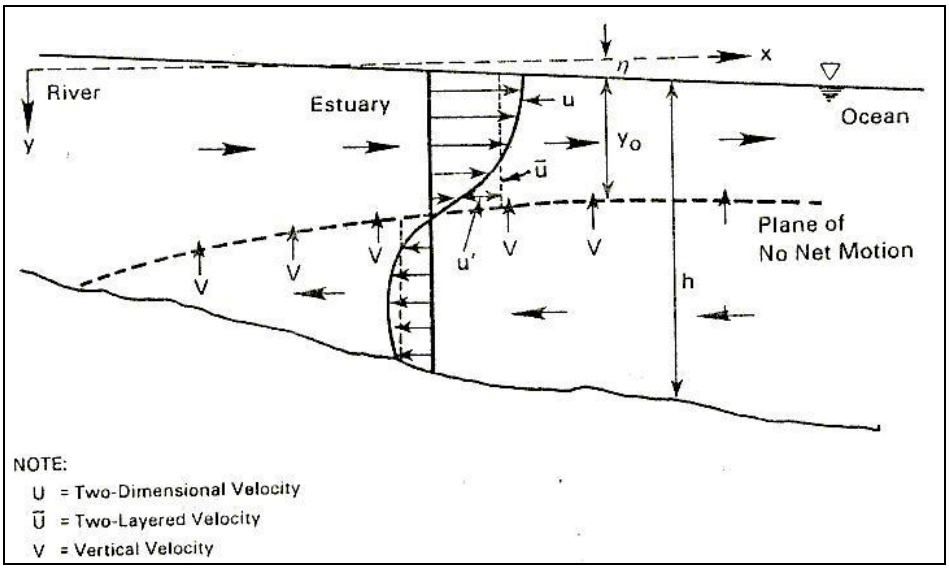
incelendiğinde, Köyceğiz-Dalyan Lagün sisteminde derinlik doğrultusundaki (z yönündeki) değişimlerin oldukça önem kazandığı görülebilir.

Yapılan literatür çalışması sonucunda tamamen üç boyutlu modeller dışında çok az x-z modeline rastlanmıştır. Literatür çalışması sonucu bulunan modeller aşağıda verilmiştir:

- U.S. Army Corps of Engineers tarafından geliştirilen CE-QUAL-W2 (Cole ve Wells, 2000)
- Blumberg Modeli (Martin ve Cutcheon, 2000)
- Lung – O'Connor Yöntemi (Lung, 1992)

2.5.1. Lung – O'Connor Yöntemi

Bu yöntem 1984 yılında Lung ve O'Connor tarafından körfezlerdeki yatay ve düşey hızın tuzluluk profilleri yardımı ile tahmin edilebilmesi amacı ile geliştirilmiştir. Bu yöntemde; iki boyutlu hareket, süreklilik ve hidrostatik basınç denklemlerinin kararlı hal için analitik çözülmesi esas alınmış, ancak denklemlerin analitik bir çözülebilmeleri için bazı basitleştirici kabuller yapılmıştır.



Şekil 2.11 Lung – O'Connor Yönteminde Notasyon (Lung, 1992)

x yönündeki momentum denklemi:

$$\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x} = \overline{N_z}\frac{\partial^2 U}{\partial z^2} \tag{2.35}$$

Denklem incelendiğinde, yatay yöndeki basınç gradyanının itici güç olduğu görülür. Dikey Eddy viskozitesi ise gelgit üzerinden ortalaması alınmış (tidally averaged) ve derinlik boyunca (z yönünde) sabittir. Bazı basitleştirici kabuller yapılırsa, dikey momentum denklemi yerine, hidrostatik basınç denklemi kullanılabilir. Bu kabuller:

- Hızlardaki yanal (y – yönündeki) değişimler ihmal edilebilecek kadar azdır
- Doğrusal olmayan (nonlineer) ivme ile ilgili terimler ihmal edilebilirler
- Yatay yöndeki (x-yönündeki) uzunluk derinliğe göre oldukça büyüktür

Lung ve O'Connor yöntemi, tuzluluğun bilindiği bir ortam için yatay hızı derinliğin bir fonksiyonu olarak (u = u(z)) hesaplamak amacı ile geliştirilmiş analitik bir yöntemdir. Bu yöntemin ilk adımı, hidrostatik denklemin dikey momentum denklemi yerine kullanılması ve derinlik boyunca (z yönünde) yapılan integrasyon yardımı ile aynı derinlikleri aynı ama x koordinatları farklı olan iki nokta arasındaki hidrostatik basınç farkının bulunmasıdır. Bu adımın uygulanabilmesi için, tuzluluğun derinliğe bağlı değişimini veren bir fonksiyon gereklidir. Lung – O'Connor yönteminde, tuzluluğun derinliğe doğrusal olarak bağlı olduğu kabul edilmiştir.

Bu yöntem hakkında daha geniş bilgiye (Martin ve Cutcheon, 2000 sayfa 609-616) ve (Lung 1992, sayfa 38-54) referanslarından ulaşılabilir.

2.5.2 CE-QUAL-W2

CE-QUAL-W2 modelinin ilk sürümü, 1980'li yıllarda U.S. Army Corps of Engineers tarafından geliştirilmiştir. 2000'li yıllarda üçüncü sürümü geliştirilmekte olan CE-QUAL-W2, hem hidrodinamik hem de su kalitesi simülasyonu yapabilen bir yazılımdır. Hangi parametrelerin simülasyonunun yapılacağı kullanıcı tarafından belirlenebilir.

2.5.2.1 Model Ağı

CE-QUAL-W2 modelinde, sistem öncelikle su kütlelerine ayrılmıştır. Su kütleleri, temel hidrolik özellikleri aynı olan yapılardır. Örneğin tatlı su ve tuzlu su içeren bölümler, ayrı su kütleleridir. Bir sistemin su kütlelerine ayrılabilmesi; deniz, körfez,

akarsu ve göl gibi birbirinden farklı su kütlerinden oluşan sistemlerin modellenebilmesine olanak tanır.

Su kütleleri, kollara ayrılmıştır. Kollar, aynı su kütlesi içinde farklı geometrik ve hidrolik özellikleri olan bölgelerdir. CE-QUAL-W2, kolların birbirlerine bağlanmasına izin verir. Model ağında bir kola birden çok kol bağlanması mümkündür, bu özellik oldukça karmaşık kanal ağların oluşturulmasına imkan vermektedir.

Kollar ise yatay doğrultuda (x doğrultusu) hesap bölümlerine ayrılmıştır. Hesap bölümlerinin uzunlukları birbirlerinden farklı olabilir. Hesap bölümlerinden her biri, derinlik doğrultusunda (z doğrultusu) hesap elemanlarına ayrılmıştır. Hesap elemanları, tam karışımlı oldukları kabul edilen kontrol hacimleridir. Hesap elemanlarının derinlikleri ve genişlikleri birbirlerinden farklı olabilir. Ancak herhangi bir tabakanın derinliği, tüm hesap bölümlerinde aynıdır.

2.5.2.2 CE-QUAL-W2 ile Hidrodinamik Simülasyon

CE-QUAL-W2, oldukça yetenekli bir hidrodinamik alt sistemine sahiptir. Bu alt sistem, x-z boyutundaki hidrodinamik denklemleri, türbülanslı difüzyon durumunda çözebilmektedir. Bu karmaşık denklemlerin sayısal çözümleri de bir boyutlu hidrodinamik denklemlerin sayısal çözümlerine göre daha zordur ve kararlı ve yakınsak bir çözüme ulaşabilmek için sayısal çözüm ile ilgili parametrelerin dikkatli girilmesi gerekmektedir. Örneğin zaman adımı oldukça önemli bir parametredir. CE-QUAL-W2, değişik algoritmalar kullanarak zaman adımının optimum büyüklüğünü bulabilmektedir (Cole ve Wells, 2000).

Model hidrolik simülasyon sonucunda:

- x yönündeki hız (yatay hız)
- z yönündeki hız (dikey hız)
- sıcaklık
- yoğunluk
- dikey Eddy viskozitesi
- içsel sürtünmenin oluşturduğu kayma gerilmesi
- taban kayma gerilmesi
- yatay ve dikey momentum

- yatay basınç diyagramı

gibi bir çok hidrodinamik parametre hesaplaabilir.

2.5.2.3 CE-QUAL-W2 Modelinin Veri İhtiyaçları

CE-QUALW2 modeli, oldukça iyi hazırlanmış, detaylı bir girdi verisine ihtiyaç duymaktadır. Örnek CE-QUAL-W2 girdi verileri incelenmiş, ve bu verilerin, uzunlukları binlerce satıra ulaşabilen dosyalar halinde sisteme girilebildiği belirlenmiştir. Hidrodinamik simülasyonlar açısından en önemli girdi verisi grupları; sistem geometrisi ve sistemin sınır koşulları ile ilgili olanlarıdır.

Sistem geometrisi ile ilgili olan veriler, her hesap bölümü için dikkatle hazırlanmalıdır. Sınır koşulları ise, her parametre için ayrı bir zaman serisi ile verilmelidir. Hidrodinamik simülasyon açısından en önemli sınır koşulları:

- Tuzluluk
- Sıcaklık
- Sisteme giren su miktarı

parametreleridir. Tuzluluk ve sıcaklık, z yönünde tanımlanmış her tabaka için, zamana bağlı olarak verilmelidir. Sisteme giren su miktarı ise, dört şekilde verilebilir:

1. Dış nedenler etkisindeki su yüzü kotu
2. Dış kaynaklı debi
3. İç kaynaklı su yüzü kotu
4. Barajdan gelen akım

Dış nedenler etkisindeki su yüzü kotu ve dış kaynaklı debi sistemin dışarısı ile bağlantısını sağlayan sınır koşullarıdır. Diğer iki tip sınır koşulu ise, sistemin kendi içinde yer alan ve dışarısı ile doğrudan bağlantıları bulunmayan kolların sınır koşullarıdır. Bu tip sınır koşulları; sistemin dışarısı ile bağlantısı olmayan, sistemin içinde yer alan kollar için kullanılmaktadır.

2.6 Üç Boyutlu Hidrodinamik Modeller

Bir çok üç boyutlu hidrodinamik modelleme programı geliştirilmiştir. Bu programlardan TELEMAC, SSIIM (Olsen, 2002a) ve SMS/TABS gibi bazıları,

hidrolik mühendisliğinde kullanılmak üzere geliştirilmişken; FLOW-3D ve EFDC gibi olanları genel amaçlıdır.

2.6.1 SSIIM

SSIIM (Sediment Simulation In Intakes with Multiblock option), sözcüklerinin kısaltılması ile oluşturulmuş bir isimdir. Program Dr. Nils R. Olsen tarafından 1991 yılında kendi doktora çalışması için geliştirilmiş ve sonradan genişletilerek bu günkü halini almıştır. Program adından da anlaşılabileceği gibi öncelikle hidrolik yapılardaki sediment taşınımını modellemek üzere geliştirilmiş, ancak sonra daha genel amaçlı bir yapıya büründürülerek akarsu, göl ve hidrolik yapıların üç boyutlu hidrodinamik simülasyonlarını yapabilecek hale getirilmiştir.

SSIIM'nin ikinci sürümü; kümelenmemiş ve düzgün yerleşmemiş sonlu hacimlerle de çalışabilmektedir. Program hakkında daha detaylı bilgi, kullanım kılavuzunda (Olsen, 2002b) verilmiştir.

2.6.2 EFDC

EFDC (Environmental Fluid Dynamics Code), sözcüklerinin kısaltılması ile oluşturulmuş bir isimdir. Bu model John Hamrick tarafından Viriginia Deniz Enstitüsünde (VIMS) geliştirilmiştir. Programın geliştirilmesine USEPA ve Tetratech Inc. Tarafından devam edilmektedir.

EFDC oldukça karmaşık bir programdır. Ana yazılımının kaynak kodu 125.000 satır olup FORTRAN 77 ile geliştirilmiştir. Program genel amaçlı kullanılabilmektedir. EFDC, Bölüm 2.7'de anlatılacak olan WASP su kalitesi modeli ile uyumlu çalışacak şekilde geliştirilmektedir.

2.7 Çok Boyutlu Su Kalitesi Modelleri ve WASP Modeli

Hidrolik modellerden elde edilen sonuçların tutarlılığı bazen su kalitesi modelleriyle denenebilir. Örneğin, izleyici madde ya da tuzluluk gibi korunan parametreler yardımıyla hidrolik modelin hesapladığı debilerin doğruluğu kontrol edilebilir. Örneğin tuzluluk parametresinin değeri sadece seyrelme ile değiştiğinden, sistemdeki debilerin birbirlerine oranı hidrodinamik model tarafından doğru hesaplanmışsa, bu debiler su kalitesi modeline girildiğinde su kalitesi modeli tarafından hesaplanan tuzluluk değerleri, ortamda ölçülen tuzluluk değerleri ile yakın çıkmalıdır. Su kalitesi

modeli yardımıyla hidrodinamik model kalibrasyonu ile ilgili daha ayrıntılı bilgi Bölüm 4'te verilecektir.

Yapılan literatür çalışması sonucunda birçok çok boyutlu su kalitesi modeline rastlanmıştır. Bunlardan birkaç tanesi aşağıdaki listede verilmiştir:

- CE-QUAL-W2 (Cole ve Wells, 2000)
- CE-QUAL-ICM (Cerco ve Cole, 1995)
- WASP (Ambrose, 1988)

Bu modeller ile ilgili analizler yapılmış ve modellerin karmaşıklığı ve model yazılımlarının kaynak kodları üzerinde yapılması gereken, Köyceğiz-Dalyan Lagün sistemine özgü modifikasyonlar da gözönünde bulundurularak Hidrodinamik modelleri kalibre etmek için WASP modelinin en uygun seçenek olduğu anlaşılmış ve bu modelin kaynak kodlarıyla birlikte verilen beşinci sürümünün kullanılması uygun görülmüşür.

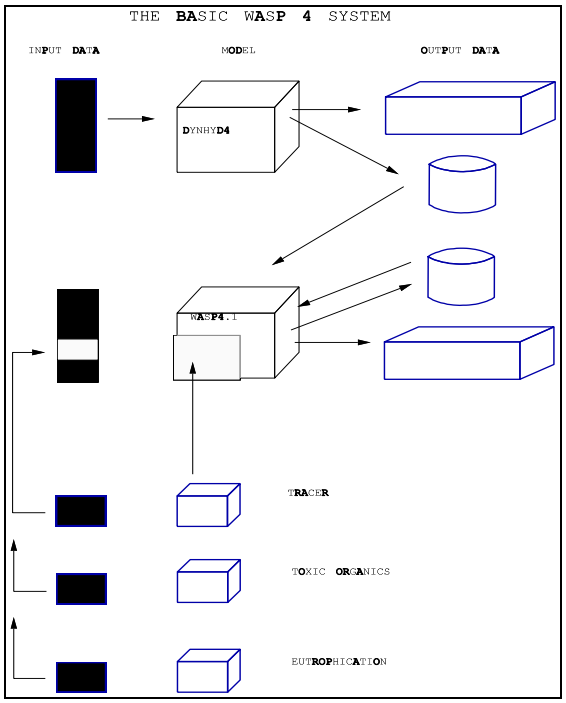
Bu model, insan kaynaklı kirlenmeye ve doğal olaylara karşı su kalitesinin göstereceği tepkilerin tahmin edilmesi ve yorumlanmasıyla kirliliği önleyici yönetim kararlarının alınmasında kullanıcılara yardımcı olmaktadır. WASP5, hem su kolonunu hem de altında yer alan bentosu içeren, dinamik kompartman modelleme programıdır. Temel programda adveksiyon, dispersiyon, noktasal ve yayılı kütle yükleri, sınır alışverişi gibi zamanla değişen prosesler yer almaktadır.

Su kalitesi prosesleri, başka bir kaynaktan seçilen veya kullanıcı tarafından yazılan, özel kinetik alt yollarda tanımlanmaktadır. WASP5, probleme özel modellerin oluşturulabilmesi için kinetik alt yolların değiştirilmesine izin verecek şekilde yapılandırılmıştır. WASP5 içerisinde iki model bulunmaktadır bunlar; toksik maddeler ile ilgili simülasyon yapabilen TOXI5 ve konvansiyonel su kalitesi parametreleri için kullanılan EUTRO5 modelleridir.

WASP, programın kullanılması sırasında kullanıcıya çok önemli esneklikler sağlar. WASP5 modelcinin bir, iki ve üç boyutlu modeller oluşturmasına, zamanla değişen alışveriş katsayılarının, advektif akımların, kirlilik yüklerinin ve su kalitesi sınır şartlarının tanımlanmasına, yeni bilgisayar kodlarının yazılmasına gerek olmadan izin vermektedir. WASP5 içinde çalıştırılan TOXI5 ve EUTRO5 oldukça genel modellerdir. Kullanıcılar ek olarak yeni kinetik yapılar ve parametreler

geliştirebilirler. Ancak, değişikler, su kalitesi modelleme mantığını iyi kavramış WASP'ı iyi tanıyan ve yeterli bilgisayar programlama deneyimi olan kişilerce yapılmalıdır.

WASP'ın kütle korunumuna dayanan temel ilkesi Şekil 3.12'de verilmiştir. Çalışılan su hacmi ve su kalitesini oluşturan kütleler bir dizi kütle dengesi denklemleri kullanılarak zaman ve mekana bağlı olarak izlenmekte ve hesaplanmaktadır.



Şekil 2.12 Temel WASP Sistemi (Ambrose 1988)

WASP5 göletler, dereler, göller, rezervuarlar, nehirler, haliçler ve kıyı suları gibi çeşitli su ortamlarında değişik su kalitesi problemlerini analiz etmek amacıyla kullanılabilen dinamik kutu modelidir.

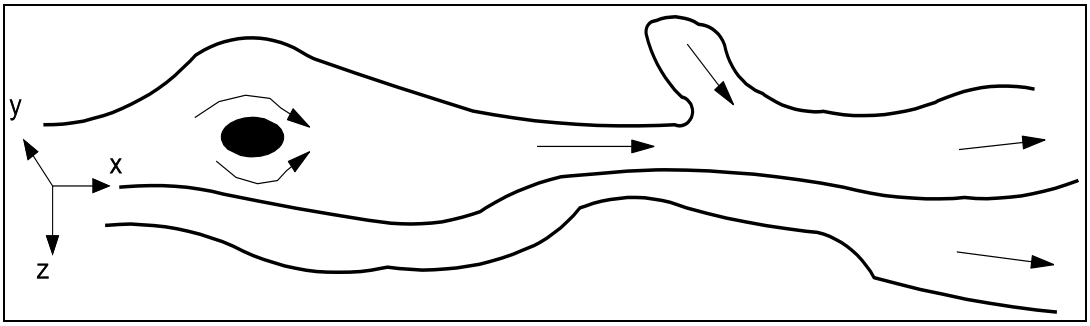
WASP5 tarafından çözülen denklemler kütle korunumu prensibini temel almaktadırlar. Bu prensip, incelenen her su kalitesi bileşenine ait kütlenin bir şekilde mutlaka hesap edilmesini gerektirmektedir. WASP5, her su kalitesi bileşenini sisteme girdiği nokta ve zamandan başlayarak sistemden çıktığı son noktaya kadar kütle korunumu prensibini zaman ve mekan boyunca uygulayarak izler. Bu kütle korunumu hesaplarının yapılabilmesi için kullanıcı 7 önemli karakteristiği tanımlayan giriş verilerini WASP5'e sağlamalıdır.

- Simülasyon ve çıktı kontrolü

- Modelin segmentlere ayrılması
- Advektif ve dispersif taşınım
- Sınır koşulları
- Noktasal ve yayılı kaynaklardan gelen kirletici yükleri
- Kinetik parametreler, sabitler ve zaman fonksiyonları
- Başlangıç konsantrasyonları

Bu giriş verileri, genel WASP5 kütle korunum denklemleri ve spesifik kimyasal kinetik denklemleri ile birlikte özel bir su kalitesi denklem takımını tanımlamaktadır. Bunlar, simülasyon ilerledikçe WASP5 tarafından nümerik olarak entegre edilirler.

Bir su ortamı içinde bulunan çözünmüş bileşenlere ait kütle dengesi denklemi, doğrudan ve yayılı olarak sisteme giren ve çıkan madde yüklerini, advektif ve dispersif taşınımı ve fiziksel, kimyasal ve biyolojik dönüşümleri mutlaka hesaba katmalıdır. Şekil 3.13'te görüldüğü gibi x ve y koordinatlarının yatay düzlemi, z koordinatının ise düşey düzlemi oluşturduğu bir koordinat sisteminde bulunan sonsuz küçüklükteki bir su hacmine ait kütle korunumunun matematiksel ifadesi Denklem 3.21'de verilmektedir.



Şekil 2.13 - WASP Kütle Dengesi Denklemi İçin Koordinat Sistemi (Ambrose 1988)

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x}(U_x C) - \frac{\partial}{\partial y}(U_y C) - \frac{\partial}{\partial z}(U_z C) + \frac{\partial}{\partial x}(E_x \frac{\partial C}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(E_y \frac{\partial C}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(E_z \frac{\partial C}{\partial z}) + S_L + S_B + S_K \quad (2.36)$$

Denklemdeki notasyon:

- U_x, U_y, U_z: boylamsal, yanal ve düşey advektif hızlar, m/gün
- E_x, E_y, E_z: : boylamsal, yanal ve düşey difüzyon katsayıları, m^2/gün
- S_L: doğrudan ve yayılı yükleme hızı, g/m^3-gün

- S_B: sınır yükleme hızı (üst ve alt akım, bentik ve atmosferik dahil), g/m^3-gün
- S_K: toplam kinetik dönüşüm hızı; pozitif kaynak, negatif kuyu, g/m^3-gün

WASP5, sonsuz küçüklükteki kontrol hacimlerini daha büyük bitişik segmentlere dönüştürerek ve uygun taşınım, yükleme ve dönüşüm parametrelerini tanımlayarak, Denklem 2.36'nın sonlu farklar formunu uygulamaktadır.

WASP 5 model ağında su ortamını boylamsal, yanal ve düşey alt bölümlere ayırmak mümkündür. Bentik segmentler su kolonu segmentleriyle birlikte ağa dahil edilebilirler. Su kalitesi bileşenlerinin konsantrasyonları her segment içerisinde hesaplanmaktadır. Su kalitesi bileşenlerinin taşınım hızları bitişik segmentlerin ara yüzleri boyunca hesaplanır.

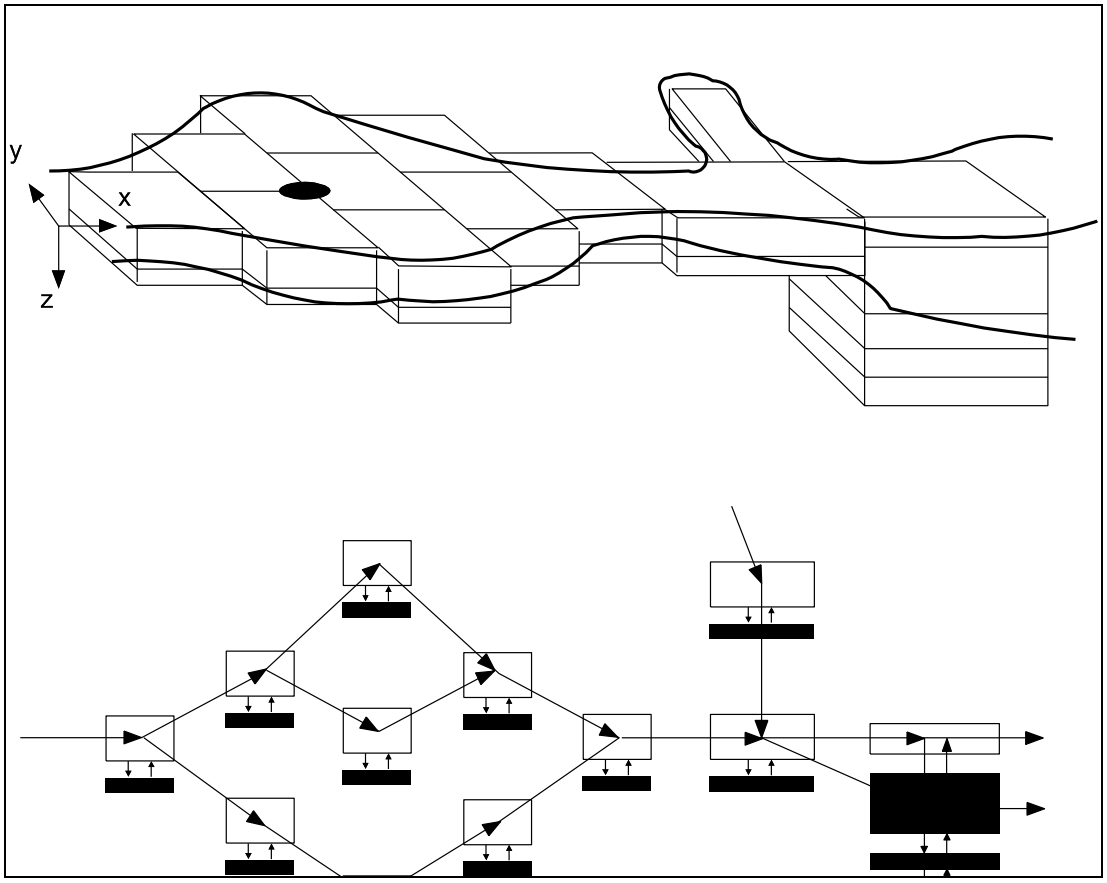
Segment hacimleri ve simülasyon zaman adımları birbiriyle doğrudan bağlantılıdır. Birisinin büyüklüğü değişirse, sayısal çözümün kararlılığını sağlamak için diğerinin büyüklüğü de aynı şekilde değiştirilmelidir. Segment boyutları oldukça farklı olabilmektedirler. Karakteristik boyutlar, su ortamının veya kirleticilerin özelliklerinden çok analiz edilen problemin yersel ve zamansal ölçeği dikkate alınarak belirlenmektedir.

Problemin esası belirlendikten sonra su ortamının zamansal değişkenliği ve sisteme giren yükler belirlenmelidir. Genellikle modelin zaman adımı sistemde etkili önemli değişkenlerin değişim sürecinden daha küçük alınmalıdır.

Zamansal değişkenliğin belirlenmesinin ardından su ortamının yersel değişkenliği de belirlenmelidir. Genellikle, önemli yerel özellikler segment içerisinde homojen olmalıdır.

Su kalitesi konsantrasyonlarında yersel bazda beklenen değişiklikler de segment boyutlarını etkilemektedir. Kullanıcı mutlaka konsantrasyon gradyanı için ortalama bir değer aralığını belirtmelidir.

Doğru simülasyonların elde edilebilmesi için dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise su kolonu hacimlerinin kabaca aynı olmasıdır. Eğer aşağı kısımlarda akım önemli ölçüde değişkenlik gösteriyorsa segment hacmi de orantılı olarak arttırılmalıdır. Kullanıcı öncelikle su ortamındaki kritik akımlara ait uygun segment hacmi ve zaman adımını seçmeli (V_c, Δt_c), daha sonra üst ve aşağı akımlara ait segmentleri buna göre ölçeklendirmelidir:



Şekil 2.14 - WASP Modelinde Su Ortamının Segmentlere Ayrılması

Taşınım, su kalitesi bileşenlerinin adveksiyonu ve dispersiyonunu içermektedir. WASP içerisinde hem adveksiyon hem dispersiyon 6 farklı alana ayrılmıştır. Birinci taşınım alanında su kolonu içerisinde advektif akım ve dispersif karışım meydana gelmektedir. Advektif akım su kalitesi bileşenlerini aşağı akımlara suyla birlikte taşır ve akım içinde seyrelmeyi sağlar. Dispersiyon daha fazla karışım oluşturarak yüksek konsantrasyonlu bölgelerle düşük konsantrasyonlu bölgeler arasında seyrelmenin meydana gelmesini sağlar.

İkinci taşınım alanında sediment yatağı içerisindeki suyun hareketi tanımlanmaktadır. Çözünmüş su kalitesi bileşenleri, yatak içerisinde su akımıyla taşınır ve yatak ile su kolonu arasındaki su difüzyonuyla geçiş yaparlar.

Üçüncü, dördüncü ve beşinci taşınım alanları partiküler kirleticilerin taşınımını, katıların çökelmesi, yeniden askıya geçmesi ve sedimentasyonu ile tanımlanmaktadır. Katı partiküller üzerine sorplanan su kalitesi bileşenleri su kolonu

ve sediment yatağı arasında taşınırlar. Kullanıcı tarafından boyut dağılımı dikkate alınarak üç katı alanı tanımlanabilir.

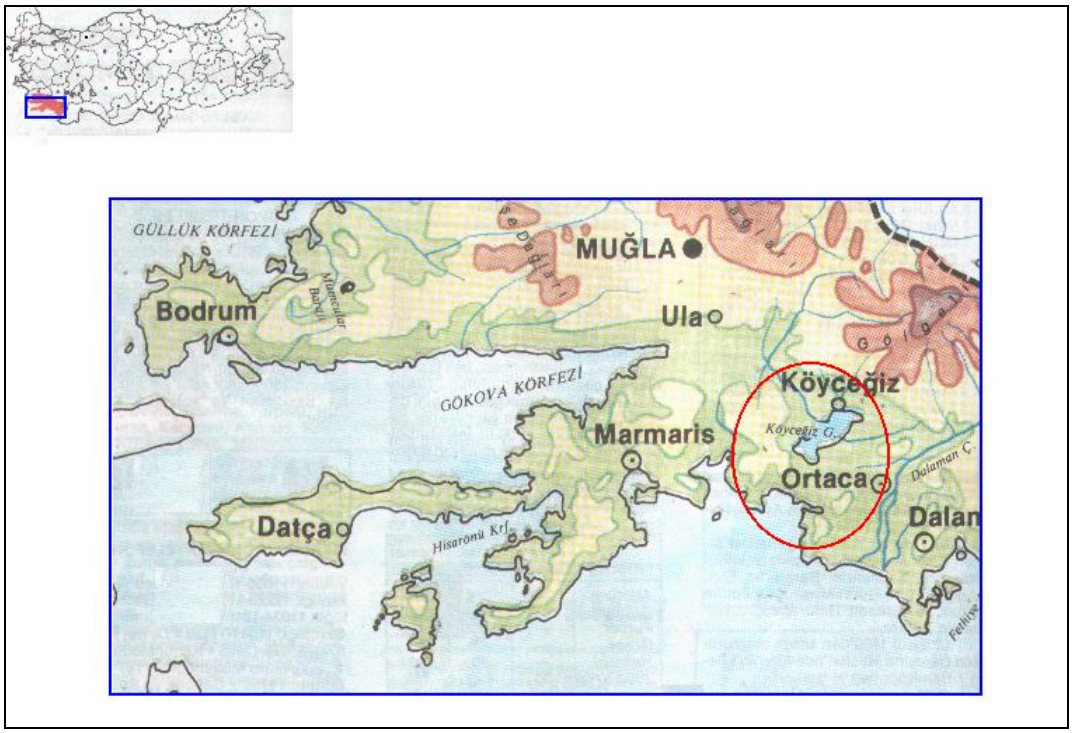
Altıncı taşınım alanı yüzeysel su segmentlerinden buharlaşmayı veya bu segmentlere gelen yağışı temsil etmektedir.

Taşınım verisinin büyük kısmı, akımlar veya çökelme hızları gibi, kullanıcı tarafından WASP girdi dosyalarında tanımlanmalıdır. Su kolonu akımı için kullanıcı WASP'ı bir hidrodinamik modelle bağlayabilir. Eğer bu seçenek tanımlanırsa simülasyon sırasında yatışkın olmayan akımlar, hacimler, derinlikler ve hızlar için hidrodinamik dosya bileşenleri WASP tarafından okunacaktır.

BÖLÜM 3. BÖLGENİN TANITILMASI ve VERİ ANALİZİ

3.1 Bölgenin Genel Tanıtımı

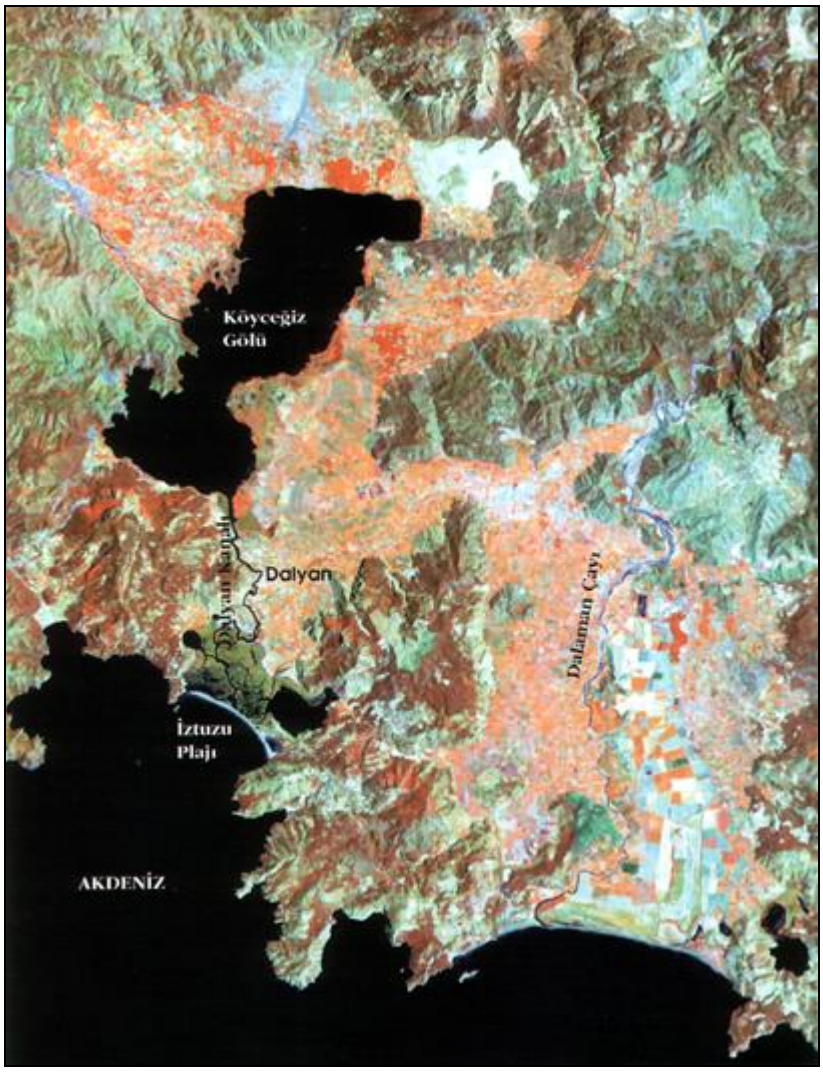
Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi, Türkiye'nin güneyinde, hem Ege hem de Akdeniz'de sahili olan Muğla ili sınırları içinde yer almaktadır. Bölgenin yeri Şekil 3.1'de, uydu görüntüsü Şekil 3.2'de, uçaktan çekilmiş fotoğrafı ise Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.1 – Köyceğiz-Dalyan Lagün Sisteminin Türkiye'deki Yeri
(Büyük Türkiye Ansiklopedisi, Cilt 3)

Lagün sistemi, bir çok bileşenden oluşmuştur. Bunlar:

- Karmaşık bir kanal sistemi olan Dalyan Kanalı
- Alagöl
- Sülüngür Gölü
- Köyceğiz Gölü



Şekil 3.2 – Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi'nin LANDSTAT Uydu Görüntüsü
(ATLAS Dergisi, Sayı 77 – Ağustos 1999)



Şekil 3.3 – Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi'nin Uçaktan Çekilmiş Fotoğrafı

Dalyan Kanalı, Alagöl ve Sülüngür Gölü; birlikte Dalyan Lagünü olarak adlandırılır. Dalyan kanalı, Köyceğiz Gölü'nden gelen tatlı suyu Akdeniz'e iletmektedir. Sistemin hidroliği oldukça karmaşıktır. Yapılan ölçümler ve bazı gözlemler yorumlandığında, sistemde İstanbul Boğazı'ndaki gibi iki tabakalı bir akımın mevcut olduğu belirlenmiştir.

3.2 Meteorolojik Özellikler

Bölgede Akdeniz iklimi hakimdir. Köyceğiz-Dalyan Lagünü havzasına ait sınırların içinde ve çevresinde kalan 5 adet meteoroloji istasyonu konumları ile birlikte Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1 - Havza Alanı ve Civarındaki Meteoroloji İstasyonları

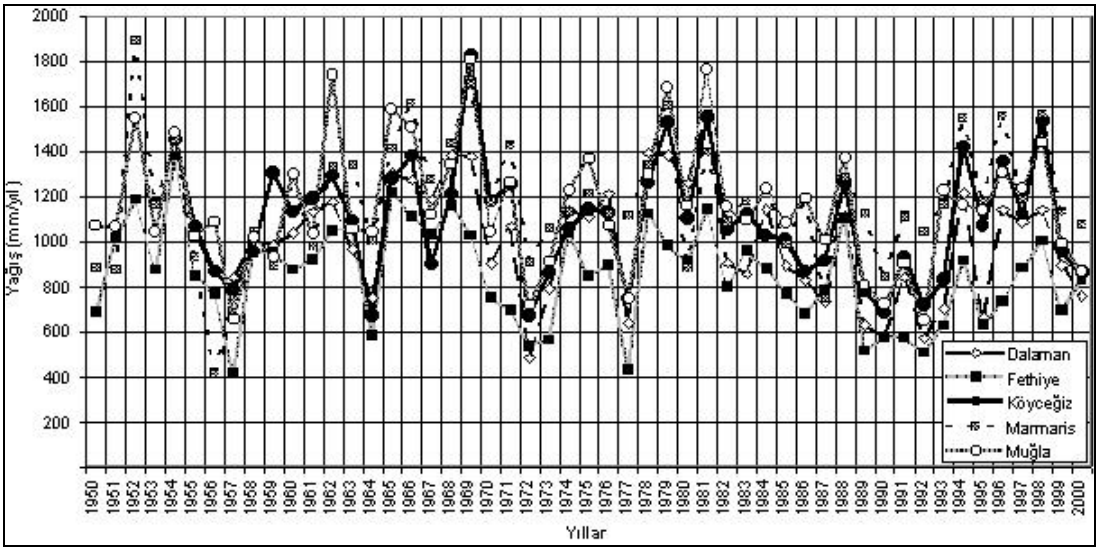
İstasyon Adı	Enlem	Boylam	Rakım
Muğla	37°13'	28°22'	+646
Marmaris	36°51'	28°16'	+19
Fethiye	36°37'	29°07'	+3
Dalaman	36°45'	28°47'	+13
Köyceğiz	36°48'	28°41'	+24

Bu istasyonlardan sadece Köyceğiz İstasyonu havza sınırları içinde kalmaktadır. Marmaris, Fethiye ve Dalaman istasyonları Akdeniz sahil şeridine yakın ve havzanın güney sınırlarını oluşturan kıyıların ve dağ sıralarının arkasında kalmaktadır. Muğla İstasyonu da havza sınırları dışında ve kuzeybatıda kalmakta ancak havzanın yüksek kesimlerine uygun rakımı ile diğer tüm istasyonlardan farklı bir özellik taşımaktadır.

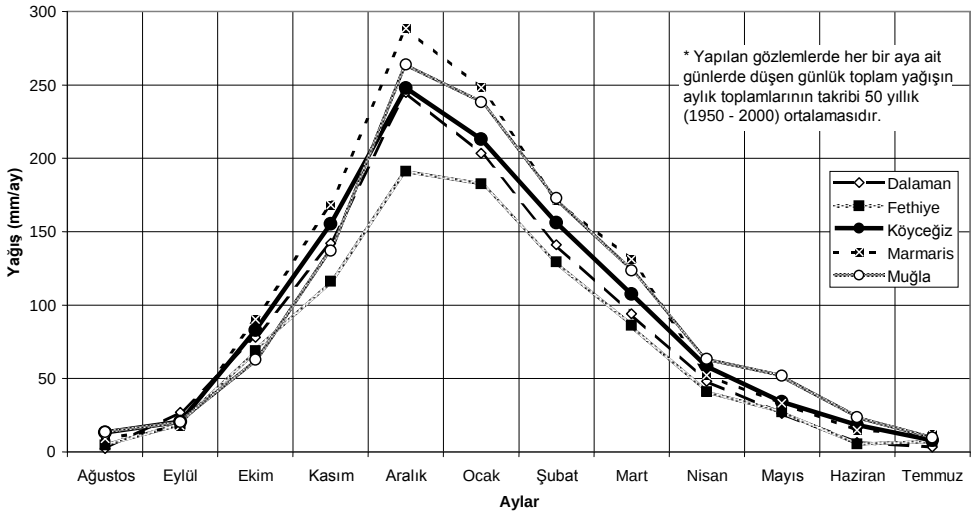
Köyceğiz-Dalyan Lagünü havzası meteorolojik koşullar açısından kabaca üç kesim halinde düşünülebilir. İlk kesim Köyceğiz Gölü ile Akdeniz sularını bağlayan Dalyan kanal sistemini ve bu kanal sistemi boyunca uzanan küçük gölleri çevreleyen kanal havzası, ikincisi Köyceğiz Gölü yakın havzası ve gölü besleyen küçük derelerin alt-havzalarından oluşan göl havzası ve üçüncü olarak da Namnam Çayı ve yan kollarının beslendiği ve belirgin olarak yüksek kotlu kuzey havzasıdır. Köyceğiz İstasyonu'nun özellikle kanal ve göl havzalarının merkezinde ve havza içinde bir konumda bulunması temsi edicilik açısından bu istasyonu ön plana çıkarsa da, kuzey havzasını temsil edebilmesi için rakımının çok düşük olması temsil niteliğini etkilemektedir. İşte bu açıdan Muğla Meteoroloji İstasyonu her ne kadar havza

sınırlarının oldukça dışında kalsa da havza içindeki yüksek rakımlı bölgelerde oluşacak meteorolojik koşulların değerlendirilmesi için dikkate alınması gereken bir niteliktedir.

Yıllık yağış yükseklikleri ortalamaları Şekil 3.4'te verilmiştir. Şekil 3.4'te verilen yıllık pikler incelendiğinde tüm istasyonlarda 800 - 1400 mm aralığında yoğunlaşan bir yağış rejimi görülmektedir. Tüm istasyonlarda son 10 yıllık veriler incelendiğinde ise yıllık yağışların 600 mm eşiğinin altına düşmediği görülmektedir. Bölgede 1950'den bu yana en yüksek yıllık yağış ölçümü 1953 yılında gerçekleşmiş ve Marmaris İstasyonu'nda bu yılda 1892 mm yağış okunmuştur. En yağışlı ikinci yıl ise Köyceğiz İstasyonu'nda tespit edilen verilere göre 1969 yılı olup 1820 mm değerindedir. Diğer yandan Fethiye İstasyonu'nda göreceli olarak düşük ölçümlerle ile karşılaşılmaktadır. Nitekim bölgedeki kurak dönemlerde en düşük ölçümler de bu istasyonda belirlenmiştir. 1957 yılında 416 mm yağış okunan istasyonda 1977 yılında 430 mm yağış düştüğü tespit edilmiştir. 1956 yılında ise Marmaris İstasyonu 420 mm düzeyinde bir yıllık yağış bildirmiştir. Köyceğiz İstasyonu 1956 ve 1957 kuraklıklarında sırasıyla 870 mm ve 786 mm düzeyinde ölçüm yapmıştır ve genel seyri incelendiğinde diğer istasyonlara göre daha dar marjlarda içinde ölçüm sonuçları sunduğu görülmektedir. Yıllık toplam yağışların aylık dağılımları ise Şekil 3.5'te ifade edilmiştir.



Şekil 3.4 1950-2000 Yılları Yağış Rasatlarına Göre Yıllık Toplam Yağışlar



Şekil 3.5 - 1950-2000 Yılları Yağış Rasatlarına Göre Aylık Toplam Yağışların Yıl İçindeki Seyri

Şekil 3.5'deki aylık ortalamalar incelendiğinde en kurak ayların Ağustos ve Temmuz ayları olduğu görülmektedir. En yüksek yağış Aralık ayında görülmekte takip eden Ocak ayında da göreceli olarak yüksek yağışlara rastlanmaktadır.

3.3 Köyceğiz – Dalyan Havzası'nın Hidrolojik ve Hidrojeolojik Yapısı

Köyceğiz Gölü'nü besleyen akarsular; Kargıcak, Yangı, Değirmendere, Çamlıdere, Kocaöz, Çakmak, Yuvarlakçay ve Namnam Çayı'dır. Köyceğiz Gölü'nden tek çıkış Dalyan Lagünü'dür.

Bölgenin jeolojik yapısı, Dalyan Lagünü'ne tuzlu su girişi olmasına olanak tanımaktadır. Tuzlu su hidrolik eğime ters bir hareketle Akdeniz'den kilometrelerce uzağa hareket edebilmektedir. Yeraltı suyunun hidrolik eğimi Köyceğiz Gölü'ne doğrudur. Yeraltı suyu seviyeleri 0,05 m ile 6,5 m arasında değişmektedir.

Köyceğiz-Dalyan Havzası üzerinde yapılan en son çalışma, Gönenç tarafından yürütülen ve İTÜ araştırma fonunca desteklenen "Köyceğiz - Dalyan Lagünü ve Havzası'nın Modellenmesi ve Arazi Planlaması" adlı proje kapsamında yapılmıştır. Bu bölümde sunulan veriler ya da hesapların büyük bir kısmı, sözü geçen projeden elde edilmiş olup çalışmaların detayları proje raporundan elde edilebilir.

3.3.1 Yüzeysel Akış Tahminleri

Köyceğiz-Dalyan Havzası, hidrolojik analizlerin yapılabilmesi için, yüzeysel akışı kontrol eden birbirinden farklı çok sayıda alt havzaya bölünmüştür (Şekil 2.42). Bu alt havzalarda arazi kullanımı Tablo 3.2 ve Tablo 3.3'de verilmiştir (Üstün, 1998; Gürel, 2000).

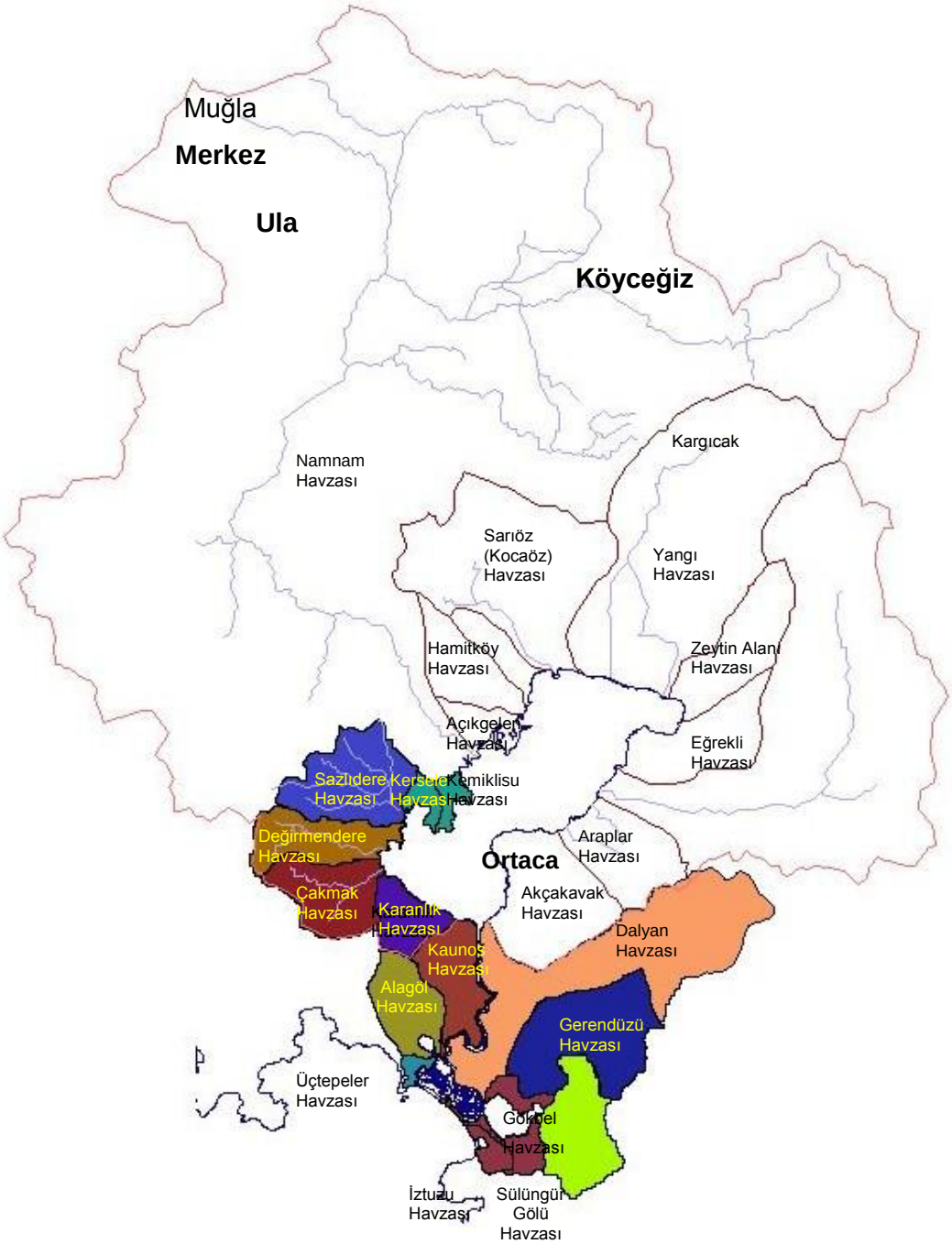
Tablo 3.2 - Köyceğiz Gölü Alt Havzasında Arazi Kullanımı

Arazi Kullanım Kategorisi	**Alan (ha)**	**Alan (%)**
Namnam Çayı Su Toplama Havzası		
Orman Alanı	45.336	75
Sazlık	3.022	5
Tarım Alanı	4.232	7
Yerleşim Alanı	4.232	7
Kayalık Alan	3.627	6
Toplam Alan	***60.449***	***100***
Diğer Su Toplama Havzaları		
Orman Alanı	18.233	49
Sazlık	5.582	18
Tarım Alanı	5.582	15
Yerleşim Alanı	6.698	15
Kayalık Alan	1.116	3
Toplam Alan	***37.210***	***100***

Tablo 3.3 - Dalyan Alt Havzasında Arazi Kullanımı

Havza Adı	**Üçtepeler**	**Alagöl**	**Kaunos**	**Dalyan**	**Gerendüzü**	**Gökbel**	**Sülüngür**	**İztuzu**	**Toplam**	**(%) Alan**
Orman Alanı (ha)	127	1145	870	1653	2289	1373	445	255	8157	70
Tarım Alanı (ha)	-	-	-	2435	286	217	32	-	2970	25
Diğer (ha)	-	-	594	-	-	-	-	-	594	5
Toplam	***127***	***1145***	***1464***	***4088***	***2575***	***1590***	***477***	***255***	***11721***	***100***

*Dalyan Alt Havzası'nda ayrıca 656 ha doğal sulak alan mevcuttur.



Şekil 3.6 - Köyceğiz-Dalyan Alt Havza Sınırları

3.3.1.1 Süre-Şiddet-Tekerrür Modelleri ve Köyceğiz-Dalyan Havzası'na Uygulanmaları

Köyceğiz-Dalyan Havzası üzerinde yapılan en son çalışma, Gönenç tarafından yürütülen ve İTÜ araştırma fonunca desteklenen "Köyceğiz - Dalyan Lagünü ve Havzası'nın Modellenmesi ve Arazi Planlaması" adlı proje kapsamında yapılmıştır. Çalışmada, Köyceğiz-Dalyan Lagünü havzası için temsil edici olarak belirlenen Köyceğiz Meteoroloji İstasyonu'na ait 26 yıllık maksimum yağış verileri istatistik yöntemlerle analiz edilmiş ve şiddet-süre-tekerrür eğrileri oluşturulmuştur. Oluşturulan eğrilerin farklı yağış süreleri için en uygun olduğu istatistik dağılım modelleri tespit edilmiştir.

Köyceğiz Meteoroloji İstasyonu'nda ilki 1969 yılında olmak üzere 26 yıllık maksimum yağış yüksekliği değerleri 5 dakika ila 24 saatlik süreler için kaydedilmiştir (Gönenç vd., 2002). Maksimum yağış verilerinin istatistiksel dağılımlara uygunluğunun belirlenmesi için öncelikle her bir yağış süresi için sıralanmaları ve sıralanan değerlerinin aşılma olasılıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu süreçte verilerin standart hale getirilmelidir (Gönenç vd.). Yapılan çalışmada bu işlem için Chegodayev formülü kullanılmıştır. Formülün ifadesi ve notasyonu aşağıda verilmiştir.

$$p = (n-0,3)/(N+0,4)$$

Notasyon:

p : aşılma olasılığı

n: değerin serideki küçükten büyüğe doğru sıra numarası (en küçük değer :1, en büyük değer: gözlem sayısı)

N: gözlem sayısı

Çalışmada, aşılma olasılıkları belirlenen seriler istatistikte kullanılan farklı dağılımlar için denenmiş ve farklı istatistiksel dağılım modellerine ait ortalama, standart sapma, çarpıklık katsayısı, vb. parametreleri hesaplanmıştır. Buna göre her bir yağış süresi için standartlaştırılan edilen aşılma olasılıklarına karşılık gelen yağış yükseklikleri bulunmuştur. Hesaplanan yağış yükseklikleri her bir yağış süresine ait seri için ölçüm değerleri ile regresyon analizi yapılarak karşılaştırılarak serilerin en iyi temsil edildiği dağılımlar belirlenmiştir. Buna göre tüm yağış süreleri için temsil edicilik

özelliğine göre incelenen dağılımlar sırasıyla Log-Pearson-III, Log-Normal, Pearson-III, Gamma-II, Gumbel ve Normal dağılımlardır.

Çalışma sonucunda, yağış yüksekliklerinin (i; mm) yağış süresine (t; saat) bağlı olarak tahmin edilebileceği;

$$i = a \times t^{b}$$

ampirik ifadesi için farklı tekerrür süreleri için a ve b katsayıları tespit edilmiştir. Buna göre havza için 100 yıllık periyoda sahip maksimum yağışlar için Log-Pearson-III dağılımına göre "t", "saat" cinsinden yağış süresini, "i", "mm" cinsinden yağış yüksekliğini göstermek üzere aşağıdaki ifade kullanılabilecektir:

$$i = 61.5897 \times t^{0.4178}$$

Detayları projenin sonuç raporunun ekinde sunulan şiddet-süre-frekans analizleri sonucunda havzadaki genel meteoroloji ve hidroloji koşulları ile ilgili olarak varılan sonuçların bir kısmı aşağıda verilmiştir:

- Seçilen Köyceğiz Meteoroloji İstasyonu verilerine göre havza alanında Aralık-Şubat döneminde düzenli yüksek yağışlı, Mart-Mayıs döneminde düzenli azalan yağışlı, Haziran-Ağustos döneminde kurak, Eylül-Kasım döneminde düzenli artan yağışlı iklim koşulları görülmektedir.
- Havza alanında ortalama yağışların frekans-periyot değerlendirmesi neticesinde, yağışlı dönemde her 2 günde bir 16 mm, kurak dönemde ayda 1 veya 2 kez 7 mm yağış düşmesi beklenmekte ve ilkbahar ile sonbahar döneminde ise yağışın şiddet ve sıklığı kurak veya yağışlı mevsime doğru yaklaşık doğrusal bir hareket göstermektedir.
- Şiddet-süre-tekerrür analizi sonucunda uyumluluk sırasıyla Log-Pearson-III, Log-Normal ve Pearson-III istatistik dağılımlarının bölgenin maksimum yağış karakteristiğini temsil edebildiği görülmüştür.
- Analizler sonucunda 100 yılda bir tekerrür etmesi beklenen 5 dakikalık bir yağış olayında Log-Pearson-III dağılımına göre yağış şiddeti 225 mm/saat ve yağış yüksekliği en yağışlı Aralık ayında düşebilecek ortalama günlük toplam yağıştan 1 mm daha yüksektir (19 mm). 100 yıllık 24 saatlik bir yağış için ise hesaplanan yağış şiddeti 9 mm/saat olup yağış yüksekliği Aralık ayındaki ortalama aylık yağış yüksekliği toplamına yakındır (215 mm).

- Yaz döneminin başlangıç ve sonunda yağış ve buharlaşma aylık düzeyde eşitlenmekte, senenin her iki altı aylık dönemin sonunda ise eklenik olarak hidrolojik döngüye giren ve çıkan toplam su miktarı eşitlenmektedir. Ancak özellikle buharlaşma verilerinden kaynaklanan belirsizlik nedeniyle saha koşullarına göre doğrulanmalıdır.

3.3.1.2 Akış Modelleri

Bu bölümde "Köyceğiz - Dalyan Lagünü ve Havzası'nın Modellenmesi ve Arazi Planlaması" adlı proje kapsamında yapılan akış hesapları özetlenmiştir. Proje kapsamında alt havzalardaki yüzeysel akışlar yağış modelleri ve arazi kullanımlarına göre akış özelikleri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar Rasyonel Metot ile yapılmış ve 50 yıllık ortalama aylık yağış yükseklikleri kullanılmıştır.

Akış katsayısının belirlenmesinde arazinin topoğrafik yapısı, toprak özellikleri ve bitki örtüsü etkilidir. Tablo 3.4 ve Tablo 3.5'te kentsel ve kırsal alanlarda arazi kullanımı, topografya ve torak özelliklerine bağlı olarak kullanılan yüzeysel akış katsayıları verilmiştir (Barfield, Warner ve Haan, 1983). Tablo 3.6'da ise kıyı havzaları için arazi kullanımı ve arazi eğimine bağlı olarak kullanılan maksimum yüzeysel akış katsayıları verilmektedir.

Tablo 3.4 - Kentsel Alanlarda Arazi Kullanımına Göre Yüzeysel Akış Katsayıları (Barfield, Warner ve Haan, 1983)

Alan Tanımı	Yüzeysel Akış Katsayısı Aralığı
İşyeri	
Merkezi	0,70-0,95
Çevresi	0,50-0,70
Apartmanlar	0,50-0,70
Konut	
Tek Aile	0,30-0,50
Çok Katlı-Ayrık	0,40-0,60
Çok Katlı-Bitişik	0,60-0,75
Kırsal Konut	0,25-0,40
Endüstriler	
Hafif	0,50-0,80
Ağır	0,60-0,90
Park ve Mezarlıklar	0,10-0,25
Çocuk Bahçeleri	0,00-0,35

Tablo 3.5 - Kırsal Alanlarda Arazi Kullanımına Göre Yüzeysel Akış Katsayıları (Barfield, Warner ve Haan, 1983)

Alan Tanımı	Yüzeysel Akış Katsayısı		
	Gevşek (Kumlu)	Kil ve Siltli	Sıkı (Killi)
Orman			
Düz (%0-5 eğim)	0,10	0,30	0,40
Orta (%5-10 eğim)	0,25	0,35	0,50
Dik (%10-30 eğim)	0,30	0,50	0,60
Çayır-Mera			
Düz (%0-5 eğim)	0,10	0,30	0,40
Orta (%5-10 eğim)	0,16	0,36	0,55
Dik (%10-30 eğim)	0,22	0,42	0,60
Tarım			
Düz (%0-5 eğim)	0,30	0,50	0,60
Orta (%5-10 eğim)	0,40	0,60	0,70
Dik (%10-30 eğim)	0,52	0,72	0,82

Tablo 3.6 - Kıyı Havzaları için Maksimum Yüzeysel Akış Katsayıları (Barfield, Warner ve Haan, 1983)

Yüzey Örtüsü/ Eğim	**Geçirimsiz**	**Orman Alanları**	**Tarım Alanları**	**Kentsel Alanlar**	**Kırsal Alanlar**
Sarp (> %30)	1,00	0,90	-	-	-
Çok Dik (%20-30)	0,95	0,80	-	-	-
Dik (%10-20)	0,90	0,65	0,50	0,75	0,85
Orta (%5-10)	0,85	0,50	0,40	0,65	0,80
Düz (<%5)	0,80	0,40	0,30	0,55	0,75

Bölge toprakları çoğunlukla VI., VII. ve VIII. sınıf toprak grubuna girmektedir. (Büyükbay, 2002). Bu sınıfta yer alan toprakların genel özelliği taşlı ve dik/çok dik eğim grubunda yer almalarıdır. Bölgede ana maddesini çakıllı, kumlu, killi, killi depozitlerle kalkerli kumlu kil ve kumlu kil taşlarının oluşturduğu kireçsiz kahverengi orman toprakları ile ana maddesini sert kalker, dağlık bölgelerde granit, kiltaşı ve muhtelif metamorfik kayaların oluşturduğu kırmızı kahve rengi Akdeniz toprakları hakimdir (Büyükbay, 2002). Bu nedenlerle Köyceğiz ve Dalyan Havzalarında iklim yapısı, hali hazır arazi kullanımı ve arazi kullanma kabiliyeti sınıfları da göz önüne alınarak alt havzalar için yüzeysel akış katsayısının 0,5 olduğu kabul edilmiştir (Gönenç vd.). Bu değer literatürde verilen yüzeysel akış katsayıları ile de uyum göstermektedir (Bkz. Tablo 3.5 ve Tablo 3.6).

Köyceğiz ve Dalyan alt havzalarında Rasyonel Metot ile hesaplanan aylık ortalama yüzeysel akışlar sırasıyla Tablo 3.7 ve Tablo 3.8'de verilmiştir. Tablo 3.9'da ise ortalama yüzeysel akışlar verilmiştir.

Tablo 3.7 - Köyceğiz Alt Havzalarında Aylık Yüzeysel Akışlar (Mm^3/ay)
(Gönenç vd., 2002)

Aylar	Yuvarlak	Kargıcak ve Yangı	Namnam	Sarıköz	Hamitköy	Çakmak	Değirmendere	Çamlıdüzü	Diğer
Ocak	12,10	8,40	64,41	4,68	1,14	1,43	1,15	1,86	8,88
Şubat	8,86	6,15	47,17	3,43	0,83	1,05	0,84	1,36	6,51
Mart	6,10	4,24	32,48	2,36	0,57	0,72	0,58	0,94	4,48
Nisan	3,30	2,29	17,57	1,28	0,31	0,39	0,31	0,51	2,42
Mayıs	1,94	1,35	10,32	0,75	0,18	0,23	0,18	0,30	1,42
Haziran	1,04	0,72	5,55	0,40	0,10	0,12	0,10	0,16	0,77
Temmuz	0,44	0,31	2,36	0,17	0,04	0,05	0,04	0,07	0,33
Ağustos	0,75	0,52	4,00	0,29	0,07	0,09	0,07	0,12	0,55
Eylül	1,17	0,81	6,24	0,45	0,11	0,14	0,11	0,18	0,86
Ekim	4,70	3,27	25,03	1,82	0,44	0,56	0,45	0,72	3,45
Kasım	8,82	6,12	46,93	3,41	0,83	1,04	0,84	1,35	6,47
Aralık	14,07	9,78	74,93	5,45	1,32	1,67	1,34	2,16	10,33
Top.	***63,29***	***43,97***	***336,98***	***24,49***	***5,95***	***7,49***	***6,02***	***9,73***	***46,48***

Tablo 3.8 - Dalyan Alt Havzalarında Aylık Yüzeysel Akışlar (Mm^3/ay)
(Gönenç vd., 2002)

Aylar	Üçtepeler	Alagöl	Kaunos	Dalyan	Gerendüzü	Gökbel	Sülüngür	İztuzu
Ocak	0,14	1,22	1,56	4,36	2,74	1,69	0,51	0,27
Şubat	0,10	0,89	1,14	3,19	2,01	1,24	0,37	0,20
Mart	0,07	0,62	0,79	2,20	1,38	0,85	0,26	0,14
Nisan	0,04	0,33	0,43	1,19	0,75	0,46	0,14	0,07
Mayıs	0,02	0,20	0,25	0,70	0,44	0,27	0,08	0,04
Haziran	0,01	0,11	0,13	0,38	0,24	0,15	0,04	0,02
Temmuz	0,00	0,04	0,06	0,16	0,10	0,06	0,02	0,01
Ağustos	0,01	0,08	0,10	0,27	0,17	0,11	0,03	0,02
Eylül	0,01	0,12	0,15	0,42	0,27	0,16	0,05	0,03
Ekim	0,05	0,47	0,61	1,69	1,07	0,66	0,20	0,11
Kasım	0,10	0,89	1,14	3,17	2,00	1,23	0,37	0,20
Aralık	0,16	1,42	1,81	5,07	3,19	1,97	0,59	0,32
Tolam.	***0,71***	***6,38***	***8,16***	***22,79***	***14,35***	***8,86***	***2,66***	***1,42***

Tablo 3.9 - Köyceğiz - Dalyan Alt Havzaları İçin Ortalama Yüzeysel Akışlar (Gönenç vd., 2002)

Alan	**Ortalama Yüzeysel Akış (Mm^3/ay)**	**Dağılım(%)**
Köyceğiz		
Yuvarlak	5,27	12
Kargıcak ve Yangı	3,66	8
Namnam	28,08	62
Sarıköz	2,04	4
Hamitköy	0,50	1
Çakmak	0,62	1
Değirmendere	0,50	1
Çamlıdüzü	0,81	2
Diğer	3,87	9
Toplam	***45,37***	***100***
Dalyan		
Üçtepeler	0,06	1
Alagöl	0,53	10
Kounos	0,68	12
Dalyan	1,90	35
Gerendüzü	1,20	22
Gökbel	0,74	14
Sülüngür	0,22	4
İztuzu	0,12	2
Toplam	***5.45***	***100***

Ortalama ve maksimum yağış yüksekliklerinin yüzeysel akış üzerinde oluşturacağı etki hakkında bir fikir oluşturabilmek için bir dizi senaryo incelenmiştir (Gönenç vd., 2002). Buna göre farklı periyot ve sürelerdeki yağışlar için oluşacak toplam yüzeysel akış miktarları Tablo 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3.10'da sunulan değerler ortalama yağışlara nazaran maksimum yağışların karşılaştırılması açısından verilmektedir. 24 saatlik bir süre zarfında Aralık-Şubat döneminde her 2 günde bir görülebilecek bir yağış olayı sonucunda saatlik ortalama olarak yaklaşık Köyceğiz Gölü Havzası'nda 325 bin m^3 su akışa geçmektedir (Gönenç vd., 2002). Bilindiği üzere yağışların şiddetleri ile süreleri arasında ters orantılı bir ilişki söz konusudur. Bu nedenle, 24 saatlik yağışların ulaştığı maksimum şiddet 10 dk'lık şiddetlere göre çok daha azdır. 2 yılda bir kez karşılaşılabilecek 10 dk süreli yağışlarda 1 saatlik ortalama yüzeysel akış miktarı yaklaşık 40 Milyon m^3'dür. Bu değer yağışlı dönemde görülebilecek olağan yağış koşullarından 123 kat daha büyük bir su kütlesinin harekete geçeceği anlamına

gelmektedir (Gönenç vd., 2002). 100 yıllık bir feyezan halinde ise yüzeysel akış olağan yağışa kıyasla 213 kat daha büyüktür (Gönenç vd., 2002).

Tablo 3.10 - Değişik Yağış – Akış Senaryoları (Gönenç vd., 2002)

Periyot	Süre	Yağış şiddeti	Yüzeysel akış (m^3/sa)*		Açıklama
			Köyceğiz Gölü Havzası	Dalyan Havzası	
2 gün	1 gün	16 mm/gün	325.530	39.070	Yağışlı dönemde görülen ortalama günlük yağış
2 yıl	10 dk	82 mm/sa	40.040.190	8.321.910	2 yılda 1 kez gerçekleşebilecek 10 dk sürebilecek maksimum yağış
2 yıl	24 sa	4 mm/sa	1.953.180	527.445	2 yılda 1 kez gerçekleşebilecek 24 sa sürebilecek maksimum yağış
100 yıl	10 dk	142 mm/sa	69.337.890	8.321.910	100 yılda 1 kez gerçekleşebilecek 10 dk sürebilecek maksimum yağış
100 yıl	24 sa	9 mm/sa	4.394.655	527.445	100 yılda 1 kez gerçekleşebilecek 10 dk sürebilecek maksimum yağış
* Yüzeysel akış = C x i x A formülü ile hesaplanmış olup, C katsayısı 0.5 alınmıştır. Köyceğiz Gölü ve Dalyan havzaları için havza alanları ise sırasıyla, 97 569 ha ve 11 721 ha'dır.					

1 saatlik bir sürede 40 milyon m^3 suyun sisteme girmesi, sistemin tüm hidroliğini etkileyebilmektedir. Gelen suyun büyük bir kısmı, Köyceğiz Gölü'ne ulaşacak ve buradaki su seviyesinin yükselmesine yol açabilecektir. Köyceğiz Gölü'ndeki 0-2 m derinlikler arasındaki en üst tabakanın hacminin 105 milyon m^3 olduğu düşünülürse, buraya bir saatte girecek 40 milyon m^3'lük su göldeki su seviyesinin 40 cm yükselmesine neden olacaktır. Bu durumda, deniz ile göl arasındaki seviye farkı değişecek ve hem Köyceğiz Gölü'nden Akdeniz'e doğru giden akım, hem de Akdeniz'den giren tuzlu su akımı etkilenecektir. Bu çalışmanın daha sonraki bölümlerinde, Dalyan Kanalı'nın Akdeniz ile Köyceğiz Gölü arasındaki seviye farkının 1,38 m olması durumunda taşırmadan geçirebileceği maksimum debinin 65 m^3/s civarında olacağı hesaplanmıştır (Bkz. Bölüm 4.3). Seviye yükselmesi ve bir miktar suyun taşması gibi nedenlerle bu debinin iki katına çıkması durumunda bile bir saatte göle giren 40 milyon m^3 suyun boşalması, birkaç gün sürebilecektir. Bu durumda iki yılda bir karşılaşılan 10 dakikalık bir yağışın, sistemin hidroliğini birkaç gün boyunca etkileyebileceği görülmektedir.

3.3.2 Yeraltısuyu Akışının Tahmini

Köyceğiz Gölü'nü besleyen yeraltı suyunun miktarının 20,3 x10^6 m^3/yıl (1,69 Mm^3/ay) olduğu belirtilmiştir (Tansuğ ve Öztunalı, 1976). Mevsimlik yeraltı suyu seviyesi değişimleri. Mayıs ve Kasım ayları arasında 0,05-6,55 m arasındadır.

Yaz (Temmuz, Ağustos) aylarına ait veriler kullanılarak yapılan hidrolik model çalışmaları sonucunda (Bkz. Bölüm 4) Köyceğiz Gölü'nün çıkış debisi'nin 16 m^3/sn (41.47 Mm^3/ay) olduğu hesaplanmıştır. Köyceğiz Gölü'ne giren yüzeysel su miktarının yaz aylarında (Temmuz, Ağustos) 5,14 Mm^3/ay olduğu, gölün su seviyesinin değişmediği ve Akdeniz' den göle su girişinin olmadığı kabul edilerek göle giren yeraltı suyu miktarının 36,33 Mm^3/ay olduğu hesaplanmıştır (Gönenç vd., 2002). Köyceğiz Havzasından Köyceğiz Gölü'ne gelen yeraltı suyunun birim debisi bu durumda 0,14 lt/sn/ha olmaktadır.

3.3.3 Köyceğiz Gölü için Su Bütçesi

Köyceğiz Gölü su kütlesi dengesinin kurulmasında aşağıda verilen bileşenler kullanılmıştır:

- Gölü besleyen yüzeysel akışlar ve yeraltısu akışları
- Göl yüzeyine düşen yağış ve buharlaşma
- Gölden Dalyan Kanalı'na su boşalımı

Köyceğiz Gölü'nü besleyen yüzeysel akışlar Tablo 2.17'de verilmiştir. Buna göre yüzeysel akışların yıllık ortalaması 544 milyon m^3 tür. 50 yıllık ortalamalara göre Göl yüzeyine düşen yağışla, Köyceğiz Gölü' ne yılda ortalama 60,7 milyon m^3 su girişi olmaktadır. Köyceğiz Gölü'nde önemli su kaybı buharlaşma ile olmaktadır. Buharlaşma kayıplarının Göl yüzeyine düşen yağışa eşit olduğu kabul edilebilir (Gönenç vd., 2002).

Gölü ve akarsuları besleyen yeraltı suyunun miktarı hakkında sağlıklı bilginin bulunmaması, gölden/göle ne kadar suyun çıktığının/girdiğinin ölçülmemiş olması gibi önemli belirsizlikler sağlıklı bir su kütlesi dengesinin oluşturulmasını engellemektedir. Ancak;

- Yeraltı suyu katkısının (alt tabakaya) 1,69 Mm^3/ay olduğu
- Göl hacminin (alt ve üst tabakanın) tüm yıl boyunca sabit kaldığını

- Göl yüzeyine düşen yağışın buharlaşmaya ile meydana gelen kayba eşit olduğu
- Göle Akdeniz'den su girişinin diğer su girişleri yanında ihmal edilebilecek kadar düşük olduğu

kabul edilerek ve sulama suyu kanallarından gelen katkı bu aşamada ihmal ederek Köyceğiz Gölü alt ve üst tabaka için kabaca bir su bütçesi oluşturulmuş ve sonuçlar Tablo 3.11 ve Tablo 3.12'de verilmiştir (Gönenç vd., 2002).

Tablo 3.11 - Köyceğiz Gölü Üst Tabaka için Su Kütlesi Dengesi (Gönenç vd., 2002)

Göle Su Girişi/Gölden Su Çıkışı	**Miktar (Mm^3/ay)**
Yüzeysel Akışlar	+45.37
Göl Yüzeyine Düşen Yağış	+5.10
Al Tabakadan Su Girişi	+1.69
Buharlaşma Kayıpları	-5.10
Toplam (Üst Tabakaya Giren ve Çıkan su)	***47.06***

Tablo 3.12 - Köyceğiz Gölü Alt Tabaka için Su Kütlesi Dengesi (Gönenç vd., 2002)

Göle Su Girişi/Gölden Su Çıkışı	**Miktar (Mm^3/ay)**
Yeraltısuyu Girişi	+1,69
Toplam (Alta bakaya Giren ve Çıkan su)	***1,69***

Tablo 3.12'de verilen bu debi, yüzeysel akışlarla Köyceğiz Gölü'ne giren ve sonra Dalyan Lagünü'ne ulaşan debi yanında oldukça küçüktür. Bu debinin değişik mevsim koşullarında birkaç katına çıkması bile, toplam debi içindeki payını çok arttırmayacaktır. Bu durumda yeraltı suyunun sistem hidroliği üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı düşünülebilir.

3.4 Arazi Kullanımı

Dalyan Lagün Sistemi'nin ve Lagün Havzasının bileşenleri Tablo 3.13'te verilmiştir. Arazi kullanımı haritası incelendiğinde, yerleşim bölgeleri ile tarım alanları birbirlerinden ayrılamamıştır. Bunun nedeni, küçük yerleşim merkezlerinin tarım alanları içinde yer almalarıdır. Bu nedenle yerleşim merkezleri, tarım alanlarının parçaları olarak kabul edilmiştir.

Tablo 3.13 – Arazi Kullanımı

Arazi	Alan (km^2)	Dağılım (%)
Orman	80,93	62,55
Tarım alanı	29,70	22,95
Doğal sulak alanlar	6,56	5,07
Sülüngür Gölü	3,01	2,33
Alagöl	0,55	0,43
İztuzu Gölü	0,19	0,15
Lagün	2,50	1,93
Diğer	5,94	4,59
Toplam	129,38	100

Tablo 3.14, Tablo 3.15 ve Tablo 3.16'da ise alt havzaların büyük bir kısmının yer aldığı Köyceğiz, Ortaca ve Ula ilçelerinde yüzeysel akış açısından önemli olan arazi kullanma şekilleri eğim gruplarına göre verilmiştir (Muğla İli Arazi Varlığı, 1998).

Tablo 3.14 - Köyceğiz İlçesinde Eğim Gruplarına Göre Arazi Kullanma Şekilleri (Muğla İli Arazi Varlığı, 1998)

Arazi Kullanma Şekli	**Eğim Grupları (ha)**						**Toplam**	**Alan (%)**
	Düz %0-3	**Hafif %3-8**	**Orta %8-15**	**Dik %15-25**	**Çok Dik %25-35**	**Sarp >%35**		
Tarım	4346	2137	1001	71	32	0	**7587**	**5**
Çayır-Mera	1687	18	45	2800	470	125	**5145**	**3**
Orman-Fundalık	2749	1016	2017	10272	37970	83662	**137686**	**91**
Diğer kullanımlar	106	52	33	11	37	17	**256**	**1**
Toplam	***8888***	***3223***	***3096***	***13154***	***38509***	***83804***	***150674***	***100***
Alan (%)	**6**	**2**	**2**	**9**	**26**	**56**	**100**	

Tablo 3.15 - Ortaca İlçesinde Eğim Gruplarına Göre Arazi Kullanma Şekilleri (Muğla İli Arazi Varlığı, 1998)

Arazi Kullanma Şekli	**Eğim Grupları (ha)**						**Toplam**	**Alan (%)**
	Düz %0-3	**Hafif %3-8**	**Orta %8-15**	**Dik %15-25**	**Çok Dik %25-35**	**Sarp >%35**		
Tarım	10699	68	0	14	65	60	**10906**	**39**
Çayır-Mera	1404	105	0	19	0	0	**1528**	**5**
Orman-Fundalık	89	0	0	3062	6324	5794	**15269**	**55**
Diğer kullanımlar	117	0	0	0	6	10	**133**	**1**
Toplam	***12309***	***173***	***0***	***3095***	***6395***	***5864***	***27836***	***100***
Alan (%)	**44**	**1**	**0**	**11**	**23**	**21**	**100**	

Tablo 3.16 - Ula İlçesinde Eğim Gruplarına Göre Arazi Kullanma Şekilleri (Muğla İli Arazi Varlığı, 1998)

Arazi Kullanma Şekli	**Eğim Grupları (ha)**						**Toplam**	**Alan (%)**
	Düz %0-3	**Hafif %3-8**	**Orta %8-15**	**Dik %15-25**	**Çok Dik %25-35**	**Sarp >%35**		
Tarım	5765	330	427	241	132	128	**7023**	**17**
Çayır-Mera	461	-	-	-	12	-	**473**	**1**
Orman-Fundalık	297	235	841	11413	7775	13628	**34189**	**81**
Diğer kullanımlar	162	-	8	41	24	22	**257**	**1**
Toplam	***6685***	***565***	***1276***	***11695***	***7943***	***13778***	***41942***	***100***
Alan (%)	**16**	**1**	**3**	**28**	**19**	**33**	**100**	

3.5 Kirletici Kaynaklar

Dalyan Havzasında hem noktasal hem de yayılı kirletici kaynaklar vardır. Havzada endüstriyel tesisler olmadığı için, noktasal kaynaklar sadece yerleşim merkezlerinden gelen evsel atıksulardır. Noktasal kaynakların debileri Tablo 3.17'de hesaplanmıştır. Bu hesapta günlük su tüketiminin en faza 200 lt/nüfus.gün olacağı kabul edilmiştir.

Tablo 3.17 – Noktasal Kaynaklar

Yerleşim Merkezi	Nüfus	Birim su tüketimi (lt / nüfus.gün)	Debi (m^3 / gün)
Dalyan	3.357	200	671,4
Ekşiliyurt	1.971	200	383,4
Eskiköy	1.152	200	230,4
Gökbel	649	200	129,8
Kemaliye	728	200	145,6
Okçular	1.032	200	206,4
Tepearası	487	200	97,4
Toplam	7.739	200	1.547,8

Bu hesaba göre, noktasal kaynakların toplam debisi en fazla 1.547,8 m^3/gün = 18 l/s olacaktır. Bu debinin sistem hidroliği üzerinde önemli bir etkisi olamayacağı açıktır.

Yayılı kaynaklar; yağışın akışa geçen kısmı ile sulama suyu fazlasıdır. Bu kaynakların sadece yağış dolayısıyla gelen debilerinin yıllık ortalaması 2 m^3/s, yağışın arttığı kış aylarında ise 6 m^3/s gibi rakamlara ulaştıklarından sistem hidroliğini önemli bir ölçüde etkileyebilirler. Bu debiler, yağış anında daha da yükselebilir.

3.6 Dalyan Lagünü Üzerindeki İstasyonlar

Dalyan Lagünü üzerindeki istasyonlar, Şekil 3.6'de gösterilmiştir. Daha önce yapılan, Dalyan Lagünü'nün nutrient dinamiği ile ilgili bir doktora çalışması (Gürel, 2000) kapsamında, Dalyan Lagününe çeşitli mevsimlerde 5 sefer düzenlenmiş ve Şekil 3.7'de gösterilen istasyonlarda sıcaklık ve tuzluluk ölçümleri yanında su kalitesi ile ilgili bir çok parametre ölçülmüştür. Bu seferler:

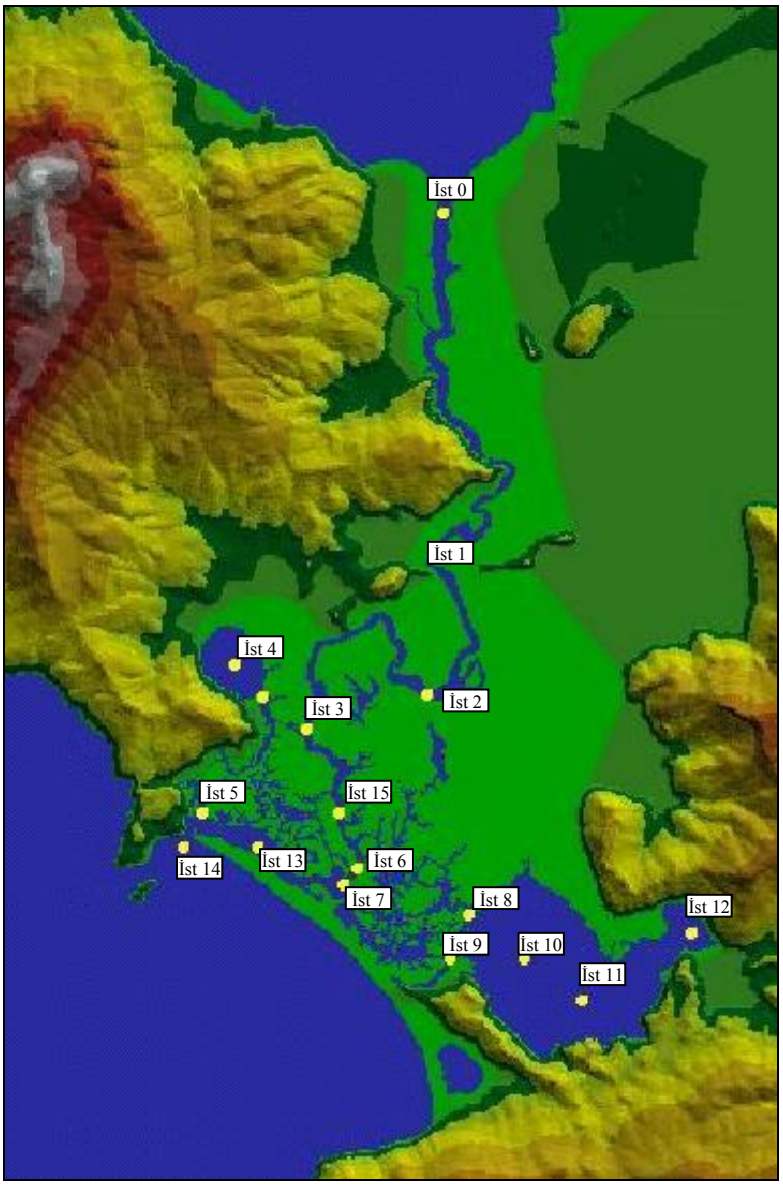
- Sefer 1 : Temmuz 1998
- Sefer 2 : Nisan 1999
- Sefer 3 : Ağustos 1999
- Sefer 4 : Kasım 1999
- Sefer 5 : Mart 2000

aylarında yapılmıştır.

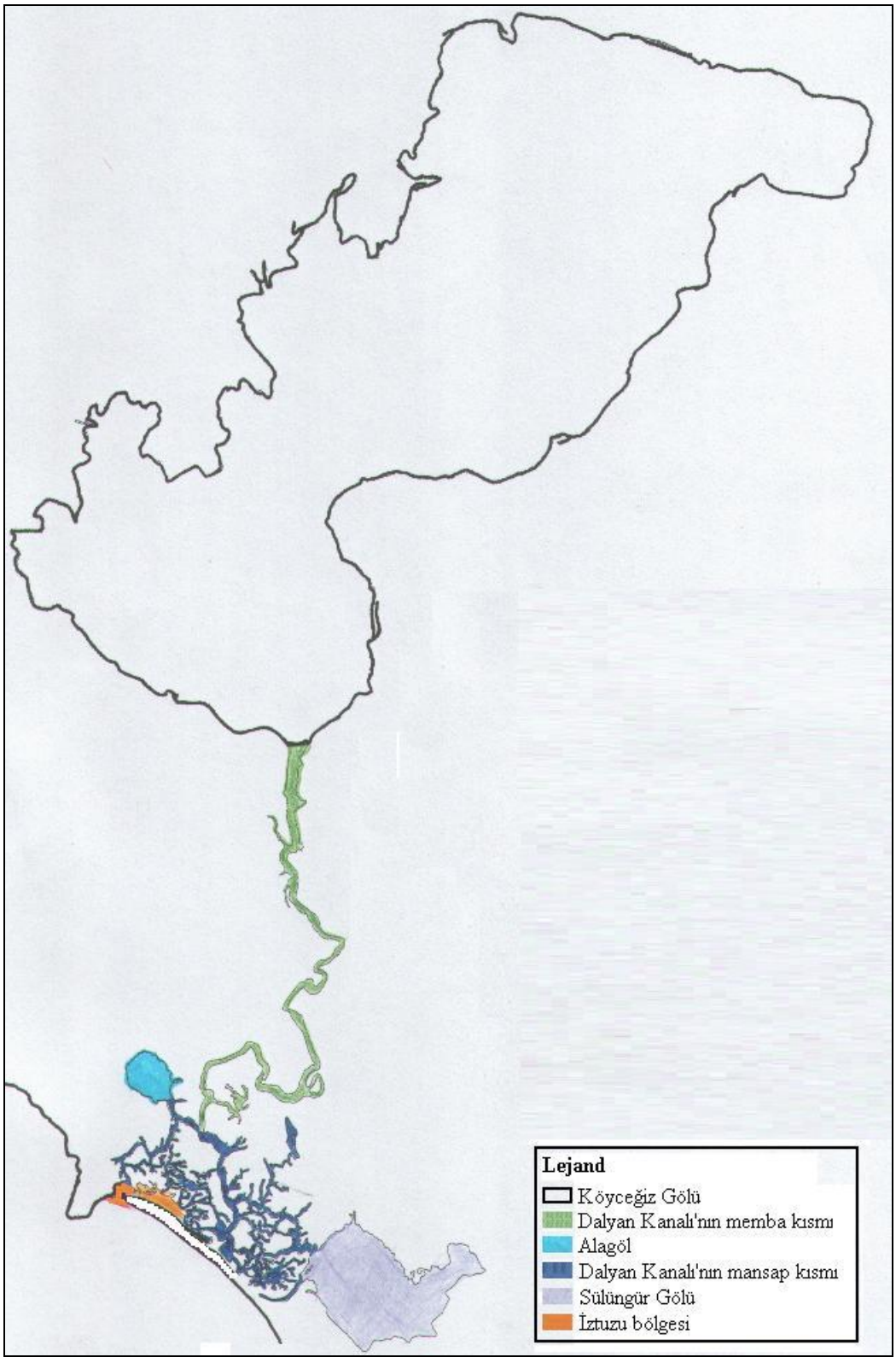
3.7 Hidrolik Verilerin Analizi

Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi, oldukça karmaşık ve konuma ve zamana göre hidrolik karakterlerinde önemli değişiklikler gözlenebilen bir sistemdir. Bu nedenle sistemin hidrolik karakterlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için, bu karakterlerin konuma bağlı olarak az değiştiği uygun bölgeler belirlenmeli ve bu bölgelerde hidrolik özellikleri yansıtan parametrelerin zamanla değişimleri incelenmelidir. Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi'nde farklı hidrolik karakterler gösterebilen 7 tane bölge vardır. Şekil 3.8'de gösterilen bu bölgeler:

- Akarsu havzaları
- Köyceğiz Gölü
- Alagöl
- Sülüngür Gölü
- Dalyan Kanalı
- Dalyan Kanal Ağları
- İztuzu



Şekil 3.7 – Dalyan Lagünü'ndeki İstasyonların Yerleri (Gürel 2000)



Şekil 3.8 – Sistemde Farklı Hidrolik Karakterler Gösteren Bölgeler

3.7.1 Akarsuların Hidrolik Özellikleri

Köyceğiz–Dalyan Lagün Sistemi Havzası'nda yer alan Köyceğiz Gölü ve Dalyan Lagününü besleyen başlıca akarsular şunlardır:

- Yuvarlak Çay
- Kargıcak ve Yangı Dereleri
- Kocagöz Çayı
- Hamitköy Toplama Kanalı
- Namnam Çayı
- Çamlıdüzü Deresi
- Değirmendere
- Çakmak Deresi

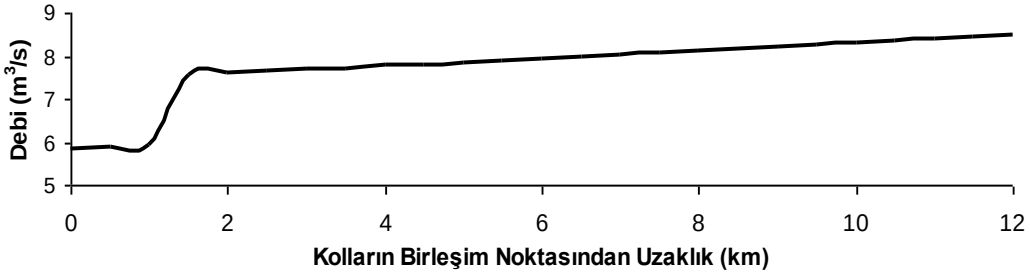
3.7.1.1 Namnam Çayı

Namnam Çayı, su toplama havzası içinde doğan, birçok küçük akarsu kolunun birleşmesinden oluşmuştur. Beşparmak dağını izleyerek göle ulaşan Namnam Çayı; Köyceğiz Gölü'nün kuzeybatısında bulunan Köyceğiz Havzası'nın en geniş drenaj alanına sahip çayıdır. Çay, Doğandibi kolu ile birleşip Köyceğiz Gölü'nün kuzeybatı ulaşmaktadır. Bu çayın debisi, yaz döneminde Akdeniz ikliminin etkisi ve sulamada kullanılmak üzere çekilen su nedeniyle azalmaktadır. Çayın yatağı taşlıktır. Çay getirdiği alüvyonlarla Hamitköy ovasını oluşturmuştur. Bu çayın deltası, çayın getirdiği alüvyonlar nedeniyle birkaç kez yer değiştirmiştir (Kazancı, vd., 1992). Çayın Köyceğiz Gölü'ne döküldüğü noktada bir tane izleme istasyonu vardır.

Namnam Çayı'nın uzunluğu, 13 km civarındadır. Genişliği ise genellikle 25–30 m civarındadır. Taşkınların olmadığı normal akım şartlarında, en geniş yeri ise 40 m'ye yakındır.

Yapılan basit hidrolik hesaplar sonucunda, Namnam Çayı'nın debisinin 8,5 m^3/s olduğu bir an için Namnam Çayı'nın hidrolik profili belirlenmiştir. Namnam Çayı Havzası'nın ortalama akış katsayısının havza alanı boyunca çok değişmediği kabulü yapılarak; havzanın üst kısmından doğup birleşerek Namnam Çayı'nı oluşturan kolların 5,79 m^3/s, Doğandibi kolunun 1,58 m^3/s debi taşıdığı hesaplanmıştır. Bu durumda havzanın alt kısmından 1,1 m^3/s debi akışa geçmelidir. Bu debi, Namnam

Çayı'na yayılı olarak girecektir. Çay boyunca debi değişimi, Şekil 3.9'da gösterilmektedir.



Şekil 3.9 - Namnam Çayı Boyunca Debi Değişimi

Çay, enkesit alanı ve taban eğimi parametreleri göz önüne alınarak 5 bölüme ayrılmıştır. Bu bölümlerden her biri ise 500 m'lik segmentlere ayrılarak bu segmentlerden her biri için Manning bağıntısı yardımıyla derinlik ve hız hesaplanmıştır.

Bölüm 1

Akçaovadüzü Tepesi ile Dikilitaş Tepeleri arasındaki kesimdir. Uzunluğu 3,5 km, taban eğimi 0,0029'dur. Manning pürüzlülük katsayısı 0,1 alınmıştır.

Bölüm 2

Dikilitaş Tepeleri ile Üçtepe arasındaki kesimdir. Uzunluğu 1 km, taban eğimi 0,005'tir. Manning pürüzlülük katsayısı 0,1 alınmıştır.

Bölüm 3

Üçtepe ile Çatılıbucak Tepesi arasındaki kesimdir. Uzunluğu 2,5 km, taban eğimi 0,002'dir. Manning pürüzlülük katsayısı 0,1 alınmıştır.

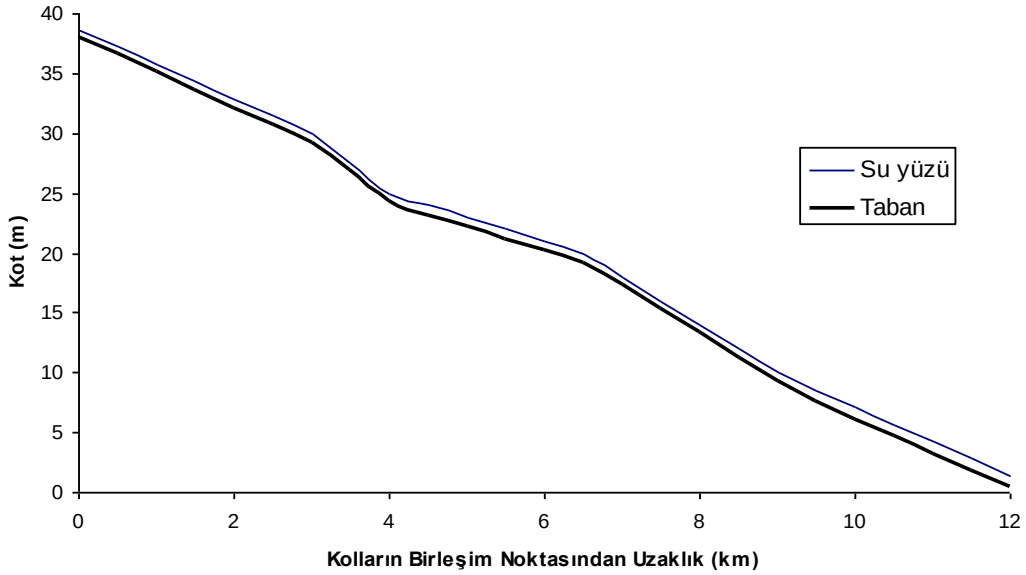
Bölüm 4

Çatılıbucak Tepesi ile Kıyıköy arasındaki kesimdir. Uzunluğu 2,5 km, taban eğimi 0,004'tür. Manning pürüzlülük katsayısı 0,15 alınmıştır.

Bölüm 5

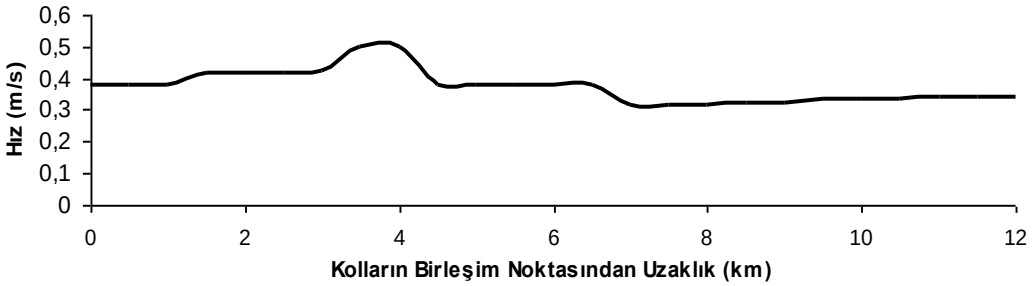
Kıyıköy ile Köyceğiz Gölü arasındaki kesimdir. Uzunluğu 3 km, taban eğimi 0,00287'dir. Manning pürüzlülük katsayısı 0,15 alınmıştır.

Bu verilere göre QUAL2E (Linfield ve Thomas, 1987) akarsu modeli kullanılarak derinlik ve hızlar hesaplanmıştır. Bölüm 2.2'de QUAL2E modeli ile ilgili daha ayrıntılı bilgi verilmektedir. Derinlik hesaplarının sonuçları ve topografik haritalar yardımı ile Namnam Çayı'nın hidrolik profili çizilmiş, ve Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



Şekil 3.10 - Namnam Çayı'nın Hidrolik Profili

Çay boyunca hız değişimi ise Şekil 3.11'de gösterilmektedir.



Şekil 3.11 - Namnam Çayı Boyunca Hız Değişimi

Şekil 3.11'de, hızın akarsu boyunca pek değişmediği ve sürekli 0,6 m/s'nin altında olduğu görülmektedir.

3.7.1.2 Yuvarlak Çay

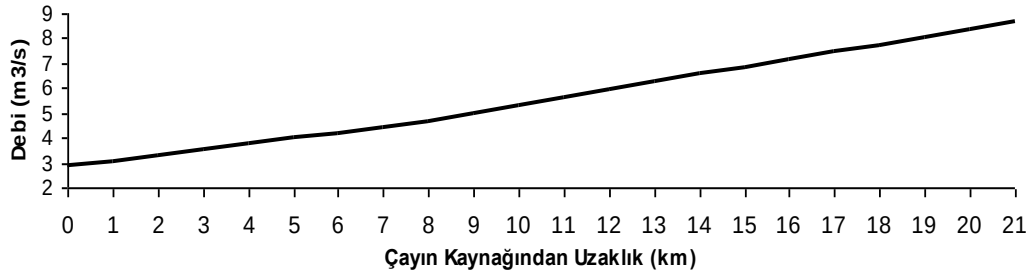
Uzuncabük dolaylarında doğan Yuvarlak Çay, Köyceğiz Gölü'nün kuzeydoğu kesimine ulaşmaktadır. Çay yaz döneminde Akdeniz ikliminin etkisi ve sulamada kullanılmak üzere çekilen su nedeniyle kurumaktadır. Çayın getirdiği birikintilerle

Yuvarlak Ova'yı oluşturmuştur. Çay üzerinde bir alabalık çiftliği ve 7 tane izleme istasyonu vardır. Bu istasyonlar, membadan mansapa doğru sırasıyla

- Çayın kaynağında
- Alabalık tesisinden hemen önce
- Alabalık tesisi üzerinde
- Alabalık tesisinden hemen sonra
- Nafisdede'den önce
- Nafisdede'den sonra
- Çayın Köyceğiz Gölü'ne döküldüğü noktada

bulunmaktadır.

Yuvarlak Çay'ın uzunluğu 21 km, genişliği ise 8–14 m arasındadır. Yapılan basit hidrolojik hesaplar sonucunda, Yuvarlak Çay'ın ortalama debisinin 8,65 m^3/s olduğu hesaplanmıştır. Bu debinin 2,85 m^3/s'lik bir kısmı akarsuyun kendi kaynağından geldiği, geriye kalanının ise yüzeysel akış ile akarsu yatağına ulaştığı belirlenmiştir. Çay boyunca debi değişimi, Şekil 3.12'de gösterilmektedir.



Şekil 3.12 - Yuvarlakçay Boyunca Debi Değişimi

Çay, enkesit alanı ve taban eğimi parametreleri göz önüne alınarak 4 bölüme ayrılmıştır. Bu bölümlerden her biri ise 1000 m'lik hesap elemanlarına ayrılarak bu hesap elemanlarının her biri için Manning bağıntısı yardımıyla derinlik ve hız hesaplanmıştır.

Bölüm 1

Uzunluğu 7 km, taban eğimi 0,008'dir. Manning pürüzlülük katsayısı 0,1 alınmıştır.

Bölüm 2

Uzunluğu 3 km, taban eğimi 0,005'tir. Manning pürüzlülük katsayısı 0,1 alınmıştır.

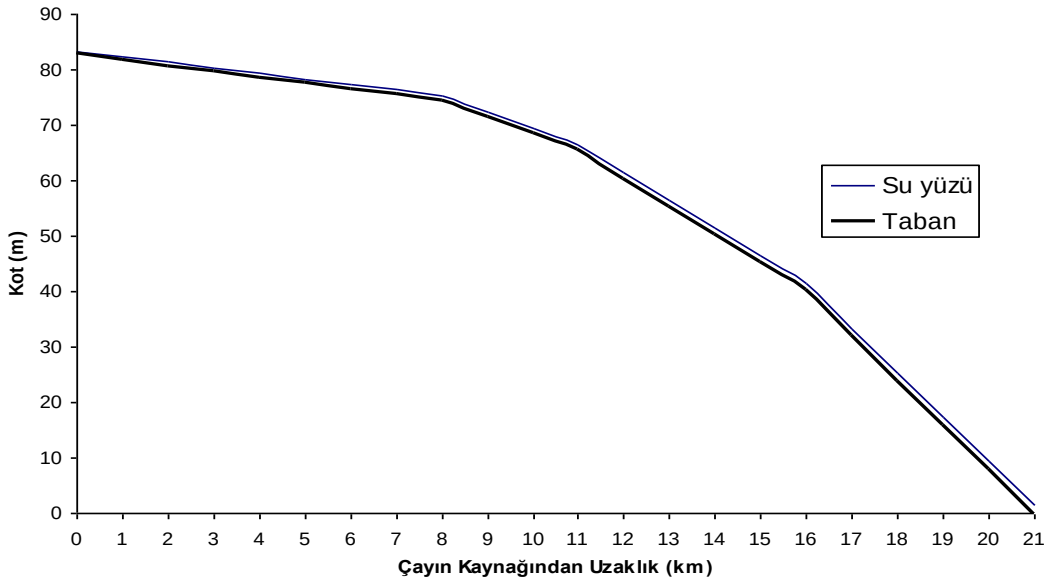
Bölüm 3

Uzunluğu 5 km, taban eğimi 0,003'tür. Manning pürüzlülük katsayısı 0,1 alınmıştır.

Bölüm 4

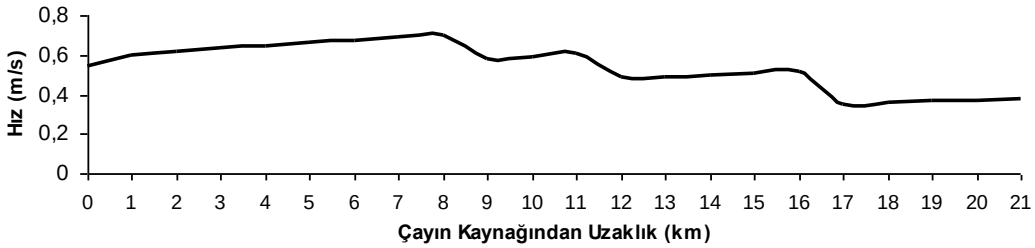
Uzunluğu 5 km, taban eğimi 0,001'dir. Manning pürüzlülük katsayısı 0,1 alınmıştır.

Bu verilere göre QUAL2E akarsu modeli kullanılarak derinlik ve hızlar hesaplanmıştır. Derinlik hesaplarının sonuçları yardımı ile Yuvarlakçay'ın hidrolik profili çizilmiş, ve Şekil 3.13'te gösterilmiştir.



Şekil 3.13 - Yuvarlakçay'ın Hidrolik Profili

Çay boyunca hız değişimi ise Şekil 2-7.e6'da gösterilmektedir. Şekil 2-7.e6'da göre, hız akarsu boyunca değişkenlik göstermektedir. Çayın memba kesimindeki hızlar nispeten yüksektir (0,6–0,7 m/s). Bu hız, Yuvarlakçay'ın orta kesimlerine doğru azalmaya başlamakta ve mansap kısmında 0,4 m/s civarına düşmektedir.



Şekil 3.14 - Yuvarlakçay Boyunca Hız Değişimi

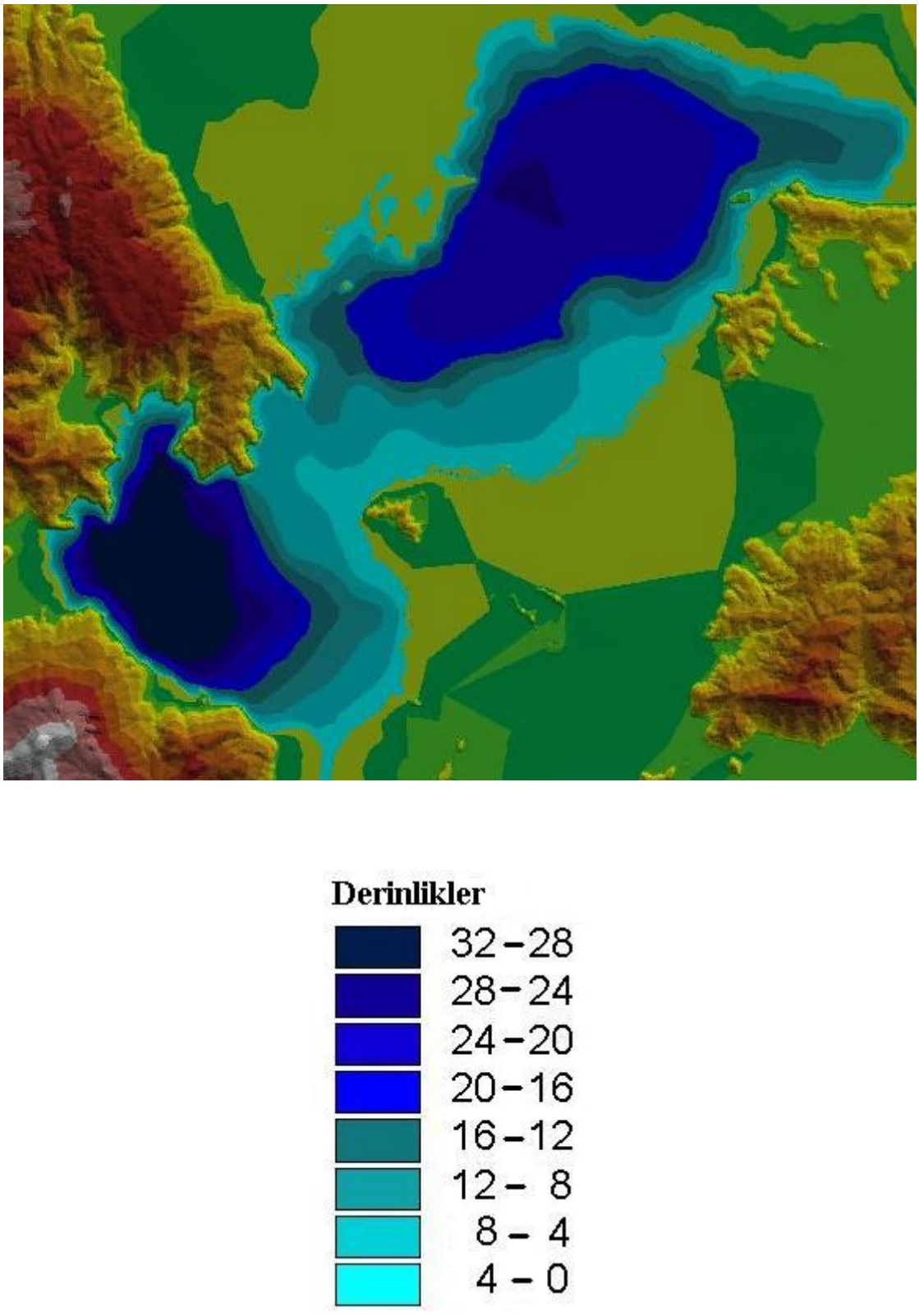
3.7.1.3 Kargıcak Deresi

Kargıcak Deresi taşıdığı maddelerin birikmesi sonucunda Köyceğiz Ovası'nın önemli bir bölümünü oluşturmuş ve birçok kez yatak değiştirmiştir. Yangı deresi karst kaynağıdır. Bu dere de Kargıcak Deresi gibi sadece yaz aylarında su taşımaktadır (Kazancı vd., 1992).

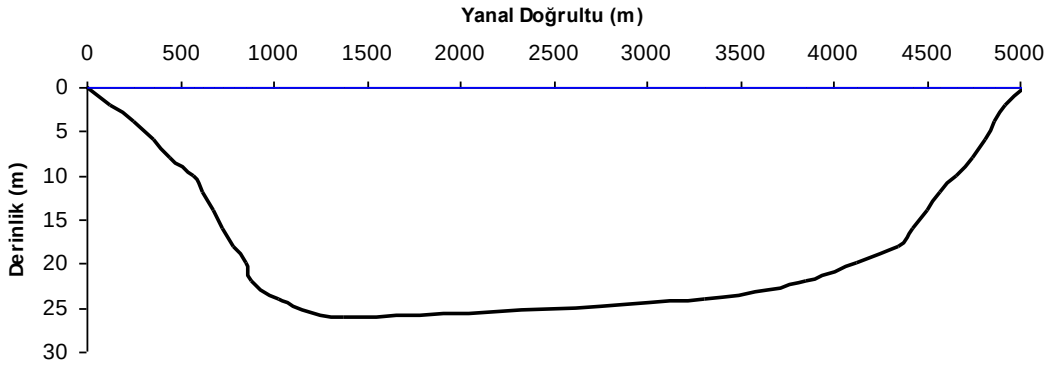
Köyceğiz Gölü'nü besleyen akarsularda bu güne kadar düzenli ve sürekli debi ölçümlerinin yapılmamış olması veya mevcut debi ölçümlerinin eski olması, bu kaynakların debilerinin yüzeysel akışa eşit olduğu kabulünü (bkz. Bölüm 2.3.1) gerekli kılmıştır.

3.7.2 Köyceğiz Gölü'nün Hidrolik ve Limnolojik Özellikleri

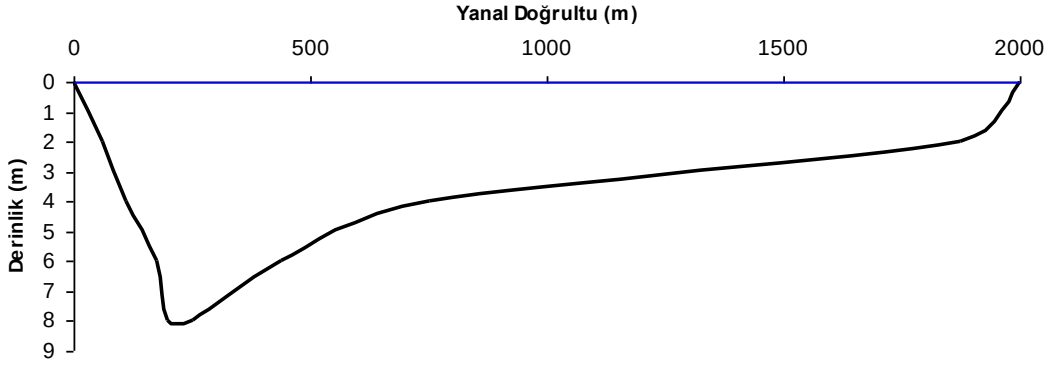
Köyceğiz Gölü'nün yüzey alanı, yaklaşık 55 km^2, drenaj alanı yaklaşık 1072,7 km^2'dir. Göl uzunluğu yaklaşık 12–13 km, genişliği ise boğum kesimi hariç 5–6 km'dir. Köyceğiz Gölü'nde ortalama derinlik 25 m, maksimum derinlik, Bağ Adası açıklarında 55 m'dir. Köyceğiz Gölü'nün batimetrisi, Şekil 3.15 ve 3.16'da verilmiştir.



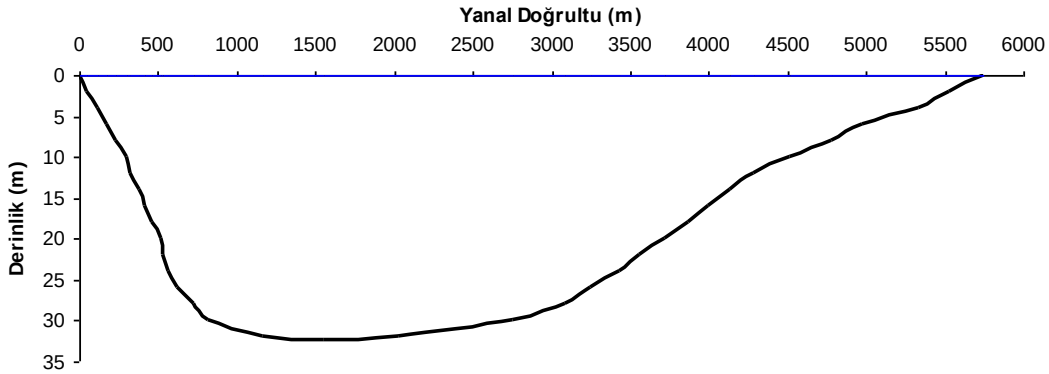
Şekil 3.15 - Köyceğiz Gölü'nün Batimetrisi (Maktav, 1998)



Şekil 3.16a - Köyceğiz Gölü Enkesit 4 (Maktav, 1998)



Şekil 3.16b - Köyceğiz Gölü Enkesit 11 (Maktav, 1998)



Şekil 3.16c - Köyceğiz Gölü Enkesit 16 (Maktav, 1998)

Köyceğiz Gölü'nün batimetrisinden elde edilen bulgulara göre, göl iki çanaktan oluşmaktadır. Bu çanaklardan kuzeyde olanı Köyceğiz Çanağı, güneydeki ise Sultaniye çanağı olarak bilinmektedir. Bu iki çanak, göl morfolojisi göz önüne alındığında, enkesiti Şekil 3.16b'de verilen oldukça dar ve sığ bir bölge ile birbirlerine bağlanmaktadır. Bu yapı dikkate alındığında, Köyceğiz Gölü, birbirlerine seri olarak bağlı iki göl olarak ele alınabilir.

Köyceğiz Çanağı, Sultaniye Çanağına göre daha büyük ancak daha sığ bir çanaktır. Bu çanağın en geniş kısmı, en kuzeydeki kesimidir. Çanağın kıyı çizgisi çok girintili–çıkıntılı olmamakla birlikte; kuzey-doğu kesiminde batı-doğu ve kuzey-güney yönlerindeki uzunlukları 1,5 km civarında olan bir girinti oluşmuştur. Bu girinti, çanağın diğer kesimlerine göre biraz daha sığdır (en derin kısmı 16 m). Çanak çukurunun taban alanının çoğu 24 m derinlikte, çanağın en derin kısmının derinliği ise 26 m civarındadır. Çanağın batı kıyıları, doğu kıyılarına göre daha hızlı derinleşmektedir.

Köyceğiz Çanağı ile Sultaniye Çanağı'nın birbirlerine bağlandıkları bölgede karşı karşıya iki burun vardır. Bu nedenle bağlanma bölgesinin genişliği, gölün diğer kısımlarına göre oldukça azdır. Bağlanma bölgesinin enkesiti incelendiğinde, simetrik olmadığı görünür. Bağlanma bölgesinin en derin yeri doğu kesimindedir ve bu derinlik 8 m'dir. Ancak Şekil 3.16b incelendiğinde, bu bölgenin çoğunun 4 m derinliğinde olduğu görülebilir.

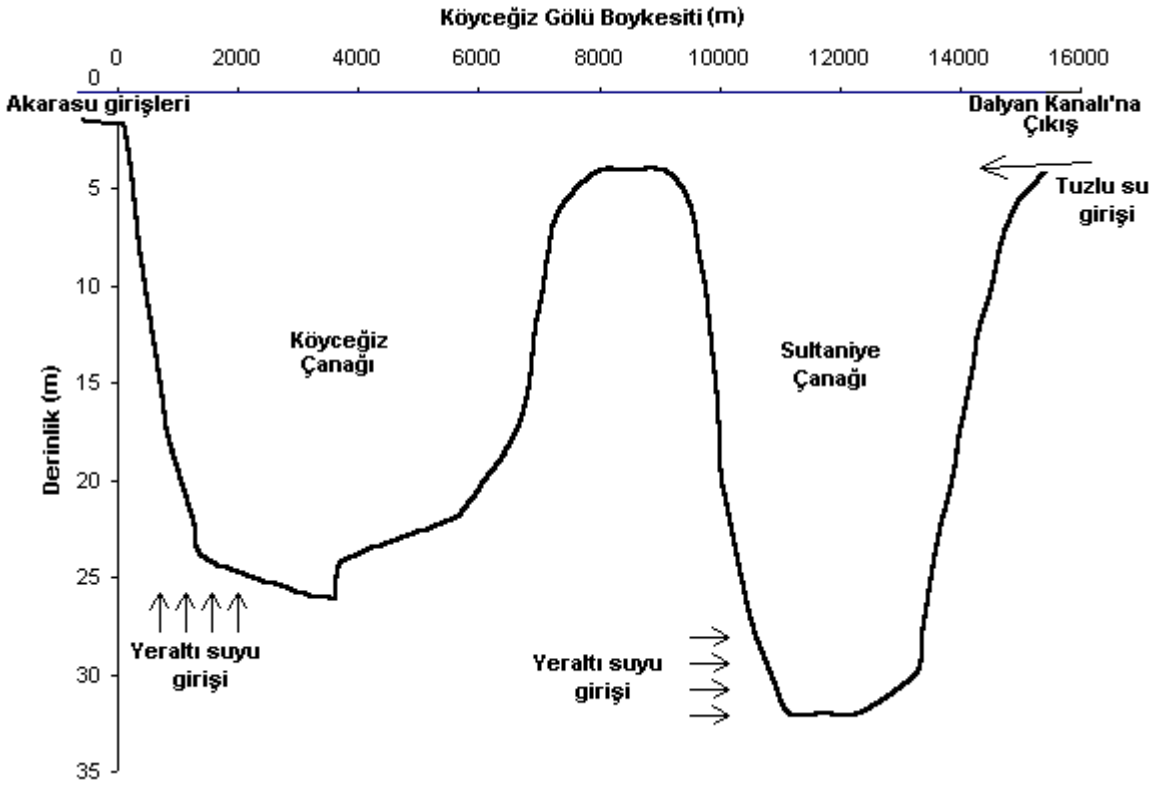
Sultaniye Çanağı, Köyceğiz Çanağı'na göre daha küçük ancak daha derindir. Çanağın kıyı çizgisi çok girintili çıkıntılı değildir, ancak iki çanağın bağlandığı bölgenin hemen güneyinde, güney yönünde uzana bir burun oluşmuştur. Bu burunun batısında ise kuzey yönünde uzanan bir girinti oluşmuştur. Bu girinti oldukça derindir (en derin kısmı 28 m). Çanak çukurunun taban alanının çoğu, 28–30 m derinlikte, çanağın en derin kısmının derinliği ise 32 m civarındadır. Çanak, kuzey doğu yönünde oldukça simetriktir ancak doğu batı yönünde simetrisi oldukça düşüktür. Köyceğiz Çanağı'nda olduğu gibi, batı kıyıları, doğu kıyılarına göre daha hızlı derinleşmektedir.

Şekil 3.17'de, Köyceğiz Gölü'nün boykesiti görünmektedir. Bu boykesit çizilirken izlenen yol, Şekil 3.18'de kırmız-kesikli çizgi ile gösterilmiştir. Köyceğiz Gölü'ne bir çok kaynaktan su girişi olmaktadır. Bunlar:

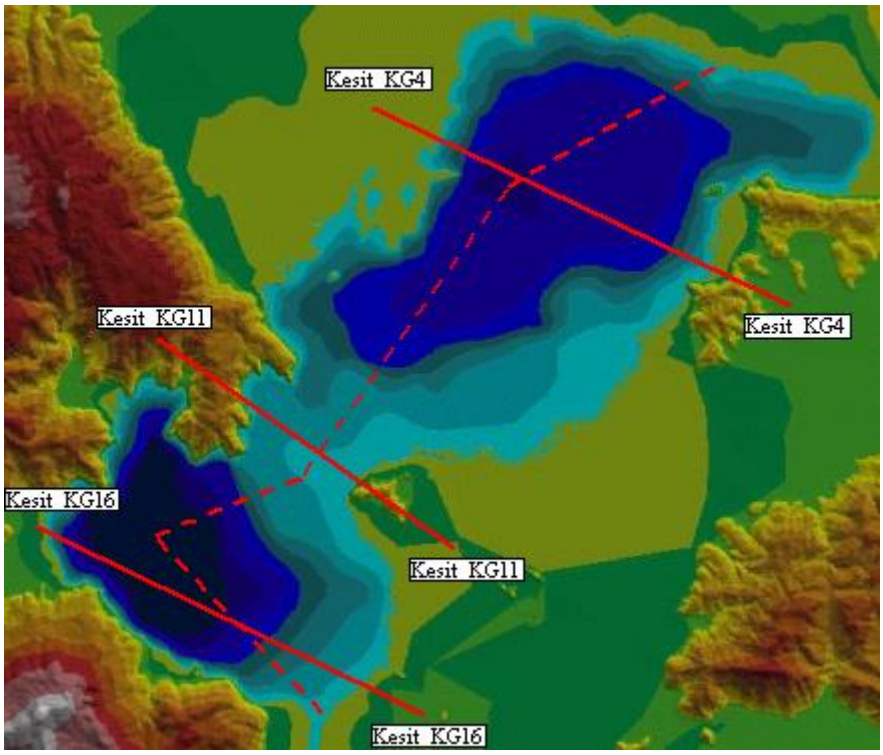
- akarsular (bkz. Bölüm 3.7.2)
- yeraltı suları (bkz. Bölüm 3.3)

olarak sıralanabilir. Ayrıca bazı koşullarda, Dalyan kanalı boyunca hidrolik eğime ters yönde hareket eden Akdeniz suyunun Köyceğiz Gölü'ne ulaşabileceği düşünülmektedir. Köyceğiz Gölü'nün bilinen tek çıkışı, Dalyan Kanalı'dır.

Köyceğiz Gölü'nün derinlik-alan-hacim ilişkileri, Tablo 3.18, Şekil 3.19, 3.20 ve 3.21'de verilmiştir. Alanlar, sayısallaştırılmış batimetrik haritalar üzerinden AutoCAD 2000 yazılımı kullanılarak bulunmuştur. Hacimler, derinlik yönünde 2 m'lik dilimler alınarak hesaplanmıştır.



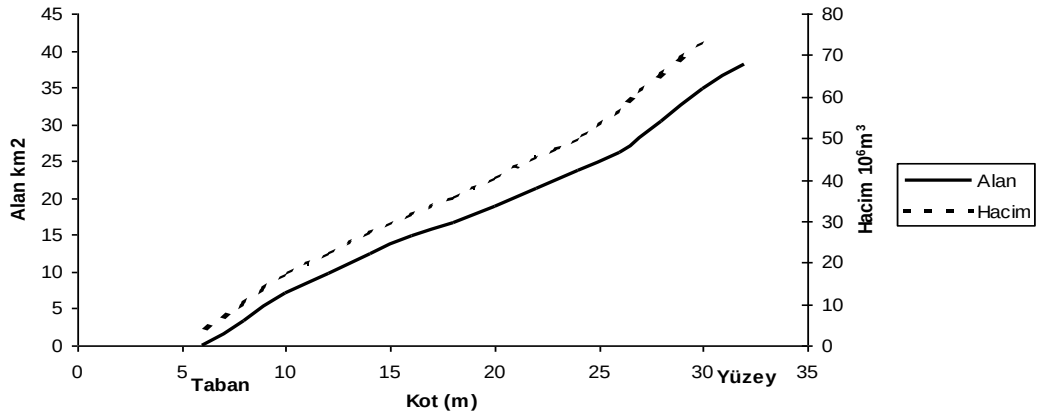
Şekil 3.17 - Köyceğiz Gölü'nün Boykesiti (Maktav, 1998)



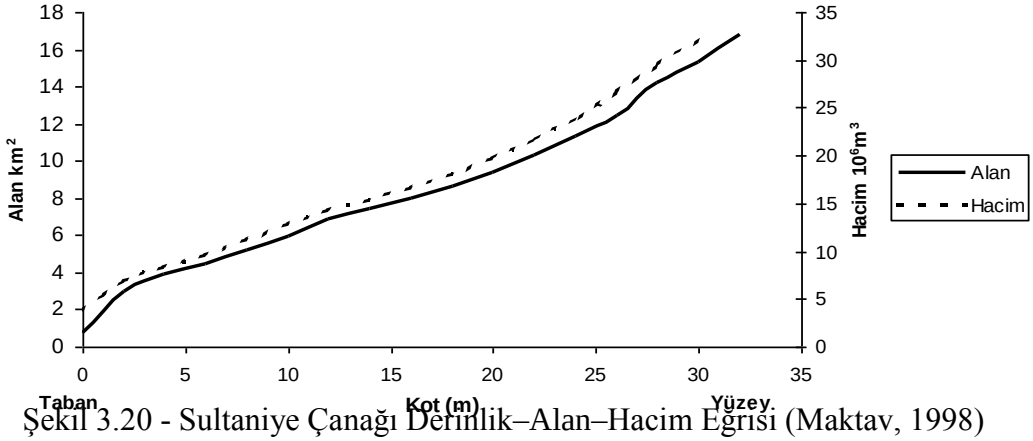
Şekil 3.18 - Köyceğiz Gölü'ndeki Kritik Enkesit ve Boykesitlerin Yerleri

Tablo 3.18 - Köyceğiz Gölü'ndeki Derinlik–Alan Hacim İlişkileri (Maktav, 1998)

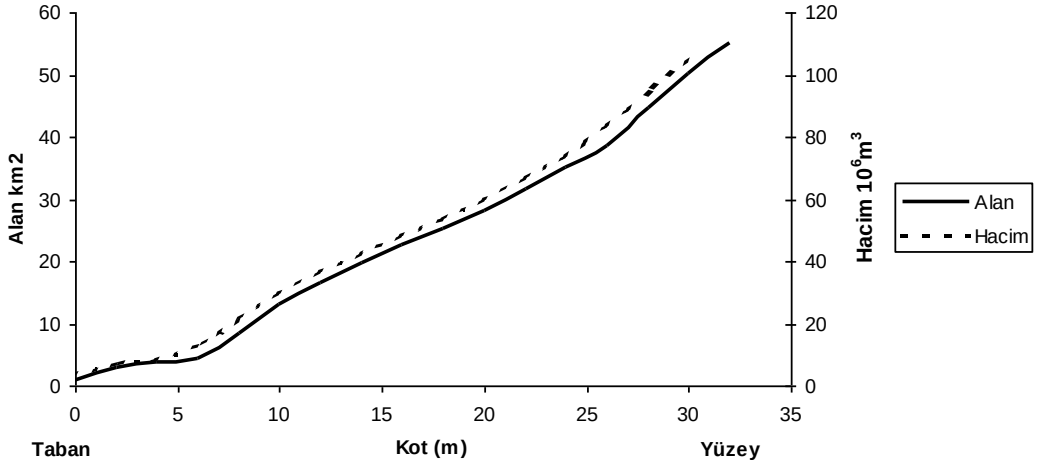
Derinlik (m)	Köyceğiz Çanağı		Sultaniye Çanağı		Köyceğiz Gölü	
	Alan (m^2)	Hacim (m^3)	Alan (m^2)	Hacim (m^3)	Alan (m^2)	Hacim (m^3)
0	38.223.492		16.776.508		55.000.000	
2	34.792.851	73.016.343	15.270.780	32.047.288	50.063.631	105.063.631
4	30.476.237	65.269.088	14.222.599	29.493.379	44.698.836	94.762.467
6	26.085.913	56.562.150	12.450.160	26.672.759	38.536.073	83.234.909
8	23.734.925	49.820.838	11.349.740	23.799.900	35.084.665	73.620.738
10	21.389.750	45.124.675	10.308.956	21.658.696	31.698.706	66.783.371
12	18.806.528	40.196.278	9.370.908	19.679.864	28.177.436	59.876.142
14	16.603.598	35.410.126	8.613.712	17.984.620	25.217.310	53.394.746
16	14.742.439	31.346.037	7.953.730	16.567.442	22.696.169	47.913.479
18	12.379.322	27.121.761	7.394.840	15.348.570	19.774.162	42.470.331
20	9.804.769	22.184.091	6.824.352	14.219.192	16.629.121	36.403.283
22	7.011.820	16.816.589	5.943.547	12.767.899	12.955.367	29.584.488
24	3.289.976	10.301.796	5.187.475	11.131.022	8.477.451	21.432.818
26	31.111	3.321.087	4.447.951	9.635.426	4.479.062	12.956.513
28			3.863.454	8.311.405	3.863.454	8.342.516
30			2.970.228	6.833.682	2.970.228	6.833.682
32			734.187	3.704.415	734.187	3.704.415



Şekil 3.19 - Köyceğiz Çanağı Derinlik–Alan–Hacim Eğrisi (Maktav, 1998)



Şekil 3.20 - Sultaniye Çanağı Derinlik–Alan–Hacim Eğrisi (Maktav, 1998)



Şekil 3.21 - Köyceğiz Gölü Derinlik–Alan–Hacim Eğrisi (Maktav, 1998)

Köyceğiz Gölü'nde, tabakalaşma vardır. Aşağıdaki şekillerde Köyceğiz ve Sultaniye çanaklarındaki sıcaklık ve tuzluluk tabakalaşması Şekil 3.22, 3.23, 3.24 ve 3.25 ile Tablo 3.20 ve 3.21'de verilmiştir. Bu tabakalaşma nedeniyle, göl çoğu durumda birbirleri ile minimum düzeyde su ve madde alışverişi olan iki su kütlesine bölünmüştür.

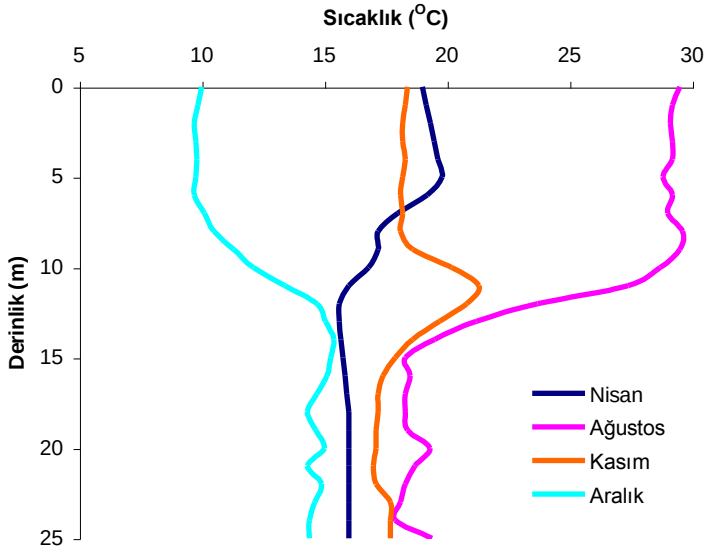
Üstteki tabakanın derinliği 12 m'dir. Bu tabakaların hacmi, Tablo 3.18'deki veriler yardımı ile hesaplanarak, Tablo 3.19'da verilmiştir.

Tablo 3.19 - Köyceğiz Gölü'nde Tabakaların Hacimleri

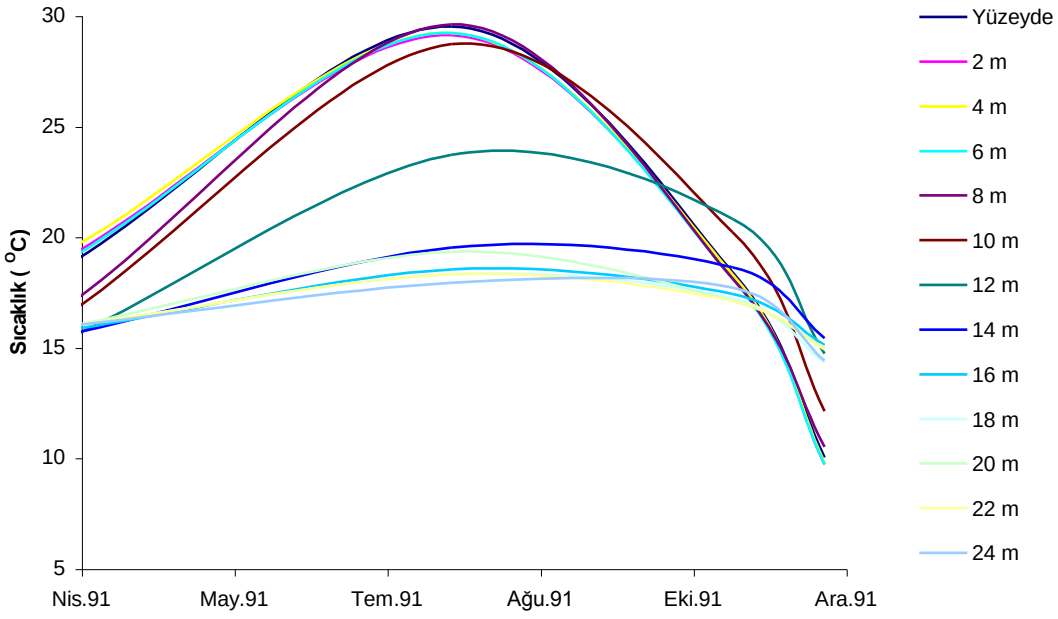
Tabaka Hacmi (m^3)	**Köyceğiz Çanağı**	**Sultaniye Çanağı**	**Köyceğiz Gölü Toplam**
Üst Tabaka	329.989.372	153.351.886	483.341.258
Alt Tabaka	146.501.487	116.503.673	263.036.271

Tablo 3.20 - Sultaniye Çanağı'nda Derinliğe Göre Sıcaklık Verileri (Kazancı vd, 1992)

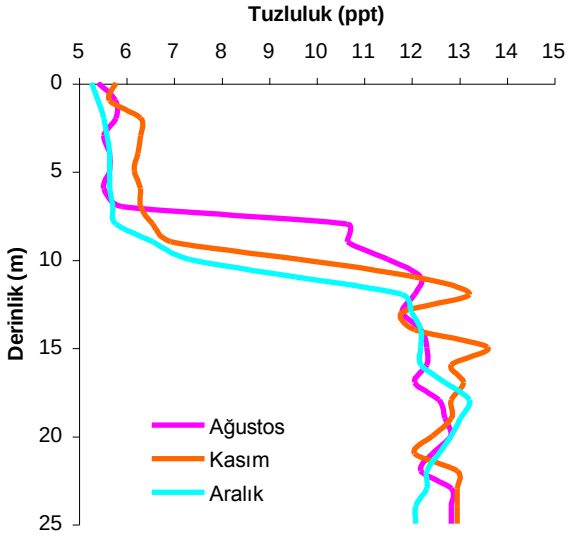
Derinlik	**Sıcaklık (ºC)**			
	Nisan 1991	**Ağustos 1991**	**Kasım 1991**	**Aralık 1991**
0	19,00	29,50	18,40	10,00
1	19,16	29,20	18,30	9,85
2	19,32	29,10	18,20	9,70
3	19,48	29,20	18,20	9,75
4	19,64	29,20	18,30	9,80
5	19,80	28,80	18,20	9,75
6	19,20	29,20	18,10	9,70
7	18,00	29,00	18,20	10,10
8	17,20	29,60	18,10	10,50
9	17,20	29,50	18,60	11,30
10	16,80	28,70	20,20	12,10
11	16,00	27,40	21,30	13,40
12	15,60	23,70	20,80	14,70
13	15,60	21,20	19,70	15,05
14	15,68	19,50	18,60	15,40
15	15,76	18,30	17,90	15,25
16	15,84	18,50	17,40	15,10
17	15,92	18,30	17,20	14,70
18	16,00	18,30	17,20	14,30
19	16,00	18,40	17,10	14,65
20	16,00	19,30	17,10	15,00
21	16,00	18,70	17,00	14,30
22	16,00	18,30	17,10	14,90
23	16,00	18,10	17,70	14,60
24	16,00	17,90	17,70	14,40
25	16,00	19,40	17,70	14,40



Şekil 3.22 - Sultaniye Çanağı'nda Sıcaklığın Derinlikle Değişimi (Kazancı vd, 1992)



Şekil 3.23 - Sultaniye Çanağı'nda Sıcaklığın Zamanla Değişimi (Kazancı vd, 1992)

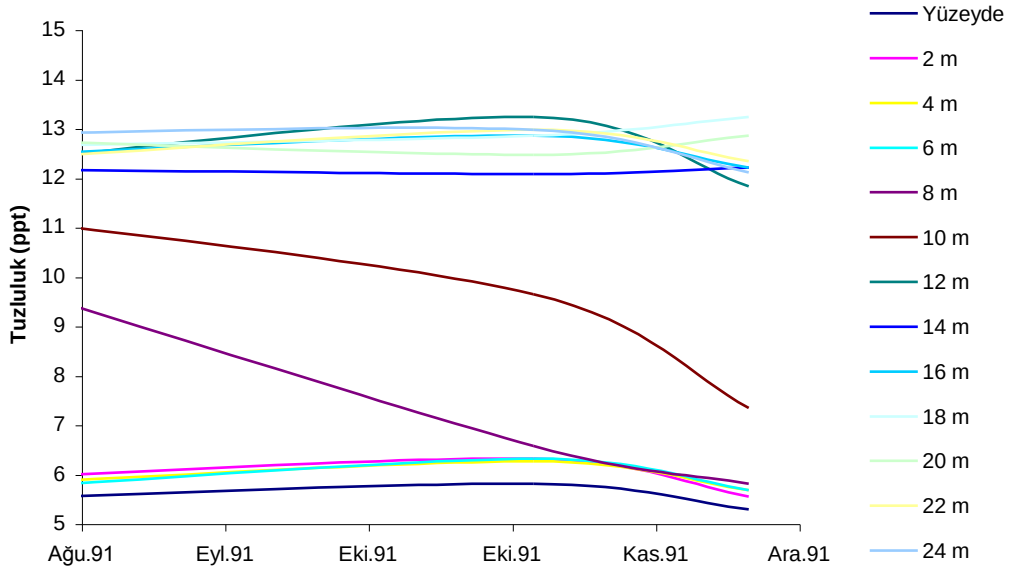


Şekil 3.24 - Sultaniye Çanağı'nda Tuzluluğun Derinlikle Değişimi (Kazancı vd, 1992)

Tablo 3.21 - Sultaniye Çanağı'nda Derinliğe Göre Tuzluluk Verileri (Kazancı vd, 1992)

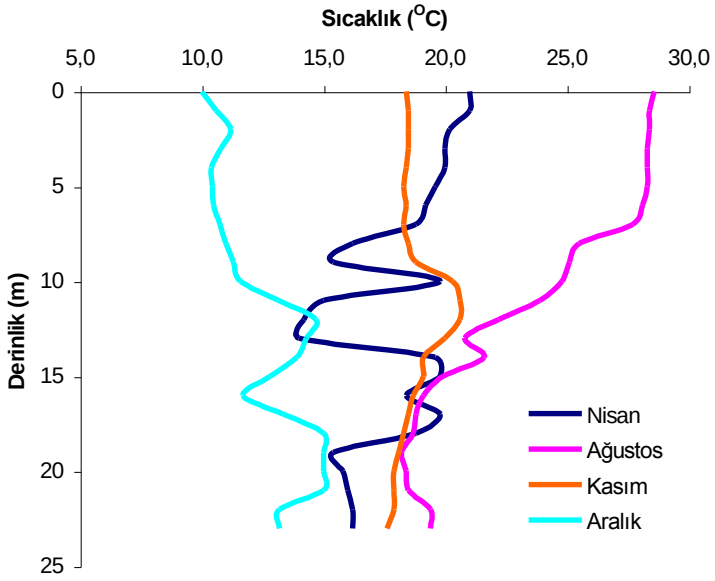
Derinlik (m)	**Tuzluluk (ppt)**		
	Ağustos 1991	**Kasım 1991**	**Aralık 1991**
0	5,41	5,80	5,28
1	5,79	5,67	5,41
2	5,80	6,31	5,54
3	5,54	6,31	5,60
4	5,67	6,26	5,67
5	5,67	6,18	5,67
6	5,54	6,31	5,67
7	5,92	6,31	5,73
8	10,67	6,56	5,80
9	10,67	6,95	6,56
10	11,51	9,64	7,33
11	12,20	12,07	9,58
12	12,07	13,23	11,82
13	11,82	11,82	12,01
14	12,20	12,07	12,20
15	12,33	13,61	12,20
16	12,33	12,84	12,20
17	12,07	13,10	12,72
18	12,59	12,84	13,23
19	12,72	12,84	13,04
20	12,84	12,46	12,84
21	12,46	12,07	12,59
22	12,20	12,97	12,33
23	12,84	12,97	12,33
24	12,84	12,97	12,10
25	12,84	12,97	12,10

Şekil 3.25'te, Sultaniye Çanağı'nda değişik derinliklerdeki tuzluluğun zamanla değişimi görülmektedir.



Şekil 3.25 - Sultaniye Çanağı'nda Tuzluluğun Zamanla Değişimi (Kazancı vd, 1992)

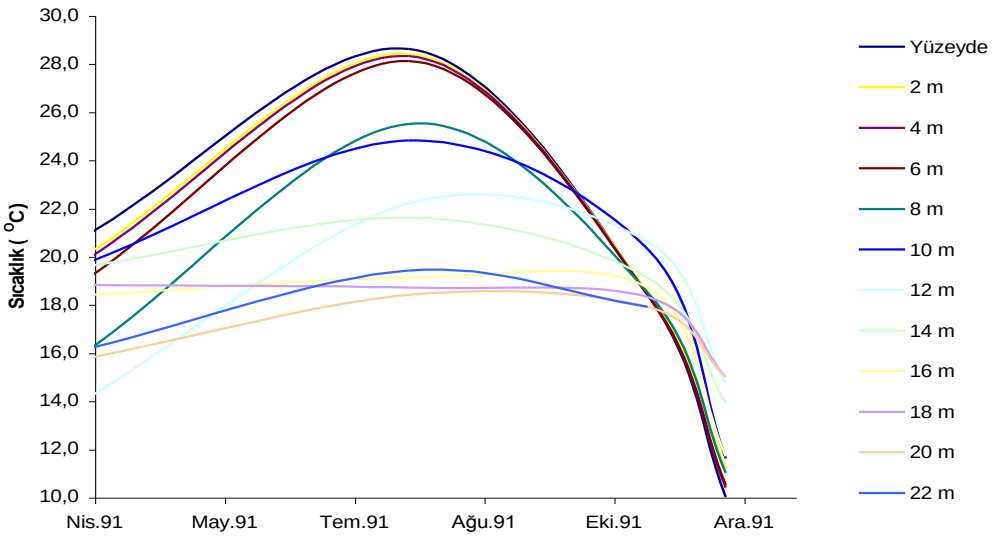
Şekil 3.26 ve Tablo 3.22'de, Köyceğiz Çanağı'nda sıcaklığın derinlikle değişimi görünmektedir. Köyceğiz Çanağı'nda değişik derinliklerdeki sıcaklığın zamanla değişimi ise Şekil 3.27'de görülmektedir.



Şekil 3.26 - Köyceğiz Çanağı'nda Sıcaklığın Derinlikle Değişimi (Kazancı vd, 1992)

Tablo 3.22 - Köyceğiz Çanağı'nda Sıcaklığın Derinlikle Değişimi (Kazancı vd, 1992)

Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)			
	Nisan 1991	Ağustos 1991	Kasım 1991	Aralık 1991
0	21,0	28,6	18,4	10,0
1	21,0	28,4	18,5	10,6
2	20,2	28,4	18,5	11,2
3	20,0	28,3	18,5	10,8
4	20,0	28,3	18,4	10,4
5	19,6	28,3	18,3	10,5
6	19,2	28,1	18,4	10,5
7	18,8	27,7	18,3	10,8
8	16,2	25,5	18,5	11,0
9	15,4	25,1	18,8	11,3
10	19,8	24,8	20,3	11,6
11	15,0	23,9	20,6	13,2
12	14,2	22,2	20,6	14,7
13	14,0	20,8	20,0	14,3
14	19,6	21,6	19,1	13,9
15	19,8	19,9	19,1	12,8
16	18,4	19,1	18,7	11,7
17	19,8	18,8	18,5	13,4
18	18,8	18,7	18,3	15,0
19	15,4	18,2	18,1	15,0
20	15,8	18,4	17,9	15,0
21	16,0	18,5	17,9	15,0
22	16,2	19,4	17,9	13,2
23	16,2	19,4	17,6	13,2

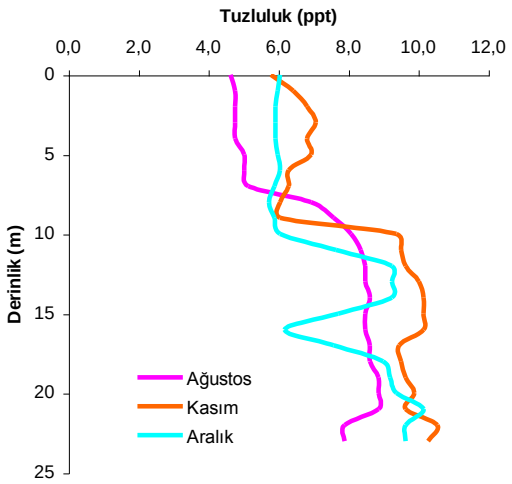


Şekil 3.27 - Köyceğiz Çanağı'nda Sıcaklığın Zamanla Değişimi (Kazancı vd, 1992)

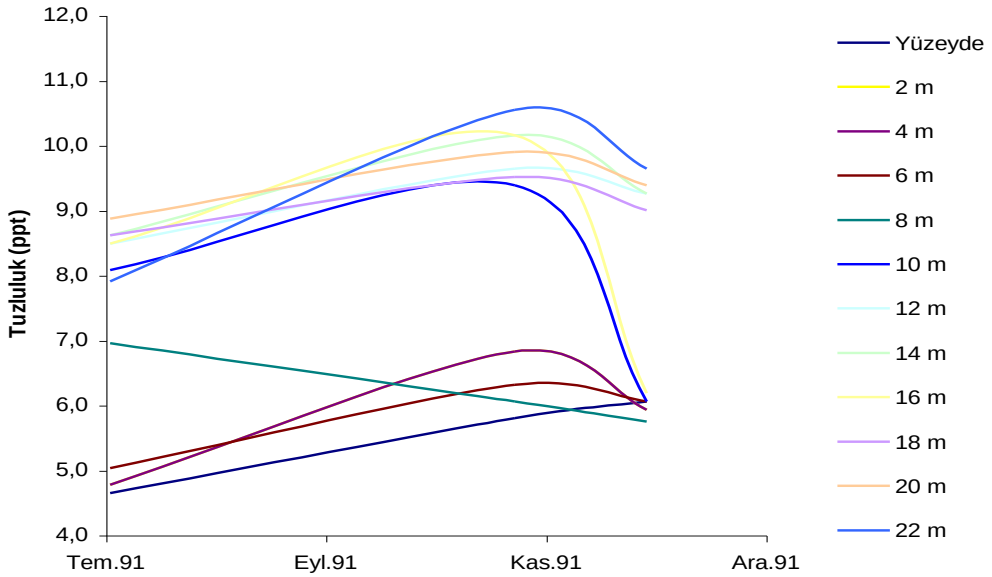
Şekil 3.28 ve Tablo 3.23'te, Köyceğiz Çanağı'nda tuzluluğun derinlikle değişimi görünmektedir. Köyceğiz Çanağı'nda değişik derinliklerdeki tuzluluğun zamanla değişimi ise Şekil 3.29'da görülmektedir.

Tablo 3.23 - Köyceğiz Çanağı'nda Tuzluluğun Derinlikle Değişimi (Kazancı vd, 1992)

Derinlik (m)	**Tuzluluk (ppt)**		
	Ağustos 1991	**Kasım 1991**	**Aralık 1991**
0	4,6	5,8	6,1
1	4,8	6,4	6,0
2	4,8	6,8	5,9
3	4,8	7,1	5,9
4	4,8	6,8	5,9
5	5,0	6,9	6,0
6	5,0	6,3	6,1
7	5,2	6,3	5,9
8	6,9	6,1	5,7
9	7,6	6,1	5,9
10	8,1	9,4	6,1
11	8,4	9,5	7,7
12	8,5	9,6	9,3
13	8,5	10,0	9,3
14	8,6	10,2	9,3
15	8,5	10,2	7,7
16	8,5	10,2	6,2
17	8,6	9,5	7,6
18	8,6	9,5	9,0
19	8,9	9,6	9,2
20	8,9	9,9	9,4
21	8,9	9,6	10,2
22	7,9	10,5	9,6
23	7,9	10,3	9,6



Şekil 3.28 - Köyceğiz Çanağı'nda Tuzluluğun Derinlikle Değişimi (Kazancı vd, 1992)



Şekil 3.29 - Köyceğiz Çanağı'nda Tuzluluğun Zamanla Değişimi (Kazancı vd, 1992)

Nisan ve Ağustos ayları arasında sıcaklık; miksolimnionda 19°C ile 29,5°C, monimolimnionda ise 15°C ile 30°C arasındadır. İlkbahar ve erken yaz dönemlerindeki poikilometrik sıcaklık profilleri, gölün krenojenik meromitik yapıda olmasından kaynaklanmaktadır. Sultaniye Çanağı'nda, yazın meydana gelen sıcaklık tabakalaşmasının oldukça belirgin olduğu görülebilir (bkz. Şekil 3.22). Göldeki tabakalaşma, sıcaklıktan çok çözünmüş madde konsantrasyonuna bağlı olduğu için, ani iniş ve çıkışlar gösterebilen bir sıcaklık profili ortaya çıkmaktadır (Kazancı vd, 1992). Bu durum, özellikle Köyceğiz Çanağı'nda belirgindir. Yazın, sıcaklık 8 m derinliğe kadar sabit kalmakta, daha sonra derinlik arttıkça aniden azalıp sabit kalmak yerine sürekli azalan ancak inişli-çıkışlı bir karakter göstermektedir. Ayrıca tabandan termal yeraltı suyu girişleri mevcuttur ve bu girişlerin sıcaklık profilini etkilemesi olasıdır.

Köyceğiz Gölü'nün suyu bazı bölgelerde tatlı, bazı bölgelerde tuzlu ve bazı bölgelerde acısu olarak kabul edilebilir. Gölün alt tabakasında 15 ppt gibi nispeten yüksek tuzluluk değerleri ölçülmüştür. Miksolimniondaki tuzluluk değerleri 7-8 ppt civarındadır ve bu bölge acısu özelliği taşımaktadır (Kazancı vd., 1992). Köyceğiz Çanağı'nın kuzey kesimlerinde, akarsuların göle boşaldığı kesimlerdeki su ise özellikle akarsu debisinin yükseldiği ve göle tuzlu su girişinin kısıtlı olduğu zamanlarda tatlı su özelliği gösterebilmektedir. Şekil 3.24 ve 3.28 incelendiğinde, hem

Sultaniye hem de Köyceğiz Çanağı'nda tuzluluk tabakalaşması olduğu görülmektedir. Bu şekilleri incelendiğinde, Sülüngür Çanağı'ndaki tuzluluk tabakalaşmasının, Köyceğiz Çanağı'ndakinden daha belirgin olduğu anlaşılmaktadır. Tuzluluğun zamanla değişikliği (bkz. Şekil 3.25 ve Şekil 3.29) incelendiğinde ise tuzluluk tabakalaşmasının kış mevsiminde daha belirgin olduğu anlaşılmıştır.

Köyceğiz Gölü'nün, limnolojik özellikleri Kazancı vd (1992) tarafından incelenmiştir. Köyceğiz Gölü, Türkiye'de bilimsel olarak tanımlanmış ilk meromiktik göldür. Meromiktik bir gölde, üstteki su kütlesi, alttaki su kütlesi ile karışmayıp yalıtılmış bir durunda kalmaktadır. Köyceğiz Gölü'nün denizden ayrılan bir körfezden ortaya çıktığı ve alttaki su tabakasının tuzlu su olduğu göz önüne alınırsa bu göldeki meromiksisin kalıcı olduğu söylenebilir. Meromiksis sınıflandırmasında, Köyceğiz Gölü'nün ektogenik ve krenojenik meromiksis olduğu söylenilebilir. Ektogenik meromiksiste bazı dış etkenlerle tatlı su içeren bir gölde tuzlu suyun alt tabakaya ya da tuzlu su içeren bir gölde tatlı suyun üst tabakaya girişi söz konusudur. Her iki durumda da üstteki yani miksolimnondaki su kütlesinin yoğunluğu, alttaki (monilimniondaki) su kütlesine göre daha düşüktür. Krenojenik meromiksis bir göl içinde bulunan kaynaklardan göle karışan tuzlu suyun, alt bölgede birikimi sonucunda ortaya çıkan meromiksis tipidir. Bu proje kapsamında yapılan çalışmalar bu bulguları doğrulamaktadır.

Göl yüzeyindeki basınç farklılıklarından ileri gelen su hareketleri; gölün fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri yönünden çok etkilidir. Köyceğiz Gölü'nde her gün 11^{30}–13^{30} saatleri arasında başlayan ve 17^{00}'ye kadar devam eden sürekli rüzgarların etkisi ile göl suyu, rüzgar yönünde yığılmaktadır. Duran dalgalara neden olan ve düzenli rüzgarı meydana getiren en önemli neden, göl çevresindeki dağların ısınması ile meydana gelen basınç farklılığıdır (Kazancı vd., 1992). Gölde zaman zaman yüksekliği 1,5–2 m'ye varabilen dalgalar gözlenmektedir. Bu büyüklükteki dalgalar, göldeki tabakalaşmayı kırarak 15 m derinliğindeki bir bölgede tam karışım sağlayabilmektedir (Kazancı vd., 1992). Hem Köyceğiz hem de Sultaniye çanaklarında, rüzgarın ortaya çıkardığı hareketler nedeniyle miksolimnion ve kemoklin tabakalarının kalınlıkları ile kemoklin tabakasının bulunduğu derinliklerde sürekli oynamalar görülmektedir. Rüzgarın ortaya çıkardığı yüzey salınımları ile birlikte, daha büyük periyotlara sahip iç salınım hareketleri de görülmektedir. Bu iç

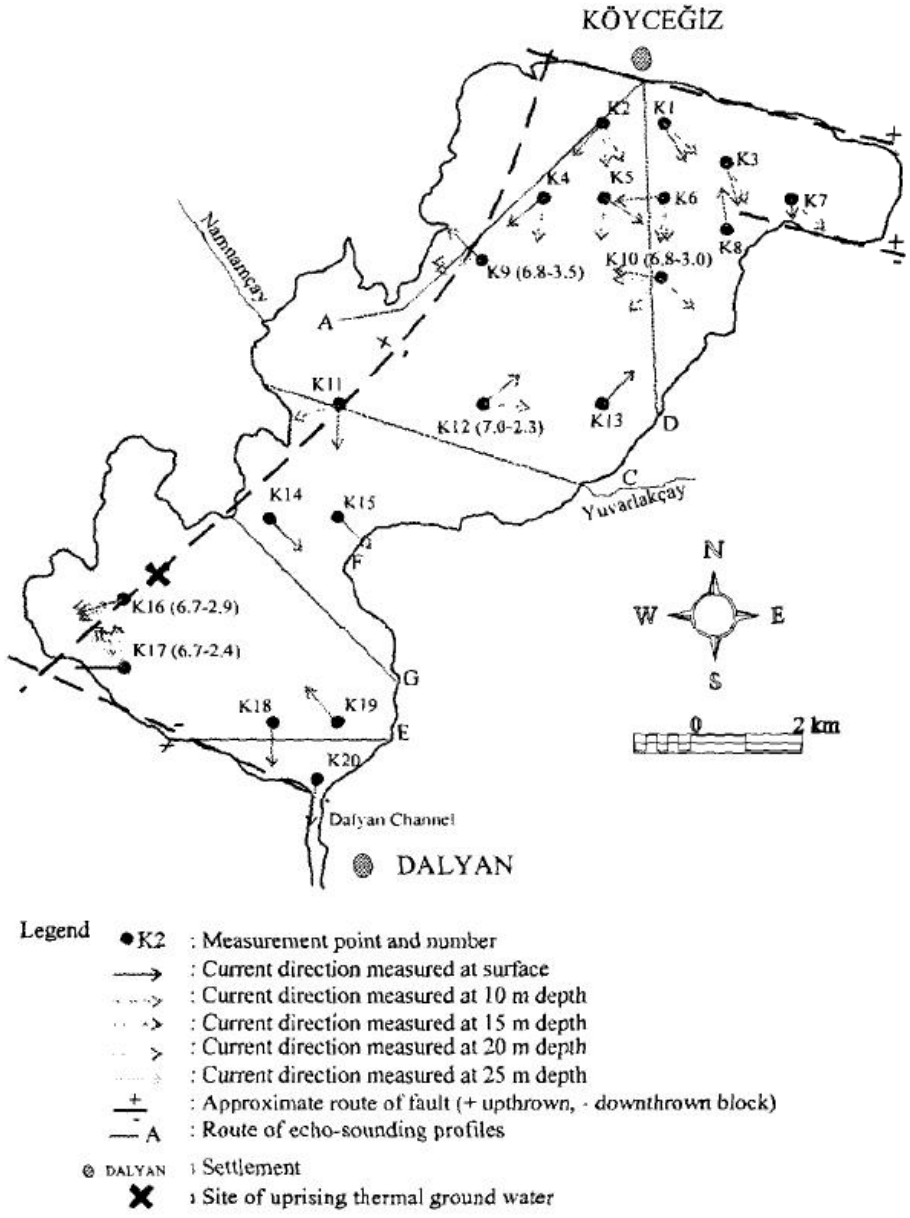
salınımlar, Köyceğiz Gölü'nün su kalitesi açısından da önemlidir (Kazancı vd., 1992).

Köyceğiz Gölü'nün üst ve alt tabakaları arasındaki difüzyon katsayısı, daha önce yapılan bir su kalitesi modelleme çalışmasında hesaplanmıştır. Tarık Tolga Üstün tarafından 1998 yılında yapılan bu Yüksek Lisans Tezi çalışmasında, US Army Corps of Engineers tarafından geliştirilmiş olan WQRRS modelinin Gönenç vd. (İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü) tarafından PC bilgisayarlara adapte edilmiş bir sürümü olan EGÖLEM modeli kullanılmıştır. Çalışmada, difüzyon katsayısı stabilite yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Bu yöntem; yoğunluk gradyanı veya su kolonu kararlılığı maksimum olduğu zaman, karışımın minimum olacağı kabulüne dayanmaktadır (Üstün, 1998). Köyceğiz Gölü için stabilite yöntemine göre hesaplanan difüzyon katsayısı ve ilgili büyüklükler, Tablo 3.24'te verilmiştir.

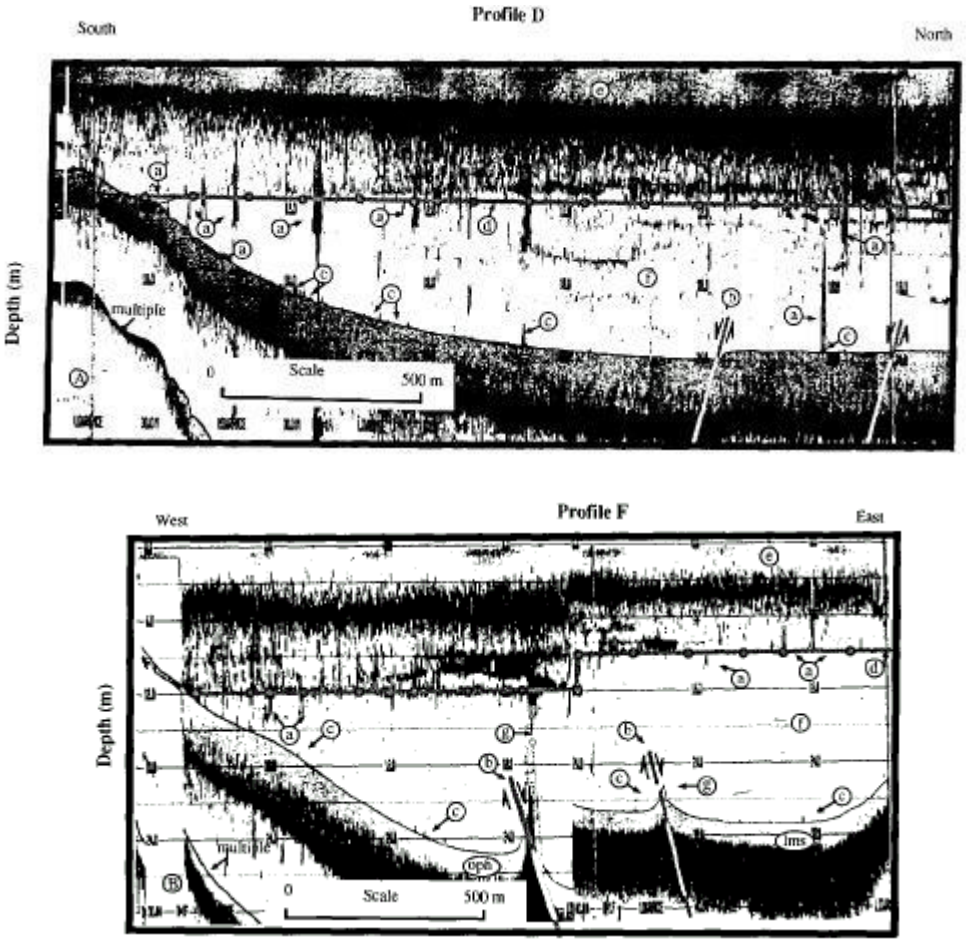
Tablo 3.24 - Köyceğiz Gölü'nde Difüzyonla İlgili Büyüklükler (Üstün, 1998)

Su Kolonu Minimum Stablitesi	$0\ m^{-1}$
Su Kolonu Kritik Stablitesi	$5 \times 10^{-8}\ m^{-1}$
Difüzyon Katsayısı	$2 \times 10^{-4}\ m^2/s$
A_3 ampirik katsayısı	0,7

Bayarı ve arkadaşları tarafından bir araştırmada, Köyceğiz Gölü'nde bazı fiziksel ve kimyasal parametreler ölçülmüştür. Yapılan hız ölçümü sonuçları incelenerek, Köyceğiz Gölü'nde sistemin bu bölgesini dolaşan bir akıntı sistemi olduğu belirlenmiştir. Bu akıntı sistemi, Şekil 3.30'da verilmiştir (Bayarı vd., 1995). Şekilde 0,1 m/s'den daha yüksek olan akıntı hızları gösterilmiştir. Araştırma sonucunda, göl içinde hızı oldukça yüksek olan akıntıların olduğu belirlenmiştir. Bu ölçüm sonuçları; bazı hidrokimyasal ölçümler ve eco-sound sonuçlarıyla (Şekil 3.31) birleştirilerek, göl tabanından önemli bir miktar yer altı suyu girişi olabileceği rapor edilmiştir.



Şekil 3.30 - Köyceğiz Gölü Akıntı Sistemi (Bayarı vd., 1995)



Şekil 3.31 - Köyceğiz Gölü Ecosound Çalışması (Bayarı vd., 1995)

3.7.3 Alagöl

Alagöl, sistemin batısında Akdeniz'den 3 km, Köyceğiz Gölü'nden 8 km uzakta yer almaktadır. Alanı 0,55 km^2 ve şekli yuvarlaktır. Göle giriş ve çıkış oldukça küçük ve dar olan tek bir kanal üzerinden olmaktadır. En derin yeri 4 m, ortalama derinliği ise 3 m civarındadır. Yapılan gözlemler sonucunda göl yüzeyinden 1 m aşağıya kadar olan kısmın tatlı su olduğu, daha derinlerde ise bir tuzlu su tabakası bulunduğu belirlenmiştir. Gölün tabanı Şekil 3.33'te görüldüğü gibi su bitkilerinin ve bentik organizmaların oluşturduğu bir tabaka ile kaplıdır.

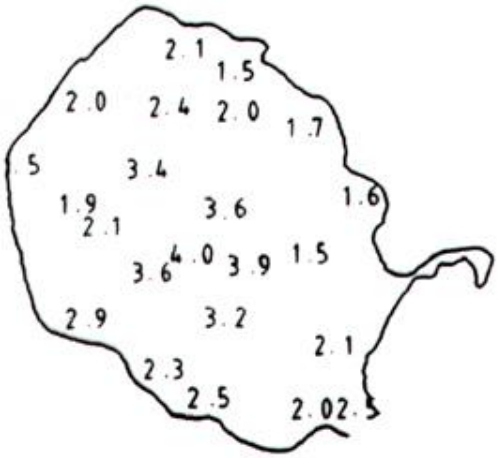


Şekil 3.32 - Alagöl'ün Kuzeybatı-Güneydoğu Yönündeki Görüntüsü



Şekil 3.33 - Alagöl'ün Tabanı

Alagöl'ün batimetrisi Şekil 3.34'te verilmiştir.

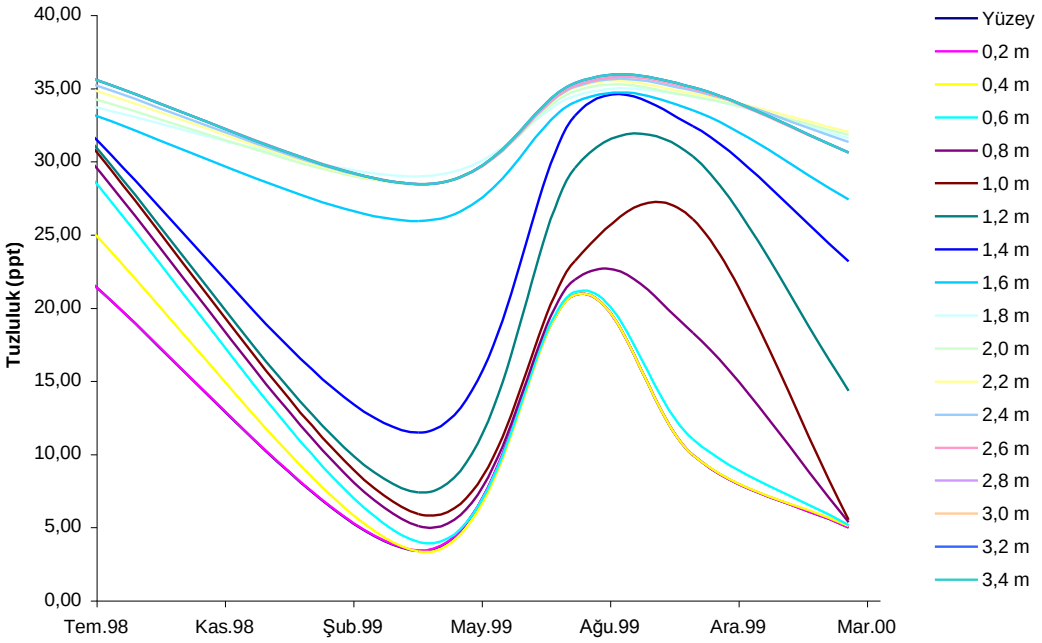


Şekil 3.34 - Alagöl'ün Batimetrisi

Şekil 3.34'te, Alagöl'ün yüzey şeklinin yuvarlak olduğu ve kıyılarının çok girintili çıkıntılı olmadığı görülmektedir. Gölün kıyıları nispeten sığ ve ortası biraz daha derin olan bir çukur şeklindedir. Şekilde, gölün en derin kısmının 4 m civarında olduğu görülmektedir. Gölün en sığ kısımlarının kuzeydoğu kıyıları boyunca olduğu anlaşılmaktadır. Gölün güney kıyılarının ise nispeten daha derin olduğu bilinmektedir.

Alagöl'deki tuzluluk değerleri, mevsimsel olarak değişmektedir. Şekil 3.35, bölgede değişik derinliklerdeki tuzluluğun zaman serilerini göstermektedir. Bu şekil incelendiğinde, yaz aylarında, eş derinlik eğrilerinin yüksek tuzluluk değerleri gösterdikleri ve birbirlerine yakın oldukları görülmektedir. Bu durum, gölün çoğunlukla tuzlu su etkisi altında olduğu ve tabakalaşma yerine tuzluluğun derine doğru yavaş yavaş ancak sürekli arttığı anlamına gelmektedir. İlkbahar aylarında ise yüzeydeki tuzluluğun azalmış olduğu görülmektedir. 1,4 m derinlikte ani bir tuzluluk artışı gözlenmektedir. 0,2 m içinde, tuzluluk değeri 15 ppt'den 30 ppt civarına yükselmiş ve sonra 30 ppt civarında kalmıştır. Bu durum, ilkbahar aylarında tuzluluk tabakalaşması olduğunu göstermektedir. Burada, tuzluluğun azalması, Alagöl'ün ilkbahar (Mart–Nisan) aylarında daha çok tatlı su etkisi altında olduğunu göstermektedir. Ağustos 1999 tarihinde ise, zayıf da olsa bir tabakalaşma gerçekleşmiştir. Burada tabakalaşmanın 1–1,4 m civarında olduğu görülmektedir. Yüzeydeki nispeten yüksek tuzluluk değerleri, Alagöl'ün bu zaman aralığında kuvvetli bir tuzlu su etkisi altında kalmış olduğunu göstermektedir. Kasım–Aralık 1999 zaman aralığında ise, tuzlu su etkisinin azaldığı görülmektedir. Mart ayında ise Alagöl'ün yüzeye yakın kısımlarının çoğunlukla tatlı su etkisi altına girdiği anlaşılmaktadır. Şekil 2.74'ün dikkat çekici bir yönü ise, Alagöl'ün 1,6 m ve daha derin kısımlarındaki tuzluluğun zamanla pek değişmemesi, ancak 0–1,4 m derinliğindeki kısmındaki tuzluluğun ise mevsimsel olarak değişmesidir. Bu durumda Alagöl; mevsimsel olarak tuzluluk özellikleri değişen bir üst tabaka ile, tuzluluk özellikleri pek değişmeyen ve sürekli tuzlu su etkisi altında olan bir alt tabakaya ayrılabilmektedir. Bu tabakalar arasındaki geçiş bölgesi 1,6 m derinliktedir.

Yapılan modelleme çalışması sonucunda, Alagöl'e giren debinin 0,1 m^3/s civarında olduğu belirlenmiştir. Bu debi, sisteme giren tüm debinin (38 m^3/s) sadece binde ikisidir.



Şekil 3.35 - Alagöl'de Tuzluluğun Zamanla Değişimi (Gürel, 2000)

3.7.4 Sülüngür Gölü

Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi'nin doğusunda yer almaktadır. Balık üretimi yapılan gölün en derin yeri 13 m'dir. Gölde mevsime göre tuzluluk tabakalaşması gözlenebilmektedir. Sülüngür Gölü'nün tabanında siyah bir çamur tabakası olduğu gözlenmiştir (Bkz. Şekil 3.37).

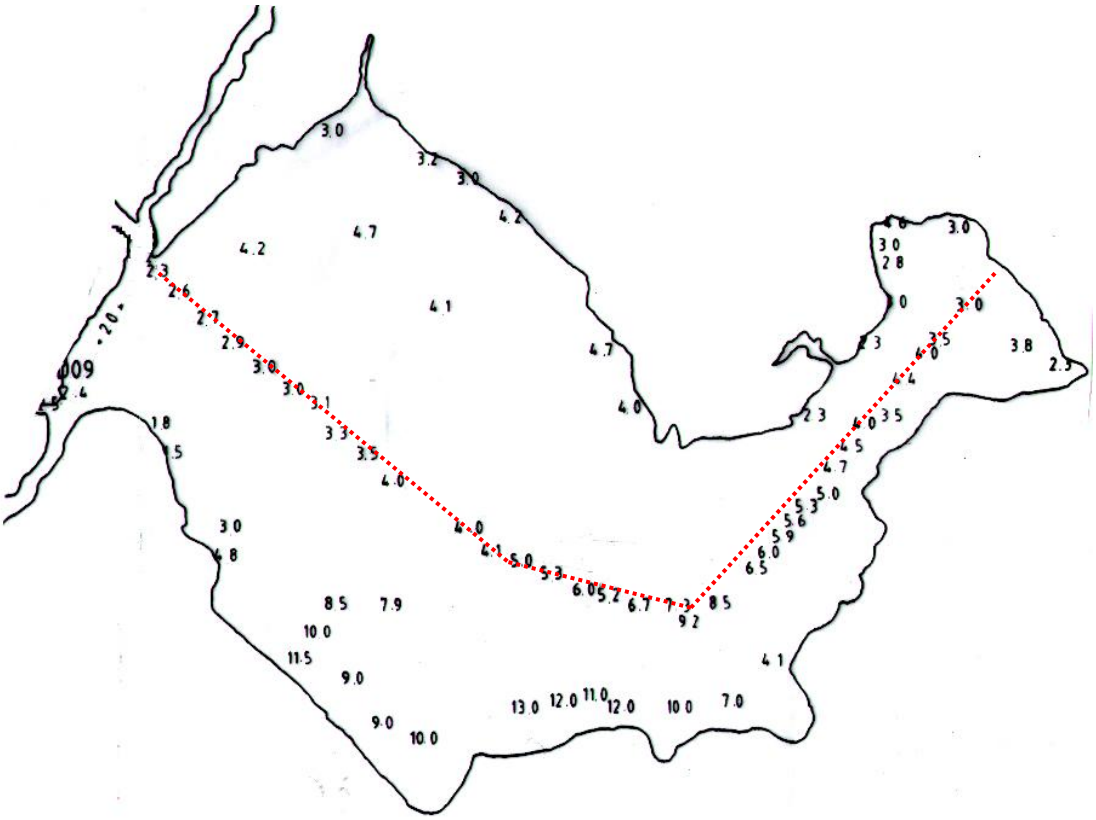


Şekil 3.36 - Sülüngür Gölü'nün Gökyüzünden Çekilmiş Fotoğrafı

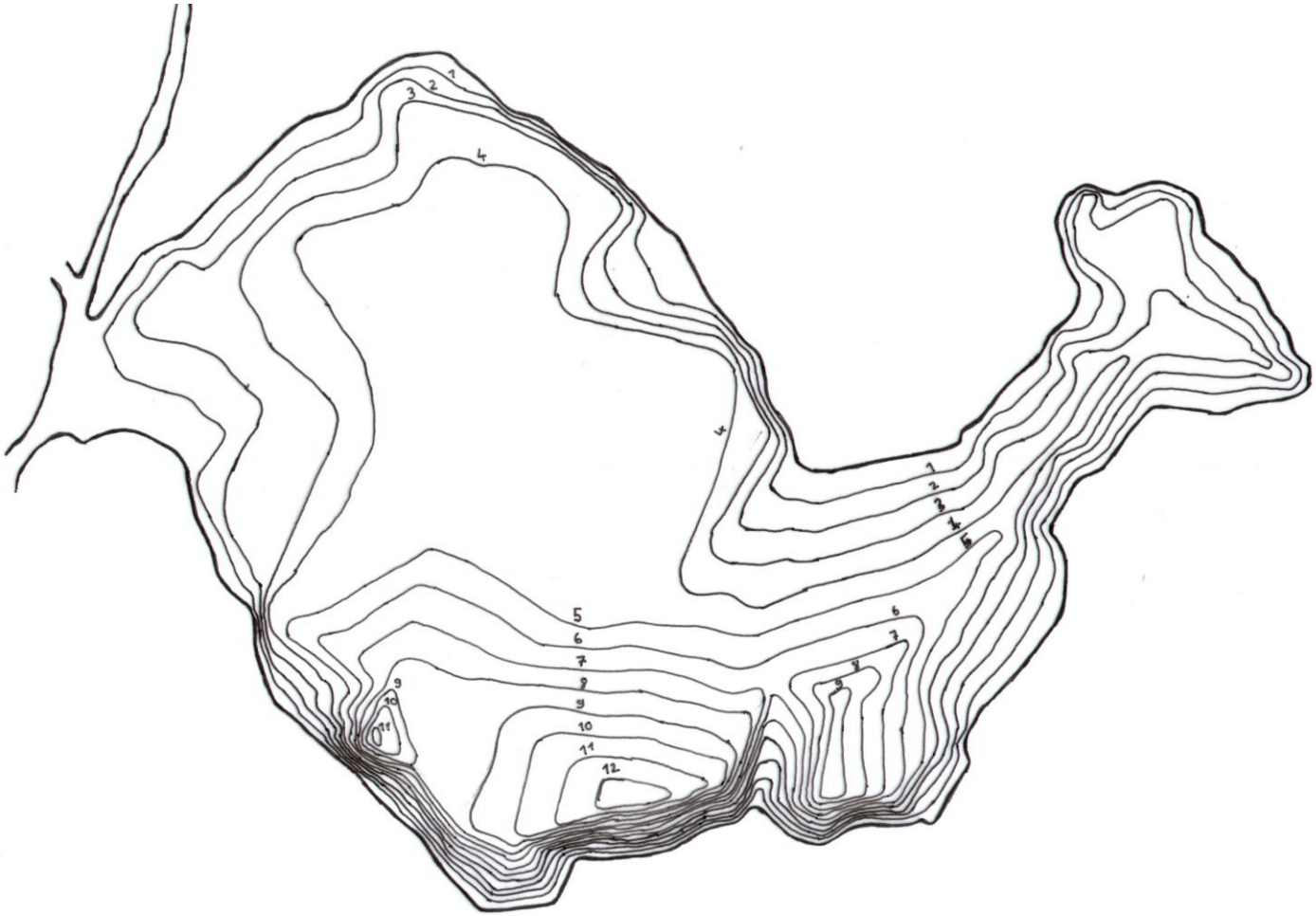


Şekil 3.37 - Sülüngür Gölü Taban Çamuru Örneği

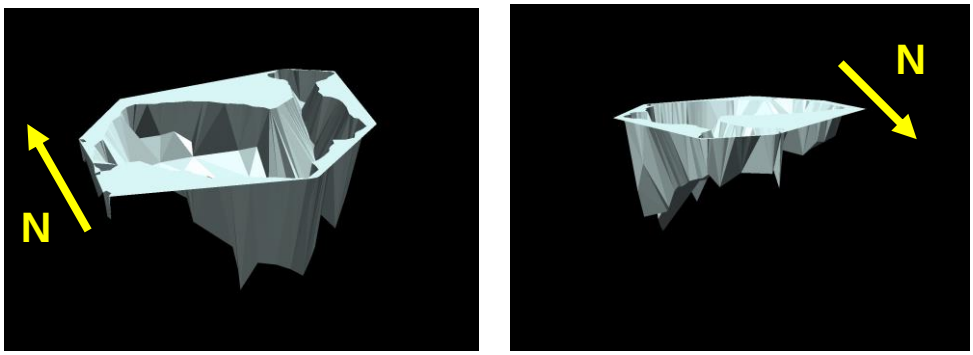
Sülüngür Gölü'nün batimetrisi Şekil 3.38'de, derinlik–alan hacim ilişkileri ise Şekil 3.39 ve Tablo 3.25'te verilmiştir.



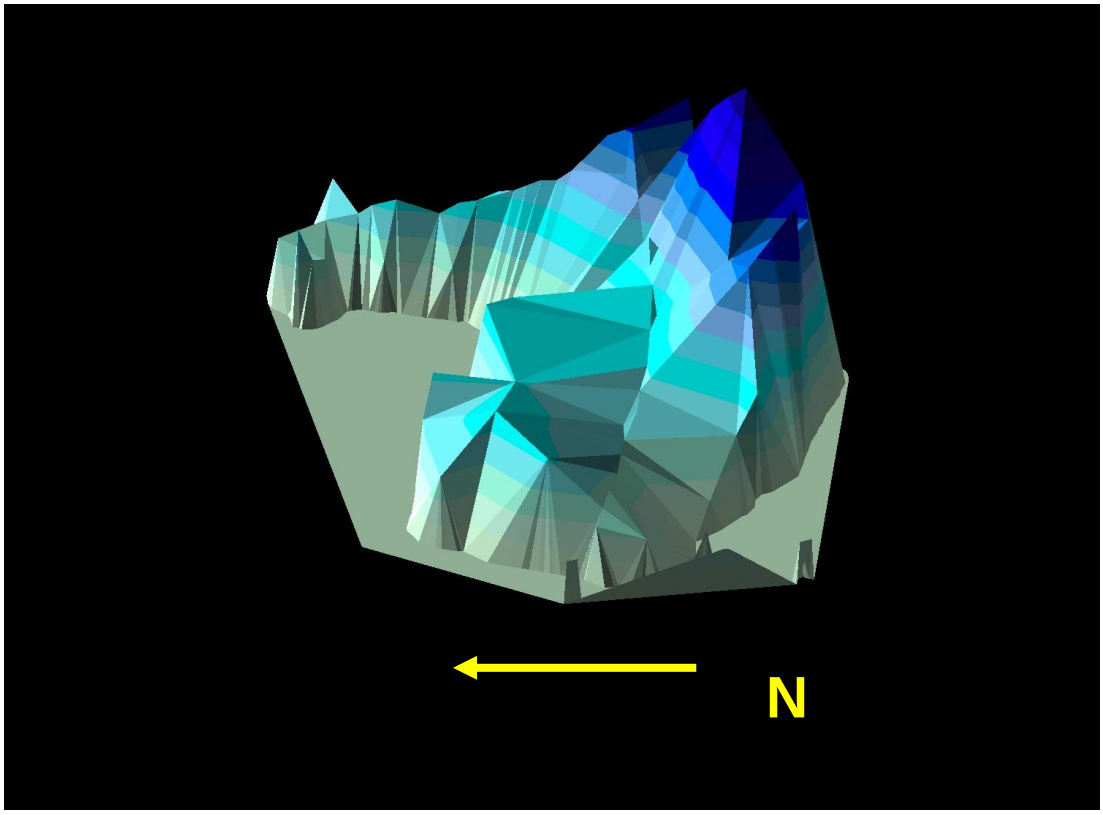
Şekil 3.38a - Sülüngür Gölü'nde Derinlik Ölçümü Yapılan Noktalar



Şekil 3.38b - Sülüngür Gölü'nün Eşderinlik Eğrileri

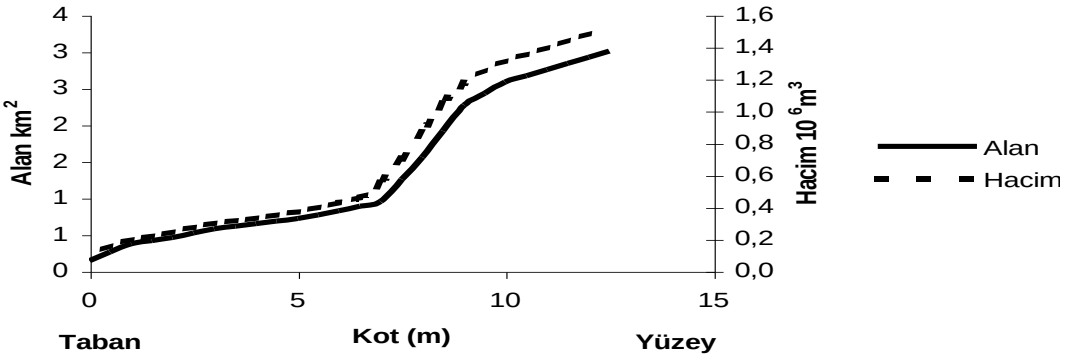


Şekil 3.38c - Sülüngür Gölü'nün Çanağı



3.38d - Sülüngür Gölü'nün Ters Kabartılmış Görüntüsü

Şekil 3.38'e göre, Sülüngür Gölü'nde ani derinlik değişimler olmaktadır. Şekil, gölün güney kısmının, kuzey kısmından daha derin olduğunu göstermektedir. Gölün giriş ve çıkışının da bulunduğu kuzeydoğu kısmının, diğer kısımlarına göre oldukça sığ olduğu anlaşılmaktadır. Göl kıyısının çok girintili–çıkıntılı bir yapıda olmadığı görünmektedir. Sülüngür Gölü, önce kuzeybatı–güneydoğu yönünde uzanmakta ancak daha sonra güneybatı–kuzeydoğu yönüne doğru bir kuyruk oluşturmaktadır. Bu kesim, gölün diğer kesimlerin göre sığ ve dardır.



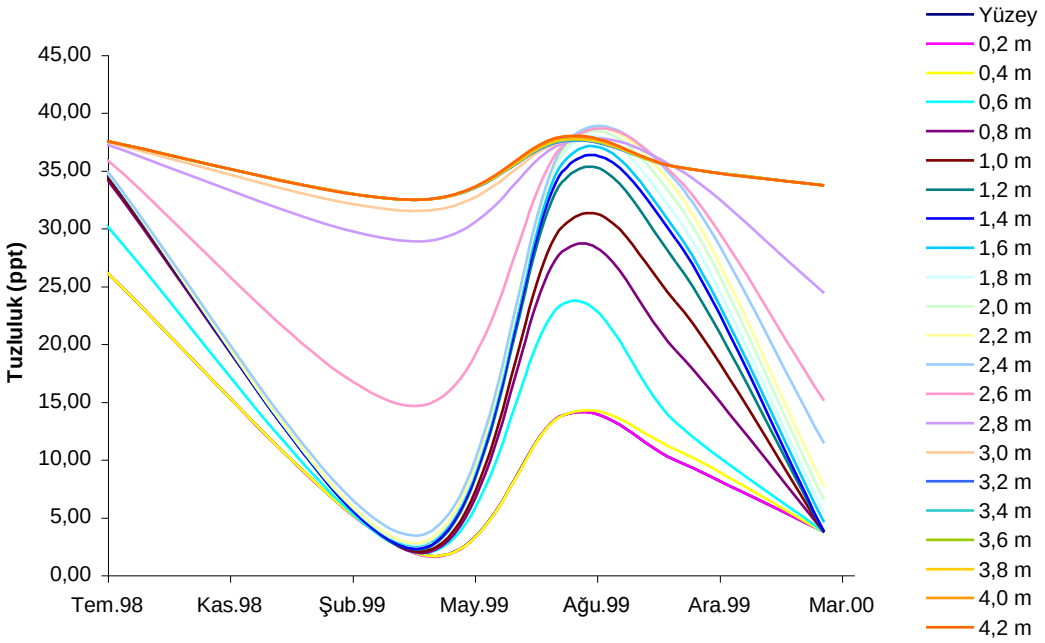
Şekil 3.39 - Sülüngür Gölü'nün Derinlik–Alan–Hacim İlişkileri

Tablo 3.25 - Sülüngür Gölü'nün Derinlik–Alan–Hacim İlişkileri

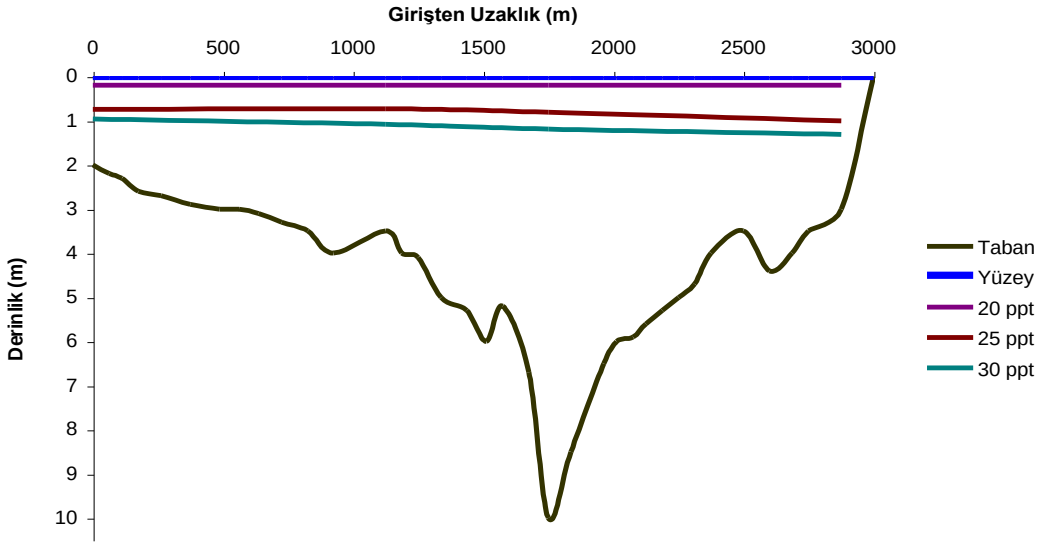
Derinlik (m)	**Kot (m)**	**Sülüngür Gölü Alan (km^2)**	**Sülüngür Gölü Hacim ($10^6 m^3$)**
0,0	12,5	3,01	
0,5	12,0	2,92	1,48
1,0	11,5	2,84	1,44
1,5	11,0	2,75	1,40
2,0	10,5	2,67	1,36
2,5	10,0	2,59	1,31
3,0	9,5	2,43	1,25
3,5	9,0	2,27	1,18
4,0	8,5	1,91	1,05
4,5	8,0	1,55	0,87
5,0	7,5	1,25	0,70
5,5	7,0	0,95	0,55
6,0	6,5	0,89	0,46
6,5	6,0	0,82	0,43
7,0	5,5	0,77	0,40
7,5	5,0	0,72	0,37
8,0	4,5	0,68	0,35
8,5	4,0	0,65	0,33
9,0	3,5	0,62	0,32
9,5	3,0	0,58	0,30
10,0	2,5	0,52	0,28
10,5	2,0	0,46	0,24
11,0	1,5	0,42	0,22
11,5	1,0	0,37	0,20
12,0	0,5	0,26	0,16
12,5	0,0	0,14	0,10
Üst tabakanın hacmi (m^3)			6.993.110
Alt tabakanın hacmi (m^3)			11.056.130

Sülüngür Gölü'ndeki tuzluluk değerleri, mevsimsel olarak değişmektedir. Bu değişimi Şekil 3.40'ta açıkça görünmektedir. Bu şekil incelendiğinde, yaz aylarında, eş derinlik eğrilerinin 25 ppt gibi yüksek tuzluluk değerleri gösterdikleri ve birbirlerine yakın oldukları görülmektedir. Bu durum, gölün çoğunlukla tuzlu su etkisi altında olduğu ve tabakalaşma yerine tuzluluğun derine doğru yavaş yavaş ancak sürekli arttığı anlamına gelmektedir. İlkbahar aylarında ise yüzeydeki tuzluluğun azalmış olduğu görülmektedir. 1,6 m derinlikte ani bir tuzluluk artışı başlamakta ve bu tuzluluk artışının 2,8 m'ye kadar sürdüğü gözlenmektedir. 1,2 m içinde, tuzluluk değeri 5 ppt'den 37 ppt civarına yükselmiş ve sonra 37 ppt civarında kalmıştır. Bu durum, ilkbahar aylarında tuzluluk tabakalaşması olduğunu göstermektedir. Burada, yüzey tuzluluğun azalması, Sülüngür Gölü'nün ilkbahar (Mart–Nisan) aylarında daha çok tatlı su etkisi altında olduğunu göstermektedir. Ağustos 1999 tarihinde ise, Temmuz 1998'e göre zayıf da olsa bir tabakalaşma gerçekleşmiştir. Burada tabakalaşmanın 0,6–1,2 m civarında olduğu görülmektedir. Kasım–Aralık 1999 zaman aralığında ise, tuzlu su etkisinin azaldığı görülmektedir. Mart ayında ise Sülüngür Gölü'nün yüzeye yakın kısımlarının çoğunlukla tatlı su etkisi altına girdiği anlaşılmaktadır. Şekil 2.79'un dikkat çekici bir yönü ise, Alagöl'de olduğu gibi belirli bir derinlikten sonra tuzluluğun zamanla pek değişmemesidir. Ancak buradaki değişimler, Alagöl'ün alt tabakasında olabilen minimum seviyedeki değişimlerden biraz daha kuvvetli değişimlerdir. Bu durumda Alagöl; mevsimsel olarak tuzluluk özellikleri değişen bir üst tabaka ile, tuzluluk özellikleri pek değişmeyen ve sürekli tuzlu su etkisi altında olan bir alt tabakaya ayrılabilmektedir. Bu tabakalar arasındaki geçiş bölgesi 2,8 m derinliktedir.

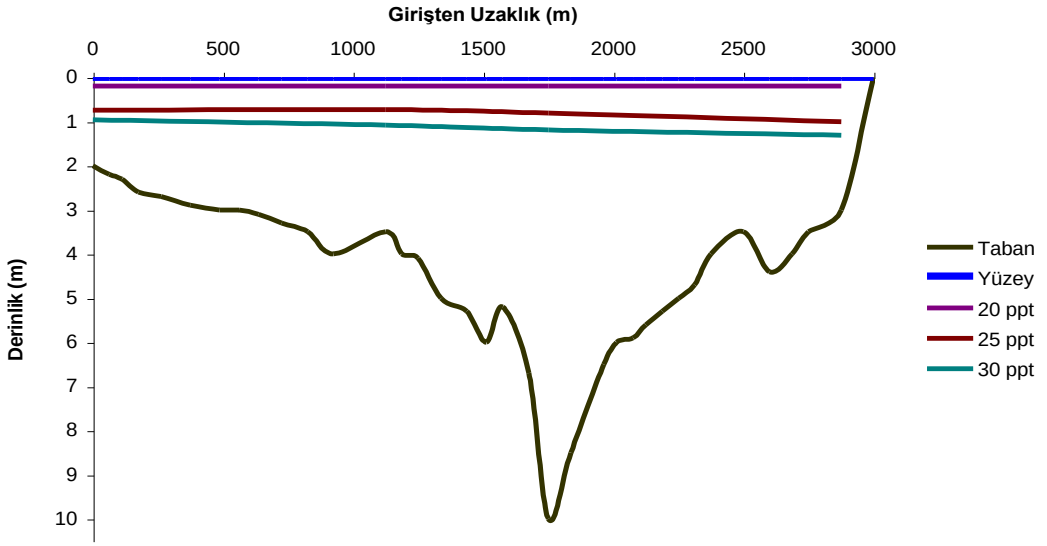
Şekil 3.40, Sülüngür Gölü'nün ortasındaki bir istasyondan alınmış veriler yardımı ile çizilmiştir. Ancak Sülüngür Gölü'nün karakteristik uzunluğu birkaç kilometreyi bulmaktadır. Bu durumda, gölün boy kesitlerinin de tuzluluk açısından incelenerek tabakalaşmanın doğrulanması gerekmektedir. Şekil 3.41 a-e'de Sülüngür Gölü'ndeki tuzluluğun gölün karakteristik uzunluğu boyunca (boykesitinde) değişik mevsimlerdeki değişimi gösterilmiştir. Bu boykesit, Şekil 3.38 a'daki Sülüngür Gölü'nün haritası üzerinde verilen karakteristik uzunluk (kırmızı kesikli çizgi) üzerinden çizilmiştir.



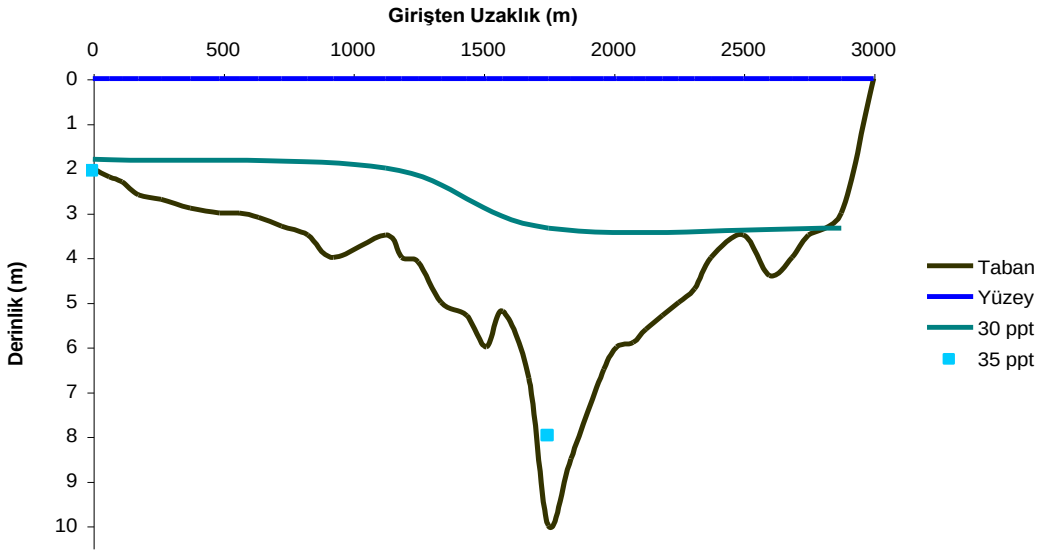
Şekil 3.40 - Sülüngür Gölü'nde Tuzluluğun Zamanla Değişimi (Gürel, 2000)



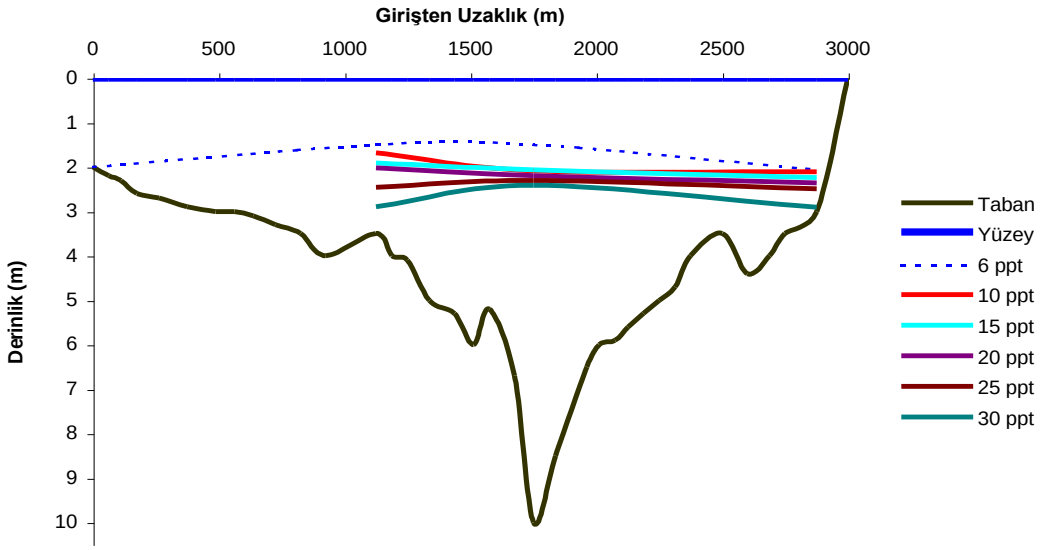
Şekil 3.41a - Aralık 1998'de Sülüngür Gölü'nde Tuzluluk Dağılımı (Gürel, 2000)



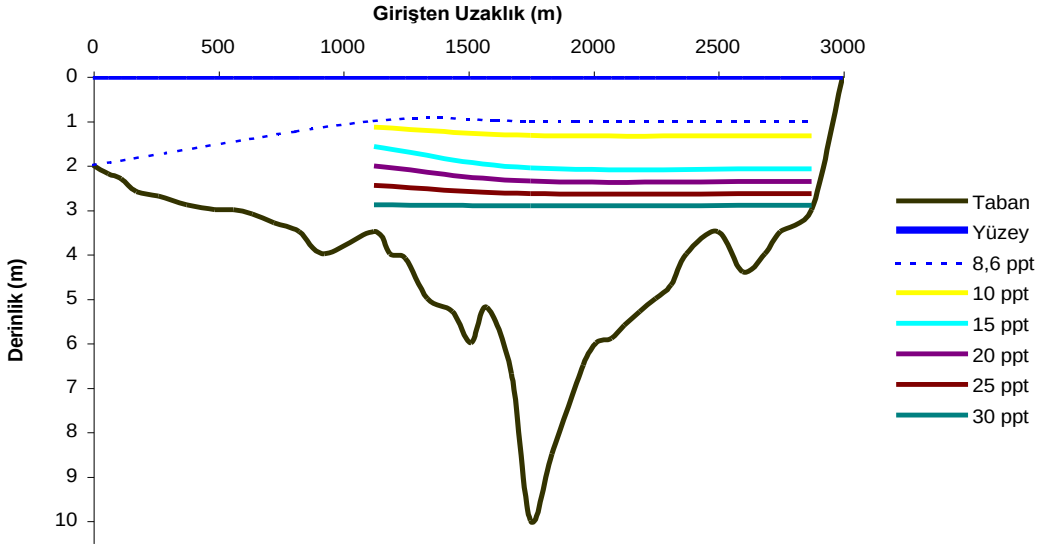
Şekil 3.41b - Nisan 1999'da Sülüngür Gölü'nde Tuzluluk Dağılımı (Gürel, 2000)



Şekil 3.41c - Ağustos 1999'da Sülüngür Gölü'nde Tuzluluk Dağılımı (Gürel, 2000)



Şekil 3.41d - Kasım 1999'da Sülüngür Gölü'nde Tuzluluk Dağılımı (Gürel, 2000)



Şekil 3.41e - Mart 2000'de Sülüngür Gölü'nde Tuzluluk Dağılımı (Gürel, 2000)

Temmuz 1998 tarihinde yapılan arazi çalışmasından alınan sonuçlara göre (bkz. Şekil 3.41a), Sülüngür Gölü, yazın büyük ölçüde tuzlu su etkisi altındadır. Yüzeydeki tuzluluk 20 ppt civarındadır. Gölün karakteristik uzunluğu boyunca, 1 m'nin altında 30 ppt'lik tuzluluk değerlerine ulaşılmaktadır. Ağustos 1999 yılında ise, gölün neredeyse tümünün tuzlu su ile dolu olduğu görülmektedir (bkz. Şekil 3.41c). Yapılan ölçümler sonucunda, gölün her derinliğinde tuzluluğun 25 ppt'nin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Nisan ve Kasım 1999'da yapılan arazi çalışması sonucunda (bkz. Şekil 3.41b ve 3.41d), göl girişinden giren suların tuzluluğunun 6 ppt civarında olduğu belirlenmiştir. Bu aylarda, yüzeydeki tuzluluğun azalmaktadır ve durum Sülüngür Gölü'ndeki tatlı su etkisinin arttığı göstermektedir. Mart 2000'deki ölçüm sonuçları da benzer şekilde yorumlanabilir. Burada, 10 ppt tuzluluk değerlerinin yüzeye iyice yaklaştığı görülmektedir.

Bütün bu bilgiler ışığında, Sülüngür Gölü'nün karakteristik uzunluğu boyunca çizilen boykesitler incelenmiş ve gölde belli bir derinliğin altında zamanla tuzluluğu oldukça az değişen bir alt tabakanın varlığı belirlenmiştir. Bu tabaka 2,5–3,5 m arasındaki bir derinlikten başlamaktadır. Üst tabakanın tuzluluğu ise mevsimsel olarak değişmektedir.

Sülüngür Gölü'nde iki tabaka arasındaki difüzyon minimal düzeydedir. İki tabaka arasındaki difüzyon katsayısı, US Army Corps of Enginners tarafından tavsiye edilen stablite yöntemine göre hesaplanmıştır. Tabakalar arasındaki difüzyonla ilgili büyüklükler Tablo 3.26'da verilmiştir.

Tablo 3.26 Sülüngür Gölü'nde Difüzyon ile İlgili Büyüklükler

Su Kolonu Minimum Stabilitesi	$0\ m^{-1}$
Su Kolonu Kritik Stabilitesi	$3 \times 10^{-8}\ m^{-1}$
Difüzyon Katsayısı	$1 \times 10^{-4}\ m^2/s$
A_3 ampirik katsayısı	0,7

3.7.5 Dalyan Kanalı

Dalyan Kanalı, ince uzun düz bir kanal şeklindedir. Uzunluğu 7 km civarında; genişliği 40-150 m, derinliği ise 2 m–4 m arasındadır. Bu bölgedeki akıntı hızı, lagün ağzı civarı hariç, diğer bölgelerdekinden daha yüksektir. Kanalın kenarlarında yükseklikleri 3-4 m'ye ulaşabilen sazlıklar olduğu gözlenmiştir (bkz. Şekil 2.43). Yapılan tuzluk ölçümlerine göre, Akdeniz'den gelen tuzlu su bu bölgeye girmekte, ancak orijinal Akdeniz suyu (%0,36 tuzlu) Köyceğiz Gölü'ne ulaşamamaktadır. Bu durumda, deniz suyunun bu bölgenin içinde tamamen dönüp üst tabaka akımına karıştığı düşünülmektedir.



Şekil 3.42 - Dalyan Kanalı'nın Köyceğiz Gölü'ne Açıldığı Yer



Şekil 3.43 - Kanalın Kıyısındaki Sazlıklar

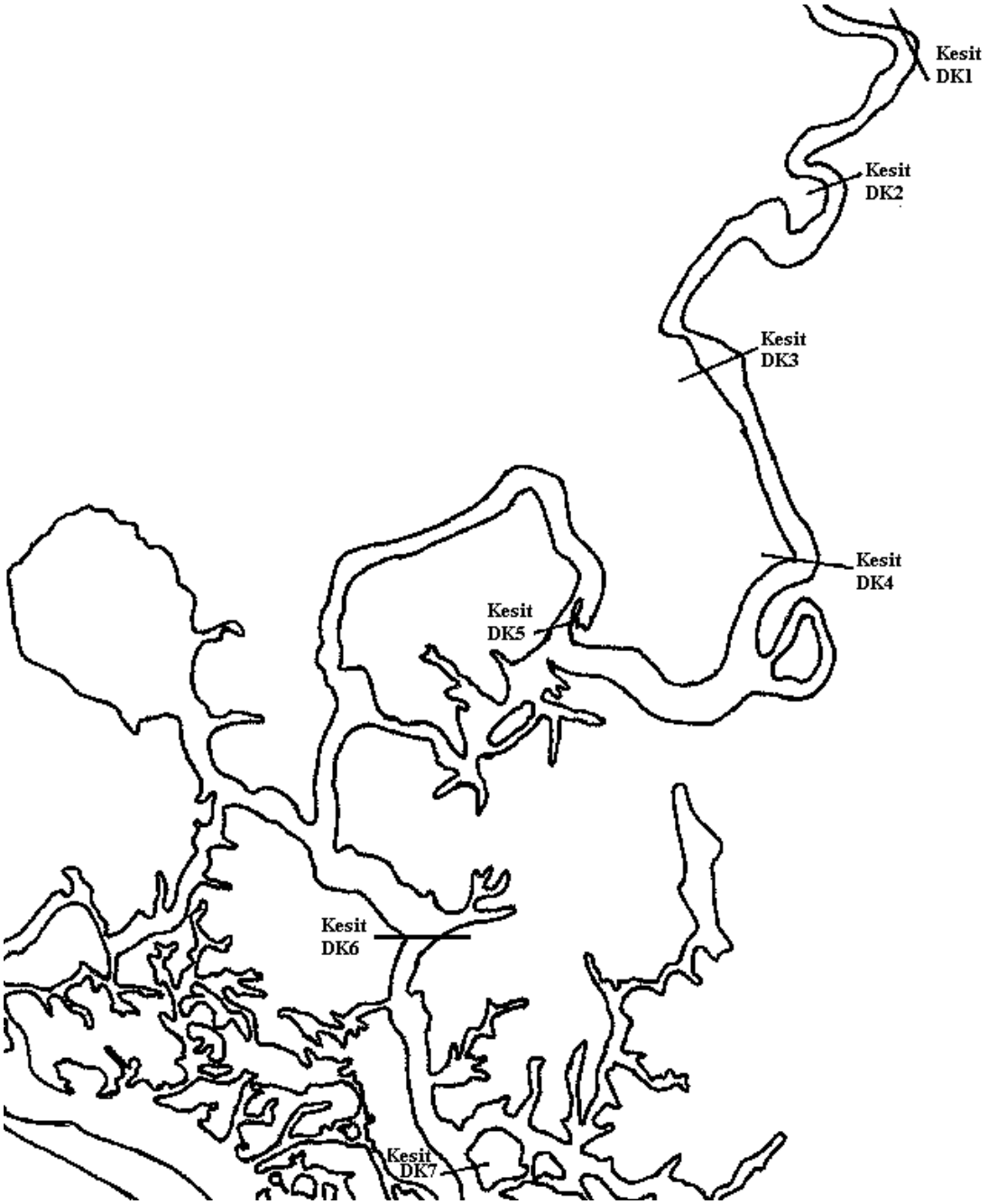
Gürel (2000) besi maddesi dinamiği çalışmasının üçüncü seferindeki tekne gezintisi sırasında Dalyan kanalı üzerinde enkesit çalışmaları yapılmıştır. Kanalda enkesit çalışması yapılan kesitler, Şekil 3.44'te işaretlenmiştir.

Bu enkesitlerden DK2, diğerlerine göre daha küçük ve dikdörtgen şekilli bir kesittir. Diğer enkesitler ise üçgene daha yakın şekillerdir. Bu kesitlerin en derin kısımları, yanal doğrultuya göre kesitin ortasına yakındır. Bu durumda kesitlerin şekillerinin simetriğe yakın oldukları anlaşılmaktadır.

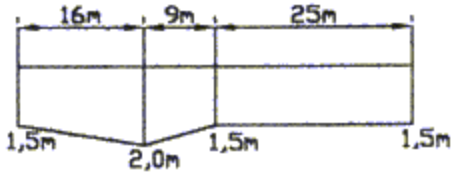
Şekil 3.49 ve Şekil 3.50, bölgede değişik derinliklerdeki tuzluluğun zamanla değişimlerini göstermektedir. Şekil 3.49 incelendiğinde Mart–Ağustos 1999 arasında, tuzlu su etkisinin oldukça az olduğu görülmektedir. Bu beklenen bir durumdur, çünkü Köyceğiz Gölü, denizden 8 km içeridedir. Köyceğiz Gölü'nün yüzeyindeki tuzluluk 2–3 ppt arasındadır. Tüm bu bilgilerin ışığında, tuzluluk ölçümü sonuçları, Mart–Ağustos 1999 arasında Köyceğiz Gölü'nden Dalyan Kanalı'na taşınan suyun, Köyceğiz Gölü'nün üst tabakasından geldiğini göstermektedir. Kasım 1999'da yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlarda, tuzlu su etkisinin arttığı olduğunu göstermektedir. Kanal tabanına doğru tuzluluk artmaktadır. Derinlik 3,8 m'de tuzluluk 14 ppt'ye ulaşmaktadır. Kanal tabanındaki tuzluluk ise 20 ppt civarına ulaşmaktadır. Bu kanalın bağlandığı Sultaniye Çanağı'nda ise tuzluluk 14 ppt civarındadır. Bu durumda, kanal tabanındaki gelen suyun Köyceğiz Gölü'nden değil, Akdeniz'den gelmesi olasıdır. Mart 2000'e gelindiğinde, tatlı su etkisi artmakta ve kanalın Köyceğiz Gölü'ne açılan kısmındaki tuzluluk düşmektedir. Ölçülen en yüksek tuzluluk 3 ppt'dir.

Şekil 3.50'de, Dalyan Kanalı'nın mansap kısımlarında ise tamamen farklı bir tuzluluk etkisini görülmektedir. Bu şekil, Köyceğiz Gölü'nden 6 km uzakta ölçülen tuzluluk değerlerine göre çizilmiştir. Şekil üzerinde, Temmuz 1998'de yapılan ölçümlerin sonuçları incelendiğinde, tuzlu su etkisinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Yüzeydeki tuzluluk 10 ppt civarında olup bu değer kanalın tabanına doğru yavaş yavaş ancak sürekli olarak artmakta ve kanal tabanında 34 ppt'ye ulaşmaktadır. Sonbahara doğru, yüzeydeki tuzluluk azalmakta ve az tuzlu su tabana doğru inmektedir. Taban tuzluluğu ise 20 ppt'ye düşmektedir. Bu durum, tuzlu su etkisinin azaldığını göstermektedir. Yaza doğru, tuzlu su etkisi gittikçe artmaktadır. Ağustos 1999'da, tuzlu su etkisi iyice artmıştır ve 1,6-1,8 m arasında tuzluluğun 5 ppt'den 25 ppt'ye çıktığı görülmektedir. Bu durum, kanalda tabakalaşma olduğu anlamına gelmektedir. Kasım 1999'da da Ağustos 1999'dakinden daha zayıf olmakla birlikte halen tabakalaşma ve tuzlu su etkisi görülmektedir. Mart 2000'de ise tuzlu su

etkisinin iyice azalmış olduğu görülmektedir. Yapılan ölçümlere göre kanal tabanındaki tuzluluğun 5 ppt'ye kadar inmiş olduğu görülmektedir.

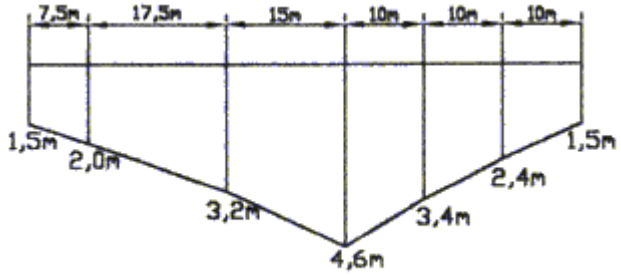


Şekil 3.44 - Enkesit Çalışmaları (Gürel 2000)



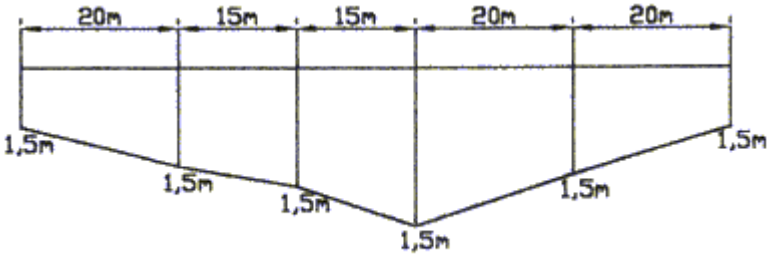
Kesit DK2

Şekil 3.45 - Dalyan Kanalı Enkesit 2 (Yatay Ölçek 1/1000, Dikey Ölçek 1/200)



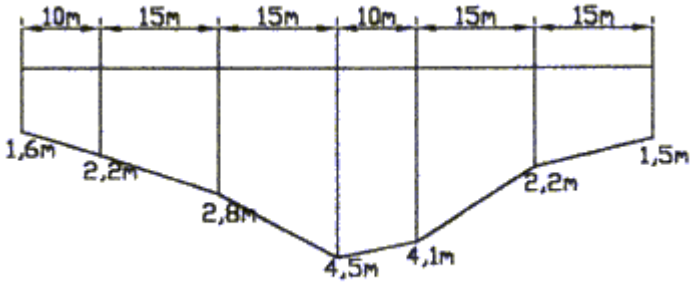
Kesit DK3

Şekil 3.46 - Dalyan Kanalı Enkesit 3 (Yatay Ölçek 1/1000, Dikey Ölçek 1/200)



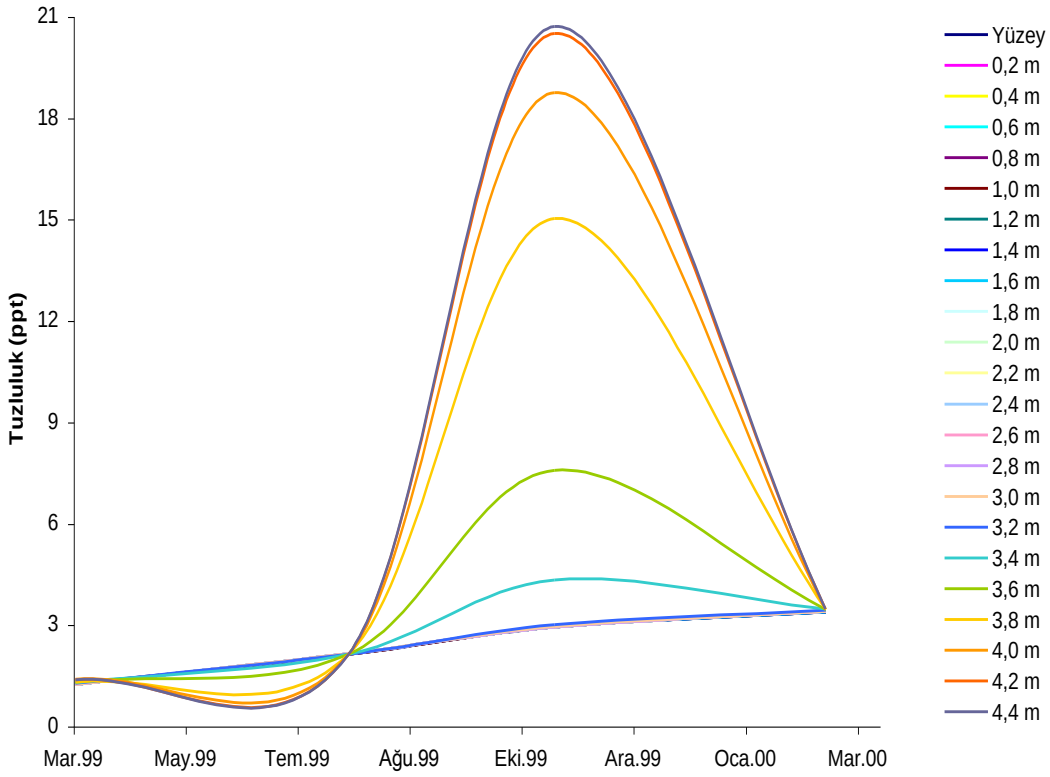
Kesit DK4

Şekil 3.47 - Dalyan Kanalı Enkesit 4 (Yatay Ölçek 1/1000, Dikey Ölçek 1/200)

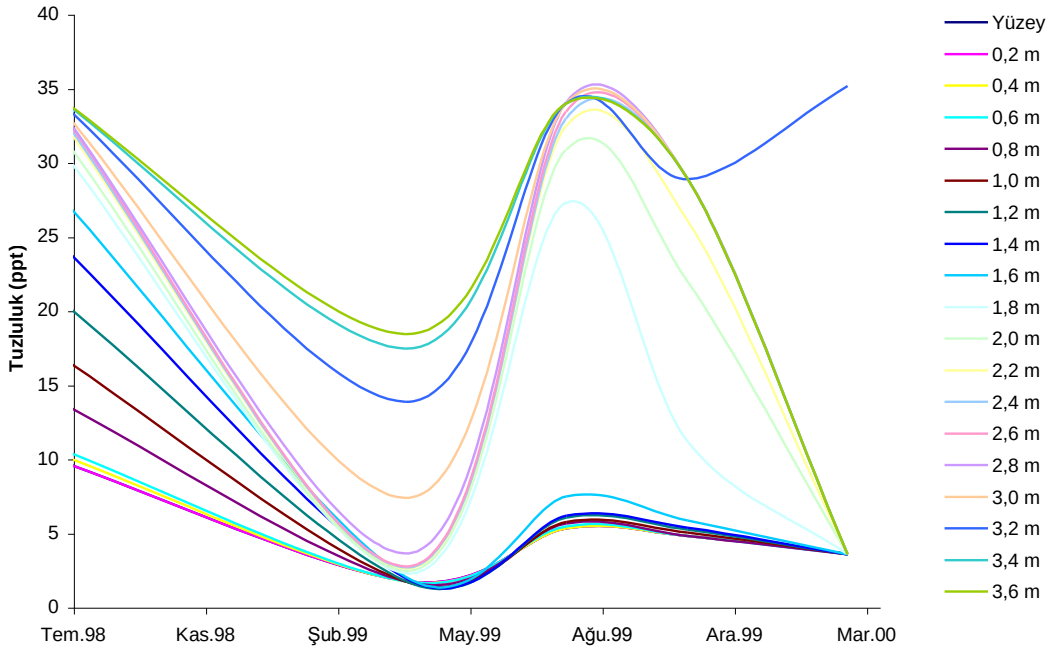


Kesit DK5

Şekil 3.48 - Dalyan Kanalı Enkesit 5 (Yatay Ölçek 1/1000, Dikey Ölçek 1/200)

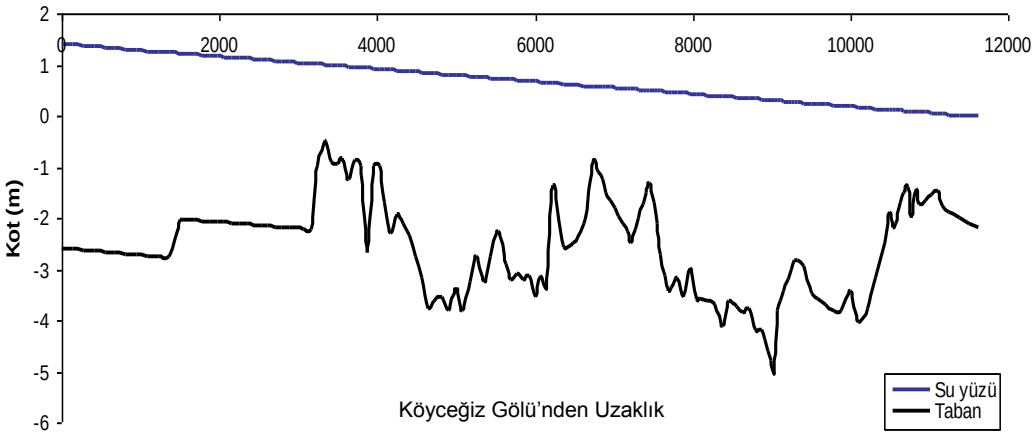


Şekil 3.49 - Köyceğiz Gölü Çıkışı Tuzluluğun Zamanla Değişimi (Gürel, 2000)



Şekil 3.50 - Dalyan Kanalı'nda Tuzluluğun Zamanla Değişimi (Gürel, 2000)

Dalyan Ana Kanalı'nın boy kesiti, Şekil 3.51'de verilmiştir.

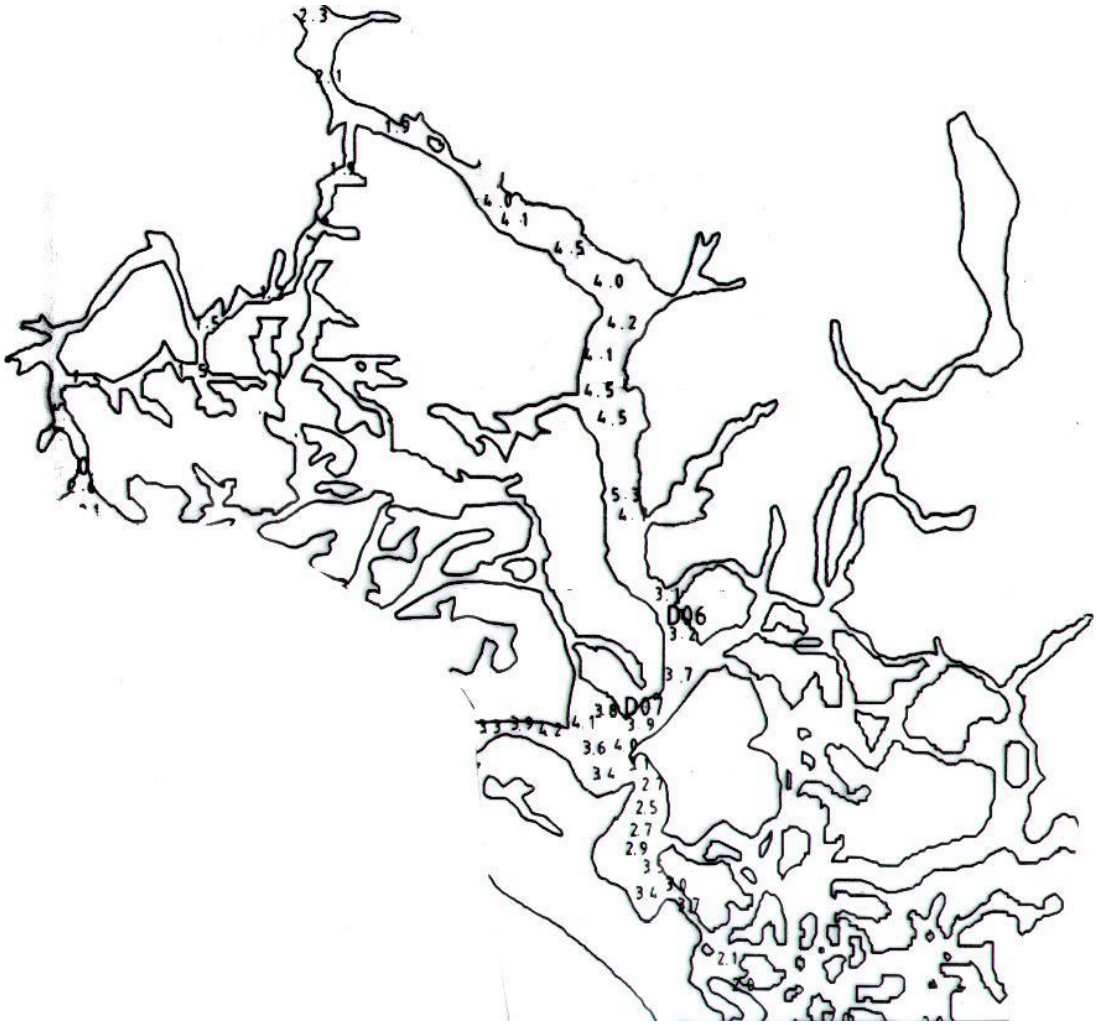


Şekil 3.51 - Dalyan Ana Kanalı Boy Kesiti

Şekil 3.51'den de görüldüğü gibi, derinlik kanal boyunca oldukça değişkendir. Dalyan Ana Kanalı'nda Manning formülü kullanılarak tek boyutlu hidrolik modelleme çalışması yapılmıştır (Bkz. Bölüm 4.2). Bu modelleme çalışması sonucunda, ana kanalın toplam debi taşıma kapasitesinin 67 m^3/s civarında olduğu belirlenmiştir. Bu debide, an kanaldaki hızlar 0,16–0,18 m/s civarında bulunmuştur. Ölçüm hızlarına (0,12–0,15 m/s) yakın bulunan bu hızların sağlanabilmesi için, Manning katsayılarına 0,13–0,15 gibi yüksek değerler verilerek hesap yapılması ile mümkün olmuştur. Bu çalışmada, Köyceğiz Gölü ile Akdeniz arasındaki kot farkı 1,38 m alınmıştır.

3.7.6 Dalyan Kanal Ağları

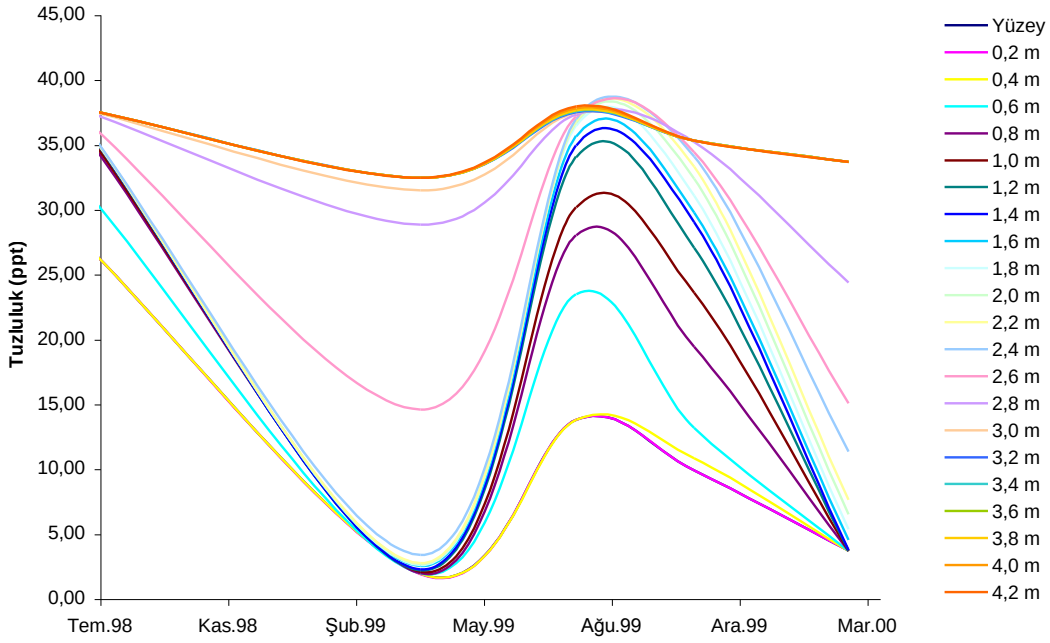
Dalyan Kanalı'nın mansap kısmı, oldukça karmaşık bir kanal ağı şeklindedir (Şekil 3.52). Bu bölgedeki akıntı hızları, memba kısmındaki akıntı hızlarından daha düşük olduğu gözlenmiştir. Dikey tuzluluk profilleri ve değişik derinliklerdeki yatay hız ölçümleri incelendiğinde, tüm bölgede iki tabakalı bir akımın hakim olduğu görülür. Derinlik 1,5-2,5 m civarındadır. Bazı kısımlarında derinlik iyice azalmakta 1 m'nin altına düşmektedir. Taşkın zamanlarında bu alanın büyük bir kısmı tamamen su altında kalmakta, adeta büyük bir sığ göle dönüşmektedir.



Şekil 3.52 - Dalyan Kanal Ağlarının Batimetrisi

Şekil 3.53, bölgede değişik derinliklerdeki tuzluluğun zamanla değişimi görülmektedir. Bu şekil, Dalyan Kanal Ağları'nın memba dallanmanın çok olmadığı memba kesiminde ölçülen tuzluluk değerlerine göre çizilmiştir. Dalyan Kanal ağlarının bu kısmındaki tuzlu su hareketleri, Dalyan Kanalı'nın mansap kesimindekilere benzemektedir. Ancak bu bölgede, özellikle yaz aylarında tuzlu su etkisi, Dalyan Kanalı'nın mansap kesiminden daha yüksektir. Bu bölge denize daha yakın olduğu için, bu beklenen bir durumdur. Şekil üzerinde, Temmuz 1998'de yapılan ölçümlerin sonuçları incelendiğinde, tuzlu su etkisinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Yüzeydeki tuzluluk 25 ppt civarında olup bu değer kanalın tabanına doğru yavaş yavaş ancak sürekli olarak artmakta ve kanal tabanında 37 ppt'ye ulaşmaktadır. Sonbahara doğru, yüzeydeki tuzluluk azalmakta ve az tuzlu su tabana doğru inmektedir. Ancak, taban tuzluluğu 35 ppt civarında kalmaktadır.

Nisan 1999'da yapılan ölçümlerde, kuvvetli bir tabakalaşma görülmektedir. Bu tabakalaşma 2,4–2,8 m arasında olmaktadır. Yaza doğru, tuzlu su etkisi gittikçe artmakta ancak tabakalaşma yerine karışım görülmektedir. Ağustos 1999'da, tuzlu su etkisi artmıştır. Bu durum, yüzey tuzluluğunun 13 ppt civarına çıkmasından anlaşılmaktadır. Kasım 1999'da Ağustos 1999'dakinden daha güçlü bir tuzluluk etkisi görülmektedir. Kasım 1999'da; bu bölge dışında Dalyan Kanalı ve Köyceğiz Gölü çıkışında da nispeten yüksek tuzlu su etkisinin belirlenmiş olması, bu tuzlu suyun sistem boyunca hidrolik eğime ters yönde hareket ederek Köyceğiz Gölü'ne kadar ulaşması olasılığını güçlendirmektedir.

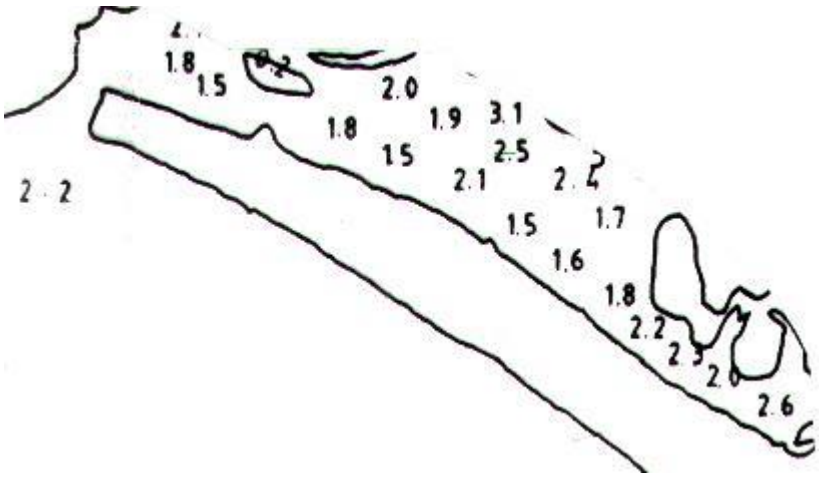


Şekil 3.53 - Dalyan Kanal Ağları'nda Tuzluluğun Zamanla Değişimi (Gürel, 2000)

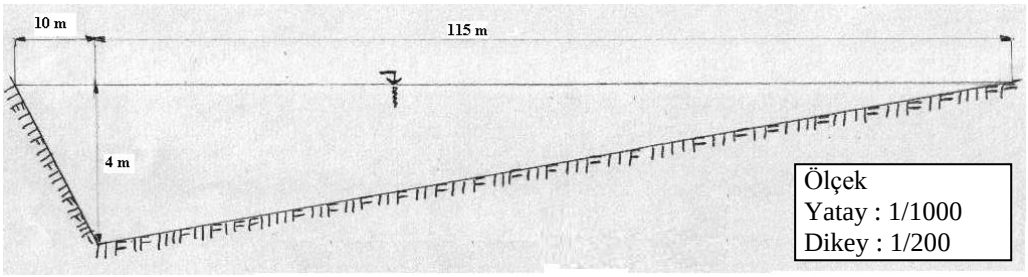
3.7.7 İztuzu Bölgesi

Havzanın Akdeniz kıyılarını oluşturan 5400 m uzunluğunda ve 150-200 m genişliğindeki kumsal ile kumsalın batı ucundaki lagüne giriş ağzı ve kumsalın hemen arkasında yer alan kıyı gölü, İztuzu kesimi olarak adlandırılmıştır.

İztuzu Bölgesi'nin batimetrisi Şekil 3.54'te, Lagün ağzının enkesiti ise Şekil 3.55'te verilmiştir. Lagün ağzının enkesiti, hareketli kum tepelerinin varlığı ile çok değişken olup, Şekil 3.55 Ağustos 1999'da yapılan anlık bir gözlem sonucunda çizilebilmiştir. Şekilden 3.54'te görüldüğü gibi, bu bölge oldukça sığdır. İnce uzun, denize paralel bir dikdörtgen şeklinde olan İztuzu Bölgesi'nin birçok giriş ve çıkışı vardır.



Şekil 3.54 - İztuzu Bölgesi'nin Batimetrisi

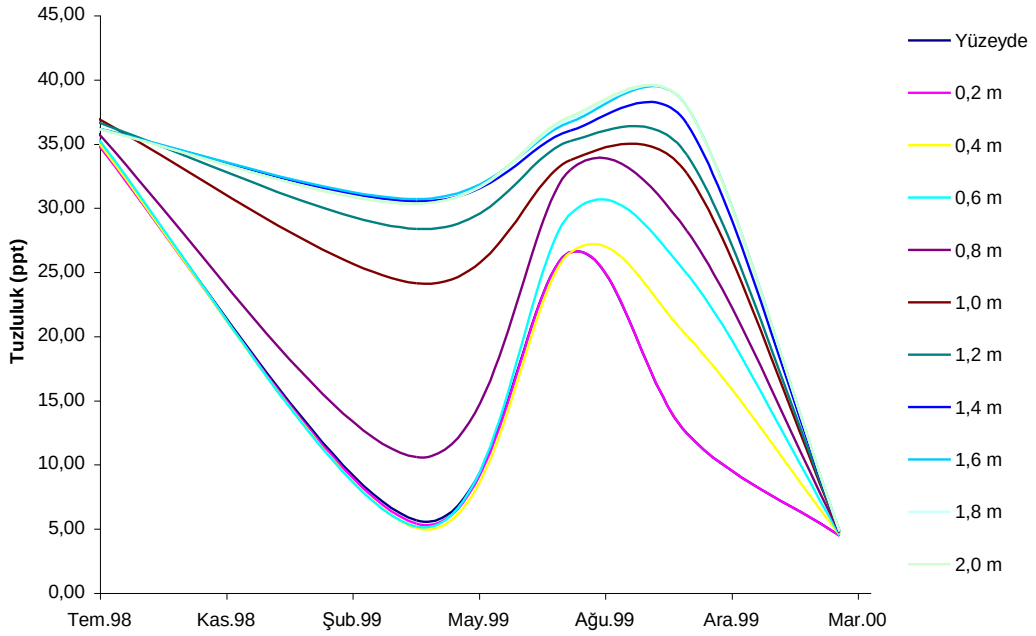


Şekil 3.55 - Lagün Ağzının Enkesiti

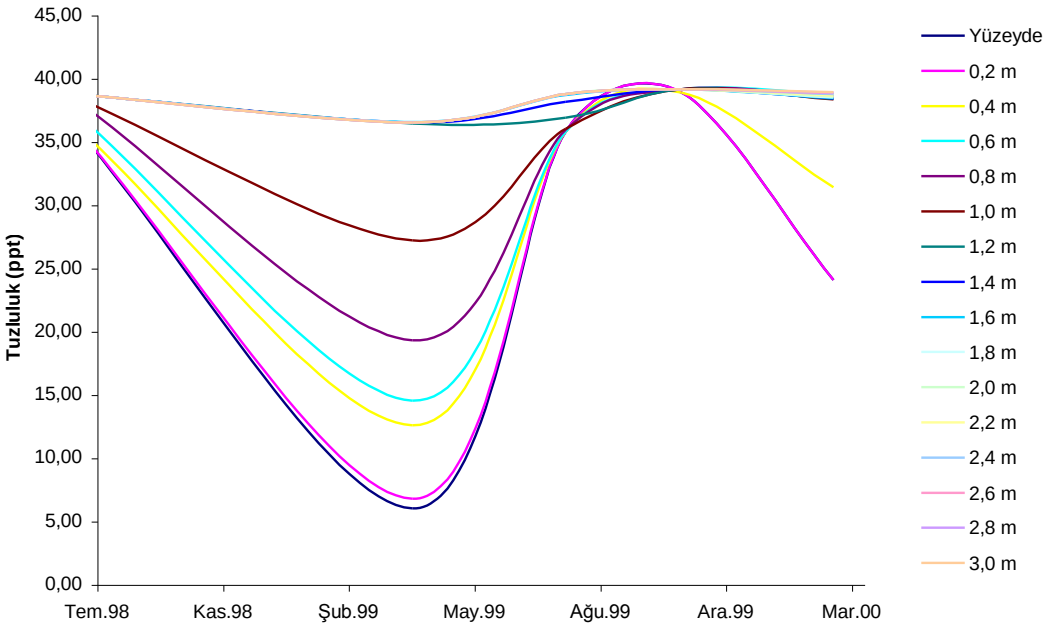
Şekil 3.56, bölgede değişik derinliklerdeki tuzluluğun zamanla değişimi görünmektedir. Bu şekilde, İztuzu Bölgesi'nin Nisan 1999 ve Mart 2000 dışında dışında, çoğunlukla tuzlu su etkisi altında olduğu görülmektedir. Nisan 1999 ve Mart 2000'de yüzey tuzluluğu 5 ppt'ye düşmüştür. Temmuz 1998, Ağustos 1999 ve Kasım 1999'da ise yüzey tuzluluğu 20–25 ppt arasındadır. Kuvvetli deniz etkisi ve bölgenin sığ olması nedeniyle, tabakalaşma görülmemektedir.

Şekil 3.57'ye bakıldığında, lagün ağzında, 1999 ilkbaharı dışında sürekli tuzlu su etkisi görünmektedir. Buradaki tuzluluğun Temmuz 1998, Ağustos 1999 ve Kasım 1999'da 35–38 ppt olduğu görülmektedir. Bu durumda, Lagün ağzı Akdeniz olarak düşünülebilir. Ancak 1999 yılı ilkbaharında, Köyceğiz–Dalyan Lagün Sistemi'nin diğer bölgelerinde de olduğu gibi burada da kuvvetli tatlı su etkisi

görülmektedir. Bu tatlı su etkisi nedeniyle, Akdeniz'in içinde olduğu kabul edilebilen Lagün Ağzı'ndaki yüzey tuzluluğu 5 ppt'ye kadar düşmüştür. Ancak 0,8 m–1 m arasında tabakalaşma gerçekleşmiş olduğu ve tuzluluğun bu derinlikten sonra 30 ppt civarına yükseldiği görülmektedir.



Şekil 3.56 - İztuzu Bölgesi'nde Tuzluluğun Zamanla Değişimi (Gürel, 2000)



Şekil 3.57 - Lagün Ağzında Tuzluluğun Zamanla Değişimi (Gürel, 2000)

BÖLÜM 4. HİDRODİNAMİK ÖN MODELEME ÇALIŞMALARININ DALYAN LAGÜNÜNE UYGULANMASI

Köyceğiz - Dalyan Lagün Sistemi'nin karmaşıklığından ve mevcut hidrolik verilerin kıtlığı nedeniyle, önce en basit modelleme yaklaşımları kullanılmış, daha sonra daha karmaşık modelleme yaklaşımları ile daha ayrıntılı sonuçların elde edilmesine çalışılmıştır. Köyceğiz Gölü daha önceki bir çalışmada modellendiği için bu çalışmada lagün sisteminin Köyceğiz Gölü'nün mansabında kalan kısmı modellenmiş, Köyceğiz Gölü'nün modellenmeden sadece karışım ve tabakalaşma özellikleri analiz edilmesi ile yetinilmiştir (Bkz. Bölüm 6).

4.1 Dalyan Lagününün Nicel Karakteristikleri

Dalyan Lagünü'nün 1/12.500 ölçekli bir haritası üzerinde yapılan incelemelerden sonra, lagünün Şekil 2.3d veya 2.3e'de gösterilen lagün sınıflarından birine dahil edilebileceği anlaşılmıştır. Lagün, düğüm noktalarında birleşen kanallardan oluşmaktadır. Harita üzerinde incelemeler yapılırken, bazı düğüm noktalarına birden çok kanal girdiği ve bu düğüm noktalarından birden çok kanal çıktığı gözlemlenmiştir.

Sistemin kollara ayrılmayan ve hidrolik açıdan ani değişimlerin olmayacağı belirlenen parçaları numaralandırılarak birer kanal olarak tanımlanmıştır. Kanalların kesiştiği kısımlar ise düğüm olarak tanımlanmıştır. Çalışma sırasında uygulanan hidrolik, hidrodinamik ve su kalitesi modellerinde de kullanılan bu son analizin sonuçlarına göre:

1. Sistemde 49 düğüm (kavşak olarak adlandırılacak) ve bu kavşakları bağlayan 63 tane kanal vardır. Bu kanallar, tek boyutlu hidrodinamik model için de kullanılabilir.

2. Dalyan Lagünü'nde iki tane göl (Alagöl ve Sülüngür Gölü) vardır. Bu göllerin de kanal ağına dahil edilmesi uygun görülmüştür. Alagöl'ün alanı

oldukça küçüktür, hatta sistemde kanal olarak tanımlanan bazı bölgelerden daha küçüktür. Sülüngür Gölü'nün ise diğer kanallarla sadece bir bağlantısı vardır ve bu göle giren ve çıkan debilerin oldukça küçük olduğu tahmin edilmiştir. Bu tahmin, daha sonra modellerin çalıştırılması ile elde edilen sonuçlarla doğrulanmıştır.

Dalyan Lagünü için Tablo 3.1'de verilen 9 morfometrik parametreden çoğunun hesaplanabilmesi için, seçilen kanalların özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Kanalların alanları 1/12.500 ölçekli harita üzerinden elektronik planimetre ile ölçülerek bu ölçüm sonuçları kanal uzunluklarına bölünüp ortalama genişlikleri bulunmuştur (Bkz. Tablo 4.1). Bu kanallar, Şekil 4.4 ve Ek B.2'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1 – Kanal Özellikleri

Kanal	Uzunluk (m)	Alan (m^2)	Genişlik (m)	Kanal	Uzunluk (m)	Alan (m^2)	Genişlik (m)
1	500	80548	161	32	412,5	133875	325
2	375	81286	217	33	662,5	112359	170
3	437,5	109172	250	34	1200	1432781	1194
4	625	82078	131	35	987,5	545063	552
5	587,5	107578	183	36	575	51000	89
6	550	49406	90	37	350	9563	27
7	287,5	21516	75	38	350	36656	105
8	475	36338	77	39	287,5	14344	50
9	350	69360	198	40	425	31875	75
10	587,5	40641	69	41	462,5	19125	41
11	537,5	36656	68	42	237,5	8766	37
12	450	74109	165	43	325	14344	44
13	262,5	22313	85	44	412,5	17531	43
14	475	20719	44	45	362,5	31875	88
15	400	16734	42	46	412,5	198422	481
16	300	24703	82	47	425	12750	30
17	300	48609	162	48	375	55781	149
18	475	30281	64	49	312,5	57439	184
19	437,5	27891	64	50	525	46219	88
20	300	8766	29	51	462,5	23906	52
21	362,5	8734	24	52	525	91800	175
22	312,5	9563	31	53	500	38250	77
23	412,5	43669	106	54	612,5	55781	91
24	487,5	31875	65	55	612,5	60563	99
25	525	25500	49	56	525	65344	124
26	512,5	22313	44	57	600	114750	191
27	312,5	25500	82	58	987,5	86063	87
28	662,5	51000	77	59	1300	135469	104
29	537,5	102000	190	60	900	74906	83
30	287,5	20719	72	61	837,5	133875	160
31	525	30281	58	62	1362,5	202406	149

Dalyan Lagünü'nün kanal ağı şeklindeki yapısı düşünüldüğünde, Tablo 3.1'de verilmiş 9 morfometrik parametreden

- Ağ yoğunluğu
- Ağ uzunluğu
- Ağ çok yolluluk

parametrelerinin en önemlileri oldukları belirlenmiştir. Bu üç parametre ağ yapısının karmaşıklığı hakkında bilgi vermektedir. Sistemin kıyıya paralel (a) ve kıyıya dik (b) karakteristik uzunlukları, harita üzerinden ölçülerek; kıyıya paralel karakteristik uzunluk (a) = 7.087 m ve kıyıya dik karakteristik uzunluk (b) = 7.025 m bulunmuştur.

4.1.1 Ağ Yoğunluğu Parametresi

Bu parametre, a ve b karakteristik uzunluk çizgilerinden oluşturulan dikdörtgenin alanın lagün tarafından doldurulan kesimini verir. Dalyan Lagünü için:

$$\Sigma A_i = 5{,}273 \text{ km}^2$$

$$p_{dens} = \frac{5{,}273 \text{ km}^2}{7{,}087 \text{ km} \cdot 7{,}025 \text{ km}} \approx 0{,}11$$

4.1.2 Ağ Uzunluğu Parametresi

Bu parametre, lagünün kanallarının toplam uzunluğunun a ve b uzunluklarına oranıdır. Sayısal büyüklüğü yüksek olması, lagünün akarsuya benzer bir yapıya sahip olduğu anlamına gelir. Dalyan Lagünü için:

$$\Sigma L_i = 31{,}975 \text{ km}$$

$$p_{len} \in \left(\frac{31{,}975 \text{ km}}{7{,}087 \text{ km}} ; \frac{31{,}975 \text{ km}}{7{,}052 \text{ km}} \right) \Rightarrow p_{net} \in (4{,}5 \ ; \ 4{,}55)$$

4.1.3 Ağ Yol Seçenekleri Parametresi

Bu parametre, lagün sistemi içinde belirlenmiş bir noktadan diğerine ulaşmak için izlenmesi mümkün olan yolların çokluğu hakkında fikir verir. Sistem karmaşıklaştıkça, bir noktadan diğer noktaya gitmek için izlenebilecek en kısa ve en uzun yol arasındaki fark artar. Dalyan Lagünü için 4 tane referans noktası tanımlanmıştır. Bunlar:

- Kavşak 1(A noktası – Akdeniz ile bağlantı)
- Kavşak 35(B noktası – Alagöl girişi)
- Kavşak 18(C noktası – Sülüngür Gölü girişi)
- Kavşak 48(D noktası – Köyceğiz Gölü çıkışı)

En kısa ve en uzun yollar; A – B, A – C, A – D ve A – A arasında hesaplanmıştır. İzlenen yollar:

A -> B en kısa yol

1, 39, 40, 43, 44, 45, 46 = 2.725 m

A -> B en uzun yol

1, 2, 3, 6, 16, 13, 12, 49, 48, 47, 45, 46 = 4.626 m

A -> C en kısa yol

1, 2, 3, 6, 17, 28, 29, 33 = 4.025 m

A -> C en uzun yol

1, 39, 41, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 12, 14, 21, 24, 30, 32 = 6.238 m

A -> D en kısa yol

1, 39, 40, 43, 44, 47, 50, 51, 52, 56, 57, 59, 59, 60, 61, 62 = 10.400 m

A -> D en uzun yol

1, 2, 3, 6, 17, 28, 27, 23, 20, 15, 13, 12, 49, 48, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62 = 14.413 m

A -> A en kısa yol

1, 39, 40, 43, 44, 47, 48, 49, 10, 5, 2, 1 = 5.113 m

A -> A en uzun yol

1, 39, 41, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 12, 14, 21, 24, 26, 18, 17, 11, 8, 5, 2, 1
= 8.875 m

Bu yollara göre hesaplanan p_{short} ve p_{long} parametreleri, Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2 - Ağ Yol Seçenekleri Parametresi

	A -> B	A -> C	A -> D	A -> A
p_{short}	0,0852	0,1259	0,3253	0,1599
p_{long}	0,1489	0,1951	0,4507	0,2776

4.1.4 Uç Derinlik Parametresi

Dalyan Lagün Sistemi'nin en derin kısmı Sülüngür Gölü'ndedir. Bu kısmın derinliği 12 m civarındadır. Sistemin ortalama derinliği ise 3 m civarındadır. Bu durumda

$$p_{deep} = 13\ m / 3\ m = 4,25$$

4.1.5 Sığlık Parametresi

Dalyan Lagünü için hesap yapılırsa,

$$p_{shall} \in \left(\frac{3\ m}{7,087\ km}, \frac{3\ m}{7,025\ km} \right) \Rightarrow p_{shall} \in (0,423 \ ; \ 0,427)$$

bulunur.

4.1.6 Morfometrik Parametrelerin Yorumlanması

Morfometrik parametrelerin aldıkları değerlere göre:

- Kanal ağının tümünün kenar uzunlukları birbirine yakın olan dikdörtgensel bir bölge içine sığdırılabileceği

- Kanal ağının karmaşık bir kanal yapısı olduğu (Tüm sistemin ağ yoğunluğu parametresi 0,11 ancak alt kısmı sınırlayan bir dikdörtgen üzerinden aynı hesap yapılırsa daha yüksek bir değer bulunabilir.)

yorumları yapılabilir. Bu parametreler, diğer lagünlerin parametreleri ile karşılaştırılınca, Dalyan Lagünü için daha anlamlı hale geleceklerdir.

4.2 Tek Boyutlu Hidrolik Modelin QUAL2E Yardımı ile Uygulanması

Dalyan Lagünü asında iki tabakalı bir akımın hakim olduğu ve denizle etkileşimi son derece dinamik bir ortamdır. Sınır koşullarındaki su seviyesinin sürekli değiştiği ve deniz etkileşimi nedeniyle de lagüne giren tuzlu suyun sistemin dikey tuzluluk ve yoğunluk profillerini değiştireceği göz önünde bulundurularak sistemin çok boyutlu ve dinamik bir modelleme yaklaşımı ile ele alınması gerekeceği açıktır. Ancak hidrolik modelleme çalışmasının ilk aşamasında sistem basitleştirilerek dallanmaların olmadığı tek boyutlu bir kanal haline getirilmiş ve kararlı durum kabulü yapılarak modellenmiştir. Bu fiktif sistemin modellenmesinden elde edilen sonuçlar yardımı ile gerçek sistemin, Köyceğiz Gölü ile Akdeniz arasındaki değişik kot farklarında ana kanal üzerinden taşkına yol açmadan geçirebileceği toplam debi hakkında fikir sahibi olunabilir. Böylece sistemin debi taşıma kapasitesi doğru bir mertebede belirlenip daha karmaşık hidrodinamik modelleme çalışmalarına ışık tutulabilir.

Bu çalışmada tek boyutlu hidrolik olarak Manning bağıntısının kullanılmasına karar verilmiştir. Çoğu hidrolik ve hidrodinamik modelleme yazılımında taban ile sürtünme etkisi, Manning katsayısı ile hesaplandığından, bir boyutlu hidrolik modelden elde edilen sonuçların diğer modellerden elde edilecek sonuçlarla karşılaştırılması kolaylaşacaktır.

Doğal su ortamlarının Manning katsayılarının bulunması zordur. Bu nedenle bir literatür taraması yapılmış ve değişik su kanallarının fotoğraflarını ve Manning katsayılarını içeren bir tablo oluşturulmuş ve bu tablodaki fotoğraflar, Dalyan Lagününde çekilen fotoğraflarla karşılaştırılarak lagünün değişik bölgelerindeki Manning katsayıları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Tahmin edilen Manning katayıları, diğer hidrolik ve hidrodinamik modeller için de kullanılmıştır.

Tek boyutlu hidrolik model olarak, başlangıçta USEPA tarafından geliştirilmiş QUAL2E modelinin kullanılmasına karar verilmiştir. Bölüm 3.2'de ayrıntılı bir şekilde anlatılan QUAL2E modelinin seçilmesindeki nedenler:

- QUAL2E; basit ve kullanımı kolay bir modeldir. Çok zaman ve emek harcamadan modelin hidrolik ile ilgili kısmının çalıştırılması ve sonuç alınması mümkündür.

- Model yazılımı, standart FORTRAN 77 kullanılarak geliştirilmiştir ve kaynak kodu ile birlikte ücretsiz olarak temin edilebilmektedir. Model yazılımının yanında, bir de Microsoft Windows® işletim sistemi altında çalışan bir kullanıcı arabirimi verilmektedir. Bu kullanıcı arabirimi yardımı ile modelin girdi dosyaları kolaylıkla oluşturulabilmektedir.

- QUAL2E çok kullanılan bir modeldir ve bir çok modelleme yazılımı paketine kısmen ya da tamamen entegre edilmiştir. Örneğin HSPF (Hydrological Simulation Program FORTRAN) yazılımının su kalitesi modülü, QUAL2E alt programları ile oluşturulmuştur. QUAL2E, GIS tabanlı bir havza modelleme yazılımı paketi olan BASINS (Better Assessment Science Integrated point and Nonpoint Sources) sistemine de entegre edilmiştir (EPA, 2001).

- QUAL2E daha önce yüzlerce akarsu sistemine uygulanmış, çok iyi tanınan ve bilinen ve güvenilirliği kanıtlanmış bir modeldir.

QUAL2E modelini çalıştırmak için oluşturulan fiktif sistemin çizimi, ilgili Ek-A'da verilmiştir.

QUAL2E, oldukça basit bir kanal ağı yapısının tanımlanmasına izin vermektedir. Bu nedenle sistemi gerçek jeomorfolojik özellikleri ile modellenememiş, bunun yerine gerçek sisteme hidrolik olarak mümkün olduğu kadar eşdeğer fiktif bir sistem oluşturulmuştur.

4.2.1 Sistemin Dallanmasız Tek Kanal Haline Getirilmesi ve Bölümler

Oldukça karmaşık bir yapıya sahip olan Dalyan Lagünü'nde ve tek kanallı yapıyı bozan 4 bölge vardır. Bu bölgeler:

- Bölge 1 : Kanal 56 – Kanal 50 arası
- Bölge 2 : Alagöl ve bağlantısı
- Bölge 3 : Kanal 49 – Kanal 2 arası
- Bölge 4 : Sülüngür Gölü

Birinci ve üçüncü bölge, orijinal yapıları ile hidrolik olarak eş değer kanallar haline getirilmiş, diğer bölgeler ise, debilerinin düşük olması nedeniyle basitleştirilmiş fiktif sisteme dahil edilmemiştir.

Akarsu, kanal 49'dan sonra dallanmaya başlamakta ve oldukça karmaşık bir ağ yapısı oluşturmaktadır. Bu karmaşık kanal yapısı, tam karışımlı bir reaktör olarak düşünülebilir. Kanal 49'dan sonra debi iki kanala (10 ve 12) bölünerek ağ yapısındaki kısma girmektedir. Daha sonra debi dağılarak bir kısmı Sülüngür Gölü'ne doğru hareket etmektedir. Bu nedenle Sülüngür Gölü ana kanala dahil edilmemiştir. Oldukça karışık ve küçük kanallardan geçen debi, en son 3, 4 ve 5 kanallarında toplanarak kanal 2'ye boşalmaktadır. Bu nedenlerle kanal 49 ile kanal 2 arası, bir girişi ve bir çıkışı olan tam karışımlı bir reaktör olarak düşünülebilir. Bu kısmın tek kanal sistematiğindeki karşılığı ise; büyük hacimli genişliği uzunluğuna yakın, sığ ve akım hızı düşük bir kanaldır.

Kanal 49 ve kanal 2 arasındaki ağ yapısında kalan kanallar:

3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31

kanallarıdır. Bu kanalların ortalama derinliği 2 m alınabilir. Toplam alanları ise 1.198.022 m^2'dir. Bu bölgenin karakteristik uzunluğu 2.000 m civarındadır. Bu durumda eşdeğer kanal genişliği hesaplanırsa

$$W = (1.198.022\ m^2) / 2.000\ m \approx 600\ m$$

QUAL2E model ağındaki bölümlerin (reach) tümü dikdörtgen en kesitli kabul edilmiştir. Kanal genişlikleri ve eğimleri göz önünde bulundurulunca aşağıdaki bölgeler seçilmiştir:

- **<u>Bölüm 1</u>**

  Kanallar (memba -> mansbap) : 63, 62, 61

  Ortalama genişlik : 155 m

  Gerçek uzunluk : 2.831 m

  Kabul edilen uzunluk : 2.800 m

- **Bölüm 2**

  Kanallar (memba -> mansbap) : 60, 59, 58

  Ortalama genişlik : 91 m

  Gerçek uzunluk : 3.188 m

  Kabul edilen uzunluk : 3.200 m

- **Bölüm 3**

  Kanallar (memba -> mansbap) : 57, 56

  Ortalama genişlik : 158 m

  Gerçek uzunluk : 1.125 m

  Kabul edilen uzunluk : 1.200 m

- **Bölüm 4**

  Kanallar (memba -> mansap) : 56 ile 50 arası matematiksel olarak birleştirilmiş kanal

  Ortalama genişlik : 226 m

  Gerçek uzunluk : 991 m

  Kabul edilen uzunluk : 1000 m

- **Bölüm 5**

  Kanallar (memba -> mansbap) : 50, 49, 48

  Ortalama genişlik : 114 m

  Gerçek uzunluk : 1.213 m

  Kabul edilen uzunluk : 1.200 m

- **Bölüm 6**

  Kanallar (memba -> mansbap) : 49 ile 2 arasındaki dallanmış bölge

  Ortalama genişlik : 600 m

  Gerçek uzunluk : 2.000 m

  Kabul edilen uzunluk : 2.000 m

- **Bölüm 7**

  Kanallar (memba -> mansbap) : 2, 1

  Ortalama genişlik : 110 m

  Gerçek uzunluk : 875 m

  Kabul edilen uzunluk : 800 m

Yukarıdaki bölgeler alınırsa, değiştirilmiş uzunluklar yüzünden yapılan toplam hata sadece 15 m'dir. Hesap elemanı uzunluğu ise 200 m alınabilir.

Kanalların dikdörtgen en kesitli olduğu kabul edilmiştir. Bu verilere göre belirlenen hidrolik özellikler Tablo 4.3'da verilmiştir. QUAL2E, kanal duvar eğimlerini, alışılagelmiş notasyonun tam tersi olarak algılamaktadır. Bu nedenle dikdörtgen bir kanalda normalde sonsuz büyüklükte olan kanal duvar eğimleri, QUAL2E'ye girilirken sıfıra çok yakın bir değer olarak verilmiştir.

Tablo 4.3 –Bölümlerin Hidrolik Özellikleri

Bölge	Manning Katsayısı	Birinci duvarın eğimi	İkinci duvarın eğimi	Taban genişliği (m)	Taban eğimi
1	0,130	1,00E-06	1,00E-06	155	0,000102
2	0,133	1,00E-06	1,00E-06	91	0,000097
3	0,140	1,00E-06	1,00E-06	158	0,000097
4	0,150	1,00E-06	1,00E-06	226	0,000130
5	0,150	1,00E-06	1,00E-06	114	0,000124
6	0,160	1,00E-06	1,00E-06	600	0,000060
7	0,150	1,00E-06	1,00E-06	110	0,000137

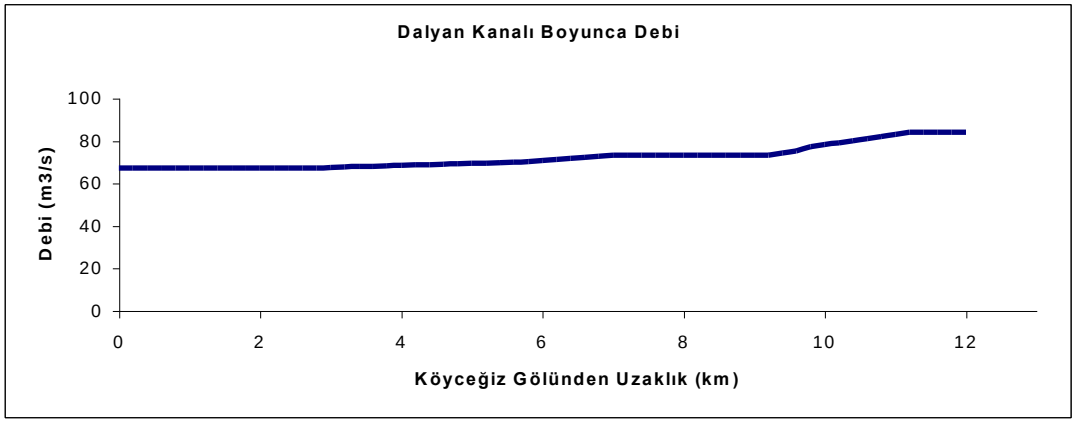
4.2.2 QUAL2E Simülasyonunundan Elde Edilen Sonuçlar

QUAL2E, kararlı hal için çalıştırılmış, elde edilen hidrolik simülasyon sonuçları aşağıdaki tabloda ve şekillerde verilmiştir. Kanalda değişik mevsimlerde tekne gezintileri yapılmış ve bu gezilerde yapılan gözlemler, hidrolik literatüründen alınan bilgilerle birleştirilerek Dalyan Kanalı'nın bölümlerindeki Manning katsayılarının yaklaşık değerleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Daha sonra bölgelerdeki derinlik ve hızlara yakın simülasyon sonuçlarını sağlayan debinin bulunabilmesi amacıyla değişik giriş debileri (ya da Köyceğiz Gölü'nden çıkış debileri) denenmiştir. Köyceğiz Gölü'nden çıkış debisi ile birlikte noktasal ve yayılı kaynaklar da hesaba katılmıştır (Bkz Tablo 4.4 ve Şekil 4.1, 4.2, 4.3).

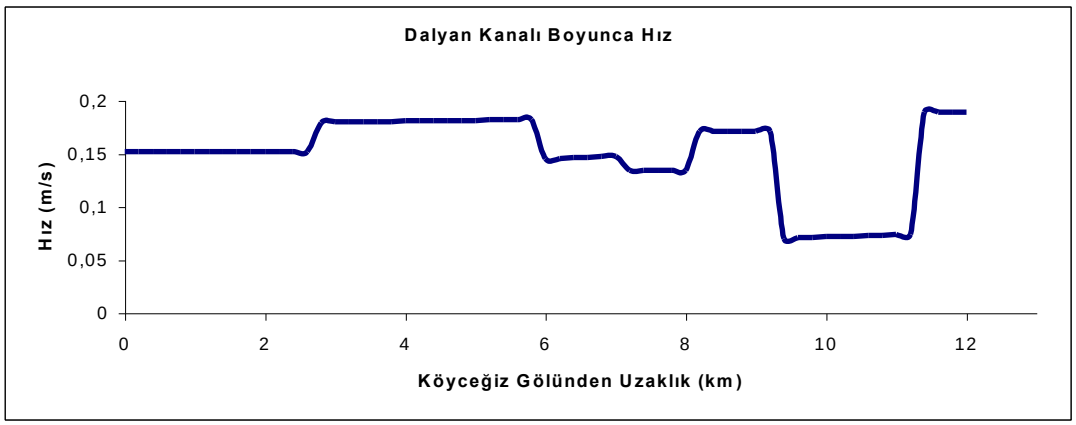
Yapılan simülasyon sonucunda sistemin toplam debi taşıma kapasitesinin 67 m^3/s olduğu bulunmuştur. Sistemdeki en yüksek hız 0,24 m/s civarındadır. Bu durumda bir hesap elemanındaki en düşük bekletme süresi 14 dakika civarında olur. Ancak akış hızı çoğu hesap elemanında daha düşüktür. Hesap elemanındaki bekleme süresi genellikle 25-30 dakika civarındadır.

Tablo 4.4 – QUAL2E ile Yapılan Hidrolik Simülasyon Sonuçları

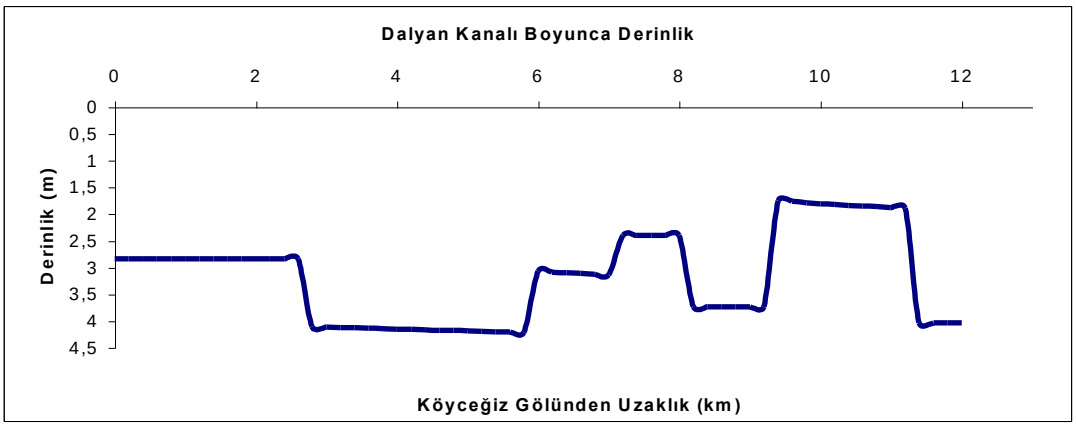
Hesap Elemanı	Bölge	Köyceğiz Gölünden Uzaklık (m)	Debi (m^3/s)	Noktasal Kaynak (m^3/s)	Yayılı Kaynak (m^3/s)	Hesaplanan Hız (m/s)	Hesaplanan Derinlik (m)
1	1	0	67	0	0	0,152	2,841
2	1	0,2	67	0	0	0,152	2,841
3	1	0,4	67	0	0	0,152	2,841
4	1	0,6	67	0	0	0,152	2,841
5	1	0,8	67	0	0	0,152	2,841
6	1	1	67	0	0	0,152	2,841
7	1	1,2	67	0	0	0,152	2,841
8	1	1,4	67	0	0	0,152	2,841
9	1	1,6	67	0	0	0,152	2,841
10	1	1,8	67	0	0	0,152	2,841
11	1	2	67	0	0	0,152	2,841
12	1	2,2	67	0	0	0,152	2,841
13	1	2,4	67	0	0	0,152	2,841
14	1	2,6	67	0	0	0,152	2,841
15	2	2,8	67,19	0	0,19	0,179	4,114
16	2	3	67,38	0	0,19	0,18	4,121
17	2	3,2	67,56	0	0,19	0,18	4,128
18	2	3,4	67,75	0	0,19	0,18	4,135
19	2	3,6	67,94	0	0,19	0,18	4,142
20	2	3,8	68,14	0,02	0,19	0,18	4,15
21	2	4	68,33	0	0,19	0,181	4,157
22	2	4,2	68,52	0	0,19	0,181	4,164
23	2	4,4	68,71	0	0,19	0,181	4,171
24	2	4,6	68,89	0	0,19	0,181	4,178
25	2	4,8	69,08	0	0,19	0,181	4,185
26	2	5	69,27	0	0,19	0,181	4,192
27	2	5,2	69,46	0	0,19	0,182	4,199
28	2	5,4	69,64	0	0,19	0,182	4,207
29	2	5,6	69,83	0	0,19	0,182	4,214
30	2	5,8	70,02	0	0,19	0,182	4,221
31	3	6	70,52	0	0,5	0,145	3,076
32	3	6,2	71,02	0	0,5	0,145	3,09
33	3	6,4	71,52	0	0,5	0,146	3,103
34	3	6,6	72,02	0	0,5	0,146	3,116
35	3	6,8	72,52	0	0,5	0,147	3,129
36	3	7	73,02	0	0,5	0,147	3,142
37	4	7,2	73,02	0	0	0,134	2,403
38	4	7,4	73,02	0	0	0,134	2,403
39	4	7,6	73,02	0	0	0,134	2,403
40	4	7,8	73,02	0	0	0,134	2,403
41	4	8	73,02	0	0	0,134	2,403
42	5	8,2	73,02	0	0	0,171	3,737
43	5	8,4	73,02	0	0	0,171	3,737
44	5	8,6	73,02	0	0	0,171	3,737
45	5	8,8	73,02	0	0	0,171	3,737
46	5	9	73,02	0	0	0,171	3,737
47	5	9,2	73,02	0	0	0,171	3,737
48	6	9,4	74,02	0	1	0,07	1,757
49	6	9,6	75,02	0	1	0,071	1,771
50	6	9,8	77,02	1	1	0,071	1,799
51	6	10	78,02	0	1	0,072	1,813
52	6	10,2	79,02	0	1	0,072	1,827
53	6	10,4	80,02	0	1	0,072	1,841
54	6	10,6	81,02	0	1	0,073	1,855
55	6	10,8	82,02	0	1	0,073	1,869
56	6	11	83,02	0	1	0,074	1,882
57	6	11,2	84,02	0	1	0,074	1,896
58	7	11,4	84,02	0	0	0,189	4,043
59	7	11,6	84,02	0	0	0,189	4,043
60	7	11,8	84,02	0	0	0,189	4,043
61	7	12	84,02	0	0	0,189	4,043



Şekil 4.1 – Dalyan Kanalı Boyunca Debi



Şekil 4.2 – Dalyan Kanalı Boyunca Hız



Şekil 4.3 – Dalyan Kanalı Boyunca Derinlik

QUAL2E ile yapılan hidrolik simülasyonun, bir hidrolik ön modelleme çalışmasının ilk adımı olduğu düşünülürse, modelden alınan sonuçlar yeterince tatmin edicidir. Dalyan Kanalı'nda yapılan gözlemler sonucunda simülasyonun yapıldığı Ağustos ayında sistemde çağlayan ya da hidrolik sıçrama gibi su yüzeyinde ani değişiklikler oluşturan hidrolik olaylara rastlanmamıştır. Bu nedenle kanal boyunca çizilen su derinliği çizgisi, sistem boy kesiti çizildiği zaman elde edilen kanal tabanı çizgisine karşı gelmelidir. Sistemin batimetrik haritaları incelendiğinde QUAL2E simülasyonu sonucu elde edilen su derinliği çizgisinin dip topografyası ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Simülasyondan elde edilen sonuçlar, tek boyutlu hidrodinamik model için önemli bir girdi olan Manning sürtünme katsayılarının iyi bir yaklaşımla belirlenmelerini sağlamıştır. Tek boyutlu hidrolik model çalışmasından elde edilen sonuçlara göre, Köyceğiz Gölü ile Akdeniz arasında 1,38 m kot farkı olduğu durumda, sistemin

- Ana kanallarındaki hızların 0,16 – 0,18 m / s civarında oldukları
- Kanal ağı bölgesindeki hızın 0,07 m / s civarında olduğu
- Derinliğinin 2 – 4 m arasında değiştiği.
- Debisinin 67 m^3 / s civarında olduğu
- Manning pürüzlülük katsayılarının oldukça yüksek oldukları (0,11 – 0,15)

bulunmuştur. Ana kanalda tabakalaşmanın görüldüğü durumlarda ölçülen hızlar, sistemde ölçülen gerçek değerlerden %40-%60 daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın nedeni, Manning bağıntısında tüm kanal enkesiti için tek bir ortalama hız verilmesi ve ters yöndeki akıntılar arasındaki arayüz sürtünmesinin ihmal edilmesidir. Ek A'da, örnek bir QUAL2E çıktı dosyası verilmiştir.

4.3 Tek Boyutlu DYNHYD5 Hidrodinamik Modelin Uygulaması

Hidrolik modelleme çalışmasının ikinci adımı; fiktif sistemden gerçek sisteme geçişi sağlayacak hidrodinamik bir modelin kurulup çalıştırılmasıdır. Bu adımda, kanal ağını oluşturan kanalların bağıl debi taşıma kapasitelerinin (hangi kanalın sisteme giren debinin ne kadarının taşıyacağının) belirlenmesi amaçlandığından, sistemde tabakalaşma olmasına rağmen tek boyutlu bir hidrodinamik modelin kullanılması uygun görülmüştür.

Tek boyutlu hidrodinamik modeller için değişik sayısal çözüm şemaları vardır. Bu sayısal çözüm şemalarından en sık rastlananları, Bölüm 3.3'te ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Çalışmanın bu kısmında, karmaşık ağ yapılarını model ağı olarak tanımlamada sağladığı kolaylıklardan dolayı düğüm-bağ sayısal çözüm şemasının kullanılmasına karar verilmiştir.

Bu çalışmada, USEPA tarafından geliştirilen DYNHYD5 modelinin kullanılması uygun görülmüştür. Bu model

- Kullanımı kolay olması
- Az sayıda parametreye ihtiyacı olması
- Ücretsiz olarak ve kaynak kodu ile birlikte Internet'ten temin edilebilmesi

nedenleriyle seçilmiştir. Modelin Windows ® işletim sisteminde güvenilir bir şekilde çalıştırılabilmesi için kaynak kodunda model yazılımı kullanıcı arabirimi ile ilgili değişiklikler yapılarak yeniden derlenmesi gerekmiştir.

Kalibrasyonda kullanılan parametre Manning katsayısıdır ve modelin bu katsayıya olan duyarlılığı oldukça yüksektir.

DYNHYD dinamik bir model olduğu için sınır koşullarının ve başlangıç değerlerinin verilmesi gerekmektedir. Bu simülasyonda, zamana göre sabit sınır koşulları verilmiştir. Bu nedenle bir süre sonra sistemin kararlı hale geçmesi gerekecektir. Sistem beklendiği gibi kararlı hale geçince elde edilen sonuçlar, aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tek boyutlu hidrodinamik simülasyonlarda, Köyceğiz Gölü ile Akdeniz arasındaki seviye farkı 1,38 m olarak verilmiştir. Seviye farkı meteorolojik koşullara göre değişebilmekle birlikte, alınan bu değer ortalamadır. Simülasyon sonunda, tüm sistemin 1,38 m'lik kot farkında taşırmadan iletebileceği toplam debi ile sistemi oluşturan kanalların debi taşıma kapasiteleri bulunmuştur.

Tek boyutlu simülasyondan elde edilen hesap sonuçlarına göre, sistemin ana kanallarında taşıyabileceği maksimum debi, 65 m^3/s civarındadır. Bu debi Kavşak 36'da ikiye ayrılarak neredeyse tümü (%99,8), sistemin doğusu yönünde hareket etmektedir. Geriye kalan kısmı (%0,2–0,112 m^3/s) ise sistemin batısı yönünde Alagöl'e doğru hareket etmektedir.

Kavşak 25'te doğu yönünde hareket eden debi tekrar ikiye ayrılmaktadır. Bu debinin %42'si (27,3 m^3/s) Kanal 10 üzerinden batı yönüne dönmekte geriye kalan %58'i (37,5 m^3/s) ise Kanal 12 üzerinden doğu yönünde hareketini sürdürmektedir. Bu debinin ancak %7'si (2,5 m^3/s) Sülüngür Gölü'nün girişine ulaşmaktadır. Sülüngür Gölü girişine ulaşan debinin %93'ü gölün giriş ile çıkışı arasında kısa devre yapmakta ve göl içinde hiç beklemeden tekrar Dalyan Kanal Ağlarına dönmektedir. Daha sonra Dalyan Kanal Ağları'nda çeşitli yönlere dağılmış olan debi, sistemin güney batısına doğru tekrar toplanmakta ve Kanal 2'de birleşmektedir.

Tablo 4.5 DYNHYD5 Simulasyonu Sonuçları

Kanal	Debi (m^3/s)	Kanal	Debi (m^3/s)
1	65,059	32	2,344
2	65,059	33	1,484
3	22,072	34	0,540
4	24,514	35	0,141
5	20,412	36	0,001
6	22,072	37	0,013
7	18,473	38	0,009
8	6,963	39	0,004
9	0,007	40	0,002
10	27,346	41	0,002
11	17,580	42	0,002
12	37,503	43	0,004
13	25,490	44	0,004
14	12,013	45	0,108
15	3,946	46	0,108
16	24,123	47	0,112
17	15,529	48	64,947
18	10,841	49	64,947
19	5,206	50	65,059
20	4,297	51	33,900
21	3,799	52	33,900
22	0,977	53	31,159
23	10,352	54	31,159
24	2,783	55	31,159
25	3,369	56	65,059
26	3,614	57	65,059
27	3,106	58	65,059
28	4,698	59	65,059
29	1,641	60	65,059
30	2,530	61	65,059
31	0,174	62	65,059

DYNHYD5 ile yapılan simülasyondan elde edilen sonuçlar, iki boyutlu hidrodinamik model için önemli bir girdi olan kanal debi taşıma kapasitelerinin tahmin edilmesini sağlamıştır. Tek boyutlu hidrodinamik model çalışmasından elde edilen sonuçlara göre, Köyceğiz Gölü ile Akdeniz arasında 1,38 m kot farkı olduğu durumda,

- Sistemin Ana kanallarındaki hızlar ve debilerin QUAL2E simülasyonundan elde edilen hız debi ve derinliklere oldukça yakın değerler verdiği

- Alagöl ve Sülüngür Gölü'ne giren debilerin oldukça düşük oldukları

bulunmuştur. DYNHYD5 simülasyonunda, Akdeniz ve Köyceğiz arasındaki kot farkı 1,38 m alınıp QUAL2E simülasyonu ile aynı Manning pürüzlülük katsayıları girilince, sistemin toplam debisi 65 m^3/s civarında bulunmuştur. Bu durumda iki simülasyonun birbirleri ile tutarlı sonuçlar verdikleri söylenebilir. Ancak bu iki simülasyondan elde edilen sonuçların, gerçek debiler olmadıkları, sadece sistemin debi taşıma kapasitesi ve sistem içindeki debi dağılımı hakkında fikir verdikleri unutulmamalıdır. Tek boyutlu hidrodinamik modelleme çalışmasında kullanılan DYNHYD5 kavşakları, kanalları, model ağı ve girdi dosyası, Ek B'de verilmiştir.

4.4 İki Boyutlu Hidrodinamik Model Lung-O'Connor Yönteminin Uygulanması

Modelleme çalışmasının üçüncü adımı, sistemin iki boyutlu (x-z) bir yaklaşımla modellenmesidir. İlk aşamada sistemin modellenmesi için; kararlı hal kabulü ile çalışan, basit ve analitik bir modelin denenmesine ve çalışmanın devamının bu deneme sonuçlarına göre yönlendirilmesine karar verilmiştir. İlk denemeler Bölüm 2.5'te anlatılan Lung-O'Connor yöntemi ile yapılmıştır.

Bu yöntemde su ortamı, derinlik boyunca tabakalara ayrılarak her tabaka için ayrı bir hız değeri bulunmaktadır. Hesaplanan hız değerlerinin pozitif olduğu tabakalar üst akıntı, negatif olduğu tabakalar ise alt akıntı olarak belirlenirler. Lung O'Connor yöntemi, tuzluluk gradyanının derinlik boyunca sabit olduğunu kabul eder ve sadece bir kanal için anlık hesap yapar.

4.4.1 Lung-O'Connor Yöntemini Kullanarak DYNHYD5 Modeli ile Hesaplanan Debiler Yardımı ile İki Tabakalı Akımdaki Üst ve Alt Debilerin Hesaplanması

DYNHYD5 modeli ile hesaplanan debiler, kanalın debi taşıma kapasitesinin bir ölçüsüdür. Bu nedenle, bu debilerin Lung O'Connor Yöntemi ile hesaplanacak olan akımın üst ve alt debilerinin toplamına yakın olması beklenebilir.

Üst tabaka akıntısını oluşturan bileşenler; Köyceğiz Gölü'nden gelen su ile alt tabaka debisinin üst tabakaya karışan kısmıdır. Alt tabakadan üst tabakaya olan karışımı sağlayan itici güç, iki tabaka arasındaki tuzluluk farkının neden olduğu difüzyondur. Alt tabaka akıntısı ise Akdeniz'den sisteme giren ve denizden uzaklaştıkça tuzluluğu azalan bir su kütlesidir.

Üst ve alt tabaka akıntılarının debilerinin bulunabilmesi için, Köyceğiz Gölü'nden gelen tatlı suyun debisi, denklemlere doğru olarak girilmelidir. Bu debi, deneme yanılma yöntemi ile bulunabilir. Girilen debi ile elde edilen sonuçlar, iki koşulu sağlamalıdır. Bu koşullar:

1. Hesaplanan üst tabaka debisi ile alt tabakadan üst tabakaya karışan suyun debilerinin farkı, tatlı su debisine eşit (ya da mümkün olduğu kadar yakın) olmalıdır.
2. Hesaplanan üst ve alt tabaka debilerinin toplamı, DYNHYD5 ile hesaplanan kanal debisine yakın çıkmalıdır.

Hesaplanan üst ve alt tabaka debilerinin doğruluklarının kanıtlanabilmesi için bu iki koşulun yerine getirilmesi gerekli ancak yeterli değildir. Yöntem ayrıca akıntının yön değiştirdiği derinliği de hesaplayabilmektedir ve bu derinlik, dikey tuzluluk profilinde yüksek tuzluluk gradyanının olduğu derinliğe yakın çıkmalıdır.

Lung O'Connor yöntemi ile hesaplanan debilerin doğrulukları WASP modeli kullanılarak (Ambrose, 1988) ile kontrol edilebilir. Bu işlemin ayrıntıları Bölüm 2.6, Bölüm 5 ve Ek C'de verilmiştir.

4.4.2 Lung-O'Connor Yönteminin Yetersiz Kalan Yönleri

Lung O'Connor yöntemi Dalyan Lagünü'nün 62 kanalı için tek tek çalıştırılmıştır. Bunun için öncelikle kanalların her biri için tek tek yatay ve dikey tuzluluk profillerine gereksinim duyulmuştur. Eldeki mevcut veriler ise, sadece 16 kanalı kapsamaktadır. Bu veriler yardımı ile hesaplanan yüzey tuzlulukları Tablo 4.6'da verilmiştir.

Arada kalan kanallar için doğrusal interpolasyon yapılması gerekmiştir. İnterpolasyonun daha sistematik ve kolay yapılabilmesi için, sistem, DYNHYD5 için oluşturulan model ağı (Bkz. Ek B) üzerinden kollara ayrılmıştır. Bu aşamada ana kollar belirlenmiştir (Bkz. Tablo 4.7). Bu kollar üzerindeki kanallar için yapılan hesaplar, Tablo 4.8'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Tablo 4.6 – Dikey Tuzluluk Gradyanları ve Yüzey Tuzlulukları

İstasyon	Dikey tuzluluk gradyanı (ppt/m)	Yüzey Tuzluluğu (ppt)
Akdeniz	0,648	34,6
St 0	0,081	2,3
St 1	17,986	-11,9
St 2	8,937	13,4
St 3	8,606	18,2
St 4	7,634	17,2
St 5	7,310	25,9
St 6	7,634	16,7
St 7	6,930	22,1
St 8	6,873	19,6
St 9	3,448	23,7
St 10	3,970	21,7
St 11	1,912	24,6
St 12	3,212	22,9
St 13	6,978	25,3
St 14	2,619	34,0
St 15	13,158	14,6

Tablo 4.7 – Ana Kollar ve İnterpolasyon Aralıkları

Ana Kol	Memba Ölçüm İstasyonu	Mansap Ölçüm İstasyonu	Aralığın uzunluğu (m)	Membada yüzey tuzluluğu (ppt)	Mansapta yüzey tuzluluğu (ppt)	Yatay tuzluluk gradyanı (ppt/m)	Başlangıç Kavşağı	Bitiş kavşağı
Ana Kol 1	St 0	St 1	8127	2,3	13,4	0,0014	48	36
	St 2	St 15	688	13,4	14,6	0,0017	36	25
	St 15	St 6	450	14,6	16,7	0,0047	25	24
	St 6	St 7	563	16,7	22,1	0,0095	24	7
	St 7	St 13	988	22,1	25,4	0,0033	7	3
	St 13	St 14	375	25,4	34,0	0,0231	3	2
Ana Kol 2	St 2	St 3	425	13,4	18,2	0,0113	36	33
	St 3	St 5	1201	18,2	25,9	0,0064	33	29
	St 5	St 14	488	25,9	34,1	0,0168	29	2
Ana Kol 3	St 4	St 3	776	17,2	18,2	0,0013	35	33
Ana Kol 4	St 6	St 8	1588	7,6	6,9	-0,0005	24	16
	St 8	St 9	1076	6,9	3,4	-0,0032	16	17
	St 9	St 7	1501	3,4	6,9	0,0023	17	7
Ana Kol 5	St 12	St 11	988	3,2	1,9	-0,0013	20	19

Tablo 4.6 yardımı ile bulunan yüzey tuzluluk değerleri, yardımı ile ana kollar üzerindeki kanallar için tuzluluk değerleri hesaplanmıştır (Bkz. Tablo 4.8).

Tablo 4.8 – Ana Kollardaki Kanallar İçin Yüzey Tuzluluğu Değerleri

Kol	Kanal	Kanal uzunluğu (m)	Memba kavşak	Mansap kavşak	Memba yüzey tuzluluk ppt	Mansap yüzey tuzluluk ppt	Ortalama Yüzey Tuzluluk Ppt
Ana Kol 1	63	500	49	48	1,6	2,3	1,9
	62	1363	48	47	2,3	4,1	3,2
	61	938	47	46	4,1	5,4	4,8
	60	900	46	45	5,4	6,7	6,1
	59	1300	45	44	6,7	8,5	7,6
	58	988	44	43	8,5	9,8	9,1
	57	600	43	42	9,8	10,6	10,2
	56	525	42	41	10,6	11,4	11,0
	52	525	41	38	11,4	12,1	11,7
	51	463	38	37	12,1	12,7	12,4
	50	525	37	36	12,7	13,4	13,1
	48	375	36	26	13,4	14,1	13,8
	49	313	26	25	14,1	14,6	14,4
	12	450	25	24	14,6	16,7	15,7
	13	263	24	9	16,7	19,2	18,0
	16	300	9	7	19,2	22,1	20,7
	6	550	7	5	22,1	23,9	23,0
	3	438	5	3	23,9	25,4	24,6
	2	375	3	2	25,4	34,0	29,7
	1	500	2	1	34,0	34,7	34,3
Ana Kol 2	47	425	36	33	13,4	18,2	15,8
	44	413	33	32	18,2	20,9	19,5
	43	325	32	31	20,9	22,9	21,9
	41	463	31	29	22,9	25,9	24,4
	39	488	29	2	25,9	34,0	30,0
Ana Kol 3	46	413	35	34	17,2	17,8	17,5
	45	363	34	33	17,8	18,2	18,0
Ana Kol 4	14	475	24	10	7,6	7,4	7,5
	20	300	10	11	7,4	7,3	7,3
	25	525	11	15	7,3	7,0	7,1
	30	288	15	16	7,0	6,9	6,9
	32	413	16	18	6,9	5,6	6,2
	33	663	18	17	5,6	3,4	4,5
	29	538	17	13	3,4	4,7	4,1
	28	663	13	8	4,7	6,2	5,5
	17	300	8	7	6,2	6,9	6,6
Ana Kol 5	35	988	20	19	3,2	1,9	2,6

Ana kollar üzerinde olmayan kanallar için de yan kollar tanımlanmıştır ve yan kollar için aynı hesaplar yapılmıştır. Daha sonra, Lung O'Connor yönteminde ön görüldüğü gibi, dikey tuzluluk profillerinden her biri için en küçük kareler doğrusal regresyon yöntemi kullanılarak dikey tuzluluk gradyaları ve yüzey tuzlulukları hesaplanmıştır.

İlk denemelerde tutarlı sonuçlara ulaşmak mümkün olmamıştır. Bu tutarsızlığın nedeni araştırılmış ve aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

1. Lung-O'Connor yöntemi ile kanallar tek tek modellenebilmektedir. Bu nedenle, kanallar arasında bir kütle aktarımı hesaplanmamakta ve bir kanaldaki çözüm, kendisine bağlı olan kanallarda bulunan sonuçlardan tamamen bağımsız olmaktadır. Bu kabul, tek doğrultuda ve düz bir şekilde uzanan körfezlerde büyük hatalara neden olmamakta ancak Dalyan Lagünü gibi karmaşık bir düğüm-bağ ağında tutarsız sonuçların bulunmasına neden olmaktadır.

2. Lung-O'Connor yönteminde, dikey tuzluluk gradyanı derinlik boyunca sabit kabul edilmiştir. Ancak Dalyan Lagünündeki tuzluluk gradyanı derinlikle değişkendir. Bu nedenle yöntemde ön görüldüğü gibi dikey tuzluluk gradyanına bir doğru uydurulduğu durumlarda, sistemin tabakalaşmanın güçlü olduğu kısımlarında sistemin tümü için yüksek bir dikey tuzluluk gradyanı bulunmaktadır. Eğimi bu gradyana sahip olan doğru ise kanalın tabanına yaklaşırken 60 ppt gibi çok yüksek, su yüzüne yaklaşırken ise negatif tuzluluk değerleri vermektedir. Böylece gerçekçi olamayacak kadar büyük tuzluluk farkları gerçekleşmekte ve bu kadar büyük tuzluluk farkları nedeniyle ortaya çıkan itici güçler, üst ve alt tabaka debileri için tutarsız değerler hesaplanmasına neden olmaktadır.

4.4.3 Lung-O'Connor Yönteminde Yapılan Değişiklikler

Çalışmanın bu kısmında, Lung O'Connor yönteminin Dalyan Lagünü gibi sistemlerde yetersiz kalan yönlerininin oluşturduğu sorunların giderilmesi amacıyla, yönteme değişiklikler yapılmıştır.

Lung-O'Connor yöntemi, kanalı n tane dikey tabakaya böler. Bir çok uygulamada, n=10 alınmıştır. Ancak bu yöntemde dikey tabakalardan her birinin tuzluluk gradyanı sabittir. Bu nedenle, herhangi bir derinlikteki tuzluluk, bir doğru denklemi yardımı ile hesaplanır ve yüzey tuzluluğu da bu doğrunun yüzey çizgisini kestiği yerden bulunur. Yapılan ilk değişiklik, modelin yüzey tuzluğunu ekstrapolasyonla bulmak yerine, yüzey tuzluluğunun yüzeye en yakın ölçülen tuzluluk ile eşit olduğunu kabul

etmesini sağlamak olmuştur. Eldeki verilerin çoğu kanalda yüzeye yakın bir noktadan ölçülmeye başlandığı için bu kabul daha doğru sonuçlar verecektir.

Modelin tabakların tuzluluğunu; dikey tuzluluk gradyanı ile tabakanın ortalama derinliği çarpılıp yüzey tuzluluğu ile toplanarak bulunur. Bu hesap yöntemi, modeli kanal derinliğine karşı son derece hassas bir hale getirir. Çünkü bu kabulle tuzluluk derinlikle sürekli artmaktadır. Dalyan Lagünü'nde ise tuzluluk belirli bir derinlikten sonra sabit olmaktadır. Üstelik ortalama tuzluluk gradyanının yüksek olması derinliğin artması nedeniyle doğacak hataları arttırmaktadır.

Dalyan Lagünü'nün bu özel durumu düşünülerek, Lung-O'Connor Yöntemi'nin dikey tabakalardan her biri için ayrı tuzluluk gradyanının girilebilecek şekilde değiştirilmesine karar verilmiştir. Bu şekilde hesap yapmak çok işlem gerektirdiğinden değiştirilmiş Lung-O'Connor yöntemine göre hesap yapan bir bilgisayar uygulaması geliştirilmiştir. Bu bilgisayar uygulaması ile ilgili ayrıntılı bilgi ilgili ekte verilmiştir.

4.4.4 Lung-O'Connor Yönteminden Elde Edilen Sonuçlar

Yapılan değişikliklere rağmen, Lung-O'Connor Yöntemi ile yapılan çözüm denemeleri başarısız olmuştur. İlk denemelere göre daha tutarlı sonuçlar elde edilmiş olsa da bazı kanallardaki sonuçlar hala tutarsızdır. Bazı kanallarda ise çözüm bulunamamıştır, çünkü yöntemdeki bazı denklemler matematiksel hatalara neden olmuştur. Çözümler, bazı kanallar ile ilgili fikir vermiş olsalar da, bir bütün olarak tutarlı değildirler.

4.5 Hidrolik ve Hidrodinamik Modelleme Çalışmalarından Elde Edilen Sonuçlar

Hidrolik ve hidrodinamik modelleme çalışmalarından elde edilen sonuçlar özetlenirse:

- Sistemin toplam debi taşıma kapasitesi belirlenmiştir.
- Sistemdeki bağıl debi dağılımı ve su hareketlerinin yönleri bulunmuştur.
- Sistemin hidrodinamik simülasyonunun Lung O'Connor yöntemi gibi basit kabuller yapan ve tek kanal için anlık değerler hesaplayan yöntemler yerine; ancak tuzluluk parametresi simülasyonu yapabilen, iki boyutlu (x-z), dinamik

hesap yapabilen ve fiktif taşıma kapasiteleri yerine x ve z yönündeki gerçek hız ve debileri hesaplayan bir modelle daha sağlıklı yapılabileceği görülmüştür.

Ancak Bölüm 4.2, 4.3 ve 4.4'ten alınan sonuçlar, hız ölçümü sonuçları ve basit kütle dengesi hesapları yardımı ile Ağustos 1999 için kanal debileri tahmin edilebilmiştir. Tahmin edilen kanal debileri, Tablo 4.9 ve Şekil 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.9 – Alt ve Üst Tabaka Debileri

Kanal no	Debi	
	Üst (m^3/s)	Alt (m^3/s)
1	38,00	22,00
2	35,00	20,00
3	26,00	7,00
4	4,00	7,00
5	5,00	6,00
6	26,00	7,00
7	4,00	7,00
8	10,00	8,00
9	0,00	0,00
10	15,00	14,00
11	6,00	1,00
12	20,00	6,00
13	14,00	5,00
14	6,00	1,00
15	2,00	0,00
16	14,00	5,00
17	6,10	1,00
18	5,10	0,50
19	2,00	0,00
20	2,00	0,90
21	2,10	0,00
22	0,10	0,00
23	4,00	0,60
24	2,00	0,00
25	0,10	0,30
26	2,10	0,00
27	1,00	0,10
28	1,10	0,50
29	0,10	0,40
30	0,10	0,30
31	0,00	0,00

Kanal No	Debi	
	Üst (m^3/s)	Alt (m^3/s)
32	0,10	0,20
33	0,10	0,30
34	0,00	0,10
35	0,00	0,10
36	0,10	0,00
37	0,10	0,00
38	0,10	0,00
39	2,90	1,90
40	0,90	0,90
41	2,00	1,00
42	0,90	0,90
43	2,90	1,90
44	2,90	1,90
45	0,10	0,10
46	0,10	0,10
47	3,00	2,00
48	35,00	20,00
49	35,00	20,00
50	38,00	20,75
51	19,25	9,75
52	18,63	9,13
53	19,49	10,38
54	19,07	9,96
55	18,66	9,54
56	34,25	18,25
57	33,00	17,00
58	30,50	14,50
59	28,00	12,00
60	25,50	7,00
61	23,00	7,00
62	20,50	4,50

63	18,00	2,00

Bu hesap sonuçlarına göre, Köyceğiz Gölü'nden çıkan üst akıntının debisi, 16 m^3/s bulunmuştur. Bu debi, Kavşak 36'ya kadar alt tabakadan gelen Akdeniz suyunun difüzyon ile tuzluluğu az olan üst tabakaya karışması nedeniyle sürekli artış

göstermektedir. Kavşak 36'da üst tabaka debisi %137 artmaktadır (38 m^3/s). Bu debinin %92 gibi büyük bir kısmı (35 m^3/s) Kanal 48 yoluyla sistemin doğusuna, Dalyan Kanal Ağları'na doğru hareket etmektedir. Geriye kalan %8'lik debi (3 m^3/s) ise Alagöl yönünde ilerlemekte, ancak bu debinin %3 gibi (0,1 m^3/s) çok az bir kısmı Alagöl'e girmektedir. Geriye kalanı, sistemin batısındaki kanallar üzerinden Akdeniz yönünde hareket etmekte ve Dalyan Kanal Ağları'ndan gelen debiyle birleşerek Akdeniz'e ulaşmaktadır.

Kanal 48 yoluyla Dalyan Kanal Ağları'na giren üst tabaka debisi, bu kanallarda değişik yönlere doğru hareketini sürdürmekte ve gittikçe azalarak Sülüngür Gölü'ne ulaşmaktadır. Bu debinin ancak bu debinin sadece %6'sı (2,1 m^3/s) Sülüngür Gölü civarına ulaşmakta ve debinin de %95 gibi önemli bir kısmı (2 m^3/s) göl giriş ve çıkışları arasında kısa devre yaparak gölde hiç beklemeksizin tekrar Dalyan Kanal Ağları'na girmektedir. Bu nedenle Sülüngür Gölü'nün üst tabakasının hidrolik bekletme süresi oldukça yüksektir (809 gün). Daha sonra Dalyan Kanal Ağları'nda çeşitli yönlere dağılmış olan debi, sistemin güney batısına doğru tekrar toplanmakta ve Kanal 2'de birleşmektedir. Bu debi, Kavşak 36'da sistemin batısına doğru hareket eden 3 m^3/s'lik debi ise Kanal 1'de tekrar birleşmekte ve tüm üst tabaka debisi Akdeniz'e ulaşmaktadır.

Sistemin alt tabakasına Akdeniz'den 22 m^3/s'lik bir debi girmektedir. Bu debinin %90'lık (20,1 m^3/s) bir kısmı, Kanal 3 yoluyla Dalyan Kanal Ağları'na; geriye kalanı (%10 civarında, 1,9 m^3/s) ise Kanal 39 yoluyla Kuzey yönünde Alagöl'e doğru hareket etmektedir.

Bu debinin ancak %5 gibi çok küçük (0,1 m^3/s) bir kısmı Alagöl'e ulaşmaktadır.

Dalyan Kanal Ağları'na giren Akdeniz suyunun doğu yönünde hareket ettikçe dağılmaktadır. Bu debinin %75'i (15 m^3/s) sistemin Dalyan Kanal Ağları'nın batı kesiminde kalmakta ve %25'i (5 m^3/s) doğuya, Sülüngür Gölü'ne doğru hareket etmektedir. Bu debinin ancak %2 gibi oldukça düşük bir kısmı (0,1 m^3/s) Sülüngür Gölü'ne girmektedir. Bu nedenle Sülüngür Gölü'nün alt tabakasının hidrolik bekletme süresi oldukça yüksektir (1279 gün). Daha sonra batıya doğru hareket ederek toplanmaya başlayan Akdeniz suyu, Kanal 48 yoluyla Kavşak 36'nın hemen altında yer alan Kavşak 85'e ulaşmaktadır. Bu noktadan sonra debi Köyceğiz Gölü'ne doğru hareket ettikçe üst tabaka akıntısına karışarak azalmakta ve ancak %0,6 gibi oldukça küçük bir kısmı (0,136 m^3/s) Köyceğiz Gölü'ne ulaşmaktadır.

Model sonucunda elde edilen bu anlık debilere göre sistemin değişik kesimlerindeki hidrolik bekletme süreleri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 4.10'da verilmiştir. Model sonucunda hesaplanan akım hızları Şekil 4.4'te görselleştirilmiştir.

Köyceğiz Gölü'nün alt tabakasındaki bekletme süresi hesaplanırken, Akdeniz'den ulaştığı kabul edilen tuzlu su dışında, mevsime göre değişken olan yeraltı suyu debisi de hesaba katılmıştır. Yeraltı suyu debisinin sıfır olduğu durumda, hidrolik modelleme çalışması sonucunda hesaplanan tuzlu su giriş debisi kullanılarak Köyceğiz Gölü'nün alt tabakasındaki hidrolik bekletme süresi hesaplandığında 70 yıl civarında bulunmuştur. Bu debi sabit tutulup, değişik aylar için hesaplanan yer altı suyu debilerine göre (bkz. Bölüm 2.3) hesap yapıldığında ise, Köyceğiz Gölü'nün alt tabakasındaki hidrolik bekletme süresinin 10–100 yıl arasında olabileceği belirlenmiştir.

Tablo 4.10 Sistemin Değişik Kesimlerindeki Hidrolik Bekletme Süreleri

BÖLGE		**Hacim (m^3)**	**Debi (m^3/s)**	**Hidrolik Bekletme Süresi (gün)**
Köyceğiz Gölü	Üst tabaka	483.341.258	16,000	349,64
	Alt tabaka	263.036.271	0,136	10–100 yıl
Dalyan Kanalı	Üst tabaka	3.299.442	38,000	1,00
	Alt tabaka	2.519.935	22,000	1,33
Dalyan Kanal Ağları	Üst tabaka	72.7574	38,000	0,22
	Alt tabaka	3.126.521	22,000	1,64
Alagöl	Üst tabaka	185.673	0,100	21,49
	Alt tabaka	1.099.529	0,100	127,26
Sülüngür Gölü	Üst tabaka	6.993.110	0,100	809,39
	Alt tabaka	11.056.130	0,100	1279,64
İztuzu Bölgesi	Üst tabaka	310.180	38,000	0,09
	Alt tabaka	1.120.144	22,000	0,59

Tablo 4.10 incelendiğinde; Köyceğiz Gölü'nün alt tabakası ve Sülüngür Gölü'nde hidrolik bekletme sürelerinin oldukça uzun olmaları gerektiği hemen göze çarpmaktadır. Ancak model yardımı ile bulunan debilerin anlık değerler oldukları unutulmamalıdır. Debi değerleri değiştiği anda bekletme süreleri de değişkenlik göstermektedirler. Örneğin bir fırtına anında, sisteme önemli bir tuzlu su debisi girişi olabilir veya mevsimsel değişimler hem giriş debilerinin hem de göllerdeki tabakalaşma yapısının değişmesine neden olabilirler. Bekletme sürelerinin mevsimlerden uzun bulunması, daha bekletme süresi tamamlanamadan göllerin mevsimsel değişimler nedeniyle bekletme sürelerinin yeniden değişmeye zorlanacakları anlamına gelir. Bu durumda özellikle Sülüngür Gölü, sürekli dinamik

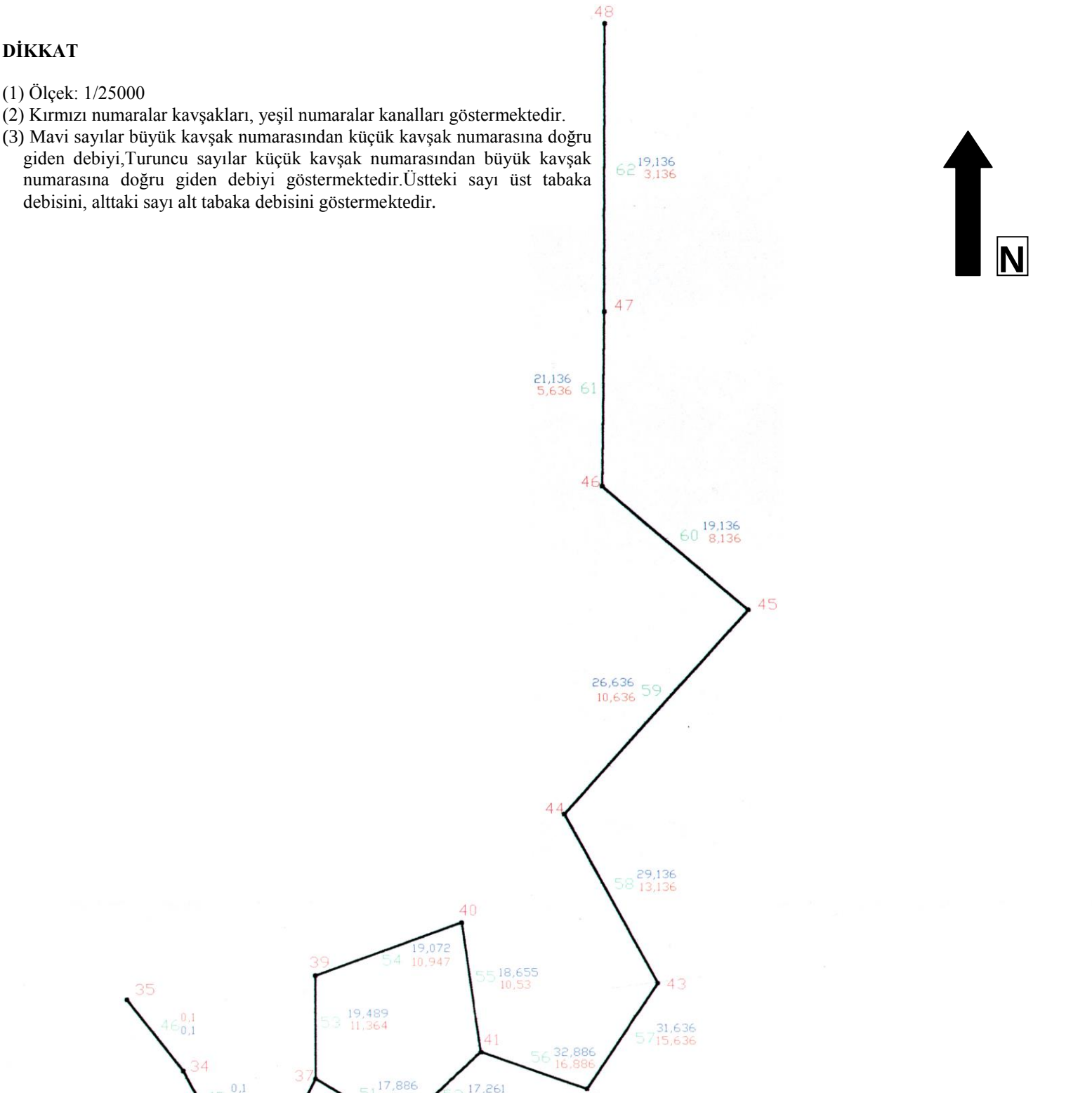
şartlarda çalışmaya zorlanan bir sistem haline gelmektedir ve bu gölde yapılacak modelleme çalışmalarında kararlı hal kabulü yapmak hatalara neden olur. Ancak basit analizlerde mevsimsel olarak kararlı hal kabulü yapılması uygun olmaktadır.

Sistemin akarsu kesimlerinde ise bekletme süreleri oldukça düşük bulunmuştur. Bu durumda, model kalibrasyonunda kullanılacak deneysel verilerin aynı anda alınan numuneler üzerinde yapılan ölçümlerle elde edilmeleri gerekmektedir.

Alagöl için bulunan hidrolik bekletme süreleri, hemen hemen mevsim ile aynı uzunlukta bulunmuştur. Bu nedenle günlük değişimlerin çok güçlü olmadığı mevsimlerde doğru olarak kabul edilebilmektedirler.

DİKKAT

(1) Ölçek: 1/25000
(2) Kırmızı numaralar kavşakları, yeşil numaralar kanalları göstermektedir.
(3) Mavi sayılar büyük kavşak numarasından küçük kavşak numarasına doğru giden debiyi,Turuncu sayılar küçük kavşak numarasından büyük kavşak numarasına doğru giden debiyi göstermektedir.Üstteki sayı üst tabaka debisini, alttaki sayı alt tabaka debisini göstermektedir.



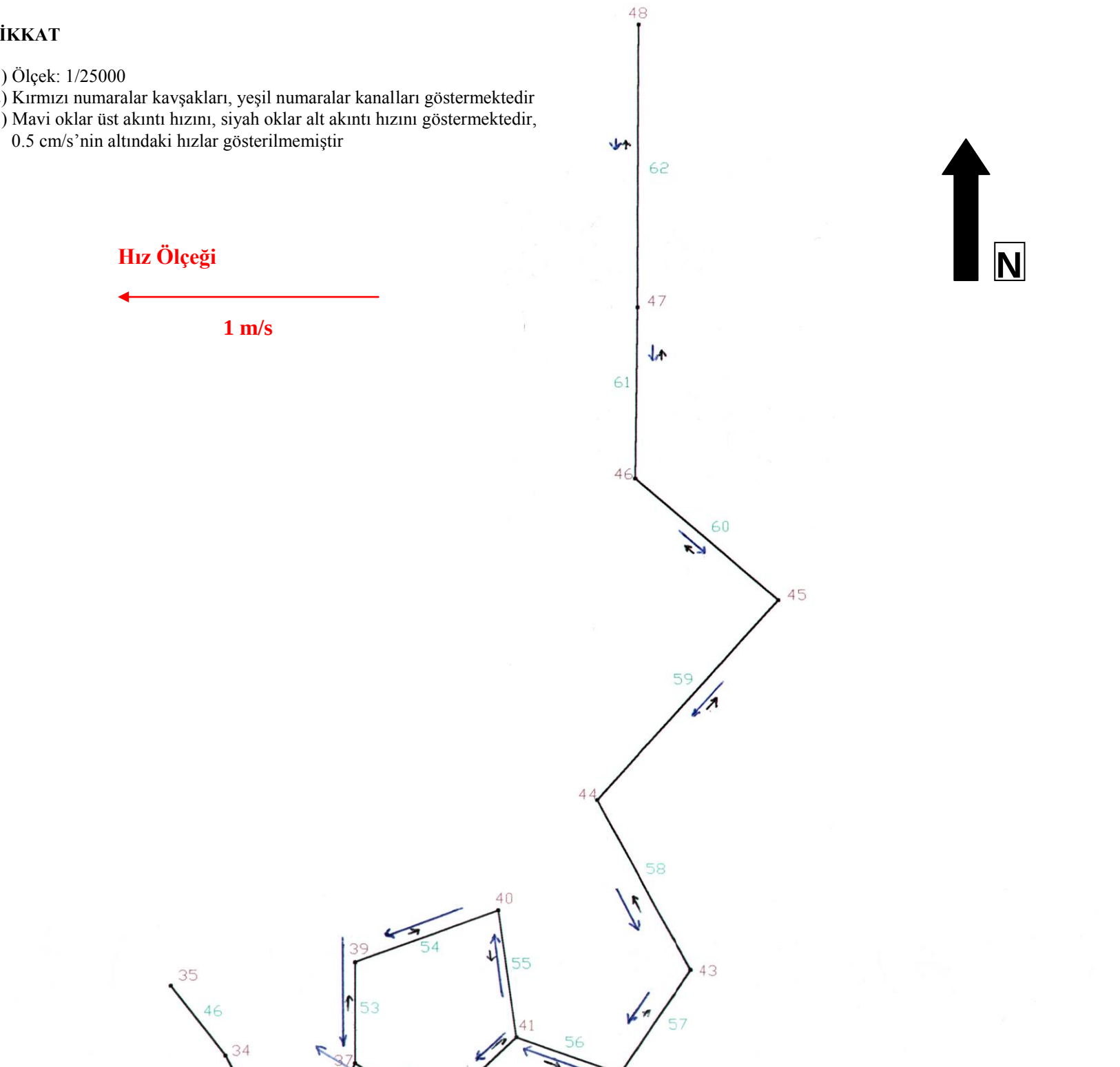
Şekil 4.4 Kanallardaki debiler

DİKKAT

(1) Ölçek: 1/25000
(2) Kırmızı numaralar kavşakları, yeşil numaralar kanalları göstermektedir
(3) Mavi oklar üst akıntı hızını, siyah oklar alt akıntı hızını göstermektedir,
0.5 cm/s'nin altındaki hızlar gösterilmemiştir

Hız Ölçeği

1 m/s



Şekil 4.5 – Kanallardaki Hızlar

BÖLÜM 5.WASP MODELİ YARDIMI İLE DEBİ KONTROLÜ

Çalışmanın bu bölümünde, önceki bölümlerdeki simülasyonlar yardımı ile tahmin edilen debilerin 1999 Ağustos ayı (3. Sefer) için kontrolü yapılmıştır. Çalışmada WASP modelinin 5. sürümünün EUTRO modülünde değişiklikler yapılmasıyla oluşturulan Dalyan Lagünü için özel olarak hazırlanmış bir sürümü kullanılmıştır.

5.1 WASP Model Ağının Oluşturulması

WASP modeli çalıştırılırken temel olarak DYNHYD5 simülasyonu için oluşturulan model ağı kullanılmıştır. Aradaki tek fark, DYNHYD5 model ağı tek tabakalıdır ve 49 kavşaktan oluşmaktadır. WASP model ağı ise iki tabakalıdır ve 98 segmentten oluşmaktadır. Bu nedenle normal kapasitesi 50 segmentten oluşan WASP model yazılımının segment kapasitesinin arttırabileceği şekilde yeniden derlenmesi gerekmiştir. Yeniden derleme konusunda daha ayrıntılı bilgi, ilgili Ek C'de verilmiştir.

Model ağındaki segmentler numaralandırılırken, üst tabaka DYNHYD5 kavşaklarındaki numaraları verilmiş, alt tabaka numarası ise üstündeki tabakanın numarasına 49 eklenerek isimlendirilmiştir.

5.2 WASP Girdi Verilerinin Hazırlanması

WASP, bir çok veriye ihtiyaç duyar. Bu veriler özetlenirse

- Simülasyon kontrolü ile ilgili veriler
- Segmentler arasındaki su değişimi ile ilgili veriler
- Segment hacimleri ve sistem geometrisi
- Sistemi dolaşan debiler
- Sistem sınır koşulları ile ilgili veriler
- Sisteme giren yükler
- Kinetik sabitler
- Sistemin başlangıç koşulları

5.2.1 Simülasyon Kontrolü İle İlgili Veriler

Simülasyon bir aylık bir süre için, 100 saniyelik bir zaman adımı kullanılarak yapılmıştır. Çıktı verme aralığı 12 saat olarak belirlenmiştir. WASP sadece bir parametreyi modelleyecek şekilde çalıştırılmıştır.

5.2.2 Segmentler Arasındaki Su Değişimi ile İlgili Veriler

Sistemdeki segmentler arasında sınır koşulları hariç.toplam 175 tane arabirim vardır. Bu arabirimlerin hepsi için karışım uzunluğu ve alan tanımlanmıştır. Alan olarak ilgili DYNHYD5 kanallarının kavşak alanları ve tabakaların enkesitleri kullanılmıştır. İlgili veriler Tablo 5.1 ve Tablo 5.2'de verilmektedir. Karışım uzunlukları DYNHYD5 model ağındaki kanal uzunluklarına eşit alınmış ve segmentlerdeki su akış hızları, Tablo 5.3'te verilmiştir.

Tablo 5.1 – Üst Üste Gelen Segmentlerin Hacimleri ve Arayüzey Bilgileri

WASP Segment Arayüzeyi		Segment alanı	Kanal 1		Kanal 2		Kanal 3		Kanal 4		Kanal 5		Ortalama üst derinlik	Ortalama alt derinlik	Üst hacim	Alt Hacim
Üst	Alt	(m^2)	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	(m)	(m)	(m^3)	(m^3)
1	**50**	250000	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	**0,5**	**1,7**	**125000**	**425000**
2	**51**	7969	1	1	2	2	39	39	0	0	0	0	**0,5**	**1,6**	**3985**	**13016**
3	**52**	219938	2	2	3	3	4	4	5	5	0	0	**0,5**	**1,6**	**109969**	**340904**
4	**53**	27094	4	4	7	7	0	0	0	0	0	0	**0,5**	**2,0**	**13547**	**52833**
5	**54**	98813	3	3	6	6	10	10	0	0	0	0	**0,5**	**2,5**	**49407**	**247033**
6	**55**	16543	7	7	8	8	11	11	0	0	0	0	**0,5**	**2,5**	**8272**	**41358**
7	**56**	58650	6	6	11	11	16	16	17	17	0	0	**0,5**	**3,1**	**29325**	**181815**
8	**57**	48609	17	17	18	18	28	28	0	0	0	0	**0,5**	**2,2**	**24305**	**106940**
9	**58**	131875	13	13	15	15	16	16	19	19	0	0	**0,5**	**3,0**	**65938**	**392328**
10	**59**	65344	14	14	15	15	20	20	21	21	0	0	**0,5**	**2,5**	**32672**	**160093**
11	**60**	102000	19	19	20	20	20	20	23	23	25	25	**0,5**	**1,8**	**51000**	**181560**
12	**61**	89250	18	18	23	23	26	26	27	27	0	0	**0,5**	**1,7**	**44625**	**151725**
13	**62**	153000	27	27	28	28	29	29	0	0	0	0	**0,5**	**1,7**	**76500**	**260100**
14	**63**	102000	21	21	22	22	24	24	0	0	0	0	**0,5**	**1,8**	**51000**	**187000**
15	**64**	31875	24	24	25	25	26	26	30	30	0	0	**0,5**	**1,7**	**15938**	**52594**
16	**65**	48609	30	30	31	31	32	32	0	0	0	0	**0,5**	**2,0**	**24305**	**97218**
17	**66**	61359	29	29	31	31	33	33	0	0	0	0	**0,5**	**1,7**	**30680**	**104310**
18	**67**	1055063	32	32	33	33	34	34	0	0	0	0	**0,5**	**3,8**	**527532**	**4044408**
19	**68**	1156266	34	34	35	35	0	0	0	0	0	0	**0,5**	**5,8**	**578133**	**6706343**
20	**69**	380109	35	35	0	0	0	0	0	0	0	0	**0,5**	**4,3**	**190055**	**1634469**
21	**70**	34266	36	36	37	37	0	0	0	0	0	0	**0,5**	**1,3**	**17133**	**42833**
22	**71**	22313	37	37	38	38	0	0	0	0	0	0	**0,5**	**0,8**	**11157**	**16735**
23	**72**	51797	38	38	0	0	0	0	0	0	0	0	**0,5**	**0,5**	**25899**	**25899**
24	**73**	61359	12	12	13	13	14	14	0	0	0	0	**0,5**	**3,5**	**30680**	**214757**
25	**74**	50203	10	10	12	12	49	49	0	0	0	0	**0,5**	**3,8**	**25102**	**189098**
26	**75**	62953	48	48	49	49	0	0	0	0	0	0	**0,5**	**3,8**	**31477**	**239221**
27	**76**	109969	5	5	8	8	9	9	10	10	0	0	**0,5**	**2,4**	**54985**	**261176**
28	**77**	41438	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	**0,5**	**2,3**	**20719**	**95307**
29	**78**	19922	39	39	40	40	41	41	0	0	0	0	**0,5**	**1,4**	**9961**	**27227**
30	**79**	16703	41	41	42	42	0	0	0	0	0	0	**0,5**	**1,0**	**8352**	**16703**

Tablo 5.1 – Üst Üste Gelen Segmentlerin Hacimleri ve Arayüzey Bilgileri (Devamı)

31	**80**	34266	40	40	42	42	43	43	0	0	0	0	**0,5**	**1,1**	**17133**	**36550**
32	**81**	24703	43	43	44	44	0	0	0	0	0	0	**0,5**	**1,3**	**12352**	**30879**
33	**82**	32672	44	44	45	45	47	47	0	0	0	0	**0,5**	**1,7**	**16336**	**54453**
34	**83**	22313	45	45	46	46	0	0	0	0	0	0	**0,5**	**2,4**	**11157**	**52436**
35	**84**	349031	46	46	0	0	0	0	0	0	0	0	**0,5**	**3,0**	**174516**	**1047093**
36	**85**	43669	47	47	48	48	50	50	0	0	0	0	**0,5**	**3,0**	**23290**	**131007**
37	**86**	67734	50	50	51	51	53	53	0	0	0	0	**0,6**	**3,0**	**42898**	**200944**
38	**87**	100088	51	51	52	52	0	0	0	0	0	0	**0,8**	**1,9**	**75066**	**185163**
39	**88**	51000	53	53	54	54	0	0	0	0	0	0	**0,7**	**3,4**	**33150**	**170850**
40	**89**	50203	54	54	55	55	0	0	0	0	0	0	**0,8**	**3,3**	**37652**	**165670**
41	**90**	83672	52	52	55	55	56	56	0	0	0	0	**0,9**	**2,6**	**72516**	**214758**
42	**91**	103953	56	56	57	57	0	0	0	0	0	0	**1,1**	**2,8**	**114348**	**291068**
43	**92**	61359	57	57	58	58	0	0	0	0	0	0	**1,5**	**2,5**	**92039**	**153398**
44	**93**	108375	58	58	59	59	0	0	0	0	0	0	**1,7**	**2,2**	**178819**	**238425**
45	**94**	105984	59	59	60	60	0	0	0	0	0	0	**2,0**	**1,8**	**206669**	**190771**
46	**95**	100406	60	60	61	61	0	0	0	0	0	0	**2,6**	**1,4**	**261056**	**140568**
47	**96**	149813	61	61	62	62	0	0	0	0	0	0	**3,0**	**1,0**	**449439**	**149813**
48	**97**	250000	62	62	63	63	0	0	0	0	0	0	**3,4**	**0,7**	**837500**	**162500**
49	**98**	250000	63	63	0	0	0	0	0	0	0	0	**3,5**	**0,5**	**875000**	**125000**

Tablo 5.2 – Yatay Doğrultuda Segmentleri Bağlayan Enkesit Alanları

Kanal no	**Genişlik (m)**	**WASP Segment Aralığı**				**Derinlik**	**Derinlik**			**Enkesit Alanı**	
		Üst		**Alt**			**Batimetri**	**Üst**	**Alt**	**Üst**	**Alt**
		Başlangıç	**Bitiş**	**Başlangıç**	**Bitiş**		**(m)**	**(m)**	**(m)**	**(m^2)**	**(m^2)**
1	102	**2**	**1**	**51**	**50**	3	2,2	0,5	1,7	**51,0**	**173,4**
2	117	**3**	**2**	**52**	**51**	3	1,6	0,5	1,1	**58,5**	**128,7**
3	150	**5**	**3**	**54**	**52**	3	1,7	0,5	1,2	**75,0**	**180,0**
4	101	**4**	**3**	**53**	**52**	3	2,4	0,5	1,9	**50,5**	**191,9**
5	103	**27**	**3**	**76**	**52**	2	2,5	0,5	2,0	**51,5**	**206,0**
6	70	**7**	**5**	**56**	**54**	3	3,8	0,5	3,3	**35,0**	**231,0**
7	75	**6**	**4**	**55**	**53**	3	2,5	0,5	2,0	**37,5**	**150,0**
8	77	**27**	**6**	**76**	**55**	2	2,7	0,5	2,2	**38,5**	**169,4**
9	198	**28**	**27**	**77**	**76**	3	2,8	0,5	2,3	**99,0**	**455,4**
10	69	**25**	**27**	**74**	**76**	3	3,5	0,5	3,0	**34,5**	**207,0**
11	68	**6**	**7**	**55**	**56**	3	3,8	0,5	3,3	**34,0**	**224,4**
12	165	**25**	**24**	**74**	**73**	3	5,0	0,5	4,5	**82,5**	**742,5**
13	85	**24**	**9**	**73**	**58**	3	3,9	0,5	3,4	**42,5**	**289,0**
14	44	**24**	**10**	**73**	**59**	3	3,1	0,5	2,6	**22,0**	**114,4**
15	42	**10**	**9**	**59**	**58**	3	3,8	0,5	3,3	**21,0**	**138,6**
16	82	**9**	**7**	**58**	**56**	2	3,8	0,5	3,3	**41,0**	**270,6**
17	62	**8**	**7**	**57**	**56**	2	3,0	0,5	2,5	**31,0**	**155,0**
18	64	**12**	**8**	**61**	**57**	3	2,5	0,5	2,0	**32,0**	**128,0**
19	64	**9**	**11**	**58**	**60**	3	2,4	0,5	1,9	**32,0**	**121,6**
20	29	**10**	**11**	**59**	**60**	3	2,4	0,5	1,9	**14,5**	**55,1**
21	24	**10**	**14**	**59**	**63**	3	2,5	0,5	2,0	**12,0**	**48,0**
22	31	**14**	**11**	**63**	**60**	3	2,3	0,5	1,8	**15,5**	**55,8**
23	106	**11**	**12**	**60**	**61**	3	2,2	0,5	1,7	**53,0**	**180,2**
24	65	**14**	**15**	**63**	**64**	3	2,2	0,5	1,7	**32,5**	**110,5**
25	49	**11**	**15**	**60**	**64**	3	2,0	0,5	1,5	**24,5**	**73,5**
26	44	**15**	**12**	**64**	**61**	3	2,1	0,5	1,6	**22,0**	**70,4**
27	42	**12**	**13**	**61**	**62**	3	2,0	0,5	1,5	**21,0**	**63,0**
28	47	**13**	**8**	**62**	**57**	2	2,6	0,5	2,1	**23,5**	**98,7**
29	40	**17**	**13**	**66**	**62**	2	2,0	0,5	1,5	**20,0**	**60,0**
30	42	**15**	**16**	**64**	**65**	2	2,3	0,5	1,8	**21,0**	**75,6**
31	58	**16**	**17**	**65**	**66**	3	2,3	0,5	1,8	**29,0**	**104,4**
32	30	**16**	**18**	**65**	**67**	3	2,9	0,5	2,4	**15,0**	**72,0**

Tablo 5.2 – Yatay Doğrultuda Segmentleri Bağlayan Enkesit Alanları (Devamı)

33	90	**18**	**17**	**67**	**66**	3	2,3	0,5	1,8	**45,0**	**162,0**
34	1194	**19**	**18**	**68**	**67**	3	7,8	0,5	7,3	**597,0**	**8716,2**
35	552	**20**	**19**	**69**	**68**	3	4,8	0,5	4,3	**276,0**	**2373,6**
36	89	**21**	**10**	**70**	**59**	3	2,0	0,5	1,5	**44,5**	**133,5**
37	27	**22**	**21**	**71**	**70**	3	1,5	0,5	1,0	**13,5**	**27,0**
38	105	**23**	**22**	**72**	**71**	3	1,0	0,5	0,5	**52,5**	**52,5**
39	50	**29**	**2**	**78**	**51**	3	2,6	0,5	2,1	**25,0**	**105,0**
40	75	**30**	**29**	**79**	**78**	3	1,5	0,5	1,0	**37,5**	**75,0**
41	41	**31**	**29**	**80**	**78**	3	1,5	0,5	1,0	**20,5**	**41,0**
42	37	**31**	**30**	**80**	**79**	3	1,5	0,5	1,0	**18,5**	**37,0**
43	44	**32**	**31**	**81**	**80**	3	1,7	0,5	1,2	**22,0**	**52,8**
44	43	**33**	**32**	**82**	**81**	3	1,8	0,5	1,3	**21,5**	**55,9**
45	88	**33**	**34**	**82**	**83**	3	2,2	0,5	1,7	**44,0**	**149,6**
46	481	**34**	**35**	**83**	**84**	3	3,5	0,5	3,0	**240,5**	**1443,0**
47	30	**36**	**33**	**85**	**82**	3	2,5	0,5	2,0	**15,0**	**60,0**
48	129	**36**	**26**	**85**	**75**	3	4,3	0,5	3,8	**64,5**	**490,2**
49	124	**26**	**25**	**75**	**74**	3	4,3	0,5	3,8	**62,0**	**471,2**
50	88	**37**	**36**	**86**	**85**	3	3,8	0,6	3,2	**52,8**	**281,6**
51	52	**38**	**37**	**87**	**86**	3,25	3,0	0,7	2,3	**36,4**	**119,6**
52	175	**41**	**38**	**90**	**87**	3,5	2,2	0,8	1,4	**140,0**	**245,0**
53	77	**39**	**37**	**88**	**86**	3,25	4,0	0,6	3,4	**46,2**	**261,8**
54	91	**40**	**39**	**89**	**88**	3,5	4,0	0,7	3,3	**63,7**	**300,3**
55	99	**41**	**40**	**90**	**89**	3,5	4,1	0,8	3,3	**79,2**	**326,7**
56	124	**42**	**41**	**91**	**90**	3,5	4,0	1,0	3,0	**124,0**	**372,0**
57	191	**43**	**42**	**92**	**91**	3,5	3,8	1,2	2,6	**229,2**	**496,6**
58	87	**44**	**43**	**93**	**92**	3,6	4,2	1,8	2,4	**156,6**	**208,8**
59	104	**45**	**44**	**94**	**93**	3,85	3,5	1,5	2,0	**156,0**	**208,0**
60	83	**46**	**45**	**95**	**94**	4	4,0	2,4	1,6	**199,2**	**132,8**
61	160	**47**	**46**	**96**	**95**	4	4,0	2,8	1,2	**448,0**	**192,0**
62	149	**48**	**47**	**97**	**96**	4	4,0	3,2	0,8	**476,8**	**119,2**
63	150	**49**	**48**	**98**	**97**	4	4,0	3,5	0,5	**525,0**	**75,0**

Tablo 5.3 – Segmentlerdeki Akış Hızları

WASP Segment Arayüzeyi		**Segment alanı (m^2)**	**Segment uzunluğu (m)**	**Segment genişliği (m)**	**Ortalama üst derinlik (m)**	**Ortalama alt derinlik (m)**	**Enkesit Alanı**		**Debi**		**Hız**	
Üst	**Alt**						**Üst (m^2)**	**Alt (m^2)**	**Üst (m^3/s)**	**Alt (m^3/s)**	**Üst (m/s)**	**Alt (m/s)**
1	**50**	250000	437,5	571,4	**0,5**	**1,7**	218,8	971,4	38	22	0,174	0,023
2	**51**	7969	300	26,6	**0,5**	**1,6**	150,0	43,4	38	22	0,253	0,507
3	**52**	219938	650	338,4	**0,5**	**1,6**	325,0	524,5	35,1	20,1	0,108	0,038
4	**53**	27094	387,5	69,9	**0,5**	**2,0**	193,8	136,3	4	7	0,021	0,051
5	**54**	98813	625	158,1	**0,5**	**2,5**	312,5	395,3	26,1	7,1	0,084	0,018
6	**55**	16543	375	44,1	**0,5**	**2,5**	187,5	110,3	10	8	0,053	0,073
7	**56**	58650	437,5	134,1	**0,5**	**3,1**	218,8	415,6	26,1	7,1	0,119	0,017
8	**57**	48609	350	138,9	**0,5**	**2,2**	175,0	305,5	6,1	1	0,035	0,003
9	**58**	131875	337,5	390,7	**0,5**	**3,0**	168,8	1162,5	16	5,1	0,095	0,004
10	**59**	65344	500	130,7	**0,5**	**2,5**	250,0	320,2	6,1	1	0,024	0,003
11	**60**	102000	375	272,0	**0,5**	**1,8**	187,5	484,2	4,1	0,9	0,022	0,002
12	**61**	89250	500	178,5	**0,5**	**1,7**	250,0	303,5	6	0,6	0,024	0,002
13	**62**	153000	812,5	188,3	**0,5**	**1,7**	406,3	320,1	1,1	0,5	0,003	0,002
14	**63**	102000	625	163,2	**0,5**	**1,8**	312,5	299,2	2,1	0,001	0,007	0,000
15	**64**	31875	250	127,5	**0,5**	**1,7**	125,0	210,4	2,1	0,3	0,017	0,001
16	**65**	48609	437,5	111,1	**0,5**	**2,0**	218,8	222,2	0,1	0,3	0,000	0,001
17	**66**	61359	500	122,7	**0,5**	**1,7**	250,0	208,6	0,1	0,4	0,000	0,002

Tablo 5.3 – Segmentlerdeki Akış Hızları (Devamı)

18	**67**	1055063	937,5	1125,4	**0,5**	**3,8**	468,8	4314,0	0,1	0,3	0,000	0,000
19	**68**	1156266	1000	1156,3	**0,5**	**5,8**	500,0	6706,3	0,001	0,1	0,000	0,000
20	**69**	380109	937,5	405,4	**0,5**	**4,3**	468,8	1743,4	0,001	0,1	0,000	0,000
21	**70**	34266	375	91,4	**0,5**	**1,3**	187,5	114,2	0,1	0,001	0,001	0,000
22	**71**	22313	437,5	51,0	**0,5**	**0,8**	218,8	38,3	0,1	0,001	0,000	0,000
23	**72**	51797	437,5	118,4	**0,5**	**0,5**	218,8	59,2	0,1	0,001	0,000	0,000
24	**73**	61359	375	163,6	**0,5**	**3,5**	187,5	572,7	20	6	0,107	0,010
25	**74**	50203	375	133,9	**0,5**	**3,8**	187,5	504,3	35	20	0,187	0,040
26	**75**	62953	337,5	186,5	**0,5**	**3,8**	168,8	708,8	35	20	0,207	0,028
27	**76**	109969	837,5	131,3	**0,5**	**2,4**	28	311,9	15	14	0,536	0,045
28	**77**	41438	375	110,5	**0,5**	**2,3**	187,5	254,2	0,001	0,001	0,000	0,000
29	**78**	19922	250	79,7	**0,5**	**1,4**	125,0	108,9	2,9	1,9	0,023	0,017
30	**79**	16703	375	44,5	**0,5**	**1,0**	187,5	44,5	0,9	0,9	0,005	0,020
31	**80**	34266	437,5	78,3	**0,5**	**1,1**	218,8	83,5	2,9	1,9	0,013	0,023
32	**81**	24703	562,5	43,9	**0,5**	**1,3**	281,3	54,9	2,9	1,9	0,010	0,035
33	**82**	32672	375	87,1	**0,5**	**1,7**	187,5	145,2	3	2	0,016	0,014
34	**83**	22313	187,5	119,0	**0,5**	**2,4**	93,8	279,7	0,1	0,1	0,001	0,000
35	**84**	349031	687,5	507,7	**0,5**	**3,0**	343,8	1523,0	0,1	0,1	0,000	0,000
36	**85**	43669	500	87,3	**0,5**	**3,0**	266,7	262,0	38	22	0,143	0,084
37	**86**	67734	687,5	98,5	**0,6**	**3,0**	435,4	292,3	38	22	0,087	0,075
38	**87**	100088	812,5	123,2	**0,8**	**1,9**	609,4	227,9	17,261	9,386	0,028	0,041
39	**88**	51000	712,5	71,6	**0,7**	**3,4**	463,1	239,8	19,28	11,16	0,042	0,047
40	**89**	50203	500	100,4	**0,8**	**3,3**	375,0	331,3	18,86	10,74	0,050	0,032
41	**90**	83672	750	111,6	**0,9**	**2,6**	650,0	286,3	32,89	16,89	0,051	0,059
42	**91**	103953	500	207,9	**1,1**	**2,8**	550,0	582,1	32,26	16,26	0,059	0,028
43	**92**	61359	687,5	89,2	**1,5**	**2,5**	1031,3	223,1	30,39	14,39	0,029	0,064
44	**93**	108375	1125	96,3	**1,7**	**2,2**	1856,3	211,9	27,89	11,89	0,015	0,056
45	**94**	105984	1437,5	73,7	**2,0**	**1,8**	2803,1	132,7	25,39	9,39	0,009	0,071
46	**95**	100406	812,5	123,6	**2,6**	**1,4**	2112,5	173,0	22,89	6,89	0,011	0,040
47	**96**	149813	937,5	159,8	**3,0**	**1,0**	2812,5	159,8	20,39	4,39	0,007	0,027
48	**97**	250000	875	285,7	**3,4**	**0,7**	2931,3	185,7	17,89	1,89	0,006	0,010
49	**98**	250000	500	500,0	**3,5**	**0,5**	1750,0	250,0	16,64	0,64	0,010	0,003

5.2.3 Segment Hacimleri ve Sistem Geometrisi

Bu veri grubunda, hangi tabakanın üst hangi tabakanın alt tabaka olduğu tanımlanmıştır. Ayrıca tabakaların genişlik ve derinlikleri de girilmiştir. Bu bilgiler Tablo 5.1 ve Tablo 5.2'de mevcuttur.

5.2.4 Sistemi Dolaşan Debiler

Bir segmentten geçen toplam debinin bileşenleri farklı yollar izleyebilir. WASP kullanıcıdan bir debi bileşeninin sistem içerisinde izlediği yolu belirtmesini istemektedir. Bu işlem basit sistemlerde çok zor olmasa da, Dalyan Lagünü gibi karmaşık bir kanal ağında oldukça uzun süren zahmetli bir çalışma gerektirmektedir.

Bu çalışma sırasında, Lung Modeli için tanımlanan ana kollara ek olarak yan kollar tanımlanmıştır. Böylece debi bileşenlerinin izlenmesi daha kolay olmuştur. Debi bileşenlerinin izlediği yollar, ilgili Ek C'de verilmiştir.

5.2.5 Sistemin Sınır Koşulları ile İlgili Veriler

Sistemin dört tane sınır koşulu vardır. Ancak WASP model ağı iki tabakalı olduğu için, sekiz tane segment için sınır koşulu tanımlanmıştır. Bu segmentler; Köyceğiz Gölü girişi (Segment 49 ve 98), Akdeniz çıkışı (Segment 1 ve 50), Sülüngür Gölü bitimi (20, 69) ve Segment 23 ve 72'nin bitimidir. WASP modeli, sınır koşullarında modellenen su kalitesi parametrelerinin zaman serilerinin girilmesini istemektedir. Bu çalışmada sadece tuzluluk parametresi için simülasyon yapıldığından, sınır koşullarında sadece tuzluluk parametresine ait değerler girilmiştir.

5.2.6 Sisteme Giren Yükler

Tuzluluk parametresi düşünüldüğünde, Akdeniz girişi dışında sisteme herhangi bir tuzluluk yükü girmemektedir. Akdeniz'den sisteme giren tuzluluk yükü de sınır koşulu ile birlikte tanımlanmıştır.

5.2.7 Kinetik Sabitler

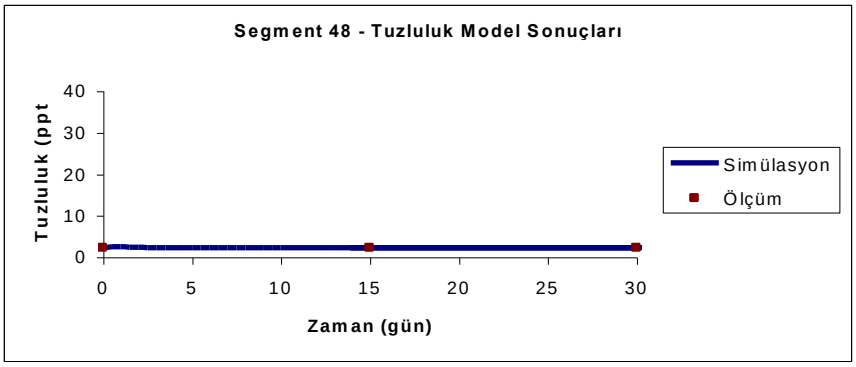
Kinetik sabitler, tuzluluk parametresinin tanımlanabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. EUTRO modelinde aslında tuzluluk parametresi tanımlı değildir. Ancak tuzluluk parametresinin korunan bir parametre olduğu düşünülürse, EUTRO'da tanımlı herhangi bir parametreye ait tüm kinetik sabitlere sıfır değeri verilerek korunan bir parametrenin simülasyonunu yapmak mümkün olmaktadır. Bu çalışmada da aynı yöntem kullanılarak amonyak parametresinin sistem içinde bozulmasını modelleyen kinetik ifadeler, ilgili sabitlerine sıfır değeri verilerek etkisiz hale getirilmişlerdir. Böylece tuzluluk simülasyonunu gerçekleştirmek mümkün olmuştur.

5.2.8 Sistemin Başlangıç Koşulları

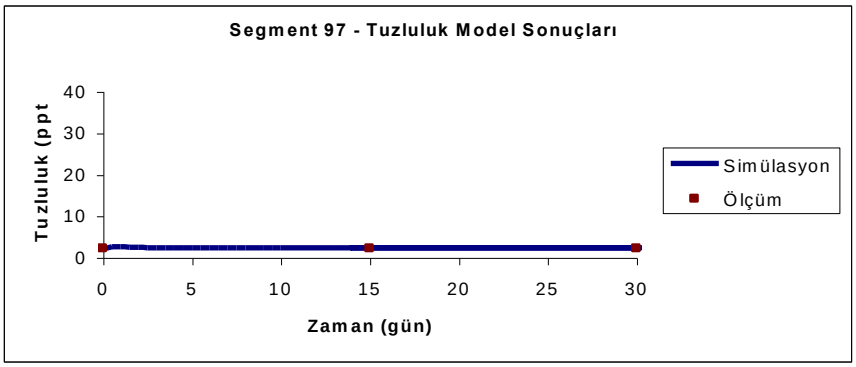
Üzerinde istasyon olan segmentler için, mevcut deneysel tuzluluk verileri başlangıç koşulu olarak girilmiştir. Ancak bunların dışında kalan segmentlerde başlangıç koşulu olarak girilen veriler, ana kollar üzerinden doğrusal interpolasyon yapılarak hesaplanmıştır.

5.3 WASP Simülasyonu Sonuçları

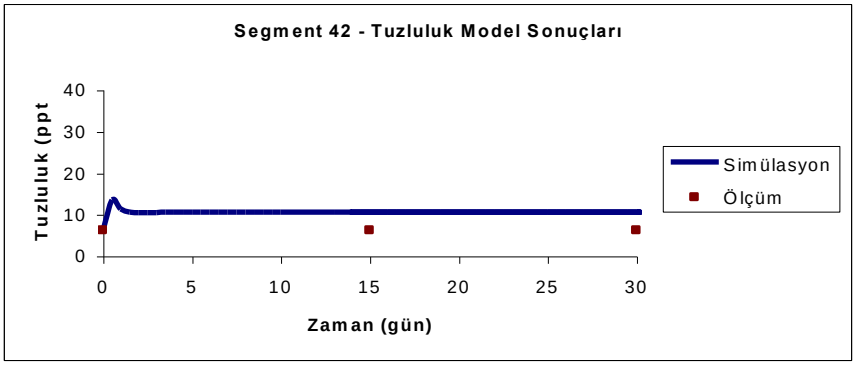
EUTRO ile yapılan simülasyon sonuçları aşağıdaki şekillerde verilmiştir. Sistem kararlı hale gelene kadar simülasyona devam edilmiştir. Şekiller incelendiğinde, 30 günlük simülasyon süresinin yeterli olduğu görülmektedir. Simülasyon sonuçlarının ölçüm sonuçlarından sapması, debi tahminlerinin hatası ile orantılıdır.



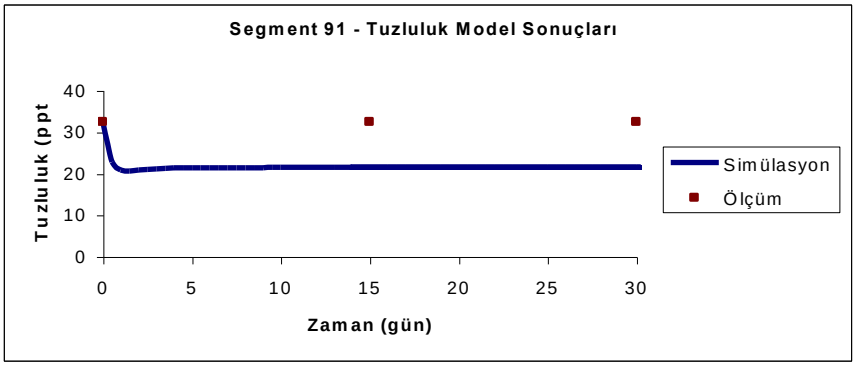
Şekil 5.1 İstasyon 0'a ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



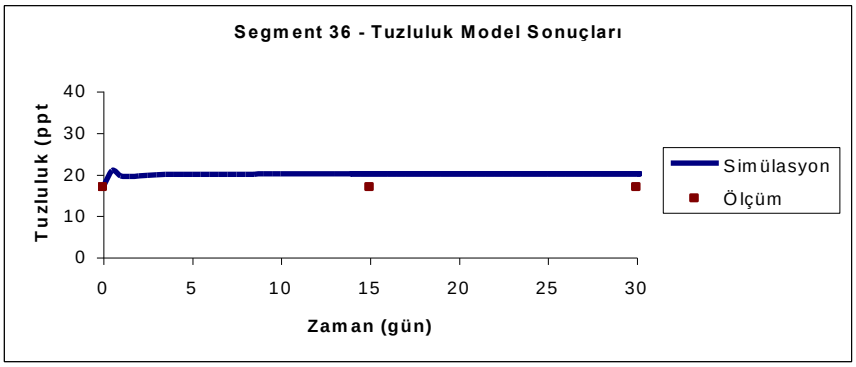
Şekil 5.2 İstasyon 0'a ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



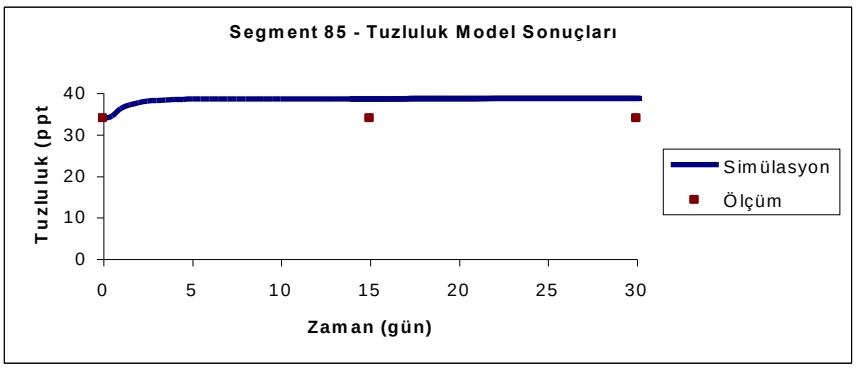
Şekil 5.3 İstasyon 1'e ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



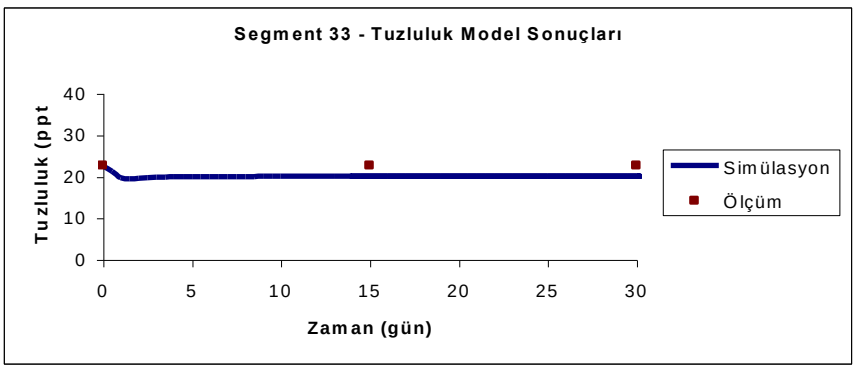
Şekil 5.4 İstasyon 1'e ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



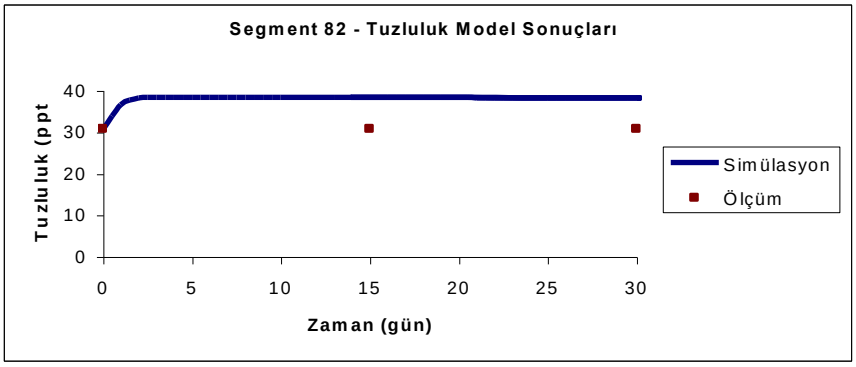
Şekil 5.5 İstasyon 2'ye ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



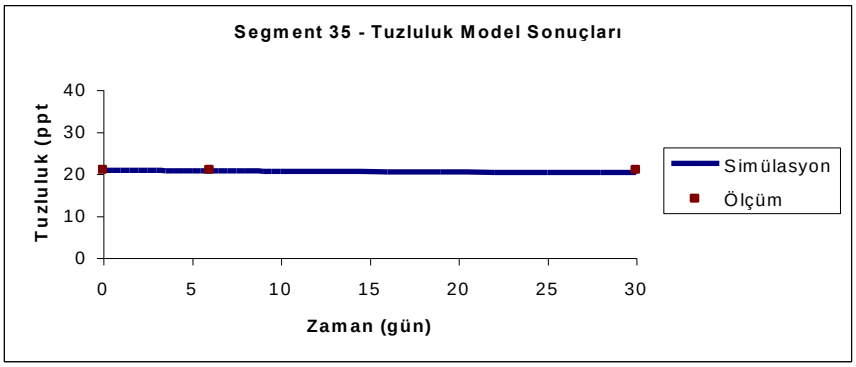
Şekil 5.6 İstasyon 2'ye ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



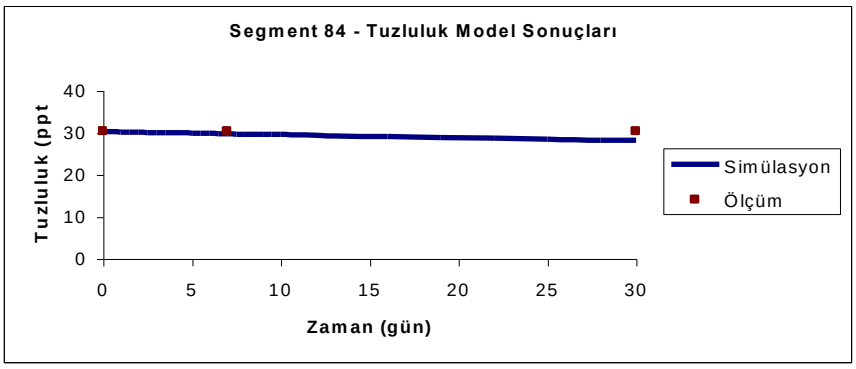
Şekil 5.7 İstasyon 3'e ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



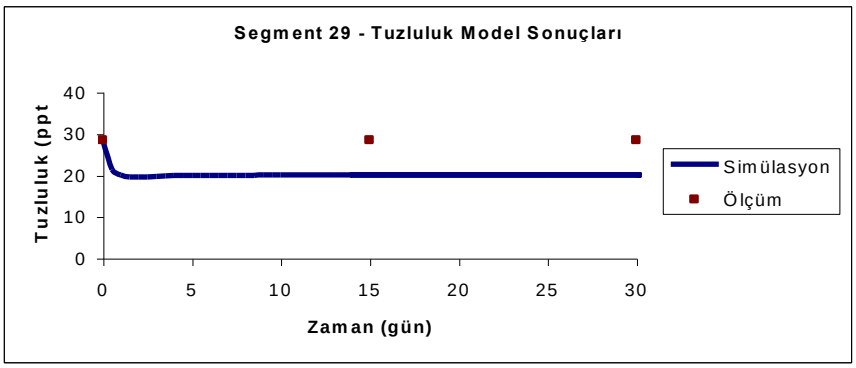
Şekil 5.8 İstasyon 3'e ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



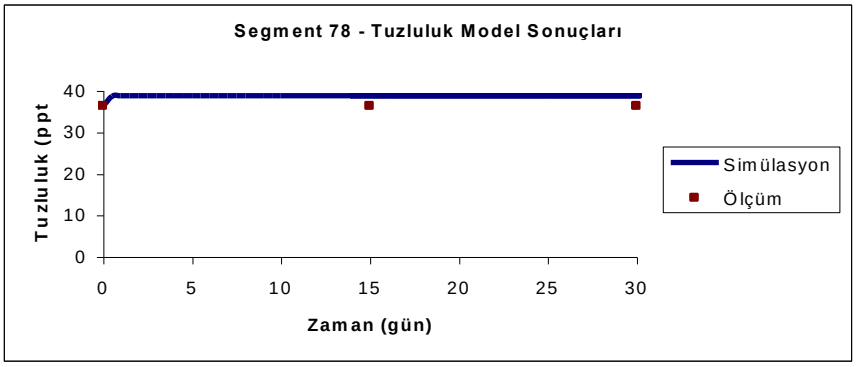
Şekil 5.9 İstasyon 4'e ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



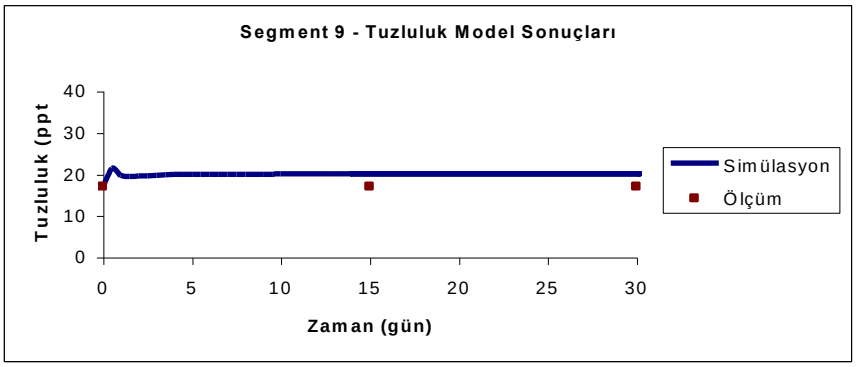
Şekil 5.10 İstasyon 4'e ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



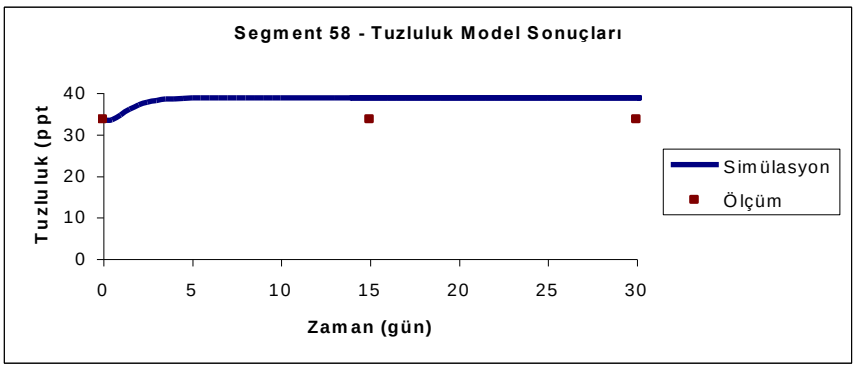
Şekil 5.11 İstasyon 5'e ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



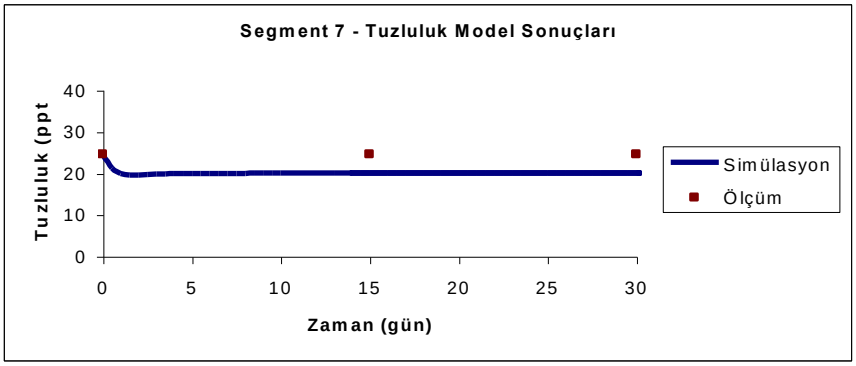
Şekil 5.12 İstasyon 5'e ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



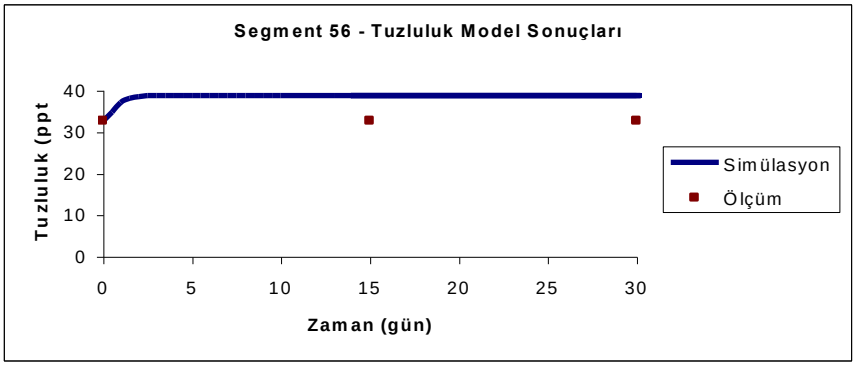
Şekil 5.13 İstasyon 6'ya ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



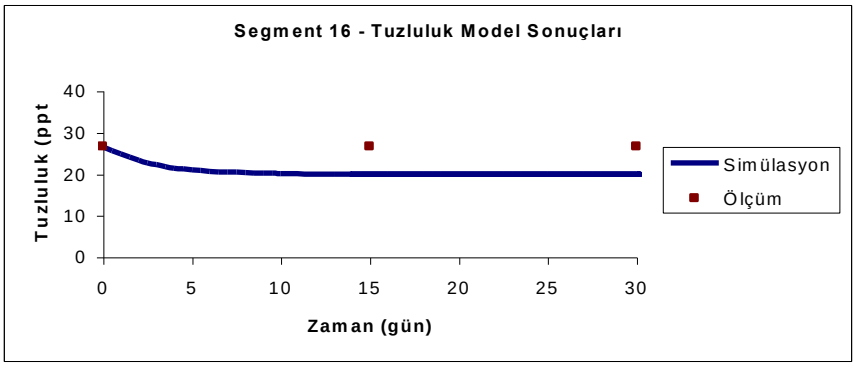
Şekil 5.14 İstasyon 6'ya ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



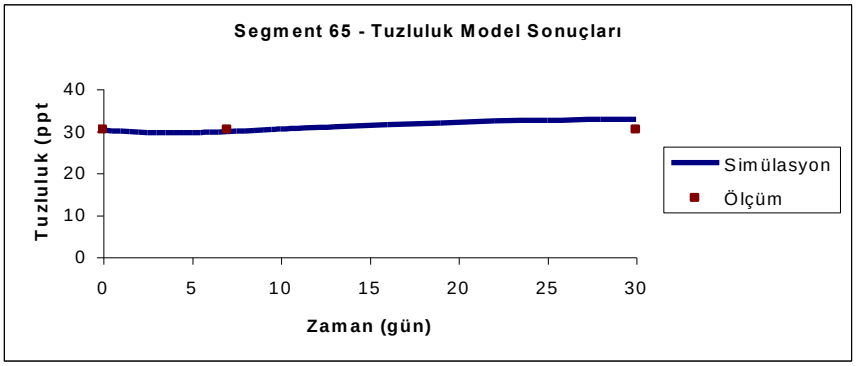
Şekil 5.15 İstasyon 7'ye ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



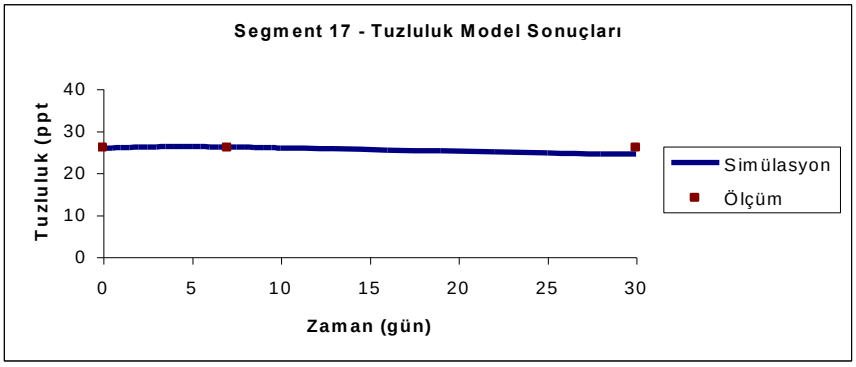
Şekil 5.16 İstasyon 7'ye ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



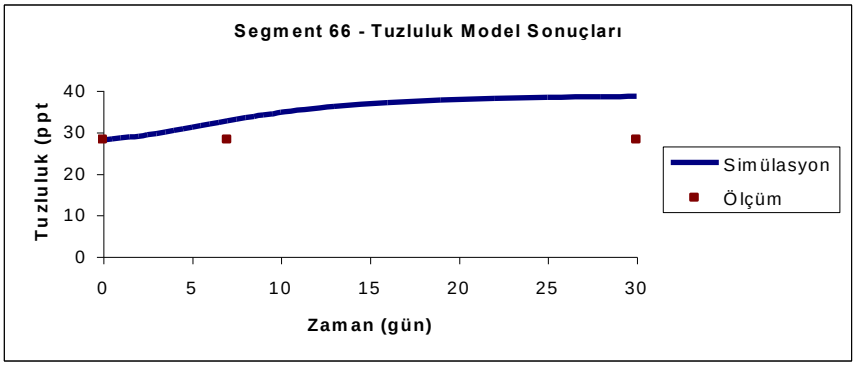
Şekil 5.17 İstasyon 8'e ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



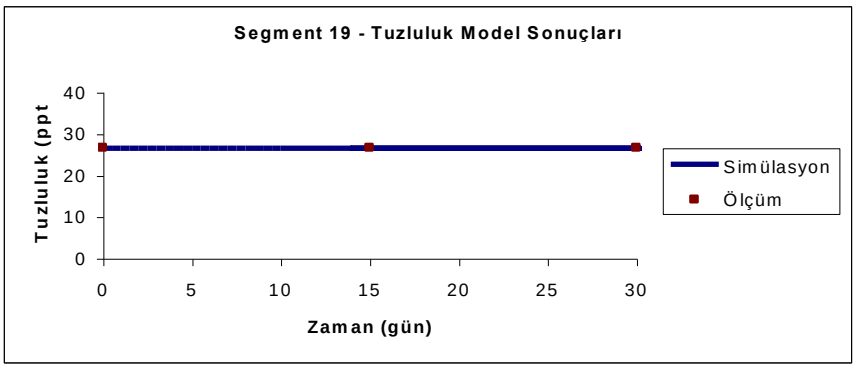
Şekil 5.18 İstasyon 8'e ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



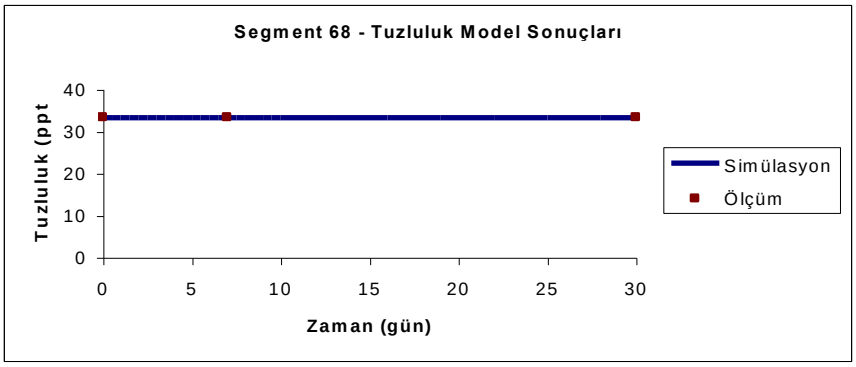
Şekil 5.19 İstasyon 9'a ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



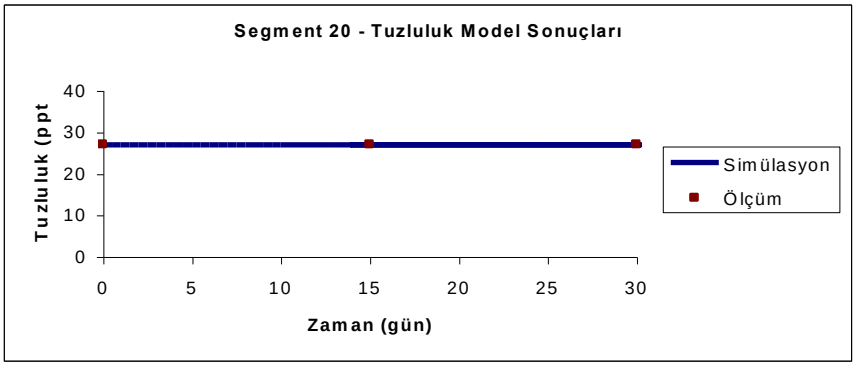
Şekil 5.20 İstasyon 9'a ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



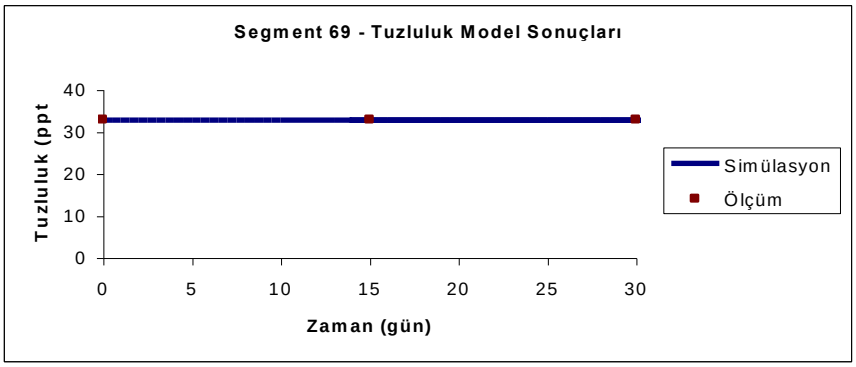
Şekil 5.21 İstasyon 11'e ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



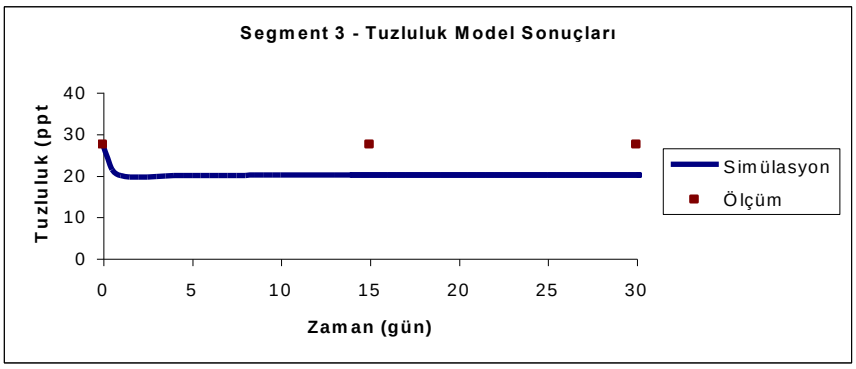
Şekil 5.22 İstasyon 11'e ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



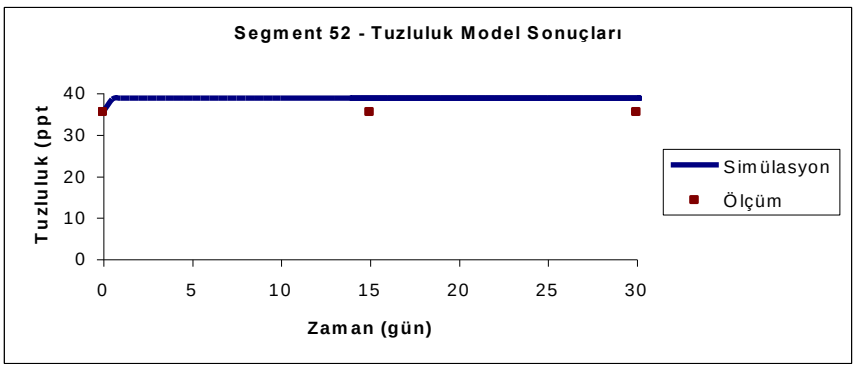
Şekil 5.23 İstasyon 12'ye ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



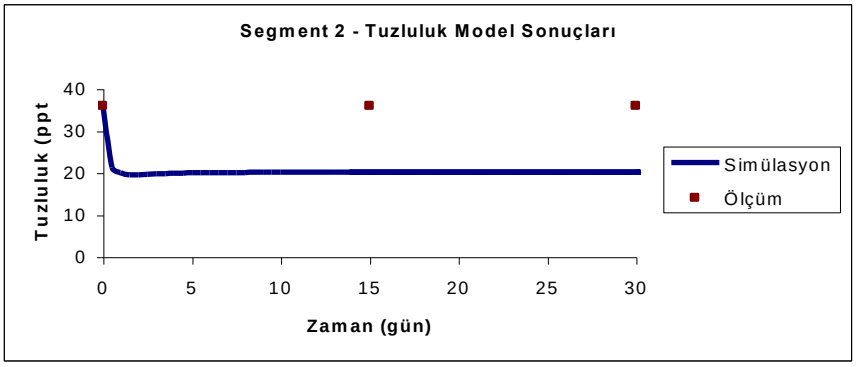
Şekil 5.24 İstasyon 12'ye ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



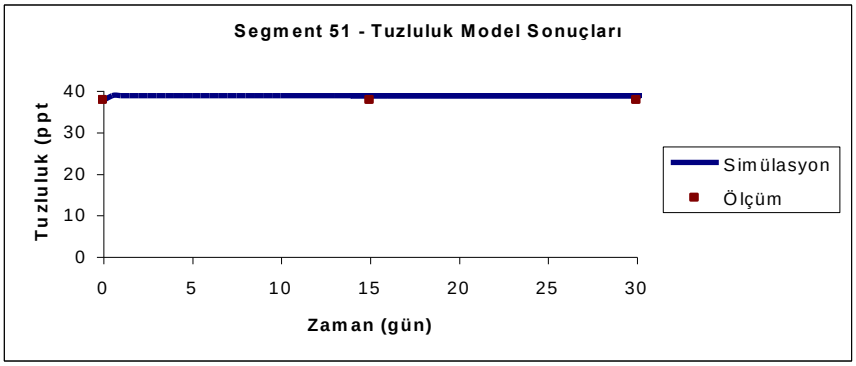
Şekil 5.25 İstasyon 13'e ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



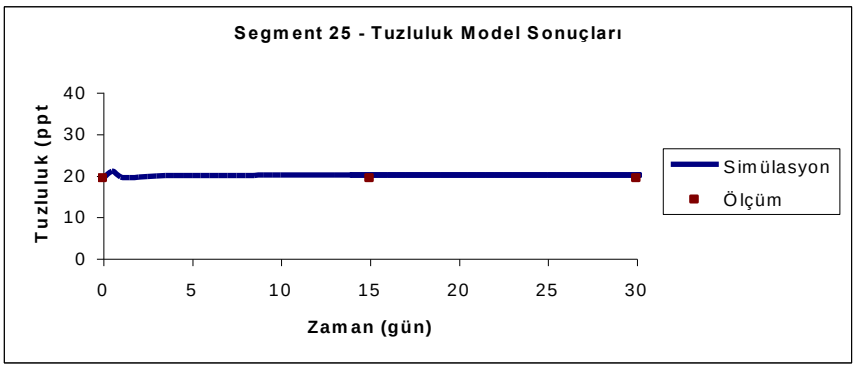
Şekil 5.26 İstasyon 13'e ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



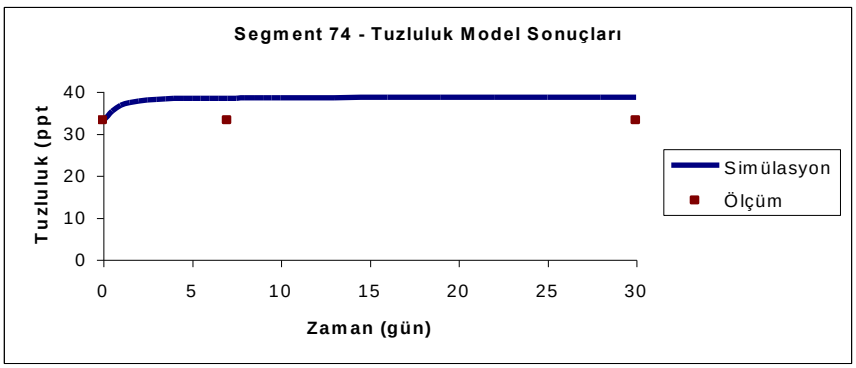
Şekil 5.27 İstasyon 14'e ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



Şekil 5.28 İstasyon 14'e ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



Şekil 5.29 İstasyon 15'e ait Üst Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları



Şekil 5.30 İstasyon 15'e ait Alt Tabaka Akımının Tuzluluk Simülasyon Sonuçları

Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde WASP programının hidrolik modellerden elde edilen debi değerlerinin tutarlı oldukları görülmüştür. Ancak her debi değişikliğinde Bölüm 5.2.4'de sözü edilen debi bileşenlerini belirleme çalışmasının tekrarlanması gerekmektedir. Bu çalışmanın oldukça vakit alıcı bir işlem olması nedeniyle programın sözü edilen amaç için kullanılmasının pratik olmadığı görülmektedir.

BÖLÜM 6. KÖYCEĞİZ GÖLÜ'NDE TABAKALAŞMA ve KARIŞIM ANALİZİ

Bölüm 2.2'de de üzerinde durulduğu gibi, bir gölde karışım ve tabakalaşma gölün hidroliği açısından oldukça önemli olabilmektedir. Bu nedenle hidrodinamik veya su kalitesi modeli seçiminden önce tabakalaşma ve karışım analizlerinin yapılması doğru modelin seçimi açısından oldukça yararlı bilgiler sağlamaktadır.

Bu bölümdeki analizler yapılırken aksi belirtilmediği taktirde, Köyceğiz Gölü'nün uzunluğu 13.000 m, genişliği 5.500 m, ortalama derinliği ise 25 m alınmış, su yoğunluğu

$$\rho = 1.000 - \left[\frac{(T - 3{,}98)^2 (T + 283)}{(503{,}57\ (T + 67{,}26))} \right] + 0{,}00062C_1$$

bağıntısı ile hesaplanmıştır. Bu bağıntıda

ρ : Suyun yoğunluğu (kg/m^3)

T : Suyun sıcaklığı (^OC)

C_1 : Sudaki toplam çözünmüş katı madde (mg/l)

alınmıştır. Hesaplar sırasında, toplam çözünmüş katının tuzluluğa eşit olduğu kabul edilmiştir. Köyceğiz Gölü'ne su girişleri ise Tablo 6.1 ve 6.2'de verilmiştir. Bu tablolardaki debiler m^3/s biriminde olup Tablo 3.7 ve Tablo 3.10 yardımıyla hesaplanmıştır.

Tablo 6.1 – Köyceğiz Gölüne Giren Aylık Ortalama Debiler

AYLAR	Ortalama Yağışlar m^3/s									
	Yuvarlak	Kargıcak ve Yangı	Namnam	Sarıöz	Hamitköy	Çakmak	Değirmendere	Çamlıdüzü	Diğer	Toplam
Ocak	4,52	3,14	24,05	1,75	0,43	0,53	0,43	0,69	3,32	38,85
Şubat	3,66	2,54	19,50	1,42	0,34	0,43	0,35	0,56	2,69	31,50
Mart	2,28	1,58	12,13	0,88	0,21	0,27	0,22	0,35	1,67	19,59
Nisan	1,27	0,88	6,78	0,49	0,12	0,15	0,12	0,20	0,93	10,95
Mayıs	0,72	0,50	3,85	0,28	0,07	0,09	0,07	0,11	0,53	6,22
Haziran	0,40	0,28	2,14	0,15	0,04	0,05	0,04	0,06	0,30	3,46
Temmuz	0,16	0,12	0,88	0,06	0,01	0,02	0,01	0,03	0,12	1,42
Ağustos	0,28	0,19	1,49	0,11	0,03	0,03	0,03	0,04	0,21	2,41
Eylül	0,45	0,31	2,41	0,17	0,04	0,05	0,04	0,07	0,33	3,89
Ekim	1,75	1,22	9,35	0,68	0,16	0,21	0,17	0,27	1,29	15,10
Kasım	3,40	2,36	18,11	1,32	0,32	0,40	0,32	0,52	2,50	29,25
Aralık	5,25	3,65	27,98	2,03	0,49	0,62	0,50	0,81	3,86	45,19

Tablo 6.2 – Özel Yağış Senaryoları

Özel yağışlar		m^3/s
Senaryo	Açıklama	
Y1	Yağışlı dönemde görülen ortalama günlük yağış	90
Y2	2 yılda 1 kez gerçekleşen 10 dakika sürebilecek maksimum yağış	11.122
Y3	2 yılda 1 kez gerçekleşen 24 saat sürebilecek maksimum yağış	543
Y4	100 yılda 1 kez gerçekleşebilecek10 dakika sürebilecek maksimum yağış	19.261
Y5	100 yılda 1 kez gerçekleşebilecek10 dakika sürebilecek maksimum yağış	1.221

6.1 Köyceğiz Gölü'nün Tabakalaşma Potansiyeli

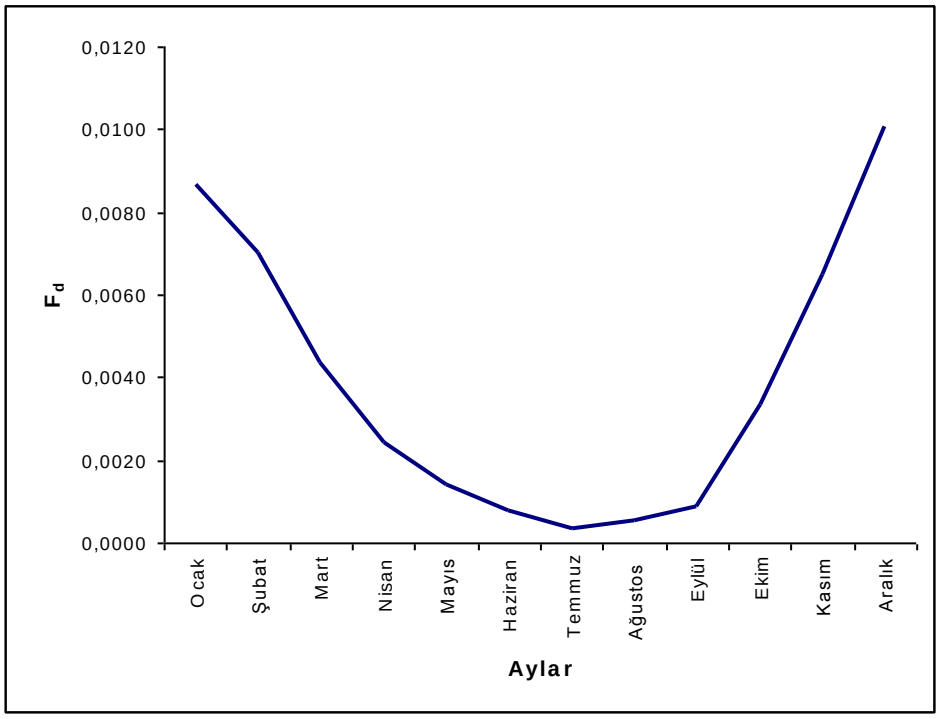
Tabakalaşma potansiyeli, Denklem 2.1'de verilen bağıntı ile hesaplanmış ve değişik aylar için elde edilen sonuçlar Tablo 6.3'te verilmiştir.

Tablo 6.3 – Köyceğiz Gölü'nün Aylık Ortalama Akışlar İçin Densimetrik Froude Sayısı

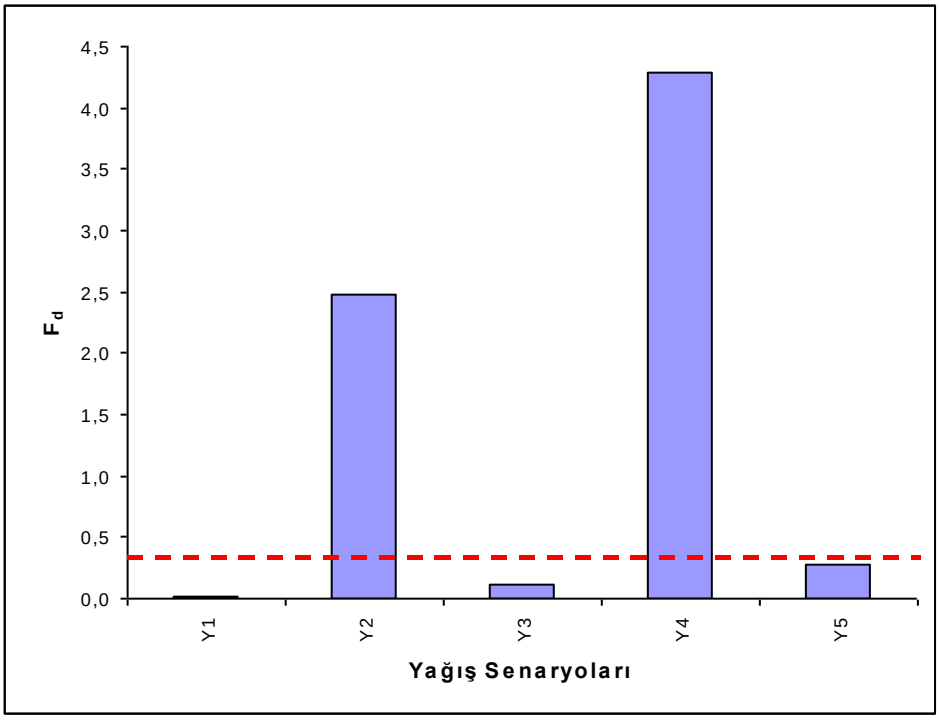
Aylar	Q (m3/s)	Dm (m)	V (m3)	L (m)	F_d
Ocak	38,85	25	746.377.529	13.000	0,008641
Şubat	31,50	25	746.377.529	13.000	0,007006
Mart	19,59	25	746.377.529	13.000	0,004358
Nisan	10,95	25	746.377.529	13.000	0,002435
Mayıs	6,22	25	746.377.529	13.000	0,001384
Haziran	3,46	25	746.377.529	13.000	0,000769
Temmuz	1,42	25	746.377.529	13.000	0,000316
Ağustos	2,41	25	746.377.529	13.000	0,000536
Eylül	3,89	25	746.377.529	13.000	0,000864
Ekim	15,10	25	746.377.529	13.000	0,003359
Kasım	29,25	25	746.377.529	13.000	0,006506
Aralık	45,19	25	746.377.529	13.000	0,010053

Tablo 6.4 – Köyceğiz Gölü'nün Özel Yağışlardan Kaynaklanan Akışlar İçin Densimetrik Froude Sayısı

Aylar	Q (m^3/s)	Dm (m)	V (m^3)	L (m)	F_d
Y1	90	25	746.377.529	13.000	0,020114
Y2	11.122	25	746.377.529	13.000	2,474024
Y3	543	25	746.377.529	13.000	0,120684
Y4	19.261	25	746.377.529	13.000	4,284286
Y5	1.221	25	746.377.529	13.000	0,271539



Şekil 6.1 – Köyceğiz Gölü'nün Aylık Ortalama Akışlar İçin Densimetrik Froude Sayısı



Şekil 6.2 – Köyceğiz Gölü'nün Aylık Ortalama Akışlar İçin Densimetrik Froude Sayısı

Tablo 6.3 ve Şekil 6.1'de görüldüğü gibi, göle ortalama akışın geldiği durumlarda densimetrik Froude sayısı $1/\pi$'den ($1/\pi = 0{,}31$) çok küçüktür ve bu nedenle gölde kuvvetli tabakalaşma görülmektedir. Ancak özel yağış anlarında durum farklıdır. İki yılda bir görünen 10 dakikalık bir yağışta (Y2 senaryosu), gölün densimetrik Froude sayısı 2,5 civarına ulaşmaktadır. Bu değer $1/\pi$'nin 8 katıdır ve göldeki tabakalaşmayı bozabilecek bir akış olduğunun göstergesidir. Benzer bir durum Y4 senaryosu için de geçerlidir. Y1 senaryosunda (Yağışlı dönemde görülen ortalama yağış) densimetrik Froude katsayısı $1/\pi$'den çok daha düşüktür ve bu nedenle Köyceğiz Gölü'ndeki tabakalaşmanın bozulması pek beklenmemektedir. Benzer bir durum Y3 senaryosu (2 yılda 1 kez gerçekleşen 24 saatlik yağış) için de geçerlidir.

6.2 Batma ve Ayrılma Noktası

Batma veya ayrılma noktası derinliği; Yuvarlakçay, Kargıcak Deresi, Namnam Çayı, Sarıöz ve Hamitköy Kanalı için Denklem 2.5, 2.6, 2.7 ve 2.8 kullanılarak her ay için hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 6.5, 6.6, 6.7, 6.8 , 6.9 ve Şekil 6.3, 6.4, 6.5, 6.6 ve 6.7'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre:

- Yukarıdaki derelerden gelen suyun yoğunluğunun tüm aylarda Köyceğiz Gölü'nün üst tabakasının yoğunluğundan düşük olmaları nedeniyle her zaman için üst akım koşulları oluştuğu, bu akarsulardan gelen suların Köyceğiz Gölü'nün alt tabakalarına ulaşamayacakları ve bu nedenle batma ve ayrılma noktaları yerine sadece ayrılma noktaları olduğu
- Ayrılma noktasındaki Froude sayılarının sürekli 3'ten küçük olmasından dolayı, yukarıda isimleri verilen 5 akarsuyun su jeti oluşturmayıp, momentumlarını kaybedecekleri ayrılma noktasından hemen sonra Köyceğiz Gölü'ne karışacakları
- Ayrılma noktalarının kıyıya çok yakın (<100 m) oldukları
- Namnam Çayı ve Yuvalakçay'ın Köyceğiz Gölü'ne hidrolik etkilerinin diğer akarsuların göre daha yüksek olduğu

anlaşılmaktadır.

Tablo 6.5 – Yuvarlak Çay'ın Ayrılma Noktası Hesapları

Yuvarlak Çay		Arayüz sürtünmesi	0,004	Taban sürtümnesi	0,02	Akarsu genişliği	14	Taban eğimi	0,0133	**Hesap Sonuçları**				
AYLAR	Debi	Sıcaklık Yuvarlak Çay	Köyceğiz Gölü	Tuzluluk Yuvarlak Çay	Tuzluluk Köyceğiz Gölü	Yoğunluk Yuvarlak Çay	Yoğunluk Köyceğiz Gölü	Yoğunluk farkı	Nokta tipi	**F_p**	**h_0**	**h_s**	**u_s**	**Etki alanının uzaklığı**
	m^3/s	^OC	^OC	mg/l	mg/l	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3			**m**	**m**	**m/s**	**m**
Ocak	4,52	14	10	200	5913	999,40	1003,39	-4,00	Ayrılma	**1,41**	**1,10**	**1,72**	**0,27**	**83**
Şubat	3,66	15	13,66	200	5725	999,25	1002,87	-3,62	Ayrılma	**1,41**	**0,99**	**1,54**	**0,24**	**75**
Mart	2,28	17	17,33	200	5538	998,93	1002,18	-3,25	Ayrılma	**1,41**	**0,75**	**1,17**	**0,20**	**56**
Nisan	1,27	19	21	200	5350	998,56	1001,34	-2,78	Ayrılma	**1,41**	**0,54**	**0,83**	**0,16**	**40**
Mayıs	0,72	16	23	200	5163	999,09	1000,77	-1,67	Ayrılma	**1,41**	**0,44**	**0,68**	**0,11**	**33**
Haziran	0,40	20	25	200	4975	998,35	1000,16	-1,80	Ayrılma	**1,41**	**0,29**	**0,45**	**0,09**	**22**
Temmuz	0,16	29	27	200	4788	996,09	999,51	-3,41	Ayrılma	**1,41**	**0,13**	**0,20**	**0,08**	**10**
Ağustos	0,28	25	29	200	4600	997,19	998,82	-1,63	Ayrılma	**1,41**	**0,23**	**0,36**	**0,08**	**18**
Eylül	0,45	22	25,66	200	5000	997,92	1000,00	-2,08	Ayrılma	**1,41**	**0,30**	**0,46**	**0,10**	**22**
Ekim	1,75	20	22,33	200	5400	998,35	1001,07	-2,71	Ayrılma	**1,41**	**0,67**	**1,04**	**0,17**	**50**
Kasım	3,40	17	18	200	5800	998,93	1002,22	-3,29	Ayrılma	**1,41**	**0,98**	**1,52**	**0,23**	**73**
Aralık	5,25	13	10	200	6100	999,53	1003,51	-3,98	Ayrılma	**1,41**	**1,22**	**1,90**	**0,28**	**92**

Tablo 6.6 – Kargıcak ve Yangı Ayrılma Noktası Hesapları

Kargıcak ve Yangı	Arayüz sürtünmesi		0,004	Taban sürtümnesi	0,02	Akarsu genişliği	10	Taban eğimi	0,0266	**Hesap Sonuçları**				
AYLAR	Debi	Sıcaklık Kargıcak ve Yangı	Köyceğiz Gölü	Tuzluluk Kargıcak ve Yangı	Köyceğiz Gölü	Yoğunluk Kargıcak ve Yangı	Köyceğiz Gölü	Yoğunluk farkı	Nokta tipi	**F_p**	**h_0**	**h_s**	**u_s**	**Etki alanının uzaklığı**
	m^3/s	^OC	^OC	mg/l	mg/l	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3			**m**	**m**	**m/s**	**m**
Ocak	3,14	10	10	200	5913	999,85	1003,39	-3,54	Ayrılma	**1,96**	**0,90**	**1,76**	**0,26**	**34**
Şubat	2,54	12,5	13,66	200	5725	999,59	1002,87	-3,28	Ayrılma	**1,96**	**0,81**	**1,57**	**0,23**	**30**
Mart	1,58	15	17,33	200	5538	999,25	1002,18	-2,93	Ayrılma	**1,96**	**0,61**	**1,19**	**0,19**	**23**
Nisan	0,88	18	21	200	5350	998,75	1001,34	-2,59	Ayrılma	**1,96**	**0,43**	**0,84**	**0,15**	**16**
Mayıs	0,50	21	23	200	5163	998,14	1000,77	-2,62	Ayrılma	**1,96**	**0,30**	**0,57**	**0,13**	**11**
Haziran	0,28	34	25	200	4975	994,52	1000,16	-5,63	Ayrılma	**1,96**	**0,15**	**0,30**	**0,13**	**6**
Temmuz	0,12	29	27	200	4788	996,09	999,51	-3,41	Ayrılma	**1,96**	**0,10**	**0,20**	**0,08**	**4**
Ağustos	0,19	25	29	200	4600	997,19	998,82	-1,63	Ayrılma	**1,96**	**0,18**	**0,36**	**0,08**	**7**
Eylül	0,31	22	25,66	200	5000	997,92	1000,00	-2,08	Ayrılma	**1,96**	**0,23**	**0,45**	**0,10**	**9**
Ekim	1,22	20	22,33	200	5400	998,35	1001,07	-2,71	Ayrılma	**1,96**	**0,53**	**1,02**	**0,17**	**20**
Kasım	2,36	17	18	200	5800	998,93	1002,22	-3,29	Ayrılma	**1,96**	**0,77**	**1,49**	**0,23**	**29**
Aralık	3,65	13	10	200	6100	999,53	1003,51	-3,98	Ayrılma	**1,96**	**0,96**	**1,87**	**0,28**	**36**

Tablo 6.7 –Namnam Çayı Ayrılma Noktası Hesapları

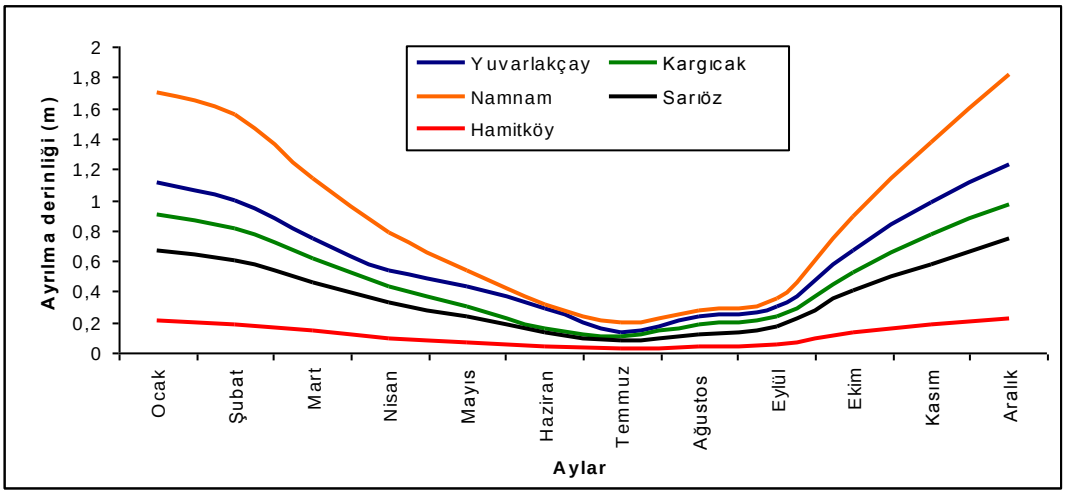
Namnam		Arayüz sürtünmesi	0,004	Taban sürtümnesi	0,02	Akarsu genişliği	25	Taban eğimi	0,04	**Hesap Sonuçları**				
AYLAR	Debi	Sıcaklık Namnam	Köyceğiz Gölü	Tuzluluk Namnam	Tuzluluk Köyceğiz Gölü	Yoğunluk Namnam	Yoğunluk Köyceğiz Gölü	Yoğunluk farkı	Nokta tipi	F_p	h_0	h_s	u_s	**Etki alanının uzaklığı**
	m^3/s	^OC	^OC	mg/l	mg/l	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3			**m**	**m**	**m/s**	**m**
Ocak	24,05	8,5	10	200	5913	999,97	1003,39	-3,42	Ayrılma	**2,38**	**1,70**	**3,75**	**0,37**	**64**
Şubat	19,50	9	13,66	200	5725	999,93	1002,87	-2,93	Ayrılma	**2,38**	**1,55**	**3,43**	**0,33**	**58**
Mart	12,13	15	17,33	200	5538	999,25	1002,18	-2,93	Ayrılma	**2,38**	**1,13**	**2,50**	**0,28**	**43**
Nisan	6,78	19	21	200	5350	998,56	1001,34	-2,78	Ayrılma	**2,38**	**0,78**	**1,73**	**0,23**	**29**
Mayıs	3,85	21,5	23	200	5163	998,03	1000,77	-2,73	Ayrılma	**2,38**	**0,54**	**1,19**	**0,19**	**20**
Haziran	2,14	29	25	200	4975	996,09	1000,16	-4,06	Ayrılma	**2,38**	**0,32**	**0,71**	**0,17**	**12**
Temmuz	0,88	28	27	200	4788	996,38	999,51	-3,12	Ayrılma	**2,38**	**0,19**	**0,43**	**0,12**	**7**
Ağustos	1,49	30	29	200	4600	995,80	998,82	-3,03	Ayrılma	**2,38**	**0,28**	**0,61**	**0,14**	**10**
Eylül	2,41	28	25,66	200	5000	996,38	1000,00	-3,62	Ayrılma	**2,38**	**0,36**	**0,79**	**0,17**	**13**
Ekim	9,35	24	22,33	200	5400	997,45	1001,07	-3,62	Ayrılma	**2,38**	**0,89**	**1,96**	**0,27**	**33**
Kasım	18,11	19	18	200	5800	998,56	1002,22	-3,66	Ayrılma	**2,38**	**1,37**	**3,03**	**0,34**	**52**
Aralık	27,98	11	10	200	6100	999,76	1003,51	-3,75	Ayrılma	**2,38**	**1,82**	**4,02**	**0,40**	**68**

Tablo 6.8 – Sarıöz Ayrılma Noktası Hesapları

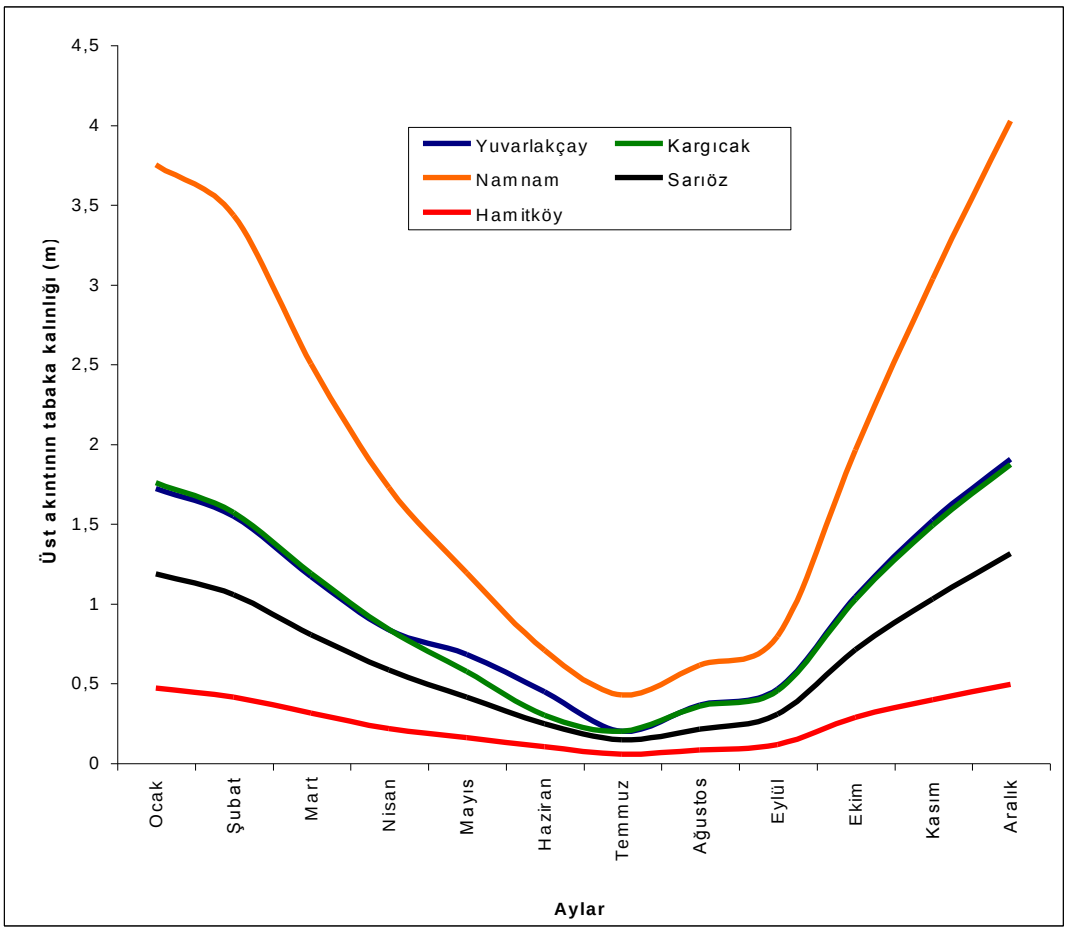
Sarıöz		Arayüz sürtünmesi	0,004	Taban sürtümnesi	0,02	Akarsu genişliği	10	Taban eğimi	0,02	**Hesap Sonuçları**				
AYLAR	Debi	Sıcaklık		Tuzluluk		Yoğunluk		Yoğunluk farkı	Nokta tipi	F_p	h_0	h_s	u_s	**Etki alanının uzaklığı**
	m^3/s	Sarıöz ^OC	Köyceğiz Gölü ^OC	Sarıöz mg/l	Köyceğiz Gölü mg/l	Sarıöz kg/m^3	Köyceğiz Gölü kg/m^3	kg/m^3			**m**	**m**	**m/s**	**m**
Ocak	1,75	10,5	10	200	5913	999,81	1003,39	-3,59	Ayrılma	**1,71**	**0,67**	**1,18**	**0,21**	**25**
Şubat	1,42	13	13,66	200	5725	999,53	1002,87	-3,34	Ayrılma	**1,71**	**0,60**	**1,05**	**0,19**	**22**
Mart	0,88	15	17,33	200	5538	999,25	1002,18	-2,93	Ayrılma	**1,71**	**0,45**	**0,80**	**0,16**	**17**
Nisan	0,49	17	21	200	5350	998,93	1001,34	-2,41	Ayrılma	**1,71**	**0,33**	**0,58**	**0,12**	**12**
Mayıs	0,28	19	23	200	5163	998,56	1000,77	-2,21	Ayrılma	**1,71**	**0,23**	**0,41**	**0,10**	**9**
Haziran	0,15	26	25	200	4975	996,93	1000,16	-3,22	Ayrılma	**1,71**	**0,14**	**0,24**	**0,09**	**5**
Temmuz	0,06	26	27	200	4788	996,93	999,51	-2,57	Ayrılma	**1,71**	**0,08**	**0,14**	**0,06**	**3**
Ağustos	0,11	28	29	200	4600	996,38	998,82	-2,44	Ayrılma	**1,71**	**0,12**	**0,21**	**0,07**	**4**
Eylül	0,17	22	25,66	200	5000	997,92	1000,00	-2,08	Ayrılma	**1,71**	**0,17**	**0,30**	**0,08**	**6**
Ekim	0,68	19	22,33	200	5400	998,56	1001,07	-2,51	Ayrılma	**1,71**	**0,40**	**0,71**	**0,14**	**15**
Kasım	1,32	16	18	200	5800	999,09	1002,22	-3,12	Ayrılma	**1,71**	**0,58**	**1,03**	**0,18**	**22**
Aralık	2,03	9	10	200	6100	999,93	1003,51	-3,58	Ayrılma	**1,71**	**0,74**	**1,31**	**0,22**	**28**

Tablo 6.9 – Hamitköy Ayrılma Noktası Hesapları

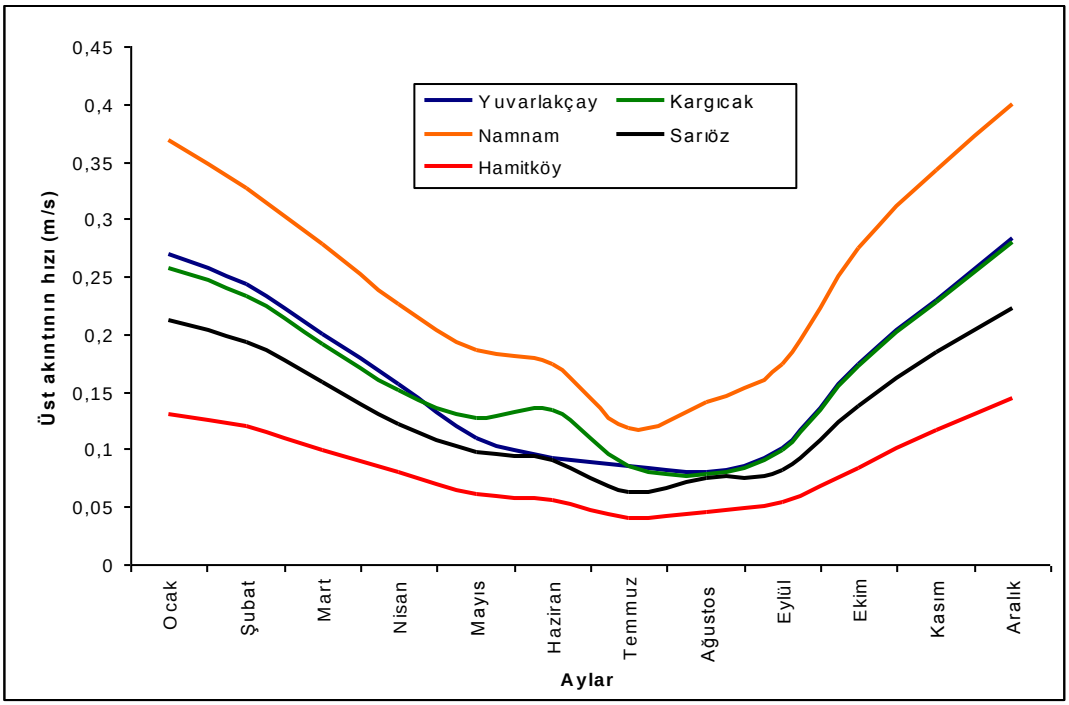
Hamitköy		Arayüz sürtünmesi	0,004	Taban sürtümnesi	0,02	Akarsu genişliği	10	Taban eğimi	0,04	**Hesap Sonuçları**				
AYLAR	Debi	Sıcaklık		Tuzluluk		Yoğunluk		Yoğunluk farkı	Nokta tipi	**F_p**	**h_0**	**h_s**	**u_s**	**Etki alanının uzaklığı**
	m^3/s	Hamitköy ^OC	Köyceğiz Gölü ^OC	Hamitköy mg/l	Köyceğiz Gölü mg/l	Hamitköy kg/m^3	Köyceğiz Gölü kg/m^3	kg/m^3			**m**	**m**	**m/s**	**m**
Ocak	0,43	9	10	200	5913	999,93	1003,39	-3,46	Ayrılma	**2,38**	**0,21**	**0,47**	**0,13**	**8**
Şubat	0,34	13	13,66	200	5725	999,53	1002,87	-3,34	Ayrılma	**2,38**	**0,19**	**0,41**	**0,12**	**7**
Mart	0,21	15	17,33	200	5538	999,25	1002,18	-2,93	Ayrılma	**2,38**	**0,14**	**0,31**	**0,10**	**5**
Nisan	0,12	19	21	200	5350	998,56	1001,34	-2,78	Ayrılma	**2,38**	**0,10**	**0,22**	**0,08**	**4**
Mayıs	0,07	19	23	200	5163	998,56	1000,77	-2,21	Ayrılma	**2,38**	**0,07**	**0,16**	**0,06**	**3**
Haziran	0,04	25	25	200	4975	997,19	1000,16	-2,96	Ayrılma	**2,38**	**0,04**	**0,10**	**0,06**	**2**
Temmuz	0,01	27	27	200	4788	996,66	999,51	-2,84	Ayrılma	**2,38**	**0,02**	**0,05**	**0,04**	**1**
Ağustos	0,03	28	29	200	4600	996,38	998,82	-2,44	Ayrılma	**2,38**	**0,04**	**0,08**	**0,05**	**1**
Eylül	0,04	23	25,66	200	5000	997,69	1000,00	-2,31	Ayrılma	**2,38**	**0,05**	**0,11**	**0,05**	**2**
Ekim	0,16	18	22,33	200	5400	998,75	1001,07	-2,32	Ayrılma	**2,38**	**0,13**	**0,28**	**0,08**	**5**
Kasım	0,32	17	18	200	5800	998,93	1002,22	-3,29	Ayrılma	**2,38**	**0,18**	**0,39**	**0,12**	**7**
Aralık	0,49	13	10	200	6100	999,53	1003,51	-3,98	Ayrılma	**2,38**	**0,22**	**0,49**	**0,14**	**8**



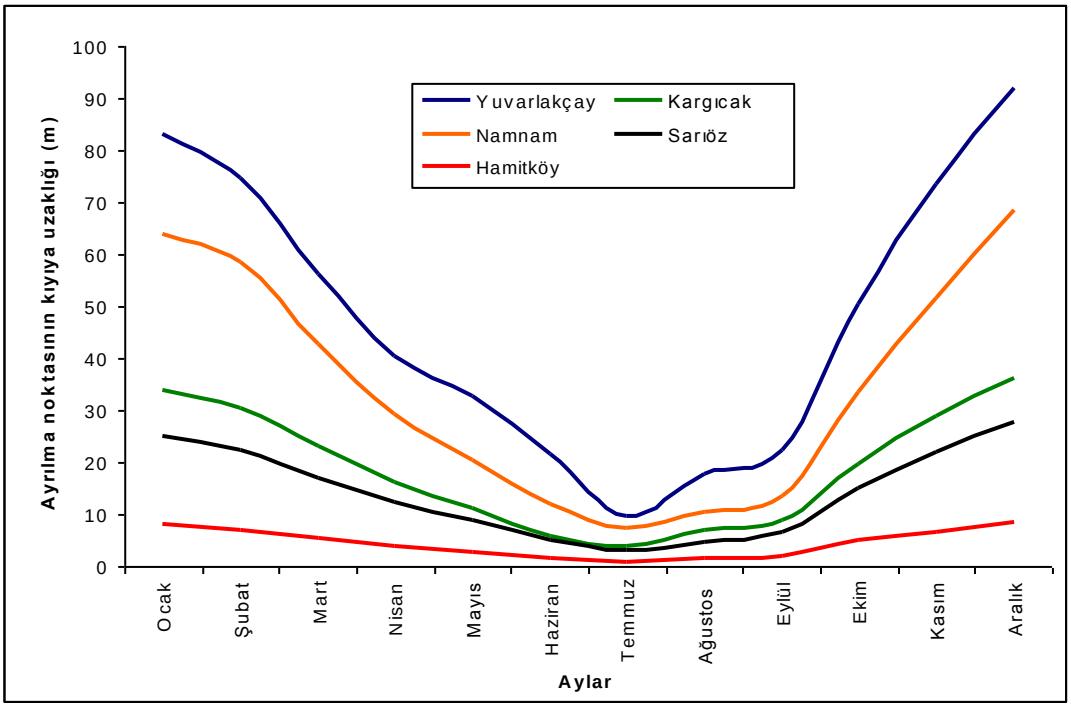
Şekil 6.3 – Köyceğiz Gölü'ne Ulaşan Akarsuların Etkin Ayrılma Derinlikleri



Şekil 6.4 – Köyceğiz Gölü'ne Ulaşan Akarsuların Oluşturdukları Üst Akıntıların Derinlikleri



Şekil 6.5 – Köyceğiz Gölü'ne Ulaşan Akarsuların Oluşturdukları Üst Akıntıların Hızı



Şekil 6.6 – Köyceğiz Gölü'ne Ulaşan Akarsuların Ayrılma Noktalarının Kıyıya Uzaklıkları

Şekil 6.3, 6.4, 6.5, 6.6 ve 6.7 incelendiğinde akarsuların Köyceğiz Gölü'ne etkilerinin, debilerin yüksek olduğu kış aylarında arttıkları, debilerin minimum olduğu Temmuz – Ağustos aylarında ise iyice azaldığı anlaşılmaktadır. Kış aylarında Nammam Çayı'nın oluşturduğu üst akıntı hızının 0,4 m/s civarına ulaştığı görülmektedir (Bkz. Şekil 6.7). Bu değer Köyceğiz Gölü'nde zaman zaman ölçülen nispeten yüksek akıntı hızlarını (0,1 – 0,2 m/s) açıklamaktadır.

6.3 Rüzgar, Dalga ve Coriolis Kuvvetleri Nedeniyle Karışım

6.3.1 İç Dalgaların Neden Olduğu Karışım

Köyceğiz Gölü'ndeki iç dalga yükseklikleri ve Weddeburn sayıları Denklem 2.12, 2.13 ve 2.14 kullanılarak her ay için hesaplanmış ve Tablo 6.10'da verilmiştir. Bu hesaplar yapılırken, Köyceğiz Gölü'nün üst tabaka derinliği 10 m alınmıştır.

Tablo 6.10 – Köyceğiz Gölü'nde İç Dalga Hesapları ve Weddeburn Sayıları

Aylar	Rüzgar hızı (m/s)	Kayma Hızı (m/s)	Su yüzü eğimi	Dalga yüksekliği (cm)	Yoğunluk farkı (kg/m^3)	Alt tabaka yoğunluğu (kg/m^3)	İç dalganın yüzey eğimi	İç dalganın yüksekliği (cm)	Weddeburn katsayısı
Ocak	2,00	2,40E-03	2,35E-08	0,03	1,20	1004,00	1,97E-05	25,55	1,10E+07
Şubat	2,50	3,00E-03	3,67E-08	0,05	1,30	1004,00	2,83E-05	36,84	6,48E+06
Mart	2,00	2,40E-03	2,35E-08	0,03	1,40	1004,00	1,68E-05	21,90	9,40E+06
Nisan	2,10	2,52E-03	2,59E-08	0,03	1,50	1004,00	1,73E-05	22,53	7,95E+06
Mayıs	2,00	2,40E-03	2,35E-08	0,03	1,60	1003,00	1,47E-05	19,14	8,21E+06
Haziran	3,20	3,84E-03	6,01E-08	0,08	1,70	1003,00	3,55E-05	46,12	3,02E+06
Temmuz	2,50	3,00E-03	3,67E-08	0,05	1,80	1003,00	2,04E-05	26,58	4,67E+06
Ağustos	3,00	3,60E-03	5,28E-08	0,07	1,91	1003,00	2,78E-05	36,08	3,06E+06
Eylül	2,60	3,12E-03	3,97E-08	0,05	2,00	1003,70	1,99E-05	25,90	3,89E+06
Ekim	1,50	1,80E-03	1,32E-08	0,02	1,10	1004,40	1,21E-05	15,68	2,13E+07
Kasım	1,70	2,04E-03	1,70E-08	0,02	2,24	1005,00	7,61E-06	9,90	8,14E+06
Aralık	2,10	2,52E-03	2,59E-08	0,03	1,00	1004,00	2,60E-05	33,80	1,19E+07

Tablo 6.10'dan görülebildiği gibi Weddeburn sayıları 1'den oldukça büyüktür. Bu nedenle Köyceğiz Gölü için düşeyde tek boyutlu bir model kullanılması önemli hatalara neden olacaktır.

İçsel dalga yükseklikleri genellikle 20 – 40 cm civarında bulunmuştur. Ancak bu yükseklikler ortalama rüzgar hızları göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır. Örneğin aynı formüller kullanılarak, Aralık ayında 10 m/s hızla esen bir rüzgarın oluşturacağı iç dalganın yüksekliğinin teorik olarak 7 m civarında olacağı hesaplanmıştır. Bu yükseklikteki iç dalgalar, oldukça önemli bir karışım sağlarlar.

6.3.2 Coriolis Kuvvetinin Neden Olduğu Karışım

Coriolis kuvvetinin etkisi, iç çevrinti yarıçapının göl yarıçapına oranı ile belirlenebilir. Coriolis kuvvetleri nedeniyle hesaplanan iç çevrintinin yarıçapı, Denklem 2.15 kullanılarak hesaplanmıştır.

Köyceğiz Gölü 36. enlem civarındadır. Köyceğiz Gölü'ndeki akıntı hızı bazı bölgelerde 0,1 m/s civarına ulaşabilmektedir. Bu hız için iç çevrinti yarıçapı hesaplanınca 1.000 m civarında bulunmaktadır. Bu durumda gölün ortalama genişliği iç çevrinti yarıçapının 5 katı kadardır ve coriolis kuvvetinin etkisi gözlenebilir. Ancak göldeki hız çoğunlukla çok daha yavaştır (1-2 cm/s gibi). Bu hızlar için hesap yapıldığında, iç çevrinti yarıçapı çok küçülür ve gölün genişliğinin iç çevrinti yarıçapına oranı 25 – 50 gibi rakamlara yükselir. Bu bilgiler ışığında, Köyceğiz Gölü'nün coriolis kuvveti etkisi altında olduğu açıkça görülmektedir. Bu göl ile ilgili hidrodinamik modelleme çalışmalarında coriolis etkisi de göz önünde bulundurulmalıdır. Buna göre, yanal doğrultudaki (y) hidrolik değişimler de önem kazanacaklardır.

BÖLÜM 7. KÖYCEĞİZ – DALYAN LAGÜN SİSTEMİNİN HİDRODİNAMİK MODELLENMESİ İÇİN UYGUN BİR MODEL SEÇİMİ

Çalışmanın bu bölümünde, önceki bölümlerde verilen bilgiler ışığında Köyceğiz – Dalyan Lagün Sistemi'nin hidrodinamik simülasyonlarının yapılabileceği uygun hidrodinamik modeller belirlenecektir.

7.1 Giriş

Bölüm 3'te, Köyceğiz – Dalyan Lagün Sistemi, farklı hidrolik karakter gösteren 7 bölgeye ayrılmıştır (Bkz. Şekil 3.8). Özellikle Bölüm 3, 4 ve 6'da yapılan analizler sonucunda varılan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Sistemin birinci bölgesi olan akarsuların genişliklerinin (10 – 25 m arasında) ve derinliklerin (en fazla 1,5 m civarında) uzunluklarına oranla çok düşük olmaları nedeniyle, bu akarsularda sadece akış yönündeki (x yönünde) hidrodinamik değişimler önemlidir.
- Bölüm 2'de, Köyceğiz Gölü'nde hidrolik özelliklerin derinlikle değişken (z yönünde değişken) olduğu belirlenmiştir. Gölün büyüklüğü, iki çanaklı morfolojisi, uzun bekletme süresi ve birbirlerinden farklı iki sınır koşulu (akarsular ve Dalyan Lagünü) göz önüne alındığında, hidrolik özelliklerin kuzey-güney doğrultusunda da (x yönünde veya dikey yönde) değişken olacağı tahmin edilebilir. Bölüm 6'da yapılan analizler sonucunda, Köyceğiz Gölü'nde coriolis kuvvetlerinin önemli bir etkisi olduğu ve kuvvetli rüzgarların yüksekliği birkaç m'ye varan içsel dalgalar oluşturabilecekleri anlaşılmıştır.
- Sistemin diğer bölgeleri, Dalyan Lagününü oluşturmaktadır. Dalyan Lagünü, birçok kanaldan oluşmakta ve bu kanalların çoğunda yoğunluk farkından ileri gelen bir tabakalaşma görülmektedir. Dalyan Lagünü içinde ayrı birer bölge olarak tanımlanmış Sülüngür Gölü ve Alagöl, nispeten küçük göllerdir ve coriolis kuvvetlerinden önemli derecede etkilenmemektedirler. Diğer

kanalların genişlikleri zaten oldukça azdır. Bu durumda Dalyan Lagünü'nde yanal doğrultudaki değişiklikler çok önem taşımamaktadırlar.

Bu bilgilerin ışığında akarsular için tek boyutlu (x), Köyceğiz Gölü için üç boyutlu (x,y,z) ve Dalyan Lagünü için iki boyutlu (x,z) modeller kullanılmasının uygun olduğu görülmektedir.

7.2 Dalyan Lagünü İçin Uygun Bir Hidrodinamik Model Seçimi

Bu çalışma kapsamında, CE-QUAL-W2 modelinin Dalyan Lagün Sistemi'nin hidrodinamik simülasyonlarının yapılmasına uygun olduğu belirlenmiştir. Bu uygunluğun başlıca nedenleri:

- Modelde tanımlanan su kütlesi kavramı, Dalyan Lagünü'nün yapısına uygundur. Bölüm 3.7'de tanımlanan farklı hidrolik karakterdeki 7 bölge'den 5 tanesi (Dalyan Kanalı, Dalyan Kanal Ağları, Alagöl, Sülüngür Gölü be İztuzu Bölgesi), CE-QUAL-W2 model ağında farklı su kütleleri olarak tanımlanabilir.
- Dalyan Lagünü oldukça karmaşık ağsı bir yapıya sahiptir. CE-QUAL-W2, çok kollu lagün sistemlerinin tanımlanmasına izin vermektedir.
- Dalyan Lagün Sistemi'nde, derinlik boyunca tabakalaşma vardır. CE-QUAL-W2 modelinde de, derinlik boyunca tabakalaşma olduğu kabul edilmektedir. Bu kabule dayanarak hesap bölümleri derinlik boyunca dilimlenmiş ve hesap elemanları oluşturulması mümkündür.
- CE-QUAL-W2, tuzluluk ile ilgili hesapları yapabilmektedir. Dalyan Lagünü gibi tatlı su – tuzlu su karışımının olduğu bölgelerde bu özellik son derece önemlidir.
- Bölüm 3.7'de anlatılan veri analizleri sonucunda Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi'nin oldukça dinamik yapıda olduğu anlaşılmıştır. CE-QUAL-W2, sistem sınır koşullarının zamana bağlı olarak verilmesine olanak tanımaktadır.

- CE-QUAL-W2 modelinde kullanılan zaman adımı büyüklüğü optimizasyonu algoritmaları, modelin özellikle Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi gibi oldukça dinamik olan sistemlerin modellenmesinde avantajlar sağlayabilmektedir.
- CE-QUAL-W2, hidrodinamik dışında su kalitesi ile ilgili kaynak kodda içermektedir. Modelleyebildiği su kalitesi parametreleri, askıda/çözünmüş katı maddeler ve besi maddeleri ile ilgili olup pestisitler gibi toksik organikleri içermeseler de, bu parametrelerin simülasyonlarından elde edilecek sonuçlar, daha kapsamlı su kalitesi ve ekosistem modelleri için başlangıç koşulu ya da giriş verisi olarak kullanılabilir.

CE-QUAL-W2, Dalyan Lagününün basitleştirilmiş hali üzerinde uygulandığında, sistemin ters yöndeki akım gibi önemli hidrolik karakteristiklerini modelleyebilmiştir. Bu denemeler sırasında, sağlıklı bir modelleme çalışmasının yapılabilmesi için, amaç sadece Dalyan Lagünü'nün modellenmesi olsa bile, Köyceğiz Gölü'nün de model ağına dahil edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Böylece Köyceğiz Gölü'nün x ve z yönlerindeki sıcaklık, tuzluluk gibi parametreler modellenerek, Dalyan Lagünü'ne giren ve çıkan tatlı ve tuzlu su debilerinin doğrulukları kontrol edilebilir. Köyceğiz Gölü'nün model ağına dahil edilmesinin bir faydası da iki boyulu model sonuçlarının göl için yapılacak üç boyutlu bir modelleme çalışmasında başlangıç değerleri olarak kullanılabilmesidir. Ayrıca Köyceğiz Gölü, bir sınır koşulu olmak yerine model ağına dahil edilirse, Köyceğiz Gölü'nün su bütçesi yardımıyla su yüzü kotu hesaplanabilecektir. Bu durumda, değişik modelleme senaryoları için, Dalyan Lagünü'ne üst sınır koşulu su seviye verileri üretilmesine (senaryolar için bu veriler mevcut olamayacağından değişik matematiksel ve istatistiksel yöntemler kullanılarak bu verilerin üretilmesi gerekecekti) gerek kalmayacaktır. CE-QUAL-W2 su bütçesi hesaplarını yapabildiğinden, Köyceğiz Gölü dahil edilmiş model ağının üst sınır koşulları göle giren akarsuların debileri ile belirlenecektir. Hidrolojik modeller kullanılarak bu debilerin değişik senaryolar için hesaplanmaları mümkündür. CE-QUAL-W2'de giriş debilerin sisteme hangi tabakalardan gireceklerini belirlemek mümkündür. Bu durum özellikle Köyceğiz Gölü birbirlerine çoğu durumda pek karışmayan iki ana tabakalı sistemler için önemlidir. Böylece Dalyan Lagünü'ndeki debilerin kontrolü için kullanılabilecek Köyceğiz Gölü sonuçları, Köyceğiz Gölü'nün alt ve üst

tabakaları arasında mümkün olduğunca gerçekçi sonuçlar verebilecek su bütçesi hesaplarından elde edilebilecektir.

Tüm bu veriler, analizler ve fikirlerin ışığında CE-QUAL-W2 modelinin Köyceğiz Dalyan Lagün Sistemi'nin hidrodinamik modellenmesi için oldukça uygun olduğu anlaşılmaktadır. Modelin tek zayıf tarafı, tek boyutlu akarsuların simülasyonunda çok başarılı olamamasıdır (Cole ve Wells, 2000). Bu zayıflık ise eğer hidrolik olarak farklı karakterler gösteren bölgelerin tümü aynı model ağına konulmayacaksa çok önemli değildir. Ancak sistemin karmaşıklığı ve bu nedenle CE-QUAL-W2 modelinin çok miktarda veriye ihtiyaç duyması göz önünde bulundurlarak CE-QUAL-W2 simülasyonları bu çalışmanın kapsamı dışında bırakılmıştır.

7.3 Köyceğiz Gölü İçin Uygun Bir Hidrodinamik Model Seçimi

Yapılan literatür taraması sonucunda, Köyceğiz Gölü hidrodinamik modellenmesi için uygun bir çok üç boyutlu modelleme yazılımı olduğu belirlenmiştir. Bu yazılımlar, genellikle hidrostatik kabulü yaparak Navier Stokes ve kütle dengesi denklemlerini değişik sayısal çözüm şemalarıyla çözerek sonuçları üretmektedirler. Bu yazılım paketlerinden bazıları herkesin kullanımına açık, bazıları ise ücretli yazılımlardır. Literatür çalışması sırasında bulunan yazılımlardan kullanım kılavuzları veya yardım dosyaları bulunabilenler incelenmiş ve

- Model ağlarının geometrik yapısı
- Yapılan basitleştirici kabuller
- Modellenen parametreler ve üretilen sonuçlar
- Sonuçların veri biçimleri ve diğer yazılımlarla uyumları
- Model sonuçlarının diğer modeller tarafından kullanılabilirliği ve diğer modellerle veri alışverişi
- Yazılımın ücretli olup olmadığı, ücretsizce elde edilebilirliği
- Model kullanılarak yapılan uygulamalar

gibi faktörler göz önünde bulundurularak SSIIM (**S**ediment **S**imulation **I**n **I**ntakes with **M**ultibloc Option) ve EFDC (**E**nvironmental **F**luid **D**ynamics **C**ode)

programlarının Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi'nin modellenmesinde uygun olabilecekleri belirlenmiştir.

EFDC ve SSIIM modellerinin yazılım açısından birbirlerine karşı üstünlükleri ve zayıflıkları vardır. Diğer faktörler de göz önünde bulundurulunca, bu çalışmanın sonucunda EFDC modeli

- Kaynak kodunun açık olması ve geliştirilmeye uygun olması
- SSIIM'den daha güçlü bir GIS desteği bulunması (EFDC yardımcı programları ile CAD programları tarafından okunabilen çıktı dosyaları üretmesi ve BASINS (EPA, 2002) model arabirimine entegre edileme çalışmaları sürmekte)
- WASP, CE-QUAL-IC gibi su kalitesi modelleri tarafından doğrudan kullanılabilen hidrodinamik çıktılar üretmesi
- Standart FORTRAN dili ile yazılmış olmasından dolayı CRAY gibi süper bilgisayarlarda yeniden derlenip kullanılabilmesi
- SSIIM'den daha genel amaçlı olması

gibi nedenlerle Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi'nin hidrodinamik modellenmesi için seçilmiştir. Model hidrodinamik koddan başka su kalitesi parametreleri simülasyonu (Park, vd., 1995) ve sediment taşınımı (Tetratech, 1999) için de kod içermektedir.

EFDC'nin bir önemli üstünlüğü de; 1, 2 ve 3 boyutlu hidrodinamik simülasyonların aynı model ağı üzerinde gerçekleştirilebilmesidir. Böylece Köyceğiz Dalyan Lagün Sistemi gibi 1 (akarsular), 2 (Dalyan Lagünü) ve 3(Köyceğiz Gölü) boyutlu farklı model ağlarına sahip sistemlerin tek model ağı üzerinde tek modelle simülasyonlarının yapılması mümkün olmaktadır. Ancak gerek EFDC, gerek SSIIM modellerinin üç boyutlu ve türbülanslı hidrodinamik çözümler yaptıkları göz önünde bulundurulup model ağının oluşturulabilmesi için yeterli çözünürlükte geometrik veri, sınır koşullarındaki hidrodinamik veriler ve model kalibrasyonu için özellikle rüzgar, yağış ve akış gibi meteorolojik ve hidrolojik verilerin ve de türbülans ile ilgili verilerin temin edilmeleri gerektiği unutulmamalıdır.

BÖLÜM 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma sonucunda, Köyceğiz-Dalyan Lagün Sisteminin hidrolik davranışı kısmen belirlenebilmiş, elde edilen hidrolik büyüklüklerin en azından yaz mevsimi için tutarlı olduğu gösterilmiştir. Buna göre belirlenen üst ve alt tabaka debileri karşılaştırıldığında, sistemde dolaşan suyun önemli bir kısmının tuzlu su olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak yaz mevsimi için elde edilen sonuçlarda, Akdeniz kökenli tuzlu suyun çoğunun Dalyan Lagünü'nün üst tabaka akımına karıştığını ve oldukça az bir kısmının orijinal Akdeniz suyu niteliğinde Köyceğiz Gölü'ne ulaşabildiği belirlenmiştir. Simülasyonlar sonucunda, yaz mevsimi için özellikle Köyceğiz ve Sülüngür Göllerinin alt tabakalarında hidrolik bekletme sürelerinin oldukça uzun olduğu hesaplanmıştır. Ancak simülasyonların yaz verilerine göre ve sabit debilerle yapıldığı ve sistemin bulunan hidrolik bekletme süreleri kadar uzun süre kararlı halde kalamayacağı unutulmamalıdır. Alagöl, Dalyan Kanalı, Dalyan Kanal Ağları ve İztuzu bölgesi için hesaplanan bekletme süreleri gün veya saat mertebesinde olup bu değerler tatmin edicidir.

Köyceğiz-Dalyan Lagün Sisteminin basit modelleme yaklaşımları ile modellenmesinin pek mümkün olmadığı, mümkün olsa bile pratik olmayacağı anlaşılmıştır. Bu nedenle, sistem hidroliğini çözümleyecek hidrodinamik tabana sahip iki model seçilmiştir. CE-QUAL-W2'nin, Dalyan Lagünü'ne uygulanabileceği anlaşılmıştır. Bu modelle yapılan deneme çalışmaları, Köyceğiz-Dalyan Lagün Sisteminin tümünün model ağına konularak bir seferde modellenmesi gerektiğini göstermiştir. Köyceğiz Gölü'nün modellenebilmesi için ise üç boyutlu bir model kullanılması gerekmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda, EFDC ya da SSIIM modellerinin Köyceğiz Gölü'nün modellenmesi için uygun olduğu anlaşılmıştır. Bu iki model içinde EFDC'nin daha uygun ve avantajlı olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada yapılan analizler ve elde edilen model sonuçları, çalışmanın devamı olarak ta yapılabilecek, daha kapsamlı bir hidrolik ve su kalitesi modelleme çalışmalarına taban oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda sistem model segmentlerine ayrılmıştır. Bu segmentler, diğer modelleme çalışmalarında doğrudan kullanılabilir

ya da çalışmanın hassasiyetine göre birer segment grubuna ayrılıp yeni segmentlerin oluşturulmasında kullanılabilirler.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçların, Dalyan Lagünü için yapılacak bağımsız bir su kalitesi modellenmesi çalışmasının ilk denemelerinde kullanılması düşünülmektedir. Çalışmalar sonucunda, sistemin hidrolik davranışını etkileyen önemli parametreler belirlenmiştir. Varılan sonuçların en önemlileri aşağıda verilmiştir:

- Model sonuçlarına göre sistemdeki hızlar nispeten düşük, çoğunlukla 0,3 m/s'nin altındadır.
- Enkesit alanları, taban eğimleri ve model sonuçlarından elde edilen debiler ve hızlar göz önünde bulundurulduklarında, sistemin önemli bir kısmında, taban sürtünme katsayılarının yüksek olması gerekmektedir.
- Köyceğiz Gölü'nün Dalyan Lagünü'nün hidroliği üzerinde önemli bir etkisi vardır. Havzanın yapısından dolayı, pik yağışlarda akışın önemli bir kısmı önce Köyceğiz Gölü'ne ulaşmakta ve Köyceğiz Gölü adeta bir hazne gibi davranıp aşırı suyu girişten daha uzun bir sürede Dalyan Lagünü'ne vermektedir. Yapılan analizlere göre, 2 yılda bir tekrarlanan 10 dakikalık bir yağış Köyceğiz Gölü'nün su seviyesini 40 cm civarında yükseltecektir. Bu durumda Dalyan Lagünü'nün hidroliği değişse bile Dalyan Lagünü'ne bir saatte 40 milyon m^3 su girmeyecektir.
- Akdeniz, Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi'nin bir sınır koşulunu oluşturmaktadır ve bu nedenle Akdeniz'deki su seviyesi oldukça önemlidir. Sistem hem Akdeniz'deki beklenen (az da olsa gelgit etkisi var) ve fırtınalar nedeniyle su yükselmesi gibi önceden tahmin edilemeyen su seviyesi değişimleri; hem de Köyceğiz Gölü'ndeki su seviyesi değişimlerinin etkisi altındadır.

Çalışmada kullanılan WASP modelinin, Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi'ne uygun sürümü oluşturulmuştur. Bu özel sürüm, sistemde su kalitesi simülasyonları yapmak amacıyla kullanılabilir. Ayrıca bu çalışma sonucunda, hidrolik verilerin eksikliğinden dolayı hidrolik model kalibrasyonunun bir su kalitesi modeli (WASP) ve su kalitesi parametreleri (bu çalışma için tuzluluk) yardımı ile yapılabilirliği denenmiş ve başarıya ulaşılmıştır. WASP modelinin yapısı debilerin kalibrasyonu

için uygundur, ancak debilerin ve debi dolaşımının sisteme girilmesi oldukça zor ve vakit alıcıdır.

Çalışma kapsamında Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi için yapılan CE-QUAL-W2 simülasyonu denemelerinde, özellikle giriş debisinin nispeten yüksek (> 50 m^3/s) olduğu durumlarda, sayısal çözümde kararlılığın sağlanabilmesi için zaman adımının birkaç saniye gibi oldukça küçük olması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle sistemin basitleştirilmiş bir model ağı için yapılan yıllık simülasyon denemeleri 266 MHz işlemci hızı olan bir bilgisayarda 12 saat civarında sürmüştür. Tüm sistemin dahil edileceği iki boyutlu bir CE-QUAL-W2 simülasyonu daha da uzun sürecektir. Üç boyutlu EFDC simülasyonlarının ise zaten böyle bir bilgisayarda yapılması günlerce sürebilir. Bu nedenle özellikle yıllık hidrodinamik simülasyonlar mümkün olduğu kadar yüksek performanslı bir bilgisayarda yapılmalıdır.

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilemeyen, ancak değişik senaryolar için sistemin hidrodinamik simülasyonlarının yapılabilmesi için gerekli verilerin sağlanmasına yönelik bir çok ek çalışma yapılmalıdır. Bu ek çalışmalar aşağıda listelenmiştir:

- Bu çalışmada analiz edilip ortaya konan veriler, Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi'nin CE-QUAL-W2 kullanılarak modellenmesi için gerekli olan verilerin önemli bir kısmını kapsamaktadır, ancak CE-QUAL-W2 simülasyonlarının yapılabilmesi için su seviyesi ölçümleri gibi verilere ihtiyaç vardır. Ayrıca sistemin bazı kısımlarının batimetrisi bilinmemektedir. Bu kısımların batimetrik verilerinin elde edilmesi, hidrodinamik modelleme açısından büyük önem taşımaktadır. Eğer tüm sistem için EFDC modeli kullanılacaksa batimetrik verilerin elde edilmesi daha da önem kazanmaktadır.
- İztuzu plajından, yeraltı suyu aracılığı ile sisteme önemli bir tuzlu su girişi olabilmektedir. Bu tuzlu su girişinin hangi şartlarda ne kadar olacağının hesaplanması ve tuzlu suyun İztuzu Bölgesi'nden bir yayılı yük olarak girilmesi, hidrodinamik simülasyonların doğruluğunu arttıracaktır. Ayrıca Köyceğiz Gölü'ne yeraltı suyunun girişi olduğu bilinmektedir. Bu nedenle yeraltı suyu girişinin miktarını en azından aylık zaman çözünürlüğünde hesaplayabilecek modelleme çalışmaları yapılmalıdır. Bu çalışmalardan elde

edilecek sonuçlar yardımı ile değişik senaryolar için yeraltı suyunun etkisi belirlenebilir.

- Bu modelleme çalışmasında oldukça basit kabullere dayanan hidrolojik analiz ve modellerin sonuçları kullanılmıştır. Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi'nin havzasının 1200 km^2 gibi oldukça büyük bir alan olduğu düşünülürse, bu basit kabullerin hatalara yol açabilecekleri açıktır. Daha doğru hidrodinamik modelleme sonuçları için, kullanılacak yüzeysel akış debileri, basit analizler ve modeller yerine Köyceğiz-Dalyan Lagün Sistemi Havzası gibi karmaşık bir havzanın değişik meteorolojik koşullarda yağış-akış simülasyonlarını yapabilecek hidrolojik modellerden elde edilmelidir. Bu modeller yardımı ile sisteme giren akarsuların debilerinin de daha doğru belirlenmesi mümkün olacaktır.
- Son yıllarda, coğrafi bilgi istemleri (CBS) gittikçe yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada kullanılan modelleme yazılımları için tasarlanmış CBS arabirimleri mevcuttur. Bu arabirimler sayesinde hem model girdi verilerinin bir kısmı daha kolay oluşturulabilmekte, hem de model çıktıları CBS üzerinde izlenerek daha iyi yorumlanabilmektedir. Bu arabirimler yardımıyla hidrodinamik modeller, gerekirse yeraltı suyu ve hidrolojik modellerle birlikte çalıştırılarak bütünsel modelleme çalışmaları yapılabilmektedir. Bu çalışmadan sonra yapılacak modelleme çalışmalarında, model çıktılarının CBS üzerine taşınması, model sonuçlarının analizi açısından çok yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

Ambrose, R.B. v.d. 1988. "WASP4, A Hydrodynamic and Water Quality Model – Model Theory, User's Manual, and Programmer's Guide", U.S. Environmental Protection Agency, Athens, GA. EPA/600/3-87-039.

Ambrose, R.B. v.d. 1993. "The Dynamic Estuary Model Hydrodynamics Program, DYNHYDRO5 Model Documentation and User's Manual", Environmental Research Labrotary, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Athens, GA.

Atlas Dergisi, 1993. "Mucizevi Labirent DALYAN", Sayı 77, Ağustos 1999.

Barfield, B., J., v.d., 1983. Applied Hydrology and Sedimentology for Disturbed Areas, Oklahoma, Technical Press.

Bayarı, Serdar C. v.d. 1995. "Determination of the origin ot the waters of Köyceğiz Lake, Turkey", Journal of Hydrology, Elsevier Publishing

Büyükbay, E. 2002. "Köyceğiz Dalyan Lagünü Havzası'nın Sürdürülebilir Yönetimi için Karasal Verilerin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile Analizi", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Chuberanko, B. ve Koutitonsky, V. 2001. "Chapter 6 in Ecosystem Modelling of Coastal Lagoons for Sustainable Management", editörler. Gönenç, İ.E. ve Wolflin, J., CRC Press (baskıda).

Cole, T.M., and S. A. Wells 2000. "CE-QUAL-W2: A two-dimensional, laterally averaged, Hydrodynamic and Water Quality Model, Version 3.0", Instruction Report EL-2000, US Army Engineering and Research Development Center, Vicksburg, MS.

Cerco, C. F., and Cole, T. (1995). "User's guide to the CE-QUAL-ICM three-dimensional eutrophication model, release version 1.0", Technical Report EL-95-15, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.

Environmental Laboratory. 1995. "CE-QUAL-RIV1: A Dynamic, One-Dimensional (Longitudinal) Water Quality Model for Streams: User'sManual," Instruction Report EL-95-2, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, .Vicksburg, MS.

EPA, 2001. "BASINS – Better Assesment Science Integrating point and Nonpoint Sources User's Manual", United States Environmental Protection Agency , Office of Water. EPA-823-B-01-001.

Fer, İ., 1997."Lagünlerde Tatlı Su – Tuzlu Su Girişim Yüzeyi Özelliklerinin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Fisher, Hugo B., v.d., 1979. "MIXING in Inland and Coastal Waters", Academic Press

Gönenç, İ.E. v.d., 2002. "Köyceğiz-Dalyan Lagünü ve Havzasının Modellenmesi ve Arazi Planlaması", İTÜ Araştırma Fonu – Proje no : 937

Gürel, M. 2000. "Nutrient Dynamics in Coastal Lagoons: Dalyan Lagoon Case Study", Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Hamrick, John M., 1992. "A THREE-DIMENSIONAL ENVIRONMENTAL FLUID DYNAMICS COMPUTER CODE: THEORETICAL AND COMPUTATIONAL ASPECTS", Special Report No. xxx in Applied Marine Science and Ocean Engineering , Virginia Institute of Marine Science School of Marine Science, The College of William and Mary Gloucester Point, VA 23062

Hamrick, John M., 1996. "USER'S MANUAL FOR THE ENVIRONMENTAL FLUID DYNAMICS COMPUTER CODE", Special Report No. 331 in Applied Marine Science and Ocean Engineering , Virginia Institute of Marine Science School of Marine Science, The College of William and Mary Gloucester Point, VA 23062

J. Hamrick ve Wm. Mills, "THREE-DIMENSIONAL HYDRODYNAMIC AND REACTIVE TRANSPORT MODELING OF POWER PLANT IMPACTS ON SURFACE WATER SYSTEMS - Yayınlanmamış Makale", Tetra Tech, Inc. 3746 Mt. Diablo Blvd., Suite 300 Lafayette, CA 94549

Hosseinipour, E.Z., v.d., 1990. "The One-Dimensional Riverline Hydrodynamic Model, RIVMOD-H Model Documentation And User's Manual", Environmental Research Laboratory Office Of Research and Developmet U.S. Environmental Protection Agency Athens, Georgia 30605-2700.

İl il Büyük Türkiye Ansiklopedisi, "Muğla İli" Cilt 3.

Kyeong Park, Albert Y. Kuo, Jian Shen and John M. Hamrick, 1995 "A THREE-DIMENSIONAL HYDRODYNAMIC-EUTROPHICATION MODEL (HEM-3D): DESCRIPTION OF WATER QUALITY AND SEDIMENT PROCESS SUBMODELS", Special Report No. 327 in Applied Marine Science and Ocean Engineering , Virginia Institute of Marine Science School of Marine Science, The College of William and Mary Gloucester Point, VA 23062

Lung, W., 1992. "A Water Quality Model for the Patuxent Esturary" Final Report submitted to Maryland Department of Environment 1992- University of Virginia.

Linfield C. B. and Thomas O. B., 1987. "The Enhanced Stream Water Quality Models QUAL2E and QAUAL2E-UNCAS: Documentation and User Manual", Environmental Research Laboratory Office Of Research and Developmet U.S. Environmental Protection Agency Athens, Georgia, EPA/600/3-87/007

Olsen, Nils Reidar B., 1999. "Class Notes in Computational Fluid Dynamics in Hydraulic and Sedimentation Engineering", Department of Hydraulic and Environmental Engineering, The Norwegian University of Science and Technology

Olsen, Nils Reidar B., 2000. "CFD Algorithms for Hydraulic Engineering – Preliminary Version", Department of Hydraulic and Environmental Engineering, The Norwegian University of Science and Technology

Olsen, Nils Reidar B., 2001. "CFD modelling for hydraulic structures – Preliminary 1st Edition", Department of Hydraulic and Environmental Engineering, The Norwegian University of Science and Technology

Olsen, Nils Reidar B., 2002a. "A THREE-DIMENSIONAL NUMERICAL MODEL FOR SIMULATION OF SEDIMENT MOVEMENTS IN WATER INTAKES WITH MULTIBLOCK OPTION", Department of Hydraulic and Environmental Engineering, The Norwegian University of Science and Technology

Olsen, Nils Reidar B., 2002b. "Hydroinformatics, Fluvial Hydraulics and Limnology", Department of Hydraulic and Environmental Engineering, The Norwegian University of Science and Technology

Maktav, D., vd., 1998. Türkiye'nin Akdeniz Kıyılarında Köyceğiz-Dalyan Koruma Alanında Yersel Veriler ve Uydu Verileri Entegrasyonu ile Bir Kıyı Bilgi Sistemi Oluşturma Pilot Projesi, ESA Proje No:779.

Martin, J.L. ve Cutcheon, S.C., 2000. "Hydrodynamics and Transport for Water Quality Modeling", Lewis Publishers".

Kazancı ,vd, 1992."Köyceğiz-Dalyan Özel Çevre Koruma Bölgesi Sucul Ekosisteminin Hidrobiyolojik Yönden İncelenmesi", Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü, Ankara.

Tetratech, Inc., 1999. "EFDC Technical Memorandum : Theoretical and Computational Aspects of Sediment Transport in the EFDC Model - DRAFT", Prepared for United States Environmental Protection Agency

EK A – QUAL2E MODEL ÇALIŞMASI

EK A – QUAL2E MODEL ÇALIŞMASI

A.1 QUAL2E İçin Oluşturulan Fiktif Sistem

A.2 QUAL2E Simülasyonu Çıktı Dosyası

```
                                  * * * QUAL-2E  STREAM QUALITY ROUTING MODEL * * *
                                              Version 3.21  -  Feb. 1995


 $$$ (PROBLEM TITLES) $$$

CARD TYPE                              QUAL-2E PROGRAM TITLES
TITLE01              Çalışma 300 - Manning katsayıları yardımıyla hidrolik alt s
TITLE02              istemin kalibrasyonu yapıldı. Su kalitesi simulasyonu yok.
TITLE03  NO          CONSERVATIVE MINERAL I
TITLE04  NO          CONSERVATIVE MINERAL II
TITLE05  NO          CONSERVATIVE MINERAL III
TITLE06  NO          TEMPERATURE
TITLE07  NO          BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND
TITLE08  NO          ALGAE AS CHL-A IN UG/L
TITLE09  NO          PHOSPHORUS CYCLE AS P IN MG/L
TITLE10                (ORGANIC-P; DISSOLVED-P)
TITLE11  NO          NITROGEN CYCLE AS N IN MG/L
TITLE12                (ORGANIC-N; AMMONIA-N; NITRITE-N;' NITRATE-N)
TITLE13  NO          DISSOLVED OXYGEN IN MG/L
TITLE14  NO          FECAL COLIFORM IN NO./100 ML
TITLE15  NO          ARBITRARY NON-CONSERVATIVE
ENDTITLE

 $$$ DATA TYPE 1 (CONTROL DATA) $$$

CARD TYPE                                    CARD TYPE
LIST DATA INPUT             0.00000                                  0.00000
NO WRITE OPTIONAL SUMMARY   0.00000                                  0.00000
NO FLOW AUGMENTATION        0.00000                                  0.00000
STEADY STATE                0.00000                                  0.00000
TRAPAZOIDAL                 0.00000                                  0.00000
NO PRINT LCD/SOLAR DATA     0.00000                                  0.00000
NO PLOT DO AND BOD DATA     0.00000                                  0.00000
FIXED DNSTM CONC (YES=1)=   0.00000          5D-ULT BOD CONV K COEF  =   0.23000
INPUT METRIC            =   1.00000          OUTPUT METRIC           =   1.00000
NUMBER OF REACHES       =   7.00000          NUMBER OF JUNCTIONS     =   0.00000
NUM OF HEADWATERS       =   1.00000          NUMBER OF POINT LOADS   =   0.00000
TIME STEP (HOURS)       =   1.00000          LNTH. COMP. ELEMENT (DX)=   0.20000
MAXIMUM ROUTE TIME (HRS)=  30.00000          TIME INC. FOR RPT2 (HRS)=   1.00000
LATITUDE OF BASIN (DEG) =  28.00000          LONGITUDE OF BASIN (DEG)=  40.00000
STANDARD MARIDIAN (DEG) =  30.00000          DAY OF YEAR START TIME  = 210.00000
EVAP. COEF.,(AE)        =   0.00001          EVAP. COEF.,(BE)        =   0.00000
```

```
ELEV. OF BASIN (ELEV)   =   1.00000          DUST ATTENUATION COEF.  =   0.06000
ENDATA1                     0.00000                                      0.00000

 $$$ DATA TYPE 1A (ALGAE PRODUCTION AND NITROGEN OXIDATION CONSTANTS) $$$

CARD TYPE                                          CARD TYPE
ENDATA1A                          0.0000                                                0.0000

 $$$ DATA TYPE 1B (TEMPERATURE CORRECTION CONSTANTS FOR RATE COEFFICIENTS) $$$

CARD TYPE     RATE CODE     THETA VALUE

THETA( 1)      BOD DECA        1.047     DFLT
THETA( 2)      BOD SETT        1.024     DFLT
THETA( 3)      OXY TRAN        1.024     DFLT
THETA( 4)      SOD RATE        1.060     DFLT
THETA( 5)      ORGN DEC        1.047     DFLT
THETA( 6)      ORGN SET        1.024     DFLT
THETA( 7)      NH3 DECA        1.083     DFLT
THETA( 8)      NH3 SRCE        1.074     DFLT
THETA( 9)      NO2 DECA        1.047     DFLT
THETA(10)      PORG DEC        1.047     DFLT
THETA(11)      PORG SET        1.024     DFLT
THETA(12)      DISP SRC        1.074     DFLT
THETA(13)      ALG GROW        1.047     DFLT
THETA(14)      ALG RESP        1.047     DFLT
THETA(15)      ALG SETT        1.024     DFLT
THETA(16)      COLI DEC        1.047     DFLT
THETA(17)      ANC DECA        1.000     DFLT
THETA(18)      ANC SETT        1.024     DFLT
THETA(19)      ANC SRCE        1.000     DFLT
ENDATA1B

 $$$ DATA TYPE 2 (REACH IDENTIFICATION) $$$

CARD TYPE          REACH ORDER AND IDENT              R. MI/KM            R. MI/KM
STREAM REACH     1.0  RCH=        63,62,61   FROM         12.2    TO          9.4
STREAM REACH     2.0  RCH=        60,59,58   FROM          9.4    TO          6.2
STREAM REACH     3.0  RCH=           57,56   FROM          6.2    TO          5.0
STREAM REACH     4.0  RCH=           56-50   FROM          5.0    TO          4.0
STREAM REACH     5.0  RCH=        50,48,49   FROM          4.0    TO          2.8
STREAM REACH     6.0  RCH=            49-2   FROM          2.8    TO          0.8
STREAM REACH     7.0  RCH=             2,1   FROM          0.8    TO          0.0
ENDATA2          0.0                                      0.0                0.0
```

```
 $$$ DATA TYPE 3 (TARGET LEVEL DO AND FLOW AUGMENTATION SOURCES) $$$

CARD TYPE                 REACH  AVAIL HDWS TARGET     ORDER OF AVAIL SOURCES
ENDATA3                    0.        0.       0.0   0.   0.   0.   0.   0.   0.

 $$$ DATA TYPE 4 (COMPUTATIONAL REACH FLAG FIELD) $$$

CARD TYPE        REACH ELEMENTS/REACH             COMPUTATIONAL FLAGS
FLAG FIELD        1.       14.          1.2.2.2.2.2.2.2.2.2.2.2.2.0.0.0.0.0.0.
FLAG FIELD        2.       16.          2.2.2.2.2.2.2.2.2.2.2.2.2.2.2.0.0.0.0.
FLAG FIELD        3.        6.          2.2.2.2.2.2.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.
FLAG FIELD        4.        5.          2.2.2.2.2.2.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.
FLAG FIELD        5.        6.          2.2.2.2.2.2.2.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.
FLAG FIELD        6.       10.          2.2.2.2.2.2.2.2.2.2.0.0.0.0.0.0.0.0.0.
FLAG FIELD        7.        4.          2.2.2.5.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.
ENDATA4           0.        0.          0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.

 $$$ DATA TYPE 5 (HYDRAULIC DATA FOR DETERMINING VELOCITY AND DEPTH) $$$

CARD TYPE        REACH  COEF-DSPN    SS1       SS2     WIDTH     SLOPE     CMANN
HYDRAULICS        1.     60.00     0.000     0.000   155.000     0.000     0.130
HYDRAULICS        2.     60.00     0.000     0.000    91.000     0.000     0.133
HYDRAULICS        3.     60.00     0.000     0.000   158.000     0.000     0.140
HYDRAULICS        4.     60.00     0.000     0.000   226.000     0.000     0.150
HYDRAULICS        5.     60.00     0.000     0.000   114.000     0.000     0.150
HYDRAULICS        6.     60.00     0.000     0.000   600.000     0.000     0.160
HYDRAULICS        7.     60.00     0.000     0.000   110.000     0.000     0.150
ENDATA5           0.      0.00     0.000     0.000     0.000     0.000     0.000

 $$$ DATA TYPE 5A (STEADY STATE TEMPERATURE AND CLIMATOLOGY DATA) $$$

CARD TYPE                          DUST     CLOUD   DRY BULB  WET BULB     ATM              SOLAR RAD
                REACH   ELEVATION  COEF     COVER     TEMP      TEMP    PRESSURE     WIND   ATTENUATION
TEMP/LCD          1.        0.30   0.06      0.00     30.00     29.00   1002.00      0.00      1.00
TEMP/LCD          2.        0.30   0.06      0.00     30.00     29.00   1002.00      0.00      1.00
TEMP/LCD          3.        0.30   0.06      0.00     30.00     29.00   1002.00      0.00      1.00
TEMP/LCD          4.        0.30   0.06      0.00     30.00     29.00   1002.00      0.00      1.00
TEMP/LCD          5.        0.30   0.06      0.00     30.00     29.00   1002.00      0.00      1.00
TEMP/LCD          6.        0.30   0.06      0.00     30.00     29.00   1002.00      0.00      1.00
TEMP/LCD          7.        0.30   0.06      0.00     30.00     29.00   1002.00      0.00      1.00
ENDATA5A          0.        0.00   0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00

 $$$ DATA TYPE 6 (REACTION COEFFICIENTS FOR DEOXYGENATION AND REAERATION) $$$

CARD TYPE        REACH     K1        K3       SOD         K2OPT     K2      COEQK2    OR   EXPQK2
```

				RATE			TSIV COEF FOR OPT 8	OR SLOPE FOR OPT 8
REACT COEF	1.	0.00	0.00	0.000	3.	0.00	0.000	0.00000
REACT COEF	2.	0.00	0.00	0.000	3.	0.00	0.000	0.00000
REACT COEF	3.	0.00	0.00	0.000	3.	0.00	0.000	0.00000
REACT COEF	4.	0.00	0.00	0.000	3.	0.00	0.000	0.00000
REACT COEF	5.	0.00	0.00	0.000	3.	0.00	0.000	0.00000
REACT COEF	6.	0.00	0.00	0.000	3.	0.00	0.000	0.00000
REACT COEF	7.	0.00	0.00	0.000	3.	0.00	0.000	0.00000
ENDATA6	0.	0.00	0.00	0.000	0.	0.00	0.000	0.00000

$$$ DATA TYPE 6A (NITROGEN AND PHOSPHORUS CONSTANTS) $$$

CARD TYPE	REACH	CKNH2	SETNH2	CKNH3	SNH3	CKNO2	CKPORG	SETPORG	SPO4
ENDATA6A	0.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

$$$ DATA TYPE 6B (ALGAE/OTHER COEFFICIENTS) $$$

CARD TYPE	REACH	ALPHAO	ALGSET	EXCOEF	CK5 CKCOLI	CKANC	SETANC	SRCANC
ENDATA6B	0.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

$$$ DATA TYPE 7 (INITIAL CONDITIONS) $$$

CARD TYPE	REACH	TEMP	D.O.	BOD	CM-1	CM-2	CM-3	ANC	COLI
INITIAL COND-1	1.	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
INITIAL COND-1	2.	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
INITIAL COND-1	3.	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
INITIAL COND-1	4.	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
INITIAL COND-1	5.	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
INITIAL COND-1	6.	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
INITIAL COND-1	7.	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ENDATA7	0.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

$$$ DATA TYPE 7A (INITIAL CONDITIONS FOR CHOROPHYLL A, NITROGEN, AND PHOSPHORUS) $$$

CARD TYPE	REACH	CHL-A	ORG-N	NH3-N	NO2-N	NO3-N	ORG-P	DIS-P
ENDATA7A	0.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

$$$ DATA TYPE 8 (INCREMENTAL INFLOW CONDITIONS) $$$

CARD TYPE	REACH	FLOW	TEMP	D.O.	BOD	CM-1	CM-2	CM-3	ANC	COLI
INCR INFLOW-1	1.	0.000	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
INCR INFLOW-1	2.	0.000	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
INCR INFLOW-1	3.	0.000	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

```
INCR INFLOW-1         4.     0.000     29.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
INCR INFLOW-1         5.     0.000     29.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
INCR INFLOW-1         6.     0.000     29.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
INCR INFLOW-1         7.     0.000     29.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
ENDATA8               0.     0.000      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00

 $$$ DATA TYPE 8A (INCREMENTAL INFLOW CONDITIONS FOR CHLOROPHYLL A, NITROGEN, AND PHOSPHORUS) $$$

CARD TYPE           REACH    CHL-A     ORG-N     NH3-N     NO2-N     NO3-N     ORG-P     DIS-P
ENDATA8A              0.      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00

 $$$ DATA TYPE 9 (STREAM JUNCTIONS) $$$

CARD TYPE              JUNCTION ORDER AND IDENT         UPSTRM   JUNCTION    TRIB
ENDATA9                0.                                 0.        0.        0.

 $$$ DATA TYPE 10 (HEADWATER SOURCES) $$$

CARD TYPE    HDWTR     NAME              FLOW      TEMP      D.O.       BOD      CM-1      CM-2      CM-3
             ORDER
HEADWTR-1      1.          63,62,61     67.00     29.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
ENDATA10       0.                       0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00

 $$$ DATA TYPE 10A (HEADWATER CONDITIONS FOR CHLOROPHYLL, NITROGEN, PHOSPHORUS,
                    COLIFORM AND SELECTED NON-CONSERVATIVE CONSTITUENT) $$$

CARD TYPE     HDWTR     ANC      COLI     CHL-A     ORG-N     NH3-N     NO2-N     NO3-N     ORG-P     DIS-P
              ORDER
ENDATA10A       0.     0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00

 $$$ DATA TYPE 11 (POINT SOURCE / POINT SOURCE CHARACTERISTICS) $$$

              POINT
CARD TYPE      LOAD    NAME              EFF      FLOW      TEMP      D.O.       BOD      CM-1      CM-2      CM-3
              ORDER
ENDATA11        0.                      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00

 $$$ DATA TYPE 11A (POINT SOURCE CHARACTERISTICS - CHLOROPHYLL A, NITROGEN, PHOSPHORUS,
                    COLIFORMS AND SELECTED NON-CONSERVATIVE CONSTITUENT) $$$

              POINT
CARD TYPE      LOAD      ANC      COLI     CHL-A     ORG-N     NH3-N     NO2-N     N03-N     ORG-P     DIS-P
              ORDER
ENDATA11A       0.     0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00      0.00
```

```
 $$$ DATA TYPE 12 (DAM CHARACTERISTICS) $$$

                       DAM   RCH   ELE    ADAM    BDAM    FDAM    HDAM

ENDATA12                0.    0.    0.    0.00    0.00    0.00    0.00

 $$$ DATA TYPE 13 (DOWNSTREAM BOUNDARY CONDITIONS-1) $$$

     CARD TYPE              TEMP       D.O.      BOD       CM-1      CM-2      CM-3       ANC      COLI

ENDATA13                   DOWNSTREAM BOUNDARY CONCENTRATIONS ARE UNCONSTRAINED

 $$$ DATA TYPE 13A (DOWNSTREAM BOUNDARY CONDITIONS-2) $$$

     CARD TYPE              CHL-A     ORG-N     NH3-N     NO2-N     NH3-N     ORG-P     DIS-P

ENDATA13A                  DOWNSTREAM BOUNDARY CONCENTRATIONS ARE UNCONSTRAINED



STREAM QUALITY SIMULATION                                                                    OUTPUT PAGE NUMBER     1
QUAL-2E STREAM QUALITY ROUTING MODEL                                                 Version 3.21  -  Feb. 1995
                                        ***** STEADY STATE SIMULATION *****

                                             ** HYDRAULICS SUMMARY **
```

ELE ORD	RCH NUM	ELE NUM	BEGIN LOC KILO	END LOC KILO	FLOW CMS	POINT SRCE CMS	INCR FLOW CMS	VEL MPS	TRVL TIME DAY	DEPTH M	WIDTH M	VOLUME K-CU-M	BOTTOM AREA K-SQ-M	X-SECT AREA SQ-M	DSPRSN COEF SQ-M/S
1	1	1	12.20	12.00	67.00	0.00	0.00	0.152	0.015	2.841	155.038	88.11	32.14	440.46	8.87
2	1	2	12.00	11.80	67.00	0.00	0.00	0.152	0.015	2.841	155.038	88.11	32.14	440.46	8.87
3	1	3	11.80	11.60	67.00	0.00	0.00	0.152	0.015	2.841	155.038	88.11	32.14	440.46	8.87
4	1	4	11.60	11.40	67.00	0.00	0.00	0.152	0.015	2.841	155.038	88.11	32.14	440.46	8.87
5	1	5	11.40	11.20	67.00	0.00	0.00	0.152	0.015	2.841	155.038	88.11	32.14	440.46	8.87
6	1	6	11.20	11.00	67.00	0.00	0.00	0.152	0.015	2.841	155.038	88.11	32.14	440.46	8.87
7	1	7	11.00	10.80	67.00	0.00	0.00	0.152	0.015	2.841	155.038	88.11	32.14	440.46	8.87
8	1	8	10.80	10.60	67.00	0.00	0.00	0.152	0.015	2.841	155.038	88.11	32.14	440.46	8.87
9	1	9	10.60	10.40	67.00	0.00	0.00	0.152	0.015	2.841	155.038	88.11	32.14	440.46	8.87
10	1	10	10.40	10.20	67.00	0.00	0.00	0.152	0.015	2.841	155.038	88.11	32.14	440.46	8.87
11	1	11	10.20	10.00	67.00	0.00	0.00	0.152	0.015	2.841	155.038	88.11	32.14	440.46	8.87
12	1	12	10.00	9.80	67.00	0.00	0.00	0.152	0.015	2.841	155.038	88.11	32.14	440.46	8.87
13	1	13	9.80	9.60	67.00	0.00	0.00	0.152	0.015	2.841	155.038	88.11	32.14	440.46	8.87
14	1	14	9.60	9.40	67.00	0.00	0.00	0.152	0.015	2.841	155.038	88.11	32.14	440.46	8.87

15	2	1	9.40	9.20	67.00	0.00	0.00	0.179	0.013	4.107	91.043	74.79	19.85	373.89	14.53
16	2	2	9.20	9.00	67.00	0.00	0.00	0.179	0.013	4.107	91.043	74.79	19.85	373.89	14.53
17	2	3	9.00	8.80	67.00	0.00	0.00	0.179	0.013	4.107	91.043	74.79	19.85	373.89	14.53
18	2	4	8.80	8.60	67.00	0.00	0.00	0.179	0.013	4.107	91.043	74.79	19.85	373.89	14.53
19	2	5	8.60	8.40	67.00	0.00	0.00	0.179	0.013	4.107	91.043	74.79	19.85	373.89	14.53
20	2	6	8.40	8.20	67.00	0.00	0.00	0.179	0.013	4.107	91.043	74.79	19.85	373.89	14.53
21	2	7	8.20	8.00	67.00	0.00	0.00	0.179	0.013	4.107	91.043	74.79	19.85	373.89	14.53
22	2	8	8.00	7.80	67.00	0.00	0.00	0.179	0.013	4.107	91.043	74.79	19.85	373.89	14.53
23	2	9	7.80	7.60	67.00	0.00	0.00	0.179	0.013	4.107	91.043	74.79	19.85	373.89	14.53
24	2	10	7.60	7.40	67.00	0.00	0.00	0.179	0.013	4.107	91.043	74.79	19.85	373.89	14.53
25	2	11	7.40	7.20	67.00	0.00	0.00	0.179	0.013	4.107	91.043	74.79	19.85	373.89	14.53
26	2	12	7.20	7.00	67.00	0.00	0.00	0.179	0.013	4.107	91.043	74.79	19.85	373.89	14.53
27	2	13	7.00	6.80	67.00	0.00	0.00	0.179	0.013	4.107	91.043	74.79	19.85	373.89	14.53
28	2	14	6.80	6.60	67.00	0.00	0.00	0.179	0.013	4.107	91.043	74.79	19.85	373.89	14.53
29	2	15	6.60	6.40	67.00	0.00	0.00	0.179	0.013	4.107	91.043	74.79	19.85	373.89	14.53
30	2	16	6.40	6.20	67.00	0.00	0.00	0.179	0.013	4.107	91.043	74.79	19.85	373.89	14.53
31	3	1	6.20	6.00	67.00	0.00	0.00	0.142	0.016	2.982	158.048	94.28	32.80	471.31	9.29
32	3	2	6.00	5.80	67.00	0.00	0.00	0.142	0.016	2.982	158.048	94.28	32.80	471.31	9.29
33	3	3	5.80	5.60	67.00	0.00	0.00	0.142	0.016	2.982	158.048	94.28	32.80	471.31	9.29
34	3	4	5.60	5.40	67.00	0.00	0.00	0.142	0.016	2.982	158.048	94.28	32.80	471.31	9.29
35	3	5	5.40	5.20	67.00	0.00	0.00	0.142	0.016	2.982	158.048	94.28	32.80	471.31	9.29
36	3	6	5.20	5.00	67.00	0.00	0.00	0.142	0.016	2.982	158.048	94.28	32.80	471.31	9.29
37	4	1	5.00	4.80	67.00	0.00	0.00	0.130	0.018	2.281	226.024	103.13	46.12	515.54	7.28
38	4	2	4.80	4.60	67.00	0.00	0.00	0.130	0.018	2.281	226.024	103.13	46.12	515.54	7.28
39	4	3	4.60	4.40	67.00	0.00	0.00	0.130	0.018	2.281	226.024	103.13	46.12	515.54	7.28
40	4	4	4.40	4.20	67.00	0.00	0.00	0.130	0.018	2.281	226.024	103.13	46.12	515.54	7.28

***** STEADY STATE SIMULATION *****

** HYDRAULICS SUMMARY **

ELE ORD	RCH NUM	ELE NUM	BEGIN LOC KILO	END LOC KILO	FLOW CMS	POINT SRCE CMS	INCR FLOW CMS	VEL MPS	TRVL TIME DAY	DEPTH M	WIDTH M	VOLUME K-CU-M	BOTTOM AREA K-SQ-M	X-SECT AREA SQ-M	DSPRSN COEF SQ-M/S
41	4	5	4.20	4.00	67.00	0.00	0.00	0.130	0.018	2.281	226.024	103.13	46.12	515.54	7.28

42	5	1	4.00	3.80	67.00	0.00	0.00	0.166	0.014	3.545	114.048	80.87	24.22	404.28	13.41
43	5	2	3.80	3.60	67.00	0.00	0.00	0.166	0.014	3.545	114.048	80.87	24.22	404.28	13.41
44	5	3	3.60	3.40	67.00	0.00	0.00	0.166	0.014	3.545	114.048	80.87	24.22	404.28	13.41
45	5	4	3.40	3.20	67.00	0.00	0.00	0.166	0.014	3.545	114.048	80.87	24.22	404.28	13.41
46	5	5	3.20	3.00	67.00	0.00	0.00	0.166	0.014	3.545	114.048	80.87	24.22	404.28	13.41
47	5	6	3.00	2.80	67.00	0.00	0.00	0.166	0.014	3.545	114.048	80.87	24.22	404.28	13.41
48	6	1	2.80	2.60	67.00	0.00	0.00	0.067	0.034	1.655	600.011	198.61	120.69	992.84	3.09
49	6	2	2.60	2.40	67.00	0.00	0.00	0.067	0.034	1.655	600.011	198.61	120.69	992.84	3.09
50	6	3	2.40	2.20	67.00	0.00	0.00	0.067	0.034	1.655	600.011	198.61	120.69	992.84	3.09
51	6	4	2.20	2.00	67.00	0.00	0.00	0.067	0.034	1.655	600.011	198.61	120.69	992.84	3.09
52	6	5	2.00	1.80	67.00	0.00	0.00	0.067	0.034	1.655	600.011	198.61	120.69	992.84	3.09
53	6	6	1.80	1.60	67.00	0.00	0.00	0.067	0.034	1.655	600.011	198.61	120.69	992.84	3.09
54	6	7	1.60	1.40	67.00	0.00	0.00	0.067	0.034	1.655	600.011	198.61	120.69	992.84	3.09
55	6	8	1.40	1.20	67.00	0.00	0.00	0.067	0.034	1.655	600.011	198.61	120.69	992.84	3.09
56	6	9	1.20	1.00	67.00	0.00	0.00	0.067	0.034	1.655	600.011	198.61	120.69	992.84	3.09
57	6	10	1.00	0.80	67.00	0.00	0.00	0.067	0.034	1.655	600.011	198.61	120.69	992.84	3.09
58	7	1	0.80	0.60	67.00	0.00	0.00	0.173	0.013	3.517	110.043	77.43	23.41	387.05	13.91
59	7	2	0.60	0.40	67.00	0.00	0.00	0.173	0.013	3.517	110.043	77.43	23.41	387.05	13.91
60	7	3	0.40	0.20	67.00	0.00	0.00	0.173	0.013	3.517	110.043	77.43	23.41	387.05	13.91
61	7	4	0.20	0.00	67.00	0.00	0.00	0.173	0.013	3.517	110.043	77.43	23.41	387.05	13.91

***** STEADY STATE SIMULATION *****

** REACTION COEFFICIENT SUMMARY **

RCH NUM	ELE NUM	DO SAT MG/L	K2 OPT	OXYGN REAIR 1/DAY	BOD DECAY 1/DAY	BOD SETT 1/DAY	SOD RATE G/M2D	ORGN DECAY 1/DAY	ORGN SETT 1/DAY	NH3 DECAY 1/DAY	NH3 SRCE MG/M2D	NO2 DECAY 1/DAY	ORGP DECAY 1/DAY	ORGP SETT 1/DAY	DISP SRCE MG/M2D	COLI DECAY 1/DAY	ANC DECAY 1/DAY	ANC SETT 1/DAY	ANC SRCE MG/M2D
1	1	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	3	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	4	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	5	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

1	6	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	7	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	8	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	9	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	10	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	11	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	12	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	13	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	14	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	3	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	4	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	5	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	6	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	7	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	8	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	9	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	10	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	11	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	12	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	13	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	14	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	15	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	16	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	3	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	4	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	5	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	6	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	1	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	2	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	3	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	4	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

***** STEADY STATE SIMULATION *****

** REACTION COEFFICIENT SUMMARY **

RCH NUM	ELE NUM	DO SAT MG/L	K2 OPT	OXYGN REAIR 1/DAY	BOD DECAY 1/DAY	BOD SETT 1/DAY	SOD RATE G/M2D	ORGN DECAY 1/DAY	ORGN SETT 1/DAY	NH3 DECAY 1/DAY	NH3 SRCE MG/M2D	NO2 DECAY 1/DAY	ORGP DECAY 1/DAY	ORGP SETT 1/DAY	DISP SRCE MG/M2D	COLI DECAY 1/DAY	ANC DECAY 1/DAY	ANC SETT 1/DAY	ANC SRCE MG/M2D
4	5	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	2	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	3	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	4	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	5	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	6	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	1	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	2	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	3	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	4	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	5	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	6	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	7	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	8	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	9	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	10	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	1	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	2	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	3	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	4	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

***** STEADY STATE SIMULATION *****

** WATER QUALITY VARIABLES **

RCH NUM	ELE NUM	TEMP DEG-C	CM-1	CM-2	CM-3	DO MG/L	BOD MG/L	ORGN MG/L	NH3N MG/L	NO2N MG/L	NO3N MG/L	SUM-N MG/L	ORGP MG/L	DIS-P MG/L	SUM-P MG/L	COLI #/100ML	ANC	CHLA UG/L
1	1	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	3	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	4	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	5	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	6	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	7	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	8	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	9	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	10	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	11	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	12	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	13	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	14	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	3	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	4	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	5	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	6	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	7	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	8	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	9	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	10	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	11	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	12	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	13	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	14	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	15	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	16	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	3	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	4	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	5	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	6	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

4	1	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	2	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	3	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	4	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

***** STEADY STATE SIMULATION *****

** WATER QUALITY VARIABLES **

RCH NUM	ELE NUM	TEMP DEG-C	CM-1	CM-2	CM-3	DO MG/L	BOD MG/L	ORGN MG/L	NH3N MG/L	NO2N MG/L	NO3N MG/L	SUM-N MG/L	ORGP MG/L	DIS-P MG/L	SUM-P MG/L	COLI #/100ML	ANC	CHLA UG/L
4	5	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	2	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	3	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	4	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	5	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	6	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	1	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	2	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	3	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	4	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	5	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	6	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	7	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	8	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	9	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	10	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	1	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	2	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	3	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	4	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

***** STEADY STATE SIMULATION *****

** DISSOLVED OXYGEN DATA **

ELE ORD	RCH NUM	ELE NUM	TEMP DEG-C	DO SAT MG/L	DO MG/L	DO DEF MG/L	DAM INPUT MG/L	NIT INHIB FACT	COMPONENTS OF DISSOLVED OXYGEN MASS BALANCE (MG/L-DAY) F-FNCTN INPUT	OXYGN REAIR	C-BOD	SOD	NET P-R	NH3-N	NO2-N
1	1	1	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1	2	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1	3	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	1	4	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1	5	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	1	6	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	1	7	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	1	8	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	1	9	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	1	10	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	1	11	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	1	12	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	1	13	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	1	14	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	2	1	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	2	2	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	2	3	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	2	4	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	2	5	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	2	6	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	2	7	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	2	8	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	2	9	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	2	10	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	2	11	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	2	12	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	2	13	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	2	14	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	2	15	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

30	2	16	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	3	1	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	3	2	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	3	3	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34	3	4	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35	3	5	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36	3	6	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37	4	1	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38	4	2	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39	4	3	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	4	4	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

***** STEADY STATE SIMULATION *****

** DISSOLVED OXYGEN DATA **

									COMPONENTS OF DISSOLVED OXYGEN MASS BALANCE (MG/L-DAY)					
ELE ORD	RCH NUM	ELE NUM	TEMP DEG-C	DO SAT MG/L	DO MG/L	DO DEF MG/L	DAM INPUT MG/L	NIT INHIB FACT	F-FNCTN INPUT	OXYGN REAIR	C-BOD	SOD	NET P-R	NH3-N	NO2-N
41	4	5	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42	5	1	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43	5	2	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44	5	3	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45	5	4	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46	5	5	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47	5	6	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48	6	1	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
49	6	2	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
50	6	3	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
51	6	4	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
52	6	5	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
53	6	6	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

54	6	7	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
55	6	8	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56	6	9	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
57	6	10	29.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
58	7	1	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
59	7	2	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	7	3	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
61	7	4	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

EK – B DYNHYD5 MODEL ÇALIŞMASI

EK – B DYNHYD5 MODEL ÇALIŞMASI

EK B3 – DYNHYD5 GİRDİ DOSYASI ÖRNEĞİ

```
DALYAN LOGOON GENARAL HYDRAULIC SIMULATION : MAY 2001
HYDRAULIC INPUT FILE FOR NEW JUNCTION SYSTEM-DEPTHS EQUAL (3-4m)
***** PROGRAM CONTROL DATA ************************************
   49   63    0   10    5    1  630    8  630
***** OUTPUT CONTROL DATA *************************************
       0.0  20.0       49
    1    2    3    4    5    6    7    8    9   10   11   12   13
   14   15   16   17   18   19   20   21   22   23   24   25   26
   27   28   29   30   31   32   33   34   35   36   37   38   39
   40   41   42   43   44   45   46   47   48   49
***** SUMMARY CONTROL DATA ************************************
    1    2  630 12.0  100    2
***** JUNCTION DATA *******************************************
    1    100.00  250000.0     97.00    1    0    0    0    0    0
    2    100.10    7969.0     97.10    1    2   39    0    0    0
    3    100.12  219938.0     97.12    2    3    4    5    0    0
    4    100.20   27094.0     97.20    4    7    0    0    0    0
    5    100.15   98813.0     97.15    3    6   10    0    0    0
    6    100.26   16543.0     97.26    7    8   11    0    0    0
    7    100.20   58650.0     97.20    6   11   16   17    0    0
    8    100.23   48609.0     97.23   17   18   28    0    0    0
    9    100.38  131875.0     97.38   13   15   16   19    0    0
   10    100.40   65344.0     97.40   14   15   20   21    0    0
   11    100.37  102000.0     97.37   19   20   20   23   25    0
   12    100.33   89250.0     97.33   18   23   26   27    0    0
   13    100.30  153000.0     98.30   27   28   29    0    0    0
   14    100.38  102000.0     97.38   21   22   24    0    0    0
   15    100.35   31875.0     98.35   24   25   26   30    0    0
   16    100.33   48609.0     98.33   30   31   32    0    0    0
   17    100.31   61359.0     98.31   29   31   33    0    0    0
   18    100.32 1055063.0     97.32   32   33   34    0    0    0
   19    100.30 1156266.0     97.30   34   35    0    0    0    0
   20    100.32  380109.0     97.32   35    0    0    0    0    0
   21    100.46   34266.0     97.46   36   37    0    0    0    0
   22    100.50   22313.0     97.50   37   38    0    0    0    0
   23    100.54   51797.0     97.54   38    0    0    0    0    0
   24    100.41   61359.0     97.41   12   13   14    0    0    0
   25    100.45   50203.0     98.45   10   12   49    0    0    0
   26    100.48   62953.0     97.48   48   49    0    0    0    0
   27    100.32  109969.0     98.32    5    8    9   10    0    0
   28    100.38   41438.0     97.38    9    0    0    0    0    0
   29    100.20   19922.0     97.20   39   40   41    0    0    0
   30    100.27   16703.0     97.27   41   42    0    0    0    0
   31    100.31   34266.0     97.31   40   42   43    0    0    0
   32    100.38   24703.0     97.38   43   44    0    0    0    0
   33    100.45   32672.0     97.45   44   45   47    0    0    0
   34    100.41   22313.0     97.41   45   46    0    0    0    0
   35    100.36  349031.0     97.36   46    0    0    0    0    0
   36    100.51   43669.0     97.51   47   48   50    0    0    0
   37    100.57   67734.0     97.57   50   51   53    0    0    0
   38    100.65  100088.0     97.15   51   52    0    0    0    0
   39    100.62   51000.0     97.12   53   54    0    0    0    0
   40    100.68   50203.0     97.18   54   55    0    0    0    0
   41    100.74   83672.0     97.24   52   55   56    0    0    0
   42    100.79  103953.0     97.29   56   57    0    0    0    0
   43    100.85   61359.0     97.35   57   58    0    0    0    0
   44    100.95  108375.0     97.25   58   59    0    0    0    0
   45    101.08  105984.0     97.08   59   60    0    0    0    0
   46    101.16  100406.0     97.16   60   61    0    0    0    0
   47    101.25  149813.0     97.25   61   62    0    0    0    0
   48    101.38  250000.0     97.38   62   63    0    0    0    0
   49    101.459999999999     97.45   63    0    0    0    0    0
***** CHANNEL DATA ********************************************************
    1      500.      102.     3.00     329.     0.150       0.3   1    2
    2      375.      117.     3.00     304.     0.150       0.3   2    3
    3      438.      150.     3.00     307.     0.150       0.3   3    5
    4      625.      101.     3.00     274.     0.150       0.3   3    4
    5      588.      103.     3.00     243.     0.150       0.3   3   27
    6      550.       90.     3.00     281.     0.150       0.3   5    7
    7      288.       75.     3.00     259.     0.150       0.3   4    6
    8      475.       77.     3.00     125.     0.150       0.3   6   27
    9      350.      198.     3.00     138.     0.150       0.3  27   28
   10      588.       69.     3.00     259.     0.150       0.3  27   25
   11      538.       68.     3.00     162.     0.150       0.3   7    6
   12      450.      165.     3.00     169.     0.150       0.3  24   25
   13      263.       85.     3.00     152.     0.150       0.3   9   24
   14      475.       44.     3.00      98.     0.150       0.3  10   24
```

```
   15      400.       42.     3.00     246.     0.150       0.3   9   10
   16      300.       82.     3.00     230.     0.150       0.3   7    9
   17      300.      162.     3.00     340.     0.150       0.3   7    8
   18      475.       64.     3.00     276.     0.150       0.3   8   12
   19      438.       64.     3.00     107.     0.150       0.3  11    9
   20      300.       29.     3.00     167.     0.150       0.3  11   10
   21      363.       24.     3.00     110.     0.150       0.3  14   10
   22      313.       31.     3.00     240.     0.150       0.3  11   14
   23      413.      106.     3.00     189.     0.150       0.3  12   11
   24      488.       65.     3.00     159.     0.150       0.3  15   14
   25      525.       49.     3.00     125.     0.150       0.3  15   11
   26      513.       44.     3.00     254.     0.150       0.3  12   15
   27      313.       82.     3.00     172.     0.150       0.3  13   12
   28      663.       77.     3.00     306.     0.150       0.3   8   13
   29      538.       90.     2.00     285.     0.200       0.3  13   17
   30      288.       72.     2.00     106.     0.200       0.3  16   15
   31      525.       58.     3.00     204.     0.200       0.3  17   16
   32      413.       30.     3.00     119.     0.200       0.3  18   16
   33      663.       90.     3.00     244.     0.150       0.3  17   18
   34     1200.     1194.     3.00     128.     0.150       0.3  19   18
   35      988.      552.     3.00     234.     0.150       0.3  19   20
   36      575.       89.     3.00     196.     0.150       0.3  10   21
   37      350.       27.     3.00     247.     0.150       0.3  21   22
   38      350.      105.     3.00     178.     0.150       0.3  22   23
   39      488.       50.     3.00     166.     0.150       0.3   2   29
   40      425.       75.     3.00     217.     0.150       0.3  29   30
   41      463.       41.     3.00     259.     0.150       0.3  29   31
   42      238.       37.     3.00     153.     0.150       0.3  30   31
   43      325.       44.     3.00     234.     0.150       0.3  31   32
   44      413.       43.     3.00     200.     0.150       0.3  32   33
   45      363.       88.     3.00     333.     0.150       0.3  34   33
   46      413.      481.     3.00     322.     0.150       0.3  35   34
   47      425.       30.     3.00     304.     0.150       0.3  33   36
   48      375.      149.     3.00     126.     0.150       0.3  26   36
   49      313.      184.     3.00     188.     0.150       0.3  25   26
   50      525.       88.     3.00     192.     0.150       0.3  36   37
   51      463.       52.     3.25     301.     0.150       0.3  37   38
   52      525.      175.     3.50     227.     0.150       0.3  38   41
   53      500.       77.     3.25     180.     0.150       0.3  37   39
   54      613.       91.     3.50     250.     0.150       0.3  39   40
   55      613.       99.     3.50     351.     0.150       0.3  40   41
   56      525.      124.     3.50     289.     0.150       0.3  41   42
   57      600.      191.     3.50     214.     0.150       0.3  42   43
   58      988.       87.     3.60     151.     0.150       0.3  43   44
   59     1300.      104.     3.85     222.     0.150       0.3  44   45
   60      900.       83.     4.00     130.     0.150       0.3  45   46
   61      938.      160.     4.00     179.     0.150       0.3  46   47
   62     1363.      149.     4.00     180.     0.150       0.3  47   48
   63      500.      150.     4.00     180.     0.150       0.3  48   49
***** CONSTANT INFLOWS ****************************************************
    0
***** VARIABLE INFLOWS *****************************************************
    0
***** SEAWARD BOUNDARY DATA ************************************************
    2
    3    1    2    0    0    0    0  1.0
    1 0630     100.0   30  630    100.00
    3   63    2    0    0    0    0  1.0
    1 0630    101.38   30  630    101.38
***** WIND DATA ************************************************************
    2
    1  630 5.0090.00    8 1230 5.0090.00
***** EVAPORATION OR PRECIPITATION DATA ************************************
    0
***** JUNCTION GEOMETRY DATA ***********************************************
    0
***** CHANNEL GEOMETRY DATA ************************************************
    0
***** MAP TO WASP4  ********************************************************
    0    0
```

B.1 – DYNHYD Kavşakları

B.1 DYNHYD5 Model Ağı

DİKKAT
(1) Ölçek : 1/25000
(2) Kırmızı numaralar kavşakları, yeşil numaralar kanalları temsil etmektedir.

B.2 – DYNHYD Kanalları

B.2 DYNHYD5 Kavşakları

(1) Ölçek : 1/25000

B.3 – DYNHYD Model Ağı

B.3 DYNHYD5 Kanalları

(1) Ölçek : 1/25000

B.4 DYNHYD5 Girdi Dosyası

```
DALYAN LOGOON GENARAL HYDRAULIC SIMULATION : MAY 2001
HYDRAULIC INPUT FILE FOR NEW JUNCTION SYSTEM-DEPTHS EQUAL (3-4m)
***** PROGRAM CONTROL DATA ************************************
   49   63    0   10    5    1  630    8  630
***** OUTPUT CONTROL DATA *************************************
       0.0  20.0       49
    1    2    3    4    5    6    7    8    9   10   11   12   13
   14   15   16   17   18   19   20   21   22   23   24   25   26
   27   28   29   30   31   32   33   34   35   36   37   38   39
   40   41   42   43   44   45   46   47   48   49
***** SUMMARY CONTROL DATA *************************************
    1    2  630 12.0  100    2
***** JUNCTION DATA ********************************************
    1    100.00  250000.0     97.00    1    0    0    0    0    0
    2    100.10    7969.0     97.10    1    2   39    0    0    0
    3    100.12  219938.0     97.12    2    3    4    5    0    0
    4    100.20   27094.0     97.20    4    7    0    0    0    0
    5    100.15   98813.0     97.15    3    6   10    0    0    0
    6    100.26   16543.0     97.26    7    8   11    0    0    0
    7    100.20   58650.0     97.20    6   11   16   17    0    0
    8    100.23   48609.0     97.23   17   18   28    0    0    0
    9    100.38  131875.0     97.38   13   15   16   19    0    0
   10    100.40   65344.0     97.40   14   15   20   21    0    0
   11    100.37  102000.0     97.37   19   20   20   23   25    0
   12    100.33   89250.0     97.33   18   23   26   27    0    0
   13    100.30  153000.0     98.30   27   28   29    0    0    0
   14    100.38  102000.0     97.38   21   22   24    0    0    0
   15    100.35   31875.0     98.35   24   25   26   30    0    0
   16    100.33   48609.0     98.33   30   31   32    0    0    0
   17    100.31   61359.0     98.31   29   31   33    0    0    0
   18    100.32 1055063.0     97.32   32   33   34    0    0    0
   19    100.30 1156266.0     97.30   34   35    0    0    0    0
   20    100.32  380109.0     97.32   35    0    0    0    0    0
   21    100.46   34266.0     97.46   36   37    0    0    0    0
   22    100.50   22313.0     97.50   37   38    0    0    0    0
   23    100.54   51797.0     97.54   38    0    0    0    0    0
   24    100.41   61359.0     97.41   12   13   14    0    0    0
   25    100.45   50203.0     98.45   10   12   49    0    0    0
   26    100.48   62953.0     97.48   48   49    0    0    0    0
   27    100.32  109969.0     98.32    5    8    9   10    0    0
   28    100.38   41438.0     97.38    9    0    0    0    0    0
   29    100.20   19922.0     97.20   39   40   41    0    0    0
   30    100.27   16703.0     97.27   41   42    0    0    0    0
   31    100.31   34266.0     97.31   40   42   43    0    0    0
   32    100.38   24703.0     97.38   43   44    0    0    0    0
   33    100.45   32672.0     97.45   44   45   47    0    0    0
   34    100.41   22313.0     97.41   45   46    0    0    0    0
   35    100.36  349031.0     97.36   46    0    0    0    0    0
   36    100.51   43669.0     97.51   47   48   50    0    0    0
   37    100.57   67734.0     97.57   50   51   53    0    0    0
   38    100.65  100088.0     97.15   51   52    0    0    0    0
   39    100.62   51000.0     97.12   53   54    0    0    0    0
   40    100.68   50203.0     97.18   54   55    0    0    0    0
   41    100.74   83672.0     97.24   52   55   56    0    0    0
   42    100.79  103953.0     97.29   56   57    0    0    0    0
   43    100.85   61359.0     97.35   57   58    0    0    0    0
   44    100.95  108375.0     97.25   58   59    0    0    0    0
   45    101.08  105984.0     97.08   59   60    0    0    0    0
   46    101.16  100406.0     97.16   60   61    0    0    0    0
```

47	101.25	149813.0	97.25	61	62	0	0	0	0	
48	101.38	250000.0	97.38	62	63	0	0	0	0	
49	101.459999999999		97.45	63	0	0	0	0	0	

***** CHANNEL DATA **********

1	500.	102.	3.00	329.	0.150	0.3	1	2
2	375.	117.	3.00	304.	0.150	0.3	2	3
3	438.	150.	3.00	307.	0.150	0.3	3	5
4	625.	101.	3.00	274.	0.150	0.3	3	4
5	588.	103.	3.00	243.	0.150	0.3	3	27
6	550.	90.	3.00	281.	0.150	0.3	5	7
7	288.	75.	3.00	259.	0.150	0.3	4	6
8	475.	77.	3.00	125.	0.150	0.3	6	27
9	350.	198.	3.00	138.	0.150	0.3	27	28
10	588.	69.	3.00	259.	0.150	0.3	27	25
11	538.	68.	3.00	162.	0.150	0.3	7	6
12	450.	165.	3.00	169.	0.150	0.3	24	25
13	263.	85.	3.00	152.	0.150	0.3	9	24
14	475.	44.	3.00	98.	0.150	0.3	10	24
15	400.	42.	3.00	246.	0.150	0.3	9	10
16	300.	82.	3.00	230.	0.150	0.3	7	9
17	300.	162.	3.00	340.	0.150	0.3	7	8
18	475.	64.	3.00	276.	0.150	0.3	8	12
19	438.	64.	3.00	107.	0.150	0.3	11	9
20	300.	29.	3.00	167.	0.150	0.3	11	10
21	363.	24.	3.00	110.	0.150	0.3	14	10
22	313.	31.	3.00	240.	0.150	0.3	11	14
23	413.	106.	3.00	189.	0.150	0.3	12	11
24	488.	65.	3.00	159.	0.150	0.3	15	14
25	525.	49.	3.00	125.	0.150	0.3	15	11
26	513.	44.	3.00	254.	0.150	0.3	12	15
27	313.	82.	3.00	172.	0.150	0.3	13	12
28	663.	77.	3.00	306.	0.150	0.3	8	13
29	538.	90.	2.00	285.	0.200	0.3	13	17
30	288.	72.	2.00	106.	0.200	0.3	16	15
31	525.	58.	3.00	204.	0.200	0.3	17	16
32	413.	30.	3.00	119.	0.200	0.3	18	16
33	663.	90.	3.00	244.	0.150	0.3	17	18
34	1200.	1194.	3.00	128.	0.150	0.3	19	18
35	988.	552.	3.00	234.	0.150	0.3	19	20
36	575.	89.	3.00	196.	0.150	0.3	10	21
37	350.	27.	3.00	247.	0.150	0.3	21	22
38	350.	105.	3.00	178.	0.150	0.3	22	23
39	488.	50.	3.00	166.	0.150	0.3	2	29
40	425.	75.	3.00	217.	0.150	0.3	29	30
41	463.	41.	3.00	259.	0.150	0.3	29	31
42	238.	37.	3.00	153.	0.150	0.3	30	31
43	325.	44.	3.00	234.	0.150	0.3	31	32
44	413.	43.	3.00	200.	0.150	0.3	32	33
45	363.	88.	3.00	333.	0.150	0.3	34	33
46	413.	481.	3.00	322.	0.150	0.3	35	34
47	425.	30.	3.00	304.	0.150	0.3	33	36
48	375.	149.	3.00	126.	0.150	0.3	26	36
49	313.	184.	3.00	188.	0.150	0.3	25	26
50	525.	88.	3.00	192.	0.150	0.3	36	37
51	463.	52.	3.25	301.	0.150	0.3	37	38
52	525.	175.	3.50	227.	0.150	0.3	38	41
53	500.	77.	3.25	180.	0.150	0.3	37	39
54	613.	91.	3.50	250.	0.150	0.3	39	40
55	613.	99.	3.50	351.	0.150	0.3	40	41
56	525.	124.	3.50	289.	0.150	0.3	41	42
57	600.	191.	3.50	214.	0.150	0.3	42	43

```
   58      988.       87.     3.60     151.     0.150       0.3  43   44
   59     1300.      104.     3.85     222.     0.150       0.3  44   45
   60      900.       83.     4.00     130.     0.150       0.3  45   46
   61      938.      160.     4.00     179.     0.150       0.3  46   47
   62     1363.      149.     4.00     180.     0.150       0.3  47   48
   63      500.      150.     4.00     180.     0.150       0.3  48   49
***** CONSTANT INFLOWS **************************************************
    0
***** VARIABLE INFLOWS **************************************************
    0
***** SEAWARD BOUNDARY DATA *********************************************
    2
    3    1    2    0    0    0    0  1.0
    1 0630     100.0   30  630    100.00
    3   63    2    0    0    0    0  1.0
    1 0630    101.38   30  630    101.38
***** WIND DATA *********************************************************
    2
    1  630 5.0090.00    8 1230 5.0090.00
***** EVAPORATION OR PRECIPITATION DATA **********************************
    0
***** JUNCTION GEOMETRY DATA *********************************************
    0
***** CHANNEL GEOMETRY DATA **********************************************
    0
***** MAP TO WASP4  ******************************************************
    0    0
```

EK C – WASP MODEL ÇALIŞMASI

EK C – WASP MODEL ÇALIŞMASI

C.1 WASP Programının Yeniden Derlenmesi ve Çalıştırılması ile İlgili Sorunların Giderilmesi

WASP programı MS-DOS® işlerim sistemi altında çalışacak şekilde derlenmiş bir yazılım olduğundan, 32 bitlik Windows® sürümlerinde çalıştırılırken; daha önce bulup açtığı varolan girdi dosyalarını bazen açamamak ya da programın bazen sorunsuz çalışıp bazen başlatılamaması gibi beklenmedik sorunlara yol açmaktaydı. Bu beklenmedik sorunları aşabilmenin tek yolunun, programın Windows ® altında yeniden derlenmesi olduğu belirlenmiştir.

Orijinal DYNHYD5 yazılımında, kullanıcı arabirimi ve model kodları aynı kaynak kod içinde bulunmaktadır. Program Lahey FORTRAN derleyicisi ile geliştirildiğinden, programın kullanıcı arabiriminde arabiriminde, Lahey derleyicisi tarafından desteklenen ama ANSI FORTRAN 77 standardında olmayan komutlar kullanılmıştır. Bu nedenle, programın başka bir FORTRAN sistemine taşınırken uyumsuzluklara neden olacaktır. Bu sorunu çözmenin üç yolu vardır:

1. Programda kullanılan standart dışı komutların, derlenme işleminin yapılacağı FORTRAN sistemindeki karşılıklarının bulunup kullanılması. Bu seçenekte, kaynak koddaki standart dışı komutların hepsinin derlemenin yapılacağı sistemde bir karşılığının var olması ve program içindeki kaynak kodun ilgili kısımlarındaki komut isimlerinin değiştirilmesi gerekmektedir.

2. Programda kullanılan standart dışı komutların, derlemenin yapılacağı FORTRAN sistemi altında yeniden geliştirilip derlenerek bir yazılım kütüphanesi haline getirilmesi. Bu seçenekte DYNHYD5 kaynak kodu hiç değiştirilmeden, yeni oluşturulan yazılım kütüphanesi ile birlikte derlenebilir. Bu seçeneğin başka bir avantajı, programın kullanıcı ara biriminin de derlenebilmesidir. Ancak özellikle grafik ve ekran fonksiyonları içeren ve MS-DOS® ekranına göre tasarlanmış fonksiyonların Windows® grafik arabirimi altında yeniden geliştirilmesi oldukça zor ve zaman alıcı bir görevdir.

3. Programda bulunan, ancak modelin hesap ve veri akışı ile ilgili olmayan standart dışı komutların tümünün program kaynak kodundan ayıklanarak

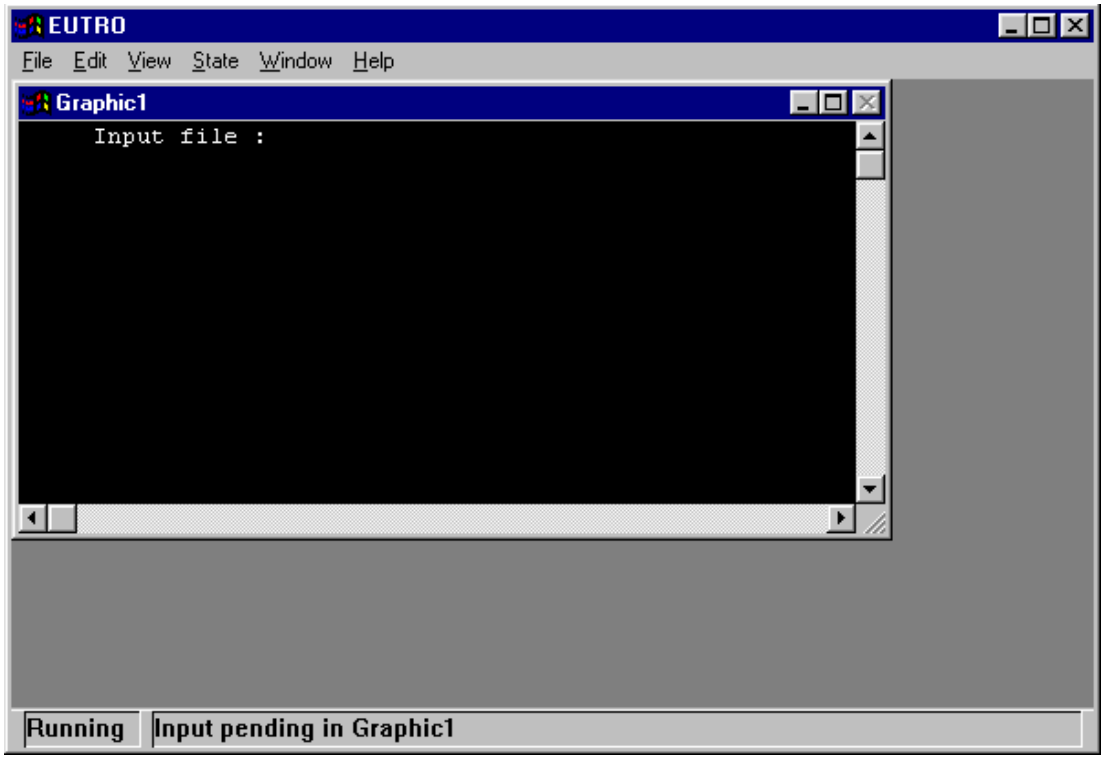
programın her ANSI FORTRAN 77 standardını destekleyen derleyicilerin tümünde derlenebilir hale getirilmesi.

Burada, programın ekrana mesaj yazdıran WASP alt programlarının, Compaq Visual FORTRAN 6.1 Windows® sürümü altında çalışan eşdeğerleri geliştirilmiştir. DOS ekranı üzerinde kullanıcı arabirimi oluşturmaya yarayan Lahey FORTRAN komutları ise, içleri tamamen boş olan alt programlar halinde yazılarak WASP kaynak koduna eklenmiştir. Böylece bu komutların WASP kaynak kodu tarafından çağırıldıklarında tamamen etkisiz olmaları ve orijinal WAP kaynak kodunun hemen hemen hiç değiştirilmeden kullanılması sağlanmıştır. Programın iptal edilen kullanıcı arabirimi yerine tasarlanan yeni kullanıcı arabirimi Şekil C.1'de gösterilmiştir. Oldukça basit olan bu kullanıcı arabirimi, kullanıcıdan sadece girdi verilerinin bulunduğu dosyanın adını istemektedir. Bu kullanıcı arabiriminin oluşturulması ve ekrana mesaj yazdıran alt programların kullanılabilmesi için, geliştirilen uygulamanın "Quick Windows Application" uygulama projesi tipinde derlenmesi gerekmektedir. Yeni kullanıcı arabirimi, ekranı hemen hemen hiç kullanmadığından, WASP'ın bu özel sürümü, WASP 6.0'dan 15-20 kat daha hızlı çalışmaktadır.

Bu sorunlardan başka, orijinal WASP en fazla 50 segment ile çalışabilmekteydi. Ancak bu çalışmada oluşturulan model ağı, 98 tane segment içermektedir. Bu nedenle WASP yazılımının EUTRO modülünün, Compaq Visual FORTRAN 6.1 derleyicisi ile yeniden derlenerek kapasitesinin arttırılmasına karar verilmiştir.

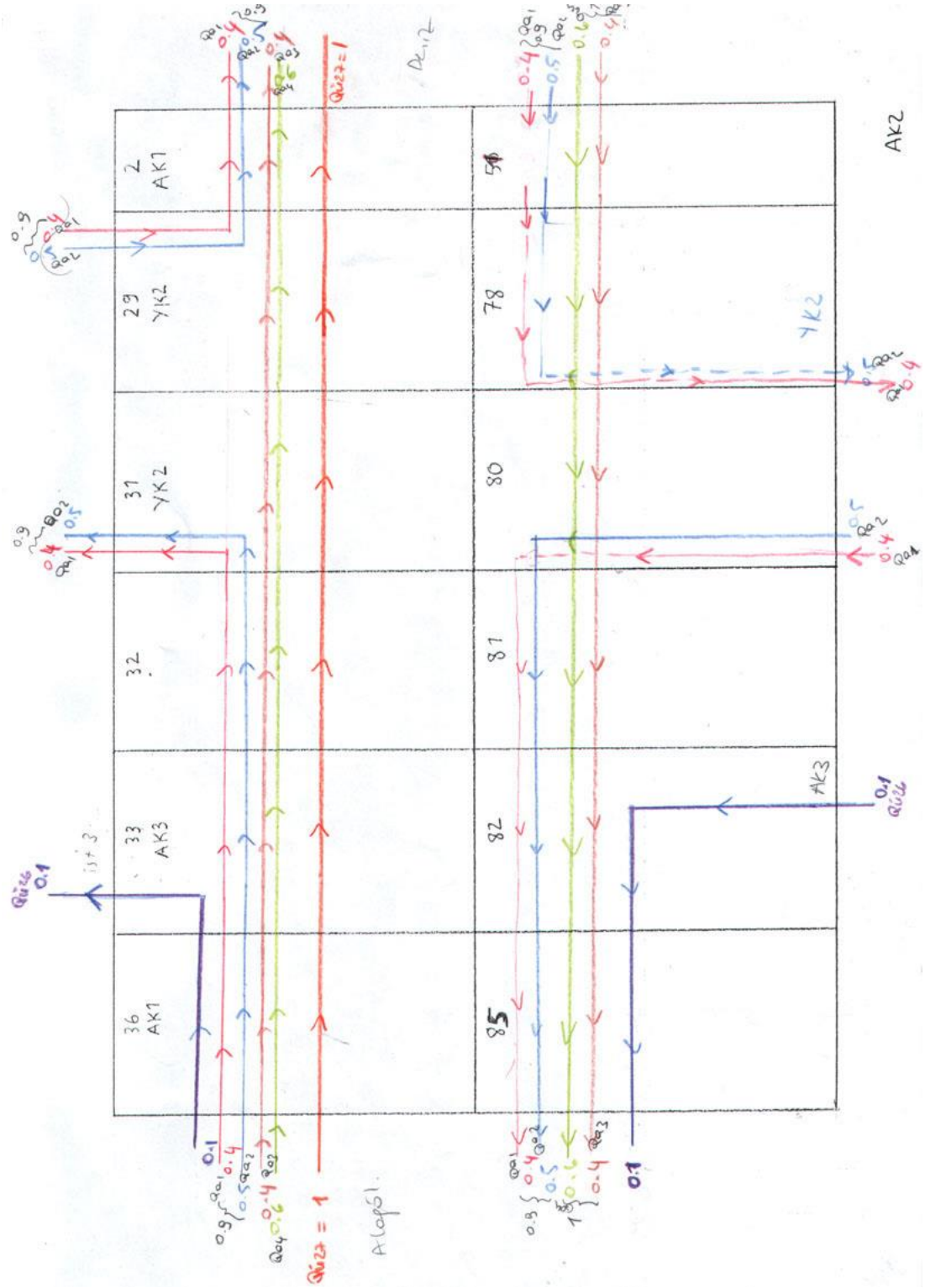
Dalyan Lagünü'ndeki karmaşık yapı nedeniyle, segmentler arası su alışverişleri çok artmış ve bu durum orijinal WASP kodunda tanımlanmış olan arayüz sayısının aşılmasına neden olmuştur. Bu arayüz sayısının WASP kodu içinde tanımlandığı yer bulunmuş ve arayüz sayısı arttırılarak bu sorun çözülmüştür.

Üçüncü sorun da, ikinci sorun gibi sistemin karmaşıklığı nedeniyle meydana gelmiştir. Dalyan Lagünü'nün karmaşık yapısı orijinal WASP kodunda öngörülenden daha çok debi bileşeni içermektedir. Bu sorun da WASP kaynak kodundaki ilgili kısımların belirlenip değiştirilmesiyle çözülmüştür.

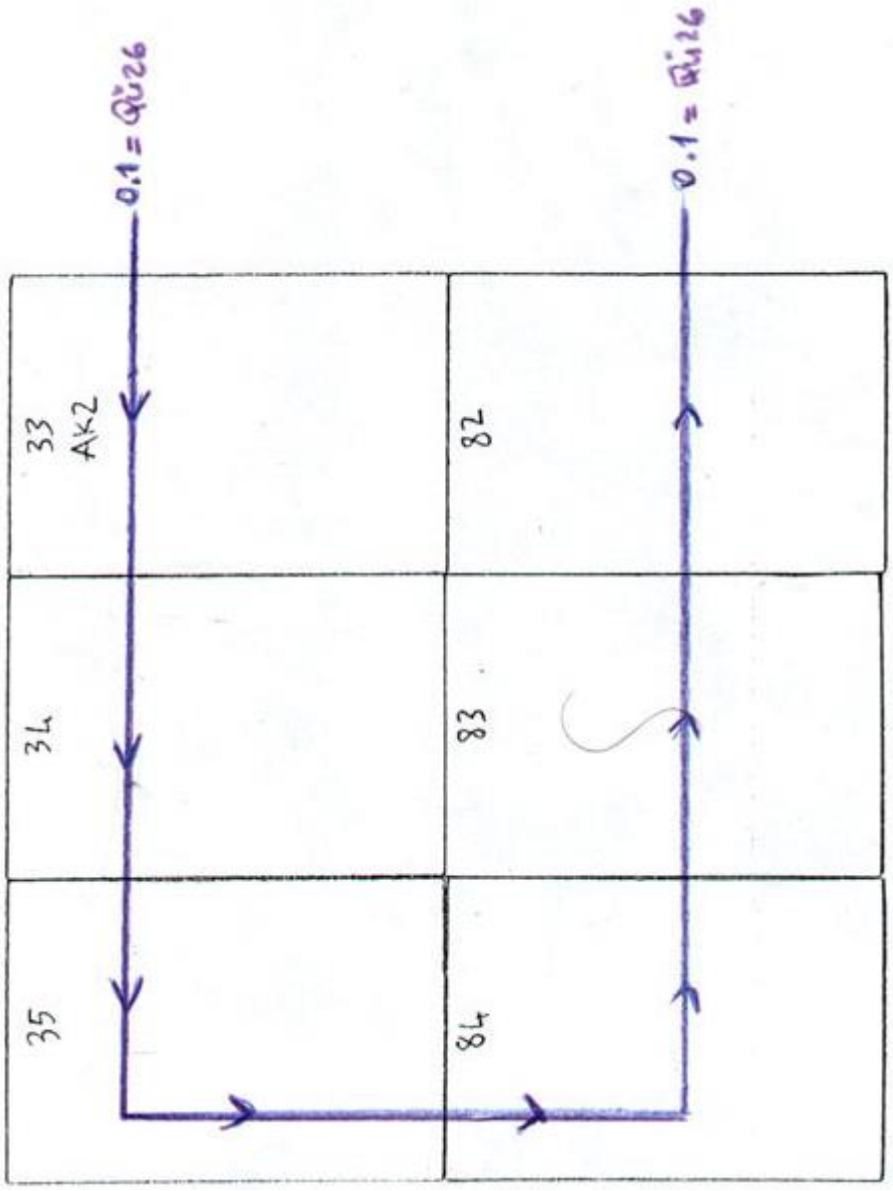


Şekil C1 – WASP İçin Tasarlanan Yeni Kullanıcı Arabirimi

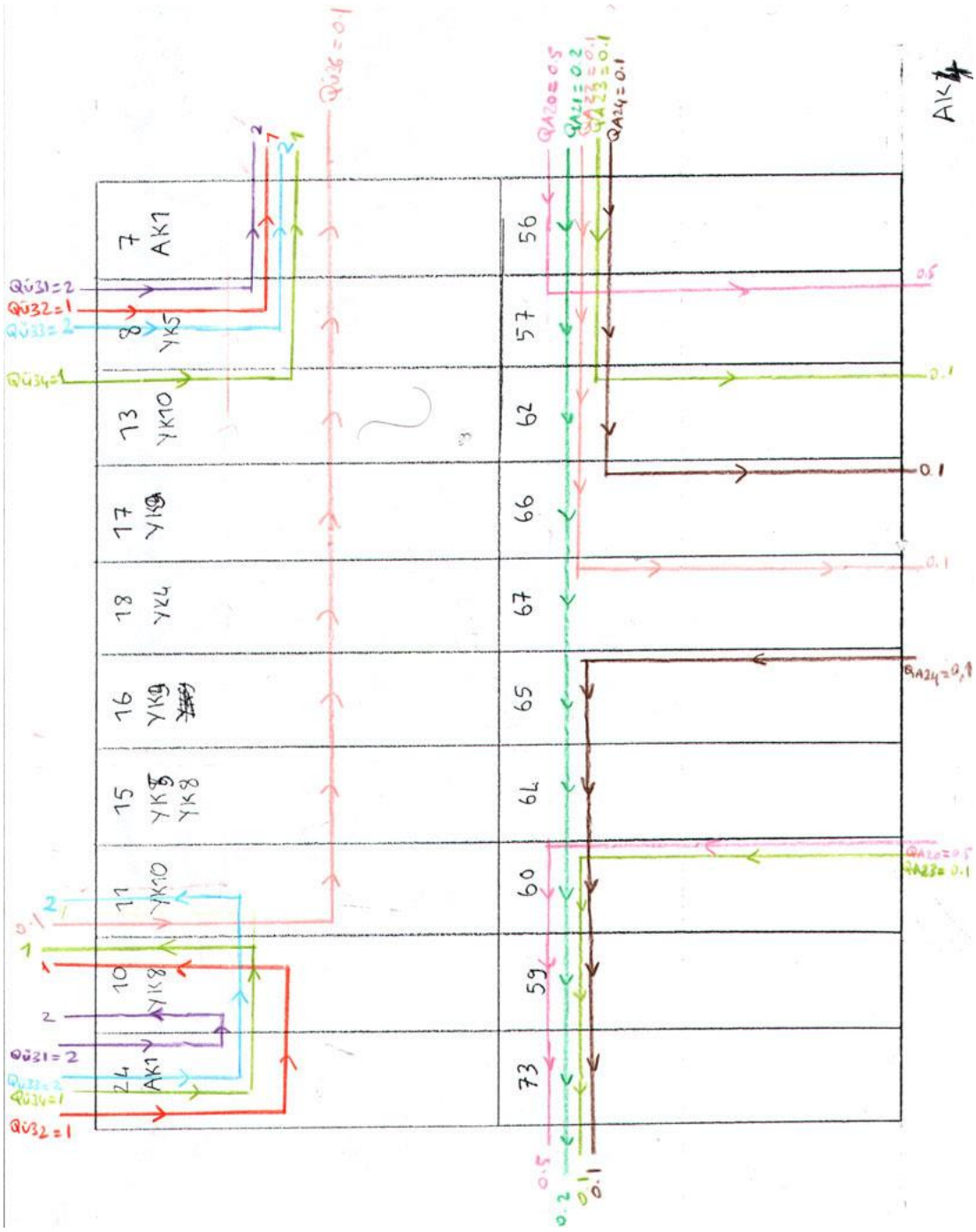
C.4 Debi Bileşenleri



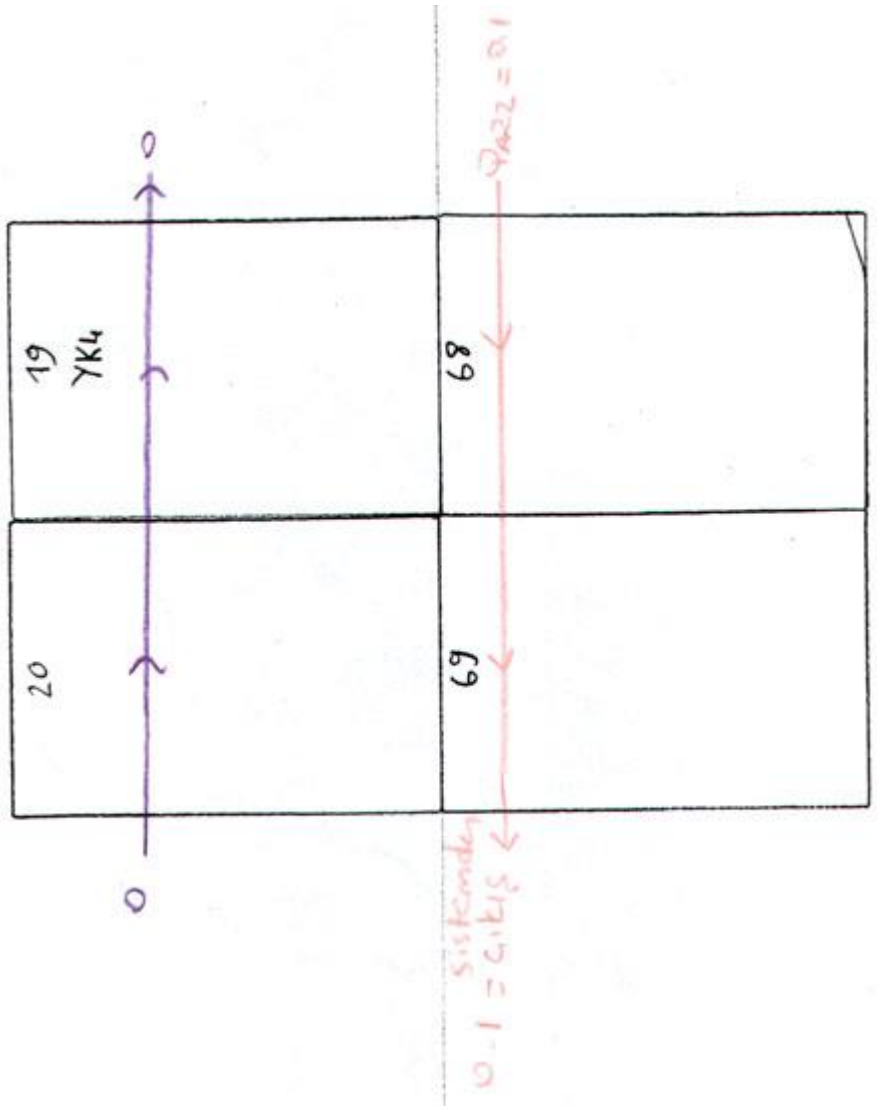
Şekil C.2 – Ana Kol 2 Debi Bileşenleri



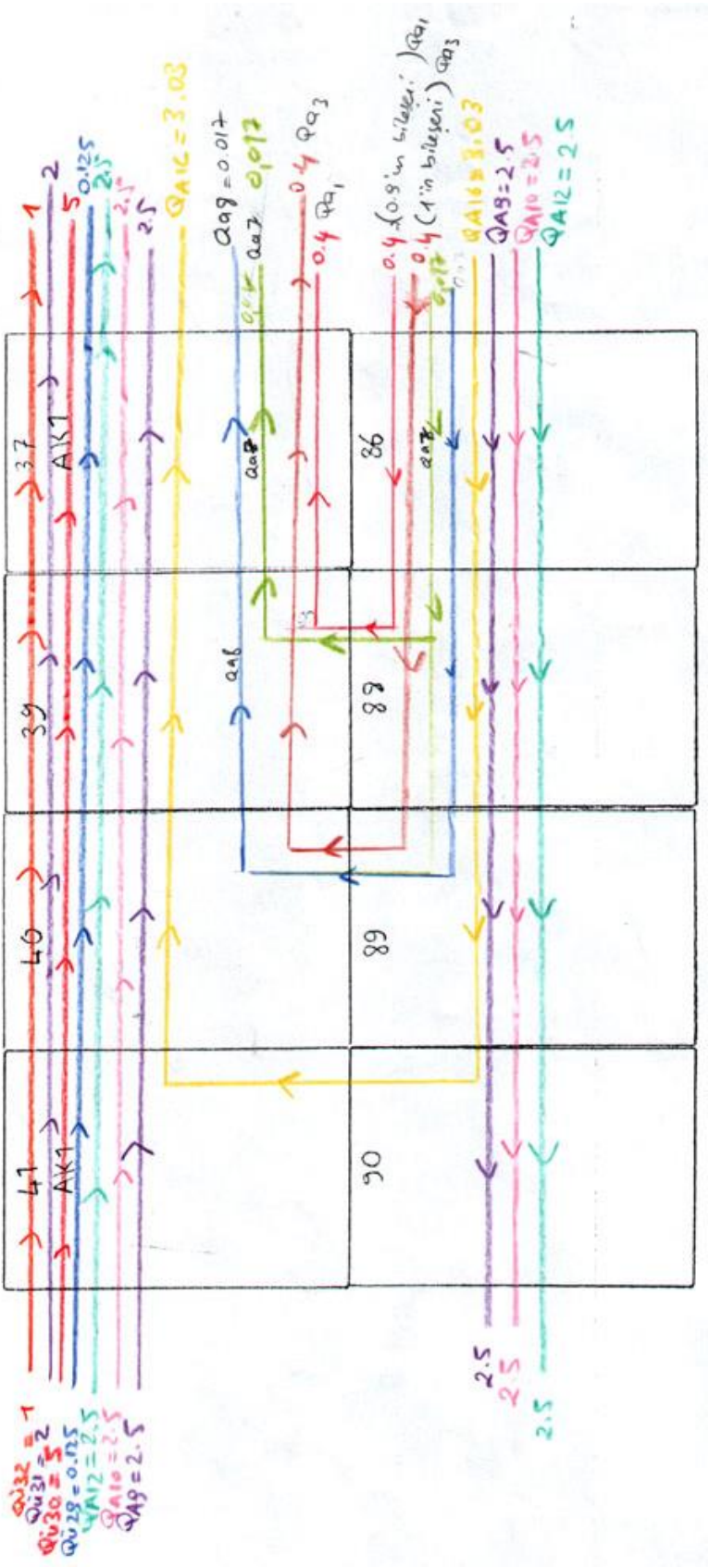
Şekil C.3 – Ana Kol 3 Debi Bileşenleri



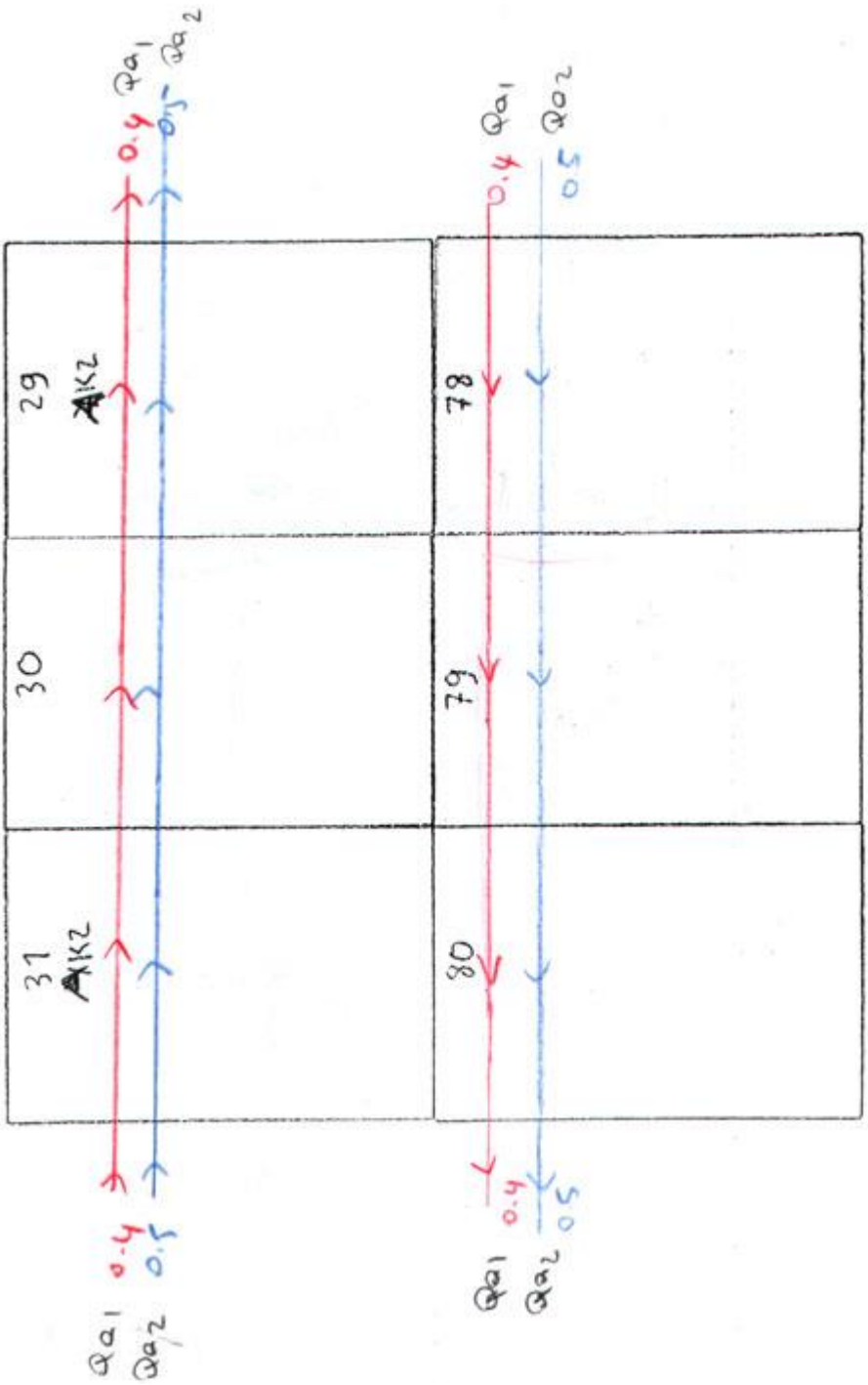
Şekil C.4 – Ana Kol 4 Debi Bileşenleri



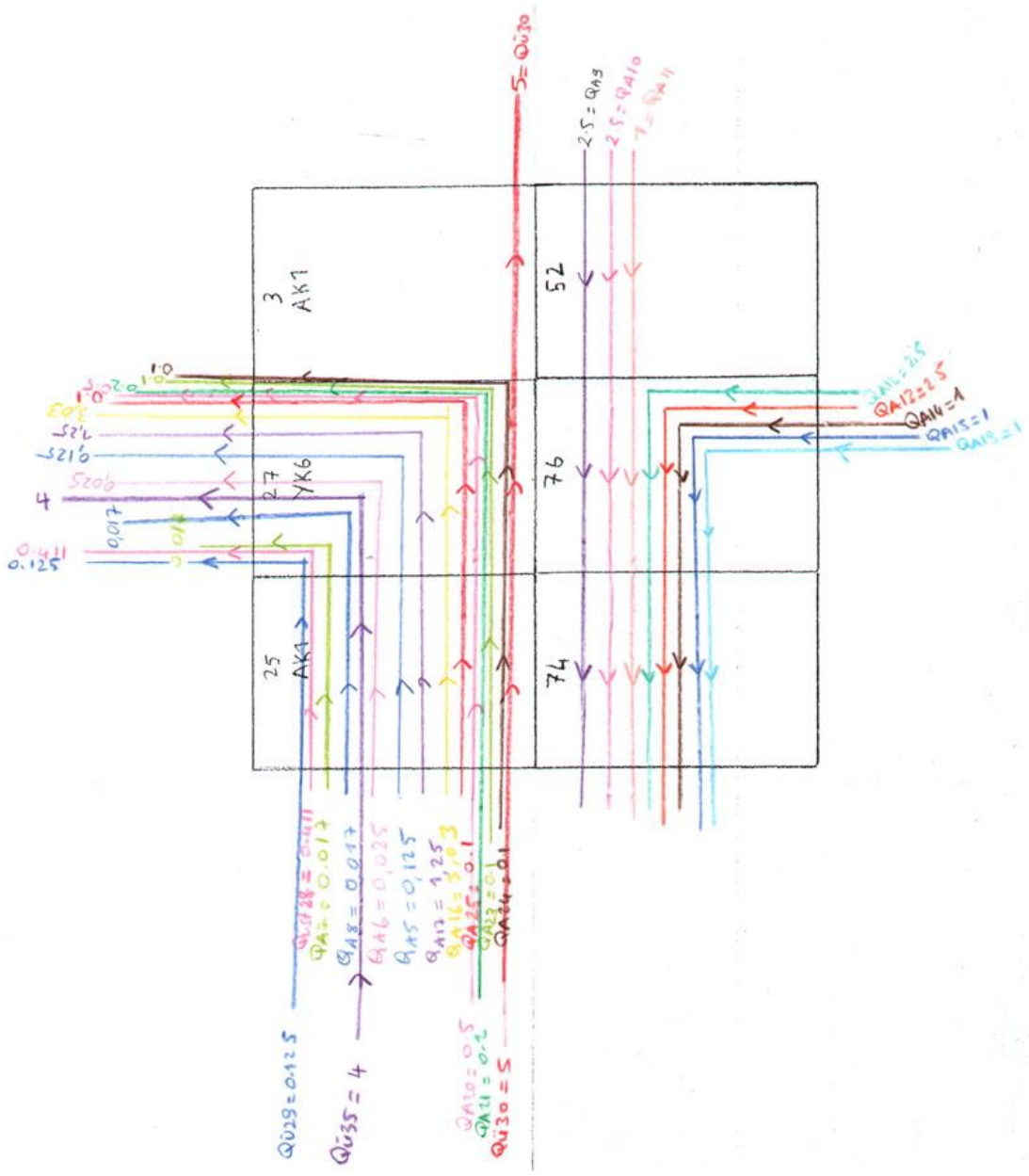
Şekil C.5 – Ana Kol 5 Debi Bileşenleri



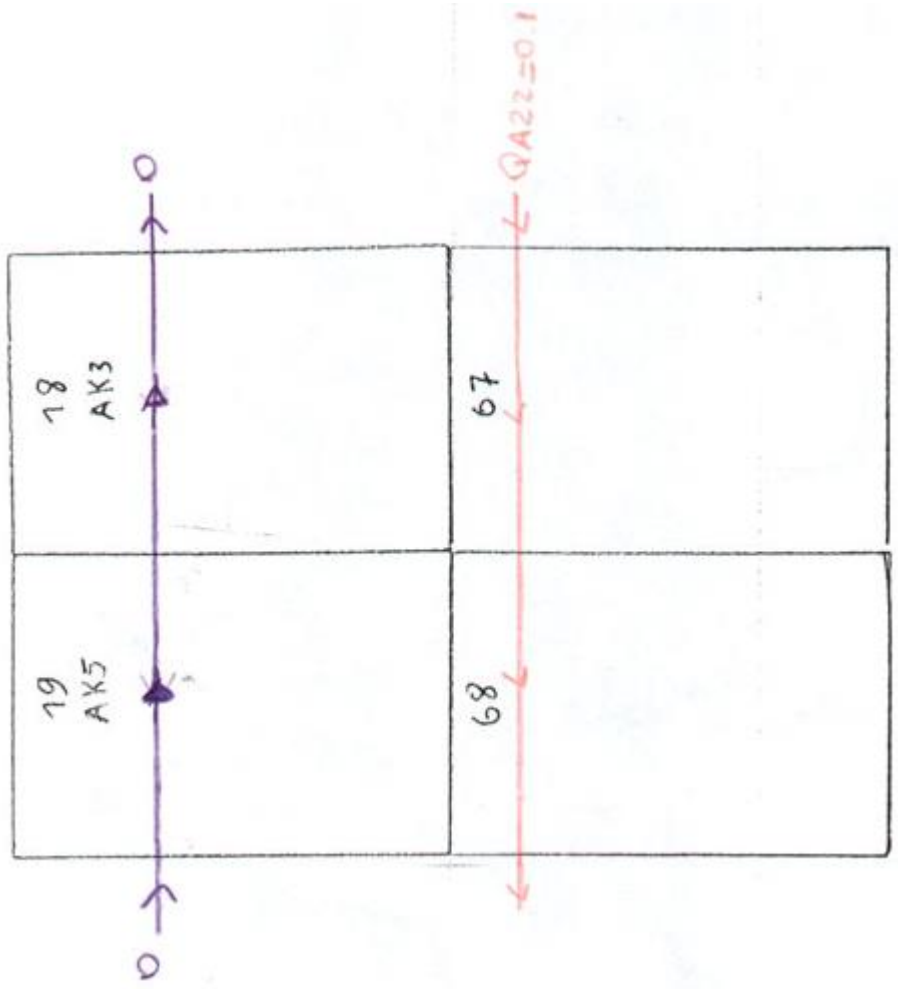
Şekil C.6 – Yan Kol 1 Debi Bileşenleri



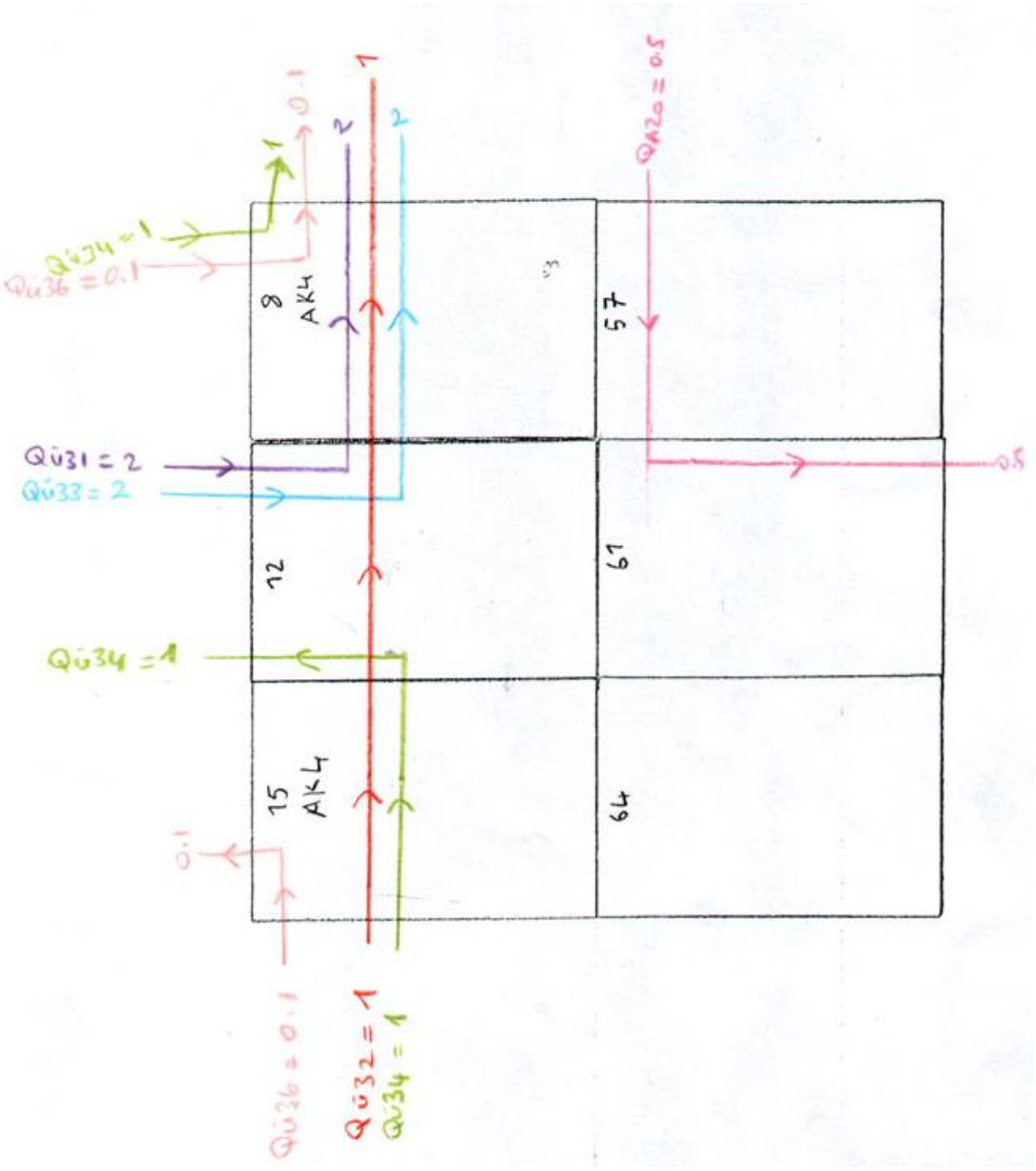
Şekil C.7 – Yan Kol 2 Debi Bileşenleri



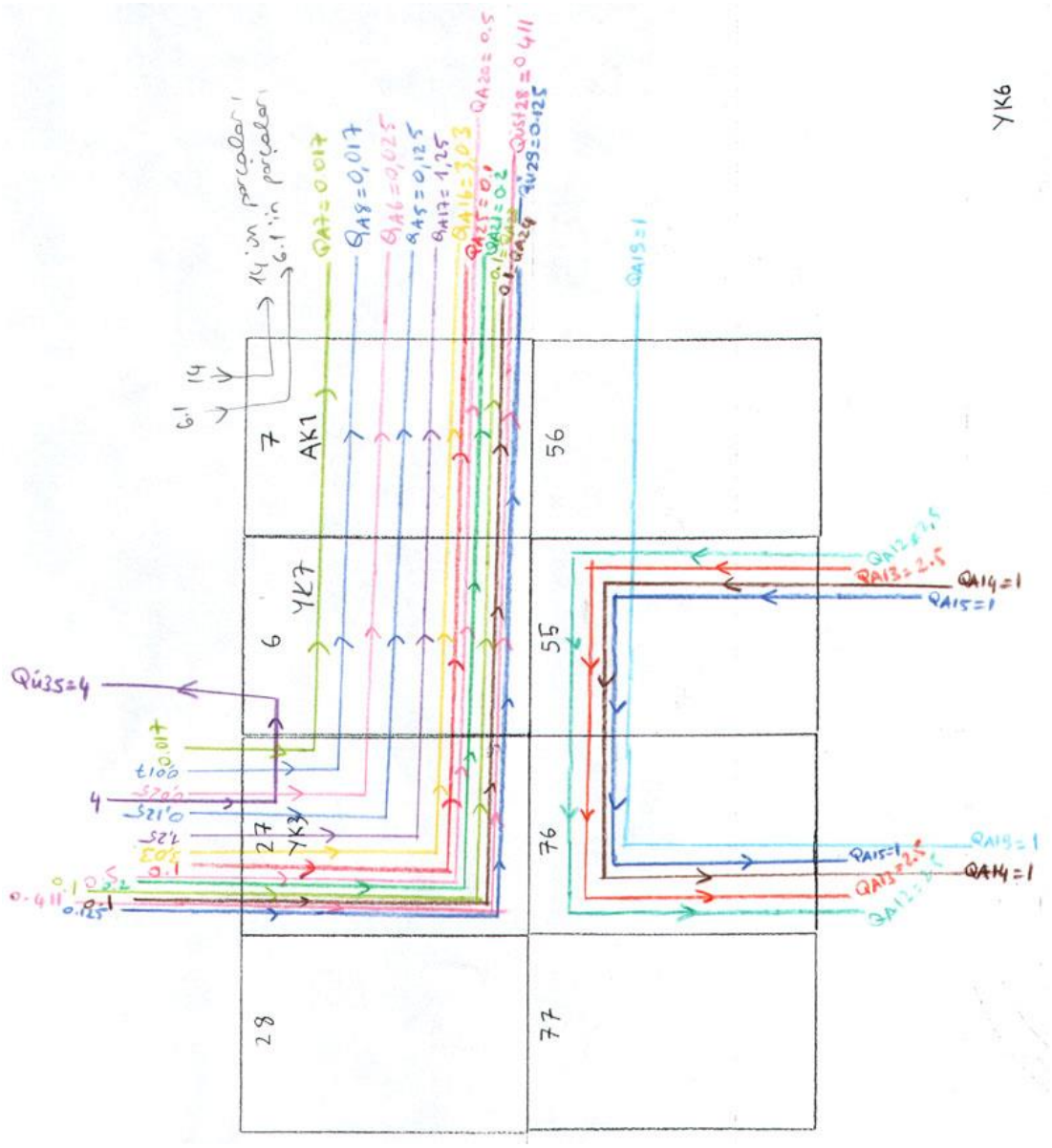
Şekil C.8 – Yan Kol 3 Debi Bileşenleri



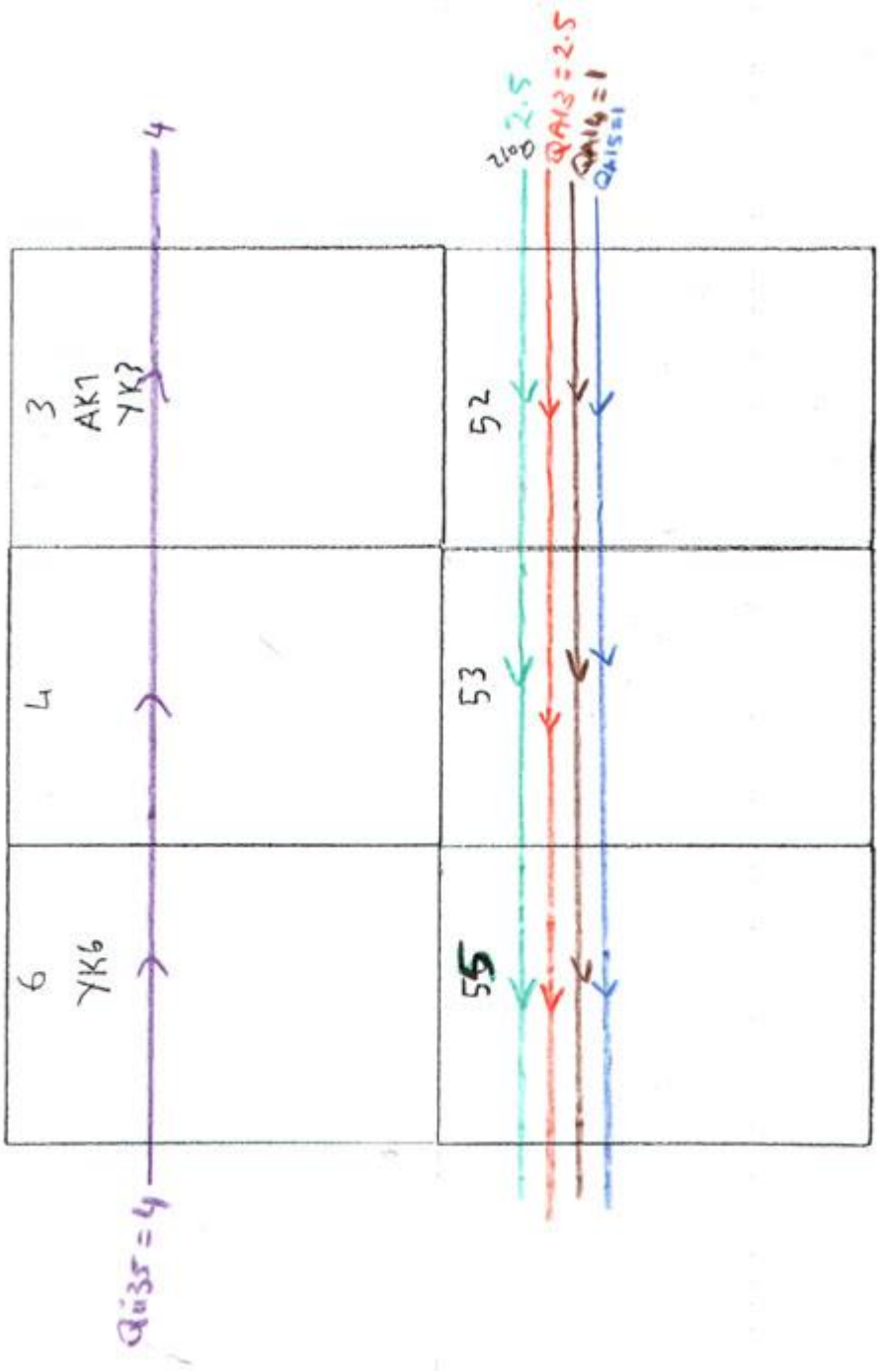
Şekil C.9 – Yan Kol 4 Debi Bileşenleri



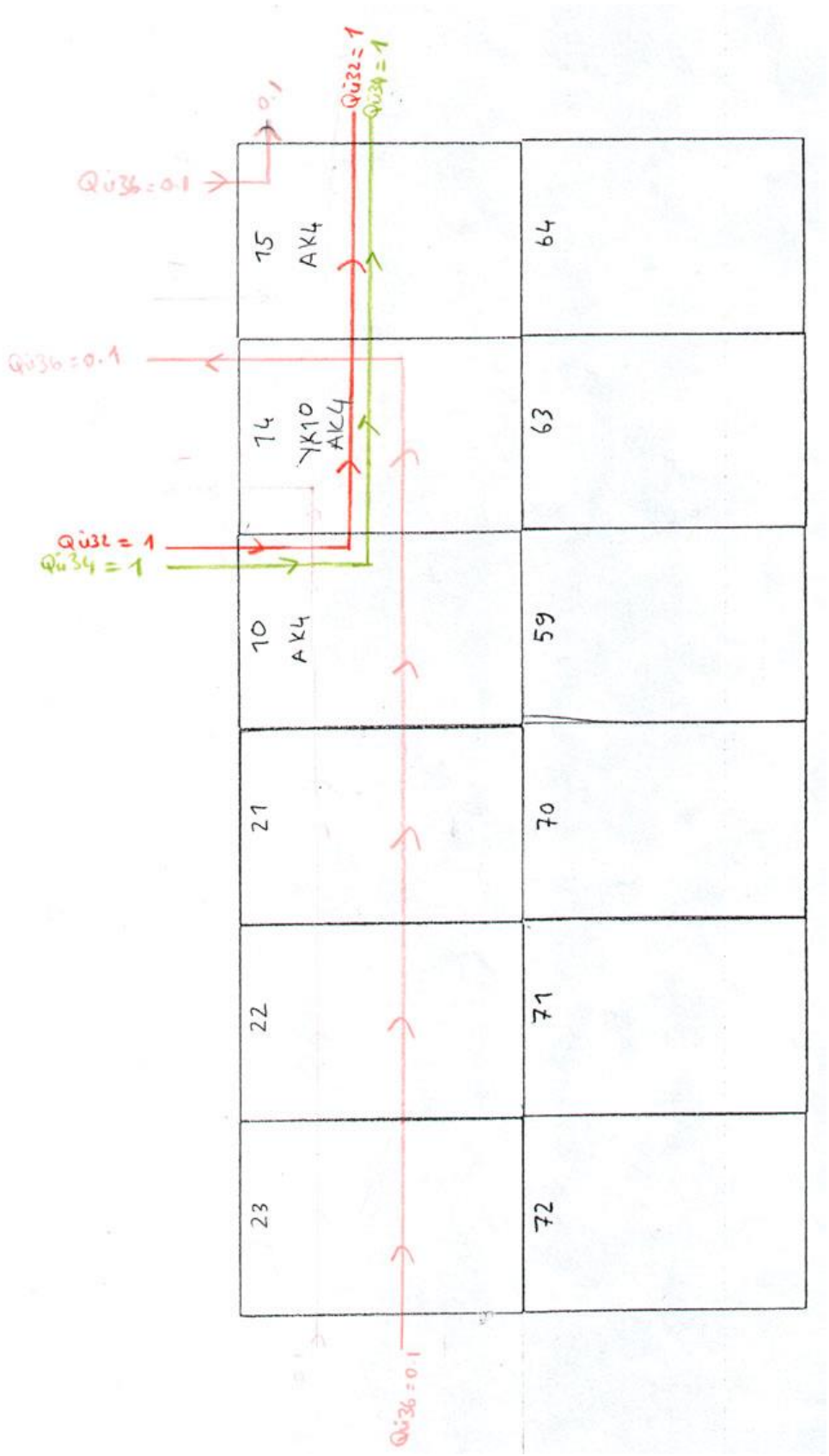
Şekil C.10 – Yan Kol 5 Debi Bileşenleri



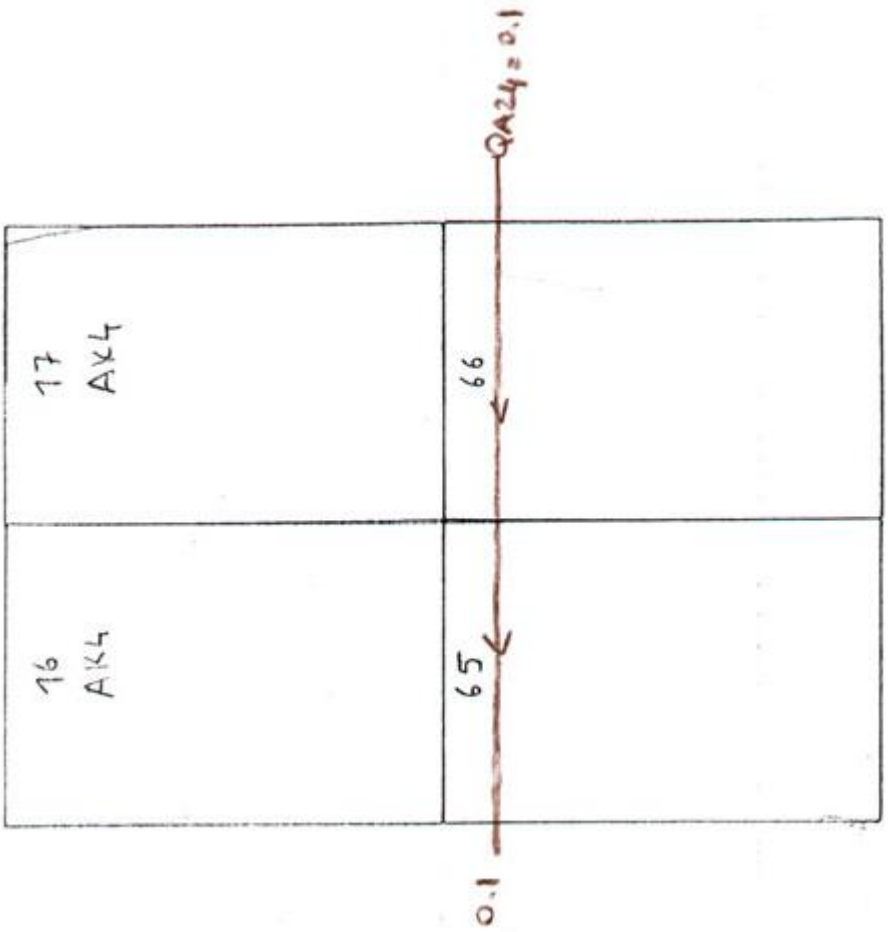
Şekil C.11 – Yan Kol 6 Debi Bileşenleri



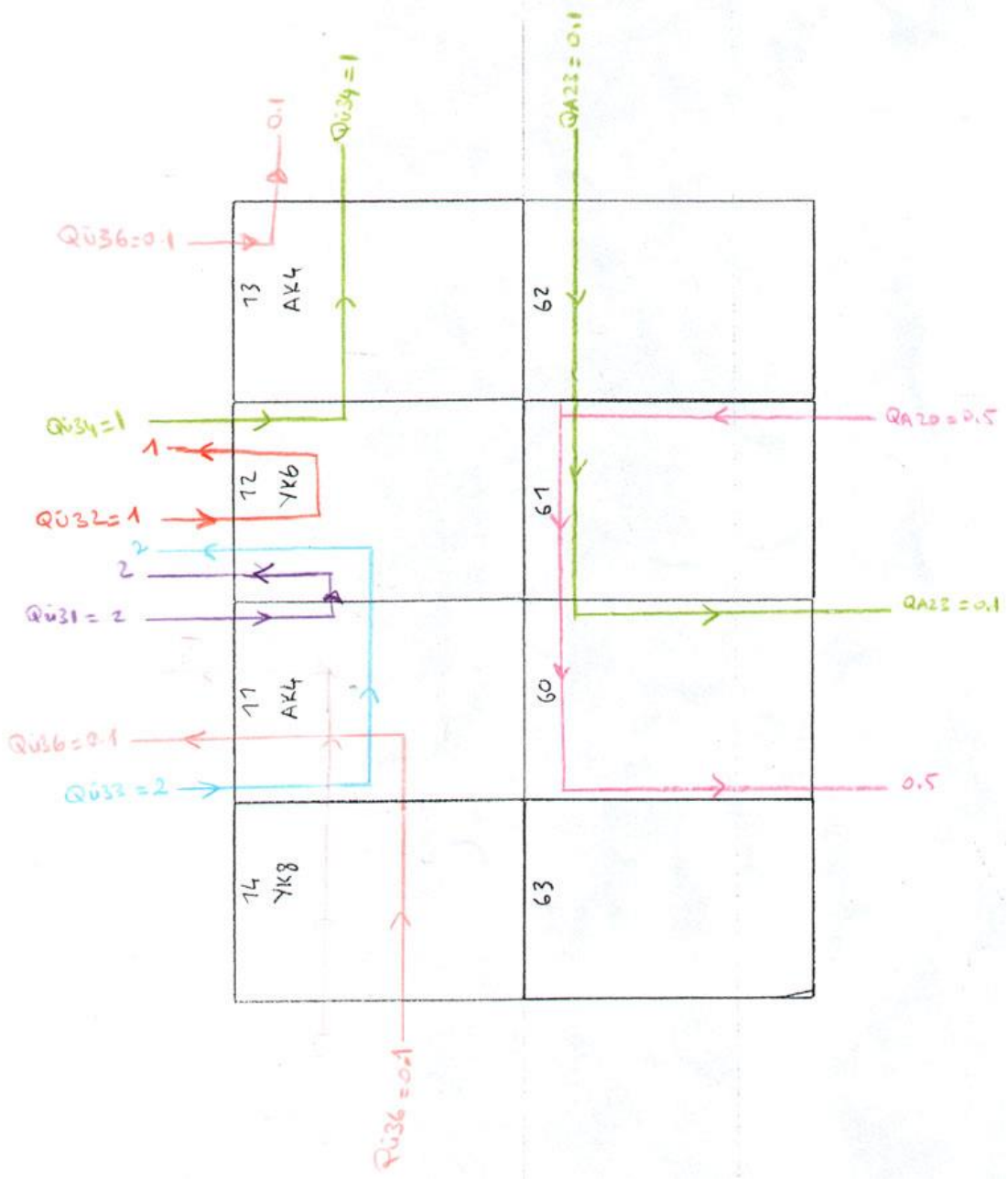
Şekil C.12 – Yan Kol 7 Debi Bileşenleri



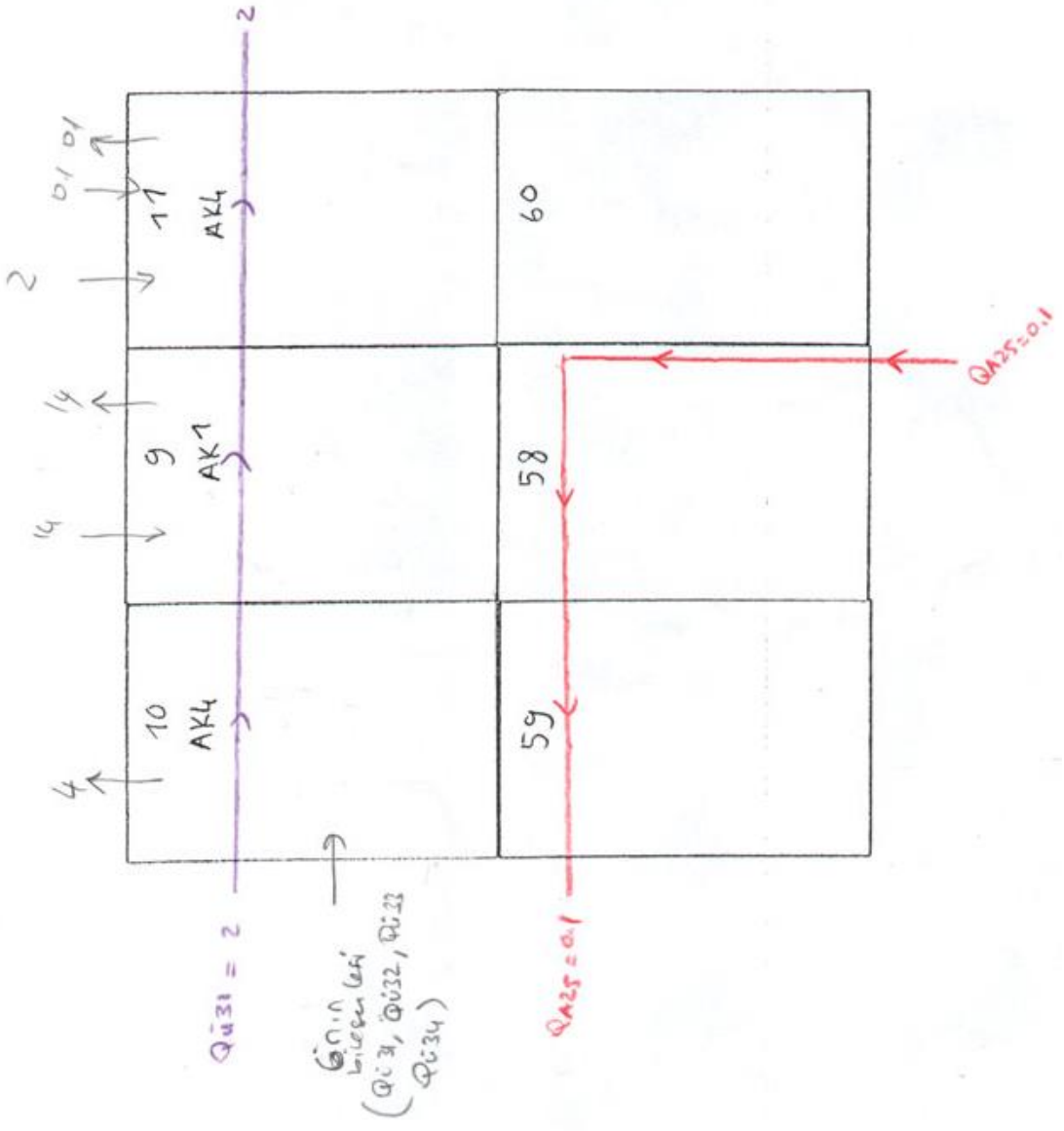
Şekil C.13 – Yan Kol 8 Debi Bileşenleri



Şekil C.14 – Yan Kol 9 Debi Bileşenleri



Şekil C.15 – Yan Kol 10 Debi Bileşenleri



Şekil C.16 – Yan Kol 11 Debi Bileşenleri

C.5 WASP Girdi Dosyası

```
Eutrophication Model-dalyan -EUTRO EXAMPLE-  02/Agustos/01
SIMPLE EUTROPHICATION PROBLEM  UST 38 M3/S, ALT 22 M3/S DEBILERLE TUM SISTEM
NSEG NSYS ICRD MFLG IDMP NSLN INTY ADFC   DD HHMM       A:MODEL OPTIONS
   98   01    0    1    1    0    0    0    1 0000
    2   36   25   48   42   91
    1
     .0125       30.
    2
       0.5       10.       0.5       30.
    0    0    0    0    0    0    0    0
    1    0    +    *    +    *    +    *    +    *    +    *    B:EXCHANGES
    4      1.00     1.000                    (surface water)
  126
       51      500.    1    2
    173.4      500.   50   51
     58.5      375.    2    3
    128.7      375.   51   52
       75      438.    3    5
      180      438.   52   54
     50.5      625.    3    4
    191.9      625.   52   53
     51.5      588.    3   27
      206      588.   52   76
       35      550.    5    7
      231      550.   54   56
     37.5      288.    4    6
      150      288.   53   55
     38.5      475.    6   27
    169.4      475.   55   76
       99      350.   27   28
    455.4      350.   76   77
     34.5      588.   25   27
      207      588.   74   76
       34      538.    6    7
    224.4      538.   55   56
     82.5      450.   24   25
    742.5      450.   73   74
     42.5      263.    9   24
      289      263.   58   73
       22      475.   10   24
    114.4      475.   59   73
       21      400.    9   10
    138.6      400.   58   59
       41      300.    7    9
    270.6      300.   56   58
       31      300.    7    8
      155      300.   56   57
       32      475.    8   12
      128      475.   57   61
       32      438.    9   11
    121.6      438.   58   60
     14.5      300.   10   11
     55.1      300.   59   60
       12      363.   10   14
       48      363.   59   63
     15.5      313.   11   14
     55.8      313.   60   63
       53      413.   11   12
    180.2      413.   60   61
     32.5      488.   14   15
    110.5      488.   63   64
     24.5      525.   11   15
     73.5      525.   60   64
       22      513.   12   15
     70.4      513.   61   64
       21      313.   12   13
       63      313.   61   62
     23.5      663.    8   13
     98.7      663.   57   62
       20      538.   13   17
       60      538.   62   66
       21      288.   15   16
     75.6      288.   64   65
       29      525.   16   17
```

```
 104.4      525.   65   66
    15      413.   16   18
    72      413.   65   67
    45      663.   17   18
   162      663.   66   67
   597     1200.   18   19
8716.2     1200.   67   68
   276      988.   19   20
2373.6      988.   68   69
  44.5      575.   10   21
 133.5      575.   59   70
  13.5      350.   21   22
    27      350.   70   71
  52.5      350.   22   23
  52.5      350.   71   72
    25      488.    2   29
   105      488.   51   78
  37.5      425.   29   30
    75      425.   78   79
  20.5      463.   29   31
    41      463.   78   80
  18.5      238.   30   31
    37      238.   79   80
    22      325.   31   32
  52.8      325.   80   81
  21.5      413.   32   33
  55.9      413.   81   82
    44      363.   33   34
 149.6      363.   82   83
 240.5      413.   34   35
  1443      413.   83   84
    15      425.   33   36
    60      425.   82   85
  64.5      375.   26   36
 490.2      375.   75   85
    62      313.   25   26
 471.2      313.   74   75
  52.8      525.   36   37
 281.6      525.   85   86
  36.4      463.   37   38
 119.6      463.   86   87
   140      525.   38   41
   245      525.   87   90
  46.2      500.   37   39
 261.8      500.   86   88
  63.7      613.   39   40
 300.3      613.   88   89
  79.2      613.   40   41
 326.7      613.   89   90
   124      525.   41   42
   372      525.   90   91
 229.2      600.   42   43
 496.6      600.   91   92
 156.6      988.   43   44
 208.8      988.   92   93
   156     1300.   44   45
   208     1300.   93   94
 199.2      900.   45   46
 132.8      900.   94   95
   448      938.   46   47
   192      938.   95   96
 476.8     1363.   47   48
 119.2     1363.   96   97
   525      500.   48   49
    75      500.   97   98
2
0.0E-2       0.0    0.0E-2      365.
8
 218.8      438.    1    0
 218.8      438.   50    0
 468.8      938.   20    0
 468.8      938.   69    0
 218.8      438.   23    0
 218.8      438.   72    0
 1750.      500.   49    0
 1750.      500.   98    0
2
```

```
  0.0E-2       0.0    0.0E-2      365.
 37
 250000.       1.1    1   50
   7969.      1.05    2   51
 219938.      1.05    3   52
  27094.      1.25    4   53
  98813.       1.5    5   54
  16543.       1.5    6   55
  58650.       1.8    7   56
  48609.      1.35    8   57
 131875.      1.75    9   58
  65344.       1.5   10   59
 102000.      1.15   11   60
  89250.       1.1   12   61
 153000.       1.1   13   62
 102000.      1.15   14   63
  31875.       1.1   15   64
  48609.      1.25   16   65
  61359.       1.1   17   66
1055063.      2.15   18   67
1156266.      3.15   19   68
 380109.       2.4   20   69
  34266.       0.9   21   70
  22313.      0.65   22   71
  51797.       0.5   23   72
  61359.       2.0   24   73
  50203.      2.15   25   74
  62953.      2.15   26   75
 109969.      1.45   27   76
  41438.       1.4   28   77
  19922.      0.95   29   78
  16703.      0.75   30   79
  34266.       0.8   31   80
  24703.       0.9   32   81
  32672.       1.1   33   82
  22313.      1.45   34   83
 349031.      1.75   35   84
  43669.      1.75   36   85
 250000.       2.0   49   98
  2
  0.0E-2       0.0    0.0E-2      365.
  1
  67734.       1.8   37   86
  2
  0.6E-4       0.0    0.6E-4      365.
  1
 100088.      1.35   38   87
  2
  0.6E-4       0.0    0.6E-4      365.
  1
  51000.      2.05   39   88
  2
  0.4E-4       0.0    0.4E-4      365.
  1
  50203.      2.05   40   89
  2
  0.4E-4       0.0    0.4E-4      365.
  1
  83672.      1.75   41   90
  2
  3.0E-4       0.0    3.0E-4      365.
  1
 103953.      1.95   42   91
  2
  1.2E-4       0.0    1.2E-4      365.
  1
  61359.        2.   43   92
  2
  2.5E-4       0.0    2.5E-4      365.
  1
 108375.       1.95  44   93
  2
  2.5E-4       0.0    2.5E-4      365.
  1
 105984.       1.9   45   94
  2
  2.5E-4       0.0    2.5E-4      365.
```

```
 1
100406.        2.   46   95
 2
 2.5E-4       0.0    2.5E-4      365.
 1
149813.        2.   47   96
 2
 2.5E-4       0.0    2.5E-4      365.
 1
250000.      2.05   48   97
 2
 2.5E-4       0.0    2.5E-4      365.
 0    0    0    0    0    0    0    0
 1    0       1.0    +    *    +    *    +    *    +    *    C: VOLUMES
 1.0000       1.0
      1        50         1   125000.     0.174        0.       0.5
0.
      2        51         1     3985.     0.253        0.       0.5
0.
      3        52         1   109969.     0.108        0.       0.5
0.
      4        53         1    13547.     0.021        0.       0.5
0.
      5        54         1    49407.     0.084        0.       0.5
0.
      6        55         1     8272.     0.053        0.       0.5
0.
      7        56         1    29325.     0.119        0.       0.5
0.
      8        57         1    24305.     0.035        0.       0.5
0.
      9        58         1    65938.     0.095        0.       0.5
0.
     10        59         1    32672.     0.024        0.       0.5
0.
     11        60         1    51000.     0.022        0.       0.5
0.
     12        61         1    44625.     0.024        0.       0.5
0.
     13        62         1    76500.     0.003        0.       0.5
0.
     14        63         1    51000.     0.007        0.       0.5
0.
     15        64         1    15938.     0.017        0.       0.5
0.
     16        65         1    24305.    0.0005        0.       0.5
0.
     17        66         1    30680.    0.0004        0.       0.5
0.
     18        67         1   527532.    0.0002        0.       0.5
0.
     19        68         1   578133.  0.000002        0.       0.5
0.
     20        69         1   190055.  0.000002        0.       0.5
0.
     21        70         1    17133.    0.0005        0.       0.5
0.
     22        71         1    11157.    0.0005        0.       0.5
0.
     23        72         1    25899.    0.0005        0.       0.5
0.
     24        73         1    30680.     0.107        0.       0.5
0.
     25        74         1    25102.     0.187        0.       0.5
0.
     26        75         1    31477.     0.207        0.       0.5
0.
     27        76         1    54985.     0.536        0.       0.5
0.
     28        77         1    20719.  0.000005        0.       0.5
0.
     29        78         1     9961.     0.023        0.       0.5
0.
     30        79         1     8352.     0.005        0.       0.5
0.
     31        80         1    17133.     0.013        0.       0.5
0.
```

32	81	1	12352.	0.010	0.	0.5
0.						
33	82	1	16336.	0.016	0.	0.5
0.						
34	83	1	11157.	0.001	0.	0.5
0.						
35	84	1	174516.	0.0003	0.	0.5
0.						
36	85	1	23290.	0.143	0.	0.5
0.						
37	86	1	42898.	0.087	0.	0.6
0.						
38	87	1	75066.	0.028	0.	0.8
0.						
39	88	1	33150.	0.042	0.	0.7
0.						
40	89	1	37652.	0.050	0.	0.8
0.						
41	90	1	72516.	0.051	0.	0.9
0.						
42	91	1	114348.	0.059	0.	1.1
0.						
43	92	1	92039.	0.029	0.	1.5
0.						
44	93	1	178819.	0.015	0.	1.7
0.						
45	94	1	206669.	0.009	0.	2.0
0.						
46	95	1	261056.	0.011	0.	2.6
0.						
47	96	1	449439.	0.007	0.	3.0
0.						
48	97	1	837500.	0.006	0.	3.4
0.						
49	98	1	875000.	0.010	0.	3.5
0.						
50	0	2	425000.	0.023	0.	1.7
0.						
51	0	2	13016.	0.507	0.	1.6
0.						
52	0	2	340904.	0.038	0.	1.6
0.						
53	0	2	52833.	0.051	0.	2.0
0.						
54	0	2	247033.	0.018	0.	2.5
0.						
55	0	2	41358.	0.073	0.	2.5
0.						
56	0	2	181815.	0.017	0.	3.1
0.						
57	0	2	106940.	0.003	0.	2.2
0.						
58	0	2	392328.	0.004	0.	3.0
0.						
59	0	2	160093.	0.003	0.	2.5
0.						
60	0	2	181560.	0.002	0.	1.8
0.						
61	0	2	151725.	0.002	0.	1.7
0.						
62	0	2	260100.	0.002	0.	1.7
0.						
63	0	2	187000.	0.000003	0.	1.8
0.						
64	0	2	52594.	0.001	0.	1.7
0.						
65	0	2	97218.	0.001	0.	2.0
0.						
66	0	2	104310.	0.002	0.	1.7
0.						
67	0	2	4044408.	0.00007	0.	3.8
0.						
68	0	2	6706343.	0.00001	0.	5.8
0.						
69	0	2	1634469.	0.00006	0.	4.3
0.						
70	0	2	42833.	0.000009	0.	1.3

```
0.
      71         0         2    16735.   0.00003        0.        0.8
0.
      72         0         2    25899.   0.00002        0.        0.5
0.
      73         0         2   214757.     0.010        0.        3.5
0.
      74         0         2   189098.     0.040        0.        3.8
0.
      75         0         2   239221.     0.028        0.        3.8
0.
      76         0         2   261176.     0.045        0.        2.4
0.
      77         0         2    95307.  0.000004        0.        2.3
0.
      78         0         2    27227.     0.017        0.        1.4
0.
      79         0         2    16703.     0.020        0.        1.0
0.
      80         0         2    36550.     0.023        0.        1.1
0.
      81         0         2    30879.     0.035        0.        1.3
0.
      82         0         2    54453.     0.014        0.        1.7
0.
      83         0         2    52436.    0.0004        0.        2.4
0.
      84         0         2  1047093.   0.00007        0.        3.0
0.
      85         0         2   131007.     0.084        0.        3.0
0.
      86         0         2   200944.     0.075        0.        3.0
0.
      87         0         2   185163.     0.041        0.        1.9
0.
      88         0         2   170850.     0.047        0.        3.4
0.
      89         0         2   165670.     0.032        0.        3.3
0.
      90         0         2   214758.     0.059        0.        2.6
0.
      91         0         2   291068.     0.028        0.        2.8
0.
      92         0         2   153398.     0.064        0.        2.5
0.
      93         0         2   238425.     0.056        0.        2.2
0.
      94         0         2   190771.     0.071        0.        1.8
0.
      95         0         2   140568.     0.040        0.        1.4
0.
      96         0         2   149813.     0.027        0.        1.0
0.
      97         0         2   162500.     0.010        0.        0.7
0.
      98         0         2   125000.     0.003        0.        0.5
0.
  1    1    +    *    +    *    +    *    +    *    +    *    +    *    D: FLOWS
  4       1.0       1.0                  (water column field)
 21
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   78       1.0   78
79
     1.0   79   80       1.0   80   81       1.0   81   82       1.0   82
85
     1.0   85   86       1.0   86   88       1.0   88   39       1.0   39
37
     1.0   37   36       1.0   36   33       1.0   33   32       1.0   32
31
     1.0   31   30       1.0   30   29       1.0   29    2       1.0    2
 1
     1.0    1    0
  2
     0.4        0.       0.4      365.
 19
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   78       1.0   78
79
     1.0   79   80       1.0   80   81       1.0   81   82       1.0   82
```

```
85
     1.0   85   86       1.0   86   37       1.0   37   36       1.0   36
33
     1.0   33   32       1.0   32   31       1.0   31   30       1.0   30
29
     1.0   29    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
     0.5         0.       0.5       365.
 21
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   78       1.0   78
80
     1.0   80   81       1.0   81   82       1.0   82   85       1.0   85
86
     1.0   86   88       1.0   88   89       1.0   89   40       1.0   40
39
     1.0   39   37       1.0   37   36       1.0   36   33       1.0   33
32
     1.0   32   31       1.0   31   29       1.0   29    2       1.0    2
 1
     1.0    1    0
  2
     0.4         0.       0.4       365.
 19
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   78       1.0   78
80
     1.0   80   81       1.0   81   82       1.0   82   85       1.0   85
86
     1.0   86   87       1.0   87   38       1.0   38   37       1.0   37
36
     1.0   36   33       1.0   33   32       1.0   32   31       1.0   31
29
     1.0   29    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
     0.6         0.       0.6       365.
 23
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   58       1.0   58   73       1.0   73
74
     1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86
37
     1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25
27
     1.0   27    6       1.0    6    7       1.0    7    5       1.0    5
 3
     1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
    0.125        0.     0.125       365.
 25
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   58       1.0   58   73       1.0   73
74
     1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86
87
     1.0   87   38       1.0   38   37       1.0   37   36       1.0   36
26
     1.0   26   25       1.0   25   27       1.0   27    6       1.0    6
 7
     1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2
 1
     1.0    1    0
  2
    0.025        0.     0.025       365.
 25
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   58       1.0   58   73       1.0   73
74
     1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86
88
     1.0   88   39       1.0   39   37       1.0   37   36       1.0   36
26
     1.0   26   25       1.0   25   27       1.0   27    6       1.0    6
 7
     1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2
 1
```

```
     1.0    1    0
  2
    0.017        0.     0.017      365.
 27
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   58       1.0   58   73       1.0   73
74
     1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86
88
     1.0   88   89       1.0   89   40       1.0   40   39       1.0   39
37
     1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25
27
     1.0   27    6       1.0    6    7       1.0    7    5       1.0    5
 3
     1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
    0.017        0.     0.017      365.
 34
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
76
     1.0   76   74       1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85
86
     1.0   86   88       1.0   88   89       1.0   89   90       1.0   90
91
     1.0   91   92       1.0   92   93       1.0   93   94       1.0   94
45
     1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43   42       1.0   42
41
     1.0   41   40       1.0   40   39       1.0   39   37       1.0   37
36
     1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25   24       1.0   24
 9
     1.0    9    7       1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3
 2
     1.0    2    1       1.0    1    0
  2
     2.5        0.       2.5      365.
 36
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
76
     1.0   76   74       1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85
86
     1.0   86   88       1.0   88   89       1.0   89   90       1.0   90
91
     1.0   91   92       1.0   92   93       1.0   93   94       1.0   94
95
     1.0   95   46       1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44
43
     1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41   40       1.0   40
39
     1.0   39   37       1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26
25
     1.0   25   24       1.0   24    9       1.0    9    7       1.0    7
 5
     1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1
 0
  2
     2.5        0.       2.5      365.
 28
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
76
     1.0   76   74       1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85
86
     1.0   86   87       1.0   87   90       1.0   90   91       1.0   91
92
     1.0   92   43       1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41
38
     1.0   38   37       1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26
25
     1.0   25   24       1.0   24    9       1.0    9    7       1.0    7
 5
     1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1
 0
  2
       1        0.         1      365.
```

```
 39
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
53
     1.0   53   55       1.0   55   76       1.0   76   74       1.0   74
75
     1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86   88       1.0   88
89
     1.0   89   90       1.0   90   91       1.0   91   92       1.0   92
93
     1.0   93   94       1.0   94   95       1.0   95   96       1.0   96
47
     1.0   47   46       1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44
43
     1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41   40       1.0   40
39
     1.0   39   37       1.0   37   36       1.0   36   25       1.0   25
24
     1.0   24    9       1.0    9    7       1.0    7    5       1.0    5
 3
     1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
     2.5        0.       2.5      365.
 40
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
53
     1.0   53   55       1.0   55   76       1.0   76   74       1.0   74
75
     1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86   87       1.0   87
90
     1.0   90   91       1.0   91   92       1.0   92   93       1.0   93
94
     1.0   94   95       1.0   95   96       1.0   96   97       1.0   97
48
     1.0   48   47       1.0   47   46       1.0   46   45       1.0   45
44
     1.0   44   43       1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41
38
     1.0   38   37       1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26
25
     1.0   25   24       1.0   24    9       1.0    9    7       1.0    7
 5
     1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1
 0
  2
     2.5        0.       2.5      365.
 28
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
53
     1.0   53   55       1.0   55   76       1.0   76   74       1.0   74
75
     1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86   87       1.0   87
90
     1.0   90   91       1.0   91   92       1.0   92   93       1.0   93
44
     1.0   44   43       1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41
38
     1.0   38   37       1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26
25
     1.0   25   24       1.0   24    9       1.0    9    7       1.0    7
 5
     1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1
 0
  2
       1        0.         1      365.
 28
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
53
     1.0   53   55       1.0   55   76       1.0   76   74       1.0   74
75
     1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86   87       1.0   87
90
     1.0   90   91       1.0   91   92       1.0   92   93       1.0   93
44
     1.0   44   43       1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41
38
     1.0   38   37       1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26
25
```

```
     1.0   25   24       1.0   24    9       1.0    9    7       1.0    7
 5
     1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1
 0
  2
       1        0.         1      365.
 29
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   58       1.0   58   73       1.0   73
74
     1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86
88
     1.0   88   89       1.0   89   90       1.0   90   41       1.0   41
40
     1.0   40   39       1.0   39   37       1.0   37   36       1.0   36
26
     1.0   26   25       1.0   25   27       1.0   27    6       1.0    6
 7
     1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2
 1
     1.0    1    0
  2
    3.03        0.      3.03      365.
 29
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   58       1.0   58   73       1.0   73
74
     1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86
87
     1.0   87   90       1.0   90   91       1.0   91   42       1.0   42
41
     1.0   41   38       1.0   38   37       1.0   37   36       1.0   36
26
     1.0   26   25       1.0   25   27       1.0   27    6       1.0    6
 7
     1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2
 1
     1.0    1    0
  2
    1.25        0.      1.25      365.
 22
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   58       1.0   58   73       1.0   73
74
     1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86
87
     1.0   87   90       1.0   90   91       1.0   91   92       1.0   92
93
     1.0   93   94       1.0   94   95       1.0   95   96       1.0   96
97
     1.0   97   98       1.0   98    0
  2
   0.536        0.     0.536      365.
 31
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   55       1.0   55   76       1.0   76
74
     1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86
87
     1.0   87   90       1.0   90   91       1.0   91   92       1.0   92
43
     1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41   38       1.0   38
37
     1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25
24
     1.0   24    9       1.0    9    7       1.0    7    5       1.0    5
 3
     1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
       1        0.         1      365.
 36
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
```

```
     1.0   54   56       1.0   56   57       1.0   57   61       1.0   61
60
     1.0   60   59       1.0   59   73       1.0   73   74       1.0   74
75
     1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86   87       1.0   87
90
     1.0   90   91       1.0   91   92       1.0   92   93       1.0   93
44
     1.0   44   43       1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41
38
     1.0   38   37       1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26
25
     1.0   25   27       1.0   27    6       1.0    6    7       1.0    7
 5
     1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1
 0
  2
     0.5        0.       0.5      365.
 38
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   57       1.0   57   62       1.0   62
66
     1.0   66   67       1.0   67   65       1.0   65   64       1.0   64
60
     1.0   60   59       1.0   59   73       1.0   73   74       1.0   74
75
     1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86   87       1.0   87
90
     1.0   90   91       1.0   91   92       1.0   92   43       1.0   43
42
     1.0   42   41       1.0   41   38       1.0   38   37       1.0   37
36
     1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25   27       1.0   27
 6
     1.0    6    7       1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3
 2
     1.0    2    1       1.0    1    0
  2
     0.2        0.       0.2      365.
 12
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   57       1.0   57   62       1.0   62
66
     1.0   66   67       1.0   67   68       1.0   68   69       1.0   69
 0
  2
     0.1        0.       0.1      365.
 35
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   57       1.0   57   62       1.0   62
61
     1.0   61   60       1.0   60   59       1.0   59   73       1.0   73
74
     1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86
87
     1.0   87   90       1.0   90   91       1.0   91   92       1.0   92
43
     1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41   38       1.0   38
37
     1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25
27
     1.0   27    6       1.0    6    7       1.0    7    5       1.0    5
 3
     1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
     0.1        0.       0.1      365.
 37
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   57       1.0   57   62       1.0   62
66
     1.0   66   65       1.0   65   64       1.0   64   60       1.0   60
59
     1.0   59   73       1.0   73   74       1.0   74   75       1.0   75
```

```
85
     1.0   85   86       1.0   86   87       1.0   87   90       1.0   90
91
     1.0   91   92       1.0   92   43       1.0   43   42       1.0   42
41
     1.0   41   38       1.0   38   37       1.0   37   36       1.0   36
26
     1.0   26   25       1.0   25   27       1.0   27    6       1.0    6
 7
     1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2
 1
     1.0    1    0
  2
     0.1        0.       0.1      365.
 32
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   58       1.0   58   59       1.0   59
73
     1.0   73   74       1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85
86
     1.0   86   87       1.0   87   90       1.0   90   91       1.0   91
92
     1.0   92   43       1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41
38
     1.0   38   37       1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26
25
     1.0   25   27       1.0   27    6       1.0    6    7       1.0    7
 5
     1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1
 0
  2
     0.1        0.       0.1      365.
 31
     1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
46
     1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
42
     1.0   42   41       1.0   41   38       1.0   38   37       1.0   37
36
     1.0   36   33       1.0   33   34       1.0   34   35       1.0   35
84
     1.0   84   83       1.0   83   82       1.0   82   85       1.0   85
86
     1.0   86   87       1.0   87   90       1.0   90   91       1.0   91
92
     1.0   92   93       1.0   93   94       1.0   94   95       1.0   95
96
     1.0   96   97       1.0   97   98       1.0   98    0
  2
     0.1        0.       0.1      365.
 19
     1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
46
     1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
42
     1.0   42   41       1.0   41   38       1.0   38   37       1.0   37
36
     1.0   36   33       1.0   33   32       1.0   32   31       1.0   31
29
     1.0   29    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
       1        0.         1      365.
 22
     1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
46
     1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
42
     1.0   42   41       1.0   41   38       1.0   38   37       1.0   37
36
     1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25   27       1.0   27
 6
     1.0    6    7       1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3
 2
     1.0    2    1       1.0    1    0
  2
   0.411        0.     0.411      365.
```

```
 23
     1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
46
     1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
42
     1.0   42   41       1.0   41   40       1.0   40   39       1.0   39
37
     1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25
27
     1.0   27    6       1.0    6    7       1.0    7    5       1.0    5
 3
     1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
   0.125        0.     0.125      365.
 20
     1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
46
     1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
42
     1.0   42   41       1.0   41   40       1.0   40   39       1.0   39
37
     1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25
27
     1.0   27    3       1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1
 0
  2
       5        0.         5      365.
 27
     1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
46
     1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
42
     1.0   42   41       1.0   41   40       1.0   40   39       1.0   39
37
     1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25
24
     1.0   24   10       1.0   10    9       1.0    9   11       1.0   11
12
     1.0   12    8       1.0    8    7       1.0    7    5       1.0    5
 3
     1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
       2        0.         2      365.
 27
     1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
46
     1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
42
     1.0   42   41       1.0   41   40       1.0   40   39       1.0   39
37
     1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25
24
     1.0   24   10       1.0   10   14       1.0   14   15       1.0   15
12
     1.0   12    8       1.0    8    7       1.0    7    5       1.0    5
 3
     1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
       1        0.         1      365.
 25
     1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
46
     1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
42
     1.0   42   41       1.0   41   38       1.0   38   37       1.0   37
36
     1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25   24       1.0   24
10
     1.0   10   11       1.0   11   12       1.0   12    8       1.0    8
 7
     1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2
 1
     1.0    1    0
  2
       2        0.         2      365.
 27
     1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
```

```
  46
       1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
  42
       1.0   42   41       1.0   41   38       1.0   38   37       1.0   37
  36
       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25   24       1.0   24
  10
       1.0   10   14       1.0   14   15       1.0   15   12       1.0   12
  13
       1.0   13    8       1.0    8    7       1.0    7    5       1.0    5
   3
       1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1    0
    2
         1        0.         1      365.
   21
       1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
  46
       1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
  42
       1.0   42   41       1.0   41   38       1.0   38   37       1.0   37
  36
       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25   27       1.0   27
   6
       1.0    6    4       1.0    4    3       1.0    3    2       1.0    2
   1
       1.0    1    0
    2
         4        0.         4      365.
   18
       1.0    0   23       1.0   23   22       1.0   22   21       1.0   21
  10
       1.0   10   14       1.0   14   11       1.0   11   15       1.0   15
  16
       1.0   16   18       1.0   18   17       1.0   17   13       1.0   13
   8
       1.0    8    7       1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3
   2
       1.0    2    1       1.0    1    0
    2
       0.1        0.       0.1      365.
    0    0    0    0    0    0    0    0
         4                                                  E:BOUNDARIES
       1.0       1.0
    1    2                                          **** System 1  - NH3
****
   36.8500        0.   36.8500      365.
   50    2
   38.7300        0.   38.7300      365.
   20    2
   26.9200        0.   26.9200      365.
   69    2
   32.6533        0.   32.6533      365.
   23    2
   15.0000        0.   15.0000      365.
   72    2
   30.0000        0.   30.0000      365.
   49    2
    2.0500        0.    2.0500      365.
   98    2
    2.0500        0.    2.0500      365.
         0         *    +    *    +    *    (NH3)  *    +    *    F: LOADS

         0    +    *    +    *    +    *    +    *    +    *    +    *    G:
PARAMETERS
  +    *    +    *    +    *    +    *    +    *    +    *    +    *    H: CONSTANTS
   GLOBALS         1
                   1
       KDC        11        0.
       TDS         0        0.
         0                                                  I:TIME
FUNCTIONS
NH3                                          3  0.0    1.0E08    J:INITIAL
CONC.
   1:   36.8500       1.0   2:   35.7748       1.0   3:   27.3392       1.0
   4:   25.7489       1.0   5:   24.9983       1.0   6:   26.2875       1.0
   7:   24.4664       1.0   8:   24.7415       1.0   9:   16.7696       1.0
  10:   19.1792       1.0  11:   20.0740       1.0  12:   25.1281       1.0
```

13:	25.3635	1.0	14:	21.5086	1.0	15:	24.3504	1.0
16:	26.4887	1.0	17:	25.8659	1.0	18:	26.3890	1.0
19:	26.5400	1.0	20:	26.9200	1.0	21:	18.0000	1.0
22:	16.5000	1.0	23:	15.0000	1.0	24:	18.3078	1.0
25:	19.1428	1.0	26:	17.2758	1.0	27:	23.2851	1.0
28:	23.2851	1.0	29:	28.2756	1.0	30:	26.4594	1.0
31:	26.2127	1.0	32:	24.5873	1.0	33:	22.5244	1.0
34:	21.7304	1.0	35:	20.7664	1.0	36:	16.6519	1.0
37:	14.2676	1.0	38:	15.4260	1.0	39:	17.8190	1.0
40:	13.2019	1.0	41:	10.6662	1.0	42:	6.0807	1.0
43:	5.6666	1.0	44:	5.0289	1.0	45:	4.1675	1.0
46:	3.5712	1.0	47:	3.0328	1.0	48:	2.1230	1.0
49:	2.0500	1.0	50:	38.7300	1.0	51:	37.5211	1.0
52:	35.2284	1.0	53:	33.7443	1.0	54:	33.0794	1.0
55:	34.2470	1.0	56:	32.5475	1.0	57:	31.3465	1.0
58:	33.4625	1.0	59:	33.0448	1.0	60:	32.6937	1.0
61:	30.2111	1.0	62:	29.5200	1.0	63:	32.1307	1.0
64:	31.0155	1.0	65:	30.1764	1.0	66:	28.0447	1.0
67:	29.1988	1.0	68:	33.3225	1.0	69:	32.6533	1.0
70:	32.0000	1.0	71:	31.0000	1.0	72:	30.0000	1.0
73:	33.1878	1.0	74:	33.0387	1.0	75:	31.6867	1.0
76:	34.1453	1.0	77:	34.1453	1.0	78:	36.1698	1.0
79:	34.3040	1.0	80:	34.0505	1.0	81:	32.3807	1.0
82:	30.6228	1.0	83:	30.4354	1.0	84:	30.2079	1.0
85:	33.6973	1.0	86:	31.4481	1.0	87:	34.1855	1.0
88:	34.6687	1.0	89:	33.7364	1.0	90:	33.2419	1.0
91:	32.2984	1.0	92:	29.1421	1.0	93:	24.2814	1.0
94:	17.7164	1.0	95:	13.1713	1.0	96:	9.0682	1.0
97:	2.1142	1.0	98:	2.0500	1.0			

C.1 WASP Programının Yeniden Derlenmesi ve Çalıştırılması ile İlgili Sorunların Giderilmesi

WASP programı MS-DOS® işlerim sistemi altında çalışacak şekilde derlenmiş bir yazılım olduğundan, 32 bitlik Windows® sürümlerinde çalıştırılırken; daha önce bulup açtığı varolan girdi dosyalarını bazen açamamak ya da programın bazen sorunsuz çalışıp bazen başlatılamaması gibi beklenmedik sorunlara yol açmaktaydı. Bu beklenmedik sorunları aşabilmenin tek yolunun, programın Windows ® altında yeniden derlenmesi olduğu belirlenmiştir.

Orijinal DYNHYD5 yazılımında, kullanıcı arabirimi ve model kodları aynı kaynak kod içinde bulunmaktadır. Program Lahey FORTRAN derleyicisi ile geliştirildiğinden, programın kullanıcı arabiriminde arabiriminde, Lahey derleyicisi tarafından desteklenen ama ANSI FORTRAN 77 standardında olmayan komutlar kullanılmıştır. Bu nedenle, programın başka bir FORTRAN sistemine taşınırken uyumsuzluklara neden olacaktır. Bu sorunu çözmenin üç yolu vardır:

1. Programda kullanılan standart dışı komutların, derlenme işleminin yapılacağı FORTRAN sistemindeki karşılıklarının bulunup kullanılması. Bu seçenekte, kaynak koddaki standart dışı komutların hepsinin derlemenin yapılacağı sistemde bir karşılığının var olması ve program içindeki kaynak kodun ilgili kısımlarındaki komut isimlerinin değiştirilmesi gerekmektedir.

2. Programda kullanılan standart dışı komutların, derlemenin yapılacağı FORTRAN sistemi altında yeniden geliştirilip derlenerek bir yazılım kütüphanesi haline getirilmesi. Bu seçenekte DYNHYD5 kaynak kodu hiç değiştirilmeden, yeni oluşturulan yazılım kütüphanesi ile birlikte derlenebilir. Bu seçeneğin başka bir avantajı, programın kullanıcı ara biriminin de derlenebilmesidir. Ancak özellikle grafik ve ekran fonksiyonları içeren ve MS-DOS® ekranına göre tasarlanmış fonksiyonların Windows® grafik arabirimi altında yeniden geliştirilmesi oldukça zor ve zaman alıcı bir görevdir.

3. Programda bulunan, ancak modelin hesap ve veri akışı ile ilgili olmayan standart dışı komutların tümünün program kaynak kodundan ayıklanarak

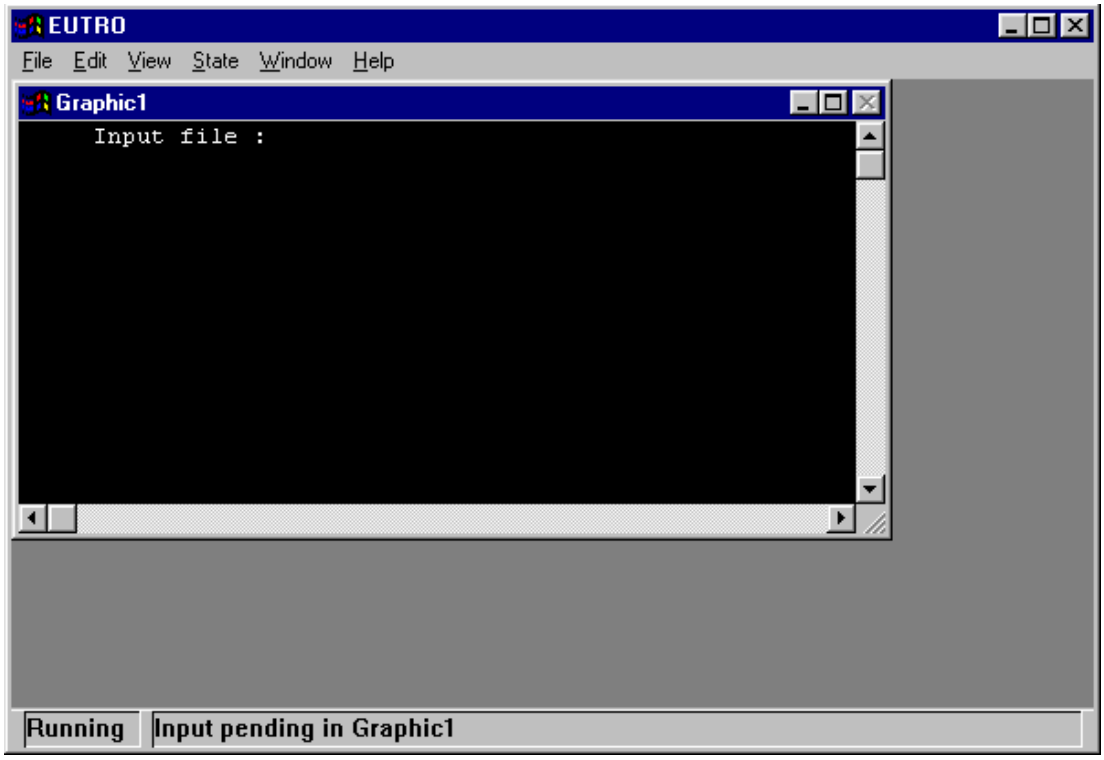
programın her ANSI FORTRAN 77 standardını destekleyen derleyicilerin tümünde derlenebilir hale getirilmesi.

Burada, programın ekrana mesaj yazdıran WASP alt programlarının, Compaq Visual FORTRAN 6.1 Windows® sürümü altında çalışan eşdeğerleri geliştirilmiştir. DOS ekranı üzerinde kullanıcı arabirimi oluşturmaya yarayan Lahey FORTRAN komutları ise, içleri tamamen boş olan alt programlar halinde yazılarak WASP kaynak koduna eklenmiştir. Böylece bu komutların WASP kaynak kodu tarafından çağırıldıklarında tamamen etkisiz olmaları ve orijinal WAP kaynak kodunun hemen hemen hiç değiştirilmeden kullanılması sağlanmıştır. Programın iptal edilen kullanıcı arabirimi yerine tasarlanan yeni kullanıcı arabirimi Şekil C.1'de gösterilmiştir. Oldukça basit olan bu kullanıcı arabirimi, kullanıcıdan sadece girdi verilerinin bulunduğu dosyanın adını istemektedir. Bu kullanıcı arabiriminin oluşturulması ve ekrana mesaj yazdıran alt programların kullanılabilmesi için, geliştirilen uygulamanın "Quick Windows Application" uygulama projesi tipinde derlenmesi gerekmektedir. Yeni kullanıcı arabirimi, ekranı hemen hemen hiç kullanmadığından, WASP'ın bu özel sürümü, WASP 6.0'dan 15-20 kat daha hızlı çalışmaktadır.

Bu sorunlardan başka, orijinal WASP en fazla 50 segment ile çalışabilmekteydi. Ancak bu çalışmada oluşturulan model ağı, 98 tane segment içermektedir. Bu nedenle WASP yazılımının EUTRO modülünün, Compaq Visual FORTRAN 6.1 derleyicisi ile yeniden derlenerek kapasitesinin arttırılmasına karar verilmiştir.

Dalyan Lagünü'ndeki karmaşık yapı nedeniyle, segmentler arası su alışverişleri çok artmış ve bu durum orijinal WASP kodunda tanımlanmış olan arayüz sayısının aşılmasına neden olmuştur. Bu arayüz sayısının WASP kodu içinde tanımlandığı yer bulunmuş ve arayüz sayısı arttırılarak bu sorun çözülmüştür.

Üçüncü sorun da, ikinci sorun gibi sistemin karmaşıklığı nedeniyle meydana gelmiştir. Dalyan Lagünü'nün karmaşık yapısı orijinal WASP kodunda öngörülenden daha çok debi bileşeni içermektedir. Bu sorun da WASP kaynak kodundaki ilgili kısımların belirlenip değiştirilmesiyle çözülmüştür.



Şekil C1 – WASP İçin Tasarlanan Yeni Kullanıcı Arabirimi

Derinlik	Ist. 0	Tuzluluk (48)
0,4	2,1195	2,1195
0,5	2,1188	2,1188
0,7	2,1185	2,1185
0,8	2,1185	2,1185
1	2,1194	2,1194
1,1	2,122	2,122
1,2	2,1239	2,1239
1,4	2,1255	2,1255
1,5	2,1256	2,1256
1,7	2,1258	2,1258
1,8	2,1259	2,1259
1,9	2,1262	2,1262
2,1	2,1272	2,1272
2,2	2,1262	2,1262
2,4	2,1256	2,1256
2,5	2,1241	2,1241
2,6	2,1241	2,1241
2,8	2,1223	2,1223
2,9	2,1226	2,1226
3,1	2,1191	2,1191
3,2	2,1155	2,1155
3,3	2,1128	2,1128

Derinlik	Ist. 0	Ist. 1	Ist. 1-Ist. 0	Tuzluluk (47)	Tuzluluk (46)	Tuzluluk (45)	Tuzluluk (44)
0,4	2,1195	5,4496	3,3301	2,8858	3,3387	3,8403	4,5648
0,5	2,1188	5,3088	3,1900	2,8529	3,2867	3,7672	4,4612
0,7	2,1185	5,5936	3,4751	2,9182	3,3908	3,9142	4,6703
0,8	2,1185	5,646	3,5275	2,9303	3,4099	3,9413	4,7088
1	2,1194	5,7402	3,6208	2,9526	3,4450	3,9904	4,7782
1,1	2,1220	5,9334	3,8114	2,9991	3,5174	4,0915	4,9207
1,2	2,1239	6,0366	3,9127	3,0243	3,5564	4,1457	4,9970
1,4	2,1255	6,1683	4,0428	3,0559	3,6056	4,2146	5,0942
1,5	2,1256	6,162	4,0364	3,0545	3,6034	4,2114	5,0896
1,7	2,1258	8,7687	6,6429	3,6545	4,5578	5,5584	7,0037
1,8	2,1259	27,2552	25,1293	7,9088	11,3260	15,1111	20,5786
1,9	2,1262	29,6442	27,5180	8,4588	12,2008	16,3458	22,3329
2,1	2,1272	32,0542	29,9270	9,0142	13,0837	17,5916	24,1029
2,2	2,1262	32,4477	30,3215	9,1040	13,2272	17,7944	24,3916
2,4	2,1256	32,9503	30,8247	9,2192	13,4108	18,0538	24,7605
2,5	2,1241	33,1489	31,0248	9,2637	13,4826	18,1557	24,9059
2,6	2,1241	33,4316	31,3075	9,3288	13,5861	18,3018	25,1135
2,8	2,1223	34,0442	31,9219	9,4683	13,8092	18,6175	25,5629
2,9	2,1226	34,0344	31,9118	9,4663	13,8058	18,6126	25,5557
3,1	2,1191	33,9734	31,8543	9,4496	13,7812	18,5794	25,5100

Derinlik	Ist. 0	Ist. 1	Ist. 1-Ist. 0	Tuzluluk (43)	Tuzluluk (42)
0,4	2,1195	5,4496	3,3301	5,1013	5,4496
0,5	2,1188	5,3088	3,1900	4,9751	5,3088
0,7	2,1185	5,5936	3,4751	5,2301	5,5936
0,8	2,1185	5,646	3,5275	5,2770	5,646
1	2,1194	5,7402	3,6208	5,3615	5,7402
1,1	2,1220	5,9334	3,8114	5,5347	5,9334
1,2	2,1239	6,0366	3,9127	5,6273	6,0366
1,4	2,1255	6,1683	4,0428	5,7454	6,1683
1,5	2,1256	6,162	4,0364	5,7398	6,162
1,7	2,1258	8,7687	6,6429	8,0738	8,7687
1,8	2,1259	27,2552	25,1293	24,6266	27,2552
1,9	2,1262	29,6442	27,5180	26,7657	29,6442
2,1	2,1272	32,0542	29,9270	28,9238	32,0542
2,2	2,1262	32,4477	30,3215	29,2760	32,4477
2,4	2,1256	32,9503	30,8247	29,7260	32,9503
2,5	2,1241	33,1489	31,0248	29,9036	33,1489
2,6	2,1241	33,4316	31,3075	30,1568	33,4316
2,8	2,1223	34,0442	31,9219	30,7051	34,0442
2,9	2,1226	34,0344	31,9118	30,6963	34,0344
3,1	2,1191	33,9734	31,8543	30,6414	33,9734

Derinlik	Ist. 1	Ist. 2	Ist. 2-Ist. 1	Tuzluluk (40)	Tuzluluk (39)	Tuzluluk (41)	Tuzluluk (38)
0,4	5,4496	13,9095	8,4599	8,7117	10,8267	7,5901	9,7305
0,5	5,3088	14,0357	8,7269	8,6738	10,8556	7,5168	9,7248
0,7	5,5936	17,954	12,3604	10,3597	13,4498	8,7209	11,8483
0,8	5,6460	20,7083	15,0623	11,4539	15,2195	9,4569	13,2679
1	5,7402	23,096	17,3558	12,4325	16,7714	10,1314	14,5227
1,1	5,9334	28,2662	22,3328	14,5448	20,1280	11,5839	17,2343
1,2	6,0366	29,1957	23,1591	14,9666	20,7564	11,8961	17,7557
1,4	6,1683	31,7988	25,6305	16,0512	22,4589	12,6531	19,1380
1,5	6,1620	32,9847	26,8227	16,5047	23,2103	12,9485	19,7349
1,7	8,7687	33,5398	24,7711	18,3203	24,5130	15,0361	21,3035
1,8	27,2552	34,3023	7,0471	29,9725	31,7343	29,0382	30,8212
1,9	29,6442	34,7383	5,0941	31,6085	32,8820	30,9331	32,2219
2,1	32,0542	35,6571	3,6029	33,4435	34,3442	32,9658	33,8774
2,2	32,4477	36,0607	3,613	33,8408	34,7441	33,3618	34,2760
2,4	32,9503	36,2273	3,277	34,2139	35,0331	33,7794	34,6085
2,5	33,1489	36,3966	3,2477	34,4012	35,2131	33,9706	34,7923
2,6	33,4316	36,565	3,1334	34,6398	35,4232	34,2244	35,0172
2,8	34,0442	36,7199	2,6757	35,0759	35,7449	34,7212	35,3982
2,9	34,0344	36,7801	2,7457	35,0931	35,7795	34,7291	35,4238
3,1	33,9734	36,829	2,8556	35,0745	35,7884	34,6959	35,4184

Derinlik	Ist. 1	Ist. 2	Ist. 2-Ist. 1	Tuzluluk (37)	Tuzluluk (36)
0,4	5,4496	13,9095	8,4599	11,5652	13,9095
0,5	5,3088	14,0357	8,7269	11,6174	14,0357
0,7	5,5936	17,954	12,3604	14,5288	17,954
0,8	5,6460	20,7083	15,0623	16,5344	20,7083
1	5,7402	23,096	17,3558	18,2866	23,096
1,1	5,9334	28,2662	22,3328	22,0776	28,2662
1,2	6,0366	29,1957	23,1591	22,7781	29,1957
1,4	6,1683	31,7988	25,6305	24,6964	31,7988
1,5	6,1620	32,9847	26,8227	25,5519	32,9847
1,7	8,7687	33,5398	24,7711	26,6755	33,5398
1,8	27,2552	34,3023	7,0471	32,3495	34,3023
1,9	29,6442	34,7383	5,0941	33,3267	34,7383
2,1	32,0542	35,6571	3,6029	34,6587	35,6571
2,2	32,4477	36,0607	3,613	35,0595	36,0607
2,4	32,9503	36,2273	3,277	35,3192	36,2273
2,5	33,1489	36,3966	3,2477	35,4966	36,3966
2,6	33,4316	36,565	3,1334	35,6967	36,565
2,8	34,0442	36,7199	2,6757	35,9784	36,7199
2,9	34,0344	36,7801	2,7457	36,0192	36,7801
3,1	33,9734	36,829	2,8556	36,0377	36,829

Derinlik	Ist. 3	Ist. 4	Ist. 4-Ist. 3	Tuzluluk (34)	Tuzluluk (33)	Tuzluluk (35)
0,4	22,4218	20,8467	-1,5751	21,7105	22,4218	20,8467
0,5	22,6270	20,686	-1,941	21,7504	22,6270	20,686
0,7	23,6363	21,3812	-2,2551	22,6179	23,6363	21,3812
0,8	25,2157	21,8752	-3,3405	23,7071	25,2157	21,8752
1	25,9679	23,1709	-2,797	24,7047	25,9679	23,1709
1,1	26,9763	26,4943	-0,482	26,7586	26,9763	26,4943
1,2	28,6021	29,525	0,9229	29,0189	28,6021	29,525
1,4	31,6643	33,09	1,4257	32,3082	31,6643	33,09
1,5	33,4040	33,8244	0,4204	33,5939	33,4040	33,8244
1,7	34,1604	34,1591	-0,0013	34,1598	34,1604	34,1591
1,8	34,3149	34,4451	0,1302	34,3737	34,3149	34,4451
1,9	34,3800	34,6503	0,2703	34,5021	34,3800	34,6503
2,1	34,5535	34,8819	0,3284	34,7018	34,5535	34,8819
2,2	34,5980	34,9971	0,3991	34,7782	34,5980	34,9971

Derinlik	Ist. 3	Ist. 5	Ist. 5-Ist. 3	Tuzluluk (30)	Tuzluluk (32)	Tuzluluk (31)	Tuzluluk (29)
0,4	22,4218	27,5131	5,0913	25,9053	24,2480	25,6869	27,5131
0,5	22,6270	29,0381	6,4111	27,0135	24,9266	26,7385	29,0381
0,7	23,6363	31,3245	7,6882	28,8966	26,3940	28,5668	31,3245
0,8	25,2157	32,3316	7,1159	30,0845	27,7681	29,7792	32,3316
1	25,9679	34,3693	8,4014	31,7162	28,9814	31,3558	34,3693
1,1	26,9763	36,4135	9,4372	33,4333	30,3614	33,0284	36,4135
1,2	28,6021	36,6715	8,0694	34,1233	31,4966	33,7770	36,6715
1,4	31,6643	36,963	5,2987	35,2897	33,5649	35,0624	36,963
1,5	33,4040	37,3751	3,9711	36,1211	34,8284	35,9507	37,3751
1,7	34,1604	37,7645	3,6041	36,6264	35,4532	36,4717	37,7645
1,8	34,3149	38,148	3,8331	36,9375	35,6898	36,7731	38,148
1,9	34,3800	38,2359	3,8559	37,0182	35,7631	36,8528	38,2359
2,1	34,5535	38,2713	3,7178	37,0973	35,8871	36,9377	38,2713

Derinlik	Ist. 2	Ist. 15	Ist. 15-Ist. 2	Tuzluluk (26)	Tuzluluk (25)
0,4	13,9095	15,8680	1,9585	15,1608	15,8680
0,5	14,0357	22,4176	8,3819	19,3908	22,4176
0,7	17,9540	25,5105	7,5565	22,7818	25,5105
0,8	20,7083	26,0155	5,3072	24,0990	26,0155
1	23,0960	28,9532	5,8572	26,8381	28,9532
1,1	28,2662	32,0277	3,7615	30,6694	32,0277
1,2	29,1957	33,6885	4,4928	32,0661	33,6885
1,4	31,7988	35,2047	3,4059	33,9748	35,2047
1,5	32,9847	35,8094	2,8247	34,7894	35,8094
1,7	33,5398	36,1704	2,6306	35,2205	36,1704
1,8	34,3023	36,4211	2,1188	35,6560	36,4211
1,9	34,7383	36,7285	1,9902	36,0098	36,7285
2,1	35,6571	36,8958	1,2387	36,4485	36,8958

Derinlik	Ist. 13	Ist. 15	Ist. 15-Ist. 13	Tuzluluk (27)	Tuzluluk (3)
0,4	26,4864	15,8680	-10,6184	21,2343	26,4864
0,5	28,1920	22,4176	-5,7744	25,3358	28,1920
0,7	30,7741	25,5105	-5,2636	28,1706	30,7741
0,8	32,9299	26,0155	-6,9144	29,5099	32,9299
1	33,6914	28,9532	-4,7382	31,3478	33,6914
1,1	34,5568	32,0277	-2,5291	33,3058	34,5568
1,2	35,1632	33,6885	-1,4747	34,4338	35,1632
1,4	35,9924	35,2047	-0,7877	35,6028	35,9924
1,5	36,4834	35,8094	-0,6740	36,1500	36,4834
1,7	36,8044	36,1704	-0,6340	36,4908	36,8044
1,8	36,9111	36,4211	-0,4900	36,6687	36,9111
1,9	37,0652	36,7285	-0,3367	36,8987	37,0652
2,1	37,1405	36,8958	-0,2447	37,0195	37,1405

Derinlik	Ist. 7	Ist. 13	Ist. 13-Ist. 7	Tuzluluk (4)	Tuzluluk (6)	Tuzluluk (5)	Tuzluluk (7)
0,4	23,8704	26,4864	2,6160	25,0383	25,5288	24,4023	23,8704
0,5	25,0623	28,1920	3,1297	26,4595	27,0463	25,5942	25,0623
0,7	27,6299	30,7741	3,1442	29,0336	29,6231	28,1618	27,6299
0,8	27,7801	32,9299	5,1498	30,0791	31,0447	28,3120	27,7801
1	28,4819	33,6914	5,2095	30,8076	31,7844	29,0138	28,4819
1,1	28,9781	34,5568	5,5787	31,4686	32,5146	29,5100	28,9781
1,2	31,8373	35,1632	3,3259	33,3221	33,9457	32,3692	31,8373
1,4	33,7961	35,9924	2,1963	34,7766	35,1884	34,3280	33,7961
1,5	35,2155	36,4834	1,2679	35,7815	36,0193	35,7474	35,2155
1,7	35,7719	36,8044	1,0325	36,2328	36,4264	36,3038	35,7719
1,8	35,9542	36,9111	0,9569	36,3814	36,5608	36,4861	35,9542
1,9	36,0989	37,0652	0,9663	36,5303	36,7115	36,6308	36,0989
2,1	36,4781	37,1405	0,6624	36,7738	36,8980	37,0100	36,4781

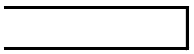
Derinlik	Ist. 6	Ist. 15	Ist. 15-Ist 6	Tuzluluk (24)	Tuzluluk (9)
0,4	13,7670	15,8680	2,1010	15,1288	13,7670
0,5	19,7721	22,4176	2,6455	21,4868	19,7721
0,7	27,0934	25,5105	-1,5829	26,0674	27,0934
0,8	27,9831	26,0155	-1,9676	26,7078	27,9831
1	30,1372	28,9532	-1,1840	29,3698	30,1372
1,1	32,9815	32,0277	-0,9538	32,3633	32,9815
1,2	34,0038	33,6885	-0,3153	33,7994	34,0038
1,4	34,9194	35,2047	0,2853	35,1043	34,9194
1,5	35,1123	35,8094	0,6971	35,5641	35,1123
1,7	36,1260	36,1704	0,0444	36,1548	36,1260
1,8	36,4373	36,4211	-0,0162	36,4268	36,4373
1,9	36,5497	36,7285	0,1788	36,6656	36,5497
2,1	36,7443	36,8958	0,1515	36,8425	36,7443

Derinlik	Ist. 6	Ist. 8	Ist. 8-Ist. 6	Tuzluluk (10)	Tuzluluk (14)	Tuzluluk (11)	Tuzluluk (15)
0,4	13,7670	26,4419	12,6749	16,9095	19,9473	18,0765	23,6534
0,5	19,7721	26,5354	6,7633	21,4490	23,0699	22,0716	25,0475
0,7	27,0934	26,6599	-0,4335	26,9859	26,8820	26,9460	26,7553
0,8	27,9831	26,6358	-1,3473	27,6491	27,3262	27,5250	26,9322
1	30,1372	26,561	-3,5762	29,2505	28,3934	28,9213	27,3478
1,1	32,9815	26,5651	-6,4164	31,3907	29,8528	30,7999	27,9767
1,2	34,0038	26,7892	-7,2146	32,2151	30,4859	31,5508	28,3764
1,4	34,9194	26,8206	-8,0988	32,9114	30,9704	32,1658	28,6023
1,5	35,1123	26,933	-8,1793	33,0844	31,1240	32,3313	28,7324
1,7	36,1260	30,0563	-6,0697	34,6211	33,1664	34,0623	31,3916
1,8	36,4373	32,0986	-4,3387	35,3616	34,3217	34,9621	33,0531
1,9	36,5497	35,2967	-1,2530	36,2390	35,9387	36,1237	35,5724
2,1	36,7443	35,6659	-1,0784	36,4769	36,2185	36,3776	35,9031
2,2	36,8202	36,0741	-0,7461	36,6352	36,4564	36,5665	36,2382
2,4	36,9674	36,1369	-0,8305	36,7615	36,5624	36,6850	36,3196

Derinlik	Ist. 7	Ist. 9	Ist. 9-Ist. 7	Tuzluluk (8)	Tuzluluk (13)	Tuzluluk (12)	Tuzluluk (17)
0,4	23,8704	25,827	1,9566	24,2550	25,1246	24,7956	25,827
0,5	25,0623	25,9047	0,8424	25,2279	25,6023	25,4606	25,9047
0,7	27,6299	26,1156	-1,5143	27,3322	26,6592	26,9138	26,1156
0,8	27,7801	26,4502	-1,3299	27,5187	26,9276	27,1512	26,4502
1	28,4819	26,8958	-1,5861	28,1701	27,4652	27,7319	26,8958
1,1	28,9781	27,423	-1,5551	28,6724	27,9812	28,2427	27,423
1,2	31,8373	27,4906	-4,3467	30,9828	29,0510	29,7819	27,4906
1,4	33,7961	27,9234	-5,8727	32,6416	30,0315	31,0191	27,9234
1,5	35,2155	28,9601	-6,2554	33,9858	31,2056	32,2575	28,9601
1,7	35,7719	29,9476	-5,8243	34,6270	32,0384	33,0178	29,9476
1,8	35,9542	30,7388	-5,2154	34,9290	32,6110	33,4880	30,7388
1,9	36,0989	28,502	-7,5969	34,6055	31,2291	32,5066	28,502

Derinlik	Ist. 8	Ist. 10	Ist. 10-Ist. 8	Tuzluluk (18)	Tuzluluk (16)
0,4	26,4419	26,2277	-0,2142	26,3524	26,4419
0,5	26,5354	26,2726	-0,2628	26,4256	26,5354
0,7	26,6599	26,3158	-0,3441	26,5162	26,6599
0,8	26,6358	26,3563	-0,2795	26,5190	26,6358
1	26,5610	26,3356	-0,2254	26,4668	26,5610
1,1	26,5651	26,3691	-0,1960	26,4832	26,5651
1,2	26,7892	26,372	-0,4172	26,6149	26,7892
1,4	26,8206	26,3803	-0,4403	26,6367	26,8206
1,5	26,9330	26,4705	-0,4625	26,7398	26,9330
1,7	30,0563	26,6285	-3,4278	28,6244	30,0563
1,8	32,0986	27,0285	-5,0701	29,9807	32,0986
1,9	35,2967	28,5909	-6,7058	32,4955	35,2967
2,1	35,6659	30,9514	-4,7145	33,6966	35,6659
2,2	36,0741	31,7622	-4,3119	34,2729	36,0741
2,4	36,1369	32,3077	-3,8292	34,5374	36,1369

Derinlik	Tuzluluk (2)
0,4	35,7676
0,5	35,7819
0,7	35,7579
0,8	35,9144
1	36,0045
1,1	36,5116
1,2	36,8847
1,4	38,1202
1,5	38,6293
1,7	38,7271
1,8	38,7246
1,9	38,7267
2,1	38,7313



Derinlik	Tuzluluk (2)	Tuzluluk (3)	Tuzluluk (4)	Tuzluluk (5)	Tuzluluk (6)	Tuzluluk (7)
0,4	35,7676	26,4864	25,0383	24,4023	25,5288	23,8704
0,5	35,7819	28,1920	26,4595	25,5942	27,0463	25,0623
0,7	35,7579	30,7741	29,0336	28,1618	29,6231	27,6299
0,8	35,9144	32,9299	30,0791	28,3120	31,0447	27,7801
1	36,0045	33,6914	30,8076	29,0138	31,7844	28,4819
1,1	36,5116	34,5568	31,4686	29,5100	32,5146	28,9781
1,2	36,8847	35,1632	33,3221	32,3692	33,9457	31,8373
1,4	38,1202	35,9924	34,7766	34,3280	35,1884	33,7961
1,5	38,6293	36,4834	35,7815	35,7474	36,0193	35,2155
1,7	38,7271	36,8044	36,2328	36,3038	36,4264	35,7719
1,8	38,7246	36,9111	36,3814	36,4861	36,5608	35,9542
1,9	38,7267	37,0652	36,5303	36,6308	36,7115	36,0989
2,1	38,7313	37,1405	36,7738	37,0100	36,8980	36,4781

Derinlik	Tuzluluk (8)	Tuzluluk (9)	Tuzluluk (10)	Tuzluluk (11)	Tuzluluk (12)	Tuzluluk (13)
0,4	24,2550	13,7670	16,9095	18,0765	24,7956	25,1246
0,5	25,2279	19,7721	21,4490	22,0716	25,4606	25,6023
0,7	27,3322	27,0934	26,9859	26,9460	26,9138	26,6592
0,8	27,5187	27,9831	27,6491	27,5250	27,1512	26,9276
1	28,1701	30,1372	29,2505	28,9213	27,7319	27,4652
1,1	28,6724	32,9815	31,3907	30,7999	28,2427	27,9812
1,2	30,9828	34,0038	32,2151	31,5508	29,7819	29,0510
1,4	32,6416	34,9194	32,9114	32,1658	31,0191	30,0315
1,5	33,9858	35,1123	33,0844	32,3313	32,2575	31,2056
1,7	34,6270	36,1260	34,6211	34,0623	33,0178	32,0384
1,8	34,9290	36,4373	35,3616	34,9621	33,4880	32,6110
1,9	34,6055	36,5497	36,2390	36,1237	32,5066	31,2291
2,1		36,7443	36,4769	36,3776		
2,2			36,6352	36,5665		
2,4			36,7615	36,6850		

Derinlik	Tuzluluk (14)	Tuzluluk (15)	Tuzluluk (16)	Tuzluluk (17)	Tuzluluk (18)
0,4	19,9473	23,6534	26,4419	25,827	26,3524
0,5	23,0699	25,0475	26,5354	25,9047	26,4256
0,7	26,8820	26,7553	26,6599	26,1156	26,5162
0,8	27,3262	26,9322	26,6358	26,4502	26,5190
1	28,3934	27,3478	26,561	26,8958	26,4668
1,1	29,8528	27,9767	26,5651	27,423	26,4832
1,2	30,4859	28,3764	26,7892	27,4906	26,6149
1,4	30,9704	28,6023	26,8206	27,9234	26,6367
1,5	31,1240	28,7324	26,933	28,9601	26,7398
1,7	33,1664	31,3916	30,0563	29,9476	28,6244
1,8	34,3217	33,0531	32,0986	30,7388	29,9807
1,9	35,9387	35,5724	35,2967	28,502	32,4955
2,1	36,2185	35,9031	35,6659		33,6966
2,2	36,4564	36,2382	36,0741		34,2729
2,4	36,5624	36,3196	36,1369		34,5374

Derinlik	Tuzluluk (24)	Tuzluluk (25)	Tuzluluk (26)	Tuzluluk (27)	Tuzluluk (29)	Tuzluluk (30)
0,4	15,1288	15,868	15,1608	21,2343	27,5131	25,9053
0,5	21,4868	22,4176	19,3908	25,3358	29,0381	27,0135
0,7	26,0674	25,5105	22,7818	28,1706	31,3245	28,8966
0,8	26,7078	26,0155	24,0990	29,5099	32,3316	30,0845
1	29,3698	28,9532	26,8381	31,3478	34,3693	31,7162
1,1	32,3633	32,0277	30,6694	33,3058	36,4135	33,4333
1,2	33,7994	33,6885	32,0661	34,4338	36,6715	34,1233
1,4	35,1043	35,2047	33,9748	35,6028	36,963	35,2897
1,5	35,5641	35,8094	34,7894	36,1500	37,3751	36,1211
1,7	36,1548	36,1704	35,2205	36,4908	37,7645	36,6264
1,8	36,4268	36,4211	35,6560	36,6687	38,148	36,9375
1,9	36,6656	36,7285	36,0098	36,8987	38,2359	37,0182
2,1	36,8425	36,8958	36,4485	37,0195	38,2713	37,0973

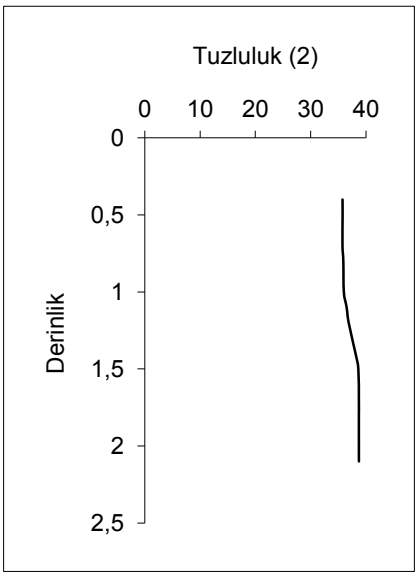
Derinlik	Tuzluluk (31)	Tuzluluk (32)	Tuzluluk (33)	Tuzluluk (34)	Tuzluluk (35)	Tuzluluk (36)
0,4	25,6869	24,2480	22,4218	21,7105	20,8467	13,9095
0,5	26,7385	24,9266	22,627	21,7504	20,686	14,0357
0,7	28,5668	26,3940	23,6363	22,6179	21,3812	17,954
0,8	29,7792	27,7681	25,2157	23,7071	21,8752	20,7083
1	31,3558	28,9814	25,9679	24,7047	23,1709	23,096
1,1	33,0284	30,3614	26,9763	26,7586	26,4943	28,2662
1,2	33,7770	31,4966	28,6021	29,0189	29,525	29,1957
1,4	35,0624	33,5649	31,6643	32,3082	33,09	31,7988
1,5	35,9507	34,8284	33,404	33,5939	33,8244	32,9847
1,7	36,4717	35,4532	34,1604	34,1598	34,1591	33,5398
1,8	36,7731	35,6898	34,3149	34,3737	34,4451	34,3023
1,9	36,8528	35,7631	34,38	34,5021	34,6503	34,7383
2,1	36,9377	35,8871	34,5535	34,7018	34,8819	35,6571
2,2			34,598	34,7782	34,9971	36,0607
2,4						36,2273
2,5						36,3966
2,6						36,565
2,8						36,7199
2,9						36,7801
3,1						36,829

Derinlik	Tuzluluk (37)	Tuzluluk (38)	Tuzluluk (39)	Tuzluluk (40)	Tuzluluk (41)	Tuzluluk (42)
0,4	11,5652	9,7305	10,8267	8,7117	7,5901	5,4496
0,5	11,6174	9,7248	10,8556	8,6738	7,5168	5,3088
0,7	14,5288	11,8483	13,4498	10,3597	8,7209	5,5936
0,8	16,5344	13,2679	15,2195	11,4539	9,4569	5,646
1	18,2866	14,5227	16,7714	12,4325	10,1314	5,7402
1,1	22,0776	17,2343	20,1280	14,5448	11,5839	5,9334
1,2	22,7781	17,7557	20,7564	14,9666	11,8961	6,0366
1,4	24,6964	19,1380	22,4589	16,0512	12,6531	6,1683
1,5	25,5519	19,7349	23,2103	16,5047	12,9485	6,162
1,7	26,6755	21,3035	24,5130	18,3203	15,0361	8,7687
1,8	32,3495	30,8212	31,7343	29,9725	29,0382	27,2552
1,9	33,3267	32,2219	32,8820	31,6085	30,9331	29,6442
2,1	34,6587	33,8774	34,3442	33,4435	32,9658	32,0542
2,2	35,0595	34,2760	34,7441	33,8408	33,3618	32,4477
2,4	35,3192	34,6085	35,0331	34,2139	33,7794	32,9503
2,5	35,4966	34,7923	35,2131	34,4012	33,9706	33,1489
2,6	35,6967	35,0172	35,4232	34,6398	34,2244	33,4316
2,8	35,9784	35,3982	35,7449	35,0759	34,7212	34,0442
2,9	36,0192	35,4238	35,7795	35,0931	34,7291	34,0344
3,1	36,0377	35,4184	35,7884	35,0745	34,6959	33,9734

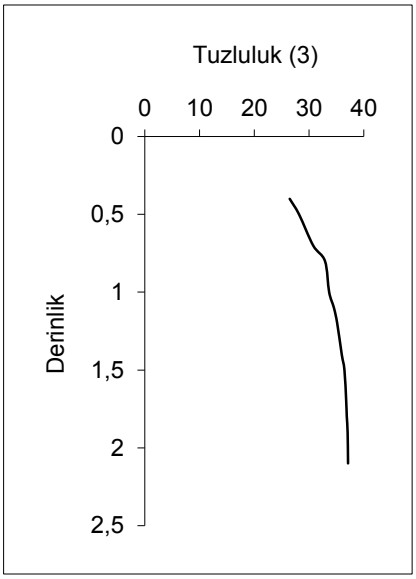
Derinlik	Tuzluluk (43)	Tuzluluk (44)	Tuzluluk (45)	Tuzluluk (46)	Tuzluluk (47)	Tuzluluk (48)
0,4	5,1013	4,5648	3,8403	3,3387	2,8858	2,1195
0,5	4,9751	4,4612	3,7672	3,2867	2,8529	2,1188
0,7	5,2301	4,6703	3,9142	3,3908	2,9182	2,1185
0,8	5,2770	4,7088	3,9413	3,4099	2,9303	2,1185
1	5,3615	4,7782	3,9904	3,4450	2,9526	2,1194
1,1	5,5347	4,9207	4,0915	3,5174	2,9991	2,122
1,2	5,6273	4,9970	4,1457	3,5564	3,0243	2,1239
1,4	5,7454	5,0942	4,2146	3,6056	3,0559	2,1255
1,5	5,7398	5,0896	4,2114	3,6034	3,0545	2,1256
1,7	8,0738	7,0037	5,5584	4,5578	3,6545	2,1258
1,8	24,6266	20,5786	15,1111	11,3260	7,9088	2,1259
1,9	26,7657	22,3329	16,3458	12,2008	8,4588	2,1262
2,1	28,9238	24,1029	17,5916	13,0837	9,0142	2,1272
2,2	29,2760	24,3916	17,7944	13,2272	9,1040	2,1262
2,4	29,7260	24,7605	18,0538	13,4108	9,2192	2,1256
2,5	29,9036	24,9059	18,1557	13,4826	9,2637	2,1241
2,6	30,1568	25,1135	18,3018	13,5861	9,3288	2,1241
2,8	30,7051	25,5629	18,6175	13,8092	9,4683	2,1223
2,9	30,6963	25,5557	18,6126	13,8058	9,4663	2,1226
3,1	30,6414	25,5100	18,5794	13,7812	9,4496	2,1191
3,2						2,1155
3,3						2,1128

C.2 İnterpolasyonla Bulunan Tuzluluk Profilleri

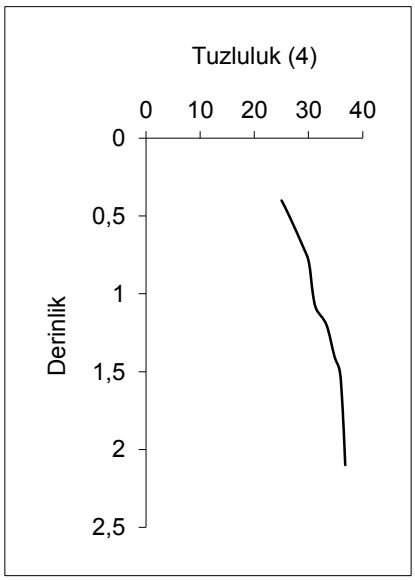
Tuzluluk (2)	Derinlik
35,8	0,4
35,8	0,5
35,8	0,7
35,9	0,8
36,0	1
36,5	1,1
36,9	1,2
38,1	1,4
38,6	1,5
38,7	1,7
38,7	1,8
38,7	1,9
38,7	2,1



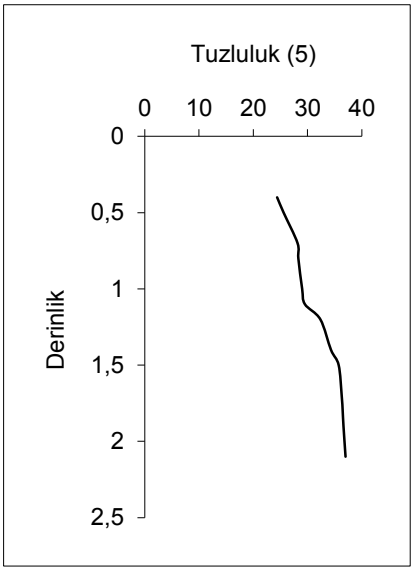
Tuzluluk (3)	Derinlik
26,5	0,4
28,2	0,5
30,8	0,7
32,9	0,8
33,7	1
34,6	1,1
35,2	1,2
36,0	1,4
36,5	1,5
36,8	1,7
36,9	1,8
37,1	1,9
37,1	2,1



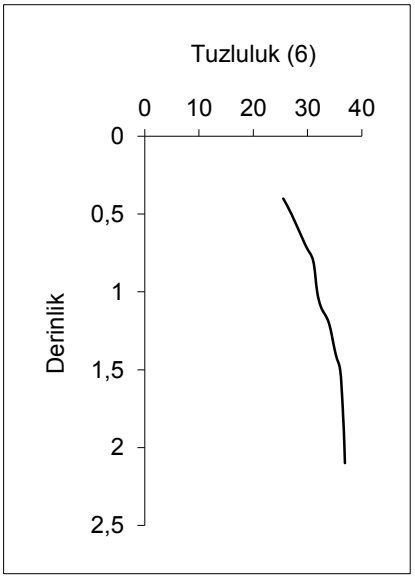
Tuzluluk (4)	Derinlik
25,0	0,4
26,5	0,5
29,0	0,7
30,1	0,8
30,8	1
31,5	1,1
33,3	1,2
34,8	1,4
35,8	1,5
36,2	1,7
36,4	1,8
36,5	1,9
36,8	2,1



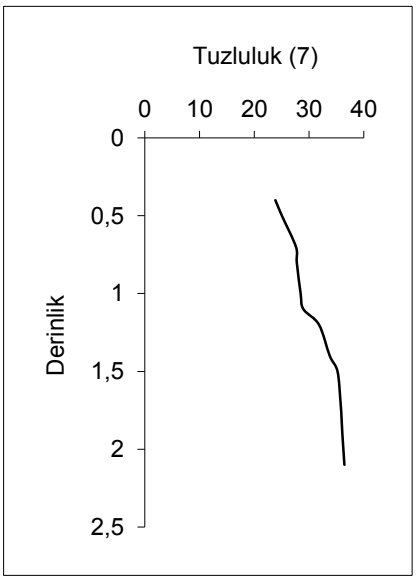
Tuzluluk (5)	Derinlik
24,4	0,4
25,6	0,5
28,2	0,7
28,3	0,8
29,0	1
29,5	1,1
32,4	1,2
34,3	1,4
35,7	1,5
36,3	1,7
36,5	1,8
36,6	1,9
37,0	2,1



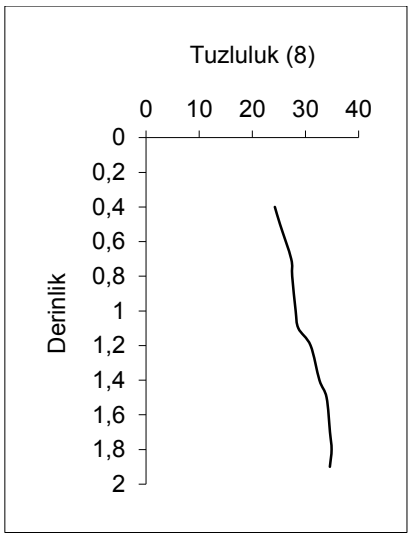
Tuzluluk (6)	Derinlik
25,5	0,4
27,0	0,5
29,6	0,7
31,0	0,8
31,8	1
32,5	1,1
33,9	1,2
35,2	1,4
36,0	1,5
36,4	1,7
36,6	1,8
36,7	1,9
36,9	2,1



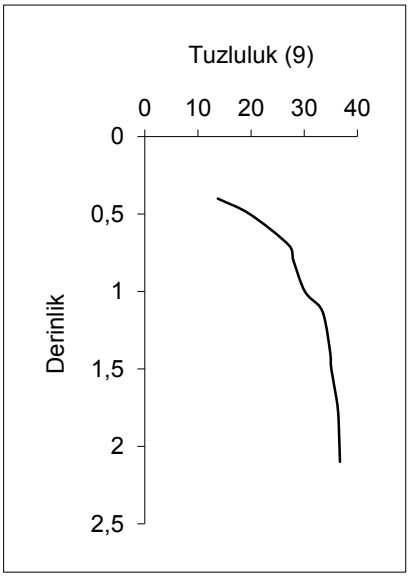
Tuzluluk (7)	Derinlik
23,9	0,4
25,1	0,5
27,6	0,7
27,8	0,8
28,5	1
29,0	1,1
31,8	1,2
33,8	1,4
35,2	1,5
35,8	1,7
36,0	1,8
36,1	1,9
36,5	2,1



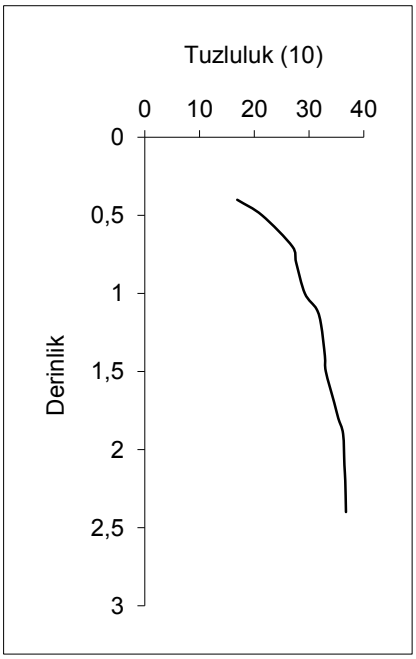
Tuzluluk (8)	Derinlik
24,3	0,4
25,2	0,5
27,3	0,7
27,5	0,8
28,2	1
28,7	1,1
31,0	1,2
32,6	1,4
34,0	1,5
34,6	1,7
34,9	1,8
34,6	1,9



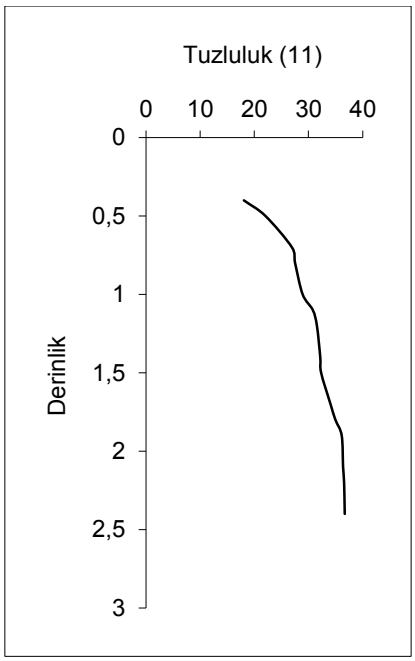
Tuzluluk (9)	Derinlik
13,8	0,4
19,8	0,5
27,1	0,7
28,0	0,8
30,1	1
33,0	1,1
34,0	1,2
34,9	1,4
35,1	1,5
36,1	1,7
36,4	1,8
36,5	1,9
36,7	2,1



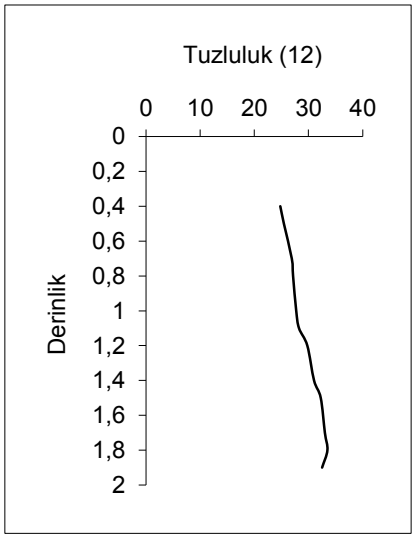
Tuzluluk (10)	Derinlik
16,9	0,4
21,4	0,5
27,0	0,7
27,6	0,8
29,3	1
31,4	1,1
32,2	1,2
32,9	1,4
33,1	1,5
34,6	1,7
35,4	1,8
36,2	1,9
36,5	2,1
36,6	2,2
36,8	2,4



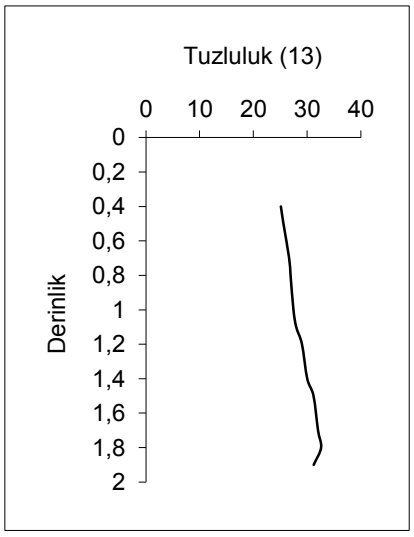
Tuzluluk (11)	Derinlik
18,1	0,4
22,1	0,5
26,9	0,7
27,5	0,8
28,9	1
30,8	1,1
31,6	1,2
32,2	1,4
32,3	1,5
34,1	1,7
35,0	1,8
36,1	1,9
36,4	2,1
36,6	2,2
36,7	2,4



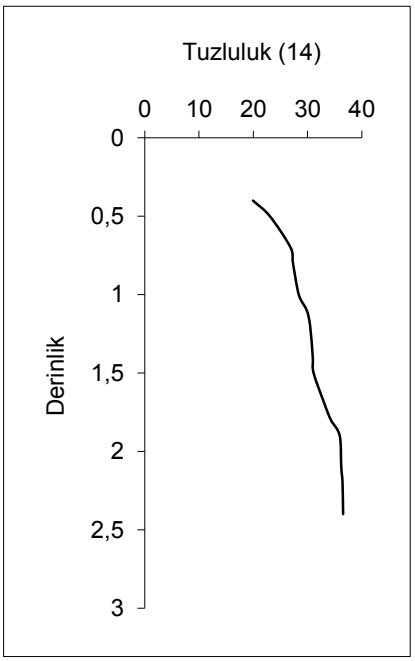
Tuzluluk (12)	Derinlik
24,8	0,4
25,5	0,5
26,9	0,7
27,2	0,8
27,7	1
28,2	1,1
29,8	1,2
31,0	1,4
32,3	1,5
33,0	1,7
33,5	1,8
32,5	1,9



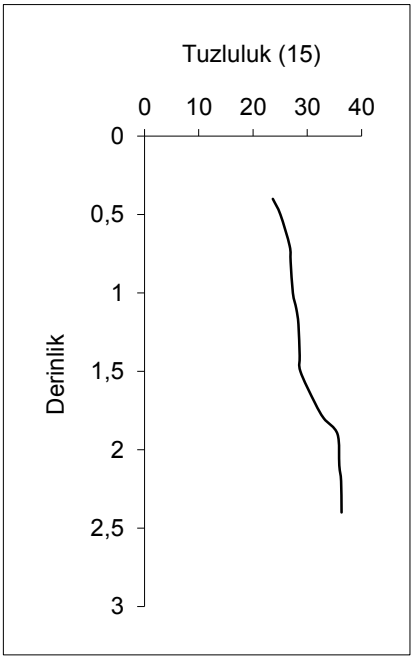
Tuzluluk (13)	Derinlik
25,1	0,4
25,6	0,5
26,7	0,7
26,9	0,8
27,5	1
28,0	1,1
29,1	1,2
30,0	1,4
31,2	1,5
32,0	1,7
32,6	1,8
31,2	1,9



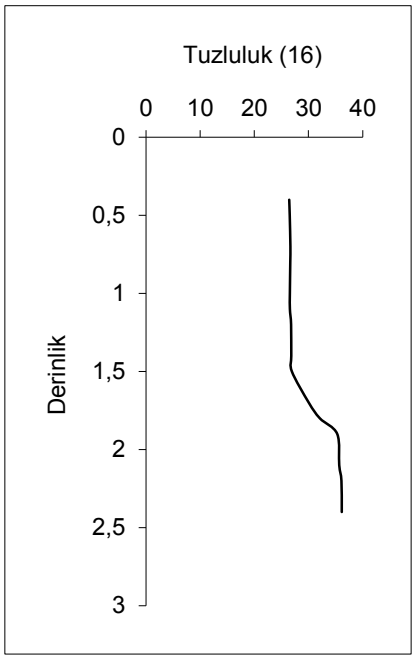
Tuzluluk (14)	Derinlik
19,9	0,4
23,1	0,5
26,9	0,7
27,3	0,8
28,4	1
29,9	1,1
30,5	1,2
31,0	1,4
31,1	1,5
33,2	1,7
34,3	1,8
35,9	1,9
36,2	2,1
36,5	2,2
36,6	2,4



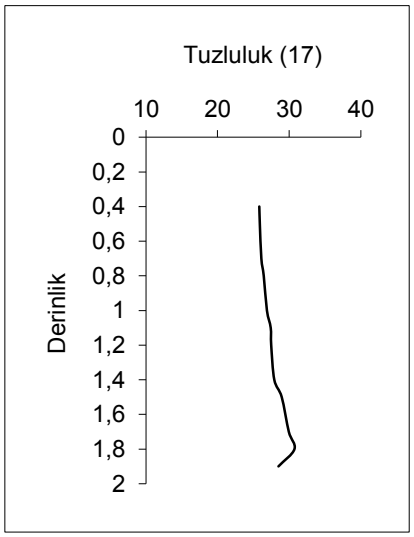
Tuzluluk (15)	Derinlik
23,7	0,4
25,0	0,5
26,8	0,7
26,9	0,8
27,3	1
28,0	1,1
28,4	1,2
28,6	1,4
28,7	1,5
31,4	1,7
33,1	1,8
35,6	1,9
35,9	2,1
36,2	2,2
36,3	2,4



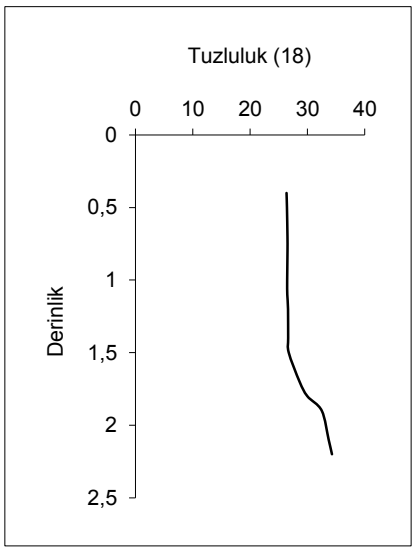
Tuzluluk (16)	Derinlik
26,4	0,4
26,5	0,5
26,7	0,7
26,6	0,8
26,6	1
26,6	1,1
26,8	1,2
26,8	1,4
26,9	1,5
30,1	1,7
32,1	1,8
35,3	1,9
35,7	2,1
36,1	2,2
36,1	2,4



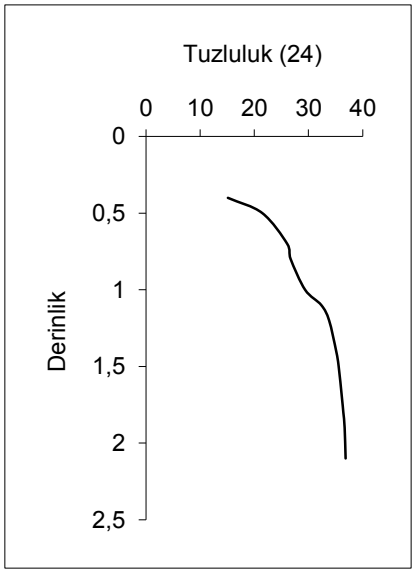
Tuzluluk (17)	Derinlik
25,8	0,4
25,9	0,5
26,1	0,7
26,5	0,8
26,9	1
27,4	1,1
27,5	1,2
27,9	1,4
29,0	1,5
29,9	1,7
30,7	1,8
28,5	1,9



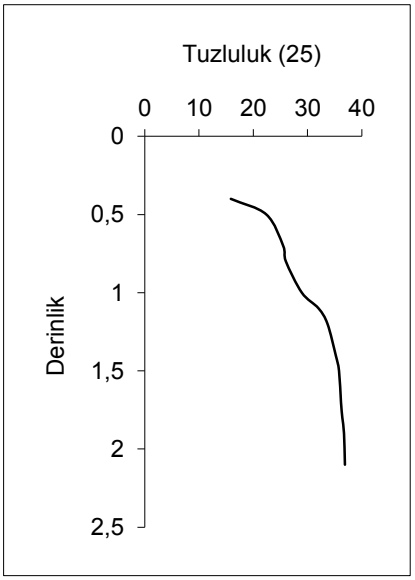
Tuzluluk (18)	Derinlik
26,4	0,4
26,4	0,5
26,5	0,7
26,5	0,8
26,5	1
26,5	1,1
26,6	1,2
26,6	1,4
26,7	1,5
28,6	1,7
30,0	1,8
32,5	1,9
33,7	2,1
34,3	2,2



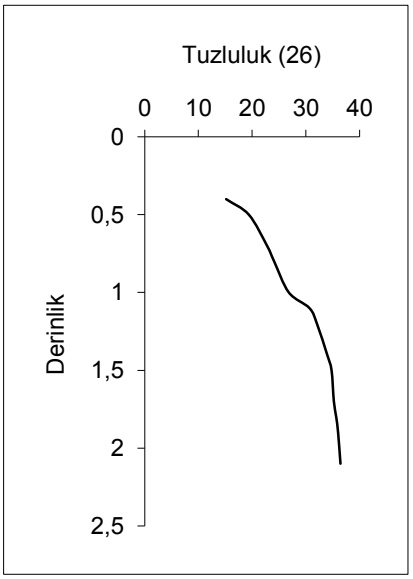
Tuzluluk (24)	Derinlik
15,1	0,4
21,5	0,5
26,1	0,7
26,7	0,8
29,4	1
32,4	1,1
33,8	1,2
35,1	1,4
35,6	1,5
36,2	1,7
36,4	1,8
36,7	1,9
36,8	2,1



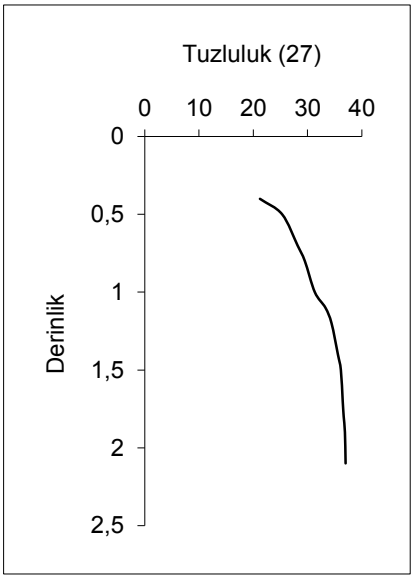
Tuzluluk (25)	Derinlik
15,9	0,4
22,4	0,5
25,5	0,7
26,0	0,8
29,0	1
32,0	1,1
33,7	1,2
35,2	1,4
35,8	1,5
36,2	1,7
36,4	1,8
36,7	1,9
36,9	2,1



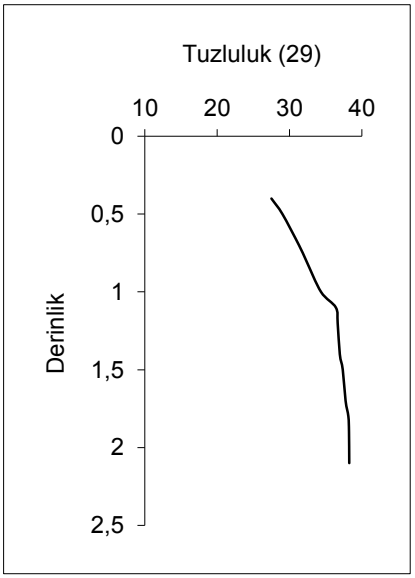
Tuzluluk (26)	Derinlik
15,2	0,4
19,4	0,5
22,8	0,7
24,1	0,8
26,8	1
30,7	1,1
32,1	1,2
34,0	1,4
34,8	1,5
35,2	1,7
35,7	1,8
36,0	1,9
36,4	2,1



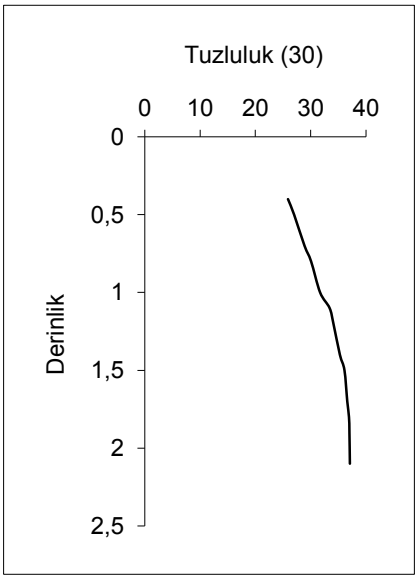
Tuzluluk (27)	Derinlik
21,2	0,4
25,3	0,5
28,2	0,7
29,5	0,8
31,3	1
33,3	1,1
34,4	1,2
35,6	1,4
36,2	1,5
36,5	1,7
36,7	1,8
36,9	1,9
37,0	2,1



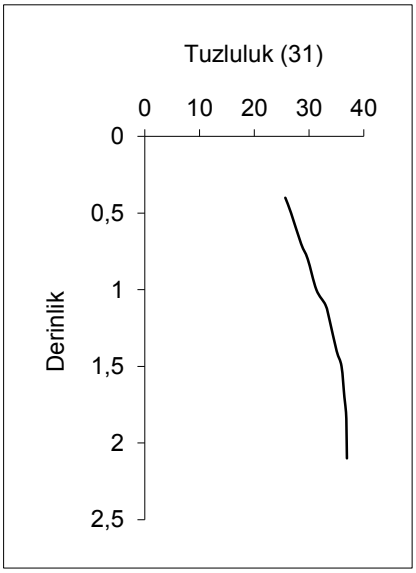
Tuzluluk (29)	Derinlik
27,5	0,4
29,0	0,5
31,3	0,7
32,3	0,8
34,4	1
36,4	1,1
36,7	1,2
37,0	1,4
37,4	1,5
37,8	1,7
38,1	1,8
38,2	1,9
38,3	2,1



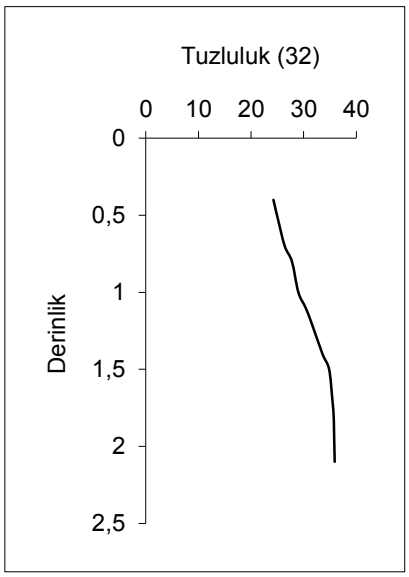
Tuzluluk (30)	Derinlik
25,9	0,4
27,0	0,5
28,9	0,7
30,1	0,8
31,7	1
33,4	1,1
34,1	1,2
35,3	1,4
36,1	1,5
36,6	1,7
36,9	1,8
37,0	1,9
37,1	2,1



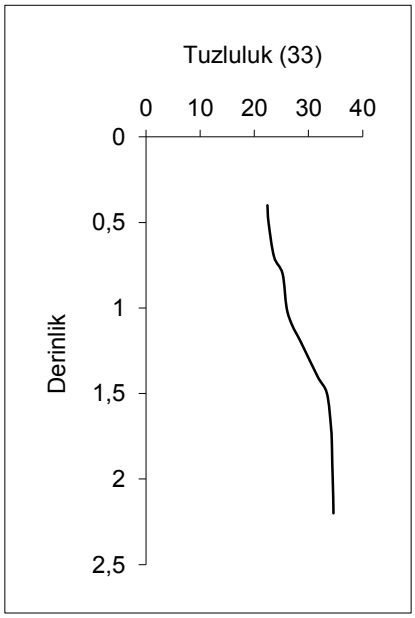
Tuzluluk (31)	Derinlik
25,7	0,4
26,7	0,5
28,6	0,7
29,8	0,8
31,4	1
33,0	1,1
33,8	1,2
35,1	1,4
36,0	1,5
36,5	1,7
36,8	1,8
36,9	1,9
36,9	2,1



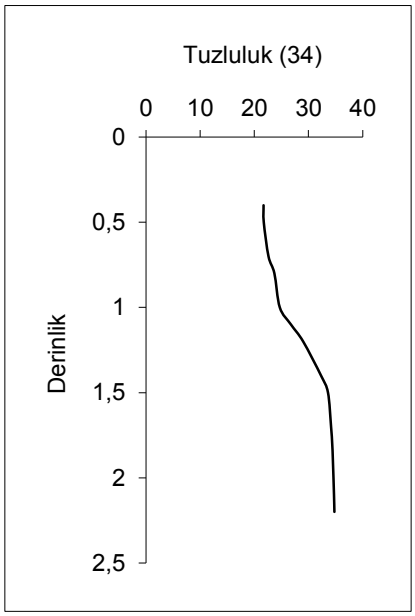
Tuzluluk (32)	Derinlik
24,2	0,4
24,9	0,5
26,4	0,7
27,8	0,8
29,0	1
30,4	1,1
31,5	1,2
33,6	1,4
34,8	1,5
35,5	1,7
35,7	1,8
35,8	1,9
35,9	2,1



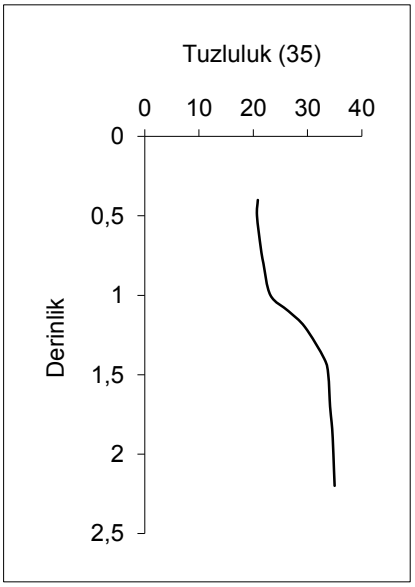
Tuzluluk (33)	Derinlik
22,4	0,4
22,6	0,5
23,6	0,7
25,2	0,8
26,0	1
27,0	1,1
28,6	1,2
31,7	1,4
33,4	1,5
34,2	1,7
34,3	1,8
34,4	1,9
34,6	2,1
34,6	2,2



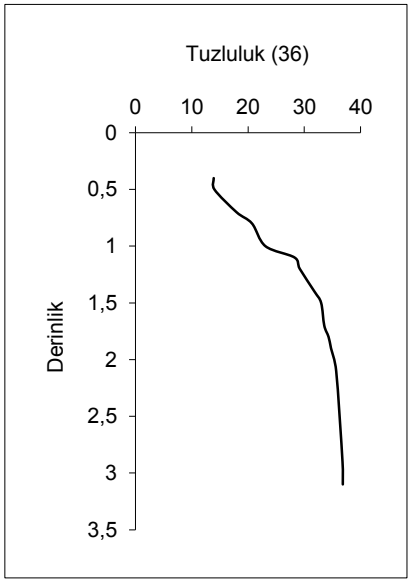
Tuzluluk (34)	Derinlik
21,7	0,4
21,8	0,5
22,6	0,7
23,7	0,8
24,7	1
26,8	1,1
29,0	1,2
32,3	1,4
33,6	1,5
34,2	1,7
34,4	1,8
34,5	1,9
34,7	2,1
34,8	2,2



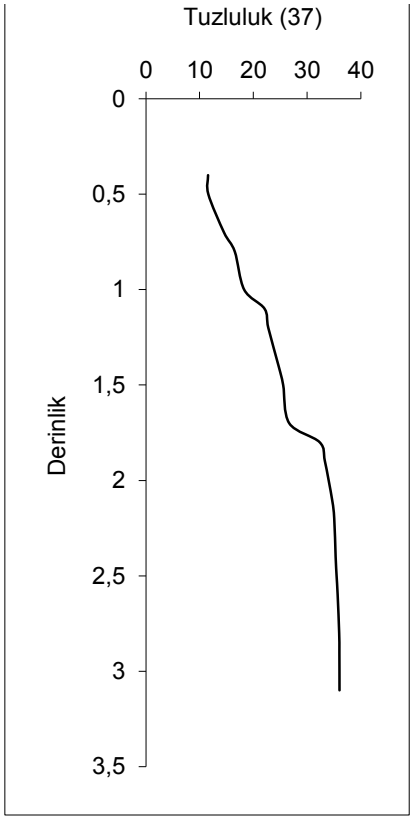
Tuzluluk (35)	Derinlik
20,8	0,4
20,7	0,5
21,4	0,7
21,9	0,8
23,2	1
26,5	1,1
29,5	1,2
33,1	1,4
33,8	1,5
34,2	1,7
34,4	1,8
34,7	1,9
34,9	2,1
35,0	2,2



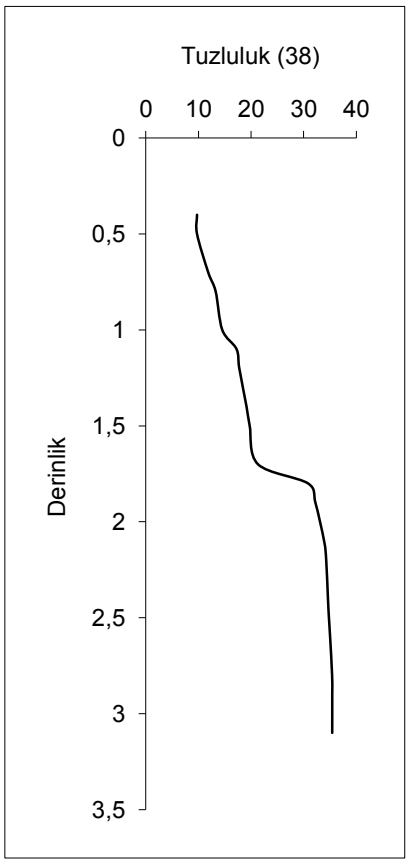
Tuzluluk (36)	Derinlik
13,9	0,4
14,0	0,5
18,0	0,7
20,7	0,8
23,1	1
28,3	1,1
29,2	1,2
31,8	1,4
33,0	1,5
33,5	1,7
34,3	1,8
34,7	1,9
35,7	2,1
36,8	2,9
36,8	3,1
Tuzluluk (37)	Derinlik



11,6	0,4
11,6	0,5
14,5	0,7
16,5	0,8
18,3	1
22,1	1,1
22,8	1,2
24,7	1,4
25,6	1,5
26,7	1,7
32,3	1,8
33,3	1,9
34,7	2,1
35,1	2,2
35,3	2,4
35,5	2,5
35,7	2,6
36,0	2,8
36,0	2,9
36,0	3,1

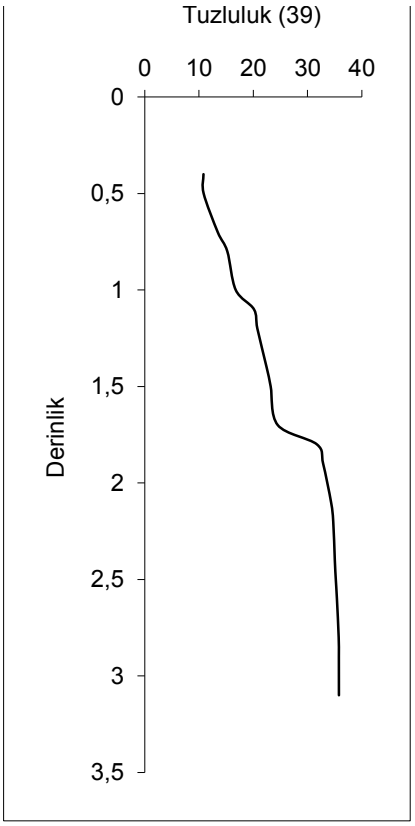


Tuzluluk (38)	Derinlik
9,7	0,4
9,7	0,5
11,8	0,7
13,3	0,8
14,5	1
17,2	1,1
17,8	1,2
19,1	1,4
19,7	1,5
21,3	1,7
30,8	1,8
32,2	1,9
33,9	2,1
34,3	2,2
34,6	2,4
34,8	2,5
35,0	2,6
35,4	2,8
35,4	2,9
35,4	3,1

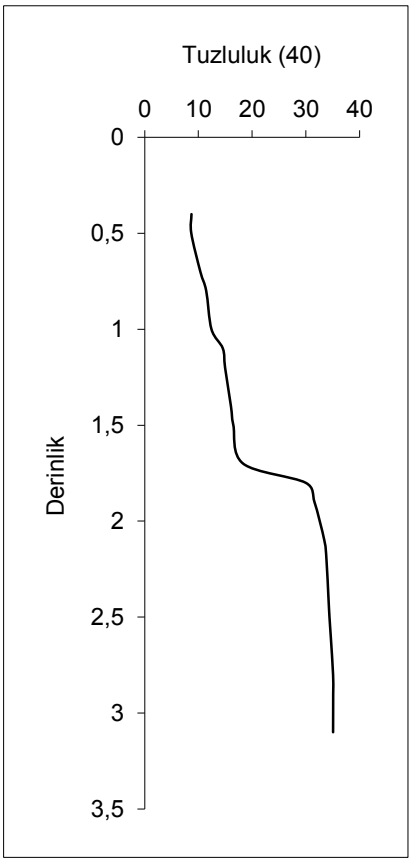


Tuzluluk (39)	Derinlik

10,8	0,4
10,9	0,5
13,4	0,7
15,2	0,8
16,8	1
20,1	1,1
20,8	1,2
22,5	1,4
23,2	1,5
24,5	1,7
31,7	1,8
32,9	1,9
34,3	2,1
34,7	2,2
35,0	2,4
35,2	2,5
35,4	2,6
35,7	2,8
35,8	2,9
35,8	3,1

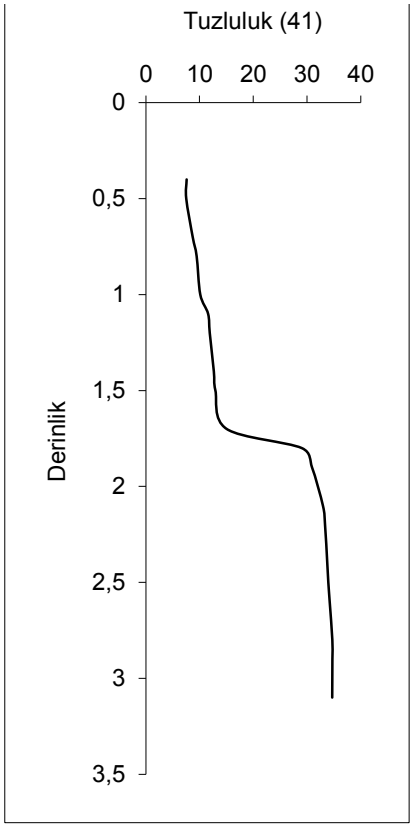


Tuzluluk (40)	Derinlik
8,7	0,4
8,7	0,5
10,4	0,7
11,5	0,8
12,4	1
14,5	1,1
15,0	1,2
16,1	1,4
16,5	1,5
18,3	1,7
30,0	1,8
31,6	1,9
33,4	2,1
33,8	2,2
34,2	2,4
34,4	2,5
34,6	2,6
35,1	2,8
35,1	2,9
35,1	3,1

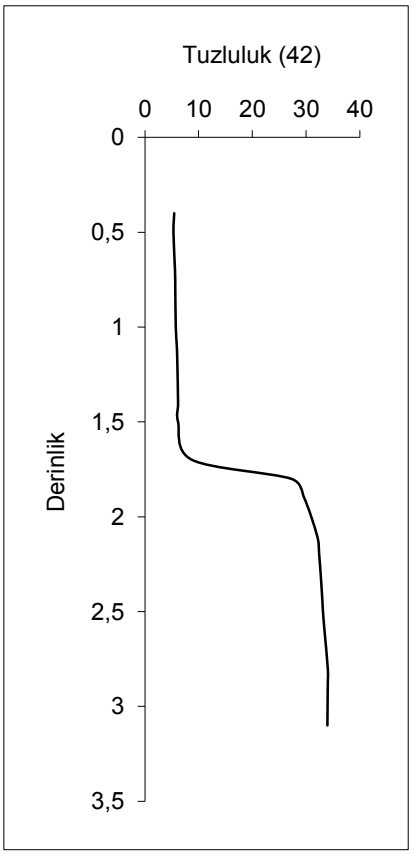


Tuzluluk (41)	Derinlik

7,6	0,4
7,5	0,5
8,7	0,7
9,5	0,8
10,1	1
11,6	1,1
11,9	1,2
12,7	1,4
12,9	1,5
15,0	1,7
29,0	1,8
30,9	1,9
33,0	2,1
33,4	2,2
33,8	2,4
34,0	2,5
34,2	2,6
34,7	2,8
34,7	2,9
34,7	3,1

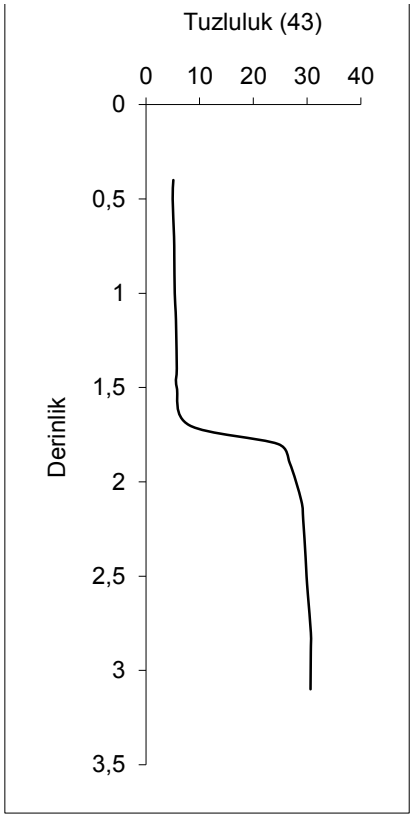


Tuzluluk (42)	Derinlik
5,4	0,4
5,3	0,5
5,6	0,7
5,6	0,8
5,7	1
5,9	1,1
6,0	1,2
6,2	1,4
6,2	1,5
8,8	1,7
27,3	1,8
29,6	1,9
32,1	2,1
32,4	2,2
33,0	2,4
33,1	2,5
33,4	2,6
34,0	2,8
34,0	2,9
34,0	3,1

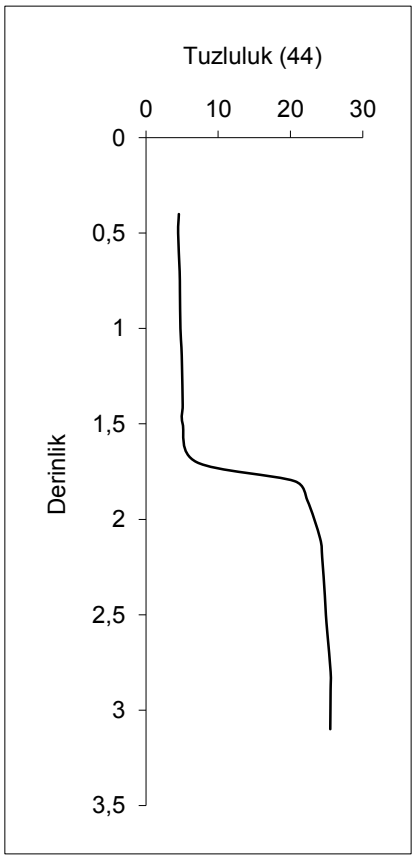


Tuzluluk (43)	Derinlik

5,1	0,4
5,0	0,5
5,2	0,7
5,3	0,8
5,4	1
5,5	1,1
5,6	1,2
5,7	1,4
5,7	1,5
8,1	1,7
24,6	1,8
26,8	1,9
28,9	2,1
29,3	2,2
29,7	2,4
29,9	2,5
30,2	2,6
30,7	2,8
30,7	2,9
30,6	3,1

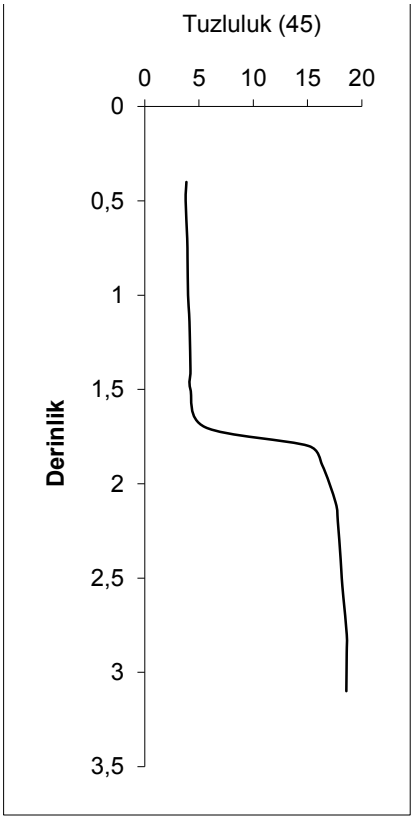


Tuzluluk (44)	Derinlik
4,6	0,4
4,5	0,5
4,7	0,7
4,7	0,8
4,8	1
4,9	1,1
5,0	1,2
5,1	1,4
5,1	1,5
7,0	1,7
20,6	1,8
22,3	1,9
24,1	2,1
24,4	2,2
24,8	2,4
24,9	2,5
25,1	2,6
25,6	2,8
25,6	2,9
25,5	3,1

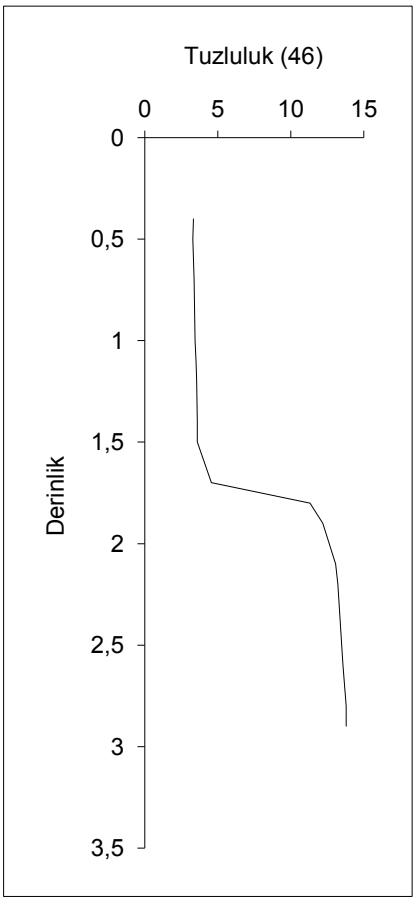


Tuzluluk (45)	Derinlik

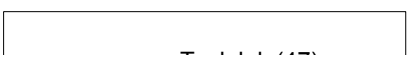
3,8	0,4
3,8	0,5
3,9	0,7
3,9	0,8
4,0	1
4,1	1,1
4,1	1,2
4,2	1,4
4,2	1,5
5,6	1,7
15,1	1,8
16,3	1,9
17,6	2,1
17,8	2,2
18,1	2,4
18,2	2,5
18,3	2,6
18,6	2,8
18,6	2,9
18,6	3,1



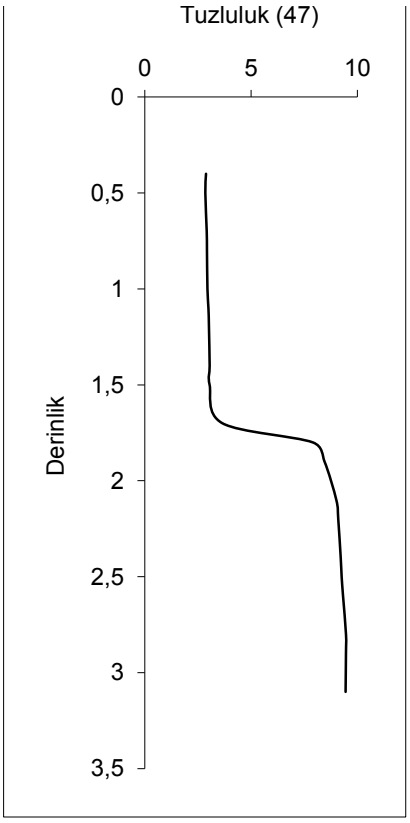
Tuzluluk (46)	Derinlik
3,3	0,4
3,3	0,5
3,4	0,7
3,4	0,8
3,4	1
3,5	1,1
3,6	1,2
3,6	1,4
3,6	1,5
4,6	1,7
11,3	1,8
12,2	1,9
13,1	2,1
13,2	2,2
13,4	2,4
13,5	2,5
13,6	2,6
13,8	2,8
13,8	2,9
13,8	3,1



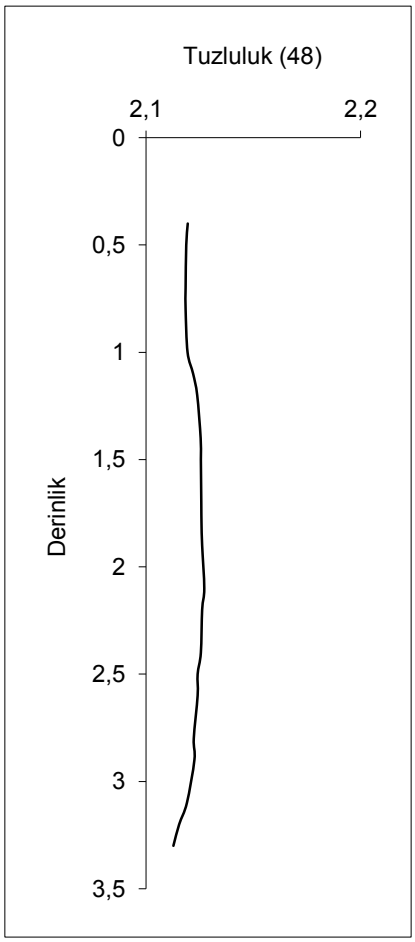
Tuzluluk (47)	Derinlik



2,9	0,4
2,9	0,5
2,9	0,7
2,9	0,8
3,0	1
3,0	1,1
3,0	1,2
3,1	1,4
3,1	1,5
3,7	1,7
7,9	1,8
8,5	1,9
9,0	2,1
9,1	2,2
9,2	2,4
9,3	2,5
9,3	2,6
9,5	2,8
9,5	2,9
9,4	3,1



Tuzluluk (48)	Derinlik
2,1	0,4
2,1	0,5
2,1	0,7
2,1	0,8
2,1	1
2,1	1,1
2,1	1,2
2,1	1,4
2,1	1,5
2,1	1,7
2,1	1,8
2,1	1,9
2,1	2,1
2,1	2,2
2,1	2,4
2,1	2,5
2,1	2,6
2,1	2,8
2,1	2,9
2,1	3,1
2,1	3,2
2,1	3,3



Tuzluluk (2)	Derinlik	Segment tuzluluğu
35,7676	0,4	35,7748
35,7819	0,5	
35,7579	0,7	37,5211
35,9144	0,8	
36,0045	1	
36,5116	1,1	
36,8847	1,2	
38,1202	1,4	
38,6293	1,5	
38,7271	1,7	
38,7246	1,8	
38,7267	1,9	
38,7313	2,1	

Tuzluluk (3)	Derinlik	Segment tuzluluğu
26,4864	0,4	27,3392
28,1920	0,5	
30,7741	0,7	35,2284
32,9299	0,8	
33,6914	1	
34,5568	1,1	
35,1632	1,2	
35,9924	1,4	
36,4834	1,5	
36,8044	1,7	
36,9111	1,8	
37,0652	1,9	
37,1405	2,1	

Tuzluluk (4)	Derinlik	Segment tuzluluğu
25,0383	0,4	25,7489
26,4595	0,5	
29,0336	0,7	33,7443
30,0791	0,8	
30,8076	1	
31,4686	1,1	
33,3221	1,2	
34,7766	1,4	
35,7815	1,5	
36,2328	1,7	
36,3814	1,8	
36,5303	1,9	
36,7738	2,1	

Tuzluluk (5)	Derinlik	Segment tuzluluğu

24,4023	0,4	24,9983
25,5942	0,5	
28,1618	0,7	33,0794
28,3120	0,8	
29,0138	1	
29,5100	1,1	
32,3692	1,2	
34,3280	1,4	
35,7474	1,5	
36,3038	1,7	
36,4861	1,8	
36,6308	1,9	
37,0100	2,1	

Tuzluluk (6)	Derinlik	Segment tuzluluğu
25,5288	0,4	26,2875
27,0463	0,5	
29,6231	0,7	34,2470
31,0447	0,8	
31,7844	1	
32,5146	1,1	
33,9457	1,2	
35,1884	1,4	
36,0193	1,5	
36,4264	1,7	
36,5608	1,8	
36,7115	1,9	
36,8980	2,1	

Tuzluluk (7)	Derinlik	Segment tuzluluğu
23,8704	0,4	24,4664
25,0623	0,5	
27,6299	0,7	32,5475
27,7801	0,8	
28,4819	1	
28,9781	1,1	
31,8373	1,2	
33,7961	1,4	
35,2155	1,5	
35,7719	1,7	
35,9542	1,8	
36,0989	1,9	
36,4781	2,1	

Tuzluluk (8)	Derinlik	Segment tuzluluğu
24,2550	0,4	24,7415

25,2279	0,5	
27,3322	0,7	31,3465
27,5187	0,8	
28,1701	1	
28,6724	1,1	
30,9828	1,2	
32,6416	1,4	
33,9858	1,5	
34,6270	1,7	
34,9290	1,8	
34,6055	1,9	

Tuzluluk (9)	Derinlik	Segment tuzluluğu
13,7670	0,4	16,7696
19,7721	0,5	
27,0934	0,7	33,4625
27,9831	0,8	
30,1372	1	
32,9815	1,1	
34,0038	1,2	
34,9194	1,4	
35,1123	1,5	
36,1260	1,7	
36,4373	1,8	
36,5497	1,9	
36,7443	2,1	

Tuzluluk (10)	Derinlik	Segment tuzluluğu
16,9095	0,4	19,1792
21,4490	0,5	
26,9859	0,7	33,0448
27,6491	0,8	
29,2505	1	
31,3907	1,1	
32,2151	1,2	
32,9114	1,4	
33,0844	1,5	
34,6211	1,7	
35,3616	1,8	
36,2390	1,9	
36,4769	2,1	
36,6352	2,2	
36,7615	2,4	

Tuzluluk (11)	Derinlik	Segment tuzluluğu
18,0765	0,4	20,0740

22,0716	0,5	
26,9460	0,7	32,6937
27,5250	0,8	
28,9213	1	
30,7999	1,1	
31,5508	1,2	
32,1658	1,4	
32,3313	1,5	
34,0623	1,7	
34,9621	1,8	
36,1237	1,9	
36,3776	2,1	
36,5665	2,2	
36,6850	2,4	

Tuzluluk (12)	Derinlik	Segment tuzluluğu
24,7956	0,4	25,1281
25,4606	0,5	
26,9138	0,7	30,2111
27,1512	0,8	
27,7319	1	
28,2427	1,1	
29,7819	1,2	
31,0191	1,4	
32,2575	1,5	
33,0178	1,7	
33,4880	1,8	
32,5066	1,9	

Tuzluluk (13)	Derinlik	Segment tuzluluğu
25,1246	0,4	25,3635
25,6023	0,5	
26,6592	0,7	29,5200
26,9276	0,8	
27,4652	1	
27,9812	1,1	
29,0510	1,2	
30,0315	1,4	
31,2056	1,5	
32,0384	1,7	
32,6110	1,8	
31,2291	1,9	

Tuzluluk (14)	Derinlik	Segment tuzluluğu
19,9473	0,4	21,5086
23,0699	0,5	
26,8820	0,7	32,1307

27,3262	0,8
28,3934	1
29,8528	1,1
30,4859	1,2
30,9704	1,4
31,1240	1,5
33,1664	1,7
34,3217	1,8
35,9387	1,9
36,2185	2,1
36,4564	2,2
36,5624	2,4

Tuzluluk (15)	Derinlik	Segment tuzluluğu
23,6534	0,4	24,3504
25,0475	0,5	
26,7553	0,7	31,0155
26,9322	0,8	
27,3478	1	
27,9767	1,1	
28,3764	1,2	
28,6023	1,4	
28,7324	1,5	
31,3916	1,7	
33,0531	1,8	
35,5724	1,9	
35,9031	2,1	
36,2382	2,2	
36,3196	2,4	

Tuzluluk (16)	Derinlik	Segment tuzluluğu
26,4419	0,4	26,4887
26,5354	0,5	
26,6599	0,7	30,1764

26,6358	0,8
26,561	1
26,5651	1,1
26,7892	1,2
26,8206	1,4
26,933	1,5
30,0563	1,7
32,0986	1,8
35,2967	1,9
35,6659	2,1
36,0741	2,2
36,1369	2,4

Tuzluluk (17)	Derinlik	Segment tuzluluğu
25,827	0,4	25,8659
25,9047	0,5	
26,1156	0,7	28,0447
26,4502	0,8	
26,8958	1	
27,423	1,1	
27,4906	1,2	
27,9234	1,4	
28,9601	1,5	
29,9476	1,7	
30,7388	1,8	
28,502	1,9	

Tuzluluk (18)	Derinlik	Segment tuzluluğu
26,3524	0,4	26,3890
26,4256	0,5	
26,5162	0,7	29,1988
26,5190	0,8	
26,4668	1	
26,4832	1,1	
26,6149	1,2	
26,6367	1,4	
26,7398	1,5	
28,6244	1,7	
29,9807	1,8	
32,4955	1,9	
33,6966	2,1	
34,2729	2,2	
34,5374	2,4	

Tuzluluk (19)	Derinlik	Segment tuzluluğu
26,2	0,5	26,5400
26,24	1	
26,82	1,5	

26,9	2	
31,5	2,5	33,3225
32,42	3	
33,38	3,5	
33,4	4	
33,4	4,5	
33,48	5	
34,5	6	
34,5	7	

Tuzluluk (20)	Derinlik	Segment tuzluluğu
26,92	0,5	26,9200
26,92	1	
26,92	1,5	
26,92	2	
31,5	2,5	32,6533
32,84	3	
33,62	3,5	

Tuzluluk (24)	Derinlik	Segment tuzluluğu
15,1288	0,4	18,3078
21,4868	0,5	
26,0674	0,7	33,1878
26,7078	0,8	
29,3698	1	
32,3633	1,1	
33,7994	1,2	
35,1043	1,4	
35,5641	1,5	
36,1548	1,7	
36,4268	1,8	
36,6656	1,9	
36,8425	2,1	

Tuzluluk (25)	Derinlik	Segment tuzluluğu
15,868	0,4	19,1428
22,4176	0,5	
25,5105	0,7	33,0387
26,0155	0,8	
28,9532	1	

32,0277	1,1
33,6885	1,2
35,2047	1,4
35,8094	1,5
36,1704	1,7
36,4211	1,8
36,7285	1,9
36,8958	2,1

Tuzluluk (26)	Derinlik	Segment tuzluluğu
15,1608	0,4	17,2758
19,3908	0,5	
22,7818	0,7	31,6867
24,0990	0,8	
26,8381	1	
30,6694	1,1	
32,0661	1,2	
33,9748	1,4	
34,7894	1,5	
35,2205	1,7	
35,6560	1,8	
36,0098	1,9	
36,4485	2,1	

Tuzluluk (27)	Derinlik	Segment tuzluluğu
21,2343	0,4	23,2851
25,3358	0,5	
28,1706	0,7	34,1453
29,5099	0,8	
31,3478	1	
33,3058	1,1	
34,4338	1,2	
35,6028	1,4	
36,1500	1,5	
36,4908	1,7	
36,6687	1,8	
36,8987	1,9	
37,0195	2,1	

Tuzluluk (29)	Derinlik	Segment tuzluluğu
27,5131	0,4	28,2756
29,0381	0,5	
31,3245	0,7	36,1698
32,3316	0,8	
34,3693	1	
36,4135	1,1	

36,6715	1,2
36,963	1,4
37,3751	1,5
37,7645	1,7
38,148	1,8
38,2359	1,9
38,2713	2,1

Tuzluluk (30)	Derinlik	Segment tuzluluğu
25,9053	0,4	26,4594
27,0135	0,5	
28,8966	0,7	34,3040
30,0845	0,8	
31,7162	1	
33,4333	1,1	
34,1233	1,2	
35,2897	1,4	
36,1211	1,5	
36,6264	1,7	
36,9375	1,8	
37,0182	1,9	
37,0973	2,1	

Tuzluluk (31)	Derinlik	Segment tuzluluğu
25,6869	0,4	26,2127
26,7385	0,5	
28,5668	0,7	34,0505
29,7792	0,8	
31,3558	1	
33,0284	1,1	
33,7770	1,2	
35,0624	1,4	
35,9507	1,5	
36,4717	1,7	
36,7731	1,8	
36,8528	1,9	
36,9377	2,1	

Tuzluluk (32)	Derinlik	Segment tuzluluğu
24,2480	0,4	24,5873
24,9266	0,5	
26,3940	0,7	32,3807
27,7681	0,8	
28,9814	1	
30,3614	1,1	
31,4966	1,2	

33,5649	1,4
34,8284	1,5
35,4532	1,7
35,6898	1,8
35,7631	1,9
35,8871	2,1

Tuzluluk (33)	Derinlik	33/82 seg. Tuz.
22,4218	0,4	22,5244
22,627	0,5	
23,6363	0,7	30,6228
25,2157	0,8	
25,9679	1	
26,9763	1,1	
28,6021	1,2	
31,6643	1,4	
33,404	1,5	
34,1604	1,7	
34,3149	1,8	
34,38	1,9	
34,5535	2,1	
34,598	2,2	

Tuzluluk (34)	Derinlik	Segment tuzluluğu
21,7105	0,4	21,7304
21,7504	0,5	
22,6179	0,7	30,4354
23,7071	0,8	
24,7047	1	
26,7586	1,1	
29,0189	1,2	
32,3082	1,4	
33,5939	1,5	
34,1598	1,7	
34,3737	1,8	
34,5021	1,9	
34,7018	2,1	
34,7782	2,2	
Tuzluluk (35)	Derinlik	Segment tuzluluğu
20,8467	0,4	20,7664
20,686	0,5	
21,3812	0,7	30,2079
21,8752	0,8	
23,1709	1	
26,4943	1,1	
29,525	1,2	
33,09	1,4	

33,8244	1,5
34,1591	1,7
34,4451	1,8
34,6503	1,9
34,8819	2,1
34,9971	2,2

Tuzluluk (36)	Derinlik	Segment tuzluluğu
13,9095	0,4	16,6519
14,0357	0,5	
17,954	0,7	
20,7083	0,8	
23,096	1	33,6973
28,2662	1,1	
29,1957	1,2	
31,7988	1,4	
32,9847	1,5	
33,5398	1,7	
34,3023	1,8	
34,7383	1,9	
35,6571	2,1	
36,0607	2,2	
36,2273	2,4	
36,3966	2,5	
36,565	2,6	
36,7199	2,8	
36,7801	2,9	
36,829	3,1	

Tuzluluk (37)	Derinlik	Segment tuzluluğu
11,5652	0,4	14,2676
11,6174	0,5	
13,0731	0,6	
14,5288	0,7	
16,5344	0,8	
18,2866	1	
22,0776	1,1	31,4481
22,7781	1,2	

24,6964	1,4
25,5519	1,5
26,6755	1,7
32,3495	1,8
33,3267	1,9
34,6587	2,1
35,0595	2,2
35,3192	2,4
35,4966	2,5
35,6967	2,6
35,9784	2,8
36,0192	2,9
36,0377	3,1

Tuzluluk (38)	Derinlik	Segment tuzluluğu
9,7305	0,4	15,4260
9,7248	0,5	
11,8483	0,7	
13,2679	0,8	
14,5227	1	
17,2343	1,1	
17,7557	1,2	
19,1380	1,4	
19,7349	1,5	
21,3035	1,7	
30,8212	1,8	34,1855
32,2219	1,9	
33,8774	2,1	
34,2760	2,2	
34,6085	2,4	
34,7923	2,5	
35,0172	2,6	
35,3982	2,8	
35,4238	2,9	
35,4184	3,1	

Tuzluluk (39)	Derinlik	Segment tuzluluğu
10,8267	0,4	17,8190
10,8556	0,5	
13,4498	0,7	
15,2195	0,8	
16,7714	1	
20,1280	1,1	
20,7564	1,2	
22,4589	1,4	

23,2103	1,5	
24,5130	1,7	
31,7343	1,8	34,6687
32,8820	1,9	
34,3442	2,1	
34,7441	2,2	
35,0331	2,4	
35,2131	2,5	
35,4232	2,6	
35,7449	2,8	
35,7795	2,9	
35,7884	3,1	

Tuzluluk (40)	Derinlik	Segment tuzluluğu
8,7117	0,4	13,2019
8,6738	0,5	
10,3597	0,7	
11,4539	0,8	
12,4325	1	
14,5448	1,1	
14,9666	1,2	
16,0512	1,4	
16,5047	1,5	
18,3203	1,7	
29,9725	1,8	33,7364
31,6085	1,9	
33,4435	2,1	
33,8408	2,2	
34,2139	2,4	
34,4012	2,5	
34,6398	2,6	
35,0759	2,8	
35,0931	2,9	
35,0745	3,1	

Tuzluluk (41)	Derinlik	Segment tuzluluğu
7,5901	0,4	10,6662
7,5168	0,5	
8,7209	0,7	
9,4569	0,8	
9,7942	0,9	
10,1314	1	
11,5839	1,1	
11,8961	1,2	

12,6531	1,4	
12,9485	1,5	
15,0361	1,7	
29,0382	1,8	33,2419
30,9331	1,9	
32,9658	2,1	
33,3618	2,2	
33,7794	2,4	
33,9706	2,5	
34,2244	2,6	
34,7212	2,8	
34,7291	2,9	
34,6959	3,1	

Tuzluluk (42)	Derinlik	Segment tuzluluğu
5,4496	0,4	6,0807
5,3088	0,5	
5,5936	0,7	
5,646	0,8	
5,7402	1	
5,9334	1,1	
6,0366	1,2	
6,1683	1,4	
6,162	1,5	
8,7687	1,7	
27,2552	1,8	32,2984
29,6442	1,9	
32,0542	2,1	
32,4477	2,2	
32,9503	2,4	
33,1489	2,5	
33,4316	2,6	
34,0442	2,8	
34,0344	2,9	
33,9734	3,1	

Tuzluluk (43)	Derinlik	Segment tuzluluğu
5,1013	0,4	5,6666
4,9751	0,5	
5,2301	0,7	
5,2770	0,8	
5,3615	1	
5,5347	1,1	
5,6273	1,2	
5,7454	1,4	

5,7398	1,5	
8,0738	1,7	
24,6266	1,8	29,1421
26,7657	1,9	
28,9238	2,1	
29,2760	2,2	
29,7260	2,4	
29,9036	2,5	
30,1568	2,6	
30,7051	2,8	
30,6963	2,9	
30,6414	3,1	

Tuzluluk (44)	Derinlik	Segment tuzluluğu
4,5648	0,4	5,0289
4,4612	0,5	
4,6703	0,7	
4,7088	0,8	
4,7782	1	
4,9207	1,1	
4,9970	1,2	
5,0942	1,4	
5,0896	1,5	
7,0037	1,7	
20,5786	1,8	24,2814
22,3329	1,9	
24,1029	2,1	
24,3916	2,2	
24,7605	2,4	
24,9059	2,5	
25,1135	2,6	
25,5629	2,8	
25,5557	2,9	
25,5100	3,1	

Tuzluluk (45)	Derinlik	Segment tuzluluğu
3,8403	0,4	4,1675
3,7672	0,5	
3,9142	0,7	
3,9413	0,8	
3,9904	1	
4,0915	1,1	
4,1457	1,2	
4,2146	1,4	

4,2114	1,5	
5,5584	1,7	
15,1111	1,8	17,7164
16,3458	1,9	
17,5916	2,1	
17,7944	2,2	
18,0538	2,4	
18,1557	2,5	
18,3018	2,6	
18,6175	2,8	
18,6126	2,9	
18,5794	3,1	

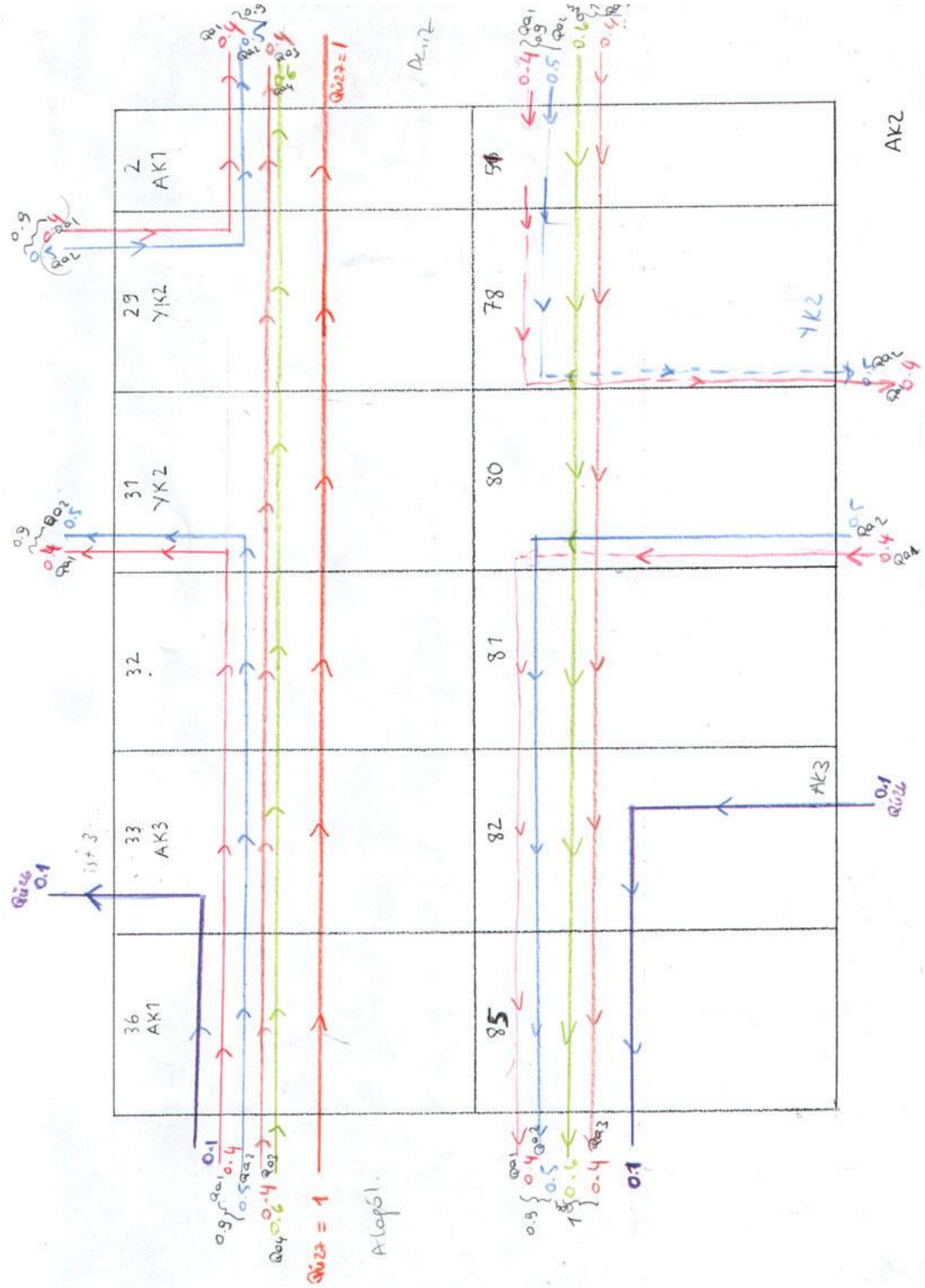
Tuzluluk (46)	Derinlik	Segment tuzluluğu
3,3387	0,4	3,5712
3,2867	0,5	
3,3908	0,7	
3,4099	0,8	
3,4450	1	
3,5174	1,1	
3,5564	1,2	
3,6056	1,4	
3,6034	1,5	
4,5578	1,7	
11,3260	1,8	13,1713
12,2008	1,9	
13,0837	2,1	
13,2272	2,2	
13,4108	2,4	
13,4826	2,5	
13,5861	2,6	
13,8092	2,8	
13,8058	2,9	
13,7812	3,1	

Tuzluluk (47)	Derinlik	Segment tuzluluğu
2,8858	0,4	3,0328
2,8529	0,5	
2,9182	0,7	
2,9303	0,8	
2,9526	1	
2,9991	1,1	
3,0243	1,2	
3,0559	1,4	

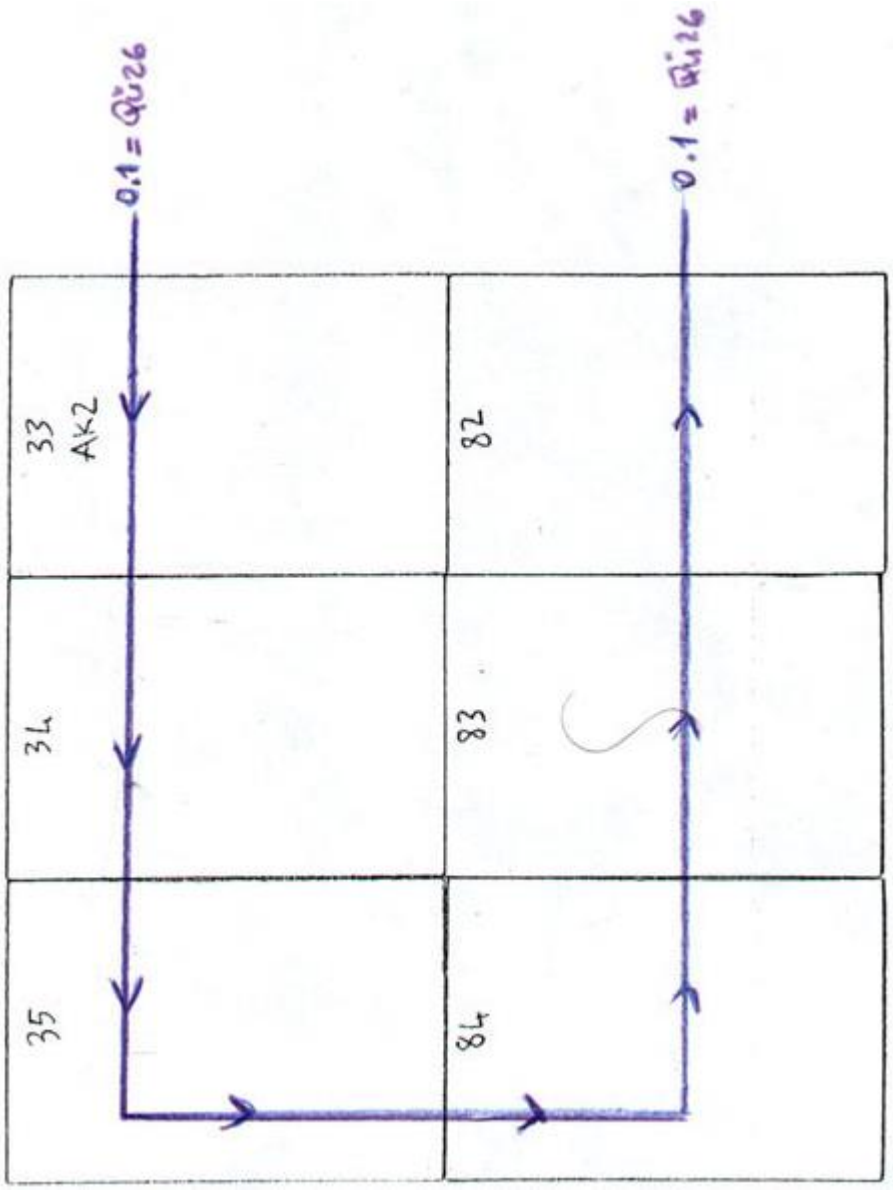
3,0545	1,5	
3,6545	1,7	
7,9088	1,8	9,0682
8,4588	1,9	
9,0142	2,1	
9,1040	2,2	
9,2192	2,4	
9,2637	2,5	
9,3288	2,6	
9,4683	2,8	
9,4663	2,9	
9,4496	3,1	

Tuzluluk (48)	Derinlik	Segment tuzluluğu
2,1195	0,4	2,1230
2,1188	0,5	
2,1185	0,7	
2,1185	0,8	
2,1194	1	
2,122	1,1	
2,1239	1,2	
2,1255	1,4	
2,1256	1,5	
2,1258	1,7	
2,1259	1,8	
2,1262	1,9	
2,1272	2,1	
2,1262	2,2	
2,1256	2,4	
2,1241	2,5	
2,1241	2,6	
2,1223	2,8	
2,1226	2,9	
2,1191	3,1	
2,1155	3,2	2,1142
2,1128	3,3	

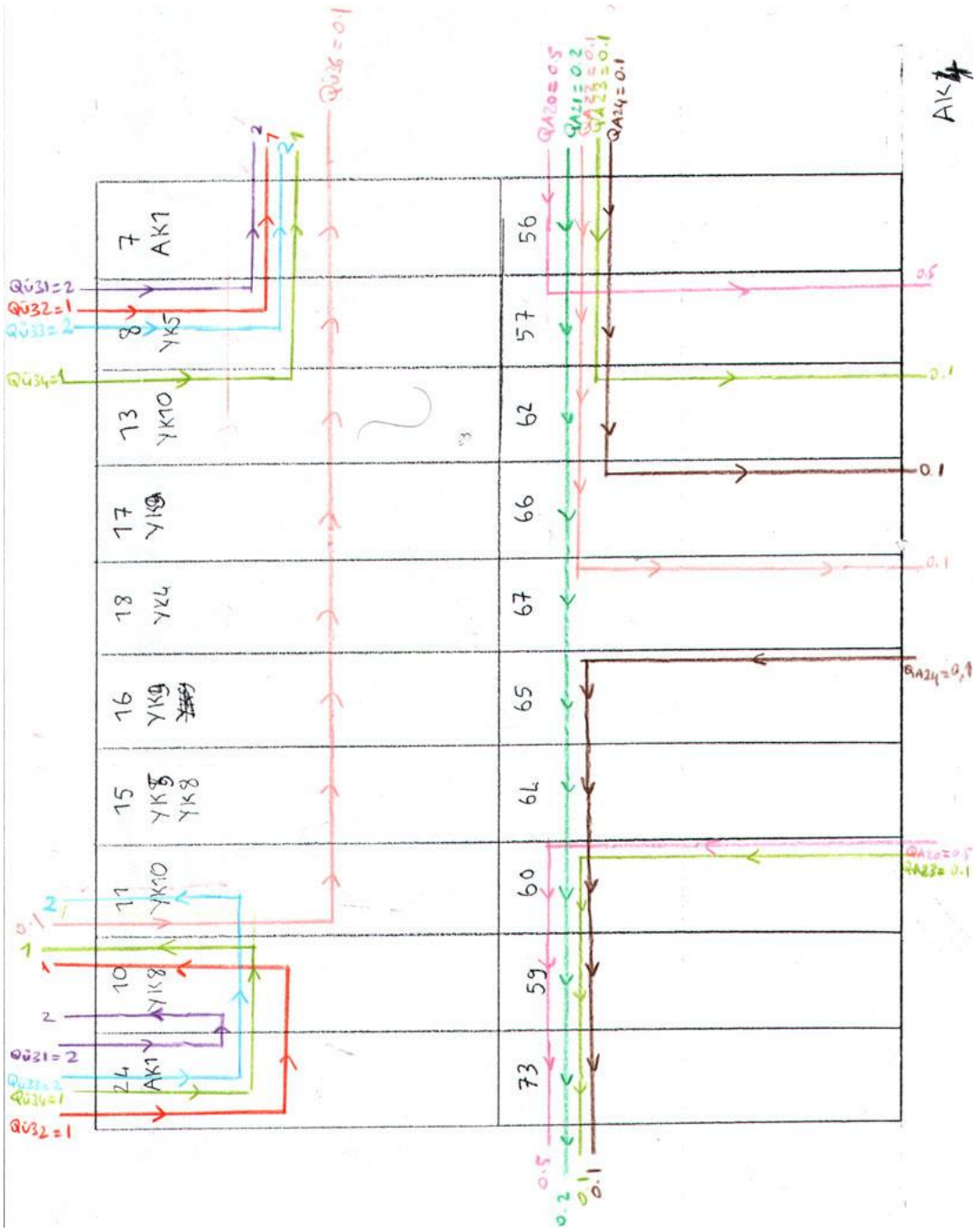
C.3 Debi Bileşenleri



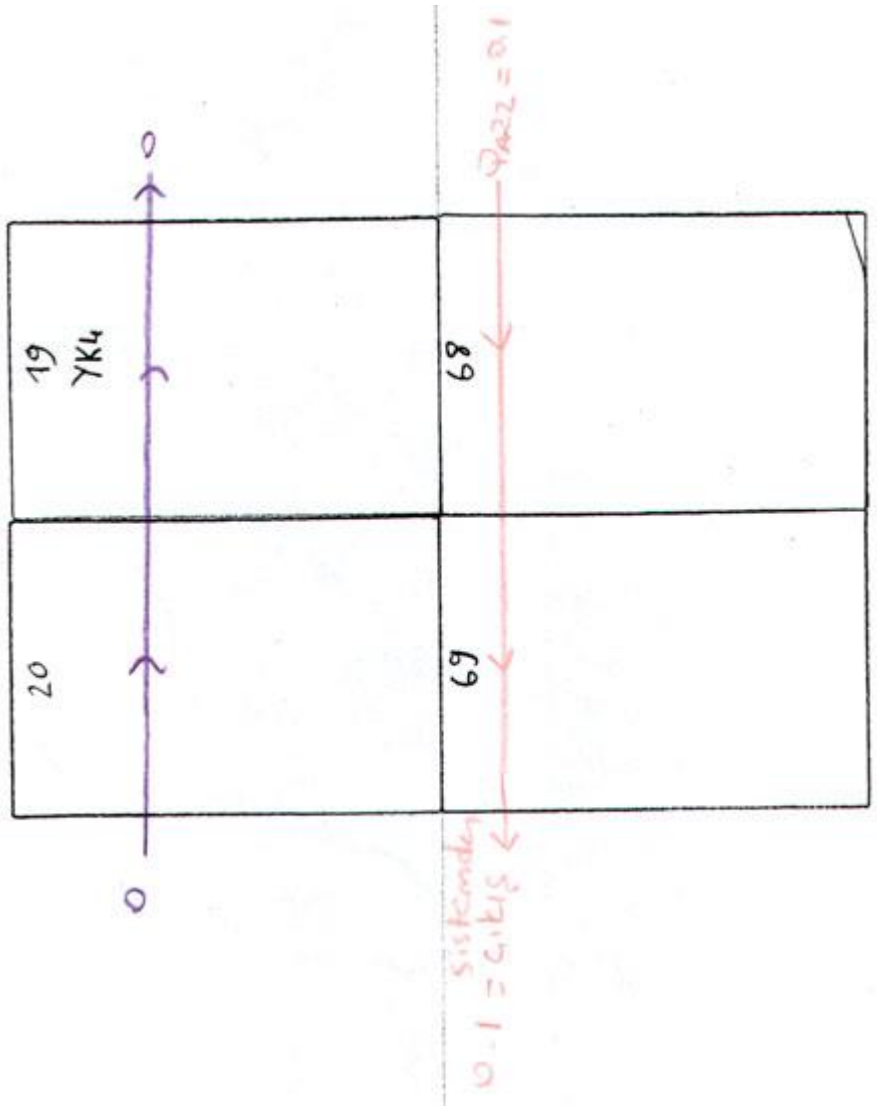
Şekil C.2 – Ana Kol 2 Debi Bileşenleri



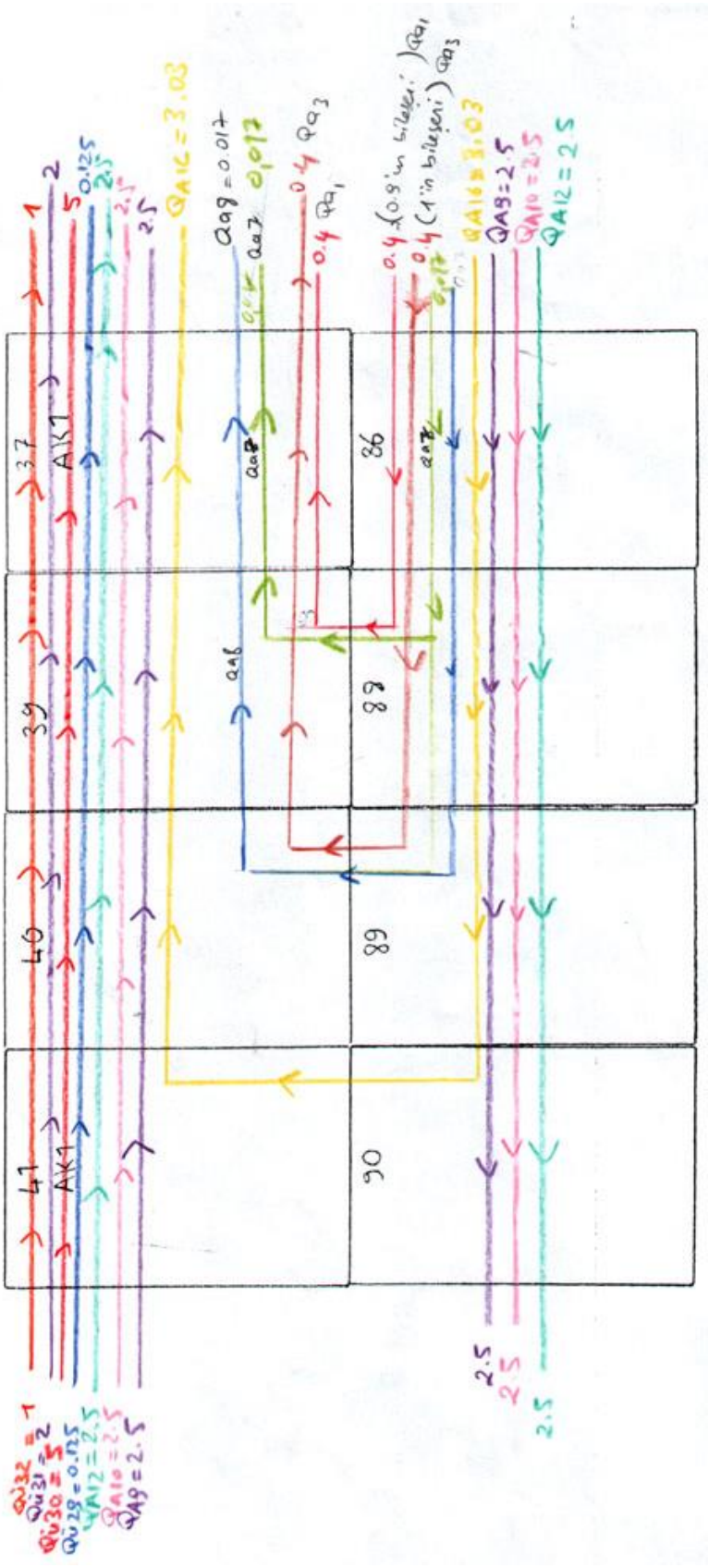
Şekil C.3 – Ana Kol 3 Debi Bileşenleri



Şekil C.4 – Ana Kol 4 Debi Bileşenleri

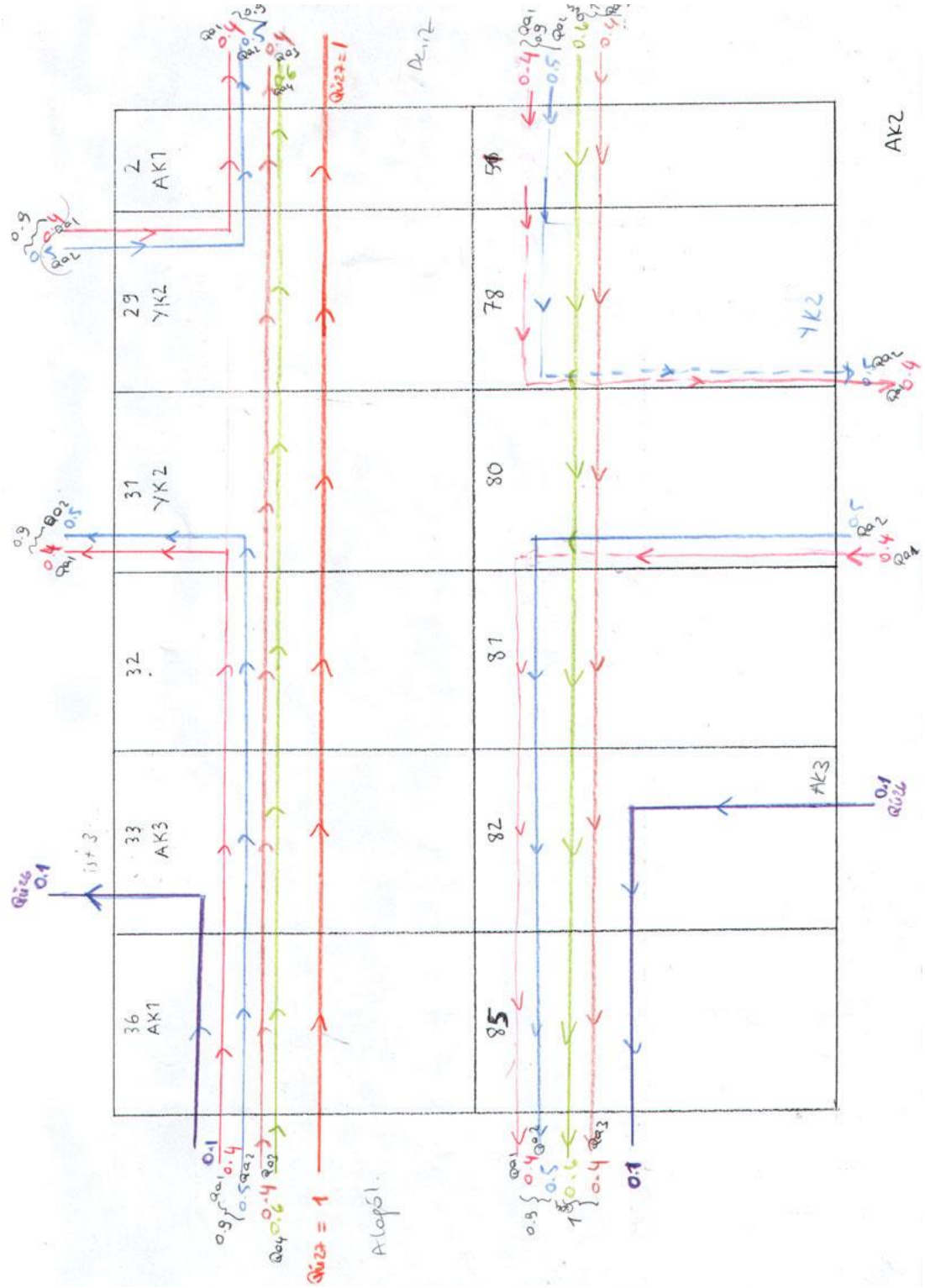


Şekil C.5 – Ana Kol 5 Debi Bileşenleri

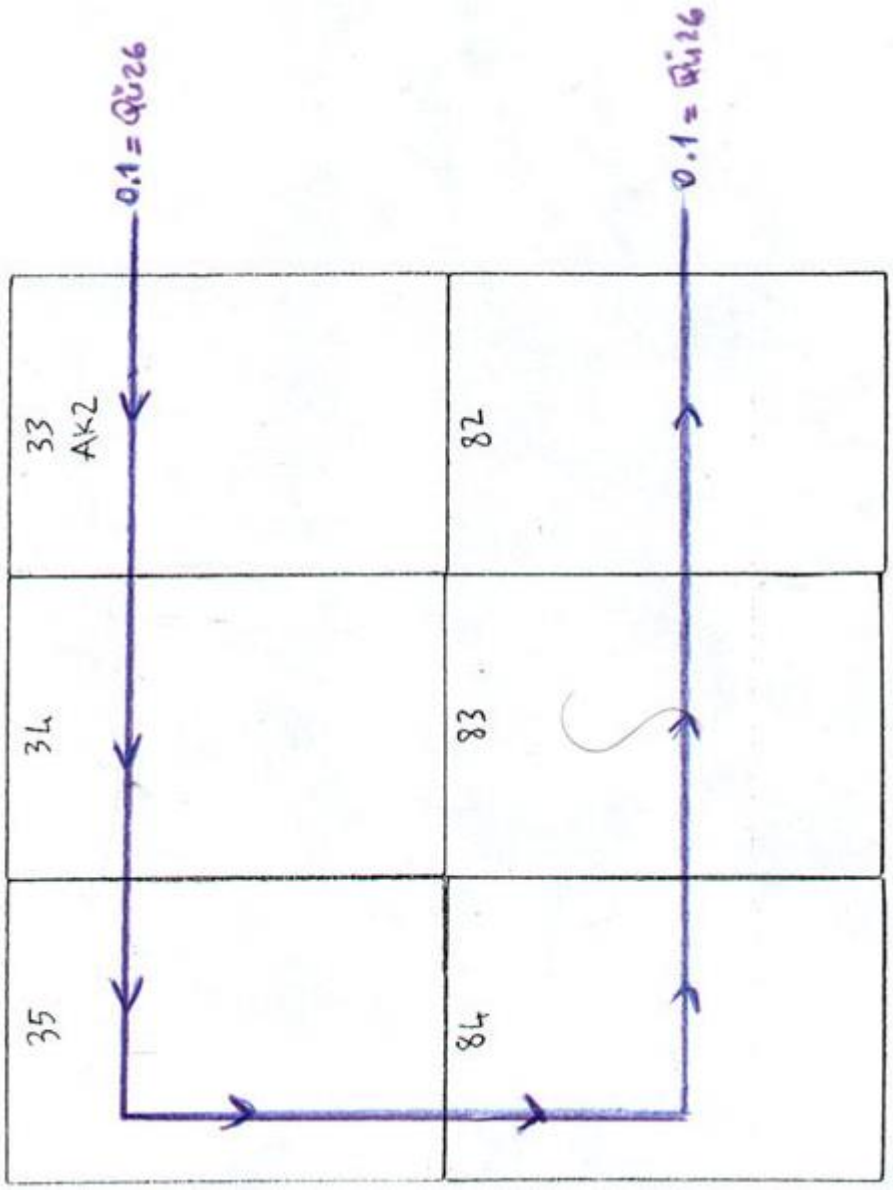


Şekil C.5 – Ana Kol 5 Debi Bileşenleri

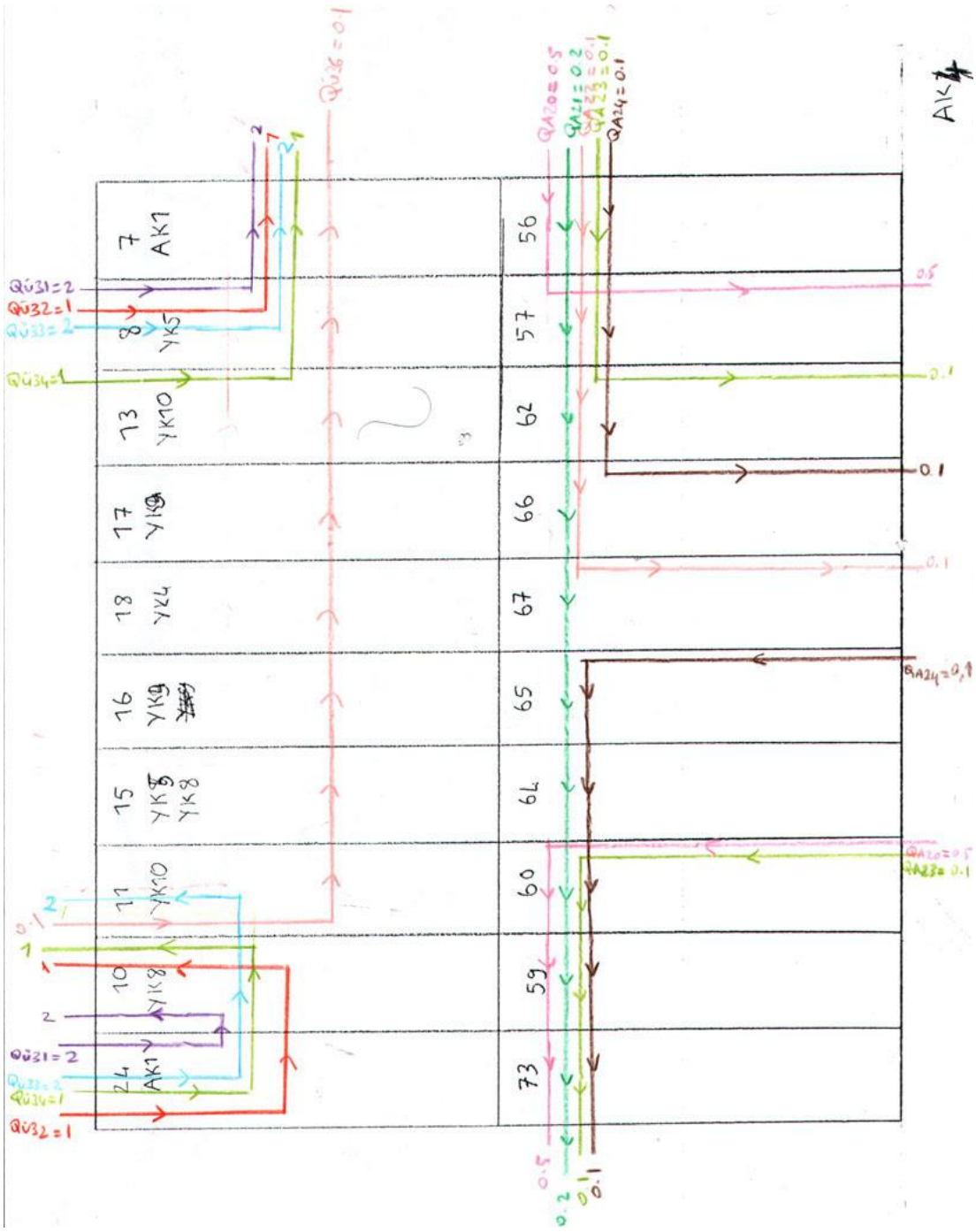
C.4 Debi Bileşenleri



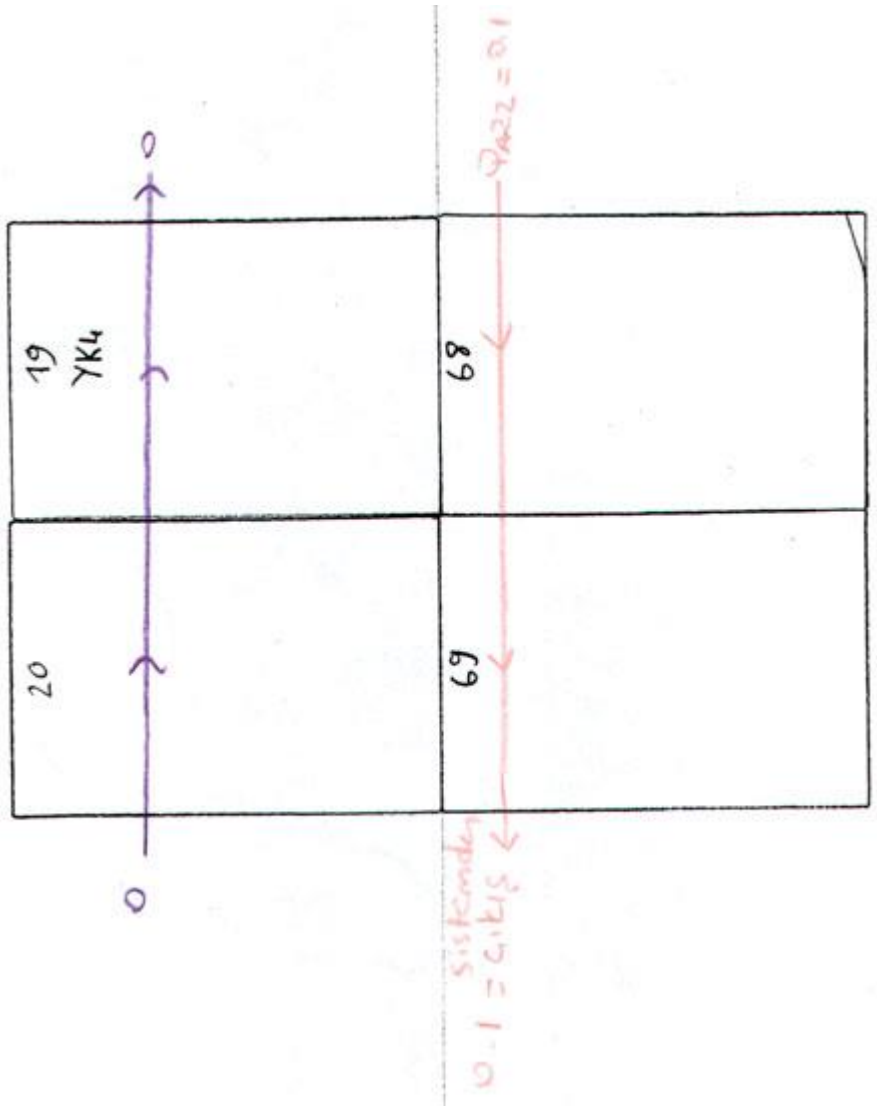
Şekil C.2 – Ana Kol 2 Debi Bileşenleri



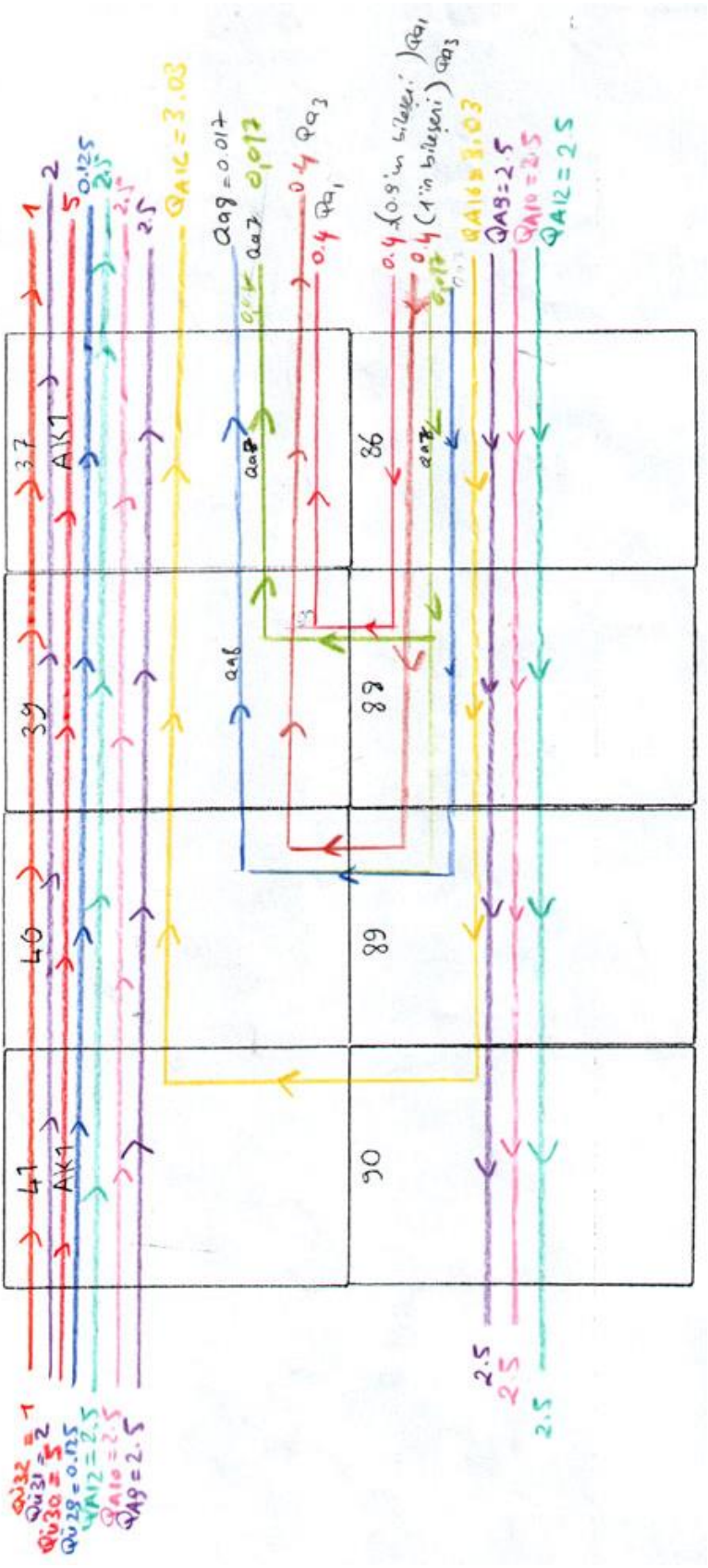
Şekil C.3 – Ana Kol 3 Debi Bileşenleri



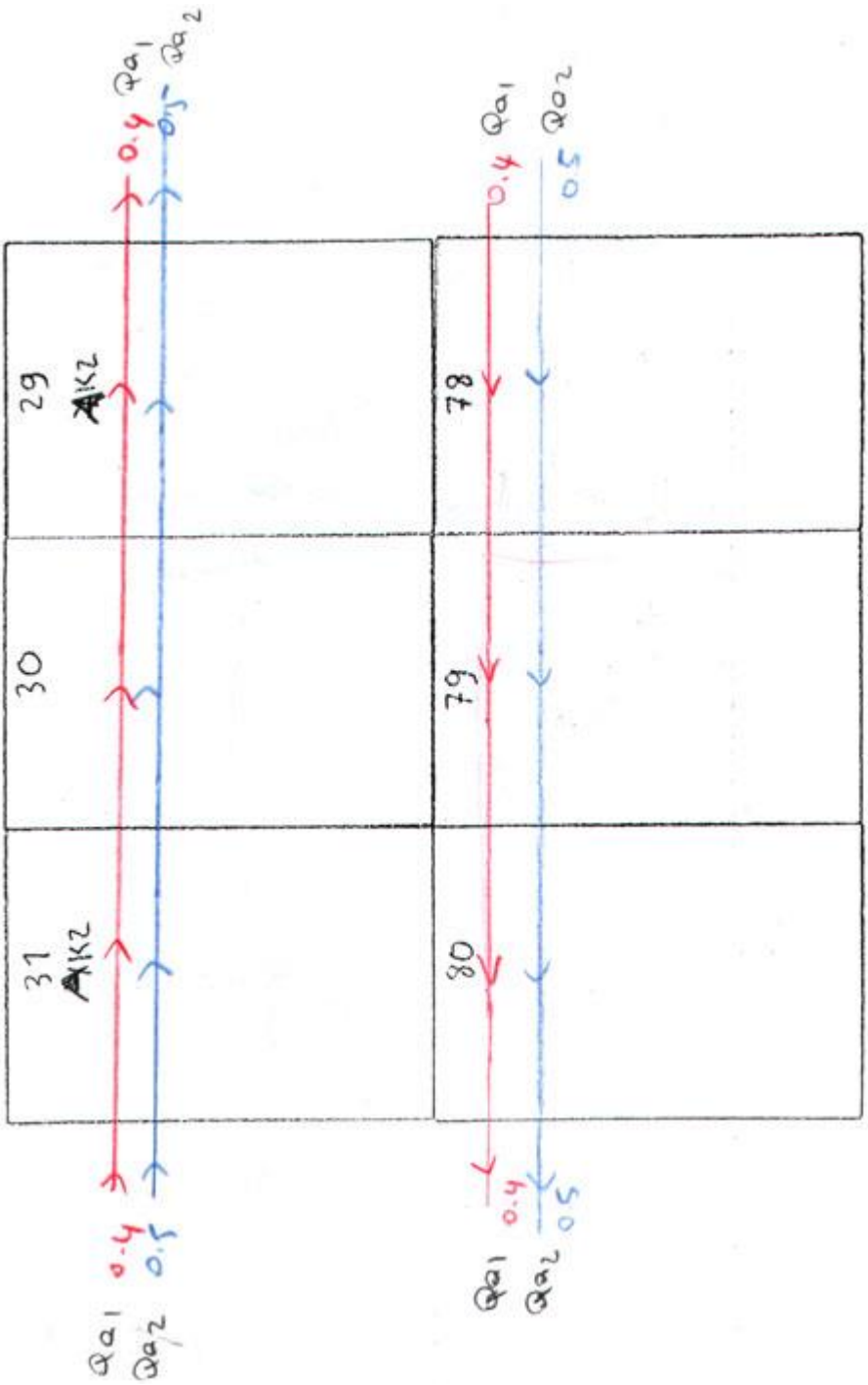
Şekil C.4 – Ana Kol 4 Debi Bileşenleri



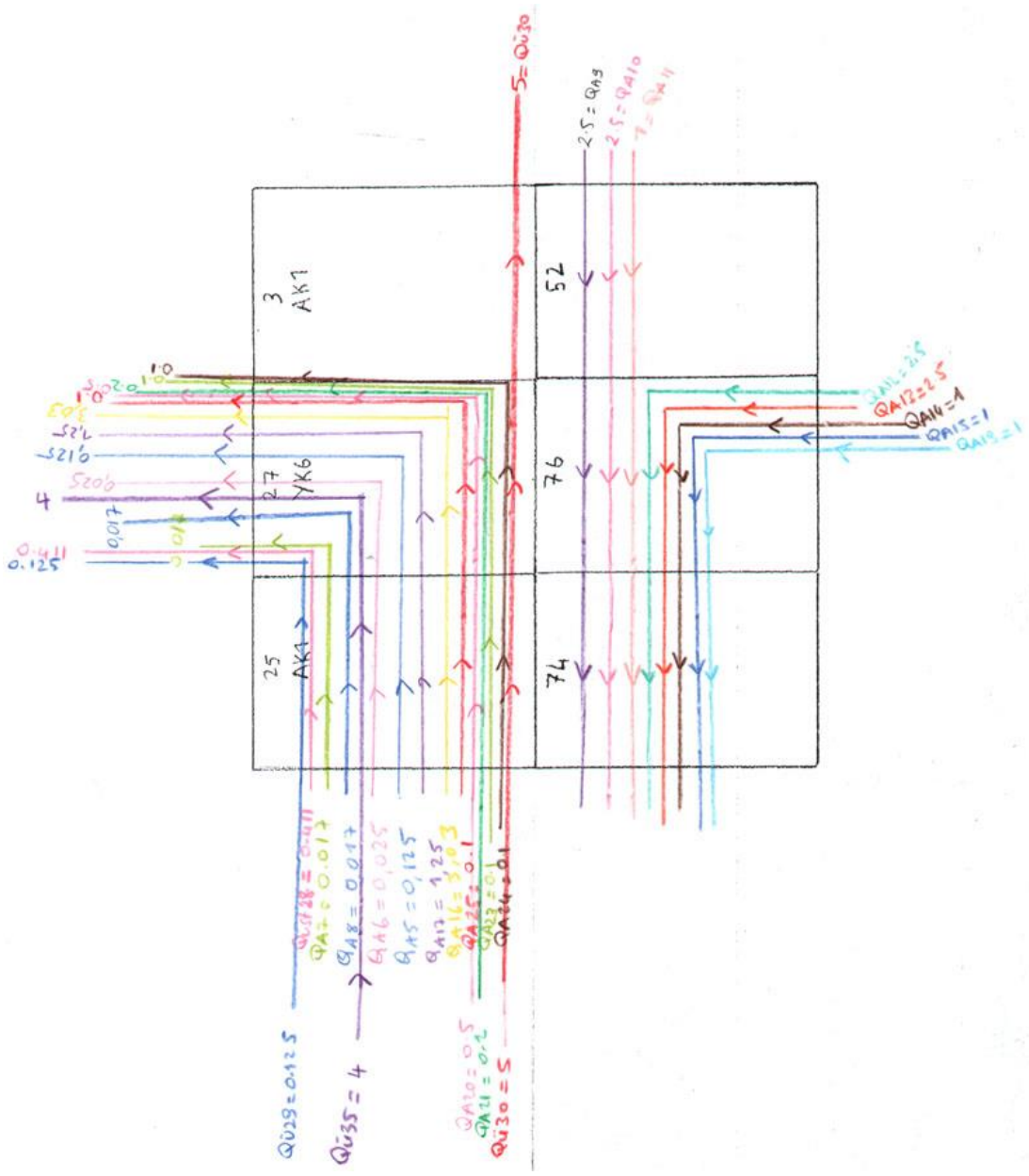
Şekil C.5 – Ana Kol 5 Debi Bileşenleri



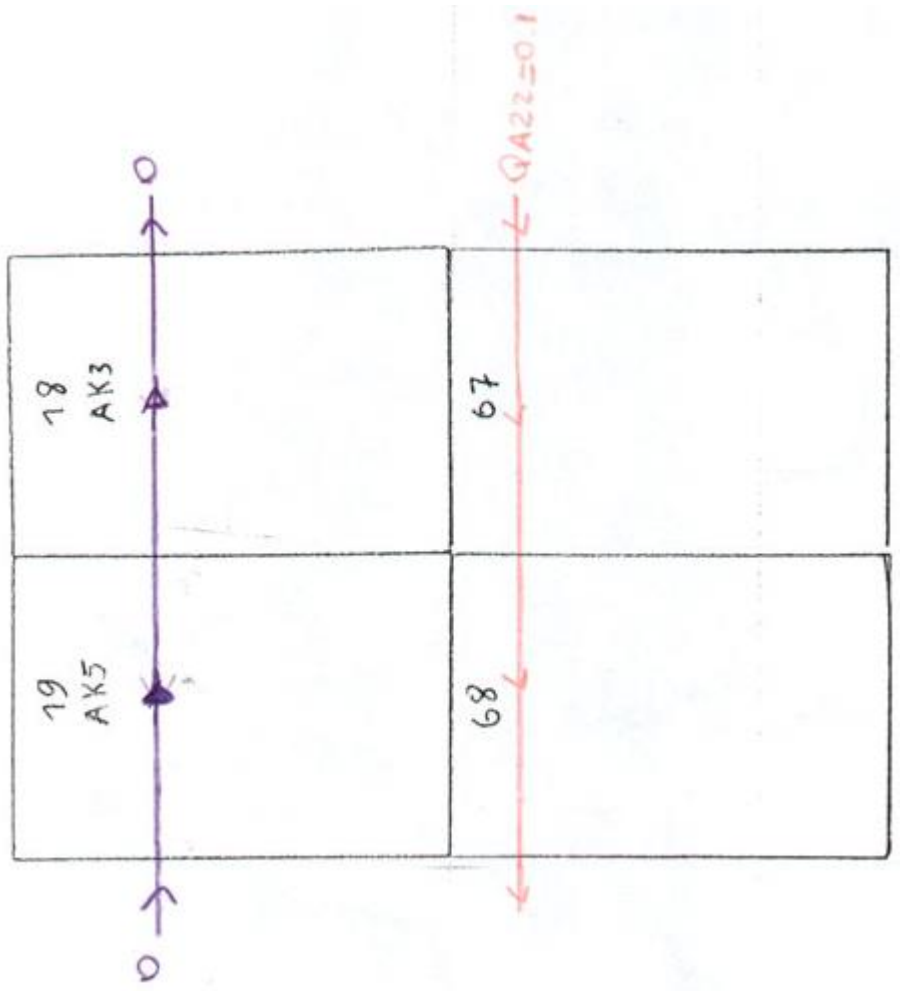
Şekil C.6 – Yan Kol 1 Debi Bileşenleri



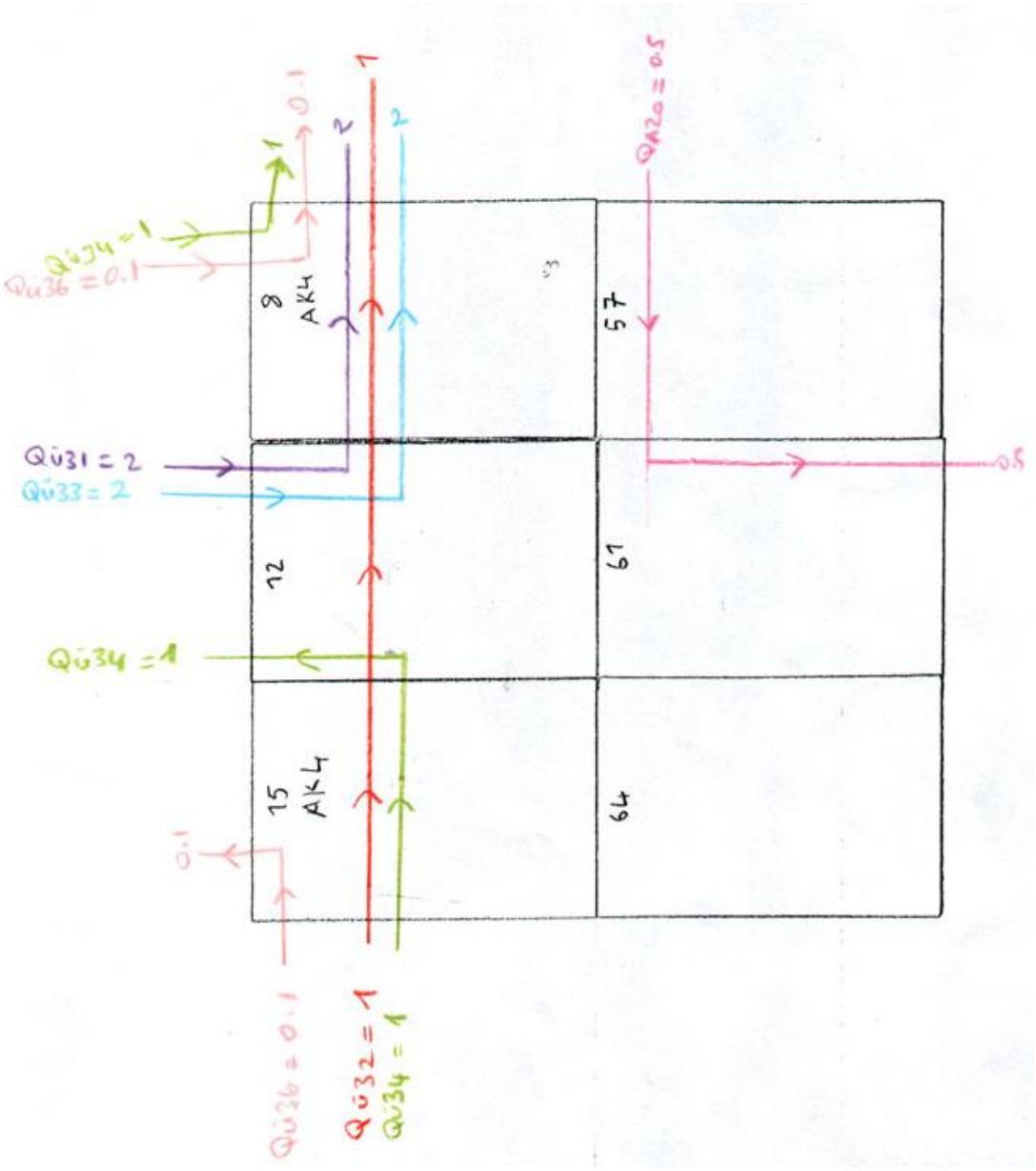
Şekil C.7 – Yan Kol 2 Debi Bileşenleri



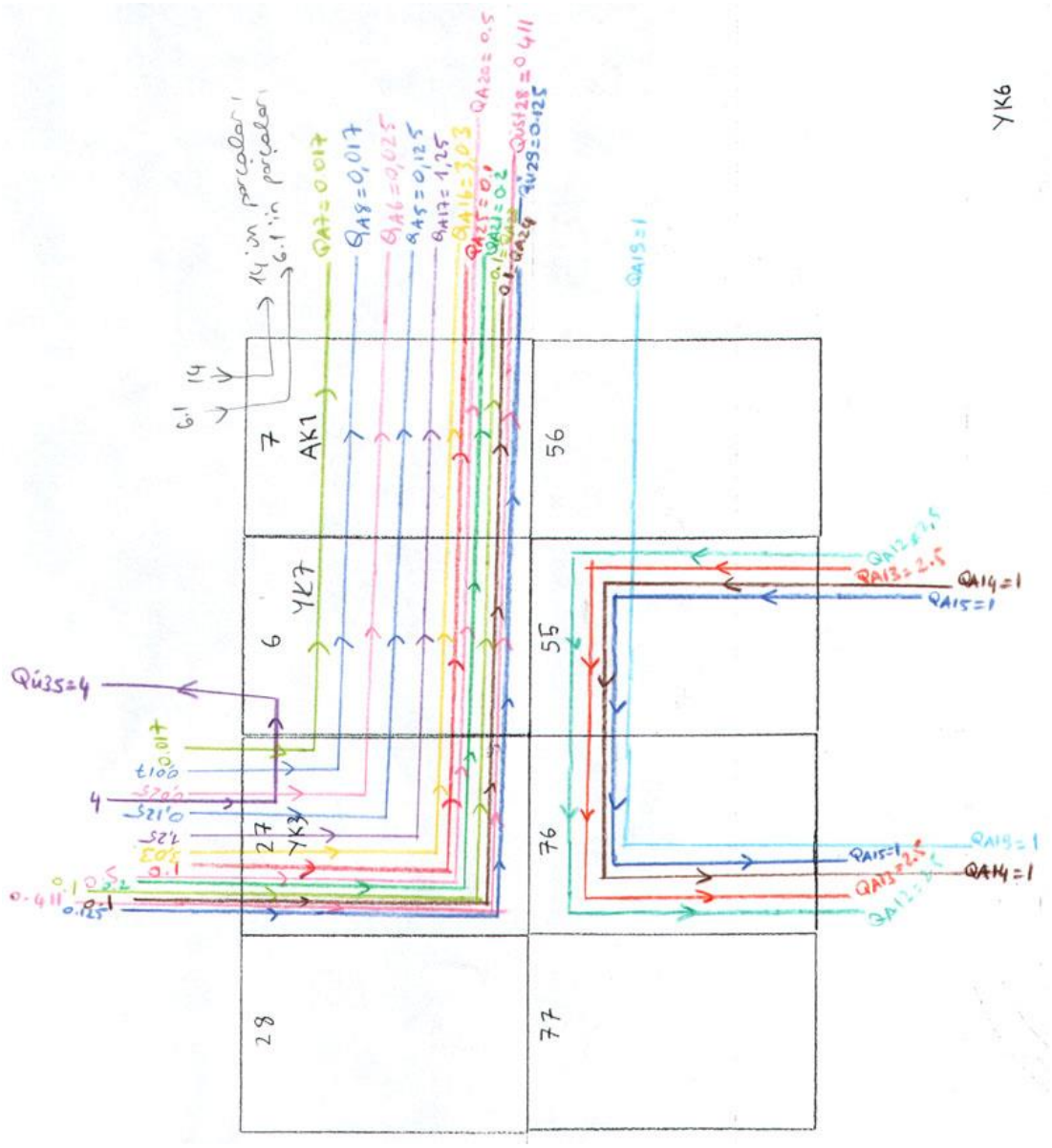
Şekil C.8 – Yan Kol 3 Debi Bileşenleri



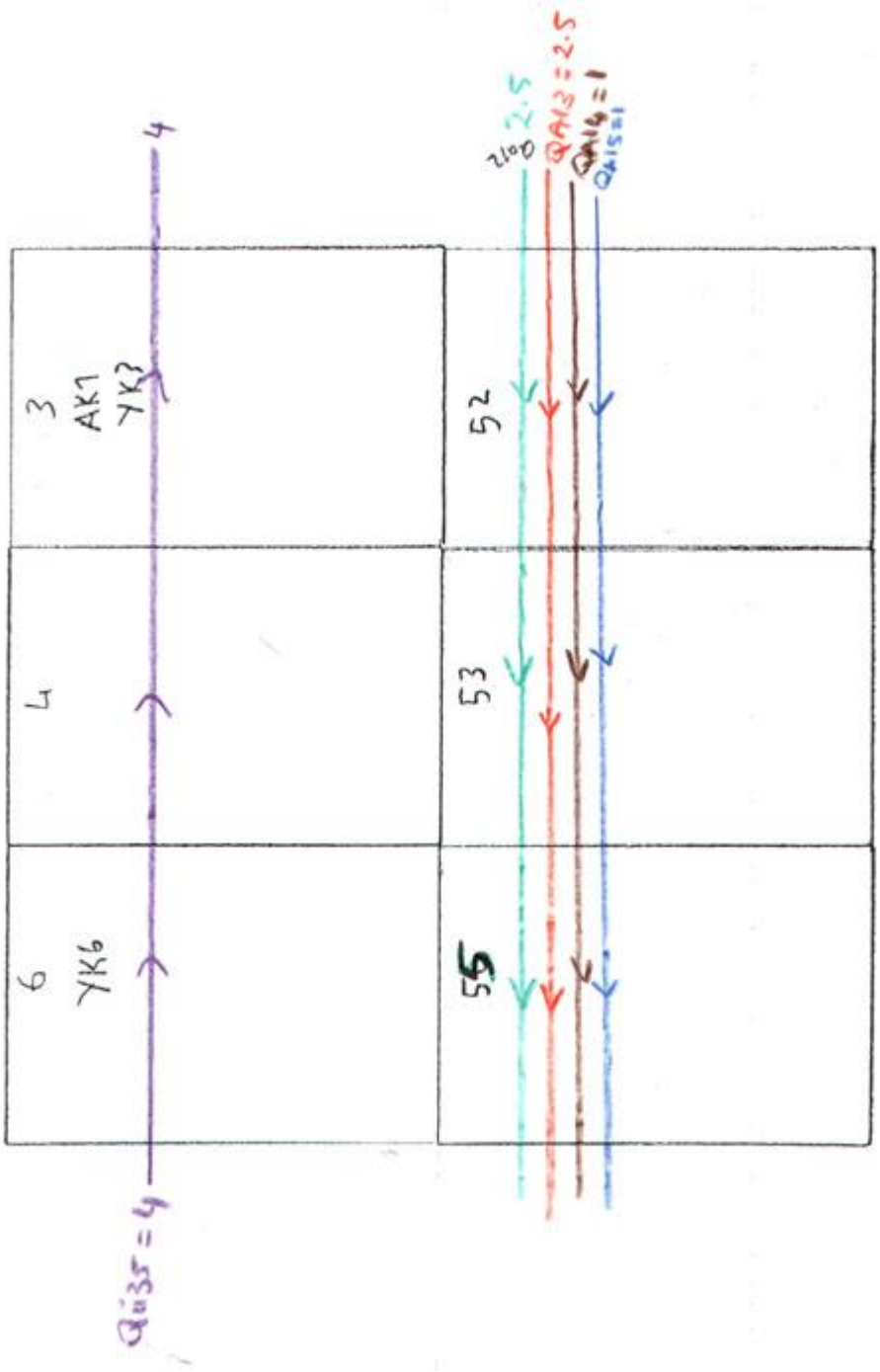
Şekil C.9 – Yan Kol 4 Debi Bileşenleri



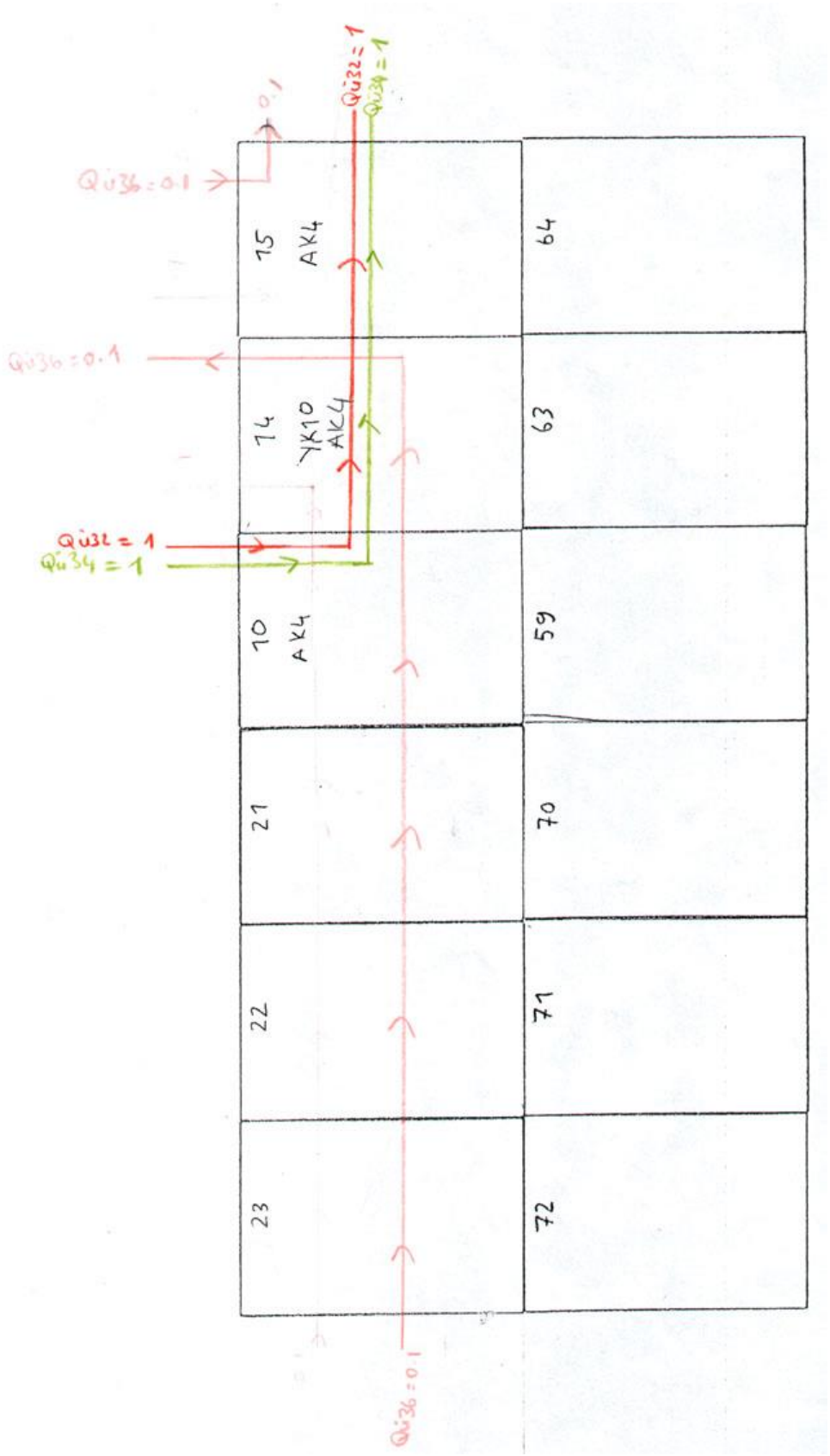
Şekil C.10 – Yan Kol 5 Debi Bileşenleri



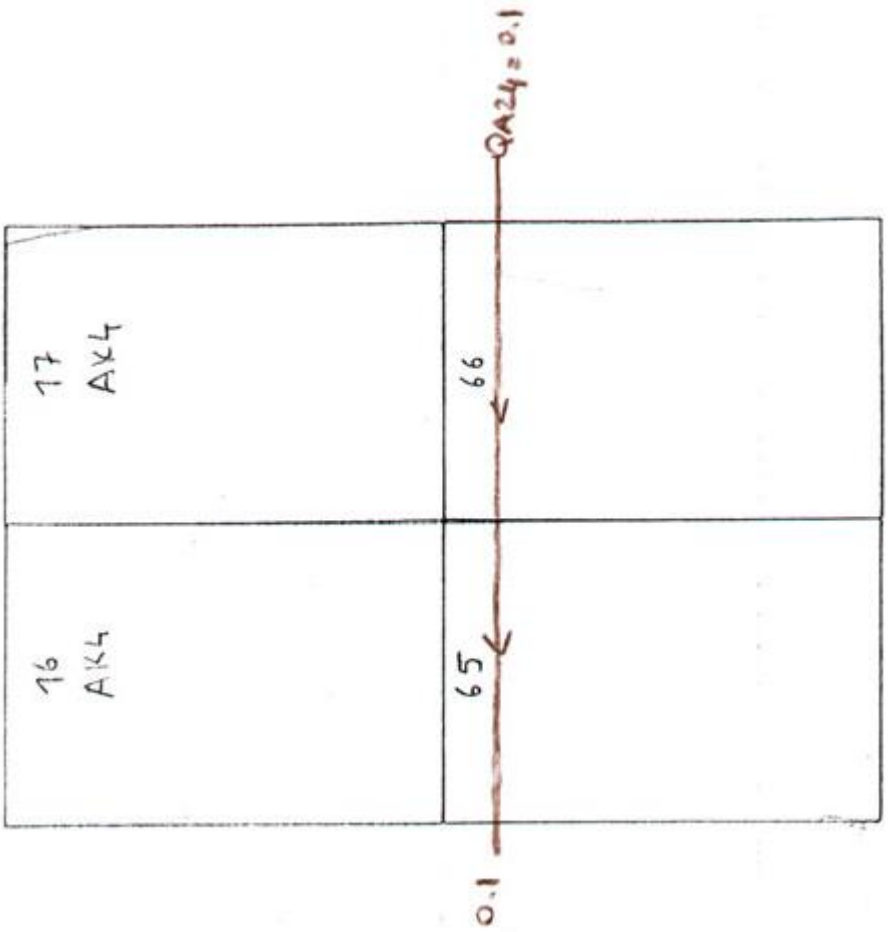
Şekil C.11 – Yan Kol 6 Debi Bileşenleri



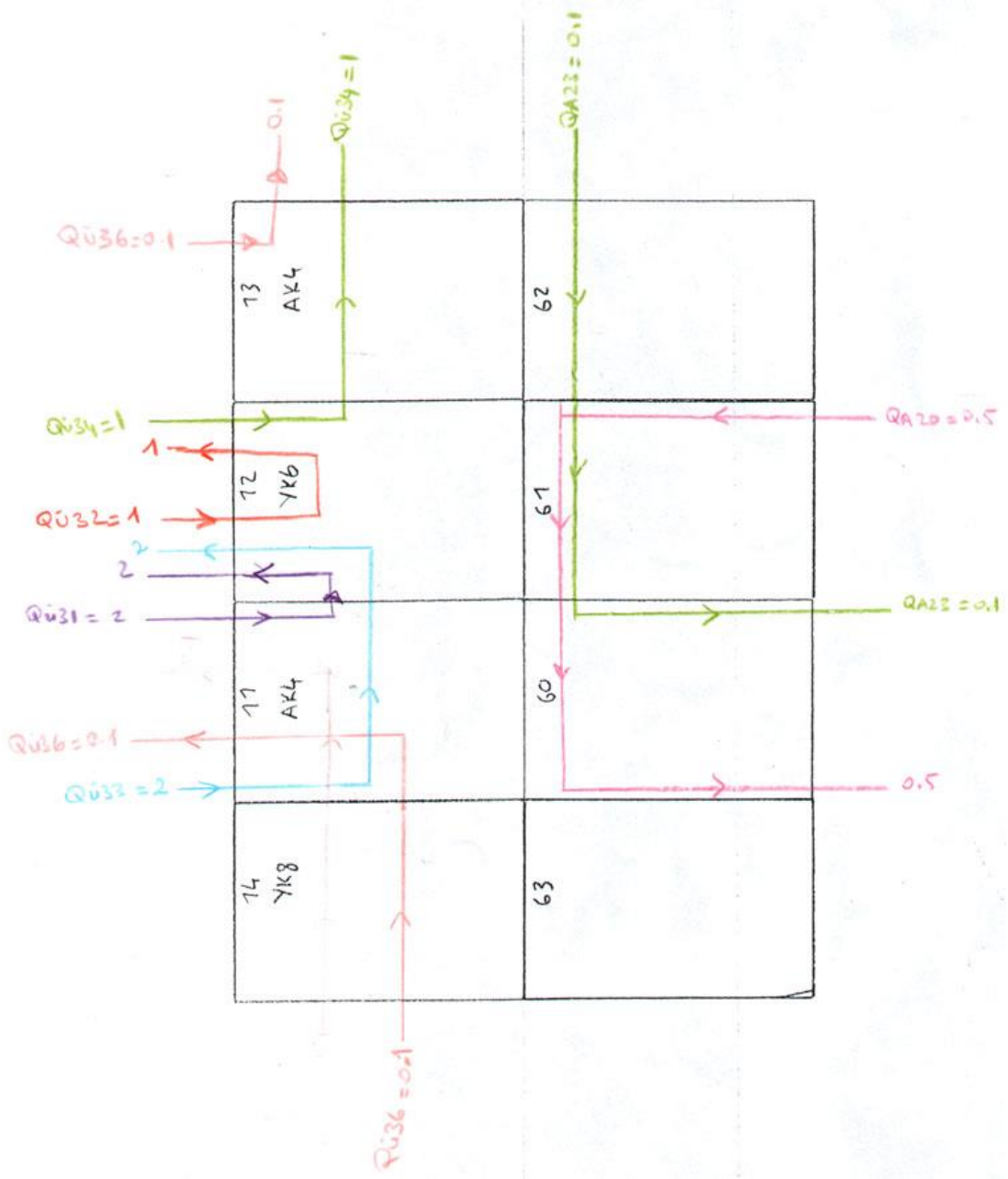
Şekil C.12 – Yan Kol 7 Debi Bileşenleri



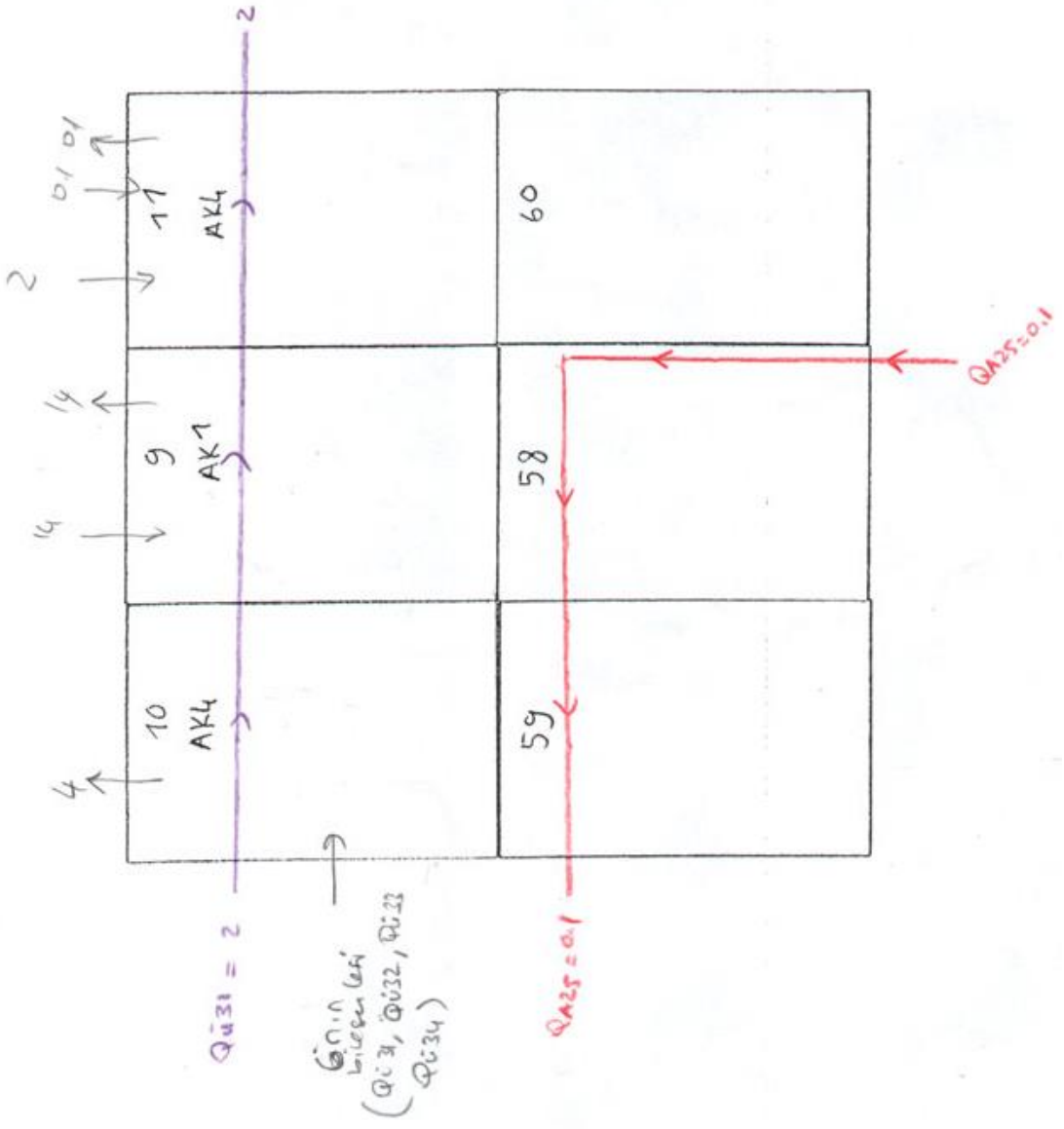
Şekil C.13 – Yan Kol 8 Debi Bileşenleri



Şekil C.14 – Yan Kol 9 Debi Bileşenleri



Şekil C.15 – Yan Kol 10 Debi Bileşenleri



Şekil C.16 – Yan Kol 11 Debi Bileşenleri

C.5 WASP Girdi Dosyası

```
Eutrophication Model-dalyan -EUTRO EXAMPLE-  02/Agustos/01
SIMPLE EUTROPHICATION PROBLEM  UST 38 M3/S, ALT 22 M3/S DEBILERLE TUM SISTEM
NSEG NSYS ICRD MFLG IDMP NSLN INTY ADFC   DD HHMM       A:MODEL OPTIONS
   98   01    0    1    1    0    0    0    1 0000
    2   36   25   48   42   91
    1
     .0125       30.
    2
       0.5       10.       0.5       30.
    0    0    0    0    0    0    0    0
    1    0    +    *    +    *    +    *    +    *    +    *    B:EXCHANGES
    4      1.00     1.000                   (surface water)
  126
         51      500.    1    2
      173.4      500.   50   51
       58.5      375.    2    3
      128.7      375.   51   52
         75      438.    3    5
        180      438.   52   54
       50.5      625.    3    4
      191.9      625.   52   53
       51.5      588.    3   27
        206      588.   52   76
         35      550.    5    7
        231      550.   54   56
       37.5      288.    4    6
        150      288.   53   55
       38.5      475.    6   27
      169.4      475.   55   76
         99      350.   27   28
      455.4      350.   76   77
       34.5      588.   25   27
        207      588.   74   76
         34      538.    6    7
      224.4      538.   55   56
       82.5      450.   24   25
      742.5      450.   73   74
       42.5      263.    9   24
        289      263.   58   73
         22      475.   10   24
      114.4      475.   59   73
         21      400.    9   10
      138.6      400.   58   59
         41      300.    7    9
      270.6      300.   56   58
         31      300.    7    8
        155      300.   56   57
         32      475.    8   12
        128      475.   57   61
         32      438.    9   11
      121.6      438.   58   60
       14.5      300.   10   11
       55.1      300.   59   60
         12      363.   10   14
         48      363.   59   63
       15.5      313.   11   14
       55.8      313.   60   63
         53      413.   11   12
      180.2      413.   60   61
       32.5      488.   14   15
      110.5      488.   63   64
       24.5      525.   11   15
       73.5      525.   60   64
         22      513.   12   15
       70.4      513.   61   64
         21      313.   12   13
         63      313.   61   62
       23.5      663.    8   13
       98.7      663.   57   62
         20      538.   13   17
         60      538.   62   66
         21      288.   15   16
       75.6      288.   64   65
         29      525.   16   17
```

```
 104.4      525.   65   66
    15      413.   16   18
    72      413.   65   67
    45      663.   17   18
   162      663.   66   67
   597     1200.   18   19
8716.2     1200.   67   68
   276      988.   19   20
2373.6      988.   68   69
  44.5      575.   10   21
 133.5      575.   59   70
  13.5      350.   21   22
    27      350.   70   71
  52.5      350.   22   23
  52.5      350.   71   72
    25      488.    2   29
   105      488.   51   78
  37.5      425.   29   30
    75      425.   78   79
  20.5      463.   29   31
    41      463.   78   80
  18.5      238.   30   31
    37      238.   79   80
    22      325.   31   32
  52.8      325.   80   81
  21.5      413.   32   33
  55.9      413.   81   82
    44      363.   33   34
 149.6      363.   82   83
 240.5      413.   34   35
  1443      413.   83   84
    15      425.   33   36
    60      425.   82   85
  64.5      375.   26   36
 490.2      375.   75   85
    62      313.   25   26
 471.2      313.   74   75
  52.8      525.   36   37
 281.6      525.   85   86
  36.4      463.   37   38
 119.6      463.   86   87
   140      525.   38   41
   245      525.   87   90
  46.2      500.   37   39
 261.8      500.   86   88
  63.7      613.   39   40
 300.3      613.   88   89
  79.2      613.   40   41
 326.7      613.   89   90
   124      525.   41   42
   372      525.   90   91
 229.2      600.   42   43
 496.6      600.   91   92
 156.6      988.   43   44
 208.8      988.   92   93
   156     1300.   44   45
   208     1300.   93   94
 199.2      900.   45   46
 132.8      900.   94   95
   448      938.   46   47
   192      938.   95   96
 476.8     1363.   47   48
 119.2     1363.   96   97
   525      500.   48   49
    75      500.   97   98
2
0.0E-2       0.0    0.0E-2      365.
8
 218.8      438.    1    0
 218.8      438.   50    0
 468.8      938.   20    0
 468.8      938.   69    0
 218.8      438.   23    0
 218.8      438.   72    0
 1750.      500.   49    0
 1750.      500.   98    0
2
```

```
 0.0E-2       0.0    0.0E-2      365.
37
250000.       1.1    1   50
  7969.      1.05    2   51
219938.      1.05    3   52
 27094.      1.25    4   53
 98813.       1.5    5   54
 16543.       1.5    6   55
 58650.       1.8    7   56
 48609.      1.35    8   57
131875.      1.75    9   58
 65344.       1.5   10   59
102000.      1.15   11   60
 89250.       1.1   12   61
153000.       1.1   13   62
102000.      1.15   14   63
 31875.       1.1   15   64
 48609.      1.25   16   65
 61359.       1.1   17   66
1055063.     2.15   18   67
1156266.     3.15   19   68
 380109.      2.4   20   69
 34266.       0.9   21   70
 22313.      0.65   22   71
 51797.       0.5   23   72
 61359.       2.0   24   73
 50203.      2.15   25   74
 62953.      2.15   26   75
109969.      1.45   27   76
 41438.       1.4   28   77
 19922.      0.95   29   78
 16703.      0.75   30   79
 34266.       0.8   31   80
 24703.       0.9   32   81
 32672.       1.1   33   82
 22313.      1.45   34   83
349031.      1.75   35   84
 43669.      1.75   36   85
250000.       2.0   49   98
 2
 0.0E-2       0.0    0.0E-2      365.
 1
 67734.       1.8   37   86
 2
 0.6E-4       0.0    0.6E-4      365.
 1
100088.      1.35   38   87
 2
 0.6E-4       0.0    0.6E-4      365.
 1
 51000.      2.05   39   88
 2
 0.4E-4       0.0    0.4E-4      365.
 1
 50203.      2.05   40   89
 2
 0.4E-4       0.0    0.4E-4      365.
 1
 83672.      1.75   41   90
 2
 3.0E-4       0.0    3.0E-4      365.
 1
103953.      1.95   42   91
 2
 1.2E-4       0.0    1.2E-4      365.
 1
 61359.        2.   43   92
 2
 2.5E-4       0.0    2.5E-4      365.
 1
108375.       1.95  44   93
 2
 2.5E-4       0.0    2.5E-4      365.
 1
105984.       1.9   45   94
 2
 2.5E-4       0.0    2.5E-4      365.
```

```
 1
100406.        2.   46   95
 2
 2.5E-4       0.0    2.5E-4      365.
 1
149813.        2.   47   96
 2
 2.5E-4       0.0    2.5E-4      365.
 1
250000.      2.05   48   97
 2
 2.5E-4       0.0    2.5E-4      365.
 0    0    0    0    0    0    0    0
 1    0       1.0    +    *    +    *    +    *    +    *    C: VOLUMES
 1.0000       1.0
      1        50         1   125000.     0.174        0.       0.5
0.
      2        51         1     3985.     0.253        0.       0.5
0.
      3        52         1   109969.     0.108        0.       0.5
0.
      4        53         1    13547.     0.021        0.       0.5
0.
      5        54         1    49407.     0.084        0.       0.5
0.
      6        55         1     8272.     0.053        0.       0.5
0.
      7        56         1    29325.     0.119        0.       0.5
0.
      8        57         1    24305.     0.035        0.       0.5
0.
      9        58         1    65938.     0.095        0.       0.5
0.
     10        59         1    32672.     0.024        0.       0.5
0.
     11        60         1    51000.     0.022        0.       0.5
0.
     12        61         1    44625.     0.024        0.       0.5
0.
     13        62         1    76500.     0.003        0.       0.5
0.
     14        63         1    51000.     0.007        0.       0.5
0.
     15        64         1    15938.     0.017        0.       0.5
0.
     16        65         1    24305.    0.0005        0.       0.5
0.
     17        66         1    30680.    0.0004        0.       0.5
0.
     18        67         1   527532.    0.0002        0.       0.5
0.
     19        68         1   578133.  0.000002        0.       0.5
0.
     20        69         1   190055.  0.000002        0.       0.5
0.
     21        70         1    17133.    0.0005        0.       0.5
0.
     22        71         1    11157.    0.0005        0.       0.5
0.
     23        72         1    25899.    0.0005        0.       0.5
0.
     24        73         1    30680.     0.107        0.       0.5
0.
     25        74         1    25102.     0.187        0.       0.5
0.
     26        75         1    31477.     0.207        0.       0.5
0.
     27        76         1    54985.     0.536        0.       0.5
0.
     28        77         1    20719.  0.000005        0.       0.5
0.
     29        78         1     9961.     0.023        0.       0.5
0.
     30        79         1     8352.     0.005        0.       0.5
0.
     31        80         1    17133.     0.013        0.       0.5
0.
```

32	81	1	12352.	0.010	0.	0.5
0.						
33	82	1	16336.	0.016	0.	0.5
0.						
34	83	1	11157.	0.001	0.	0.5
0.						
35	84	1	174516.	0.0003	0.	0.5
0.						
36	85	1	23290.	0.143	0.	0.5
0.						
37	86	1	42898.	0.087	0.	0.6
0.						
38	87	1	75066.	0.028	0.	0.8
0.						
39	88	1	33150.	0.042	0.	0.7
0.						
40	89	1	37652.	0.050	0.	0.8
0.						
41	90	1	72516.	0.051	0.	0.9
0.						
42	91	1	114348.	0.059	0.	1.1
0.						
43	92	1	92039.	0.029	0.	1.5
0.						
44	93	1	178819.	0.015	0.	1.7
0.						
45	94	1	206669.	0.009	0.	2.0
0.						
46	95	1	261056.	0.011	0.	2.6
0.						
47	96	1	449439.	0.007	0.	3.0
0.						
48	97	1	837500.	0.006	0.	3.4
0.						
49	98	1	875000.	0.010	0.	3.5
0.						
50	0	2	425000.	0.023	0.	1.7
0.						
51	0	2	13016.	0.507	0.	1.6
0.						
52	0	2	340904.	0.038	0.	1.6
0.						
53	0	2	52833.	0.051	0.	2.0
0.						
54	0	2	247033.	0.018	0.	2.5
0.						
55	0	2	41358.	0.073	0.	2.5
0.						
56	0	2	181815.	0.017	0.	3.1
0.						
57	0	2	106940.	0.003	0.	2.2
0.						
58	0	2	392328.	0.004	0.	3.0
0.						
59	0	2	160093.	0.003	0.	2.5
0.						
60	0	2	181560.	0.002	0.	1.8
0.						
61	0	2	151725.	0.002	0.	1.7
0.						
62	0	2	260100.	0.002	0.	1.7
0.						
63	0	2	187000.	0.000003	0.	1.8
0.						
64	0	2	52594.	0.001	0.	1.7
0.						
65	0	2	97218.	0.001	0.	2.0
0.						
66	0	2	104310.	0.002	0.	1.7
0.						
67	0	2	4044408.	0.00007	0.	3.8
0.						
68	0	2	6706343.	0.00001	0.	5.8
0.						
69	0	2	1634469.	0.00006	0.	4.3
0.						
70	0	2	42833.	0.000009	0.	1.3

```
0.
      71         0         2    16735.   0.00003        0.       0.8
0.
      72         0         2    25899.   0.00002        0.       0.5
0.
      73         0         2   214757.     0.010        0.       3.5
0.
      74         0         2   189098.     0.040        0.       3.8
0.
      75         0         2   239221.     0.028        0.       3.8
0.
      76         0         2   261176.     0.045        0.       2.4
0.
      77         0         2    95307.  0.000004        0.       2.3
0.
      78         0         2    27227.     0.017        0.       1.4
0.
      79         0         2    16703.     0.020        0.       1.0
0.
      80         0         2    36550.     0.023        0.       1.1
0.
      81         0         2    30879.     0.035        0.       1.3
0.
      82         0         2    54453.     0.014        0.       1.7
0.
      83         0         2    52436.    0.0004        0.       2.4
0.
      84         0         2  1047093.   0.00007        0.       3.0
0.
      85         0         2   131007.     0.084        0.       3.0
0.
      86         0         2   200944.     0.075        0.       3.0
0.
      87         0         2   185163.     0.041        0.       1.9
0.
      88         0         2   170850.     0.047        0.       3.4
0.
      89         0         2   165670.     0.032        0.       3.3
0.
      90         0         2   214758.     0.059        0.       2.6
0.
      91         0         2   291068.     0.028        0.       2.8
0.
      92         0         2   153398.     0.064        0.       2.5
0.
      93         0         2   238425.     0.056        0.       2.2
0.
      94         0         2   190771.     0.071        0.       1.8
0.
      95         0         2   140568.     0.040        0.       1.4
0.
      96         0         2   149813.     0.027        0.       1.0
0.
      97         0         2   162500.     0.010        0.       0.7
0.
      98         0         2   125000.     0.003        0.       0.5
0.
  1    1    +    *    +    *    +    *    +    *    +    *    +    *    D: FLOWS
  4       1.0       1.0                   (water column field)
 21
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   78       1.0   78
79
     1.0   79   80       1.0   80   81       1.0   81   82       1.0   82
85
     1.0   85   86       1.0   86   88       1.0   88   39       1.0   39
37
     1.0   37   36       1.0   36   33       1.0   33   32       1.0   32
31
     1.0   31   30       1.0   30   29       1.0   29    2       1.0    2
 1
     1.0    1    0
  2
     0.4        0.       0.4      365.
 19
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   78       1.0   78
79
     1.0   79   80       1.0   80   81       1.0   81   82       1.0   82
```

```
85
     1.0   85   86       1.0   86   37       1.0   37   36       1.0   36
33
     1.0   33   32       1.0   32   31       1.0   31   30       1.0   30
29
     1.0   29    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
     0.5        0.       0.5       365.
 21
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   78       1.0   78
80
     1.0   80   81       1.0   81   82       1.0   82   85       1.0   85
86
     1.0   86   88       1.0   88   89       1.0   89   40       1.0   40
39
     1.0   39   37       1.0   37   36       1.0   36   33       1.0   33
32
     1.0   32   31       1.0   31   29       1.0   29    2       1.0    2
 1
     1.0    1    0
  2
     0.4        0.       0.4       365.
 19
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   78       1.0   78
80
     1.0   80   81       1.0   81   82       1.0   82   85       1.0   85
86
     1.0   86   87       1.0   87   38       1.0   38   37       1.0   37
36
     1.0   36   33       1.0   33   32       1.0   32   31       1.0   31
29
     1.0   29    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
     0.6        0.       0.6       365.
 23
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   58       1.0   58   73       1.0   73
74
     1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86
37
     1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25
27
     1.0   27    6       1.0    6    7       1.0    7    5       1.0    5
 3
     1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
    0.125       0.     0.125       365.
 25
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   58       1.0   58   73       1.0   73
74
     1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86
87
     1.0   87   38       1.0   38   37       1.0   37   36       1.0   36
26
     1.0   26   25       1.0   25   27       1.0   27    6       1.0    6
 7
     1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2
 1
     1.0    1    0
  2
    0.025       0.     0.025       365.
 25
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   58       1.0   58   73       1.0   73
74
     1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86
88
     1.0   88   39       1.0   39   37       1.0   37   36       1.0   36
26
     1.0   26   25       1.0   25   27       1.0   27    6       1.0    6
 7
     1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2
 1
```

```
     1.0    1    0
  2
    0.017        0.     0.017      365.
 27
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   58       1.0   58   73       1.0   73
74
     1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86
88
     1.0   88   89       1.0   89   40       1.0   40   39       1.0   39
37
     1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25
27
     1.0   27    6       1.0    6    7       1.0    7    5       1.0    5
 3
     1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
    0.017        0.     0.017      365.
 34
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
76
     1.0   76   74       1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85
86
     1.0   86   88       1.0   88   89       1.0   89   90       1.0   90
91
     1.0   91   92       1.0   92   93       1.0   93   94       1.0   94
45
     1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43   42       1.0   42
41
     1.0   41   40       1.0   40   39       1.0   39   37       1.0   37
36
     1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25   24       1.0   24
 9
     1.0    9    7       1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3
 2
     1.0    2    1       1.0    1    0
  2
     2.5        0.       2.5      365.
 36
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
76
     1.0   76   74       1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85
86
     1.0   86   88       1.0   88   89       1.0   89   90       1.0   90
91
     1.0   91   92       1.0   92   93       1.0   93   94       1.0   94
95
     1.0   95   46       1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44
43
     1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41   40       1.0   40
39
     1.0   39   37       1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26
25
     1.0   25   24       1.0   24    9       1.0    9    7       1.0    7
 5
     1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1
 0
  2
     2.5        0.       2.5      365.
 28
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
76
     1.0   76   74       1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85
86
     1.0   86   87       1.0   87   90       1.0   90   91       1.0   91
92
     1.0   92   43       1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41
38
     1.0   38   37       1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26
25
     1.0   25   24       1.0   24    9       1.0    9    7       1.0    7
 5
     1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1
 0
  2
       1        0.         1      365.
```

```
 39
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
53
     1.0   53   55       1.0   55   76       1.0   76   74       1.0   74
75
     1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86   88       1.0   88
89
     1.0   89   90       1.0   90   91       1.0   91   92       1.0   92
93
     1.0   93   94       1.0   94   95       1.0   95   96       1.0   96
47
     1.0   47   46       1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44
43
     1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41   40       1.0   40
39
     1.0   39   37       1.0   37   36       1.0   36   25       1.0   25
24
     1.0   24    9       1.0    9    7       1.0    7    5       1.0    5
 3
     1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
     2.5        0.       2.5      365.
 40
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
53
     1.0   53   55       1.0   55   76       1.0   76   74       1.0   74
75
     1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86   87       1.0   87
90
     1.0   90   91       1.0   91   92       1.0   92   93       1.0   93
94
     1.0   94   95       1.0   95   96       1.0   96   97       1.0   97
48
     1.0   48   47       1.0   47   46       1.0   46   45       1.0   45
44
     1.0   44   43       1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41
38
     1.0   38   37       1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26
25
     1.0   25   24       1.0   24    9       1.0    9    7       1.0    7
 5
     1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1
 0
  2
     2.5        0.       2.5      365.
 28
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
53
     1.0   53   55       1.0   55   76       1.0   76   74       1.0   74
75
     1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86   87       1.0   87
90
     1.0   90   91       1.0   91   92       1.0   92   93       1.0   93
44
     1.0   44   43       1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41
38
     1.0   38   37       1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26
25
     1.0   25   24       1.0   24    9       1.0    9    7       1.0    7
 5
     1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1
 0
  2
       1        0.         1      365.
 28
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
53
     1.0   53   55       1.0   55   76       1.0   76   74       1.0   74
75
     1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86   87       1.0   87
90
     1.0   90   91       1.0   91   92       1.0   92   93       1.0   93
44
     1.0   44   43       1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41
38
     1.0   38   37       1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26
25
```

```
     1.0   25   24       1.0   24    9       1.0    9    7       1.0    7
 5
     1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1
 0
  2
       1        0.         1      365.
 29
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   58       1.0   58   73       1.0   73
74
     1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86
88
     1.0   88   89       1.0   89   90       1.0   90   41       1.0   41
40
     1.0   40   39       1.0   39   37       1.0   37   36       1.0   36
26
     1.0   26   25       1.0   25   27       1.0   27    6       1.0    6
 7
     1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2
 1
     1.0    1    0
  2
    3.03        0.      3.03      365.
 29
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   58       1.0   58   73       1.0   73
74
     1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86
87
     1.0   87   90       1.0   90   91       1.0   91   42       1.0   42
41
     1.0   41   38       1.0   38   37       1.0   37   36       1.0   36
26
     1.0   26   25       1.0   25   27       1.0   27    6       1.0    6
 7
     1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2
 1
     1.0    1    0
  2
    1.25        0.      1.25      365.
 22
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   58       1.0   58   73       1.0   73
74
     1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86
87
     1.0   87   90       1.0   90   91       1.0   91   92       1.0   92
93
     1.0   93   94       1.0   94   95       1.0   95   96       1.0   96
97
     1.0   97   98       1.0   98    0
  2
   0.536        0.     0.536      365.
 31
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   55       1.0   55   76       1.0   76
74
     1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86
87
     1.0   87   90       1.0   90   91       1.0   91   92       1.0   92
43
     1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41   38       1.0   38
37
     1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25
24
     1.0   24    9       1.0    9    7       1.0    7    5       1.0    5
 3
     1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
       1        0.         1      365.
 36
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
```

```
     1.0   54   56       1.0   56   57       1.0   57   61       1.0   61
60
     1.0   60   59       1.0   59   73       1.0   73   74       1.0   74
75
     1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86   87       1.0   87
90
     1.0   90   91       1.0   91   92       1.0   92   93       1.0   93
44
     1.0   44   43       1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41
38
     1.0   38   37       1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26
25
     1.0   25   27       1.0   27    6       1.0    6    7       1.0    7
 5
     1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1
 0
  2
     0.5        0.       0.5      365.
 38
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   57       1.0   57   62       1.0   62
66
     1.0   66   67       1.0   67   65       1.0   65   64       1.0   64
60
     1.0   60   59       1.0   59   73       1.0   73   74       1.0   74
75
     1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86   87       1.0   87
90
     1.0   90   91       1.0   91   92       1.0   92   43       1.0   43
42
     1.0   42   41       1.0   41   38       1.0   38   37       1.0   37
36
     1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25   27       1.0   27
 6
     1.0    6    7       1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3
 2
     1.0    2    1       1.0    1    0
  2
     0.2        0.       0.2      365.
 12
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   57       1.0   57   62       1.0   62
66
     1.0   66   67       1.0   67   68       1.0   68   69       1.0   69
 0
  2
     0.1        0.       0.1      365.
 35
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   57       1.0   57   62       1.0   62
61
     1.0   61   60       1.0   60   59       1.0   59   73       1.0   73
74
     1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85   86       1.0   86
87
     1.0   87   90       1.0   90   91       1.0   91   92       1.0   92
43
     1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41   38       1.0   38
37
     1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25
27
     1.0   27    6       1.0    6    7       1.0    7    5       1.0    5
 3
     1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
     0.1        0.       0.1      365.
 37
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   57       1.0   57   62       1.0   62
66
     1.0   66   65       1.0   65   64       1.0   64   60       1.0   60
59
     1.0   59   73       1.0   73   74       1.0   74   75       1.0   75
```

```
85
     1.0   85   86       1.0   86   87       1.0   87   90       1.0   90
91
     1.0   91   92       1.0   92   43       1.0   43   42       1.0   42
41
     1.0   41   38       1.0   38   37       1.0   37   36       1.0   36
26
     1.0   26   25       1.0   25   27       1.0   27    6       1.0    6
 7
     1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2
 1
     1.0    1    0
  2
     0.1        0.       0.1      365.
 32
     1.0    0   50       1.0   50   51       1.0   51   52       1.0   52
54
     1.0   54   56       1.0   56   58       1.0   58   59       1.0   59
73
     1.0   73   74       1.0   74   75       1.0   75   85       1.0   85
86
     1.0   86   87       1.0   87   90       1.0   90   91       1.0   91
92
     1.0   92   43       1.0   43   42       1.0   42   41       1.0   41
38
     1.0   38   37       1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26
25
     1.0   25   27       1.0   27    6       1.0    6    7       1.0    7
 5
     1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1
 0
  2
     0.1        0.       0.1      365.
 31
     1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
46
     1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
42
     1.0   42   41       1.0   41   38       1.0   38   37       1.0   37
36
     1.0   36   33       1.0   33   34       1.0   34   35       1.0   35
84
     1.0   84   83       1.0   83   82       1.0   82   85       1.0   85
86
     1.0   86   87       1.0   87   90       1.0   90   91       1.0   91
92
     1.0   92   93       1.0   93   94       1.0   94   95       1.0   95
96
     1.0   96   97       1.0   97   98       1.0   98    0
  2
     0.1        0.       0.1      365.
 19
     1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
46
     1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
42
     1.0   42   41       1.0   41   38       1.0   38   37       1.0   37
36
     1.0   36   33       1.0   33   32       1.0   32   31       1.0   31
29
     1.0   29    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
       1        0.         1      365.
 22
     1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
46
     1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
42
     1.0   42   41       1.0   41   38       1.0   38   37       1.0   37
36
     1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25   27       1.0   27
 6
     1.0    6    7       1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3
 2
     1.0    2    1       1.0    1    0
  2
   0.411        0.     0.411      365.
```

```
 23
     1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
46
     1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
42
     1.0   42   41       1.0   41   40       1.0   40   39       1.0   39
37
     1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25
27
     1.0   27    6       1.0    6    7       1.0    7    5       1.0    5
 3
     1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
   0.125        0.     0.125      365.
 20
     1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
46
     1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
42
     1.0   42   41       1.0   41   40       1.0   40   39       1.0   39
37
     1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25
27
     1.0   27    3       1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1
 0
  2
       5        0.         5      365.
 27
     1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
46
     1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
42
     1.0   42   41       1.0   41   40       1.0   40   39       1.0   39
37
     1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25
24
     1.0   24   10       1.0   10    9       1.0    9   11       1.0   11
12
     1.0   12    8       1.0    8    7       1.0    7    5       1.0    5
 3
     1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
       2        0.         2      365.
 27
     1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
46
     1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
42
     1.0   42   41       1.0   41   40       1.0   40   39       1.0   39
37
     1.0   37   36       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25
24
     1.0   24   10       1.0   10   14       1.0   14   15       1.0   15
12
     1.0   12    8       1.0    8    7       1.0    7    5       1.0    5
 3
     1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1    0
  2
       1        0.         1      365.
 25
     1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
46
     1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
42
     1.0   42   41       1.0   41   38       1.0   38   37       1.0   37
36
     1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25   24       1.0   24
10
     1.0   10   11       1.0   11   12       1.0   12    8       1.0    8
 7
     1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3    2       1.0    2
 1
     1.0    1    0
  2
       2        0.         2      365.
 27
     1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
```

```
  46
       1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
  42
       1.0   42   41       1.0   41   38       1.0   38   37       1.0   37
  36
       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25   24       1.0   24
  10
       1.0   10   14       1.0   14   15       1.0   15   12       1.0   12
  13
       1.0   13    8       1.0    8    7       1.0    7    5       1.0    5
   3
       1.0    3    2       1.0    2    1       1.0    1    0
    2
         1        0.         1      365.
   21
       1.0    0   49       1.0   49   48       1.0   48   47       1.0   47
  46
       1.0   46   45       1.0   45   44       1.0   44   43       1.0   43
  42
       1.0   42   41       1.0   41   38       1.0   38   37       1.0   37
  36
       1.0   36   26       1.0   26   25       1.0   25   27       1.0   27
   6
       1.0    6    4       1.0    4    3       1.0    3    2       1.0    2
   1
       1.0    1    0
    2
         4        0.         4      365.
   18
       1.0    0   23       1.0   23   22       1.0   22   21       1.0   21
  10
       1.0   10   14       1.0   14   11       1.0   11   15       1.0   15
  16
       1.0   16   18       1.0   18   17       1.0   17   13       1.0   13
   8
       1.0    8    7       1.0    7    5       1.0    5    3       1.0    3
   2
       1.0    2    1       1.0    1    0
    2
       0.1        0.       0.1      365.
    0    0    0    0    0    0    0    0
         4                                                  E:BOUNDARIES
       1.0       1.0
    1    2                                          **** System 1  - NH3
****
   36.8500        0.   36.8500      365.
   50    2
   38.7300        0.   38.7300      365.
   20    2
   26.9200        0.   26.9200      365.
   69    2
   32.6533        0.   32.6533      365.
   23    2
   15.0000        0.   15.0000      365.
   72    2
   30.0000        0.   30.0000      365.
   49    2
    2.0500        0.    2.0500      365.
   98    2
    2.0500        0.    2.0500      365.
         0         *    +    *    +    *    (NH3)  *    +    *    F: LOADS

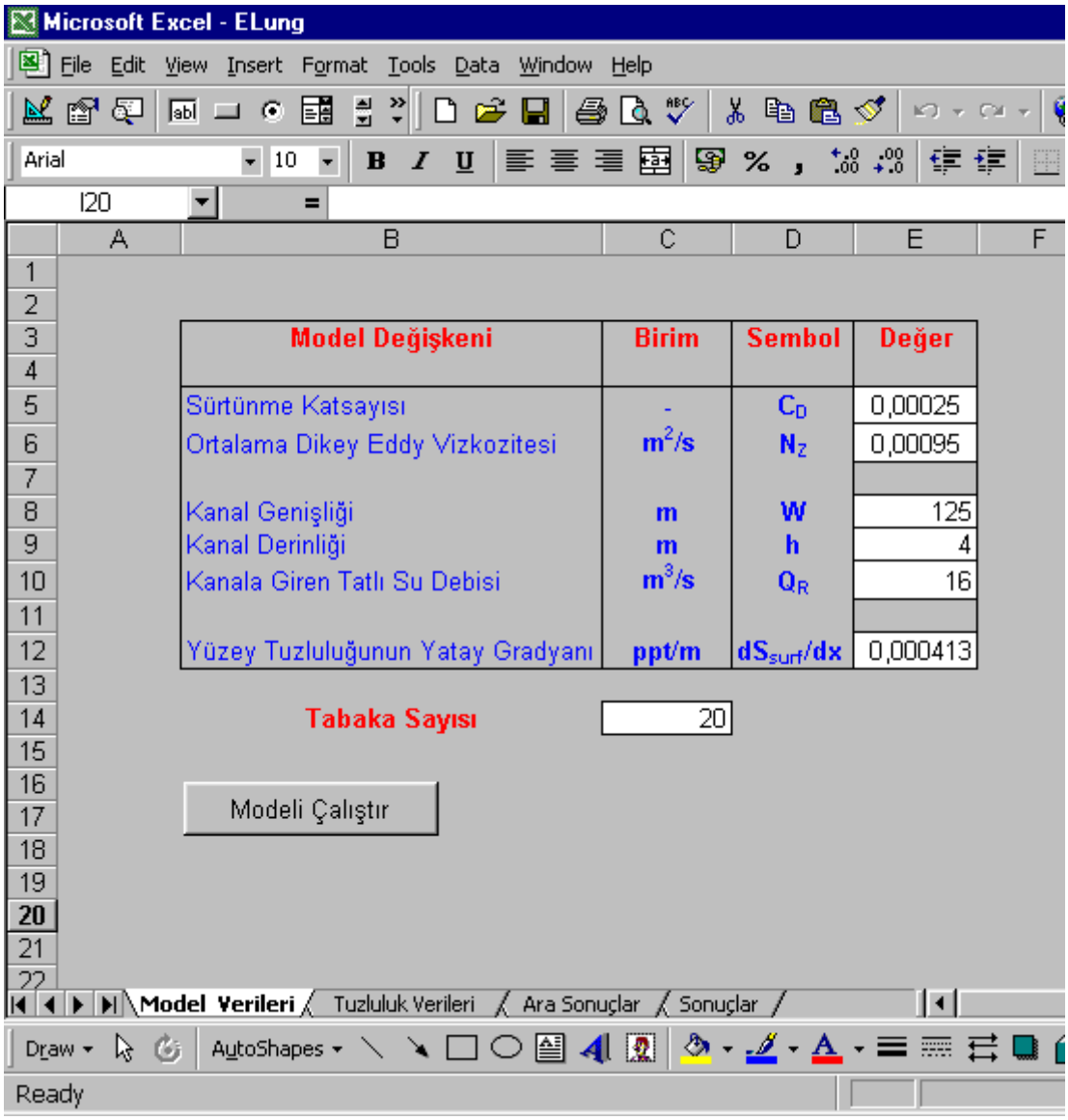
         0    +    *    +    *    +    *    +    *    +    *    +    *    G:
PARAMETERS
  +    *    +    *    +    *    +    *    +    *    +    *    +    *    H: CONSTANTS
   GLOBALS         1
                   1
       KDC        11        0.
       TDS         0        0.
         0                                                  I:TIME
FUNCTIONS
NH3                                          3  0.0    1.0E08    J:INITIAL
CONC.
   1:   36.8500       1.0   2:   35.7748       1.0   3:   27.3392       1.0
   4:   25.7489       1.0   5:   24.9983       1.0   6:   26.2875       1.0
   7:   24.4664       1.0   8:   24.7415       1.0   9:   16.7696       1.0
  10:   19.1792       1.0  11:   20.0740       1.0  12:   25.1281       1.0
```

13:	25.3635	1.0	14:	21.5086	1.0	15:	24.3504	1.0
16:	26.4887	1.0	17:	25.8659	1.0	18:	26.3890	1.0
19:	26.5400	1.0	20:	26.9200	1.0	21:	18.0000	1.0
22:	16.5000	1.0	23:	15.0000	1.0	24:	18.3078	1.0
25:	19.1428	1.0	26:	17.2758	1.0	27:	23.2851	1.0
28:	23.2851	1.0	29:	28.2756	1.0	30:	26.4594	1.0
31:	26.2127	1.0	32:	24.5873	1.0	33:	22.5244	1.0
34:	21.7304	1.0	35:	20.7664	1.0	36:	16.6519	1.0
37:	14.2676	1.0	38:	15.4260	1.0	39:	17.8190	1.0
40:	13.2019	1.0	41:	10.6662	1.0	42:	6.0807	1.0
43:	5.6666	1.0	44:	5.0289	1.0	45:	4.1675	1.0
46:	3.5712	1.0	47:	3.0328	1.0	48:	2.1230	1.0
49:	2.0500	1.0	50:	38.7300	1.0	51:	37.5211	1.0
52:	35.2284	1.0	53:	33.7443	1.0	54:	33.0794	1.0
55:	34.2470	1.0	56:	32.5475	1.0	57:	31.3465	1.0
58:	33.4625	1.0	59:	33.0448	1.0	60:	32.6937	1.0
61:	30.2111	1.0	62:	29.5200	1.0	63:	32.1307	1.0
64:	31.0155	1.0	65:	30.1764	1.0	66:	28.0447	1.0
67:	29.1988	1.0	68:	33.3225	1.0	69:	32.6533	1.0
70:	32.0000	1.0	71:	31.0000	1.0	72:	30.0000	1.0
73:	33.1878	1.0	74:	33.0387	1.0	75:	31.6867	1.0
76:	34.1453	1.0	77:	34.1453	1.0	78:	36.1698	1.0
79:	34.3040	1.0	80:	34.0505	1.0	81:	32.3807	1.0
82:	30.6228	1.0	83:	30.4354	1.0	84:	30.2079	1.0
85:	33.6973	1.0	86:	31.4481	1.0	87:	34.1855	1.0
88:	34.6687	1.0	89:	33.7364	1.0	90:	33.2419	1.0
91:	32.2984	1.0	92:	29.1421	1.0	93:	24.2814	1.0
94:	17.7164	1.0	95:	13.1713	1.0	96:	9.0682	1.0
97:	2.1142	1.0	98:	2.0500	1.0			

EK D – DEĞİŞTİRİLMİŞ LUNG YÖNTEMİ

Değiştirilmiş Lung-O'Connor yöntemi, orijinal Lung-O'Connor yönteminin n katı kadar işlem yapılmasını gerektirir. Burada n tabaka sayısıdır. Bu nedenle değiştirilmiş Lung-O'Connor yöntemi bir bilgisayar programının geliştirilmesi gerekmiştir. Program Microsoft EXCEL 2000 elektronik tablo yazılım paketi altında VBA 6.0 programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir.

D.1 Veri Giriş Formu



Şekil D.1 – Model Parametreleri Giriş Formu

D.2 Değiştirilmiş Lung Programı – Microsoft EXCEL 2000 Kaynak Kodu

```
Option Explicit
Sub ELUNG()

    Dim i As Integer
    Dim sonsutun As Integer

    Dim g As Double                 'Yerçekimi ivmesi
    Dim Alfa1 As Double             'Yoğunluk katsayısı
    Dim Cd As Double                'Sürtunme katsayısı
    Dim Nz As Double                'Ortalama dikey Eddy viskozitesi
    Dim YuzeyTuzGradX As Double     'Yüzey tuzlulugunun akım yönüne göre türevi
    Dim h As Double                 'Derinlik
    Dim Qr As Double                'Tatlı su debisi
    Dim W As Double                 'Genişlik

    Dim C1 As Double                'Katsayı 1
    Dim C2 As Double                'Katsayı 2
    Dim C3 As Double                'Katsayı 3
```

```
Dim C4 As Double                'Katsayı 4

Dim YuzeyEgim1 As Double        'Yüzey eğimi 1
Dim YuzeyEgim2 As Double        'Yüzey eğimi 2
Dim YuzeyEgim As Double         'Yüzey eğimi

Dim Ub1 As Double               '1. Yüzey eğimine göre hesplanan taban hız
Dim Ub2 As Double               '2. Yüzey eğimine göre hesaplanan taban hız

Dim TabakaSayisi As Integer     'Tabaka sayısı

Dim DikeyTuzGrad() As Double    'Tuzluluğun derinliğe göre türevi
Dim S() As Double               'Tabakaların ortalama tuzluluğunu tutan dizi
Dim TabakaDerinlik() As Double 'Tabaka derinliklerini tutan dizi
Dim z() As Double               'Tabakaların derinliklerini tutan dizi
Dim u() As Double               'Tabaka hızlarını tutan dizi

g = 9.8
Alfa1 = 0.000757
```

```
Cd = Worksheets(1).Cells(5, "E").Value
Nz = Worksheets(1).Cells(6, "E").Value

W = Worksheets(1).Cells(8, "E").Value
h = Worksheets(1).Cells(9, "E").Value
Qr = Worksheets(1).Cells(10, "E").Value

YuzeyTuzGradX = Worksheets(1).Cells(12, "E").Value
TabakaSayisi = Worksheets(1).Cells(14, "C").Value

ReDim DikeyTuzGrad(TabakaSayisi + 1)
ReDim S(TabakaSayisi + 1)
ReDim TabakaDerinlik(TabakaSayisi + 1)
ReDim z(TabakaSayisi + 1)
ReDim u(TabakaSayisi + 1)

'Ekran temizleme fonksiyonlarını çağır
HucreTemizle 3, 5, 3, 8, 3 + TabakaSayisi
HucreTemizle 3, 12, 3, 17, 3 + TabakaSayisi
```

```
' Yüzey için
z(1) = Worksheets(2).Cells(4, "A").Value
S(1) = Worksheets(2).Cells(4, "B").Value

'Diğer tabakalar için
For i = 2 To TabakaSayisi + 1
    z(i) = Worksheets(2).Cells(3 + i, "A").Value
    S(i) = Worksheets(2).Cells(3 + i, "B").Value
    TabakaDerinlik(i) = z(i) - z(i - 1)
    DikeyTuzGrad(i) = ((S(i) / S(i - 1)) - 1) / TabakaDerinlik(i)
Next i

DikeyTuzGrad(1) = DikeyTuzGrad(2)

'Yüzey için C katsayıları
C1 = (((g * Alfa1) / Nz) * _
     YuzeyTuzGradX * (h ^ 4) * (1 / (8 * h) _
     + (DikeyTuzGrad(1) / 30))) + (Qr / (W * h))

C2 = (g * (h ^ 2)) / (3 * Nz)
```

```
C3 = Alfa1 * YuzeyTuzGradX * _
     ((h / 2) + ((DikeyTuzGrad(1) * (h ^ 2)) / 6))
C4 = (g * h) / Cd

'Yüzey için hesaplanan C katsayılarını ara sonuçlara yazdır
Worksheets(3).Cells(5, 3).Value = C1
Worksheets(3).Cells(6, 3).Value = C2
Worksheets(3).Cells(7, 3).Value = C3
Worksheets(3).Cells(8, 3).Value = C4

'Yüzey tabakasının yüzey eğimini hesapla
YuzeyEgim1 = (C4 - (2 * C1 * C2) + _
             Sqr(((2 * C1 * C2 - C4) ^ 2) _
             - (4 * C2 ^ 2 * (C1 ^ 2 - C3 * C4)))) _
             / (2 * C2 ^ 2)

YuzeyEgim2 = (C4 - (2 * C1 * C2) - _
             Sqr(((2 * C1 * C2 - C4) ^ 2) _
             - (4 * C2 ^ 2 * (C1 ^ 2 - C3 * C4)))) _
```

```
            / (2 * C2 ^ 2)

'İki duruma göre taban hızı hesapla
Ub1 = (((g * Alfa1) / Nz) _
      * YuzeyTuzGradX * (h ^ 4) * ((1 / (8 * h)) _
      + (DikeyTuzGrad(1) / 30))) _
      + (((g * h ^ 2) / (3 * Nz)) * YuzeyEgim1) _
      + (Qr / (W * h))

Ub2 = (((g * Alfa1) / Nz) _
      * YuzeyTuzGradX * (h ^ 4) * ((1 / (8 * h)) _
      + (DikeyTuzGrad(1) / 30))) _
      + (((g * h ^ 2) / (3 * Nz)) * YuzeyEgim2) _
      + (Qr / (W * h))

'Doğru hızı seç
If Ub1 < 0 Then
    YuzeyEgim = YuzeyEgim1
Else
    YuzeyEgim = YuzeyEgim2
```

```
End If

Worksheets(3).Cells(12, 3).Value = YuzeyEgim1
Worksheets(3).Cells(14, 3).Value = YuzeyEgim2
Worksheets(3).Cells(17, 3).Value = YuzeyEgim

Worksheets(3).Cells(13, 3).Value = Ub1
Worksheets(3).Cells(15, 3).Value = Ub2

'Yüzeydeki hızı hesapla
u(1) = (((g * Alfa1) / Nz) * YuzeyTuzGradX _
     * (((z(1) ^ 3) / 6) + ((DikeyTuzGrad(1) * (z(1) ^ 4)) / 24) _
     - ((h ^ 3) / 24) - ((DikeyTuzGrad(1) * (h ^ 4)) / 120))) _
     + ((g / Nz) * (YuzeyEgim * (((z(1) ^ 2) / 2) _
     - ((h ^ 2) / 6)))) + (Qr / (W * h))

For i = 2 To TabakaSayisi + 1

    C1 = (((g * Alfa1) / Nz) _
       * YuzeyTuzGradX * (h ^ 4) * (1 / (8 * h) _
```

```
   + (DikeyTuzGrad(i) / 30))) + (Qr / (W * h))

C2 = (g * (h ^ 2)) / (3 * Nz)

C3 = Alfa1 * YuzeyTuzGradX _
   * ((h / 2) + ((DikeyTuzGrad(i) * (h ^ 2)) / 6))

C4 = (g * h) / Cd

'Yüzey için hesaplanan C katsayılarını ara sonuçlara yazdır
Worksheets(3).Cells(5, 2 + i).Value = C1
Worksheets(3).Cells(6, 2 + i).Value = C2
Worksheets(3).Cells(7, 2 + i).Value = C3
Worksheets(3).Cells(8, 2 + i).Value = C4

'Yüzey tabakasının yüzey eğimini hesapla
YuzeyEgim1 = (C4 - (2 * C1 * C2) _
           + Sqr(((2 * C1 * C2 - C4) ^ 2) _
           - (4 * C2 ^ 2 * (C1 ^ 2 - C3 * C4)))) _
           / (2 * C2 ^ 2)
```

```
YuzeyEgim2 = (C4 - (2 * C1 * C2) _
           - Sqr(((2 * C1 * C2 - C4) ^ 2) _
           - (4 * C2 ^ 2 * (C1 ^ 2 - C3 * C4)))) _
           / (2 * C2 ^ 2)

'İki duruma göre taban hızı hesapla
Ub1 = (((g * Alfa1) / Nz) _
    * YuzeyTuzGradX * (h ^ 4) * ((1 / (8 * h)) _
    + (DikeyTuzGrad(i) / 30))) _
    + (((g * h ^ 2) / (3 * Nz)) * YuzeyEgim1) _
    + (Qr / (W * h))

Ub2 = (((g * Alfa1) / Nz) _
    * YuzeyTuzGradX * (h ^ 4) * ((1 / (8 * h)) _
    + (DikeyTuzGrad(i) / 30))) _
    + (((g * h ^ 2) / (3 * Nz)) * YuzeyEgim2) _
    + (Qr / (W * h))

'Doğru hızı seç
```

```
If Ub1 < 0 Then
    YuzeyEgim = YuzeyEgim1
Else
    YuzeyEgim = YuzeyEgim2
End If

Worksheets(3).Cells(12, 2 + i).Value = YuzeyEgim1
Worksheets(3).Cells(14, 2 + i).Value = YuzeyEgim2
Worksheets(3).Cells(17, 2 + i).Value = YuzeyEgim

Worksheets(3).Cells(13, 2 + i).Value = Ub1
Worksheets(3).Cells(15, 2 + i).Value = Ub2

u(i) = (((g * Alfa1) / Nz) * YuzeyTuzGradX _
     * (((z(i) ^ 3) / 6) + ((DikeyTuzGrad(i) * (z(i) ^ 4)) / 24) _
     - ((h ^ 3) / 24) - ((DikeyTuzGrad(i) * (h ^ 4)) / 120))) _
     + ((g / Nz) * (YuzeyEgim * (((z(i) ^ 2) / 2) - ((h ^ 2) / 6)))) _
     + (Qr / (W * h))

Worksheets(4).Cells(i + 4, "B") = z(i - 1)
```

```
        Worksheets(4).Cells(i + 4, "C") = u(i - 1)
    Next i

    'Ara sonuçların kenarlıklarını koy
    Kenar 3, 5, 3, 8, 3 + TabakaSayisi
    Kenar 3, 12, 3, 15, 3 + TabakaSayisi
    Kenar 3, 17, 3, 17, 3 + TabakaSayisi

    Worksheets(4).Cells(i + 4, "B") = z(TabakaSayisi + 1)
    Worksheets(4).Cells(i + 4, "C") = u(TabakaSayisi + 1)

End Sub

Sub Kenar(sayfa As Integer, _
          satir1 As Integer, sutun1 As Integer, _
          satir2 As Integer, sutun2 As Integer)

    Dim i As Integer
    Dim j As Integer
```

```
On Error GoTo hata

For i = sutun1 To sutun2

    For j = satir1 To satir2

        Worksheets(3).Cells(j, i).Select
        Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
        Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone

        With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
            .LineStyle = xlContinuous
            .Weight = xlThin
            .ColorIndex = xlAutomatic
        End With

        With Selection.Borders(xlEdgeTop)
            .LineStyle = xlContinuous
            .Weight = xlThin
            .ColorIndex = xlAutomatic
```

```
            End With

            With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
                .LineStyle = xlContinuous
                .Weight = xlThin
                .ColorIndex = xlAutomatic
            End With

            With Selection.Borders(xlEdgeRight)
                .LineStyle = xlContinuous
                .Weight = xlThin
                .ColorIndex = xlAutomatic
            End With

        Next j

    Next i
hata:

End Sub
```

```
Sub HucreTemizle(sayfa As Integer, _
                 satir1 As Integer, sutun1 As Integer, _
                 satir2 As Integer, sutun2 As Integer)

    Dim i As Integer
    Dim j As Integer
    On Error GoTo hata

    For i = sutun1 To sutun2

        For j = satir1 To satir2
            Worksheets(sayfa).Cells(j, i).Select
            Selection.Clear
        Next j

    Next i
hata:

End Sub
```

EK E – KÖYCEĞİZ GÖLÜ'NÜN BATİMETRİSİ

E1 – BATİMETRİK HARİTA

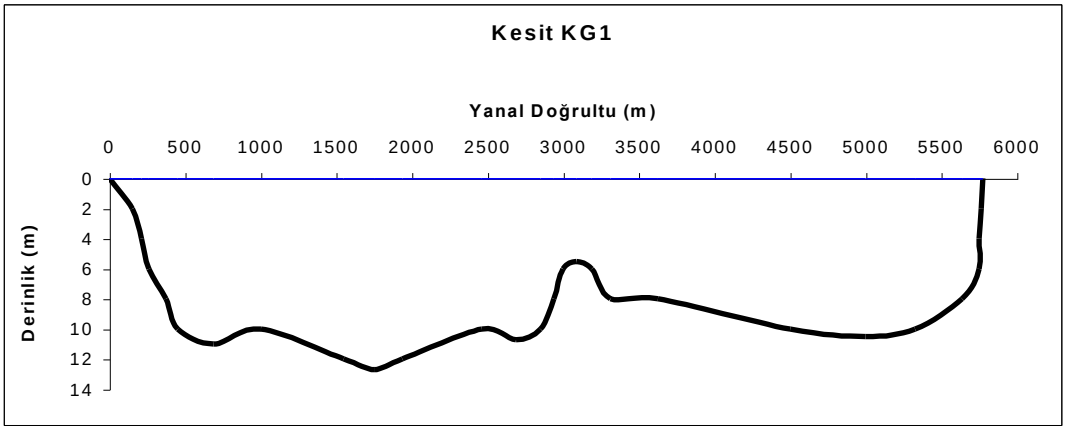
EK E.2 – Köyceğiz Gölü'nün Enkesitleri

Açıklama:

Bu ekte, Ek E.1'de verilen Köyceğiz Gölü haritasında kesikli çizgi olarak gösterilen hatlar üzerinden alınan kesitler Tablo (y ve z koordinarları) ve şekil olarak verilmiştir. Şekillerde y ve z aynı ölçekte değildir. Her şeklin kendine göre bir ölçeği olup y ve z üzerinde m biriminde ölçüler verilmiştir. Tablolardaki y koordinatları (yanal doğrultu) batıdan doğuya doğrudur. z koordinatları ise derinliği temsil etmektedir. Su yüzünde z koordinatı sıfır alınmıştır ve z derinlik boyunca artmaktadır.

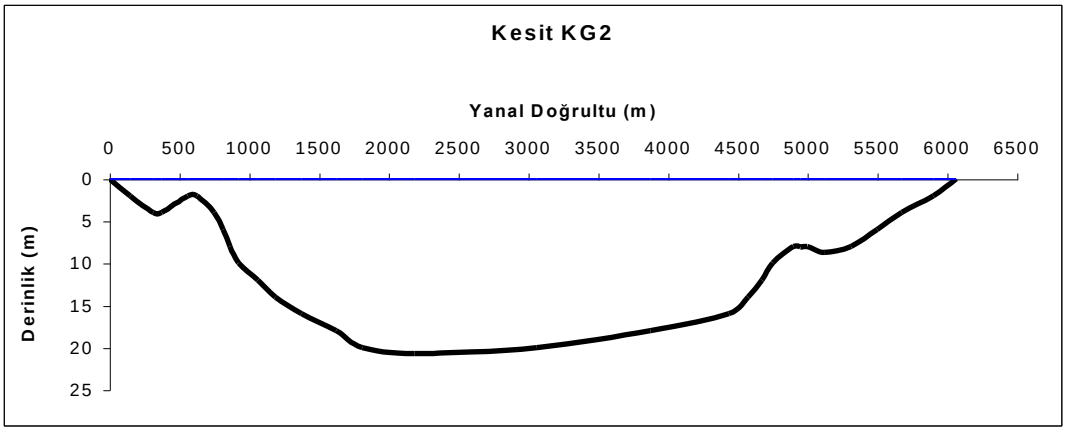
E.2.1 – Kesit KG1

y (m)	z (m)
0,0	0
150,0	2
212,5	4
262,5	6
375,0	8
450,0	10
687,5	11
1000,0	10
1550,0	12
1750,0	12,7
1937,5	12
2462,5	10
2687,5	10,7
2850,0	10
2937,5	8
3000,0	6
3087,5	5,5
3187,5	6
3312,5	8
3625,0	8
4500,0	10
5000,0	10,5
5325,0	10
5637,5	8
5750,0	6
5750,0	4
5762,5	2
5775,0	0



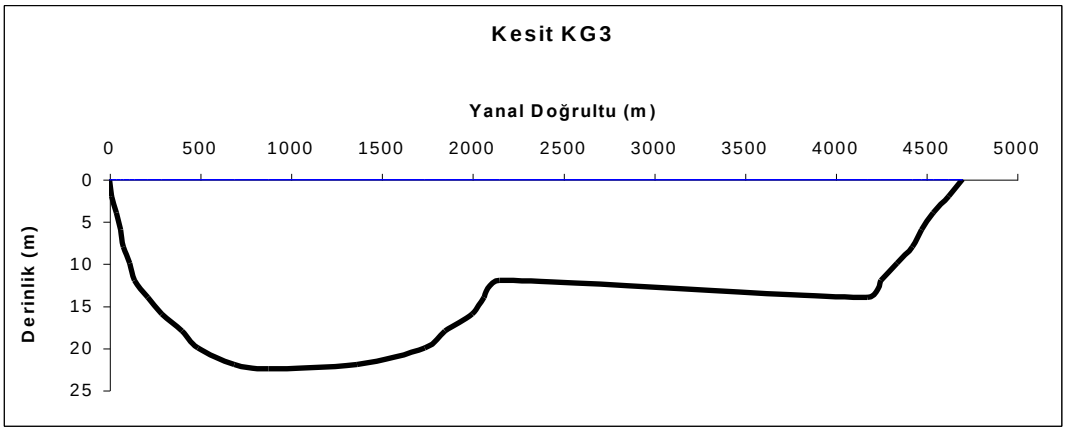
E.2.2 – Kesit KG2

y (m)	z (m)
0,0	0
150,0	2
312,5	4
375,0	4
562,5	2
625,0	2
750,0	4
812,5	6
862,5	8
925,0	10
1062,5	12
1187,5	14
1375,0	16
1625,0	18
1812,5	20
2187,5	20,7
3062,5	20
3875,0	18
4437,5	16
4575,0	14
4675,0	12
4750,0	10
4900,0	8
4950,0	8,1
5000,0	8
5125,0	8,7
5312,5	8
5500,0	6
5675,0	4
5900,0	2
6062,5	0



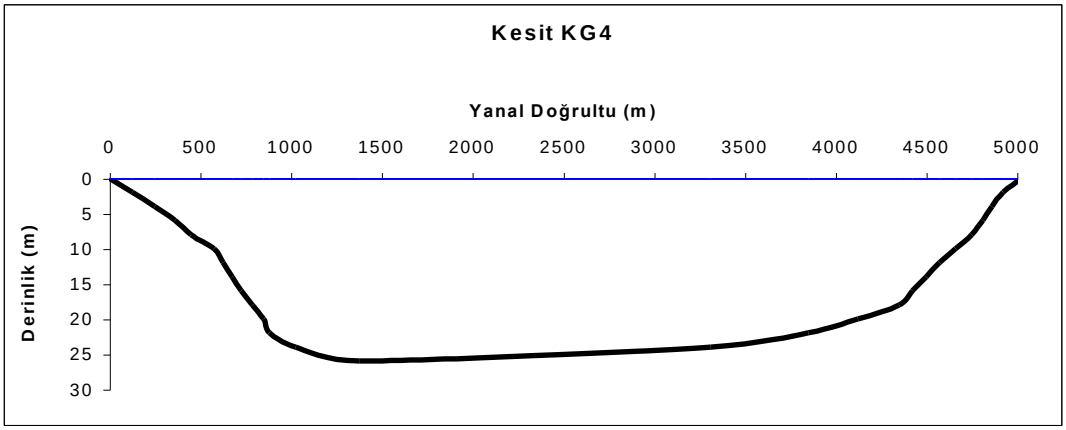
E.2.3 – Kesit KG3

y (m)	z (m)
0,0	0
12,5	2
37,5	4
62,5	6
75,0	8
112,5	10
137,5	12
212,5	14
287,5	16
400,0	18
487,5	20
687,5	22
875,0	22,5
1362,5	22
1737,5	20
1850,0	18
2000,0	16
2062,5	14
2150,0	12
4175,0	14
4250,0	12
4337,5	10
4425,0	8
4475,0	6
4537,5	4
4625,0	2
4700,0	0



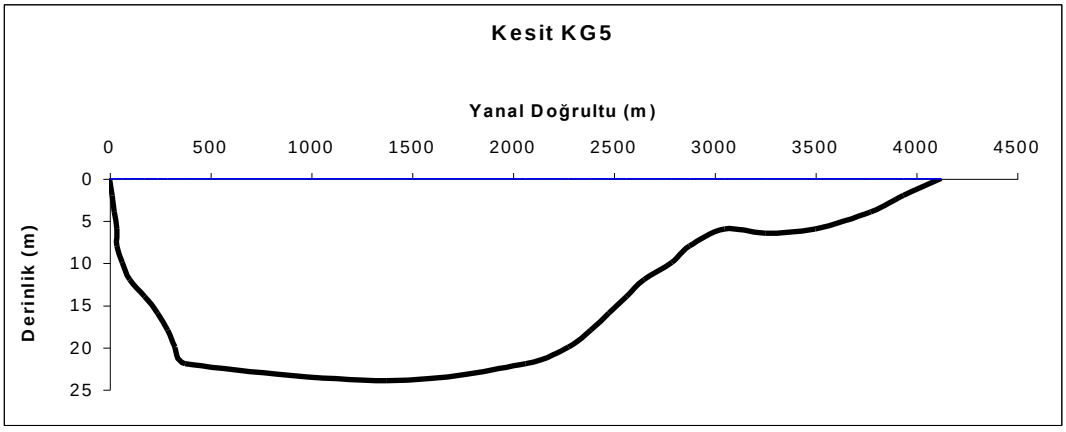
E.2.4 – Kesit KG4

y (m)	z (m)
0,0	0
125,0	2
250,0	4
362,5	6
450,0	8
575,0	10
625,0	12
675,0	14
725,0	16
787,5	18
850,0	20
881,25	22
1025,0	24
1375,0	26
3312,5	24
3850,0	22
4125,0	20
4350,0	18
4425,0	16
4500,0	14
4575,0	12
4662,5	10
4750,0	8
4812,5	6
4862,5	4
4925,0	2
5025,0	0



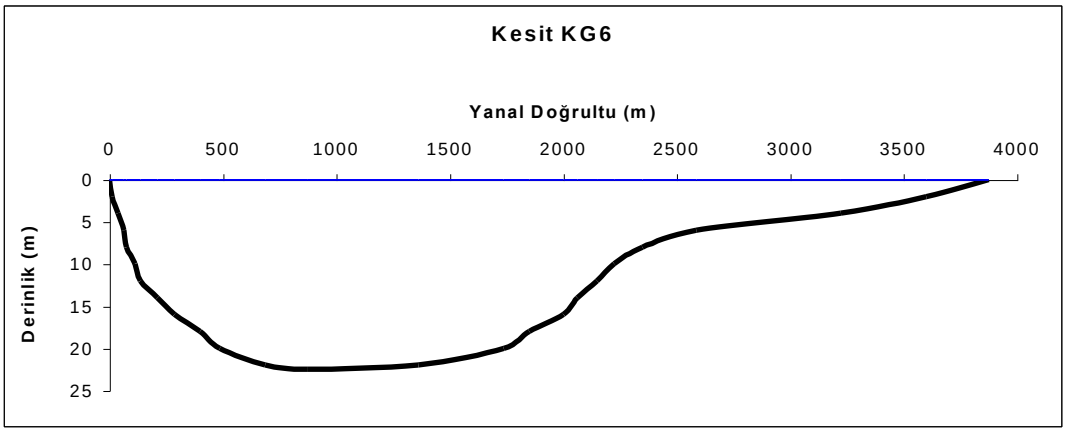
E.2.5 – Kesit KG5

y (m)	Z (m)
0,0	0
12,5	2
25,0	4
37,5	6
37,5	8
62,5	10
100,0	12
175,0	14
237,5	16
287,5	18
325,0	20
375,0	22
1375,0	24
2062,5	22
2275,0	20
2387,5	18
2475,0	16
2562,5	14
2650,0	12
2787,5	10
2875,0	8
3050,0	6
3250,0	6,5
3500,0	6
3775,0	4
3937,5	2
4125,0	0



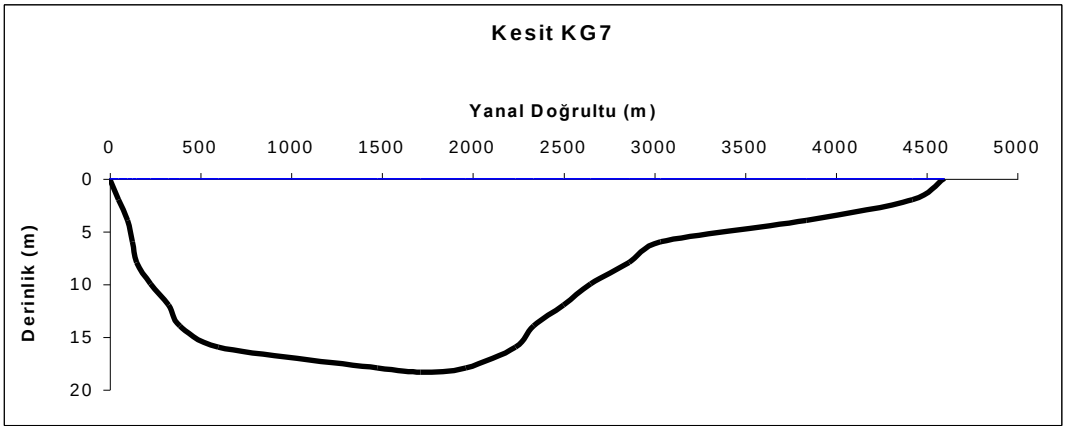
E.2.6 – Kesit KG6

y (m)	Z (m)
0,0	0
12,5	2
37,5	4
62,5	6
75,0	8
112,5	10
137,5	12
212,5	14
287,5	16
400,0	18
487,5	20
687,5	22
875,0	22,5
1362,5	22
1737,5	20
1850,0	18
2000,0	16
2062,5	14
2150,0	12
2225,0	10
2350,0	8
2587,5	6
3225,0	4
3600,0	2
3875,0	0



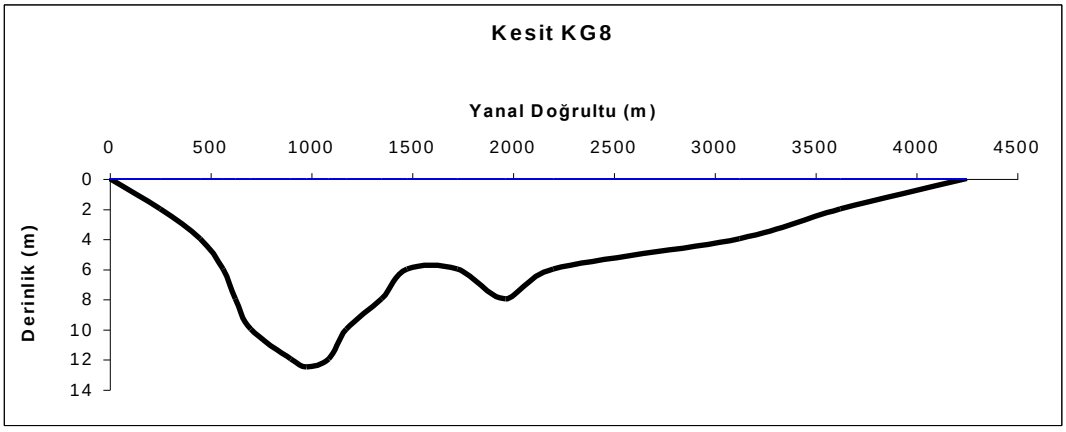
E.2.7 – Kesit KG7

0,0	0
50,0	2
100,0	4
125,0	6
150,0	8
225,0	10
325,0	12
387,5	14
600,0	16
1475,0	18
1712,5	18,4
1962,5	18
2237,5	16
2337,5	14
2500,0	12
2650,0	10
2862,5	8
3037,5	6
3837,5	4
4425,0	2
4600,0	0



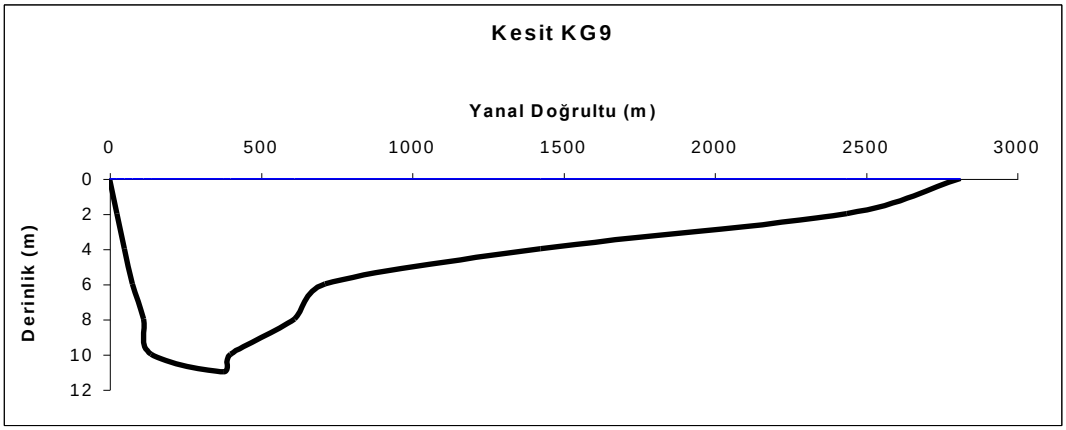
E.2.8 – Kesit KG8

0	0
250	2
450	4
562,5	6
625	8
700	10
900	12
975	12,5
1087,5	12
1175	10
1350	8
1475	6
1725	6
1962,5	8
2200	6
3125	4
3625	2
4250	0



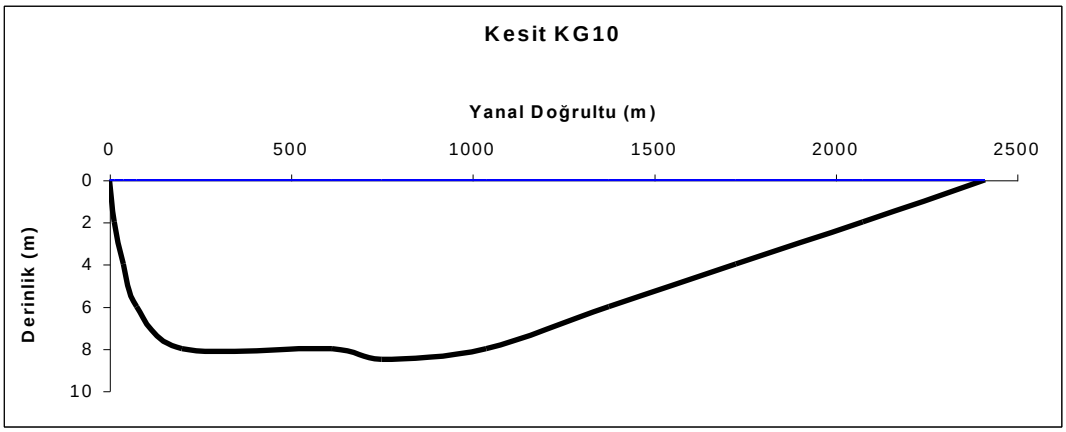
E.2.9 – Kesit KG9

0	0
25	2
50	4
75	6
112,5	8
137,5	10
375	11
400	10
612,5	8
712,5	6
1425	4
2437,5	2
2812,5	0



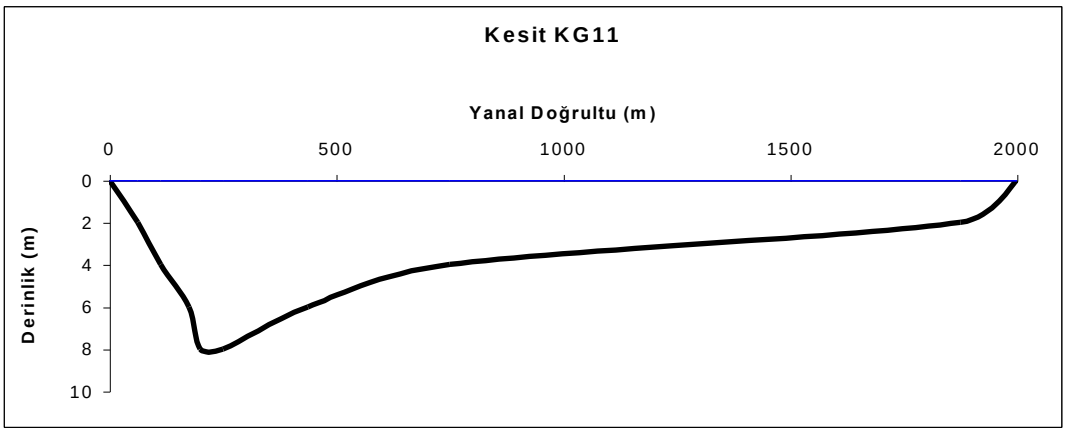
E.2.10 – Kesit KG10

y (m)	Z (m)
0	0
12,5	2
37,5	4
75	6
200	8
612,5	8
750	8,5
1037,5	8
1375	6
1725	4
2075	2
2412,5	0



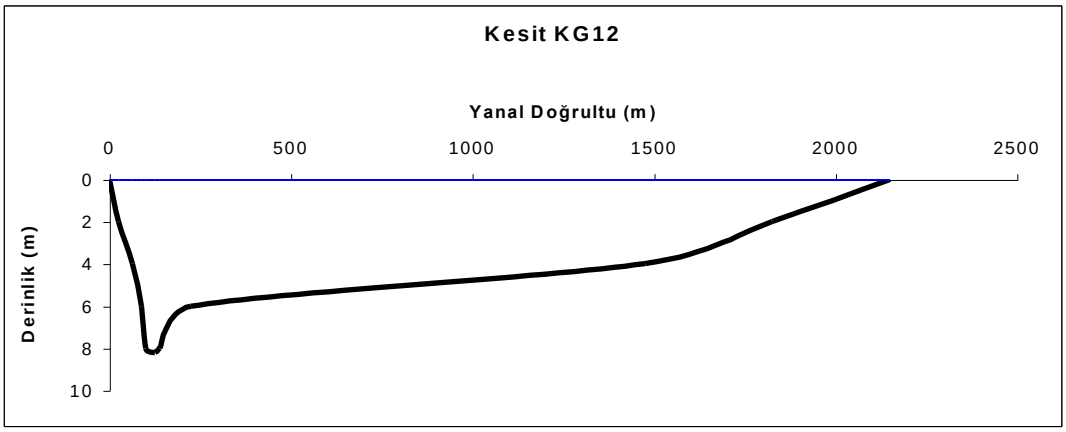
E.2.11 – Kesit KG11

y (m)	z (m)
0	0
62,5	2
112,5	4
175	6
200	8
250	8
437,5	6
750	4
1875	2
2000	0



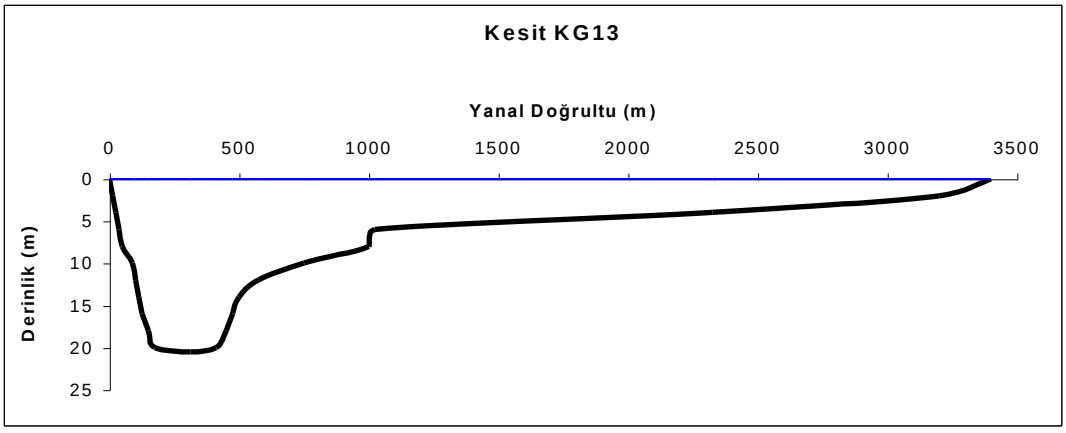
E.2.12 – Kesit KG12

y (m)	z (m)
0	0
25	2
62,5	4
87,5	6
100	8
125	8,2
137,5	8
225	6
1475	4
1825	2
2150	0



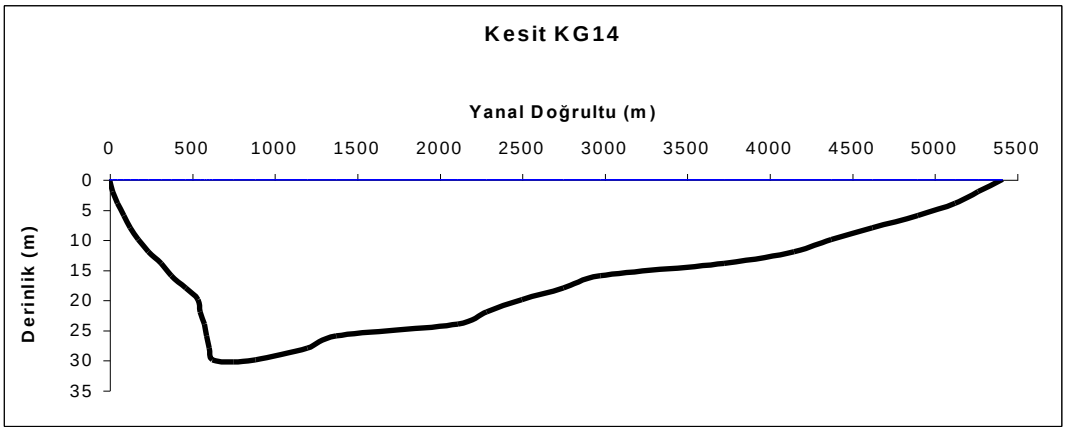
E.2.13 – Kesit KG13

Y (m)	z (m)
0	0
12,5	2
25	4
37,5	6
50	8
87,5	10
100	12
112,5	14
125	16
150	18
175	20
312,5	20,5
412,5	20
450	18
475	16
500	14
575	12
750	10
1000	8
1025	6
2325	4
3200	2
3400	0



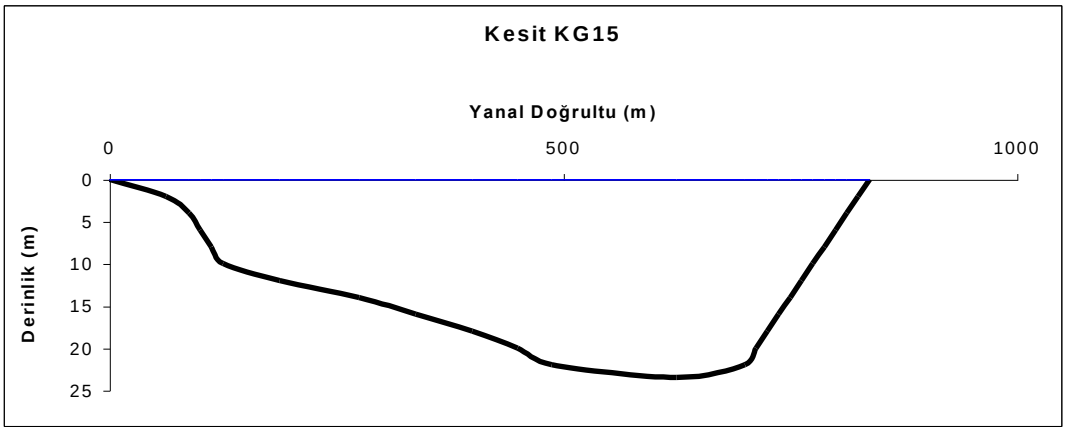
E.2.14 – Kesit KG14

y (m)	z (m)
0	0
18,75	2
50	4
87,5	6
125	8
175	10
237,5	12
312,5	14
375	16
462,5	18
537,5	20
550	22
575	24
587,5	26
606,25	28
625	30
750	30,3
887,5	30
1200	28
1375	26
2112,5	24
2287,5	22
2500	20
2750	18
2975	16
3725	14
4150	12
4375	10
4625	8
4900	6
5125	4
5262,5	2
5412,5	0



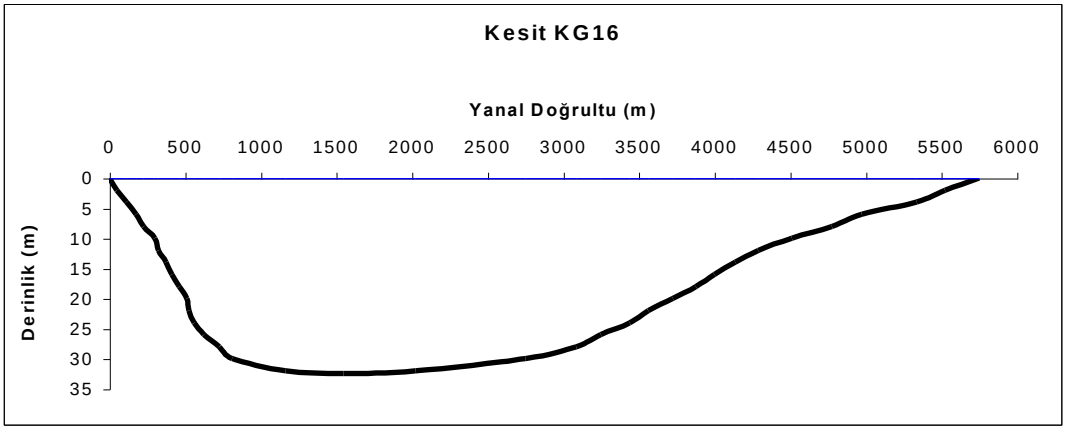
E.2.15 – Kesit KG15

0	0
62,5	2
87,5	4
100	6
112,5	8
125	10
187,5	12
275	14
337,5	16
400	18
450	20
487,5	22
625	23,5
700	22
712,5	20
725	18
737,5	16
750	14
762,5	12
775	10
787,5	8
800	6
812,5	4
825	2
837,5	0



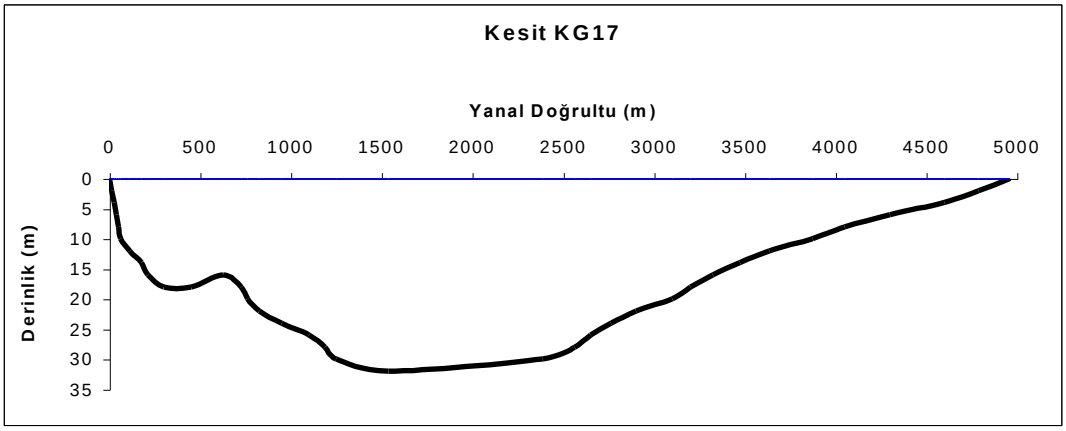
E.2.16 – Kesit KG16

y (m)	z (m)
0	0
50	2
112,5	4
175	6
225	8
300	10
325	12
375	14
412,5	16
462,5	18
512,5	20
525	22
562,5	24
625	26
725	28
812,5	30
1162,5	32
1550	32,4
2025	32
2750	30
3087,5	28
3250	26
3437,5	24
3562,5	22
3725	20
3875	18
4000	16
4137,5	14
4287,5	12
4512,5	10
4775	8
4975	6
5337,5	4
5525	2
5750	0



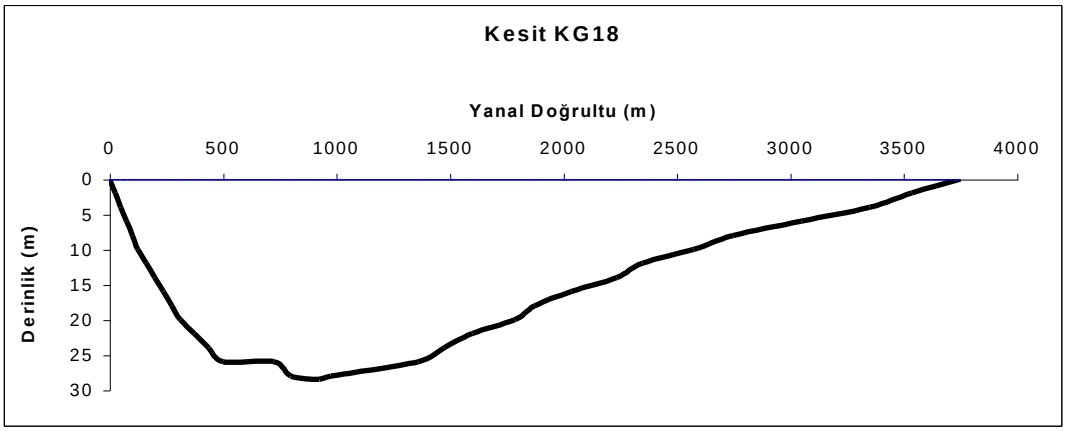
E.2.17 – Kesit KG17

y (m)	z (m)
0	0
12,5	2
25	4
37,5	6
50	8
62,5	10
112,5	12
175	14
212,5	16
300	18
450	18
625	16
725	18
762,5	20
825	22
950	24
1100	26
1187,5	28
1250	30
1537,5	32
2387,5	30
2562,5	28
2650	26
2762,5	24
2900	22
3100	20
3200	18
3325	16
3475	14
3637,5	12
3875	10
4050	8
4300	6
4600	4
4787,5	2
4962,5	0



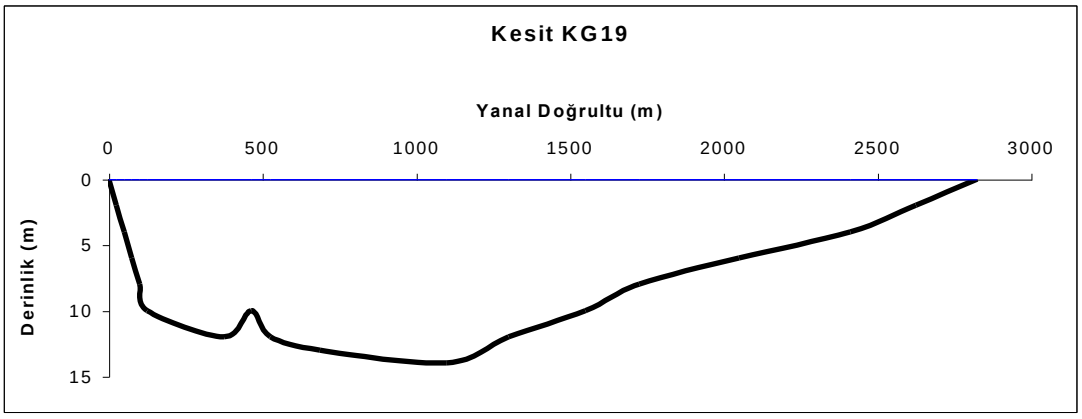
E.2.18 – Kesit KG18

Y (m)	z (m)
0	0
25	2
50	4
75	6
100	8
125	10
162,5	12
200	14
237,5	16
275	18
312,5	20
375	22
437,5	24
500	26
725	26
800	28
925	28,5
975	28
1362,5	26
1475	24
1600	22
1787,5	20
1875	18
2037,5	16
2237,5	14
2350	12
2575	10
2750	8
3050	6
3350	4
3537,5	2
3750	0



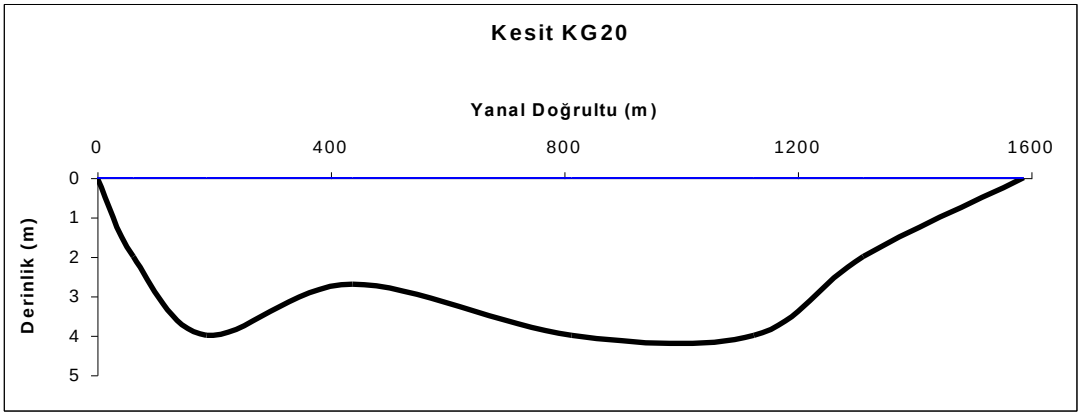
E.2.19 – Kesit KG19

Y (m)	z (m)
0	0
25	2
50	4
75	6
100	8
125	10
375	12
462,5	10
525	12
687,5	13
1100	14
1300	12
1550	10
1725	8
2050	6
2412,5	4
2625	2
2825	0



E.2.20 – Kesit KG20

y (m)	z (m)
0	0
62,5	2
187,5	4
437,5	2,7
812,5	4
1125	4
1312,5	2
1587,5	0



ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında İstanbul'da doğdu. İlk öğrenimini 1983-1988 yılları arasında İlhami Ahmed Örnekal İlkokulu'nda, orta öğrenimini 1988 – 1996 yılları arasında Özel Sankt Georg Avusturya Lisesi'nde tamamladı. 1996 yılında girdiği İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü'nden 2000 yılında mezun oldu. Aynı tarihte İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Çevre Mühendisliği Programı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. İTÜ İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü'nde 2001 yılından beri araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.