

**ALTYAPI SİSTEMLERİNİN FARKLI  
BİLGİSAYAR DESTEKLİ PROGRAMLARLA  
KARŞILAŞTIRMALI  
ANALİZİ, DİZAYNI VE MALİYET HESABI**

**Mehmet Turan TETİK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ÇEVRE BİLİMLERİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN2012**

**ANKARA**

Mehmet Turan TETİK tarafından hazırlanan “ALTYAPI SİSTEMLERİNİN FARKLI BİLGİSAYAR DESTEKLİ PROGRAMLARLA KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ, DİZAYNI VE MALİYET HESABI” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç.Dr.Beril Salman AKIN .....

Tez Danışmanı, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliğiyle Çevre Bilimleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Hikmet Türk KATIRCIOĞLU .....

Biyoloji Öğretmenliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Doç.Dr.Beril Salman AKIN .....

Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Yrd.Doç.Dr.A.Gamze Yücel IŞILDAR .....

Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

07/06/2012

Bu tez ile G.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU .....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Mehmet Turan TETİK

**ALTYAPI SİSTEMLERİNİN FARKLI BİLGİSAYAR DESTEKLİ  
PROGRAMLARLA KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ, DİZAYNI VE  
MALİYET HESABI  
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Mehmet Turan TETİK**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Haziran 2012**

**ÖZET**

Model, gerçek dünyadaki bir olgunun veya sistemin yapı ve işleyişinin, ilgili olduğu bilim sahasının kavram ve kanunlarına bağlı olarak ifade edilmesidir. Genellikle modellenen olgunun çok karmaşık olması sebebiyle modeller, anlatmak istedikleri sistemleri basitleştirerek belli varsayımlar altında ele alırlar.

İçme suyu dağıtım, kanalizasyon uzaklaştırma ve yağmur suyu toplama sistemleri gibi insan sağlığı açısından önem arz eden ve toplumların gelişmişlik göstergelerinden biri olan yapıların tasarımları hassas analizler ve yüksek maliyetlerle gerçekleştirilmektedir. Bu analizlerin yapılması uzun süreler gerektirmektedir. Gelişen teknoloji ve bilgisayar sistemleriyle birlikte bu analizlerin daha optimum şartlarda ve çok kısa sürelerde yapılması amaçlanarak çeşitli modelleme programları üretilmiştir. Bu programların birbirlerine göre bir çok değişik hesap şekilleri olması dolayısıyla bazı programlar daha çok ön plana çıkmışlardır. Bu programların birbirleri ile karşılaştırılması ve hangi programın daha işlevsel olduğunun araştırılıp gözler önüne serilmesi ise bu şekilde büyük önem arz eden yapıların daha sağlıklı ve düzgün dizayn edilmesi ve uygun fiyatlarla inşaatını kolaylaştıracaktır.

Daha önce bu konularla ilgili gerçekleştirilen tez çalışmalarında altyapı sistemlerinin paket olarak incelenmemesi bu alanda bir eksiklik teşkil etmektedir. Sadece kanalizasyon sistemi için kullanılan programlar karşılaştırılırken içme suyu sisteminin veya yağmur suyu sisteminin birbirinden ayrılması çok doğru bir yaklaşım değildir. Çünkü altyapı sistemlerinin tamamı birbirine entegre bir şekilde çalışmakta ve dizayn edilmektedir. Aynı zamanda daha önceki çalışmalarda sistemlerin maliyet yönünden araştırılmaması da ayrı bir handikaptır.

Bu sebeplerin tamamı göz önüne alındığında altyapı sistemleri için geliştirilen modelleme programlarının bir kaç yerinde, en çok kabul gören lisp ve yazılım tabanlı iki model sisteminin paket olarak incelenmesinin ve sistemleri birbirinden ayırmanın yanlış olacağı düşünülerek hem hesap kriterleri, hem malzeme farklılığı ve hem de maliyet açısından karşılaştırılmasının daha sağlıklı olacağı öngörülmüştür.

İçme suyu sisteminde lisp programının yazılım programına göre daha uygun ve maliyet açısından daha düşük sonuçlar elde ettiği izlenmiştir. Kanalizasyon programında ise modelleme olarak bakıldığında yazılım programının daha uygun olduğu, maliyet açısından ise çok bir fark olmamasına rağmen yine daha düşük sonuçlar elde edildiği gözlenmiştir. Yağmursuyu sisteminde ise modelleme açısından herhangi bir fark görülmemesine rağmen maliyet açısından yazılım programının lisp programına göre üstün olduğu izlenmiştir.

**Bilim Kodu** : 903.1.027  
**Anahtar Kelimeler** : Kanalizasyon, İçme Suyu, Yağmur Suyu, Hesap, Dizayn, Maliyet, Karşılaştırma  
**Sayfa Adedi** : 173  
**Tez Yöneticisi** : Doç. Dr. Beril Salman AKIN

**COMPARATIVE ANALYSIS, DESIGN AND COST CALCULATION  
OF INFRASTRUCTURE SYSTEMS WITH VARIOUS COMPUTER-  
AIDED PROGRAMS**

**(M. Sc. Thesis)**

**Mehmet Turan TETİK**

**GAZI UNIVERSITY  
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**June 2012**

**ABSTRACT**

**Model represents the definition of the structure and operation of a phenomenon or a system depending on the concepts and laws of the related discipline. Generally as the modeled phenomenon is very complicated, models define the systems by simplifying them under definite assumptions.**

**The designs of the structures like potable water distribution, sewerage system removal and rain water collection systems which are important in terms of human health and which are one of the development indicators of the societies have been performed by post optimality analysis and high cost. The performance of these analyses requires a long time. Various modeling programs are produced by aiming at performing these analyses under more optimum conditions and in a very short time by means of advancing technology and computer systems. Due to the fact that these programs have account forms which are very different from each other, some programs have come into prominence. The fact that these programs are compared with each other and it is searched and revealed that which program is more functional will facilitate the more reliable and smooth design and cost efficient construction of the structures which have great importance.**

The fact that infrastructure systems were not examined as a pack in the thesis studies performed on these matters previously constitute a drawback on this field. It is not a proper approach to distinguish the potable water system or rain water system from each other while only the programs used for sewerage system are compared with each other because the entire infrastructure system work and is designed in an integrated way. At the same time it is another handicap that the systems were not examined in terms of cost in the previous studies.

When all these reasons are taken into consideration, it is envisaged that it would be more beneficial to compare not only the account criteria, material difference but also the cost by considering that it would not be appropriate to examine the mostly accepted lisp and software based two model systems as a pack instead of several modeling programs that are developed for infrastructure systems and to separate the systems from each other.

It is monitored that the lisp program gets more appropriate and more cost efficient results than the software program. When considered as a modeling it is observed in the sewerage program that the software program is more appropriate and gets more cost efficient results despite the fact that there are no big differences in terms of the cost. Although no difference is observed in terms of modeling in the rain water system, it is monitored that the software program is superior to the lisp program.

Science Code : 903.1.027  
Key Words : Sewer, Water Supply, Storm Water, Calculation, Design, Cost  
Page Number : 173  
Adviser : Assoc. Prof. Dr. Beril Salman AKIN

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmada değerli katkılarıyla beni yönlendiren ve çalışmalarımın her safhasında sabırla yardımını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç.Dr. A.Çağlan KARASU BENLİ'ye ve hocamın yokluğunu aratmayan Sayın Doç.Dr. Beril Salman AKIN' a teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarımnda HİDROLİNK Müh. Müş. Ltd. Şti. nin olanaklarından yararlanmamı sağlayan İnşaat Yüksek Mühendisi Erol DEMİR'e, analizlerin yapılmasında yardımcı olan ve programı ile ilgili hiçbir bilgiyi çekinmeden benimle paylaşan Sayın Çevre Mühendisi Cüneyt SARGUT'a ve tüm mesai arkadaşlarım S. Seylan AYGÜN, Hüseyin GÖREN ve Özden ÖZÇEKİÇ' e teşekkür ederim. Ayrıca hayatım boyunca her türlü desteği gösteren aileme teşekkür ederim.

**İÇİNDEKİLER****Sayfa**

ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	vi
TEŞEKKÜR .....	viii
İÇİNDEKİLER .....	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ .....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xix
1.GİRİŞ .....	22
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	24
3 .İÇMESUYU DAĞITICI SİSTEMİNİN HESABINDA MODELİ OLUŞTURAN ELEMENLAR .....	27
3.1.İçme Suyu Dağıtıcı Sistemleri.....	27
3.2.İçme Suyu Dağıtıcı Sistemi Debilerinin Tahmini .....	27
3.2.1 Nüfus hesabı .....	27
3.2.2 Su tüketimi .....	31
3.2.3 Nüfus yoğunluğu .....	32
3.3. İçme Suyu Dağıtım Sistemi Proje Kriterleri .....	33
3.4. İçme Suyu Dağıtım Sistemi Tasarımı ve Kullanılan Bilgisayar Programları	34
3.4.1. AutoCAD tabanlı lisp programı .....	35
3.4.2. WaterCAD programı .....	36
4.ATIK SU TOPLAMA SİSTEMİNİN HESABINDA MODELİ OLUŞTURAN	

ELEMANLAR .....	37
-----------------	----

## Sayfa

4.1. Atık su Toplama Sistemleri ve Debi Hesaplaması .....	37
4.1.1 Eysel ortalama atık su debisi hesabı .....	39
4.1.2 .Endüstriyelortalama atık su debisi hesabı .....	41
4.1.3 Sızma debisi .....	42
4.1.4 Pik hesap debisi .....	42
4.2. Atık su Toplayıcıları Proje Kriterleri .....	43
4.3. Atık su Toplama Sistemi Tasarımında Kullanılan Bilgisayar Modelleri .....	44
4.3.1 AutoCAD Lisp programı .....	44
4.3.2 SewerCAD programı .....	44
5.YAĞMURSUYU TOPLAMA SİSTEMİNİN HESABINDA MODELİ	
OLUŞTURAN ELEMANLAR .....	46
5.1. Yağış Analizleri .....	48
5.2. Yüzeysel Akış .....	51
5.2.1 Yüzeysel akışı etkileyen faktörler .....	54
5.3. Yağmursuyu Toplayıcıları Proje Kriterleri .....	56
5.4. Yağmursuyu Toplayıcı Sis. Tasarımında Kullanılan Bilgisayar Modelleri ...	57
5.4.1 AutoCAD Tabanlı Lisp programı .....	57
5.4.2 StormCAD programı .....	57
6.KANALLARDA HİDROLİK TAHKİKLER.....	58
6.1. Açık Kanallarda Akış .....	58
6.2. Boru Hidroliği .....	60
6.2.1 Dolu akan kanallarda akım .....	60

## Sayfa

6.3. Boru Cinsine Göre Pürüzlülük .....	63
7.MATERYAL VE METOD .....	65
7.1. Modelleme Çalışmalarında Kullanılan Programlara Genel Yaklaşım .....	65
7.2. Çalışma Alanı .....	66
7.3. Debi ve Parsel Yüklemelerinin hesaplanması .....	67
7.3.1 İmar planı yoğunluk planlarının hazırlanması .....	68
7.4. Bentley WaterCAD Programı İle İçmesuyu Şebekesi Çözümü .....	73
7.5. AutoCAD Tabanlı Lisp Programı İle İçmesuyu Şebekesi Çözümü .....	91
7.6. Bentley SewerCAD Programı İle Kanalizasyon Şebekesi Çözümü .....	101
7.7. AutoCAD Lisp Programı İle Kanalizasyon Şebekesi Çözümü .....	116
7.8. StormCAD Programı İle Yağmursuyu Şebekesi Çözümü .....	125
7.9. AutoCAD Lisp Programı İle Yağmursuyu Şebekesi Çözümü .....	140
8.METRAJLAR .....	150
8.1. Altyapı Şebekeleri Boru Metrajları .....	150
8.2. Altyapı Şebekeleri Kazı Metrajları.....	155
9.KEŞİFLER.....	158
9.1. Altyapı Şebekeleri Keşif Çizelgeleri.....	158
10.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	163
EKLER.....	168
EK 1.ÇİZELGELER.....	169
KAYNAKLAR .....	170
ÖZGEÇMİŞ .....	173

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge3.1. İller Bankası Birim Su Tüketimleri .....	31
Çizelge3.2. Bazı Özel Birim Su Sarfiyatları .....	32
Çizelge3.3. Bazı Özel Birim Su Sarfiyatları .....	33
Çizelge3.4. İçme Suyu Hendek Taban Genişlikleri.....	34
Çizelge4.1. İller Bankası atıksu toplayıcıları proje Kriterleri .....	43
Çizelge5.1. Drenaj Alanı Büyüklüklerine Göre Tasarım Metodları.....	52
Çizelge5.2. Arazi Kullanımına Göre Yüzeysel Akış Katsayıları.....	52
Çizelge5.3. Yüzey Kaplamasına Göre Yüzeysel Akış Katsayıları .....	53
Çizelge5.4. Nüfus Yoğunluğuna Bağlı Yüzeysel Akış Katsayıları .....	53
Çizelge5.5. Yağmursuyu Kanalına Giriş Süreleri .....	54
Çizelge5.6. Yağmur suyu projesi hesap kriterleri.....	56
Çizelge6.1 Tipik Pürüzlülük Katsayıları .....	64
Çizelge7.1 İçme Suyu Düğüm Noktası Zemin Kotları.....	76
Çizelge7.2 İçme Suyu Boru Çapları.....	80
Çizelge7.3 İçme Suyu Düğüm Noktası Hesap Çizelgesi.....	82
Çizelge7.4 İçme Suyu Boru Hesap Çizelgesi .....	83
Çizelge7.5 Vana Hesap Çizelgesi .....	87
Çizelge7.6 Yangın Suyu Hesap Çizelgesi.....	88
Çizelge7.7 AutoCAD Lisp Programı İçme Suyu HesapÇizelgesi.....	100
Çizelge7.8 SewerCAD Boru hesap Çizelgeleri .....	110
Çizelge7.9 SewerCAD Menhol hesap Çizelgeleri.....	112

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge7.10 AutoCAD Lisp Programı Kanalizasyon Hesap Çizelgesi .....	121
Çizelge7.11Proje Alanı Yağış Yükseklikleri .....	128
Çizelge7.12Toplama Çukuru Hesap Çizelgesi .....	130
Çizelge7.13StormCAD Yağmursuyu Menhol Hesap Çizelgesi .....	132
Çizelge7.14StormCAD Yağmursuyu Boru Hesap Çizelgesi.....	134
Çizelge7.15AutoCAD Lisp Prog. Yağmursuyu Hesap Çizelgesi.....	146
Çizelge8.1. WaterCAD Prog.ile İçme Suyu Şebekesi Boru Metrajı Çizelgesi.....	150
Çizelge8.2 AutoCAD Lisp Prog.ile İçme Suyu Şebekesi Boru Metrajı .....	151
Çizelge8.3 SewerCAD Prog.ile Kanalizasyon Şebekesi Boru Metrajı .....	153
Çizelge8.4 AutoCAD Lisp Prog.ile Kanalizasyon Boru Metrajı .....	153
Çizelge8. 5 StormCAD Prog.ile YağmurSuyu Şebekesi Boru Metrajı .....	154
Çizelge8.6 AutoCADLisp Prog.ileYağmurSuyu Şebekesi Boru Metrajı .....	154
Çizelge8.7. WaterCAD Programı ile İçme Suyu Şebekesi Kazı Metrajı .....	155
Çizelge8.8 AutoCADLisp Prog.ile İçme Suyu Şebekesi Kazı Metraj .....	155
Çizelge8.9 SewerCAD Prog.ile Kanalizasyon Şebekesi Kazı Metrajı .....	156
Çizelge8.10 AutoCAD Lisp Prog.ile Kanalizasyon Kazı Metrajı .....	156
Çizelge8. 11 StormCAD Prog.ile Yağmur Suyu Şebekesi Kazı Metraj .....	157
Çizelge8.12 AutoCAD Lisp Prog.ile YağmurSuyu Şebekesi Kazı Metraj .....	157
Çizelge9.1. WaterCAD Prog.ile İçme Suyu Şebekesi Keşfi.....	158
Çizelge9.2 AutoCADLisp Prog.ile İçme Suyu Şebekesi Keşfi .....	159
Çizelge9.3 SewerCAD Programı ile Kanalizasyon Şebekesi Keşfi.....	159
Çizelge9.4 AutoCAD Lisp Programı ile Kanalizasyon KeşifKeşfi.....	160
Çizelge 9. 5 StormCAD Prog.ile Yağmur Suyu Şebekesi Keşfi .....	161

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge9.6 AutoCADLisp Prog.ile YağmurSuyu Şebekesi Keşfi .....	162
Çizelge10.1. Atıksu Modelleme Yazılımlarının Karşılaştırılması.....	165
ÇizelgeA.1 Altyapı sistemleri Keşif Karşılaştırmaları.....	169
ÇizelgeA.2 Altyapı sistemleri Keşif Karşılaştırmaları.....	169

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Birleşik Sistem Kanalizasyon .....	37
Şekil 4.2. Ayrık Sistem Kanalizasyon .....	38
Şekil 4.3. Atıksu debisinin gün içinde değişimi.....	39
Şekil 5.1. Hidrolojik Çevrim.....	47
Şekil 5.2. Örnek Şiddet-Süre-Tekerrür Eğrileri .....	49
Şekil 5.3. Örnek Sentetik Hiyetografları.....	50
Şekil 6.1 Özgül enerjinin derinlikle değişimi .....	60
Şekil 6.2 Debinin derinlikle değişimi .....	60
Şekil 6.3 Debilerin Farklı Formüllerde Kanal Eğimi ile Değişimi .....	63
Şekil 7.1 Proje Alanında Çalışılacak Bölgenin Görünümü.....	66
Şekil 7.2 Access dosyasının ODBC veritabanına tanıtılması .....	68
Şekil 7.3 Map Programı ile ODBC veritabanı Bağlantısının Kurulması.....	69
Şekil 7.4 MAP Programı üzerinde SQL ile sorgu yazılması .....	69
Şekil 7.5 MAP Programında Veri Yazdırılacak Olan Parseller ve İmar Kodları .....	70
Şekil 7.6 MAP Programı ile I5 Parselinin Verilerinin Tümüyle Hesaplanmış Şekli. 71	
Şekil 7.7 MAP Programı ile Hazırlanan Access Dosyası .....	72
Şekil 7.8 İçmesuyu Hatları .....	73
Şekil 7.9 WaterCAD Üzerinde Seçilen Yükleme Metodu.....	74
Şekil 7.10 WaterCAD Üzerinde Debi Yüklemesi.....	74
Şekil 7.11 TREX Menüünden Zemin Kotu Aktarımı.....	75
Şekil 7.12 Pik Katsayı Değerinin Girilmesi.....	77

## Şekil Sayfa

Şekil 7.13 Hesap Metodu Belirlenmesi.....	78
Şekil 7.14 Yangın Debisi İhtiyacı Belirlenmesi.....	79
Şekil 7.15 Yangın Debisi İhtiyacı Belirlenmesi .....	81
Şekil 7.16 Yangın Test Sonuçları .....	90
Şekil 7.17 Düzenleme Komutu .....	91
Şekil 7.18 Düzenleme Komutu .....	88
Şekil 7.19 Üçgen Model ile Entegre edilen Hatların Görünümü.....	93
Şekil 7.20 Menü Çubuğu .....	93
Şekil 7.21 Debi Girişi .....	94
Şekil 7.22 Yangın Debisi Belirlenmesi .....	95
Şekil 7.23 Yangın Debisi Belirlenmesi .....	95
Şekil 7.24 Boru Hesabı Genel Görünümü .....	96
Şekil 7.25 Vana Yerleşimi Genel Görünümü .....	97
Şekil 7.26 Hidrantların Görünümü .....	97
Şekil 7.27 Düğüm Nokta Detayları .....	98
Şekil 7.28 Hususi Parça Listesi .....	99
Şekil 7.29 Thiessen Poligon Görünümü .....	101
Şekil 7.30 Debilerin Excel yardımıyla Dönüştürülmüş Hali .....	102
Şekil 7.31 Boru Cins ve Büyüklüklerinin Kütüphaneden Import Edilmesi .....	103
Şekil 7.32 Boru Kataloğu.....	103
Şekil 7.33 Hız Kriterlerinin Belirlenmesi .....	104
Şekil 7.34 Kazı Derinliklerinin Belirlenmesi .....	104
Şekil 7.35 Eğim Kriterlerinin Belirlenmesi .....	105

## Şekil Sayfa

Şekil 7.36 Doluluk Oranlarının Belirlenmesi.....	105
Şekil 7.37 Pik Faktörler .....	106
Şekil 7.38 Sızma Debisi Yüklenmesi .....	107
Şekil 7.39 Boru Özellikleri .....	108
Şekil 7.40 Sistem Görünümü .....	109
Şekil 7.41 Profil Görünümü .....	115
Şekil 7.42 Kanalizasyon Şebekesi Çözümü Menü Çubuğu .....	116
Şekil 7.43 Kanalizasyon Şebekesi Çözümü İşlem Sekmesi .....	116
Şekil 7.44 Sızma Debisi İşlemleri.....	117
Şekil 7.45 Hesap Kriterleri.....	118
Şekil 7.46 Debi Girişi .....	118
Şekil 7.47Çap, Eğim ve Doluluk Belirleme.....	119
Şekil 7.48 Mecra Özellikleri .....	119
Şekil 7.49 Değişiklik.....	120
Şekil 7.50 Profillerin Görünümü .....	124
Şekil 7.51 Havza ve Hatların Birlikte Görünümü .....	125
Şekil 7.52Şebeke Elemanlarının Görünümü.....	126
Şekil 7.53Akış Katsayısı ve Havza Alan Bilgilerinin Girilmesi .....	126
Şekil7.54Boru Çap Seçimi ve İport Edilmesi .....	127
Şekil 7.55Toplama Çukuru Kriterlerinin Girilmesi .....	128
Şekil 7.56StormCAD Üzerinde Storm Data Oluşturulması.....	129
Şekil 7.57 Hesap Aralığı Seçilmesi.....	129
Şekil 7.58 Yağmursuyu Profil Görünümü .....	139

**Şekil Sayfa**

Şekil 7.59 Menü Çubuğu ve Komut Satırı .....	140
Şekil 7.60 Havza Alanları .....	141
Şekil 7.61 Havza Alanı ve Akış Katsayısı Değerlerinin Girilmesi .....	142
Şekil 7.62 Havza Alanı ve Akış Katsayısı Değerlerinin Görünümü .....	143
Şekil 7.63 Hesap Kriterlerinin Girilmesi .....	144
Şekil 7.64 Çap, Eğim ve Dolulukların Girilmesi .....	145
Şekil 7.65 Yağmursuyu Profil Görünümü .....	149

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
A kesit alanı	
aiki nüfus sayımı arasındaki sene adedi	
CHazen-Williams pürüzlülük katsayısı	
cm	santimetre
D başlangıç kayıplarının ortalama derinliği	
DNboru dış çapı	
dH	ana akış güzergahı başlangıç ve sonu arasındaki zemin kotu farkı
E	özgül enerji
F	endüstriyel atıksu toplama alanı (havzası)
f	Darcy- Weissbach sürtünme katsayısı
g	yerçekimi ivmesi
hp	beygir gücü
ha	hektar
i	yağışın ortalama şiddeti
J	hidrolik eğim
$J_{\text{havza}}$	havza eğimi
$J_w$	serbest su yüzeyi eğimi
$J_g$	enerji çizgisi eğimi
k	Colebrook – White pürüzlülük yüksekliği
$k_g$	geometrik artış sabiti
$k_a$	aritmetik artış sabiti

kg	kilogram
<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
L	ana akış güzergahı uzunluğu
lt	litre
m	metre
mm	milimetre
m <sup>2</sup>	metrekare
m <sup>3</sup>	metreküp
N <sub>FR</sub>	froude sayısı
N <sub>d</sub>	nüfus doygunluk değeri
N	gelecekteki nüfus
N <sub>s</sub>	son nüfus sayımına ait nüfus değeri
N <sub>i</sub>	ilk nüfus sayımına ait nüfus değeri
n	Manning pürüzlülük katsayısı
p	çoğalma emsali
Q	debi
q	kişi başına birim su sarfıyatı
r	yağışın verimi
sn	saniye
S	arazi eğimi
S <sub>0</sub>	kanal taban eğimi
R	hidrolik yarıçap
Re	Reynolds sayısı
T <sub>0</sub>	giriş süresi
t <sub>i</sub>	ilk nüfus sayımının yapıldığı tarih
t <sub>s</sub>	son nüfus sayımının yapıldığı tarih
t	nüfusu tahmin edilen yıl
V	akım hızı
y	derinlik
Δt	birim zaman aralığı

$\Delta p$	birim zaman aralığında düşen yağış miktarı
<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
<b>ASKİ</b>	: Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi
<b>CAD</b>	: Computer Aided Design
<b>DSN</b>	: Dependable System and Networks
<b>ODBC</b>	: Open Database Connectivity
<b>GIS</b>	: Coğrafi Bilgi Sistemi
<b>GPV</b>	: General Purpose Valve
<b>HDPE</b>	: High Density polyethylene
<b>IDF</b>	: Intensity- Duration- Frequency
<b>PE</b>	: Polyethylene
<b>PVC</b>	: Polyvinyl Chloride
<b>SCS</b>	: Soil Conservation Service
<b>SQL</b>	: Structured Query Language
<b>SŞT</b>	: Süre- Şiddet-Tekerrür
<b>WHO</b>	: World Health Organization
<b>XML</b>	: Extensible Markup Language
<b>YASS</b>	: Yer Altı Su Seviyesi

## 1.GİRİŞ

Su, insan ve diğer canlıların temel ihtiyaçlarının başında gelir. İnsan vücudunun % 90' ı sudur.

Su temini ile çevre kalitesinin yakın ilişkisi vardır. Toplumların gelişmişliği, evlerinde uygun kalitede ve yeterli miktarda suyun bulunmasına bağlıdır. Toplumlar büyüdükçe gerekli suyun temini ve kullanılmış suların zararsız hale getirilmesi daha çok önem kazanmıştır. Bu durumda su temini ve kanalizasyon tesisleri fertlerin ihtiyacı olmaktan çıkıp toplum için bir zaruret haline gelir. Yeteri kadar temiz su ve atık suları uzaklaştırma tesisleri bulunmayan toplumlarda kolera ve tifo gibi salgın hastalıklar ortaya çıkmaktadır.

Su, hastalık yapan bazı organizmalar için çok uygun bir ortam teşkil eder. Tekniğine uygun şekilde projelendirilip inşa edilmeyen su temini tesislerinin işletilmesi sırasında hastalık yapan bakteriler çeşitli şekillerde suya girmekte ve bu suyu kullanan kimselere taşınmaktadır. İçme suyu ve kanalizasyon tesislerinin yeterli olmadığı az gelişmiş ülkelerde zaman zaman ortaya çıkan kolera ve tifo su ile taşınan iki önemli salgın hastalıktır. Bunu içindir ki, Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) gibi uluslararası kuruluşlar İçme Suyu ve Çevre Sağlığı tesislerinin planlanması ve inşası için geliştirmekte olan ülkelere çeşitli şekillerde yardım yapmaktadır.

Günümüzde toplumların nüfusu ve buna bağlı olarak da ihtiyaçları günden güne artarken, bu ihtiyaçları karşılamak için kullanılan kaynaklar azalmaktadır. Kaynakların bir kısmı artan ihtiyaçları karşılamak üzere tüketilirken, bir kısmı da gerekli tedbirler zamanında alınmadığı için kirletilmek suretiyle kullanılamaz hale getirilmektedir. Bu durum tatlı su rezervleri için daha da kritik bir durum arzeder. Evlerde, tarımda ve sanayide kullanılan su miktarları her geçen gün artmaktadır. Ayrıca belediyelerin atıksuları, su yataklarına gerekli tedbirler alınmadan boşaltıldığındanpek çok su yatağı kullanılamaz hale gelmektedir. Bunun içindir ki her ülke kendi su kaynaklarının en uygun bir şekilde kullanılmasını sağlayan plan ve

programları hazırlamak zorundadır. Ülkenin yağış- buharlaşma durumları, yer altı ve yer üstü sularının miktar, depolama ve besleme potansiyelleri tespit edilmelidir.

Toplumların ihtiyacı olan suyu temin eden tesislerin belli başlı elemanları şu şekilde sıralanmıştır:

- a. Uygun kalitede ve yeterli miktarda suyun temin edildiği su kaynağı, (Kaynak).
- b. Suların kaynaktan alınmasını sağlayan yapılar, (Kaptaj, su alma yapıları).
- c. Kaynaktan alınan suların kullanılacak bölgeye iletilmesini temin eden tesisler, (İletim Hattı).
- d. Gerekli olması halinde kaynaktan alınan ham suları temizlemeye yarayan tesisler, (Aritma Tesisi).
- e. Suyun tüketicilere ulaşmasını sağlayan ve sarfiyat salınımlarını dengeleyen tesisler, (Hazne).
- f. İhtiyaç bölgesine getirilmiş olan suları ihtiyaç sahiplerine dağıtan tesisler, (Şebeke).

Şehir veya kasabalarda çeşitli maksatlar için kullanılan suların çevreye zararlı bir duruma gelmeden çevreyi kirletmeyecek bir şekilde derhal uzaklaştırılması gerekir. Ayrıca meskun bölgelere düşen yağmur suları da can ve mal kaybına sebep olmadan tekniğine uygun olarak toplanıp uzaklaştırılmalıdır. Altyapı tesislerinin elemanları şu şekilde sıralanmıştır:

- a. Kullanılmış suları oluştukları yerden caddedeki kanallara götüren bağlantı kanalları,
- b. Bağlantı toplama kanallarına bağlamaya yarayan bacalar,
- c. Yağmur suyu ağızlıkları,
- d. Cadde ve toplama kanalları,
- e. Ana toplama kanalları,
- f. Kontrol ve havalandırma bacaları,
- g. Ters sifon, dolu savak ve su tutma hazneleri [Karpuzcu, 2005].

## 2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

Altyapı sistemleri, gerek insan sağlığı açısından önemi gerekse de esnek hesap değerlerine sahip olması ve çeşitli varyasyonları bulunması sebebiyle üzerinde çok fazla çalışma yapılmış olan bir konudur. Daha önce yapılan çalışmalarda altyapı sistemlerinden sadece biri üzerinde karşılaştırma yapılmıştır. Maliyet hesabı ise ayrı bir konu olarak incelenmiş ve analiz sonuçlarına göre bir maliyet hesaplanmamıştır. Mevcut çalışmalar arasında içmesuyu sistemi çözümü, kanalizasyon hatları boru hidroliği ve maliyetinin incelemesi bulunmaktadır.

Su dağıtım şebekelerindeki akım ve basınçların analizi oldukça karmaşık bir hidrolik problemdir. Bu tez çalışmamızda su dağıtım şebekelerinin özellikleri ve tasarım kriterleri incelendikten sonra şebeke hidrolik ve tasarım yöntemlerinin esasları anlatılmıştır. Hidrolik çözüm için temel denklemlerin düğüm noktalarına ve gözlerle uygulanma yöntemleri ile denklem takımlarının çözümü için Hardy Cross, Newton Cross ve Newton Raphson gibi sayısal metotlar incelenmiştir. Ayrıca denklem takımlarının, doğrusal denklemlere dönüştürülerek ardışık yaklaşımlarla çözülmesi esasına dayanan lineer analiz yaklaşımına değinilmiştir.[ÇİÇEK, E., 1994].

“Su dağıtım şebekelerinin bilgisayar kullanılarak incelenmesi. Örnek problem: Denizli’ nin bir bölgesi” konulu çalışma, Denizli'nin bir bölgesine karşılık gelen su dağıtım şebekesi detaylı olarak incelenmektedir. Su dağıtım şebekelerim® genel tasarım prensipleri ve kararlı rejimde değişik hesap yöntemleri verilmiştir. Ölü noktalar yöntemiyle projelendirilmiş sayısal örnek Hardy - Cross yöntemi kullanılarak tekrar çözülmüştür. Su darbesinin temel denklemleri hatırlatılmış, cebirsel su darbesi denklemleri karakteristikler yöntemiyle beraber kullanılmıştır. Vana ihtiva eden birleşim durumuna karşılık gelen sınır şartı kullanılmıştır. Sayısal örneğin genel güzergahı, kararlı rejim parametreleri ve indekslenmesi verilmiştir. Bazı kesitlerde,, boruların müsaade edilebilir basınçlarından daha büyük üst basınçlar, bası kesitlerde ise aktivasyona neden olabilecek ait basınçlar elde edilmiş olduğundan basınç düşürücü vana, hava giriş vanası gibi koruyucu cihazlar yerleştirilmesinin gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.[KOÇ, A.C., 1995].

“Kanalizasyon şebekelerinde kullanılan boruların hidrolik ve maliyet açısından değerlendirilmesi” konulu çalışmada ise, Siirt Üniversitesi yeni yerleşke alanının kanalizasyon şebekesi boruların hidrolik hesapları AutoCAD R14 altında çalışan paket bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır. Kanalizasyon inşaatlarında en çok kullanılan beton, yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) esaslı korige ile cam takviyeli plastik (CTP) borular için ayrı ayrı hidrolik hesaplamalar yapılmış, boru pürüzlülük katsayılarının farklı olması münasebetiyle atıksu hızında, korige ve CTP boruların beton boruya oranla kollektör hatlarında % 20–30 arasında, şebeke hatlarında ise %50–80 arasında bir artışın olduğu görülmüştür. Hidrolik hesaplamalarda daha küçük çapta hesaplanan CTP ve Korige borular kazı – dolgu metrajlarında beton boruya göre % 30 daha az maliyet çıkarmıştır. Ancak CTP boru bedelinin hem korige hem de beton boruya göre daha pahalı olmasından dolayı, en ekonomik çözümün korige boru olduğu görülmüştür.[TULPAR, H., 2010].

“Kanal altyapı projelerinin bilgisayar ortamında hazırlanması ve maliyet hesabı” konulu çalışmada, kanal altyapı tesislerinin planlama aşamasında bir takım araştırma ve etütler yapılarak, değişik alternatifler öne sürülmüş ve bu alternatiflerin değerlendirilmesi sonucu maliyet hesabı yapılmıştır. Autocad altında çalışan lisp programı (autolisp) hakkında bilgi verilerek güzergah işlenmesi için yapılan program gösterilmiştir. Bu çalışmada 4 ayrı zemin profili tespit edilerek bu tür güzergahlarda 30, 40, 50, 60, 80, 100 ve 120 cm çaplı 1 m.tül atıksu borusu için ayrı ayrı metraj ve keşif yapılarak maliyet hesaplanmıştır. Ayrıca, aynı zemin profilinde kullanılan kalemler için de değişik alternatifler düşünülerek 1 m.tül kanal maliyeti hesaplanmış ve kullanılan tüm borular için ayrı ayrı baca metraj ve keşif özetleri de verilmiştir. Bu çalışmada son olarak çeşitli arazi şartlarına göre değişik alternatifler öne sürülerek en ekonomik olanının belirlenmesi yoluna gidilmiş ve bu alternatifler maliyet açısından yorumlanmıştır.[BAYRAKTAR, M., 1998].

“Yağmur suyu drenaj sistemlerinin bilgisayar destekli tasarımı ve Denizli Organize Sanayi Bölgesi için bir uygulama” konulu çalışma kapsamında, Denizli organize sanayi bölgesinin yağmur suyu drenaj projesi StormCAD bilgisayar paket programı kullanılarak yapılmıştır. Öncelikle yağmur suyu drenaj projelerinin hesabında

kullanılmakta olan yöntemler açıklanmıştır. Bu yöntemler program tarafından da hesaplarda kullanılmaktadır. Tezin üçüncü bölümünde programın kullanımı ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Ekran görüntüleri de verilerek projenin oluşturulma aşamaları sırasıyla açıklanmıştır ve programın komutlarının Türkçe karşılıkları ve işlevleri maddeler halinde sunulmuştur. Denizli organize sanayi bölgesi için oluşturulan yağmur suyu drenaj projesi onüç bölüme ayrılarak incelenmiştir. Her bölümün şebeke elemanları, yapılan hesaplar ve elde edilen hesap sonuçları sunulmuştur. [ÇATALBAŞ, İ.S., 1998].

“Meskun bölge yollarında yağmur suyu drenajı“ konulu çalışmada ise, Meskûn bölge yollarındaki yağmur suyu drenajı için kullanılan yağmur suyu giriş yerleri teknik özellikleri ve hidrolik verimlilikleri yönünden irdelenmiştir. Mevcut deney verileri de kullanılarak yağmur suyu giriş yerleri değişen boyuna eğimlerde hidrolik verimlilikleri yönünden karşılaştırılmıştır. Bu giriş yerlerinin zaafı ve üstünlükleri kendi aralarında kıyas yapılarak yol durumuna göre en verimli giriş yeri belirlenmiştir [AVCUOĞLU, M.B., 2008].

### **3.İÇMESUYU DAĞITICI SİSTEMİNİN HESABINDA MODELİ OLUŞTURAN ELEMANLAR**

#### **3.1.İçme Suyu Dağıtıcı Sistemleri**

Su dağıtım şebekeleri insan tüketimi için belirlenen su hacmi sağlanması yanı sıra pek çok amaca hizmet eder. İçmesuyu sistemindeki su ihtiyacı yıkama, temizlik, sulama ve yanginihtiyacındaki pik talepleri karşılamak üzere tasarlanmıştır.Ağ hesaplarının yanısıra suyun mikrobiyal ve kimyasal su kalitesi önemlidir. Tasarım esnasında ağa kirleticilerin girmesini önlemek amacıyla işlem yapılır. [World Health Organization, 2004]

Bir içmesuyu dağıtıcı sistemi hesabında önce içmesuyu debileri hesap edilmekte, daha sonra bu suları dağıtan boruların hidrolik analizlerle tasarımı yapılmaktadır.

#### **3.2.İçme Suyu Dağıtıcı Sistemi Debilerinin Tahmini**

Bir toplama havzasına dağıtılan içmesuyu debisinin tahmini için her şeyden önce bu havzadaki içmesuyu kaynakları ile bunların içmesuyu üretimlerini bilmek gerekmektedir. Yerleşim merkezlerinde en önemli içmesuyu ihtiyacı evsel amaçlı olduğundan çalışmalara her şeyden önce nüfus tahminleri yapılarak başlanmalıdır. Daha sonra diğer kaynaklar olan ticaret ve sanayi için de aynı çalışmalar yapılmalıdır. İçmesuyu ihtiyacı doğrudan bu kaynaklarda tüketilen su miktarına bağlıdır. Bu tahminler için kullanılan yöntemler ve yapılan yaklaşımlar aşağıda sunulmaktadır.

##### **3.2.1.Nüfus hesabı**

Herhangi bir bölgenin gelecekteki nüfusunu belirlemek için kullanılan başlıca yöntemler aşağıda özetlenmiştir.

### Aritmetik Artış Metodu:

Bu yöntemde nüfus artış eğrisinin eğimi “nüfus artış hızı” olarak adlandırılır ve sabit bir değer olarak alınır. Bu tanımın matematik ifadesi;

$$dN/dt = k_a$$

olup, burada  $k_a$  aritmetik artış sabitidir.

Bu denklem çözülmüşse herhangi bir zamandaki nüfusu bulmak için aşağıdaki bağıntı elde edilir:

$$N = N_s + [(N_s - N_t)/(t_s - t_i)] (t - t_s)$$

Burada;

N: gelecekteki Nüfusu,

$N_s$ : son nüfus sayımına ait değeri,

$N_i$ : ilk nüfus sayımına ait değeri,

$t_s$ : son nüfus sayımının yapıldığı tarihi,

$t_i$ : ilk nüfus sayımının yapıldığı tarihi,

t: nüfusu tahmin edilen yılı,

göstermektedir.

### Geometrik Artış Metodu:

Bu yöntem “logaritmik nüfus artış metodu” olarak da isimlendirilir. Bu modele uygun bir nüfus artışında nüfus sayısında birim zamandaki değişme, yani nüfus artış hızı, o andaki nüfusla orantılı olmalıdır. Bu tanımın matematik ifadesi;

$$dN/dt = k_g N$$

olup, burada  $k_g$  geometrik artış sabitidir. Yukarıdaki denklem çözülürse herhangi bir zamandaki nüfusu bulmak için aşağıdaki bağıntı elde edilir:

$$\log N = \log N_s + [(\log N_s - \log N_i) / (t_s - t_i)] (t - t_i)$$

Burada;

N: gelecekteki Nüfusu,

$N_s$ : son nüfus sayımına ait değeri,

$N_i$ : ilk nüfus sayımına ait değeri,

$t_s$ : son nüfus sayımının yapıldığı tarihi,

$t_i$  : ilk nüfus sayımının yapıldığı tarihi,

t: nüfusu tahmin edilen yılı,

göstermektedir.

#### Azalan Hızlı Nüfus Artışı Metodu:

Bir şehir veya kasabanın nüfus artış eğrisi idealize edilirse bir S eğrisi elde edilir. Bu eğride, nüfus artış hızının nüfusla orantılı olduğu başlangıç kısmı geometrik artışa, orta kısmı ise aritmetik artışa uymaktadır. Bu eğriye göre nüfus, bir  $N_d$  doyumluk değerine doğru azalan bir hızla artacak ve  $N=N_d$  için artış hızı sıfır olacaktır.

$$dN/dt = k_d (N_d - N)$$

Bu metot uygulanırken  $N_d$  doyumluk değeri tahmin edilir ve en az iki nüfus sayımı yardımı ile  $k_d$  hesaplanır. Daha sonra istenen bir zamana ait nüfus yukarıdaki denklem yardımı ile hesaplanabilmektedir.

#### İller Bankası Yöntemi:

İller Bankası talimatnamelerine göre herhangi bir bölgenin gelecekteki nüfusunun, 1945 senesi ve son defa yapılan nüfus sayımlarından faydalanarak aşağıdaki şekilde

hesaplanması istenmektedir. 5 yıllık zaman dilimlerinde nüfus artış oranları hesaplanarak ekstrem değerler çıkarılır ve kalan değerlerin ortalaması alınarak çoğalma emsali tespit edilir.

Çoğalma emsali,

$$p = \left( \sqrt[a]{\frac{N_g}{N_i}} - 1 \right) \times 100$$

Bağlantısı ile bulunur. Burada;

p: çoğalma emsalini,

$N_g$ : şehir veya kasabanın son nüfus sayımını,

$N_i$ : şehir veya kasabanın ilk nüfus sayım neticesini,

a: iki nüfus sayımı arasındaki sene adedini

göstermektedir. Ancak p, çoğalma emsali aşağıdaki kısıtlamalara göre kullanılmalıdır.

$p > 3$  ise  $p = 3$

$p > 1$  ise  $p = 1$

$1 < p < 3$  ise p aynen alınır.

İkinci adımda gelecekteki nüfusun:

$$N_{30+n} = N_y$$

$30+n$

Bağıntısı ile hesabı istenmektedir. Aslında bu bağıntı geometrik artışı yansıtmaktadır. Burada; n son nüfus sayımından nüfusu tahmin edilecek tarihe kadar geçen süredir. Ayrıca askeri birliklerin gelişi, sanayi v.b. sebeplerle fevkalade artış halinde idare ile mutabakata varılması gerektiği talimatnamede belirtilmiştir[İller Bankası, 2006].

### 3.2.2. Su tüketimi

Bir yerleşim merkezinde su tüketimi bir taraftan coğrafik ve demografik, bir taraftan da sosyoekonomik ve kültürel faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu değişimi ortaya çıkarmak için uzun yıllar boyunca yapılmış ölçümlere dayalı veriler analiz edilmelidir. Nitekim böyle bir analiz gerek İstanbul gerekse Ankara Su Master Planı çalışmaları sırasında İstanbul ve Ankara özelinde yapılmıştır. Ancak bunu tüm ülke genelinde yapmak veri eksikliği nedeniyle mümkün olamamaktadır.

Halen ülkemizde çeşitli kurum ve kuruluşlarca yaptırılmakta olan altyapı projelerinin hazırlanmasına ait talimatnamelerde su tüketimleri için kullanılması önerilen değerler aşağıda özetlenmiştir.Talimatnamede nüfusa göre günde kişi başına su sarfiyatı Çizelge1.1' de verilmiştir.

Çizelge3.1.İller Bankası birim su tüketimleri [İller Bankası, 2006]

Beldenin gelecekteki Nüfusu	Sarfiyat, lt/kişi/gün
3000'e kadar	60
3001-5000	70
5001-10000	80
10001-30000	100
30001-50000	120
50001-100000	170
100001-200000	200
200001-3000000	225

### 3.2.3. Nüfus yoğunluğu

Herhangi bir yerleşim merkezinin toplam nüfusunun bilinmesi toplam su ihtiyacının veya toplam kullanılmış su miktarının hesaplanmasına yarar. İyi bir su temini tesisinin projelendirilmesi için bu değer kafi değildir. Uygun bir boyutlandırma yapılabilmesi için toplam nüfusun bölgelere göre dağılımı da bilinmelidir. Nüfus yoğunluğu tahminleri, mevcut meskun alanlardan toplanan bilgiler ve gelişmekte olan alanların bölge master planları yardımıyla yapılabilir[Karpuzcu, 2005].

Çizelge3.2.Bazı özel birim su sarfiyatları [ASKİ Masterplan,, 2001]

Yüzme havuzlarında (m <sup>2</sup> için)	500 lt/gün
Mezbahalarda kesilen büyükbaş hayvan başına	300-400 lt.
Mezbahalarda kesilen küçükbaş hayvan başına	150-300 lt.
İstasyonlarda bir lokomotif için	6000-22000 lt.
1 kg. yünün kumaş haline getirilmesi için	1000 lt.
100 kg. şeker pancarının fabrikada işlenmeye hazır.	1500 lt.
1 kg. şeker istihsali için	100-150 lt.
Tabakhanelerde beher büyük deri için	1000-3000 lt.
Bira fabrikası 1 hektolitre için	500-2000 lt.
Soda fabrikası 1 kg. için	15-30 lt.
1 kg. iyi cins kağıt için	1500-3000 lt.
1 kg.. kalın kağıt için	400-600 lt.
Havagazı 1 m <sup>3</sup> için	5-8 lt.
Taş kömürü 1 ton için	1000-3500 lt.
Gaz motorları saate hp başına	40-60 lt.
Dizel motoru	20-30 lt.
Buhar makine ve türbinlerin soğutulması	
1 kg. buhar için	40-60 lt.
1 kg. çelik için	20-25 lt.
Çamaşırhanelerde 1 kg. kuru çamaşır için	40-80 lt.
1000 adet tuğlanın örülmesi için	150 lt.
1 m <sup>3</sup> beton hazırlanması için	120-150 lt.

Şebekelerde gerekmesi halinde uç debilerin hesabında aşağıdaki değerlerden faydalanılır.

Çizelge3.3. Bazı özel birim su sarfiyatları [ASKİ Masterplan, 2001; Butler, 2000]

Binek otomobillerinin bir defa temizlenmesi için	200-300 lt.
Kamyonun bir defa temizlenmesi için	50-150 lt.
Gündüz okulları (öğrenci başına)	2-10 lt/gün
Yatılı okullar (öğrenci başına)	60-100 lt/gün
Kışlalarda asker başına	50-150 lt/gün
Otellerde yatak başına	100-250 lt/gün
Hamamlarda kişi başına	300-350 lt.
Hastanelerde hasta başına	250-600 lt/gün
Asfalt yol sulanması	1 lt/m <sup>2</sup>
Makadam yol sulanması	1,5 lt/m <sup>2</sup>
Çayır, bahçe sulanması	1,5-2 lt/m <sup>2</sup>
Kanalizasyon temizliği için kişi başına	2-20 lt/gün
Genel tuvaletler kişi başına	1 lt/gün
Üretme çiftliklerinde büyükbaş hayvan için*	50 lt./gün
Üretme çiftliklerinde küçükbaş hayvan için*	15 lt./gün

\* : Hayvan su ihtiyacının kuyu, derelerden vb. karşılanması durumunda hesaplarda hayvan su ihtiyacı dikkate alınmayabilir.

### 3.3.İçme Suyu Dağıtım Sistemi Proje Kriterleri

Hizmet nüfusu, parsel yoğunlukları ve alanlara göre programlar tarafından hazırlanan GIS verileri ile sağlanacaktır. Kişi başı günlük su tüketimi 600 lt/k/g olarak kabul edilecektir. Su tüketim değişimi pik faktörlere göre hesaplanacak ve pik faktör 3,5 olarak kabul edilecektir. Yangın su tüketimi nüfusun 10000 olduğu öngörülere ile 20 lt/sn olarak alınacaktır. İşletme basıncı aralıkları min. İşletme basıncı 20 m, max. Su

basıncı ise 40 m olarak kabul edilecektir. Şebekede min. ve max. su hızlarının 0 - 1,2 m/sn aralıklarında olmasına dikkat edilecektir. Hesaplarda kullanılacak formül Hazen-Williams formülü ve C katsayısı 130 olarak kabul edilecektir. Boru cinsleri HDPE olmakla beraber min. Ve max. bir çap belirlenmemiştir. Vana cinsi olarak kelebek vana kullanılacaktır. Depo olarak yeni yapılması farz edilen gömülü depo kullanılacaktır. Keşiflerde dikkate alınacak boru döşeme ve hendek koşulları ise, boru altlarına 20 cm kum yastık malzeme serilecektir. Boru üstlerinde en az dolgu yükü 1 m olacaktır. Hendek taban genişlikleri ise aşağıdaki Çizelgede gösterildiği şekilde kabul edilecektir.

Çizelge3.4. İçmesuyu hendek taban genişlikleri

Boru Dış Çapı (DN –mm)	Min Hendek Taban Genişliği
100-400	DN+500
500-800	DN+600
900-1400	DN+700
1500- üzeri	DN+900

### 3.4.İçme Suyu Dağıtım Sistemi Tasarımı ve Kullanılan Bilgisayar Programları

Yerleşim bölgesinde halkın su ihtiyacını karşılayacak ve yangın söndürmek için kullanılacak suyun kullanılacağı yere getirilebilmesi için cadde ve sokaklara döşenen boru, özel parçalar ve benzerlerinden ibaret sisteme şebekedenilir[Samsunlu, 2005]. Ağ sistemi şebeke hesaplarında çeşitli hesap yöntemleri mevcuttur. Bunlardan en çok kullanılan yöntemler;

- Ölü Nokta Yöntemi
- Hardy Cross Yöntemi
- Eşdeğer Boru Yöntemi [Türkdoğan ve Yetilmezsoy, 2004].

Depo ile şebeke su dağıtım borularının arasına döşenen ve geçtiği bölgeye su dağıtım yapılmayan boruya ana boru denir. Şebekenin nüfus yoğunluğu fazla olan

sokaklarından geçirilen, kapalı bir göz teşkil eden, bu göze bağlı diğer boruları besleyen ve gereken yangın debisini taşıyacak kapasitedeki borulara esas boru adı verilir. Esas borudan su alan ve gerekli yangın debisini de geçirebilecek kapasitedeki borulara da tali boru adı verilir.

Şebeke teşkili için önce şebekede dengelemenin yapılacağı gözler teşkil edilir. Gözler üzerinde ölü nokta belirlenir. Daha sonra da su dağıtımı yapılacak her sokaktan geçecek şekilde tali borular yerleştirilir. Borular belli olduktan sonra boru birleşim yerleri belirlenerek su akış yönleri saptanır [Samsunlu, 2005].

Model, gerçek dünyadaki bir olgunun veya sistemin yapı ve işleyişinin ilgili olduğu bilim sahasının kavram ve kanunlarına bağlı olarak ifade edilmesidir. Halihazırda çeşitli kuruluşlar tarafından hazırlanmış içme suyu dağıtıcıları modelleme programları planlama çalışmalarında kullanılmaktadır. AutoCAD ve Microstation gibi bilgisayar destekli çizim programlarının bazı özellikleri kullanılarak –lisp ve macrolar gibi- ve ileride açıklanan hidrolik bağıntılar baz alınarak şebeke sistemlerinin planlanmasına yönelik programlar hazırlanmaktadır. Yine detayları verilen bazı ticari programlar aynı şekilde detaylı hesaplamalar gerektiren hidrolik tahkikleri yapamamaktadır.

### **3.4.1.AutoCAD tabanlı lisp programı**

İçmesuyu yazılımında boyutlandırmada kullanılmak üzere;

- Ölü Nokta Sistemi
- Hardy-Cross Yöntemi

Şeklinde iki tane hesap yöntemi mevcuttur. Çözümler ölü nokta metoduna göre yapılacaktır. Yukarıda belirlenen kriterler göz önünde bulundurulacaktır. Lisp programında belirli tek bir debi yükleme metodu bulunmaktadır. Şebeke debisinin 1,5 katı ihtiyaç debisi olarak birim debi metodu ile şebekeye dağıtılır. Çaplar, hızlar ve diğer kriterler program tarafından hesaplanarak bizlere verilir. Ayrıca programda günümüzde çok büyük önem arz eden düğüm nokta detayı ve hususi parça listelerini

çıkartılma özelliği bulunmaktadır [Sargut,C. Eğitim Notları, 2005]. Debi oluşturulan parsellerden toplanan GIS verileri ile, yoğunluklar göz önüne alınarak elle hesaplanarak girilir.

### **3.4.2.WaterCAD programı**

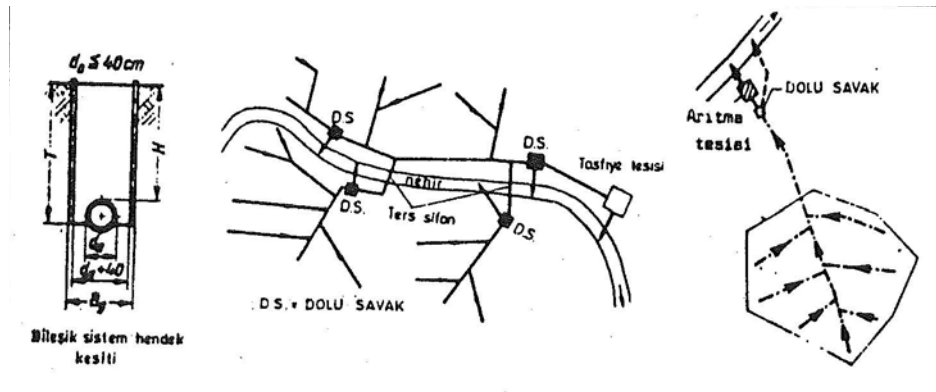
WaterCad programında Darcy-Weisbach, Hazen-Williams, Colebrook-White metotlarına göre çözüm yapabilmektedir. Ölü nokta metodu ile çalışma imkanı bulunmamakla birlikte sadece hardy cross metodu ile çözüm yapılabilir. Oluşturulan GIS verilerinden çeşitli yöntemlerle (GIS verisinin hazırlanma şekline göre) debi yüklemesi yapılabilir. Pik katsayı değerleri ayrıca tanıtılarak giren debinin aşama aşama piklenmesi sağlanabilir. Çeşitli varyasyonlarda çözüm alınabilir. Yangın debisi ayrıca yüklenip yangın çıkması ve çıkmaması durumları ayrı ayrı incelenebilir. Her türlü vana, depo, pompa vb. şebeke elemanı eklenerek çalışma şartlarına göre durum değerlendirmesi yapılabilir. Bir çok özelliği bulunan bu program düğüm nokta ve hususi parçaları çıkarmaz [WaterCAD Tutorials].

## 4. ATIKSU TOPLAMA SİSTEMİNİN HESABINDA MODELİ OLUŞTURAN ELEMANLAR

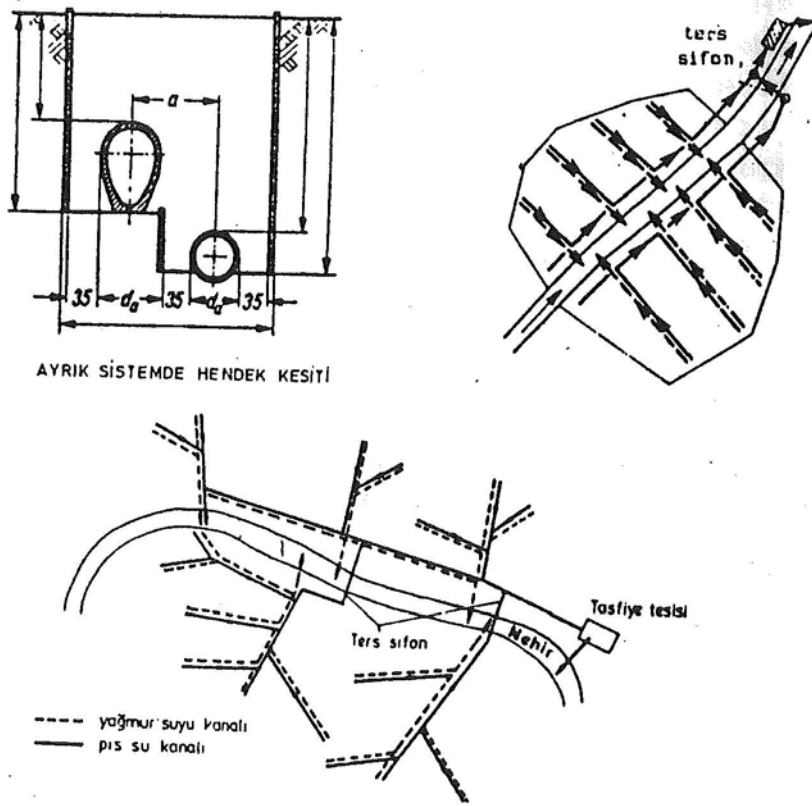
### 4.1. Atıksu Toplama Sistemleri ve Debi Hesaplaması

İçme ve kullanma suyu temin eden sistemin, abonelere dağıttığı suların kullanıldıktan sonra modern yöntemlerle toplanması ve insanlara zararsız hale getirilmesi, hatta insanların kullanımına sunulacak hale getirilmesigereklidir. Hiçbir zaman kullanılmış sular sokak ve caddelerde açıkta sağlığa zararlı bir şekilde akıtılmamalıdır.

Kullanılmış suları toplayıp yerleşim bölgesinden uzaklaştıran sistemlere kanalizasyon sistemleri adı verilir. Kanalizasyon sistemlerinde bazen kullanılmış sular ve yağmur suları beraberce toplanır (Birleşik Sistem). Bazen de yağmur suları ayrı bir kanal ağında, kullanılmış sular da ayrı bir kanal ağında toplanır (Ayrık Sistem).



Şekil 4.1. Birleşik sistem kanalizasyon [Samsunlu, 2005]



Şekil 4.2. Ayrık sistem kanalizasyon [Samsunlu, 2005]

Her iki sisteminde birbirine göre üstün ve kusurlu tarafları vardır [Samsunlu, 2005].

Günümüzde artık birleşik sistem kullanılmamaktadır. Kanalizasyon sistemlerinde genellikle beton borular, beton büzler, sırlı künk borular, plastik, cam takviyeli plastik, yüksek yoğunluklu polietilen borular kullanılmaktadır. Boru enkesitleri çoğunlukla daire şeklinde, bazen yumurta, elips veya daha özel tipte olabilir. Hidrolik hesaplamalar için “kutter” formülü veya “gaulker-manning-strickler” formülü kullanılabilir. Bu formüllerin kendisinden veya formüllerin abak ve çizelgelerinden yararlanılır.

Atık su debileri içme suyu şebeke debisinin %100’ü kabul edilerek bulunur. Ancak içme suyu debisinden ayrı olarak sanayi, sızma vb. gibi debi değerleri bu kullanılan debiye eklenmektedir.

#### 4.1.1.Evsel ortalama atıksu debisi hesabı

Atıksu toplayıcılarının tasarımı yapılırken geleneksel olarak kanalların ve pompaların kapasitesinin bulunmasında maksimum saatlik debi, kanallarda taban çökelmelerinin ve su hızının kontrolü için ise minimum saatlik debinin kullanılması önerilmektedir. Bir yerleşim merkezinden günün çeşitli saatlerinde gelen atıksu debileri;

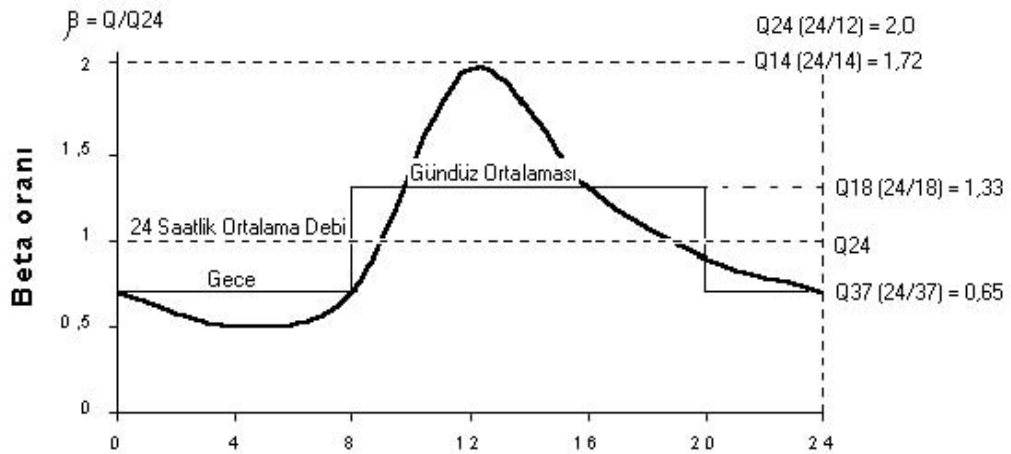
$Q_{24}$ : Ortalama debi

$Q_{18}$ : Gündüz saatlerine ait ortalama debi (8-20 arası),  $Q_{18}=(24/18) \times Q_{24}$

$Q_{37}$ : Gece saatlerine ait ortalama debi ,  $Q_{37}=(24/37) \times Q_{24}$

$Q_{14}$ : Max. Saatlik debi,  $Q_{14}=(24/14) \times Q_{24}$

$Q_{48}$ : Min. Saatlik debi,  $Q_{48}=(24/48) \times Q_{24}$  şeklinde sınıflandırılabilir.



Şekil 4.3. Atıksu debisinin gün içinde değişimi [Butler, 2000]

Halen ülkemizde çeşitli kurum ve kuruluşlarca yaptırılmakta olan altyapı projelerinin hazırlanmasına ait talimatnamelerde toplama sisteminin tasarımında atıksu debilerinin tahminleri için kullanılan yöntemler aşağıda verilmiştir.

İller Bankası kanalizasyon işlerinin planlanması ve projelerinin hazırlanmasına ait talimatnameye su tüketimlerine bağlı olarak aşağıdaki bağıntı yardımıyla herhangi bir bölgeden gelecek toplam evsel atıksu miktarı hesaplanır.

$$Q = \frac{q \times N}{12 \times 3600 \times sn} \frac{lt}{sn}$$

Burada;

q: kişi başına su tüketimi (lt/N-gün)

N: nüfusu

Q: toplam atıksu debisini

göstermektedir.

İller Bankasına göre yukarıdaki bağıntı ile hesap edilen evsel atıksu, imar planının değişik yoğunluktaki bölgelerine şu şekilde dağıtılmalıdır. Değişik yoğunluklu bölgelerin alanları  $F_1, F_2, F_3, \dots$  nüfusları  $N_1, N_2, N_3, \dots$  ve bu bölgedeki atıksu kanallarının izafi uzunlukları toplamı da  $L_1, L_2, L_3, \dots$  olursa metre tül sarfiyatları;

$$Q_1 = \frac{qN_1}{NL_1} \frac{lt}{sn} \quad Q_2 = \frac{qN_2}{NL_2} \frac{lt}{sn} \quad mQ_3 = \frac{qN_3}{N_3} \frac{lt}{sn} \quad m$$

olarak hesap edilecektir. Boruya gelecek atıksu miktarı boru izafi boyu ile birim boy sarfiyatları çarpılmak sureti ile hesaplanır.

Talimatnamede endüstri ve münferit önemli sarfiyat veren tesislerinde atıksu hesabında göz önüne alınması gerektiği belirtilmiş ancak hesaplama yöntemine ilişkin ayrıntı verilmemiştir [İller Bankası, 1996].

Kanalizasyon projeleri teknik şartnamelerine göre evsel ortalama atıksu debisi benzer olarak,

$$Q_{\text{suş.ort.}} = \frac{q \times N}{24 \times 3600}$$

bağıntısı ile hesaplanmalıdır. Burada;

q: kişi başına su tüketimini (lt/N-gün)

N: nüfusu

Q: toplam atıksu debisini göstermektedir.

#### 4.1.2. Endüstriyel ortalama atıksu debisi hesabı

Endüstriyel atıksu debilerinin belirlenmesinde esas olan debinin kaynağında belirlenmesidir. Sanayiden gelen debinin bulunması için çeşitli usuller vardır:

- Eşdeğer nüfus hesaplanıp, sanayi debisi evlerden gelen atıksu içinde düşünülebilir.
- Debinin zamanla değişiminin ölçülmesi suretiyle elde edilebilir.
- Sanayi bölgelerinde hektar başına debi alınmak suretiyle hesaplanabilir. (Örneğin 0,5 – 1 lt/sn/ha gibi)

Teknolojik imkanlarının artmasıyla bir çok debi ölçüm metodu güvenilir olarak kullanılabilir. Endüstriyel atıksuların debileri belirlenirken endüstriyel işlemlerden kaynaklanan, evsel nitelikli ve sızma sebebiyle oluşan atıksuların tümü dikkate alınmaktadır.

$$Q_P = Q_{\text{evsel}} + Q_{\text{endüstriyel}} + Q_{\text{sızma}}$$

Proseslerden kaynaklanan atıksuların debisinin belirlenmesinde en etkili yöntem direkt olarak debiyi ölçmektir. Endüstrinin su ihtiyacı ile birlikte günlük, haftalık, aylık ve yıllık üretim değişiklikleri de dikkate alınmalıdır. Bazen ileriye dönük üretim projeksiyonlarının da dikkate alınması gerekmektedir. Endüstrilerin çalışma saatleri farklılıklar gösterebilmektedir. Günde 8 saat, 16 saat veya 24 saat gibi. Bu sebeple günlük ve saatlik debiler ölçülmelidir. Endüstride atıksu debilerinin proses

bazında da belirlenmesi gerekebilir. Proses bazında belirlenen debiler toplanarak endüstriyel proseslerden kaynaklanan debiler belirlenebilir.

#### 4.1.3.Sızma debisi

Yeraltı suyunun seviyesine ve kanal şebekesinin kalitesine bağlı olarak çoğu zaman bir miktar yer altı suyu kanallara girer. Buna ek olarak yüzeysel sular da kanalların bağlantı yerlerinden veya baca kapaklarından sisteme sızabilir. İyi şartlarda inşa edilmiş ve uygun şartlarda işletilen kanal şebekelerinde bu iki durumun da oluşması istenmez. Ancak bunların önlenmesi kolay olmadığından kanal çapları belirlenirken kanallara girmesi muhtemel yer altı suyu miktarı da tahmin edilmeli ve hesaplara dahil edilmelidir. Bu miktarın hesabı için kesin bir metot bulunmamakla beraber yaklaşık tahminler yapılmaktadır. ASKİ Master Planı'nda arazi kotlarına bağlı olarak bir değerlendirme yapılmış ve 900 m kotunun altında 0.2 lt/sn/ha, 900-950 m arasında 0.1 lt/sn/ha, 950 m'nin üzerindeki kotlarda ise 0.05 lt/sn/ha alınması önerilmiştir [ASKİ Masterplan, 2001].

Kanal boyundan yola çıkarak da sızma debisi tahmini yapılmaktadır. Kaynaklarda birim kanal boyuna gelen sızma debisinin ortalama olarak 0.8 lt/sn/km alınması gerektiği belirtilmektedir [Karpuzcu, 1985].

#### 4.1.4.Pik hesap debisi

Kanalizasyon şebekelerinin hesabında çaplar, kanala gelecek maksimum debi dikkate alınarak belirlenir. Maksimum debi aşağıdaki bağıntı yardımıyla bulunabilir.

$$Q_{\text{pik}} = \text{Evsel Pik Faktörü} \times Q_{\text{evs.ort}} + \text{End. Pik Faktörü} \times Q_{\text{end.ort}} + \text{Kamu/Ticaret Pik Faktörü} \times Q_{\text{kamu.tic.ort}} + Q_{\text{sızma}}$$

Şartnamelerde verilen pik faktör ve birim debilerden yola çıkarak kanalizasyon hatlarına gelecek maksimum debi hesaplanarak kanalların hidrolik hesabına geçilir.

#### 4.2. Atıksu Toplayıcıları Proje Kriterleri

İller Bankası teknik şartnamesine göre atıksu toplayıcıları proje kriterleri çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. İller Bankası atıksu toplayıcıları proje kriterleri [İller Bankası, 2006]

PROJE KRİTERLERİ					
TANIMLAR	İLLER BANKASI				
Kişi başına düşen evsel net su tüketimi	Nüfusa göre değişken				
Kanalizasyon Sistemine Gelen Yağmursuyu Debisi Hesabında Kullanılacak Pik Faktörleri	Dikkate alınmıyor.				
Max. Doluluk Oranı	Ø200	%50			
	Ø300	%50			
	Ø400- Ø900	%50			
	Ø1000- Ø1200	%50			
	Ø1400- Ø3000	%80			
Hız Limitleri	Min. Hız=0.00 m/sn				
	Max. Hız=3 m/sn				
Eğim Limitleri		Min.	İst.Min.	Max.	İst.Max.
	Ø200	1/200	-	1/7	1/5
	Ø300	1/300	-	1/7	1/5
	Ø400	1/400	1/900	1/25	1/15
	Ø500	1/500	1/1000	1/25	1/15
	Ø600	1/600	1/1500	1/25	1/15
	Ø800	1/800	1/1800	1/50	-
	Ø900	1/900	1/1800	1/50	1/15
	Ø1000	1/1000	1/2500	1/75	-
	Ø1200	1/1200	1/2500	1/75	-

	Ø1400	1/1400	1/2500	1/75	-
	Ø1600	1/1600	1/2500	1/75	-

Çizelge 4.1.(Devam)İller Bankası atıksu toplayıcıları proje kriterleri [İller Bankası, 2006]

Max. Muayene Bacası Aralığı ve Boyutu	Ø200- Ø300	60 m
	Ø400- Ø600	70 m
	Ø800	80 m
	Ø900- Ø1000	100 m
	Ø1200	125 m
	Ø1400- Ø3000	150 m
Min. Boru Çapı	Ø200	

### 4.3.Atıksu Toplama Sistemi Tasarımında Kullanılan Bilgisayar Modelleri

Günümüzde bu konuda kullanılacak programların sayıları çok artmış olmakla beraber yurtiçi ve yurtdışında en fazla tercih edilen programların karşılaştırması yapılmıştır. Bu programların pek çoğu su kalite parametrelerini modelleyememekte, gerçek zamanlı kontrol yapamamaktadır.

#### 4.3.1.AutoCAD Lisp programı

Debi hesabı, ayrılan bölgelere yoğunluk verilip debi değerleri girildikten sonra genel atıksu debisi girilmesi suretiyle şebekeye dağıtılır. Özel bir pik katsayı belirleme metodu yoktur. Pik katsayı belirlenip debi ona göre belirlenerek sisteme girilebilir. Sızma debisi yer altı su seviyesi girilerek bernoulli denklemi ile boru bağlantı noktalarında ki boşluklardan sızacak su miktarı belirlenerek debiye eklenir. Lisp programında açık kanal boyutlandırması Manning ve Kutter bağıntılarından birisi seçilerek gerçekleştirilir. Yazılım kullanıcıya her türlü plan ve profil çizimi olanağı sunmaktadır.

#### 4.3.2.SewerCAD programı

Atıksu debisi hesabı diğerlerine benzerdir. Ancak atıksu pik debileri babbitt, harman veya kullanıcının belirleyeceği bir bağıntı yardımı ile hesaplanabilmektedir. Sızma debisinin hesabında yazılım kullanıcıya çeşitli alternatifler sunmaktadır. Sızma debisi; boru uzunluğu, boru çapı ile veya alanla orantılı olarak hesaplanabilmektedir.

SewerCAD programında açık kanal ve basınçlı boruların boyutlandırılması, aşağıdaki 4 bağıntıdan biri seçilerek yapılabilmektedir:

- Manning bağıntısı
- Kutter bağıntısı
- Hazen-Williams bağıntısı
- Darcy-Weisbach bağıntısı

Aynı sistem içinde hem açık kanal hem de basınçlı boru hesabı yapılabilmekte ve su yüzeyi profilleri hesap edilebilmektedir. Ayrıca, sadece üniform akımlar için değil yavaş değişen üniform olmayan akımlar için de hesap yapılabilmesi, programın diğer programlara üstünlüğüdür.

Su yüzeyi profilini de hesaplayan yazılım AutoCAD ve GIS ile bağlantılı olarak çalışabilmektedir. Excel, Word ve Access dosyalarından veri almak ve bu dosyalara veri aktarmak da mümkündür. Yazılım kullanıcıya boyutlandırılması yapılan sistemin her türlü plan ve profillerinin çizilmesi olanağını da sunmaktadır.

## 5.YAĞMURSUYU TOPLAMA SİSTEMİNİN HESABINDA MODELİ OLUŞTURAN ELEMANLAR

Atıksu toplama ve uzaklaştırma sistemleri insanların faaliyeti olan her bölgede insan ve çevre sağlığı açısından büyük öneme sahip olmasına rağmen, yağmursuyu toplayıcıları atıksu toplayıcıları kadar önemli olarak değerlendirilmemektedir. Yağmursuyu sistemlerinin tercih edilebilir bir fayda/maliyet oranına sahip olması halinde bile kentteki diğer birçok kamu yatırımına öncelik verilmesi sonucu, yağmursuyu toplama ve deşarj sistemlerinin inşası pek çok kentimizde genellikle ertelenmektedir. Yağmursuyu toplama ve uzaklaştırma sistemlerinin bazı faydaları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

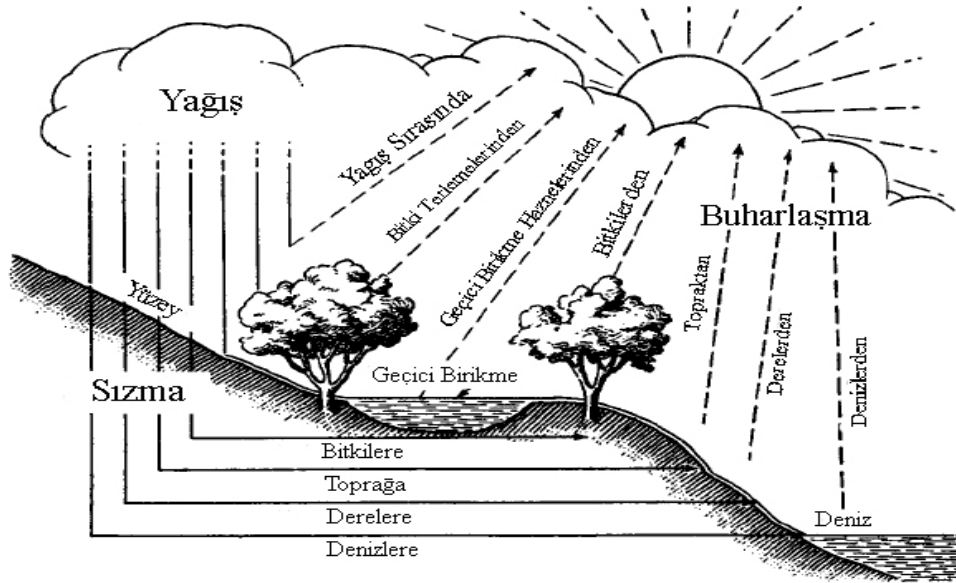
- Kent içinde su baskınlarının ve taşkınların önlenmesi,
- Karayollarının hasar görmesinin önlenmesi, kenarlarında ve yol kaplamalarının tamamlanmadığı yerleşim bölgelerinde erozyonun önlenmesi,
- Şiddetli yağışlarda trafik tıkanmalarının önlenmesi,
- Dere yataklarındaki toprak erozyonunun ve dolayısıyla dik vadilerdeki binaların maruz kalabileceği toprak kaymalarının önlenmesi,
- Araçların ve zemin katlarındaki mülklerin cadde taşkınlarından zarar görmesinin önlenmesi.

Yağmursuyu toplama ve uzaklaştırma sisteminin amacı, bu faydaları kentin ve kentte yaşayanların hizmetine sunmaktır. Ancak, bu faydaların hiçbirisi kesin bir hesaba dayandırılmamasına rağmen can ve mal kaybının önüne geçmek bile yeterli bir fayda olarak değerlendirilmelidir [NZWWA, 2004].

Yeryüzüne düşen yağmur suları, arazinin eğimi istikametinde birtakım su yolları üzerinde akar. Bunlar tabii akış yolları (akarsular) veya suni akış yolları (dren, kanal ve mecralar) olabilir. Meskun bölge drenajında daha ziyade bu ikincisi söz konusu olur. Her iki halde de akan suyun toplandığı bir alan mevcuttur. Bu alan drenaj alanı, yağış alanı, hidrolojik bölge veya su toplama havzası gibi isimler altında ifade

edilmektedir. Yağış alanı, arazinin en yüksek noktalarını birleştiren bir su ayırım çizgisi ile sınırlıdır [Muslu, 1993].

Yağmursuyu toplama ve uzaklaştırma sisteminin oluşturulması için öncelikle kanala gelecek debinin daha önce yapılmış ölçümler yardımıyla bilinmesi, bilinmiyorsa tahmini gerekir. Debi tahmininde ise öncelik yağış miktarının belirlenmesindedir. Daha sonra bu yağışın ne kadarının, ne kadar süre içinde yüzeysel akış olarak veya yer altı suyu olarak planlaması yapılacak kanala geleceği belirlenmelidir. Kanala gelecek olan debi kentsel veya kırsal havzalardan geliyor olabilir. Havzanın özelliklerine bağlı olarak yağışın akışa geçen miktarı ve akış süresi değişkenlik gösterir [Hawke, 2003]. Bu nedenle havzaların iyi tanımlanmış olmasında fayda vardır. Aşağıda debi tespitinde izlenmesi gereken yol anlatılmıştır.



Şekil 5.1.Hidrolojik çevrim

### 5.1.Yağış Analizleri

Birim zamanda düşen yağış miktarına veya yüksekliğine yağış şiddeti (mm/dk) denir. Birim alana birim zamanda düşen yağış miktarına ise yağışın verimi (lt/sn/ha) denir. Yağışlar belirli bir zaman aralığında meydana gelmektedir. Birim zaman aralığı  $\Delta t$ , bu aralıkta düşmüş olan yağış yüksekliği  $\Delta P$  ile gösterilirse;

$$i = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

bağıntısı,  $\Delta t$  süresi için yağışın ortalama şiddetini verir.

Yağış şiddeti ( $i$ ) (mm/dk) olmak üzere yağış verimi ( $r$ ) ( lt/sn/ha);

$$R = 166,7 i$$

dir.

Bir bölgenin yağış özelliklerinin belirlenmesi için üç temel unsur vardır. Bunlar,

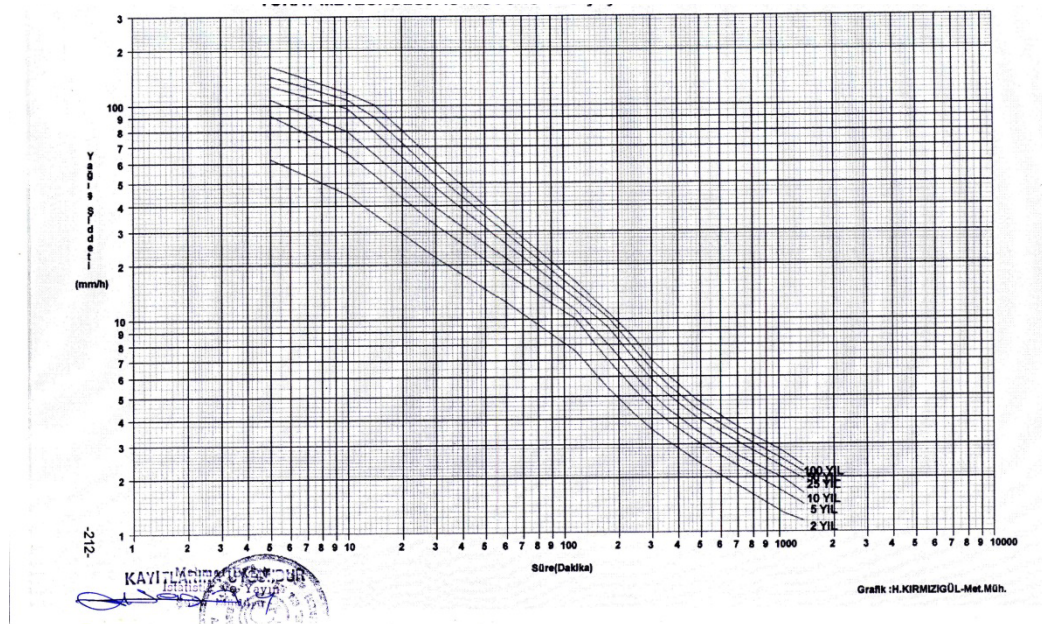
- Yağış şiddeti,
- Yağış tekerrür süresi ve
- Şiddet-Süre-Tekerrür (ŞŞT) eğrileridir.

Yağışların şiddeti ne kadar fazla olursa, bunların meydana gelme sıklığı (tekerrürü) veya frekansları o derece az olur.

Meteorolojik gözlem sonuçları istatistiksel analizler sonucunda değerlendirilerek genel bir şiddet-süre-frekans bağıntısı bulunur. Bu gözlemler ne kadar uzun süreli olursa ulaşılan sonuçlar o kadar sağlıklı olur. Yağış verileri aşağıdaki bağıntıya uydurularak  $a$ ,  $b$  ve  $x$  değişkenleri tespit edilir.

$$i = \frac{a}{(t + b)^x}$$

Buradaki a, b ve x katsayıları bölgeye ve iklim şartlarına göre değişmektedir. a ve b daima pozitif olup, x 1'den küçüktür. Süre-şiddet-frekans eğrileri bir yağış örneği değil, belli bir frekansa (tekerrüre) sahip en yüksek yağış şiddetlerinin dağılımını gösteren eğrilerdir. Şekil 4.2'de örnek süre-şiddet-frekans eğrileri görülmektedir. Yağmursuyu toplayıcılarının planlanmasında daha çok 2 yılda bir görülen ve 15 dakika süren yağışın şiddeti dikkate alınır. Ancak bu istatistiksel anlamda 2 yılda bir planlanan hatların kapasitesinin üzerinde bir yağış şiddeti ile karşılaşılması, yani taşkın görülmesi demektir. Mümkün olan en büyük tekerrürde planlama yapılması taşkınların az görülmesi için yararlı olmasına rağmen fayda/maliyet analizleri de dikkate alındığında yağmursuyu toplayıcılarının 5 yılda bir görülen ve 15 dakika süren yağış şiddetine göre planlanması uygun olarak değerlendirilebilir. Daha fazla debi ve risk taşıyan yan dereler 50 yıl, dereler ise 100 yıllık yağış şiddeti dikkate alınarak planlanabilir.

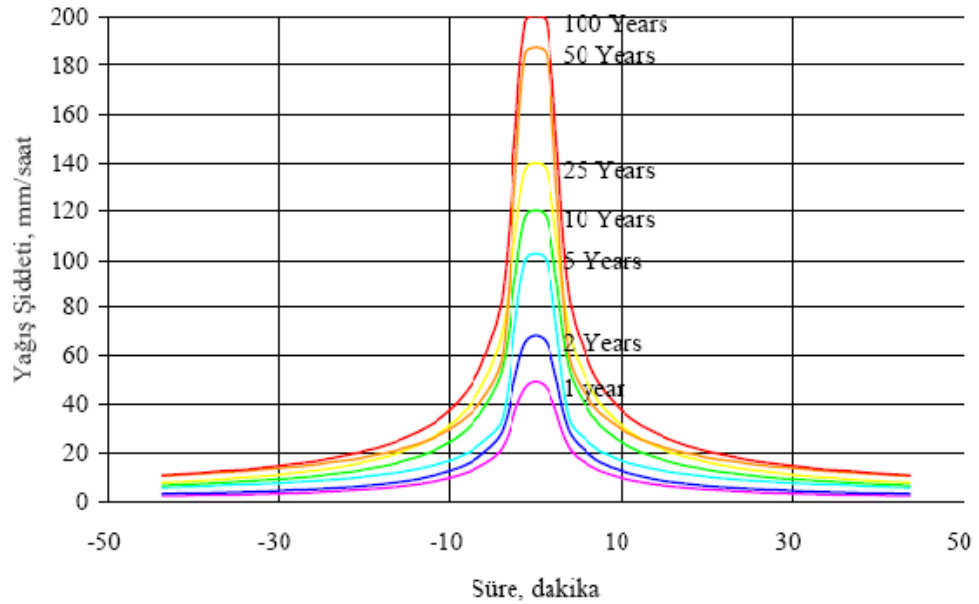


Şekil 5.2. Örnek şiddet-süre-tekerrür eğrileri [Meteoroloji Genel Müdürlüğü]

Planlamalarda genellikle 1889 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde Emil Kuicling tarafından geliştirilen Rasyonel Metot kullanılmaktadır. Bu metotta yağış ile akış arasında lineer bir ilişki olduğu yani akış katsayılarının zamanla değişmediği ve yağışın üniform olduğu kabul edilir. Yağış şiddeti zamanla azaltılarak (süre-şiddet eğrisi) kanala gelecek debi hesaplanır.

Ancak günümüzde yağışın zamanla değişimi de dikkate alınacak şekilde modeller geliştirilmiştir. Yağışın zamana bağlı olarak değişimini gösteren grafiklere hiyetograf denir. Hiyetograflar süre-şiddet-frekans eğrileri gibi yıllarca yapılan ölçümlerin istatistiksel olarak analizlerinin sonucu (sentetik hiyetograf) veya gözlemlenen bir tek yağışın ifadesi olabilir [Linsley, 1982].

Planlama çalışmalarında daha çok istatistiksel yollarla elde edilmiş yağış hiyetografları kullanılır. Örnek olarak 50 yıllık yağış ölçüm sonuçları dikkate alınarak oluşturulan sentetik hiyetograflar Şekil 4.3'de verilmiştir.



Şekil 5.3. Örnek sentetik hiyetografları [Bursa Masterplan, 2002]

## 5.2.Yüzeysel Akış

Yeryüzünde yağışlardan sonra meydana gelen akım suyun buharlaşması, yer yüzeyindeki çukurlarda toplanması, akışa geçmeden önce zemine sızması gibi nedenlerle azalır. Yağışın akışa geçen kısmı akış katsayısı veya alanın su verme karakteristiği olarak tarif edilir. Yüzeysel akış katsayısı verilen bir drenaj alanı için sabit bir oran olarak kullanılmasına karşın gerçekte katsayı, yağış ile yüzeysel akış arasındaki kayıplar ile iklimsel ve mevsimsel değişimlere bağlı olarak farklılıklar gösterebilmektedir. Dolayısıyla akış katsayısının tayininde bitki örtüsüne, alanın jeolojik-hidrojeolojik-jeomorfolojik özelliklerine ve diğer hidrolojik parametrelere de dikkat edilmesi gerekmektedir [Hall, 1984].

Yüzeysel akış debisinin hesabında kullanılan bazı yöntemler akış katsayısının yağış süresince sabit kaldığını (rasyonel metod) kabul ederken, bazı yöntemlerde ise (SCS yöntemi) akış katsayısı yağış öncesi toprağın nem seviyesine göre belirlenen bir değerden, yağış boyunca artarak doygunluk değerine ulaşabilecek ve havzaya düşen tüm yağış akışa geçebilecektir. SCS yöntemi kırsal havzalar, rasyonel metod ise kent havzaları için uygun yöntemlerdir. Rasyonel Metotta kullanılan bazı akış katsayıları çizelge5.2, çizelge5.3 ve çizelge5.4'te verilmiştir.

Eğimin %5 veya daha fazla olması halinde alanlar dik eğimli olarak tanımlanmaktadır. Tasarımda dik eğimli alanlar için yüzeysel akış katsayıları yüksek, %2 veya daha az eğime sahip düz ve normal eğimli alanlarda ise düşük seçilmektedir. Çizelge5.1'de drenaj alanının boyutlarına bağlı olarak önerilen tasarım metotları verilmiştir.

Çizelge5.1.Drenaj alanı büyüklüklerine göre tasarım metodları [Barışkan, 2003]

Drenaj Alanı (km <sup>2</sup> )	Tasarım Metodu
<1	Rasyonel Metot
1-10	Mockus
10-100	Sentetik Metot
>1000	SCS Metodu

Küçük alanlarda rasyonel metodun, büyük alanlarda ise hidrograf metodunun kullanılması daha doğru bir sonuç vermektedir [Barışkan, 2003].

Çizelge5.2.Arazi kullanımına göre yüzeysel akış katsayıları [Butler, 2000]

Alan Tanımı	Yüzeysel Akış Katsayı 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
Konut(Geçekondu)	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

Çizelge5.3.Yüzey kaplamasına göre yüzeysel akış katsayıları [Butler, 2000]

Yüzey Kaplaması	Yüzeysel Akış Katsayı Aralığı
Yapılaşmış alanlar	
Asfalt ve Beton	0,70 – 0,95
Tuğla	0,70 – 0,85
Çatılar	0,75 – 0,95
Çimenlik, kumlu topraklar	
Düz, %2	0,05 – 0,10
Orta, %2-7	0,10 – 0,15
Dik, %7	0,15 – 0,20
Çimenlik, ağır toprak	
Düz, %2	0,13 – 0,17
Orta, %2-7	0,18– 0,22
Dik, %7	0,25 – 0,35

Akış katsayılarını etkileyen bir diğer faktör ise nüfus yoğunluğudur. Nüfus yoğunluğuna bağlı olarak kullanılan yüzeysel akış katsayıları ise Çizelge5.4'te verilmiştir.

Çizelge5.4.Nüfus yoğunluğuna bağlı yüzeysel akış katsayıları [Butler, 2000]

Alanın Tanımı	Nüfus Yoğunluğu, kişi/ha	Yüzeysel Akış Katsayı Aralığı
Apartmanlar	500 - 1000	0,8 – 0,9
Apartmanlar	250 - 500	0,7 – 0,8
Apartmanlar	150 - 250	0,6 – 0,7
Bitişik evler	50 - 150	0,5 – 0,6
Müstakil evler	20 - 50	0,3 – 0,4
Yerleşilmemiş alanlar, parklar, mezarlıklar vs.	20' den az	0,1 – 0,3
Yüksek değerli iş ve ticaret alanları	20' den az	0,8 – 0,9
Yönetim ve İdare alanları	20' den az	0,8 – 0,9
Sanayi alanları		0,5 – 0,8
Havaalanları da dahil olmak üzere diğer özel alanlar		0,5 – 0,6

### 5.2.1.Yüzeysel akışı etkileyen faktörler

#### Drenaj Alanı (Havza):

Yağmursuyu debisinin hesabında drenaj alanının çok iyi tanımlanmış olması gerekmektedir. Drenaj alanının sınırları, saha araştırmaları veya uygun harita ve hava fotoğraflarından temin edilebilmektedir. Hesaplar sırasında, drenaj alanının tamamı bazı uygun alt bölümlere ayrılır. Arazi kullanımı, mevcut ve gelecekte arazi kullanımına göre tahmin edilen geçirimsizlik yüzdesi, akış debilerini ve taşkınlardan korumanın derecesini etkiler. Akış katsayıları, drenaj alanında nüfus yoğunluğuna ve toprağın/kaplamanın özelliğine bağlı olarak değişir. Toplanma süresi, drenaj alanının şekline ve kaplamanın özelliğine bağlı olarak değişir.

#### Toplanma Süresi:

Toplanma süresi, yağmursuyu kanallarında giriş süresi ile kanal içindeki akış süresinin toplamı olarak tanımlanmaktadır. Toplayıcıların birçoğu için toplanma süresinin bir saatten az olduğu görülmektedir.

#### Giriş Süresi:

Giriş süresini yağışın süre ve şiddeti, yüzeyin eğimi, yüzey kaplamasının cinsi, yüzey debisinin izleyeceği güzergah uzunluğu, sızma ve birikme miktarları gibi drenaj alanı özellikleri etkilemektedir.

#### Çizelge5.5.Yağmursuyu kanalına giriş süreleri

Arazi Türü	Giriş Süreleri
Dik eğimli şehirselle alanlar ( $J_{havza} \geq 1/20$ )	5 dakika
Normal eğimli şehirselle alanlar ( $1/20 > J_{havza} \geq 1/50$ )	10 dakika
Düz şehirselle alanlar ( $1/50 > J_{havza}$ )	10 dakika
Banliyö	20 dakika
Kırsal alanlar	25 dakika

Giriş süresi aşağıdaki bağıntıdan da (Kiprich Bağıntısı) hesaplanabilir.

$$T_0=60x[0.87xL^3/dH]^{0.385}$$

Burada;

$T_0$ : Giriş süresini (havza akış süresi) (dk)

L: Ana akış güzergahının uzunluğunu (km)

dH: Ana akış güzergahının başlangıç ile sonu arasındaki zemin kotu farkını (m)

ifade eder. Bulunan  $T_0$  giriş süresi aşağıdaki kriterlere göre değerlendirilir ve uygun bir giriş süresi seçilir.

$T_0 < 5$  dk ise  $T_0 = 5$  dk,

$5$  dk  $< T_0 < 30$  dk ise  $T_0 = T_0$

$T_0 > 30$  dk ise  $T_0 = 30$  dk

alınır.

#### Akış Süresi:

En uzaktaki kanaldan, toplanma noktasına kadar suyun gelmesi için geçen süredir.

Bu süre, kanal uzunluğunu kanaldaki akış hızına bölerek bulunan değerleri toplamak suretiyle hesaplanır.

### 5.3.Yağmursuyu Toplayıcıları Proje Kriterleri

Çizelge5.6.Yağmursuyu projesi hesap kriterleri

PROJE KRİTERLERİ																																																													
TANIMLAR	İLLER BANKASI																																																												
Yağmursuyu Debisi	IDF Eğrisi																																																												
Hesap Aralığı	10 Yıl																																																												
Hesap Süresi	10 dk																																																												
Yağmursuyu Sistemine Gelen Kanalizasyon Debisi Hesabında Kullanılacak Pik Faktörleri	Dikkate alınmıyor.																																																												
Hidrolik Hesaplar																																																													
Max. Doluluk Oranı	Ø300 %90 Ø400- Ø900 %90 Ø1000- Ø1200 %90 Ø1400- Ø3000 %90																																																												
Hız Limitleri	Min. Hız=0.00 m/sn Max. Hız=5 m/sn																																																												
Eğim Limitleri	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Min.</th> <th>İst.Min.</th> <th>Max.</th> <th>İst.Max.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ø300</td> <td>1/300</td> <td>-</td> <td>1/7</td> <td>1/5</td> </tr> <tr> <td>Ø400</td> <td>1/400</td> <td>1/900</td> <td>1/25</td> <td>1/15</td> </tr> <tr> <td>Ø500</td> <td>1/500</td> <td>1/1000</td> <td>1/25</td> <td>1/15</td> </tr> <tr> <td>Ø600</td> <td>1/600</td> <td>1/1500</td> <td>1/25</td> <td>1/15</td> </tr> <tr> <td>Ø800</td> <td>1/800</td> <td>1/1800</td> <td>1/50</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ø900</td> <td>1/900</td> <td>1/1800</td> <td>1/50</td> <td>1/15</td> </tr> <tr> <td>Ø1000</td> <td>1/1000</td> <td>1/2500</td> <td>1/75</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ø1200</td> <td>1/1200</td> <td>1/2500</td> <td>1/75</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ø1400</td> <td>1/1400</td> <td>1/2500</td> <td>1/75</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ø1600</td> <td>1/1600</td> <td>1/2500</td> <td>1/75</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Ø2000- Ø3000</td> <td>1/2000</td> <td>1/2500</td> <td>1/75</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Min.	İst.Min.	Max.	İst.Max.	Ø300	1/300	-	1/7	1/5	Ø400	1/400	1/900	1/25	1/15	Ø500	1/500	1/1000	1/25	1/15	Ø600	1/600	1/1500	1/25	1/15	Ø800	1/800	1/1800	1/50	-	Ø900	1/900	1/1800	1/50	1/15	Ø1000	1/1000	1/2500	1/75	-	Ø1200	1/1200	1/2500	1/75	-	Ø1400	1/1400	1/2500	1/75	-	Ø1600	1/1600	1/2500	1/75	-	Ø2000- Ø3000	1/2000	1/2500	1/75	-
	Min.	İst.Min.	Max.	İst.Max.																																																									
Ø300	1/300	-	1/7	1/5																																																									
Ø400	1/400	1/900	1/25	1/15																																																									
Ø500	1/500	1/1000	1/25	1/15																																																									
Ø600	1/600	1/1500	1/25	1/15																																																									
Ø800	1/800	1/1800	1/50	-																																																									
Ø900	1/900	1/1800	1/50	1/15																																																									
Ø1000	1/1000	1/2500	1/75	-																																																									
Ø1200	1/1200	1/2500	1/75	-																																																									
Ø1400	1/1400	1/2500	1/75	-																																																									
Ø1600	1/1600	1/2500	1/75	-																																																									
Ø2000- Ø3000	1/2000	1/2500	1/75	-																																																									
Max. Muayene Bacası Aralığı ve Boyutu	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Ø200- Ø300</td> <td>60 m</td> </tr> <tr> <td>Ø400- Ø600</td> <td>70 m</td> </tr> <tr> <td>Ø800</td> <td>80 m</td> </tr> <tr> <td>Ø900- Ø1000</td> <td>100 m</td> </tr> <tr> <td>Ø1200</td> <td>125 m</td> </tr> <tr> <td>Ø1400- Ø3000</td> <td>150 m</td> </tr> </tbody> </table>	Ø200- Ø300	60 m	Ø400- Ø600	70 m	Ø800	80 m	Ø900- Ø1000	100 m	Ø1200	125 m	Ø1400- Ø3000	150 m																																																
Ø200- Ø300	60 m																																																												
Ø400- Ø600	70 m																																																												
Ø800	80 m																																																												
Ø900- Ø1000	100 m																																																												
Ø1200	125 m																																																												
Ø1400- Ø3000	150 m																																																												
Min. Boru Çapı	Ø300																																																												

## **5.4.Yağmursuyu Toplayıcı Sistemi Tasarımında Kullanılan Bilgisayar Modelleri**

### **5.4.1.AutoCAD tabanlı lisp programı**

Debi hesabı ayrılan bölgelere havza alanları ve akış katsayısı verilerek , IDF eğrisinden bulunan debi değerinin girilmesi ile hesap yapılır. Özel bir pik katsayı belirleme metodu yoktur. Belirlenen havzaların toplanacağı menhollere girilen akış katsayısı ve havza büyüklükleri ile boruların taşıyacağı debi hesaplanır. Yazılım kullanıcıya her türlü plan ve profil çizimi olanağı sunmaktadır.

### **5.4.2.StormCAD programı**

Yağmursuyu debisi hesabı programın içinde bulunan yağmur dataları girişi ile program tarafından oluşturulan IDF eğrisi ile gerçekleştirilir. Yıllık yağış bilgilerini içeren bu datalardan programakış zamanlarına göre hesap yapmaktadır. Toplanan havzalardan toplanan sular direk menhollere değil de tanımlanan “catch basin” adı verilen ızgaralı toplama çukurlarına toplanır. Yağmursuyu debileri için belirlenen herhangi bir pik katsayısı bulunmamaktadır. Boru cinsi ve çapları program içinde bulunan kataloglardan oluşturulabilir veya kullanıcı tarafından eklenebilir. Profil de hesaplayan yazılım AutoCAD ve GIS ile bağlantılı olarak çalışabilmektedir. Excel, Word ve Access dosyalarından veri almak ve bu dosyalara veri aktarmak da mümkündür. Yazılım kullanıcıya boyutlandırılması yapılan sistemin her türlü plan ve profillerinin çizilmesi olanağını da sunmaktadır.

## 6. KANALLARDA HİDROLİK TAHKİKLER

Atıksu ve yağmursuyu havzalarından gelen debiler kanallara ulaşır. Bu noktadan sonra kanallardaki hidrolik tahkikler devreye girmektedir. Kanallarda sistemin tasarımı için yapılan hidrolik analizi değerlendirilebilmek üzere, önce açık kanal hidroliğiyle ilgili esaslar özetlenmiş, daha sonra hidrolik analizlerin borularda uygulanması anlatılmıştır. Tüm bu bilgiler bilgisayar modellerinde göz önüne alınmaktadır.

### 6.1. Açık Kanallarda Akış

Üstü hava ile temasta olan akışkan akımına açık kanal akımı denilmektedir. Doğadaki bütün akarsu akımları, sulama kanallarındaki akımlar, drenaj ve kanalizasyon borularındaki akımlar açık kanal akımı olarak adlandırılmaktadır. Açık kanal akımında akışkan, enerjisi büyük olan noktadan küçük olan noktaya doğru akar. Açık kanal içerisindeki akım halinde bu enerjiyi sağlayan daima su seviyesi farkıdır. Açık kanallarda, kanal başı ve sonundaki şartlara, taban eğimine ve kanal cidarının cinsine bağlı olarak görülen ve bilgisayar modellerinde de kullanılan akımlara ait tanımlar aşağıda verilmiştir.

Kanal içerisindeki su derinliği akım boyunca değişmiyorsa bu akıma üniform akım denir. Su derinliği kesitten kesite değişiyorsa akım üniform olmayan akım olarak adlandırılır.

Ağırlık kuvvetlerinin akım üzerine etkisi, atalet kuvvetlerinin ağırlık kuvvetlerine oranı ile karakterize edilmektedir. Bu oran ise Froude sayısı ( $N_{FR}$ ) ile tanımlanmaktadır.

$$N_{FR} = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}}$$

$N_{FR} < 1$  ise akım nehir rejiminde,

$N_{FR} > 1$  ise akım sel rejimindedir.

Burada;

V: akım hızını,

g: yerçekim ivmesini,

h: karakteristik uzunluğu göstermektedir.

Açık kanal akımında üç eğimle karşılaşılır. Bunlar; kanal taban eğimi ( $S_0$ ), serbest su yüzeyi eğimi ( $J_w$ ) ve enerji çizgisi eğimidir ( $J_g$ ). Ünitiform açık kanal akımlarında bu üç eğim birbirine paraleldir. Ünitiform akımlarda özgül enerji, kanalın herhangi bir kesitinde, birim ağırlıktaki akışkanın kanal tabanına göre ölçülen enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Özgül enerji - derinlik bağıntısı aşağıdaki gibidir:

$$E=y+\frac{Q^2}{2gA^3}$$

Burada;

E: özgül enerjiyi,

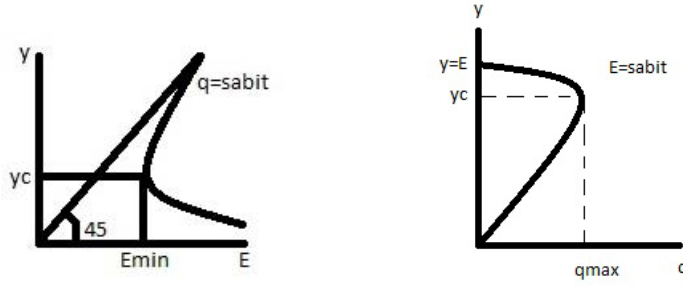
y: su derinliğini,

Q: debiyi,

A: kesit alanını,

g: yerçekim ivmesini

göstermektedir. Özgül enerji iki değişkene bağlı bir fonksiyon olduğundan  $Q$ =sabit iken  $E$  ile  $h$ ' nin değişimi ve  $E$ = sabit iken  $Q$  ve  $h$ 'nin değişimi incelendiğinde aşağıdaki şekiller elde edilmektedir:



Şekil 6.1.Özgül enerjinin derinlikle değişimi Şekil6.2. Debinin derinlikle değişimi

Bu şekillerde görülen kritik derinlik;  $Q=sbt$  debisini, minimum enerji ile geçiren veya  $E = sbt$  iken debiyi maksimum yapan akımın derinliğidir.

## 6.2.Boru Hidroliği

### 6.2.1.Dolu akan kanallarda akım

Tam dolu akan atıksu kanallarının hesabında da basınçlı kanallarda olduğu gibi en çok aşağıdaki bağıntılar kullanılmaktadır.

Darcy – Weisbach bağıntısı

Colebroke – White bağıntısı

Hazen – Williams bağıntısı

Manning bağıntısı

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

#### Darcy – Weisbach Bağıntısı:

Bu bağıntı, teorik olarak çıkarılmıştır ve çoğunlukla basınçlı boru analizlerinde kullanılmaktadır. Bağıntı, açık kanal akımları için de genelleştirilebilir. Bağıntının ifadesi aşağıda verilmiştir:

$$V = \sqrt{\frac{8g}{f} RJ}$$

Bu ifadede;

V: akım hızını (m/s),

g: yerçekimi ivmesini (m/s<sup>2</sup>),

f: Darcy-Weisbach sürtünme katsayısını,

R: hidrolik yarıçapı,

J: hidrolik eğimi göstermektedir. F değerini hesaplayan ampirik bağıntılar geliştirilmiştir.

Colebrook - White Bağıntısı:

Darcy – Weisbach Bağıntısındaki f değeri ise Colebrook denklemi ile bulunabilir. Denklem ampiriktir ve ifadesi aşağıda verilmiştir:

Serbest yüzeyli akım için

Dolu akış için

(5.4)

Bu ifadede;

k: Pürüzlülük yüksekliği (m),

R: Hidrolik yarıçap (m)

Re: Reynolds sayısını göstermektedir. Bu bağıntı kullanılarak boyutlandırma yapmak için tatonman gereklidir.

### Hazen-Williams Bağıntısı:

Bu bağıntı ampiriktir ve çoğunlukla basınçlı boru analizlerinde kullanılmaktadır. Deneysel olarak elde edildiği için, sadece belli sıcaklık aralıklarındaki su için kullanılabilir. İfadesi aşağıda verilmiştir:

$$V=0,85CR^{0,63}J^{0,54}$$

Bu ifadede;

V : akım hızını (m/s),

C : Hazen – Williams pürüzlülük katsayısını,

R : hidrolik yarıçapı

J : hidrolik eğimi

göstermektedir.

### Manning Bağıntısı:

Aşağıda ifadesi verilen bu bağıntı da ampiriktir. Çoğunlukla, serbest yüzeyli akım analizinde kullanılmaktadır.

$$V=$$

Bu ifadede;

V : akım hızını (m/s),

n : Manning pürüzlülük katsayısını

R : hidrolik yarıçapı

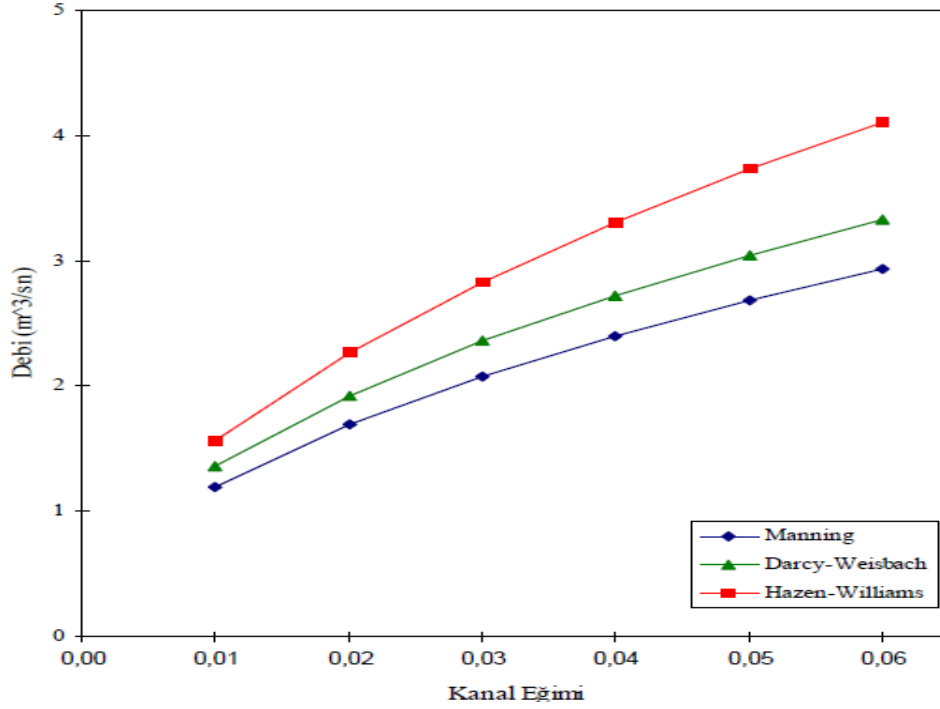
J : hidrolik eğimi

göstermektedir.

### Kutter Bağıntısı:

Bu bağıntılarının ortak ve farklı parametreleri vardır. Ortak parametrelerin aynı oldukları durumlarda bağıntılarının birbirlerine yakın sonuçlar vermeleri beklenir. Parametrelerin değerleri değiştirilirse bağıntılarının her birinin davranış şekli farklı

olacaktır. Bağıntılarının aynı bir boru cinsi için bile nasıl farklı sonuçlar verebileceğini göstermek açısından %50 dolu akan, 1000 mm çapında beton bir kanalda, kanal eğimine göre değişimi hesap edilerek sonuçlar Şekil 6.3'te gösterilmiştir. Bu şekilden, modelde kullanılacak bağıntının önemi açıkça görülmektedir.



Şekil 6.3. Debilerin Farklı Formüllerde Kanal Eğimi ile Değişimi

### 6.3.Boru Cinsine Göre Pürüzlülük

Boru hesaplarında kullanılan pürüzlülük katsayısı değerleri imalatçı, işçilik, boru yaşı ve diğer faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Aşağıdaki Çizelgelerde sırasıyla, bilgisayar modellerinde en çok kullanılan bağıntılar için boru tiplerine göre pürüzlülük katsayılarının değerleri ve kanal iç yüzeyinin durumunun pürüzlülük katsayısına etkisine bir örnek olmak üzere Manning bağıntısında pürüzlülük katsayıları verilmiştir.

Çizelge6.1. Tipik pürüzlülük katsayıları [Hwang, 1996]

Kanalın Yapıldığı Malzeme	Manning Katsayısı (N)	Hazen-Williams Katsayısı (C)	Darcy-Weisbach Katsayısı (F)
Asbest Çimento	0,011	140	0,0015
Pirinç	0,011	135	0,0015
Tuğla	0,015	100	0,6
Dökme Demir	0,012	130	0,26
Çelik Formları	0,011	140	0,18
Sert Formlar	0,015	120	0,6
Bakır	0,011	135	0,0015
Galvaniz Demir	0,016	120	0,15
Cam Esaslı	0,011	140	0,0015
Kurşun	0,011	135	0,0015
Plastik	0,009	150	0,0015
Kömür Katranı Minesi	0,010	148	0,0048
Perçinlenmiş	0,019	110	0,9

## 7. MATERYAL VE METOD

## **7.1. Modelleme Çalışmalarında Kullanılan Programlara Genel Yaklaşım**

Model, gerçek dünyadaki bir olgunun veya sistemin yapı ve işleyişinin, ilgili olduğu bilim sahasının kavram ve kanunlarına bağlı olarak ifade edilmesidir. Model gerçek dünyadaki bir olgunun anlatımıdır, temsilidir. Genellikle modellenen olgunun çok karmaşık olması sebebiyle modeller, anlatmak istedikleri sistemleri basitleştirerek belli varsayımlar altında ele alırlar.

Bir olay, süreç veya sistemle ilgili bir özelliğin ya da davranışın model üzerinde gözlenmesine simülasyon denir. Havzalar, borular, bacalar, pompalar, vanalar, hidrantlar gibi pek çok bileşenden oluşmuş bir içmesuyu, kanalizasyon veya yağmursuyu dağıtıcı ve toplayıcı sistemlerine ait modellerin belli koşullar altında ne şekilde davranacağını gözlenmesi için simülasyon yapılır.

Modelleme yaklaşımında, modelden beklenen verilere bağlı olarak modele yüklenmesi gereken veri ve dikkate alınması gereken şartlar da değerlendirilmelidir. Maliyet analizleri gibi uzun yılları kapsayan model çalışmalarında hidrolik modelleme çok önemli değildir.

Bu çalışmada yerleşim alanları belli bir bölge üzerinde yüksek nüfus yoğunlukları ile aynı güzergahlar üzerinde hem içmesuyu, hem kanalizasyon ve hem de yağmursuyu şebeke modellerinin ne şekilde davrandığı gözlemlenmiştir. Aynı güzergah üzerinde farklı programlarla oluşturulmuş modellerin maliyet açısından ve işletme açısından birbirlerine üstünlüklerinin var olup olmadığı gözlemlenmiştir.

## **7.2. Çalışma Alanı**

Çalışma alanı, Afrika kıtasında bulunan Libya - Sabratah Kenti haritaları ve parselleri baz alınarak belirlenmiştir. Bu bölgenin seçilmesinin en önemli nedeni, bu bölgenin altyapı projelerinin daha önce Hidrolink Müh. Müş. Ltd. Şti. tarafından tamamlanmış olmasıdır. Dolayısıyla arazi koşullarının uygunluğu, bölgenin belediyesi tarafından imar planlarının hazırlanmış olması, gerçek nüfus değerlerinin oranlanabilmesinde ki kolaylık bize doğruya en yakın modelleme yapabilme ve bu modellerin karşılaştırmasının daha kolay ve en doğru şekilde yapılabilmesi olanağını sağlamıştır.



Şekil 7.1. Proje alanında çalışılacak bölgenin görünümü

### 7.3. Debi ve Parsel Yüklemelerinin Hesaplanması

Çalışmadakullanılacak programlar asıl olarak lisp programı ve yazılım programıdır. İçme suyu ve kanalizasyon şebekelerinde debi yüklemelerinin en doğru yöntemi thiessen poligon metodu ile oluşturulmuş nüfus/alan oranı esaslı shape uzantılı dosyalarla yükleme yapılmasıdır. Ancak lisp ve yazılım programlarının karşılaştırılması konusunda ilk önemli farklılık bu noktada görülmektedir. Yazılım programları shape metodu ile çözüm yapma imkanı sunarken lisp programları bu şekilde çalışmamaktadır.

Yazılım esaslı programlarda debiler çeşitli yöntemlerle sisteme yüklenebilir. Bunlar direk debi girişi, uç debilerle yapılan yükleme ve shape uzantılı dosyalar yardımıyla yüklemelerdir. Shape uzantılı dosyalarla yapılan yüklemelerde esas madde bu dosyaların hazırlanış aşamasında hangi verilerin göz önünde bulundurulduğu ve hangi değerlerle shape dosyalarının hazırlandığıdır.

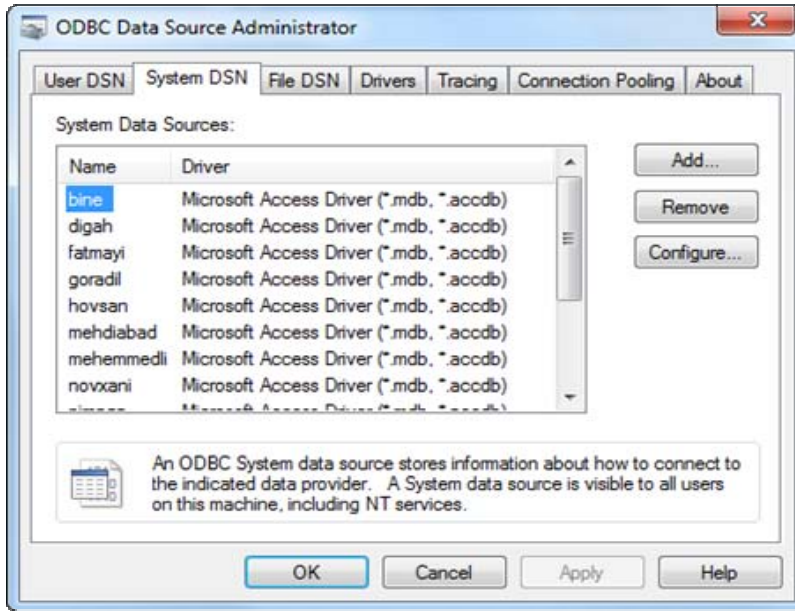
AutoCAD tabanlı lisp programlarında ise yüklemeler tek bir debi girişi veya uçdebi yükleme metoduyla gerçekleştirilir. Eğer thiessen poligon metodu benzeri bir yükleme yapılması istenirse bu debilerin el ile oluşturulmuş poligonlar üzerinden uzun uğraşlar sonucu yapılan hesaplarla belirlenmektedir.

Yazılım programları olan Bentley programlarında daha doğru sonuçlara ulaşmak için thiessen poligon metodu kullanılmıştır. Bu yöntemin esas noktası olan shape dosyalarının hazırlanması için GIS verilerinden shape uzantılı dosyalara aktarım yapılmaktadır. Bu GIS verileri Map programları üzerinde oluşturulmaktadır. Çeşitli yükleme metotları bulunan Bentley programlarında kullanacağımız shape dosyası nüfus yoğunluğu / alan verileri üzerinden hesaplanan debiler içermektedir. Lisp programında kullanacağımız debi ise bu GIS verilerinden hesaplanan debilere karşılık gelen yaklaşık bir debi değeri olacaktır.

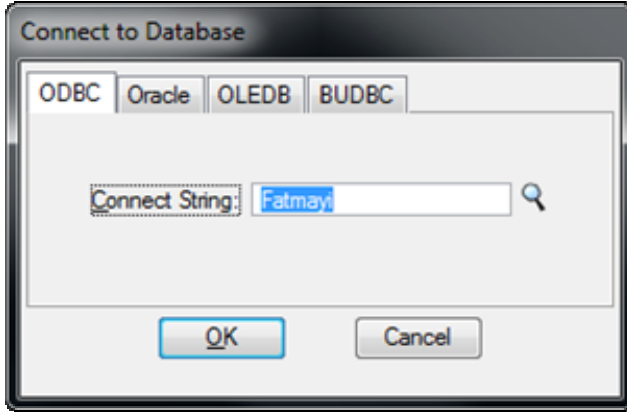
### **7.3.1. İmar planı yoğunluk planlarının hazırlanması**

Herhangi bir GIS verisinin hazırlanması için Map programı kullanılmaktadır. Piyasada yaygın olarak kullanılan Map programları Bentley Map, AutoCAD Map, NetCAD programlarıdır. Çalışmamızda GIS verileri hazırlarken yararlanılan program Bentley MAP programıdır.

Tüm Map programları için esas olan nokta boş bir kayıt açılan debi Çizelgelerinin yazdırılacağı bir Access dosyasının Map programı ile ilişkilendirilmesidir. Bu sayede Map programında hazırlanan veriler Access dosyasına yazdırılır. Bu ilişkiyi kurmak için ODBC bağlantısı oluşturulmalıdır. Bilgisayarların denetim masası içinde bulunan yönetimsel araçlarda ODBC yönetici veri kaynağı üzerinde System DSN üzerine boş Access kaydı tanıtılır.

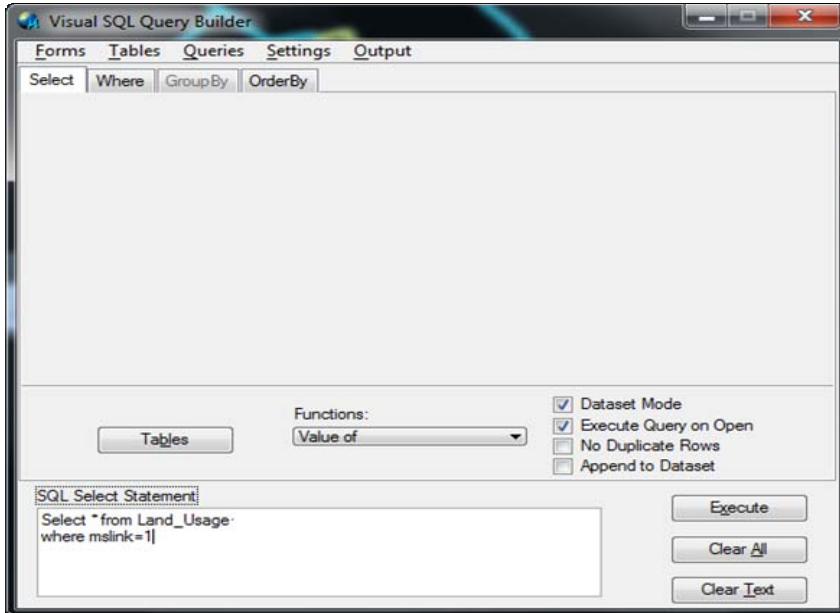


Şekil 7.2. Access dosyasının ODBC veritabanına tanıtılması



Şekil 7.3. Map programı ile ODBC veritabanı bağlantısının kurulması

Daha sonra Map programı üzerinde bulunan parseller numara verilerek LAND\_ID etiketiyle Access dosyasına ayrı ayrı yazdırılır. Parseller içerisinde belirtilmesi istenen imar alanı, ticari alan vb. alanlar kodlanarak yine ayrı bir sütuna LAND\_USE\_TYPE adı altında yazdırılır. Son olarak ise imar tiplerine göre POPULATION\_DENSITY yani nüfus yoğunlukları Map programı üzerine yazılan sorgularla Access dosyasına aktarılır.



Şekil 7.4. MAP programı üzerinde SQL ile sorgu yazılması

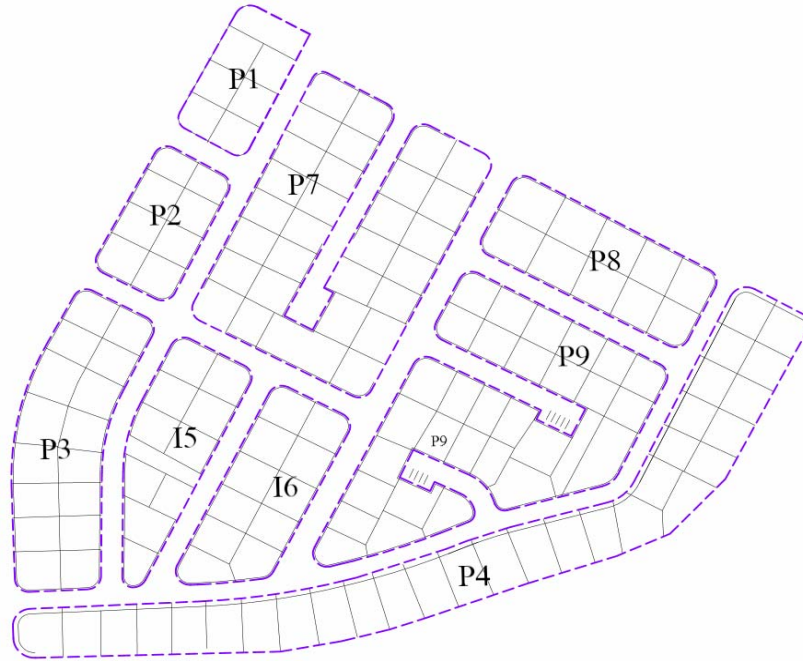
Yazdırılan yoğunluklardan hesaplanacak debiler yine uygun bağıntıların sorgu olarak Map programına yazılması ile Access dosyasına aktarılır. Örneğin oluşturulan yoğunluklardan nüfus hesaplanması için yazılan sorgu;

```
Update LAND_USAGE
```

```
Set population=area*population_den/10000
```

```
Where flow=0.0
```

Çalışmada kullanılan imar planında 9 farklı yoğunluk grubu olduğu görülmüştür. Çalışma alanımızın küçük olması sebebiyle ve aynı zamanda değişik programlarla karşılaştırma yapabilme olanağını elde etmek için küçük alanlara büyük debi yüklemeleri yapılması zorunludur. Bu yüksek yüklemeler yardımıyla programların aynı güzergahta yüksek debi ve kısa mesafelerde hesaplayacağı kazı derinlikleri, çap artışları, hız değişimleri ve boru içinden geçen su yükseklikleri gibi kritik noktalarda programların gösterdiği reaksiyonlar izlenmiştir.



Şekil 7.5. MAP programında veri yazdırılacak olan parseller ve imar kodları

LAND\_USAGE

#6 of 10

Land\_id : 8

Area : 8000.648795

Land\_use\_type : 15

Population\_den : 550.0

Population : 440.035683725

Flow : 3.05580335920139

Functions

Query

Query

Query Insert Update Delete Clear

First Prev. Next Last

Attach Review Detach Locate

Use Fence If Active

Şekil 7.6. MAP programı ile I5 parselinin verilerinin tümüyle hesaplanmış şekli

ORNEK : Veritabanı (Access 2007 - 2010) - Microsoft Access

Tablo Araçları

Alanlar Tablo

Veritabanı Araçları

Diş Veri

Oluştur

Giriş

Görünüm

Görünümler

Pano

Seçim

Gelişmiş

Sıralamayı kaldır

Sırala ve Filtre Uygula

Yeni

Kaydet

Sil

Kayıtlar

Bul

Bul

Metin Biçimlendirmesi

Tüm Tablolar

LAND\_USAGE

mscatalog

CATEGORY

FEATURE

UGCATEGORY

UGCOMMAND

UGFEATURE

UGJOIN\_CAT

UGMAP

UGTABLE\_CAT

Veri Sayfası Görünümü

LAND_USAGE	LAND_ID	AREA	LAND_USE_TYPE	POPULATION_DEN	POPULATION	FLOW
1	1					
2	2	22152.954417	P9	750	1661.471581275	11.5379970921875
3	3	10198.849054	P1	400	407.95396216	2.83301362611111
4	4	13854.77005	P8	550	762.01235275	5.29175244965278
5	5	7127.836327	P2	650	463.309361255	3.21742611982639
6	6	14853.423489	P3	450	668.404057005	4.6416948403125
7	7	40871.398665	P4	950	3882.782873175	26.9637699526042
8	8	8000.648795	I5	550	440.035683725	3.05580335920139
9	9	8259.094689	I6	550	454.250207895	3.15451533260417
10	10	29539.184204	P7	850	2510.83065734	17.4363240093056
*						0

Kayıt: 1 / 10

Filtre Yok

Ara

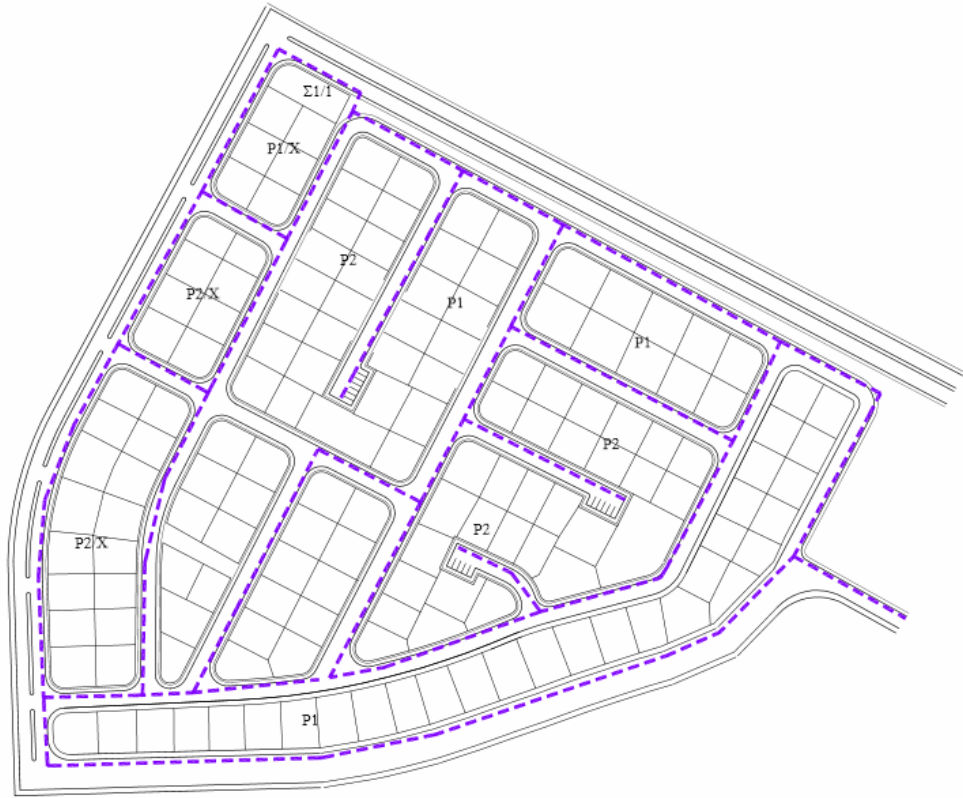
Büyük Harf Kildi

Sayı Kildi

Şekil 7.7. MAP programı ile hazırlanan access dosyası

#### 7.4. Bentley WaterCAD Programı İle İçmesuyu Şebekesi Çözümü

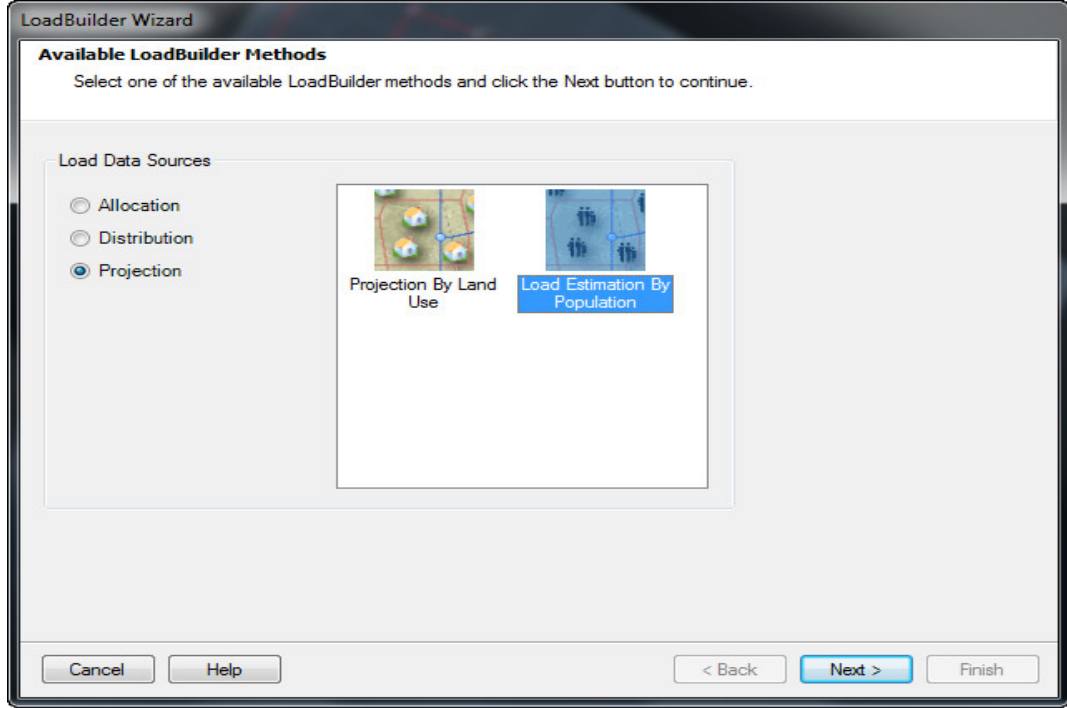
Aynı bölgelere bir kez şebeke döşenecektir. Aynı hat ve güzergahlarla her iki programda da analiz yapılabilir. Aşağıdaki şekilde içmesuyu hatlarının sokaklara döşenmiş hali görülmektedir.



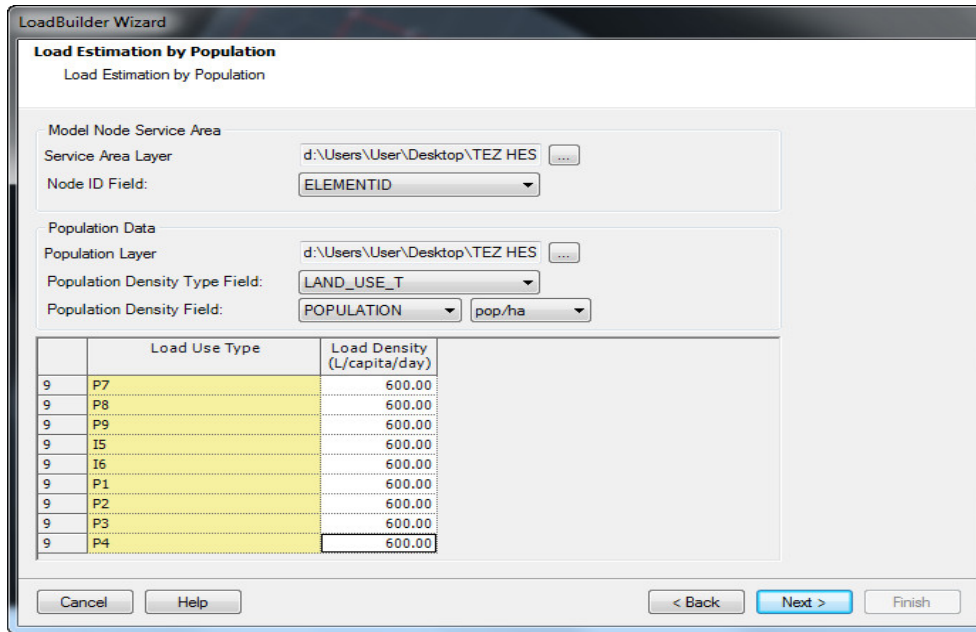
Şekil 7.8. İçmesuyu hatları

WaterCAD programında ilk olarak debi yüklemelerinin yapılması gerekmektedir. Bu programda ve SewerCAD programında kullanmak üzere daha önce Map programında shape dosyası hazırladık. WaterCAD programına debi yüklemek için bu shape dosyasıyla beraber WaterCAD üzerinde çizilen güzergahlarda programın kendisi her bir düğüm noktasının bağlanması gereken parseli bulmak için bir thiessen poligon şeması oluşturmaktadır. Bu poligon dosyası ile Map programında

hazırlananparsellerden dağılan debi değerleri, programın Load Builder özelliği ile karşılaştırılır ve düğüm noktalarına gereken debi programa yüklenir.



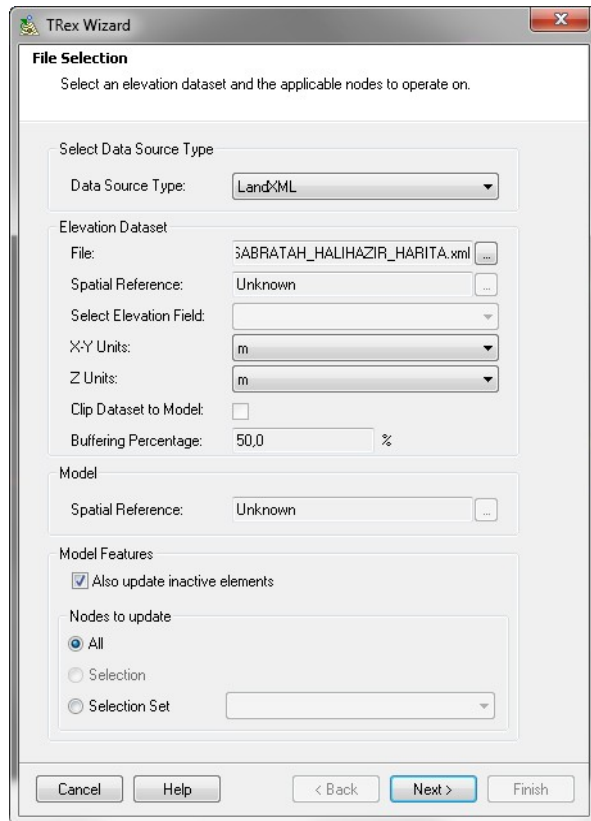
Şekil 7.9. WaterCAD üzerinde seçilen yükleme metodu



Şekil 7.10. WaterCAD üzerinde debi yüklemesi

Şekil 7.10'da da görüldüğü üzere service area daha önce yukarıda bahsedilen hatların servis alanı ile debi verileri Nüfus/Alan birimleri seçilerek programa yüklenmiştir. Bu noktada yaşayan herbir kişi için günlük 600 lt/sn su ihtiyacı olduğu kabul edilmiştir. Bu değer normal ihtiyaçların üzerindedir.

Programın diğer adımı ise düğüm noktalarının zemin kotlarını girmek olacaktır. Bu noktada programın trex menüsünden daha önce AutoCAD Civil 3D veya Bentley microstation InRoads programı yardımıyla hazırlanan, münhahi bilgilerini programın kabul ettiği LandXML dosyası programa yüklenir. Bu harita bilgileri saha üzerinde harita mühendislerinin yaptığı yersel okumaların dijital ortama aktarılması ile gerçekleştirilir. Bu çalışmada AutoCAD Civil 3D programı yardımıyla sahadan alınan harita bilgileri Land XML dosyasına çevrilmiştir. Programın TREX menüsünden datalar aktarılmıştır.

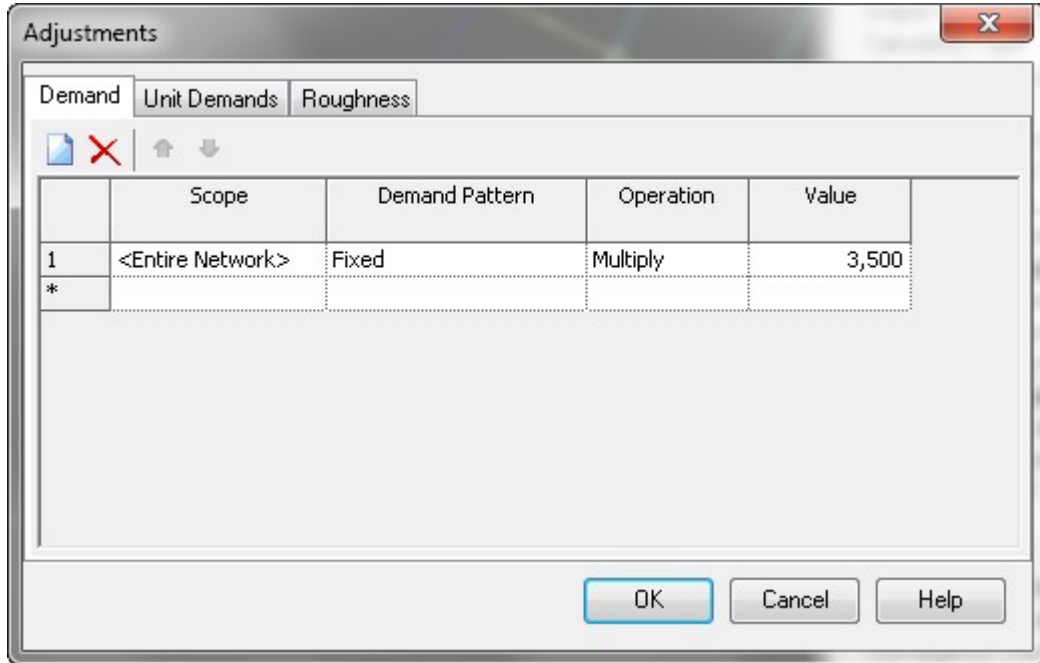


Şekil 7.11.TREX menüsünden zemin kKotu aktarımı

Çizelge7.1.Zemin kotları

Label	Elevation (m)	Label	Elevation (m)
J-1	15,99	GPV-1	16,21
J-2	16,27	GPV-2	16,14
J-3	16,1	GPV-3	16,1
J-4	16,2	GPV-4	16,25
J-5	12,68	GPV-5	15,96
J-6	8,81	GPV-6	15,25
J-7	16,52	GPV-7	14,48
J-8	7,46	GPV-8	15,21
J-9	9,09	GPV-9	15,23
J-10	6,37	GPV-10	8,97
J-11	5,53	GPV-11	7,57
J-12	7,03	GPV-12	8,8
J-13	11,78	GPV-13	12,66
J-14	14,33	GPV-14	11,82
J-15	13,26	GPV-15	8,91
J-16	4,79	GPV-16	9,77
J-17	9,71	GPV-17	9,69
J-18	8,74	GPV-18	5,7
J-19	6,73	GPV-19	4,86
J-20	5,65	GPV-20	5,58
J-21	15,22	GPV-21	7,04
J-22	11,24	GPV-22	6,34
J-23	9,43		
R-1	17,27		

Sahadan alınan zemin okumalarından sonra ki işlem, debilerin en kötü senaryo olan pik debi eldesi için pik katsayısının girilmesidir. Maksimum gün debisini pik katsayısı ile çarpıldığında pik debileri elde ederiz. Bu senaryo hatasız çalıştığı anda şehirde su tüketiminin en yoğun olduğu zamanlarda bile herhangi bir su sıkıntısının yaşanmayacağı gözler önüne serilmektedir. Hesap ayarları yardımıyla pik katsayısı belirlenir. Normal şartlarda pik katsayısı 1,5 ile 2,5 arasında değişen bir değer alınabilir. Bu çalışmada pik katsayısı 3,5 olarak kabul edilecektir.



Şekil 7.12. Pik katsayı değerinin girilmesi

Daha sonra ise şebekede hangi boru tipi ile çalışılacağı programda ayarlanması gerekmektedir. Eskiden en yaygın olarak kullanılan boru çeşidi daha uzun ömürlü olduğu gerekçesi ile beton borulardı. Ancak beton borular içerdiği asbest ile insan sağlığını aşırı derecede tehdit etmekte olduğu daha sonraları anlaşılmıştır. Bununla birlikte beton boruların yerini PVC borular, daha sonra ise en dayanıklı ve kolay inşaat olanakları sağladığı için Polietilen esaslı HDPE (Korige) borular kullanılmaya başlanmıştır. Maliyeti beton borulara göre yüksek olsa da insan sağlığı açısından daha zararsızdır. Bu nedenlerle çalışmada HDPE (Korige) boru kullanılacaktır. Boru tipinin tanımlanmasında sonra ise hesap kriterlerinin ayarlanması gerekmektedir. Şebeke hesabında WaterCAD programı Darcy\_Weisbach, Hazen-Williams ve Manning formüllerine göre dizayn yapabilmektedir. En yaygın kabul gören Hazen-Williams formülü ile hesap yapılacaktır. Ve Hazen-Williams C katsayısı ise 130 olarak kabul edilecektir.

<b>&lt;General&gt;</b>	
ID	261
Label	Fire
Notes	
Friction Method	Hazen-Williams
Output Selection Set	<All>
Calculation Type	Fire Flow
Consider Pumps and Valves in Min. $\epsilon$	False
<b>Adjustments</b>	
Demand Adjustments	Active
Active Demand Adjustments	<Collection: 1 item>
Unit Demand Adjustments	None
Roughness Adjustments	None
<b>Calculation Flags</b>	
Display Status Messages?	True
Display Calculation Flags?	True
Display Time Step Convergence Info?	True
<b>Calculation Times</b>	
Simulation Start Date	01.01.2000
Use simple controls during steady state	True
Is EPS Snapshot?	False
Start Time	00:00:00
<b>Hydraulics</b>	
Engine Compatibility	WaterGEMS 2.00.12
Use Linear Interpolation For Multipoint	False
Convergence Check Frequency	2
Convergence Check Cut Off	10
Damping Limit	0,000
Trials	40
Accuracy	0,001
Emitter Exponent	0,500
Liquid Label	Water at 20C(68F)
Liquid Kinematic Viscosity (m <sup>2</sup> /s)	1,004e-006
Liquid Specific Gravity	0,998
Use Pressure Dependent Demand?	False

Şekil 7.13.Hesap metodu belirlenmesi

Şehir içinde yangın çıkması durumlarının da hesap üzerinde düşünülmesi gerekmektedir. Zira yangın muslukları şehir şebekesine bağlanacaktır. Yangın musluklarının aktif hale gelmesi durumlarında şebekenin bu durumdan etkilenmemesi için yangın debisinin de su ihtiyacının üzerine eklenmesi gerekmektedir. Nüfusu 10000 üzerinde olan projeksiyonlar için yangın debisi ihtiyacı 15 lt/sn olarak belirlenmelidir. Bu çalışmada da yangın debisi ayarlamaları bu şekilde gerçekleştirilmektedir. İhtiyaç olan yangın debisi 15 lt/sn, üst kullanım 2 lt/sn ve basınç 10 m H<sub>2</sub>O olarak kabul edilmiştir.

Fire Flow : Base Fire Flow (Tez\_Icm\_Water\_Hesap.wtg)

**Velocity Constraints**

Use Velocity Constraint?

Velocity (Upper Limit): (N/A) m/s

Pipe Set: All Pipes

**Pressure Constraints**

Pressure (Residual Lower Limit): 10,00 m H2O

Pressure (Zone Lower Limit): 10,00 m H2O

Use Minimum System Pressure Constraint?

Pressure (System Lower Limit): 10,00 m H2O

**Fire Flow Constraints**

Fire Flow (Needed): 15,00000 L/s

Fire Flow (Upper Limit): 20,00000 L/s

Apply Fire Flows By: Adding to Baseline Demand

**Auxiliary Output Settings**

Fire Flow Auxiliary Results Type: None

Use Node Pressure Less Than?

Node Pressure Less Than: 0,00 m H2O

Use Pipe Velocity Greater Than?

Pipe Velocity Greater Than: 0,00 m/s

Auxiliary Output Selection Set: <No Elements>

**Fire Flow Nodes:** All Fire Flow Nodes

* ID	Label	Specify Local Fire Flow Constraints?	Velocity (Upper Limit) (m/s)	Fire Flow (Needed) (L/s)	Fire Flow (Upper Limit) (L/s)	Pressure (Residual Lower Limit) (m H2O)	Pressure (Zone Lower Limit) (m H2O)	Pressure (System Lower Limit) (m H2O)
120: J-1	J-1	<input type="checkbox"/>	(N/A)	15,00000	20,00000	10,00	10,00	10,00
121: J-2	J-2	<input type="checkbox"/>	(N/A)	15,00000	20,00000	10,00	10,00	10,00
123: J-3	J-3	<input type="checkbox"/>	(N/A)	15,00000	20,00000	10,00	10,00	10,00
124: J-4	J-4	<input type="checkbox"/>	(N/A)	15,00000	20,00000	10,00	10,00	10,00
126: J-5	J-5	<input type="checkbox"/>	(N/A)	15,00000	20,00000	10,00	10,00	10,00
127: J-6	J-6	<input type="checkbox"/>	(N/A)	15,00000	20,00000	10,00	10,00	10,00
129: J-7	J-7	<input type="checkbox"/>	(N/A)	15,00000	20,00000	10,00	10,00	10,00
131: J-8	J-8	<input type="checkbox"/>	(N/A)	15,00000	20,00000	10,00	10,00	10,00
132: J-9	J-9	<input type="checkbox"/>	(N/A)	15,00000	20,00000	10,00	10,00	10,00
134: J-10	J-10	<input type="checkbox"/>	(N/A)	15,00000	20,00000	10,00	10,00	10,00
135: J-11	J-11	<input type="checkbox"/>	(N/A)	15,00000	20,00000	10,00	10,00	10,00
137: J-12	J-12	<input type="checkbox"/>	(N/A)	15,00000	20,00000	10,00	10,00	10,00
139: J-13	J-13	<input type="checkbox"/>	(N/A)	15,00000	20,00000	10,00	10,00	10,00
142: J-14	J-14	<input type="checkbox"/>	(N/A)	15,00000	20,00000	10,00	10,00	10,00
143: J-15	J-15	<input type="checkbox"/>	(N/A)	15,00000	20,00000	10,00	10,00	10,00
146: J-16	J-16	<input type="checkbox"/>	(N/A)	15,00000	20,00000	10,00	10,00	10,00

\*  = Base data     = Local data     = Inherited data

Report    Close    Help

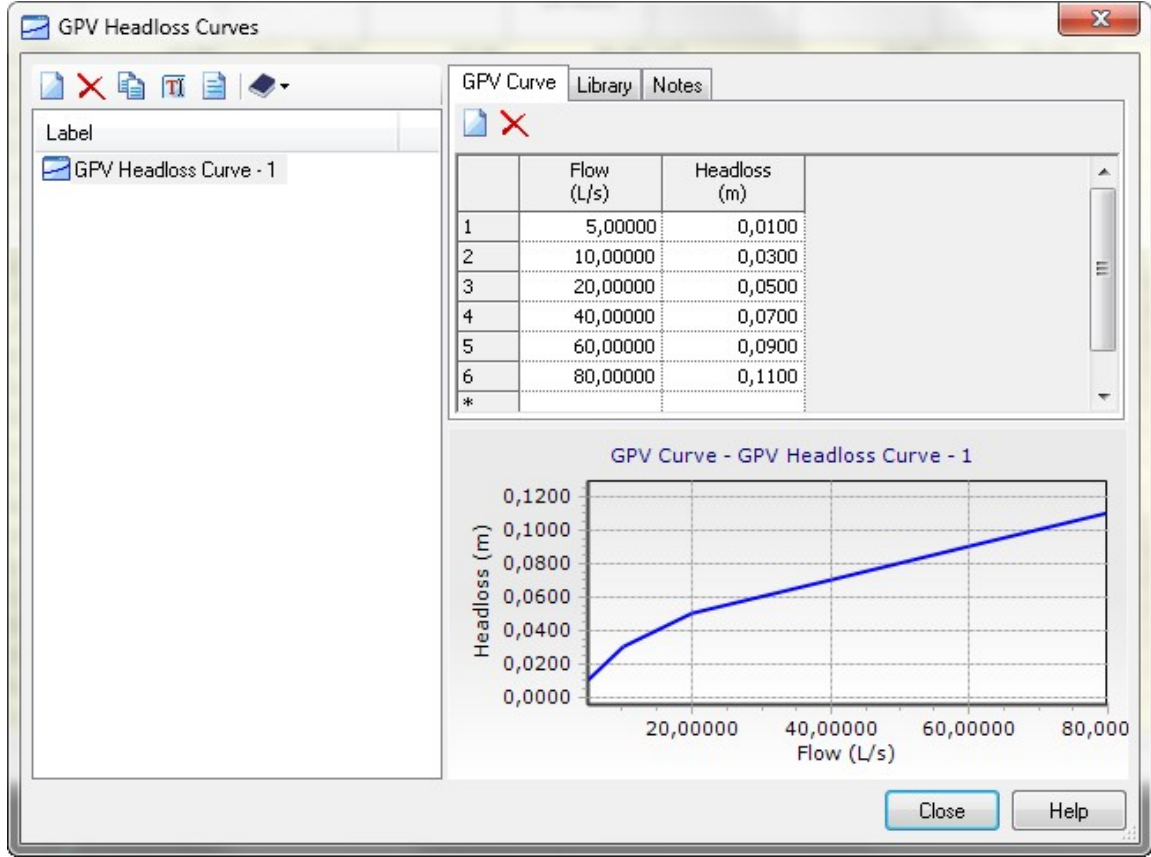
Şekil 7.14. Yangın debisi ihtiyacı belirlenmesi

Programa herhangi bir veri girme işlemi sonlandırılmış olmakla beraber sistemin dizaynını görmek için sistemi bir kez çalıştırıyoruz. Basınçları kontrol ediyoruz. Ve basınçların durumlarına göre ihtiyaç olan çapları tek tek borulara giriyoruz. Boru çaplarının programa girilmesi sırasında boru iç çapı değerlerini programa giriyoruz. Hesabımızda belirlediğimiz çaplar depo çıkışından en uç noktaya kadar azalan şekilde şu şekilde sıralanmaktadır:

Çizelge7.2.Boru çapları

Boru İç Çap Değeri	Boru Dış Çap Değeri
555,8	630
397	450
353	400
278	315
198,6	225

Girilen çapların doğruluğunu ve basınçlarını görmek için program tekrar çalıştırılmıştır. Buradan son debi değerlerini, boru basınçlarını ve hızları görmek için hesap çizelgesi kontrol edilmiştir. Değerler hesap kriterlerine uygun olduğu ana kadar bu işleme devam edilmiştir. Bu esnada arıza anlarında şebekeye müdahale edebilmek adına şebekede gereken noktalara vana yerleştirilmelidir. Vanaları yerleştirdikten sonra vanaların yük kayıplarının belirlenmesi ve debi ile yük kaybı bağlantısının gösterildiği hidrolik eğri elde edilir.



Şekil 7.15. Yangın debisi ihtiyacı belirlenmesi

Yaptığımız şebeke hesabında elde ettiğimiz hesap çizelgesi aşağıdaki şekildedir.

	Label	Elevation (m)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H <sub>2</sub> O)	Pressure Head (m)	Demand (L/s)
123: J-3	J-3	16,10	35,35	19,33	19,37	8,00045
124: J-4	J-4	16,20	35,37	19,07	19,10	9,60707
126: J-5	J-5	12,68	35,54	19,40	19,43	7,50405
127: J-6	J-6	8,81	35,72	19,48	19,52	2,61487
129: J-7	J-7	16,52	35,31	22,58	22,62	5,62025
131: J-8	J-8	7,46	35,31	26,44	26,50	5,48891
132: J-9	J-9	9,09	35,75	19,19	19,23	0,24028
134: J-10	J-10	6,37	35,41	27,89	27,95	5,41855
135: J-11	J-11	5,53	35,33	26,19	26,24	5,32211
137: J-12	J-12	7,03	35,38	28,95	29,01	5,56695
139: J-13	J-13	11,78	35,38	29,79	29,85	3,48270
142: J-14	J-14	14,33	35,32	28,23	28,29	7,74874
143: J-15	J-15	13,26	35,34	23,51	23,55	7,22878
146: J-16	J-16	4,79	35,30	20,93	20,97	5,04513
148: J-17	J-17	9,71	35,25	21,94	21,99	8,05268
149: J-18	J-18	8,74	35,39	30,53	30,59	2,89783
152: J-19	J-19	6,73	35,35	25,60	25,65	12,41074
153: J-20	J-20	5,65	35,43	26,64	26,69	8,58630
155: J-21	J-21	15,22	35,37	28,58	28,64	6,12782
161: J-22	J-22	11,24	35,40	29,69	29,75	3,45463
165: J-23	J-23	9,43	35,30	20,03	20,08	12,35074
			35,19	23,90	23,95	10,90956
			35,36	25,88	25,94	3,85445

Çizelge 7.3.İçmesuyu düğüm noktası hesap çizelgesi

	Label	Start Node	Stop Node	Length (Scaled) (m)	Flow (Absolute) (L/s)	Diameter (mm)	Material
216: P-28	P-28	GPV-11	J-9	54	20,09524	278,0	PE
150: P-29	P-29	J-17	J-13	67	13,14492	278,0	PE
218: P-30	P-30	J-6	GPV-12	3	10,90956	198,0	PE
219: P-31	P-31	GPV-12	J-22	101	10,90956	198,0	PE
221: P-32	P-32	J-13	GPV-13	56	8,92499	278,0	PE
222: P-33	P-33	GPV-13	J-5	2	8,92499	278,0	PE
224: P-34	P-34	J-13	GPV-14	2	3,00885	198,0	PE
119: P-35	P-35	J-1	J-2	24	25,01747	278,0	PE
225: P-36	P-36	GPV-14	GPV-5	151	3,00885	198,0	PE
227: P-37	P-37	J-17	GPV-15	64	18,51730	278,0	PE
228: P-38	P-38	GPV-15	J-18	3	18,51730	278,0	PE
145: P-39	P-39	J-11	J-16	64	9,54286	353,0	PE
230: P-40	P-40	J-17	GPV-16	3	3,06144	198,0	PE
178: P-41	P-41	T-2	J-7	386	147,53359	555,8	PE
231: P-42	P-42	GPV-16	GPV-4	173	3,06144	198,0	PE
233: P-43	P-43	J-17	GPV-17	3	3,97692	198,0	PE
234: P-44	P-44	GPV-17	J-19	93	3,97692	198,0	PE
236: P-45	P-45	J-19	GPV-18	66	6,10102	198,0	PE
237: P-46	P-46	GPV-18	J-20	3	6,10102	198,0	PE
239: P-47	P-47	J-16	GPV-19	3	4,00372	198,0	PE
240: P-48	P-48	GPV-19	J-19	71	4,00372	198,0	PE
242: P-49	P-49	J-11	GPV-20	2	3,85445	198,0	PE
243: P-50	P-50	GPV-20	J-23	132	3,85445	198,0	PE
245: P-51	P-51	GPV-10	GPV-21	147	2,91438	198,0	PE
246: P-52	P-52	GPV-21	J-12	3	2,91438	198,0	PE
248: P-53	P-53	J-12	GPV-22	56	17,50972	278,0	PE
249: P-54	P-54	GPV-22	J-10	2	17,50972	278,0	PE

Çizelge 7.4.İçmesuyu boru çizelgesi

İtop Node	Length (Scaled) (m)	Flow (Absolute) (L/s)	Diameter (mm)	Material
184: P-1	J-4	GPV-1	4	353,0 PE
185: P-2	P-2	J-8	590	397,0 PE
166: P-3	P-3	J-9	155	278,0 PE
187: P-4	P-4	GPV-2	30	397,0 PE
138: P-5	J-3	J-14	41	555,8 PE
139: P-6	J-7	J-1	147,53359	555,8 PE

Çizelge 7.4. (Devam)İçmesuyu boru hesap

	Level	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Headloss (m)	Hydraulic Grade (Start) (m)	Hydraulic Grade (Stop) (m)	Pressure Loss (m H <sub>2</sub> O)	Pressure Loss Gradient (Pa/m)
184: P-1	P-1	0,474	0,0007011	0,0029	35,72	35,72	0,0029	6,861
185: P-2	P-2	0,375	0,0003958	0,2336	35,64	35,41	0,2332	3,873
166: P-3	P-3	0,195	0,0001795	0,0279	35,33	35,30	0,0278	1,757
187: P-4	P-4	0,794	0,0015903	0,0478	35,54	35,58	0,0477	15,564
128: P-5	P-5	0,607	0,0006531	0,0271	35,75	35,72	0,0270	6,392
188: P-6	P-6	1,004	0,0028178	0,0091	35,71	35,72	0,0091	27,578
190: P-7	P-7	0,621	0,0015281	0,0922	35,37	35,46	0,0920	14,956
191: P-8	P-8	0,621	0,0015278	0,0044	35,53	35,54	0,0044	14,953
194: P-9	P-9	0,099	0,0000757	0,0002	35,37	35,37	0,0002	0,741
168: P-10	P-10	0,213	0,0001598	0,0242	35,41	35,38	0,0242	1,564
171: P-11	P-11	0,429	0,0005084	0,1081	35,54	35,43	0,1079	4,976
197: P-12	P-12	0,098	0,0000744	0,0003	35,35	35,35	0,0003	0,728
133: P-13	P-13	0,023	0,0000025	0,0001	35,38	35,38	0,0001	0,024
200: P-14	P-14	0,007	0,0000004	0,0000	35,31	35,31	0,0000	0,004
201: P-15	P-15	0,007	0,0000000	0,0000	35,30	35,30	0,0000	0,000
159: P-16	P-16	0,168	0,0001028	0,0179	35,40	35,39	0,0179	1,006
203: P-17	P-17	0,262	0,0004579	0,0013	35,30	35,30	0,0013	4,481
204: P-18	P-18	0,262	0,0004579	0,0274	35,28	35,25	0,0273	4,482
206: P-19	P-19	0,231	0,0002443	0,0007	35,30	35,30	0,0007	2,391
158: P-20	P-20	0,266	0,0002401	0,0233	35,40	35,43	0,0233	2,350
207: P-21	P-21	0,231	0,0002445	0,0171	35,34	35,35	0,0171	2,393
209: P-22	P-22	0,020	0,0000027	0,0004	35,30	35,30	0,0004	0,027
210: P-23	P-23	0,020	0,0000022	0,0000	35,30	35,30	0,0000	0,021
136: P-24	P-24	0,209	0,0002031	0,0115	35,31	35,32	0,0115	1,988
212: P-25	P-25	0,095	0,0000697	0,0001	35,33	35,33	0,0001	0,682
125: P-26	P-26	0,061	0,0000210	0,0011	35,31	35,31	0,0011	0,205
215: P-27	P-27	0,331	0,0004769	0,0011	35,41	35,41	0,0011	4,668

Çizelge 7.4. (Devam)İçmesuyu boru hesap

	Label	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Headloss (m)	Hydraulic Grade (Start) (m)	Hydraulic Grade (Stop) (m)	Pressure Loss (m H <sub>2</sub> O)	Pressure Loss Gradient (Pa/m)
216: P-28	P-28	0,331	0,0004769	0,0257	35,36	35,33	0,0257	4,667
150: P-29	P-29	0,217	0,0002173	0,0146	35,35	35,34	0,0146	2,126
218: P-30	P-30	0,354	0,0008038	0,0021	35,31	35,30	0,0021	7,867
219: P-31	P-31	0,354	0,0008035	0,0811	35,27	35,19	0,0809	7,864
221: P-32	P-32	0,147	0,0001061	0,0059	35,34	35,33	0,0059	1,038
222: P-33	P-33	0,147	0,0001060	0,0002	35,31	35,31	0,0002	1,038
224: P-34	P-34	0,098	0,0000733	0,0002	35,34	35,34	0,0002	0,717
119: P-35	P-35	0,412	0,0007155	0,0171	35,35	35,37	0,0171	7,002
225: P-36	P-36	0,098	0,0000739	0,0112	35,34	35,35	0,0112	0,724
227: P-37	P-37	0,305	0,0004098	0,0262	35,35	35,38	0,0261	4,011
228: P-38	P-38	0,305	0,0004096	0,0011	35,43	35,43	0,0011	4,008
145: P-39	P-39	0,098	0,0000375	0,0024	35,38	35,39	0,0024	0,367
230: P-40	P-40	0,099	0,0000762	0,0003	35,35	35,35	0,0003	0,746
178: P-41	P-41	0,608	0,0006551	0,2527	36,00	35,75	0,2522	6,411
231: P-42	P-42	0,099	0,0000764	0,0132	35,36	35,37	0,0132	0,747
233: P-43	P-43	0,129	0,0001237	0,0003	35,35	35,35	0,0003	1,211
234: P-44	P-44	0,129	0,0001240	0,0116	35,36	35,37	0,0116	1,213
236: P-45	P-45	0,198	0,0002739	0,0180	35,37	35,39	0,0180	2,680
237: P-46	P-46	0,198	0,0002739	0,0007	35,40	35,40	0,0007	2,680
239: P-47	P-47	0,130	0,0001249	0,0003	35,39	35,39	0,0003	1,222
240: P-48	P-48	0,130	0,0001255	0,0089	35,38	35,37	0,0089	1,229
242: P-49	P-49	0,125	0,0001175	0,0002	35,38	35,38	0,0002	1,150
243: P-50	P-50	0,125	0,0001170	0,0155	35,38	35,36	0,0154	1,145
245: P-51	P-51	0,095	0,0000697	0,0102	35,33	35,32	0,0102	0,682
246: P-52	P-52	0,095	0,0000696	0,0002	35,32	35,32	0,0002	0,682
248: P-53	P-53	0,288	0,0003695	0,0207	35,32	35,34	0,0207	3,616
249: P-54	P-54	0,288	0,0003703	0,0008	35,38	35,38	0,0008	3,624

Cizelgee 7.5.Vana hesap cizelgesi

	Label	Elevation (m)	Diameter (Valve) (mm)	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade (To) (m)	Headloss (m)	Valve Type
183: GPV-1	GPV-1	16,14	353,0	0,390	46,38474	35,72	35,64	0,0764	Circular Gate
186: GPV-2	GPV-2	16,19	353,0	0,390	-98,29370	35,58	35,71	0,1283	Circular Gate
189: GPV-3	GPV-3	16,11	278,0	0,390	-37,68598	35,46	35,53	0,0677	Circular Gate
192: GPV-4	GPV-4	16,16	198,0	0,390	-3,06144	35,37	35,37	0,0022	Circular Gate
195: GPV-5	GPV-5	15,89	198,0	0,390	-3,00885	35,35	35,35	0,0020	Circular Gate
199: GPV-6	GPV-6	15,15	278,0	0,390	-0,41837	35,31	35,30	0,0083	Circular Gate
202: GPV-7	GPV-7	14,28	198,0	0,390	8,05268	35,30	35,28	0,0222	Circular Gate
205: GPV-8	GPV-8	15,25	278,0	0,390	-14,00817	35,30	35,34	0,0380	Circular Gate
208: GPV-9	GPV-9	15,20	278,0	0,390	-1,23907	35,30	35,30	0,0050	Circular Gate
211: GPV-10	GPV-10	9,06	198,0	0,390	2,91438	35,33	35,33	0,0017	Circular Gate
214: GPV-11	GPV-11	7,53	278,0	0,390	20,09524	35,41	35,36	0,0501	Circular Gate
217: GPV-12	GPV-12	8,87	198,0	0,390	10,90956	35,30	35,27	0,0318	Circular Gate
220: GPV-13	GPV-13	12,65	278,0	0,390	8,92499	35,33	35,31	0,0257	Circular Gate
223: GPV-14	GPV-14	11,84	198,0	0,390	-3,00885	35,34	35,34	0,0020	Circular Gate
226: GPV-15	GPV-15	8,77	278,0	0,390	-18,51730	35,38	35,43	0,0470	Circular Gate
229: GPV-16	GPV-16	9,77	198,0	0,390	-3,06144	35,35	35,36	0,0022	Circular Gate
232: GPV-17	GPV-17	9,62	198,0	0,390	-3,97692	35,35	35,36	0,0059	Circular Gate
235: GPV-18	GPV-18	5,69	198,0	0,390	-6,10102	35,39	35,40	0,0144	Circular Gate
238: GPV-19	GPV-19	4,87	198,0	0,390	4,00372	35,39	35,38	0,0060	Circular Gate
241: GPV-20	GPV-20	5,59	198,0	0,390	3,85445	35,38	35,38	0,0054	Circular Gate
244: GPV-21	GPV-21	7,06	198,0	0,390	2,91438	35,32	35,32	0,0017	Circular Gate
247: GPV-22	GPV-22	6,40	278,0	0,390	-17,50972	35,34	35,38	0,0450	Circular Gate

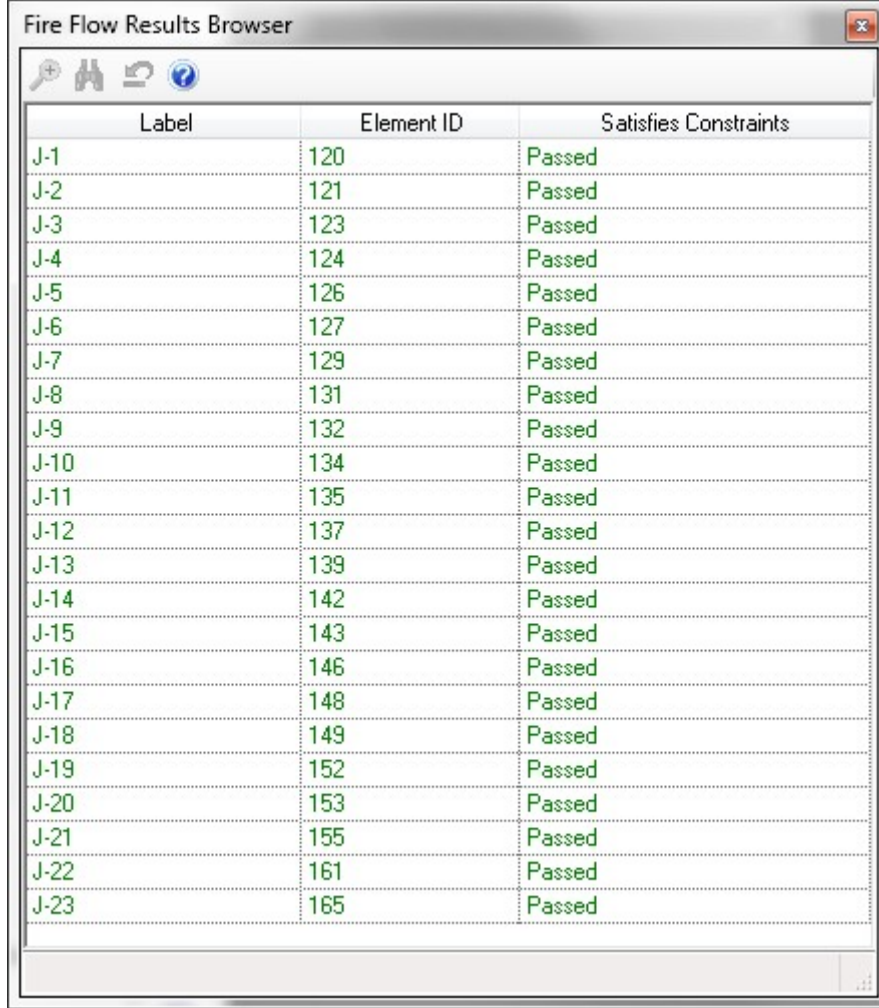
Çizelge 7.6. Yangın debisi hesap çizelgesi

	Label	Fire Flow (Needed) (L/s)	Flow (Total Needed) (L/s)	Fire Flow Iterations	Fire Flow (Available) (L/s)	Flow (Total Available) (L/s)	Fire Flow (Upper Limit) (L/s)	Fire Flow (Total Upper Limit) (L/s)
120: J-1	J-1	15,00000	17,28584	<input type="checkbox"/>	20,00000	22,28584	20,00000	22,28584
121: J-2	J-2	15,00000	17,74487	<input type="checkbox"/>	20,00000	22,74487	20,00000	22,74487
123: J-3	J-3	15,00000	17,14401	<input type="checkbox"/>	20,00000	22,14401	20,00000	22,14401
124: J-4	J-4	15,00000	15,74710	<input type="checkbox"/>	20,00000	20,74710	20,00000	20,74710
126: J-5	J-5	15,00000	16,60579	<input type="checkbox"/>	20,00000	21,60579	20,00000	21,60579
127: J-6	J-6	15,00000	16,56826	<input type="checkbox"/>	20,00000	21,56826	20,00000	21,56826
129: J-7	J-7	15,00000	15,06865	<input type="checkbox"/>	20,00000	20,06865	20,00000	20,06865
131: J-8	J-8	15,00000	16,54816	<input type="checkbox"/>	20,00000	21,54816	20,00000	21,54816
132: J-9	J-9	15,00000	16,52060	<input type="checkbox"/>	20,00000	21,52060	20,00000	21,52060
134: J-10	J-10	15,00000	16,59055	<input type="checkbox"/>	20,00000	21,59055	20,00000	21,59055
135: J-11	J-11	15,00000	15,99506	<input type="checkbox"/>	20,00000	20,99506	20,00000	20,99506
137: J-12	J-12	15,00000	17,21392	<input type="checkbox"/>	20,00000	22,21392	20,00000	22,21392
139: J-13	J-13	15,00000	17,06536	<input type="checkbox"/>	20,00000	22,06536	20,00000	22,06536
142: J-14	J-14	15,00000	16,44147	<input type="checkbox"/>	20,00000	21,44147	20,00000	21,44147
143: J-15	J-15	15,00000	17,30076	<input type="checkbox"/>	20,00000	22,30076	20,00000	22,30076
146: J-16	J-16	15,00000	15,82795	<input type="checkbox"/>	20,00000	20,82795	20,00000	20,82795
148: J-17	J-17	15,00000	18,54593	<input type="checkbox"/>	20,00000	23,54593	20,00000	23,54593
149: J-18	J-18	15,00000	17,45323	<input type="checkbox"/>	20,00000	22,45323	20,00000	22,45323
152: J-19	J-19	15,00000	16,75081	<input type="checkbox"/>	20,00000	21,75081	20,00000	21,75081
153: J-20	J-20	15,00000	15,98704	<input type="checkbox"/>	20,00000	20,98704	20,00000	20,98704
155: J-21	J-21	15,00000	18,52878	<input type="checkbox"/>	20,00000	23,52878	20,00000	23,52878
161: J-22	J-22	15,00000	18,11702	<input type="checkbox"/>	20,00000	23,11701	20,00000	23,11701
165: J-23	J-23	15,00000	16,10127	<input type="checkbox"/>	20,00000	21,10127	20,00000	21,10127

Çizelge 7.6. (Devam) Yangın debisi hesap çizelgesi

Pressure (Residual Lower Limit) (m H <sub>2</sub> O)	Pressure (Calculated Residual) (m H <sub>2</sub> O)	Pressure (Zone Lower Limit) (m H <sub>2</sub> O)	Pressure (Calculated Zone Lower Limit) (m H <sub>2</sub> O)	Junction w/ Minimum Pressure (Zone)	Pressure (System Lower Limit) (m H <sub>2</sub> O)	Pressure (Calculated System Lower Limit) (m H <sub>2</sub> O)	Junction w/ Minimum Pressure (System)
10,00	20,63	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	20,35	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	20,59	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	20,59	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	23,90	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	27,76	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	20,28	10,00	20,43	J-2	10,00	20,43	J-2
10,00	29,15	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	27,48	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	30,24	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	31,07	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	29,54	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	24,81	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	22,22	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	23,04	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	31,81	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	26,89	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	27,89	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	29,84	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	30,96	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	21,36	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	24,95	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7
10,00	26,77	10,00	20,28	J-7	10,00	20,28	J-7

Son olarak yangın debisi çekildiği anda boruları teste tabi tutulmakta ve yangın debisi çekildiği anda sistemin çalışıp çalışmadığı kontrol edilir.



Label	Element ID	Satisfies Constraints
J-1	120	Passed
J-2	121	Passed
J-3	123	Passed
J-4	124	Passed
J-5	126	Passed
J-6	127	Passed
J-7	129	Passed
J-8	131	Passed
J-9	132	Passed
J-10	134	Passed
J-11	135	Passed
J-12	137	Passed
J-13	139	Passed
J-14	142	Passed
J-15	143	Passed
J-16	146	Passed
J-17	148	Passed
J-18	149	Passed
J-19	152	Passed
J-20	153	Passed
J-21	155	Passed
J-22	161	Passed
J-23	165	Passed

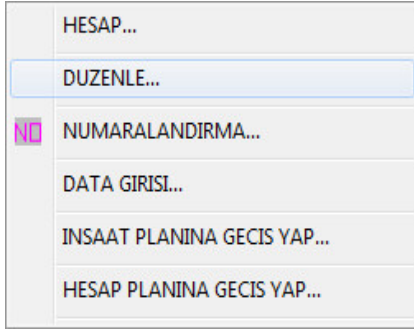
Şekil 7.16. Yangın test sonuçları

## 7.5. AutoCAD Tabanlı Lisp Programı İle İçmesuyu Şebekesi Çözümü

Çevre Mühendisi Sayın Cüneyt SARGUT tarafından hazırlanan bu program yazılan makroların AutoCAD üzerine uygulamasıyla çalışır. Yurtiçinde İller Bankası ve diğer kurumlar tarafından kabul gören bu program yurt dışında öncelikle istenmemesine rağmen programın daha az karmaşık olması, proje sunumu için hazırlanış kolaylığı gibi nedenlerle daha sonra kabul edilen bir programdır. İçme suyu çözümünde öncelikle, her programda olduğu gibi şebeke güzergahları çizilir. Program ölü nokta metoduna ve dal metoduyla çözüm yapabilmektedir. Biz diğer programda olmayan bir özellik olduğu için ölü nokta metodu ile çözüm yapılmıştır.

Çözüme hatları çizerek başladıktan sonra ilk yapılması gereken depo bilgileri ve ölü nokta yerinin tayinidir. Daha sonra ise işleme düzenleme yapılarak devam edilir. Düzenleme yapıldığında hatlar programın hafızasına alınır ve herhangi bir sorun olup olmadığı gözlemlenir. Hat çizimlerinde bir hata varsa bu esnada belirlenir.

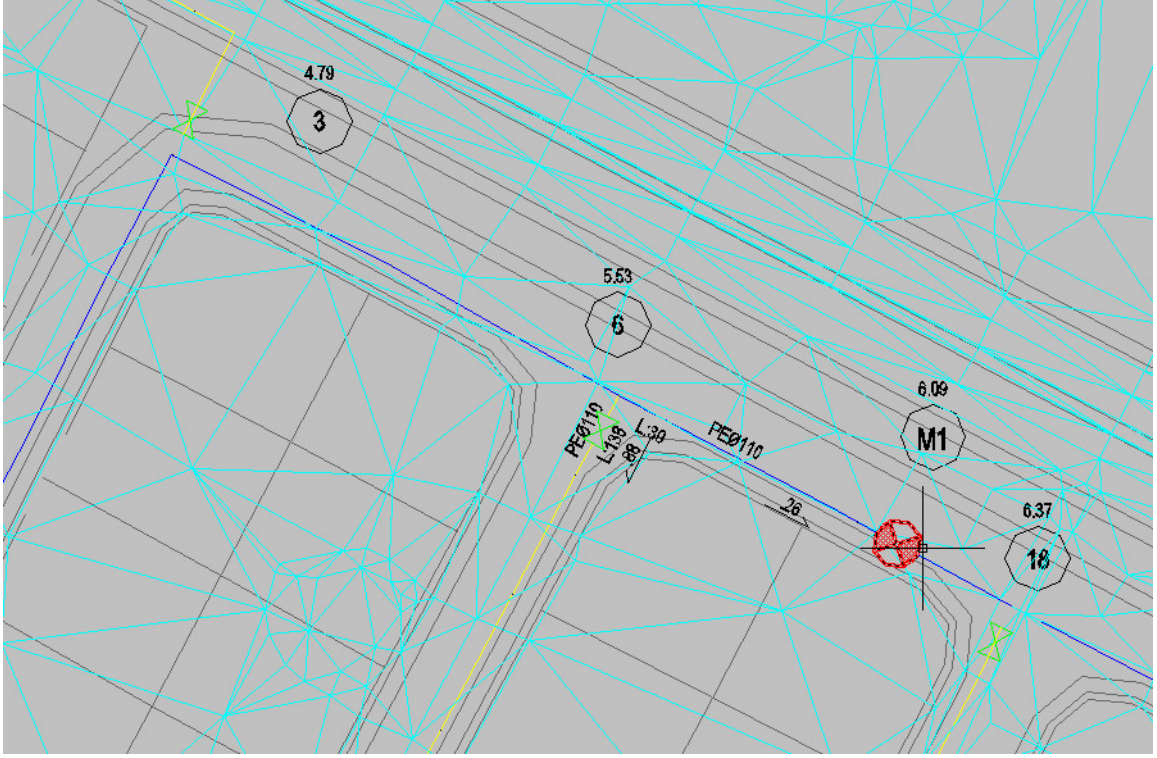
Şekil 7.17.Düzenleme komutu



Şekil 7.18.Düzenleme komutu

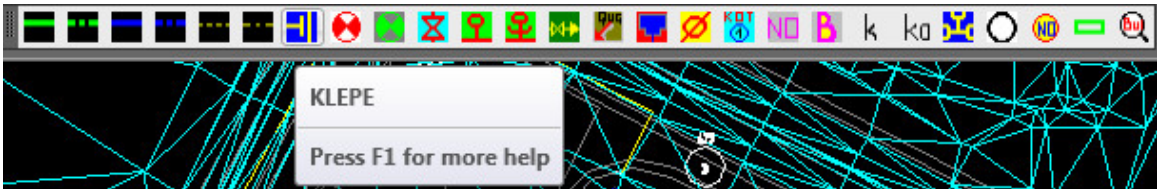
Düzenleme yapıldıktan sonra her bir düğüm noktasına zemin kotu bilgilerini girebilmek için numara verilmesi gerekir. Bu işlem için öncelikle düğüm noktasının yerini belirlemek için daire koyulur ve daha sonra tekrar şekil 6.19’ da görülen menüden numaralandırma butonu ile numaralandırma yapılır. Zemin kotunu girmek için daha önce WaterCAD programında kullanılan LandXML değil de, münhane bilgilerinin LandXML e çevrilmemiş hali olan münhane veya üçgen model üzerinden direk okuma yapılabilir. Bu da programın bir diğer kolaylığıdır. Çünkü AutoCAD Civil3D veya MicroStation InRoads gibi farklı programların kullanımına gerek duyulmamaktadır.

Kot okuma işlemi hatlar ile üçgen model veya münhanilerin birleştirilmesinden sonra “KOT” komutu ile okutulur. Kotların Yazılması ise “KOTYAZ2” komutu ile sağlanır. Ancak bu komutları kullanabilmek için kanalizasyon programında açık olması gereklidir.



Şekil 7.19.Üçgen model ile entegre edilen hatların görünümü

Kot yazdırma işlemi de tamamlandıktan sonra ölü nokta yeri seçilir. Sistem çalıştırdıktan sonra çaplar, borularda ki basınçlar kontrol edilirken ölü nokta basıncı da kontrol edilir. Ölü nokta basıncı 0-1 aralığında bir değer olmalıdır. Hesaba geçilmeden önce son yapılması gereken oluşturulan loop haricinde sokaklara dağılan hatların son noktalarına kör tapa diye tabir edilen klepe yerleştirilmesidir. Bu komuta menü çubuğu üzerinde klepe butonu ile ulaşabiliriz.



Şekil 7.20.Menü çubuğu

Son olarak ise yine şekil 7.19 da görülen menüden data girişi yapılarak programın hesap aşamasına geçilir.

AutoCAD tabanlı lisp programında WaterCAD' de anlattığımız gibi thiessen poligon metodu ile her bir düğüm noktasına girecek debi hesaplanmaz. Toplam debi girilir ve program bunu birim debi olarak hesaba sokar. Eğer bu şekilde bir hesap istenirse poligonlar daha önce de anlattığımız gibi tek tek hesaplanarak uç debi şeklinde yüklenebilir. Yangın debisi ihtiyacı ise farklı şekilde ayrı bir senaryo olarak değil de, nüfus değerine göre hesaba başlanmadan önce girilir.

HIDROLİK HESAP KRİTERLERİ	
IHTİYAC DEBİSİ (lt/sn)	98.36
SEBEKEDE DAĞITILAN DEBİ (lt/sn)	147.54
TOPLAM UC DEBİ (lt/sn)	.00
TOPLAM HESAP UC DEBİ (lt/sn)	.00
TOPLAM HESAP DEBİSİ (lt/sn)	147.54
TOPLAM SEBEKE UZUNLUĞU	3793.00
ANA BORU UZUNLUĞU	398.00
TOPLAM SANAL UZUNLUK	3395.00
BİRİM DEBİ (lt/sn/m)	.043458

tamam iptal

Şekil 7.21. Debi girişi

Debi değeri girildikten sonra yangın debisi ihtiyacını belirleyeceğimiz komut satırı açılır.

**SEBEKE KRITERLERİ**

NUFUS	ANA BORU	ESAS BORU	TALI BORU	TALI MIN.CAP	ESAS MIN.CAP
N ≤ 10000	5.00	5.00	2.50	65	80
10000 ≤ N ≤ 50000	10.00	5.00	2.50	80	100
50000 ≤ N ≤ 100000	20.00	10.00	5.00	100	125
N ≥ 100001	20.00	10.00	5.00	100	150
SECIM	10.00	5.00	2.50	80.00	100.00

tamam iptal

Şekil 7.22.Yangın debisi belirlenmesi

Nüfus aralıkları ve bu aralıklarda girilmesi gereken debi değerleri programda gösterilmektedir. Uygun değerler girildikten sonra devam edildiği takdirde boru cinsi ve çaplarının belirlendiği bölüme geçilmiştir.

BORU CINSI	ANMA CAPI	PE ANMA CAPI
PE	65	75
PE	80	90
PE	100	110
PE	110	125
PE	125	140
PE	150	160
PE	175	200
PE	200	225
PE	225	250
PE	250	280
PE	300	355
PE	350	400
C	400	450
C	450	500

Şekil 7.23.Yangın debisi belirlenmesi

Kullanacağımız boru cinsini ilk sütuna yazdıktan sonra cinsine göre boru iç çapı(anma çapı) ve et kalınlığıyla birlikte tanımlanan dış çap değerleri girilir. Bu işlemde tamamlandıktan ve onaylandıktan sonra hesaplama işlemi başlar. Hesap işlemi tamamlandığında boru üzerinde çap, mesafe ve yük kaybı gibi değerler hesaplanmış hali ile görünür.



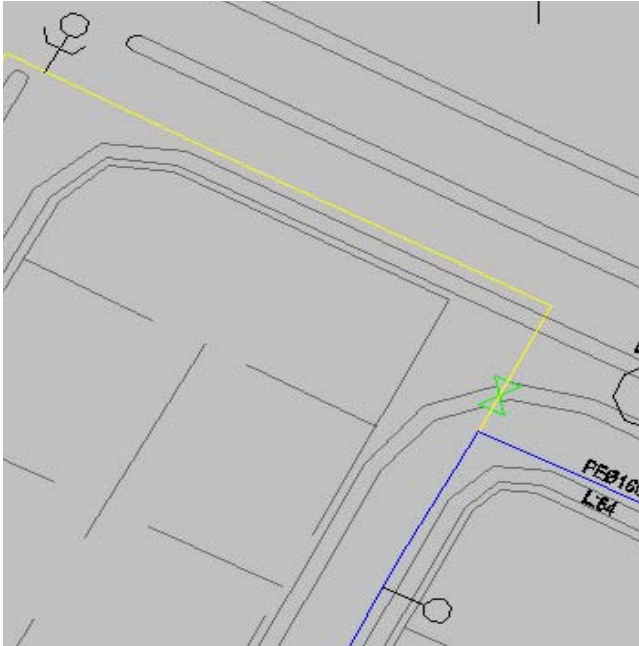
Şekil 7.24. Boru hesabı genel görünümü

Programın bir diğer artı özelliği ise vana yerleştirme işlemini otomatik veya manuel olarak yapabilme imkanını bize sunmasıdır. Otomatik vanalandırma işlemi esnasında WaterCAD gibi vana koyduğu noktada boruyu bölmeden tek bir boru gibi gösterir . Ve hesabı tek bir boru üzerinden gerçekleştirir.



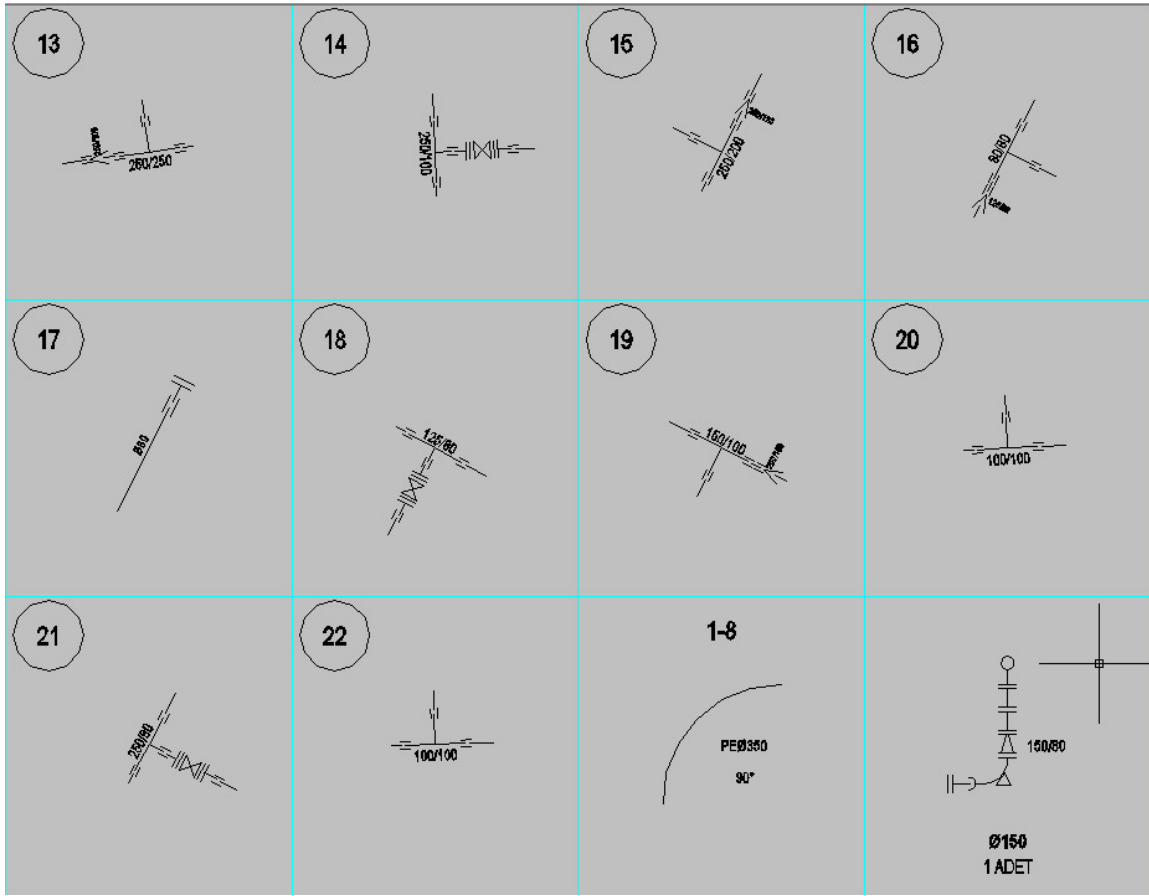
Şekil 7.25. Vana yerleşimi genel görünümü

Aynı şekilde hidrant yerleştirme işlemini de boruları bölmeden yeraltı ve yerüstü yangın hidrantı olarak ayrı ayrı yerleştirme imkanı sunar.



Şekil 7.26. Hidrantların görünümü

AutoCAD tabanlı lisp programının WaterCAD programına göre en büyük artısı ise inşaat esnasında içmesuyu hatları için bazı birleşimlerde dirsekler, vanalar, hidrantlar ve açılı dönüşler için özel parçalar gerekmektedir. Bu parçaların üretimi ve montajı için detaylar ve parça adetleri belirlenmelidir. Lisp programı düğüm nokta detayı adı altında birleşim ve düğüm noktalarının detay çizimlerini kendisi üretip hazır halde bize sunabilmektedir. Aynı şekilde hususi parça listesi adı altında özel parçaların adet, ağırlık vb. özelliklerinin listelendiği bir parça listesini sunmaktadır.



Şekil 7.27. Düğüm nokta detayları

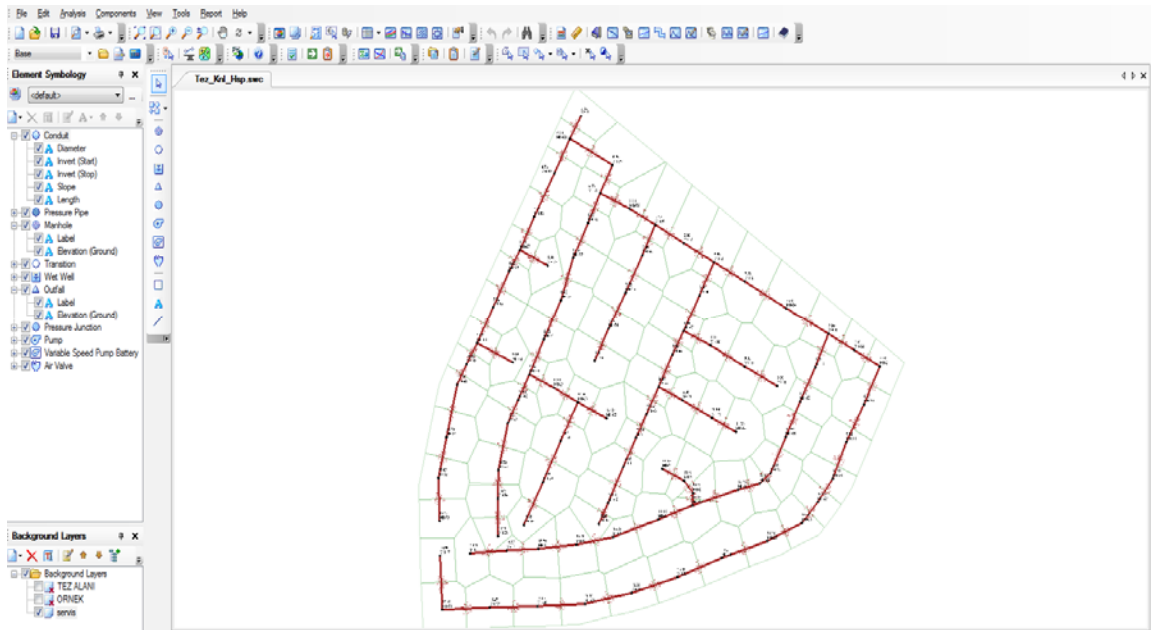


**Çizelge 7.7.AutoCADİspişmesuyu hesap çizelgesi**

(No1)	(No2)	L (m)	Kesim	L=L <sup>2</sup> /k (m)	QS=L <sup>2</sup> /k (lt/sn)	Q=Q <sub>1</sub> +Q <sub>2</sub> (lt/sn)	Qyan. (lt/s)	Hesap Debisi QH=C+Qy (lt/s)	Kaide Tipi	φ Boru Çap (mm)	j (m/m)	V (m/s)	jL (m)	Uç (No2)	Boru Zemin Kotu (m)	Piyazo- metre Kotu (m)	Basinç (m)	Özel Debi (lt/sn)	ΔH (m)				
8	M1	168	1	168	7.30	-	4.02	0.00	7.30	4.02	5	9.02	1	PE	125	0.004385	0.75	0.74	M1	6.09	32.98	26.89	-0.19
5	22	179	1	179	7.78	-	4.28	0.00	7.78	4.28	2.5	6.78	1	PE	100	0.008435	0.92	1.51	22	16.27	30.48	14.21	
5	21	67	1	67	2.91	-	1.60	0.00	2.91	1.60	2.5	4.10	1	PE	80	0.008840	0.83	0.59	21	8.74	31.40	22.66	
19	5	67	1	67	2.91	1.60	10.69	13.60	12.29	2.5	14.79	1	PE	150	0.005730	0.95	0.38	5	9.71	31.99	22.28		
19	20	157	1	157	6.82	-	3.75	0.00	6.82	3.75	2.5	6.25	1	PE	100	0.007263	0.85	1.14	20	15.99	31.23	15.24	
15	19	57	1	57	2.48	1.36	20.43	22.90	21.79	2.5	24.29	1	PE	200	0.002734	0.79	0.16	19	11.78	32.37	20.59		
16	18	115	1	115	5.00	-	2.75	0.00	5.00	2.75	2.5	5.25	1	PE	80	0.013958	1.07	1.61	18	6.37	30.46	24.09	
16	17	106	1	106	4.61	-	2.53	0.00	4.61	2.53	2.5	5.03	1	PE	80	0.012917	1.02	1.37	17	11.34	30.70	19.36	
15	16	51	1	51	2.22	1.22	9.60	11.82	10.82	2.5	13.32	1	PE	125	0.009038	1.11	0.46	16	8.81	32.07	23.26		
13	15	118	1	118	5.13	2.82	34.72	39.85	37.54	2.5	40.04	1	PE	250	0.002372	0.84	0.28	15	12.68	32.53	19.85		
13	14	159	1	159	6.91	-	3.80	0.00	6.91	3.80	2.5	6.30	1	PE	100	0.007366	0.86	1.17	14	16.10	31.64	15.54	
11	13	134	1	134	5.82	3.20	46.76	52.58	49.96	2.5	52.46	1	PE	250	0.003911	1.10	0.52	13	15.22	32.81	17.59		
11	12	66	1	66	2.87	-	1.58	0.00	2.87	1.58	2.5	4.08	1	PE	80	0.008744	0.83	0.58	12	13.37	32.75	19.38	
9	11	155	1	155	6.74	3.70	55.45	62.19	59.16	2.5	61.66	1	PE	300	0.001663	0.80	0.26	11	14.33	33.33	19.00		
9	10	151	1	151	6.56	-	3.61	0.00	6.56	3.61	2.5	6.11	1	PE	100	0.006958	0.83	1.05	10	7.03	32.54	25.51	
8	9	57	1	57	2.48	1.36	68.75	71.23	70.11	2.5	72.61	1	PE	300	0.002252	0.94	0.13	9	9.09	33.59	24.50		
1	8	592	1	592	25.73	14.15	78.53	104.26	92.68	5	97.68	1	PE	350	0.002176	1.00	1.29	8	7.46	33.72	26.26		
6	M1	39	1	39	1.69	-	0.93	0.00	1.69	0.93	5	5.93	1	PE	100	0.006589	0.81	0.26	M1	6.09	32.79	26.70	0.19
6	7	138	1	138	6.00	-	3.30	0.00	6.00	3.30	2.5	5.80	1	PE	100	0.006316	0.79	0.87	7	9.67	32.18	22.51	
4	6	137	1	137	5.95	3.27	7.69	13.65	10.97	5	15.97	1	PE	150	0.006601	1.02	0.90	6	5.53	33.05	27.52		
4	5	97	1	97	4.22	-	2.32	0.00	4.22	2.32	2.5	4.82	1	PE	80	0.011913	0.98	1.16	5	9.71	32.79	23.08	
2	4	68	1	68	2.96	1.63	17.86	20.82	19.49	5	24.49	1	PE	200	0.002775	0.79	0.19	4	6.73	33.95	27.22		
2	3	174	1	174	7.56	-	4.16	0.00	7.56	4.16	2.5	6.66	1	PE	100	0.008161	0.90	1.42	3	4.79	32.72	27.93	
1	2	343	1	343	14.91	8.20	28.38	43.28	36.58	5	41.58	1	PE	250	0.002542	0.87	0.87	2	5.85	34.14	28.49		
D	1	398	0	0	0.00	0.00	147.54	147.54	147.54	10	157.54	1	C	450	0.002475	0.99	0.99	1	16.20	35.01	18.81		

## 7.6. Bentley SewerCAD Programı İle Kanalizasyon Şebekesi Çözümü

SewerCAD programında çözüm alabilmek için her zaman olduğu gibi burada da arazi şartlarına göre güzergah belirlenir ve hatlar çizilir. İçmesuyundan farklı olarak kanalizasyon cazibeli hat olduğu için burada arazi eğimleri önem kazanır. Ve arazi akımına göre hatlar döşenir. Hatların oluşturulmasından sonraki aşama aynı WaterCAD programında olduğu gibi daha önce Map programında hazırlanmış olduğumuz debi yüklemelerini yine thiessen poligon metoduyla yüklemektir. Şekil 6.9 ve şekil 6.10'da da gösterildiği gibi nüfus/alan metoduna göre debiler belirlenir.



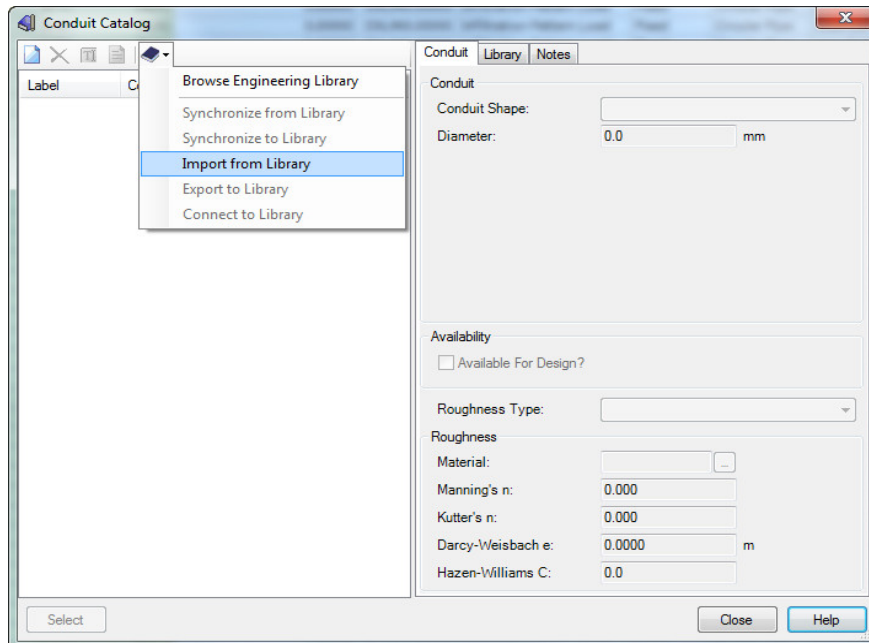
Şekil 7.29. Thiessen poligon görünümü

Kişi başına düşen alanı belirlemek için ise excel yardımıyla debiler model builder menüsü üzerinden programa girilerek debilerin son hali uygulanır. Burada etki alanlarından ve nüfus yoğunluklarından yararlanılarak parsellerdeki nüfusların toplamı ile kişi başına düşen debi yoğunluğu excel de hesaplanarak alınır. Burada amaç her bir parselin belli olan nüfus yoğunluğundan bu menhollere gelecek olan debinin topladığı atıksu miktarının kaç kişi tarafından üretildiğini de bulmaktır. Yani birkişinin günlük su tüketimi hesaplanır.

Label	Load Definition	Pattern	Base Flow (L/s)	Unit Sanitary Load	Loading Unit Count
MH-1	Sanitary Unit Load	Fixed	0.00149	Kisi Basi	0.21456
MH-1	Sanitary Unit Load	Fixed	0.36905	Kisi Basi	53.1432
MH-2	Sanitary Unit Load	Fixed	0.14179	Kisi Basi	20.41776
MH-2	Sanitary Unit Load	Fixed	0.43244	Kisi Basi	62.27136
MH-3	Sanitary Unit Load	Fixed	0.20363	Kisi Basi	29.32272
MH-3	Sanitary Unit Load	Fixed	0.23261	Kisi Basi	33.49584
MH-4	Sanitary Unit Load	Fixed	0.35919	Kisi Basi	51.72336
MH-4	Sanitary Unit Load	Fixed	0.37546	Kisi Basi	54.06624
MH-5	Sanitary Unit Load	Fixed	0.62092	Kisi Basi	89.41248
MH-6	Sanitary Unit Load	Fixed	1.02962	Kisi Basi	148.26528
MH-7	Sanitary Unit Load	Fixed	0.63073	Kisi Basi	90.82512
MH-8	Sanitary Unit Load	Fixed	0.47803	Kisi Basi	68.83632
MH-8	Sanitary Unit Load	Fixed	0.36548	Kisi Basi	52.62912
MH-9	Sanitary Unit Load	Fixed	0.13465	Kisi Basi	19.3896
MH-9	Sanitary Unit Load	Fixed	0.31025	Kisi Basi	44.676
MH-9	Sanitary Unit Load	Fixed	0.08783	Kisi Basi	12.64752
MH-10	Sanitary Unit Load	Fixed	0.0015	Kisi Basi	0.216
MH-10	Sanitary Unit Load	Fixed	0.34841	Kisi Basi	50.17104
MH-10	Sanitary Unit Load	Fixed	0.17216	Kisi Basi	24.79104
MH-11	Sanitary Unit Load	Fixed	0.40093	Kisi Basi	57.73392
MH-11	Sanitary Unit Load	Fixed	0.53838	Kisi Basi	77.52672
MH-12	Sanitary Unit Load	Fixed	0.20845	Kisi Basi	30.0168
MH-12	Sanitary Unit Load	Fixed	0.38726	Kisi Basi	55.76544
MH-13	Sanitary Unit Load	Fixed	0.48533	Kisi Basi	69.88752
MH-14	Sanitary Unit Load	Fixed	0.19193	Kisi Basi	27.63792
MH-14	Sanitary Unit Load	Fixed	0.1184	Kisi Basi	17.0496
MH-15	Sanitary Unit Load	Fixed	0.69655	Kisi Basi	100.3032
MH-15	Sanitary Unit Load	Fixed	0.35799	Kisi Basi	51.55056
MH-16	Sanitary Unit Load	Fixed	0.25672	Kisi Basi	36.96768
MH-16	Sanitary Unit Load	Fixed	0.35586	Kisi Basi	51.24384
MH-17	Sanitary Unit Load	Fixed	0.52124	Kisi Basi	75.05856
MH-17	Sanitary Unit Load	Fixed	0.35369	Kisi Basi	50.93136
MH-18	Sanitary Unit Load	Fixed	0.14469	Kisi Basi	20.83536
MH-18	Sanitary Unit Load	Fixed	0.32435	Kisi Basi	46.7064
MH-18	Sanitary Unit Load	Fixed	0.04071	Kisi Basi	5.86224
MH-19	Sanitary Unit Load	Fixed	0.37832	Kisi Basi	54.47808
MH-19	Sanitary Unit Load	Fixed	0.17891	Kisi Basi	25.76304
MH-20	Sanitary Unit Load	Fixed	0.33821	Kisi Basi	48.70224

Şekil 7.30. Debilerin excel yardımıyla dönüştürülmüş hali

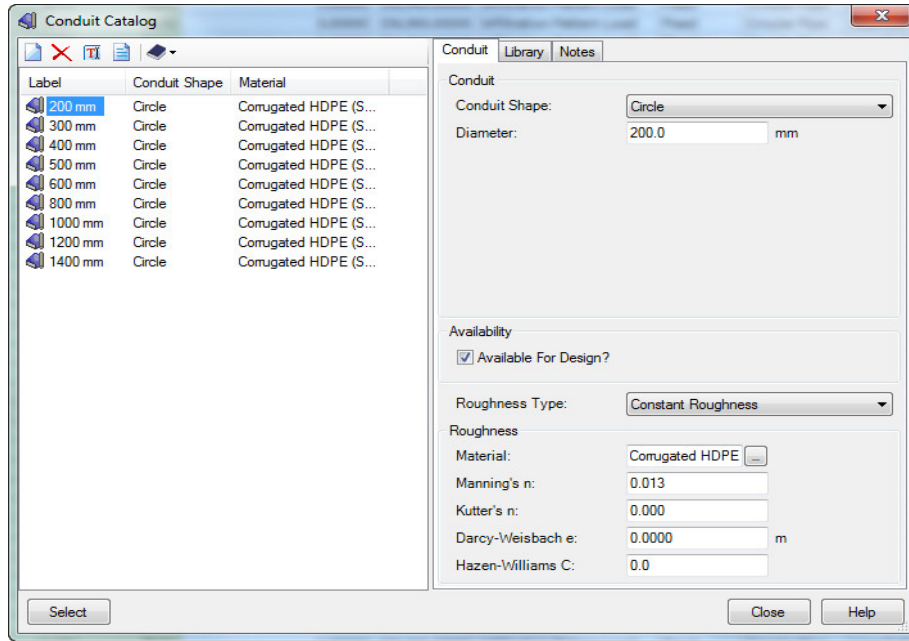
Debi yüklemelerinden sonra yine şekil 7.11 de gösterildiği gibi programın TREX menüsünden zemin kotları daha önce hazırlanmış olan LandXML dosyasından aktarılır. Zemin kotları ve debilerden sonra kullanacağımız boru cinsi, materyalleri, çapları ve sürtünme katsayıları gibi özellikleri belirlenir. Bu işlem programın kütüphanesinde bulunan boru cinsi ve çaplarından istediğimiz özellik ve çaplarda boruların bir katalog



haline getirilip oradan çizilen hatlara tanımlaması ile gerçekleştirilir.

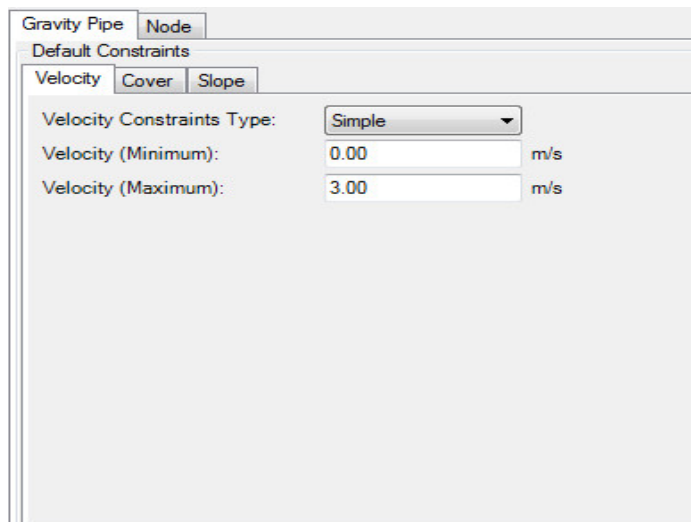
Şekil 7.31. Boru cins ve büyüklüklerinin kütüphaneden import edilmesi

İstenilen çap ve özellikler kütüphane içinde yoksa var olan dosyalardan, katsayı ve değerleri değiştirilerek program üzerinde bir veri kataloğu oluşturulabilir. Bu noktada piyasada üretici firmalar tarafından hangi çapların üretildiğinin bilinmesi gereklidir.



Şekil 7.32. Boru kataloğu

SewerCAD programı WaterCAD programından farklı olarak iç çap değil de dış çaplara göre çözüm almaktadır. Hatlara boru cinsleri ve çapları tanımlandıktan sonra önemli olan dizayn kriterlerinin programda belirlenmesi gereklidir. Çalışmamız esnasında şartları en çok zorlayacak kriterler belirlenmiştir. Örneğin; boru eğimleri  $1/D$  olarak seçilmiş, hız kriterleri  $3\text{m/sn}$  değerini geçmeyecek şekilde belirlenmiştir. Dizayn kriterleri aşağıdaki



şekillerde gösterilmiştir.

Şekil 7.33. Hız kriterlerinin belirlenmesi

Gravity Pipe Node

Default Constraints

Velocity Cover Slope

Cover Constraints Type: Simple

Cover (Minimum): 1.60 m

Cover (Maximum): 6.00 m

Şekil 7.34. Kazı derinliklerinin belirlenmesi

Default Design Constraints

Gravity Pipe Node

Default Constraints

Velocity Cover Slope

Slope Constraints Type: Table

	Rise (mm)	Slope (Minimum) (1/S)	Slope (Maximum) (1/S)
1	200.0	200.000	10.000
2	300.0	300.000	10.000
3	400.0	400.000	10.000
4	500.0	500.000	10.000
5	600.0	600.000	25.000
6	800.0	800.000	25.000
7	1,000.0	1,000.000	50.000
8	1,200.0	1,200.000	50.000
*			

Extended Design

Part Full Design Number of Barrels Section Size

Limit Section Size?

Maximum Rise: 0.0 mm

Close Help

Şekil 7.35. Eğim kriterlerinin belirlenmesi

Is Part Full Design?

Percent Full Constraint Type:

Percentage Full:  %

Şekil 7.36. Doluluk oranlarının belirlenmesi

Şebekenin en yoğun şartlarda çalışabilmesini sağlamak amacıyla debilerimizi pik faktörlerle çarpıyoruz. Ortalama kuru hava debisi olarak belirlenmiş olan debilerin maksimum saat ve minimum saatlik debilerin bulunması için debilerin çarpıldığı katsayılar şekil 7.37’ de gösterilmiştir. Bu noktada bizim çalışmamızda kullandığımız pik faktörler debi artışına göre farklılık göstermektedir.

Extreme Flows

Data Library Notes

Table - Base Load

Label	Type	Source
PIK_FACTOR	Table	Base Load

	Base Load (L/s)	Extreme Flow Factor
1	5.00000	3.0000
2	10.00000	2.6000
3	20.00000	2.5000
4	50.00000	2.2600
5	100.00000	2.2300
6	300.00000	2.2100
7	500.00000	2.1200
8	1,000.00000	2.0500
9	5,000.00000	2.0300
*		

Şekil 7.37. Pik faktörler

Kuru hava debisi belirlendikten sonra yağışlı havalarda toprağa sızan yağmursuları boruların çeperlerinden ve bulduğu her noktadan kanalizasyon sistemi içine sızma yapmaktadır. Bu sızan sular yeraltı su seviyesinin derinliğine göre bazen 0 iken bazen yüksek oranlarda olabilir. İnfiltrasyon olarak adlandırılan bu sızma suları YASS seviyesine göre, alana göre hesaplanarak sisteme dahil edilebilir. SewerCAD programında hektar başına düşen su miktarının bir kriter aralıklarında ki bir debi değeri ile çarpımı sonucu bulunan debi sisteme dahil edilecekken, daha sonra çözecek olduğumuz AutoCAD tabanlı lisp programında ise YASS seviyesine göre işlem yapılacaktır. Bu aşamada alan ve katsayı çarpımından bulunan değer infiltrasyon olarak yüklenir. Yaklaşık 14,5 ha olan çalışma alanımızda ha başına 0,27 lt/sn debi girişi olduğu kabul edilmiştir. Bu da 3,92 lt/sn olarak bulunur ve program üzerinde alan debisi olarak sisteme entegre edilir. Normal şartlarda bu debi 0,05-0,15 lt/sn arasında bir değer seçilir ki burada önemli olan YASS seviyesidir.

	Label	Infiltration Base Flow (L/s)	Infiltration Load Type	Infiltration Pattern
100: 1 (Polyli...	1 (Polyline)-37	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
80: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-77	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
81: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-42	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
83: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-72	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
85: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-15	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
88: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-90	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
91: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-22	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
93: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-16	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
95: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-51	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
121: 1 (Polyli...	1 (Polyline)-38	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
98: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-73	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
71: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-76	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
103: 1 (Polyli...	1 (Polyline)-60	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
105: 1 (Polyli...	1 (Polyline)-36	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
107: 1 (Polyli...	1 (Polyline)-48	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
110: 1 (Polyli...	1 (Polyline)-82	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
113: 1 (Polyli...	1 (Polyline)-75	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
115: 1 (Polyli...	1 (Polyline)-63	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
117: 1 (Polyli...	1 (Polyline)-23	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
118: 1 (Polyli...	1 (Polyline)-21	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
17: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-29	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
97: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-45	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
50: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-12	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
20: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-32	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
23: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-28	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
25: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-55	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
28: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-34	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
31: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-40	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
34: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-56	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
36: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-59	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
39: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-66	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
42: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-31	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
77: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-37	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed
47: 1 (Polylin...	1 (Polyline)-26	3.92000	Infiltration Pattern Load	Fixed

90 of 90 elements displayed SORTED

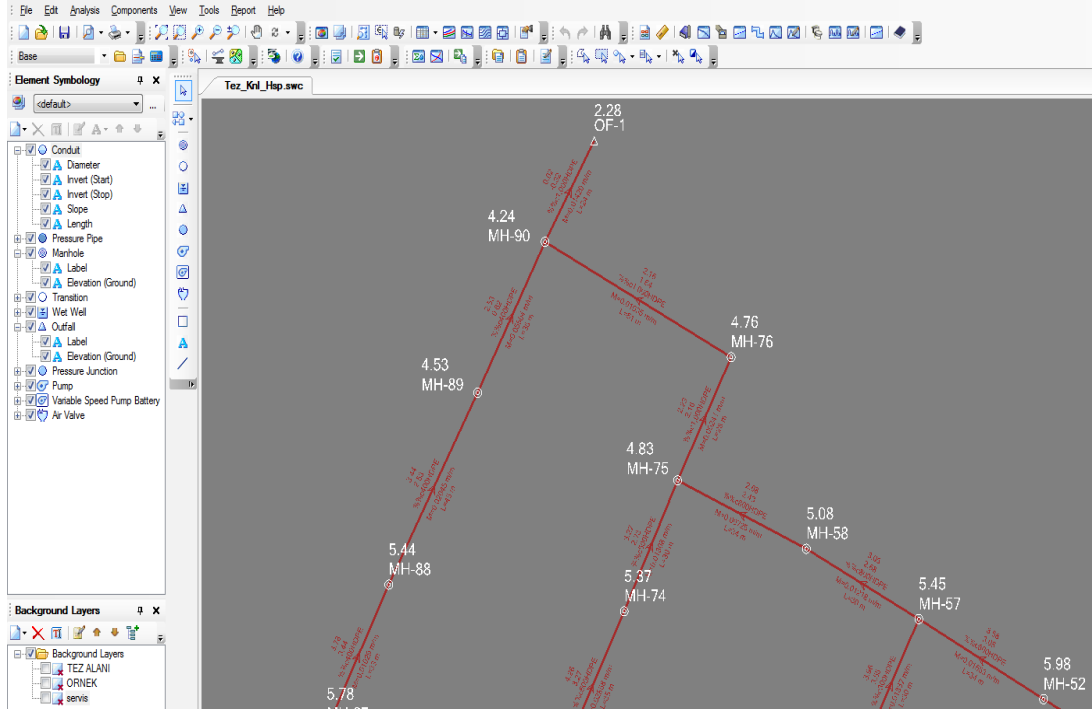
Şekil 7.38. Sızma debisi yüklenmesi

Tüm bu işlemlerden sonra ise şebeke çalıştırılır. Herhangi bir hata gözlemlenmediği takdirde hesaplama işlemi yapılır. Programda her bir borunun üzerine gelindiğinde borunun hidrolik, fiziki vb. tüm özellikleri görülebilir.

Length (Scaled) (m)	24
Conduit Type	Catalog Conduit
Conduit Shape	Circular Pipe
Material	Comugated HDPE (Smooth)
Section Size (Catalog Conduit)	1000 mm
Diameter (mm)	1,000.0
Manning's n	0.013
Number of Barrels	1
Use Local Conduit Description?	False
Conduit Description	Circular Pipe - 1,000.0 mm
Set Invert to Start?	False
Invert (Start) (m)	0.02
Set Invert to Stop?	False
Invert (Stop) (m)	-0.32
Has User Defined Bend Angle?	False
Bend Angle (Calculated) (degrees)	0.00
<b>Physical (Control Structure)</b>	
<b>Tractive Stress</b>	
<b>User Defined</b>	
<b>Results</b>	
Velocity (In) (m/s)	1.71
Velocity (Middle) (m/s)	2.47
Velocity (Out) (m/s)	2.64
Has Hydraulic Jump?	False
Is Submerged?	False
Is ever submerged?	False
Average Conduit Cover (m)	2
Length (m)	24
Slope (m/m)	0.01429
Rise (Unified) (mm)	1,000.0
Has Messages?	False
Calculation Messages	<Collection: 0 items>
<b>Results (Engine Parsing)</b>	
<b>Results (Flow)</b>	
Flow (L/s)	496.52
Population (System Sanitary Adjust)	9,438
Flow (System Wet Weather Collecti	0.00
Flow (System Known) (L/s)	0.00
Population (System Sanitary) (Capit	9,438
Area (System Sanitary Service) (krr	0.00
Flow (System Sanitary) (L/s)	145.52242
Flow (System Total Wet Weather) (L	351.00
Volume (Total Outflow) (L)	(N/A)
Flow (Total Pumped) (L/s)	0.00
<b>Results (Hydraulic Summary)</b>	
Velocity (Average) (m/s)	2.74
Depth (Normal) (m)	0.28
Depth (Critical) (m)	0.40
Froude Number	1.944
Froude Number (Middle)	1.685
Time (Pipe Flow) (hours)	0.002
Friction Slope (m/m)	0.01014
Specific Energy (In) (mm)	546.0
Specific Energy (Out) (mm)	644.6
Depth (Normal) / Rise (%)	28.2
Capacity (Full Flow) (L/s)	2,865.66
Capacity (Design) (L/s)	1,432.83
Capacity (Excess Full Flow) (L/s)	2,369.14
Capacity (Excess Design) (L/s)	936.31
Flow / Capacity (Design) (%)	34.7
Area (Full Flow) (m <sup>2</sup> )	0.8
<b>Results (Infiltration)</b>	
<b>Results (Maximum Values)</b>	
Time (Maximum Flow) (hours)	0.000
Flow (Maximum) (L/s)	496.52
Velocity (Maximum Calculated) (m/s)	2.74
Time (Maximum Calculated Velocity)	0.000
Depth (Average End) / Rise (Maxim	34.3
<b>Results (Profile Summary)</b>	
<b>Results (Profile)</b>	
Depth (In) (m)	0.40
Depth (Middle) (m)	0.30
Depth (Out) (m)	0.29
Energy Grade Line (In) (m)	0.57
Energy Grade Line (Middle) (m)	0.47
Energy Grade Line (Out) (m)	0.33
Hydraulic Grade Line (In) (m)	0.42
Hydraulic Grade Line (Middle) (m)	0.15
Hydraulic Grade Line (Out) (m)	-0.03
Headloss (m)	0.45
Elevation Ground (Start) (m)	4.24
Elevation Ground (Stop) (m)	2.28
Elevation Crown (Start) (m)	1.02
Elevation Crown (Stop) (m)	0.68
Cover (Start) (m)	3.22
Cover (Stop) (m)	1.60
<b>Results (Tractive Stress)</b>	

Şekil 7.39. Boru özellikleri

Çözüm alındıktan sonra hatlar üzerinde hangi verilerin gözükmesi istenirse bunlar istenen şekilde ayarlanabilir.



Şekil 7.40. Sistem görünümü

**Cizelge 7.8.SewerCAD boru hesap cizelgeleri**

Label	Start Node	Stop Node	Invert (Start) (m)	Invert (Stop) (m)	Elevation Ground (Start) (m)	Elevation Ground (Stop) (m)	Cover (Start) (m)	Cover (Stop) (m)	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Length (m)	Slope (m/m)	Velocity (Average) (m/s)	Depth (Average End) / Rise (Maximum)
155: B-4	MH-76	MH-77	13.35	13.22	9	15.99	1.60	1.60	200	6.41	39	0.00536	0.65	40.6
177: B-5	MH-77	MH-70	13.22	12.96	9	15.60	1.60	1.60	200	11.70	34	0.01166	1.01	42.8
144: B-6	MH-70	MH-2	12.86	11.14	10	15.25	1.60	1.60	300	17.82	40	0.00850	0.98	40.0
59: B-7	MH-5	MH-28	11.55	11.43	15.25	15.73	1.60	2.21	300	24.54	39	0.00333	0.76	46.3
23: B-8	MH-5	MH-1	11.33	11.28	14.86	14.86	1.60	1.60	300	30.58	50	0.00528	0.96	45.4
17: B-9	MH-2	MH-1	11.28	11.24	13.35	13.45	1.60	1.82	200	6.41	25	0.00500	0.63	34.7
193: B-10	MH-2	MH-17	11.04	10.94	13.45	14.12	1.82	2.55	300	12.19	14	0.00333	0.63	35.0
42: B-11	MH-3	MH-3	10.94	10.89	15.09	13.76	3.55	2.32	500	59.19	11	0.00200	0.78	41.6
20: B-12	MH-3	MH-4	10.89	10.46	13.52	12.56	2.13	1.60	500	65.03	24	0.00200	0.80	38.7
192: B-13	MH-4	MH-8	10.46	8.26	13.52	12.56	2.13	1.60	500	69.87	14	0.02997	2.17	36.0
28: B-14	MH-8	MH-9	8.26	7.10	10.90	9.20	2.14	1.60	500	75.26	36	0.06081	2.85	37.4
120: B-15	MH-9	MH-53	7.10	6.18	9.20	8.28	1.60	1.60	500	80.76	35	0.03333	2.35	38.7
105: B-16	MH-53	MH-47	6.18	5.10	8.28	7.20	1.60	1.60	500	85.97	34	0.02683	2.22	40.0
174: B-17	MH-84	MH-84	14.28	14.03	16.08	16.51	1.60	2.28	200	6.08	48	0.00500	0.62	33.8
191: B-18	MH-84	MH-91	13.93	13.77	16.51	16.27	2.28	2.21	300	12.19	50	0.00333	0.63	35.7
188: B-19	MH-91	MH-86	13.77	13.60	16.27	16.02	2.21	2.12	300	18.51	50	0.00333	0.71	39.9
180: B-20	MH-86	MH-87	13.60	13.21	16.02	15.11	2.12	1.60	300	24.86	50	0.00787	1.05	38.5
183: B-21	MH-87	MH-88	13.11	12.98	15.11	16.31	1.60	2.92	400	31.21	50	0.00250	0.72	39.5
194: B-22	MH-88	MH-89	12.98	12.86	16.31	16.89	2.92	3.63	400	37.55	50	0.00250	0.76	39.6
185: B-23	MH-89	MH-90	12.86	12.61	16.89	14.61	3.63	1.60	400	43.69	50	0.00487	1.01	38.6
190: B-24	MH-90	MH-79	12.61	11.44	14.61	13.44	1.60	1.60	400	49.70	50	0.02341	1.84	40.6
160: B-25	MH-79	MH-26	11.44	10.56	13.44	12.56	1.60	1.60	400	55.25	40	0.02202	1.86	35.2
56: B-26	MH-26	MH-27	10.46	10.41	12.56	12.59	1.60	1.68	500	60.32	25	0.00200	0.79	37.3
66: B-27	MH-27	MH-22	10.41	8.72	12.59	11.61	1.68	2.39	500	65.24	26	0.06548	2.80	34.7
50: B-28	MH-22	MH-23	8.72	7.52	11.61	9.62	2.39	1.60	500	70.17	36	0.03333	2.26	36.1
196: B-29	MH-23	MH-69	7.52	6.27	9.62	8.37	1.60	1.60	500	75.54	38	0.03287	2.29	37.4
141: B-30	MH-69	MH-42	6.27	5.68	8.37	7.78	1.60	1.60	500	81.06	38	0.01546	1.79	38.8
85: B-31	MH-42	MH-43	5.68	5.54	7.78	7.64	1.60	1.60	500	86.26	30	0.00486	1.20	40.0
93: B-32	MH-43	MH-47	5.54	5.10	7.64	7.20	1.60	1.60	500	91.50	31	0.01410	1.79	35.6
195: B-33	MH-47	MH-85	4.80	4.73	7.20	7.29	1.60	1.75	800	186.50	50	0.00125	0.88	43.2
178: B-34	MH-85	MH-65	4.73	4.67	7.29	7.35	1.75	1.88	800	193.69	50	0.00125	0.88	38.0
133: B-35	MH-65	MH-55	4.67	4.14	7.35	6.68	1.88	1.74	800	200.61	37	0.01448	2.17	36.7
148: B-36	MH-72	MH-73	7.29	7.10	9.09	8.98	1.60	1.67	200	6.49	38	0.00500	0.63	43.3
164: B-37	MH-73	MH-48	7.10	6.27	8.98	8.07	1.67	1.60	200	13.96	41	0.02042	1.30	56.1
95: B-38	MH-48	MH-25	6.27	5.39	8.07	7.19	1.60	1.60	200	20.76	21	0.02832	1.63	52.2
31: B-39	MH-10	MH-11	13.46	13.13	15.26	14.93	1.60	1.60	200	5.49	21	0.01563	0.91	27.8
128: B-40	MH-11	MH-40	13.03	12.91	14.93	14.93	1.60	1.72	300	12.22	36	0.00333	0.63	33.3
81: B-41	MH-40	MH-18	12.91	11.26	14.93	13.16	1.72	1.60	300	18.97	29	0.05659	1.97	37.3
44: B-42	MH-18	MH-19	11.26	8.99	13.16	10.89	1.60	1.60	300	24.42	24	0.09544	2.55	41.9
70: B-43	MH-19	MH-33	8.99	7.16	10.89	9.06	1.60	1.60	300	30.01	28	0.06581	2.37	52.5
77: B-44	MH-38	MH-39	9.73	8.74	11.53	10.54	1.60	1.60	200	7.24	28	0.03512	1.31	43.2
121: B-45	MH-39	MH-32	8.74	7.58	10.54	9.38	1.60	1.60	200	14.14	35	0.03336	1.56	41.9

Çizelge 7.8. (Devam) SewerCAD boru hesap çizelgeleri

Label	Start Node	Stop Node	Invert (Start) (m)	Invert (Stop) (m)	Elevation Ground (Start) (m)	Elevation Ground (Stop) (m)	Cover (Start) (m)	Cover (Stop) (m)	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Length (m)	Slope (m/m)	Velocity (Average) (m/s)	Depth (Average End) / Rise (Maximum)
B-46	MH-32	MH-33	7.48	7.16	9.38	9.06	1.60	1.60	300	20.58	28	0.01143	1.14	48.5
B-47	MH-33	MH-24	7.16	5.96	9.06	7.86	1.60	1.60	300	55.10	52	0.03765	2.31	62.3
B-48	MH-24	MH-25	5.96	5.29	7.86	7.19	1.60	1.60	300	60.48	24	0.02728	2.10	53.2
B-49	MH-25	MH-54	5.19	4.60	7.19	6.60	1.60	1.60	400	83.86	36	0.01636	1.88	45.2
B-50	MH-54	MH-55	4.40	4.34	6.60	6.68	1.60	1.74	600	89.62	33	0.00167	0.81	36.0
B-51	MH-55	MH-60	4.14	3.58	6.68	5.98	1.74	1.60	800	290.70	36	0.01564	2.48	40.4
B-52	MH-60	MH-45	3.58	3.05	5.98	5.45	1.60	1.60	800	286.22	34	0.01553	2.48	41.5
B-53	MH-50	MH-51	7.20	5.70	9.00	7.50	1.60	1.60	200	5.92	33	0.04584	1.36	39.2
B-54	MH-51	MH-66	5.70	4.86	7.50	6.66	1.60	1.60	200	11.90	37	0.02300	1.30	52.0
B-55	MH-66	MH-44	4.86	4.06	6.66	5.86	1.60	1.60	200	18.15	38	0.02111	1.41	50.2
B-56	MH-44	MH-45	3.96	3.55	5.86	5.45	1.60	1.60	300	23.89	30	0.01337	1.26	35.3
B-57	MH-45	MH-46	3.05	2.68	5.45	5.08	1.60	1.60	800	322.66	30	0.01218	2.33	42.6
B-58	MH-46	MH-36	2.68	2.43	5.08	4.83	1.60	1.60	800	327.74	34	0.00725	1.94	39.9
B-59	MH-80	MH-80	13.55	12.00	15.35	13.80	1.60	1.60	200	5.50	43	0.03567	1.22	39.7
B-60	MH-80	MH-75	12.00	10.89	13.80	12.69	1.60	1.60	200	12.93	41	0.02715	1.41	54.7
B-61	MH-75	MH-34	10.89	9.85	12.69	11.65	1.60	1.60	200	20.22	39	0.02687	1.59	69.1
B-62	MH-58	MH-34	10.29	9.85	12.09	11.65	1.60	1.60	200	6.41	34	0.01312	0.89	55.3
B-63	MH-34	MH-35	9.85	7.40	11.65	9.20	1.60	1.60	200	32.05	28	0.08704	2.76	58.4
B-64	MH-35	MH-31	7.20	7.13	9.20	9.94	1.60	2.41	400	37.36	28	0.00250	0.76	37.7
B-65	MH-59	MH-29	14.34	13.47	16.14	15.27	1.60	1.60	200	5.33	34	0.02584	1.08	38.2
B-66	MH-29	MH-30	13.47	12.76	15.27	14.58	1.60	1.60	200	11.71	25	0.02716	1.37	52.3
B-67	MH-15	MH-15	12.78	10.81	14.58	12.61	1.60	1.60	200	18.68	43	0.04551	1.88	63.9
B-68	MH-15	MH-16	10.81	9.09	12.61	10.89	1.60	1.60	200	25.76	23	0.07437	2.46	72.9
B-69	MH-16	MH-31	9.09	7.33	10.89	9.94	1.60	2.41	200	31.52	26	0.06848	2.52	59.2
B-70	MH-31	MH-62	7.03	6.96	9.94	9.35	2.41	1.89	500	70.92	35	0.00200	0.82	40.8
B-71	MH-62	MH-78	6.96	4.86	9.35	6.96	1.89	1.60	500	18.68	43	0.05232	2.71	37.6
B-72	MH-78	MH-61	4.86	4.26	6.96	6.36	1.60	1.60	500	76.13	40	0.01499	1.77	38.8
B-73	MH-61	MH-41	4.26	3.27	6.36	5.37	1.60	1.60	500	86.65	35	0.02858	2.27	40.1
B-74	MH-41	MH-36	3.27	2.73	5.37	4.83	1.60	1.60	500	91.88	30	0.01808	1.96	34.8
B-75	MH-36	MH-37	2.23	2.16	4.83	4.76	1.60	1.60	1,000	418.19	28	0.00241	1.37	38.7
B-76	MH-37	MH-20	2.16	1.64	4.76	4.24	1.60	1.60	1,000	423.86	51	0.01035	2.33	32.4
B-77	MH-49	MH-14	5.18	3.96	6.98	5.78	1.60	1.60	200	5.18	32	0.03729	1.21	24.7
B-78	MH-81	MH-12	8.05	7.22	9.85	9.02	1.60	1.60	200	6.09	41	0.02024	1.03	33.0
B-79	MH-71	MH-67	14.37	13.67	16.17	15.47	1.60	1.60	200	7.19	38	0.01818	1.04	43.6
B-80	MH-67	MH-68	13.67	12.99	15.47	14.79	1.60	1.60	200	14.67	37	0.01829	1.27	58.3
B-81	MH-68	MH-6	12.99	9.36	14.79	11.16	1.60	1.60	200	22.69	48	0.07535	2.38	69.6
B-82	MH-6	MH-7	9.36	8.33	11.16	10.13	1.60	1.60	200	29.69	21	0.04897	2.20	77.6
B-83	MH-7	MH-12	8.33	7.22	10.13	9.02	1.60	1.60	200	35.38	22	0.05067	2.33	64.8
B-84	MH-12	MH-64	7.12	5.42	9.02	7.32	1.60	1.60	300	46.45	37	0.04591	2.36	57.2
B-85	MH-64	MH-13	5.42	4.35	7.32	6.25	1.60	1.60	300	51.84	36	0.02958	2.08	60.3
B-86	MH-13	MH-14	4.35	3.88	6.25	5.78	1.60	1.60	300	56.82	22	0.02138	1.89	52.9
B-87	MH-14	MH-52	3.78	3.44	5.78	5.44	1.60	1.60	400	66.20	33	0.01029	1.49	48.4
B-88	MH-52	MH-63	3.44	2.53	5.44	4.53	1.60	1.60	400	71.03	45	0.02045	1.95	48.4
B-89	MH-63	MH-20	2.53	0.62	4.53	4.24	1.60	3.22	400	75.84	35	0.05504	2.82	38.0
B-90	MH-20	OF-1	0.02	-0.32	4.24	2.28	3.22	1.60	1,000	500.32	24	0.01429	2.74	34.4

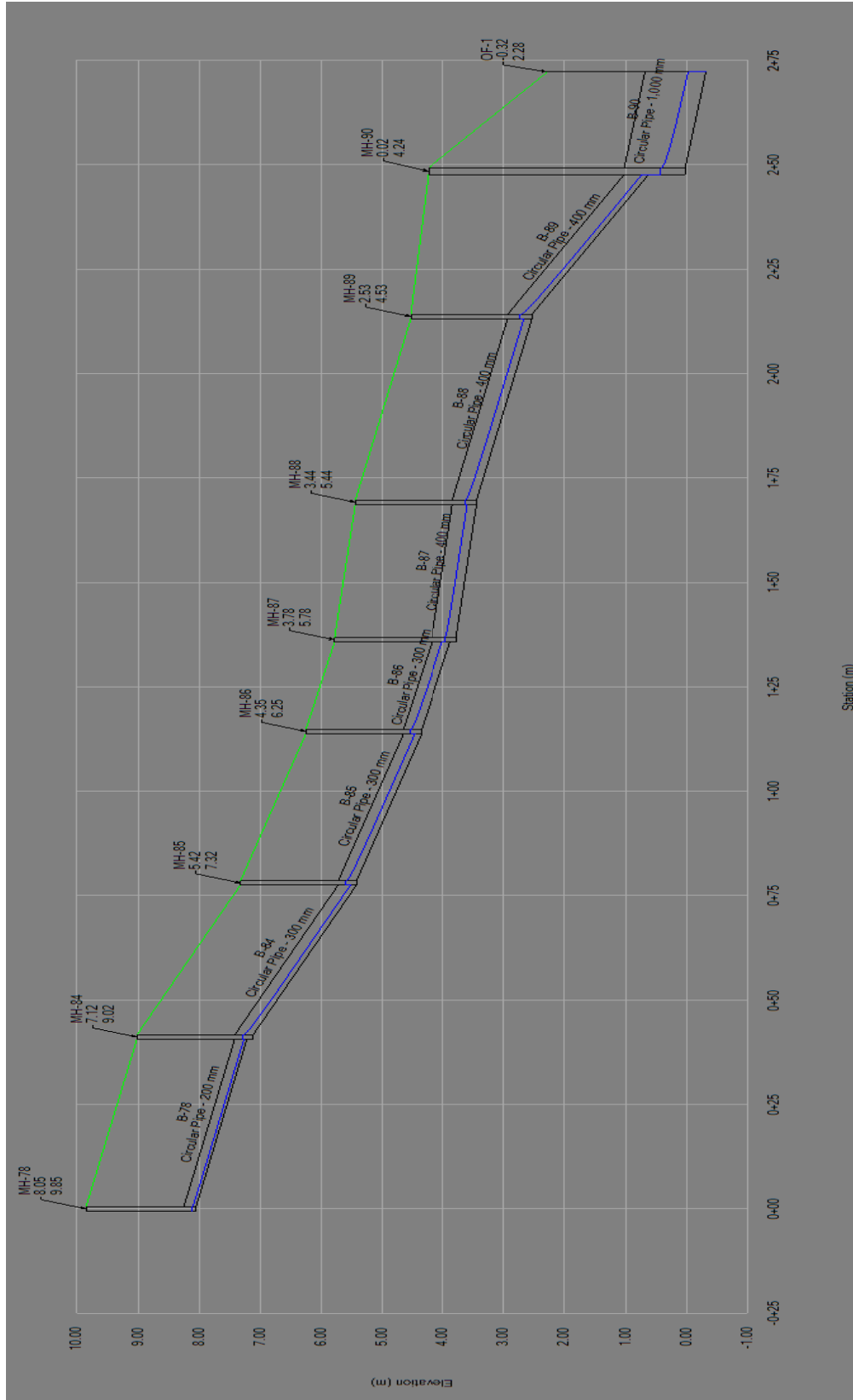
Çizelge 7.9.SewerCADmenhol hesap çizelgeleri

	levation (m)	Diameter (mm)	Elevation (Invert Out) (m)	Flow (System Sanitary) (L/s)	Flow (Total In) (L/s)
152: MH-1	16.19	1,000	14.39	2.48688	0.00
111: MH-2	15.99	1,000	14.19	3.86430	6.41
112: MH-3	15.60	1,000	13.70	6.06156	11.70
156: MH-4	15.25	1,000	13.35	8.85726	17.82
157: MH-5	15.73	1,000	13.22	10.98177	24.54
145: MH-6	14.86	1,000	12.86	13.95411	30.58
60: MH-7	13.35	1,000	11.55	2.48799	0.00
24: MH-8	13.45	1,000	11.33	4.35075	6.41
18: MH-9	14.12	1,000	11.28	5.46237	12.19
19: MH-10	15.09	1,000	11.04	19.98560	53.64
43: MH-11	13.76	1,000	10.94	21.91270	58.69
21: MH-12	13.52	1,000	10.89	22.82780	64.76
22: MH-13	12.56	1,000	10.46	24.30005	69.38
29: MH-14	10.90	1,000	8.26	25.88396	74.65
30: MH-15	9.20	1,000	7.10	27.16893	80.67
106: MH-16	8.28	1,000	6.18	29.03915	85.89
175: MH-17	16.08	1,000	14.28	2.15838	0.00
176: MH-18	16.51	1,000	13.93	4.34958	6.08
189: MH-19	16.27	1,000	13.77	6.75024	12.19
181: MH-20	16.02	1,000	13.60	9.17547	18.51
182: MH-21	15.11	1,000	13.11	11.60913	24.86
184: MH-22	16.31	1,000	12.98	14.02977	31.21
186: MH-23	16.89	1,000	12.86	16.25106	37.37
187: MH-24	14.61	1,000	12.61	18.33756	43.32
161: MH-25	13.44	1,000	11.44	19.97335	49.34
57: MH-26	12.56	1,000	10.46	21.12205	54.96
58: MH-27	12.59	1,000	10.41	22.11602	60.04
51: MH-28	11.61	1,000	8.72	23.13291	64.92
52: MH-29	9.62	1,000	7.52	24.58485	69.67
142: MH-30	8.37	1,000	6.27	26.18435	74.98



Cizelge 7.9. (Devam) SewerCADmenhol hesap cizelgeleri

	Label	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Invert) (m)	Diameter (mm)	Elevation (Invert Out) (m)	Flow (System Sanitary) (L/s)	Flow (Total In) (L/s)
154: MH-61	MH-61	12.69	10.89	1,000	10.89	8.45781	12.93
114: MH-62	MH-62	12.09	10.29	1,000	10.29	2.49135	0.00
72: MH-63	MH-63	11.65	9.85	1,000	9.85	12.45087	26.63
73: MH-64	MH-64	9.20	7.20	1,000	7.20	13.83666	32.05
116: MH-65	MH-65	16.14	14.34	1,000	14.34	1.41138	0.00
62: MH-66	MH-66	15.27	13.47	1,000	13.47	3.87471	5.33
63: MH-67	MH-67	14.58	12.78	1,000	12.78	6.91608	11.71
40: MH-68	MH-68	12.61	10.81	1,000	10.81	10.07970	18.68
41: MH-69	MH-69	10.89	9.09	1,000	9.09	11.91744	25.76
65: MH-70	MH-70	9.94	7.03	1,000	7.03	23.88323	66.21
125: MH-71	MH-71	9.35	6.96	1,000	6.96	25.16575	70.45
159: MH-72	MH-72	6.96	4.86	1,000	4.86	26.56317	75.76
123: MH-73	MH-73	6.36	4.26	1,000	4.26	27.85322	81.39
84: MH-74	MH-74	5.37	3.27	1,000	3.27	29.15523	86.60
75: MH-75	MH-75	4.83	2.23	1,500	2.23	124.19309	413.47
76: MH-76	MH-76	4.76	2.16	1,500	2.16	125.94052	418.17
99: MH-77	MH-77	6.98	5.18	1,000	5.18	1.26441	0.00
168: MH-78	MH-78	9.85	8.05	1,000	8.05	2.17230	0.00
147: MH-79	MH-79	16.17	14.37	1,000	14.37	3.27093	0.00
139: MH-80	MH-80	15.47	13.67	1,000	13.67	6.83286	7.19
140: MH-81	MH-81	14.79	12.99	1,000	12.99	10.92531	14.67
26: MH-82	MH-82	11.16	9.36	1,000	9.36	14.01417	22.69
27: MH-83	MH-83	10.13	8.33	1,000	8.33	15.77821	29.58
35: MH-84	MH-84	9.02	7.12	1,000	7.12	19.00657	40.82
131: MH-85	MH-85	7.32	5.42	1,000	5.42	20.47719	46.11
37: MH-86	MH-86	6.25	4.35	1,000	4.35	21.54437	51.56
38: MH-87	MH-87	5.78	3.78	1,000	3.78	23.08225	61.44
104: MH-88	MH-88	5.44	3.44	1,000	3.44	23.98623	65.90
127: MH-89	MH-89	4.53	2.53	1,000	2.53	24.88141	70.70
48: MH-90	MH-90	4.24	0.02	1,500	0.02	147.52050	495.64



Sekil 7.41. Profil görünümü

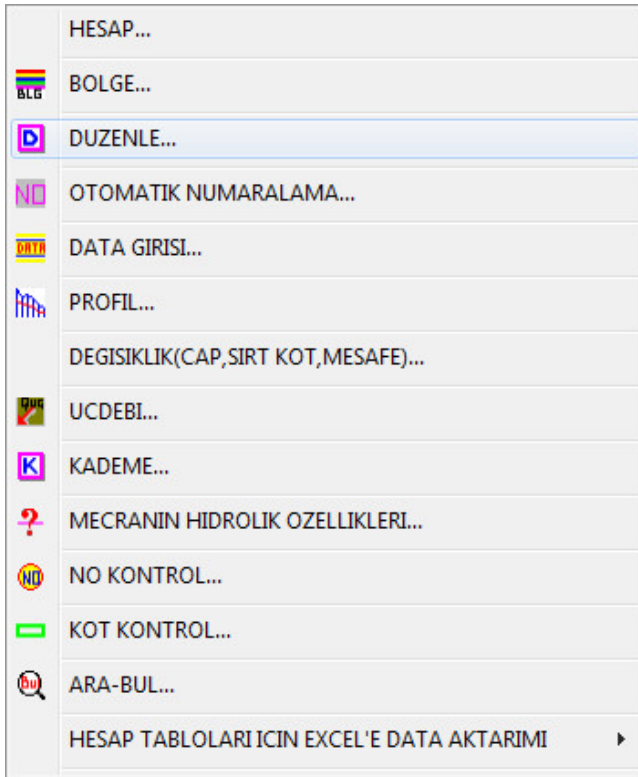
## 7.7. AutoCAD Lisp Programı İle Kanalizasyon Şebekesi Çözümü

Lisp programında hatlar çizildikten sonra bölüm 6.5 te anlatıldığı gibi daire yerleşimi, numaralandırma işlemleri tamamlandıktan sonraki aşama ise yine kot yazdırma işlemidir. Kotyaz2 komutu ile kotlar üçgen modelden program tarafından okunur ve kotlar program tarafından dairelerin üzerine yazılır. Eğer uç debi girilmeyecekse tam debi ile çözülecek ise başka bir işlem yapılmasına gerek yoktur.



Şekil 7.42. Kanalizasyon şebekesi çözümü menü çubuğu

Hatların düzenlemesi ve data girişi yapıldıktan sonra “HATA” komutu yazılarak, hatlarda her hangi bir yanlışlık veya bozukluk var ise bu durum program tarafından bize işaretlenerek gösterilir.

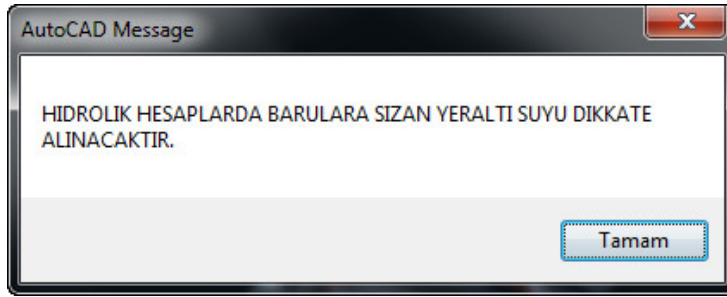


Şekil 7.43. Kanalizasyon şebekesi çözümü işlem sekmesi

Sırası ile yapılan düzenleme, data girişi, otomatik numaralandırma veya hesap gibi komutlar bu sekme yardımıyla yapılabilir. Çözümüne geçilmeden önce bir önceki bölümde anlattığımız sızma suyu debisinin hesaba katılması için yapılması gereken işlemler bulunmaktadır. Bunun için komut satırına “YASS” yazılması gereklidir. Bu programda sızma debisi toplam yer altı su seviyesi baz alınarak hesaba katıldığı için programa yer altı su seviyesi bilgisi istemektedir. Jeolojik datalardan elde ettiğimiz bu yükseklik seviyesini metre cinsinden programa yazdığımızda onaylama işlemi sunulmaktadır.

**Command: yssk**

**\*\*YERALTI SU SEVIYE KOTUNU GIRIN:**



Şekil 7.44. Sızma debisi işlemleri

Artık hesap kısmına geçilebilir. Bu aşamada yine komut sekmesinde şekil 7.44’ te görülen hesap tuşuna basılır. Hesaba geçtiğimiz anda karşımıza hesap kriterlerini gireceğimiz alan gelecektir. Bu noktaya hesap kriterleri girilmiştir.

**KANALIZASYON SEBEKE HESAP PROGRAMI**

HIDROLİK HESAP KRİTERLERİ

MINİMUM ÇAP

BAS SIRT DERİNLİK

SON SIRT DERİNLİK

MIN.SUT

MAX.SUT

PURUZLULUK (K)

HESAP YONTEMİ

KUTTER

MANNING

Şekil 7.45. Hesap kriterleri

**BOLGE DEBİLERİ-TOPLAM MESAFELER-BİRİM DEBİLER**

	DEBİ (lt/sn)	TOP.MESAFE	BİRİM DEBİ (lt/sn/m)
1	<input type="text" value="500.00"/>	<input type="text" value="3177.00"/>	<input type="text" value=".157381"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
6	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
8	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
9	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
10	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SD	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Şekil 7.46. Debi girişi

Son olarak ise boru çap ve eğimlerinin düzenlendiği komut satırında ise istenen çap için istenen eğim değerleri girilerek hesap işlemi başlattık.

HIDROLİK HESAP KRİTERLERİ			
CAP(mm)	MINIMUM EGİM	MAKSİMUM EGİM	DOLULUK ORANI
1 200	200	10	50
2 300	300	10	50
3 400	400	10	50
4 500	500	10	50
5 600	600	25	50
6 800	800	25	50
7 1000	1000	50	50
8 1200	1200	50	50
9 1400	1400	75	50
10 1600	1600	75	50
10 1800	1800	75	50

tamam iptal

Şekil 7.47. Çap, eğim ve doluluk belirlenmesi

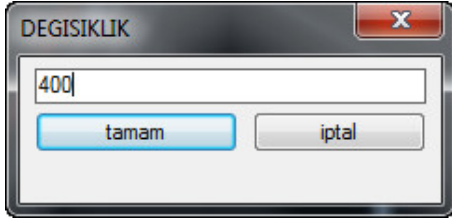
Program işlemini tamamladıktan sonra ise boru özelliklerini görmek için şekil 7.43’ te bulunan menü çubuğundan mecra özellikleri başlıklı soru işareti sekmesine bastığımızda program bize istediğimiz borunun hidrolik özelliklerini verebilir.

KANAL MECRA BİLGİ FORMU		
BAS BACA	MECRA	SON BACA
BAS BACA NO 90	UCDEBI 500.000	SON BACA NO 91
BAS ZEMİN KOTU 4.24	CAP 800	SON ZEMİN KOTU 2.28
BAS AKAR KOT .00	MESAFE 24	SON AKAR KOT -.32
BAS BACA YUK. 4.24	EGİM 75	SON BACA YUK. 2.60
	DOLULUK 34.58	

tamam iptal

Şekil 7.48. Mecra özellikleri

Değişiklik yapmak istediğimiz her hangi bir kot, çap, akar kot veya eğim gibi değerlerin üzerine tıklanıp “D” komutu girildiğinde bize istediğimiz değeri girebileceğimiz komut alanı açılır.



Şekil 7.49. Değişiklik

Eğer şebeke üzerinde örneğin, 6 m. Üzerinde bir kazı olmasını istemiyor isek e program üzerinde bu derinlikten fazla değerleri görmemiz gerekiyorsa yine komut satırına “derinlik” yazıldıktan sonra fazla kazıları görmek istediğimiz üst değeri yazarsak, istediğimiz üst değer üzerinde kazı çıkan boruları program bizlere işaretleyerek gösterir.

Hesap çizelgeleri, profil alımı ve metraj alımlarında ise yine şekil 7.44’ te görülen komut sekmesinden profil veya “hidrolik hesapların aktarılması” sekmesine bastığımızda istediğimiz işlem gerçekleşecektir. Lisp programında profil alınması işleminde SewerCAD programına göre belirgin bir özellik, SewerCAD’ de hangi hattı almak istediğimizi seçmek gerekirken, lisp programında tüm şebekeyi akış yönünde en baştan sona kadar tüm hatların profilleri tek bir seferde alınır.

Hesap çizelgesi ise komuta basıldığı anda otomatik olarak excel üzerine aktarılır.

Çizelge 7.10.AutoCADLispkanalizasyonhesapçizelge tablosu

BACANO	Sonda	Kademe	Boğaç No	Zanlık (L)	artandan geçen baca no	DEBİ HESABI				K O T L A R						KESİT KARAKTERİSTİKLERİ					Düşünceler				
						Bütün Debi (q)	Kendi Debsi	Üç Debsi	Yekun	Zemin Kotu	Mec.Surt Kotu	Taban Kotu	Mecra Surt	Derinliği	Kot Farkı	Fığın	Çap	Doluluk	% 50 doluluk kalk kabıyıtı	Hz		Sa Derinliği			
-	-	-	-	-	-	lt/sn/m	lt/sn	lt/sn	lt/sn	m	m	m	m	m	m	1/a	m	%	lt/sn	m/sn	cm	-			
1	2	1	1	51	Başlangıç	0.15738	8.026	0.000	8.026	16.06	16.51	14.46	14.20	14.26	14.00	1.60	2.31	0.26	196	200	35.1	15.23	0.82	7.01	-
2	3	1	1	50	1	0.15738	7.869	8.026	15.895	16.51	16.27	14.20	14.07	13.90	13.77	2.31	2.20	0.13	385	300	34.1	32.03	0.75	10.23	-
3	4	1	1	50	2	0.15738	7.869	15.895	23.765	16.27	16.02	14.07	13.90	13.77	13.60	2.20	2.12	0.17	294	300	39.5	36.66	0.93	11.83	-
4	5	1	1	50	3	0.15738	7.869	23.765	31.634	16.02	15.11	13.90	13.31	13.60	13.01	2.12	1.80	0.59	85	300	33.2	68.18	1.58	9.95	-
5	6	1	1	50	4	0.15738	7.869	31.634	39.503	15.11	16.31	13.31	13.22	12.91	12.82	1.80	3.09	0.09	556	400	40.9	57.41	0.83	16.37	-
6	7	1	1	50	5	0.15738	7.869	39.503	47.372	16.31	16.89	13.22	13.12	12.82	12.72	3.09	3.77	0.10	500	400	43.9	60.54	0.91	17.55	-
7	8	1	1	50	6-Jan	0.15738	7.869	47.372	55.241	16.89	14.61	13.12	12.81	12.72	12.41	3.77	1.80	0.31	161	400	35.1	106.7	1.43	14.02	-
8	9	1	1	50	7	0.15738	7.869	55.241	63.110	14.61	13.44	12.81	11.64	11.24	11.24	1.80	1.80	1.17	43	400	26.8	206.4	2.4	10.7	-
9	10	1	1	40	8	0.15738	6.295	63.110	69.405	13.44	12.56	11.64	10.76	11.24	10.36	1.80	1.80	0.88	45	400	28.5	201.8	2.41	11.42	-
10	11	1	1	25	9	0.15738	3.935	69.405	73.340	12.56	12.59	10.76	10.73	10.26	10.23	1.80	1.86	0.03	833	500	46.4	85.04	0.84	23.18	-
11	12	1	1	26	10	0.15738	4.092	73.340	77.432	12.59	11.61	9.57	9.05	9.07	8.55	3.02	2.56	0.52	50	500	22.7	347.1	2.34	11.34	1.16 m.Sut
12	13	1	1	24	11	0.15738	3.777	77.432	81.209	11.61	9.62	8.05	7.57	7.55	7.07	3.56	2.05	0.48	50	500	23.1	347.1	2.37	11.55	1.00 m.Sut
13	14	1	1	50	12	0.15738	7.869	81.209	89.078	9.62	8.37	7.57	6.57	7.07	6.07	2.05	1.80	1.00	50	500	24.4	347.1	2.44	12.19	-
14	15	1	1	38	13	0.15738	5.980	89.078	95.058	8.37	7.78	6.57	5.98	6.07	5.48	1.80	1.80	0.59	64	500	26.8	306.8	2.27	13.38	-
15	16	1	1	30	14	0.15738	4.721	95.058	99.780	7.78	7.64	5.98	5.84	5.48	5.34	1.80	1.80	0.14	214	500	37.5	167.8	1.49	18.73	-
16	33	1	1	31	15	0.15738	4.879	99.780	104.658	7.64	7.20	5.84	5.40	5.34	4.90	1.80	1.80	0.44	70	500	29	293.4	2.27	14.5	-
17	18	1	1	41	Başlangıç	0.15738	6.453	0.000	6.453	16.18	15.99	14.58	14.19	14.38	13.99	1.60	1.80	0.39	105	200	26.8	20.81	0.96	5.35	-
18	19	1	1	33	17	0.15738	5.194	6.453	11.646	15.99	15.60	14.19	13.80	13.99	13.60	1.80	1.80	0.39	85	200	34.6	23.12	1.24	6.92	-
19	20	1	1	40	18	0.15738	6.295	11.646	17.941	15.60	15.25	13.80	13.45	13.60	13.25	1.80	1.80	0.35	114	200	47.4	19.97	1.24	9.47	-
20	21	1	1	39	18-Jan	0.15738	6.138	17.941	24.079	15.25	15.73	13.45	13.35	13.15	13.05	1.80	2.38	0.10	390	300	42.9	31.83	0.84	12.87	-
21	22	1	1	50	20	0.15738	7.869	24.079	31.948	15.73	14.86	13.35	13.06	13.05	12.76	2.38	1.80	0.29	172	300	39.9	47.93	1.22	11.98	-
22	26	1	1	38	21	0.15738	5.980	31.948	37.929	14.86	15.09	13.06	12.50	12.76	12.20	1.80	2.59	0.56	68	300	34.1	76.22	1.8	10.23	-
23	24	1	1	27	Başlangıç	0.15738	4.249	0.000	4.249	13.37	13.45	11.77	11.63	11.57	11.43	1.60	1.82	0.14	193	200	25.4	15.35	0.69	5.09	-
24	25	1	1	14	23-Jan	0.15738	2.203	4.249	6.453	13.45	14.12	11.63	11.56	11.43	11.36	1.82	2.56	0.07	200	200	31.8	15.07	0.77	6.35	-
25	26	1	1	11	24	0.15738	1.731	6.453	8.184	14.12	15.09	11.56	11.50	11.36	11.30	2.56	3.59	0.06	183	200	35.1	15.76	0.85	7.01	-

VERİ ALIMI

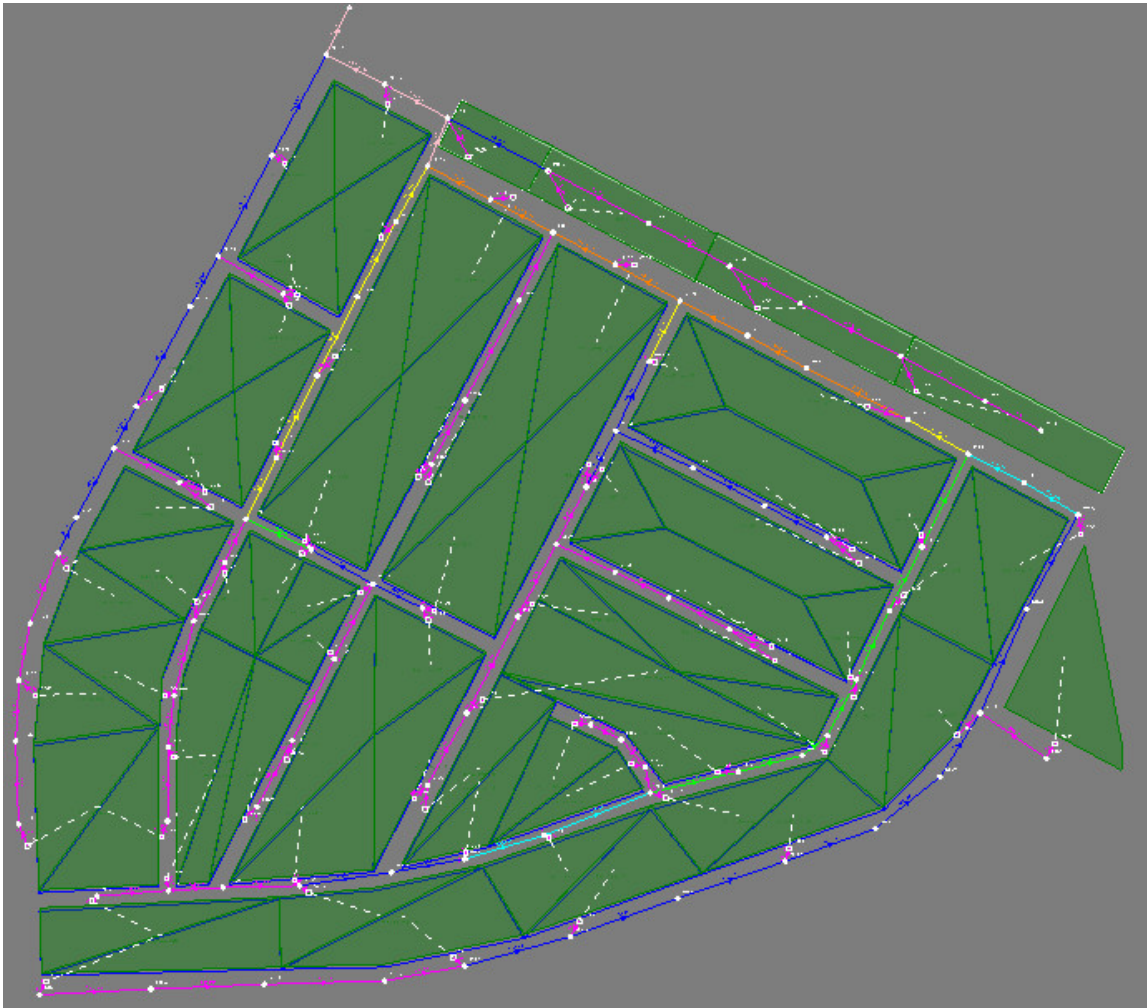






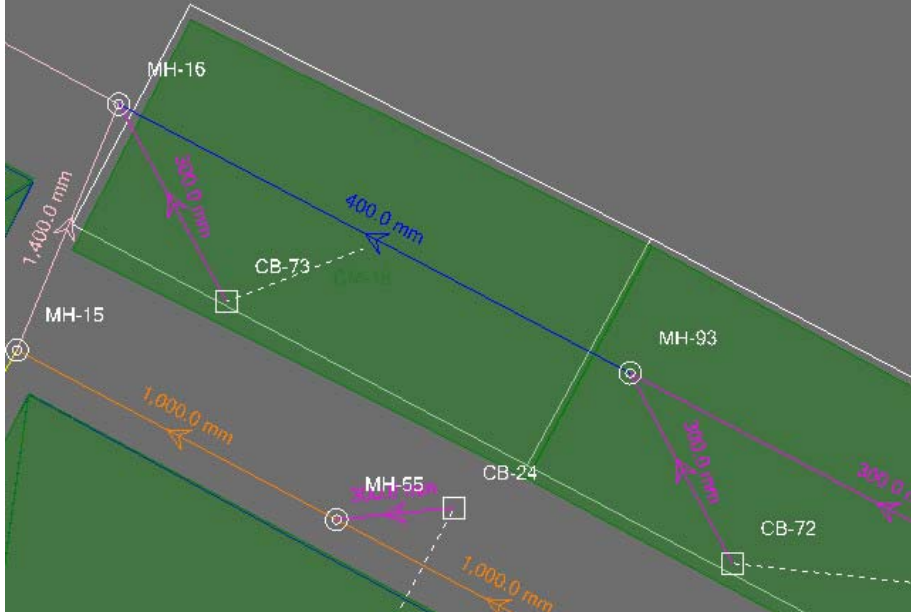
## 7.8. StormCAD Programı İle Yağmursuyu Şebekesi Çözümü

Yağmur suyu şebekesi çözümünde StormCAD programı hatların çiziminde SewerCAD ve WaterCAD programı ile eşdeğer işlem yapar. Hesap ise, çözüm alanında uzun süreli meteorolojik ölçümler ile elde edilen IDF eğrisi ile yağmur datası (Storm Data) ve çözüm değerleri (Global Data) veri girişleri yapılarak gerçekleştirilir. Yağmur suyu hatları programda çizildikten veya programın model builder işlemi ile herhangi bir çizim programında çizilen hatlar programa aktarılır. Hatların çizilmesinden sonra Yağmur suyu şebekesinin temel işlemi olan yağmur suyu toplayıcı havzaları belirlemek, toplayıcı havzaların yüzey akış katsayısı olarak adlandırılan “C” değerlerini havza büyüklüğü ile birlikte programa girmektir. Havzalar programda “Catchment” adı ile gösterilen havza komutu ile çizilir.



Şekil 7.51. Havza ve hatların birlikte görünümü

Yağmursuyu şebekesinde, şebekeyi oluşturan elemanlar boru, menhol, toplama çukuru(catch basin) ve havzalardır.



Şekil 7.52. Şebeke elemanlarının görünümü

Havzalar çizildikten sonra değerlerin girilmesi için havzaların bilgi alanında işlem yapılır.

Rational Catchment Collection - Catchment (havza (Polygo...)

	Area (ha)	Rational C
1	0.230	0.900
*		

OK Cancel Help

<General>

ID 244  
Label havza (Polygon)-25  
Notes  
GIS-IDs <Collection: 0 items>  
Hyperlinks <Collection: 0 items>

<Geometry>

Geometry <Collection: 3 items>  
Scaled Area (ha) 0.238

Active Topology

Is Active? True

Catchment

Use Scaled Area? False  
Area (ha) 0.230  
Rational C 0.900  
Outflow Node CB-23  
Time of Concentration (mi) 5.000

Results

Area (Unified) (ha) 0.230  
Calculation Messages <Collection: 0 items>

Results (Catchment)

Catchment CA (ha) 0.207  
Catchment Flow Time (mi) 5.000  
Catchment Intensity (mm/h) 69.000  
Catchment Rational Flow 39.66

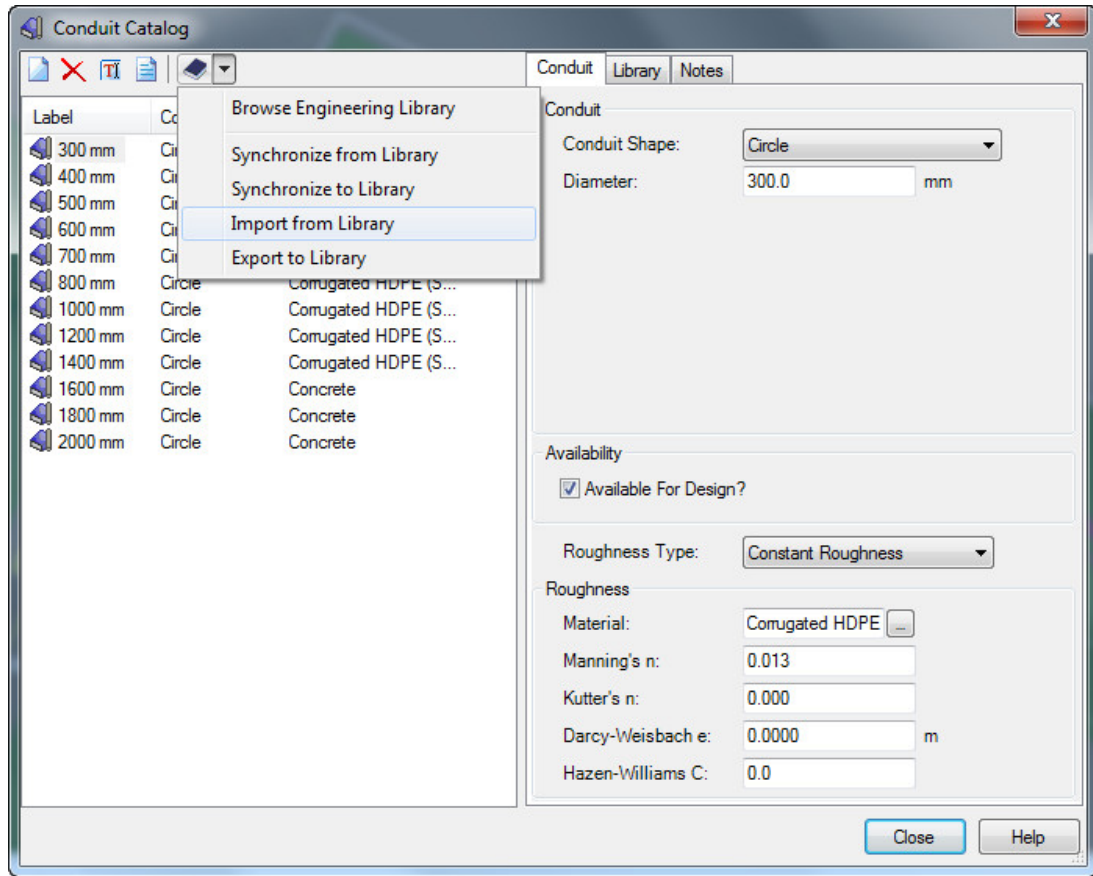
Results (Engine Parsing)

Subnetwork Outfall OF-1

Şekil 7.53. Akış katsayıları ve havza alanlarının girilmesi

Önceki bölümlerde anlatıldığı üzere yağmur akış katsayısı, yüzey tiplerine ve bu tiplerin su geçirgenliğine göre belirlenir. 0 ile 1 arasında bir değer olan bu katsayı bizim çalışmamızda bütün havzalar için 0,9 olarak kabul edilmiştir. 0,9 katsayısı yüzeyin geçirimsiz olduğunu ve tüm yağışın toprak tarafından emilmeden şebekeye karıştığı kabulüne dayanır.

Güzergahların çiziminden sonraki aşamada boru tipi, çapı ve sürtünme katsayıları belirlenir. SewerCAD bölümünde de anlatıldığı gibi programın içinde olan boru çeşitleri kataloğundan uygun çap ve tipte borular seçilerek programa tanıtılır. Boru kataloğu oluşturulduktan sonra ise giriş yapısı (inlet) kataloğu oluşturulur. Inlet kataloğu ise yapı boyutları ile ızgara çeşit ve boyutları girilerek bu programın kataloğundan seçilir ve oluşturulur.



Şekil 7.54. Boru çap seçim ve import edilmesi

Inlet	Design	Library	Notes
<b>General</b>			
Inlet Type:	Grate		
Structure Width:	0.9	m	
Structure Length:	1.2	m	
<b>Grate</b>			
Grate Type:	P-50 mm (P-1-7/8")		
Grate Width:	0.5	m	
Default Grate Length:	0.9	m	

Şekil 7.55. Toplama çukuru bilgilerinin girilmesi

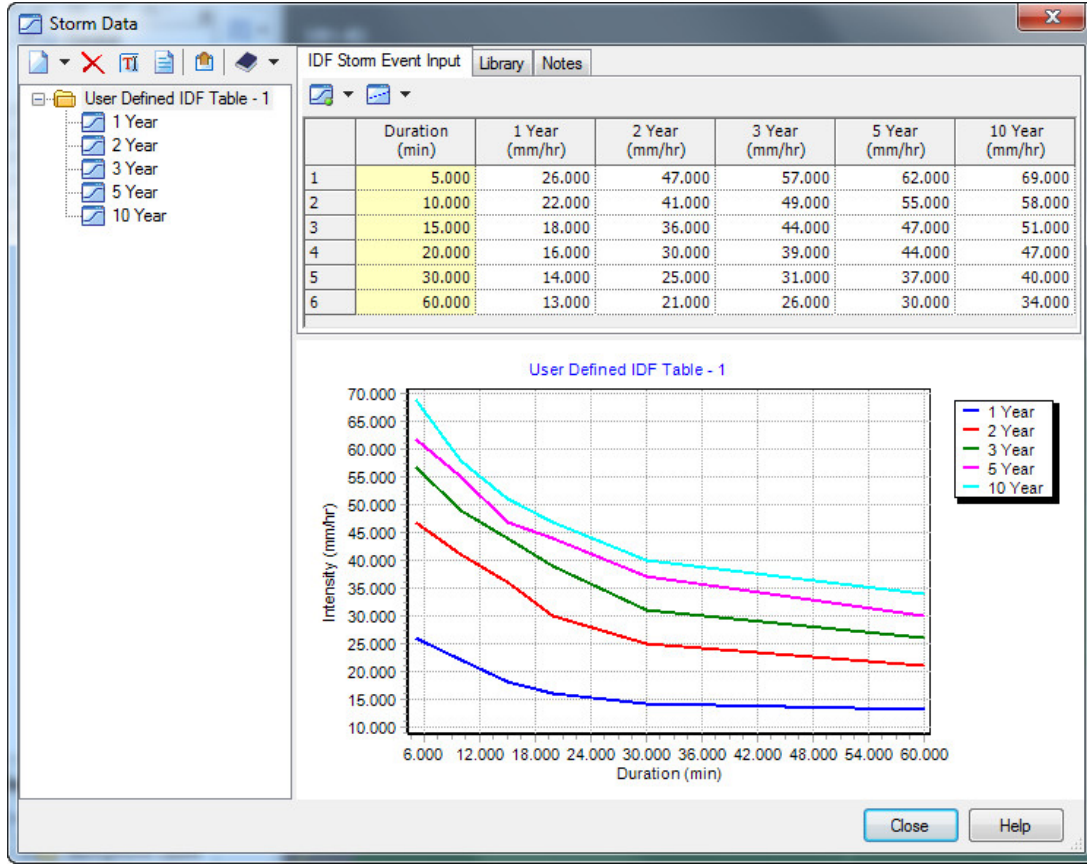
Boru ütü kazı derinliği, hız, eğim, doluluk gibi dizayn aralıkları ise şekil 6.35, 6.36 6.37 de de gösterildiği gibi default ayarlar kısmında belirlenir. Daha sonra hesaba geçmek için ise meteorolojik kaynaklardan alınan ölçüm değerleri “Storm Data” menüsünde tanımlanmalıdır. Çalışmamızda bize her türlü olanağı sağlayan Hidrolink Müh. Müş. Ltd. Şti. bünyesinde daha önceden alınan Libya bölgesi yıllık yağış değerleri aşağıdaki Çizelgede görüldüğü gibidir.

Çizelge7.11.Proje alanı yağış yükseklikleri

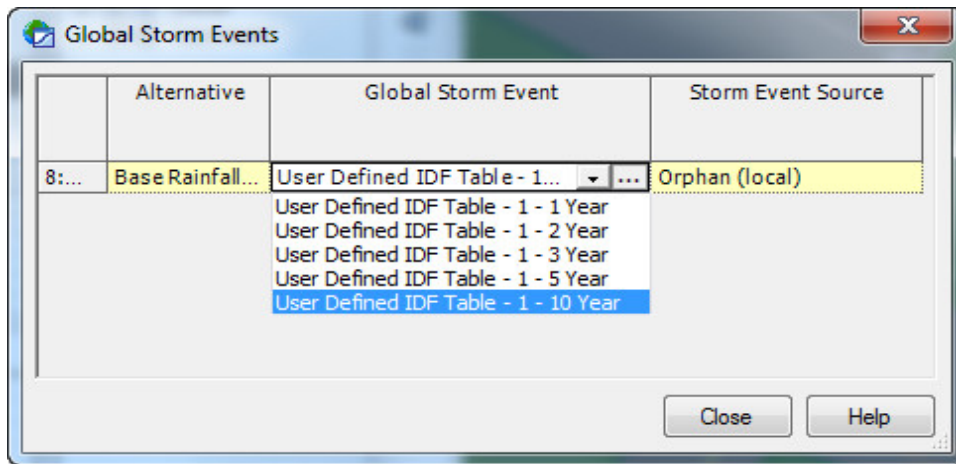
Süre (dk)	1 Yıl (mm/hr)	2 Yıl (mm/hr)	3 Yıl (mm/hr)	5 Yıl (mm/hr)	10 Yıl (mm/hr)
5	26	47	57	62	89
10	22	41	49	55	78
15	18	36	44	47	73
20	16	30	39	44	67
30	14	25	31	37	55
60	13	21	26	30	44

StormCAD programında bu yağış değerlerini IDF eğrisi olarak görebilme olanağına sahibiz. Storm Data girişleri yapıldıktan sonra ise hangi zaman dilimine göre hesap

yapacağımızı seçeceğimiz Global Storm Events sekmesinden zaman dilimini seçip hesaba geçtik.



Şekil 7.56. StormCAD üzerinde storm dataoluşturulması



Şekil 7.57. Hesap aralığı seçilmesi

Çözüm alındıktan sonra çıkan sonuçları görmek ve değerlendirmek için hesap Çizelgelerine baktık.

Çizelge7.12. Toplama çukuru hesap çizelgesi

	Label	Station (Calculated ) (m)	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Rim) (m)	Elevation (Invert) (m)	Inlet Drainage Area (ha)	Inlet C	Local CA (ha)	Local Flow Time (min)	Depth (In) (m)	Depth (Out) (m)	System CA (ha)
317: CB-2	CB-2	0+81	4.93	4.93	3.23	0.110	0.9...	0.099	5.000	0.18	0.18	0.099
318: CB-3	CB-3	1+63	6.99	6.99	5.29	0.110	0.9...	0.099	5.000	0.10	0.10	0.099
319: CB-4	CB-4	1+63	6.68	6.68	4.98	0.110	0.9...	0.099	5.000	0.10	0.10	0.099
320: CB-5	CB-5	2+13	7.30	7.30	5.60	0.110	0.9...	0.099	5.000	0.13	0.13	0.099
323: CB-8	CB-8	2+80	12.04	12.04	10.34	0.120	0.9...	0.108	5.000	0.11	0.11	0.108
324: CB-9	CB-9	3+41	15.17	15.17	13.47	0.120	0.9...	0.108	5.000	0.11	0.11	0.108
328: CB-13	CB-13	4+05	16.14	16.14	14.44	0.180	0.9...	0.162	5.000	0.16	0.16	0.162
322: CB-7	CB-7	2+65	9.66	9.66	7.96	0.110	0.9...	0.099	5.000	0.10	0.10	0.099
321: CB-6	CB-6	2+70	9.91	9.91	8.21	0.110	0.9...	0.099	5.000	0.10	0.10	0.099
316: CB-1	CB-1	0+61	4.59	4.59	2.89	0.110	0.9...	0.099	5.000	0.12	0.12	0.099
459: CB-65	CB-65	3+26	7.06	7.06	5.36	0.230	0.9...	0.207	5.000	0.18	0.18	0.207
460: CB-66	CB-66	2+46	6.34	6.34	4.64	0.230	0.9...	0.207	5.000	0.20	0.20	0.207
461: CB-67	CB-67	1+52	5.48	5.48	3.78	0.170	0.9...	0.153	5.000	0.15	0.15	0.153
336: CB-21	CB-21	1+48	5.25	5.25	3.55	0.230	0.9...	0.207	5.000	0.15	0.15	0.207
339: CB-24	CB-24	2+91	8.34	8.34	6.64	0.230	0.9...	0.207	5.000	0.15	0.15	0.207
338: CB-23	CB-23	2+91	8.31	8.31	6.61	0.230	0.9...	0.207	5.000	0.15	0.15	0.207
337: CB-22	CB-22	2+08	6.04	6.04	4.34	0.230	0.9...	0.207	5.000	0.15	0.15	0.207
373: CB-58	CB-58	3+64	7.52	7.52	5.82	0.280	0.9...	0.252	5.000	0.17	0.17	0.252
365: CB-50	CB-50	4+26	8.62	8.62	6.92	0.100	0.9...	0.090	5.000	0.11	0.11	0.090
366: CB-51	CB-51	4+62	9.45	9.45	7.75	0.170	0.9...	0.153	5.000	0.15	0.15	0.153
363: CB-48	CB-48	4+94	11.23	11.23	9.53	0.110	0.9...	0.099	5.000	0.10	0.10	0.099
364: CB-49	CB-49	4+89	11.10	11.10	9.30	0.080	0.9...	0.072	5.000	0.09	0.09	0.072
395: CB-60	CB-60	5+66	13.91	13.91	12.21	0.190	0.9...	0.171	5.000	0.14	0.14	0.171
352: CB-37	CB-37	6+50	15.94	15.94	14.24	0.140	0.9...	0.126	5.000	0.12	0.12	0.126
353: CB-38	CB-38	6+86	15.98	15.98	14.28	0.110	0.9...	0.099	5.000	0.12	0.12	0.099
349: CB-34	CB-34	7+61	15.49	15.49	13.79	0.190	0.9...	0.171	5.000	0.14	0.14	0.171
348: CB-33	CB-33	7+63	15.31	15.31	13.61	0.130	0.9...	0.117	5.000	0.17	0.17	0.117
331: CB-16	CB-16	8+20	16.08	16.08	14.38	0.070	0.9...	0.063	5.000	0.14	0.14	0.063
329: CB-14	CB-14	8+50	16.37	16.37	14.67	0.160	0.9...	0.144	5.000	0.13	0.13	0.144
354: CB-39	CB-39	6+04	14.40	14.40	12.70	0.140	0.9...	0.126	5.000	0.14	0.14	0.126
355: CB-40	CB-40	6+15	13.81	13.81	12.11	0.070	0.9...	0.063	5.000	0.09	0.09	0.063
356: CB-41	CB-41	6+47	13.28	13.28	11.58	0.100	0.9...	0.090	5.000	0.10	0.10	0.090
437: CB-64	CB-64	5+22	13.53	13.53	11.79	0.080	0.9...	0.072	5.000	0.09	0.09	0.072
361: CB-46	CB-46	5+42	11.50	11.50	9.80	0.200	0.9...	0.180	5.000	0.14	0.14	0.180
362: CB-47	CB-47	5+71	11.27	11.27	9.57	0.200	0.9...	0.180	5.000	0.17	0.17	0.180
350: CB-35	CB-35	7+95	15.63	15.63	13.93	0.200	0.9...	0.180	5.000	0.17	0.17	0.180

68 of 68 elements displayed

Çizelge 7.12. (Devam) Toplama çukuru hesap çizelgesi

	Label	Station (Calculated ) (m)	Elevation (Ground) (m)	Elevation (Rim) (m)	Elevation (Invert) (m)	Inlet Drainage Area (ha)	Inlet C	Local CA (ha)	Local Flow Time (min)	Depth (In) (m)	Depth (Out) (m)	System CA (ha)
350: CB-35	CB-35	7+95	15.63	15.63	13.93	0.200	0.9...	0.180	5.000	0.17	0.17	0.180
330: CB-15	CB-15	9+83	16.17	16.17	14.47	0.160	0.9...	0.144	5.000	0.15	0.15	0.144
351: CB-36	CB-36	7+48	17.02	17.02	15.32	0.150	0.9...	0.135	5.000	0.14	0.14	0.135
360: CB-45	CB-45	6+46	13.53	13.53	11.83	0.120	0.9...	0.108	5.000	0.12	0.12	0.108
374: CB-59	CB-59	4+39	7.86	7.86	6.16	0.170	0.9...	0.153	5.000	0.15	0.15	0.153
372: CB-57	CB-57	2+64	6.53	6.53	4.83	0.100	0.9...	0.090	5.000	0.10	0.10	0.090
368: CB-53	CB-53	4+12	8.96	8.96	7.26	0.280	0.9...	0.252	5.000	0.21	0.21	0.252
367: CB-52	CB-52	4+18	9.16	9.16	7.46	0.240	0.9...	0.216	5.000	0.16	0.16	0.216
371: CB-56	CB-56	3+97	10.60	10.60	8.90	0.080	0.9...	0.072	5.000	0.22	0.22	0.072
357: CB-42	CB-42	4+45	14.52	14.52	12.82	0.250	0.9...	0.225	5.000	0.22	0.22	0.225
358: CB-43	CB-43	4+83	15.20	15.20	13.50	0.130	0.9...	0.117	5.000	0.11	0.11	0.117
359: CB-44	CB-44	4+81	15.13	15.13	13.43	0.150	0.9...	0.135	5.000	0.12	0.12	0.135
416: CB-62	CB-62	4+57	11.36	11.36	9.66	0.240	0.9...	0.216	5.000	0.16	0.16	0.216
414: CB-61	CB-61	4+61	11.17	11.17	9.47	0.150	0.9...	0.135	5.000	0.12	0.12	0.135
369: CB-54	CB-54	3+34	7.52	7.52	5.82	0.080	0.9...	0.072	5.000	0.20	0.20	0.072
370: CB-55	CB-55	3+34	7.57	7.57	5.87	0.230	0.9...	0.207	5.000	0.15	0.15	0.207
433: CB-63	CB-63	1+44	5.40	5.40	3.70	0.110	0.9...	0.099	5.000	0.10	0.10	0.099
335: CB-20	CB-20	2+22	6.84	6.84	5.14	0.230	0.9...	0.207	5.000	0.18	0.18	0.207
343: CB-28	CB-28	3+17	9.17	9.17	7.47	0.070	0.9...	0.063	5.000	0.09	0.09	0.063
344: CB-29	CB-29	3+17	9.62	9.62	7.92	0.230	0.9...	0.207	5.000	0.15	0.15	0.207
342: CB-27	CB-27	3+51	11.85	11.85	10.15	0.070	0.9...	0.063	5.000	0.08	0.08	0.063
345: CB-30	CB-30	3+84	12.44	12.44	10.74	0.070	0.9...	0.063	5.000	0.13	0.13	0.063
346: CB-31	CB-31	4+30	14.00	14.00	12.30	0.190	0.9...	0.171	5.000	0.14	0.14	0.171
347: CB-32	CB-32	4+62	15.19	15.19	13.49	0.130	0.9...	0.117	5.000	0.11	0.11	0.117
340: CB-25	CB-25	3+74	12.19	12.19	10.49	0.150	0.9...	0.135	5.000	0.12	0.12	0.135
341: CB-26	CB-26	3+73	11.82	11.82	10.12	0.230	0.9...	0.207	5.000	0.18	0.18	0.207
333: CB-18	CB-18	3+07	10.81	10.81	9.11	0.070	0.9...	0.063	5.000	0.13	0.13	0.063
326: CB-11	CB-11	3+40	11.96	11.96	10.26	0.130	0.9...	0.117	5.000	0.22	0.22	0.117
325: CB-10	CB-10	3+69	14.62	14.62	12.92	0.130	0.9...	0.117	5.000	0.13	0.13	0.117
332: CB-17	CB-17	3+94	14.83	14.83	13.13	0.180	0.9...	0.162	5.000	0.13	0.13	0.162
327: CB-12	CB-12	4+28	16.04	16.04	14.34	0.180	0.9...	0.162	5.000	0.13	0.13	0.162
334: CB-19	CB-19	2+58	9.01	9.01	7.31	0.110	0.9...	0.099	5.000	0.10	0.10	0.099
462: CB-68	CB-68	1+03	4.87	4.87	3.17	0.090	0.9...	0.081	5.000	0.09	0.09	0.081

68 of 68 elements displayed

Çizelge 7.13.Menhol hesap çizelgesi

Label	Station (C)	Elevation	Elevation	Elevation	Station (C)	Elevation	Elevation	Elevation	Diameter (mm)
MH-24	3+31	14.82	14.82	13.12					1,500
MH-25	3+06	13.95	13.95	12.25					1,500
MH-7	2+72	11.7	11.7	9.85					1,500
MH-8	2+55	10.52	10.52	8.67					1,500
MH-60	2+53	9.59	9.59	7.89					1,500
MH-9	2+20	8.85	8.85	7.05					1,500
MH-10	1+99	7.8	7.8	5.45					1,500
MH-22	1+49	6.09	6.09	4.29					1,500
MH-23	1+24	5.74	5.74	3.94					1,500
MH-94	0+74	4.99	4.99	3.11					1,500
MH-32	3+79	7.84	7.84	6.14					1,500
MH-33	3+51	7.52	7.52	5.82					1,500
MH-86	3+09	7.13	7.13	5.3					1,500
MH-70	2+59	6.71	6.71	5.01					1,500
MH-71	2+24	6.3	6.3	4.57					1,500
MH-85	1+83	5.97	5.97	4.27					1,500
MH-92	1+34	5.55	5.55	3.61					1,500
MH-58	2+83	8.14	8.14	6.44					1,500
MH-59	2+52	7.11	7.11	5.41					1,500
MH-68	2+02	5.89	5.89	4.19					1,500
MH-57	8+47	16.26	16.26	14.56					1,500
MH-18	8+15	16.22	16.22	14.36					1,500
MH-19	7+91	15.88	15.88	14.18					1,500
MH-69	7+58	15.37	15.37	13.49					1,500
MH-62	7+17	15.26	15.26	13.39					1,500
MH-63	6+84	16.05	16.05	13.21					1,500
MH-79	6+47	15.89	15.89	13.14					1,500
MH-5	6+40	13.11	13.11	11.41					1,500
MH-6	6+25	13.3	13.3	11.36					1,500
MH-1	6+09	14.27	14.27	11.31					1,500
MH-2	5+97	14.81	14.81	10.97					1,500
MH-40	5+57	13.86	13.86	10.9					1,500
MH-3	5+28	13.82	13.82	10.85					1,500
MH-4	5+14	12.76	12.76	9.82					1,500
MH-34	4+86	10.7	10.7	8.7					1,500
MH-55	4+53	10.23	10.23	7.42					1,500
MH-56	4+21	8.72	8.72	6.61					1,500
MH-72	5+63	12.12	12.12	9.55					1,500
MH-90	9+77	16.38	16.38	14.45					1,500
MH-91	9+28	16.12	16.12	14.28					1,500
MH-95	8+78	15.97	15.97	14.12					1,500
MH-74	8+24	15.01	15.01	13.31					1,500
MH-75	7+89	16.03	16.03	13.09					1,500
MH-89	7+40	17.48	17.48	12.97					1,500
MH-93	6+90	14.94	14.94	12.84					1,500
MH-87	6+40	13.64	13.64	11.71					1,500
MH-81	5+98	12.76	12.76	10.96					1,500
MH-66	5+61	12.66	12.66	10.86					1,500
MH-67	5+28	10.53	10.53	8.73					1,500
MH-88	4+78	8.8	8.8	7					1,500
MH-29	4+31	7.83	7.83	5.93					1,500
MH-30	4+03	7.65	7.65	5.75					1,500
MH-31	3+76	7.24	7.24	5.04					1,500
MH-48	3+45	7.19	7.19	4.79					1,500
MH-42	2+95	7.42	7.42	4.74					1,500
MH-43	2+65	7.27	7.27	4.71					1,500
MH-49	4+00	8.96	8.96	7.12					1,500
MH-50	3+69	8.78	8.78	6.98					1,500
MH-73	3+33	8.1	8.1	6.3					1,500
MH-77	4+72	14.95	14.95	13.25					1,500
MH-78	4+36	14.92	14.92	12.79					1,500
MH-76	3+88	11.45	11.45	8.87					1,500
MH-46	4+37	11.01	11.01	9.31					1,500
MH-26	4+07	10.01	10.01	8.31					1,500
MH-27	3+81	9.12	9.12	7.42					1,500

Çizelge 7.13. (Devam) Menhol hesap çizelgesi

Label	Station (C	Elevation	Elevation	Elevation	Diameter (mm)
MH-38	3+52	8.92	8.92	7.22	1,500
MH-35	3+24	7.84	7.84	5.69	1,500
MH-36	2+96	7.11	7.11	5.31	1,500
MH-44	2+62	6.39	6.39	4.29	1,500
MH-45	2+32	6.51	6.51	3.95	1,500
MH-51	1+99	5.95	5.95	3.55	1,500
MH-52	1+69	5.48	5.48	3.08	1,500
MH-54	1+37	5.13	5.13	2.73	1,500
MH-64	4+54	15.04	15.04	13.34	1,500
MH-65	4+21	13.58	13.58	11.88	1,500
MH-82	3+81	12.38	12.38	10.68	1,500
MH-20	3+68	11.83	11.83	10	1,500
MH-21	3+44	11.85	11.85	9.94	1,500
MH-53	3+13	9.34	9.34	7.15	1,500
MH-61	4+21	15.95	15.95	14.25	1,500
MH-13	3+88	14.7	14.7	13	1,500
MH-14	3+65	14.54	14.54	12.84	1,500
MH-41	3+32	12.49	12.49	10.23	1,500
MH-11	3+02	10.68	10.68	8.98	1,500
MH-12	2+81	9.78	9.78	7	1,500
MH-47	2+51	9.32	9.32	6.48	1,500
MH-84	2+10	6.96	6.96	4.7	1,500
MH-83	1+72	6.44	6.44	4.34	1,500
MH-37	1+34	5.32	5.32	3.22	1,500
MH-15	1+06	4.78	4.78	1.98	1,500
MH-16	0+84	5.12	5.12	1.96	1,500
MH-39	0+52	4.77	4.77	1.76	1,500
MH-17	0+23	4.34	4.34	0.42	1,500

Label	Start Node	Invert	Stoo Node	Invert	Diameter (mm)	System Intensity (mm/hr)	Flow (L/s)	Length (Unified) (m)	Slope (Calculated) (1/S)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Elevation Ground (Start) (m)	Elevation Ground (Stop) (m)	Cover (Start) (m)	Cover (Stop) (m)	Velocity (Average) (m/s)
B-144	CB-3	5.29	MH-96	4.81	300.0	69.000	18.97	6.7	300.000	55.83	4.93	4.99	1.40	1.48	0.71
B-145	CB-4	4.98	MH-96	4.81	300.0	69.000	18.97	5.8	12.033	278.77	6.99	6.51	1.40	1.40	2.25
B-96	MH-96	4.81	MH-23	4.04	300.0	68.855	37.86	32.9	35.381	162.57	6.68	6.51	1.40	1.40	1.54
B-147	CB-5	5.60	MH-10	5.55	300.0	69.000	18.97	13.4	42.912	147.62	6.51	5.74	1.40	1.40	1.75
B-148	CB-8	10.34	MH-7	9.95	300.0	69.000	20.69	7.6	300.000	55.83	7.30	7.80	1.40	1.95	0.71
B-149	CB-9	13.47	MH-24	13.12	300.0	69.000	20.69	9.8	19.343	219.87	12.04	11.70	1.40	1.45	1.95
B-100	CB-13	14.44	MH-80	14.41	300.0	69.000	31.04	10.4	27.736	183.62	15.17	14.82	1.40	1.40	1.72
B-64	MH-80	14.41	MH-28	14.03	300.0	68.531	30.83	36.6	300.000	55.83	16.14	16.17	1.40	1.47	0.81
B-16	MH-28	14.03	MH-24	13.12	300.0	67.440	30.34	26.8	96.956	178.11	15.73	14.82	1.40	1.40	1.88
B-14	MH-24	13.12	MH-25	12.25	300.0	66.917	50.17	25.6	29.479	178.90	14.82	13.95	1.40	1.40	2.17
B-50	MH-25	12.25	MH-7	9.95	300.0	66.484	49.85	33.2	29.217	178.90	14.82	13.95	1.40	1.45	2.79
B-5	MH-7	9.85	MH-8	8.67	400.0	66.048	69.33	17.7	14.473	254.18	13.95	11.70	1.40	1.45	2.95
B-56	MH-8	8.67	MH-9	7.05	400.0	65.828	69.10	34.7	14.982	538.05	11.70	10.52	1.45	1.45	2.95
B-154	CB-7	7.96	MH-60	7.89	300.0	69.000	18.97	11.9	21.496	449.18	10.52	8.85	1.45	1.40	2.59
B-153	CB-6	8.21	MH-60	7.89	300.0	69.000	18.97	17.7	176.505	72.79	9.66	9.59	1.40	1.40	0.87
B-43	MH-60	7.89	MH-9	7.15	300.0	68.497	37.66	32.6	55.556	129.74	9.91	9.59	1.40	1.40	1.31
B-6	MH-9	7.05	MH-10	5.45	400.0	65.336	104.50	20.7	44.417	145.10	9.59	8.85	1.40	1.40	1.72
B-91	MH-10	5.45	MH-22	4.29	400.0	65.119	122.06	50.0	12.934	579.08	8.85	7.80	1.40	1.95	3.49
B-13	MH-22	4.29	MH-23	3.94	400.0	64.342	120.60	25.3	43.099	317.22	7.80	6.09	1.40	1.40	2.36
B-87	MH-23	3.94	MH-94	3.11	400.0	63.866	154.82	50.0	71.674	245.99	6.09	5.74	1.40	1.40	1.95
B-94	MH-94	3.11	MH-17	1.42	400.0	63.038	170.15	50.6	60.089	268.66	5.74	4.99	1.40	1.48	2.21
B-150	CB-1	2.89	MH-39	2.86	300.0	69.000	18.97	9.1	30.079	379.72	4.99	4.34	1.48	2.51	2.94
B-19	MH-32	6.14	MH-33	5.82	300.0	69.000	0.00	27.7	300.000	55.83	4.59	4.77	1.40	1.61	0.71
B-75	MH-33	5.82	MH-86	5.30	300.0	69.000	0.00	42.1	87.616	103.31	7.84	7.52	1.40	1.40	0.00
B-164	CB-65	5.36	MH-86	5.30	300.0	69.000	39.66	17.1	80.824	107.56	7.52	7.13	1.40	1.53	0.00
B-82	MH-86	5.30	MH-70	5.01	300.0	68.270	39.24	50.0	300.000	55.83	7.06	7.13	1.40	1.53	0.86
B-57	MH-70	5.01	MH-71	4.57	300.0	66.550	38.25	35.1	169.262	74.33	7.13	6.71	1.53	1.40	1.07
B-163	CB-66	4.64	MH-71	4.57	300.0	69.000	39.66	22.3	80.146	108.02	6.71	6.30	1.40	1.43	1.40
B-71	MH-71	4.57	MH-85	4.27	300.0	65.629	75.45	40.2	300.000	55.83	6.34	5.97	1.40	1.43	0.86
B-83	MH-85	4.27	MH-92	3.71	300.0	64.533	74.19	50.0	132.294	84.07	6.30	5.97	1.43	1.40	1.35
B-162	CB-67	3.78	MH-92	3.71	300.0	69.000	29.32	18.6	90.547	101.62	5.97	5.55	1.40	1.54	1.57
B-84	MH-92	3.61	MH-16	2.96	400.0	63.365	99.77	50.0	300.000	55.83	5.48	5.55	1.40	1.54	1.57
B-140	CB-21	3.55	MH-54	3.43	300.0	69.000	39.66	10.1	76.654	237.87	5.55	5.12	1.54	1.76	1.81
B-139	CB-24	6.64	MH-58	6.44	300.0	69.000	39.66	7.9	85.779	104.41	5.25	5.13	1.40	1.40	1.38
B-138	CB-23	6.61	MH-58	6.44	300.0	69.000	39.66	7.9	39.442	153.97	8.34	8.14	1.40	1.40	1.83
B-42	MH-58	6.44	MH-59	5.41	300.0	68.834	79.13	31.7	44.144	145.54	8.31	8.14	1.40	1.40	1.75
									30.848	174.11	8.14	7.11	1.40	1.40	2.40

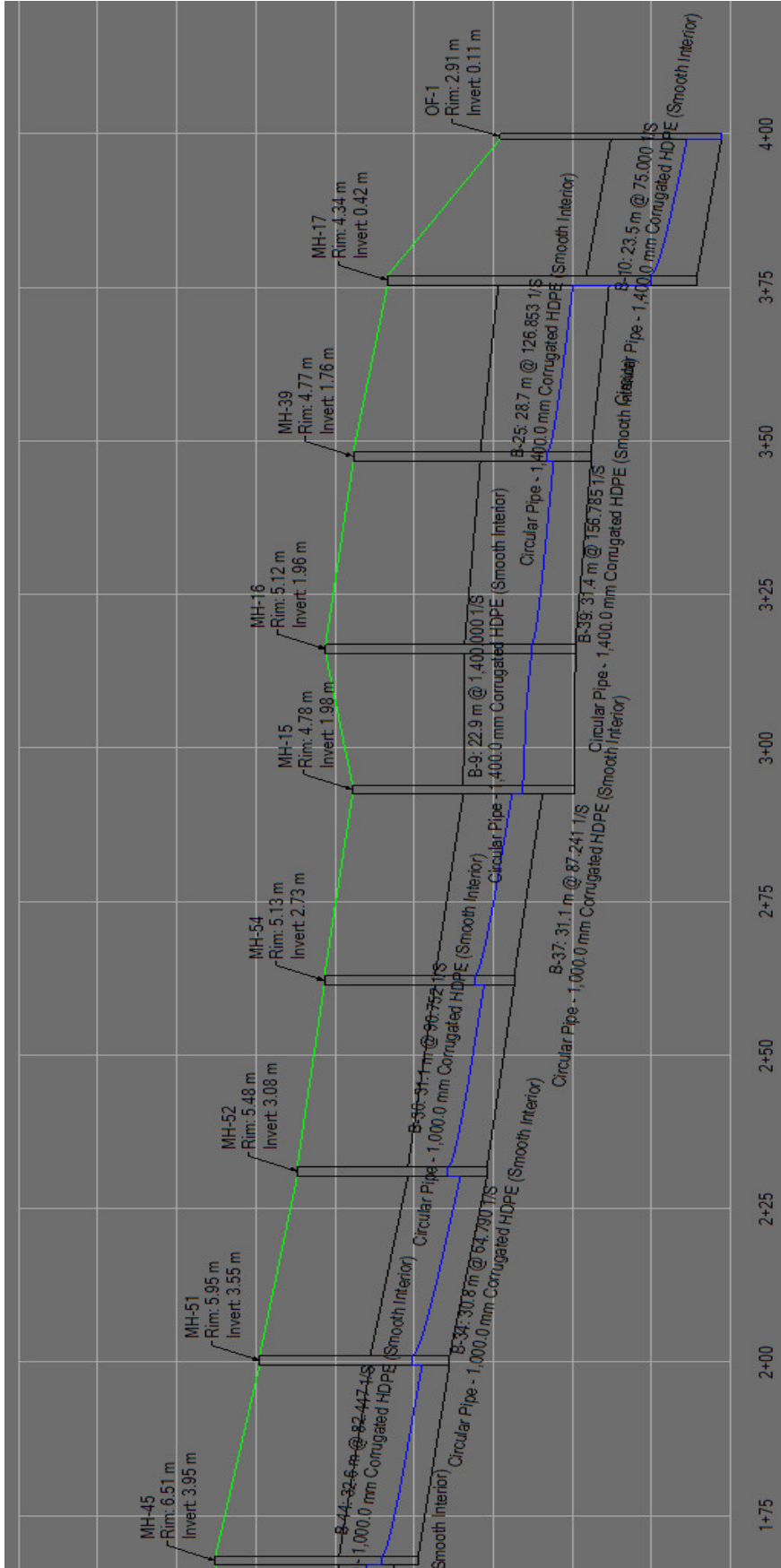
Çizelge 7.14. Boru hesap çizelgesi







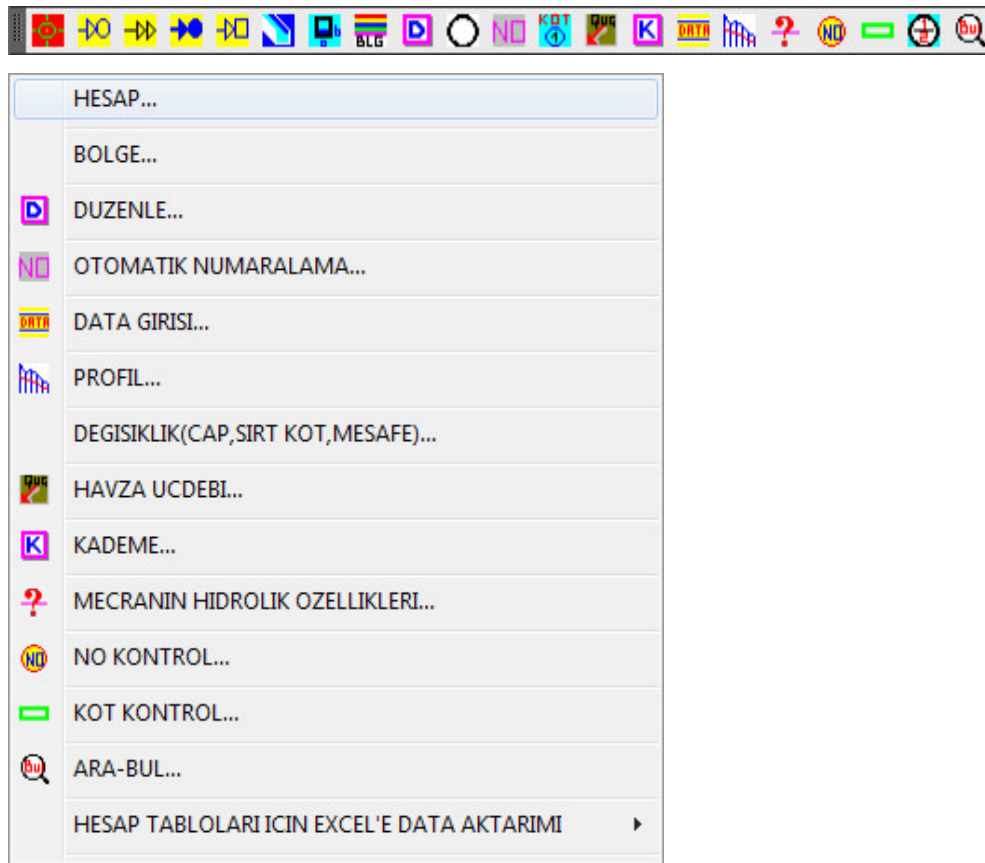




Şekil 7.58. StormCADprofil görüntümü

## 7.9. AutoCAD Lisp Programı İle Yağmursuyu Şebekesi Çözümü

AutoCAD lisp programı ile yağmur suyu şebekesi çözümünün, lisp programı ile kanalizasyon şebekesi çözümünden tek farkı havza alanları oluşturulması ve akış katsayıları ile havza büyüklüklerinin, havzalardan toplanan suyun hangi menhollere döküleceğinin programa veri olarak girilmesidir. Bu bağlamda yağmur suyu şebekesi çözümü yapılırken izleyeceğimiz yollar aynıdır. Önce arazi eğimine göre güzergah belirlenip, hatlar çizilerek işleme başlanır. Çözüm yaparken kullanılan menü ve komutlar aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi kanalizasyon menü ve komutlarıyla birebir örtüşmektedir.

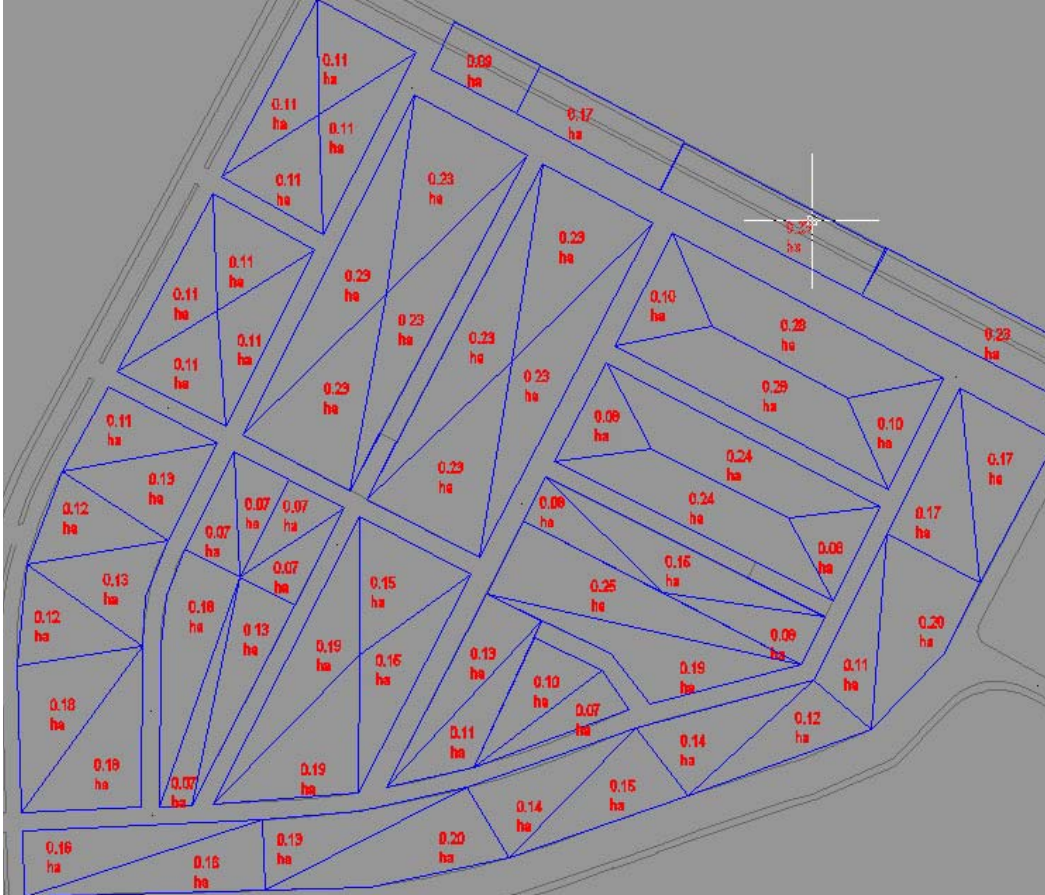


Şekil 7.59. Menü çubuğu ve komut satırı

Hatlar çizildikten sonra menü sekmesinde görülen komutlardan ilk olarak düzenleme yapılır. Düzenleme işlemi sonlandıktan sonra komut satırındaki komutlar yardımı ile her

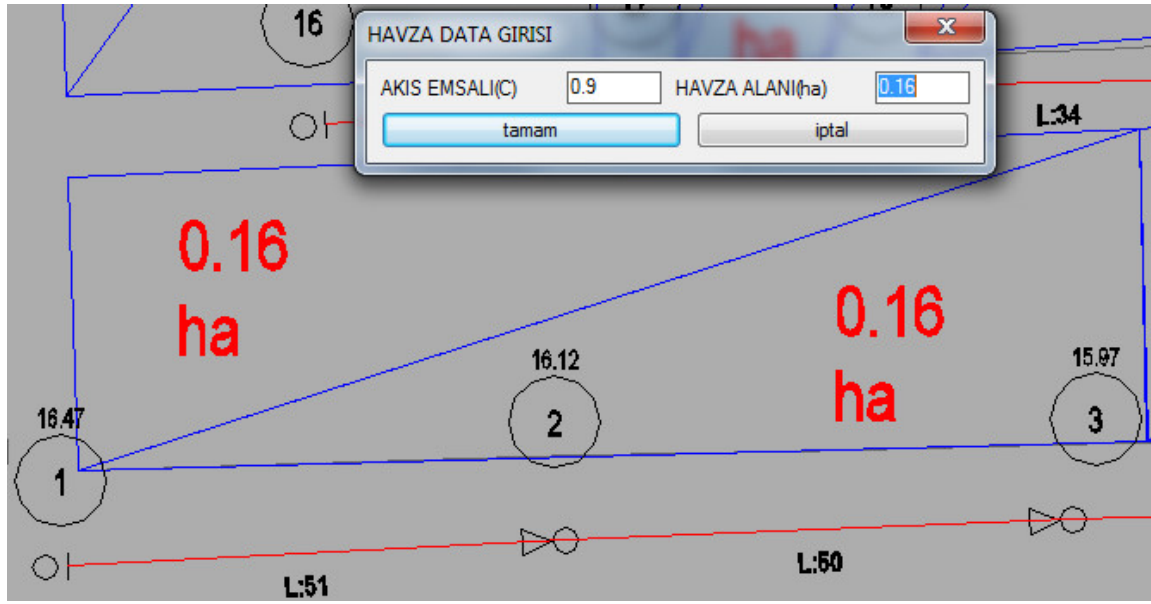
bir menholün yanına baca numarasını belirlemek için daire konulur ve otomatik numaralandırma işlemi başlatılır. Numaralama işlemi tamamlandıktan sonraki aşama ise zemin kotlarının girilmesidir. Yine aynı şekilde üçgen model hatların üzerinde olduğu halde sırasıyla “KOT”, “KOTYAZ2” komutları ile zemin kotları otomatik olarak program tarafından okunur ve dairelerin üzerine yazılır. Bu işlemler sonlandırıldıktan sonra yağmur suyu şebekesinin asıl noktası olan havza ayırma ve akış katsayılarının belirlenmesi işlemine geçilir.

Lisp programında havza alanlarını belirlemek için her hangi bir çizim programında parselleri üçgen bölgelere ayırıyoruz. Bu mektup şeklinde değişik şekillerde, değişik poligon şekilleri olarak yaklaşık eşit değerlerde oluşturulan bölgelerdir. Aşağıdaki şekilde çalışma alanının ayrılmış görünümü yer almaktadır.



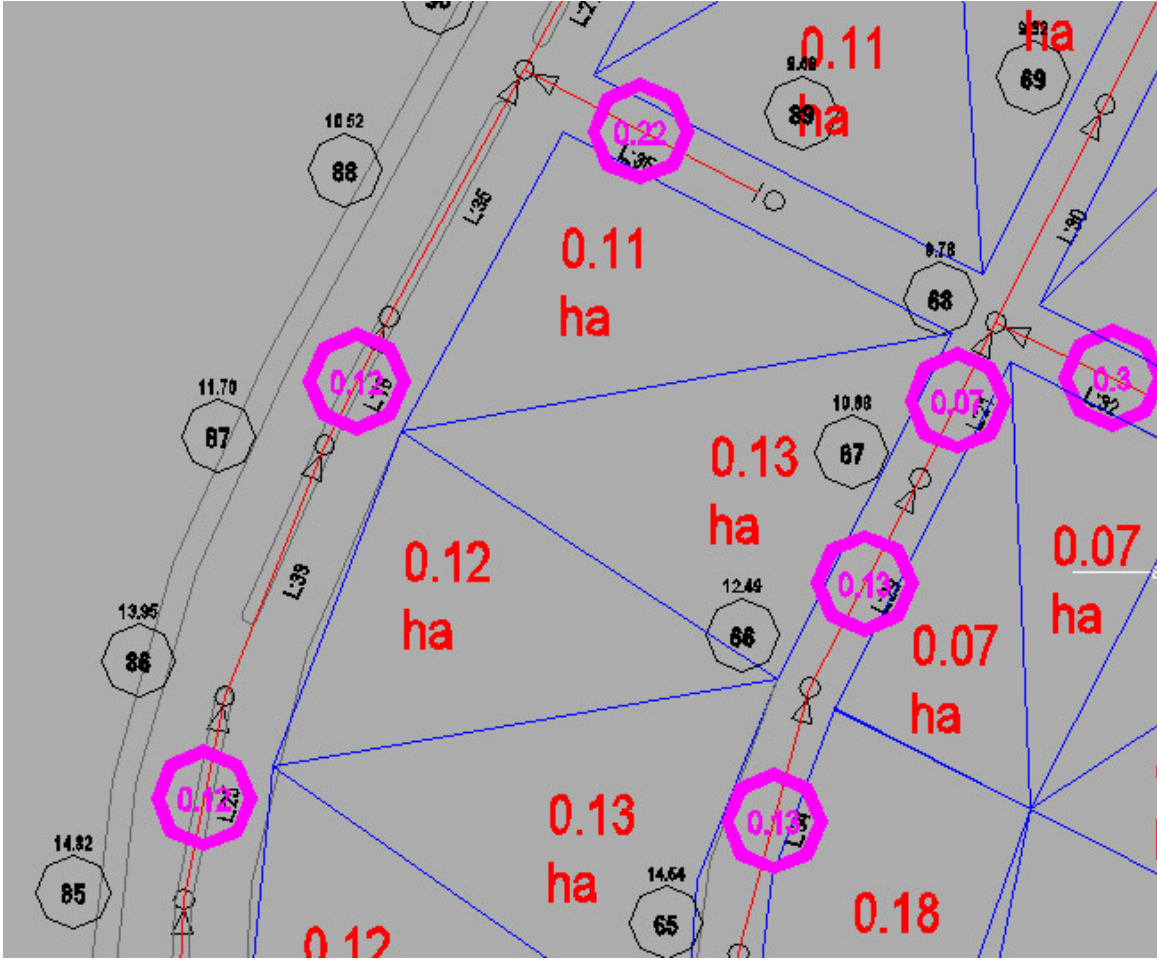
Şekil 7.60. Havza alanları

Havza alanlarının belirlenmesinden sonra ise bu havzalardan toplanan suların yüzde kaç oranında toprağa sızacağı, yüzde kaç oranında hatta toplanacağını belirlemek amacı ile havza alanı ile birlikte, havzanın akış katsayısı değeri programa girilir. Bu katsayıların daha önceki bölümlerde Çizelge4.4’ te de gösterilen değer aralıklarında seçilmesi gereklidir. Bu noktada çeşitli değerler girilebilir. Bu sebeple toplanan suyun tamamına yakın bir bölümünün sızmadan şebekeye dahil olacağını düşünmek adına akış katsayı değeri 0.9 olarak kabul edilmiştir. Program üzerinde suyun toplanacağı doğru üzerine gelip menü çubuğunda “uç debi” butonuna basıldığında girmemiz gereken değerlerin gösterildiği bir sekme açılacaktır. Bu sekmeye tüm akış alanları toplanacak şekilde havza alanları ve akış katsayısı değerleri girilir.



Şekil 7.61. Havza alanı ve akış katsayısı değerlerinin girilmesi

Akış katsayıları ve havza alanları programa girildikten sonraki görünüm aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 7.62. Havza alanı ve akış katsayısı değerlerinin görünümü

Bu işlem de tamamlandıktan sonra “data girişi” yapılarak programa girilen değerler program tarafından hesap için işlenir. Hesap kriterlerinin ve çözümün yapılması için “Hesap” komutu girilir. Hesap komutu girildiğinde çözümde kullanılacak proje kriterlerinin girileceği alan açılır. Buraya ilgili kriterler girilir. Hesap bölümüne geçildiğinde ise, daha önce de kullanılan IDF eğri değerlerinden istenilen değer aralığına göre çözüm alınabilmektedir. StormCAD programında IDF eğrisi, mevcut yağış yüksekliği değerlerinden oluşturulabilirken, lisp programı ile bu değerlerden yağış aralıkları seçerek mm/hr cinsinden bir yağış yüksekliği elde edilir. Bulunan bu yağış yüksekliği 2,7 değeri ile çarpıldığında lt/sn/ha cinsinden, hesap yapmak için programa girilecek gibi elde edilir. StormCAD programı ile aynı debi aralığında çözüm yapabilmek

için IDF değerlerinden 10 yıl, 15 dk yağış şiddeti olan 73 mm/hr değerine ulaşmış oluyoruz.  $73 \cdot 2,7 = 197$  lt/sn/ha yağış debisi girilmesi gereklidir.

YAGMURSUYU SEBEKE HESAP PROGRAMI

HIDROLİK HESAP KRİTERLERİ

YAGIS MIKTARI(lt/sn/ha) 197.00

TEKERRUR SURESI(YIL) 10.00

YAGIS SURESI(dak.) 15.00

HESAP SURESI(dak.) 15.00

MINIMUM CAP 300

BAS SIRT KOT 1.40

SON SIRT KOT 1.60

BORU CINSI

(BETON BORU- KUTTER K=0.35)

(PVC,KOLLIGATOR BORU- KUTTER K=0.10)

tamam iptal

Şekil 7.63. Hesap kriterlerinin girilmesi

Boru çap, eğim ve doluluk değerleri ise bir sonraki adımda belirlenir. Yağmursuyu şebekesi hesabı yapıldıktan sonra yine menüden Hidrolik hesap cetveli aktarımı yapılır ve böylelikle hidrolik hesaplar kontrol edilir. Profil alma işlemi yine menüden profil komutu ile çalıştırıldıktan sonra profillerde otomatik olarak program tarafından oluşturulur.

HIDROLİK HESAP KRİTERLERİ				
CAP(mm)	MINIMUM EGİM	MAKSİMUM EGİM	DOLULUK ORANI	
1	300	300	10	90
2	400	400	10	90
3	500	500	10	90
4	600	600	10	90
5	800	800	25	90
6	1000	1000	25	90
7	1200	1200	50	90
8	1400	1400	50	90
9	1600	1600	75	90
10	1800	1800	75	90
11	2000	2000	100	90
12	2200	2200	100	90
13	2400	2400	100	90
14	2600	2600	125	90
15	2800	2800	125	90
16	3000	3000	125	90
17	3200	3200	125	90
18	3400	3400	125	90

tamam iptal

Şekil 7.64. Çap, eğim ve dolulukların girilmesi

Baca No	K	Bu	ve	Ak	Top	T	Ak	Hes	Ma	Se	V	Dolu	g	Uzunluk L	Akış Zamanı	Zemin Kotları	Mecra iç üst mük. Kotu	Mecra Taban Kotu	Mecra Sırt	Düşünceler				
	ha	-	-	ha	mm	mm	lt/sn/ha	lt/sn	1/a	m/sn	lt/sn	%	m	w	dak	Başla	Sonda	Başla	Sonda	Başla	Sonda			
1	0.160	Basılangıç	0.90	0.144	15.00	197.00	28.37	93	300	1.48	130.36	31.8	0.10	51	0.57	16.47	16.12	14.77	14.22	1.40	1.60	-		
2	0.144	1	0.90	0.144	15.58	192.39	27.70	333	300	0.92	88.89	44.4	0.13	50	0.90	16.12	15.97	14.22	14.07	1.60	1.60	-		
3	0.144	2	0.90	0.144	16.48	185.58	26.72	55	300	1.76	169.51	27.2	0.08	53	0.50	15.97	15.01	14.07	13.11	1.60	1.60	-		
4	0.144	3	0.90	0.144	16.98	181.99	26.21	400	300	0.85	62.86	45.4	0.14	36	0.70	15.01	16.03	13.11	13.02	1.60	2.71	-		
5	0.324	4	0.90	0.324	17.68	177.19	57.41	400	300	1.01	62.86	75.5	0.23	48	0.79	16.03	17.48	13.02	12.90	2.71	4.28	-		
6	0.459	5	0.90	0.459	18.48	172.07	78.98	1000	500	0.80	155.23	50.9	0.25	50	1.05	17.48	14.94	12.70	12.65	4.28	1.79	-		
7	0.459	6	0.90	0.459	19.52	165.76	76.08	50	500	2.34	694.20	22.7	0.11	50	0.36	14.94	13.64	12.50	11.50	1.94	1.64	.15 m.Sut		
8	0.567	7	0.90	0.567	19.88	163.72	92.83	50	500	2.47	694.20	24.8	0.12	42	0.28	13.64	12.76	11.50	10.66	1.64	1.60	-		
9	0.567	8	0.90	0.567	20.16	162.12	91.92	370	500	1.20	255.19	41.9	0.21	37	0.51	12.76	12.66	11.06	10.66	1.60	1.60	-		
10	0.567	9	0.90	0.567	20.68	159.31	90.33	50	500	2.44	694.20	24.4	0.12	33	0.23	12.66	10.53	9.09	8.43	3.07	1.60	1.47 m.Sut		
11	0.200	Basılangıç	0.50	0.100	15.00	197.00	19.70	20	300	2.31	281.10	17.9	0.05	38	0.27	12.27	10.53	10.87	8.93	10.57	8.63	1.40	1.60	
12	0.200	41193	0.90	0.847	20.90	158.11	133.92	50	500	2.74	694.20	29.9	0.15	50	0.30	10.53	8.80	8.17	7.17	7.67	6.67	2.36	1.63	.76 m.Sut
13	0.847	12	0.90	0.847	21.21	156.52	132.57	50	500	2.74	694.20	29.9	0.15	47	0.29	8.80	7.83	7.17	6.23	6.67	5.73	1.63	1.60	-
14	1.000	13	0.90	1.000	21.49	155.05	155.05	156	500	1.89	393.01	43.9	0.22	28	0.25	7.83	7.65	6.23	6.05	5.73	5.55	1.60	1.60	-
15	1.000	14	0.90	1.000	21.74	153.81	153.81	68	500	2.55	595.27	35.1	0.18	28	0.18	7.65	7.24	6.05	5.64	5.55	5.14	1.60	1.60	-
16	0.144	Basılangıç	0.90	0.144	15.00	197.00	28.37	170	300	1.19	96.42	37.5	0.11	34	0.48	16.22	16.22	14.82	14.62	14.52	14.32	1.40	1.60	-
17	0.207	16	0.90	0.207	15.48	193.17	39.99	71	300	1.80	149.19	35.5	0.11	24	0.22	16.22	15.88	14.82	14.28	14.32	13.98	1.60	1.60	-
18	0.207	17	0.90	0.207	15.70	191.43	39.63	67	300	1.84	153.58	35.1	0.11	34	0.31	15.88	15.37	14.28	13.77	13.98	13.47	1.60	1.60	-
19	0.495	18	0.90	0.495	16.01	189.07	93.59	373	500	1.20	254.16	42.4	0.21	41	0.57	15.37	15.26	13.77	13.66	13.27	13.16	1.60	1.60	-
20	0.495	19	0.90	0.495	16.58	184.87	91.51	660	500	0.96	191.07	48.9	0.24	33	0.57	15.26	16.05	13.66	13.61	13.16	13.11	1.60	2.44	-
21	0.594	20	0.90	0.594	17.15	180.83	107.41	1200	600	0.80	230.42	48.4	0.29	36	0.75	16.05	15.89	13.61	13.58	13.01	12.98	2.44	2.31	-
22	0.720	21	0.90	0.720	17.89	175.81	126.58	135	600	1.87	688.99	29.5	0.18	50	0.45	15.89	14.81	13.58	13.21	12.98	12.61	2.31	1.60	-
23	0.090	Basılangıç	0.90	0.090	15.00	197.00	17.73	340	300	0.81	68.18	35.1	0.11	17	0.35	13.13	13.30	11.73	11.68	11.43	11.38	1.40	1.62	-
24	0.090	23	0.90	0.090	15.35	194.18	17.48	400	300	0.77	62.86	36.5	0.11	16	0.35	13.30	14.27	11.68	11.64	11.38	11.34	1.62	2.63	-

Çizelge 7.15. AutoCAD Lisp programı yağmursuyu hesap çizelgesi

Çizelge 7.15. (Devam) AutoCAD Lisp programı yağmursuyu hesap çizelgesi

Baş	Sıra	Kısm	Bu Kısmın Alanı	Verilen Alan	Akış Sırası	Akış Hızı	Toplam Akış Hızı	Zemin Yüksekliği	Akış Yüksekliği	Akış Alanı	Hesap Alanı	Mecra Çapı	Mecra Dış Çapı	V	Q	Doluluk	Su Yü.	Uzunluk	Zemin Kotları		Mecra iç üst müv. Kotu		Mecra Taban Kotu		Mecra Sirt Derinliği		Düşüncüler
																			Başta	Sonda	Başta	Sonda	Başta	Sonda	Başta	Sonda	
25	26	1	0.070	24	0.90	0.153	15.70	191.45	29.29	400	300	0.88	62.86	48.4	0.15	12	0.23	14.27	14.81	11.64	11.61	11.34	11.31	2.63	3.20	-	
26	27	1	0.140	22-25	0.90	0.999	18.34	172.94	172.76	1333	600	0.86	218.63	67.3	0.40	40	0.78	14.81	14.09	13.82	11.58	11.35	10.98	10.75	2.51	2.47	1.60 m.Sut
27	28	1	0.190	26	0.90	1.170	19.12	168.16	196.74	126	600	2.15	711.11	36.0	0.22	29	0.22	14.09	13.82	11.58	11.35	10.98	10.75	2.51	2.47	-	
28	29	1	0.080	27	0.90	1.170	19.34	168.82	195.18	74	600	2.61	927.91	31.3	0.19	14	0.09	13.82	12.76	11.35	11.16	10.75	10.56	2.47	1.60	-	
29	30	1	0.190	28	0.90	1.242	19.43	166.30	206.54	76	600	2.64	915.62	32.7	0.20	28	0.18	12.76	10.70	9.17	8.80	8.57	8.20	3.59	1.90	1.99 m.Sut	
30	31	1	0.190	29	0.90	1.413	19.61	165.27	233.53	194	600	1.93	573.09	44.9	0.27	33	0.28	10.70	10.23	8.80	8.63	8.20	8.03	1.90	1.60	-	
31	32	1	0.170	30	0.90	1.566	19.89	163.64	256.26	76	600	2.80	915.62	36.5	0.22	31	0.18	10.23	8.72	7.53	7.12	6.93	6.52	2.70	1.60	1.10 m.Sut	
32	33	1	0.100	31	0.90	1.656	20.08	162.60	269.27	75	600	2.84	921.70	37.5	0.22	46	0.27	8.72	7.24	6.25	5.64	5.65	5.04	2.47	1.60	0.87 m.Sut	
33	34	1	0.280	33	0.90	2.656	21.92	152.90	406.10	620	650	1.36	396.85	84.2	0.55	31	0.38	7.24	7.19	5.64	5.59	4.99	4.94	1.60	1.60	-	
34	35	1	0.280	34	0.90	2.908	22.30	151.05	439.24	1667	800	0.95	421.04	86.7	0.69	50	0.88	7.19	7.42	5.59	5.56	4.79	4.76	1.60	1.60	-	
35	36	1	0.280	35	0.90	2.908	23.18	146.93	427.27	1500	800	1.01	443.86	78.8	0.63	30	0.50	7.42	7.27	5.56	5.54	4.76	4.74	1.86	1.73	-	
36	50	1	0.280	36	0.90	2.908	23.68	144.69	420.77	100	800	2.84	1719.06	34.1	0.27	34	0.20	7.27	6.51	4.78	4.44	3.98	3.64	2.49	2.07	0.76 m.Sut	
37	38	1	0.280	37	0.90	0.252	15.00	197.00	49.64	136	300	1.50	107.80	47.9	0.14	38	0.42	15.00	14.92	13.60	13.32	13.30	13.02	1.40	1.60	-	
38	39	1	0.250	37	0.90	0.477	15.42	193.59	92.34	14	300	4.09	335.98	36.0	0.11	48	0.20	14.92	11.45	13.32	9.85	13.02	9.55	1.60	1.60	-	
39	43	1	0.080	38	0.90	0.549	15.62	192.05	105.44	14	300	4.20	335.98	39.0	0.12	36	0.14	11.45	8.92	9.85	7.32	9.55	7.02	1.60	1.60	-	
40	41	1	0.390	Baslangic	0.90	0.351	15.00	197.00	69.15	26	300	3.02	246.54	36.5	0.11	32	0.18	11.05	10.01	9.65	8.41	9.35	8.11	1.40	1.60	-	
41	42	1	0.390	40	0.90	0.351	15.18	195.56	68.64	29	300	2.87	233.44	37.5	0.11	26	0.15	10.01	9.12	8.41	7.52	8.11	7.22	1.60	1.60	-	
42	43	1	0.390	41	0.90	0.351	15.33	194.35	68.22	145	400	1.57	224.63	38.0	0.15	29	0.31	9.12	8.92	7.52	7.32	7.12	6.92	1.60	1.60	-	
43	44	1	0.390	39-42	0.90	0.900	15.76	190.94	171.85	26	400	3.79	530.95	39.5	0.16	28	0.12	8.92	7.84	7.32	6.24	6.92	5.84	1.60	1.60	-	
44	48	1	0.310	43	0.90	1.179	15.88	190.00	224.01	36	400	3.58	451.22	50.4	0.20	28	0.13	7.84	7.11	6.24	5.47	5.84	5.07	1.60	1.64	-	
45	46	1	0.520	Baslangic	0.90	0.468	15.00	197.00	92.20	110	400	1.88	258.14	41.4	0.17	33	0.29	8.96	8.86	7.56	7.26	7.16	6.86	1.40	1.60	-	
46	47	1	0.460	44	0.90	0.468	15.29	194.63	91.09	47	400	2.56	394.91	33.2	0.13	36	0.23	8.86	8.10	7.26	6.50	6.86	6.10	1.60	1.60	-	
47	48	1	0.460	45	0.90	0.468	15.53	192.78	90.22	37	400	2.79	445.08	30.8	0.12	38	0.23	8.10	7.11	6.50	5.47	6.10	5.07	1.60	1.64	-	
48	49	1	0.100	44-47	0.90	1.647	16.02	189.01	311.30	50	500	3.45	694.20	47.4	0.24	34	0.16	7.11	6.39	5.47	4.79	4.97	4.29	1.64	1.60	-	
49	50	1	0.230	46	0.90	1.737	16.18	187.78	326.17	1500	700	0.92	310.88	47.4	0.61	30	0.55	6.39	6.51	4.79	4.77	4.09	4.07	1.60	1.74	-	
50	51	1	0.230	36-49	0.90	4.645	23.88	143.82	668.03	100	800	3.21	1719.06	43.4	0.35	33	0.17	6.51	5.95	4.44	4.11	3.64	3.31	2.07	1.84	0.33 m.Sut	
51	55	1	0.460	50	0.90	4.852	24.05	143.07	694.18	100	800	3.24	1719.06	44.4	0.36	31	0.16	5.95	5.48	4.11	3.80	3.31	3.00	1.84	1.68	-	
52	53	1	0.460	Baslangic	0.90	0.414	15.00	197.00	81.56	26	300	3.12	246.54	39.9	0.12	34	0.18	8.20	7.11	6.80	5.51	6.50	5.21	1.40	1.60	-	
53	54	1	0.460	52	0.90	0.414	15.18	195.52	80.95	41	300	2.65	196.33	44.9	0.13	50	0.31	7.11	5.89	5.51	4.29	5.21	3.99	1.60	1.60	-	
54	55	1	0.460	53	0.90	0.414	15.50	193.01	79.91	67	300	2.19	153.58	51.4	0.15	33	0.25	5.89	5.48	4.29	3.80	3.99	3.50	1.60	1.68	-	
55	56	1	0.460	51-54	0.90	5.266	24.21	142.38	749.80	100	800	3.31	1719.06	46.4	0.37	31	0.16	5.48	5.13	3.80	3.49	3.00	2.69	1.68	1.64	-	
56	73	1	0.230	55	0.90	5.473	24.36	141.72	775.63	100	800	3.34	1719.06	47.4	0.38	31	0.15	5.13	4.78	3.49	3.18	2.69	2.38	1.64	1.60	-	
57	58	1	0.130	Baslangic	0.90	0.117	15.00	197.00	23.05	20	300	2.39	281.10	19.4	0.06	35	0.24	15.11	13.58	13.71	11.98	13.41	11.68	1.40	1.60	-	
58	59	1	0.190	57	0.90	0.288	15.24	195.02	56.17	33	300	2.60	218.83	35.1	0.11	40	0.26	13.58	11.98	11.98	10.78	11.68	10.48	1.60	1.60	-	
59	61	1	0.070	58	0.90	0.351	15.50	192.97	67.73	70	300	2.08	150.25	47.4	0.14	37	0.30	12.38	11.85	10.78	10.25	10.48	9.95	1.60	1.60	-	
60	61	1	0.390	Baslangic	0.90	0.342	15.00	197.00	67.37	113	300	1.73	118.26	54.4	0.16	26	0.25	11.88	11.85	10.48	10.25	10.18	9.95	1.40	1.60	-	

Çizelge 7.15. (Devam) AutoCAD Lisp programı yağmursuyu hesap çizelgesi

Baş	Sıra	K	Bü	Ver	Akis	Topl	T	Z	Akis	Hes	Me	Se	V	D	Döl	D	Uz	Akis	Zemin Kotları		Mecra iç üst mtiv. Kotu		Mecra Taban Kotu		Mecra Sırt Derinliği		Düşünceler
																			Başta	Sonda	Başta	Sonda	Başta	Sonda	Başta	Sonda	
61	62	1	0.070	59-60	0.90	0.756	15.80	190.67	144.14	12	300	4.80	362.90	44.4	0.13	31	0.11	11.85	9.34	10.25	7.74	9.95	7.44	1.60	1.60	-	
62	63	1	0.300	61	0.90	1.026	15.91	189.84	194.78	1067	550	0.93	193.76	82.8	0.46	32	0.57	9.34	9.78	7.74	7.71	7.19	7.16	1.60	2.07	-	
63	64	1	0.180	Başlangıç	0.90	0.162	15.00	197.00	31.91	23	300	2.54	262.13	24.0	0.07	35	0.23	16.03	14.70	14.63	13.10	14.33	12.80	1.40	1.60	-	
64	65	1	0.180	63	0.90	0.324	15.23	195.13	63.22	144	400	1.55	225.61	36.5	0.15	23	0.25	14.70	14.54	13.10	12.94	12.70	12.54	1.60	1.60	-	
65	66	1	0.130	64	0.90	0.441	15.48	193.16	85.18	25	400	3.17	541.47	27.2	0.11	34	0.18	14.54	12.49	12.25	10.89	11.85	10.49	2.29	1.60	.69 m.Sut	
66	67	1	0.130	65	0.90	0.558	15.66	191.76	107.00	25	400	3.37	541.47	30.4	0.12	29	0.14	12.49	10.68	10.24	9.08	9.84	8.68	2.25	1.60	.65 m.Sut	
67	68	1	0.070	66	0.90	0.621	15.80	190.65	118.39	25	400	3.48	541.47	32.2	0.13	21	0.10	10.68	9.78	9.02	8.18	8.62	7.78	1.66	1.60	.06 m.Sut	
68	69	1	62-67		1.647	16.48	185.57	305.63	1500	700	0.92	310.88	80.8	0.57	30	0.54	9.78	9.32	7.71	7.69	7.01	6.99	2.07	1.63	.47 m.Sut		
69	70	1	0.110	68	0.90	1.746	17.02	181.70	317.24	100	700	2.64	1204.05	35.1	0.25	40	0.25	9.32	6.96	5.43	5.03	4.73	4.33	3.89	1.93	2.26 m.Sut	
70	71	1	0.230	69	0.90	1.953	17.27	179.95	351.44	100	700	2.73	1204.05	37.5	0.26	39	0.24	6.96	6.44	5.03	4.64	4.33	3.94	1.93	1.80	-	
71	72	1	70	75	1.953	17.51	178.33	348.29	100	700	2.71	1204.05	37.0	0.26	37	0.23	6.44	5.87	4.64	4.27	3.94	3.57	1.80	1.60	-		
72	73	1	0.110	71	0.90	2.052	17.74	176.82	362.83	100	700	2.75	1204.05	38.0	0.27	28	0.17	5.87	4.78	3.46	3.18	2.76	2.48	2.41	1.60	.81 m.Sut	
73	81	1	56-72		7.525	24.52	141.06	1061.51	1150	1200	1.44	1494.57	62.7	0.75	23	0.27	4.78	5.12	3.18	3.16	3.18	3.16	1.98	1.96	1.60	1.96	-
74	75	1	0.230	Başlangıç	0.90	0.207	15.00	197.00	40.78	55	300	1.99	169.51	33.6	0.10	30	0.25	7.87	7.52	6.47	5.92	6.17	5.62	1.40	1.60	-	
75	76	1	74	75	0.207	15.25	194.96	40.36	108	300	1.54	120.97	39.9	0.12	42	0.45	7.52	7.13	5.92	5.53	5.62	5.23	1.60	1.60	-		
76	77	1	75	75	0.207	15.71	191.38	39.62	119	300	1.49	115.24	40.9	0.12	50	0.56	7.13	6.71	5.53	5.11	5.23	4.81	1.60	1.60	-		
77	78	1	0.230	76	0.90	0.414	16.27	187.14	77.47	85	300	1.99	136.35	54.4	0.16	35	0.29	6.71	6.30	5.11	4.70	4.81	4.40	1.60	1.60	-	
78	79	1	77	77	0.414	16.56	184.99	76.59	121	300	1.74	114.28	60.3	0.18	40	0.38	6.30	5.97	4.70	4.37	4.40	4.07	1.60	1.60	-		
79	80	1	0.170	78	0.90	0.567	16.94	182.25	103.34	119	300	1.84	115.24	74.2	0.22	50	0.45	5.97	5.55	4.37	3.95	4.07	3.65	1.60	1.60	-	
80	81	1	0.090	79	0.90	0.648	17.39	179.13	116.08	63	300	2.45	158.38	64.2	0.19	50	0.34	5.55	5.12	3.95	3.16	3.65	2.86	1.60	1.96	-	
81	82	1	73-80		8.173	24.78	139.95	1143.82	163	1200	3.04	3969.84	37.0	0.44	31	0.17	5.12	4.77	3.16	2.97	1.96	1.77	1.96	1.80	-		
82	96	1	0.110	81	0.90	8.272	24.95	139.25	1151.89	126	1200	3.34	4515.24	34.6	0.41	29	0.14	4.77	4.34	2.97	2.74	1.77	1.54	1.80	1.60	-	
83	84	1	0.180	Başlangıç	0.90	0.162	15.00	197.00	31.91	61	300	1.78	160.96	30.4	0.09	39	0.37	16.17	15.73	14.77	14.13	14.47	13.83	1.40	1.60	-	
84	85	1	83	83	0.162	15.37	194.05	31.44	30	300	2.30	229.52	25.2	0.08	27	0.20	15.73	14.82	14.13	13.22	13.83	12.92	12.05	1.60	1.60	-	
85	86	1	0.120	84	0.90	0.270	15.56	192.50	51.98	29	300	2.68	233.44	32.2	0.10	25	0.16	14.82	13.95	13.22	12.35	12.92	12.05	1.60	1.60	-	
86	87	1	85	85	0.270	15.72	191.29	51.85	15	300	3.41	324.58	27.2	0.08	33	0.16	13.95	11.70	12.35	10.10	12.05	9.80	8.62	1.60	1.60	-	
87	88	1	0.120	86	0.90	0.378	15.88	190.05	71.84	15	300	3.67	324.58	32.2	0.10	18	0.08	11.70	10.52	10.10	8.92	9.80	8.62	1.60	1.60	-	
88	90	1	87	87	0.378	15.96	189.43	71.60	21	300	3.28	274.32	35.1	0.11	35	0.18	10.52	8.85	8.92	7.25	8.62	6.95	1.60	1.60	-		
89	90	1	0.220	Başlangıç	0.90	0.198	15.00	197.00	39.01	34	300	2.32	215.59	29.0	0.09	35	0.25	9.68	8.85	8.28	7.25	7.98	6.95	1.40	1.60	-	
90	91	1	88-89		0.576	16.14	188.09	108.34	20	300	3.73	281.10	43.4	0.13	21	0.09	8.85	7.80	7.25	6.20	6.95	5.90	1.60	1.60	-		
91	92	1	0.110	90	0.90	0.675	16.23	187.39	126.49	29	300	3.37	233.44	52.9	0.16	50	0.25	7.80	6.09	6.20	4.49	5.90	4.19	1.60	1.60	-	
92	94	1	91	91	0.675	16.48	185.57	125.26	71	400	2.40	321.30	43.9	0.18	25	0.17	6.09	5.74	4.49	4.14	4.09	3.74	1.60	1.60	-		
93	94	1	0.220	Başlangıç	0.90	0.198	15.00	197.00	39.01	34	300	2.31	215.59	29.0	0.09	34	0.25	6.53	5.74	4.49	4.14	4.83	3.84	1.40	1.60	-	
94	95	1	92-93		0.873	16.65	184.31	160.91	67	400	2.62	330.75	49.4	0.20	50	0.32	5.74	4.99	4.14	3.39	3.74	2.99	1.60	1.60	-		
95	96	1	0.110	94	0.90	0.972	16.97	182.06	176.96	77	400	2.54	308.53	54.4	0.22	50	0.33	4.99	4.34	3.39	2.74	2.99	2.34	1.60	1.60	-	
96	97	1	82-95		9.244	25.10	138.66	1281.78	128	1200	3.44	4479.83	37.0	0.44	23	0.11	4.34	2.91	1.49	1.31	0.29	0.11	2.85	1.60	1.25 m.Sut		



## 8. METRAJLAR

### 8.1. Altyapı Şebekeleri Boru Metrajları

Çizelge8.1. WaterCAD programı ile içme suyu şebekesi boru metrajçizelgesi

Sıra	Adı	Ölçü Birimi	Miktar
1	2	3	4
	<b>LİSP İÇMESUYU METRAJI</b>		
4	Polietilen su borusu Ø225 mm PE100 PN10	m	1028
5	Polietilen su borusu Ø315 mm PE100 PN10	m	979
6	Polietilen su borusu Ø400 mm PE100 PN10	m	550
7	Polietilen su borusu Ø450 mm PE100 PN10	m	833
8	Polietilen su borusu Ø630 mm PE100 PN10	m	427
13	Polietilen dirsek 90° Ø400 mm	Adet	2
	Polietilen dirsek 90° Ø450 mm	Adet	1
14	Polietilen dirsek 45° Ø630 mm	Adet	1
15	Polietilen ucluk 225x225x225	Adet	1
16	Polietilen ucluk 315x225x315	Adet	9
17	Polietilen ucluk 315x315x315	Adet	2
18	Polietilen ucluk 400x225x400	Adet	2
19	Polietilen ucluk 400x315x400	Adet	3
20	Polietilen ucluk 400x400x400	Adet	1
21	Polietilen ucluk 450x315x450	Adet	1
22	Polietilen ucluk 450x450x450	Adet	1
28	Redüksiyon 630/450	Adet	1
29	Redüksiyon 450/400	Adet	2
30	Redüksiyon 400/225	Adet	1
130	Vana Ø225	Adet	12
132	Vana Ø315	Adet	8
135	Vana Ø400	Adet	2
150	Polat flanş Ø225	Adet	27
152	Polat flanş Ø315	Adet	16
153	Polat flanş Ø400	Adet	4
156	Flanş Adaptörü Ø225	Adet	27
157	Flanş Adaptörü Ø315	Adet	16
158	Flanş Adaptörü Ø400	Adet	4
160	Ø225 PE Kortapa parçasinin dosenmesi	Adet	3

Çizelge8.2. AutoCAD Lisp programı ile içme suyu şebekesi boru metrajıçizelgesi

Sıra	Adı	Ölçü Birimi	Miktar
1	2	3	4
	<b>LİSP İÇMESUYU METRAJI</b>		
4	Polietilen su borusu Ø90 mm PE100 PN10	m	451
5	Polietilen su borusu Ø110 mm PE100 PN10	m	997
6	Polietilen su borusu Ø140 mm PE100 PN10	m	219
7	Polietilen su borusu Ø160 mm PE100 PN10	m	204
8	Polietilen su borusu Ø225 mm PE100 PN10	m	125
9	Polietilen su borusu Ø280 mm PE100 PN10	m	595
10	Polietilen su borusu Ø315 mm PE100 PN10	m	212
11	Polietilen su borusu Ø400 mm PE100 PN10	m	592
12	Polietilen su borusu Ø500 mm PE100 PN10	m	398
	Polietilen dirsek 45°Ø500 mm	Adet	1
13	Polietilen dirsek 90°Ø110 mm	Adet	2
14	Polietilen dirsek 90° Ø400 mm	Adet	1
15	Polietilen ucluk 90x90x90	Adet	3
16	Polietilen ucluk 110x110x110	Adet	2
17	Polietilen ucluk 140x90x140	Adet	1
18	Polietilen ucluk 160x90x160	Adet	1
19	Polietilen ucluk 160x110x160	Adet	1
20	Polietilen ucluk 160x160x160	Adet	1
21	Polietilen ucluk 280x90x280	Adet	2
22	Polietilen ucluk 280x110x280	Adet	1
23	Polietilen ucluk 280x225x280	Adet	2
24	Polietilen ucluk 280x280x280	Adet	1
25	Polietilen ucluk 315x110x315	Adet	1
26	Polietilen ucluk 400x315x400	Adet	1
27	Polietilen ucluk 500x400x500	Adet	1

Çizelge8.2.(Devam)AutoCAD Lisp programı ile içme suyu şebekesi boru metrajıçizelgesi

Sıra	Adı	Ölçü Birimi	Miktarı
1	2	3	4
	<b>LİSP İÇMESUYU METRAJI</b>		
28	Redüksiyon 110x90	Adet	1
29	Redüksiyon 140x90	Adet	1
30	Redüksiyon 160x90	Adet	1
31	Redüksiyon 160x110	Adet	2
32	Redüksiyon 225x110	Adet	2
33	Redüksiyon 280x110	Adet	2
34	Redüksiyon 280x140	Adet	1
35	Redüksiyon 315x280	Adet	1
36	Redüksiyon 400x140	Adet	1
37	Redüksiyon 500x280	Adet	1
130	Vana Ø90	Adet	4
132	Vana Ø110	Adet	3
135	Vana Ø315	Adet	1
150	Polat flanş Ø90	Adet	10
152	Polat flanş Ø110	Adet	7
153	Polat flanş Ø315	Adet	2
156	Flanş Adaptörü Ø90	Adet	10
157	Flanş Adaptörü Ø110	Adet	7
158	Flanş Adaptörü Ø315	Adet	2
160	Ø90 PE Kortapa parçasının dosenmesi	Adet	2
161	Ø110 PE Kortapa parçasının dosenmesi	Adet	1

Çizelge8.3. SewerCAD programı ile kanalizasyonşebekesi boru metrajıçizelgesi

Bent	Adı							Ölçü Birimi	Miktarı
1									
<b>SEWER KANALİZASYON METRAJI</b>									
1	<b>Çapına Göre Boru Derinliği ve Uzunlukları</b>							m	
		0-2m	2-3m	3-4m	4-5m	5-6m	6-7m	m	
11	Ø200	949	74	-	-	-	-	m	1023
12	Ø300	366	253	11	-	-	-	m	630
13	Ø400	-	355	100	-	-	-	m	455
14	Ø500	-	580	50	-	-	-	m	630
	Ø600	-	33	-	-	-	-	m	33
15	Ø800	-	271	-	-	-	-	m	271
16	Ø1000	-	79	24	-	-	-	m	103
7	<b>Çapına Göre Menhol Kuyusu Derinliği ve Adetleri</b>								
	Luk	0-2m	2-3m	3-4m	4-5m	5-6m	6-7m	Adet	
71	Ø1000	42	35	1	2	-	-	Adet	80
76	Ø1500	-	9	-	1	-	-	Adet	10

Çizelge8.4. AutoCAD Lisp programı ile kanalizasyonşebekesi boru metrajıçizelgesi

Bent	Adı							Ölçü Birimi	Miktarı
1									
<b>LİSP KANALİZASYON METRAJI</b>									
1	<b>Çapına Göre Boru Derinliği ve Uzunlukları</b>							m	
		0-2m	2-3m	3-4m	4-5m	5-6m	6-7m	m	
11	Ø200	434	885	11	-	-	-	m	1330
12	Ø300	-	427	-	-	-	-	m	427
13	Ø400	-	461	150	-	-	-	m	611
14	Ø500	-	313	121	-	-	-	m	434
15	Ø800	-	300	75	-	-	-	m	375
7	<b>Çapına Göre Menhol Kuyusu Derinliği ve Adetleri</b>								
	Luk	0-2m	2-3m	3-4m	4-5m	5-6m	6-7m	Adet	
71	Ø1000	12	66	10	-	-	-	Adet	88
76	Ø1500	-	12	3	1	-	-	Adet	15

Çizelge8.5. StormCADprogramı ile yağmur suyuşebekesi boru metrajıçizelgesi

Bent	Adı							Ölçü Birimi	Miktarı
1									
	<b>STORM YAĞMURSUYU METRAJI</b>								
1	<b>Çapına Göre Boru Derinliği ve Uzunlukları</b>							m	
		0-2m	2-3m	3-4m	4-5m	5-6m	6-7m	m	
1 1	Ø300	1759	225	12	-	-	-	m	1996
1 2	Ø400	599	254	99	-	-	-	m	952
1 3	Ø500	55	36	50	-	-	-	m	141
1 4	Ø600	213	40	-	-	-	-	m	253
1 5	Ø700	-	205	-	-	-	-	m	205
	Ø800	-	31	-	-	-	-	m	31
	Ø1000	-	239	-	-	-	-	m	239
1 6	Ø1400	-	52	55	-	-	-	m	107
7	<b>Çapına Göre Menhol Kuyusu Derinliği ve Adetleri</b>								
	Luk	0-2m	2-3m	3-4m	4-5m	5-6m	6-7m	Adet	
7 1	Ø1000	55	23	2	-	-	-	Adet	80
7 6	Ø1500	-	9	3	-	-	-	Adet	12

Çizelge8.6. AutoCAD Lisp programı ile yağmur suyuşebekesi boru metrajıçizelgesi

Bent	Adı							Ölçü Birimi	Miktarı
1									
	<b>LİSP YAĞMURSUYU METRAJI</b>								
1	<b>Çapına Göre Boru Derinliği ve Uzunlukları</b>							m	
		0-2m	2-3m	3-4m	4-5m	5-6m	6-7m	m	
1 2	Ø300	1366	102	60	-	-	-	m	1528
1 3	Ø400	33	391	-	-	-	-	m	424
1 4	Ø500	-	423	50	-	-	-	m	473
1 5	Ø600	-	242	97	-	-	-	m	339
1 6	Ø700	-	235	-	-	-	-	m	235
2 2	Ø800	-	206	34	-	-	-	m	204
2 3	Ø1200	-	52	54	-	-	-	m	106
20	<b>Çapına Göre Menhol Kuyusu Derinliği ve Adetleri</b>								
21	Luk	0-2m	2-3m	3-4m	4-5m	5-6m	6-7m	Adet	
22	Ø1000	42	33	9	3	-	-	Adet	87
23	Ø1500	5	3	1	-	-	-	Adet	9

## 8.2. Altyapı Şebekeleri Kazı Metrajları

Çizelge 8.7. WaterCAD Programı ile İçme Suyu Şebekesi Kazı Metrajı Çizelgesi												
Sıra	Adı	Boru Uzunluğu (m)	0-2 m İksasız hendek kazısı		Boru Altı Dolgu (ib4) (m³)	Boru Üzeri Dolgu (ib8) (m³)	Hendek Dolgusu (ib1) (m³)	(1)	(2)	(6)	(7)	(8)
			(1)	(2)								
4	Poliyeten su borusu Ø225 mm PE100 PN10	1028.00	1028.00	1062.05	149.06	275.88	596.24					
5	Poliyeten su borusu Ø315 mm PE100 PN10	979.00	979.00	1208.80	159.58	334.62	638.31					
6	Poliyeten su borusu Ø400 mm PE100 PN10	550.00	550.00	792.00	99.00	227.88	396.00					
7	Poliyeten su borusu Ø450 mm PE100 PN10	833.00	833.00	1443.17	174.93	436.04	699.72					
8	Poliyeten su borusu Ø630 mm PE100 PN10	427.00	427.00	961.13	105.04	302.82	420.17					
1	Poliyeten su borusu Ø90 mm PE100 PN10	451.00	451.00	343.26	53.22	77.17	212.87					
Çizelge 8.8. AutoCADLisp Programı ile İçme Suyu Şebekesi Kazı Metrajı Çizelgesi										53	486.54	
3	Poliyeten su borusu Ø140 mm PE100 PN10	219.00	219.00	187.81	28.03	47.65	112.13					
4	Poliyeten su borusu Ø160 mm PE100 PN10	204.00	204.00	183.11	26.93	48.47	107.71					
5	Poliyeten su borusu Ø225 mm PE100 PN10	125.00	125.00	129.14	18.13	38.52	72.50					
6	Poliyeten su borusu Ø280 mm PE100 PN10	595.00	595.00	686.87	92.82	222.77	371.28					
7	Poliyeten su borusu Ø315 mm PE100 PN10	212.00	212.00	261.76	34.56	88.98	138.22					
8	Poliyeten su borusu Ø400 mm PE100 PN10	592.00	592.00	852.48	106.56	319.68	426.24					
9	Poliyeten su borusu Ø500 mm PE100 PN10	398.00	398.00	744.26	87.56	306.46	350.24					

Çizelge8.9. SewerCAD Programı ile Kanalizasyon Şebekesi Kazı Metrajı Çizelgesi

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
	(m)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	
1	KORUGEØ200	1023.00	1328.6	103.6	0	143.22	254.30	1031.54	
2	KORUGEØ300	630	585.6	404.8	17.6	100.80	207.47	692.66	
3	KORUGEØ400	455	0	639	180	81.90	188.52	536.01	
4	KORUGEØ500	630	0	1276	110	126.00	317.30	923.07	
5	KORUGEØ600	33	0	79.2	0	7.26	19.71	23.96	
6	GRP Ø600	271	0	758.8	0	70.46	216.08	421.99	
7	GRP Ø1000	103	0	268.6	81.6	30.90	104.50	136.26	
8	MENHOL Ø1000	0	164.64	205.8	7.84	31.36	0.00	333.53	
9	MENHOL Ø1500	0	0	97.47	0	7.22	0.00	108.30	
Sıra	Adı	Toplam Boru Uzunluğu (m)	0-2 m iksasız hendek kazısı (m <sup>3</sup> )	2-3 m iksasız hendek kazısı (m <sup>3</sup> )	3-4 m iksasız hendek kazısı (m <sup>3</sup> )	4-5 m iksasız hendek kazısı (m <sup>3</sup> )	Boru Altı Dolgu (ib4)(m <sup>3</sup> )	Boru Üzeri Dolgu (ib8)(m <sup>3</sup> )	Hendek Dolgusu (ib1)(m <sup>3</sup> )

Çizelge8.10. AutoCADLisp Programı ile Kanalizasyon Şebekesi Kazı Metrajı Çizelgesi

1								330.62	1976.94
2	KORUGEØ300	427	0	1024.8		0	68.32	140.62	808.79
3	KORUGEØ400	611	0	1244.7	540	0	109.98	253.16	1408.99
4	KORUGEØ500	434	0	1032.9	532.4	0	86.80	218.58	1240.28
5	GRP Ø800	375	0	1260	420	0	97.50	299.00	1233.23
8	MENHOL Ø1000	0	47.04	388.08	78.4	0	34.50	0.00	469.60
9	MENHOL Ø1500	0	0	129.96	43.32	18.05	11.55	0.00	179.78



## 9. KEŞİFLER

### 9.1. Altyapı Şebekeleri Keşif Çizelgeleri

Çizelge9.1.1. WaterCAD programı ile içme suyu şebekesikeşif çizelgesi

SIRA	POZ NO	YAPILAN İŞİN CİNSİ	BİRİMİ	MİKTARI	B. FİYATI (YTL.)	TUTARI (YTL.)
1	14.16003	Her cins zeminde (0-2 m.) iksasız hendek kazısı yapılması	m <sup>3</sup>	5467.16	17.91	97,916.75
2	15.140/İB-1	Stabilize (08.008) malzeme ile hendek ve temel dolgusu yapılması	m <sup>3</sup>	2750.44	7.19	19,775.63
3	15.140/İB-4	Her katagoride granülometrik kum-çakıl'ın (08.009/İB-2) el ile sıkıştırılarak hendek ve temel taban ıslahı ve boru tabanı yataklanması yapılması	m <sup>3</sup>	687.61	11.61	7,983.14
4	15.140/İB-8	Tuvenan kum-çakıl'ın (08.008/İB) el ile (tokmaklanarak) sıkıştırılarak hendek ve temel taban ıslahı, boru tabanı yataklanması, borunun gömlekleme, hendek ve temel dolgusu yapılması	m <sup>3</sup>	1577.24	7.47	11,781.96
22	özel	Polietilen su borusu Ø225 mm PE100 PN10	M	1028.00	79.827	82,062.16
23	özel	Polietilen su borusu Ø315 mm PE100 PN10	M	979.00	155.6715	152,402.40
24	özel	Polietilen su borusu Ø400 mm PE100 PN10	M	550.00	250.3842	137,711.31
25	özel	Polietilen su borusu Ø450 mm PE100 PN10	M	833.00	317.2371	264,258.50
26	özel	Polietilen su borusu Ø630 mm PE100 PN10	M	427.00	621.9249	265,561.93
<b>TOPLAM</b>						<b>1,039,453.78</b>

Çizelge9.2. AutoCAD Lisp programı ile içme suyu şebekesikeşif çizelgesi

SIRA	POZ NO	YAPILAN İŞİN CİNSİ	BİRİMİ	MİKTARI	B. FİYATI ( YTL. )	TUTARI ( YTL. )
1	14.16003	Her cins zeminde (0-2 m. ) iksasız hendek kazısı yapılması	m <sup>3</sup>	4185.39	17.91	74,960.41
2	15.140/İB-1	Stabilize (08.008) malzeme ile hendek ve temel dolgusu yapılması	m <sup>3</sup>	2277.73	7.19	16,376.89
3	15.140/İB-4	Her katagoride granülömetrik kum-çakıl'ın (08.009/ib-2) el ile sıkıştırılarak hendek ve temel taban ıslahı ve boru tabanı yataklanması yapılması	m <sup>3</sup>	569.43	11.61	6,611.12
4	15.140/İB-8	Tuvenan kum-çakıl'ın (08.008/İB) el ile (tokmaklanarak) sıkıştırılarak hendek ve temel taban ıslahı, boru tabanı yataklanması, borunun gömlekleme, hendek ve temel dolgusu yapılması	m <sup>3</sup>	1338.23	7.47	9,996.57
29	özel	Polietilen su borusu Ø90 mm PE100 PN10	m	451.00	12.9564	5,843.34
30	özel	Polietilen su borusu Ø110 mm PE100 PN10	m	997.00	19.2753	19,217.47
31	özel	Polietilen su borusu Ø140 mm PE100 PN10	m	219.00	30.9042	6,768.02
32	özel	Polietilen su borusu Ø160 mm PE100 PN10	m	204.00	40.3383	8,229.01
33	özel	Polietilen su borusu Ø225 mm PE100 PN10	m	125.00	79.827	9,978.38
34	özel	Polietilen su borusu Ø280 mm PE100 PN10	m	595.00	122.9265	73,141.27
35	özel	Polietilen su borusu Ø315 mm PE100 PN10	m	212.00	155.6715	33,002.36
36	özel	Polietilen su borusu Ø400 mm PE100 PN10	m	592.00	250.3842	148,227.45
37	özel	Polietilen su borusu Ø500 mm PE100 PN10	m	398.00	391.9665	156,002.67
<b>TOPLAM</b>						<b>568,354.94</b>

Çizelge9.3. SewerCAD programı ile kanalizasyon şebekesi keşif çizelgesi

SIRA	POZ NO	YAPILAN İŞİN CİNSİ	BİRİMİ	MİKTARI	B. FİYATI ( YTL. )	TUTARI ( YTL. )
1	14.16003	Her cins zeminde (0-2 m. ) iksasız hendek kazısı yapılması	m <sup>3</sup>	1914.20	17.91	34,283.32
1	14.16003	Her cins zeminde (2-3 m. ) iksasız hendek kazısı yapılması	m <sup>132</sup>	3530.00	18.29	64,563.70
1	14.16003	Her cins zeminde (3-4 m. ) iksasız hendek kazısı yapılması	m <sup>133</sup>	389.20	18.67	7,266.36
2	15.140/İB-1	Stabilize (08.008) malzeme ile hendek ve temel dolgusu yapılması	m <sup>3</sup>	4207.31	7.19	30,250.59
3	15.140/İB-4	Her katagoride granülömetrik kum-çakıl'ın (08.009/ib-2) el ile sıkıştırılarak hendek ve temel taban ıslahı ve boru tabanı yataklanması yapılması	m <sup>3</sup>	599.12	11.61	6,955.78
4	15.140/İB-8	Tuvenan kum-çakıl'ın (08.008/İB) el ile (tokmaklanarak) sıkıştırılarak hendek ve temel taban ıslahı, boru tabanı yataklanması, borunun gömlekleme, hendek ve temel dolgusu yapılması	m <sup>3</sup>	1307.89	7.47	9,769.91
5	14.160040	0-2 mt Paçal Temel Kazısı yapılması	m <sup>3</sup>	164.64	16.24	2,673.75
6	14.160041	2-3 mt Paçal Temel Kazısı yapılması	m <sup>3</sup>	303.27	16.62	5,040.35
7	14.160042	3-4 mt Paçal Temel Kazısı yapılması	m <sup>3</sup>	7.84	17.00	133.28
8	14.160043	4-5 mt Paçal Temel Kazısı yapılması	m <sup>3</sup>	37.65	17.38	654.36
10	özel	KORUGEØ200	m	1023.00	18.83	19,265.95
11	özel	KORUGEØ300	m	630.00	40.64	25,602.70
12	özel	KORUGEØ400	m	455.00	71.86	32,697.21
13	özel	KORUGEØ500	m	630.00	94.19	59,338.19
14	özel	KORUGEØ600	m	33.00	148.54	4,901.77
15	özel	KORUGEØ800	m	271.00	123.71	33,525.41
16	özel	KORUGEØ1000	m	103.00	200.21	20,621.63
<b>TOPLAM</b>						<b>357,544.26</b>

Çizelge9.4. AutoCAD Lisp programı ile kanalizasyonşebekesi keşif çizelgesi

SIRA	POZ NO	YAPILAN İŞİN CİNSİ	BİRİMİ	MİKTARI	B. FİYATI ( YTL. )	TUTARI ( YTL.)
1	14.16003	Her cins zeminde (0-2 m. ) iksasız hendek kazısı yapılması	m <sup>2</sup>	607.60	17.91	10,882.12
1	14.16003	Her cins zeminde (2-3 m. ) iksasız hendek kazısı yapılması	m132	6420.90	18.29	117,438.26
1	14.16003	Her cins zeminde (3-4 m. ) iksasız hendek kazısı yapılması	m133	1523.20	18.67	28,438.14
2	15.140/İB-1	Stabilize (08.008) malzeme ile hendek ve temel dolgusu yapılması	m <sup>2</sup>	7317.62	7.19	52,613.67
3	15.140/İB-4	Her katagoride granülömetrik kum-çakıl'ın (08.009/ib-2) el ile sıkıştırılarak hendek ve temel taban ıslahı ve boru	m <sup>2</sup>	594.85	11.61	6,906.19
4	15.140/İB-8	Tuvenan kum-çakıl'ın (08.008/İB) el ile (tokmaklanarak) sıkıştırılarak hendek ve temel taban ıslahı. boru tabanı	m <sup>2</sup>	1241.98	7.47	9,277.61
5	14.160040	0-2 mt Paçal Temel Kazısı yapılması	m3	47.04	16.24	763.93
6	14.160041	2-3 mt Paçal Temel Kazısı yapılması	m3	518.04	16.62	8,609.82
7	14.160042	3-4 mt Paçal Temel Kazısı yapılması	m3	121.72	17.00	2,069.24
8	14.160043	4-5 mt Paçal Temel Kazısı yapılması	m3	18.05	17.38	313.71
10	özel	KORUGEØ200	m	1330.00	18.83	25,047.62
11	özel	KORUGEØ300	m	427.00	40.64	17,352.94
12	özel	KORUGEØ400	m	611.00	71.86	43,907.68
13	özel	KORUGEØ500	m	434.00	94.19	40,877.42
14	özel	KORUGEØ800	m	375.00	123.71	46,391.25
<b>TOPLAM</b>						<b>410,889.60</b>

Çizelge9.5. StormCAD programı ile yağmur suyu şebekesikeşif çizelgesi

SIRA	POZ NO	YAPILAN İŞİN CİNSİ	BİRİMİ	MİKTARI	B. FİATİ ( YTL. )	TUTARI ( YTL.)
1	14.16003	Her cins zeminde (0-2 m. ) iksasız hendek kazısı yapılması	m³	4524.80	17.91	81,039.17
1	14.16003	Her cins zeminde (2-3 m. ) iksasız hendek kazısı yapılması	m132	3964.80	18.29	72,516.19
1	14.16003	Her cins zeminde (3-4 m. ) iksasız hendek kazısı yapılması	m133	1076.80	18.67	20,103.86
2	15.140/İB-1	Stabilize (08.008) malzeme ile hendek ve temel dolgusu yapılması	m³	7013.36	7.19	50,426.03
3	15.140/İB-4	Her katagoride granülömetrik kum-çakıl'ın (08.009/ib-2) el ile sıkıştırılarak hendek ve temel taban ıslahı ve boru	m³	784.22	11.61	9,104.84
4	15.140/İB-8	Tuvenan kum-çakıl'ın (08.008/İB) el ile (tokmaklanarak) sıkıştırılarak hendek ve temel taban ıslahı, boru tabanı	m³	1844.16	7.47	13,775.88
5	14.160040	0-2 mt Paçal Temel Kazısı yapılması	m3	215.60	16.24	3,501.34
6	14.160041	2-3 mt Paçal Temel Kazısı yapılması	m3	232.71	16.62	3,867.64
7	14.160042	3-4 mt Paçal Temel Kazısı yapılması	m3	59.00	17.00	1,003.00
8	14.160043	4-5 mt Paçal Temel Kazısı yapılması	m3	0.00	17.38	-
10	özel	Ø300	m	1996.00	40.64	81,115.84
11	özel	Ø400	m	952.00	71.86	68,412.62
12	özel	Ø500	m	141.00	94.19	13,280.45
13	özel	Ø600	m	253.00	148.54	37,580.22
14	özel	Ø700	m	205.00	98.62	20,217.10
15	özel	Ø800	m	31.00	123.71	3,835.01
16	özel	Ø1000	m	239.00	200.21	47,850.19
17	özel	Ø1400	m	107.00	363.39	38,882.73
<b>TOPLAM</b>						<b>475,944.19</b>

Çizelge9.6. AutoCAD Lisp programı ile yağmur suyu şebekesikeşif çizelgesi

SIRA	POZ NO	YAPILAN İŞİN CİNSİ	BİRİMİ	MİKTARI	B. FİATİ ( YTL. )	TUTARI ( YTL.)
1	14.16003	Her cins zeminde (0-2 m. ) iksasız hendek kazısı yapılması	m <sup>3</sup>	2245.00	17.91	40,207.95
1	14.16003	Her cins zeminde (2-3 m. ) iksasız hendek kazısı yapılması	m <sup>3</sup>	6615.30	18.29	120,993.84
1	14.16003	Her cins zeminde (3-4 m. ) iksasız hendek kazısı yapılması	m <sup>3</sup>	1446.00	18.67	26,996.82
2	15.140/İB-1	Stabilize (08.008) malzeme ile hendek ve temel dolgusu yapılması	m <sup>3</sup>	7790.70	7.19	56,015.13
3	15.140/İB-4	Her katagoride granülömetrik kum-çakıl'ın (08.009/ib-2) el ile sıkıştırılarak hendek ve temel taban ıslahı ve boru tabanı yataklanması yapılması	m <sup>3</sup>	643.52	11.61	7,471.27
4	15.140/İB-8	Tuvenan kum-çakıl'ın (08.008/İB) el ile (tokmaklanarak) sıkıştırılarak hendek ve temel taban ıslahı, boru tabanı yataklanması, borunun gömleklenmesi , hendek ve temel dolgusu yapılması	m <sup>3</sup>	1602.71	7.47	11,972.24
5	14.160040	0-2 mt Paçal Temel Kazısı yapılması	m <sup>3</sup>	200.74	16.24	3,260.02
6	14.160041	2-3 mt Paçal Temel Kazısı yapılması	m <sup>3</sup>	226.53	16.62	3,764.93
7	14.160042	3-4 mt Paçal Temel Kazısı yapılması	m <sup>3</sup>	85.00	17.00	1,445.00
8	14.160043	4-5 mt Paçal Temel Kazısı yapılması	m <sup>3</sup>	29.40	17.38	510.97
10	özel	Ø300	m	1528	40.64	62,096.70
11	özel	Ø400	m	424	71.86	30,469.49
12	özel	Ø500	m	473	94.19	44,550.73
13	özel	Ø600	m	339	148.54	50,354.52
14	özel	Ø700	m	235	98.62	23,175.70
16	özel	Ø800	m	204	112.17	22,882.68
17	özel	Ø1200	m	106	200.21	21,222.26
<b>TOPLAM</b>						<b>527,390.25</b>

## 10. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada altyapı sistemlerini çözebilen birisi yurtiçinde, birisi yurtdışında kabul gören ancak gelişen zaman ve teknoloji şartları ile daha önce kabul gören lisp programlarının, uluslararası alanda kabul gören ve görmeye devam eden profesyonel yazılımcıların geliştirdiği programlar karşısında davranışlarının üstünlük ve eksiklikleri aranmıştır. Hesap başlangıcı için gerekli işlemler, kriterlerin ve hesap şartlarının uygunluğunun sağlanması, çözüm ve çözümden sonra uygulama için maliyet hesapları çıkarılmış ve bu işlemler esnasında programların davranışları gözlenmiş son olarak ise maliyetleri arasında ki farklar belirlenmiştir.

1. İçme suyu çözümlerinde debi oranları eşit alınmıştır. Her iki program ayrı ayrı incelendiğinde bazı keskin farklılıklar göze çarpmaktadır. Bunlardan ilki debi yüklemeleridir. WaterCAD programında debi yüklemeleri çok çeşitli şekillerde yapılabilmektedir. Thiessen poligon metodu ile giriş yapılabilmektedir. Bu metot içerisinde alan, nüfus vb. gibi bir çok farklı metot kullanılabilir. Ayrıca elemanların seçimi de çeşitlidir. Örneğin depo, vana pompa gibi elemanların piyasada bulunabilecek her türlü çeşidi program üzerinde mevcuttur. Bunların yük kayıpları, basınç etkileri vb. bir çok etken rahatlıkla izlenebilir. Ancak, hesap kriterleri girildikten sonra, boru çapları borulara mühendisler tarafından el ile girilir. Daha sonra hesap yapılarak, boruların hız, basınç gibi değerleri kontrol edilip tekrar el ile müdahale edilir. Yani program tarafından çap değişimi otomatik olarak yapılmamaktadır. Bu durumda maliyet çok büyük miktarlarda artış göstermektedir. Gerekli kriterler kontrol edildikten sonra eğer bir aksilik gözüküyorsa maliyet gözletilmeksizin hesap tamamlanır. Ve son olarak ise programın sunuma hazırlanışı kısmında düğüm nokta detayları ve hususi parça listeleri gibi detay çizimleri üretmemesi de programın bir diğer dezavantajı olarak görülmektedir.

İçme suyu lisp programına bakıldığında ise, debi yüklemeleri konusunda bir hayli eksik olduğu gözlenmiştir. Poligonlardan yani farklı yoğunlukta ki bölgelerden gelecek farklı debileri, çözüm yapan mühendis el marifeti ile hesaplayıp uç debi olarak ilgili düğüm noktasına girmelidir. Bu durum da çok büyük zaman kayıplarının yanında hata yapma olasılığını da artırmaktadır. Yangın debisi için ihtiyaç belirlenmesi mecburi tutulmuştur. Eğer yangın debisini görmeksizin şebeke davranışını görmek istersek debi ayarlaması yapmak gerekmektedir. Tüm bunların yanında eleman eksikliği de bulunmaktadır. Tek tip vana kullanılmakta ancak vanaların otomatik veya el marifeti ile yerleştirilebilmesi olanağı büyük avantaj olarak göze çarpmaktadır. Hesap kısmına geçildiğinde ise programın bünyesinde bulunan çaplarda ki borulara ek olarak çap ekleyebilmekteyiz. Basınç, hız vb. özelliklere göre çaplar program tarafından hesaplanmaktadır. Bu sayede çaplar en ideal şekilde dağıtılmakta ve maliyet açısından büyük avantaj elde edilmektedir. Çıkan keşif çizimlerinden de görüldüğü üzere maliyet açısından WaterCAD programına oranla yarı yarıya düşük bir maliyet elde edilmiştir. Program detay çizimleri de oluşturabilmesi yeteneğiyle daha ileri bir görünüm sağlamaktadır.

2. Kanalizasyon programlarında dikkat edilmesi gereken hususlar, debi yüklemeleri, atık su hızı ve doluluk oranlarıdır. Öncelikle SewerCAD programına baktığımızda yine debi yüklemeleri alanında büyük bir üstünlüğe sahiptir. Boru cinslerinin ve çaplarının çeşitliliği, ayarlanabilir olması ve kriterlerde her türlü kombinasyonları yapılabilmesi programın avantajıdır. Lisp programında ise debi girişi normaldir. Bölgelere ayrılıp bu ayrılan bölgelere debi tanıtılarak bu bölgelere ayrı debi girişleri sağlanabilir. Çap büyümeleri her iki programda da doluluk ve hız değerlerine göre otomatik olarak değiştirilir. Sızma debileri açısından incelendiğinde SewerCAD programının büyük oranda üstün olduğu gözlemlenmiştir. Çeşitli yöntem ve değerlerle sızma debileri hesaplanabilir. Lisp programında ise tek yöntem mevcuttur. Ancak profesyonel yazılımcılar tarafından değil de bir mühendis tarafından yazılan bu programda Bernoulli denkleminden

faydalanarak boru kenarlarından sızma değerlerinin hesaplanması programın çok önemli bir özelliğidir. Buna rağmen keşif değerleri de birbirlerine yaklaşıktır. Ve hesaplar yapıldığında görülen hız değerlerini bazı noktalarda 3 m/sn nin üzerinde olduğu gözlemlenmiştir. Programın hesap süresi ve kullanıcıyı bekletmesi de hesaba katılırsa SewerCAD in daha üstün olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 10.1. Atıksu modelleme yazılımlarının karşılaştırılması

	<b>SewerCAD</b>	<b>AutoCAD LİSP</b>
Evsel Atıksu Debisi Hesabı	Birim boru boyuna düşen alandan nüfus hesabı yapılabilir.  Çeşitli alan kullanımlarını gözönüne alarak nüfus hesabı yapılabilir.  Günlük birim su tüketimi veriliyor.  Dönüşüm faktörü ile atıksu debisi bulunuyor.  Pik faktör, Babbit, Harman vb. çeşitli bağıntılar kullanıyor	Birim boru boyuna düşen alandan nüfus hesabı yapılabilir.  Çeşitli alan kullanımlarını gözönüne alarak nüfus hesabı yapılabilir.  Günlük birim su tüketimi veriliyor.
Endüstriyel Atıksu Debisi Hesabı	Birim alanda su tüketimi ve dönüşüm oranından atıksu debisi bulunuyor.  Pik faktörü var.	Birim alanda su tüketimi ve atıksu debisi bulunuyor.  Pik faktörü yok.
Sızma Hesabı	3 ayrı yöntemle	Tek yöntemle.
Şebekede boru sayısı	Sınırsız, ancak fiyatı değişiyor.	Sınırsız.
Kullanılan Hidrolik Bağıntılar	Darcy-Colebrook Manning Kutter Hazen-Williams	Manning  Kutter
Boru tasarım Kriteri	Kendi içinde var kullanıcı da verebilir	
Kanal enkesiti	Daire/yumurta/dörtgen	Daire/dörtgen
Basınçlı/Serbest yüzeyli Akım	Her ikisi	Serbest yüzeyli

Üniform/Yavaş değişen	Her ikisi	Üniform Akım halleri
Üniform olmayan Akım halleri		
2 Baca arası boru boyunca yayılı su girişi	Mümkün	Mümkün değil
Su yüzeyi hesabı	Yapıyor	Yapmıyor
Ani değişen Üniform olmayan akım hesabı	Yapıyor	Yapmıyor

Çizelge 10.1.(Devam) Atıksu modelleme yazılımlarının karşılaştırılması

Boykesit/Plan çizimi	Mümkün	Mümkün
Sayılaştırılmış haritaların kullanımı	Mümkün	Mümkün
Veri transferi	Mümkün	Mümkün değil
Database bağlantısı	Var	Yok
Kullanıcı kolaylığı	Sağlanmış	Sağlanmış
Teknik Destek	Sağlanmış (ABD)	Sağlanmış (Türkiye)
Raporlama	Sistemin tüm elemanlarının istatistiği kullanıcının tanımına göre	Sistemin tüm elemanlarının istatistiği belirlenmiş tek yöntemle
Dili	İngilizce	Türkçe

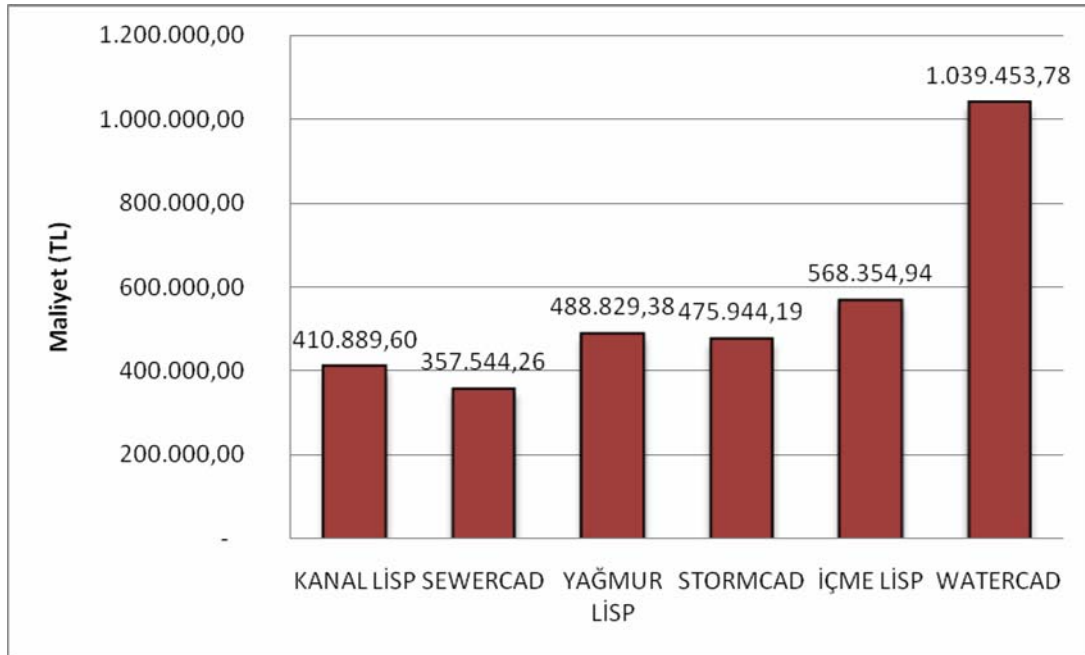
3. Yağmursuyu hesaplamalarında ise hem StormCAD programında ve hem de lisp programında havza alanı ve akış katsayı değerlerinin girilme şekli aynıdır. Mevcut bir bacaya girecek havzaların büyüklükleri ve katsayıları girilir. StormCAD programında tek fark olarak isteğe göre önce toplama çukurlarına sonra menhollere sular toplanır. Bu daha işlevsel bir yöntem olarak göze çarpmaktadır. IDF eğrisi dediğimiz süre-şiddet-tekerrür eğrileri program tarafından oluşturulur. Ancak lisp programında elimizde hazır bulunan çizelge olması gereklidir. Tek hesap aralığı seçilir ve hesap buna göre yapılır. Hesaplar yapıldığında kriterlere göre çap artışları her iki programda da otomatik olarak hesaplanır. Gerekli düzenlemeler yapılabilir. Keşif çizelgelerinde görülen değerlere göre maliyetlerde büyük farklılıklar gözükmemektedir. Ancak programın data girişi kısmında StormCAD programı eğri çizelgelerini oluşturabilmesi sebebi ile daha işlevsel gözükmemektedir.

Sonuç olarak kanalizasyon ve yağmursuyu hesaplamalarında SewerCAD ve StormCAD programları lisplere göre daha üstündür. Ancak içme suyu hesaplamalarına bakıldığında lisp programı eksikliklerine rağmen daha üstün gözükmektedir. Daha doğru sonuçlar ve optimum fayda için programlar arasında sağlanabilen aktarımlarla içme suyu lisp ve WaterCAD entegre bir şekilde kullanılmalı veya lisp programı çözümlerine göre WaterCAD çözümlerinin sağlanması yapılmalıdır.

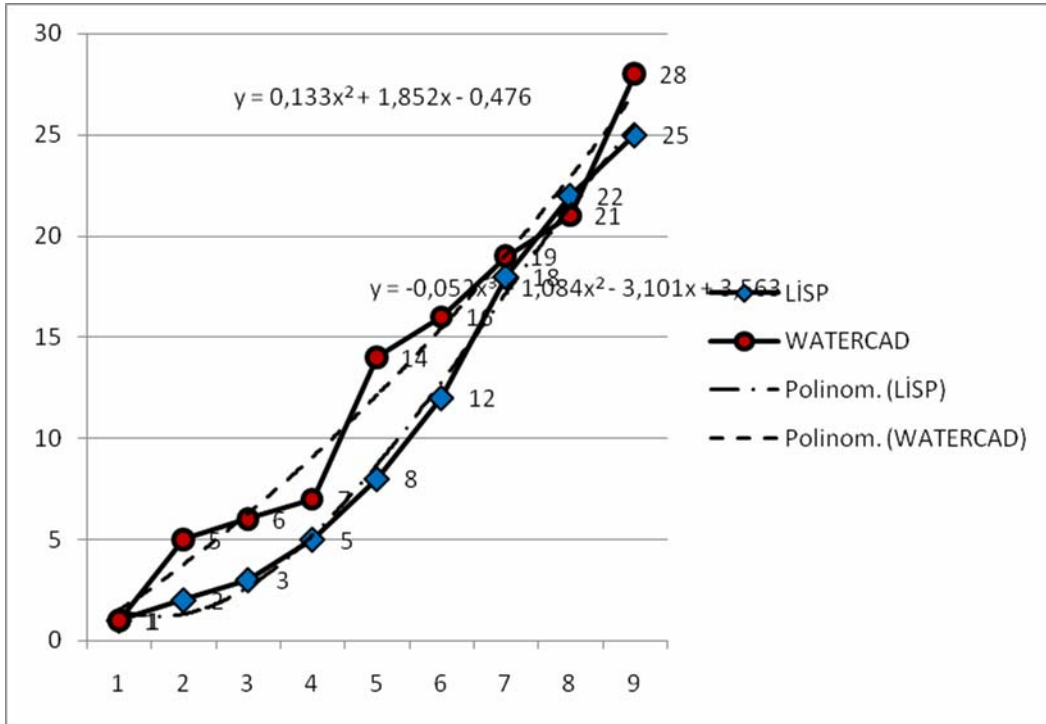
**EKLER**

## EK 1. ÇİZELGELER

ÇizelgeA.1. Altyapı sistemleriKeşif Karşılaştırmaları



ÇizelgeA.2. Altyapı sistemleriKeşif Karşılaştırmaları



## KAYNAKLAR

Abbott, M.B., Modelling System for the Design and Operation of Storm-Sewer Networks, Computational Hydraulics, **Pitman Publishing Limite**, London, United Kingdom(1979).

ASKİ, Master Plan, **Ankara BBB Matbaası**, Ankara (2001).

Avcuoğlu, M.B., Meskun bölge yollarında Yağmur suyu Drenajı, **İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul (2008)

Barışkan, S., Altyapı Sistemlerinin Planlanması, *Yüksek Lisans Tezi Hazırlık Semineri*, **U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Bursa(2003).

Buski, Master Plan, **Burfaş Ofset Tesisleri**, Bursa (2002)

Bayraktar, M., Kanal Altyapı Projelerinin Bilgisayar Ortamında Hazırlanması ve Maliyet Hesabı, **İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul (1998)

Barnett, A., False Pumps In St Venant Solutions, *6th International Conference on Hydroinformatics*, **World Scientific Publishing Company**(2004).

Bayazıt, M., Hidroloji, **İ.T.Ü. Matbaası**, İstanbul (1999).

Butler, D., Urban Drainage, **John W. Davies Publishing**, London, United Kingdom(2000).

Chow. V.T., Handbook of Applied Hydrology, **McGraw-Hill Cook Co.**, New York, USA (1964).

Çatalbaş, İ.S., Yağmursuyu Drenaj Sistemlerinin Bilgisayar Destekli Tasarımı ve Denizli Organize Sanayi Bölgesi İçin Bir Uygulama, **Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli** (1998)

Çiçek E., İçmesuyu Şebekelerinin Bilgisayarlarla Çözümü, **Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Elazığ (1994)

Hall, M. J., Urban Hydrology, **Elsevier Applied-Science**, New York, USA(1984).

Hawke, R.M., Watts, L. F., The Effects of Urbanisation on Hydrological Response: A Study of Two Coastal Cachment, **Journal of Hydrology**, 42 (2) :125-143 (2003).

Hwang, N.C. and Houghtalen R.J., Fundamentals of Hydraulic Engineering Systems, Miami, **John Wiley and Sons Inc.**, USA (1996).

İnternet: "Program Bilgileri",  
www.dhisoftware.com(2010).

İnternet: "Program Bilgileri",  
www.wallingfordsoftware.com(2010).

İnternet: “Program Bilgileri”,  
www.aulohydraulics.com/ (2010).

İnternet: “Program Bilgileri”,  
www.bossintl.com (2010).

İnternet: “Program Bilgileri”,  
www.nrcs.usda.gov/technical/ENG/neh.html(2010).

İnternet: “Program Bilgileri”,  
www.hec.usace.army.mil/ (2010).

İnternet: “Program Bilgileri”,  
www.nzwwa.org.nz (2010).

İnternet: “İnşaat Elemanı Bilgileri”,  
www.delphiturkiye.com/offline/2/8416.html (2010).

İnternet: “İnşaat Elemanı Bilgileri”,  
www.nzwwa.org.nz (2010).

Kanalizasyon İşlerinin Planlaması ve Projelerin Hazırlanmasına Aİt Talimatname, **İller Bankası**,(1996).

Kanalizasyon İşlerinin Planlaması ve Projelerin Hazırlanmasına Aİt Talimatname, **İller Bankası**,(2006).

Karpuzcu, M., Su Temini ve Çevre Sağlığı,**Kubbealtı Vakfı Yayınları**, İstanbul (1985).

Karpuzcu, M., Su Temini ve Çevre Sağlığı,**Kubbealtı Vakfı Yayınları**, İstanbul (2005).

Koç A.C., Su Dağıtım Şebekelerinin Bilgisayar Kullanılarak İnceenmesi, Örnek Problem:Denizli’ nin Bir Bölgesi, **Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İzmir (1995)

Linsley, R.K., Hydrology for Engineers, **McGraw Hill Publishing**, New York, USA(1982).

Muslu, Y., Hidroloji ve Meskun Bölge Drenajı, **İ.T.Ü. Matbaası**, İstanbul(1993).

NZWWA., Urban Storm Water Hydraulic Modelling: Software Evaluation Project, **New Zealand Water and Wastes Association**, Wairora Aotearoa, New Zealand, (2004).

Ponce, V.M., Difusion Wave Modelling of Cacthment Dynamics, Journal of Hydraulic Engineering, **ASCE**, 112 (8): 716-727 (1986).

Samsunlu, A., Su Getirme ve Kanalizasyon Yapılarının Projelendirilmesi, **Birsen Yayınevi**, İstanbul, (2005)

Sargut, C., Lisp Programı Eğitim Notları, **Bilgi Sistemleri**, Ankara (2005)

Saul, A.J. and Ellis, D.R., Sediment deposition in storage tanks. **Water Science and Technology** 25(8), 189-198 (1992).

Sümer B. M., Ünsal İ., Bayazıt M., Hidrolik, **Birsen Yayınevi**, İstanbul (1995).

Türkdoğan F. İter , Yetilmezsoy Kaan ., Su getirme ve kanalizasyon uygulamaları, **Su Vakfı Yayınları** (2004).

Tulpar H., Kanalizasyon Şebekelerinde Kullanılan Boruların Hidrolik ve Maliyet Açısından Değerlendirilmesi, **Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Şanlıurfa, (2010)

The World Health Report, **WHO**, Geneva (2004).

WaterCAD Programı Kullanım Kılavuzu, **Bilgi Sistemleri**, (2009)

**ÖZGEÇMİŞ****Kişisel Bilgiler**

Soyadı, adı : TETİK, Mehmet Turan  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 04.11.1985Belçika  
Medeni hali : Bekar  
Telefon : 0 (312) 480 91 47  
e-mail : [tetikmturan@gmail.com](mailto:tetikmturan@gmail.com)

**Eğitim****Derece**

Yüksek lisans

**Eğitim Birimi**

Gazi Üniversitesi /

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Bilimleri ABD

Lisans

Selçuk Üniversitesi/

Çevre Mühendisliği Bölümü

**Mezuniyet tarihi**

2008

Lise

Ankara Lisesi

2003

**İş Deneyimi****Yıl****Yer****Görev**

2008-Hidrolink Müh. Müş. Ltd. Şti. Çevre Mühendisi

**Yabancı Dil**

İngilizce