

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE ALTYAPI
UYGULAMALARI VE ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mih. Arzu SAKIZ

Anabilim Dalı: Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği

Program: Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği

MAYIS 2003

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE ALTYAPI
UYGULAMALARI VE ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Arzu SAKIZ
(501011705)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 5 Mayıs 2003
Tezin Savunulduğu Tarih: 28 Mayıs 2003

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Dursun Zafer ŞEKER
Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Sedat KAPDAŞLI (İ. T. Ü.)
Doç. Dr. Gül BATUK (Y. T. Ü.)

MAYIS 2003

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının konusu Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Altyapı Uygulamaları ve Analizi'dir. Tez çalışmamın yürütücülüğünü üstlenen ve çalışmamın her aşamasında yol gösterip yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Dursun Z. Şeker'e içtenlikle teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmam sırasında bana yardımcı olan Prof. Dr. Sıtkı Külür'e, Prof. Dr. Sedat Kapdaşlı'ya ve Yüksek Mühendis Zaiide Duran'a teşekkür ederim.

Mayıs 2003

Arzu Sakız

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	iv
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş Ve Çalışmanın Amacı	1
2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE ALTYAPI UYGULAMALARI	4
2.1. CBS'nin Genel Tanımı	4
2.2. CBS ve Altyapı Uygulamaları	5
2.2.1. CBS ile yağmursuyu ve atıksu yönetimi uygulamaları	5
2.2.1.1. Harita uygulamaları	6
2.2.1.2. İzleme uygulamaları	7
2.2.1.3. Modelleme uygulamaları	8
2.2.1.4. Bakım uygulamaları	9
2.2.2. Akış yüzeyi yönetimi modelleme analizleri hazırlanması için CBS'nin kullanılması	10
2.2.2.1. Bir modelleme aracı gibi CBS'nin kullanılması	10
2.2.2.2. Doğru altlık haritanın oluşturulması	10
2.2.2.3. Yağmursuyu uygulamalarında CBS tekniklerini kullanımı	11
2.2.3. CBS kullanarak atıksu akış tahmini ve planlama yöntemleri	13
2.2.3.1. Amaçlar	13
2.2.3.2. Nüfus modeli	13
2.2.3.3. Debi modeli	14
2.2.3.4. Havza üretimi	14
2.2.3.5. Debi tahmini	14
2.2.3.6. Atıksu planlamada oluşturulan modelin kullanımları	15
3. UYGULAMA	16
3.1. Uygulama Verileri	16
3.1.1. Tarabya bölgesi genel durumu	16
3.1.2. Planlanan hatlarla ilgili bilgiler	17
3.1.3. Mevcut hatlarla ilgili bilgiler	18
3.1.4. Hesap kriterleri	19
3.1.4.1. Atıksu ve yağmursuyu hesapları	19
3.1.4.2. Atıksu hesabı	20
3.1.4.3. Yağmursuyu hesabı	21
3.1.4.4. Hesap ve proje kriterleri	25
3.1.5. Verilerin Düzenlenmesi	26
3.2. Verilerin CBS'de Oluşturulması	27

3.3	Atıksu Debi Hesapları	33
3.4	Nüfus	35
3.4.1	Master plandaki nüfus yaklaşımı	35
3.4.2	Nüfusun tarihçesi	36
3.4.2.1	İstanbul bölgesindeki nüfus eğilimleri (1990 yılına kadar)	36
3.4.2.2	Nüfus hareketleri (1990 yılına kadar)	37
3.4.3	Kentsel ve kırsal nüfuslar	37
3.4.4	Önceki nüfus tahminleri	38
3.4.5	Şimdiki nüfus ve nüfus artışı	39
3.4.5.1	Son sayıma göre Türkiye geneli sonuçları	39
3.4.5.2	Son sayıma göre İstanbul ili sonuçları	41
3.4.6	Nüfus artış hızı ve gelecekteki nüfus hesabı	41
3.5	Gelecekteki Nüfus Hesaplarına Göre Debi Hesapları	47
3.5.1	Analiz ve değerlendirmeler	49
3.5.2	Simülasyon	52
4	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	56
	KAYNAKLAR	59
	EKLER	60
	ÖZGEÇMİŞ	63

KI SALT MALAR

CBS	: Coğrafi Blgi S stemi
CMP	: Co mputer Mapping Progra m
CAM	: Co mputer Aided Mapping
CADD	: Co mputer Aided Design and Drafting
AM	: Aut o mated Mapping
FM	: Facilities Manage ment
CS O	: Co mbi ned Se wer Overflow
HSB	: Hunt ing on Sanitary Board
S WMM	: S or m Wä ter Manage ment Model
DE M	: D gital Elevation Model
HDPE	: H gh Density Polietilen
MBB	: Miflu Beton Boru
DSİ	: Devlet Su İşleri
Dİ E	: Devlet İstatistik Enstitüsü
Dİ E	: Devlet İstatistik Enstitüsü
SAM	: Sayısal Arazi Modeli

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1.	Bir CBS de yağmursuyu modellenme için önerilen öznitelikler ...	11
Tablo 3.1.	Arazi eğimlerine göre yağmursuyu giriş süreleri	21
Tablo 3.2.	Kanal derinlikleri	22
Tablo 3.3.	Şehirdeki iskan şekline bağlı olarak akış katsayıları.....	23
Tablo 3.4.	Boru çapına bağlı olarak kanal eğimleri.....	25
Tablo 3.5.	1950-1990 arası kentsel ve kırsal nüfus değişimleri.....	38
Tablo 3.6.	Avrupa ve Asya yakaları arasında nüfus dağılımı.....	38
Tablo 3.7.	Genel nüfus sayımlarına göre nüfus, yıllık nüfus artışı, yüzölçümü ve nüfus yoğunluğu	40
Tablo A.1.	Bölgelere göre şehir ve köy nüfusu ve yıllık nüfus artış hızı	60
Tablo B.1.	İstanbul ili ve ilçe nüfus sayımları	61
Tablo C.1.	Master plandaki büyüme senaryoları ve nüfus tahminleri	62

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1	: Çalışma alanının genel görünümü	27
Şekil 3.2	: Menhol tablosu	28
Şekil 3.3	: Boru katmanına ilişkin öznetelik tablosu ve hattın genel görünümü	29
Şekil 3.4	: Hat A menhol tablosu	30
Şekil 3.5	: Hat A genel görünümü ve tablosu	30
Şekil 3.6	: Dere aks katmanının öznetelik tablosu	31
Şekil 3.7	: Dere kesit tablosu	32
Şekil 3.8	: Havzanın genel görünümü	32
Şekil 3.9	: Havza katmanının öznetelik tablosu	33
Şekil 3.10	: Nüfus artış hızları	42
Şekil 3.11	: 1997 yılı nüfus artış hızları	42
Şekil 3.12	: Sayımyıllarına göre İstanbul nüfusu, sayımlar arası yıllık nüfus artış hızı ve yıl ortası nüfus tahmini	43
Şekil 3.13	: 1990 ve 1997 yılları sonuçları	43
Şekil 3.14	: Türkiye ve İstanbul ili yıllık nüfus artış hızlarının (%) karşılaştırılması	44
Şekil 3.15	: Nüfus büyüklüklerine göre havzalar	50
Şekil 3.16	: Nüfus sorgulamasına bir örnek	51
Şekil 3.17	: Havzalar ve havzaların şimdiki ve gelecekteki nüfusları ile debileri	52
Şekil 3.18	: Infoworks programındaki simülasyon sonuçlarının plan ve profil görüntüsü	53
Şekil 3.19	: Sistemdeki borulardan birine ait debi grafiğinin belirlenen süredeki değişimleri	54
Şekil 3.20	: Simülasyon sonucu elde edilen grafik raporlardan bir tanesi	55

SEMBOL LİSTESİ

Q	: Debi
N	: Nüfus sayısı
B	: Babbit katsayısı
A	: Alan
p	: Çoğalma enveranı
a	: İki nüfus sayımı arasında geçen sene
N_y, N_e	: Eski ve yeni nüfus sayımı sonuçları
q	: Günde adam başına kullanma suyu
n	: Gelecekteki nüfus yoğunluğu
F	: Akış toplama alanı
t₁, t₂	: Giriş süresi ve akış süresi
J	: Eğim
i	: Yağış şiddeti
Ψ	: Akış katsayısı
N_g	: Gelecekteki nüfus
K_a	: Nüfus artış hızı
P₀, P_n	: İki ardıl sayımdan birincisi ve ikincisi
r	: İki sayımarasındaki nüfus artış hızı
H	: Yükseklik
hs	: Su yüksekliği
B	: Kanal taban genişliği
V	: Hız

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ İLE ALTYAPI UYGULAMALARI VE ANALİZİ ÖZET

Coğrafi Bilgi Sistemleri, konumsal veri tabanı içintasarlanmış yazılım ve donanımların bir bütünü olarak tanımlanabilir. CBS'ler çok büyük miktarda ve karmaşık ilişkiler içeren verinin, bilgisayar desteğinde alışlagelmiş yöntemlerden çok daha etkin şekilde yönetimi ve organizasyonunu sağlar.

CBS pek çok diğer alanda olduğu gibi altyapı uygulamaları içinde kullanılmaktadır. CBS, altyapı verilerinin sisteme aktarılması, işlenmesi, çeşitli modeller oluşturularak sorgulanması, analizi, izlenmesi ve bakımının hızlı bir şekilde yapılmasını sağlar. Mevcut durumun sisteme aktarılmasıyla, hangi bölgelerde yeni hatlara ihtiyaç olacağı, hangi hatların yenilenmesi gerektiği ve yeni hatların nerelerden geçirilmesi gerektiği gibi sorular kolayca yanıtlanır. Ayrıca CBS'nin altyapı uygulamalarına kazandıracağı görsellik sistemin daha kolay anlaşılmasını sağlar.

Bu çalışmada, öncelikle verilerle ilgili çalışmalar yapılmış, eldeki tüm veriler aynı formata çevrilerek, CBS'ne aktarılmıştır. Seçilen bölgeye ait veriler; mevcut ve planlanan atıksu hatları, bölgedeki derenin mevcut ve planlanan kısımları, havzalar, halihazır haritalardır. Bu veriler CBS'de oluşturulduktan sonra, bu bilgilerle oluşturulan öznitelik tablolarından yararlanarak sorgulanma ve analizler yapılmıştır. Nüfus bilgilerinin oluşturulabilmesi için, İstanbul'un genel nüfus sayım bilgilerinden ve daha önce yapılan nüfus tahmini çalışmaların yararlanılmıştır. Nüfus tahmini hesap yöntemleri karşılaştırılarak, uygun hesap yöntemi seçilmiştir. Bu hesap yöntemi ile seçilen zaman yani 30 sene sonrası için yapılan nüfus tahmini havzalara uygulanarak debi tahmini yapılmıştır. Elde edilen debi değerleri sisteme aktarıldığında, 30 sene sonra da seçilen boru çaplarının bu debiyi taşıdığı görülmektedir. 2033 yılı için hesaplanan havza nüfusları ve debileri öznitelik tablolarına aktararak sisteme dahil edilmiştir. Sonuçlar yapılan bir simülasyonla desteklenmiştir. Simülasyon için CBS verileri kullanılmış ve sonuçlar sistemin çalıştığını göstermiştir.

SEWERAGE APPLICATION AND ANALYSES BY USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM SUMMARY

Geographic Information System can be described as whole elements of hardware and software for spatial database. GIS provides management and organization of large amount of data based on computer which requires complex connectivity. This method is more effective than conventional methods.

GIS is used for wide range of applications like sewerage. GIS provides us to transfer the sewerage data to the system and processing, modelling, monitoring and rapid maintenance of the system. Modelling of an existing sewerage system can be used to analyse the existing situation easily and determine the areas which requires new pipelines and their routes and the pipelines which are insufficient and needs replacement. Additionally, GIS gives very well visual effect of sewerage system which makes it more understandable.

In this study, initially the data has been gathered and to the required transferred to GIS. The data collected includes existing and planned wastewater network system, existing and planned sections of stream channel, catchments and maps of a chosen area. After the GIS database is set, the system has queried and analysed by using attribute tables. Population data of Istanbul has been prepared by using census data record and past population estimation studies. Estimation for 30 years design horizon has been made and future wastewater flows are calculated by using catchment bases. Calculated population and flow values has been transferred to system and it has been concluded that the wastewater system is adequate for future flows (2033). The results are supported by the simulation where INFOWORKS simulation programme has been used by using GIS data.

1. GİRİŞ

1.1. Giriş Ve Çalışmanın Amacı

Coğrafi Bilgi Sistemleri pek çok alanda olduğu gibi altyapı uygulamalarında da kullanılmaktadır. Altyapı uygulamalarının birbiriyle bağımlı olması ve gelecek yıllarda kullanılabilirliğiyle ilgili sorgulamalar CBS ile rahatlıkla yapılabilir. Herhangi bir bölgenin yeni bir atıksu hattını planlarken, öncelikle mevcut atıksu hatlarının durumunu, o bölgedeki diğer altyapıların yerlerini bilmek gerekir. Bir CBS’de, atıksu, yağmursuyu, içmesuyu gibi değişik altyapı sistemlerini birarada görmek, bunlara ilgili konum analizlerini yapmak, mevcut sistemlerle yeni yapılacak sistemi karşılaştırmak mümkündür. CBS, planlama yaparken, pek çok kriteri birarada görüp, sorgulama ve analizler yapmamızı sağlar.

Yapılan çalışmada seçilen bölgeye ait atıksu hatları ve dere hattının bir CBS’ye çevrilmesi, bu hatlar üzerinde sorgulamalar yapılması amaçlanmıştır. Ayrıca çalışmanın sonunda hedeflenen, altyapı hatlarının CBS yardımıyla analizi ve belirlenen zaman aralığı içerisinde nüfus artışının incelenerek sistemin çalışabilirliğinin irdelenmesidir.

Proje alanı Sarıyer ilçesi Tarabya mahallesindeki Tarabya deresinin ıslah edilen kısmının iki yanındaki atıksu hatları ile sahil hatlarından biri alınarak oluşturulmuştur. Bu proje kapsamında atıksu hatları ve dere ıslahı CBS ortamında oluşturularak, seçilen hatların gelecekteki nüfus hesapları ve analizi yapılmıştır. Çalışma sırasında 30 sene sonrası için bir nüfus tahmini yapılarak, bu nüfus havzalarına uygulanmış ve debideki değişim sistemi yansıtılmıştır. Diğer altyapı uygulamalarından farklı olarak bu çalışmada amaçlanan, sistemin analizi nin yanı sıra Coğrafi Bilgi Sisteminin kazandıracağı görselliğin de gösterilmesi dir. Proje aşamaları içinde sadece verilerin sisteme girilmesiyle oluşan bir veri tabanından farklı olarak birtakım mühendislik verilerin elde edilmesi ne çalışılmıştır. Ayrıca bir

bölgenin simülasyonu ile yapılan inceleme ve gelecek durum analizlerinin sonuçları desteklenmiştir.

Uygulamada farklı formlardaki veriler düzenlenerek bu çalışma için Coğrafi Bilgi Sistemi olarak seçilen Arc View ortamına aktarılmış, çeşitli katmanlar ve bunlara ait öznetelik tabloları oluşturulmuştur. Bugünkü ve gelecekteki durumun karşılaştırılabilmesi için gereken tablolar sisteme eklenmiştir.

Yapılan çalışmada bugünkü nüfusun ve gelecekteki nüfusun en doğru şekilde belirlenmesi için araştırmalar yapılmış, elde edilen sonuçlar irdelenerek çalışma alanı içerisinde seçilen havza ve atıksu hatları için nüfus ve debi tahmini yapılmıştır. Çalışma bölgesindeki yapı incelenerek, havzalardaki nüfus yoğunluğu 200 kişi/ha olarak belirlenmiştir ve bugünkü nüfus değerleri bu yoğunluğa göre bulunmuştur. Gelecekteki nüfus tahmini ile ilgili yöntemler karşılaştırılarak ve daha önce hesaplanmış nüfus tahminlerinden de yararlanılarak, 30 sene sonrasının yani 2033 yılı için bulunan nüfus değerleri havza nüfuslarına indirgenmiştir.

Nüfus artış hızının ve gelecekteki nüfus hesabının yapılması ile ilgili pek çok yöntem vardır. Ancak bu çalışmada sadece bunlardan Devlet İstatistik Enstitüsünün hesap yöntemi kullanılmıştır. Gelecekteki nüfus hesabının yapılmasında karşılaşılan farklılıkların görülebilmesi için farklı iki yöntemle daha ana nüfuslar hesaplanmıştır. Türkiye ve İstanbul için sayımsal bilgileri ve nüfus artış hızları da ayrıca incelenmiştir. Nüfus artış hızlarındaki farklılıklara bakıldığında İstanbul ili için nüfus tahmini yapmanın zorluğu görülmektedir. Bu nedenle gelecekteki artış hızlarının belirlenmesinde daha önce yapılan Master Plan çalışmalarından da yararlanılmıştır.

Nüfus hesaplarının yapılmasından sonra hidrolik hesaplar için debiler gelecekteki nüfusa göre hesaplanmıştır. Hesaplanan yeni debiler sisteme uygulandığında 30 sene sonrası için sistemin yeterli olup olmayacağı açıkça görülecektir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, CBS'nin genel tanımı ve altyapı uygulamalarında kullanımları anlatılmıştır. Bu bölümde hem yağmursuyu hem de atıksu yönetimi ve uygulamalarında CBS'nin nasıl kullanıldığı ve ne gibi çalışmalar yapıldığından bahsedilmiştir.

Uygulama bölümünde yani üçüncü bölümde öncelikle uygulamanın yapıldığı alanla ilgili genel bilgiler verilmiş, mevcut ve planlanan hatların durumu anlatılmıştır.

Ayrıca hesaplarda kullanılan debi formlerini açıklayabilmek için atıksu ve yağmursuyu hatlarında uygulanan hesap kriterlerinden bahsedilmiştir. Verilen CBS’de oluşturulması, nüfustaki değişimler ve nüfus artış hızları, günümüzdeki ve gelecekteki nüfus ile debi hesapları, sorgulama örnekleriyle sonuç simülasyonu anlatılmıştır.

2 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE ALTYAPI UYGULAMALARI

2.1 CBS'nin Genel Tanımı

Genel olarak **CBS**, konumsal veri tabanı için tasarlanmış yazılım ve donanım elemanlarının bir bütünü olarak tanımlanabilir (Masry and Lee, 1988). Burada **veri tabanı**, birbiri ile ilişkili veri topluluğu olarak tanımlanır. Birbiri ile ilişkili veri, bir doğal gaz şebekesine, bir mahalledeki parsellere, bir ormandaki ağaç türlerine, vs. ait olabilir. **Veri tabanı yönetimi** ise verinin veri tabanına girilmesi, depolanması, işlenmesi ve analizi ile bir formda kullanıma sunulmasıdır. CBS'nin temel bileşenlerinden ikisi, verinin belirli bir yapı altında depolandığı veri tabanı ve veri tabanı yönetimi işlevlerini yerine getiren ve kullanıcıların uygulamalarını modellendirmelerini sağlayan yazılı araçlarıdır.

CBS'lerin çıkış noktası, çok büyük miktarda ve karmaşık ilişkiler içeren verinin bilgisayar desteğinde alışlagelmiş yöntemlerden çok daha etkin bir biçimde organizasyonu ve yönetimi olmasıdır. Diğer bir anlatımla, butür verinin arşivlenmesi ve güncellenmesi ile aranan veriye erişilebilmesi, çeşitli analizlerin yapılması ve sonuçların istenen tarzda rapor edilmesi gibi temel işlemlerin geleneksel yollarla basit ve hızlı bir biçimde gerçekleştirilebilmesi, aynı verinin farklı kullanıcılarca kullanılabilir olması CBS'leri gerektirmiştir.

CBS'lerin ilgi alanını oluşturan verinin karmaşıklığı, konum boyutunu da içermesindedir. Bu nedenle CBS'lerde tutulan veri genellikle konumsal veri olarak anılır. Konumsal veri hem kendi yapısı hem de içerdiği ilişkiler bakımından karmaşıktır. Genel amaçlı veri tabanı yönetim sistemleri konumsal olmayan veriye yönelik olduklarından, CBS'ler veri tabanı yönetim sistemlerinden farklı olarak veri girişi, işleme, analiz, sunuş gibi temel işlemlerin hepsi de konum boyutunun getirdiği karmaşıklığın üstesinden gelmek durumundadır.

Herhangi bir CBS projesinin en önemli aşamalarından biri veri tabanının oluşturulmasıdır. Bunun için yapılacak bir gereksinim analizi ile veri tabanında hangi bilgilerin bulunması gerektiği belirlenir. Ardından uygun veri modelleri kullanılarak veri tabanının yapısı tanımlanır (Cömert ve Bostancı, 1999).

2.2 CBS ve Altyapı Uygulamaları

2.2.1 CBS ile yağmursuyu ve atıksu yönetimi uygulamaları

Haritalama (mapping), izleme (monitoring), modellenme (modeling) ve bakım (maintenance) yağmursuyu ve atıksu sistemlerinin yönetiminde en önemli 4 uygulamadır. Bu uygulamaların dördü de İngilizcede M harfiyle başladığından 4M yaklaşımı olarak adlandırılmıştır. Burada daha sonraki bölümlerde de karşılaşılabileceği düşünülerek 4M yaklaşımı olarak kullanılacaktır. CBS, 4M yönetimi stratejisini geliştirerek veya kullanılabilir hale getirmek için kullanılabilir.

Haritalama işleri; veri girişleri, harita yapımı ve veri yönetim servislerinin hepsini içeren ve açıkça karakterize eden bir Harita Program'ının (CMP) geliştirilmesiyle daha iyi yönetilebilir. Bilgisayar destekli Harita Programları; tanımlanmış, hassas, güncellenmiş ve finansal açıdan uygulanabilir altlık haritalar üretebilir. Harita programları hassasiyet ve güncellenme yapısına olanak sağladığından, sistemdeki acil durumların cevaplandırılması daha hızlı yapılabilir. Bilgisayar harita yapım programları, CBS teknolojisini fotogrametrik ölçülerden, arazi kayıt dosyalarından, personelin yaptığı anket ve görüşmelerden parça parça toplanan bilgileri birleştirmek için kullanılır.

İzleme çalışmaları pahalı bir uygulamadır. Tüm çalışma için örnek bölgelerin izlenmesi çok masraflıdır. İzleme altyapı sistemleri ve kapsadığı özelliklerin sağlam bir anlam kazanmasından elde edilebilen, tipik gözlem bölgelerinin seçimini içerir. Su havzası, atıksu havzası, alıcı su ortamı (yüzeysel sular), yollar, belediye sınırları, nüfus özellikleri ve arazi kullanımları gibi CBS katmanları uygun gözlenme bölge seçeneklerine sağlam bir temel oluşturur.

Modellenme, pratik veya hatta diğer anlamda mümkün olmayacak yollarla altyapı sistemleri konusunda çalışılmasına yardımcı olur. Matematik modeller sistemi

anlamak ve sistemin uygun operasyonları için strateji geliştirmede kullanılır. Bir toplama sisteminin detaylı hidrolik oluşumunun simülasyonuna yakın karışık modellerin gelişimi çok çalışma gerektiren bir başlıktır. Modelin yorumlanması oldukça uzun sürebilir. CBS model gelişimi ve yorumlanması kolaylaştırmak için kullanılır.

Bakım uygulamaları doğru ve güncellenmiş günlük sistem girişlerini ve haritaları içerir. CBS, kanalizasyon bulgularından, müşteri şikayetlerinden ve belirlenen problemleri kanalizasyon bölgelerinden iş sıralamasını otomatik olarak çıkaran bir bilgisayarlı bakım yönetim sistemi sağlar. Bu sistem kurumsal mevcut bakım sistemi ve CBS bağlantılarıyla başarılabılır (Shamsi and Fletcher, 1996).

2.2.1.1. Harita uygulamaları

Bilgisayar destekli harita yapım programlarının gelişimi için günümüzde kullanılan dört ana bilgisayar harita oluşturma sistemi vardır: Bilgisayar destekli harita yapım (CAM), bilgisayar destekli tasarım ve taslak oluşturma (CADD), bilgisayar destekli haritacılık ve tesis yönetimi (AMFM) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS). CBS, coğrafi referanslı verinin toplanması, depolanması, işlenmesi, değiştirilmesi, görüntülenmesi ve çıktıların alınması için kullanılan bilgisayar tabanlı bir sistemdir. Ne yazık ki bu tanımlı CAM ve AMFM'e de uygulanabilir. Bununla birlikte her üç teknoloji de açıkça farklı özellikler ve uygulamalara sahiptir. Örneğin CAM veya AMFM sistemleri CBS kadar kolay kullanılamadığı gibi, CAM ve AMFM sistemleri konumsal analizlere izin vermezler. CBS, konumsal analizi sağlayan veri katmanlarını karşılaştırarak, aralarındaki farkı görme yeteneğine sahiptir. Bir CAM haritası insan gözünün grafik sezgisine sahip değildir. Örneğin hangi drenaj alanının nereye yakın olduğu gibi. CBS ile oluşturulmuş bir harita için böyle bir sınırlama yoktur çünkü özellikler veya topoloji değerleri arasındaki konumsal ilişkiler basitçe harita mantığının bir parçasıdır.

Bir ticari atlas şirketi, uygulamaları her şeyden önce kartografik ürünler olduğundan, CAM sistemini kullanabilir. Bir telefon şirketi, telefon sistemi operasyonları ve bakımı için AMFM sistemlerini birlikte kullanacaktır, çünkü aynı zamanda bir kablo ağını hızlı bir şekilde izleyebilir ve özelliklerini yeniden elde edebilir olmalıdır. Kanalizasyon sistemlerinin yönetimi için en uygun sistem Bilgisayar Harita Yapım

Program (CMP) destekli CBS'dir. Çünkü sistem pek çok konumsal analizi yönetebilir, ne kadar müşteri olduğu, tipi (endüstriyel, ticari, oturmaya ayrılmış, vs.) ve planlanan kanalizasyon hattının ne kadar uzaklıkta konumlandırıldığı gibi sorulara cevap verabilir. En önemlisi, kanalizasyon sistemi yönetimine ek olarak kullanılan programlar belediyelerin diğer uygulamalarını da desteklebilir. Kamu işlerini yürüten birimler bakımı ve planlama yönetimini yapabilir. Kamu güvenliğiyle ilgili birimler suç analizi yapabilir. Bu sebeplerden dolayı eğer kanalizasyon sistemi kanalizasyon idaresi yerine bir yerel yönetim tarafından yönetilir ve uygulanırsa, program tüm şehir birimlerinin gereksinim duyduğu harita yapısına aynı anda hitap edebilecek için tasarlanmalıdır. Diğer bilgisayar tabanlı teknolojilerin çoğu gibi bilgisayar yazılımları, daha kaliteli grafikler ve daha esnek yazılım CBS yeteneğini uygulayabilir yapmıştır. Bundan dolayı harita programıyla desteklenen CBS, tüm harita ihtiyaçlarını karşılamak ve belediye ihtiyaçlarının yönetimi için en uygun teknolojidir (Shamsi and Fletcher, 1996).

2.2.1.2 İzleme uygulamaları

Alt yapı sistemlerinde gözlem noktaları olarak pek çok değişik nokta kullanılacağı gibi birleşik sistemlerdeki taşkın deşarj noktaları, savaklar kullanılabilir. Taşkın noktalarının en önemli ihtiyaçlarından bir tanesi her bir taşkın olayının neden, sıklık, süre, miktar ve akış kalitesi için gözlenmesidir. Bu ihtiyacı karşılayabilmek için ilk alternatif olarak gözlem noktasının hepsini izlenmesinin fizibilitesi ne çalışılmıştır. Bu seçenek, akış monitörlerinin, su kalite örneklerinin ve her noktanın, yağmur ölçümlerinin bakımı, satın alınmasını, yüklenmesini ve gözlenmesini gerektirir. Ancak bu seçenek, gereğinden fazla maliyeti ve bölge yapısındaki çevre koşullarına zıtlık gibi diğer problemler yüzünden uygulanamaz. İkinci seçenek gözleme ve modellemenin birleşimiyle oluşturulmuştur. Bu seçenekte, birleşik sistem taşkın noktalarının tipik alt seti, yeterli kalibrasyon verisini toplanması ve her gözlenmiş alan için kalibre edilmiş modelin gelişiminde geçici olarak gözlenebilir. Kalibre edilmiş model parametreleri sonradan gözlenmiş alanların modellerine uygulanabilir. Modeller sonuçta, miktar ve gözlenmiş yağış verilerinden taşkın deşarjlarının kalitesini tahmin etmek için kullanılabilir. Bu seçenek ilk seçeneğin yaklaşık üçte biri kadar maliyetlidir.

CBS yazılımları tipik birleşik sistem taşkın noktalarının seçimi için kullanılır. Tipik yerlerin seçimi karmaşık bir iştir. Hedef, ölçü ve model kalibrasyonunda kullanımı için veri değerlerinin genişletilmesi, akış ölçümü, örneklemeler ve sistemin dışında düşünülen yağış ölçümlerinin düzenli dağıtılması, bu yüzden de servis alanlarının tüm bileşenlerinin eşit olarak çevrelenmesi dir. Tüm arazi kullanımları için katman sağlanması, bilinen problemleri Birleşik Kanalizasyon Taşkın (CSO) alanları ve savakların tüm tipleri gibi diğer faktörler, yükleme ve izleme araçlarının bakımı için eksiksiz çalışmalıdır (Shamsi and Fletcher, 1996).

2.2.1.3 Modelleme uygulamaları

Modelleme ve gözlemlenmenin birleştirilerek uygulanması pek çok çalışmada seçilen bir yaklaşımdır. Toplama sistemlerinin modellenmesi için çoğu çalışmada US Environmental Protection Agency tarafından geliştirilen Yağmursuyu Yönetim Modeli (SWMM) kullanılır (Shamsi and Fletcher, 1996). SWMM erken 1970'in başlarında geliştirilmiş ve sürekli deva mettirilerek güncellenmiştir. Bu belki de en iyi bilinen ve kullanılan kentsel akış kalite/miktar modellerinin en yaygın kullanılandır. SWMM geniş ve kompleks bir modeldir, model yer yüzeyindeki kirlilik ve çökelmenin boru ve kanal ağıyla depolama arıtma birimine ve sonuçta yüzeysel sulara hareketinin canlandırılmasını sağlar. Her iki küçük olay ve sürekli simülasyon, tahmini debi ve kirlilik toplanması için doğal havzalar ve atıksu havzaları üzerinde uygulanabilir. Planlanan model kentsel akış problemleri ve azaltma seçeneklerinin çalışması için kullanılır. Tasarım modeli detaylandırılmış atıksu havzası şeması ve daha kısa simülasyon zaman adımlarını kullanarak sonuç simülasyonları yapmaktadır.

Kuru hava miktarı ve kalitesinin modellenmesi için en az veri girişi; demografik veri (yerleşim birimleri, yerleşim birimi başına düşen kişi sayısı, ortalama bir yerleşim biriminin pazarlama değeri ve ortalama aile geliri), arazi kullanımı (tek ve kalabalık aile yerleşim alanı, ticari, endüstriyel ve açık alan) ve her gün tekrarlanan günlük miktar/kalite varyasyonlarından oluşur. Ticari ve endüstriyel kuru hava debileri SWMM tarafından hesaplanmaz ve bunlara ait tahminler kullanıcı tarafından oluşturulmalıdır. Islak hava miktarı ve kalitesinin modellenmesi için en az veri girişi; gözlemlenmiş veya yapay hyetographs, havzanın fiziksel özellikleri (alan, eğim genişlik, su geçirmezlik), havzanın hidrolik özellikleri (Green-Ampt veya Horton

sızna parametreleri, yüzey ve dere kanal pürüzlülük katsayıları, yüzey depresyon deposu ve dere kanal geometrisi) ve yüzey kirlenme özelliklerinden (arazi kullanımı, toplam yay uzunluğu, toplam havzası hacmi ve önceki kirlilik konsantrasyonu, cadde süpürme aralığı ve becerisi, kuru günlerin ilk yağış önceliği, her arazi kullanımı için toz/kir ve kirlilik kesir parametreleri, ilk kirlilik yüzey yüklemesi ve temizleme katsayıları) oluşur. (Shamsi and Fletcher, 1996)

Coğrafi bilgi sistemleri için modellenme oldukça önemli bir bileşendir. Normal şartlarda yapılacak bazı analizler oluşturulan bir model üzerinde rahatlıkla yapılabilir ve çeşitli senaryolar oluşturulabilir. Böylelikle pek çok değişik sonuçlar elde edilebilir.

2.2.1.4 Bakım uygulamaları

Bilgisayarlı bakım yönetimi, daha ayrıntılı planlama, koruyucu ve düzeltici uygulamaların programlanmasına izin verir. Aynı zamanda, daha önce ihmal edilmiş işler çabukça etiketlendirilebilir. Öncelik sırasına göre programlanabilir. En geniş kamu kuruluşları izleme yoluyla bakım problemlerinin denetimi ve bakım programlarının yapılması için bilgisayar programlarına sahip olmalıdır. Böylelikle daha önce yapılmış onarımlar izlenebilir ve tanımlanabilir maliyetleri belirlenebilir. Bakım işi, eğer problemli bölgeler ve yapılan bakım işleri harita üzerinde görüntülenebilirse hızla yönetilebilir. Bu işlem kuruluşların mevcut modülleri ve CBS'ye bağlantı kurularak başarılabılır. Kanalizasyonların bakım ve denetim geçişleri bakım veri tabanından alınabilir ve CBS'nin kanalizasyon katmanlarına transfer edilebilir. Renk kodlanmış tematik haritalar, renklendirme kapasiteleri, konum ve bakımın yapılabilirliğine göre bölünmüş kanalizasyon parçalarının renklendirilmesiyle oluşturulabilir (Shamsi and Fletcher, 1996).

Bakım uygulamalarının sisteme eklenmesi, pek çok ihtiyaca karşılık verebildiği gibi acil durumlara çabuk müdahale edilmesine olanak sağlar. Bu da Coğrafi bilgi sistemlerinin kullanım alanını genişleterek, özellikle altyapı sistemleriyle ilgili kuruluşlarda öncelikli olarak kullanımının gerekliliğini gösterir.

2.2.2 Akış yüzeyi yönetimi modellenme analizleri hazırlanması için CBS'nin kullanılması

2.2.2.1 Bir modellenme aracı gibi CBS'nin kullanılması

Günümüzde mühendisler, hidrolojik ve hidrolik modellenme için veri hazırlamada CBS'yi kullanma yolunu seçmişlerdir. CBS'nin konumsal yeteneklerine bağlı olan, uygulanabilir teknoloji, sürekli kalite kontrolü kadar iyi tutarlı modellenme girişleri üretir. CBS kullanımı ile model oluşumu öncesinde, sırasında ve sonrasında sağlanan faydaları, tablolar veya diğer grafik olmaayan veri organizasyon yöntemlerinden elde etmek neredeyse imkansızdır. Dahası, CBS'de veri önce kullanılır, diğer verilerle birleştirilir, çeşitli modellenme işlemlerini ihtiyacı olduğu kadar tekrar formatlanır ve modellerini ihtiyacı olan diğer veri girişlerinin oluşturulmasına olanak sağlar.

2.2.2.2 Doğru altlık haritanın oluşturulması

CBS'de detaylı modellenmenin temelinin oluşturulması doğru harita altlığın gerektirir. Sayısal ortofotoların oluşturulması ve aynı zamanda modellenme için uygun sayısal arazi modeli (SAM) oluşturulması, CBS için doğru harita altlığı olmaayan çalışmalar için tercih edilen bir yaklaşımdır. Sayısal ortofoto tabanı, modellenmiş alanın doğru güncellenmiş tarama (raster) tabanlı resmini sağlar. Yağmursuyu grafik ve grafik olmaayan verilerinin birleşimi için bir temeldir. Sayısal arazi modeli yağmursuyu modellenme için gereklidir, bu yüzden doğru, hidrolojik olarak düzgün yüzey modelleri oluşturulabilmelidir. CBS içinde topografik verinin olmasından dolayı, modellenme işlemini oldukça kolaylaştırır. CBS model parametrelerinin hesaplanması, kanal enkesitleri ve başlıkların oluşturulması için kullanılır. CBS'nin kullanılması durumunda bütün bunlar elle yapılacaktır (Robbins and Phipps, 1996).

Coğrafi bilgi sistemi uygulamalarında harita altlığının doğruluğu yapılan çalışmalara hassasiyet ve hız kazandırır. Sistemde kullanılan haritaların seçimi bu nedenle çok önemlidir.

2.2.2.3 Yağmursuyu uygulamalarında CBS tekniklerinin kullanımı

Hidrolik ve hidrolik modellenme için ihtiyaç duyulan yağmursuyu uygulamalarının gelişiminde tercih edilen yaklaşım arazi ölçüm verilerinin sisteme aktarılması ve dereler, açık kanallar, drenaj boruları, borular, bacalar ve toplanma havzaları gibi yağmursuyu drenaj kesitlerinin özelliklerinin birleştirilerek kullanılmasıdır.

Bir kesit için yanlış öznitelik bilgilerinin toplanmasından kaçınmak için hangi özniteliklerin toplanacağını dikkatlice planlamak önemlidir. İlk olarak öznitelik birliği saptanır, arazi ölçümünde kullanılan veri kaydedicideki menüler gerçek özniteliklerin gerçek kesitlerle birleşimini garanti edecek doğrulukta programlanmalıdır. Örneğin akar kotlar bacaların kaydı sırasında bacalarla değil, borular gibi lineer kesitlerle birleştirilmelidir. Tablo 2.1’de bir yağmursuyu projesinde önerilen öznitelikler görülmektedir.

Hidrolik ve hidrolik modellenmenin her ikisi de yağmursuyu kesitlerinin kayıtlandırılması boyunca ağ bağlantısı gerektirir.

Yağmursuyu kaydının doğruluğu, son modellenme sonuçlarının kullanılabilirliğini ve doğruluğunu sağlar (Robbins and Phipps, 1996).

Tablo 2.1 Bir CBS de yağmursuyu modelleme için önerilen öznitelikler

Kesit	Önerilen Öznitelik
Dereler / Açık Kanallar (çizgi) (Dere aks verisini düştürmek için)	ID Numarası (Veri anahtar parçası) Manning pürüzlülük katsayısı Sağ ve sol kenar üst eğimi Tipik kanal geometrisi Üst akar kot Alt akar kot Kanal derinliği Kanalın üst genişliği Kanalın taban genişliği Üst düğüm ID numarası Alt düğüm ID numarası
Kanallar ve Borular (çizgi)	ID numarası Boyut (Yükseklik ve genişlik) Şekil Malzeme Kenar yüksekliği Üst akar kot Alt akar kot
Manholler (Nokta)	ID numarası Kesit derinliği Boyut (yarıçap) Kapak kotu
Toplama Havuzu (Nokta)	ID numarası Kesit derinliği Boyut (yarıçap) Kapak kotu

2.2.3 CBS kullanarak atıksu akış tahmini ve planlama yöntemleri

2.2.3.1 Amaçlar

CBS ile atıksu planlamada model tasarımı oldukça önemlidir. Model tasarımı ve gelişimi, bazı hedeflere ulaşılmasıyla tanımlanır. Model için ana hedefler şunlar olabilir:

- Model Bileşenlerinin Entegrasyonu: Veri oluşturma, modelleme, analizler ve raporlanmanın yaygın uygulamalara entegrasyonu, model bileşenleri arasında tutarlı bir entegrasyon sağlar.
- Eklenecek Fonksiyonellik: Veri yönetiminin, analitik ve raporlama/haritalama ile yapılması kullanımı kolaylığı sağlar.
- Geliştirilmiş Kullanıcı Arayüzü: Yönetici ve planlamacıların modele daha fazla giriş yapmalarını sağlayarak kullanıcı arayüzünü kolaylaştırır. Planlama işlemleri için standart rapor ve standart haritaların gelişimini sağlar.
- Daha Yeni Teknoloji ve Uygulama Mimarisini: Uygulamanın dizaynı ve geliştirilmesi için farklı yazılım bileşenleri kullanılır. Veri yapısına gelecek değişikliklerin uygulanmasında esneklik sağlar.
- Geliştirilmiş Veri Yönetimi: Değişik formatlardaki geniş veri setlerinin bütünleştirilmesi için güçlü veri yönetimi kavramını dizayn eder ve geniş planlama senaryolarının yönetilebilirliğini sağlar.

2.2.3.2 Nüfus modeli

Nüfus modelini oluştururken gelecek tahmini yapabilmek için tahmin aralıkları oluşturmak gerekir. Nüfus modelinin ana hedefleri şunlardır:

- 25 yıl sonrası için yakın dönem nüfus projeksiyonları oluşturma,
- 100 yıl sonrası için, yakın dönem ve büyüme oranları faktörlerini kullanarak uzun dönem nüfus projeksiyonları oluşturma,

- Servis alanlarına, nüfus ve servis alan sınırları için seçilen verileri uygulamak,
- Kanalizasyonsuz ve açık alanları hesaba katarak kanalizasyon hizmeti verilen alanlara nüfusu uygulamak,
- Her 5 yıllık artış ve özel analizlerin ihtiyaç duyduğu kadar yıllar arası enterpolasyon için nüfus oluştur maktır.

Bu modelde kullanılan yaklaşım kanalizasyonla hizmet verilen alanlara nüfusun uygulanmasıyla ilgili diğer çalış malar dan farklıdır. Nüfus, açık ol mayan alanlardaki nüfus sayı mbl oklarını dağıtarak bir toplama sistemi ne daha doğrulukla uygulanır.

2.2.3.3 Debi modeli

Debi modeli, kol havzalarının tanı mlan mmasıyla debi hesabı ve bu havzalardaki debi tahmini için endüstriyel standart mühendislik bileşenlerini kullanır. Kullanıcı, yerel koşullarla karşılaşmak için debi değişkenlerini değiştir me esnekliğine sahiptir. Debiler bundan sonra çeşitli planlama uygulamaları veya hidrolik modellerle bağlantı kur mak için kullanılabilir.

2.2.3.4 Havza üretimi

Kullanıcı, iç havzaları tanı mlayabilmek için kanalizasyon ağındaki kanalizasyon düğüm noktalarının herhangi bir kombinasyonunu seçebilir. Bu havzalar, grid bölgesel operasyonları kullanarak havzada toplanan debi ve nüfustan ayrılarak kullanılan hücresel düşünl ardan üretilir.

2.2.3.5 Debi tahmini

Debiler dört ana bileşen kullanılarak tahmin edilir, bunlar; evsel debi, sanayi debisi, zemin suyu sızması ve uç debi, endüstriyel nokta kaynaklarıdır. Hücresel oluşum kullanılarak bu debi bileşenleri hesaplanabilir ve alt havzalar için toplanabilir. Toplamatıksu debi değerleri bundan sonra planlama için kullanılabilir veya gelecek analizleri için hidrolik modelle bağlantılandırılabilir.

2.2.3.6 Atıksu planlamada oluşturulan modelin kullanımları

Kanalizasyon planlamada oluşturulan modellerin kullanımlarının bazıları:

- **Nüfus**
 - Uzun ve kısa dönem aralığı için dağıtım
 - Zaman içindeki büyümenin karşılaştırma ve analizi
 - Şehir ve sözleşme birimleri alanlarını çevreleme
 - Çeşitli büyüme senaryolarının analizleri
- **Şu anki ve gelecekteki debi tahminleri**
 - Master planlar ve sınırlandırılmış çalışma alanları için debi tahminleri
 - Arıtma ve pompa tesisleri çalışma alanı analizleri
- **Dinamik hidrolik modeller için veri hazırlama ve girişi**
- **Kanalizasyon ağı yönetimi**
- **Alternatif analizler**
 - Şu anki durumu değiştirerek
 - Yeni kanalizasyon hatları ekleyerek ve yönünü dönüştürerek
- **Modelin ek kullanımları**
 - Stratejik debi ölçüm bölgelerinin ismlendirilmesi, tanımlanması
 - Tahmini debilerin kalibrasyonu
 - Endüstriyel deşarjların yönetimi
 - Kanalizasyon ağındaki yüksek ve alçak akışların izlenmesi
 - Arıtma tesisi konum analizleri (Bramwell and Parikh, 2002).

3 UYGULAMA

3.1 Uygulama Verileri

3.1.1 Tarabya bölgesi genel durumu

Rumeli hisarı'ndan Kireçburnu'na kadar olan sahil şeridi boyunca çoğu bileşik sistem olan mevcut atıksu hatları bölgenin atıksu problemini çözmemektedir. Bu bölgede mevcut sistem bazı kısımlarda yenilenerek, bazı kısımlarda ise iptal edilip yeni hatlar oluşturularak yenilenmeye çalışılmıştır. Bölge boyunca 1200/1800 atıksu tünelleri planlanmıştır. Atıksu hatları da bu tünel shaftlarına bağlanmıştır. Kolektörler havza planından alınan değerlere uygun olarak, mevcut sistem ve bölgenin yoğunluğu dikkate alınarak projelendirilmiştir. Bazı bölümlerde branşman tünelleriyle atıksu taşınmıştır.

Mevcut sistemin bazı kesimleri birleşik sistem olduğundan savaklarla yağmursularının ayrılması planlanmıştır. Ayrıca özellikle Tarabya Mahallesi'nde Tarabya Deresi'nin taşkın problemlerinin çözülmesi de bu proje kapsamında ele alınmıştır. Yağmursuyu ve atıksuyun karışık olarak aktığı Tarabya Deresi, yağışların yoğun olduğu dönemlerde taşmaktadır. Gvardaki evlerin bodrum katları su altında kalmaktadır. Bu nedenle burada dere ıslah çalışması yapılmıştır. Daha sonraki aşamada mevcut dere ile inşa edilen kısımarası na da bir proje hazırlanmıştır. Mevcut dere 3x2.5 (hs=1.35) boyutlarında olup, planlanan kısımların yoğunluğu nedeniyle istihlak sorununa sebep olmak için $B=2.00$, $H=2.50$ ve $hs=2.00$, mevcut dereden gelen debi 22,000 l/s olarak alınmıştır. 250 metresi inşa edilmiş olan Tarabya Deresi'nin mevcut dere ile arasında kalan 255 m kısımda projelendirilerek bölgedeki taşkın sorununun kesin olarak önlenmesi hedeflenmiştir.

Bu proje ile ilgili olarak elde edilen veriler şunlardır:

- Hali hazır haritalar
- Havza planları
- Mahalle sınırları
- Nüfus ve yoğunluk bilgileri
- Mevcut atıksu hatları
- Mevcut yağmursuyu hatları
- Mevcut içmesuyu hatları
- Planlanan atıksu hatları hidrolik hesap, plan ve profilleri
- Planlanan dere ıslah projeleri
- Tarabya atıksu tünelleri projeleri
- Kadastral sınırlar

Hali hazır haritalar hem.dgn hemde .dwg formatlarında mevcut olup, mevcut hatlar dgn formatında, planlanan hatlar dwg formatındadır.

3.1.2 Planlanan hatlarla ilgili bilgiler

Proje bazında incelenecek olan bölge Tarabya mahallesi ve Cumhuriyet mahallesi nin bir kısmına karşılık gelmekte olup, 6 havzadan oluşmaktadır. Bunlar A08 havzasının a,b,c,d alt havzaları, A06 ve A07 havzasıdır. A08a, A08b, A08d havzaları dere çevresi atıksu hatlarının debi hesabında, A07 havzası A hattı debi hesabında kullanılmıştır. A hattı toplam 337.00 m uzunluğunda Ø 500 HDPE boru hattıdır. 12 adet manholü vardır. A hattı B hattının 22 nolu bacasında son bulmaktadır. Buradan A ve B hatlarından gelen atıksu S3 AB şaftıyla atıksu tüneline aktarılacaktır. A hattının geçtiği bölgede mevcut sistem yer yer iptal edilerek yenilenecektir.

Dere çevresi hatları dere düzenlenmesi sırasında atıksuyun dereden ayrılması amacıyla planlanmıştır. Bu hatlar, D1 ve D2 adlı iki kol halinde derenin sağ ve sol yanı boyunca gelip birleşerek D hattıyla S4 şaftından tünel e bağlanmaktadır. D1 hattı mevcut dere hattı boyunca gelen atıksu hattının yeni dere hattı başlangıcındaki mevcut bacasından başlayarak, A08b havzasından gelen debiyi alarak D2 hattıyla birleşmektedir. D1 hattının toplam uzunluğu 126.55 metredir ve 5 menholü vardır. Çapı Ø 400 HDPE boru hattıdır. Derenin diğer tarafındaki D2 hattı planlanan dere ıslahı başlangıcındaki mevcut bacadan başlayarak, A08a havzasından gelen debiyi alarak D hattına bağlanmaktadır. D1 hattının D2 hattına katıldığı noktada A08b havzasından gelen debiyi de almaktadır. Toplam 130.04 m uzunluğundaki D2 hattı Ø 400 HDPE boru atıksu hattı olup, D1 hattının katıldığı noktadan itibaren Ø 600 HDPE borudur.

D hattı A08a, A08b ve A08d havzalarının toplam debisini alarak S4 şaftıyla taşıdığı atıksuları tünel e aktarmaktadır. Toplam uzunluğu 169.93 m olup, Ø 600 HDPE borudur. D hattının geçtiği bölgedeki mevcut atıksu hatlarının bir kısmı çapları yeterli olmadığı için D hattıyla yenilenmiştir.

Planlanan dere hattı mevcut dere ağzından aldığı suyu inşa edilmiş yağmursuyu menfezine taşımaktadır. Mevcut sistemden ıslah kesitine gelen debi 22.00 lt/sn olarak hesaplanmıştır. Mevcut dere ağzı 3 m genişliğinde olup planlanan kısım 2 metreye düşürülmüştür. Dere hattının geneli açık kanal olup, iki bölgede mevcut binaların arasından geçilemediği için kapalı kesit olarak planlanmıştır. Kanal eğimi 1/85 dir ve kanal yüksekliği 2.5 metredir. Planlanan kanalı toplam uzunluğu 275.32 metre olup, bunun 61.70 metresi kutu kesit yani kapalıdır.

3.1.3 Mevcut hatlarla ilgili bilgiler

Tarabya A hattından önce başlayan sahil mevcut hattı Ø500 MBB (muflu beton boru) olup, denize çıkışları bulunmaktadır. Üst sokaklardan gelen ve tüm A hattı boyunca uzanan bu mevcut hatların A hattıyla toplanarak atıksuların tünel e aktarılması düşünülmüştür. Mevcut hatlarla gelen atıksuların yeni hatlarla tünel e aktarılmasıyla Tarabya sahillerinin kirlenmesi önlenmiş olacaktır.

Dere çevresi mevcut atıksu hatları Tarabya deresi boyunca sağ ve sol sahil hatları olarak mevcut derenin bitim ağzına yani bizim planlanan dere hattımız kadar gelmektedir. Ø 300'lük bu hatların, yeni döşenen hatlarla sistemin ihtiyacının tam karşılayabilmeleri ve derenin atıksudan kurtarılması için yeni döşenen hatlarla çapları büyütülmüştür. Amaç mevcut sistemin tamamen göz ardı edilmesi değil, mevcut sistemin yeni hatlarla güçlendirilerek, sadece sistemi taşıyan ve iyi çalışmayan kısımlarının iptal edilerek yenilenmesidir.

Halen yağmursuyu ile atıksuyun karışık olarak denize aktığı Tarabya Deresi, yağışların yoğun olduğu dönemlerde, yetersiz olan kapalı kesit sebebi ile taşmakta ve civardaki evlerin bodrum katları ile bahçeleri su altında kalmaktadır. Daha önce bir bölümü İSKİ'ce 1990 yıllarında ıslah edilen derenin kalan bölümü ıslah edilmeyle çalışılmıştır. Arada kalan bölümde ıslah edilir ve yukarıdan halen dereye verilerek denize akan atıksular Tarabya Tüneli'ne alınırsa, Tarabya Koyu'nun kirlenmesi de önlenmiş olacaktır. Derenin iki yanına döşenen atıksu hatlarıyla dereden atıksular ayrıldıktan sonra dere içindeki yağmursuları inşa edilmiş olan kum tutucudan geçtikten sonra menfezle denize aktarılacaktır.

3.1.4 Hesap kriterleri

3.1.4.1 Atıksu ve yağmursuyu hesapları

Gelecekteki Nüfus Hesabı

$$P = \sqrt[3]{\frac{N_y}{N_e} - 1} * 100 \quad (3.1)$$

P=çöğal nansali

a=iki nüfus sayı m arasındaki sene

N_y=son nüfus sayı m sonucu

N_e=19.. senesi nüfus sayı m sonucu

1<P<3 ise aynen alınır.

P>3 ise P=3 alınır.

P<1 ise P=1 alınır.

Gelecekteki Nüfus

$$N_{30+n} = N_y * \left(1 + \frac{P}{100}\right)^{30+n} \quad (3.2)$$

n=son nüfus sayımından yapılacak olan projenin hazırlandığı tarihe kadar geçen süredir.

3.1.4.2 Atıksu hesabı

Evsel Ortalama Atıksu Debişi:

$$Q_{\text{evs. ort}} = \frac{q * N}{24 * 3600} \quad (3.3)$$

Endüstriyel Ortalama Atıksu Debişi:

$$Q_{\text{end. ort}} = \text{Endüstri cinsi ne göre değişen yüzde} * F \quad (3.4)$$

Endüstri cinsi ne göre yüzdeler:

Küçük sanayi için 0.5 l/s/ha

Orta sanayi için 1.0 l/s/ha

Büyük sanayi için 1.5 l/n/ha

Pik faktörü=2

Mevcut sanayilerde halen kullanılmakta olan ve gelecekte kullanılacak su miktarı dikkate alınmalıdır.

Sızma Debişi:

$$Q_{\text{sızma}} = 0.1 * F \quad (3.5)$$

(B) Babbitt Katsayısı:

$$P = \frac{N}{1000} \quad \text{olmak üzere} \quad B = \frac{5}{P^{1/5}} \quad B \geq 1.72 \text{ olacaktır.} \quad (3.6)$$

Pik Hesap Debi si:

$$Q_{\text{pik}} = B \cdot Q_{\text{vs ort}} + \text{End. pik fak} \cdot Q_{\text{end ort}} + Q_{\text{sı zma}} \quad (3.7)$$

q=Günde ada m başı na kullan ma suyu

n=Gel ecekteki nüfus yoğunl uğu

P=Endüstriyel pik fakt örü

B=Babbit katsayı sı

F=Atı ksu topl a ma alanı (Ha)

N=Gel ecekteki topl a m nüfus

Atı ksu topl a ma alanı içi nde kalan nüfus (ki ši) ol duğuna göre, $N=F \cdot n$ olacaktır.

3.1.4.3 Yağ mürs uyu hesabı

Yağış Ş iddeti:

Rasyonel metoda göre $i=f(T)$

$$T=t_1+t_2 \quad (3.8)$$

T: Alan ın en uzak noktasında akış a geçen suyun hesap kesitine gel mesine kadar geçen süre

t₁: Giriş süresi (Inlet -time) en uzak noktadan yağmürs uyu ızgarası ndan gi rene kadar geçen giriş süresi

t₂: Akış süresi (Flow-time) hesap kesiti ne kadar boruda akış süresi

Giriş süresi (t₁) arazi ni n eği mi ne, yüzey pür üzl ülüğüne ve su topl a ma alanı ni n en uzak noktası ni n kanal ın başl angı cı na olan mesafesi ne bağı lı dır. 5-15 dakika arası nda alınabilir (Tabl o 3.1).

Tablo 3.1 Arazi eğimlerine göre yağmursuyu giriş süreleri

Eğim(J arazi)	Giriş Süresi (dakika)
$J > 1:20$	5
$1:20 > J > 1:50$	10
$1:50 > J$	15

Kanala Gelen Yağmursuyu Debisi:

$$Q = I * F * \Psi / s \quad (3.9)$$

i = Yağış şiddeti (l/s/ha)

F = Su toplam alanı (ha)

Ψ = Akış katsayısı (Yağışın akışa geçen kısmının yağan yağışa oranı)

Hesap rasyonel metoda göre yapılır. Genel olarak $T=30$ dakika, $L=1500$ m (toplam kollektör boyu) için rasyonel metod kullanılır.

Yağmursuyu kanalları yağmur suyunun sokaklarda $Q=80-100$ lt/sn'ye (sağ ve sol kaldırımlarında her biri 40-50 l/s) kadar toplandığı noktalardan başlatılacaktır.

Yağmursuyu kanalında max hız 5.0 m/s, min hız 0.50 m/s, atıksu kanalında max hız 3.0 m/s, min hız 0.60 m/s'dir. Debi doluluk oranı (Q/Q_0) atıksu ve yağmursuyunda %90'dır. Ev bağlantıları parsel bacası kanal bağlantısı çapı $\phi 20$ cm'dir.

Kontrol Bacaları:

$\phi < 120$ cm ise iki baca arası uzaklık 50-70 m, $\phi > 120$ cm ise iki baca arası uzaklık 70-100 m'dir. Şut yüksekliği max 2.5 m'dir.

Tablo 3.2 Kanal Derinlikleri

Kesit (cm)	Atıksu Kanalı (cm)	Yağmursuyu Kanalı (cm)
30	300	150
40	310	160
50	320	170
60	330	180
70	340	190
80	350	200
90	360	210
100	370	220
110	380	230
120	390	240
140	410	260
160	430	280
180	450	300
200	470	320
220	490	340
240	510	360
260	530	380
280	550	400
300	570	420

Genel olarak atıksu miktarı sarf edilen su miktarına eşit kabul edilir. Eğer kanalizasyonda yağmursuyu söz konusu değilse hesaplarda max saatlik su akışı esas alınır. Hesaplarda şehre 24 saatte gelen suyun kullanılmış su olarak 10-14 saatte aktığı kabul edilir ve $max\ q_{max}$ ile gösterilir.

Q_0 ve Q_4 debileri kanal, açık kanal ve pompaların boyutlandırılmasında esas alınır, Q_4 debisi işletme maliyeti hesaplarında, Q_7 debisi ise minimum debilerin hesabında ve pompa istasyonlarının boyutlandırılmasında kullanılır.

Yağmursuyu kanalları serbest yüzölçümü akım meydana gelecek şekilde teşkil edilirler. Yağmur miktarı yağmur ölçekleri ile elde edilen yağış yüksekliği kullanılarak hesaplanır. Kanal ağı hesabında yağış şiddeti esas alınır. Yağış şiddeti birim zamanda düşen yağış yüksekliği olarak tariflenir.

Yağmursuyu akış katsayısı bölgedeki toprak cinsine, yüzey kaplanmasına, bitki örtüsüne, zemin yüzü eğimine, yağmurun şiddetine, iklim ve mevsimlere bağlıdır.

Akış katsayısının değeri 0-1 arasında değişmektedir. Bir boru akış katsayısı farklı değerlere sahip bölgelerin yağmur suyunu topluyorsa ortalama akış katsayısı:

$$c_{ort} = \frac{c_1 A_1 + c_2 A_2 + c_3 A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \quad (3.10)$$

Tablo 3.3 Şehirdeki iskan şekline bağlı olarak akış katsayıları

Akış Katsayısı (c)	İskan Şekli
0.7-0.9	çok sık iskan
0.5-0.7	sık iskan
0.3-0.5	seyrek iskan
0.2-0.3	bahçeli iskan
0-0.1	park-bahçe

Yağmursuyu n (tekrar süresi) değerleri

Büyük şehirlerde n=0.5-1.0, orta büyüklükteki şehirlerde n=2, kasaba ve köylerde n=3 olarak alınabilir, n değerlerinin seçiminde bölgedeki yağmur durumu ve bölgenin topografyası gibi hususlar göz önünde bulundurulur.

Yağmursuyu akış süreleri (T hesap ve T akış)

Kanaldaki suyun akış süresi T akış, kanal debisi için seçilen hesap süresine de T hesap denir. Bölgenin topografyasına göre tavsiye edilebilir hesap süreleri; dik yamaçlı yerlerde T=5 dakika, orta eğimli yerlerde T=10 dakika, az eğimli veya düz T=15 dakika seçilebilir.

$$T_{akış} = \frac{L}{V} = \frac{\text{kanalboyu}}{\text{suhuh}} \quad (3.11)$$

3.1.4.4 Hesap ve proje kriterleri

Atıksu ve yağmursuyu projesi yapılacak bölgenin özellikleri iyi tespit edildikten sonra bir kanal ağı geçirilir. Kanal ağı şebekesi için:

- Baca aralıkları 50-70 m seçilir. Bacalar:
 - Topografik ve düşey eğimin değiştiği yerlere,
 - Düşü yapılan yerlere,
 - Başlangıçlara konulur.
- Etna bodrum derinlikleri tespit edilip boru bu derinlikten aşağı döşenmelidir.
- Yağmursuyu ağızlıkları yerleştirilmelidir.
- Kullanılmış su kanallarında İller Bankası Yönetmeliğine göre kanal doluluk oranı %60 dolu, İSKİ Yönetmeliğine göre %90 alınır.
- Yağmur suyunda kanal max doluluk oranı %90 ve $V_{max}=4$ m/s alınır.
- Birleşik sistem kanalları max %90 dolu ve $V_{max}=2.5$ m/s alınır.
- Boykesit eğimleri kanal çapına bağlı olarak değişmektedir.
- Kanal derinliği max $h=6$ m ise min $h=1.8$ olmalıdır.
- Kanal eğimleri boru çapına bağlı olarak Tablo 3.4’de gösterilmiştir.

Tablo 3.4 Boru çapına bağlı olarak kanal eğimleri

Kanal Çapı D(mm)	Min Eğim(J)	Max Eğim(J)	Ortalama Eğim(J)
300	1/ 200	1/ 7-15	1/ 50- 150
400- 600	1/ 400- 600	1/ 15- 25	1/ 100- 200
700- 1000	1/ 700- 1000	1/ 50	1/ 200- 500
1000- 2000	1/ 1000- 3000	1/ 75	1/ 300- 750

Buraya kadar olan bölümde atıksu ve yağmursuyu hesapları ile ilgili hidrolik hesap esasları anlatılmıştır. Bu çalışmada kullanılmasına rağmen bilgi olarak yağmursuyu hesap esaslarından da bahsedilmiştir. Uygulama kısmının hesap bölümünde, bu bölümde anlatılan atıksu hesap kriterleri ve formlerinden faydalanılmıştır. Ayrıca gelecekteki nüfus hesabı ile ilgili kısımda, bu bölümdeki gelecekteki nüfus hesabı formleri karşılaştırmaya olanak sağlaması açısından kullanılmıştır. Bu yöntemle yapılan hesaplarla diğer yöntemlerle yapılan nüfus hesapları ayrı ayrı belirtilmiştir. Uygulama bölgesi İstanbul ilinde olduğundan, İSKİ hesap kriterleriyle yapılan hesaplar daha gerçekçi bir yaklaşım sağlayacağı düşünülmektedir.

3.1.5 Verilerin Düzenlenmesi

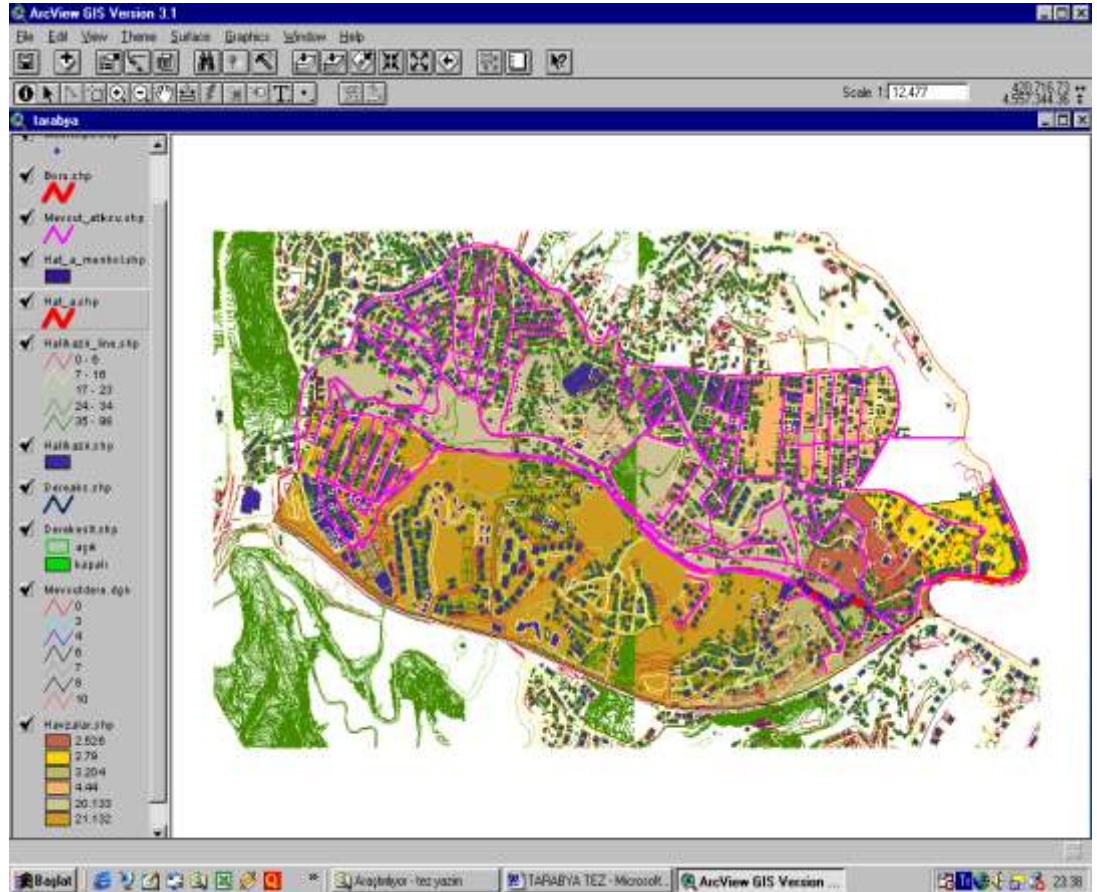
Tarabya mahallesi'nin tamamını uygulama içerisinde ele almanın çok zaman alıcı olması nedeniyle, bütün alan yerine, 5 adet atıksu havzası ve bunların atıksuyunu toplayarak Tarabya Atıksu Tünelleri'ne aktaran ve daha önce proje bilgileri kısmında anlatılan 2 hat uygulama alanı olarak seçilmiştir. Ayrıca bu havzalar içine giren dere düzenlenmesi de sisteme alınmıştır.

Öncelikle verilerin standart bir formata dönüştürülmesi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Tüm veriler (mevcut ve planlanan) önce microstation .dgn formatına çevrilmiştir. Burada ArcMewaltında gerekli düzenlemeleri yapabilmek için dosyalar (daha önce koordinat sisteminde hazırlanmış) katman ve özellikleri göz önüne alınarak bölümlere ayrılmıştır. Bölgeye ait halihazır haritaların yükseklik bilgileri onları seçilmiştir.

Bir CBS projesinin en önemli kısmı veri standartlarının ve sağlam verinin oluşturulması olduğundan öncelikle eldeki veriler tek tek incelenerek içlerinden elemeler yapılmış ve güvenilir veri grupları oluşturulmaya çalışılmıştır. Proje bölgesinin alanı havzalar göz önüne alınarak belirlenmiştir.

3.2 Verilerin CBS’de Oluşturulması

Microstation ortamında hazırlanan veriler Arcview programına katmanlar şeklinde aktarılmıştır. Çalışmada kullanılan üzere, biri poligon diğeri çizgi (line) olmak üzere iki ayrı halihazır katmanının yanında, mevcut atıksu hatları, mevcut dere ve havzalar ayrı katmanlar olarak oluşturulmuştur. Bunların yanında atıksu hatları; A hattı ve dere çevresi atıksu hatları (boru ve manhol katmanları), dere (kesit ve aks katmanları) oluşturulmuştur. Tüm verilerin kullanılan yazılımda birleştirilmiş hali Şekil 3.1’de görülmektedir.

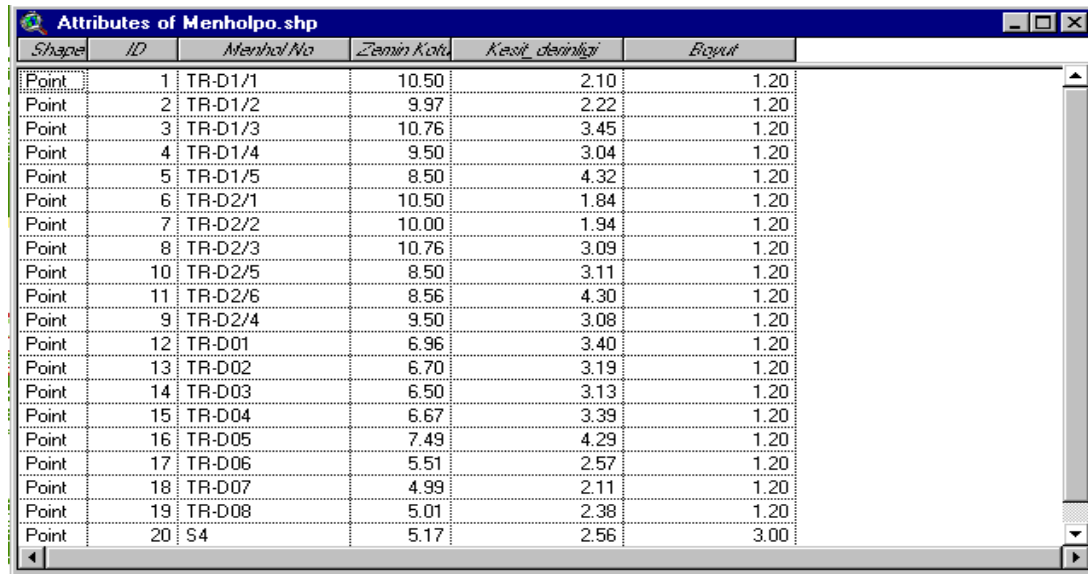


Şekil 3.1 Çalışma Alanının Genel Görünümü

Çalışmada oluşturulan katmanlar ve katmanlara eklenen öznitelikler:

- Mənhol Katmanı

Dere çevresi atıksu hat bacalarının gösterildiği katmandır. Mənhol tablosunda Shape, ID Mənhol No, Zəmin Kotu, Kesit Derinliği, Boyut öznitelik bilgileri sisteme eklenmiştir. Mənhol katmanına ait öznitelik tablosunun görüntüsü Şekil 3.2’de verilmiştir.

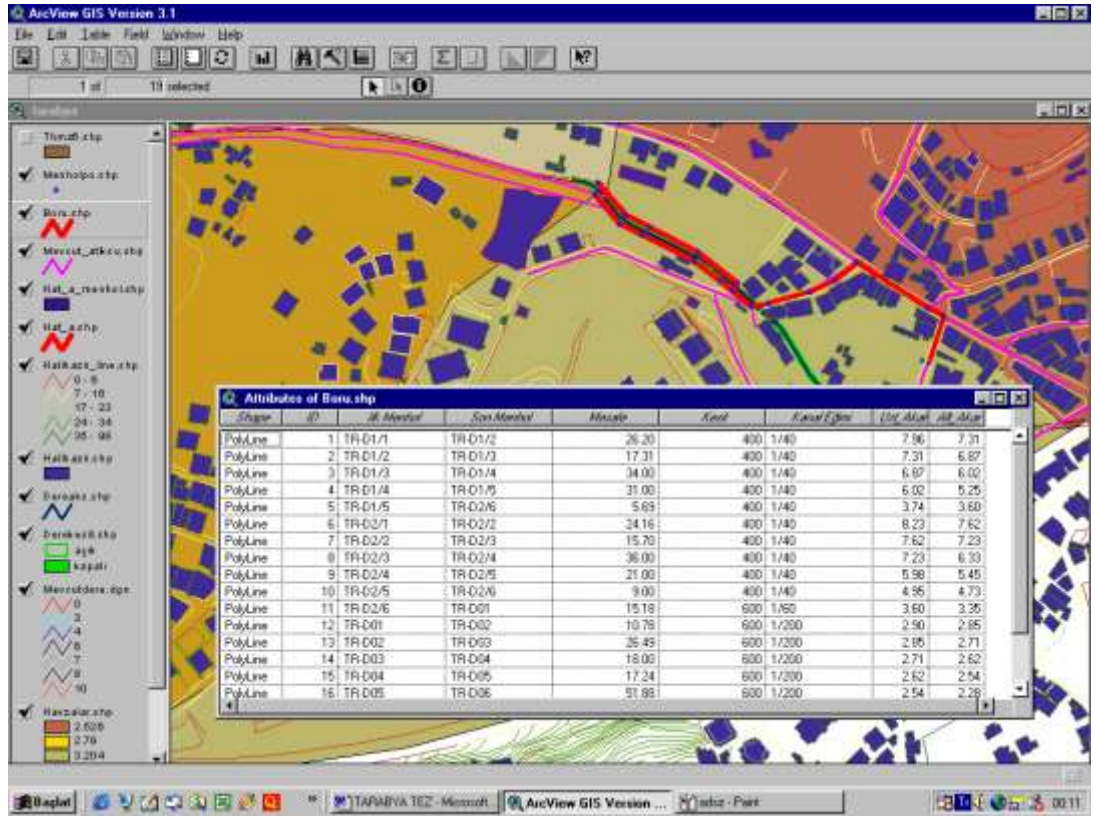


Shape	ID	Menhol No	Zəmin Kotu	Kesit derinliği	Boyut
Point	1	TR-D1/1	10.50	2.10	1.20
Point	2	TR-D1/2	9.97	2.22	1.20
Point	3	TR-D1/3	10.76	3.45	1.20
Point	4	TR-D1/4	9.50	3.04	1.20
Point	5	TR-D1/5	8.50	4.32	1.20
Point	6	TR-D2/1	10.50	1.84	1.20
Point	7	TR-D2/2	10.00	1.94	1.20
Point	8	TR-D2/3	10.76	3.09	1.20
Point	10	TR-D2/5	8.50	3.11	1.20
Point	11	TR-D2/6	8.56	4.30	1.20
Point	9	TR-D2/4	9.50	3.08	1.20
Point	12	TR-D01	6.96	3.40	1.20
Point	13	TR-D02	6.70	3.19	1.20
Point	14	TR-D03	6.50	3.13	1.20
Point	15	TR-D04	6.67	3.39	1.20
Point	16	TR-D05	7.49	4.29	1.20
Point	17	TR-D06	5.51	2.57	1.20
Point	18	TR-D07	4.99	2.11	1.20
Point	19	TR-D08	5.01	2.38	1.20
Point	20	S4	5.17	2.58	3.00

Şekil 3.2 Mənhol Tablosu

- Boru Katmanı

Dere çevresi atıksu hatlarının gösterildiği katmandır. Boru tablosunda Shape, ID İlk mənhol numarası, Son mənhol numarası, Məsafə, Kesit, Kanal eğimi, Üst mənhol akar kotu, Alt mənhol akar kotu bilgileri bulunmaktadır. Şekil 3.3’de boru katmanındaki hatların havzalar ve haritalarla birlikteki görüntüsü ile boru katmanına ilişkin öznitelik tablosu görülmektedir.



Şekil 3.3 Boru kat namı na ilişkin öznitelik tablosu ve hattın genel görünümü

- Mevcut Atıksu Kat namı

Mevcut atıksu hatlarını gösterir. Tablosu bu projede oluşturulmamıştır. Normal bir çalışma sırasında mevcut hat özniteliklerinin de oluşturulması faydalı olacaktır.

- Hat A Menhol Kat namı

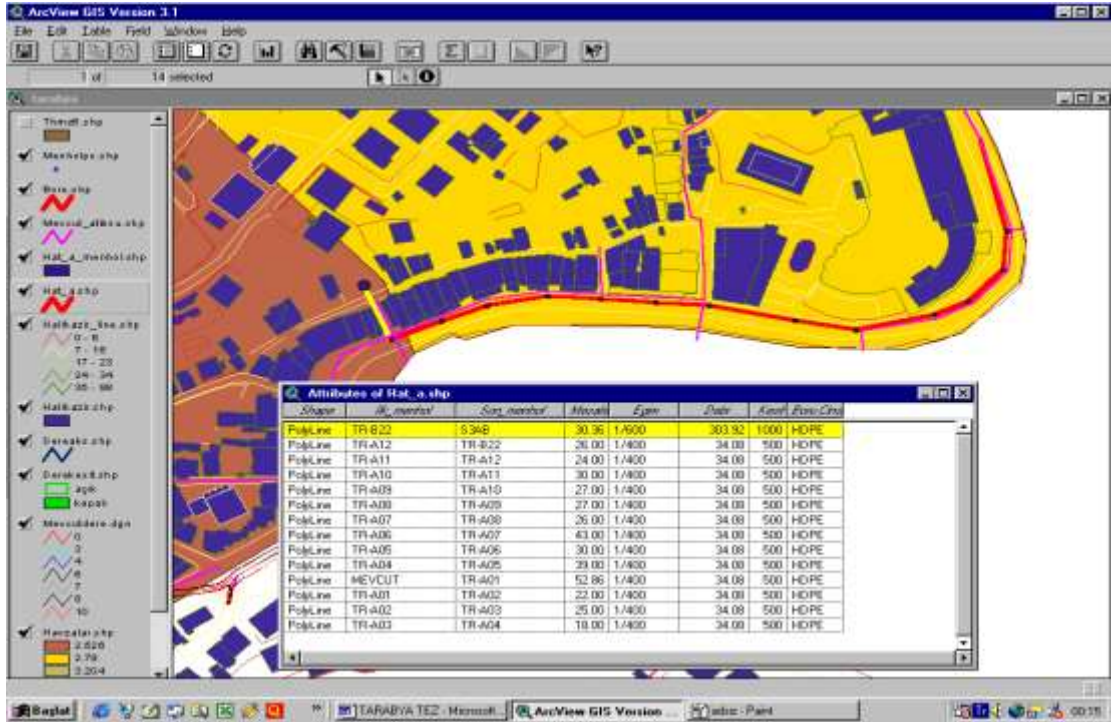
Bu kat namı, sahil tarafındaki Tarabya A hattının menhollerini gösterir. Öznitelik tablosunda Shape, ID Menhol No, Zemin Kotu, Giriş akar kotu, Çıkış akar kotu bilgileri vardır. Bacaların bazıları şütlü olduğundan giriş ve çıkış akar kotları farklılık gösterebileceği için iki ayrı alan oluşturulmuştur. A hattına ait menhol tablosu ve menhollerin değerleri Şekil 3.4'dedir.

Shape	ID	Menhol No	Zemin Kotu	Giriş Akar Kotu	Çıkış Akar Kotu
Polygon	13	TR-B22	1.45	-1.20	-2.95
Polygon	12	TR-A12	1.47	-1.14	-1.14
Polygon	11	TR-A11	1.48	-1.08	-1.08
Polygon	10	TR-A10	1.68	-1.00	-1.00
Polygon	9	TR-A09	1.57	-0.94	-0.94
Polygon	8	TR-A08	1.58	-0.87	-0.87
Polygon	7	TR-A07	1.58	-0.51	-0.80
Polygon	6	TR-A06	1.60	-0.41	-0.41
Polygon	5	TR-A05	1.63	-0.33	-0.33
Polygon	1	TR-A01	1.69	0.05	-0.07
Polygon	14	S34B	2.71	-3.00	-3.00
Polygon	2	TR-A02	1.72	-0.13	-0.13
Polygon	3	TR-A03	1.74	-0.19	-0.19
Polygon	4	TR-A04	1.70	-0.23	-0.23

Şekil 3 4 Hât A menhol tablosu

- Hât A Kat man

A hattının borularının görüldüğü katmandır. Tablosundaki öznitelikler; Shape, İlk menhol, Son menhol, Msafе, Eği m Debi, Kesit, Boru cinsi dir. A hattının genel görünüşü ve boru tablosu Şekil 3 5'tedir.



Şekil 3 5 Hât A genel görünümü ve tablosu

- Hali hazır_line ve Hali hazır_Kat manları

Hali hazır haritalar gösteriminde görsel açıdan daha iyi sonuç alındığı için line ve poligon olarak iki ayrı katmanda gösterilmiştir.

- Dere Aks_Katmanı

Dere aksının çizildiği katmandır (Şekil 3.6). Tablosunda Shape, ID, Başlangıç kilometresi, Baş zemin kotu, Baş giriş kotu, Baş çıkış kotu, Son kilometre, Son zemin kotu, Son giriş kotu, Son çıkış kotu gibi öznitelik bilgilerini içerir.

Attributes of Dereaks.shp											
Shape	Entity	ID	Baş_km	Baş_zeminkotu	Baş_giriskotu	Baş_cıkiskotu	Son_km	Son_zeminkotu	Son_giriskotu	Son_cıkiskotu	
PolyLine	Arc	10_11	158.247	6.00	3.52	3.02	165.490	5.75	2.93	2.93	
PolyLine	Arc	12_13	196.460	4.78	2.57	2.57	209.640	4.77	2.41	2.41	
PolyLine	Arc	6_7	92.356	9.50	6.30	5.80	105.528	9.00	5.65	5.15	
PolyLine	Arc	19_20	267.768	4.20	1.73	1.73	271.971	4.20	1.68	1.63	
PolyLine	Arc	15_16	244.836	4.62	1.99	1.99	250.051	4.60	1.93	1.93	
PolyLine	Arc	17_18	257.827	4.60	1.84	1.84	264.074	4.40	1.77	1.77	
PolyLine	Arc	2_3	5.365	11.00	7.32	7.32	19.115	10.20	7.16	7.16	
PolyLine	Arc	4_5	36.838	9.93	6.95	6.95	45.157	10.19	6.85	6.85	
PolyLine	Line	1_2	0.000	11.00	8.30	7.38	5.365	11.00	7.32	7.32	
PolyLine	Line	3_4	19.115	10.20	7.16	7.16	36.838	9.93	6.95	6.95	
PolyLine	Line	5_6	45.157	10.19	6.85	6.85	92.356	9.50	6.30	5.80	
PolyLine	Line	7_8	105.528	9.00	5.65	5.15	113.678	8.50	5.05	4.55	
PolyLine	Line	8_9	113.678	8.50	5.05	4.55	123.677	8.00	4.43	3.93	
PolyLine	Line	9_10	123.677	8.00	4.43	3.93	158.247	6.00	3.52	3.02	
PolyLine	Line	11_12	165.490	5.75	2.93	2.93	196.460	4.78	2.57	2.57	
PolyLine	Line	13_14	209.640	4.77	2.41	2.41	225.626	4.69	2.22	2.22	
PolyLine	Line	14_15	225.626	4.69	2.22	2.22	244.836	4.62	1.99	1.99	
PolyLine	Line	16_17	250.051	4.60	1.93	1.93	257.827	4.60	1.84	1.84	
PolyLine	Line	20_22	271.971	4.20	1.68	1.63	275.321	4.20	1.59	1.59	
PolyLine	Line	18_19	264.074	4.40	1.77	1.77	267.768	4.20	1.73	1.73	

Şekil 3.6 Dere aks katmanının öznitelik tablosu

- Dere Kesit_Katmanı

Dere, mevcut dereden planlanan kesime 2.5 metrelik bir kısma kesiti daralarak geçip, açık ve kapalı kesitlerle devam ediyor ve kesit genişliği aynı kalmakla birlikte yükseklik 2 metreden 3 metreye çıkıyor ve 3.35 metrelik bir kısma daha önce inşa edilmiş kısma bağlanıyor. Derenin bu kesit değişimlerinin görülebilmesi için bu katman oluşturulmuştur (Şekil 3.7). Tablosunda Shape, ID, Kesit, Mesafe, Genişlik, Yükseklik, Debi, Su yüksekliği bilgileri bulunmaktadır.

Attributes of Havza_a08b.shp						
Shape	ID	Havza No	Alan (ha)	Yoğunluk (N/ha)	Nüfus (N)	Debi
Polygon	1	A08b	67.11	300	20.133	166.49
Polygon	2	A08a	70.44	300	21.132	173.14
Polygon	3	A08d	10.68	300	3.204	37.79
Polygon	4	A08c	8.42	300	2.526	31.20
Polygon	5	A07	9.30	300	2.790	34.08
Polygon	6	A06	14.80	300	4.440	49.16

Şekil 3.9 Havza katmanının öz nitelik tablosu

Yukarıda söz edilen katmanlar ve bunlara ilişkin öz nitelik verilerini toplanarak bütünleştirilmesi ile projenin veri toplama ve depolama kısmı Arc View ortamında tanımlanmıştır.

3.3 Atıksu Debi Hesapları

Bu çalışmada hesapları yapılacak hatlar dere çevresi atıksu hatlarıdır. Bu hatlara ait Arc View ortamında oluşturulan katmanlar menhol ve boru katmanlarıdır. Oluşturulan öz nitelik tabloları ise boru ve menhol katmanlarına ilişkilidir. Bu bölüm bölge 1 olarak adlandırılacaktır ve bu kısım için havza katmanı şimdiki ve gelecekteki durumu için yapılan hesaplara göre yeniden düzenlenecektir. Bölge 1'e atıksu debisi veren havzalar, A08a, A08b ve A08d havzalarıdır.

Gelecekteki duruma karşılaştırmak için öncelikle bugünkü duruma göre debi hesaplarının havzalar bazında yapılması gerekir. Bölgenin bu günkü nüfus yoğunluğu 200 kişi/ha olarak belirlenmiştir. Debi hesaplarında su tüketimi 250 l/s olarak alınacaktır. Şimdiki duruma ait hidrolik hesaplarda kullanılan formler İSKİ hesap kriterleri atıksu hesapları kısmında ayrıntılı olarak tanımlandığından burada ek tanımlanmalar yapılmadan direkt kullanılacaktır.

A08a havzasının alanı 70.44 hektardır. Nüfus yoğunluğu 200 kişi/ha olduğuna göre havzanın nüfusu alan ve yoğunluk değerleri çarpılarak 14088 kişi olarak bulunmuştur.

A08a havzası için debi hesapları:

$$Q_{\text{e vs. ort}} = \frac{q * N}{24 * 3600} = \frac{250 * 140800}{24 * 3600} = 40.76 \text{ l/sn}$$

Bu havzalar için endüstriyel atıksu debisi hesaplanmayacaktır.

$$Q_{\text{şizma}} = 0.1 * F = 7.04 \text{ l/s}$$

$$B = \frac{5}{\left(\frac{N}{1000}\right)^{1/5}} = 2.95 \text{ bulunur. Babbit katsayısı 1.72'ye eşit ya da büyük olmalıdır.}$$

Pik hesap debisi:

$$Q_{\text{pik}} = B * Q_{\text{e vs. ort}} + Q_{\text{şizma}} = 2.95 * 40.76 + 7.04 = 127.13 \text{ l/s olarak bulunur.}$$

A08b havzasının alanı 67.11 ha, nüfusu 13422 kişidir. Debi hesapları:

$$Q_{\text{e vs. ort}} = \frac{q * N}{24 * 3600} = \frac{250 * 13422}{24 * 3600} = 38.84 \text{ l/sn}$$

$$Q_{\text{şizma}} = 0.1 * F = 6.71 \text{ l/s}$$

$$B = \frac{5}{\left(\frac{N}{1000}\right)^{1/5}} = 2.97$$

$$Q_{\text{pik}} = B * Q_{\text{e vs. ort}} + Q_{\text{şizma}} = 2.97 * 38.84 + 6.71 = 122.23 \text{ l/s olarak bulunur.}$$

A08d havzasının alanı 10.68 ha, nüfusu 2136 kişidir. Debi hesapları:

$$Q_{\text{e vs. ort}} = \frac{q * N}{24 * 3600} = \frac{250 * 2136}{24 * 3600} = 6.18 \text{ l/sn}$$

$$Q_{s1zma}=0.1*F=1.07\text{ l/s}$$

$$B=\frac{5}{\left(\frac{N}{1000}\right)^{1/5}}=4.30$$

$$Q_{pi k}= B*Q_{e vs ort}+Q_{s1zma}=27.62\text{ l/s olarak bulunur.}$$

Böylelikle çalışmada kullanılacak debiler hesaplanmıştır. Bu debilerden yola çıkarak boru tablolarındaki boru çapları belirlenmiştir. Bu tip çalışmalarda boru çapları sistemin taşıyacağı en son nokta düşünülerek değil, nüfusun %50 artacağı düşünülerek belirlenir. Dolayısıyla sistemdeki boru çapları değiştirilmeyecektir. Gelecek nüfus hesaplarının yapılmasından sonra bu çaplar tekrar gözden geçirilecektir.

3.4 Nüfus

3.4.1 Master plandaki nüfus yaklaşımı

Geçen on yıl içinde, İstanbul'un 1980 senesindeki nüfusu %55'lik bir artış göstererek 4.78 milyondan, (1990 senesi nüfus sayımına göre) 7.45 milyona çıkmıştır. İstanbul'da ikaamet edenlerin sayısal olarak hızlı bir şekilde artması, büyük şehirden beklenen önemli hizmetlerin yerine getirilmesinden sorumlu yetkili kurumları sıkıntıya sokmaktadır.

Daha önceki Master Plan çalışmalarında da nüfus tahminleri yapılmış, fakat bu tahminler genelde İstanbul'un büyümesinin altında kalmıştır. Önceki çalışmalarda yaklaşım metodu, ili bir bütün olarak ele almak suretiyle nüfusunu önceden tahmin etme şeklinde olmuştur. Ancak bu yöntem artışı hızının bütün il alanına eşit olarak dağıldığını varsaymaktadır.

Böylece, Master plan çalışması sırasında İstanbul nüfusunu tek bir değer olarak düşünmek yerine, arazi kullanımındaki gelişmeler ve nüfus artışı ile ilgili her ilçenin kendine has özelliklerini tanımlayan bir yaklaşım metodu oluşturulmuştur.

Tahminlerde üç farklı büyüme senaryosu dikkate alınmıştır. Bunlar, bölgede gelecekteki gelişmenin düşük, orta veya yüksek hızda olacağı esasına dayanmaktadır. Gelişimin hızı şimdiki genişlemeye uygulanan planlı kısıtlamaların etkisine dayanmaktadır (Master Plan, 1993).

3.4.2 Nüfusun tarihiçesi

Master plan çalışmaları sırasında nüfus bölümünde tarihsel gelişim 1990 yılına kadar olan süreçteki gelişimden bahsedilmiştir. Bu kısımda öncelikle bu 50 yıllık dönem anlatılacaktır. Daha sonra DİE'nin yayınladığı 1990 sonrası sayım sonuçlarında faydalananarak sonraki dönem incelenecektir.

3.4.2.1 İstanbul bölgesindeki nüfus eğilimleri (1990 yılına kadar)

Geçen on yıl zarfında Türkiye'nin nüfusu büyük bir artış göstererek, 1980 yılında 44.7 milyondan 1990 yılında 56.5 milyona yükselmiştir. Bu dönem içinde ortalama senelik nüfus artışı 1980 senesine kadar her beş senede % 20.65 iken, 1980'den 1985'e kadar % 24.88 ve 1985'den 1990'a kadar ise % 21.71 olmuştur. Büyük artışlar, senelik ortalama nüfus artış hızı %30.5'den (1980'e kadar) %62.61'e çıkan (1980 - 1985) ve düşerek %43.1 olan (1985 - 1990'da) kentlerde gerçekleşmiştir. Aynı dönemde köylerde ve kırsal alanlardaki senelik nüfus artışı sırasıyla %13.3, % - 10.6 ve % - 5.6 olarak gerçekleşmiştir.

Türkiye genelinde İstanbul ilinden başka hiçbir ilde kentsel alanların bu şekilde genişlediği görülmemiştir. Bu durumu İstanbul'da ikamet eden nüfusun genel nüfusa oranla 1950'de % 5.6'dan, 1985 senesinde % 11.5'a artmasından kolayca anlaşılmaktadır. Bu oran 1990 senesinde %12.9'a yükselmiştir.

Sonuç olarak İstanbul İli için hesaplanmış olan nüfus yoğunluğu en yüksek değeri vermiştir. 1985 senesindeki nüfus sayım raporlarındaki 1023 kişi /km² nüfus yoğunluğu, 1990 senesi nüfus sayımına göre 1280 kişi/km²'ye ulaşmıştır. Kömşu il olan Kocaeli 258 kişi/km² nüfus yoğunluğu ile Türkiye sıralamasında İstanbul'dan sonra ikinci sıraya yerleşmiştir (Master Plan, 1993).

3.4.2.2 Nüfus hareketleri (1990 yılına kadar)

1985' den 1990 a kadar olan dönemde İstanbul ilinin binde 44.8 olan ortalama senelik nüfus artışı gerçek nüfusta yaklaşık 1.47 milyonluk artışı temsil etmiştir. Bu değer tüm Türkiye'de o dönemdeki toplam nüfus artışıının %25'ini oluşturmuştur.

Bu artışın büyük bir kısmı, çevredeki kırsal alanlardan ve özellikle Anadolu'dan olan iç göçe bağlanmaktadır.

Geçmişte, 1950 den 1960 a kadarki senelerde ve 1970'ler ci varında, İstanbul, nüfus gelişmesinde iki benzer yüksek artış dönemini geçirmiştir. Bugün olduğu gibi, yeni gelişen endüstri çevresindeki alanlara kaçak yerleşen göçmen işçilerin akın etmeleri sonucunda iki hızlı büyüme dönemi meydana gelmiştir. Bu gibi kaçak yerleşimlere başlangıçta yetkililerce izin verilmiş ve sonradan da bunlar İmar Islah Planları vasıtasıyla yasallaştırılmıştır. 1980 li senelerde iller ve yeni oluşan belediyelerdeki hükümet kontrollerinin artması büyükşehir alanlarında, özellikle İstanbul'da büyük çaplı yatırımların yapılmasını desteklemiştir. Sonuç olarak, bölge, küçülen kırsal alanlardan önemli miktarda nüfus çekmiştir. Son otuz yıl zarfında İstanbul'un % 70 lik nüfus artışına doğrudan doğruya göçlerin neden olduğu tahmin edilmektedir (Master Plan, 1993).

3.4.3 Kentsel ve kırsal nüfuslar

1950 lerde, 1960 larda ve 1970 lerde ilin kentsel nüfusunun kırsal nüfusa oranı sürekli olarak düşmüştür. 1950 de 5.9 dan 1960 da 4.0 a, 1970 de 2.7 e düşerek 1980 de 1.6 ya ulaşmıştır. Ondan sonra, şehir nüfusundaki önemli artış ile bu oran 1985 senesinde 17.5 oranına yükselmiş ve 1985 sayımına göre azalmasına rağmen yine de yüksek kalarak 1990 da 11.3 e ulaşmıştır. Kentsel ve Kırsal nüfus için kaydedilen rakamlar Tablo 3.5 de verilmiştir.

İstanbul'da Avrupa yakası ile Asya yakası arasındaki nüfus oranının 1950 de 3 katı aşarken, 1990 da 2 den küçük kalması iki yaka arasındaki nüfusun giderek eşitleneceği izlenimini vermektedir. Tablo 3.6'de İstanbul'da kırsal ve kentsel alanlardaki nüfus dağılımı görülmektedir (Master Plan, 1993).

Tablo 3.5 1950 - 1990 Arası Kentsel ve Kırsal Nüfus Değişimleri

	1950	1960	1970	1980	1990
Proje Alanında Toplam Nüfus	1 172 000	1 879 000	3 023 000	4 781 000	7 416 000
Kentsel Nüfus	1 003 000	1 502 000	2 204 000	2 925 000	6 847 000
Nüfus Yüzdesi	85.6 %	80.0 %	72.9 %	61.2 %	91.9 %
Kırsal Nüfus	168 000	377 000	819 000	1 856 000	605 000
Nüfus Yüzdesi	14.4 %	20.0 %	27.1 %	38.8 %	8.1 %

Tablo 3.6 Avrupa ve Asya Yakaları Arasında Nüfus Dağılımı

					Nüfus (x10 ³)						
	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990
Avrupa Yakası	770	842	899	1 182	1 441	1 756	2 281	2 820	3 264	3 942	4 735
Asya Yakası	229	242	273	350	438	534	742	1 099	1 517	1 978	2 681
Avrupa/ Asya Oranı	3.36	3.48	3.29	3.38	3.29	3.29	3.07	2.57	2.15	1.99	1.77

3.4.4 Önceki nüfus tahminleri

İstanbul' un gelecekteki nüfusunu belirlemek üzere son senelerde birtakı çalışmalar yapılmıştır.

İstanbul İli ve dışındaki alanları içine nüfus tahminleri su ihtiyacı saptamak amacıyla ilk önce DAMOC konsorsiyumu tarafından, 1971 Master Planında yapılmıştır. 1977 senesinde DAMOC raporuna yapılan revizyonun bir bölümü olarak, nüfus tahminleri bu kez Bennie & Partners tarafından tekrarlanmıştır. Bu çalışmaya göre, 1985 senesi için tahmin edilen 6.0 milyon nüfusun, 1995 senesine kadar 7.9 milyona çıkacağı tahmin edilmiştir. Bu arada, İstanbul Nazım Plan Bürosu ayrıca çalışmalar yaparak, İstanbul'un 1995 senesi nüfusunun 6.9 milyon civarında olacağını ve azami 9.2 milyona çıkabileceği tahmini de bulunmuştur.

Bu çalışmaları, 1988 senesinde "Cohort Component" metodunu kullanan Brown Root/ Temel'in içmesuyu Master Plan revizyonları takip etmiştir. Bu yeni çalışma

İstanbul'da tahmini nüfusun 1990 senesinde 7 milyona, 2010 senesinde 12.6 milyona ve 2040 senesine kadar ise 16.6 milyona çıkacağı ortaya koymuştur.

Bu tahminler kısa bir süre önce Devlet Su İşleri (DSİ) yetkililerince revize edilmiştir. DSİ tarafından yapılan tahminde, 1992 senesinden sonra senelik nüfus artış oranının % 2 olacağı kabul edilmiştir. Buna ilaveten, 1991 Büyük Molen fizibilite raporu kapsamında Japon Nippon Koei firması tarafından da nüfus tahminleri yapılmıştır. Yukarıda tanımlanan tahminler genelde gerçek nüfus değişikliğinin önemli oranda altında kaldığı şeklinde yorumlanabilir. Bu çelişki, büyük çapta iç göç nedeniyle aşırı ve önceden tahmin edilemeyen nüfus artışlarına bağlanabilir. Ayrıca, nüfus farklılıkları, değişik çalışmalarındaki ilçe sınırlarındaki farklılıklara da bağlanabilir. (Master Plan, 1993)

3.4.5 Şişliki nüfus ve nüfus artışı

3.4.5.1 Son sayıma göre Türkiye geneli sonuçları

Devlet İstatistik Enstitüsü 2000 yılı seçim sonuçlarına göre nüfus büyüklükleri şöyledir:

Türkiye'nin toplam nüfusu 67 803 927, şehirlerin (il ve ilçe merkezleri) nüfusu 44 006 274, köylerin nüfusu ise 23 797 635 olarak belirlenmiştir. Ülkemizde şehirlerde bulunan nüfus, köylerde bulunan nüfusa göre çok büyük bir hızla artmaktadır. 1990 - 2000 döneminde şehirlerde bulunan nüfusun yıllık artış hızı binde 26.8 iken köylerde bulunan nüfusun yıllık artış hızı binde 4.2'dir. Şehirlerde bulunan nüfusun oranı son on yılda önemli artış göstererek 1990 yılında yüzde 59 iken 2000 yılında yüzde 64.9'a yükselmiştir (Tablo 3.7).

Tablo 3.7 Genel Nüfus Sayımlarına göre nüfus, yıllık nüfus artış hızı, yüzölçümü ve nüfus yoğunluğu

Sayımtarihi	Nüfus	Yıllık nüfus artış hızı %	İl sayısı	İlçe sayısı	Bucak ve köy sayısı	Yüzölçüm Km ² (1)	Nüfus yoğunluğu
28. 10. 1927	13 648 270	-	63	328	40 600	762 736	18
20. 10. 1935	16 158 018	21.10	57	356	34 876	762 736	21
20. 10. 1940	17 820 950	19.59	63	370	34 024	767 119	23
21. 10. 1945	18 790 174	10.59	63	396	34 063	767 119	24
22. 10. 1950	20 947 188	21.73	63	422	34 252	767 119	27
23. 10. 1955	24 064 763	27.75	66	493	34 787	767 119	31
23. 10. 1960	27 754 820	28.53	67	570	35 441	772 091	36
24. 10. 1965	31 391 421	24.62	67	571	35 638	774 810	41
25. 10. 1970	35 605 176	25.19	67	572	35 995	774 815	46
26. 10. 1975	40 347 719	25.00	67	572	36 115	774 815	52
12. 10. 1980	44 736 957	20.65	67	572	36 155	774 815	58
20. 10. 1985	50 664 458	24.88	67	580	36 031	774 815	65
21. 10. 1990	56 473 035	21.71	73	829	36 233	774 815	73
22. 10. 2000	67 803 927	18.28	81	850	37 366	769 60 (2)	88
(1) Yüzölçümüne göller dahil değildir.							
(2) Yüzölçümüne doğal göller ve baraj gölleri dahil değildir. Harita Genel Komutanlığı'ndan temin edilen 1/1 000 000 ölçekli harita baz alınarak hesaplanmıştır.							

1990-2000 döneminde 7 coğrafi bölgenin tamamının nüfusu artmıştır. Bölgeler arasında en yüksek artış hızı Marmara Bölgesinde, en düşük artış ise Karadeniz Bölgesinde gerçekleşmiştir. 1990 - 2000 döneminde Marmara Bölgesinin yıllık nüfus artış hızı binde 26.7, Karadeniz Bölgesinin yıllık nüfus artış hızı binde 3.6'dır. Ülkede genelindeki nüfusun yüzde 26'sının bulunduğu Marmara Bölgesi en fazla nüfusa sahiptir. Doğu Anadolu Bölgesinde nüfusun yüzde 9'u bulunmakta olup, en az nüfusa sahiptir (Tablo A.1, Ek A).

3.4.5.2 Son sayı ma göre İstanbul ili sonuçları

İstanbul toplam 81 il arasında nüfusu en büyük olanıdır. İstanbul ilini toplam nüfusu 2000 yılına sayı m sonuçlarına göre 10 018 735 olarak belirlenmiştir. Bu ildeki nüfus ülke toplamındaki nüfusun yüzde 15'ini kapsamaktadır. Bir başka ifadeyle, ülkemizdeki her yüz kişiden 15'i İstanbul ilinde bulunmaktadır. Nüfusun yüzde 88'i il merkezindedir. 1990 - 2000 döneminde İstanbul'un yıllık nüfus artış hızı binde 33.1'dir. Şehir nüfusu en yüksek olan il İstanbul olup, şehirde bulunan nüfusun oranı yüzde 91'dir. İstanbul'da şehirde bulunan nüfusun oranı diğer illerden daha yüksek olmasına rağmen köylerindeki nüfus artış hızı ülke ortalamasından daha yüksektir. 1990 - 2000 döneminde köylerde bulunan nüfusun yıllık artış hızı binde 81'dir. İstanbul ilinin 2000 yılı seçi m sonuçlarına göre nüfusunun ilçelere göre dağılı m Tablo B 1 Ek B'dedir.

3.4.6 Nüfus artış hızı ve gelecekteki nüfus hesabı

Gelecekteki nüfus tahminlerinin yapılabilmesi için öncelikle geçmiş dönemlere ait nüfus artış hızlarının incelenmesi gerekir. Son nüfus sayı m sonuçları ve geçmiş yılların sayı m sonuçlarına bakıldığında, nüfus artış hızının değişken olduğu görülmektedir. Nüfusun sürekli artış eğiliminde olmasına rağmen, yıllık nüfus artış hızlarının bazı dönemlerde önceki döneme göre daha yüksek, bazı dönemlerde ise daha düşük olduğu gözlenmektedir. Türkiye geneli ve İstanbul ili benzer eğilimler göstermekle birlikte İstanbul'un nüfus artış hızları daha yüksektir.

Nüfus artış hızları, Türkiye, İstanbul ve Marmara Bölgesinin diğer illerine göre incelendiğinde nüfus artış hızının 1985 yılından sonra azaldığı görülmektedir. 1985 yılı Türkiye nüfus artış hızı %2.5 olarak gerçekleşirken, 1990 yılında %2.2'ye, 1997 yılında %3.45 olmuştur (Şekil 3.10 ve Şekil 3.11).

İller	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1997
İstanbul	4.09	3.96	5.49	5.14	2.89	4.18	4.48	3.45
Balıkesir	1.83	1.09	1.13	1.03	1.56	1.3	1.34	0.80
Bilecik	0.91	-0.94	-0.03	-0.25	1.39	1.81	1.74	1.27
Bursa	2.94	1.7	2.31	2.52	3.56	2.84	3.83	2.88
Çanakkale	1.61	0.74	0.59	0.47	1.17	1.26	0.71	0.53
Edirne	1.84	1.85	0.85	1.48	1.28	1.4	1.75	- 0.23
Kırklareli	1.58	1.38	-0.1	0.86	1.09	0.94	0.82	0.42
Kocaeli	3.22	2.41	2.77	4.3	4.44	4.37	4.64	3.46
Sakarya	3.95	2.2	2.55	1.53	2.04	2.13	2.25	0.97
Tekirdağ	1.81	0.89	1.05	1.09	2.4	2.2	3.04	2.68
Türkiye	2.85	2.46	2.52	2.5	2.1	2.5	2.2	1.51
Kaynak: DİE								

Şekil 3 10 Nüfus artış hızları (DİE)

İl / Ülke	Toplam	İl ve İlçe Merkezleri Nüfusu	Bucak ve Köyler Nüfusu
İstanbul	34,54	31,91	71,68
Türkiye	15,08	28,27	-6,57
Kaynak: DİE			

Şekil 3 11 1997 yılı nüfus artış hızları (DİE)

İstanbul ilinin nüfus artış hızında, genel nüfus verileriyle orantılı olarak bir azalma olmuştur. 1985 yılında İstanbul ilindeki nüfus artış hızı %4.18 ve 1990 yılında %4.48 iken, 1997 yılında %3.45 olmuştur (Şekil 3 12 ve Şekil 3 13).

1960 ve 1997 yılları arasındaki sayımyıllarında, Marmara Bölgesinin diğer illeriyle İstanbul ili karşılaştırıldığında, her dönemde İstanbul artış hızının en yüksek olduğu görülmektedir.

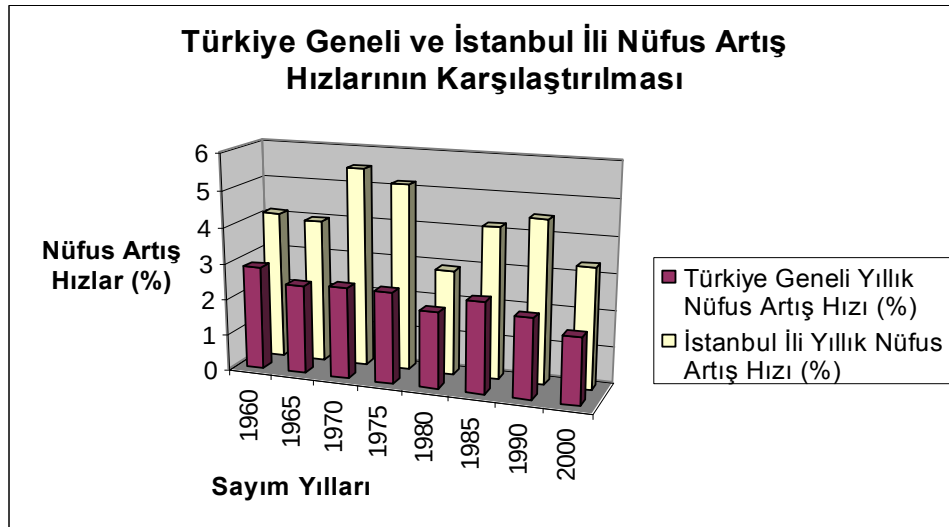
Yıllar	Sayım Yılları Nüfusu	Yıllık Nüfus Artış Hızı (%)**	Yıl Ortası Nüfus Tahmini**	Yıllar	Sayım Yılları Nüfusu	Yıllık Nüfus Artış Hızı (%)**	Yıl Ortası Nüfus Tahmini**
1927*	806.863			1968			2.658.900
1935*	883.599	11,36	880.300	1969			2.808.200
1936			897.800	1970*	3.019.032		2.966.800
1937		22,99	918.700	1971			3.126.400
1938			940.000	1972		51,44	3.291.500
1939			961.900	1973			3.465.200
1940*	991.237		984.300	1974			3.648.100
1941			1.002.900	1975*	3.904.588		3.840.700
1942		16,86	1.019.900	1976			4.008.600
1943			1.037.300	1977		38,86	4.167.400
1944			1.054.900	1978			4.332.600
1945*	1.078.399		1.072.800	1979			4.504.200
1946			1.090.200	1980*	4.741.890		4.682.700
1947		15,7	1.107.400	1981			4.885.600
1948			1.124.900	1982		41,76	5.084.000
1949			1.142.700	1983			5.311.200
1950*	1.166.477		1.160.800	1984			5.537.700
1951			1.211.200	1985*	5.842.985		5.773.900
1952		54,75	1.279.400	1986			6.027.200
1953			1.351.400	1987		44,78	6.303.200
1954			1.427.500	1988			6.591.900
1955*	1.533.822		1.507.800	1989			6.893.700
1956			1.577.400	1990*	7.309.190		7.209.400
1957		40,92	1.643.300	1991			7.538.700
1958			1.712.000	1992			7.883.900
1959			1.783.500	1993			8.245.000
1960*	1.882.092		1.858.000	1994			8.622.600
1961			1.933.800	1995			9.017.400
1962		39,57	2.011.800	1996			9.430.400
1963			2.093.000	1997*	9.198.809		9.862.300
1964			2.177.500	1998			10.313.900
1965*	2.293.823		2.265.400	1999			10.786.300
1966			2.381.400	2000			11.280.200
1967		54,94	2.515.900				
Kaynak: DİE							

Şekil 3 12 Sayı m yılları na göre İstanbul nüfusu, sayı mlar arası yıllık nüfus artış hızı ve yıl ortası nüfus tahmini (Dİ E)

Yıllar	Türkiye		İstanbul		
	Yüzölçümü (km ²)	Nüfus	Yüzölçümü (km ²)	Nüfus	Yıllık Nüfus Artış Oranı (%)
1990	779.452	56.473.035	5.220	7.309.190	
1997	779.452	62.865.574	5.110	9.198.809	34,54
Kaynak: DİE					

Şekil 3 13 1990 ve 1997 yılları sonuçları (Dİ E)

1990-2000 dönemi için Türkiye geneli ve İstanbul ili incelendiğinde, 2000 yılı sayım sonuçlarına göre Türkiye genelinde yıllık nüfus artış hızı %1.83, İstanbul’da %3.31 olarak belirlenmiştir. Gelecekteki nüfus hesabını yaparken nüfus artış hızlarının doğru belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu nedenle Türkiye geneli ve İstanbul ili sonuçlarını ayrı değerlendirerek gerekir. Farklılıklar görüldükten sonra İstanbul iline ait verilerin kullanılmasının önemi görülecektir (Şekil 3 14).



Şekil 3 14 Türkiye ve İstanbul ili yıllık nüfus artış hızlarının (%) karşılaştırılması

Su temini ve kanalizasyon tesislerinin boyutlandırılmasında esas alınacak debiler, seçilen alanın proje süresi içindeki nüfus sayısı ile kişi başına bir günde sarf edilen su miktarının çarpılmasıyla bulunur. Nüfus hesabının yapılması ile ilgili pek çok değişik nüfus tahmin metodu vardır. Bu çalışmada Devlet İstatistik Enstitüsünün sayım sonuçlarını değerlendirmede kullandığı nüfus formülleri kullanılmıştır. Ancak nüfus değerinin ne kadar değişken olabileceğini gösterebilmek için farklı iki yöntemle daha hesap yapılacaktır.

Çalışmada kullanılan nüfus tahmin yöntemleri aşağıda açıklanmıştır. Gerekteğinde bu değişik yöntemlerle elde edilen sonuçların ortalaması alınabilir. Bu yöntemler:

1. Aritmetik Artış Metodu:

$$N_g = N + K_a(t_g - t) \quad (3.12)$$

$$K_a = \frac{N_2 - N_1}{t_2 - t_1} \quad (3.13)$$

Bu formlerde;

N_g : gelecekteki nüfus

N : herhangi bir t tarihindeki nüfus sayısı

t_g : proje süresi sonundaki tarih

K_a : nüfus artış hızı

t_1 ve t_2 : nüfus sayıları bilinen herhangi iki tarih

N_1 ve N_2 : t_1 ve t_2 tarihlerindeki nüfus

2. İSKİ gelecekteki nüfus hesabı for mülleri daha önce 3. 4. 1 böl ü münde anlatılm ıştır
(Denklem(3.1) ve Denklem(3.2)).

3. Dİ E nin nüfus hesap metodu:

Devlet İstatistik Enstitüsü verilerinde sayı mlar arası nüfus hızı birbirini izleyen iki sayı mın kesin sonuçlarına dayanılarak, doğal artış bağı ntısı yard ımıyla hesaplanmaktadır. Doğal artış bağı ntısının gösterimi şöyledir:

$$P_n = P_o \cdot e^{r \cdot n} \quad (3.14)$$

Bu bağı ntıda;

P_n : iki ardıl sayı mdan ikincisini

P_o : iki ardıl sayı mdan birincisini

$e = 2.7182818$ (sabit sayı)

n : iki sayı marasında bulunan zaman birimi sayısını

r : iki sayı marasında, zaman birimi içersindeki nüfus artış hızını göstermektedir.

(Dİ E)

Master planda yapılan değerlendirmelerde seçim ve yaş profili anketleri ile bu anketlerdeki kişi sayıları da göz önüne alınarak, düşük, orta ve yüksek büyüme senaryoları oluşturulmuş ve nüfus tahminleri her büyüme senaryosu için ayrı yapılmıştır. Bu çalışmalar sırasında yapılan detaylı incelemeler sonucu üç senaryoda 1990-2000 yılları arası farklı değerler olarak alınmış, 2000-2020 ve 2020-2040 yılları arası nüfus artış hızları aynı alınmıştır (Tablo C.1, Ek C).

Master plandaki nüfus tahminleri incelendiğinde, düşük büyüme senaryosunda 1990-2000 yılları arası yıllık nüfus artış hızı %3.2 iken, 2000 yılı sayı msonuçlarına göre bu dönemdeki artış hızı %3.3 olarak gerçekleşmiştir. Yani Master plan çalışmasında yüksek büyüme senaryosu kabul edilmiş olmasına rağmen, bugünkü değerlere bakıldığında düşük büyüme senaryosunun hali hazır duruma oldukça yakın olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada Master planın düşük büyüme senaryosu değerlerinin uygunluğu dikkate alınarak, buradaki 2000-2020 dönemi için %1.6 ve 2020-2040 dönemi için %0.6 olan nüfus artış hızları kullanılacaktır.

İstanbul'un 1990 yılı sayım sonucuna göre nüfusu 7 195 773, 2000 yılı sayım sonucuna göre 10 018 735 olarak belirlenmiştir. Bu verilerden yola çıkılarak aritmetik artış metoduna göre 30 sene sonrası yani 2033 yılı için nüfus;

$$K_a = N_2 - N_1 / t_2 - t_1 = (10018735 - 7195773) / (2000 - 1990) = 282296.2$$

$$N_g = N + K_a(t - t_1) = 10018735 + 282296.2(2033 - 2000) = 19334510 \text{ olarak bulunur.}$$

İSKİ gelecekteki nüfus hesabı formüllerine göre 2033 yılı nüfusu

$$P = \sqrt[3]{\frac{N_y}{N_e} - 1} * 100 = \sqrt[3]{\frac{10018735}{7195773} - 1} * 100 = 1.44$$

$1 < p < 3$ olduğundan p aynen alınır.

$$N_{30+n} = N_y * \left(1 + \frac{P}{100}\right)^{30+n} = 10018735 * \left(1 + \frac{1.44}{100}\right)^{33} = 16058975 \text{ olarak bulunur.}$$

Çalışma bölgesi Sarıyer ilçesi sınırları içindedir ve bu bölge yerleşim alanları incelendiğinde nüfus açısından doygun bir bölgedir. Bu nedenle nüfus tahmininde en düşük sonucun seçilmesi burası için daha gerçekçi bir yaklaşımdır. Belki de seçilen bu rakama bile ulaşamayabilmiz ama debi senaryolarında en kötü ihtimalin dikkate alınması daha doğru olacaktır. Bu çalışmada kullanılacak nüfus daha öncede belirtildiği gibi Master planın düşük büyüme senaryosuna yakın değerlerdir. 2000 yılı kesin sonucuna göre İstanbul ilinin nüfusunu 10 018 735, 2000-2020 yılları arası nüfus artış hızını %1.6 ve 2020-2040 arası artış hızını %0.6 olarak bir hesap yapılırsa; 2000-2020 dönemi için %1.6 artış hızıyla ve 2000 yılı sayım sonucunu kullanarak 2020 yılı nüfusu;

$$P_n = P_o \cdot e^{r \cdot n} = 10018735 * e^{0.016 * 20} = 13797078 \text{ kişi olarak bulunur.}$$

2020-2040 dönemi %0.6 artış hızıyla ve 2020 yılı için hesaplanan nüfus hesabı kullanılarak uygulamada kullanılacak olan 2033 yılı nüfusu;

$$P_n = P_o \cdot e^{r \cdot n} = 10018735 * e^{0.006 * 13} = 14916334 \text{ kişi olarak bulunur.}$$

Sistemin çalışılabilirliğinin kontrolü için bu artışın bizi m debi hesabına esas olan havzalara uygulanması gerekir. Hesapta kullanılacak olan A08a ve A08b havzaları nüfuslarının 2033 yılında ne kadar olacağını hesaplanırsa; A08a havzası hidrolik hesapta kullanılan bugünkü nüfusu 14088 kişi olduğuna göre, 2020 yılı nüfusu;

$$P_n = P_o \cdot e^{r \cdot n} = 14088 \cdot e^{0.016 \cdot 20} = 19401 \text{ kişi,}$$

2033 yılı için

$$P_n = P_o \cdot e^{r \cdot n} = 19401 \cdot e^{0.006 \cdot 13} = 20975 \text{ kişi olarak bulunur.}$$

A08b havzası için hesap nüfusu 13422 olduğuna göre 2020 yılı nüfusu;

$$P_n = P_o \cdot e^{r \cdot n} = 13422 \cdot e^{0.016 \cdot 20} = 18484 \text{ kişi,}$$

2033 yılı için

$$P_n = P_o \cdot e^{r \cdot n} = 18484 \cdot e^{0.006 \cdot 13} = 19983 \text{ kişi olarak bulunur.}$$

A08d havzası bugünkü nüfusu 2136 kişidir, 2020 yılı nüfusu;

$$P_n = P_o \cdot e^{r \cdot n} = 2136 \cdot e^{0.016 \cdot 20} = 2942 \text{ kişi,}$$

2033 yılı için

$$P_n = P_o \cdot e^{r \cdot n} = 2942 \cdot e^{0.006 \cdot 13} = 3181 \text{ kişi olarak bulunur.}$$

3.5 Gelecekteki Nüfus Hesaplarına Göre Debi Hesapları

Bulunan 2033 yılı nüfusları hidrolik hesaba uygulandığında, debiler büyüyecektir. Debiler İSKİ hesap kriterleri bölümünde anlatıldığı gibi hesaplanacaktır.

A08a havzası için 2033 yılı debi hesapları:

$$Q_{\text{e vs. ort}} = \frac{q * N}{24 * 3600} = 60,69 \text{ l/sn}$$

$$Q_{\text{şizma}} = 0,1 * F = 7,04 \text{ l/s}$$

$$B = \frac{5}{\left(\frac{N}{1000}\right)^{1/5}} = 2,72$$

Pik hesap debisi:

$$Q_{\text{pik}} = B * Q_{\text{e vs. ort}} + Q_{\text{şizma}} = 172,15 \text{ l/s olarak bulunur.}$$

A08b havzası için 2033 yılı debi hesapları:

$$Q_{\text{e vs. ort}} = \frac{q * N}{24 * 3600} = 57,82 \text{ l/sn}$$

$$Q_{\text{şizma}} = 0,1 * F = 6,71 \text{ l/s}$$

$$B = \frac{5}{\left(\frac{N}{1000}\right)^{1/5}} = 2,75$$

$$Q_{\text{pik}} = B * Q_{\text{e vs. ort}} + Q_{\text{şizma}} = 165,54 \text{ l/s olarak bulunur.}$$

A08d havzasının 2033 yılı debi hesapları:

$$Q_{\text{e vs. ort}} = \frac{q * N}{24 * 3600} = 9,2 \text{ l/sn}$$

$$Q_{\text{şizma}} = 0,1 * F = 1,07 \text{ l/s}$$

$$B = \frac{5}{\left(\frac{N}{1000}\right)^{1/5}} = 3.97$$

$Q_{pik} = B * Q_{evs\ ort} + Q_{sızm} = 37.58 \text{ l/s}$ olarak bulunur.

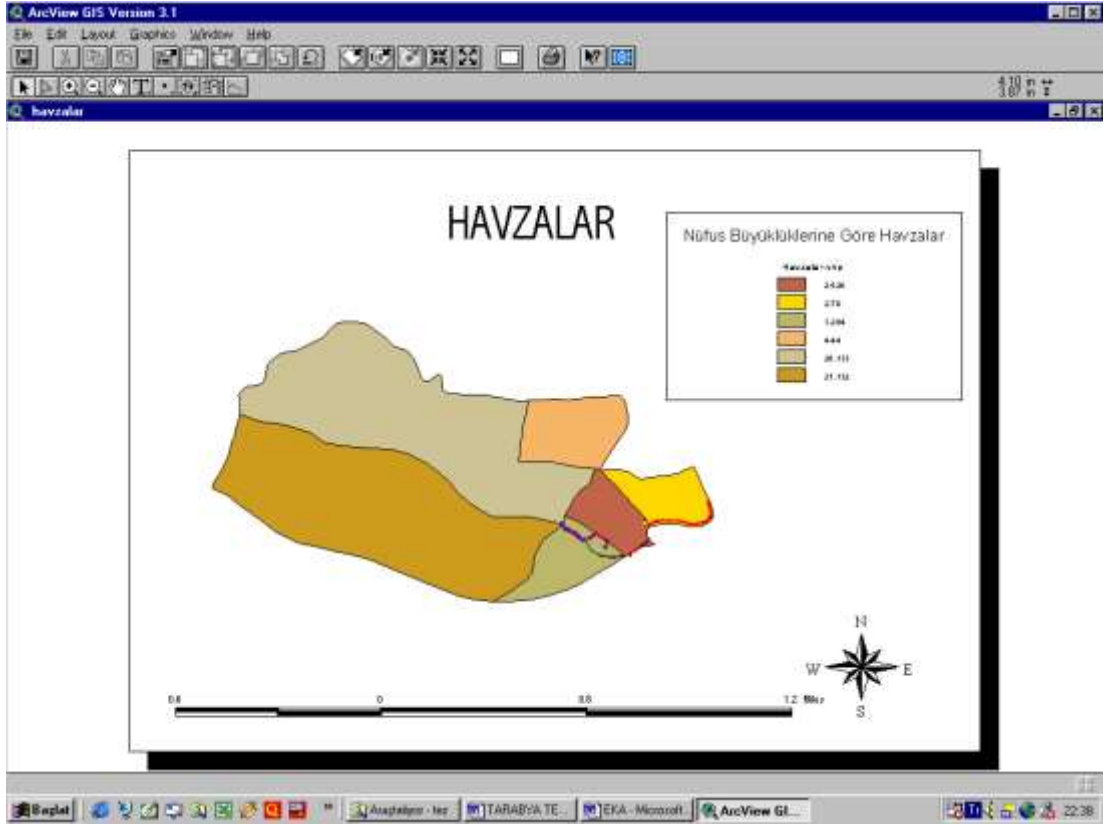
3.5.1. Analiz ve değerlendirmeler

Projenin tamamının tablo ve girişleri tanımlandıktan sonra daha detaylı bir çalışmaya için pilot bir bölge seçilmiştir. Bundan sonraki kısımda bu bölgenin CBS'nin en önemli özelliği olan sorgulama ve değişik şekillerle ifade edilmesi özelliklerinden yararlanarak gerçekleştirilen analizlere yer verilecektir.

Seçilen bölge dere, dere çevresi atıksu hatları ve bunların havzalarından oluşmaktadır. Havzalar üzerinde birtakım sorgulanımlarla bunların nüfus büyüklükleri, alan veya debi miktarlarına göre birbirinden ayırt etmek mümkündür. Şekil 3.15'de nüfus büyüklüklerine göre oluşturulan bir diziliş görülmektedir.

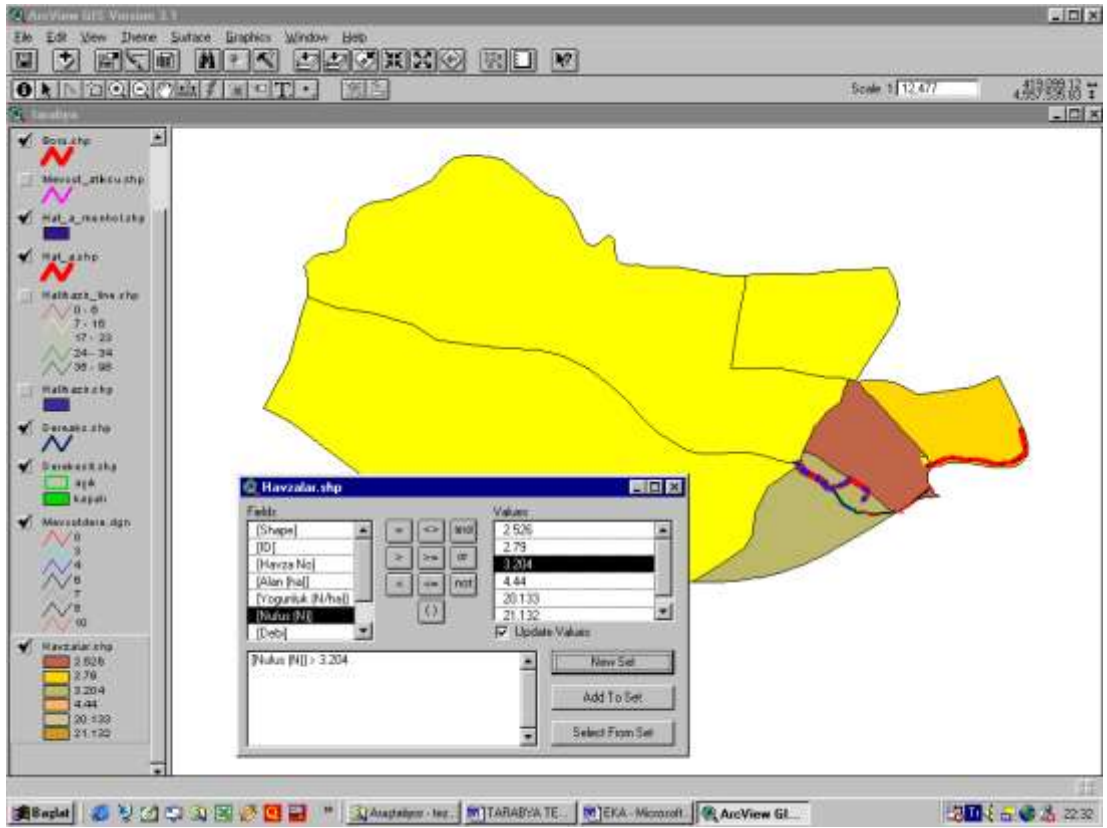
Sisteme girilen 6 adet havzanın öz nitelik tablosundaki nüfus, alan ve debi değerlerine göre sıralanabilir. Öz nitelik tablosundaki değerler arttırıldıkça sorgulama ve kademeli değerlendirmeler de artacaktır.

Coğrafi bilgi sistemleri pek çok konuda sorgulama ve analiz yapma olanağı sağlamaktadır. Sistemdeki veriler büyüklüklerine göre ya da dağılımlarına göre sorgulanabilir. Ayrıca mevcut değerlerden yeni değerler elde edilmesini sağlayarak sistemi bu yeni verilere göre de sorgulamak ve analiz etmek olanaklıdır.



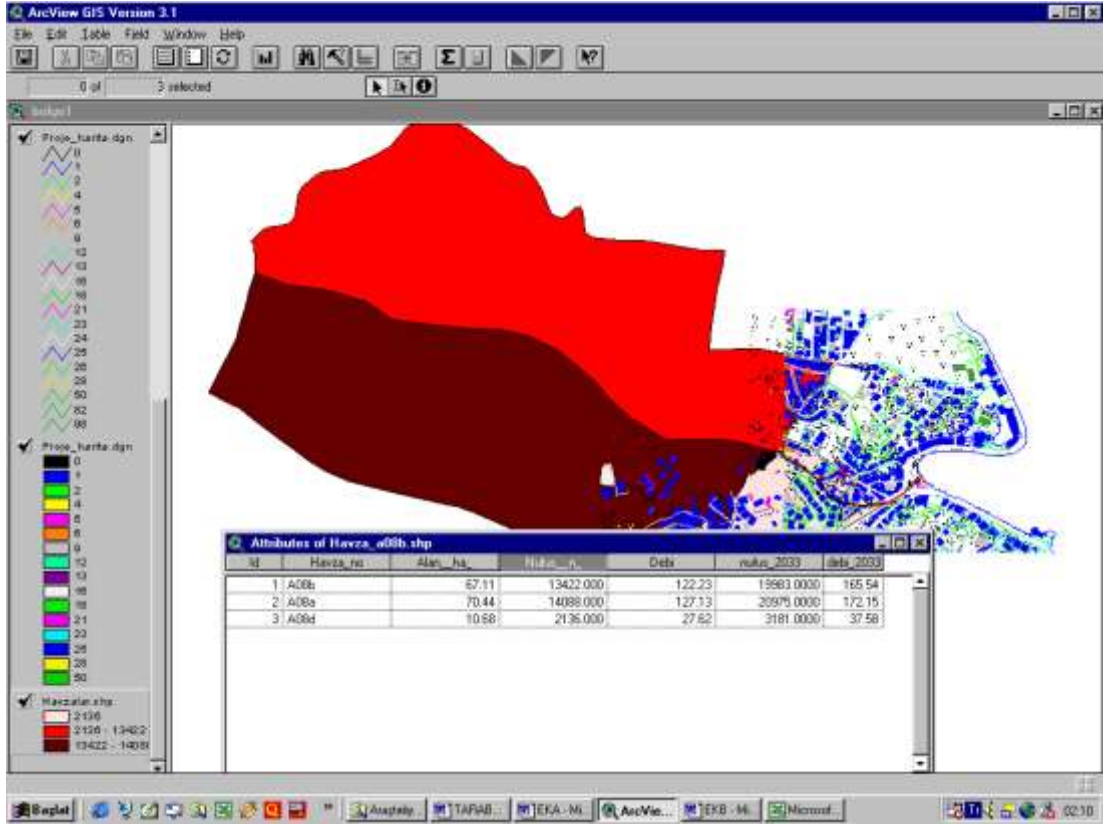
Şekil 3 15 Nüfus Büyüklüklerine Göre Havzalar

Havzaların büyüklükleri ve nüfuslarına göre gerçekleştirilen basit bir sorgulamaya yapılan sorgulamalara bir örnek olarak verilebilir. Nüfusu 3204 ‘den büyük olan havzaların sorgulanması sonucunda elde edilen sonuç Şekil 3 16’da verilmiştir.



Şekil 3.16 Nüfus sorgulamasına bir örnek

Bir CBS’de basit sorgulamalar yapılabilirdiği gibi mühendislik işlemleri gerektiren birtakım sorgulamaya ve analizler de yapılabilirdir. Gelecekteki nüfus hesabı ve debilerin belirlenmesiyle incelenilen bölgeye ait havzaların tablosu Şekil 3.17’de görülmektedir.

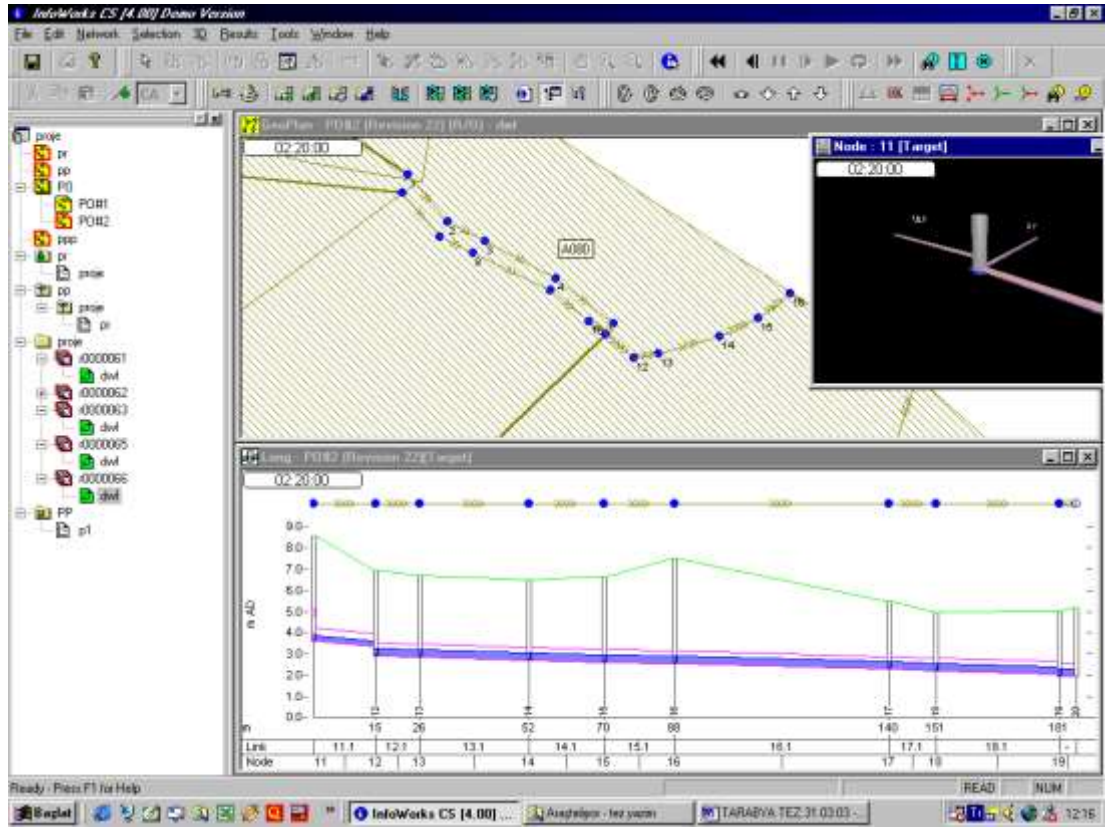


Şekil 3.17 Havzalar ve havzaların şimdiki ve gelecekteki nüfusları ile debileri

3.5.2 Simülasyon

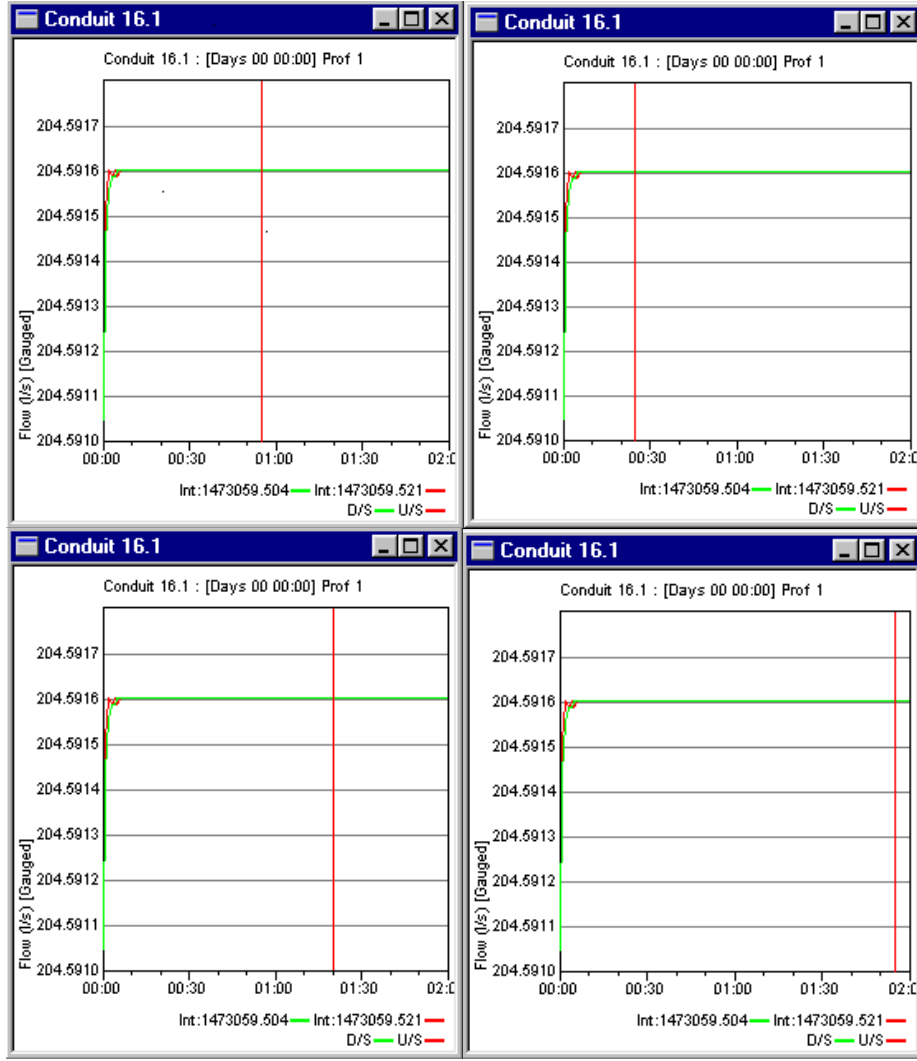
Simülasyon kelimesinin sözlük anlamı benzeşim yani doğal bir süreci laboratuvar koşullarında ya da bilgisayar modeli kullanılarak sınamasıdır. Simülasyon uygulamaları oluşturulacak modeller üzerinde yapılan çalışmanın denenmesini, hataların daha kolay bulunmasını ve gerçekte sistemin çalışmasını nasıl olacağını daha iyi anlaşılmasını sağlar. CBS ile yapılan çalışmalarda pek çok program bir arada kullanılabilmesi için simülasyon programlarıyla sonuçlar pekiştirilebilir. Altyapı uygulamalarında simülasyon kullanımı bugün çoğu projede uygulanmaktadır.

Bu çalışmada simülasyon, Infoworks programı kullanılarak hazırlanmıştır. Bu programda daha önce ArcView programında hazırlanan havzalar.shp dosyası ve havzalarla ilgili öznitelikler kullanılmıştır. Havzalar katmanı ve seçilen bölgeye ait boru ve manhol katmanları Infoworks programına i mport edilerek, bu katmanlara ait tablolar Infoworks programında yeniden oluşturulmuştur. Simülasyon verileri oluşturulduktan sonra, sistem bir kez de Infoworks programındaki simülasyonla irdelenmiş ve oluşturulan sistemin çalıştığı görülmüştür (Şekil 3.18).



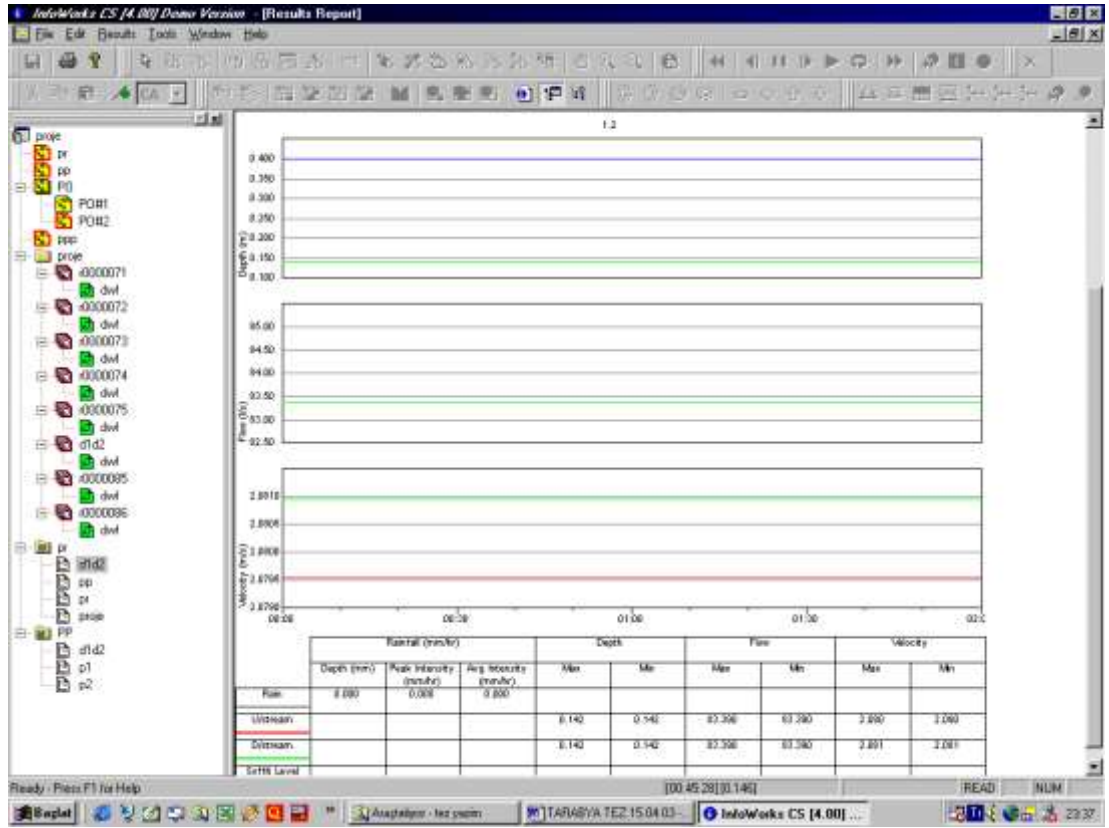
Şekil 3.18 Info works programındaki simülasyon sonuçlarının geoplan ve profil görüntüsü

Info works programında simülasyon hazırlanırken bu programın kriterlerine uygun olarak sistemdeki boru, manhol ve havza bilgileri tekrar girilmiştir ve tablolar oluşturulmuştur. Program Arc View'la direk bağlantı kurarak buradaki katmanları alabilmektedir. Havzalar bu şekilde oluşturulmuş ve tablosu Info works'de program tarafından oluşturulmuştur. Bu programda boru, manhol ve havzalar için çeşitli kriterlere göre grafikler oluşturulabilmektedir. Şekil 3.19'da bir borunun debiye göre oluşturulmuş grafiğinin belirlenen süre içindeki durumu görülmektedir.



Şekil 3.19 Sistemdeki borulardan birine ait debi grafiğinin belirlenen süredeki değışimleri

Programda simülasyonlar gerçekleştirildikten sonra havza, manhol ve borular için grafik raporlar alınabilmektedir. Bu grafiklerde görüntülenecek değerlerin seçimi yapılabilir. Şekil 3.20’de boruların derinlik, debi ve hız grafikleri görülmektedir.



Şekil 3.20 Si mulasyon sonucu el de edilen grafi k raporlardan bir tanesi

Çalışmada ele alınan bölgenin bugünkü değerleri ve 2033 yılındaki değerleri hesaplandığında, her iki durumda da sistemin havzalardan gelen atıksu debisini taşıdığı görülmektedir. Bu nedenle iki ayrı si mulasyon yapılmıştır. Eğer 2033 yılı verileriyle hesaplanan debiler sistem tarafından taşınmıyor olsaydı, bu durumu ikinci bir si mulasyonla kanıtlanabilecekti. Böyle bir durumda, bugünkü ve gelecekteki durumun karşılaştırılmasıyla aradaki fark rahatlıkla görülebilecekti.

4 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada, seçilen bölgedeki mevcut ve planlanan atıksu hatları, derenin mevcut, planlanan kısımlarına ait verilerle halihazır haritalar, havza bilgileri önce standart bir formata dönüştürülmüş, daha sonra da Coğrafi Bilgi Sistemini oluşturabilmek için Arc View programına aktarılmıştır. Atıksu hatları, dere ve havzalara ait öz nitelik tabloları oluşturulmuştur. Oluşturulan öz nitelik değerleri farklı analiz ve sorgulamalar yapma olanağı vermiştir. Coğrafi Bilgi Sistemi ile ilgili veri çalışmaları yapıldıktan sonra nüfusla ilgili çalışmalar yapılmıştır. Sistemin gelecekteki çalışabilirliğinin belirlenebilmesi için öncelikle şimdiki durum gerçekleştirilmiş ve bu duruma ait debi hesapları yapılmıştır. Toplanan nüfus verilerinden yararlanarak 30 sene sonrası için nüfus tahmini ve buna bağlı olarak debi tahmini yapılmıştır.

Sisteme 2033 yılı nüfuslarına göre hesaplanan debiler uygulandığında seçilen boru çaplarının bu debileri de taşıdığı görülmektedir. Çalışmanın ana hedefi, şu anki koşullara göre yapılan altyapının bundan otuz yıl gibi uzun sayılabilecek bir zaman sonrasında artan nüfus karşısında hizmet veremeyeceği sorusuna cevap bulmak ve altyapı uygulamalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ile yapılmasının daha iyi sonuçlar vereceğini göstermekti. Uygulamanın sonunda seçilen atıksu ve dere hatları CBS'ne dönüştürülmüş ve CBS'nin sorgulama işlevinden faydalanarak sistem irdelenmiştir. Ayrıca nüfus hesaplarının önemi ve gelecekteki nüfus hesabının yapılmasında pek çok kriterin ele alınması gerektiği görülmüştür. Yapılan simülasyon hidrolik hesaplar da ulaşılan sonuçları pekiştirmiştir.

Yapılan hesaplar da gelecekteki nüfus dikkate alınarak, nüfus yoğunluğu 300 kişi/ha olarak alındığında sistem 2033 yılında da çalışır durumda olacaktır. Eğer sistem 2033 yılından önce bu debileri taşımayacak kadar sınırlı belirlenmiş olsaydı, sistemin debiyi taşımadığı ilk duruma bir limit konularak bu şekilde sonuçlar değerlendirilecekti. Böylelikle bu uygulamanın yapımı sırasında kullanılmış olan nüfus yoğunluğunun da 30 sene sonrası düşünülerek planlandığı ortaya çıkmaktadır.

Nüfus projeksiyonlarının yapılması oldukça uzun çalışmalar gerektirir. Özellikle İstanbul gibi nüfus artış hızının her dönem diğer bölgelere göre yüksek olduğu bir şehir için oldukça zordur. Nüfus tahmini ile ilgili çalışmalarda pek çok etken düşünülmeli ve önceki çalışmalarla şimdiki durum karşılaştırılarak seçilen halihazır duruma uygun değerlerle hesaplar yapılmalıdır. Gelecekteki nüfus hesaplarının doğru yapılması, yakın ve uzun dönemde seçilen bölgelerinin debi tahminlerinin doğru yapılmasını sağlar. Böylelikle kurulacak altyapı sistemi daha sağlıklı olacaktır ve daha uzun süre sistem sorunsuz çalışacaktır.

Alt yapı uygulamalarının CBS ile bütünleştirilmesi, pek çok konuda kolaylık ve yapılacak uygulamalarda esneklik sağlar. CBS'nin kullanılmaya başlanmasıyla, artık altyapı hizmet kurumlarının çok daha fazla hizmeti, daha hızlı ve güvenilir verebileceği görülecektir. Ayrıca altyapı uygulamalarının CBS yapılması, altyapı hizmet kurumlarının koordinasyonunu sağlayacaktır. Böylelikle aynı tip çalışmaların yapılacağı bölgelerin ayrı ayrı zamanlarda kazılması da önlenilecektir.

Bu tip çalışmalar tüm bölgelere uygulanırsa, İstanbul'un altyapı sorununun ne zaman ve nasıl çözüleceği, mevcut altyapının ne kadar süre sonra yetersiz kalacağı, hangi bölgelerin yeni hatlara ihtiyacı olacağı, planlama yapılacak bölgenin mevcut sisteminin nerelerde problemli olduğu gibi pek çok soruya cevap bulunabilir. Master plan çalışması sırasında detaylı çalışmalar yapılmış, nüfus ve debi tahminleriyle altyapının durumu belirlenmiş ve çözüm önerileri geliştirilmiştir. Ancak bu tip çalışmaların CBS ile birleştirilmesi çok daha yararlı olacaktır. CBS ile oluşturulacak modeller üzerinde uygulanacak senaryolarla, değişik koşullar altında sistemin çalışıp çalışmadığı incelenebilecektir. Ayrıca Coğrafi Bilgi Sistemlerinin, sistemin bakım uygulamaları, gözlemler sonucu elde edilen verilerin sisteme dahil edilerek mevcut verilerle birleştirilmesi, sistemin haritalarla birleştirilmesi ve yönetimi işlevleri de kullanılabilir.

Daha iyi sonuçlara ulaşmak için, Coğrafi Bilgi Sistemleri sadece verilerin bir araya toplandığı ve farklı katmanların istendiği zaman bir arada gösterildiği bir araç olarak değil, mühendislik verilerinin elde edildiği, analiz ve sorgulamaların yapıldığı karar destek sistemleri olarak kullanılmalıdır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri çeşitli alanlara kolaylıkla ve başarıyla uygulanabilir. Aynı zamanda tek bir konunun pek çok isteğine cevap verebilir. CBS, altyapı uygulamalarında sistemin analizi ve sorgulanması esnasında finansal bilgilere de ulaşılmasına olanak sağlar. Bir hattın ne zaman yenilenmesi gerektiğinin belirlenmesinin yanı sıra, bu yenilemenin getireceği maliyet de aynı sistem içinde hesaplanabilir. Çok değişik türdeki verilerin sisteme ilave edilmesiyle bilgi sisteminin uygulama alanı genişletilebilir. Önemli olan herkesin kolaylıkla uyum sağlayıp kullanabileceği bir sistemden farklı disiplinlerde faydalanmasını sağlamaktır. Oluşturulan coğrafi bilgi sisteminin kullanıma alanı genişledikçe, veriler çoğaltıldıkça çok daha değişik analizler yapma olanağı ortaya çıkacak ve farklı sonuçlar da elde edilebilecektir.

KAYNAKLAR

- Bramwell, D and Parikh, D**, 2002. Wastewater Flow Estimating and Planning Tools Using GIS, *ESRI 2002 User Conference*,
- Robbins, C and Phipps, S P**, 1996. GIS/ Water Resources Tools Performing Floodplain Management Modeling Analysis, *AWRA Symposium on GIS and Water Resources*, Ft. Lauderdale, Fl.
- Shamsi, U M and Fletcher, B A**, 1996. ArcView Applications in Stormwater and Wastewater Management, *AWRA Symposium on GIS and Water Resources*, Ft. Lauderdale, Fl.
- Cömert, Ç ve Bostancı, H T**, 1999. Kentsel Geliştirme Projeleri için Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Önemi: Trabzon Zağnos Dere Havzası Örneği, *Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemi Uygulamaları Sempozyumu*, Trabzon.
- İSKİ**, 1994. Master Plan Çalışması
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi Web Sitesi**, 2001. Sayılarla İstanbul.
- DİE Web Sitesi**, 2003. Nüfus İstatistikleri ve Sayım Sonuçları.
- İSKİ**, Kanalizasyon Projeleri Teknik Şartnamesi.
- Karpuzcu, M, Borat, M ve Eroğlu V**, 1983. Su Temini ve Çevre Sağlığı Problemleri, *İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası*, İstanbul.
- Yomralıoğlu, T**, 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar, 1. Baskı, Trabzon.
- Çevretek Web Sayfası**, 2003. Çevre Sözlüğü

EKLER

EK A

Tablo A1 Bölgelere göre şehir ve köy nüfusu ve yıllık nüfus artış hızı

Bölgeler	1990 Genel Nüfus Sayımı (1)			2000 Genel Nüfus Sayımı			Yıllık nüfus artış hızı		
							‰		
	Toplam	Şehir	Köy	Toplam	Şehir	Köy	Toplam	Şehir	Köy
Toplam	56 473 035	33 656 275	22 816 760	67 803 927	44 006 274	23 797 653	18,28	26,81	4,21
1. Marmara	13 295 878	10 350 307	2 945 571	17 365 027	13 730 962	3 634 065	26,69	28,26	21,00
2. Ege	7 594 977	4 344 471	3 250 506	8 938 781	5 495 575	3 443 206	16,29	23,50	5,76
3. Akdeniz	7 026 489	4 051 596	2 974 893	8 706 005	5 204 203	3 501 802	21,43	25,03	16,30
4. İç Anadolu	9 913 306	6 412 910	3 500 396	11 608 868	8 039 036	3 569 832	15,78	22,59	1,96
5. Karadeniz	8 136 713	3 337 392	4 799 321	8 439 213	4 137 466	4 301 747	3,65	21,48	-10,94
6. Doğu Anadolu	5 348 512	2 285 798	3 062 714	6 137 414	3 255 896	2 881 518	13,75	35,37	-6,10
7. Güneydoğu Anadolu	5 157 160	2 873 801	2 283 359	6 608 619	4 143 136	2 465 483	24,79	36,57	7,67
(1)	1990 Genel Nüfus Sayımı'nın kesin sonuçları, 2000 Genel Nüfus Sayımı günündeki idari bölünüşe göre yeniden düzenlenmiştir.								

EK B

Tablo B 1 İstanbul ili ve ilçe nüfus sayı msonuçları

İl ve ilçeler		1990 Genel Nüfus Sayımı kesin sonuçları (*)			2000 Genel Nüfus Sayımı kesin sonuçları			Yıllık nüfus artış hızı %		
		Toplam	Şehir	Köy	Toplam	Şehir	Köy	Toplam	Şehir	Köy
GENEL TOPLAM		56473035	33656275	22816760	67803927	44006274	23797653	18,28	26,81	4,21
34	İSTANBUL									
01.	Adalar	19 413	19 413	0	17 760	17 760	0	-8,90	-8,90	-
02.	Avcılar	126 493	126 493	0	233 749	233 749	0	61,39	61,39	-
03.	Bağcılar	291 457	291 457	0	556 519	556 519	0	64,66	64,66	-
04.	Bahçelievler	298 211	298 211	0	478 623	478 623	0	47,30	47,30	-
05.	Bakırköy	301 673	301 673	0	208 398	208 398	0	-36,98	36,98	-
06.	Bayrampaşa	212 570	212 570	0	246 006	246 006	0	14,60	14,60	-
07.	Beşiktaş	192 210	192 210	0	190 813	190 813	0	-0,73	-0,73	-
08.	Beykoz	161 609	142 075	19 534	210 832	172 291	38 541	26,58	19,28	67,94
09.	Beyoğlu	229 000	229 000	0	231 900	231 900	0	1,26	1,26	-
10.	Emineönü	83 444	83 444	0	55 635	55 635	0	-40,53	40,53	-
11.	Esenler	223 826	223 826	0	380 709	380 709	0	53,10	53,10	-
12.	Eyüp	211 986	200 045	11 941	255 912	235 116	20 796	18,83	16,15	55,46
13.	Fatih	462 464	462 464	0	403 508	403 508	0	-13,63	13,63	-
14.	Gaziosmanpaşa	393 667	354 186	39 481	752 389	658 756	93 633	64,76	62,04	86,33
15.	Güngören	213 109	213 109	0	272 950	272 950	0	24,74	24,74	-
16.	Kadıköy	648 282	648 282	0	663 299	663 299	0	2,29	2,29	-
17.	Kağıthane	269 042	269 042	0	345 239	345 239	0	24,93	24,93	-
18.	Kartal	273 572	252 221	21 351	407 865	337 390	70 475	39,93	29,09	119,38
19.	Küçükçekmece	352 926	352 128	798	594 524	593 520	1 004	52,14	52,19	22,96
20.	Maltepe	254 256	254 256	0	355 384	355 384	0	33,48	33,48	-
21.	Pendik	200 907	198 150	2 757	389 657	384 668	4 989	66,22	66,32	59,29
22.	Sarıyer	171 872	160 075	11 797	242 543	219 032	23 511	34,43	31,35	68,94
23.	Şişli	250 478	250 478	0	270 674	270 674	0	7,75	7,75	-
24.	Tuzla	96 150	91 230	4 920	123 225	107 883	15 342	24,80	16,76	113,70
25.	Ümraniye	303 434	242 091	61 343	605 855	440 859	164 996	69,13	59,92	98,92
26.	Üsküdar	395 623	395 623	0	495 118	495 118	0	22,43	22,43	-
27.	Zeytinburnu	165 679	165 679	0	247 669	247 669	0	40,19	40,19	-
28.	Büyüçekmece	142 910	22 394	120 516	384 089	35 860	348 229	98,84	47,07	106,08
29.	Çatalca	64 241	11 550	52 691	81 589	15 779	65 810	23,90	31,19	22,23
30.	Silivri	77 599	26 049	51 550	108 155	44 530	63 625	33,19	53,60	21,04
31.	Sultanbeyli	82 298	82 298	0	175 700	175 700	0	75,82	75,82	-
32.	Şile	25 372	7 872	17 500	32 447	10 262	22 185	24,59	26,51	23,72
	Toplam	7 195 773	6 779 594	416 179	10 018 735	9 085 599	933 136	33,09	29,27	80,72

EK C

Tablo C1 Master plandaki büyüme senaryoları ve nüfus tahminleri

Yıl	1990 Topl a m Nüfus Sayı m	1995 Tah m i n	2000 Tah m i n	2005 Tah m i n	2010 Tah m i n	2015 Tah m i n	2020 Tah m i n	2025 Tah m i n	2030 Tah m i n	2035 Tah m i n	2040 Tah m i n
Düş ük Artış	7 309 190	8 720 003	10 060 919	11 257 319	12 260 756	13 070 068	13 716 220	14 243 589	14 696 461	15 112 829	15 523 359
a . a . gr . (5 yıl)		3 . 6 %	2 . 9 %	2 . 3 %	1 . 7 %	1 . 3 %	1 . 0 %	0 . 8 %	0 . 6 %	0 . 6 %	0 . 5 %
	a . a . gr . (1990-2000) 3 . 2 %			a . a . gr . (2000-2020) 1 . 6 %				a . a . gr . (2020-2040) 0 . 6 %			
Topl a m Alan (ha) 570 856											
Yerleş i k Alan (ha)	79 780										
Ort a l a n a Yoğunl uk (kişi/ha)	13	15	18	20	21	23	24	25	26	26	27
Yerleş i k Yoğunl uk (kişi/ha)	85	106	123	137	150	159	167	173	178	183	188
Şeh irsel Nüfus	6 753 929	8 492 371	9 804 149	10 967 331	11 936 989	12 721 557	13 331 206	13 818 918	14 240 498	14 607 125	14 960 376
Kırsal Nüfus	555 261	227 632	256 771	289 988	323 768	348 511	385 015	424 670	455 963	505 704	562 982

Orta Artış	7 309 190	9 602 273	11 077 214	12 393 187	13 496 903	14 387 080	15 097 782	15 677 823	16 175 918	16 633 858	17 085 378
a . a . gr . (5 yıl)		5 . 6 %	2 . 9 %	2 . 3 %	1 . 7 %	1 . 3 %	1 . 0 %	0 . 8 %	0 . 6 %	0 . 6 %	0 . 5 %
	a . a . gr . (1990-2000) 4 . 2 %			a . a . gr . (2000-2020) 1 . 6 %				a . a . gr . (2020-2040) 0 . 6 %			
Topl a m Alan (ha) 570 856											
Yerleş i k Alan (ha)	79 780										
Ort a l a n a Yoğunl uk (kişi/ha)	13	17	19	22	24	25	26	27	28	29	30
Yerleş i k Yoğunl uk (kişi/ha)	85	117	135	151	165	176	184	191	196	202	206
Şeh irsel Nüfus	6 753 929	9 351 877	10 794 767	12 074 201	13 140 758	14 003 718	14 674 266	15 210 686	15 674 358	16 077 584	16 466 097
Kırsal Nüfus	555 261	250 395	282 448	318 987	356 145	383 362	423 516	467 137	501 560	556 274	619 281

Yüksek Artış	7 309 190	10 484 543	12 093 509	13 529 056	14 733 049	15 704 091	16 479 343	17 112 057	17 655 374	18 154 888	18 647 397
a . a . gr . (5 yıl)		7 . 5 %	2 . 9 %	2 . 3 %	1 . 7 %	1 . 3 %	1 . 0 %	0 . 8 %	0 . 6 %	0 . 6 %	0 . 5 %
	a . a . gr . (1990-2000) 5 . 2 %			a . a . gr . (2000-2020) 1 . 6 %				a . a . gr . (2020-2040) 0 . 6 %			
Topl a m Alan (ha) 570 856											
Yerleş i k Alan (ha)	79 780										
Ort a l a n a Yoğunl uk (kişi/ha)	13	18	21	24	26	28	29	30	31	32	33
Yerleş i k Yoğunl uk (kişi/ha)	85	128	148	165	180	192	201	208	214	220	225
Şeh irsel Nüfus	6 753 929	10 211 385	11 785 384	13 181 070	14 344 526	15 285 876	16 017 358	16 602 453	17 108 219	17 548 043	17 971 818
Kırsal Nüfus	555 261	273 158	308 125	347 986	388 522	418 213	462 026	509 604	547 156	606 845	675 579

ÖZGEÇMİŞ

Arzu Sakız, 1971 yılında Manisa'da doğdu. İlk öğrenimini Bergama Zübeyde Hanım İlkokulunda, orta öğrenim ve liseyi Bergama Lisesinde tamamladı. 1989 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği bölümünde başladığı lisans eğitimi 1993 yılında tamamladı. 1993 - 1997 yılları arasında İzmir Çiğli Belediyesinde Kontrol mühendisi olarak görev yaptı. 1997 yılı Ekim ayından beri İstanbul'da İMECE A.Ş. firmasında görev yapmaktadır. 2001 yılında İTÜ İnşaat Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği bölümünde yüksek lisans eğitimi başladı.