

55546

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

55546

FARKLI TEKERRÜR PERİYODLARININ MALİYET ÜZERİNE

ETKİSİNİN CBS ORTAMINDA İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Müh. İbrahim YİĞİT

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 27 Mayıs 1996

Tezin Savunulduğu Tarih : 12 Haziran 1996

Tez Danışmanı

: Prof.Dr.Hasan Zuhuri SARIKAYA

Diğer Jüri Üyeleri

: Prof.Dr.Yılmaz MUSLU

: Prof.Dr.İzzet ÖZTÜRK

M. Sarıkaya

Yılmaz Muslu
İzzet Öztürk

HAZİRAN 1996

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın yapılmasını teşvik eden ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Hasan Zuhuri SARIKAYA' ya, ve tezin hazırlanmasında katkıları bulunan İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

Mayıs,1996

İbrahim YİĞİT



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
BÖLÜM 1. GİRİŞ VE ÇALIŞMANIN AMACI	1
BÖLÜM 2. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ	3
2.1 COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİNİN TANIMLANMASI	3
2.1.1 Bilgi Sistemleri	3
2.1.2 CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) Tanıtımı	7
2.1.3 CBS Bileşenleri	9
2.2 CBS'NİN DOĞUŞU ve TARİHÇESİ	13
2.3 COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİNİN UYGULAMA ALANI	15
2.3.1 Dünyadaki Uygulama Alanları	17
2.3.2 Türkiye'deki Uygulama Alanları	17
2.4 COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİNİN FAYDALARI	18
2.5 CBS'NİN MALİYETİ	19
BÖLÜM 3. CBS ORTAMINDA YAĞMURSUYU ŞEBEKE ANALİZİ İÇİN SAĞLANMASI GEREKEN ŞARTLAR	23
3.1 YAPILAN UYGULAMANIN AMACI	23
3.2 KULLANILAN SİSTEMİN TANITIMI	23
3.2.1 Uygulamanın ve Projenin Geçmişi	23
3.2.2 Proje Alanı ve Yapılan Çalışmanın Sınırları	24
3.2.3 Kullanılan Donanım ve Özellikleri	27
3.2.4 Kullanılan Yazılım ve Özellikleri	27
3.2.5 Kullanılan Altlık	30
3.3 YAĞMURSUYU SİSTEMİ HESABINDA KULLANILAN PROJE KRİTERLERİ ve VERİLERİ	30
3.3.1 Alt Havzaların Oluşturulması	31
3.3.2 Proje Debinin Hesabı	31
3.3.2.1 Toplanma Süresi	31
3.3.2.2 Akış Katsayıları	32

3.3.2.3	Proje Yağış ve Tekerrür Süreleri	32
3.3.3	Hidrolik	35
3.3.3.1	Akım Sürtünmesi	35
3.3.3.2	Boru Doluluk Oranı	37
3.3.3.3	Hızlar	37
3.3.3.4	Boru Derinliği	37
3.3.3.5	Boru Çapı	37
3.3.3.6	Baca Aralıkları	37
3.4	ÇALIŞMADA YARARLANILAN ÖRNEK CBS YAZILIMININ TANITIMI ve VERİ GİRİŞLERİ	38
3.4.1	Bilgi Girişi Öncesi Gerekli Şartlar	38
3.4.2	CowI Utility Stormwater Drainage Menüsu ve Grafik Bilgi Girişleri	39
3.4.3	Veri Tabanı Bilgi Girişleri	41
3.4.3.1	Kullanılan Veri Tabanı Dosyaları ve İşlevleri	41
3.4.4	Yazılıma Eleman Girişi Aktarım Sırası	42
3.4.4.1	Model ve Veri Tabanı Dosyalarının Yaratılması	43
3.4.4.2	Proje Kriterlerinin Girilmesi	43
3.4.4.3	Boru Kataloğunun Oluşturulması	43
3.4.4.4	Baca ve Boru Girişleri	43
3.4.4.5	Su Toplama Havzalarının Girişleri	43
3.4.4.6	Su Toplama Havza Sırasının Belirlenmesi	44
3.4.4.7	Su Toplama Havzalarında Oluşan Debinin Hesabı	44
3.4.4.8	Boru ve Baca Boyutlandırılması	44
3.4.4.9	Raporların Alınması	46
3.4.4.10	Gerekli Sorgulamaların Yapılması	46
3.4.5	Yazılımın Kullanım Esnekliği ve Eksikleri	46
BÖLÜM 4.	DEĞERLENDİRME	47
4.1	Elmalı Havzası Yukarı Dudullu (YD) Model Dosyası	48
4.2	Ömerli Havzası Samandıra Bölgesi (SD) Model Dosyası	50
4.3	Ömerli Havzası Doğu Sultanbeyli (SE) Model Dosyası	50
4.4	Değerlendirme	50
SONUÇ VE ÖNERİLER		71
KAYNAKLAR		77
EKLER		80
ÖZGEÇMİŞ		83

ŞEKİL LİSTESİ

ŞEKİL 2.1	Basit anlamda bilgi akışı	4
ŞEKİL 2.2	Bilgi sistemlerinin genel sınıflandırılması	5
ŞEKİL 2.3	Coğrafi Bilgi Sisteminin bilgi sistemleri arasındaki yeri	6
ŞEKİL 2.4	Coğrafi Bilgi Sistemine kavramsal yaklaşım	9
ŞEKİL 2.5	Temel CBS bileşenleri	10
ŞEKİL 2.6	Örnek bir boru, baca grafik ve veri tabanı verileri	12
ŞEKİL 2.7	CBS'in bilgisayar teknolojisindeki tarihsel gelişimi	14
ŞEKİL 2.8	Yerel bir CBS kurulmasındaki masraf dağılımı	20
ŞEKİL 2.9	CBS ve klasik yönetim maliyet karşılaştırılması	21
ŞEKİL 3.1	Arazi kullanımı ve ana su toplama havzaları	25
ŞEKİL 3.2	Yağmursuyu toplama alt havzaları ve model dosya sınırları	26
ŞEKİL 3.3	İSKİ GIS bölümü donanım düzeni	28
ŞEKİL 3.4	Ömerli ve Elmalı havzaları için hesaplanmış yağış-süre-şiddet eğrileri	34
ŞEKİL 3.5	Yararlanılan CBS yazılımı grafik menüsü	40
ŞEKİL 3.6	CBS ortamında altyapı bilgilerinin girilebilmesi için yeterli en az şartlar	41
ŞEKİL 4.1	Maliyet analizinde kullanılan birim fiatlar (\$/m)	49
ŞEKİL 4.2	Doğu Sultanbeyli (SE) bölgesi debi - toplam maliyet ilişkisi (lt.sn - \$)	55
ŞEKİL 4.3	Yukarı Dudullu (YD) bölgesi debi - toplam maliyet ilişkisi (lt.sn - \$)	56

ŞEKİL 4.4	Samandıra (SD) bölgesi debi - toplam maliyet ilişkisi (lt.sn - \$)	57
ŞEKİL 4.5	Doğu Sultanbeyli (SE) bölgesi debi - maliyet / uzunluk oranı ilişkisi (lt.sn - \$/m)	59
ŞEKİL 4.6	Yukarı Dudullu (YD) bölgesi debi - maliyet / uzunluk oranı ilişkisi (lt.sn - \$/m)	60
ŞEKİL 4.7	Samandıra (SD) bölgesi debi - maliyet / uzunluk oranı ilişkisi (lt.sn - \$/m)	61
ŞEKİL 4.8	Doğu Sultanbeyli (SE) bölgesi debi - maliyet / debi oranı ilişkisi (lt.sn - \$/lt.sn)	62
ŞEKİL 4.9	Yukarı Dudullu (YD) bölgesi debi - maliyet / debi oranı ilişkisi (lt.sn - \$/lt.sn)	63
ŞEKİL 4.10	Samandıra (SD) bölgesi debi - maliyet / debi oranı ilişkisi (lt.sn - \$/lt.sn)	64
ŞEKİL 4.11	Samandıra (SD) bölgesi 2, 3, 5 ve 10 yıllık tekerrür periyodlarına göre çap dağılımı	65
ŞEKİL 4.12	Doğu Sultanbeyli (SE) bölgesi 2, 3, 5 ve 10 yıllık tekerrür periyodlarına göre çap dağılımı	66
ŞEKİL 4.13	Yukarı Dudullu (YD) bölgesi 2, 3, 5 ve 10 yıllık tekerrür periyodlarına göre çap dağılımı	67
ŞEKİL 4.14	Üç bölge için 2 yıllık tekerrür periyoduna göre maliyet / debi - debi oranı ilişkisi	69
ŞEKİL 4.15	Üç bölge için 3 yıllık tekerrür periyoduna göre maliyet / debi - debi oranı ilişkisi	69
ŞEKİL 4.16	Üç bölge için 5 yıllık tekerrür periyoduna göre maliyet / debi - debi oranı ilişkisi	70
ŞEKİL 4.17	Üç bölge için 10 yıllık tekerrür periyoduna göre maliyet / debi - debi oranı ilişkisi	70
ŞEKİL A.1	CBS yazılımlarında ve örnek yazılımda kullanılan ülke koordinat sistemindeki 1:1000 ölçekli bir sayısal pafta.	81
ŞEKİL A.2	Mevcut yazılımda kullanılan sayısal altlık harita ile planlanan yağmursuyu güzergahlarının planı	82



TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1	Uygulama alanlarına göre CBS çeşitleri	15
Tablo 2.2	Coğrafi Bilgi Katmanı ve Görev Dağılımı	16
Tablo 2.3	Yerel Yönetimlerce üretilebilecek ve satılabilecek konum bilgilerine ilişkin ürünler	22
Tablo 3.1	Akış katsayıları	33
Tablo 3.2	Proje alanı için geçerli olan yağış şiddeti, lt/sn/ha olarak	33
Tablo 3.3	(3.1) ifadesindeki farklı tekerrür senelerine ait katsayılar	35
Tablo 3.4	Menüde aktif olarak kullanılan komutlar ve işlevleri	39
Tablo 3.5	Veri tabanı dosyaları tanım ve işlevleri	42
Tablo 3.6	Veri tabanı dosyalarında depolanan veya hesaplanan ana veri tipleri	45
Tablo 4.1	Önerilen hesap yağmuru periyodları	47
Tablo 4.2	Analizde kullanılan birim fiatlar	48
Tablo 4.3	Yukarı Dudullu su toplama havzası (model dosyası) maliyet analizi özet sonuçları	51
Tablo 4.4	Samandıra su toplama havzası (model dosyası) maliyet analizi özet sonuçları	52
Tablo 4.5	Doğu Sultanbeyli su toplama havzası (model dosyası) maliyet analizi özet sonuçları	53
Tablo 4.6	İncelenen bölgelerdeki ortalama debi ve maliyet artış oranları	54

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı, Coğrafi Bilgi Sistemlerinden (CBS) Kent Bilgi Sisteminde altyapı faaliyetlerinde uygulama alanı olan yağmursuyu şebeke analizinin örnek bir GIS (Geographical Information System) yazılımında nasıl yapılacağını sunmak olup, şebeke boyutlandırılmasında göz önünde bulundurulmuş önemli faktörlerden farklı tekerrür periyodlarının maliyet üzerine etkisinin CBS ortamında incelenmesidir. Bu kapsamda, yararlanılan yazılımında grafik ortam ile grafik olmayan ortama ait bilgilerin ilişkilendirilmesi, veri tabanı bileşenlerinin tanımlanması yapılarak yazılımın eksiklerini belirlenmiş ve henüz Türkiye'de yeni yerleşmeye başlayan bu bilgi sistemiyle ilgilenecek olan altyapı kuruluşlarına yardımcı olmak, katkıda bulunmak açısından önerilerde bulunulmuştur.

Yapılan bu çalışma beş ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm; konunun girişini teşkil etmekte olup, çalışmanın amacını özetlemektedir. İkinci bölüm Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin -genel bir ön bilgi sunmak bakımından- tanımı, tarihçesi, önemi v.b gibi kavramsal temel bilgileri içermektedir.

Üçüncü bölüm İSKİ Genel Müdürlüğü'nde faaliyetlerini sürdüren GIS bölümündeki örnek bir yağmursuyu şebeke CBS yazılımının incelenmesini ve İSKİ'nin onayladığı " Ömerli ve Elmalı Koruma Projesi " kapsamındaki yağmursuyu projelerinin verilerini kullanarak; yağmursuyu boyutlandırmasının temelini teşkil eden farklı süre-şiddet-verim eğrilerinin yazılıma nasıl aktarıldığını ve kullanılan veri tabanı tiplerinin tanıtımını kapsamaktadır.

Dördüncü bölümde farklı tekerrür sürelerine göre boyutlandırılmış olan bölgelerin sonucunda elde edilen maliyet analizlerinin değerlendirmesi yer almaktadır.

Son bölüm olan beşinci bölümde de sonuçlar ve öneriler sunulmaya çalışılmıştır.

SUMMARY

ANALYSIS OF THE COST EFFECTS OF THE DESIGN STORM RETURN PERIODS APPLYING GIS

The primary aim of this study is to present how storm water network analyses could be solved within GIS (Geographical Information Systems) in Urban Data System and analyze cost effects of different intensity - duration - frequency curves in storm water network design in a GIS storm water software. On this point of view using the example GIS software, relations between graphic and non-graphic data, element database structures and cost comparisons have been defined. After that, in order to help and give an idea to the foundations interested in infrastructure, suggestions have been made.

This study consists of five main chapters. The first chapter contains an overview of the study. Here it is tried to be explained aims and GIS technology briefly.

The second chapter contains GIS itself, showing and presenting the meaning, history, importance and benefits of GIS in detail. At the end of the chapter with benefits, cost comparison between GIS and classical methods are defined.

The third one deals how storm water design parameters and factors could be applied to a GIS software. In this chapter especially the graphic and non-graphic parts of software - in parallel with GIS - by explaining the database file structures are showed and both flexibility and deficiency of the program is brought to light.

In the fourth chapter an application on the preselected GIS software, using different intensity - duration - frequency curves, effects on cost are presented not only by giving total cumulative costs, but also unit costs of flow to pipe length, catchment area etc..

In the final chapter results together with suggestions have been presented.

For the human being maybe the most important quantity is time and taking it under control. In order to practise this situation into life time, required data related to things should be collected systematically and be presented in order to be used efficiently. In this way, at the end reaching the data will become fast, easy and without in trouble.

Coming to the point above, some certain equipments or devices should be active and in session. Technology or computer technology in this subject is an important and efficient device not only in data area, but also in increasing life standards in order to take full advantage of time. Since the 1950's administration in different areas have increasingly been managed by computer based systems. In the 1970's and 1980's the use of graphic presentation of analysis and calculations commenced. Thereby, technical fields within engineering started to use computer based information systems where drawings and other graphic presentations formed a vital part. In this concept if surveying for education structure of developed countries are made, it will be seen that wasting time in reaching the required data, has begun to decline and minimized. In our country this structure has not been constituted yet but it is encouraging that both public and private utilities are interested and some many began working in this area. And maybe the biggest advantage is to be able to search and have an idea, how GIS has been established in other developed countries and how similar applications could be revised by taking the different conditions into consideration.

In this concept for civil, sanitary and environmental engineering especially for infrastructure elements, because they are buried underground, for the related utilities it is extremely vital to get, collect, store and manipulate data. GIS applications interfere to the subject at this point and getting benefit from them are becoming worldwide. From this idea, in the study to determine cost effects of application of different intensity - duration - frequency curves in GIS, and give an idea how project settings adapted into GIS and showing advantages with disadvantages between GIS and classical methods, a GIS software has been selected. At the end aimed results have been achieved to. These are:

* In our country storm water drainage network design and analyses are still being done in a classical way which means manually or with the help of small programs. At first this situation may seem natural without thinking the time factor, especially in areas that have small storm water catchment boundaries. When big catchment areas are come crossed, it becomes extremely difficult to develop different kinds of scenarios simultaneously, thereby in the calculation period percentage of spending time begins to increase.

* In storm water design and calculations the most important factor is intensity - duration - frequency curves. When Istanbul is thought; the period for has been determined by İSKİ as 3 years, but this frequency could be changed as 5 and 10 years because of the implementation that appears in other cities in the world. To procure, a cost analyze should be applied for different scenarios which will include different return periods. Not only calculation of costs, but also getting results will

take much more time manually. Therefore here a faster and reliable way should interfere and it is called from 1980's GIS applications.

* In the study made, using the existing data; in the project named "Ömerli and Elmalı Environmental Protection Project" which has been finalized for İSKİ, from different periods of intensity - duration - frequency curves are selected and cost analyses have been finished in an incredible short time. In the project from 6 big storm water catchment areas, 3 are chosen. These are Yukarı Dudullu, Samandıra and Doğu Sultanbeyli. Total area for 3 catchments is 2279 ha. 9 scenarios have been made by applying 2, 5 and 10 year frequencies in the defined areas. Because data related to the project had been delivered both graphic and non-graphic to İSKİ in digital form, changes and revisions using different criteria (inlet time, velocity and etc..) in the software can be obtained in a short time.

* By the help of digital maps, digitizing manholes, pipes and catchment areas in the software approximately %70 of the work is completed because while elements are being created according to the required conditions, both graphic and non-graphic data related to the objects are being created simultaneously. For example manhole cover level, run off (c) coefficient, coefficients of the intensity - duration -frequency curves etc.. After that the only work comes to final calculations that, this part is not so in trouble as digitizing the elements. Draft and final longitudinal profiles and reports can be obtained easily after the calculation step.

In the study, same way has been followed in applying 2, 5 and 10 year frequencies. To adapt the periods to the software, equation for the required intensity-duration - frequency curve and its coefficients should be known. The fixed coefficients are defined into the related database file called "criteria database file" and this was enough to calculate both amount of storm water flow and dimension the network system.

* As explained above, preparing, analysing and updating projects like infrastructure elements, can be done much faster and reliable compared to classical methods. For this, the utilities should make noticeable changes in their project tender documents. For instance applications, projects and all documents can be delivered to them in digital form in parallel to the software and hardware systems established or that will be within themselves. In this connection, not only to archive data but also control and updating the applications will come to agenda.

* If information systems in the developed countries are examined, it will be seen that utilities deal with infrastructure elements, take full advantage of GIS applications.

* Utilities responsible for infrastructure in big cities as İstanbul are hurrying to offer attend to its citizens and unfortunately at the end a chaos is formed naturally because generally these utilities don't give enough importance to coordination and data transfer or sharing data. Then result becomes obvious as wasting money. Solution to prevent this laciness it must be handled within GIS or/and Urban Data

System, in the end without bureaucracy barrier, data will be able to be transferred without in trouble and data related for existing and planned elements are in sight.

To form this kind of structure a common database should be examined and planned seriously among the infrastructure utilities.

* With this organization, data belonging to elements will be able to be associated with other data and required query combinations, statistical analyses may be obtained.

* When GIS is handled in the view of environmental engineering, not only in infrastructure and superstructure, but also in environmental modelling it has a significant and wide application zone. Especially by the data available from satellites, with remote sensing; water, soil and air pollution modelling can be set accurately.

* To obtain benefit-cost analyses for the infrastructure, this is only possible by applying different scenarios using different criteria. Because time is a limiting factor for this relations between costs and benefits can be supplied by using GIS applications. And in this study applying different intensity-duration-frequency periods in three storm water catchment areas cost comparisons and analyses have been made. At the end consistent results are achieved to.

* For the studied areas, according to cost results as amount of collected storm water flow increases, total costs for collecting the flow also increases. In periods from 2 year to 3, 3 year to 5 and 5 to 10 year frequency, increase in total amount of flow is calculated as %29, %25 and %25 respectively. For the total cumulative costs, increase rate is realized much less and again in the same period queue, total cumulative costs increased by %20, %23 and %18 respectively.

When the same situation is examined for the unit costs for total cumulative cost versus total amount of collected flow, as total amount of collected flow (lt.sn) increases, unit cost for collecting storm water decreases (\$/lt.sn). The observed result is similar for the treatment plants that, increase in flow will decrease the unit treatment cost versus total flow.

* In order to find out and take advantages of benefit/cost ratio results, besides this study, for different intensity-duration-frequency periods if risk analyses with costs are included, the results will be more efficient. Especially in cities like İstanbul that has an extremely importance in industry, transportation etc, storm water design and analyses should be done carefully. As examined in literature, design for 5 and 10 year frequency are being adapted in many important and big cities. For this, beside 3 year frequency adaption in İstanbul, 5 and 10 year frequencies should be taken into consideration with benefit/costs analyses in order to detect the optimum frequency year.

* The storm water GIS software use in this study seems to be ideal for both

data collection and make scenarios by changing criteria for storm water design and analyses. Because it has been seen that, changing the criteria settings in the software is very flexible and easy. At the end changes made in both graphic and non-graphic environment occur simultaneously. But the queries which is an important part of GIS, are not adequate for sorting and other required types in the software. By selecting the required elements or elements in an area, according to pipe dimension, construction year, excavation depth of manholes some queries exist; however elements that have been resulted from the queries can not be shown on the screen as in the form of shading, patterning or lightening.

Also in storm water calculations because of the importance in optimizing frequency for big cities, benefit / cost relations must be included within the software. In this way more effective design and applications will be offered.

* From the point view of the items explained above, transferring and examining data related to infrastructure and the other structures into GIS, will bring to a point of fast and effective work routine. The main advantages of the GIS applications can be sorted as:

- Common usage (share) of data,
- Reaching data faster,
- Increase in productivity and utility,
- Proper usage of time,
- Minimizing cost.

To provide all these obvious benefits it is extremely important to have a district strategy for the foundations that will be included into GIS environment. Because it should not be expected of getting the results and advantages of GIS too early as in the first and second year. Generally to reach to the payback point, approximately five year passes; that shows the advantages will be appearing at the beginning of sixth year including earning money.

All the observations and examinations bring the subject to a point that, in order to take full advantages of using and updating data, utilities related to GIS should interfere into this system which is accepted worldwide and to be successful they should spare time, money and personnel from their investments both for investigation and application.

BÖLÜM 1

GİRİŞ VE ÇALIŞMANIN AMACI

Yeryüzünde insanoğlu için en değerli nicelik olan zaman kavramını kontrol altına almak amacıyla, milletler kendi yapılarını da düşünerek, sistemli bir yapı oluşturmaya çalışmışlar ve halen de daha verimli hale getirebilmek amacıyla bu konuda çalışmalarını sürdürmektedirler. Zamanı kontrol altına almanın da en açık şekli toplanan veya toplanacak olan bilgilerin sistematik bir şekilde depolanması, birleştirilmesi ve kullanıma hazır hale getirilmesi ile mümkün olmaktadır. Bu sayede üzerinde en fazla emek harcanan bilgiye ulaşma kolay, hızlı ve zahmetsiz olmaktadır.

Yukarıda belirtilen sistemi oluşturmada ise belli birtakım araçların devreye girmesi gerekmektedir. Teknoloji veya bu konudaki daha belirgin ismi ile bilgisayar teknolojisi sadece bilgi alanını değil aynı zamanda bütün insan yaşamını kolaylaştıran yazılım ve donanımıyla bir araç olmuştur. Özellikle 1950' li yıllardan itibaren bilgisayar dünyasının ilk adımlarının atılması reform niteliğindedir. Gelişmiş ülkelerin eğitim yapıları bilgi elde etmek açısından bu yıllardan itibaren incelendiğinde bilgiye ulaşmak için harcanan zamanın en düşük seviyede kaldığı, bu sayede araştırma ve geliştirmeye dolaylı yoldan büyük katkı sağlandığı ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde ise bu yapının henüz tam anlamıyla oluşturulamadığı bilinmekle beraber, belli başlı bazı kamu ve özel kuruluşlar bu konuda çalışmalarına ya henüz yeni başlamışlar ya da devam etmektedirler. En büyük avantaj ise diğer ülkelerde iskeletleşmiş olan bilgi sistemlerinin incelenerek Türkiye şartlarına uygun hale getirilme olanağının olmasıdır.

Konuya bahis olan bilgi sistemlerinin uygulanış şekli ise 1980'li yılların başında GIS (Gegraphical Information System) veya türkçe karşılığı ile "Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)" ile görülmeye başlanmıştır[1]. Uygulama alanı da geniş perspektifte bütün mühendislik dallarında olmaktadır. Çevre mühendisliği açısından

bakıldığında altyapı (atıksu, yağmursuyu ve içmesuyu), üstyapı (arıtma tesisi, depo vb.) ve modelleme ile ilgili olarak da mevcut eleman verilerinin depolanması ile daha ileri aşama olan analiz ve hesaplarının CBS çerçevesinde yapılabilmesi mümkün olabilmektedir. Klasik yöntemlerle yeni sayılabilecek bu sistemin detaylı karşılaştırılması ilerideki bölümlerde sunulacaktır.

CBS'nin bilgi yapısı bakımından en büyük özelliği verilerin iki form halinde grafik ve alfa-nümerik (grafik olmayan) olarak şekillenmesidir. Örnek olarak herhangi bir atıksu veya yağmursuyu borusuna hem görsel (grafik), hem de özellikleri (grafik olmayan) ile beraber ulaşmak mümkün olmakta, ilgili elemana ait şebeke analiz hesapları fazla emek ve zaman harcanmadan anında yapılabilir.

İşte bu kapsamda çevre mühendisliğinin ilgi alanı içine giren altyapı faaliyetlerinden, yağmursuyu hesap ve analizinde; farklı tekerrür periyodlarının seçiminin maliyet üzerine etkisinin CBS ortamında incelenmesi ve klasik yöntemlere göre sonuçların daha kolay ve zahmetsiz şekilde alınabilmesi hedeflenmiştir. Bu amaca ulaşmak için de İSKİ Genel Müdürlüğü GIS bölümünde aktif olarak kullanılan örnek bir CBS yağmursuyu yazılımından yararlanılmıştır. Ayrıca benzer faaliyetlere sahip altyapı kuruluşları için bir ana fikir oluşturmak ve yönlendirmek bakımından yağmursuyu hesap ve analizlerinin CBS ortamında yapılabilmesi için; yararlanılan yazılımın yapısının yanında ne tür verilerin hangi ölçü ve şekilde sisteme aktarılması gerektiği anlatılmıştır.

BÖLÜM 2

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ

2.1 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİNİN TANIMLANMASI

Yeryüzünde hızlı bir artış gösteren nüfus ile birlikte gerek yeryüzüne ait bilgilerin, gerekse nüfusu oluşturan insanlara ait bilgilerin toplanması, birleştirilmesi, depolanması, sorgulanması ve kullanıma hazır hale getirilip sunulması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Böyle bir gereksinim sadece toplumların bir karmaşa içinde yaşamalarının önlenmesi amacıyla değil ayrıca sosyal, ticari, ekonomik v.b yapıların belirlenmesi ve farklı topluluklar arası iletişiminin sağlanabilmesi amacıyla da ortaya çıkmaktadır.

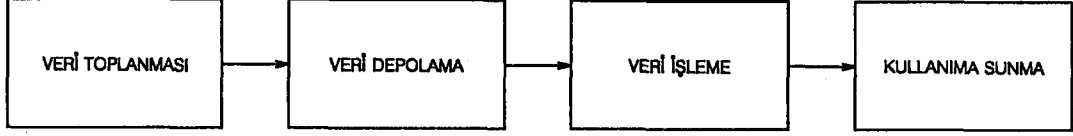
İhtiyaç duyulan bu büyük orandaki verilerin (bilgilerin) bir araya getirilmesi ise başlı başına bir iş olup, dikkatli bir çalışmayı gerektirmektedir.

2.1.1 Bilgi Sistemleri

Toplum hayatının düzenlenmesi için yaşanan çevreye ait çok çeşitli bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaç; basit anlamda bilginin şekil 2.1' de görüldüğü gibi:

- * Toplanması,
- * Depolanması,
- * İşlenmesi,
- * Kullanıma sunulmasını

gerekli kılmiştir[1].



Şekil 2.1 Basit anlamda bilgi akışı

Bu adımların gerçekleştirilmesinde ise üç önemli dış etken sınırlayıcı olmaktadır. Birincisi zaman, ikincisi maliyet, üçüncüsü de insan gücüdür. İnsan gücünü, gerekli önlemleri alarak ve insanı bilgilendirerek belli bir yere getirmek mümkün olmakla birlikte; zamanı ve zamanın sonucu olarak ortaya çıkan maliyeti kontrol altına almak kolay olmamaktadır.

20.yüzyıl ortalarında kullanımı başlayan bilgisayar teknolojisi veya diğer adıyla karmaşık çok yönlü hesap makinası[2] kontrol altına alınması güç olan zaman ve maliyet etkenlerinin belli bir sınıra çekilmesine ön ayak almaya başlamıştır. Yüzyılın sonlarına doğru da büyük bir oranda başarı sağlanmış, bilgi veya veri ihtiyaçlarının sorgulanması kolay hale gelmiştir.

Bilgi sistemlerini çeşitli kaynaklar isim olarak farklı ancak içerik olarak benzer tanımlamaktadır [1,3,4]. Bu kapsamda bilgi sistemleri şekil 2.2 ve şekil 2.3'de görüldüğü üzere iki şekilde tanımlanmaktadır:

*Konumsal Olmayan Bilgi Sistemleri (KOBS)

*Konumsal Olan Bilgi Sistemleri (KBS)

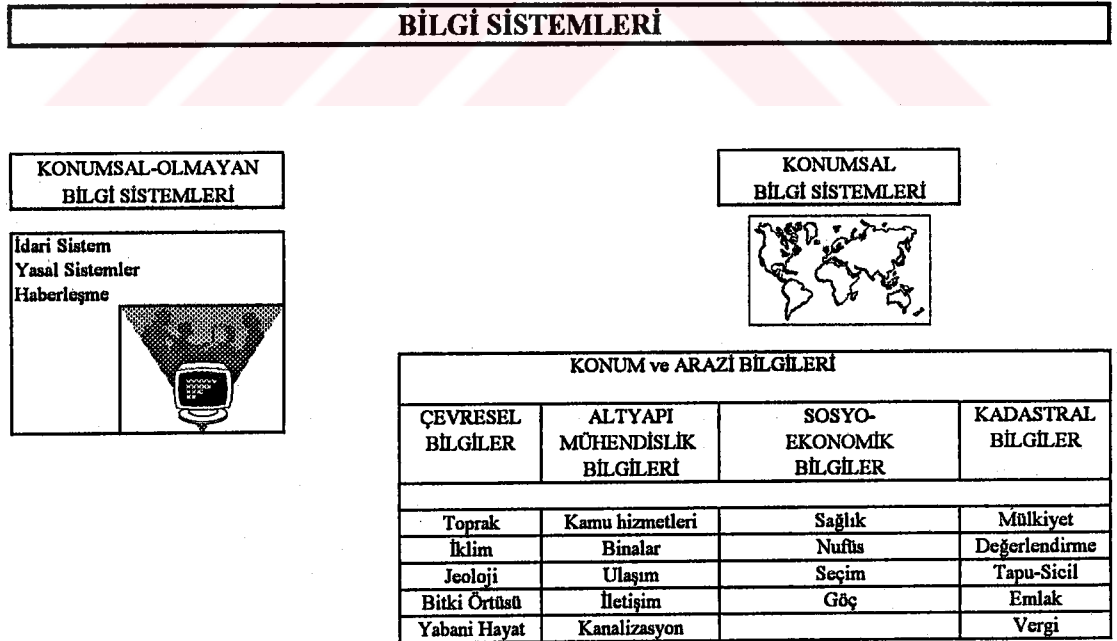
veya diğer bir tanımlama ile;

***İdari Sistemler**

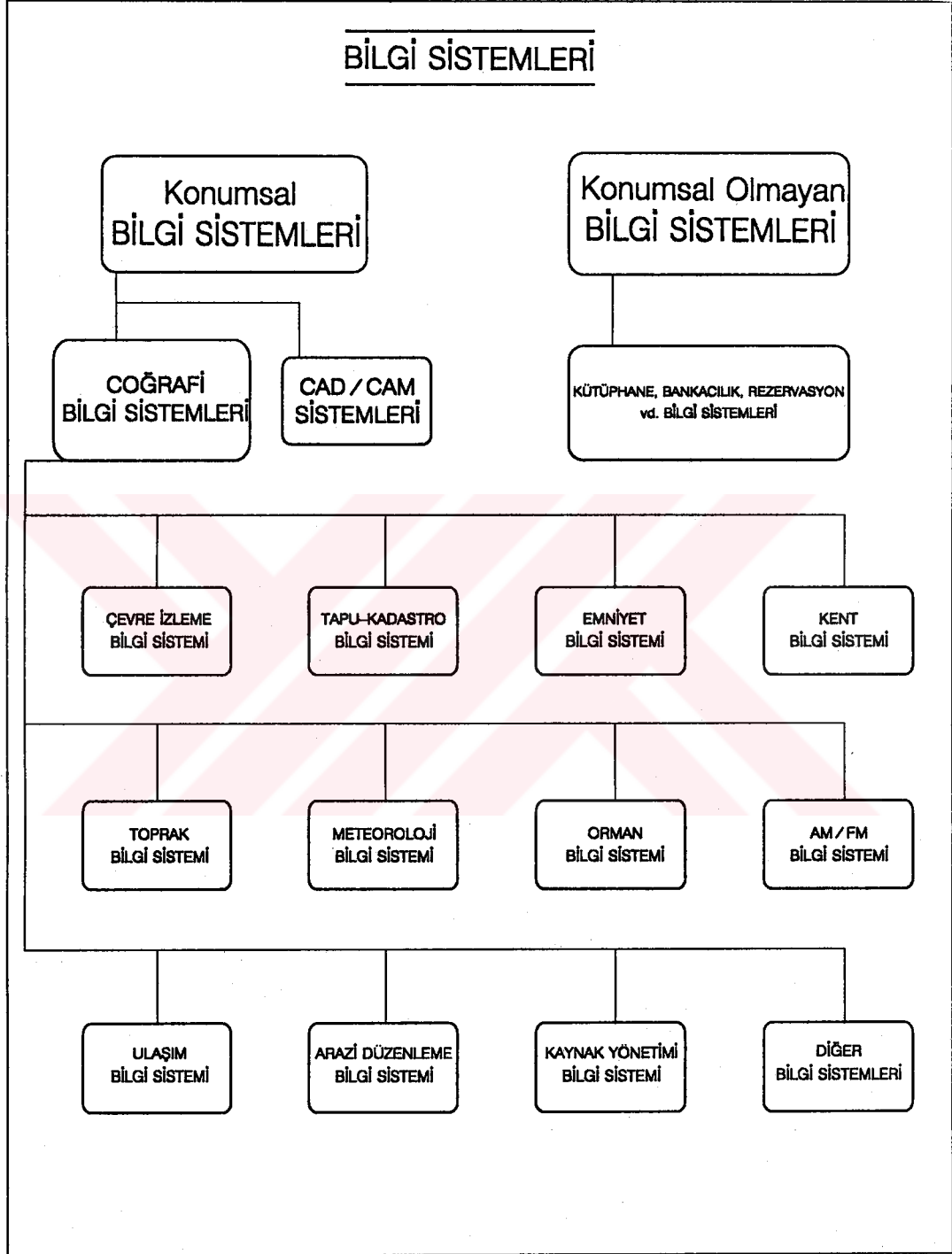
***Teknik Sistemler**

1) Konumsal olmayan bilgi sistemleri veya diğer adıyla İdari sistemler 1950'li yıllardan itibaren bilgisayar teknolojisinin de gelişmeye başlamasına paralel olarak, günümüze kadar kullanılmış ve halen yaygın şekilde kullanılmaya devam etmektedir. Bu tür bilgi sistemleri daha çok kurumlara yönelik yönetsel fonksiyonları içermektedir. Mesela vergi yönetimi, personel yönetimi, bankacılık, sigortacılık v.b..

2) Konumsal bilgi sistemleri veya Teknik sistemler ise 1970-1980'li yıllarda hesapların ve analizlerin bilgisayar ortamında yapılması, bilgisayar destekli tasarımların (CAD) kullanılması ile gündeme gelmiştir. Daha sonraki gelişme alfa nümerik (grafik olmayan) bilgilerin grafik bilgilerle birleştirilmesi yönünde gerçekleştirilmiş ve sonuçta konumsal bilgi sistemleri ortaya çıkmıştır.



Şekil 2.2 Bilgi sistemlerinin genel sınıflandırılması



Şekil 2.3 Coğrafi Bilgi Sisteminin bilgi sistemleri arasındaki yeri

2.1.2 CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) Tanıtımı

GIS veya ülkemizdeki yerleşmiş adıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) tanımlanmasının yapılmasından önce; tanım aralığını belirlemek amacıyla bölüm 2.1.1'deki Bilgi Sistemlerinin açıklanmasına ihtiyaç duyulmuştur. Çünkü bu tanımın doğru yapılması izlenecek yola ışık tutacaktır.

Bütün yapılan temel tanımlamalardan sonra CBS'yi genel anlamda şu şekilde tanımlayabiliriz:

"CBS alfa-nümerik (grafik olmayan) özellikte ve her biri bir harita üzerindeki coğrafi bir yerle bağlantılı (coğrafi kodlaması yapılmış) verileri yapılanmış halde depolayan, yönlendiren ve grafik sunumları hazırlayan bilgisayar tabanlı bir sistem olarak tanımlanabilir."

Ancak bu genel anlam dışında CBS'in bir sistem mi yoksa araç mı olduğu tartışmaları yaygınlaşmakta olup, bu tartışmaları ortaya çıkartan literatürdeki çeşitli tanımlamalar şunlardır:

"CBS dünya üzerinde karmaşık sosyal, ekonomik ve çevresel sorunlar ve bunların çözümüne yönelik büyük hacimli coğrafi verilerin yönetimi ve analizi ile uğraşan bir sistemdir" [5].

"Kullanıcıların özel isteklerine yanıt verebilen veri tabanında coğrafi analiz yapılabilen yazılım ve donanım sistemine CBS denir" [6].

"CBS alfa-numerik (grafik olmayan) ve grafik bilgilerin aynı anda kullanılmasını sağlayan bir araç veya sistemdir" [3,7].

"Hem grafik hem de grafik olmayan bilgileri aynı anda depolayan, analizini yapan ve sunan bir bilgi teknolojisidir" [8].

"CBS sadece çalışılan iş üzerinde değil aynı zamanda çalışanlar üzerinde de verimi arttırıcı bir sistemdir".[9]

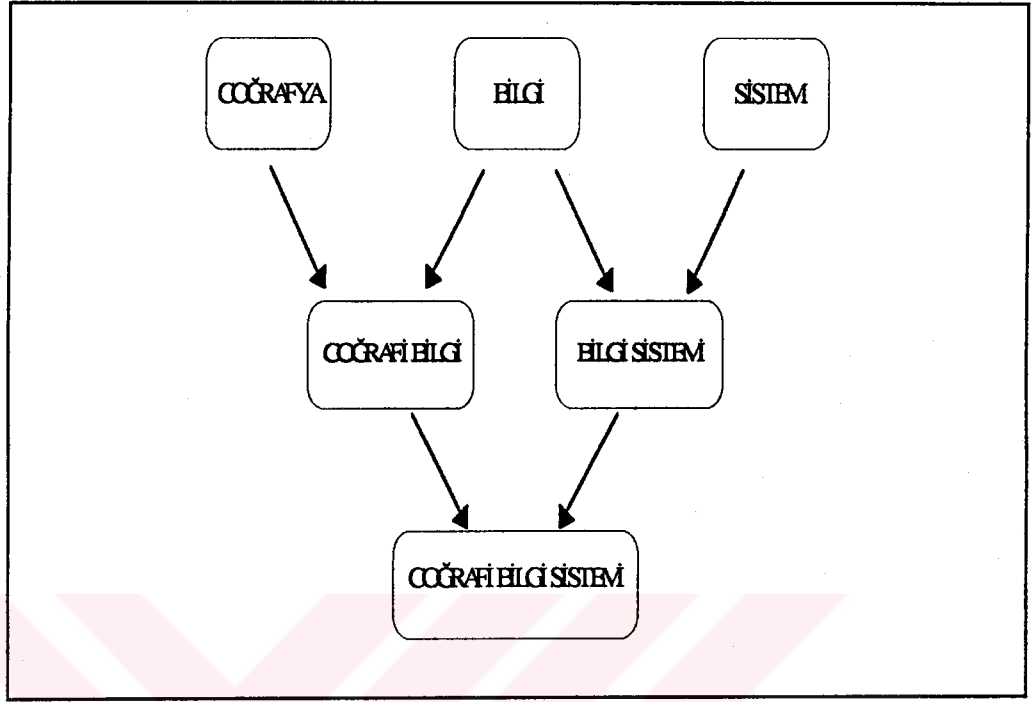
"CBS araştırma, planlama ve yönetimdeki karar verme yeteneklerini arttırmak ve ayrıca zaman, para ve personel tasarrufu sağlamak amacıyla coğrafi varlıklara ilişkin grafik ve nongrafik verilerin toplanması, bilgisayar ortamına aktarılıp depolanması, işlenmesi ve sunulması fonksiyonlarını bütünlük olarak yerine getiren donanım, yazılım, coğrafi veri ve personelinden oluşan bir bütündür. Bu tanımlamada yer alan sunuş, sorgulama veya istenilen sorulara yanıt alabilme anlamındadır" [3,5].

"CBS konuma dayalı gözlem ve ölçmeler neticesinde elde edilen grafik ve grafik olmayan verileri bir bütün içerisinde işlemeye yarayan teknolojik bir araçtır" [4].

Genel anlamda; CBS' nin bir sistem mi yoksa araç mı olduğu tartışmaları bir tarafa bırakılırsa, yukarıdaki tanımlamalardan CBS için üç şartın yerine getirilmesi gerekliliği ortaya çıkmakta olup, bunlar şu şekilde verilebilir:

- * Grafik Bilgi
- * Alfa-nümerik (grafik olmayan) Bilgi
- * Sorgulama (analiz)

Bu bakımdan herhangi bir CBS yazılımının veya sisteminin seçiminde, diğer faktörlerin yanında ve başında belirtilen bu şartlar dikkate alınmalıdır. Yapılan tanımlamaların bulunduğu ortak kavramlar şekil 2.4'de verilmiştir.

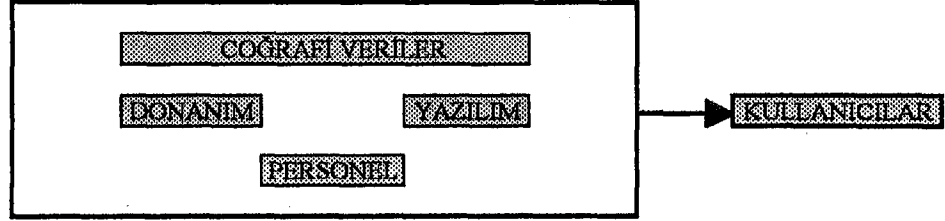


Şekil 2.4 Coğrafi Bilgi Sistemine kavramsal yaklaşım

2.1.3 CBS Bileşenleri

Bölüm 2.1.2 'deki CBS tanımlamalarından ortaya çıkan sonuçlar ışığında örnek bir CBS uygulaması için gerekli olan bileşenler şekil 2.5'ten de görüldüğü üzere şunlardır:

- * Coğrafi Veriler
- * Donanım
- * Yazılım
- * Kullanıcılar
- * Personel



Şekil 2.5 Temel CBS bileşenleri

1) Coğrafi Veriler

CBS'nin oluşturulmasında temel kaynak olan altlık haritalar bu bölümde yer almaktadır. Günümüzde kullanılan altlık haritalar şu şekilde ele alınabilir [9,10,11].

- * Çizgisel haritalar
- * Orto-Fotolar
- * Sayısal haritalar
- * Uydu görüntüleri
- * Hava fotoğrafları

2) Donanım

Donanımda ilk akla gelen bilgisayarlar olup, uygulamada kullanılan üç tip mevcuttur:

- * Kişisel Bilgisayarlar
- * İş İstasyonları (Workstation)
- * Merkezi Bilgisayarlar (Mainframe)

Bunun yanında:

- * Sayısallaştırıcılar (Digitizer)
- * Yazıcılar (Printer)
- * Çiziciler (Plotter)
- * Tarayıcılar (Scanner)
- * Yedekleme üniteleri (Backup) de donanımın içinde önemli bir yere

sahip olmaktadır.

3) Yazılım

Belki de CBS uygulamalarında seçimi en zor yapılan bileşen yazılım olmaktadır. Çünkü seçimi yapılmış bir yazılımın bir defa kullanılmaya başlanması ile birlikte, belli bir zaman dahilinde daha gelişmiş ve üstün bir yazılımın ortaya çıkmasıyla, ihtiyaç dahilinde; ara geçiş ya çok zor olmakta ya da mümkün olmamaktadır. Bunun en büyük nedeni CBS uygulamalarının sadece CAD bazlı olmamasıdır, yani diğer anlamda; bir CBS yazılımı grafik ortamın dışında grafik olmayan ortamı (veri tabanı) da sağlamalıdır. Bu gereklilik hesaba alındığında yeni bir yazılıma geçiş grafik ve grafik olmayan bütünlüğü aksatmayacak şekilde gerçekleştirilmelidir.

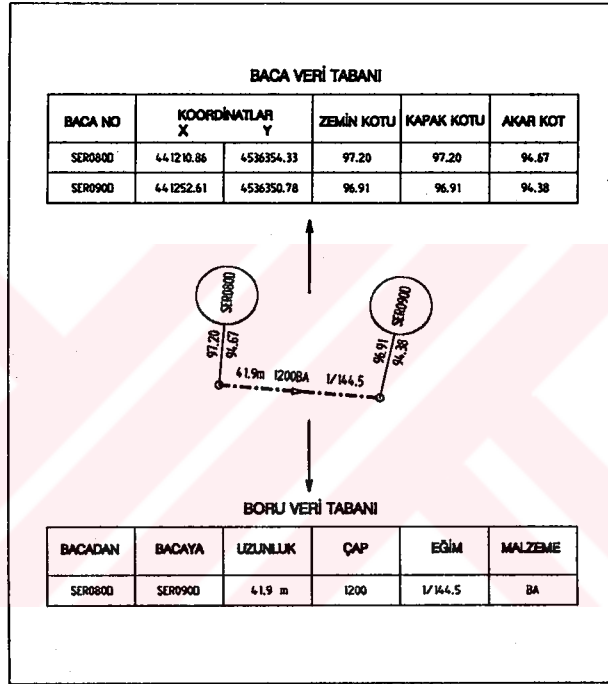
Özellikle yazılım bileşenini hidrolojik modelleme yönünden ele alınırsa,

* Grafik ortamda yağmursuyu projelendirmesi için bacalar noktalarla, borular çizgiler, su toplama havzaları da kapalı poligonlar ile gösterilebilir. Bu elemanlara ait grafik ekran bilgileri ise birer text (yazı katakterleri) olabilecektir.

* Veri tabanı bilgileri grafik ortamda yaratılmış baca, boru, havzaların işaretlenmesi ile yaratılmış ilgili veri tabanı bilgileri -çap, uzunluk, kot gibi- gelebilecektir.

* İstenilen bölge içindeki elemanların veya tek bir elemanın sorgulaması yapılabilecektir. Mesela çapı 300 ila 1000 çapları arasındaki toplam boru boyu, veya yapım yılına göre toplam baca sayısı gibi.

Sonuçta CBS için gerekli olan yazılım grafik olan ve olmayan bilgileri kapsamalı ve bu bütünlükte istenebilecek olan sorgulamalara cevap verebilmelidir. Örnek bir grafik ortamdaki çizim ile veritabanı bilgileri şekil 2.6'da olduğu gibi verilebilir.



Şekil 2.6 Örnek bir boru, baca grafik ve veritabanı bilgileri

4) Kullanıcılar

Donanım ve yazılım niteliklerinin yanında kullanıcılar da önemli bir bileşen olmaktadır. Oluşturulacak CBS'in kimler tarafından kullanılacağı tam ve eksiksiz olarak tanımlanmalıdır. Yani bu sistemden kimlerin ne şekilde ve nasıl faydalanacağı doğru olarak belirlendikten sonra sistemin diğer yazılım ve donanım ihtiyaçları kabaca belirlenmiş olacaktır.

5) Personel

Büyük yatırımlarla oluşturulacak CBS'in tecrübeli ve sorumluluk bilincinde olan kişiler tarafından kullanılması gerekmektedir. Sistemde görev dağılımının içeriği şu şekilde sıralanabilir[12]:

- * Yönetici
- * Analizci
- * Sistem Operatörü
- * Programcı
- * Veritabanı Operatörü
- * Sayısallaştırıcı
- * Operatörler

2.2 CBS'NİN DOĞUŞU VE TARİHÇESİ

Bu konuda literatüre bakıldığında ilk gereksinimler eldeki mevcut dağınık bilgilerin toplanması ve bu veriler ile ilişkide olan grafik ortamdaki şekillerin birlikte ele alınması gerekliliği neticesinde ortaya çıkmıştır. Bu şekilde mevcut bilgiler boyutuna ikinci bir boyut girmiş olup, boyutun içeriğini görsellik oluşturmuştur. Bu sayede; örnek olarak ekranda şekli bulunan bir nesnenin bilgisine de aynı anda fazla emek, masraf ve güç harcamadan ulaşılmış olmaktadır [13].

CBS ifadesinin ilk kullanılışı 1960'lı yılların ortasına dayanmakta olup temelde iki farklı konudan kaynaklanmaktadır. Bunlardan ilki Kanada'daki, diğeri ise Amerika Birleşik Devletleri'ndeki (ABD) uygulamaların sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Kanada'da Kanada Arazi Değerlendirme İdaresi ne kadar tarım arazisinin hem 1.sınıf hem de ekime açık olmayan gibi bir sınıflandırmaya ihtiyacı olmuştur. Bu talebi karşılamak için bir ana bilgisayar ve bir tarayıcı (scanner) vasıtası ile ilk çalışmalar başlatılmıştır. Aynı anda iki haritaya gereksinim duyulduğundan; bu haritaların insan eli ile yapılması durumunda, hem zaman hem de maliyet kaybı

açısından hızlı ve kullanışlı bir sonuç çıkartılamayacağı saptanarak, o andaki donanım fiatlarının yüksek olmasına rağmen, ilk defa bilgisayar ortamında sorgulamalar görsel olarak yapılmıştır [9,11,13].

Hemen hemen aynı yıllarda ABD'de araştırmacılar büyük ölçekli ulaşım modellerinin bilgisayar yardımı ile CBS çerçevesinde analizlerinin ve sonuçlarının irdelenmesini tasarladılar. Bu geliştirilen ilk modeller ile de nüfus dağılımları belirlenmeye başlanmış ve grafik ortamda ekrandaki sayısal haritalar üzerinde gösterimler sağlanmıştır[13].

Ayrıca Harvard Üniversitesinde 1960'lı yılların sonunda gölgeli eğim haritalarının bilgisayar aracılığı ile üretilmesi, diğer ülkelerdeki üniversiteler üzerinde olumlu bir etki bırakmış ve üniversiteler çapında CBS yazılımları geliştirilmeye başlanmıştır[9].

Ancak gerçek anlamda CBS çalışmalarının hayata geçirilişi ve uygulamaya sokulması; 1963 yılında Kanada tarafından başlatılmış olan, 1971 yılında tamamlanan ve kullanıma sunulan CGIS (Kanada Coğrafi Bilgi Sistemi) ile gerçekleştirilmiştir. Bu özelliğinden dolayı da ilk Coğrafi Bilgi Sistemi CGIS olarak kabul edilmektedir. Şekil 2.7'de bilgisayar kullanımının başlaması ile günümüze kadar ki teknolojik gelişmeler gösterilmiştir[11,13].

2.3 COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİNİN UYGULAMA ALANLARI

Bölüm 2.1.1'de bahsedilen Bilgi Sistemlerinden Konumsal Bilgi Sistemlerinin tanımına bakıldığı zaman CBS ve uygulamaları bu sistem grubu altında yer teşkil etmektedir. Bu tanıma göre CBS'in yaygın kullanım alanları tablo 2.1.de gösterilmiştir [4,8].

Tablo 2.1 Uygulama alanlarına göre CBS çeşitleri

Kadastral Bilgi Sistemi	Cadastral Information System
Görüntü İşlem Tabanlı Bilgi Sistemi	Image Based Information System
Arazi Veri Sistemi	Land Data System
Arazi Bilgi Sistemi	Land Information System
Coğrafi Referanslı Bilgi Sistemi	Geographically Referenced Inf. System
Doğal Kaynak Yönetimi Bilgi Sistemi	Natural Resource Management Inf. System
Ticari Analiz Bilgi Sistemi	Market Analysis Information System
Çok Amaçlı Kadastro	Multipurpose Cadastre
Planlama Bilgi Sistemi	Planning Information System
Mülkiyet Bilgi Sistemi	Property Information System
Toprak Bilgi Sistemi	Soil Information System
Mekansal Bilgi Sistemi	Spatial Information System
Mekansal Karar-Destekli Bilgi Sistemi	Spatial Decision Support Inf. System
Kent Bilgi Sistemi	Urban Information System

Belirtilen bu sistemlerin Türkiye'de kimler ve/veya hangi kuruluşlar tarafından üstlenilmesi gerektiği ise şu şekilde belirlenebilmektedir[14].

Tablo 2.2 Coğrafi Bilgi Katmanı ve Görev Dağılımı

Katman / alt sistem / görev	Sorumlu Kurulus
Orta ölçekli haritaların üretimi	Harita Genel Komutanlığı
Küçük ölçekli haritaların üretimi	Harita Genel Komutanlığı
Fotogrametrik üretim, denetimi	Harita Genel Komutanlığı Tapu ve Kadastro. Müd.
Jeodetik kontrol noktaları, GPS uygulamaları	Harita Genel Komutanlığı
Tapu ve Kadastro Bilgi Sistemi	Tapu ve Kadastro
Orman Kadastro, Envanteri ve Planlama	Orman Bakanlığı
Jeolojik, Hidrojeolojik, Jeomorfolojik, Jeofizik	Maden Tetkik ve Arama
Petrol ve Maden Kaynakları	Maden Tetkik ve Arama ETİBANK, TPAO
Genel Arazi Kullanımı ve Planlaması	Bayındırlık ve İskan Bak Çevre Bak. Devlet İstatistik Enst.
İl, ilçe, köy yerleşimleri, İdari sınırlar, sayım verileri	İçişleri Bak. Devlet İstatistik Enst. Tarım ve Köyüşleri Bak.
Toprak Haritaları, tarımsal üretim, reform	Tarım ve Köyüşleri Bak.
Turizm yatırımları	Turizm Bak.
Kültürel değerler	Kültür Bak.
Karayolları, İl ve Köy yolları	Karayolları Gn.Müd. Tarım ve Köyüşleri Bak.
Demiryolları, Limanlar, Hava Limanları	Ulaştırma Bak.
Su kaynakları ve havza analizi	Çevre Bak. Devlet Su İşl. Gn.Müd.
Deniz kaynakları	Çevre Bak.
Sanayi yatırımları	Sanayi ve Ticaret Bak.
Ülkesel enerji ağları	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
Ülkesel haberleşme ağları	PTT
Kent Bilgi Sistemi	Belediyeler, ve altyapı ile ilgili tüm kuruluşlar

2.3.1 Dünyadaki Uygulama Alanları

CBS uygulamalarına ön ayak olan iki ülke çalışmaların ilk adımlarını atmış bu ülkeler bölüm 2.2'de bahsedildiği gibi ABD ve Kanada olmuştur. Günümüzde de, kullanımının sonucunda elde edilen faydalar açıkça görüldüğünden, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler yatırımlarının belli bir bölümünü bu konuya ayırmışlardır. Yoğun bir şekilde çalışmalarına devam eden ülkelerin başında ABD, Kanada, Almanya, Avusturya, Hollanda, İsveç, Danimarka, İspanya, Yunanistan, İngiltere, Hong Kong gelmektedir [6,15].

2.3.2 Türkiye'deki Uygulama Alanları

Diğer ülkelerdeki CBS uygulamalarına bakıldığında, ülkemizdeki çalışmaların henüz daha yeni başladığını görmekteyiz. Bilgisayar teknolojisini yakın ve hızlı bir şekilde takip eden Türkiye, CBS konusunda şu anda ön etüdlerini yapma safhasında denilebilir. Zira yapılan veya yapılmakta olan CBS uygulamalarında pilot projeler ile; CBS'nin etüdü, uygulanabilirliği gerek donanım ve dünyadaki CBS yazılımları gerekse fayda maliyet ilişkileri yönünden denenmekte ve incelenmektedir. Ancak en azından bu konuya olan bakış açısı, daha doğrusu ilgi ve konunun hassasiyeti özellikle öncelikli olarak büyük şirketler ve halka hizmet veren kamu kuruluşları tarafından benimsenmiş durumdadır. Belediyeler bu kapsamında ön ayak olmaktadır.

CBS'nin ülkemizdeki ilk uygulama şekli AM (Otomatik Haritalandırma) kuramında bilgisayar destekli haritacılıkta, İstanbul Büyükşehir Belediyesi 1987 yılında sayısal harita üretimi ile başlamış ve 1991 yılında harita üretimi tamamlanmıştır[19]. Sayısal haritaların tamamlanmasıyla birlikte CBS gündeme gelmiş ve günümüze kadar bir bilgi birikimi sağlamıştır. CBS'nin alt bölümü olan Kent Bilgi Sistemi baz alınarak ilk planda İstanbul Büyükşehir Belediyesine bağlı bölümler, İSKİ, İGDAŞ, İETT; ikinci planda da PTT, AKTAŞ, TEDAŞ v.b

kuruluşların yer alacağı, ortak bilgi alışverişinin yapılabileceği (ortak veritabanı) bir pilot proje çalışması İstanbul Büyükşehir Belediyesi koordinatörlüğünde başlatılmıştır [16].

Ankara Büyükşehir Belediyesi 91 yılı sonunda ilk çalışmalarına başlamıştır. Ayrıca Antalya, Bursa, İzmir, Konya ve Aydın belediyelerinde özellikle Kent Bilgi Sistemi kapsamında çalışmalarını planlanmakta ve/veya sürdürülmektedir[6,15].

2.4 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİNİN FAYDALARI

CBS'in faydaları, gerçekte bölüm 2.3 'de belirtilen uygulama alanlarının ne kadar geniş bir ölçüde kullanılışından çıkartılabilir. Bu uygulamalar hayatın bütün alanlarında yer teşkil ettiğinden gerek zaman, gerek maliyet ve gerekse verimlilik, hız açısından bilginin toplanması, depolanması, işleme ve kullanıma sunulmasında ilgili uygulamaların ilgili alanlarında büyük faydalar sağlayacağı kesindir. Örnek olarak bir planlayıcı almış olduğu görevi daha kısa süre ve etkin şekilde tamamlayabilme şansına sahip olacaktır. Uzun vadeli düşünülürse maliyetin düşürülmesi, üretimin artırılması, stratejik yararların sağlanması gibi etkiler ortaya çıkacaktır. Nitelik bakımından CBS'nin sağlayacağı yararlar şöyle sıralanabilir:[3,9,11,17].

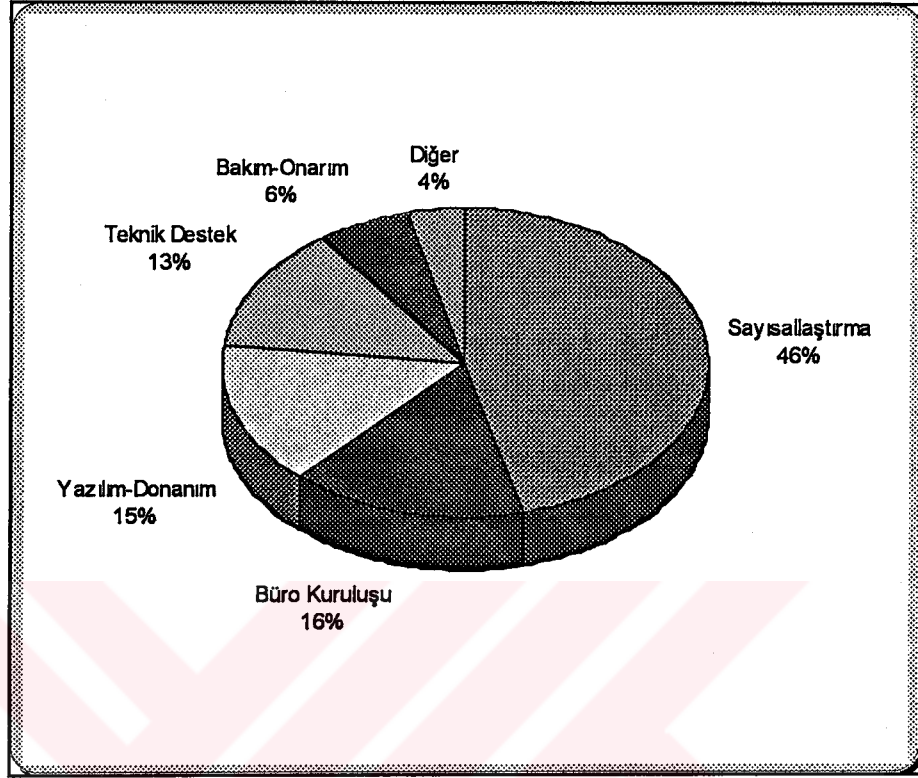
- * Bilgilerin ortak paylaşımı
- * Bilgi fazlalığı, karmaşası ve tutarsızlığının önlenmesi
- * Bilgilerin biraraya getirilmesi
- * Bilgilerin sınıflandırılması
- * Bilgilere daha hızlı ulaşma
- * Hizmetlerin, üretimin artması
- * Zaman ve dolayısı ile maliyetten tasarruf

Ancak uygulama safhasında bu faydaların elde edilmesi, yani diğer anlamda CBS'nin başarısı sağlam bir idari stratejiye bağlıdır.

2.5 CBS'NİN MALİYETİ

CBS teknolojinin getireceği maliyet sabit ve önemsiz olmayıp, istenilen sistemin büyüklüğü, konfigürasyon bileşenleri, depolanması ve sorgulaması düşünülen verilerin miktarı ve kullanıcı sayısı maliyeti belirleyici faktörler arasında yer almaktadır. Bölüm 2.1.3' de belirtilen CBS bileşenleri de bu kapsamda temel maliyet unsurlarını oluşturmaktadır.

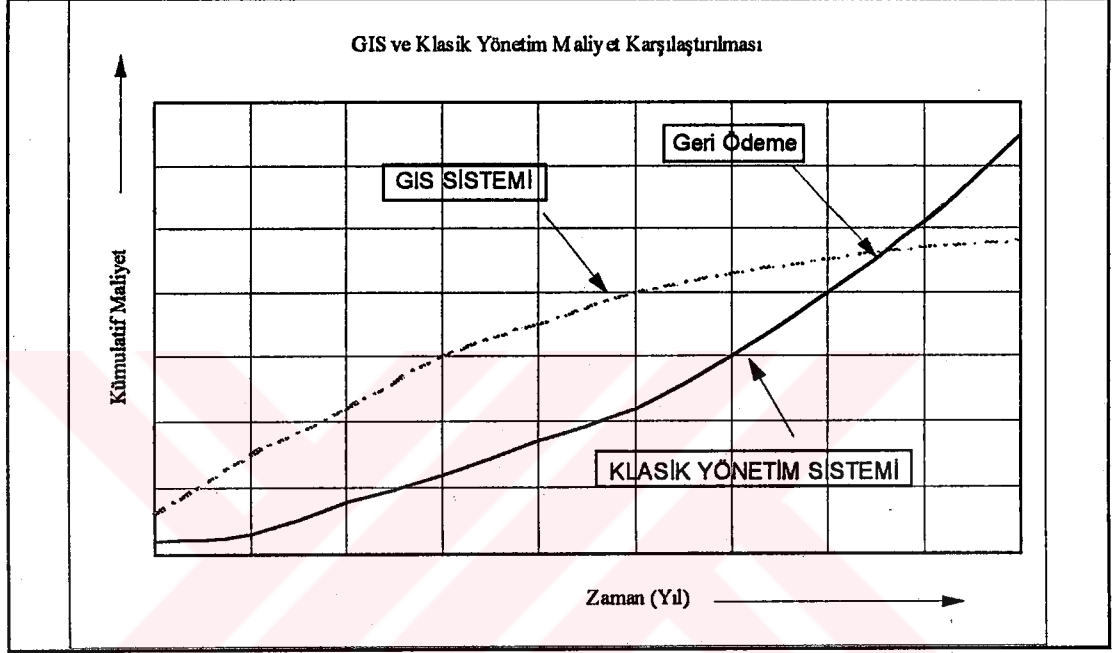
Yazılım ve donanım masrafları, teknolojik gelişmelere göre zaman içerisinde düşüş göstermesine rağmen, yine de sistem içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Tasarlanan sistemin işlevine ve boyutuna göre CBS sisteminin kuruluşu ve işleyişi için gerekli olan miktar Kentsel Bilgi Sistemi için ortalama 500.000\$ ile 2.000.000\$ arasında değişmektedir[12]. Şekil 2.8'de yerel bir CBS kurulmasındaki maliyet dağılımı verilmiştir. Dağılımda en büyük bileşen haritaların sayısallaştırılması veya diğer anlamda haritaların elde edilmesini oluşturmakta olup, maliyet sırasıyla büro kuruluşu, yazılım-donanım, teknik destek, bakım-onarım ve diğer bileşenleri içine almaktadır. Ancak ortaya çıkan bu maliyet dağılımları kurulması düşünülen sisteme göre değişebilecektir. Çünkü ilk planda gözden kaçabilecek olan bileşenler daha sonra, uygulama safhasında belirebilecektir. Bu yüzden herhangi bir CBS uygulamasına aktif olarak geçilmeden önce sisteme dahil edilmesi düşünülen kuruluşlar ile birlikte ön etüd veya pilot proje safhası mutlaka uygulanarak; ihtiyaçlar, eksikler ve sonucunda ilgili kurumlar tarafından karşılanacak birim maliyetler tespit edilmelidir.



Şekil 2.8 Yerel bir CBS kurulmasındaki masraf dağılımı

CBS'yi sadece maliyet yönünden değerlendirmek oluşturulacak olan uygulamalara bir fikir verse de maliyeti CBS'in sağlayacağı faydalar ile birlikte ele almak daha doğru olacaktır. Bu yüzden CBS ile yapılacak olan çalışmaları klasik yöntemler ile karşılaştırmak gerekecektir. Şekil 2.9'de ABD'de yapılan ve büyük kentsel alanlar için kurulabilecek bir CBS uygulamasının klasik yönetim sistemiyle tipik kümülatif maliyet-zaman karşılaştırması gösterilmiştir. Grafiğe göre klasik yönetimde zamanla maliyetin sürekli arttığı görülmektedir. CBS uygulamasında ise klasik yönetime göre ilk başta maliyet yüksek olup zamanla azalmaktadır. Başlangıçtaki yüksek maliyetin nedeni; otomatik veri elde etme, donanım yatırımı, eğitim, personel alım ve sistemin sürekli bakımındır. Yatırımın azaldığı yerde CBS eğrisinin zamanla yaptığı açının küçüldüğü görülmekte, bu da sistemden yarar

sağlamaya başlandığı anlamına gelmektedir. Eğrilerin kesiştiği nokta da maliyetin geri ödenmeye başladığı andır [6,9]. ABD'deki uygulamada geri ödeme noktası yani faydaların tam anlamıyla elde edilmesi altıncı yılın sonunda görülmeye başlanmıştır.



Şekil 2.9 CBS ve klasik yönetim maliyet karşılaştırması

CBS' de faydaların görülmeye başlanması ile birlikte sadece bilgileri depolama, bilgilere hızlı ulaşma, sorgulamalar elde edilmiş olmayacak olup, sistemle birlikte kar'lar da artacaktır. Bunlar:

- * Maliyetin azalması
- * Harcamalardan kaçınma
- * Kazancın artması

olarak sayılabilir. İçlerinden belki de en önemli olanı üçüncü maddedeki kazancın artması olacaktır. Yani toplanmış verilerin özel veya tüzel kuruluşlara satılması ile

CBS sistemine yapılan harcamaların yanında somut para girdisi sağlanmış olacaktır. Yerel yönetimlerde kurulabilecek bir CBS'nin satılabileceği veriler tablo 2.3'de verilmiştir.[12].

Tablo 2.3 Yerel Yönetimlerce üretilebilecek ve satılabilecek konum bilgilerine ilişkin ürünler

SATILABİLECEK ÜRÜN	İÇERİK
Mülkiyet bilgileri	Mal sahipleri listesi, mal sahiplerinin adı soyadı, gayrimenkul adresi, özel istek üzerine istenen diğer mülkiyet bilgileri.
Gayrimenkul alım-satım bilgileri	Bölgesel bazda alım-satımı yapılmış arsa ve arazilerin listesi, satış fiyatları, koordinat verileri, kullanım şekilleri ve gayrimenkulün diğer özellikleri
Harita bilgileri	Altyapı, topoğrafik, tematik, yol, turistik, imar, vb. diğer özel amaçlı hazırlanmış haritaların satımı. (Sayısallaştırılmış şekilleri ile).
Tamir ihtiyacı duyan bina kodları	Kentin muhtelif yerlerinde çatı, elektrik, kablo, boya, su, kanal vb.. tamir ihtiyacı olan binaların maliklerinin adı, soyadı, adresi gibi bilgiler.
Nüfus ve Demografik bilgiler	Etnik bilgiler, yaş sınıflandırması, bina veya, imar adası bazında nüfus verileri ve bunlara bağlı olarak istatistiki bilgiler. Market bilgileri. Seçmen bilgileri. Ticari ve konut amaçlı yerleşim ve dağılım bilgileri

BÖLÜM 3

CBS ORTAMINDA YAĞMURSUYU ŞEBEKE ANALİZİ İÇİN SAĞLANMASI GEREKEN ŞARTLAR

3.1 YAPILAN UYGULAMANIN AMACI

Bu bölümde bahsedilen konunun amacı, herhangi bir yağmursuyu şebeke analizinin CBS ortamında (yazılımında) gerçekleştirilebilmesi için, gerekli olan minimum düzeydeki şartların belirlenmesidir. Bu bakımdan hangi ve ne tür verilere gereksinim duyulduğu örnek bir yağmursuyu CBS yazılımı üzerinde özet bir halde anlatılmaya çalışılacaktır.

3.2 KULLANILAN SİSTEMİN TANITIMI

3.2.1 Uygulamanın ve Projenin Geçmişi

İSKİ ile Ömerli ve Elmalı Ortak Girişimi arasında 20/7/93 tarihinde imzalanmış olan "Ömerli ve Elmalı Çevre Koruma Projesi" sözleşmesi kapsamında belki de ülkemizde ilk defa bir proje bilgisayar ortamında CBS çerçevesinde, CBS yazılımları vasıtasıyla gerçekleştirilmiş ve proje İSKİ tarafından onanmıştır[18].

Projede yapılan hizmetler göz önüne alındığında; arazi çalışması, su temini, atıksu ve yağmursuyu projelendirmesi, dere ıslahı, tünel, arıtma, çevre kirliliğini kontrol altına alma gibi detaylı projelendirme sunulmuş olup, ana amaç İstanbul'un önemli su kaynaklarından bir bölümü olan Elmalı ve Ömerli rezervuarlarında yetersiz altyapıya sahip kontrolsüz kentleşmenin olumsuz etkisini önlemektir. Bahsedilen olumsuz etki de özellikle yerleşim alanlarından gelen yağmursuyu ve atıksuların karıştığı dereler aracılığı ile bu iki havzaya iletilen yüzeysel suların ve atıksuların

yarattığı kirliliktir[19]. Bölgede ayrıca ön fizibilite kapsamında Alman Berliner Wasser-Betreibe ve Bc Berlin Consult Konsorsiyumu bir çalışma yapmış, elde edilen verilerden bu projede yararlanılmıştır[20].

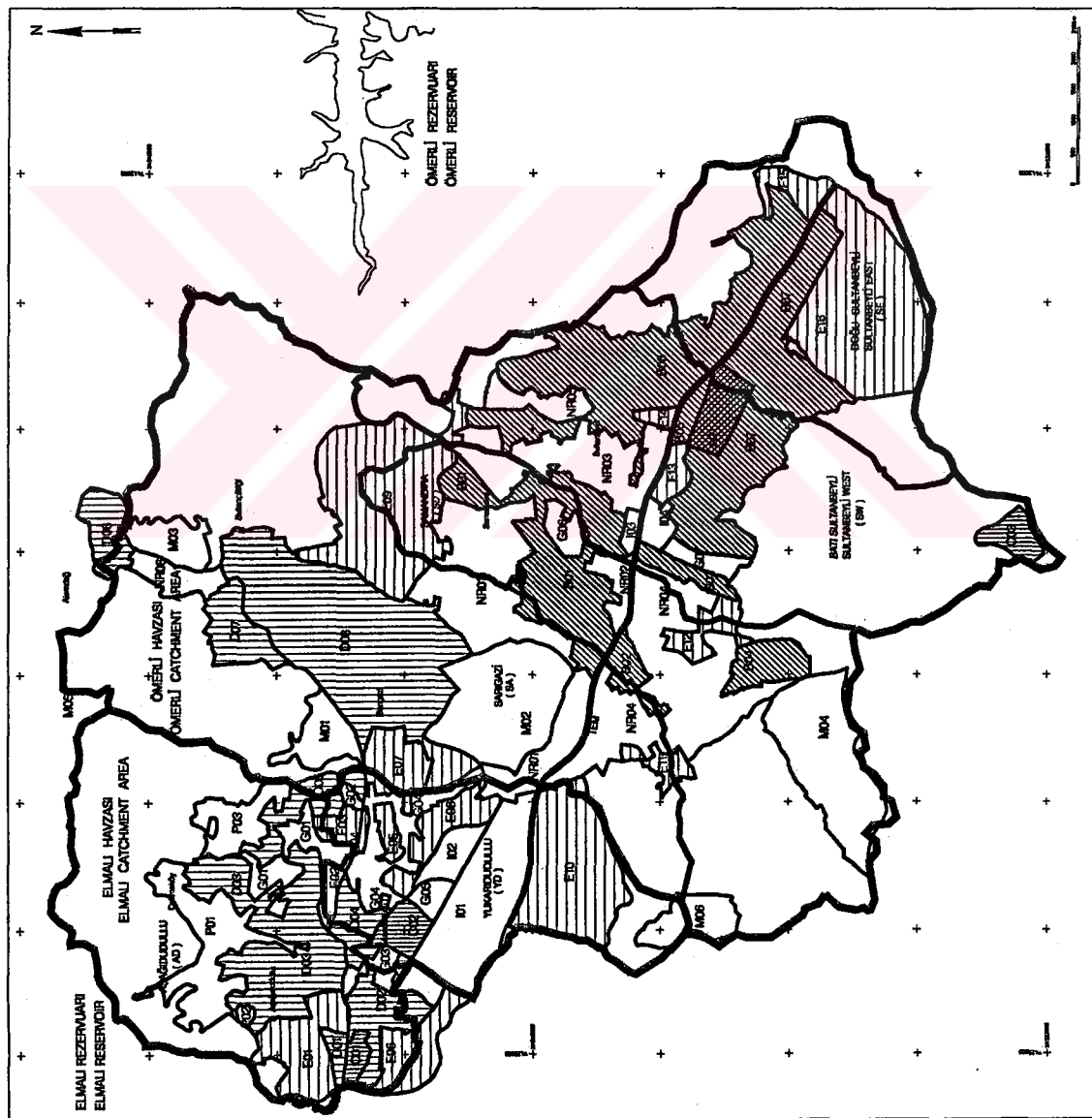
Bu projenin sonunda da yapılan sözleşmedeki maddelere göre projede kullanılan donanım ve yazılım İSKİ'ye teslim edilmiştir. Teslim edilen donanım ve yazılımın kullanılmaya başlanması ile de İSKİ GIS bölümü faaliyetlerine geçerek İstanbul Büyükşehir Belediyesi koordinatörlüğünde yürütülen Kent Bilgi Sistemi Projesinin bir parçası olmuş ve kendi içinde de önemli bir görev üstlenerek İstanbul kentinin atıksu, yağmursuyu ve içmesuyu mevcut röleve projelerini bilgisayar ortamına grafik ve non-grafik olarak aktarmaya başlamıştır.

3.2.2 Proje Alanı ve Yapılan Çalışmanın Sınırları

"Ömerli ve Elmalı Çevre Koruma Projesi" kapsamında toplam alan, İstanbul Anadolu yakasındaki Ömerli ve Elmalı havzaları doğal drenaj alanlarından oluşan iki ana su toplama havzalarına bölünmektedir. Elmalı ana toplama havzası iki toplama havzasına bölünmektedir: Aşağıdudullu (AD) ve Yukarıdudullu (YD). Ömerli ana toplama havzası ise dört toplama havzasına bölünmektedir: Sarıgazi (SA), Samandıra (SD), Sultanbeyli Doğu (SE) ve Sultanbeyli Batı (SW). Bu altı toplama havzası da kendi içlerinde topoğrafiye bağlı olarak alt su toplama havzalarına bölünmektedir. Toplama havzaları ile proje alanı şekil 3.1, şekil 3.2 de verilmiştir[21].

Bu çalışma esnasında da gerek veri girişlerini sağlamak gerekse farklı tekerrür senelerine göre ortaya çıkacak olan analizleri incelemek bakımından Elmalı havzasından bir, Ömerli havzasından da iki havza seçilmiştir[22]. Bunlar:

- * Yukarıdudullu (YD)
- * Samandıra (SD)
- * Sultanbeyli Doğu (SE)



Şekil 3.2 Yağmursuyu toplama alt havzaları ve model dosya sınırları

LE JARDIN/LEGEND:

[illegible][illegible]

su toplama havzalarıdır. İlgili her havzada belirlenmiş olan yağmursuyu toplayıcıları için tekrar boyutlandırma yapılmış olup, maliyet açısından elde edilen sonuçlar bölüm 4'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çevre koruma projesinde havzaların özel konumundan dolayı da ıslah projeleri yapılan derelere deşarj çıkışlarında ayrıca yağ tutucular konulmuştur. Bu çalışmanın sınırları yağmursuyu toplama havzalarının başlangıcından yağ tutucuya kadar ki olan yağmursuyu toplayıcılarını kapsamakta olup, yağ tutucu ile dere ıslah projelerinin tekrar ele alınmasını ve yağmursuyu toplayan enine ve boyuna ızgara hesaplarını içermemektedir. Ayrıca yağ tutucu, dere ıslah proje detaylandırması gibi diğer işler; yararlanılan yazılımda hazırlanmamış olup diğer yardımcı programlar sayesinde yapılmıştır[22].

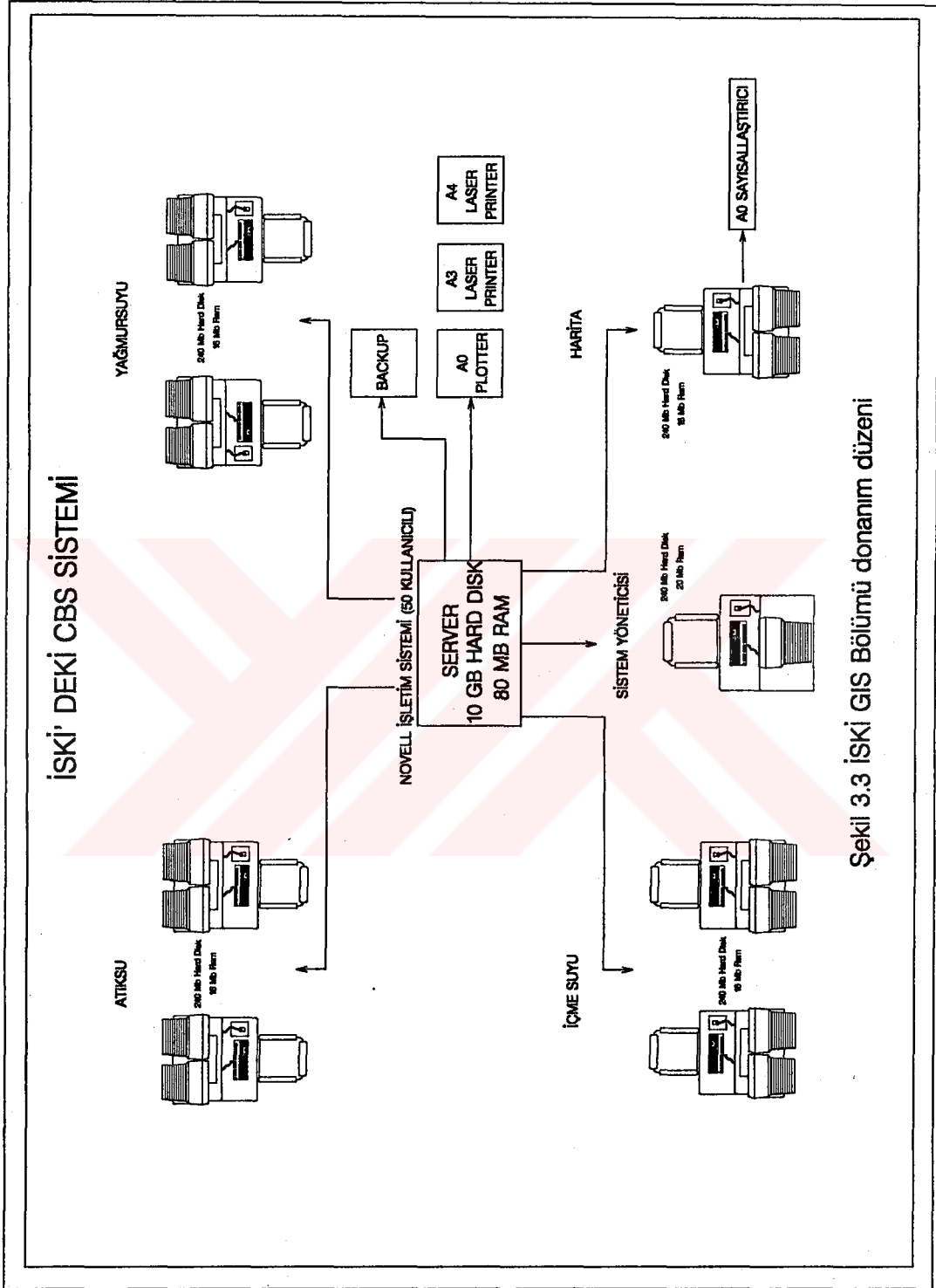
3.2.3 Kullanılan Donanım ve Özellikleri

Çalışmalar esnasında kullanılan donanım ve özellikleri aşağıda belirtilmiş olup, İSKİ'de kurulu olan CBS bölümündeki donanım düzeni özellikleri ile birlikte şekil 3.3' de gösterilmiştir. Sistem DOS altında Novell işletim sisteminde sekiz kullanıcı ile faaliyetlerini sürdürmektedir.

3.2.4 Kullanılan Yazılım ve Özellikleri

MICROSTATION

Bütün mühendislik dallarında sadece yalnız CAD olarak değil aynı zamanda belli başlı CBS yazılımlarının da temelini oluşturan Microstation yazılımı Intergraph ve Bentley tarafından çıkartılmış olup, dünyada oldukça yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Microstation; CAD özelliğinin yanısıra veri tabanı programları ile de ilişkide bulunarak CBS için uygun ortamı sağlar. Kendine özgü MDL, UCL yazılım dilleri ile de mevcut uygulamalar üzerine yenileri eklenebilir ve gelişebilir. Referans dosyası tekniğinin olanaklarından dolayı aynı anda 256 dosya (file) tek bir



dosyaya eklenebilir. Bunun yanında her dosyanın 63 ayrı tabakası (layer) bulunmakta olup, 256 referans dosyası için 16128 tabaka sayısı elde edilebilir. Oluşturulan dosyaların sonu (extension) .DGN uzantılı olup diğer CAD programları ile beraber kullanılabilmesi için dönüşüm (translation) olanakları mevcuttur. İki ve üç boyutlu çizim dosyaları oluşturulabilir. Diğer en büyük özelliği ise iki monitorun beraber yazılımda kullanılabilmesidir[3,23].

DBASE IV

dBASE, niteleyici verilerin tasarım dosyalarındaki grafik elemanlara göre dosyalanmasını için kullanılır. dBASE PC'lerde yaygın şekilde kullanılan bir veritabanı yönetim sistemidir ve Microstation bu veritabanı ile bütünleşme özelliğine sahiptir. Diğer tablolama programlarında da rahatlıkla kullanılabilir[23,24].

COWI Utility Mapping. Stormwater Drainage

Bu yazılım "Ömerli ve Elmalı Çevre Koruma Projesi" kapsamında yaygın şekilde kullanılmış olup sahibi Danimarkalı bir firma olan Cowiconsult'dır. Yazılım yaratılmış yardımcı MDL, UCL, ve dBASE programlama dilleri ile Microstation ortamında çalışmakta ve veri tabanı olarak dBASE IV'ü kullanmaktadır.

Yazılımda yağmursuyu şebeke ve toplayıcı hesabı için projelendirme safhaları adım adım yer almakta olup, klasik proje yapımından çok daha hızlı ve verimli bir şekilde sonuç alınabilmektedir. Yazılımda ana başlıklar altında şu işlemler yapılabilmektedir:

- * Yağmursuyu toplama alanlarının, havzalarının çizilmesi
- * Bacaların yerleştirilmesi
- * Boruların çizilmesi
- * Yağmursuyu proje kriterlerinin girilmesi
- * Su toplama alanlarından oluşan debi hesabı
- * Baca ve borulara gelen debi hesabı

- * Boruların ap ve akar kotlarının hesaplanması
- * Girişi yapılan kriterlere göre gerekli değişiklerin yapılması
- * Otomatik boyuna kesitler alma
- * Rapor alma

gibi işlemler pratik bir biçimde yapılabilmektedir.

Bir CBS yazılımım en büyük özelliği çizimi yapılan elemanların veri tabanı bilgilerinin bulunması gerektiğinden, yazılımda ekranda oluşturulan havzaların, bacaların ve boruların bilgileri aynı anda dBASE' de yaratılmakta ve ayrı ayrı dosyalarda bu bilgiler tutulmaktadır. rnek olarak:

- * Bacanın zemin kapak kotu, akar kotu, varsa düřüsü vd..
- * Havzaların alanı, akış katsayıları, yağış toplanma süreleri vd..
- * Boruların cinsi, çapı, uzunluk, eğim vd..

gibi bir çok gerekli bilgiler hem eleman üzerinde hem de veri tabanında otomatik olarak yaratılmakta, gerektiğinde yapılan düzeltmeler iki yönlü etkisini göstermektedir. Yani tek bir işlem ile iki tarafta da yapılan değişiklikler aynen yansımaktadır[3,25].

3.2.5 Kullanılan Altlık

Çalışmada kullanılan altlıklar 1988 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi için üretilmiş olan sayısal paftalar olup, mevcut İSKİ CBS bölümünde bulunan sayısal haritalardan yararlanılmıştır.

3.3 YAğMURSUYU SİSTEMİ HESABINDA KULLANILAN PROJE KRİTERLER VE VERİLERİ

"Ömerli ve Elmalı evre Koruma Projesi" kapsamında kullanılan yağmursuyu borularının projelendirme kriterleri bu bölümde sunulmakta olup, bu kriterler mevcut yazılıma aktarılmıştır.

3.3.1 Alt Havzaların Oluşturulması

Yağmursuyu toplama havzalarında (örn. Samandıra (SD)) althavzalar şekil 3.1 ve 3.2'de gösterildiği üzere oluşturulmuştur. Althavzanın drenajı daha sonra bu bölgedeki bacaya yapılmıştır. Bir bacaya bağlanan alan şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\text{Baca toplama alanı} = (l / \sum L) * A$$

Burada:

- l = Bir sonraki bacaya giden mansap borusunun uzunluğu
- $\sum L$ = Althavzadaki toplam boru uzunluğu
- A = Althavzanın toplam alanı

3.3.2 Proje Debisinin Hesaplanması

Rasyonel Metod

Proje debilerinin hesaplanmasında Rasyonel Metod kullanılmaktadır. Aşağıdaki formül Rasyonel Metod'u ifade etmektedir:

$$Q_T = C * I_T * F$$

Q_T = T tekerrür yılına ait proje debisi (l/sn)

C = Akış katsayısı

I_T = Dakika olarak t toplanma süresi ve T tekerrür yılına göre yağış şiddeti (l/sn/ha)

F = Toplama Alanı (ha)

3.3.2.1 Toplanma süresi

Toplanma süresi, yerüstü akımının giriş gelme süresi ile yağmursuyu boru veya kanallardan geçme sürelerinin toplamı olarak hesaplanır. Yağmursuyu toplayıcılarına giriş süresi, akış mesafesine ve yüzeyin yapısına ve eğimine bağlıdır. Giriş süreleri aşağıdaki şekilde verilmektedir:

<u>Alanın türü</u>	<u>Giriş süresi</u>
Dik kentsel alanlar	5 dakika
Normal kentsel alanlar	10 dakika
Düz kentsel alanlar	15 dakika
Alt-kentsel alanlar	15 dakika
Kırsal yöreler	20 dakika

3.3.2.2 Akış Katsayıları

Akış katsayısı, akışın yağış hacmine oranını ifade etmektedir. Bu oran, toplama alanının kaplamasına ve zemin/bitki örtüsü karakterine bağlıdır. Jeolojik incelemelere göre zeminin hayli geçirimsiz olduğu projede saptanmıştır.

Projede kullanılmış olan akış katsayıları tablo 3.1'de, arazi kullanım bölgelerinin haritası da şekil 3.2'de su toplama havzaları ile birlikte gösterilmiştir.

3.3.2.3 Proje Yağış ve Tekerrür Süreleri

Projede kullanılan süreler Devlet Meteoroloji Enstitüsü'nün verilerine dayanmakta olup bölge için yeni proje yağış eğrileri geliştirilmiştir. Bu yeni eğrilerin oluşturulmasında, bölgeye yakın olan Göztepe ve Şile'deki ölçüm istasyonlarının verilerinden yararlanılmıştır. Şekil 3.4'de bu alandaki yağış şiddeti - süre - tekerrür eğrileri gösterilmektedir. Tablo 3.2'de bu veriler tablo halinde sunulmaktadır[21].

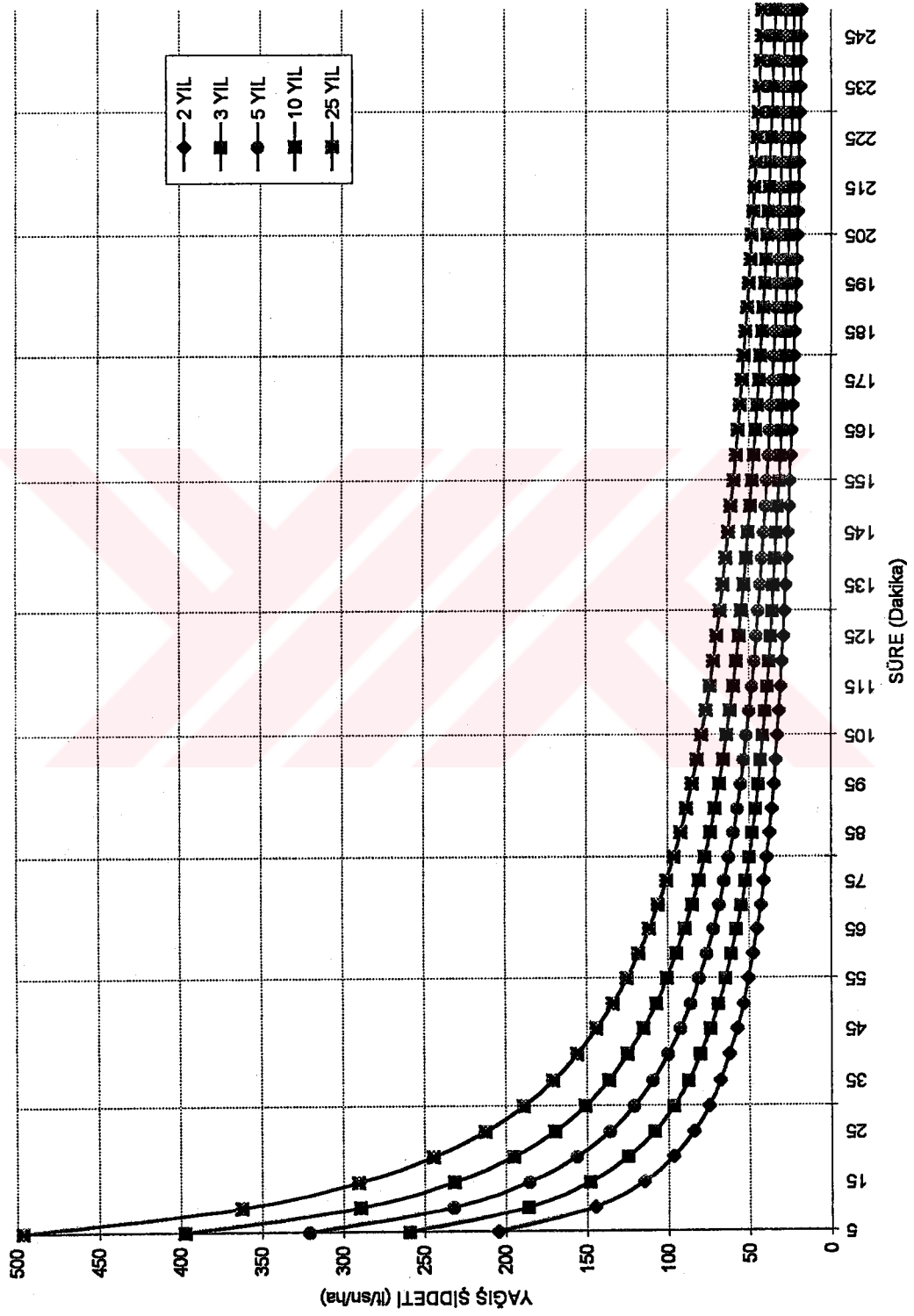
Tablo 3.1: Akış katsayıları

Arazi Durumu	Nüfus yoğunluğu (kişi/ha)	Arazi Kullanım Bölgesi	Akış Katsayısı (C_{100})
Askeri alanlar	20-50	M	0.3
İmar planlı yerleşim	50-150	E	0.5
Yerleşim alanı	150-250	C ve D	0.6
Yerleşim alanı	250-350	A ve B	0.7
Yerleşim yok	-	I	0.8
Yeşil alanlar	-	G, NR ve açık araziler	0.2

Tablo 3.2 Proje alanı için geçerli olan yağış şiddeti, l/sn/ha olarak

Yağış Süresi (dakika)	Farklı tekerrür yıllarına göre yağış şiddetleri (lt/sn/ha)				
	2	3	5	10	25
5	204	259	321	398	497
10	145	186	232	290	363
15	115	148	185	232	290
30	75	96	121	151	189
60	48	61	76	95	118
120	30	38	47	58	72
180	23	28	35	65	53
240	18	23	28	35	43
300	16	20	24	30	36

Tablo 3.2'deki yağış verileri aşağıdaki formülden elde edilmiş olup farklı tekerrür senelerine göre formülde kullanılan katsayılar tablo 3.3 'de verilmiştir.



Şekil 3.4 Ömerli ve Elmalı Havzaları için hesaplanmış Yağış-Süre-Şiddet eğrileri

$$I_T = C \cdot (t_r + b)^{-\alpha} \quad (3.1)$$

Burada:

- I_T = T tekerrür yılına ait yağış şiddeti (l/sn/ha)
 t_r = Yağış süresi (dakika)
 C, b, α = Özel bir tekerrür süresi için katsayılar
 T = Yıl olarak tekerrür süresi

Tablo 3.3 (3.1) ifadesindeki farklı tekerrür senelerine ait katsayılar

Tekerrür Senesi	T tekerrür yılına ait yağış şiddetinin hesabında kullanılan katsayılar		
	C	b	α
2	859.30	2.80	0.699
3	1213.0	3.50	0.721
5	1613.7	4.00	0.735
10	2151.3	4.50	0.750
25	2803.5	4.75	0.760

Proje İSKİ'nin ihale dökümanlarına göre 3 yıllık tekerrür senesine göre boyutlandırılmış olup buna ek olarak 2, 5 ve 10 yıllık süreler bu çalışmada dahil edilmiştir[26,27].

3.3.3 Hidrolik

Boruların hidrolik projesi Prandtl-Colebrook'un formülüne dayanmaktadır. Kısmen dolu boruların debisi, A.E. Bretting'in ampirik formülü ile hesaplanmıştır. Prandtl-Colebrook'un ve A.E. Bretting'in formülleri aşağıda açıklanmaktadır:

3.3.3.1 Akım Sürtünmesi

Dairesel dolu borulardaki akımlar için, tüm borulardaki debi oranı Prandtl-Colebrook'un akım sürtünmesi formülü ile hesaplanmıştır:

$$Q_f = -0.5 * \pi * D^2 * \sqrt{(2 * g * D * J)} * \log_{10} \left[\frac{k}{3.7 * D} + \frac{2.51 * v}{D * \sqrt{(2 * g * D * J)}} \right] \quad (3.2)$$

Burada:

- Q_f = Dolu akış debisi, m³/sn
 g = yerçekimi ivmesi, m/sn² (9.81 m/sn²)
 D = boru iç çapı, m
 J = hidrolik eğim (birim uzunluk başına enerji kaybı)
 k = hidrolik etkili boru pürüzlülüğü, m
 v = sıvının kinematik viskozitesi, m²/sn ($1.30 * 10^{-6} * m^2/sn$)

Hidrolik etkili boru pürüzlülüğü için aşağıdaki değer kabul edilmiştir:

Beton borular : 1.5 mm

Kısmen dolu dairesel borulardaki akımlar için, debi oranı A.E. Bretting'in ampirik formülü ile hesaplanmaktadır:

$$\frac{Q_p}{Q_f} = 0.46 - 0.5 * \cos(\pi * h/D) + 0.04 * \cos(2 * \pi * h/D) \quad (3.3)$$

Burada:

- Q_p = kısmen dolu akış debisi, m³/sn
 Q_f = dolu akış debisi, m³/sn
 h = akar kot üstünde akış derinliği, m
 D = boru iç çapı, m

3.3.3.2 Boru doluluk oranı

Maksimum akımın boru tam kapasitesinin %90'ını aşmaması gerekmektedir.

3.3.3.3 Hızlar

Borunun kendini temizlemesi için minimum hız 0.5 m/sn, maksimum hız ise 5 m/sn'dir. Mümkün olan en düşük eğimin 5 m/sn'den yukarı bir hız vermesi durumunda özel şütlü menhollerin (düşülü baca) inşa edilmesi gerekmektedir. Maksimum düşü yüksekliği 2.5 m olarak alınmıştır.

3.3.3.4 Boru derinliği

Borunun üstünde minimum toprak örtüsü 1.2 metredir. Bununla birlikte, kritik noktalarda (örneğin, dere çıkışlarında) örtü derinliği 0.6 metreye kadar alınmıştır.

3.3.3.5 Boru çapı

Minimum boru çapı 300 mm'dir.

3.3.3.6 Baca Aralıkları

Muayene ve bakım için bacalar aşağıdaki şekilde ele alınmıştır.

- boru çapı <1200 mm, iki baca arası uzaklık 50-70 m.
- boru çapı >1200 mm, iki baca arası uzaklık 70-100 m.

3.4 ÇALIŞMADA YARARLANILAN ÖRNEK CBS YAZILIMININ TANITIMI ve VERİ GİRİŞLERİ

Bölüm 2.3.4'de çalışmada yararlanılan CBS yazılımının tanıtımı ana başlıklar halinde verilmiştir. Bu bölümde ise yazılımın özellikleri ve eksikleri daha detaylı olarak irdelenmeye çalışılmıştır.

Yağmursuyu analizinde Cowi Utility Sewerage and Stormwater yazılımı kullanılmış olup, yazılım iki ana bölümden oluşmaktadır:

- Veri tabanı ortamı
- Grafik ortam

Veri tabanı bölümü genel olarak elemanlara ait bilgilerin ilgili verilerinin depolanmasını ve sorgulanmasını içermektedir. Grafik bölümde ise bilgi girişi yapılacak olan elemanların yerleştirilmesi ve yaratılmasında kullanılan menü yer almaktadır.

3.4.1 Bilgi Girişi İçin Gerekli Şartlar

Yazılımdaki temel özellik "model" dosyalarının oluşturulmasıdır. Model dosyası kavramından kasıt bilgi girişi yapılacak olan bölgenin sınırlarının belirlenmesidir. Bu şekilde hem bilgisi girilecek olan elemanların kontrolü kolaylaşacak hem de boyutlandırma sırasında ortaya çıkabilecek olan sorunların çözümü hızlandırılmış olacaktır. Her model dosya en fazla 3000 noktayı (baca) boyutlandırabilecek şekilde oluşturulmaktadır. Her model dosya farklı dizin (directory) altına yerleştirilerek, model dosyasına bağlantılı olarak, model dosyasına ait veritabanı dosyaları yaratılmaktadır. Sonuçta farklı dizinlerde her model dosyasının altında ayrı veri tabanı dosyaları elde edilmiş olur. Herhangi bir elemanın bilgisi grafik veya grafik olmayan biçimde alınmak istendiği takdirde de, o elemanın hangi model dosyaya girdiğinin bilinmesi yeterli olacaktır.

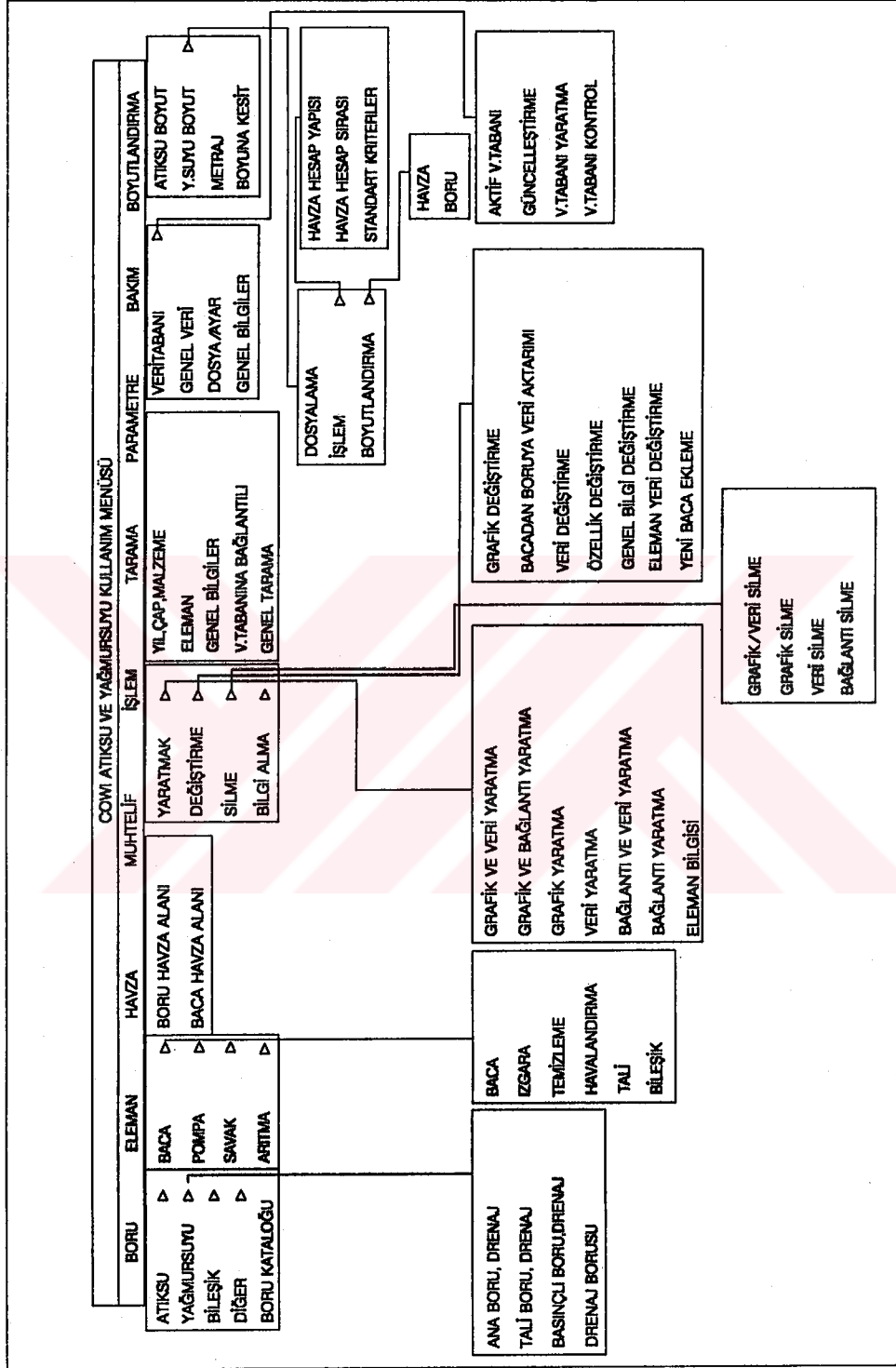
3.4.2 COWI UTILITY STORM WATER DRAINAGE Menüsu ve Grafik Bilgi Girişleri

İlgili grafik elemanların oluşturulmasında kullanılan ana menu şekil 3.5'de verilmiştir. Menüde yer alan alt menülerdeki bütün komutlar halen aktif olarak kullanılmamakta olup, ilerideki sürümleri (versiyonları) için geliştirilme aşamasındadır[25]. Şekil 3.5'den de görüldüğü gibi menüde çeşitli eleman (baca, boru, su toplama havzası v.b) tipleri ve bu elemanların bilgi girişlerinin yapılacağı bölüm (grafik, grafik-veri, veri) gibi seçenekler yer almaktadır. Menüde aktif şekilde kullanılan komutlar ve işlevleri özet olarak tablo 3.4' de verilmiştir.

Tablo 3.4 Menüde aktif olarak kullanılan komutlar ve işlevleri

ANA KOMUT	İŞLEVİ
Boru (Pipe)	Çeşitli tipteki boruların seçimi ve standart boru özelliklerinin girilmesi.
Eleman (Component)	Çeşitli tipteki baca, pompa, savak v.d elemanların seçimi.
Havza (Catchment)	Yağmursuyu toplama havzalarının seçimi.
İşlem (Edit)	Seçimi yapılan elemanların grafik ve grafik olmayan özelliklerinde yaratılması, güncelleştirilmesi.
Tarama (Search)	İstenilen elemanların ekrana getirilmesi.
Ayar (Parametre)	Veritabanı dosyalarının oluşturulması, bakımı, sistem ayarlarının yapılması.
Boyutlandırma (Design)	Hesapların yapılması, kesitlerin çıkartılması, raporların alınması v.d.

Elemanların grafik ortamdaki bilgilerinin girişi yapılırken kullanılan şekil veya grafik gösterimler basit biçimde nokta, çizgi, kapalı poligon ve yazı tiplerinden oluşmaktadır. Bu özellik oluşturulması düşünülen altyapı CBS yazılımları için genelde yeterli olmaktadır[9,13]. Şekil 3.6'da altyapı bilgilerinin girilebilmesi için kullanılabilecek genel tanımlamalar verilmiştir.



Şekil 3.5 Yararlanılan CBS yazılımı grafik menüsü

3.4.3 Veri Tabanı Bilgi Girişleri

Yazılımda kullanılan CBS yazılımının diğer bölümü ise veri tabanı kısmıdır. İlgili elemanlara ait verilerin girilebilmesi için veri tabanı dosyalarının yaratılması ve bu veri tabanı dosyalarının grafik ortamla yani Microstation, dolayısıyla Cowi Utility yazılımı ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir. İlgili veri tabanı dosyalarına ulaşmada ana kontrol veri tabanı kontrol dosyası; ilgili grafik elemanlara ulaşmada ise veritabanı dosyalarının herhangi bir başlığında (field) "MSLINK" bağlantısı olması gerekmektedir.[23].

TANIM	ELEMAN	KULLANIM BİÇİMİ
Nokta	•	Düğüm Noktaları
Çizgi	58.3m 400MMB 1/52.5	Borular, hatlar
Poligon	85 0.108 ha	Su toplama havzaları

Şekil 3.6 CBS ortamında altyapı bilgilerinin girilebilmesi için yeterli en az şartlar

3.4.3.1 Kullanılan Veri Tabanı Dosyaları ve İşlevleri

Yazılımda oluşturulacak olan model dosyalarının her biri için ayrı veri tabanı dosyalarının yaratılması gerektiği bölüm 3.4.1'de belirtilmişti. Bu çerçevede oluşturulan veri tabanı dosyaları, grafik ortamda yaratılacak olan eleman tiplerine

göre ayrılmış olup, bunların yanında boyutlandırmanın da (hesaplama) yapılabilmesi için de hesap veri tabanı dosyaları oluşturulmaktadır. Kullanılan temel veri tabanı dosyaları tanım ve işlevleri tablo 3.5'de gösterilmiş, ilgili veri tabanı dosyaların içerikleri de tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.5 Veri tabanı dosyaları tanım ve işlevleri

VERİ TABANI DOSYA TİPİ	İŞLEV
Boru veri tabanı dosyası	Boruya ait verilerin depolanması
Baca veri tabanı dosyası	Bacaya ait verilerin depolanması
Proje kriterleri veri tabanı dosyası	Y.suyu proje kriterlerinin depolanması
Baca hesap veri tabanı dosyası	Bacalara düşen y.suyu debisinin, akar kotların v.d hesabı
Boru hesap veri tabanı dosyası	Borularda oluşan y.suyu debisinin, çapın, eğimin v.d hesabı
Havza hesap sırası veri tabanı dosyası	Havzaların hesap sıralarının depolanması
Boru kataloğu veri tabanı dosyası	Standart boru çaplarına ait verilerin depolanması
Baca-Havza bağlantı veri tabanı dosyası	İlgili havzanın suyunu alacak olan bacanın belirlenmesi
Metraj veri tabanı dosyası	Boru ve bacaların metrajlarının çıkartılması

3.4.4 Yazılıma Eleman Girişi Aktarım Sırası

Herhangi bir yağmursuyu projesinin mevcut yazılımda gerçekleştirilmesi için yazılımda şu sıra takip edilmektedir:

3.4.4.1 Model ve Veri Tabanı Dosyalarının Yaratılması

Yaratılmış olan istenilen şartlara haiz (uygun koordinat sistemli, uygun çalışma alanı v.b) dosyada çalışılacak olan alanın sınırları belirlenir. Menüden; boş veri tabanı dosyaları, çalışılan dizinin altına kopyalanır ve veri tabanı dosyaları yaratılmış olur.

3.4.4.2 Proje Kriterlerinin Girilmesi

Yağmursuyu projelendirmesinde kullanılan standart kriterler kriter veri dosyasına girilir.

3.4.4.3 Boru Kataloğunun Oluşturulması

Projelendirmede kullanılması istenen boruların özellikleri boru kataloğu veri tabanı dosyasına girilir.

3.4.4.4 Baca ve Boru Girişleri

İstenilen bölgeye ait altlık harita çağrılarak bacaların girişi yapılır. Baca girişlerinde baca kapak kotu ve bacanın ismini vermek yeterli olmaktadır. Akar kot ise hesap modülünde hesaplanacaktır. Boru girişlerinde ise malzeme cinsi ile beraber suyu verecek baca ve alacak baca tanımlanır, uzunluk otomatik olarak belirlenmiş ve hesap modülünde çap, doluluk oranı, hız, debi v.b değerler hesaplanmış olacaktır. Kullanılan veri tabanı dosyaları baca ve boru veri tabanı dosyalarıdır.

3.4.4.5 Su toplama Havzalarının Girişleri

Yağmursuyunu toplayacak olan havza alanları çizilir. Toplama alanı otomatik olarak belirlenmiş olur. Akış katsayıları bölgenin yapısına bağlı olarak havza

bilgilerine girilir. Debi hesabı için gerekli olan akış süresi de alanın eğimi, arazi durumu gibi faktörlerin hesaba alınmasıyla hesaplanır ve havza veri tabanı dosyasına bilgi girişi yapılır.

3.4.4.6 Su Toplama Havza Sırasının Belirlenmesi

Hangi üst havzanın hangi alt havzaya su vereceği belirlenir ve havzaların su toplama sırası belirlenmiş olarak bilgiler havza hesap sırası dosyasına girilir.

3.4.4.7 Su Toplama Havzalarında Oluşan Debinin Hesabı

Alanı, akış katsayısı ve akış süresi belli olan su toplama havzasından oluşan debi hesaplanır. Bilgiler baca, boru ve havza veri tabanı dosyalarına aktarılır.

3.4.4.8 Boru ve Baca Boyutlandırılması

Su toplama havzalarından oluşan debi hesabından sonra, borulara ve bacalara gelen atıksu miktarı hesaplanır. Bu debi ve hesap kriterleri çerçevesinde borunun çapı, borudan geçen debi, hızı, doluluk oranı, su yüksekliği v.b gibi; bacanın akar kotu, varsa düşü kotu v.b gibi özellikler hesaplanmaktadır. Ayrıca hesap esnasında daha önceden girişi yapılan kriterlere dayanarak, program kullanıcıyı istenilen kriter şartlarının (doluluk oranının %90'ı aşması gibi) sağlanamaması durumunda uyarmakta ve kullanıcının bizzat müdahalesini istemektedir. Burada baca, boru ve havza hesap veritabanı dosyaları kullanılmaktadır.

Tablo 3.6 Veri tabanı dosyalarında depolanan veya hesaplanan ana veri tipleri

YAĞMURSUYU VERİ TABANI DOSYALARI VE VERİ TİPLERİ								
Boru Veri Dosyası	Baca Veri Dosyası	Proje Kriterleri Dosyası	Baca Hesap Dosyası	Boru Hesap Dosyası	Havza Hesap Sırası Dosyası	Boru Kataloğu Dosyası	Baca-Havza Bağlantı Dosyası	Metraj Dosyası
-Üst baca	-Baca no	-Viskozite	-Baca no	-Boru no	-Havza no	-Dış çap	-Baca no	-Eleman Tipi
-Alt baca	-Havzası	-Min. çap	-Bacada oluşan debi	-Y. suyu hesap debisi	-Hesap sıra no	-İç çap	-Toplam alan	-Malzeme
-Havzası	-Y koor.	-Maks. düşü	-Ortalama akış katsayısı	-Hesaplanan hız	-Su alan havza no	-Malzeme	-Havza no	-Min çap
-Malzeme	-X koor.	-Min giriş süresi	-Hesap verim debisi	-Hesaplanan su yükseklığı	-Su veren havza no	-Et kalınlığı	-Giriş zamanı	-Max çap
-Çap	-Zemin kotu	-Min akış süresi	-MSLINK	-Boru hız kapasitesi	-Havza giriş borusu	-Birim boy ağırlık	-MSLINK	-Min derinlik
-Yapım yılı	-Kapak kotu	-Bölgelerin akış katsayıları		-Boru hız kapasitesi	-Havza çıkış borusu	-Pürüzlülük		-Max derinlik
-Uzunluk	-Akar kotu	-Yağış eğrisi denklemleri katsayıları		-Boru debi kapasitesi		-Min,max hız		-Eğim
-Eğim	-Yapım yılı	-MSLINK		-Giriş süresi	-Havza toplam boru uzunluğu	-Min,max çap		-MSLINK
-Uyanlar	-Çap			-Akış süresi	-Havza alan tipi	-Max doluluk oranı		
-MSLINK	-Malzeme			-Toplam akış süresi	-MSLINK	-Min su derinliği		
	-Uyanlar			-MSLINK		-MSLINK		

3.4.4.9 Raporların Alınması

Hesaplar tamamlandıktan sonra kot ve debileri gösteren tablo halinde rapor alınabilmektedir.

3.4.4.10 Gerekli Sorgulamaların Yapılması

Her model dosyada baca ve boru elemanları hakkındaki istatistiki bilgiler istenilen bölge işaretlenerek alınabilmektedir. Mesela belli çap aralığında yer alan boruların metrajı, veya belli derinlik arasında kalan baca sayısı miktarı hesaplanabilmektedir. Grafik ortamda yapılan bu sorgulamalar ayrıca metraj veri tabanında da yapılabilir.

3.4.5 Yazılımın Kullanım Esnekliği ve Eksikleri

Yazılımın model dosya bazını temel alarak çalışması, oluşturulan elemanlara daha kolay ve rahat bir şekilde ulaşmayı sağlamakta olup, sistemin kontrolünü kolaylaştırmaktadır. Bu kolaylık aynı zamanda hesap sırasında da görülmektedir. Proje standartlarının ani değişikliği söz konusu olduğu durumlarda veri girişleri kolay bir şekilde yapılmakta ve hesaplar tekrar ele alınabilmektedir. Ayrıca daha önceden belirlenen standartlar çerçevesinde hesabı yapılan boru ve bacalara da kullanıcı istediği zaman müdahale şansına sahip olmaktadır. Yazılımın eksiklikleri ile ilgili olarak da hesapların tamamlanması ile sorgulamaların daha kapsamlı olarak alınabileceği kararına varılmıştır. Örnek olarak su toplama havzaları ile ilgili sorgulamalar yer almamakta, boru ve baca için ele alınan sorgulama tiplerinde de eksiklikler saptanmıştır. Mesela çeşitli kriterlere göre (hız, doluluk oranı, eğim v.b) sorgulaması yapılabilecek elemanların grafik olarak da (taralı, farklı renklerde) görülebilmesi gibi olanaklar yazılımı daha görsel yapacak ve sonuçlar daha kolay şekilsel irdelenebilecektir.

BÖLÜM 4

DEĞERLENDİRME

Bölüm 3.3.2.3'de belirtilen Ömerli ve Elmalı havzaları için hesaplanmış olan şiddet-süre-tekerrür eğrilerinden İstanbul için ele alınan süre 3 yıldır. Bu sürenin İSKİ'nin "Kanal Proje İhale Dökümanları"ndan aynen alınarak uygulandığı görülmüştür. Literatür araştırmaları sonucunda, projelendirmeye esas alınacak olan sürenin İstanbul gibi bir şehirde 2 ila 20 yıl şeklinde ele alınabileceği saptanmış olup İstanbul'un hem kültürel, sosyal hem de özellikle ticari yapısı bu süreleri gerekli kılmaktadır. Çeşitli kaynaklara göre tavsiye edilen tekerrür seneleri tablo 4.1'de verilmiştir.[26,27,28,29,30,31,32].

Tablo 4.1 Önerilen hesap yağmuru periyodları

BÖLGE TÜRÜ	TEKERRÜR PERİYODU
Küçük kasaba ve kırsal yörelerde	0,5 sene
Kasabalarda	1-2 sene
Şehirlerde	2-5 sene
Büyük şehir merkezlerinde	5-20 sene

İncelenen kaynaklar içinde İSKİ'nin kabul etmiş olduğu kriterlerin ScandiaConsult (1971) tarafından yapılan çalışmadan alınarak kabul edildiği anlaşılmıştır. Diğer kaynakların verileri incelendiğinde ise kentin veya bölgenin yapısına bağlı olarak bu süre farklı olabilmektedir. Özellikle büyük su toplama alanlarına sahip bölgelerin yağmursuyu toplayıcılarının boyutlandırmasında bu sürelerin dikkate alınması ve bir maliyet analizinin çıkartılması, işin boyutu hakkında daha açık bir fikir verecektir. Bu irdelenmenin yapılması için de "Ömerli ve Elmalı Çevre Koruma Projesi" çerçesinde oluşturulan Elmalı su toplama havzasından bir, Ömerli su toplama havzasından da iki bölge seçilmiş, 3 yıllık tekerrür süresinin

yanında dikkati nazari alınabilecek 2, 5 ve 10 yıllık süreler üzerinde mevcut bahsedilen CBS yazılımı yardımıyla maliyet analiz üzerine bir çalışma yapılmış ve sonuçlar irdelenmiştir. Maliyet analizinde (müteahhit karı hariç) kullanılan birim fiyatları da, İSKİ adına master plan çalışması yapan İMC'den [33] alınmış ve tablo 4.2, şekil 4.1'de gösterilmiştir.

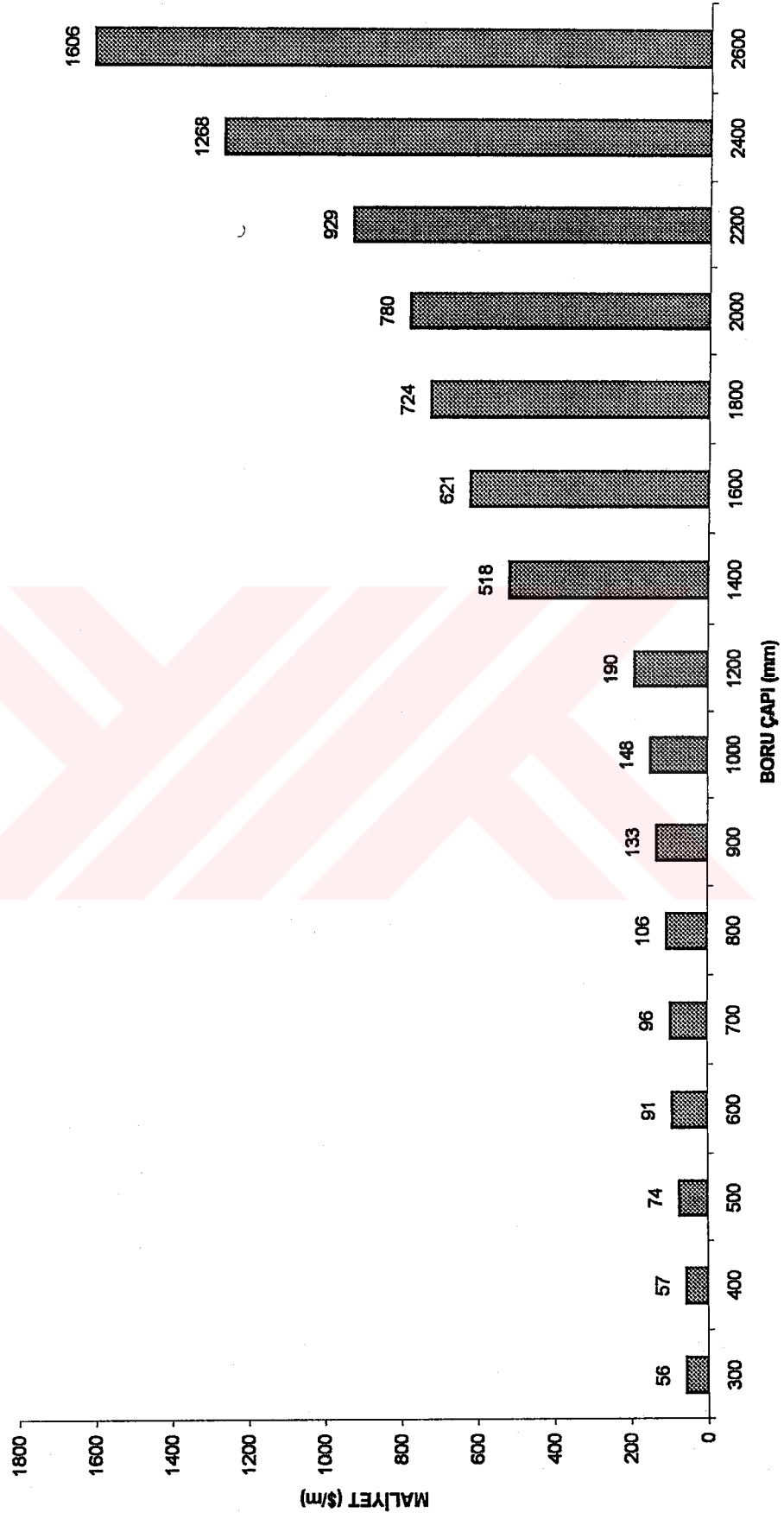
Tablo 4.2 Analizde kullanılan birim fiyatlar

ÇAP(mm)	BİRİM FİYAT(\$/m)
300	56
400	57
500	74
600	91
700	96
800	106
900	133
1000	148
1200	190
1400	518
1600	621
1800	724
2000	780
2200	929
2400	1268
2600	1606

4.1 ELMALI HAVZASI YUKARI DUDULLU (YD) MODEL DOSYASI

İlgili model dosyanın veya diğer anlamıyla alt havzanın haritadaki yeri şekil 3.1'de verilmişti. Şekil 3.1'e göre, alan farklı nüfus yoğunluklarına sahip konut, dinlenme ve sanayi alanlarından oluşmaktadır. Bu bölgede ele alınan toplam alan 789 ha olup reel (gerçek) akışa geçen alan 346 ha'dır. Ortalama akış katsayısı (C)

MALİYET ANALİZİNDE KULLANILAN BİRİM FİATLAR (\$/m)



Şekil 4.1 Maliyet analizinde kullanılan birim fiyatlar (\$/m)

0.44 olarak bulunmuştur. Reel alanda ortalama 40 m boru hesaplanmıştır.

Yapılan çalışma neticesinde 2, 3, 5 ve 10 yıllık tekerrür senelerine göre ortaya çıkan metrajlar ve bunun neticesinde oluşan maliyetler tablo 4.3'de sunulmuştur.

4.2 ÖMERLİ HAVZASI SAMANDIRA (SD) MODEL DOSYASI

Şekil 3.1 incelendiğinde alan farklı nüfus yoğunluklarına sahip konut, dinlenme, yerleşim dışı ve askeri alanlardan oluşmaktadır. Toplam yağmursuyu toplama havzası 657 ha olup reel akışa geçen alan 298 ha'dır. Bölgedeki ortalama akış katsayısı (C) 0.45 olarak bulunmuştur. Reel alanda ortalama 28 m boru hesaplanmıştır

Yapılan çalışma neticesinde 2, 3, 5 ve 10 yıllık tekerrür senelerine göre ortaya çıkan metrajlar ve bunun neticesinde oluşan maliyetler tablo 4.4'de sunulmuştur.

4.3 ÖMERLİ HAVZASI DOĞU SULTANBEYLİ (SE) MODEL DOSYASI

Şekil 3.1'göre alan sadece farklı nüfus yoğunluklarına sahip konut alanlarından oluşmaktadır. Toplam yağmursuyu toplama havzası 833 ha olup reel akışa geçen alan 440 ha'dır. Bölgedeki ortalama akış katsayısı (C) 0.53 olarak bulunmuştur. Reel alanda ortalama 29 m boru hesaplanmıştır.

2, 3, 5 ve 10 yıllık tekerrür senelerine göre ortaya çıkan metrajlar ve bunun neticesinde oluşan maliyetler tablo 4.5'de sunulmuştur.

4.4 DEĞERLENDİRME

Tablo 4.3, 4.4 ve 4.5'de elde edilen maliyet analizlerinden çıkartılabilecek sonuç ve yorumlar şu şekilde elde edilmiştir:

Tablo 4.3 Yukarı Dudullu su toplama havzası (model dosyası) maliyet analizi özet sonuçları

YD (YUKARI DUDULLU) MODEL DOSYASI													
ÇAP mm	BİRİM FİATLAR \$/m	BORU UZUNLUKLARI						TOPLAM MALİYET					
		2 YIL m	3 YIL m	5 YIL m	10 YIL m	2 YIL \$	3 YIL \$	5 YIL \$	10 YIL \$				
300	56	189.4	189.4	144.4	57.8	10606.4	10606.4	8086.4	3236.8				
400	57	409.9	113.6	134.7	131.6	23364.3	6475.2	7677.9	7501.2				
500	74	648.8	468.9	348.7	409.9	48011.2	34698.6	25803.8	30332.6				
600	91	1593.2	818	723.3	340.2	144981.2	74438	65820.3	30958.2				
700	96	2268.2	1375.9	1097.6	747.1	217747.2	132086.4	105369.6	71721.6				
800	106	2120.5	2143.7	950.9	1218.6	224773	227232.2	100795.4	129171.6				
900	133	1850.5	2072.4	2363.1	2042	246116.5	275629.2	314292.3	271586				
1000	148	678.1	1898.6	2067.4	1503.1	100358.8	280992.8	305975.2	222458.8				
1200	190	1622.7	1306.2	1724.8	2755.7	308313	248178	327712	523583				
1400	518	1092.7	1814.1	1443.6	1221	566018.6	939703.8	747784.8	632478				
1600	621	1073.3	273.2	1347	1844.6	666519.3	169657.2	836487	1145497				
1800	724	194.8	1073.3	412.5	177.3	141035.2	777069.2	298650	128365.2				
2000	780	-	194.8	789.3	463.2	-	151944	615654	361296				
2200	929	-	-	194.8	830	-	-	180969.2	771070				
2400	1268	-	-	-	-	-	-	-	-				
2600	1606	-	-	-	-	-	-	-	-				
TOPLAM UZUNLUK (m)		13742.1	13742.1	13742.1	13742.1								

TEKERRÜR SENESİ					
TOPLAM MALİYET (\$)					
Alan(ha)		2697845	3328711	3941078	4329256
Reel alan(ha)*		788.90	788.90	788.90	788.90
Debi (l/s)		346.00	346.00	346.00	346.00
\$/lt.s		42866.80	55666.90	69785.60	87929.00
\$/ha		62.94	59.80	56.47	49.24
\$/reel.ha		3419.78	4219.46	4995.69	5487.75
\$/m		7797.24	9620.55	11390.40	12512.30
lt.s/reel.ha		196.32	242.23	286.79	315.04
BİRİM DEBİ		123.89	160.89	201.69	254.13

Ortalama c(akış katsayısı)=0.44
 * Reel alan=alan*c(akış katsayısı)

Tablo 4.4 Samandıra su toplama havzası (model dosyası) maliyet analizi özet sonuçları

SD (SAMANDIRA) MODEL DOSYASI												
		BORU UZUNLUKLARI					TOPLAM MALİYET					
ÇAP	BİRİM FİATLAR	2 YIL	3 YIL	5 YIL	10 YIL	2 YIL	3 YIL	5 YIL	10 YIL			
mm	\$/m	m	m	m	m	\$	\$	\$	\$			
300	56	23.9	23.9	23.9	-	1338.4	1338.4	1338.4	-			
400	57	292.1	138.3	-	23.9	16649.7	7883.1	-	1362.3			
500	74	455.3	323.9	267.3	158.6	33692.2	23968.6	19780.2	11736.4			
600	91	368.3	350.2	419.1	305.5	33515.3	31868.2	38138.1	27800.5			
700	96	631.5	342.1	270.9	283.4	60624	32841.6	26006.4	27206.4			
800	106	1149.8	508.5	239.5	253.4	121878.8	53901	25387	26860.4			
900	133	1103.7	1267.5	523.3	536.6	146792.1	168577.5	69598.9	71367.8			
1000	148	602.3	585.6	1606.1	250.2	89140.4	86668.8	237702.8	37029.6			
1200	190	1109	1840	916	1439.3	210710	349600	174040	273467			
1400	518	1798.8	1639.4	1250.4	1347.7	931778.4	849209.2	647707.2	698108.6			
1600	621	546.3	385.7	1649.1	1551.1	339252.3	239519.7	1024091	963233.1			
1800	724	201.7	675.9	538.9	395.3	146030.8	489351.6	390163.6	286197.2			
2000	780	-	201.7	376.5	926.5	-	157326	293670	722670			
2200	929	-	-	201.7	89.1	-	-	187379.3	82773.9			
2400	1268	-	-	-	605.9	-	-	-	768281.2			
2600	1606	-	-	-	116.2	-	-	-	186617.2			
TOPLAM UZUNLUK (m)		8282.7	8282.7	8282.7	8282.7							

TEKERRÜR SENESİ		2 YIL	3 YIL	5 YIL	10 YIL
TOPLAM MALİYET (\$)		2131402	2492054	3135003	4184712
TOPLAM	Alan(ha)	657.68	657.68	657.68	657.68
	Reel alan(ha)*	299.00	299.00	299.00	299.00
	Debi (l/s)	35650.30	46110.80	57745.30	72315.20
	\$/lt.s	59.79	54.04	54.29	57.87
BİRİM MALİYET	\$/ha	3240.77	3789.14	4766.73	6362.80
	\$/reel.ha	7128.43	8334.63	10484.96	13995.69
	\$/m	257.33	300.87	378.50	505.24
BİRİM DEBİ	lt.s/reel.ha	119.23	154.22	193.13	241.86

Ortalama c(akış katsayısı)=0.45
 * Reel alan=alan*c(akış katsayısı)

Tablo 4.5 Doğu Sultanbeyli su toplama havzası (model dosyası) maliyet analizi özet sonuçları

SE (DOĞU SULTANBEYLİ) MODEL DOSYASI												
ÇAP mm	BİRİM FİATLAR \$/m	BORU UZUNLUKLARI						TOPLAM MALİYET				
		2 YIL m	3 YIL m	5 YIL m	10 YIL m	2 YIL \$	3 YIL \$	5 YIL \$	10 YIL \$			
300	56	99.1	68.1	68.1	68.1	5549.6	3813.6	3813.6	3813.6			
400	57	465.9	283.9	245.9	87.7	26556.3	16182.3	14016.3	4998.9			
500	74	943.9	595.4	418.1	287.8	69848.6	44059.6	30839.4	21297.2			
600	91	974.6	879.9	776.8	583.7	88688.6	80070.9	70688.8	53116.7			
700	96	2158	1329.8	823.8	800	207168	127660.8	79084.8	76800			
800	106	1443.4	1334	1382.7	1255.6	153000.4	141404	146566.2	133093.6			
900	133	1119.9	1558.1	1462.7	1134.5	148946.7	207227.3	194539.1	150888.5			
1000	148	713	1187.6	1216.5	1310.9	105524	175764.8	180042	194013.2			
1200	190	1497.8	1434.3	1279.4	1914.3	284582	272517	243086	363717			
1400	518	1413.6	1360.5	1447.7	1202.3	732244.8	704739	749908.6	622791.4			
1600	621	224.6	797.6	1230.1	1250.4	139476.6	495309.6	763892.1	776498.4			
1800	724	168.7	224.6	535.6	825.7	122138.8	162610.4	387774.4	597806.8			
2000	780	175.2	343.9	166.4	166.4	-	268242	129792	129792			
2200	929	-	-	343.9	166.4	-	-	319483.1	154585.6			
2400	1268	-	-	-	343.9	-	-	-	436065.2			
2600	1606	-	-	-	-	-	-	-	-			
TOPLAM UZUNLUK (m)		11397.7	11397.7	11397.7	11397.7							

TEKERRÜR SENESİ		2 YIL	3 YIL	5 YIL	10 YIL
TOPLAM MALİYET (\$)		2220380	2699601	3313626	3719278
TOPLAM	Alan(ha)	833.17	833.17	833.17	833.17
	Reel alan(ha)*	440.00	440.00	440.00	440.00
	Debi (l/s)	58755.00	75420.20	94515.70	118084
	\$/lt.s	37.79	35.79	35.06	31.50
BİRİM MALİYET	\$/ha	2664.97	3240.14	3977.11	4463.99
	\$/reel.ha	5046.32	6135.46	7530.97	8452.90
	\$/m	194.81	236.85	290.73	326.32
BİRİM DEBİ	lt.s/reel.ha	133.53	171.41	214.81	268.37

Ortalama c(akış katsayısı)=0.53

* Reel alan=alan*c(akış katsayısı)

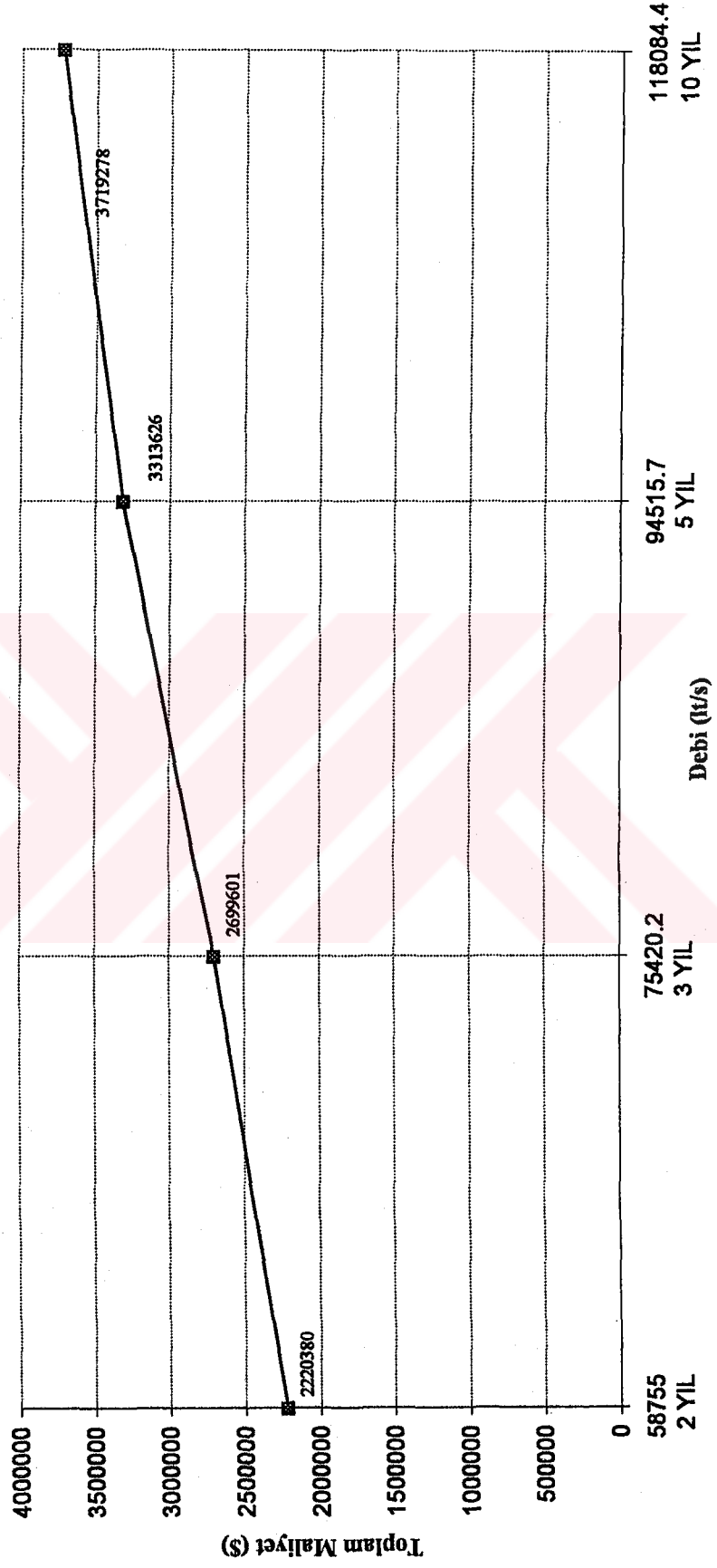
Her üç bölgede doğal olarak tekerrür süresi arttıkça, alanlardan oluşan toplam yağmursuyu debileri artmaktadır. Bu artış oranını tablo 3.2'de sunulan rakamlardan çıkartmak mümkün olup, 2 yıldan 3'e, 3 yıldan 5'e ve 5 yıldan 10 yıllık tekerrür periyodlarına geçişte sırasıyla oranlar %29, %25 ve %25 olarak gerçekleşmiştir. Kumülatif (artarak devam eden) maliyet oranındaki artış ise daha düşük oranlarda gerçekleşmiştir. Yine aynı sırayla periyodlar arasındaki maliyet artış oranları üç bölgede ortalama %20, %23 ve %18 çıkmıştır. Tablo 4.6'da belirtilen artış oranlarının dağılımı incelenen üç bölgeye göre özet halinde verilmiştir.

Tablo 4.6 İncelenen bölgelerdeki ortalama debi ve maliyet artış oranları

BÖLGE	TEKERRÜR PERİYODU (sene)					
	2 → 3		3 → 5		5 → 10	
	Debi artışı (%)	Maliyet artışı (%)	Debi artışı (%)	Maliyet artışı (%)	Debi artışı (%)	Maliyet artışı (%)
Yukarı Dudullu	30	23	25	18	26	10
Doğu S.Beyli	28	21	25	23	25	12
Samandıra	29	17	25	26	25	33

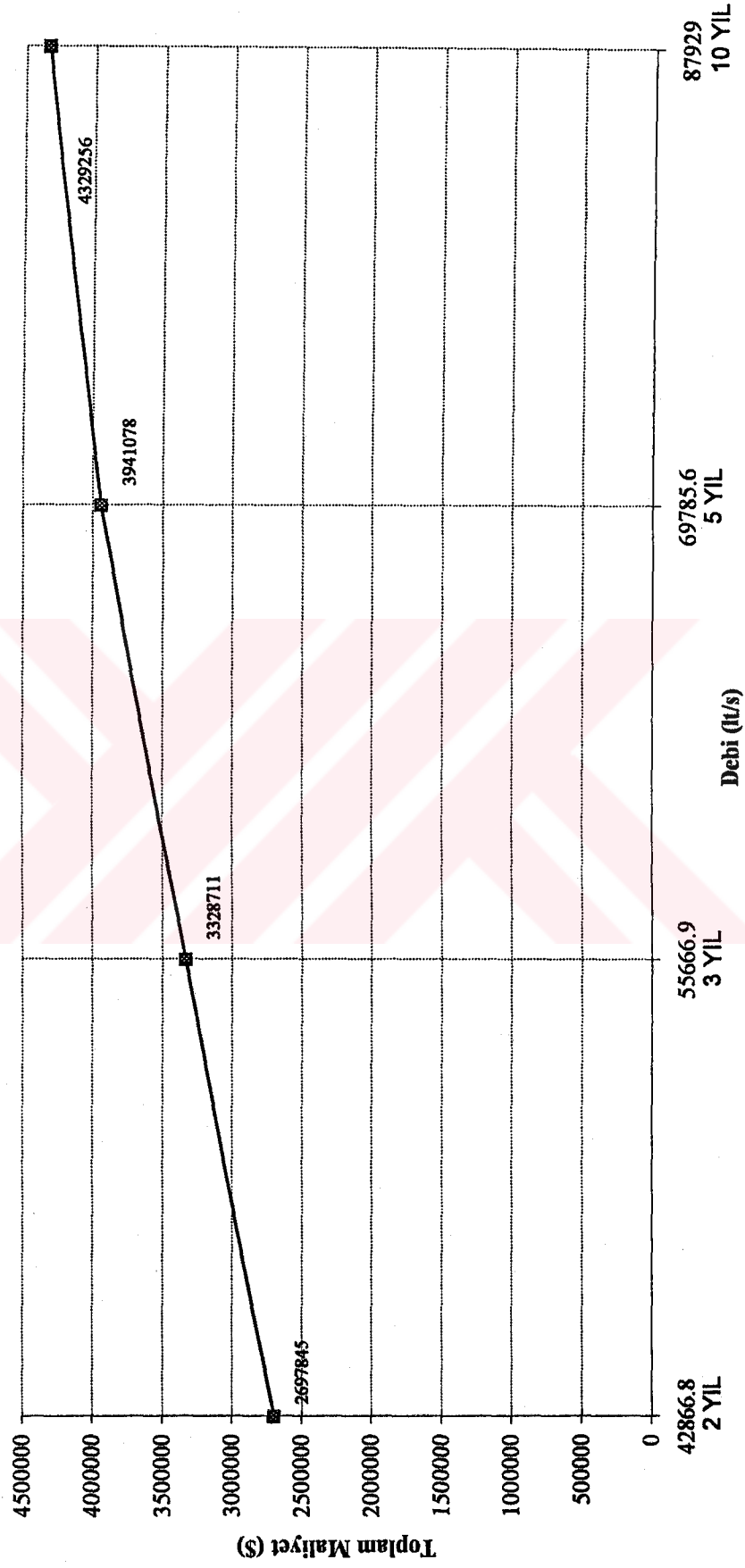
Kümülatif incelenen maliyetlerin (şekil 4.2, 4.3 ve 4.4'de tekerrür periyodlarının artışı neticesinde toplam debi-toplam maliyet grafikleri sunulmuştur) yanında ayrıca birim maliyetler açısından da irdeleme yapılmıştır. Her bölgedeki debi- toplam maliyet/toplam boru uzunluğu (lt.sn - \$/m) ilişkileri şekil 4.5, 4.6, 4.7'de, toplam debi - toplam maliyet/toplam debi (lt.s - \$/lt.s) ilişkileri şekil 4.8, 4.9 ve 4.10'da sunulmuştur. Bu şekillere göre genel olarak toplam maliyet ve maliyet/toplam boru uzunluğu arasındaki ilişki doğrusal olarak göze çarpmaktadır. Yani tekerrür periyodundaki artış ile beraber -ki bu yağış şiddetinin artması anlamına geliyor- ortalama %10 - %20 arasında artışlar görülmektedir.

Doğu Sultanbeyli (SE) Debi - Toplam Maliyet oranı ilişkisi



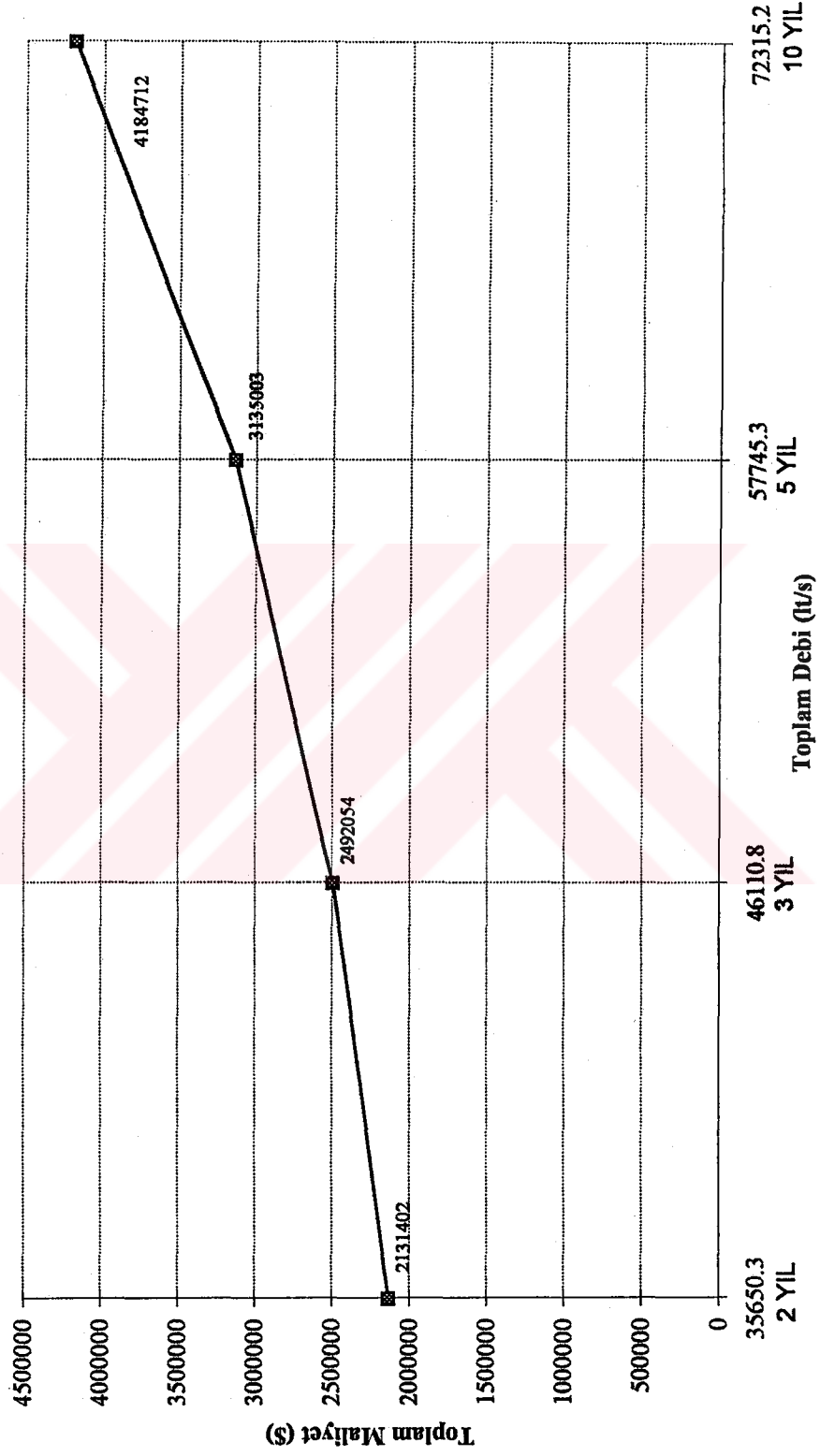
Şekil 4.2 Doğu Sultanbeyli (SE) bölgesi debi - toplam maliyet ilişkisi (lt.sn - \$)

Yukarı Dudullu (YD) Debi - Toplam Maliyet oranı ilişkisi



Şekil 4.3 Yukarı Dudullu (YD) bölgesi debi - toplam maliyet ilişkisi (lt.sn - \$)

Samandıra Bölgesi (SD) Debi - Toplam Maliyet İlişkisi



Şekil 4.4 Samandıra (SD) bölgesi debi - toplam maliyet ilişkisi (lt.sn - \$)

Debi - maliyet/debi arasındaki ilişkide ise iki bölgede (Yukarı Dudullu (YD) ve Doğu Sultanbeyli (SE)) birim maliyet tekerrür süresi arttıkça birim maliyet/debi oranı azalmaktadır. Bu durum aynen arıtma tesislerinde gözlenen, debi artışı ile birim maliyetin azalması durumu ile benzerlik göstermektedir. Sadece Samandıra (SD) bölgesinde toplam maliyetin toplam debiye olan oranında 3 yıldan 5 yıllığa ve 5 yıldan 10 yıllık tekerrür periyoduna geçişte, azalmanın aksine bir artış gözlenmiştir. Bu farklılığın sebebini Samandıra bölgesine ait verilerin özetlendiği tablo 4.4'den çıkartabilmek mümkündür. Tabloda yağmursuyu borularının birim boy fiyatları incelendiğinde, özellikle 1200 mm çaptan 1400 mm çapa geçişte bir pik gözlenmekte, çap 1400 mm'den sonraki metrajlarının keşiflerinde(maliyetlerinde) önemli derecede fiyat farkları ortaya çıkmaktadır. Samandıra (SD) bölgesinde de özellikle birim debi maliyetin (\$/lt.sn) 3 yıldan 5 yıllık ve 5 yıldan 10 yıllık periyoda geçişte azalması gerekirken artması, bölgedeki 1400 mm ve üzerinde hesaplanan boru boyları oranından kaynaklanmaktadır. Diğer bölgelerde; (Yukarı Dudullu ve Doğu Sultanbeyli) 1400 mm ve üzerindeki boru boylarının, toplam boru boyuna olan oranı 5 yıllık periyotta %31-33, 10 yıllık periyotta %33-35 olurken, Samandıra bölgesinde bu oran 5 yıl için %48, 10 yıllıkta %60 gibi yüksek bir orana çıkmıştır. Maliyette ise Yukarı Dudullu ve Doğu Sultanbeyli bölgelerinde 1400 mm ve üzerindeki boru maliyetlerinin toplam maliyete olan oranları da 5 yıllık periyotta %68-70, 10 yıllık periyotta %73-76 gibi tutarlı oranlarda gerçekleşmiştir. Aynı oran Samandıra bölgesinde 5 yıl için %81, 10 yıl için de %88'e çıkmış olup, bu sebeplerden \$/lt.s birim oranı bölgede artmıştır. Bahsedilen artış oranlarını temsil etmesi açısından bölgelerde analizi yapılan boru uzunluklarının çapa göre dağılımları şekil 4.11, 4.12 ve 4.13'de verilmiştir.

Doğu Sultanbeyli (SE) Bölgesi Debi - Maliyet / Uzunluk oranı ilişkisi



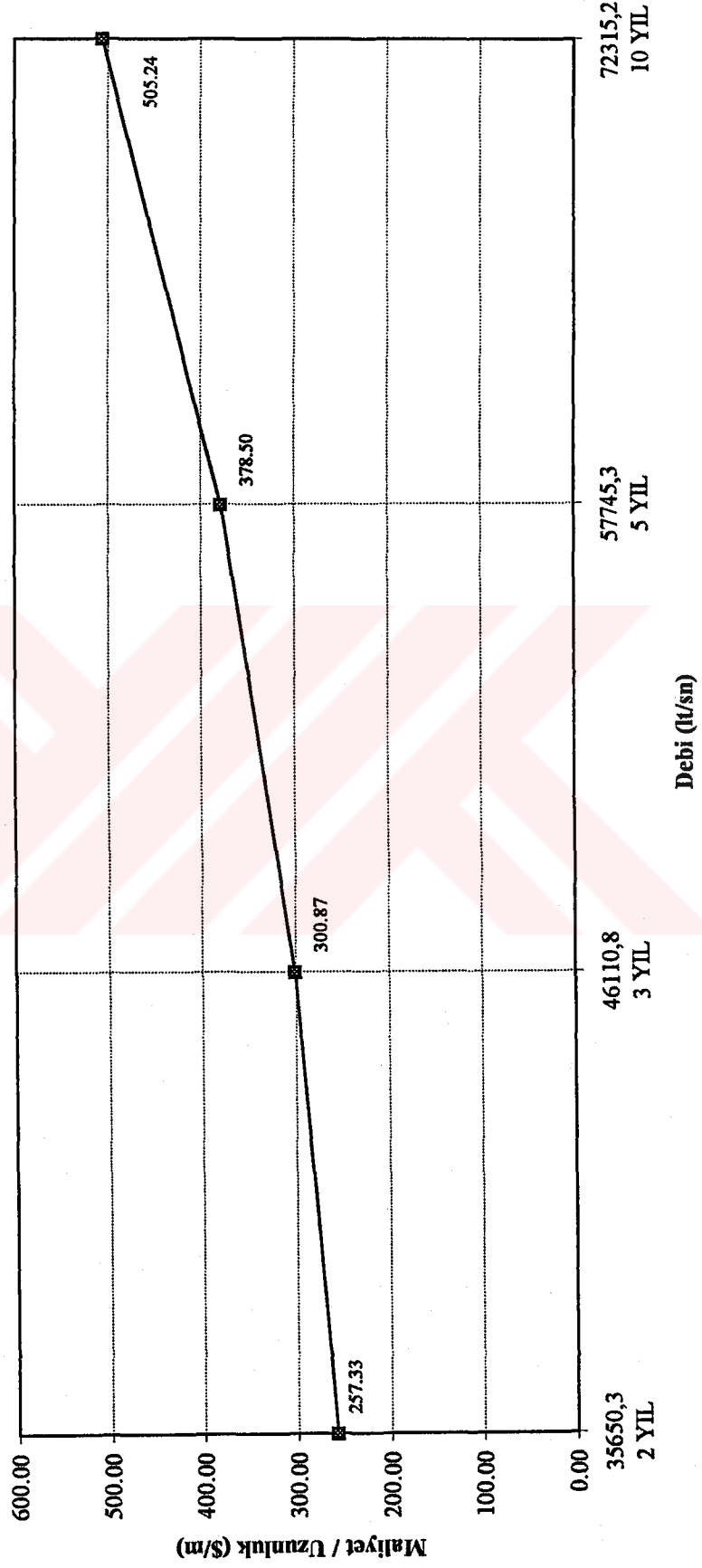
Şekil 4.5 Doğu Sultanbeyli (SE) bölgesi debi - maliyet / uzunluk oranı ilişkisi (lt.sn - \$/m)

Yukarı Dudullu (YD) Bölgesi Debi - Maliyet / Uzunluk oranı ilişkisi



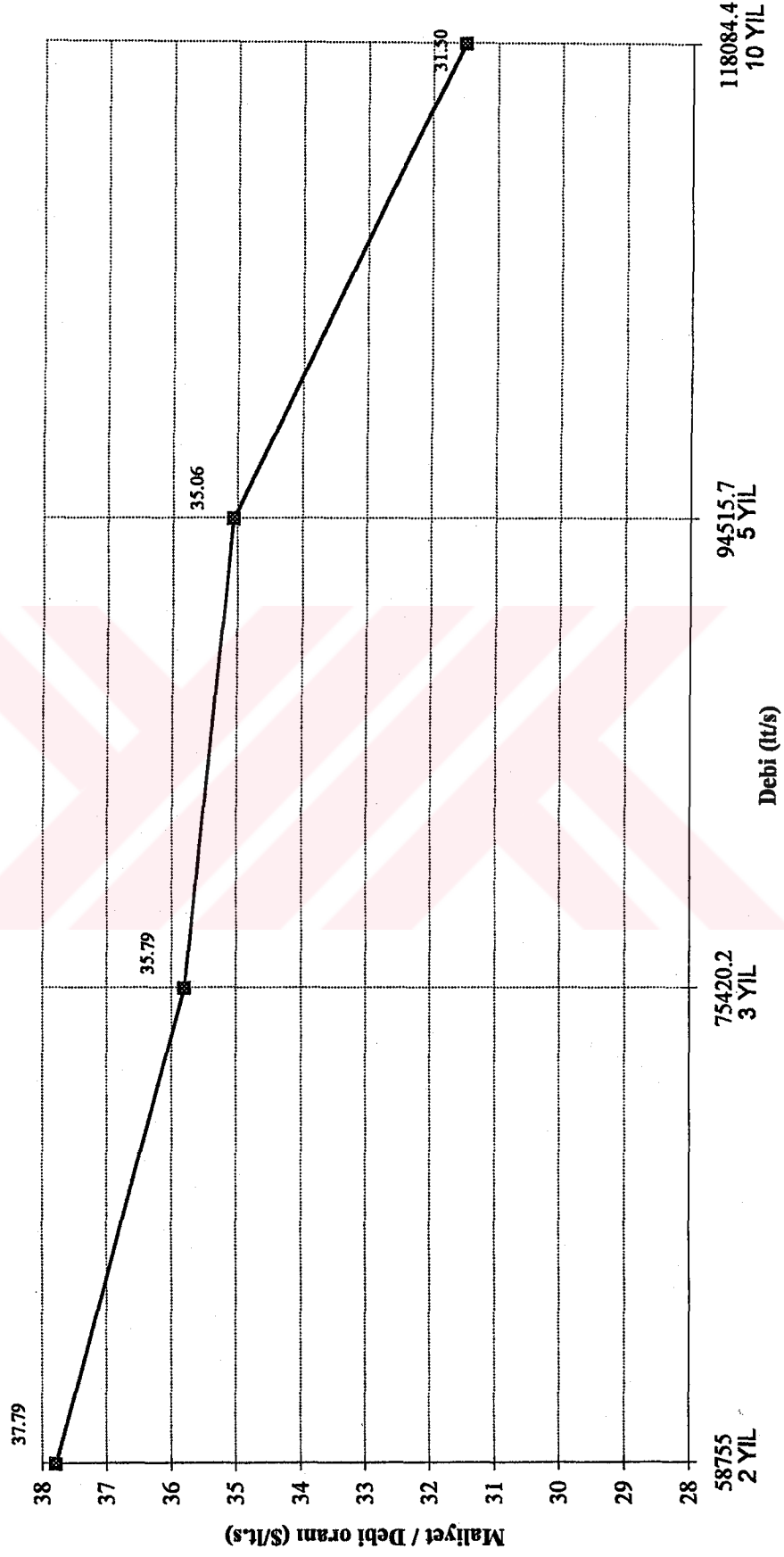
Şekil 4.6 Yukarı Dudullu (YD) bölgesi debi - maliyet / uzunluk oranı ilişkisi (lt.sn - \$/m)

Samandıra Bölgesi (SD) Debi - Maliyet / Uzunluk oranı ilişkisi



Şekil 4.7 Samandıra (SD) bölgesi debi - maliyet / uzunluk oranı ilişkisi (lt.sn - \$/m)

Doğu Sultanbeyli (SE) Debi - Maliyet / Debi oranı ilişkisi



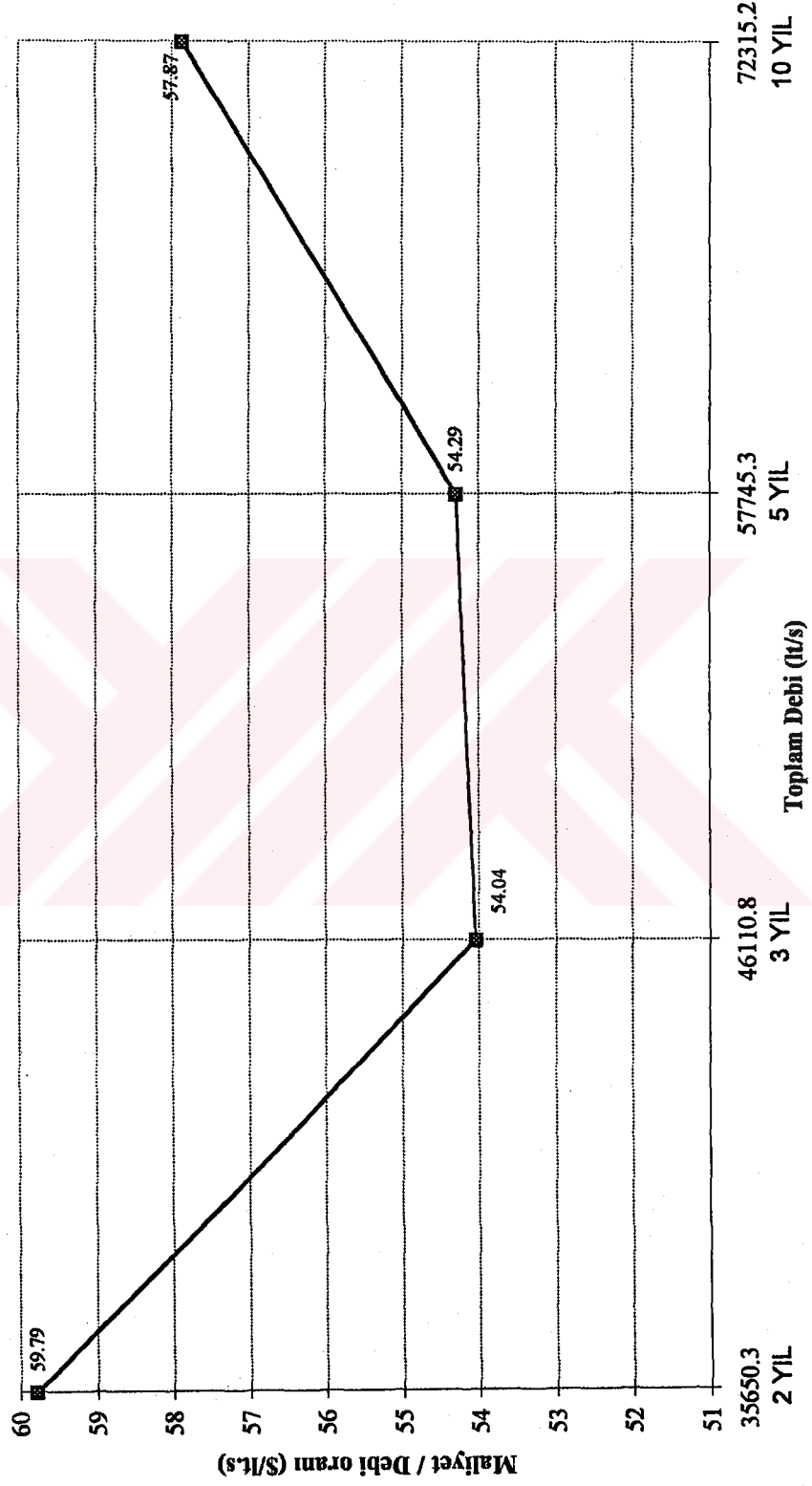
Şekil 4.8 Doğu Sultanbeyli (SE) bölgesi debi - maliyet / debi oranı ilişkisi (lt.sn - \$/lt.sn)

Yukarı Dudullu (YD) Debi - Maliyet / Debi oranı ilişkisi

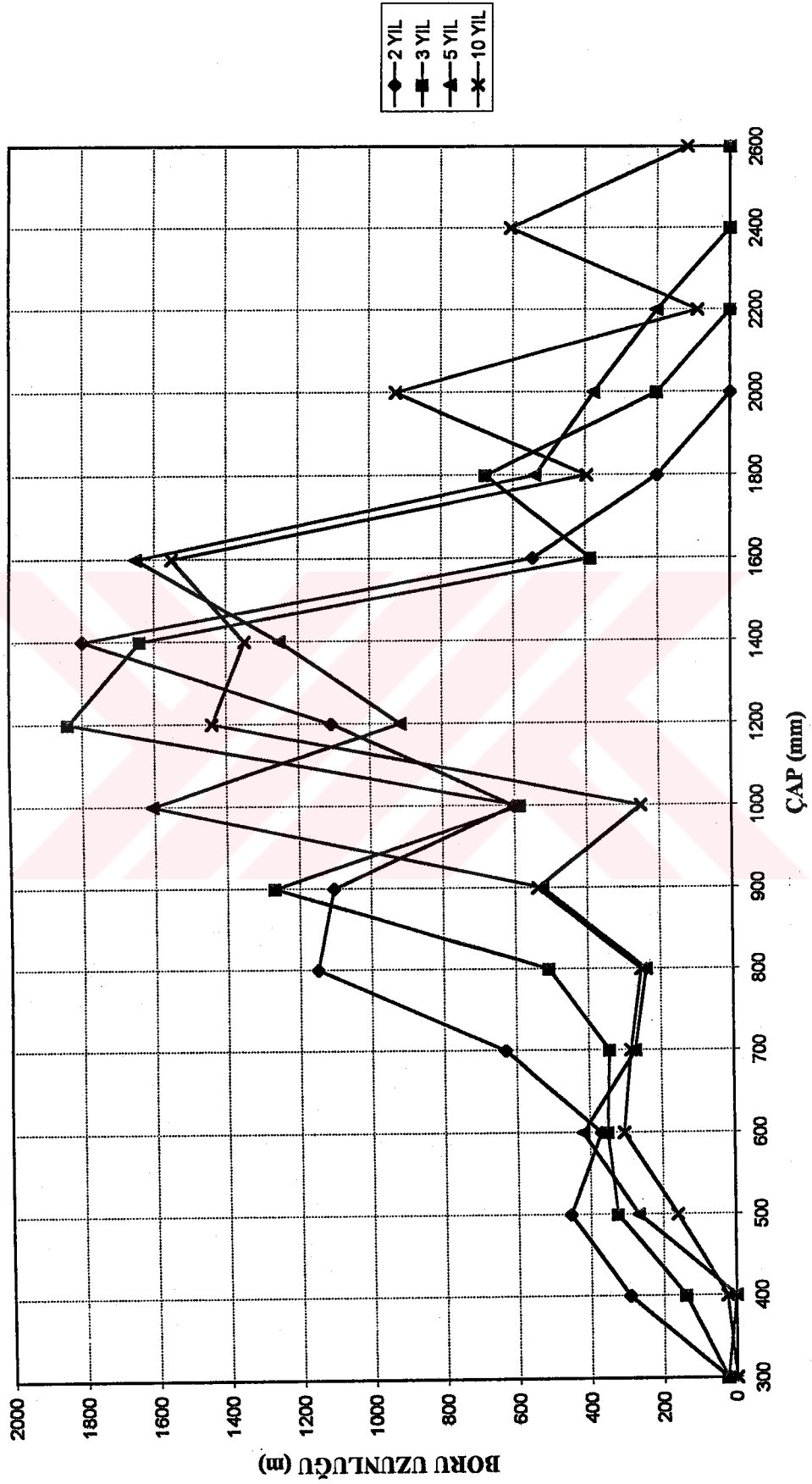


Şekil 4.9 Yukarı Dudullu (YD) bölgesi debi - maliyet / debi oranı ilişkisi (lt.sn - \$/lt.sn)

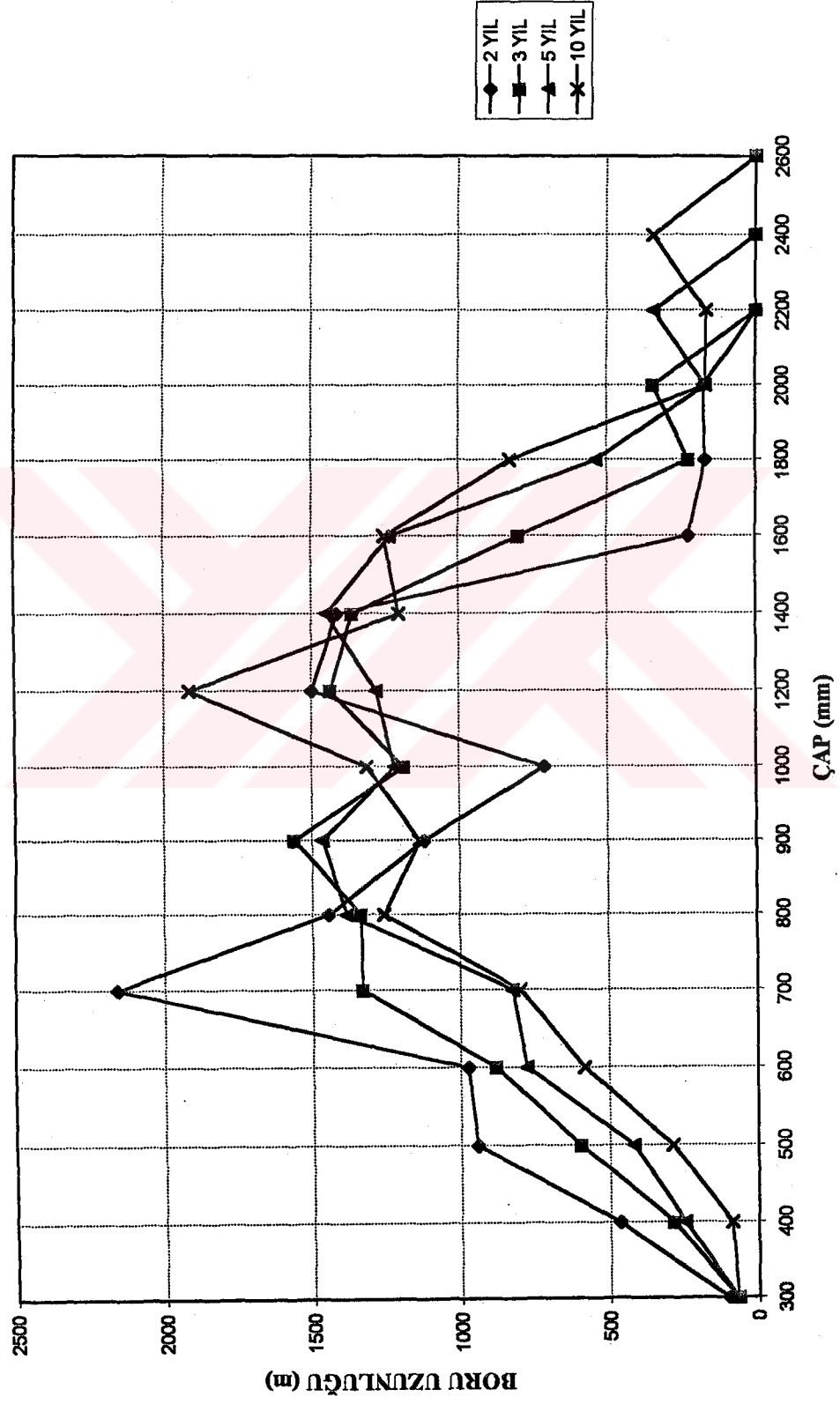
Samandıra Bölgesi (SD) Debi - Maliyet / Debi oranı İlişkisi



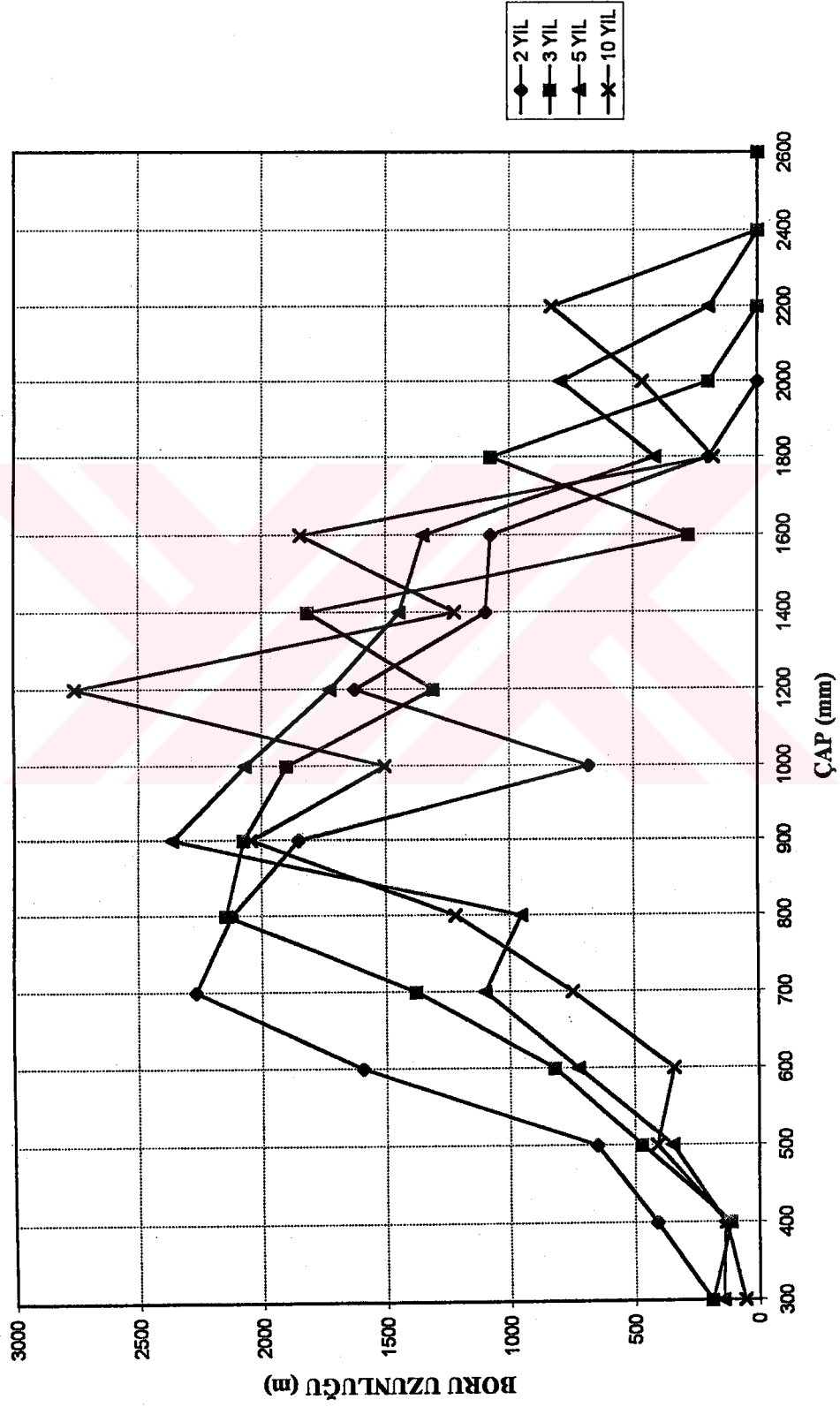
Şekil 4.10 Samandıra (SD) bölgesi debi - maliyet / debi oranı ilişkisi (lt.sn - \$/lt.sn)



Şekil 4.11 Samandıra (SD) bölgesi 2, 3, 5 ve 10 yıllık tekrür periyodlarına göre çap dağılımı



Şekil 4.12 Doğu Sultanbeyli (SE) bölgesi 2, 3, 5 ve 10 yıllık tekrarlı periyodlarına göre çap dağılımı

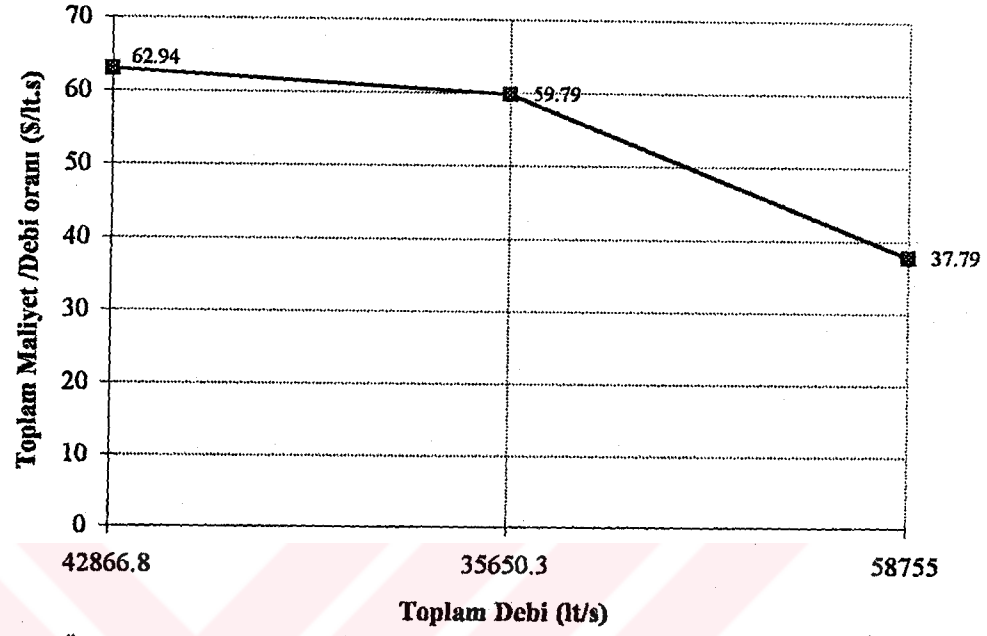


Şekil 4.13 Yukarı Dudullu (YD) bölgesi 2, 3, 5 ve 10 yıllık tekrür periyodlarına göre çap dağılımı

Analizi yapılan üç bölgede uygulanan periyod senelerinin kendi içlerindeki birim maliyet dağılım oranları ise 2 yıl için şekil 4.14, 3 yıl için şekil 4.15, 5 yıl için şekil 4.16, 10 yıl için de şekil 4.17'de verilmiştir. Şekillerden de görüldüğü üzere bütün periyodlarda toplam debi miktarı arttıkça birim debi başına düşen maliyet oranı azalma eğilimine girmektedir.

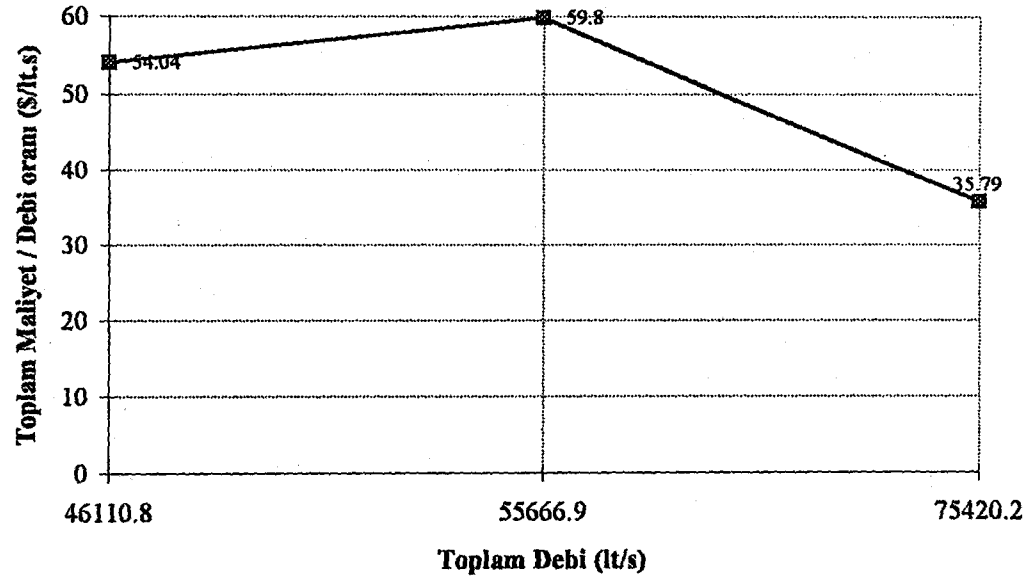


2 Yıllık Tekerrür Periyoduna Göre Maliyet / Debi - Debi oranı ilişkisi



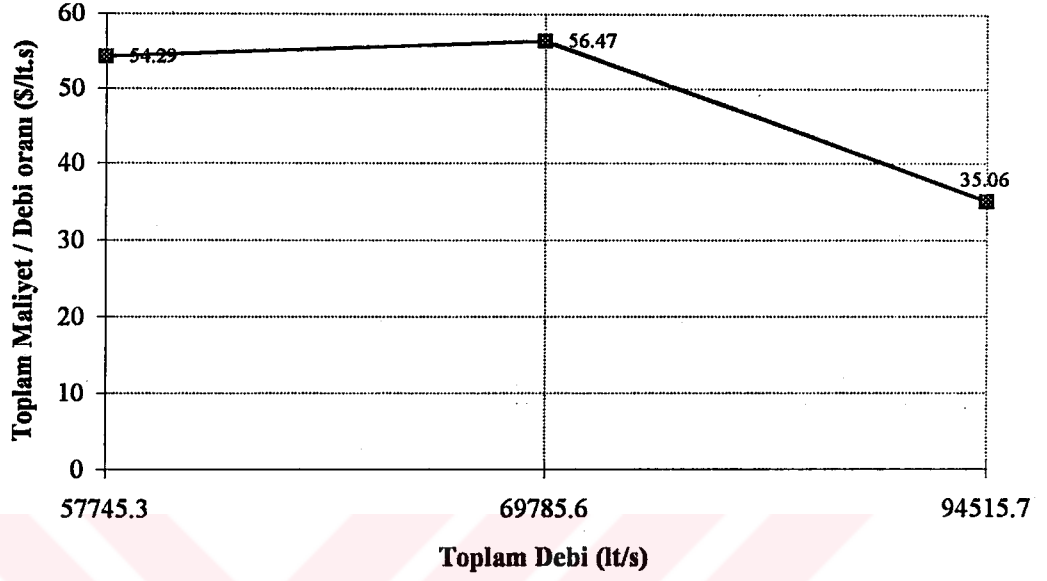
Şekil 4.14 Üç bölge için 2 yıllık tekerrür periyoduna göre maliyet/debi - debi oranı ilişkisi

3 Yıllık Tekerrür Periyoduna Göre Maliyet / Debi - Debi oranı ilişkisi



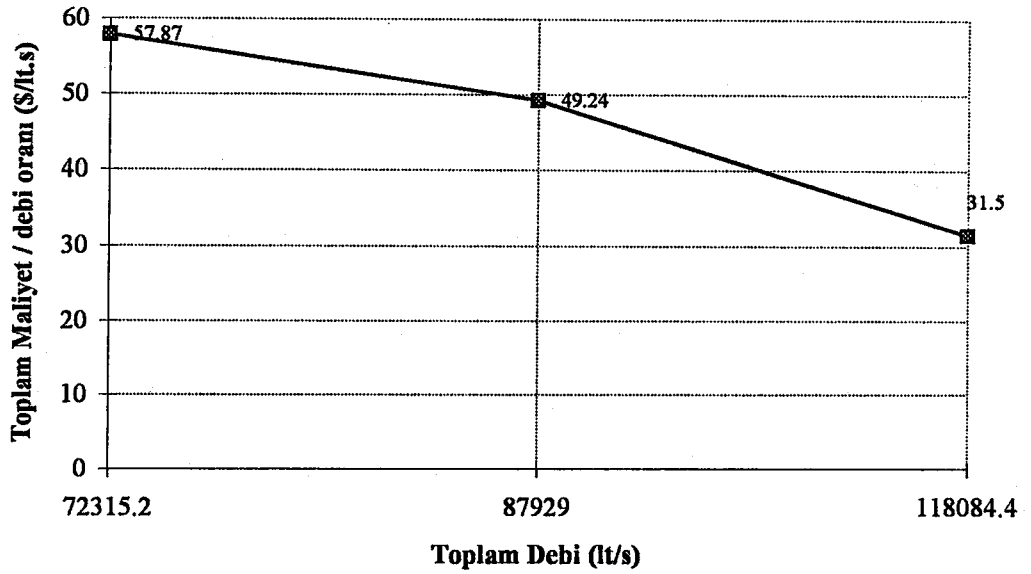
Şekil 4.15 Üç bölge için 3 yıllık tekerrür periyoduna göre maliyet/debi - debi oranı ilişkisi

5 Yıllık Tekerrür Periyoduna Göre Maliyet / Debi - Debi oranı İlişkisi



Şekil 4.16 Üç bölge için 5 yıllık tekerrür periyoduna göre maliyet/debi - debi oranı ilişkisi

10 Yıllık Tekerrür Periyoduna Göre Maliyet / Debi - Debi oranı İlişkisi



Şekil 4.17 Üç bölge için 10 yıllık tekerrür periyoduna göre maliyet/debi - debi oranı ilişkisi

SONUÇ VE ÖNERİLER

Büyük şehirlerde yaşayan kent halkına daha iyi hizmeti hızlı ve zahmetsiz bir şekilde verebilmek için mevcut veya planlanan altyapı ve üstyapı tesislerinin bilgilerinin eksiksiz ve doğru biçimlerde saklanması ve kullanıma sunulması gerekmektedir. Özellikle altyapı tesislerinin veya elemanlarının üstyapıdakilere nazaran yer altında gömülü olması, ilgili elemanlara ait bilgilere ulaşma açısından daha büyük önem kazanmaktadır ve ancak bunlara ulaşıldığı oranda tesislerin durumları, konumları, özellikleri ve geçmişleri hakkında bilgi alınabilmektedir.

Etkin biçimde bilgiyi temin etmek bakımından da, kentin altyapı ve üstyapı tesislerinin yapım, işletim ve bakımdan sorumlu kuruluşların ortak çalışmaları zorunlu hale gelmektedir. Örneğin şehirlerde su ve kanalizasyon idareleri, gaz yapım, dağıtım idareleri ve büyükşehir belediyelerine bağlı olarak çalışan kuruluşlar gibi.

Konuya bahis olan elemanlara ait bilgileri en etkin şekilde toparlamak açısından, bütün dünyada bir sistemle bütünleşilmiş ve isminde hem grafik hem de grafik olmayan bilgilerin birleştirilmesi açısından GIS (Geographical Information System) veya "Coğrafi Bilgi Sistemi" olarak mütabakata varılmıştır.

Bu çalışmada ise, ülkemizde kentlerin altyapı kategorisinde yer alan yağmursuyu şebeke ve toplayıcılarının analiz ve hesaplarının CBS ortamında yapılabileceği gösterilmiş olup, bu konuda başarı sağlanmıştır. Çalışmada gözle görünen fayda ve elde edilen sonuçlar ile karşılaşılan zorluklar özetlenmeye çalışılmıştır.

* Ülkemizde bilhassa büyük şehirlerde planlanan altyapı tesislerinden olan yağmursuyu şebeke ve toplayıcılarının boyutlandırmasında halen ya klasik manuel (elle) hesap yöntemleri kullanılmakta ya da küçük boyutlarda yazılmış olan programcıklar kullanılmaktadır. İlk başta bu durum olağan gibi gözükmekte olup, küçük su toplama alanlarına sahip yerleşimlerin proje ve analizlerinin yapılmasında zaman açısından pek problem çıkmamaktadır. Ancak özellikle proje revizyonun gündeme gelmesi ile zorluklar başlamakta, kısıtlı zaman içerisinde analiz ve hesapları yetiştirmek güçleşmektedir. Bu durum büyük su toplama havzalarında karşılaşıldığında aynı anda birkaç senaryo üretmek hemen hemen mümkün olmamakta, bütün zaman hesaplar esnasında geçmektedir.

* Yağmursuyu hesap ve analizinde en önemli kriter süre-şiddet-tekerrür periyotları olmaktadır. İstanbul kenti düşünüldüğünde İSKİ tarafından belirlenen 3 yıllık tekerrür periyodunun [26] dışında, farklı tekerrür periyotlarının uygulanışının gündeme gelmesi ve uygun olanının kısa zaman içerisinde çıkartılacak olan maliyet analizine göre belirlenmesi söz konusu olabilecektir. Sadece süre-şiddet-tekerrür eğrileri açısından değil aynı zamanda diğer önemli kriterlerden hız, doluluk oranı, düşü yüksekliği gibi diğer faktörlerin de devreye girmesi klasik yöntemle yapılan çalışmaları büyük ölçüde geciktirecektir.

* İSKİ adına CBS ortamında yapılmış olan "Ömerli ve Elmalı Çevre Koruma Projesi" nin verilerini kullanarak, yukarıda bahsedilen kriterlerden farklı tekerrür periyotlarının seçilmesi ile tekrardan bir analiz ve inceleme kısa zamanda bu çalışmada yapılmıştır. Projedeki toplam 6 yağmursuyu toplama havzasından 3 tanesi seçilmiştir. Üç bölgedeki toplam havza alanı 2279 ha'dır. 3 yıl olarak uygulanan tekerrür periyodunun yanında 2, 5 ve 10 yıllık periyodlar analize alınmış olup her üç bölgede toplam 9 senaryo gerçekleştirilmiştir. Veriler bilgisayar ortamında hem grafik hem de non-grafik olarak İSKİ'ye teslim edildiğinden, mevcut veriler üzerinde istenilen kriterleri (giriş süresi, hız, doluluk oranı v.d..) değiştirerek, gerekli analizleri çok kısa sürede gerçekleştirmek mümkün olmaktadır.

* Kullanılan yazılımda güzergahın mevcut altlıklar vasıtası ile belirlenmesi ve baca, boru ve alt su toplama havzaların girilmesi ile çalışmanın hemen hemen %70 gibi bir kısmı bitmiş olmaktadır. Zira bu elemanlara ait veriler hem grafik hem de grafik olmayan düzende aktarılmış olmaktadır. Mesela baca zemin kotu, akış katsayıları, tekerrür periyoduna haiz denklemin katsayıları gibi. Geri kalan iş hesapların yapılması aşamasıdır ki, kalem oynatmadan hesaplamalar istenilen eleman için yapılabilmekte, gerekli taslak, nihai profiller ve raporlar anında alınarak hesap sonunda yorum yapılabilmektedir. Çalışmada farklı tekerrür periyodlarının kullanılmasında da aynı yol takip edilmiş, periyod denklemlerinin katsayılarını ilgili kriter veri tabanı dosyasında değiştirmek yeterli olmuş, geri kalan iş havzalardan oluşan debilerin hesabı ve elemanların boyutlandırılmasına kalmıştır. Çalışmada yararlanılan altlıklar ve örnek çizimler eklerde sunulmuştur.

* Yukarıda açıklandığı üzere görülmüştür ki bilgisayar ortamında (CBS'de) hazırlanmış projelerin gerektiğinde incelenmesi ve güncelleştirilmesi çok hızlı bir şekilde yapılabilmektedir. Bu bakımdan altyapı kuruluşlarının proje ve diğer ihale şartnamelerinde bazı değişiklikler yapması kaçınılmaz olmaktadır. Şöyle ki: Yapılması istenen uygulamalar bilgisayar ortamında, ilgili altyapı kuruluşunun oluşturduğu veya oluşturmayı düşündüğü donanım ve yazılım sistemine paralel olarak istenebilir. Bu sayede hem sağlıklı arşivleme, hem projeyi -altlığa bağlı olarak- yerinde kontrol etme, hem de güncelleştirme işleri yapılmış olabilecektir.

* Gelişmiş ülkelerin bilgi sistemleri araştırıldığında altyapı kuruluşlarının CBS'i hem analiz hem de işletme için aktif şekilde en üst düzeyde kullandıkları görülmektedir[9,34].

* Özellikle İstanbul gibi büyük şehirlerde altyapı hizmetlerini en kısa sürede sunmak amacıyla altyapı kuruluşları çeşitli projeler üretmekte ve uygulamaktadır. Ancak belirgin şekilde koordinasyon eksikliği göze çarpmakta, ya aynı yerin projelendirmesi tekrar yapılmakta ya da su, doğal gaz, yağmursuyu şebekesi için farklı zamanlarda birkaç kez kazı yapılmakta, bu da büyük bir mali külfet

getirmektedir. CBS'de ya da Kent Bilgi Sistemi çerçevesinde oluşturulacak yapı sayesinde kuruluşlar birbirleri ile, bürokrasi engeline takılmadan veri alışverişi yapabilecekler, planlanan tesislerin konumunu ve özelliklerini bu şekilde öğrenebilecek ve gerektiğinde uyarabileceklerdir[16]. Bu yapı için ise ortak bir veri tabanının ilgili kuruluşlar tarafından beraberce tasarlanması gerekmektedir.

* Altyapı bilgilerinin diğer bilgilerle CBS ortamında depolanarak birleştirilmesi ile arzulanan çeşitli kombinezomlarda sorgulamalar yapılabilecek, istatistiki bilgiler de elde edilebilecektir.

* Çevre mühendisliği açısından CBS düşünüldüğünde alt ve üst yapı tesislerinin yanında çevre modellemesi konusunda da büyük uygulama alanına sahip olduğu görülebilecektir. Uydu verilerinin yardımıyla uzaktan algılama yöntemleri sayesinde su, toprak ve hava kirliliği üzerinde çeşitli modeller kurulmaktadır. En yaygın kullanım şekli dünyadaki kirlilik haritalarının çıkartılması olmaktadır [13].

* Altyapı kuruluşları için fevkalade önemli olan altyapı tesislerinin maliyet analizlerinin değişik koşullarda çıkartılması, ancak ve ancak farklı senaryoların uygulanması ile elde edilebileceğinden, kısa zamanda bu şartları CBS yazılımlarında sağlamak mümkün olabilmektedir, bu çalışmada da farklı tekerrür periyodlarının uygulanması ile maliyet analizleri birim maliyetler ile beraber çıkartılmış ve tutarlı sonuçlar elde edilmiştir.

* İncelenen bölgelerde doğal olarak tekerrür periyotlarının artışı ile beraber, alanlardan oluşan toplam yağmursuyu debisi ve dolayısı ile toplam maliyet artmaktadır. 2 yıldan 3'e, 3 yıldan 5'e ve 5 yıldan 10 yıllık tekerrür periyodlarına geçişte sırasıyla toplam yağmursuyu debisi oranları %29, %25 ve %25 olarak gerçekleşmiştir. Kumülatif (artarak devam eden) maliyet oranındaki artış ise daha düşük oranlarda gerçekleşmiştir. Yine aynı sırayla periyodlar arasındaki maliyet artış oranları üç bölgede ortalama %20, %23 ve %18 çıkmıştır. Birim maliyetler açısından ise, arıtma sistemlerine benzer şekilde, debi attıkça birim debi başına düşen

yağmursuyu toplama maliyet oranı azalmaktadır.

* Farklı tekerrür periyodlarının uygulanışı ile ortaya çıkan maliyet artışlarıyla beraber, bu artışların hasar riskinde ne tür bir etkisinin olacağının irdelenmesi yapılan çalışmaya büyük katkıda bulunacak ve sonuçta maliyetleri fayda / zarar oranı cinsinden ifade etmek bakımından faydalı olacaktır. Özellikle İstanbul gibi her yönden büyük bir öneme sahip olan kentlerin yağmursuyu analiz hesaplarında 5 ve 10 yıllık tekerrür periyodlarının hasar riski analizi ile beraber irdelenmesi, önlenebilecek taşkın zararının belirlenmesi bakımından faydalı olacaktır.

* Yapılan çalışmada kullanılan yağmursuyu CBS yazılımı gerek veri depolama gerekse bunların tekrar analizlerinin yapılması bakımından çevre mühendisliği açısından ideal ve yeterli görülmektedir. Çünkü yazılımın esnekliğinden yararlanarak kriterler üzerinde değişiklik yapmak kolay olmakta, bunların akabinde de hesap ve analizler fazla emek harcamadan yapılabilmektedir. Gerek veri tabanında yapılan değişiklik gerekse grafik ortamda yapılan değişiklikler kendi içinde birebir yansımaktadır. Ancak sorgulamalar ile ilgili olarak CBS'in gerekli şartlarını sağlamak açısından bazı eksiklikler görülmektedir. İstenilen bölgelerde çap, boru uzunluğu, derinlik, baca ve boru sayısı üzerine sorgulamalar mevcut olmakla beraber, bunların grafik olarak ekranda görsel farklı renk ve taramalarında gösterilmesi yazılımda bulunmamaktadır. Ayrıca farklı tekerrür periyodlarının gündeme gelmesi ve uygulanması ile fayda / zarar oranının belirlenebilmesi açısından, hasar riskinin tespiti için gerekli hesap şekilleri yazılıma dahil edilebilmelidir. Bu şekilde daha etkin bir inceleme olanağı sunulmuş olacaktır.

* Altyapı bilgilerinin CBS'e aktarılması sonucunda birtakım faydaların görüleceği aşîkardır. Bunlar arasında bilgilerin ortak paylaşımı, bilgilere daha hızlı ulaşma, hizmet ve üretimin artması, zaman ve dolayısı ile maliyetten tasarruf sayılabilir. Özellikle maliyetten tasarruf konusunda elde edilecek sonuçlar ilk yıllarda görülmeyecektir. Zira CBS'e geçen altyapı kuruluşlarında gerçek anlamdaki faydalar sistemin büyüklüğüne göre 5. senenin sonlarında ortaya çıkmaktadır [3,9]. Bu açıdan

faydaların elde edilmesi sağlam bir idari stratejiye bağılıdır. Uygulamanın ilk yıllarında CBS kara bir delik gibi gözükse de kazanç artacaktır. Özellikle üretilen bilgilerin (harita, alt ve üst yapı detay bilgileri gibi) satılması somut para girdisine neden olacak ve kendisini amorti edecektir.

Yukarıda madde madde açıklanan sonuçlar ışığında, ülkemizde belediyeler, altyapı kuruluşları ve bu konu ile ilgili çalışan özel şirketlerin en kısa zamanda CBS ortamına geçmesinin kaçınılmaz bir gerçek olduğu ortaya çıkmaktadır. Bunu gerçekleştirmek için de yatırımlarının belli bölümünü bu konuya hem araştırma hem de uygulama şeklinde ayırmaları gerekmektedir.



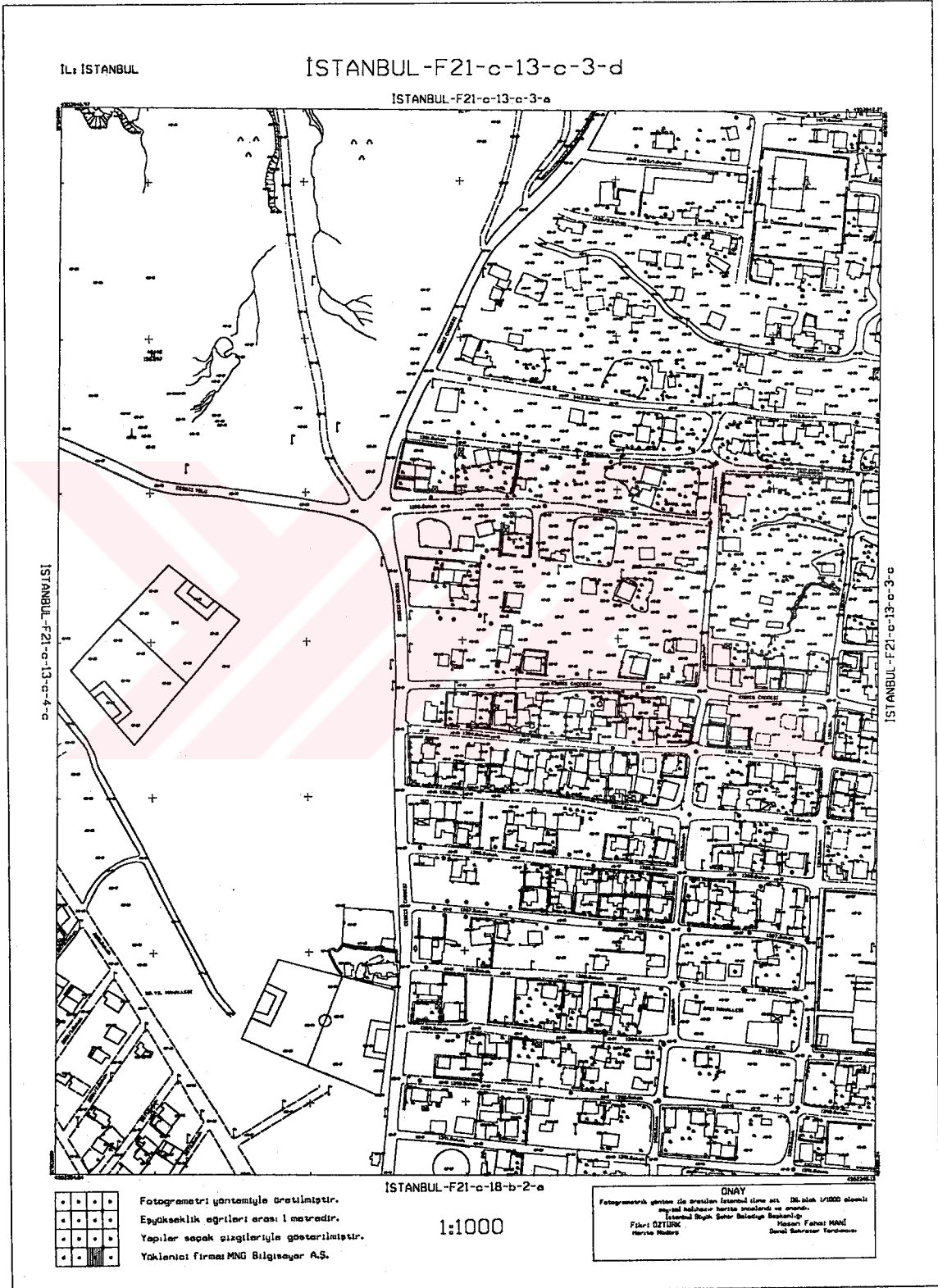
KAYNAKLAR

- [1] BANGER,G., YOMRALIOĞLU,T., CÖMERT,Ç. , "Bilgi Sistemlerine Genel Bir Bakış ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilgi Sistemi", 1.Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Bildiriler, 18-20 Ekim 1994. Trabzon, S.1-10, 1994
- [2] ,Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi, Milliyet Yayıncılık,1994
- [3] ÖMERLİ ve ELMALI ORTAKLIK GİRİŞİMİ, Ömerli ve Elmalı Çevre Koruma Projesi, Coğrafi Bilgi Sistemi Pilot Proje Değerlendirme Raporu, 1994
- [4] YOMRALIOĞLU,T.,ÇELİK.K. ,GIS?, 1.Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Bildiriler, 18-20 Ekim 1994. Trabzon, S.21-32, 1994
- [5] TAŞTAN,H. ALAS,B., "Sayısal Kartografyada Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanımı", 1.Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Bildiriler, 18-20 Ekim 1994. Trabzon, S.341-348, 1994
- [6] ALKIŞ,Z. ,Yerel Yönetimler için Kent Bilgi Sistemi Tasarımı ve Uygulaması, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 1994
- [7] U.S.EPA ,Geographic Information Systems (GIS) Guidelines Document, Washington, March 1992
- [8] GOODCHILD,M.F, MAGUIRE,D., RHIND,D.W, Geographical Information Systems, Volume 1, Longman Group, 1992
- [9] ANTENUCCI, J., BROWN, K., CROSWELL, P., KEVANY, J. M., ARCHER, H., Geographical Information Systems, A Guide to the technology, Chapman&Hall, New York, 1991
- [10] KEVANY,M.J ,New Tehnologies in GIS, UDNS'94 17th Urban Management Symposium, S.24-29, 1994
- [11] TAŞTAN, H. ,Coğrafi Bilgi Sistemleri,Bir Coğrafi Bilgi Sisteminin (AKBİS) Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 1991

- [12] YOMRALIOĞLU,T., DEMİR,O., Kentsel Bir Coğrafi Bilgi Sistemi Modelleme, 1.Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Bildiriler, 18-20 Ekim 1994. Trabzon, S.276-290, 1994
- [13] GOODCHILD, F., PARKS, B., STEYAERT, L. ,Environmental Modeling with GIS, Oxford University Press, 1993
- [14] SÖĞÜT,H. ,TANKUT,M. ,"Ulusal ve Uluslararası Entegrasyona Uygun Coğrafi Veri Tabanı Üzerine Öneriler", 1.Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Bildiriler, 18-20 Ekim 1994. Trabzon, S.80-95, 1994
- [15] ALTAN,O. ,ALKIŞ,Z. ,"Kent Bilgi Sistemi Uygulamalarına Genel Bir Bakış", 1.Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Bildiriler, 18-20 Ekim 1994. Trabzon, S.259-275, 1994
- [16] , "Kent Bilgi Sistemi Pilot Proje Uygulama Toplantı Tutanakları", 1995-1996
- [17] TOHLIN,C.D ,Geographic Information Systems and Cartographic Modeling, Prentice Hall, 1990
- [18] ÖMERLİ ve ELMALI ORTAKLIK GİRİŞİMİ, Ömerli ve Elmalı Çevre Koruma Projesi Mühendislik Hizmetleri Sözleşmesi, Temmuz 1993
- [19] ÖMERLİ ve ELMALI ORTAKLIK GİRİŞİMİ, Ömerli ve Elmalı Çevre Koruma Projesi, Fizibilite Raporu, 1993
- [20] BC BERLİN MÜŞAVİRLİK, BERLİN SULAR İDARESİ, Büyük İstanbul Ömerli ve Elmalı Havzaları Su Temini ve Atıksu Uzaklaştırma Projeleri Önfizibilite Çalışması, Kasım 1990
- [21] ÖMERLİ ve ELMALI ORTAKLIK GİRİŞİMİ, Ömerli ve Elmalı Çevre Koruma Projesi, Arazi Kullanımı, Kasım 1994
- [22] ÖMERLİ ve ELMALI ORTAKLIK GİRİŞİMİ, Ömerli ve Elmalı Çevre Koruma Projesi, Atıksu ve Yağmursuyu Kesin Hesap, Kasım 1995
- [23] INTERGRAPH, Microstation Version 4.0 User's Guide.
- [24] BORLAND, Dbase IV Version 2.0, Getting Started.
- [25] COWICONSULT, Utility Mapping Sewerage User's Guide, 1995
- [26] İSKİ Kanal Proje İhale Dökümanları

- [27] SCANDIACONSULT, Stormwater Drainage for the İstanbul Region, Volume 1, Master Plan Report, 1971
- [28] Design of Wastewater and Stormwater Pumping Stations, Manual of Practise FD-4, 1993
- [29] BABBITT, BAUMANN, Sewerage and Sewage Treatment, John Wiley & Sons Press, 1952
- [30] ATIKSU TEKİNİĞİ BİRLİĞİ (ATV), Kirli Su, Yağmursuyu ve Karışık Su Kanallarının Hidrolik Hesabı için Talimatlar
- [31] MUSLU, Y., Su ve Atıksu Teknolojisi, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, 1992
- [32] YÜCEL, M., AKSOĞAN, S., Su Getirme, Kanalizasyon ve Suların Arıtılması, Pimaş Yayınları, Cilt 1
- [33] İMC İstanbul Master Concorcium, Yağmursuyu Drenaj Sistemleri TR13 Görev Raporu, 1995
- [34] ÖMERLİ ve ELMALI ORTAKLIK GİRİŞİMİ, Ömerli ve Elmalı Çevre Koruma Projesi, GIS Çözümü Avantajlarının Başlıca Özeti ve GIS Kullanan Diğer Alt Yapı Kuruluşları ile Maliyet Mukayesesi, Kasım 1993

EK A



Şekil A.1 CBS yazılımlarında ve örnek yazılımda kullanılan ülke koordinat sistemindeki 1:1000 ölçekli bir sayısal pafta



Şekil A.2 Mevcut yazımda kullanılan altlık sayısal harita ile planlanan yağmursuyu güzergahının planı

ÖZGEÇMİŞ

İbrahim Yiğit 25 Ekim 1972 de Lüleburgaz'da doğdu. Orta öğrenimini Özel Işık Lisesinde tamaladıktan sonra 1990 yılında İ.T.Ü İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümünde yüksek öğrenimine başladı. 1994 yılında Çevre Mühendisliği diplomasını aldı. Halen İSKİ Genel Müdürlüğü Kanal Proje Müdürlüğü GIS bölümü sorumlusu olarak görevine devam etmektedir.

