T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İÇME SUYU VE KANALİZASYON UYGULAMALARINDA PROJELENDİRME VE YAPIM AŞAMALARINDA KONUM DOĞRULUĞUNUN İNCELENMESİ

NİHAN ERDOĞAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GEOMATİK PROGRAMI

DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ RAMAZAN GÜRSEL HOŞBAŞ

İSTANBUL, 2019

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İÇME SUYU VE KANALİZASYON UYGULAMALARINDA PROJELENDİRME VE YAPIM AŞAMALARINDA KONUM DOĞRULUĞUNUN İNCELENMESİ

Nihan ERDOĞAN tarafından hazırlanan tez çalışması 21.05.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi R. Gürsel HOŞBAŞ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi R. Gürsel HOŞBAŞ

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Atınç PIRTI

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Halil ERKAYA

İstanbul Okan Üniversitesi _____

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmam esnasında tüm deneyimi ve bilgisi ile bana yardımcı olan tez danışmanım Sn. Dr. Öğr. Üyesi Ramazan Gürsel HOŞBAŞ' a ve çok kıymetli hocalarım Sn. Prof. Dr. Halil ERKAYA ve Sn. Prof. Dr. Atınç PIRTI' ya destekleri ve katkıları için teşekkür ediyorum. Ayrıca tez süresince hiçbir konuda benden desteğini esirgemeyen Sn. Arş. Gör. Dr. Nedim Onur AYKUT' a, arazi çalışmalarımda bana yardımcı olan Sn. Burak ALTUN' a, tüm çalışmalarım esnasında desteklerini hissettiğim müdürlerime ve mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Harita mühendisliğini tercih etmemde ve bugünlere gelmemde en büyük faktör olan, hayatı boyunca doğru bir insan olabilmemiz için çalışan ve kendisini her zaman örnek aldığım canım babam Harita Mühendisi Sn. Hüseyin BOZTAŞ' a her konuda bana yol gösterici olduğu için minnettarım.

Ayrıca bu sürecin başlamasına vesile olup başından sonuna kadar her anımda gerek sabrı gerekse anlayışıyla yanımda olan eşim Atıl ERDOĞAN' a, çalışmalarım esnasında çok özlediğim, varlığıyla beni daima mutlu eden biricik oğlum Doruk ERDOĞAN' a ve her zaman desteklerini arkamda hissettiğim canım aileme içtenlikle teşekkür ederim.

Mayıs, 2019

Nihan ERDOĞAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ vii

KISALTMA LİSTESİ viii

ŞEKİL LİSTESİ x

ÇİZELGE LİSTESİ xii

ÖZET xiii

ABSTRACT xv

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1
1.2 Tezin Amacı 3
1.3 Hipotez 3

BÖLÜM 2

COĞRAFİ KONUM VE GPS 4

2.1 Coğrafi Konum Kavramı 4
2.2 Küresel Konum Belirleme Sistemi (GPS) 5
2.2.1 GPS Sinyal Yapısı 6
2.2.2 GPS' in Çalışma Prensibi 7
2.3 GPS İle Konum Belirleme 7
2.3.1 Gerçek Zamanlı Kinematik Yöntem 8
2.4 GPS İle Konum Belirlemede Doğruluk Ölçütleri 11
2.4.1 UERE Kavramı 11
2.4.2 Duyarlık Kaybı (DOP) Faktörleri 12
2.4.3 Diğer Doğruluk Ölçütleri 14

BÖLÜM 3

ALTYAPI UYGULAMALARI 16

3.1 İçme Suyu Uygulamaları 18
3.1.1 Su Kaynakları 20
3.1.2 Su Temininde Karşılaşılan Sorunlar 21
3.1.3 Su Şebekelerini Oluşturan Elemanlar 22
3.2 Kanalizasyon Uygulamaları 22
3.2.1 Kanalizasyon Sistemlerinin Sınıflandırılması 26
3.2.2 Kanalizasyon Sistemi Baca Türleri 28
3.2.3 Atıksu Kaynakları 30

BÖLÜM 4

İÇME SUYU VE KANALİZASYON UYGULAMALARINDA PROJELENDİRME VE YAPIM 32

4.1 İçme Suyu Sisteminin Planlanması 36
4.2 Kanalizasyon Sisteminin Planlanması 38
4.3 Harita Çalışmaları 40
4.4 Yapım Uygulamaları 42

BÖLÜM 5

UYGULAMA 50

5.1 Çalışma Alanı 50
5.2 Kanalizasyon Uygulaması 52
5.2.1 Yatay Konumların Belirlenmesi 54
5.2.2 Düşey Konumların Belirlenmesi 60
5.3 İçme Suyu Uygulaması 65

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER 71

6.1 Kanalizasyon Uygulamasının Değerlendirilmesi 71
6.2 İçme Suyu Uygulamasının Değerlendirilmesi 73

KAYNAKLAR 75

EK-A

ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI TASLAK YÖNETMELİK 79

EK-B

KANALİZASYON BACALARINA AİT YATAY KOORDİNATLAR 80

EK-C

EĞİMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI 87

EK-D

KANALİZASYON BACALARINA AİT DÜŞEY KOORDİNATLAR..... 89

EK-E

İÇME SUYU DÜĞÜM NOKTALARINA AİT YATAY KOORDİNATLAR..... 99

ÖZGEÇMİŞ 104

SİMGE LİSTESİ

A	Düzeltme denklemleri katsayılar matrisi
$\overline{e_i}$	Gerçek hata vektörü
Δh	Bacalar arası kot farkı (m)
$\emptyset_d$	Boru dış çapı
L	Bacalar arası mesafe (m)
m	Eğim
n	Ölçü sayısı
$\underline{P}$	Ağırlık matrisi
S	Koordinat farklarının standart sapması
σ	Koordinat bileşenlerinin standart sapması
σ_0	Pseudorange ölçüsünün standart sapması
σ_C	Dairesel standart sapma

KISALTMA LİSTESİ

CEP	Circular Error Probable
CORS	Continuously Operating Reference Stations
C/A Kod	Coarse/Acquisition Kod
DoD	Department of Defence
DOP	Dilution of Precision
DSİ	Devlet Su İşleri
ED-50	European Datum 1950
FOM	Figure of Merit
GDOP	Geometric Dilution of Precision
GNSS	Global Navigation Satellite Systems
GPS	Global Positioning System
HDOP	Horizontal Dilution of Precision
HGM	Harita Genel Müdürlüğü
ITRF	International Terrestrial Referance Frame
İKÜ	İstanbul Kültür Üniversitesi
İLBANK	İller Bankası Anonim Şirketi
İSKİ-UKBS	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi – Uydulardan Konum Belirleme Sistemi
LEP	Linear Error Probable
NATO	North Atlantic Treaty Organization
P Kod	Protected Kod
PDOP	Position Dilution of Precision
PPS	Precise Positioning Service
RMS	Root Mean Square
RTK	Real Time Kinematic
SEP	Spherical Error Probable
SPS	Standard Positioning Service
TDOP	Time Dilution of Precision
TKGM	Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü
TUDKA	Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı
TUSAGA	Türkiye Ulusal Sabit GPS Ağı
UEE	User Equipment Error
UERE	User Equivalent Range Error
URE	User Range Error

VDOP	Vertical Dilution of Precision
VLBI	Very Long Baseline Interferometry
WHO	World Health Organization

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1 Cors-TR İstasyonları 10
Şekil 3. 1 Türkiye' deki yeraltı su kaynakları 18
Şekil 3. 2 2016 yılında kullanılan su kaynaklarının dağılımı 19
Şekil 3. 3 Su deposu inşaası 20
Şekil 3. 4 Kanalizasyon sistemi 23
Şekil 3. 5 2016 verilerine göre deşarj noktalarının dağılımı 24
Şekil 3. 6 Atıksu deşarjı 26
Şekil 3. 7 Polietilen muayene bacası 28
Şekil 3. 8 Beton muayene bacası 29
Şekil 3. 9 Baca elemanları 29
Şekil 3. 10 Parsel bacası ve elemanları 30
Şekil 4. 1 İçme suyu sisteminin akış şeması 33
Şekil 4. 2 Kanalizasyon sisteminin akış şeması 34
Şekil 4. 3 Altyapı sistemlerinin işleyişi 35
Şekil 4. 4 İçme suyu hattı için yapılan hendek kazısı 42
Şekil 4. 5 Düğüm noktalarında bulunan T parçaları 43
Şekil 4. 6 Kanalizasyon hattı için yapılan hendek kazısı 46
Şekil 4. 7 Ahşap iksa 47
Şekil 4. 8 Çelik iksa 47
Şekil 4. 9 Kanalizasyon güzergahı kesiti 48
Şekil 5. 1 Döğer (Afyonkarahisar) uydu görüntüsü 51
Şekil 5. 2 Arazide ölçümü yapılan bacaların projedeki dağılımı 53
Şekil 5. 3 Arazide ölçümü yapılan bacaların projedeki dağılımı 54
Şekil 5. 4 Kullanılan GPS alıcısı ve el ünitesi 55
Şekil 5. 5 Bacaların yatay konumlarının belirlenmesi 56
Şekil 5. 6 Baca koordinat farklarının NetCad kullanılarak hesaplanması 57
Şekil 5. 7 Kanalizasyon bacalarının Y yönündeki koordinat farklarının dağılım grafiği ... 59
Şekil 5. 8 Kanalizasyon bacalarının X yönündeki koordinat farklarının dağılım grafiği .. 59
Şekil 5. 9 Kanalizasyon bacalarına ait konum hatalarının dağılım grafiği 60
Şekil 5. 10 Nivelman ölçümünde kullanılan nivo 61
Şekil 5. 11 Bacaların akar tabanları 62
Şekil 5. 12 Baca akarlarında yapılan nivelman çalışması 62
Şekil 5. 13 Z yönündeki koordinat farklarının dağılım grafiği 64
Şekil 5. 14 Eğimlerin karşılaştırma grafiği 65

Şekil 5. 15 Arazide ölçümü yapılan içme suyu hattının projedeki görüntüsü..... 66
Şekil 5. 16 İçme suyu hatlarının konumlarının belirlenmesi..... 67
Şekil 5. 17 Düğüm noktalarının Y yönündeki koordinat farklarının dağılım grafiği 69
Şekil 5. 18 Düğüm noktalarının X yönündeki koordinat farklarının dağılım grafiği 69
Şekil 5. 19 İçme suyu düğüm noktalarına ait konum hatalarının dağılım grafiği..... 70

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2. 1 DOP faktörleri 13
Çizelge 2. 2 PDOP değerleri için kabul edilen limitler 14
Çizelge 5. 1 Ortalama nivelman hatası 63
Çizelge B. 1 Kanalizasyon bacaları GPS okuma verileri 80
Çizelge B. 2 Kanalizasyon bacaları arazi koordinatları 82
Çizelge B. 3 Kanalizasyon bacalarına ait koordinatlarının karşılaştırılması 83
Çizelge B. 4 Bacaların Y yönündeki koordinat farklarının standart sapma verileri 84
Çizelge B. 5 Bacaların X yönündeki koordinat farklarının standart sapma verileri 85
Çizelge B. 6 Bacaların konum hatalarının standart sapma verileri 86
Çizelge C. 1 Eğim farklarının hesaplanması 87
Çizelge D. 1 Birinci nivelman hattı çizelgesi 89
Çizelge D. 2 İkinci nivelman hattı çizelgesi 91
Çizelge D. 3 Üçüncü nivelman hattı çizelgesi 92
Çizelge D. 4 Dördüncü nivelman hattı çizelgesi 93
Çizelge D. 5 Beşinci nivelman hattı çizelgesi 94
Çizelge D. 6 Altıncı nivelman hattı çizelgesi 95
Çizelge D. 7 Kanalizasyon bacalarına ait kotların karşılaştırılması 97
Çizelge D. 8 Z Yönündeki kot farklarının standart sapma verileri 98
Çizelge E. 1 İçme suyu noktalarına ait koordinatların karşılaştırılması 99
Çizelge E. 2 Y Yönündeki koordinat farklarının standart sapma verileri 101
Çizelge E. 3 X Yönündeki koordinat farklarının standart sapma verileri 102
Çizelge E. 4 Düğüm noktalarının konum hatalarının standart sapma verileri 103

ÖZET

İÇME SUYU VE KANALİZASYON UYGULAMALARINDA PROJELENDİRME VE YAPIM AŞAMALARINDA KONUM DOĞRULUĞUNUN İNCELENMESİ

Nihan ERDOĞAN

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi R. Gürsel HOŞBAŞ

Su, bütün insanlık boyunca varlığımızı devam ettirebilmek için ihtiyaç duyulan en temel gereksinimlerden biri olmuştur. Yüzyıllarca savaşların temel sebeplerinden biri haline gelmiş ve yerleşik hayata geçişte en önemli kriter olarak su kaynaklarına yakınlık dikkate alınmıştır. Yalnızca insanoğlu için değil tüm canlılar için de büyük bir ihtiyaç olan suyu temin etmek ve atıksuyu yaşam alanlarından uzaklaştırmak zorunlu bir gereksinimdir. Ancak herhangi bir su kaynağının varlığı o kaynağın direkt olarak kullanılabilir olması anlamına gelmez. Önemli olan temiz suya ulaşmaktır. Kullanılabilir temiz suyun temini her zaman büyük bir sorun haline gelmiş ve bu sorunun çözümü için çeşitli yöntemler aranmıştır. Bu sebeple içme suyu ve kanalizasyon sistemleri yüzyıllar öncesinden oluşturulmuş, gelişen teknolojilerle birlikte kendini yenilemiştir.

Yaşam alanlarındaki altyapı sistemlerinin durumu ülkelerin gelişmişlik düzeyini gösteren önemli kriterlerden biridir. Bu sebeple uygulanacak bu sistemler için hassas ve titiz çalışmalar yapılmaktadır. Altyapı sistemlerinin kapasitesinin nasıl olacağı, şebekelerin nerelerden geçeceği, konumlarının nasıl olacağı ve planlanan projelerin mevcut duruma nasıl uygulanacağı gözönünde bulundurulmakta ve ihtiyaç durumuna göre gerekli etütler yapılarak projeler hazırlanmaktadır.

Yüksek maliyetler içeren bu yatırımlar gelişmekte olan ülkemiz için de önemli uygulamalardandır. Bu sebeple 12 Ekim 2017 tarih ve 30208 sayılı Resmi Gazetede Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından "İçme ve Kullanma Suyu Temini ve Dağıtım Sistemleri Hakkında Yönetmelik" yayımlanmıştır. Son derece önem arz eden bu yatırımlar için devlet büyük finansmanlar sağlamaktadır. Bu sebeple yapılan yatırımların uzun yıllar boyunca kalıcılığının korunması önem arz eder.

Söz konusu bu çalışmalar yapılırken en önemli parametrelerden biri, projelerde belirlenen hatların araziye aplike edilmesi esnasında projeye uygun olarak konum doğruluklarının sağlanmasıdır. Ayrıca sistemlerin uzun yıllar kullanılabilirliğini devam ettirebilmek için araziye inşaatları tamamlandıktan sonra halihazırdaki mevcut durumlarına ait konum verilerinin saklanması da dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan biridir.

Bu çalışmada içme suyu ve kanalizasyon uygulamaları esnasında hatların konum doğruluklarının önemi incelenmiş ve uygulamaların nasıl yapıldığı anlatılmıştır. Çalışma bölgesi olarak Afyonkarahisar İli' nin Döğer Beldesi seçilmiştir. İller Bankası A.Ş. kontrollüğünde bölgede yapımı devam eden içme suyu ve kanalizasyon yapımı işi kapsamında ölçümler yapılmıştır. Elde edilen veriler yapım işine ait proje verileri ile karşılaştırılarak konum doğrulukları incelenmiştir. Sonuç olarak, proje verileri ile arazi verilerinin yüksek farklılıklar göstermediği görülmüş, farklılıkların olduğu noktaların ise sebepleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su, içme suyu, kanalizasyon, coğrafi konum, GPS

ABSTRACT

PROJECT DESIGN AT DOMESTIC WATER AND SEWAGE SYSTEM APPLICATIONS AND INVESTIGATION OF LOCATION ACCURACY AT MANUFACTURE STAGE

Nihan ERDOĞAN

Department of Geomatic Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assist. Prof. Dr. R. Gürsel HOŞBAŞ

Water has been one the most essential needs for mankind to maintain its existance. It has been one of the main reason of wars for centuries and proximity to water sources taken into consideration as the prime criteria for the transition to settled life. It is a mandatory need to procure water that is a main need for not only for mankind but also for whole living beings, and remove wastewater from habitats. However existence of any water resource doesn't mean that is directly usable. What really matters is reaching clean water. İt has been a great problem of procuring clean water and various methods have been asked for it. Therefore domestic water and sewage systems formed centuries ago and renovated itself by the help of developing technology.

Condition of infrastructure in habitats is one of the most significant criteria that indicates the development level of the country. Therefore sensitive and meticulous studies have been done. It is taken in to consideration that, how infrastructure capacity will be, where network will pass through, how will the locations be and how will the intended projects will be applied to present situation and projects are designed by carrying out essential studies according to the demand.

These high costly investments are significant applications for our developing country. Therefore "İçme ve Kullanma Suyu Temini ve Dağıtım Sistemleri Hakkında Yönetmelik"

was published in offical journal dated on 12.10.2017 with the number of 30208 by the environment and urban planning ministry. Goverment ensure great amount of finance for these substancial investments. So it is important to preserve the permanency of these investments for many years.

One of the most significant parameters while carrying out these studies is to ensure the location accuracy according to the projects during the application stage of tracks, determinated on projects, on the land. Furthermore its noteworthy to keep present situations of the location datas of the systems, after their construction to land is done, to maintain the utility of systems for many years.

In this study the significance of the location accuracy of networks during the domestic water and sewage system applications was investigated and the apply methods were explained. Study field was chosen as Döğer town of Afyonkarahisar city. Measurements have been made on field within the domestic water and sewage construction under control of İller Bankası A.Ş. Datas that obtained were compared to the ones belong to contruction and their accuracy was studied. As a result it is seen that there are no big differences between project and field datas, the reasons of where points where the differences ocur were investigated.

Keywords: Water, domestic water, sewage, geographical location, GPS

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

İnsanoğlu yüzyıllardan beri nasıl bir coğrafyada yaşadığını merak etmiş, çevresini keşfetme arzusu duymuş bulunduğu yerkürenin şeklini ve yerküre üzerinde kendisinin nerede konumlandığını bulma çabasına girmiştir. Haritacılık kavramının temelini oluşturan bu istekler konum belirleme konusunda çalışmaların yapılmasına ve teknoloji ile birlikte çeşitli yöntemlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Farklı teknikler kullanılarak elde edilen konum verileri hesaplanıp belirli ölçeklerde çizimleri yapılarak haritalar elde edilmiştir. Bu sebeple doğru konum verisini elde edebilmek her zaman en önemli nokta olmuştur.

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte konum belirleme tekniklerinde önemli gelişmeler olmuştur. 1957 yılında ilk uydunun uzaya fırlatılmasıyla birlikte uzay jeodezisi başlamıştır ve 1980' li yıllarla beraber Küresel Konum Belirleme yöntemi dediğimiz GPS, hayatımızda yer bulmuştur [1]. Bu sistem klasik geriden kestirme yönteminin uydularla yapılması mantığına dayanan, uzay geriden kestirme tekniğine dayalı bir yöntemdir. Bu yöntemle, dünya üzerinde konumu belirlenmek istenen bir noktada bulunan alıcılar yardımıyla o noktanın üç boyutlu konum bilgileri elde edilebilir [2], [3].

GPS sisteminin gelişmesiyle birlikte elde edilen konum verilerinin doğruluğunun artması, bu teknolojinin her geçen gün daha fazla alanda kullanılmasını sağlamıştır. Elde edilen konum verileri ile çizilen haritalar başta altyapı uygulamaları olmak üzere pek çok mühendislik alanındaki çalışmaya altlık oluşturmaktadır.

Altyapı uygulamaları bir toplumun gelişmişlik düzeyini en güzel yansıtan unsurlardan birisidir. Başta yollar olmak üzere, içme suyu şebekeleri, kanalizasyon şebekeleri, elektrik iletim hatları ve haberleşme hatları gibi yapılan yatırımlar kamu altyapı yatırımları olarak sayılabilir. Bu yatırımlar sanayileşme alanında ve yaşam kalitesinin artırılmasında da önemli görev almaktadır [4]. Ayrıca bu altyapı sistemleri, yerleşim alanlarının gelişiminin kontrol edilebilmesinin ve yönlendirilmesinin en önemli aracıdır. Bir bölgede üst yapının gelişim gösterebilmesi, altyapının gelişimine bağlıdır. Bu sebeple altyapı hizmetleri bir bölgenin iskana açılarak yapılaşmanın olması ve sonrasında da yaşanılabilir bir çevre için gerekli olan tesislerden meydana gelmektedir [5].

İnsanoğlu varolduğu sürece hayatta kalabilmek için suya ihtiyaç duymuş ve yerleşim alanlarını su kaynaklarına yakın yerlerde seçmiştir. Suyun sağlıklı bir şekilde elde edilebilmesi ve kullanılan atıksuların yaşam alanlarından uzaklaştırılması toplumlar için büyük sorun olmuş ve sonucunda da içme suyu ve kanalizasyon uygulamalarının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu nedenlerden dolayı bu uygulamaların planlanması ve uygulama aşamaları büyük titizlik ve pekçok mühendislik disiplininin birlikte çalışmasını gerektirir.

Altyapı planlamaları yapılırken, öncelikle o bölgede yaşayan halkın gereksinimleri, sosyo-ekonomik yapısı, varsa mevcut altyapı sistemlerinin durumu incelenerek uygulamanın yöntem ve araçlarının neler olacağı belirlenmektedir [6].

Yeraltına yapılacak bütün altyapı uygulamalarında, tesislerin konumlarını belirlemek üzere 1097 sayılı “Şehir İçi Yollarında Yeraltı Tesisleri” ve 1068 sayılı “Şehir İçi Yolları – Teknik Altyapı Tesisleri – Planlama ve Yerleştirme Kuralları” adı altında Türk standartları yer almaktadır [6].

Planlanan içme suyu ve kanalizasyon şebekelerinin yeraltında belirli bir düzen içerisinde yerleştirilmeleri gerekmektedir. Bir tesisin veya şebekede bulunan bir hattın ilerideki zamanlarda bakım, onarım gibi sebeplerle aranması durumunda yeraltındaki diğer tesislere zarar verilmemesi gerekir [7]. Bu yüzden uygulaması yapılan altyapı sistemlerinin konum belirleme yöntemlerinden herhangi birisiyle ölçülerek elde edilen verilerin bir plan üzerinde gösterilmesi ve kayıt altına alınması son derece önemlidir.

Her bir hat veya tesis hem yatay hem de düşey konum verileri ve nitelik bilgileri ile birlikte kayıt altına alınmalıdır.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmanın amacı, ülke kalkınmasının en önemli aşamalarından biri olan altyapı sistemleri içerisinde içme suyu ve kanalizasyon uygulamalarında projelerdeki konum verilerinin araziye uygunluğunun incelenmesidir. Uygulamanın mümkün olmadığı alanlarda ise nedenleri araştırılmıştır.

Belirlenen çalışma alanında hem kanalizasyon hem içme suyu çalışmalarında yapımı devam eden hatlar belirlenmiş ve ölçümler yapılmıştır. Kanalizasyon çalışmasında muayene bacalarının düşey konumlarının belirlenmesi için akar tabanlarında nivelman uygulaması yapılırken, bacaların yatay konumlarının belirlenebilmesi için baca kapakları üzerinde CORS uygulaması ile ölçüm yapılmıştır. İçme suyu çalışmasında ise, kazı yapılan hatlarda borular döşendikten sonra hatlar kapatılmadan boru üstlerinden GPS ile alımlar yapılarak konum verileri elde edilmiştir. Elde edilen veriler proje verileri ile karşılaştırlmış ve değerlendirilmiştir.

1.3 Hipotez

Altyapı sistemlerinin projelendirme aşamasından sonra araziye uygulanması aşamasında, gerek vatandaşla yaşanan sıkıntılardan, gerek arazinin mevcut topoğrafyasından gerekse projeye altlık oluşturan imar durumunun mevcut durumu yansıtmamasından kaynaklanan olumsuzluklar yaşanabilmektedir. Ancak sonuç olarak bakıldığında hem içme suyu hem de kanalizasyon ugulamalarının proje verileri ile arazideki imalatların cm hassasiyetinde uyuşum gösterdiği görülmüştür.

BÖLÜM 2

COĞRAFİ KONUM VE GPS

2.1 Coğrafi Konum Kavramı

Sözlüklerde “Herhangi bir yerin dünya üzerinde bulunduğu alan” anlamına gelen coğrafi konum, “bir yapı veya etmenin bulunduğu yerin enlem ve boylam gibi ölçü büyüklükleri ile gösterilmesi” olarak tanımlanabilmektedir [8].

Haritacılık kavramının temelinde yeryüzündeki tüm olguların bir kısmının ya da tamamının coğrafi konumunun belirli teknikler kullanılarak ölçülmesi ve çizilmesi bulunmaktadır. Bir yerin coğrafi konumu belirlenirken yatayda (X ve Y) ve düşeydeki (Z) konumları dikkate alınarak ölçüler yapılır. Söz konusu ölçüler amacına göre yükseklik ve uzunluk ölçüleri olarak gruplandırılır ve her bir grup kendi içerisinde farklı ölçüm teknikleri içerir.

Gelişen teknolojilerle birlikte haritacılık alanında da kullanılan tüm yöntemler geliştirilmiş ve günümüzde yeni teknikler ortaya çıkmıştır. Klasik yöntemlerin aksine artık günümüzde konum belirleme yöntemlerinin içine GNSS (Global Navigation Satellite Systems) kavramı iyice yerleşmiştir. Amerike Birleşik Devletleri tarafından işletilen GPS, Rusya tarafından işletilen GLONASS ve Avrupa Birliği tarafından işletilen GALILEO sistemleri GNSS’ i oluşturmaktadır. GNSS yönteminin pratikliği ve sağlamış olduğu hassas doğruluklar mühendislik çalışmalarında konum belirleme yöntemi olarak kullanılmasını artırmıştır. Sayılan bu üç sistem içerisinde yaygın olarak en çok kullanılan, Amerika Birleşik Devletleri tarafından geliştirilmiş olan GPS sistemidir.

2.2 Küresel Konum Belirleme Sistemi (GPS)

GPS (Global Positioning System) yani Küresel Konum Belirleme Sistemi ilk olarak Amerika'da askeri amaçla tasarlanmış ve günümüzde dünyada en fazla kullanılan konum belirleme sistemi olmuştur. Amerikan Savunma Dairesi (DoD) tarafından askeri çalışmalarda ekonomik bir şekilde konum, zaman ve hız verilerinin hem sürekli hem de güvenli bir şekilde üretilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Sistemi oluşturan uydular her türlü hava koşulunda çalışabilmektedir [9]. İlk olarak İkinci Dünya Savaşı sonrası kullanılan bu sistem 28 Haziran 1983 tarihinde sivil kullanıma açılmıştır [10].

İlk GPS uydusu yörüngeye yerleştirildiğinde ilk kez üç boyutlu (X, Y, Z) ve anlık konum belirlenmiş ve yaklaşık 300 m doğruluğunda sonuç vermiştir [11]. Bu sonuç bile başta tüm bilim insanlarını heyecana düşürürken günümüzde artık santimetre ve milimetre hassasiyetinde konum doğrulukları saptanabilmektedir.

Günümüzde en çok kullanılan konum belirleme yöntemi olan GPS artık her alanda kullanılabilmekte ve doğru sonuçlar sağlamaktadır. Bu sistemin mantığını konum, zaman ve mesafe kavramları oluşturur. Yeryüzünde alıcının bulunduğu herhangi bir noktadan, konumu belli olan uydulara bağlanarak aradaki mesafelerin dikkate alınması ve alıcı ile uydu arasındaki sinyallerin yeryüzüne ulaşma süresinin tespiti ile yeryüzündeki o noktanın konumu belirlenmektedir.

GPS ile yeryüzünde istenilen noktalarda yatay koordinatlar (enlem, boylam veya kartezyen koordinatlar cinsinden) ve elipsoidal yükselik olarak (h) düşey koordinatlar yüksek doğruluklarla belirlenebilmektedir. GPS ile elde edilen yatay konum verilerinin kullanılmasında hiçbir sakınca yoktur. Ancak mühendislik çalışmalarında yükseklik kavramı olarak, o noktanın geoitten olan uzaklığı anlamına gelen ortometrik yükseklik kavramı kullanılmaktadır. Bu sebeple GPS den elde edilen yatay koordinatlar direkt olarak kullanılabilirken elde edilen düşey koordinatların kullanılması uygun bir hesaplama gerektirmektedir [12].

GPS, uzay bölümü, kontrol bölümü ve kullanıcı bölümü olarak üç ana bölümden meydana gelmektedir. Uzay bölümü olarak sınıflandırılan alan uyduları kapsarken, uyduların kontrolünü sağlayan yer istasyonları kontrol bölümü olarak adlandırılır. Yeryüzünde kullanılan GPS alıcıları ise kullanıcı bölümünü oluşturmaktadır.

Uzay bölümünü oluşturan uyduların ortalama ömürleri 7,5 ila 10 yıl arası olarak düşünülmektedir. Bu sebeple sürekli çalışmalar yapılmakta ve düzenli aralıklarla GPS uyduları gönderilmekte ve yörüngelere yerleştirilmektedir.

Kontrol bölümü, izleme istasyonları, ana kontrol istasyonu ve yer istasyonları olarak üç birimden oluşur. Yörüngelerde yer alan tüm GPS uyduları hassas olarak ölçüm yapan bu istasyonlardan izlenmektedir. Ayrıca bu istasyonların konumları da hassas bir şekilde VLBI (Very Long Baseline Interferometry) gibi yöntemlerle belirlenmiştir. Bu istasyonların görevi, uydulara 24 saat kesintisiz gözlem yaparak elde edilen verileri iyonosferik ve meteorolojik veriler ile biraraya getirip ana kontrol istasyonlarına göndermektir. Ayrıca uyduların düzenli bir şekilde çalışmalarını ve günlük olarak kontrollerinin yapılmasını sağlarlar. Ana kontrol istasyonları, izleme istasyonlarından gelen verileri toplayarak, yeni uydu yörünge elemanlarını ve saat bilgilerini GPS uydularına tekrar yüklenmek üzere yer kontrol istasyonlarına gönderir. Yer istasyonları ise ana kontrol istasyonundan gelen bilgileri uydulara geri yükleyen sistemdir [13].

Kullanıcı bölümü ise yeryüzü üzerinde GPS'i kullanarak konumunu bulmaya çalışan bütün GPS alıcılarını ifade etmektedir.

2.2.1 GPS Sinyal Yapısı

GPS sinyalleri gerek askeri amaçlı gerekse sivil amaçlı olsun tüm kullanıcılara en hassas konum doğruluklarını vermek üzere geliştirilmiştir. Bu sebeple sinyaller üzerinde çok çeşitli veri tipleri bulunmaktadır. Taşıyıcı dalga faz ölçüsüsü, uydu konum bilgisi, iyonosferik gecikme düzeltmeleri, multipath tolerans payı bu veri tiplerinden bazılarıdır. Sinyaller üzerindeki bu veri çeşitliliği GPS sinyallerini karmaşık bir yapı haline getirmiştir [14].

GPS uydularından yayımlanan sinyaller içerisinde L1 ve L2 adı verilen yüksek frekanslı iki adet taşıyıcı dalga bulunmaktadır. L1'in frekansı 1574,42 MHz L2'nin frekansı 1227,60 MHzdir.

Uydular ile alıcı arasındaki mesafe, sinyalin uydudan çıktığı andan alıcıya ulaştığı ana kadar geçen süreden elde edilmektedir. Atmosferde bulunan iyonosfer tabakası ise bu sinyallerin hızının, dolayısıyla da elde edilecek sürenin değişmesine sebep olur. Bu

değişim mesafe belirlemede hataya sebebiyet verdiği için iyonosfer tabakasının etkisinin azaltılması gerekmektedir. L1 ve L2 frekanslarının bukadar yüksek olmasının sebebi budur.

Uydulara ait saat düzeltmeleri ve uydu yörünge parametreleri gibi uydulardan alınan veriler, L1 ve L2 sinyalleri ile alıcılara ulaşabilmektedir. Ancak verilerin alıcılara iletilebilmesi için bu sinyaller belirli kodlarla modüle edilmiştir. Tüm uydular aynı taşıyıcı fazla işlem yapmasına rağmen uydu sinyalleri bu kodlar sayesinde birbiri ile karışmamaktadır. L2 sinyali üzerinde P (precision) kodu bulunurken, L1 sinyali üzerinde C/A (coarse/acquisation) kodu ve P kodu bulunmaktadır [15].

2.2.2 GPS' in Çalışma Prensibi

Konum belirlemede klasik jeodezi tekniklerinden biri olan geriden kestirme tekniği GPS' in çalışma prensibinin temelini oluşturmaktadır. Bilindiği üzere geriden kestirme yönteminde, konumu bilinen en az iki nokta kullanılarak konumu bilinmeyen noktaların koordinatları hesaplanır.

GPS'in çalışma prensibinde konumu bilinen noktalar olarak nitelendirilen GPS uydularıdır. Bu noktaların konum verileri sürekli yayımladıkları sinyaller sayesinde kontrol bölümlerinde hesaplanarak elde edilir. Yeryüzünde kullanıcı bölümünden bir GPS alıcısı açıldığı anda uydulardan gelen bu sinyaller alıcı tarafından algılanır ve belirli yazılımlar kullanılarak değerlendirilir [16].

Geriden kestirme yönteminin uygulanabilirliği için noktalar arası mesafelerin de biliniyor olması gerekmektedir. Bu sebeple uydu konumları belirlendikten sonra alıcı ve uyduların arasındaki uzaklığın belirlenmesi de gerekir. Alıcı ile GPS uydusu arasındaki bu mesafeye "Pseudorange" adı verilmektedir. Uydulardan gelen L1, L2 sinyalleri üzerinde bulunan C/A ve P kodları kullanılarak bu mesafe hesaplanır.

2.3 GPS İle Konum Belirleme

GPS teknolojisi pekçok alanda kullanılmakta ve kullanıldığı her alanda ihtiyaç duyulan konum bilgisi farklı hassasiyetlerde istenebilmektedir. Bu sebeple farklı ölçme

yöntemleri ortaya çıkmıştır. Ancak genel olarak bakıldığında GPS ile konum belirlemede "Mutlak" ve "Bağıl (Rölatif)" olmak üzere iki ana yöntem olduğu söylenebilir.

Mutlak konum belirleme yönteminde, tek bir GPS alıcısı kullanılır ve en az 4 uydudan gözlem yapılır. En az dört uydu ile işlem yapılmasının sebebi, minimum 3 uydunun verileri konum belirlemede kullanılırken dördüncü uydu verilerinin ise alıcı saat hatasının giderilmesi için kullanılmasıdır. Yöntemin temeli, geriden kestirme mantığına dayanmaktadır. Sinyalin uydudan çıkıp alıcıya ulaştığı zamana kadar geçen süre ve ışık hızının çarpılmasıyla uydu alıcı arası mesafe elde edilir ve elde edilen mesafe ile uyduların koordinatları kullanılarak GPS alıcısının bulunduğu noktanın konumu belirlenir [17].

Bağıl (rölatif) konum belirleme yönteminde ise, minimum iki adet GPS alıcı kullanılmaktadır. Bu yöntem jeodezik amaçlı yapılan ölçmelerde istenen duyarlıkta sonuçlar verebilmektedir. Bu yöntemde bir noktanın koordinatları başka bir noktanın koordinatları referans alınarak hesaplanır. İki farklı noktada konumlanan alıcılar, aynı uydulara eş zamanlı olarak gözlem yapmaktadır. Bir başka uydunun koordinatları referans alınarak hesap yapılan bu yöntemde elde edilen duyarlık mutlak konum belirlemeye oranla çok daha yüksektir.

Bağıl konum belirleme yöntemlerinde statik ve kinematik olarak iki ana ölçü prensibi vardır. Kinematik yöntemler statik yöntemlere oranla çok daha hızlıdır. Ayrıca nokta koordinatları gerçek zamanlı olarak elde edilebilir. Nokta koordinaların ölçüm anında elde edilebildiği bu yöntem RTK (Real Time Kinematik) yöntemdir.

2.3.1 Gerçek Zamanlı Kinematik Yöntem

Günümüzde bağıl konum belirleme yöntemleri içerisinde en çok kullanılan yöntem RTK (Real Time Kinematik) GPS ile ölçme yöntemidir. Bu yöntemde genellikle hem sabit istasyonda alıcısında hem de gezici istasyonda çift frekanslı GPS alıcıları kullanılmaktadır. Bu alıcılar ile birlikte eşzamanlı ölçümler yapılır.

Sabit GPS alıcısını kurduğumuz nokta referans istasyonu olarak nitelendirilir. Buradaki alıcı ile uydular arasındaki uzunluk, uydu-alıcı koordinatlarından hesaplanan geometrik uzunlukla karşılaştırılır ve böylece faz düzeltmeleri hesaplanır. Bu düzeltme oranı

sinyaller yarıdımıyla gezici alıcılara iletilir ve bu değer ile gezici alıcının bulunduğu noktaların koordinat değerleri hesaplanmış olur [16].

Ölçümlerin başlangıcında tamsayı bilinmeyeninin çözülebilmesi için RTK GPS yönteminde en az 5 uydu görülmelidir ve yaklaşık olarak bir dakika kadar beklenmelidir. Belirsizlik çözüldükten sonra 4 uydunun görülebiliyor olması da ölçmeler için yeterli sayılabilir. Ayrıca, GPS düzeltmelerini elde edebilmek için, sabit alıcının kurulduğu referans noktasının koordinatı hesaplanacak noktaların olduğu yerden 10 km'den daha fazla bir uzaklıkta bulunmaması gerekmektedir. Çünkü aradaki mesafenin artması konum doğruluğunu etkilemektedir [18].

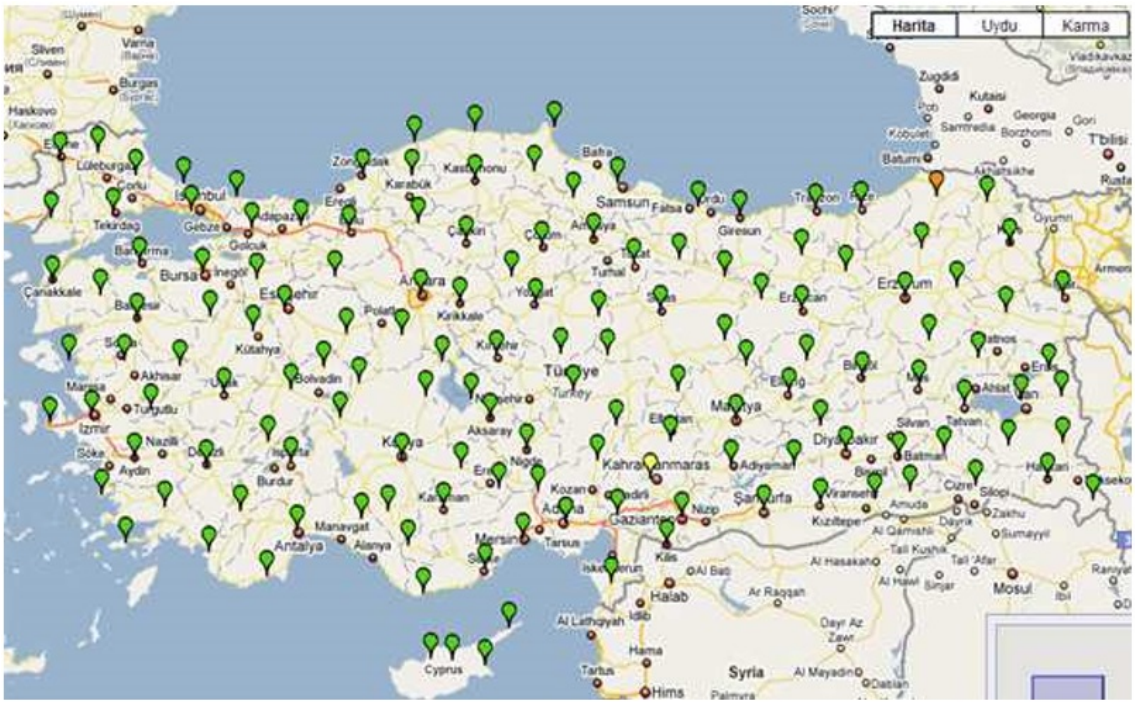
Referans alıcı ile gezici alıcı arasındaki uzaklığın elde edilen verilere etkisinin büyük olması ve çalışma alanının 10 km' yi geçemiyor olması yeni tekniklerin doğmasına sebep olmuştur. Bu kapsamda "Ağ RTK" veya "Ağ Tabanlı RTK" denilen yöntem ortaya çıkmıştır. Ağ RTK yönteminin temelinde, gezici alıcı etrafında çok sayıda referans istasyonu kurulması mantığı bulunur. Bu yöntemde aynı anda birden fazla referans istasyonuna bağlanılabilmekte ve uzaklık hataları modellenerek minimum indirilebilmektedir. Böylece klasik RTK tekniğine göre daha uzun baz uzunluklarında cm doğruluğunda ve gerçek zamanlı konum belirlenebilmiştir [19].

Ağ RTK tekniğinin günümüzde en çok kullanılan şekli CORS (Continuously Operating Reference Stations) tekniğidir. Türkçe açılımı "Sürekli Gözlem Yapan Referans İstasyonu" olan bu sistemde, sabit referans istasyonları 30-100 km mesafe aralıklarıyla yerleştirilmişlerdir. Bu referans istasyonlarının koordinatları bilinmektedir ve sürekli olarak ölçüm yaparlar. Bu ölçümlere ait düzeltmeler hesap merkezlerinde hesaplanır. Elde edilen düzeltme verileri anlık olarak, internet yoluyla veya haberleşme alt yapılarıyla konumu belirlenmek istenen noktadaki alıcıya gönderilir [20].

Ülkemizde bu sistem çerçevesinde ulusal ölçekte çalışan ağ TUSAGA-Aktif (CORS-TR), yerel ölçekte ise İSKİ-UKBS ağıdır.

TUSAGA-Aktif, ilk olarak 2006 yılında İstanbul Kültür Üniversitesi (İKÜ) yürütücülüğünde Harita Genel Müdürlüğü (HGM) ve Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) ile birlikte başlatılan bir çalışmadır. Bu çalışma kapsamında, ülkemizin savunma ve kalkınma alanlarında kullanılacak coğrafi verilerinin hassas ve yüksek doğruluklarda

üretilebilmesi amacıyla CORS istasyonlarının kurulması planlanmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti de dahil olmak üzere Türkiye genelinde 80-100 km mesafe aralıklarıyla, zemini sağlam bölgelerde, 147 adet istasyon yeri belirlenmiş böylece CORS-TR sistemi oluşturulmuştıur. Bu istasyonların yer seçiminde, ülkemizin bir deprem kuşağında yer alması sebebiyle, tektonik hareketlerin belirlenmesine de imkan verecek noktalarda istasyonların bulunmasına ayrıca kullanıcı yoğunluğunun fazla olması sebebiyle de şehir merkezlerinde veya merkeze yakın noktalarda olmasına dikkat edilmiştir [21].



Şekil 2. 1 Cors-TR İstasyonları [22]

TUSAGA-Aktif Sistemi istasyonlar, kontrol merkezleri ve alıcılar olmak üzere 3 ana birimden oluşmaktadır. 147 adet istasyonda birer adet GNSS (GPS + Glonass) alıcısı ve anteni tesis edilmiştir.

Sistemin beyni ise kontrol merkezleridir. TUSAGA-Aktif projesi kapsamında ülkemizde bulunan kontrol merkezleri üç adettir. Bunlardan bir tanesi TKGM' de, bir tanesi HGM' de bir diğeri ise İKÜ' de bulunmaktadır.

Yerel ölçekte çalışan İSKİ-UKBS ağı, İSKİ tarafından altyapı ve üstyapı uygulama işlerinde hızlı bir şekilde hassas veriler elde etmek amacıyla kurulmuştur. Bu sistemde İstanbul ilini kapsayacak uygun bir dağılımla konumlandırılmış 8 adet referans istasyonu

bulunmaktadır. Ağ kontrol ve hesap merkezi, UKBS-08 nokta numarası ile İSKİ' nin Kağıthane' deki genel müdürlüğündedir [23].

2.4 GPS İle Konum Belirlemede Doğruluk Ölçütleri

GPS alıcısı ile GPS uydusu arasındaki mesafe Pseudorange olarak nitelendirilmektedir. Uydu ve alıcı saatlerindeki hatalar, atmosferin iyonosfer ve troposfer etkileri veya sinyallerin yansıma etkileri yani multipath etkisi elde edilmek istenen bu mesafeyi etkileyen hata kaynaklarıdır. Tüm bu hata kaynakları kısaca UERE (User Equivalent Range Error) olarak adlandırılmaktadır [3].

UERE, uydu ve alıcı arasındaki mesafeyi (pseudorange) etkileyen hata kaynaklarının herbirinin karelerinin toplamının karekökü alınarak hesaplanmaktadır. Yani kısacası UERE, uydu-alıcı mesafesinin hatasını ifade eder.

GPS ile yapılan ölçümleri etkileyen bir başka kavram ise, uyduların uzaydaki geometrileridir. Uyduların birbirlerine ve alıcıya olan konumlarının yeryüzünde koordinatı bulunmak istenen noktanın konum verilerinin bulunmasındaki hatalara katkısı duyarlık kaybı yani DOP (Dilution of Precision) olarak ifade edilir. Ölçüm esnasında GPS alıcı ekranında da görülebilen bu değerin yüksek olması, uyduların birbirlerine yakın olduğunu ve uydu dağılımının ölçüm için iyi olmadığını gösterirken bu değerin düşük olması uydu konumlarının ölçüm için çok iyi olduğunu gösterir [3].

Sonuç olarka bakıldığında GPS ile elde edilen konum verilerinin doğruluğu UERE ve DOP değerlerinin büyüklüğüne bağlıdır [3].

2.4.1 UERE Kavramı

UERE, uydu saat hataları, navigasyon mesajı hataları, iyonosferik model hataları, yörünge hataları ve alıcı saat hatalarının bir fonksiyonudur.

UERE kavramı, GPS'i oluşturan bölümlerin üçüne de ait hataların toplamını ifade eder. Ancak sadece uzay ve kontrol bölümlerine ait hatayı incelediğimizde URE (User Range Error) kavramı ortaya çıkarken, kullanıcı bölümüne ait hataları ifade etmek için UEE (User Equipment Error) kavramı ortaya çıkmaktadır. URE, uzay ve kontrol bölümü hatalarından kaynaklandığı için kullanıcılar buna müdahale edemezler. Bu nedenle elde

edilmek istenen konum verilerinin doğruluğu Amerikan Savunma Dairesi DoD (Department of Defence) tarafından Duyarlı Konum Belirleme Hizmeti PPS (Precise Positioning Service) ve Standart Konum Belirleme Hizmeti SPS (Standard Positioning Service) kullanıcıları için belirlenmiş değerlerle sınırlıdır [3].

2.4.2 Duyarlık Kaybı (DOP) Faktörleri

DOP kavramı yeryüzündeki GPS alıcısı ile uyduların birbirlerine göre olan konumlarına bağlı olarak tanımlanan ve UERE ve URE kavramları ile ilişkisini kuran geometri faktörleridir. Yani genel anlmada nakıldığında DOP, dengelemeler sonucunda elde edilen kofaktör matrisinin köşegen elemanlarının bir fonksiyonudur.

Pseudorange ölçüsünün standart sapması σ_0 ve yatay ve düşeydeki koordinat bileşenlerinin standart sapması da σ olmak üzere,

$$\sigma = DOP.\sigma_0 \tag{2.1}$$

ile ifade edilir.

Bu hesaplamalarda ölçüm esnasında herbir uydunun alıcı ile oluşturduğu çiftin uydu-alıcı uzaklıkları korelasyonsuz kabul edilip ağırlık matrisi,

$$\underline{P} = \sigma_0^2.\underline{I} \tag{2.2}$$

ile gösterilir.

Koordinatların dengelenmiş hali ve alıcı saati hatasına ilişkin kofaktör matrisi, “A” düzeltme denklemleri katsayılar matrisi olmak üzere,

$$^{\delta}x = -\left(\underline{A}^T.\underline{P}.\underline{A}\right)^{-1}.\underline{A}^T.\underline{P}.\underline{\Delta\rho_R^{SV}} \tag{2.3}$$

eşitliğinden yararlanarak,

$$\underline{Q}_{ECEF} = (\underline{A}^T.\underline{A})^{-1} = \begin{bmatrix} q_x^2 & q_{xy} & q_{xz} & q_{xt} \\ q_{yx} & q_y^2 & q_{yz} & q_{yt} \\ q_{zx} & q_{zy} & q_z^2 & q_{zt} \\ q_{tx} & q_{ty} & q_{tz} & q_t^2 \end{bmatrix} \tag{2.4}$$

eşitliğinden bulunur.

Bu matrisin köşegenleri kullanılarak DOP verileri elde edilir:

$$GDOP = \sqrt{q_x^2 + q_y^2 + q_z^2 + q_t^2} \quad (2.5)$$

$$PDOP = \sqrt{q_x^2 + q_y^2 + q_z^2} \quad (2.6)$$

$$HDOP = \sqrt{q_x^2 + q_y^2} \quad (2.7)$$

$$VDOP = \sqrt{q_z^2} \quad (2.8)$$

$$TDOP = \sqrt{q_t^2} \quad (2.9)$$

Bu eşitliklerde gösterilen "GDOP" uydu geometrisinin hesaplanan nokta koordinatlarına ve alıcı saati hatasına etkisini yani tüm parametrelere (X, Y, Z ve t) etkisini göstermektedir. "PDOP", uydu geometrisinin yalnızca hesaplanan X, Y ve Z koordinatlarına etkisini, "HDOP" uydu geometrisinin yatay koordinatlara (X ve Y) etkisini, "VDOP" uydu geometrisinin düşey koordinatlara (Z) etkisini, "TDOP" uydu geometrisinin zaman verisine etkisini ifade etmektedir.

Çizelge 2. 1 DOP faktörleri [3]

ADI	**Etkilediği Büyüklük**	**Kullanıldığı Alan**
GDOP	X,Y,Z koordinatları ve Zaman (t)	Teorik ve bilimsel çalışmalarda
PDOP	X,Y,Z koordinatları	3 boyutlu konum bilgisi istenen uygulamalarda
HDOP	Yatay Koordinatlar (X ve Y)	Denizcilik alanında
VDOP	Yükseklik (Z)	Yükseklik bilgisinin önemli olduğu alanlarda
TDOP	Zaman (t)	Zaman transferi uygulamalarında

DOP değerlerinin NATO standartlarında kabul edilebilmesi için belirli değer aralıkları belirlenmiştir. Örneğin PDOP değerleri için kabul edilen değer aralıkları Çizelge 2.2' de gösterildiği gibidir.

Çizelge 2. 2 PDOP değerleri için kabul edilen limitler [3]

PDOP	İYİ	PDOP<6
	Sınır Değer	6<PDOP<10
	KÖTÜ	10<PDOP

Ayrıca,

HDOP değerinin İYİ kabul edilebilmesi için en az 4 olması,

VDOP değerinin İYİ kabul edilebilmesi için en az 4,5 olması,

TDOP değerinin İYİ kabul edilebilmesi için en az 2 olması gerekmektedir [3].

2.4.3 Diğer Doğruluk Ölçütleri

GPS alıcı ekranlarında görülebilen **"FOM"**, diğer bir doğruluk ölçütüdür ve konum ve zaman bilgisine ait hata miktarını belirtir. GPS alıcısının tipi, uyduların geometrisi (DOP), iyonosferik hata FOM verisini tanımlandıran kriterlerdir. Amerikan Savunma Dairesi DoD, tüm bu kriterlere göre FOM verisi için 1 ila 9 arasında sayısal değerler tanımlamıştır. Eğer FOM verisi 1 ise en iyi navigasyon performansı, FOM verisi 9 ise en kötü navigasyon performansı olarak nitelendirilir [3].

GPS sistemlerinin performanslarının anlamlı olabilmesi için elde edilen verilerin olasılık seviyelerinde de ifade edilmesi gerekmektedir. Doğruluk ölçütleri incelendiğinde NATO standartlarında %95 oranında olasılık seviyesine sahip ölçütler **"rms"** olarak adlandırılırken, DoD standartlarında %50 oranında olasılık seviyesine sahip ölçütler **"CEP"**, **"LEP"** ve **"SEP"** olarak adlandırılmaktadır [3].

LEP (Linear Error Probable), 1 boyutlu olup, herhangi bir koordinat eksenindeki olası doğrusal hatayı vermektedir. Her bir eksendeki doğrusal hataların standart sapmaları $\sigma_X, \sigma_Y, \sigma_Z$ olarak kabul edilirse,

$$\text{LEP} = 0{,}6745.\ \sigma_X \tag{2.10}$$

$$\text{LEP} = 0{,}6745.\ \sigma_Y \tag{2.11}$$

$$\text{LEP} = 0{,}6745.\ \sigma_Z \tag{2.12}$$

olarak ifade edilir. Eğer üç standart sapma da eşitse hata elipsoidi bir küre halini alır.

SEP (Spherical Error Probable), 3 boyutlu olup, birbirinden bağımsız olarak 1'den fazla miktarda konum belirlenirse bu konumların %50' sini kapsayan kürenin yarıçapı olarak adlandırılır [3].

$$SEP \cong 0{,}513.(\sigma_X + \sigma_Y + \sigma_Z) \quad (2.13)$$

ile bulunmaktadır.

SEP' in iki boyuttaki karşılığı ise, CEP' tir (Circular Error Probable). Dairesel standart sapma,

$\sigma_C \cong \frac{1}{2}.(\sigma_X + \sigma_Y)$ olmak üzere, (2.14)

$$CEP = 1{,}1774.\sigma_C \quad (2.15)$$

denklemi ile hesaplanabilmektedir.

NATO standartlarındaki %95 olasılıklı doğruluk ölçütleri incelendiğinde "rms" (root mean square) kavramı ortaya çıkmaktadır. Karesel ortalamanın karekkökü anlamındaki rms, gerçek hata vektörlerinin karelerinin toplamının karekökünün ölçü sayısına bölünmesi ile elde edilmektedir [3].

n ölçü sayısı, $\overline{e_i}$ gerçek hata vektörü olmak üzere, iki boyutta rms;

$$RMS(2B) = \frac{1}{n}.\sum_{i=1}^{n}|\overline{e_i}|^2 = \frac{1}{n}.\sum_{i=1}^{n}\sqrt{\Delta X_i^2 + \Delta Y_i^2} \quad (2.16)$$

Üç boyutta rms;

$$RMS(3B) = \frac{1}{n}.\sum_{i=1}^{n}|\overline{e_i}|^2 = \frac{1}{n}.\sum_{i=1}^{n}\sqrt{\Delta X_i^2 + \Delta Y_i^2 + \Delta Z_i^2} \quad (2.17)$$

denklemleri ile hesaplanabilir.

BÖLÜM 3

ALTYAPI UYGULAMALARI

Göçebe bir yaşam süren insanoğlunun yerleşik hayata geçmesinin ardından yaşam alanlarının ihtiyaç duyulan önemli gereksinimlerinden birisi altyapıdır. Altyapı sistemlerinin çokluğu, gelişmişliği ve kullanılabilirliği üst yapıların inşaasında da yönlendirici bir kriter olmaktadır. Artan nüfusla beraber daha çok yaşam alanına ihtiyaç duyulurken buna paralel olarak, uygun altyapı sistemlerinin geliştirilmesi ve nüfus kapasitesini karşılayabilir hale gelmesi de gerekmektedir.

Altyapı uygulamaları bir ülkenin gelişmişlik düzeyini gösteren önemli parçalardan biridir. Bir bölgenin yaşanılabilir olması için gereksinim duyulan ulaşım, haberleşme, su ve kanalizasyon yatırımlarının tümü altyapı uygulamaları olarak sayılabilir. Yollar, su ve kanalizasyon hatları, elektrik iletim hatları, zorunlu teknik alt yapı sistemleri olarak değerlendirilebilirken doğalgaz, telefon, internet gibi hizmetleri ek teknik alt yapı sistemleri olarak değerlendirebiliriz. Zorunlu hizmetlerin tamamlanıp ek hizmetlere geçişin yapılıyor olması ülkelerin gelişmiş olduklarının da bir göstergesidir.

Teknik alt yapı hizmetleri olarak nitelendirdiğimiz bütün uygulamalar, kentlerin imar planları üzerinden projelendirilmekte ve uygulanmaktadır. Dolayısıyla bu sistemlerin uygulanabilir olması yerleşim planlarının olup olmamasıyla doğru orantılıdır.

Günümüzde 3194 sayılı İmar Kanunu' nun 23. Maddesi herhangi bir sahada yapı iznine müsaade verilebilmesi için o sahanın imar planı esaslarına göre uygun bir şekilde parselasyonunun yapılmış olmasını, ayrıca mevcut plana göre içme suyu hatları veya atıksu hatları gibi teknik alt yapısının da olması şartını getirmiştir. Bu maddeyle birlikte

teknik altyapı imkanı olmayan sahaların yerleşime açılmaması amaçlanmaktadır. Ayrıca görülüyor ki teknik altyapı sistemleri, bir arazinin yerleşime açılabilmesinin ön koşulu haline gelmiştir.

Altyapı sistemleri sağlıklı bir kentleşme ve kaliteli bir yaşam standardı için gerekli olan hizmetlerdendir. Bu hizmetler bütün yerleşim alanı içerisinde, yaşayan halkın tamamına yönelik hazırlandığı için bireysellik değil ortak tüketim söz konusu olmaktadır. Bu sebeple bu teknik altyapı sistemlerinin tamamı şebeke özelliği gösterirler.

Kalkınmanın ve gelişmişliğin göstergesi olan bu altyapı sistemleri verilen hizmetin türüne ve özelliğine göre farklılaşmaktadır. Bu hizmetleri sıralayacak olduğumuzda listenin en başına yolları getirmek yanlış olmayacaktır. Yollar kentlerin oluşturulmasında en belirleyici özellik olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca diğer teknik altyapı hizmetlerinin de omurgasını oluştururlar. Ancak yol sistemlerinin ardından listenin başına su ve kanalizasyon sistemlerinin getirilmesi yanlış olmaz. Yerleşik düzene geçilmesinin ardından yolların yapımıyla birlikte ilk yapılan altyapı sistemleri de, varolan ihtiyacın doğrultusunda, su ve kanalizasyon iletim hatları olmuştur.

İnsanoğlu var olduğu sürece, yaşamını sağlıklı bir şekilde devam ettirebilmek için suya ihtiyaç duymuştur ve ihtiyaç duymaya devam edecektir.

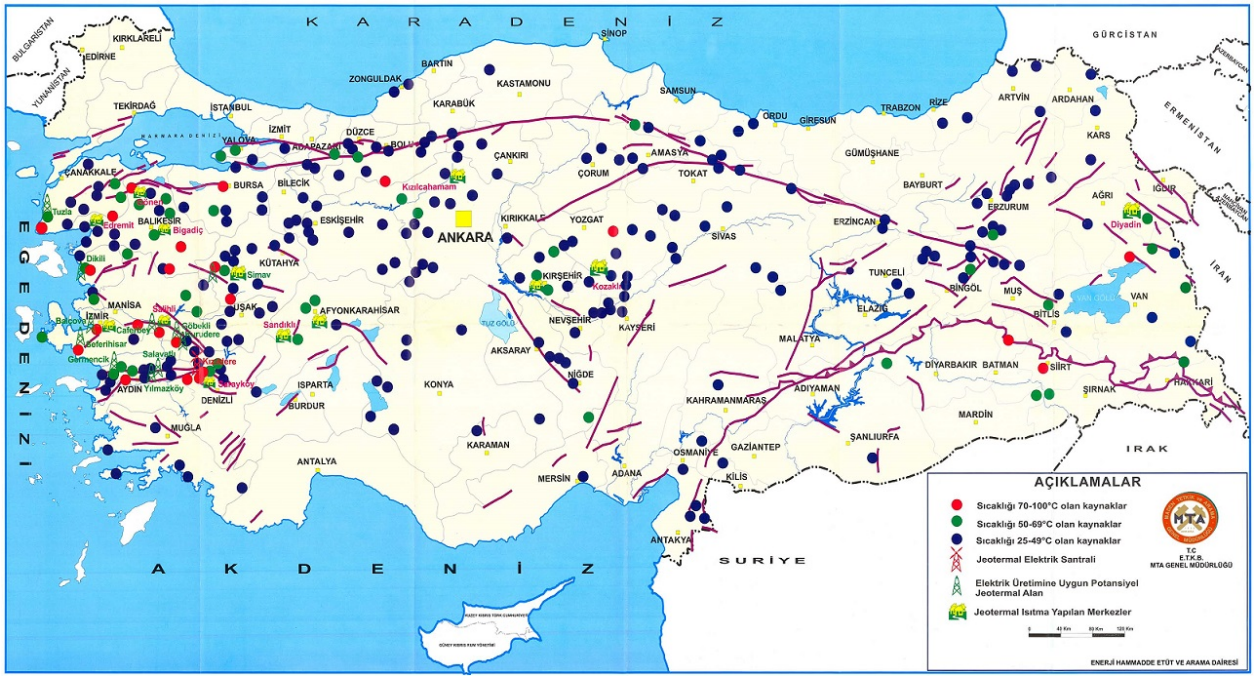
Suya olan ihtiyacın her geçen gün nüfusla birlikte paralel olarak artması su sıkıntılarının yaşanmasına ve su kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılamamasına sebep olmuştur. Bir bölgede herhangi bir su kaynağının var olması o kaynaktaki suyun her durumda kullanılabilir olması anlamına gelmez. Kaynaktan sağlanan suların kullanılabilir ve kolay ulaşılabilir olması için içme suyu projeleri ve uygulamaları yapılmaktadır. Gerekli durumlarda arıtma tesisleri sisteme dahil edilmekte suyun kalitesine ve sertlik derecesine göre klorlamalar yapılarak temiz su elde edilmektedir.

Elde edilen temiz suların kullanımının ardından önemli bir diğer nokta da ortaya çıkan atık suyun sağlığa zarar vermeden bertarafının sağlanmasıdır. Bu noktada bir ülkenin kalkınması süresince yapılması zorunlu olan uygulamalardan biri olan kanalizasyon projeleri ve uygulamaları dikkat çeker.

3.1 İçme Suyu Uygulamaları

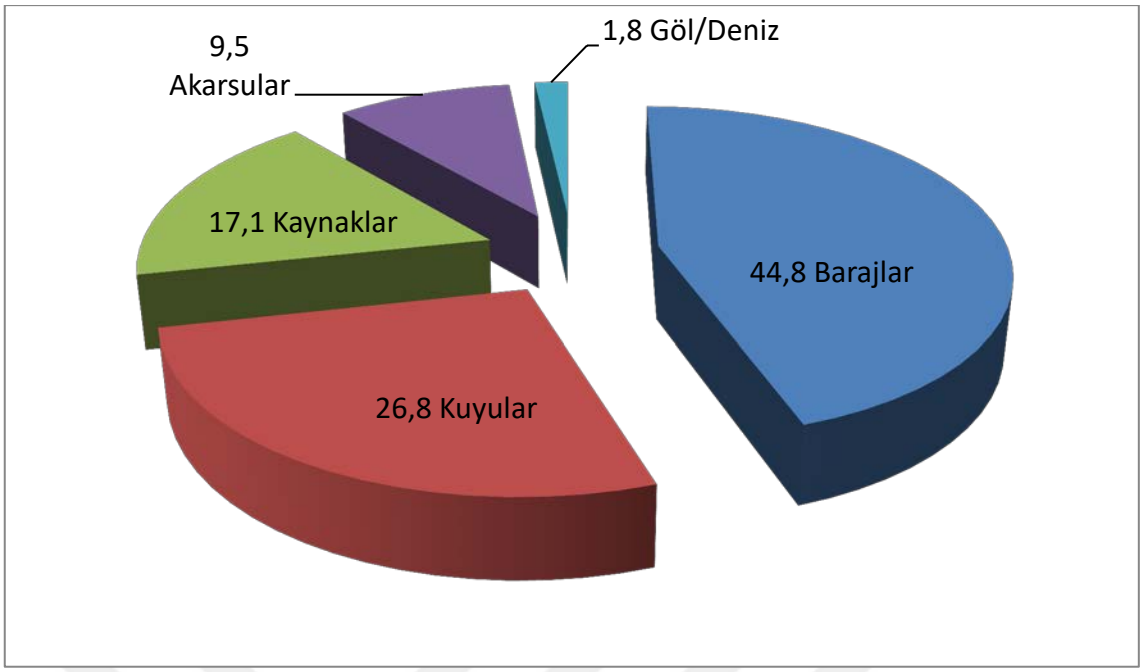
Yerleşik hayata geçişte yerleşim yerinin seçiminde en önemli kriterlerden birisi su olmuştur. Çünkü su, insanoğlunun varlığını sürdürebilmesi için ihtiyaç duyduğu temiz ve sağlıklı yaşamı sağlamaktadır. Tarihte içme suyu sistemine ait en eski kalıntılardan birisi M.Ö. 2800'lü yıllarda Kahire'de bir mermer ocağında çalışan işçilere su temin etmek amacıyla inşa edilen Sedd El Kefere barajıdır. Türkiyede ise en eski su sistemi kalıntılarına Hititler döneminde Hattuşaş' da inşa edilen sarnıç ve hamamlarla rastlanabilir [6], [24].

Türkiye'de su kaynaklarının kullanım durumu tüketilebilecek su miktarının yılda 110 milyar m^3 olduğunu ortaya koymuştur. Bu miktarın yaklaşık 95 milyar $\mathrm{m}^{3'}$ ünün yerüstü sularından, 3 milyar $\mathrm{m}^{3'}$ ünün yurt dışında doğan akarsulardan, 12 milyar $\mathrm{m}^{3'}$ ünün ise yeraltı kaynaklarından sağlanabileceği kabul edilmektedir [25].



Şekil 3. 1 Türkiye' deki yeraltı su kaynakları [26]

Türkiye İstatik Kurumu' nun 2016 yılı verilerine göre Belediyeler tarafından su kaynaklarından içme ve kullanma suyu olarak şebekelere 5,8 milyar m^3 su çekilmiştir. Bu miktarın %44,8 i barajlardan, %26,8 i kuyulardan, %17,1 i kaynaklardan, %9,5 i akarsulardan %1,8 i göl, göletler ve denizlerden sağlanmıştır [27].



Şekil 3. 2 2016 yılında kullanılan su kaynaklarının yüzdesel dağılımı

Ortaya koyulan matematiksel verilerden de görüldüğü gibi içmesuları yeraltı ve yerüstü kaynaklarından sağlanır ve belirli işlemlerden geçirilerek kullanıcılara ulaştırılır. Örneğin yerüstü kaynağı olarak kabul edebileceğimiz göl ve barajlardan elde edilen sular öncelikle arıtılıp dezenfekte edilerek kullanıma sunulurken doğal kaynaklardan elde edilen, sertlik derecesi genellikle düşük olan sular yalnızca klorlanarak kullanılabilirler.

Türkiye İstatik Kurumu' nun 2016 yılına ait belediye su istatistikleri verilerine göre, ülkemizde 1397 belediyeden 1394'üne içme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilmiştir [27]. Neredeyse %100 e yakın olan bu oran ülkemizde su teminine verilen önemi ve gelişmişliği göstermektedir.

Klorlanan veya arıtılan sular kentlerin mümkün olan en yüksek noktalarında bulunan depolarda biriktirilir ve gerek kendi cazibesiyle gerekse pompalar yardımıyla kullanma suyu olarak gönderilir [6].



Şekil 3. 3 Su deposu inşaası [28]

Türkiye'de su ile yapılan çalışmalar bazı kurum ve kuruluşların sorumluluklarında yürütülmektedir. Devlet Su İşleri (DSİ), İller Bankası A.Ş. (İLBANK) ve Belediyelerin Su ve Kanalizasyon İşleri Müdürlüğü bu kurumlardandır.

3.1.1 Su Kaynakları

Yapılacak içme suyu uygulamalarında suyun kaynağının ne olduğu çok önemlidir. Toplama, arıtma ve dağıtım işlemlerinin niteliği su kaynağına bağlı olarak belirlenir [6].

Su kaynakları,

- Yağmur suyu
- Yüzeysel sular
- Yeraltı suları olarak üç grupta sınıflandırılabilir [6].

Yağmur suları genellikle yeraltı veya yerüstü su kaynakları yeterli miktarda olmayan kırsal alanlarda kullanılan bir kaynaktır. Ancak yeterli su kaynağına sahip bir bölge olmasına karşın suyun sertlik derecesinin belirlenen standartların üzerinde olması durumunda da yağmur suları su kaynağı olarak kullanılabilir.

Akarsu ve denizlerden elde edilen sular yüzeysel sular olarak adlandırılırlar. Bu kaynaklardaki su, pompalar ile çıkarılarak kullanım hatlarına iletilmektedir. Toprağın emmediği sular da yüzey suları olarak sınıflandırılabilir. Bu sebeple yağmurlarla birlikte barajlarda biriken suları bu sınıfta gösterebiliriz. Barajlarda toplanan bu sular iletim hatları ile kullanıcılara ulaştırılabilmektedir.

Yeraltı suları ise yağmur sularının yeraltına sızması ile oluşmakta ve tatlı su kaynaklarının büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Biriken sular kuyular yardımıyla yeryüzüne çıkarılır. Ancak deniz kenarındaki yerleşimlerde sular aşırı tuzlu olduğu için elde edilen su içme suyu olarak kullanılamamaktadır. Kaplıcalar ve sıcak sular da yeraltı su kaynakları olarak sayılmaktadır.

3.1.2 Su Temininde Karşılaşılan Sorunlar

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), içme suyu temin sisteminin güvenliğini kalıcı olarak garanti altına almanın en etkili yolunun, oluşturulacak su temin sisteminin, kullanılacak kaynağın beslenme havzasından en son tüketiciye ulaşana kadar bütün aşamalarını içeren kapsamlı bir risk analizi ile sağlanabileceğini belirtmiş ve buna “Su Güvenliği Planı” demiştir [29].

Görüldüğü üzere suyun kaynağından tüketiciye ulaştırılması önemli bir süreçtir. Bu süreçte temin edilecek suların kalitesinin nasıl olduğu, hijyeninin nasıl sağlanacağı, dağıtımın ve işletmenin kayıplar yaşanmadan nasıl yapılacağı içme suyu uygulamaları esnasında karşılaşılan önemli soru işaretleridir. Bütün uygulamalar bu sorunlar göz önüne alınarak planlanır. Örneğin, bazı uygulamalarda su kayıplarını minimize edebilmek amacıyla projelendirme aşamasında sisteme bakım, onarım ve kaçakların kontrolü amacıyla tesisat galerileri dahil edilmektedir. Ayrıca elde edilen suyun kalitesinin düşmemesi için barajların yerleşimden uzak, yapılaşmanın olmadığı alanlarda oluşturulmasına dikkat edilmekte, su havzalarının olduğu bölgelerde sanayi, tarım ve hayvancılık gibi faaliyetlerin yapılması engellenmektedir.

3.1.3 Su Şebekelerini Oluşturan Elemanlar

İçme suyu uygulamalarında suyun temininden kullanıcıya ulaşana kadar geçen aşamalarda içme suyu şebekesinden tam olarak verim elde edilebilmesi için sistemde bir takım yardımcı yapının bulunması gerekir. Yangın muslukları, tahliyeler, vantuzlar ve kapatma vanaları yardımcı elemanlar olarak sınıflandırılabilir.

Yangın muslukları şebekede planlanan hat üzerinde genellikle köşe noktalara koyulur. Ülkemizde kullanılan yangın hortumlarının boyları dikkate alınarak musluklar arasındaki mesafenin 100-150 metreyi geçmemesine dikkat edilir [25].

Şebekeler planlanırken hattın minimum kot dağerine sahip noktalarına tahliye vanaları maksimum kot noktalarına ise vantuzlar yerleştirilir. Evlerdeki musluklar da vantuz görevi görmektedir. Tahliyeler ise, hat içerisinde biriken suyun boşaltılması amacıyla şebekelere dahil edilirler.

İçme suyu hattının işletilmesi aşamasında gerekli olan tadilat, bakım veya onarım durumlarında şebekedeki suyun kesilmesini sağlamak amacıyla hat üzerinde belli noktalara kapatma vanaları koyulur. Bu vanalar genellikle şebekede her sokağı yönetebilecek noktalara yerleştirilir.

3.2 Kanalizasyon Uygulamaları

Kanalizasyon, “pis ve atıksuların özel kanallar yardımıyla belli merkezlerde toplanıp düzenli bir şekilde atılmasını sağlayan sistemler” olarak tanımlanır [30].

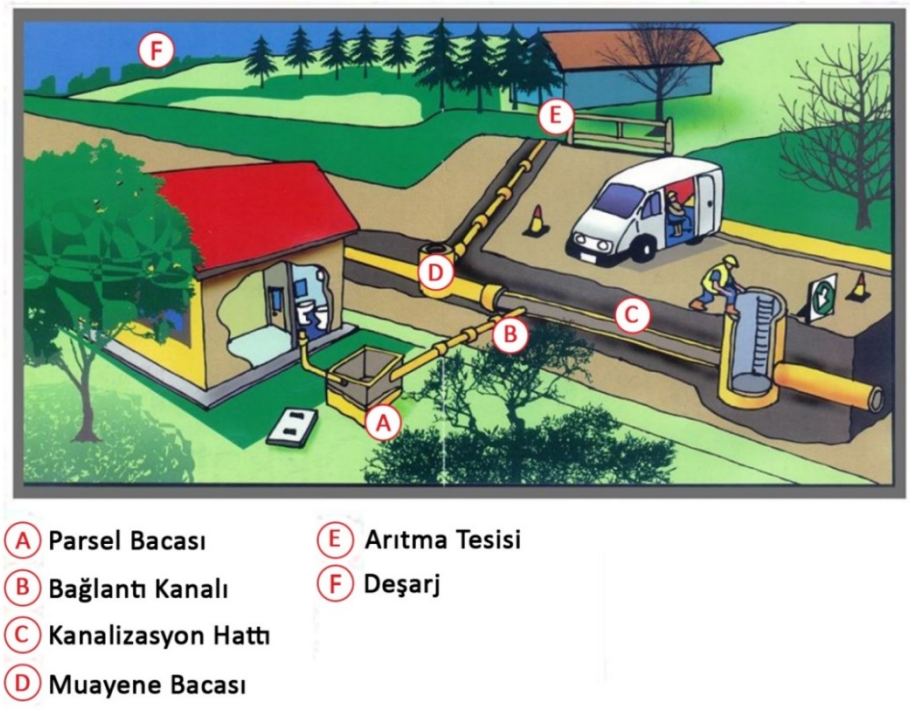
Kanalizasyon sistemleri ise, göçlerle, kentleşmeyle ve nüfus artışıyla birlikte halk sağlığının korunması ve yaşam kalitesinin artırılması açısından son derece önemli olan bir altyapı hizmetidir.

Tarihte kanalizasyon sistemlerinin ilk kullanımına M.Ö. 3000-4000 yılları arasında Babil ve Mısır’da kullanılan atık suların yerleşim alanlarından uzaklaştırılması için açılan hendeklerle rastlanmıştır. Helenistlik ve Roma dönemlerine ait su ve kanalizasyon kalıntıları da günümüze kadar korunmuştur. Bunlara en güzel örnek, ülkemizde İzmir’ de bulunan Efes Antik Kenti’ nde ortaya çıkmıştır [24]. Ayrıca Rönesans döneminde büyük can kayıplarına neden olan salgın hastalıkların nedenlerinden birinin atık sular

olduğunun anlaşılması ile beraber temiz ve pis su kanallarını içeren ideal kent planları yapılmaya başlanmıştır [6]. Bu kapsamda kanalizasyon siteminin ilk büyük örneği Hamburg' da 1840 yıllarında yapılan kanalizasyon sistemidir [31].

Sanayi devriminin kentlerin gelişimine katkısıyla beraber altyapı sistemlerinin değişmesinde de çok büyük etkisi olmuştur. 1831 yılında İngilterede çok büyük bir sağlık sorunu haline gelen kolera salgının sebebinin yerleşim alanlarında açıktan akan atık sulardan kaynaklandığı anlaşılmış bunun üzerine Halk Sağlığı Yasaları (Public Health Act) yayınlanmıştır. 1977 yılında Birleşmiş Milletlerin düzenlediği Mar del Plata Su Konferansı'nda sağlıklı suya erişim, kaynakların korunması ve atıksuların uzaklaştırılması için kanalizasyon şebekelerinin kurulması gündeme gelmiş ve bir eylem planı hazırlanması fikri doğmuştur.

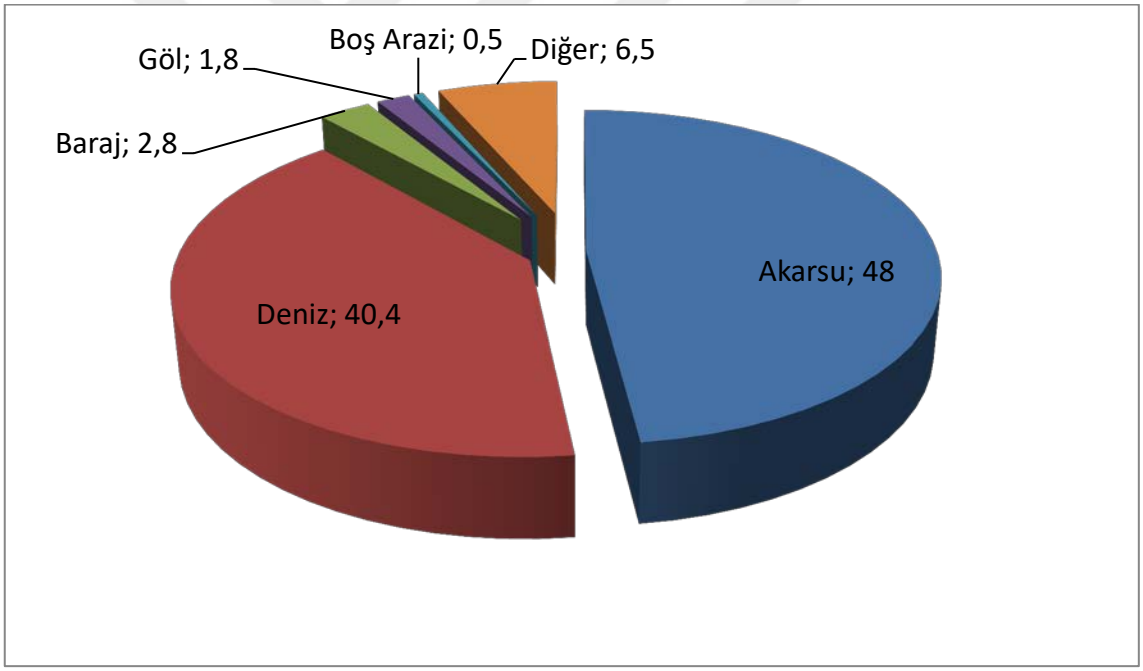
Ülkemizde 1981 yılında 2560 sayılı "İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun" kapsamında kanalizasyon hizmetleri bir kamu hizmeti olarak benimsenmiştir. Daha sonra bu kanun çerçevesinde Türkiyedeki diğer illerde de belediyeler bünyesinde Su ve Kanalizasyon İşleri İdare'leri kurulmuştur [32].



Şekil 3. 4 Kanalizasyon sistemi [32]

Kanalizasyon sistemleri yerleşim alanlarında bulunan en yüksek kottan en düşük kota kadar veya arıtma tesisine kadar olan alanların projelendirilmesinden oluşmaktadır. Atıksuların sağlıklı bir şekilde bertarafını sağlayan bu uygulamalarda yapılardan çıkan atıksular yer altında oluşturulan şebekeler yardımıyla toplanarak atıksu artıma tesislerine veya uygun görülen atık toplama sahalarına iletilir. Bu tesislerde atık sulara çeşitli yöntemler uygulanarak arındırılması sağlanır ve arınan su en yakın bölgedeki su kaynağına (nehir, göl, gölet vb.) deşarj edilir.

Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2016 verilerine göre ülkemizde 1397 belediyeden 1338' ine kanalizasyon şebekesi ile hizmet verilmiştir. Bu şebekeler ile toplanan 4,5 milyar m^3atıksuyun %40,4 ü denizlere, %48 i akarsulara, %2,8 i barajlara, %1,8i göle-gölete, %0,5 i boş arazilere ve %6,5 i diğer alıcı ortamlara deşarj edilmiştir. Deşarj edilen atıksuların ise %85,7 si arıtılmıştır [33].



Şekil 3. 5 2016 verilerine göre deşarj noktalarının yüzdesel dağılımı

Bir kanalizasyon sisteminde yer alan yapılar genellikle,

- Şebeke Hattı
- Toplayıcı Hat
- Kolektör Hattı

- Terfi Merkezi
- Foseptik
- Arıtma Tesisi
- Deşarj Hattı

olarak sıralanabilir.

“Şebeke hatları”, genellikle imar planı sınırları içerisinde kalan kullanılmış suyun toplanmasını sağlayan borulu hatlardır. Bu hatlar sahada mevcut olan içme suyu şebeke hatlarından daha derinde olmak zorundadır. Bu sebeple genellikle 2-3 metre derinlikte kazılarla bu hatlar döşenirken bazen 4-5 metreleri bulduğu da olabilir.

Şebeke hatlarında kullanılan boruların çapları genel olarak 200 mm olmasına karşın nüfusun yoğun olduğu yerleşimlerde mevcut kapasiteyi kaldırabilmesi adına daha büyük boru çapları kullanılmaktadır.

“Toplayıcı hat” olarak nitelendirilen hatlar, şebekeden gelen atık suların toplanarak kollektör hattına iletildiği geniş çaplı boru hatlarıdır. Genellikle 300 mm çapında borular toplayıcı hatlarda kullanılır.

Kanalizasyon şebeke hattından gelen tüm atıksuyu deşarj noktasına ileten büyük çaplı boru hatları ise “kollektör hattı” olarak adlandırılır. Planlanan kanalizasyon sistemi içerisinde arıtma tesisi var ise şebekedeki bütün suyu arıtma tesisine ileten hatlar da kollektör hatlarıdır. Nüfus yoğunluğuna bağlı olarak 400 mm veya daha büyük çaplarda borularla döşenebilirler.

Kanalizasyon sisteminin yapılacağı bölgede topografyanın eğime olanak vermediği, cazibeli akışın mümkün olmadığı durumlarda çok derin kazılar yardımıyla eğim oluşturulabilir. Ancak derin kazıların yerine, bazı noktalarda atıksuyun düşük kottan daha yüksek bir kota akmasını sağlamak amacıyla pompa tesisleri kurulur. Bu pompa tesislerine “terfi merkezleri” denilmektedir. Terfi merkezlerinde dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, olası bir elektrik kesintisinde veya pompalarda yaşanabilecek bir arıza durumunda emme haznesinin dolması durumudur. Böyle bir durumda atıksu sistemde geri tepebilir. Bu durumu önlemek amacıyla terfi merkezlerine uygun kottan bir tahliye yapılmalıdır [34].

Terfi merkezlerinin yapımları oldukça maliyetli olduğu için bazı projelerde eğimin cazibeli olarak devam etmesi istenebilir. Bu gibi durumlarda, ana şebeke hattından bağımsız noktalarda özel pissu depoları inşa edilerek “fosseptik sistemi” uygulaması yapılır. Bu sistemler ana şebeke hattını etkilemez. Bulunduğu bölgede, kendi içerisinde bir kanalizasyon sistemi olarak görev yapar ve atıksular depolarda biriktirilir. Depolar dolduğu zamanlarda da vidanjörler aracılığı ile çekilerek tahliyesi sağlanır [34].

Toplanan atıksuların deşarj edilecek noktaya ulaşmadan önce içeriğindeki zararlı madde, gaz ve bakterilerden temizlenmesi gerekmektedir. Bu sebeple “arıtma tesisleri” inşaa edilir. Bu tesisler mümkün olduğunca dere, göl, gölet gibi deşarjın yapılabileceği yerlere yakın konumda tesis edilirler.

Son olarak tüm kanalizasyon şebekesinde toplanan suyun arıtma tesislerinde arıtıldıktan sonra deşarj noktasına iletilmesini sağlayan hatlara “deşarj hattı” denilmektedir. Arıtma tesislerinde arıtılan suların deşarj hatları ile dere, göl gölet veya deniz gibi noktalara ulaştırılması bütün dünyada kabul gören bir uygulamadır [35].



Şekil 3. 6 Atıksu deşarjı [36]

3.2.1 Kanalizasyon Sistemlerinin Sınıflandırılması

Atıksuların toplanması ve uzaklaştırılmasında bugün için dünyada ve ülkemizde, “birleşik sistem” ve “ayrık sistem” olmak üzere iki ayrı grupta kanalizasyon sistemlerini sınıflandırmak mümkündür. Kanalizasyon sistem planları oluşturulurken kentin yapısı dikkate alınır ve bu iki sınıftan hangisi ile kanalizasyon uygulaması yapılacağına karar

verilir. Bazı yerleşim alanlarında ise her iki sistem de arazide uygulanmaktadır. Bu şekilde uygulanmış olan sistemlere ise “karma sistem” adı verilir.

Birleşik sistemde, yerleşim alanlarında yağmursuyu ve atıksu aynı mecralarda toplanarak birlikte arıtılmakta ve deşarj edilmektedir. Ancak bu sistemlerde kullanılan boru çaplarının çok büyük olmasından dolayı maliyetleri fazladır. Ayrıca yağmursuları ile pis sular aynı arıtma işlemine tabi olacakları için arıtma tesislerinin kapasitesi büyüyecek doğal olarak da arıtma tesisi maliyetleri de artacaktır. Ayrıca yağmursularının taşımış olduğu maddeler boru içlerinde çökelerek hatların sık sık tıkanmasına neden olacaktır. Bu sebeplerden dolayı birleşik sistem uygulamaları günümüzde pek tercih edilen sistemler değildir. Ağırlıklı olarak Londra ve Paris gibi eski yerleşimli şehirlerde görülmektedir. Ülkemizde ise 1959 yılına kadar İstanbul’da birleşik sistem uygulanmış ancak o tarihten sonra ayrık sisteme geçilmiştir [32]

Ayrık sistemlerde ise, yerleşim alanlarından çıkan atıksu ve yağmur suları ayrı ayrı mecralarda toplanarak uzaklaştırılmaktadır. Pissular bir arıtma tesisinde arıtılarak deşarj edilmektedir. Ayrıca sanayi bölgelerinde sanayi atıklarının çok yüksek derecede zararlı olması ve özel arıtmayı gerektirdiği durumlarda sanayi atıkları için de ayrı bir toplama sistemi gerekebilir.

Ülkemizde ilk olarak 1959 yılında hazırlanan proje ile birlikte İstanbul’ da ayrık sisteme geçilmiştir [6]. Günümüzde de planlanan kanalizasyon sistemlerinin çoğunluğu ayrık sistem olarak planlanmıştır. Ancak uygulamaya bakıldığında yağmur sularının bu sisteme dahil edildiği ve birleşik sistem olarak çalıştığı görülmektedir. Bunun sebebi belediyelerin yapım maaliyeti yüksek olan kanalizasyon sistemlerine öncelik vererek yaptırması ve sonrasında ihtiyaç duyduğu yağmursuyu sistemi için ödenek ayırmayıp kanalizasyon sistemlerine bağlamasıdır. Bu gibi durumlar sebebiyle maalesef yağışlı havalarda kanalizasyon sistemi içerisinde planlanan atık su debisinden daha fazla su debisi meydana çıkmakta ve altyapı sisteminden istenen verim elde edilememektedir.

Altyapısı yapılacak alanlarda hangi kanalizasyon sisteminin uygulanacağının belilenmesinde dikkat edilmesi gereken bazı kriterler vardır. Ekonomik olanaklara, çevrenin sosyal durumuna, gelir dağılımlarına, yerleşim biçimlerine, topografik yapıya ve jeolojik yapıya, meteorolojik şartlara bakılarak planlamalar yapılmalıdır.

Kanalizasyon sistemlerinin kendi içerisinde de bileşenleri mevcuttur. Planlamalar yapılırken bu bileşenlerin nerede ve nasıl konumlandırılacağı, kaç adet kullanılacağı gibi kriterler göz önüne alınmalıdır.

Kanalizasyon sistemlerindeki bu bileşenler iç bağlantı tesisleri ve dış bağlantı tesisleri olarak sınıflandırılabilir. İç bağlantı tesisleri, bina içindeki tesisatları nitelendirirken dış bağlantı tesisleri ise, kanalizasyon şebekesini, kanalizasyon baca türlerini ve varsa arıtma tesislerini de içine alan tesisleri nitelendirir.

3.2.2 Kanalizasyon Sistemi Baca Türleri

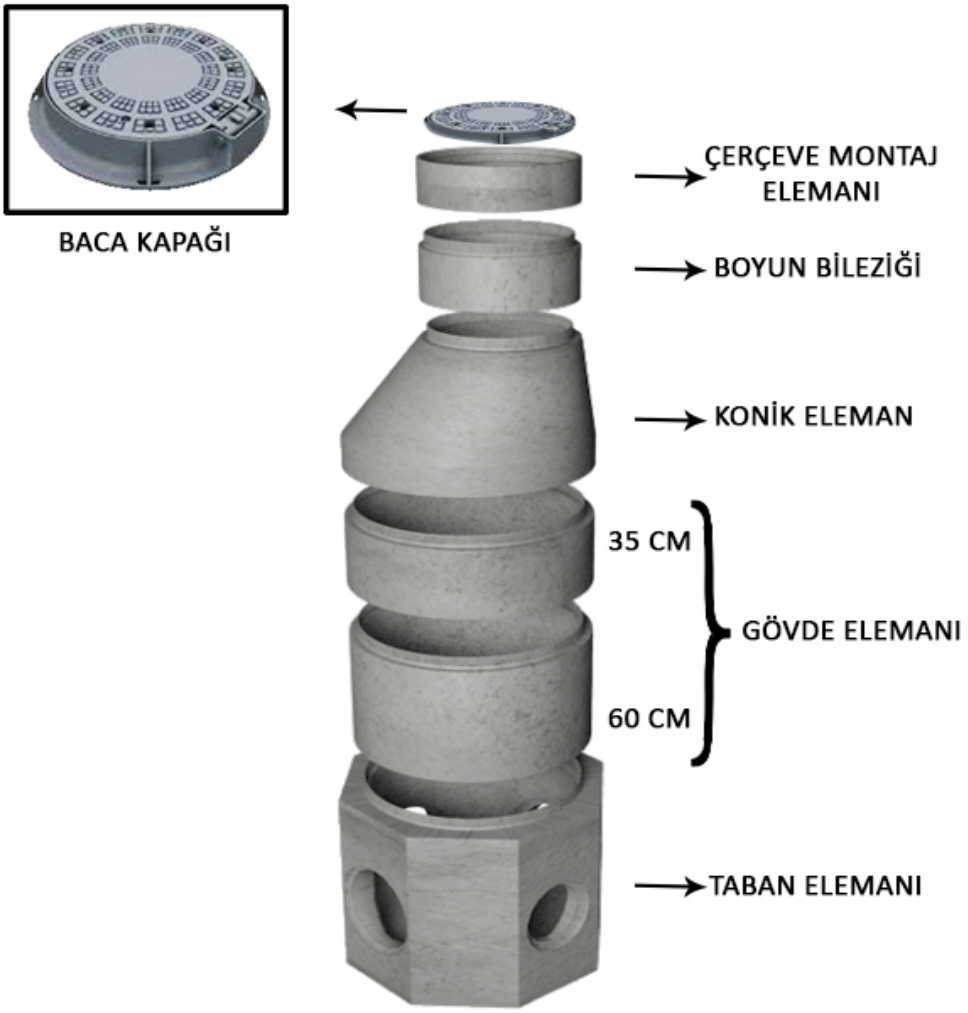
Kanalizasyon sistemlerini oluşturan bacalar genel olarak iki şekilde sınıflandırılmaktadır. Bunlardan ilki halk arasında rögar olarak bilinen "muayene bacaları"dır. Bu bacalar kanalizasyon hatlarında şebeke üzerinde bulunan, kontrol, havalandırma veya hatlarda dönüş amaçlı kullanılan bacalardır. Genellikle beton malzemeden üretilmelerine karşın, yeraltı su seviyelerinin yüksek olduğu bölgelerde polietilen malzemeden yapılan muayene bacaları da kullanılmaktadır [34].



Şekil 3. 7 Polietilen muayene bacası [37]



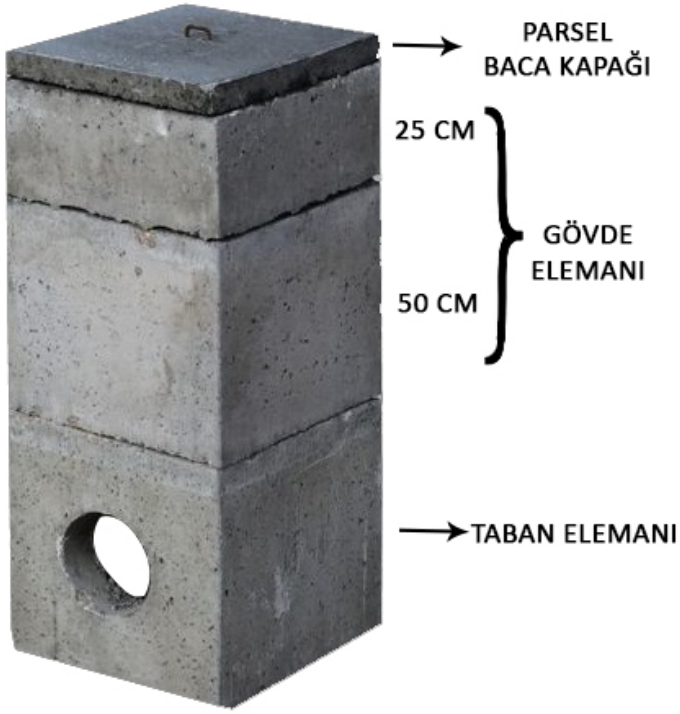
Şekil 3. 8 Beton muayene bacası (Döğer (Afyonkarahisar))



Şekil 3. 9 Baca elemanları [38]

Muayene bacaları, taban elemanı, gövde elemanı (60 cm veya 35 cm), konik eleman, boyun bileziği, çerçeve montaj elemanı ve son olarak baca kapağı ile toplamda 6 adet parçadan meydana gelmektedir.

Kanalizasyon sistemi baca türlerinin ikincisi parsel bacalarıdır. Parsel bacaları, oluşturulan kanalizasyon sisteminin ilk basamağını oluşturur. Binalardan çıkan atıksuyun kanalizasyon şebekesine bağlanmasını sağlayan yapılardır. Taban elemanı, gövde elemanı ve kapak olmak üzere üç parçadan oluşmaktadırlar.



Şekil 3. 10 Parsel bacası ve elemanları [39]

3.2.3 Atıksu Kaynakları

Bir kanalizasyon sisteminin içerisindeki atıksuların kaynakları pek çok farklı yerden sağlanabilmektedir. Bu sebeple atıksu kaynaklarını,

- Evsel atıksular
- Endüstriyel atıksular
- Yağmursuyu ve sızıntı suları olarak sınıflandırabiliriz.

Evlerimizden ve büro, ticaret veya kamu binası gibi çalışma alanlarından çıkan atıksular evsel atıksular olarak nitelendirilirler. Endüstri tesislerinden, fabrikalardan ve bölgelerinden çıkan atıksular ise endüstriyel atıksular olarak adlandırılır.

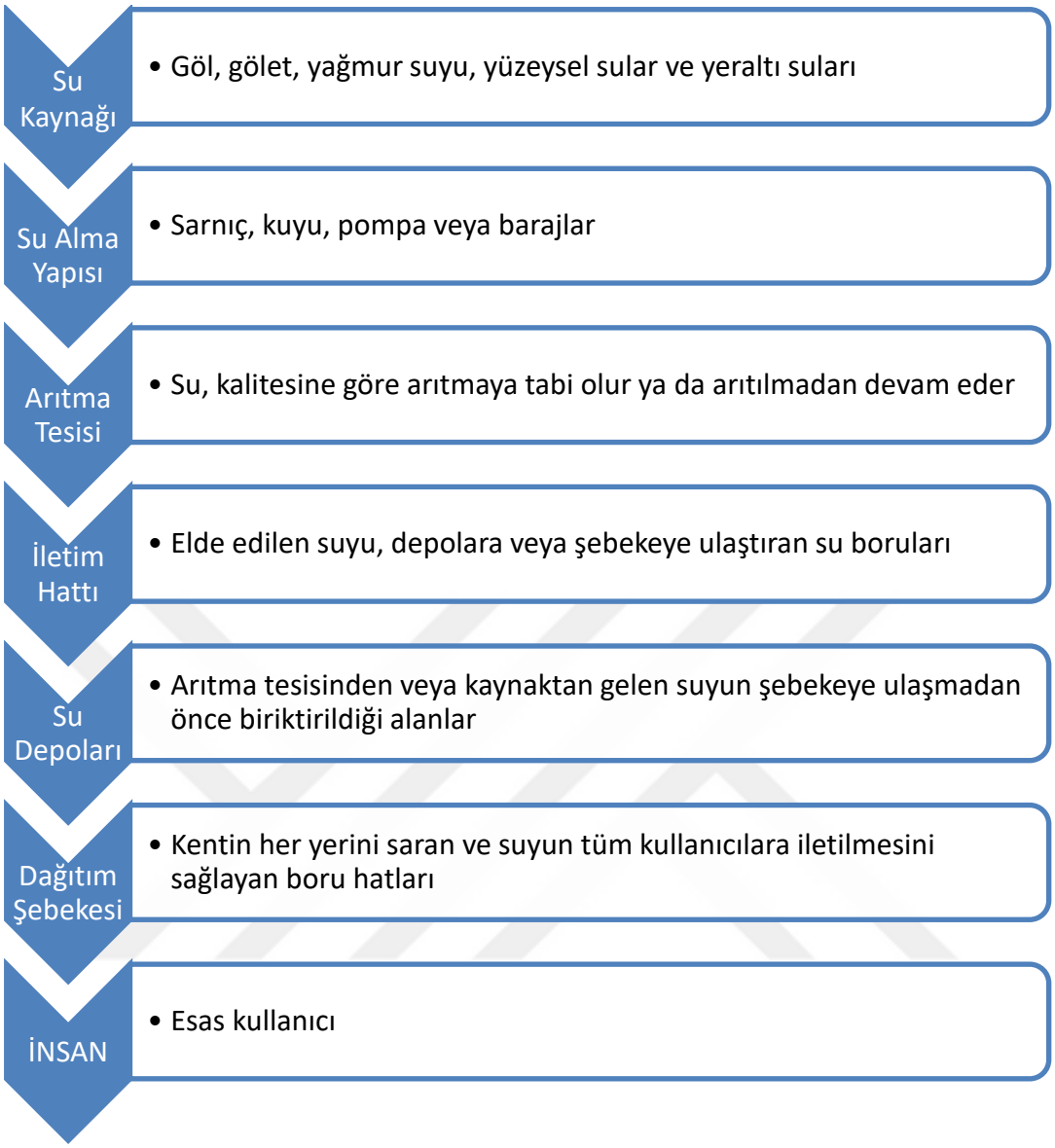
Tüketilen suların yaklaşık olarak %70-80 arası miktarının kanalizasyon sistemlerine döndüğü düşünülürse su tüketimlerine yönelik yapılan kayıtlar evsel atıksu debilerinin miktarlarının hesaplanması için yeterli verilerdir. Ancak aşırı atıksu üretmesine karşın atıksularını kanalizasyon sistemine vermeyen endüstriler debinin yanlış hesaplanmasına sebebiyet vermektedir.

BÖLÜM 4

İÇME SUYU VE KANALİZASYON UYGULAMALARINDA PROJELENDİRME VE YAPIM

Gelişen dünya ve artan nüfuslar göz önüne alındığında kullanılabilir suya olan talep her geçen gün artmaktadır. Bu sebeple gerek yeraltı gerek yerüstü kaynaklarından temin edilen suların kalitesi dikkate alınmalı ve kullanılabilir hale getirilmesi önem arz etmektedir.

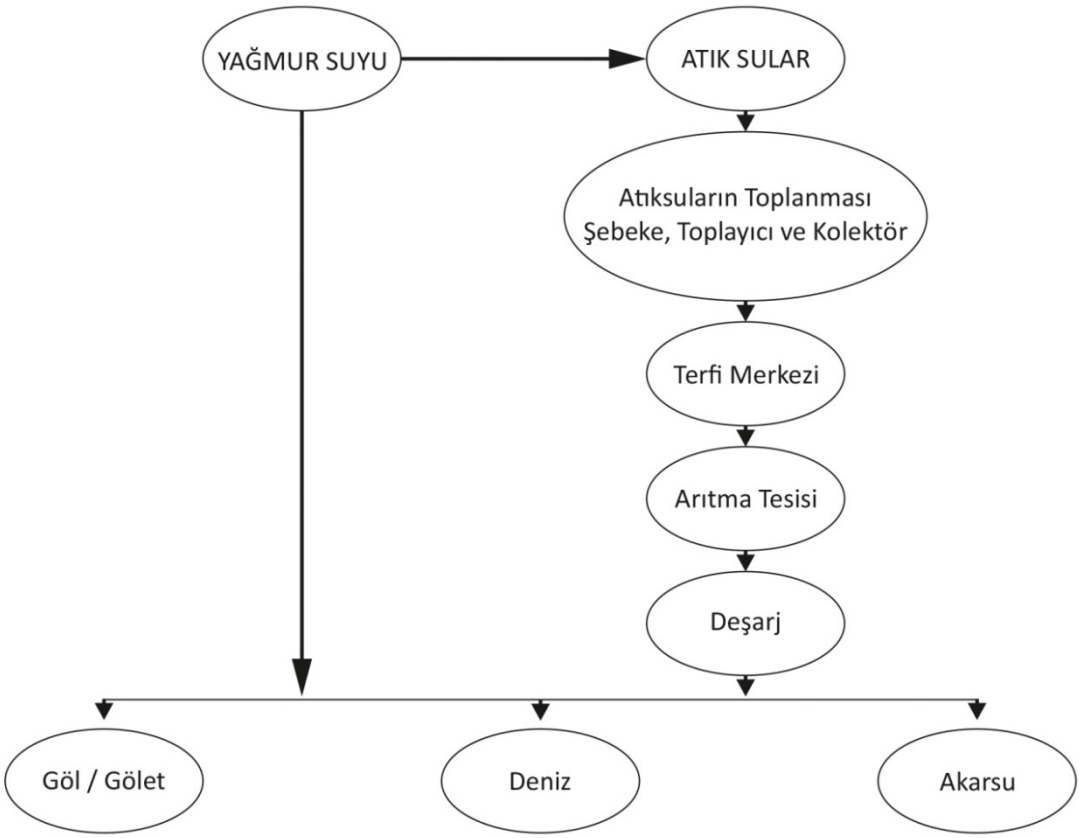
Merkezi su alanlarına yakın olarak kurulan yerleşim alanlarının, günümüzde gelişmesi ve kentlerin büyümesi sebebiyle su hizmetleri çok yönlü bir duruma gelmiştir. Temel olarak suyun kaynağından çıkıp kullanılacağı noktaya gelene kadar geçen süreç günümüzde 6 aşamadan oluşmakta ve sonuçta esas kullanıcıya ulaşmaktadır [24].



Şekil 4. 1 İçme suyu sisteminin akış şeması

Tüm bu süreç işlemeye başlamadan önce su ihtiyacı olan bölge için etüt, planlama ve fizibilite çalışmaları yapılarak projelendirme safhası tamamlanır.

Temiz suya olan ihtiyacın her geçen gün artması kullanılan atık suyun düzenli bir şekilde bertarafının sağlanması ihtiyacını da artırmaktadır. Yaşam alanlarındaki, fabrikalardaki ve diğer tüm yapılardaki kirli suların mevcut bölgelerinden toplanarak daha önceden belirlenmiş noktalarda boşaltılmasını sağlayan boru sistemlerine kanalizasyon denilmektedir. Bir kanalizasyon sisteminin çalışma sistemi Şekil 4.2 de görüldüğü gibidir.



Şekil 4. 2 Kanalizasyon sisteminin akış şeması

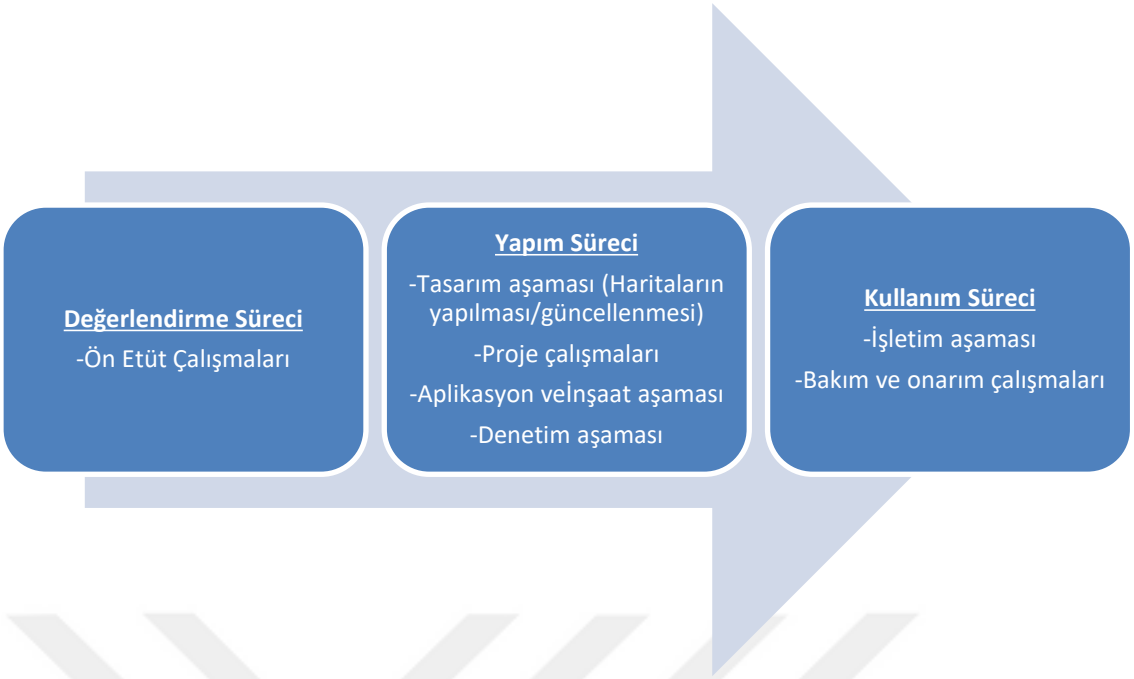
Esas olarak sanayi devrimi ile birlikte gelişim gösteren kanalizasyon sistemlerinin günümüzde en verimli şekilde uygulanabilmesi için öncelikle ihtiyacı olan bölgeye uygun proje planlaması yapılmalı ve daha sonra saha çalışmalarına geçilmelidir.

Görüldüğü üzere içme suyu ve kanalizasyon hizmetleri ortak kullanım gerektiren alt yapı sistemleri olduğu için şebeke özelliğine sahiptirler ve yüksek maliyetli yatırımlar oldukları için uzun yıllar kullanılabilir olmaları gerekir. Bu sebeple plan, proje ve yapım aşamalarının titizlikle yürütülmesi gerekir.

Her altyapı sisteminin işleyişi kendi içerisinde özellikler gösterir ancak genel bir bakış açısı ile incelediğimizde bu sistemlerin işleyişini,

- Değerlendirme süreci
- Yapım süreci ve
- Kullanım süreci

olarak 3 aşamada sınıflandırmak mümkündür.



Şekil 4. 3 Altyapı sistemlerinin işleyişi

Ön etüt çalışmalarında, proje yapılacak sahanın mevcut durumu, halkın ihtiyaçları, gelişim ve kalkınma kriterleri dikkate alınarak en ekonomik yöntem belirlenir.

Yapım süreci denildiğinde anlaşılması gereken yalnızca inşaat aşaması değildir. Tasarım ve proje aşamalarında ön etüt ile belirlenen yönteme göre, altyapı sistemindeki güzergahlar ve şebeke yapıları belirlenir. Çalışmalara altlık oluşturacak halihazır harita ve imar planları güncellenir. Ayrıca arazinin karakteristik yapısına göre kullanılacak malzemelerin niteliğine karar verilir ve arazi alımları da yapılarak proje aşaması tamamlanıp haritalar üzerine işlendikten sonra inşaat aşamasına geçilir.

Belirlenen projelerin arazide uygulanması aşaması da proje planlanması kadar önemlidir. Belirlenen altyapı sistemi, projede belirtilen detaylara ve arazinin mevcut durumuna göre önce araziye aplike edilir, güzergahlar belirlenir daha sonra kazılara başlanır. Tüm bu süreçte, proje kriterlerinin yapılan inşaat ile uygunluğunun kontrolü ve yapımı tamamlanan şebeke sisteminin kayıt altına alınması son derece önemlidir. Bu süreçlerin hepsi denetim aşamasının içerisinde değerlendirilir.

İnşaat aşamasının sonunda istenen altyapı sisteminin kullanıcıların hizmetine açılması beklenir. İşletim aşaması olarak değerlendirebileceğimiz bu aşamada, düzenli olarak yapılan kontrollerle bakım/onarım çalışmaları da tamamlanmış olur.

4.1 İçme Suyu Sisteminin Planlanması

Şekil 4.3 te belirtilen altyapı sistemlerinin işleyişi dikkate alındığında, içme suyu hizmeti için belirlenen kriterlerde de ön etüt çalışmaları her altyapı sisteminde olduğu gibidir. Ancak tasarım ve projelendirme aşamasında içme suyu sisteminin karakteristik özellikleri dikkate alınır. Şebeke güzergahları ve uzunlukları, boruların çapları ve cinsleri ve varsa depo veya pompa gibi şebeke yapılarının kapasiteleri ve yerleri tasarlanır.

Ön etüt çalışması olarak, içme suyu proje yapımlarında öncelikle su ihtiyacı olan Bölgenin idari ve coğrafi durumu gözönüne alınır. Bağlı bulunduğu il-ilçe, mevcut demiryolu veya devlet yoluna olan uzaklığı, genel topografyası, bitiki örtüsü gibi özel durumlar incelenir.

Daha sonra,

- Bölgenin sosyo ekonomik durumu
- İklim koşulları
- Mevcutta bulunan arıtma tesisi, kanalizasyon altyapısı veya enerji tesislerinin durumu,
- Harita ve imar planının olup olmadığı veya revizyon gerekip gerekmediği
- Mevcutta içme suyu tesisisinin olup olmadığı varsa ihtiyaç duyulan su kapasitesinin ne kadarını karşılayabildiği,
- Bölgenin nüfys gelişiminin nasıl olduğu, gelecekteki nüfus ve su ihtiyacının nasıl olacağı

gibi bilgiler gözönüne alınarak durum raporları oluşturulur.

Oluşturulan raporlar gözönüne alınarak bölgenin içme suyu ihtiyacı hesaplanır.

Toplam içme suyu ihtiyacı; evsel, ticari, sanayi, hayvansal ve özel su ihtiyaçlarından oluşur ve bu verilere kayıp-kaçak miktarları da ilave edilerek hesaplanır [40].

Hesaplamaları tamamlanan Bölgede arazi durumu incelenir ve jeolojik çalışmalar yapılır. Bu çalışmalar sonucunda suyun terfi yapısıyla mı yoksa cazibeli olarak mı dağıtılacağına, depoların hacmine ve sayısına, konumuna, boruların çapına ve cinsine

karar verilir. Ayrıca en yakın su kaynaklarında suyun kalitesi, debisi ve yasal durumu irdelenir. Çıkan sonuçlara göre o projede arıtma yapılıp yapılmayacağına, ilgili kuruluşlardan yasal izinlerin alınıp alınmayacağına karar verilir ve içme suyu sisteminin planlanmasına başlanır.

Yapılacak tüm içme suyu sistemleri ön durumları incelendikten sonra, planlama safhasında uygun tasarım kriterlerini sağlamak zorundadır. Ön etüt çalışmaları tamamlandıktan sonra çıkan sonuçlar değerlendirilir ve bir özet rapor oluşturulur.

Raporlama işlemi tamamlandıktan sonra projelendirme aşamasına geçilmiş olur. Bu aşamada harita çalışmaları başlatılır. Boru güzergahları, güzergahların kotları, bağlantı noktaları, depoların konumları belirlenir ve harita üzerine işlenir. Yapılacak projelere altlık oluşturacak bu harita bilgileri için aksi belirtilmediği müddetçe, "Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği" esas alınır. Bu aşamada en önemli adım depo yerinin ve kotunun tespit edilmesidir. Depolar genellikle şebekenin en üst kotundan yaklaşık 25 metre yüksekte tesis edilmektedir [41]. Depo yeri tayininden sonra iletim hattı güzergahı belirlenirken, güzergahın mümkün olduğunca kısa geçirilmesine ancak bataklık, mezarlık, kayalık gibi alanlardan geçmemesine dikkat edilir ve en az sayıda tahliye vantuz yapılacak şekilde planlanması gerekir. Bu özelliklerde bir güzergah belirlendikten sonra iletim hattı plan ve profilleri oluşturulur.

Şebekenin geçeceği araziye ait harita çalışmalarının dışında, temin edilecek suyun kaynağının olduğu bölgede sualtı çalışmaları da yapılmaktadır. Sualtı taban haritasının çıkarılması, zemin yapısının belirlenmesi ve su kütlesinin yapısının incelenmesi amacıyla batimetrik ve oşinografik çalışmalar yürütülür [40].

Harita çalışmalarından sonra planlama aşamasındaki en önemli kriter zemin etüt çalışmalarının yapılmasıdır. Planlanan projelerin inşaası aşamasında arazide karşılaşılabilecek sıvılaşma, oturma-şişme, kayma gibi muhtemel jeolojik sorunların önceden belirlenebilmesi ve gerekli tedbirlerin alınabilmesi için arazi zemin durumunun incelenmesi gerekir.

Harita, zemin etüt ve sualtı gibi yer zemini ile ilgili arazi çalışmalarının tamamlanmasının ardından su alma yapıları, arıtma tesisleri, sanat yapıları, depolar ve şebeke iletim hatlarının planlanmasına geçilir. Su kaynağından elde edilen suyun

kalitesinin yetersiz olması ve yürürlükte olan mevzuata uygun bulunmaması durumunda arıtma tesisi yapımları projelere dahil edilir. Halihazır harita, imar planları ve mevcut durumların kotları dikkate alınarak bu tesislerin proje sahasında nerelere konumlandırılacağı, depoların hacimlerinin, konumlarının ve cinslerinin nasıl olacağı, sanat yapılarının konumlarının ve miktarlarının ne olacağı belirlenir.

Tüm bu kriterler belirlendikten sonra teknik ve ekonomik koşullar da gözönüne alınarak iletim hattında suyun cazibeli mi terfili mi yoksa karışık şekilde mi iletileceğine ve hatların nerelerden geçeceğine karar verilir. Bu hatlar belirlenirken güzergahın kısa olmasına, mevcut yollardan ve jeolojik yapısı uygun olan alanlardan geçmesine ayrıca tüm kullanıcılara ulaşabilir olmasına dikkat edilir.

4.2 Kanalizasyon Sisteminin Planlanması

Kanalizasyon projeleri de içme suyu projelerinde olduğu gibi uzun dönemler kullanılabilir olacak şekilde planlanır. Bu sebeple iyi bir kanalizasyon projesi yapmak için öncelikle bölge halkının nüfusu belirlenmeli, sosyo-ekonomik durumlar dikkate alınmalı ve su tüketim tahminleri yapılarak bir kapasite tayini yapılmalıdır. Ön etüt çalışmaları içerisinde yer alan bu kriterlerle birlikte, mevcut kanalizasyon yapısı, varsa içme suyu veya elektrik gibi diğer altyapı sistemleri incelenmelidir. İncelenen tüm veriler yardımıyla bir çalışma raporu hazırlanır.

Gerekli araştırma ve incelemeler yapıldıktan sonra hazırlanan çalışma raporu ile beraber tasarım ve projelendirme aşamasına geçilir. Bu aşamada, hangi kanalizasyon sisteminin seçileceği, ana boru güzergahları, boruların çapları ve cinsleri, kotları belirlenir. Ayrıca, kullanılmış suyun ne şekilde arıtılacağı, artıma tesisinin nasıl ve nerede yapılacağı, terfi merkezleri yapılacaksa yerlerinin nereler olacağı belirlenmelidir. Tüm bu veriler yardımıyla elde edilen sonuçlar ilk olarak haritalar üzerine işlenir.

Kanalizasyon şebekeleri oluşturulurken öncelikle bu sistemin yapılacağı bölgenin topografik yapısı incelenmelidir. Bu sebeple bölgeye ait mevcut halihazır haritalar temin edilmeli eğer güncel haritalar yok ise, arazide harita çalışmaları yapılarak, bölgenin güncel topografik yapısı çıkarılmalıdır. Gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra

şebeke hatlarının yerlerinin tespitine geçilir. Bu aşamada mevcut imar planları projeye altlık oluştururken ilgili kurum ve kuruluşlardan da yeraltında bulunan diğer teknik sistemlerin (telefon, elektrik, doğalgaz, içme suyu, varsa mevcut kanalizasyon hatları gibi) konumlarının elde edilmesi gerekmektedir.

Bütün bu diğer teknik altyapı sistemleri ile birlikte arazide mevcut olarak bulunan ve bağlantısı sağlanacak binaların konumlarına göre güzergahlar planlanmaktadır. Her eve bir bağlantı yapılacağı öngörülerek parsel bacalarının yerleri ve adetleri ortalama bir şekilde belirlenir.

Proje planlama aşamasında dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta da, jeoteknik çalışmalardır. Kanalizasyon sistemlerinin yapımı esnasında sıkıntı yaşanmaması için bu aşamada sahada araştırma çukurları açılır. Araştırma çukuru çalışmaları ile kanalizasyon sistemi yapılması planlanan alandaki toprak zeminler belirlenir ve zemin haritaları oluşturulur.

Kanalizasyon sistemlerindeki atıksuyun akışının cazibeli olduğu bu şebeke hatlarında olmazsa olmaz esas kural eğimin hat boyunca uygun bir şekilde verilmesidir. Eğimlerde yapılacak hatalar kanalizasyon sisteminin çalışmamasına veya geri akışın olmasına sebep olacaktır. Bu sebeple gerek proje çalışmalarında gerekse yapım aşamasında hatların araziye konumlandırılması büyük önem arz eder. Ayrıca ilgili kurumlardan elde edilen diğer alt yapı tesis bilgileri ve eğim kriteri dikkate alınarak kazı derinlikleri hesaplanmaktadır.

Kanalizayon şebekeleri planlanırken dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta da hatların hiçbir suretle kırıklı yapıda olmaması ve imar yolları boyunca hattın düz bir şekilde devamının sağlanmasıdır. Eğer şebeke üzerinde bir yön değişimi olacaksa bu noktalara mutlaka baca tesis edilir ve dönüşler bu bacalar yardımıyla yapılır.

Dikkat edilmesi gereken tüm kriterler tamamlanıp, kanalizasyon sistemi oluşturulduktan sonra hatlar 1/1000, 1/2000 veya 1/5000 ölçekli imar planları üzerinde gösterilir. Böylece kanalizasyon sisteminin planlanma süreci tamamlanmış olur.

4.3 Harita Çalışmaları

Dünyanın pek çok gelişmiş ülkesinde yerleşim yerleri planlanmadan önce altyapı projeleri hazırlanmakta kentleşme bu projelere göre planlanmaktadır. Ancak gelişmekte olan ülkemizde maalesef böyle bir sıralamadan bahsetmek mümün değildir. Gerek gecekondulaşmanın ve nüfus artışının fazla olması, gerek finansmanların zamanında sağlanamıyor olması bu olumsuzluğa neden olan etkenlerden sayılabilir. Bu nedenle ülkemizde planlama aşamasında yapılması gereken tek çözüm altyapı sistemlerinin mevcut duruma uygulanabilir şekilde hazırlanmasıdır.

Projesi yapılacak alanlarda arazi çalışmaları başlamadan önce dikkat edilmesi gereken en önemli kriter bölgenin halihazır haritasının ve imar planının güncel bir şekilde bulunuyor olmasıdır. Bu veriler güncel değil ise öncelikle güncelleme çalışmaları yapılır. Çalışmalara altlık oluşturacak bu verilerin ITRF koordinat sisteminde olmasına dikkat edilmelidir. Mevzi veya ED50 sisteminde üretilmiş haritalar mevcutsa öncelikle ilgili paftalar taranır, uygun görülen dağılımda en az 4 nokta belirlenerek dönüşüm parametreleri ile bu sistemler ITRF koordinat sistemine dönüştürülür ve sayısallaştırmaları yapılır. Ancak dönüşüm için eski haritaya ait herhangi bir nokta yoksa ve dönüşüm parametreleri bulunamıyor ise proje sahasında elektrik direği veya duvar gibi belli ayrıntı noktalarından dönüşüm yapılmalıdır. Eğer proje alanına ait altlık oluşturabilecek hiçbir veri yoksa öncelikle çalışma alanı içerisindeki iletim hatları, deşarj noktaları, terfi ve isale hatları depo yerleri gibi alanlara ait yerlerin haritaları yapılmalıdır.

“Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği” yapılacak tüm çalışmalarda dikkate alınacak esas kaynak olarak kullanılmaktadır. Bütün harita çalışmaları yapılırken tek bir standardın oluşması ve doğru veriye ulaşılabilmesi için elde edilecek her değerin belli bir sisteme dayanıyor olması gerekir. Bu kapsamda projesi yapılacak sahanın kot verilerinin Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı (TUDKA) noktalarına bağlı olması gerekmektedir. Mevcut sahada TUDKA noktalarına bağlı kot değerleri bulunmuyorsa en yakın TUDKA noktaları araştırılıp geometrik nivelmanla veya RTK GPS yöntemleri ile çalışma yapılacak alana kot taşınır. Taşınan kot değeri ile proje sahasına ait nivelman noktaları arası ölçümler ve dengelemeler yapıldıktan sonra

projedeki ayrıntı noktalarının kotları geometrik nivelman yöntemi ile belirlenir. İçme suyu projeleri için düğüm noktaları, tahliye veya vantuz noktası, some noktaları gibi ayrıntı noktalarına, kanalizasyon projeleri içinse bacalara, terfi merkezlerine ve deşarj noktasına kot verilir.

Proje yapım aşamalarında, hidrofor binası, arıtma tesisi veya depo gibi yapılacak tesisler var ise öncelikle bu alanlarda plankote çalışmaları yapılır. Plankote yapılırken, arazide okunacak noktalar araziyi birebir ifade edecek şekilde ve sayısal model oluşturabilecek sıklıkta olmalıdır.

İçme suyu uygulama projeleri planlanırken proje sahasında hatların geçeceği arazide en düşük kotun olduğu noktaya tahliye, kot değerinin en yüksek olduğu noktaya ise vantuz yerleştirilir.

Kanalizasyon uygulama projelerinde topografik yapısı düz olan, cazibeli akışın sağlanması için eğim kriterini kurtarmayan alanlarda derin kazıların yapılmasını önlemek için terfi merkezlerinin yerleri belirlenir.

Şebekeler planlanırken, yerleri belirlenen vantuz, tahliye, maslak, depo yeri, terfi merkezi gibi tüm sanat yapıları planlara işlenmelidir.

Çalışmalara başlamadan önce imar planı güncel bir şekilde bulunmayan yerleşimlerde öncelikle güncelleme çalışmaları yapılır. İmar planı yapılması veya revize edilmesi aşamasında ise dikkat edilmesi gereken başka noktalar vardır.

- Teknik altyapı tesisleri için uygun alanların ayrılması,
- Yağmur sularının güzergahlarında hiçbir yerleşime izin verilmemesi,
- Çok düşük kotların bulunduğu alanların yerleşime açılmaması,
- Yol genişliklerinin altyapı tesislerini kapsayabilecek şekilde olması,
- Su kaynaklarının bulunduğu kotlardan daha yüksek kotlarda yerleşime izin verilmemesi,

Dikkat edilmesi gereken önemli noktalardır [6].

4.4 Yapım Uygulamaları

İçme suyu şebekeleri her yapıda yeteri kadar basıncı bulunduracak şekilde planlanır. Şebekeyi oluşturan hatlar devamlı basınç altındadır ve su ile doludur [42]. İçme suyu sistemlerinin yapım aşamaları, kullanılacak boruların yapım şartnamesinde belirtilen kriterlere uyup uymadığı tespit edilerek başlanır. Daha sonra hatların geçeceği alanlar arazide kontrol edilir ve daha önceden tesis edilen diğer yeraltı sistemleri gözlenir. Güzergahların arazide mevcut duruma göre aplike edilmesinden sonra hendek kazılarına başlanır.

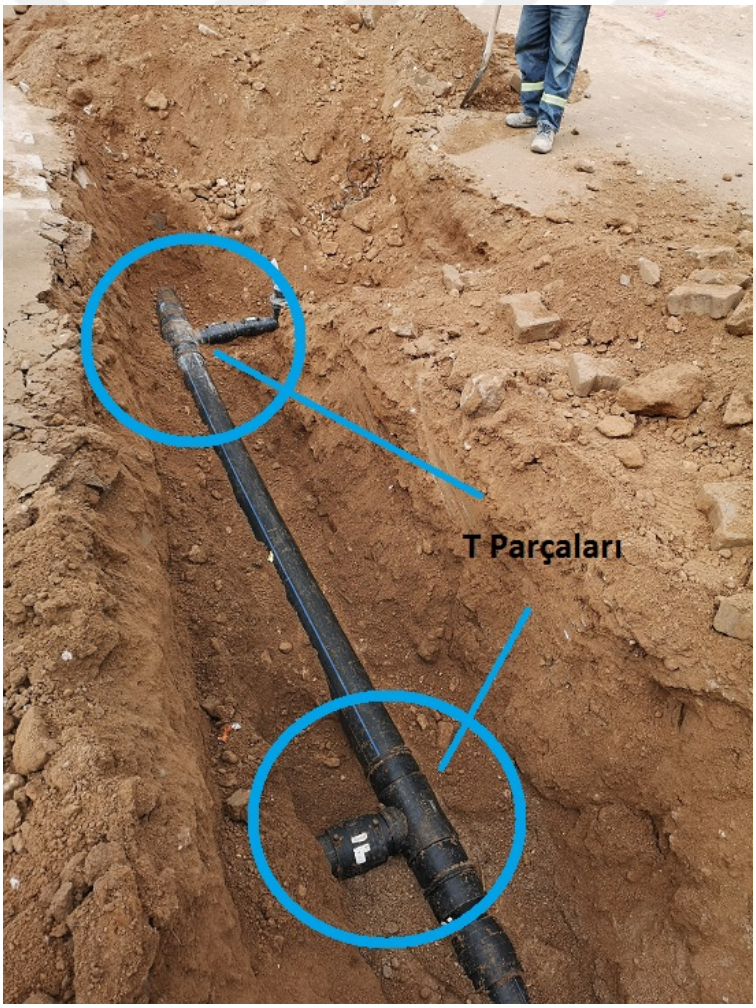


Şekil 4. 4 İçme suyu hattı için yapılan hendek kazısı (Döğer (Afyonkarahisar))

İçme suyu boruları çok derin hendek kazıları gerektirmediğinden yapılan kazılarda herhangi bir iksaya ihtiyaç duyulmaz. Kazılar genellikle şevli olarak yapılır ve istenen kota gelindiğinde yataklama ve gömlekleme malzemeleri ile borular döşenir.

İçme suyu boruları genellikle polietilen malzemeden olduğu için esnetilmesi kolaydır. Bu sebeple arazide mümkün olan noktalarda dirsek veya herhangi bir ek parça kullanmadan borulara yön verilebilir. Ancak bu noktada önemli olan, döşenen bu boruların konum verilerinin kayıt altına alınmasıdır. Çünkü ileriye dönük olarak yaşanacak herhangi bir arıza durumunda veya bölgede yapılacak başka bir altyapı uygulamasında kayıt altına alınan bu veriler sayesinde daha büyük sıkıntıların yaşanmasının önüne geçilir.

Şebeke üzerinde dağıtım yapısının devam edebilmesi için hattın birkaç kola ayrıldığı noktalarda ise borulara "T" parçaları eklenir ve şebeke boruları bu yardımcı eleman sayesinde birbirine bağlanır. "Düğüm noktası" olarak adlandırılan bu noktaların her birinde koordinat okuması yapılmalı ve işletme planlarında gösterilmelidir.



Şekil 4. 5 Düğüm noktalarında bulunan T parçaları (Döğer (Afyonkarahisar))

İçme suyu şebekelerinde sistem cazibeli olarak çalıştığı için kot kontrolüne ihtiyaç yoktur. Ancak içme suyu hattında terfi hattı veya isale hattı varsa bu bağlantı hatlarında eğimin düzgün olması önemlidir. Depolardan gelen isale hatlarında veya kuyulardaki terfi hatlarında araziye uygulaması yapılırken kot okumaları yapılmalı ve projede belirtilen kotlara göre içme suyu sistemi döşenmelidir. Tahliye ve vantuz noktaları varsa bu noktalarda da kot kontrolleri muhakkak yapılmalıdır. Hattın devam ettiği güzergah üzerinde minimum ve maksimum kotlar hassas bir şekilde belirlenmelidir.

Boruların araziye döşenmesi tamamlandıktan sonra, projede belirtilen esaslara uygun olan malzemeler ile dolgu yapılır ve hendekler kapatılır. Ancak hatlar kapatılmadan önce güzergahı olduğu gibi gösterecek sıklıkta boru üzerinden okumalar yapılmalı ve işletme planlarına kaydedilmelidir.

Kanalizasyon sistemi uygulamalarında işlem adımları, içme suyu sistemlerinde de olduğu gibi, kullanılacak boruların şartnamede belirtilen standartlara uygun olup olmadığının tespiti ile başlar, mevcut yeraltı tesislerinin tespiti, projeye uygun hendek kazılarının yapılması, yataklama ve gömleklemenin yapılması ile devam eder. Ardından borular yerleştirilir ve son olarak hendek dolguları yapılıp kazılar kapatılır [43].

Sahada yapılacak işlemlere ilk olarak hendeklerin projede belirtilen kotlara göre hazırlanması ile başlanır. Kazılara kot verilmeye başlamadan önce ise çalışma bölgesinde kotu bilinen noktaların tayini yapılır. Gerek halihazır harita yapım aşamasında gerek proje yapım aşamasında gerekse başka uygulamalar esnasında zemine tesis edilen kot noktaları bulunduktan sonra dayalı nivelman yöntemi ile noktaların kontrolleri yapılır. Uyuşumsuz olduğu tespit edilen noktalar uygulamadan çıkarılırken, çalışma sahasında gerek görülen yerlerde nokta sıklaştırması da yapılarak kot taşınabilir.

Gerekli kot kontrolleri tamamlandıktan sonra kazı yapılacak alana en yakın kot noktasından çıkış alınarak kazılar başlatılır. Bu aşamada projeler esas alınarak genellikle deşarj noktalarından başlayıp hendek kazıları yapılır. Kazılar yapılırken projede belirtilen kotların sahada uygulanabilmesi için, döşenecek boruların çapları, kalınlıkları ve boru altına yapılacak yataklama malzemesi dikkate alınarak projedeki hendek

kesitleri oluşturulur. Projede hendek kesitleri bulunmuyorsa, $\emptyset_d$ boru dış çapı olmak üzere, hendeklerin taban genişlikleri hesaplanır [34].

$\emptyset_d < 40\ cm$ ise,

Şevli hendeklerde; $\emptyset_d + 2x20$ (cm) (4.1)

İksalı hendeklerde; $\emptyset_d + 2x20 + 2x5$ (cm) (4.2)

$40 < \emptyset_d \leq 70$ cm ise,

60°den yatık şevli hendeklerde; $\emptyset_{\mathrm{d}} + 2x20$ (cm) (4.3)

60°den dik şevli hendeklerde; $\emptyset_{\mathrm{d}} + 2x35$ (cm) (4.4)

İksalı hendeklerde; $\emptyset_{\mathrm{d}} + 2x35 + 2x5$ (cm) (4.5)

$\emptyset_{\mathrm{d}} > 70$ cm ise,

60°den yatık şevli hendeklerde; $\emptyset_{\mathrm{d}} + 2x45$ (cm) (4.6)

60°den dik şevli hendeklerde; $\emptyset_{\mathrm{d}} + 2x60$ (cm) (4.7)

İksalı hendeklerde; $\emptyset_{\mathrm{d}} + 2x60 + 2x5$ (cm) (4.8)



Şekil 4. 6 Kanalizasyon hattı için yapılan hendek kazısı (Döğer (Afyonkarahisar))

Yapılacak hendek kazıları şevli olabileceği gibi arazinin jeolojik yapısı gereği veya kazı derinliğinin çok olması gibi durumlarda yardımcı bir desteğe ihtiyaç duyularak da yapılabilir. Bu yardımcı desteklere “iksa” denilmektedir.



Şekil 4. 7 Ahşap iksa [43]

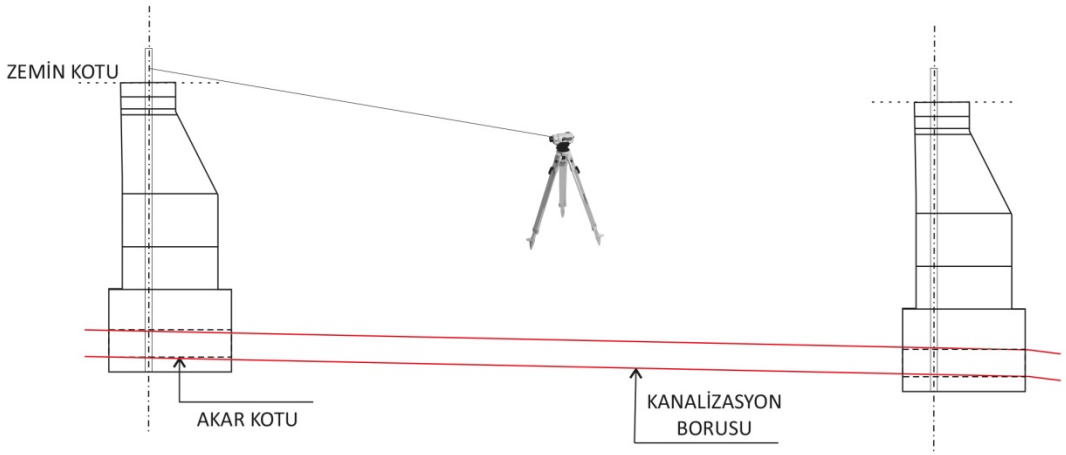


Şekil 4. 8 Çelik iksa [44]

Projede belirtilen kot değerlerine göre hendek kazıları tamamlanıp gerekli yataklama malzemeleri yerleştirildikten sonra boruların döşenmesi aşamasına geçilir. Boruların döşenmesine geçilmeden önce yapılan hendek kazıları sonucunda yeraltı suyu ile karşılaşılmış ise öncelikle suyun tasfiyesi ve zeminin kuru tutulması sağlanır. Boru döşemeleri kuru zeminde gerçekleştirilir.

Boruların döşenmesi esnasında da kotların düzgün olup olmadığı sahada devamlı ölçümler yapılarak kontrol edilmelidir. Bu aşamada kotlar, döşenen borular üzerinden alınan nivelman okumaları ile hesaplanır. Ayrıca kanalizasyon sistemlerinde bacalar arası hatların kırıklı yapıda olmaması gerekir. Şebekede dönüş noktaları her zaman muayene bacaları olmalıdır. Bu sebeple kazı esnasında kotlarla birlikte yatayda da hattın güzergahının düzgün olup olmadığı kontrol edilmelidir.

Boruların döşenmesi tamamlandıktan sonra projede belirtilen esaslara göre dolgu malzemeleri dökülür ve hendekler kapatılır. Borular döşenirken kazılara kot verilip, döşenen boruların kot kontrolleri yapılarak inşaat işlemine devam edildiği gibi, hatların yapımı tamamlanıp hendek kazıları kapatıldıktan sonra da bacaların akar kotlarında nivelman okumaları yapılarak eğimin düzgün olup olmadığı yeniden test edilir.



Şekil 4. 9 Kanalizasyon güzergahı kesiti

Yapım aşamasında, belirlenen bazı güzergahlarda belli aralıklarla sızdırmazlık testleri yapılarak kanalizasyon sisteminin çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir. Ayrıca güzergahlar tamamlanıp dolgu işlemleri bitirildikten sonra hat içerisine girebilen

robotik kamera sistemleri yardımı ile hatların içerden görüntüsü incelenir, herhangi bir kırık, çatlak varsa tadilat işlemleri yapılır.

İçme suyu ve kanalizasyon sistemlerinin yapımları aşamasında araziye aplike edilen bütün hatların ve tahliye, vantuz, tahliye ayağı, vana, muayene bacası veya düğüm noktası gibi spesifik noktaların koordinat ölçüleri yapılmalı ve işletme planlarıyla kayıt altına alınmalıdır. Yapılacak tüm ölçüler hendek kazıları kapatılmadan önce boruların üzerinden yapılmalıdır. Özellikle içme suyu yapım işlerinde kullanılan borular özellikleri gereği esnetilebilir borulardır. Bu hatlarda herhangi bir düğüm noktası ya da dirsek koyulmadan, boru esnetilerek güzergaha devam edildiyse, uygulanan hat belli olacak şekilde, borunun üzerinden sık okumalar yapılarak hattın güzergahı gösterilir.

GPS yardımıyla boruların yatay konumları kontrol edilirken nivolar yardımıyla düşey konumları kontrol edilir. Düşey konumların elde edilmesinde GPS' in tercih edilmemesinin bazı sebepleri vardır. Örneğin uydu bağlantılarında yaşanacak herhangi bir sorunun elde edilen verilerin hassasiyetini düşürmesi, derin kazıların olduğu uygulanmalarda baca akarlarına GPS ile ulaşılamıyor olması veya Türkiye jeoidinin hassas ortometrik kot verisini elde etmede yetersiz kalması gibi sebeplerden dolayı kot verileri elde edilirken klasik geometrik nivelmanın uygulanması tercih edilmektedir.

Ayrıca içme suyu veya kanalizasyon şebeke hatlarında, proje kapsamında inşaatı tamamlanan terfi merkezi, su deposu, arıtma yeri veya klor binası gibi büyük sanat yapıları var ise, bu binaların köşe noktalarının hepsinde konum verilerini elde etmek için GPS okumaları yapılır ve işletme planlarına işlenir.

Yeraltına uygulanan bütün altyapı sistemlerinin inşaat aşaması tamamlandıktan sonra yapılması gereken, tüm sistemin bir planda gösterilerek kayıt altına alınmasıdır. Bu aşamada işletme planlarının hazırlanması, ileriye dönük olarak yapılan uygulamalarda herhangi bir sorunun ortaya çıkması durumunda yapılacak müdahalenin en kısa sürede gerçekleşmesini sağlar.

BÖLÜM 5

UYGULAMA

5.1 Çalışma Alanı

Bu uygulama için çalışma bölgesi olarak Afyonkarahisar iline bağlı Döğer kasabası seçilmiştir. Döğer Afyonkarahisar ilinin İhsaniye ilçesine bağlı bir kasabadır. 2017-2018 yılı nüfus sayım verilerine göre nüfusu 5634 olan bölge çok eski bir yerleşime sahiptir. Bu bölgede bilinen en eski yerleşim ilk olarak Hititlerle başlamıştır. Daha sonra Truva Savaşı' nın ardından Frigler bölgeyi Hititlerin elinden almış ve yerleşmişlerdir. Bölgede uzun süre hakimiyet kuran Friglerden kalma çok fazla tarihi yapı vardır.

Friglerden sonra bölgeye çok fazla hakimiyet sağlayan millet olmuştur. İlk olarak İranlı Persler daha sonra Makedonyalı İskender hakimiyet sağlamış ancak İskender'in imparatorluğu yıkıldıktan sonra Romalılar bölgeyi ele geçirmiştir. Tüm Anadoluyu ele geçiren Bizanslılar ise Roma İmparatorluğunun yıkılmasından sonra bu bölgeye de hakimiyet kurmuşlardır [45].

1071 Malazgirt Savaşı'nın ardından Anadoluya yerleşen Türklerden Sahip-Ata Oğulları Afyon bölgesine yerleşmişlerdir. Böylece Döğer kasabası Sahip-Ata Oğullarının idaresine geçmiştir. Sahip-Ata Oğulları daha sonra Germiyanoğullarının hakimiyetine geçmiş böylece Bölge idaresi Germiyanoğullarına geçmiştir. Ancak Germiyan oğlu II. Yakup Bey'in oğlu yoktu. Bu sebeple 1429 yılında beylik toprakları Osmanlı sultanı II. Murat'a bırakıldı ve bölge Osmanlı himayesine geçmiş oldu [45].

Bukadar çok farklı milletin hakimiyetinden geçmiş olan Döğer bölgesi tarihi eser bakımından da oldukça zengindir. Bu eserlerin en önemlisi ve günümüze kadar güzel bir şekilde korunmuş olan, II. Murat tarafından yaptırılan kervansaraydır. İki katlı olarak inşa edilen kervansarayın üst katında yolcu odaları alt katında ise dinlenme odaları bulunmakta bir de develik bölümü yer almaktadır. Bu kervensarayda 1991-1993 yılları arasında Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından restore çalışmaları yapılmıştır [46].



Şekil 5. 1 Döğer (Afyonkarahisar) uydu görüntüsü [47]

Bölgede Döğer Belediyesi tarafından talep edilerek 07.06.2017 tarihinde İller Bankası kontrollüğünde kanalizasyon ve içme suyu yapımına başlanılmıştır ve çalışmalara devam edilmektedir. Bu sebeple, tez kapsamında uygulanan çalışma bu proje dikkate alınarak yapılmıştır.

5.2 Kanalizasyon Uygulaması

Kanalizasyon yapım işlerinde atıksu bacalarının araziye titizlikle aplike edilmesi büyük önem arz etmektedir. Cazibeli olarak akış sağlayan bu sitemlerde projede belirtilen eğimlerin mevcut araziye uygulanmış olması gerekir.

Kanalizasyon bacalarının akar kotlarında yapılacak yanlışlıklar sistemin düzgün çalışmamasına sebep olur. Özellikle topografik yapısı düz olan arazilerde cm bazında yapılacak hatalar bile kanalizasyon sisteminde ters akıma neden olabilir.

GPS ile ölçümlerin yapıldığı esnada uydu sayısının az olması veya uydu-alıcı bağlantılarında sorun yaşanması çözümleme verilerinin yetersiz kalmasına sebep olacaktır. Bu durumda elde edilen verilerin hassasiyeti istenen duyarlıkta olmayabilir. Bazı uygulamalarda GPS ile yapılan ölçümlerde baca akarlarında metre mertebesinde sapmaların olduğu gözlemlenmiştir [16]. Ayrıca CORS-TR sisteminde Türkiye jeoidini oluşturan sabit noktaların ve kontrol merkezlerinin az olması anlık çözümleme verilerinin hassasiyetini düşürmektedir. Bu sebeple yüksek duyarlıkta kot verileri elde edilememektedir.

Bu gibi sebeplerden dolayı bu kadar hassas bir çalışma gerektiren bu uygulamada bacaların yatay konumlarının belirlenmesinde CORS-TR uygulaması yapılırken, düşey konumlarının belirlenmesinde geometrik nivelman yöntemi uygulanmıştır.

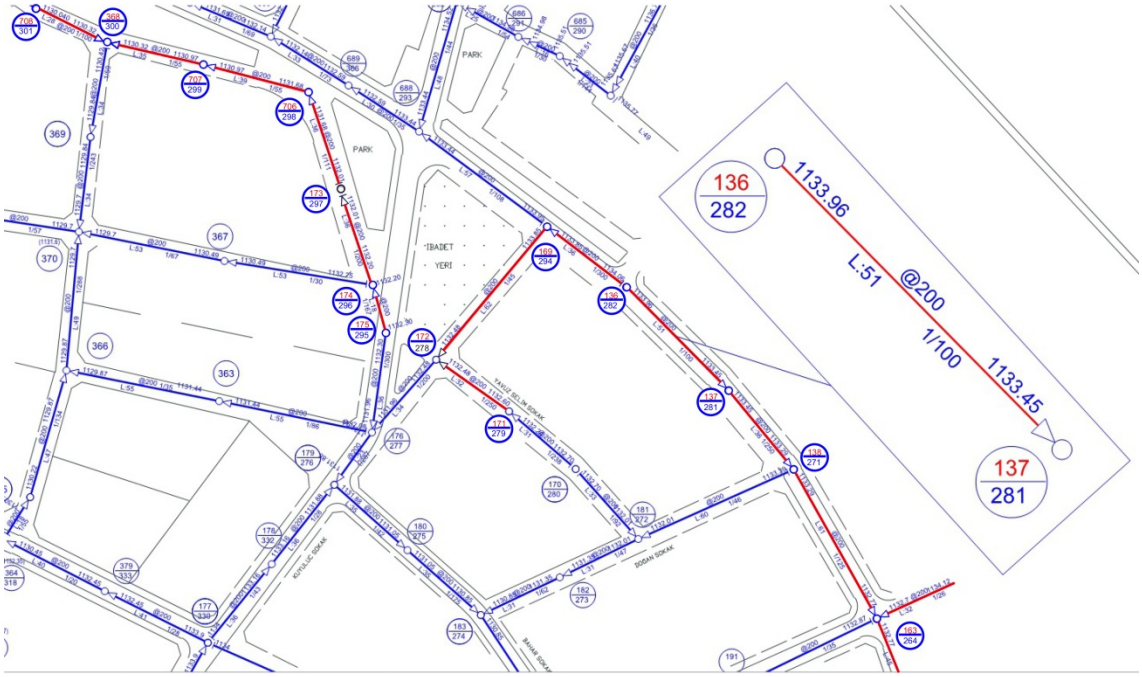
Mevcut topografyalar sebebiyle projede belirtilen eğimin korunmasını sağlamak amacıyla derin kazıların yapıldığı uygulamalarla da karşılaşılmaktadır. Bu durumlarda, GPS ile baca akarlarına ulaşmak mümkün olmadığı gibi GPS alıcı anteninin baca içerisinde kalmasından dolayı uydu bağlantıları kopabilir ve kot verilerinin elde edilmesinde sıkıntı yaşanabilir. Bu gibi durumlarda kot verileri hesaplanırken baca kapaklarından GPS ile okuma yapılıp baca yüksekliği düşülerek manuel olarak kot verisi elde edilmesi akla gelebilir. Ancak manul olarak yapılacak bu uygulama sağlıklı değildir. Özellikle eğimin az olduğu arazilerde 1-2 cm lik kot farklarının bile kanalizasyon sistemini etkilediği görülmüştür. Kapak üzerinde yapılan ölçümün hassasiyeti baca akarındaki hassasiyeti bize vermeyecektir. Çünkü bacayı oluşturan elemanların birbirine tam olarak oturmayıp aralarda boşlukların kalması gibi sebeplerden dolayı

yükseklik tam olarak belirlenemez. Bu durumda ortaya çıkacak 1-2 cm' lik fark bile akar kotun hassasiyetini krtik konuma getirecektir.

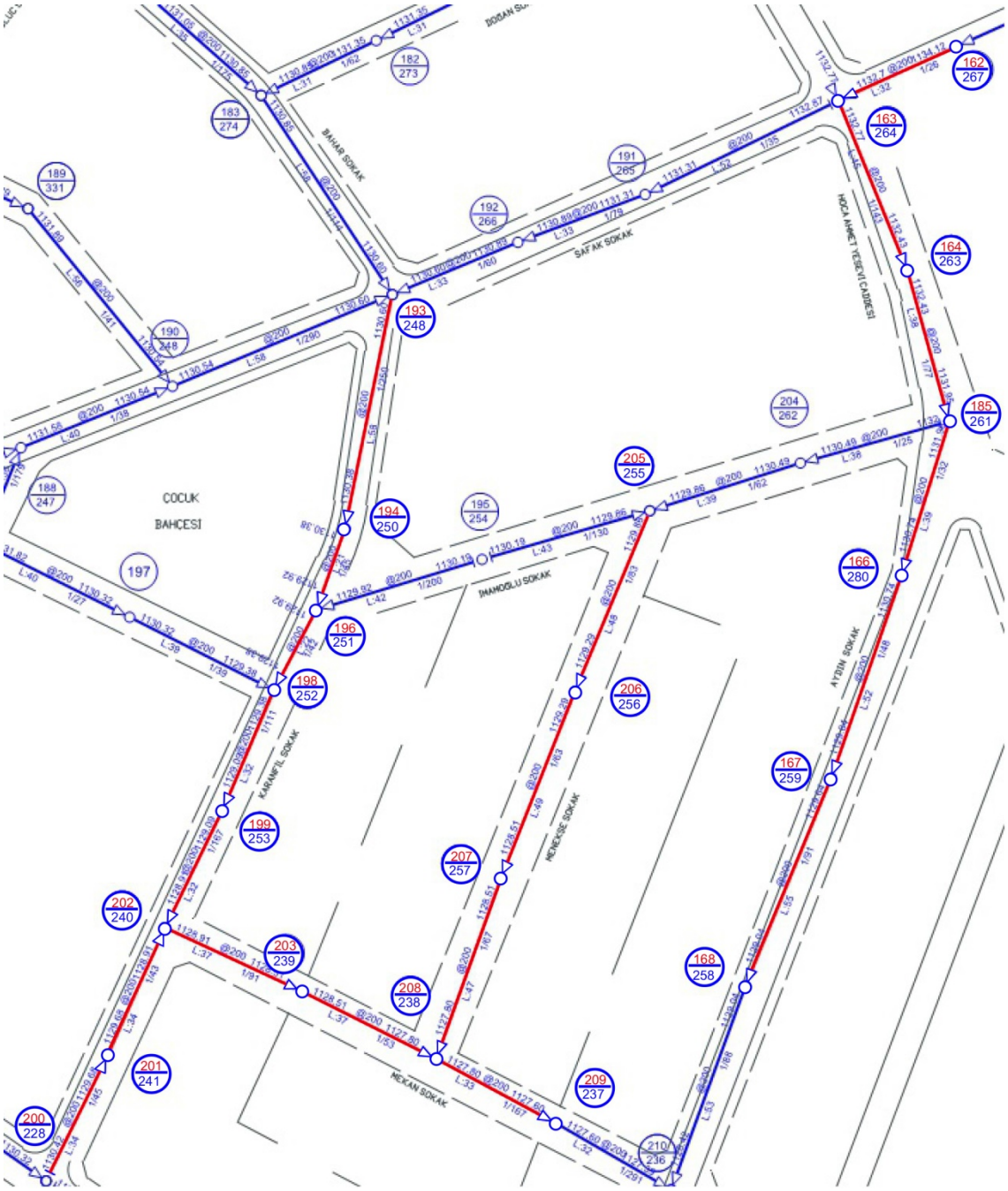
Sayılan tüm bu sebeplerden dolayı uygulama kapsamında düşey konumların elde edilmesinde geometrik nivelman yöntemi uygulanmaktadır.

Düşey konumların belirlenmesinde yalnızca bacaların akarlarında alımlar yapılmıştır. Çünkü kanalizasyon sisteminin projede belirtilen eğimini en doğru şekilde baca akarları vermektedir. Ayrıca Çevre Şehircilik Bakanlığı' nın hazırlamış olduğu "Teknik Altyapı Tesislerine İlişkin Harita ve Harita Bilgilerinin Oluşturulması ve Coğrafi Bilgi Sistemlerine Aktarılmasına Yönelik Usul ve Esaslar Yönetmelik Taslağı" nın "Harita ve Planların Oluşturulması" başlıklı 31. Maddesinin C bendinde, kanalizasyon işlerinde, kanal rögarlarının taban kotlarının ölçüleceği ve akış yönünün kayıt edileceği belirtilmiştir. (Ek-A).

Bu uygulamada kanalizasyon çalışması örneği için, Şekil 5.2 ve Şekil 5.3'te işaretlenen baca dağılımında, yapımı devam eden kanalizasyon hatları belirlenmiş ve ölçümler yapılmıştır. Elde edilen ölçüm verileri ile hesaplamalar yapıldıktan sonra araziye uygulanan mevcut durumun, bölgenin projesi ile uyumlu olup olmadığı karşılaştırılmış, ortalamlar alınarak standart sapmalar hesaplanmış ve bir değerlendirmeye gidilmiştir.



Şekil 5. 2 Arazide ölçümü yapılan bacaların projedeki dağılımı



Şekil 5. 3 Arazide ölçümü yapılan bacaların projedeki dağılımı

5.2.1 Yatay Konumların Belirlenmesi

Arazide inşaatı tamamlanan bacaların yatay konumlarının (ITRF sistemindeki X, Y değerleri) belirlenmesinde CORS-TR yöntemi kullanılmıştır. Bu uygulamada ölçümler ComNav marka T300 model GPS alıcısı ile yapılmıştır (Şekil 5.4).



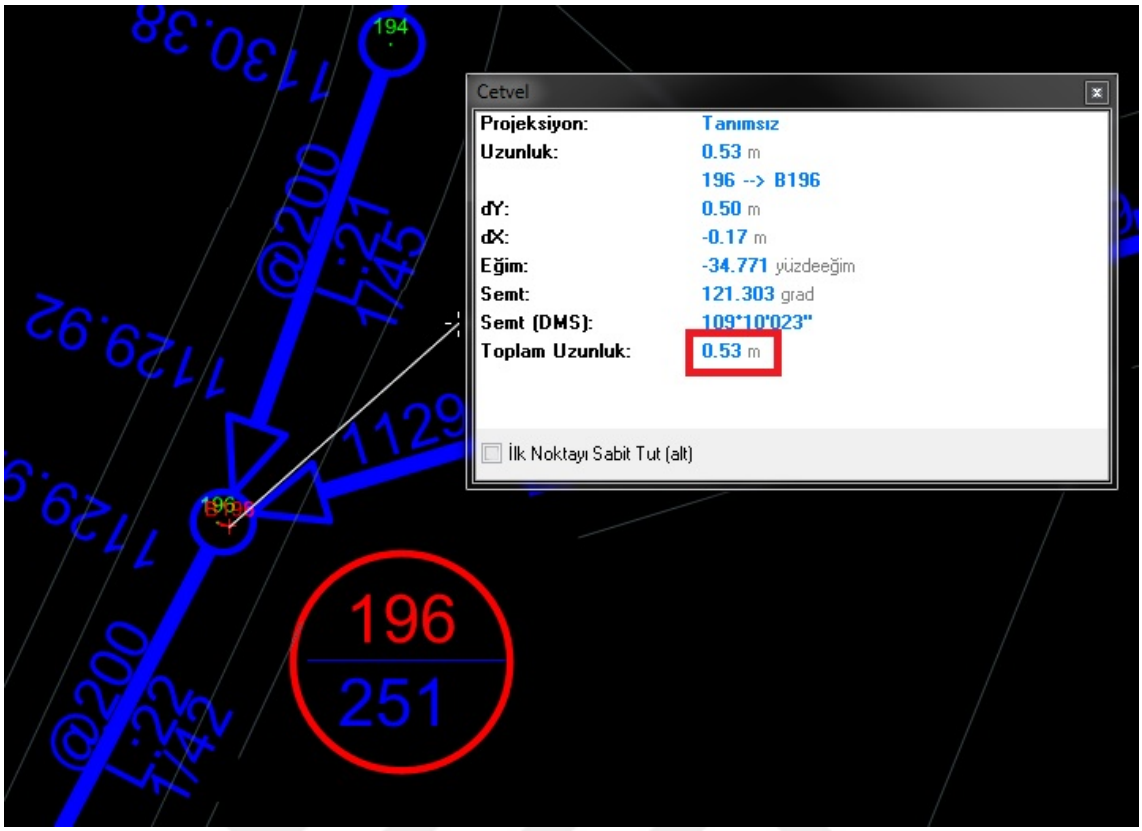
Şekil 5. 4 Kullanılan GPS alıcısı ve el ünitesi

GPS alıcı anteni ile el ünitesi hazır konuma geldiğinde baca kapaklarının orta noktaları üzerinde okuma yapılmıştır.



Şekil 5. 5 Bacaların yatay konumlarının belirlenmesi

CORS-TR ile elde edilen ITRF sistemli baca koordinatlarının verileri Ek-B'de sunulmaktadır (Çizelge B.1).



Şekil 5. 6 Baca koordinat farklarının NetCad kullanılarak hesaplanması

Arazinin mevcut durumunun projeyle uyumlu olmaması, imar planlarının güncel olmaması veya arazide kazılar yapılırken mevcut başka bir altyapı sistemi ile karşılaşılması gibi durumlar sebebiyle bacaların konumlarında projeye göre farklılıklar olabilmektedir. Bu gibi durumlarla karşılaşıldığında döşenecek hatların projeden bağımsız olarak mevcut arazi şartlarına uydurulması ve bacaların uygun olan yerlere tesis edilmesi gerekir. Proje ve uygulamadaki koordinat farkları bu sebeple gerçekleşmektedir. Ancak bu aşamada tek dikkat edilmesi gereken nokta baca yerleri değiştirilirken, kanalizasyon sistemi içerisinde olması gereken eğimin bozulmamasıdır.

Bu uygulama kapsamında da arazinin mevcut durumu gereği bacaların yerlerinde değişiklikler yapılmış, projede belirtilen koordinat değerlerine göre birebir araziye aplikasyonunun yapılması mümkün olmamıştır. Bu sebeple Ek-B' de bulunan Çizelge B.2' deki koordinat değerleri (ITRF) ile projede belirtilen koordinat değerleri (ITRF) karşılaştırıldığında koordinatlarda X yönünde ortalama 13 cm, Y yönünde ise ortalama 41 cm farkların olduğu görülmüştür (Ek-B Çizelge B.3).

Koordinat farkları olan d_x ve d_y değerleri hesaplanmıştır. Bu değerlerin ortalama değerlerinden farkları her i noktası için V_x ve V_y düzeltme değerleri elde edildikten sonra "n" ölçülen baca adeti olmak üzere,

$$S_0 = \sqrt{\frac{[V_i V_i]}{n-1}} \tag{5.1}$$

denklemi ile her bir koordinat bileşeni için;

ortalama ± 1 S için % 68,2 istatistiksel olasılıkla,

ortalama ± 2 S için % 95,4 istatistiksel olasılıkla ve

ortalama ± 3 S için % 99,7 istatistiksel olasılıkla

standart sapma değerleri hesaplanmıştır (Ek-B Çizelge B.4, Çizelge B.5).

Y yönünde elde edilen koordinat fakları için standart sapma;

$$S_{0_y} = \sqrt{\frac{126{,}7015}{34-1}} = 1{,}96 \text{ m}$$

$$1S = 1{,}96 \text{ m}$$

$$2S = 3{,}92 \text{ m}$$

$$3S = 5{,}88 \text{ m}$$

X yönünde elde edilen koordinat fakları için standart sapma;

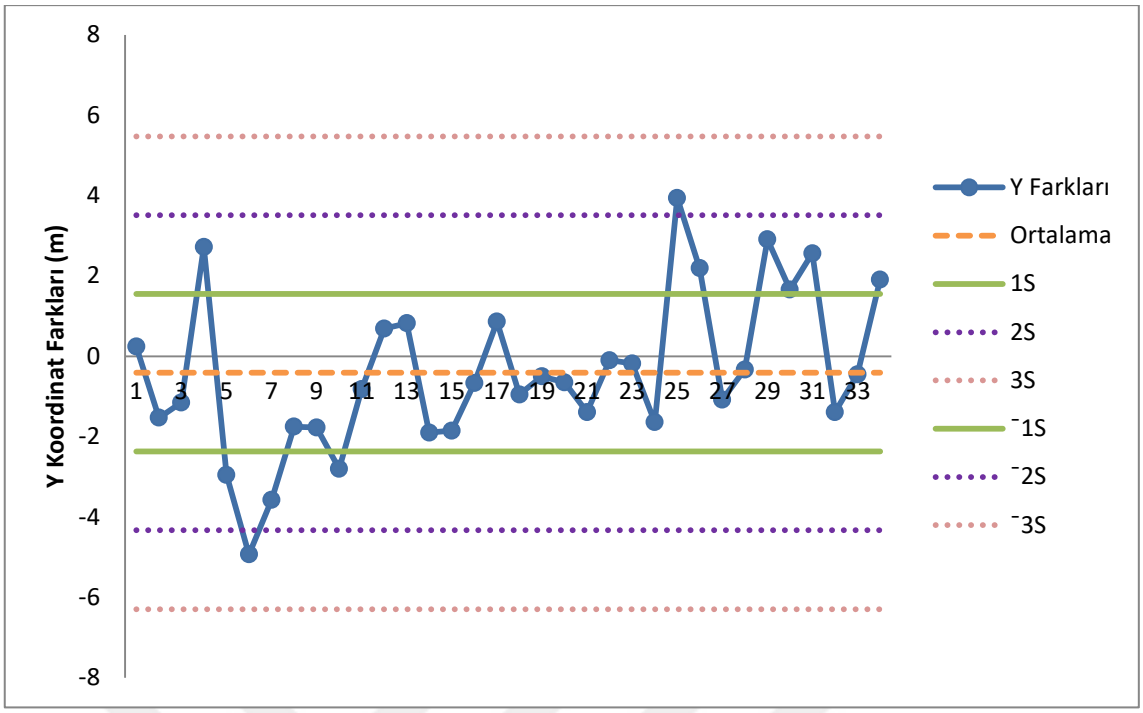
$$S_{0_x} = \sqrt{\frac{198{,}7552}{34-1}} = 2{,}45 \text{ m}$$

$$1S = 2{,}45 \text{ m}$$

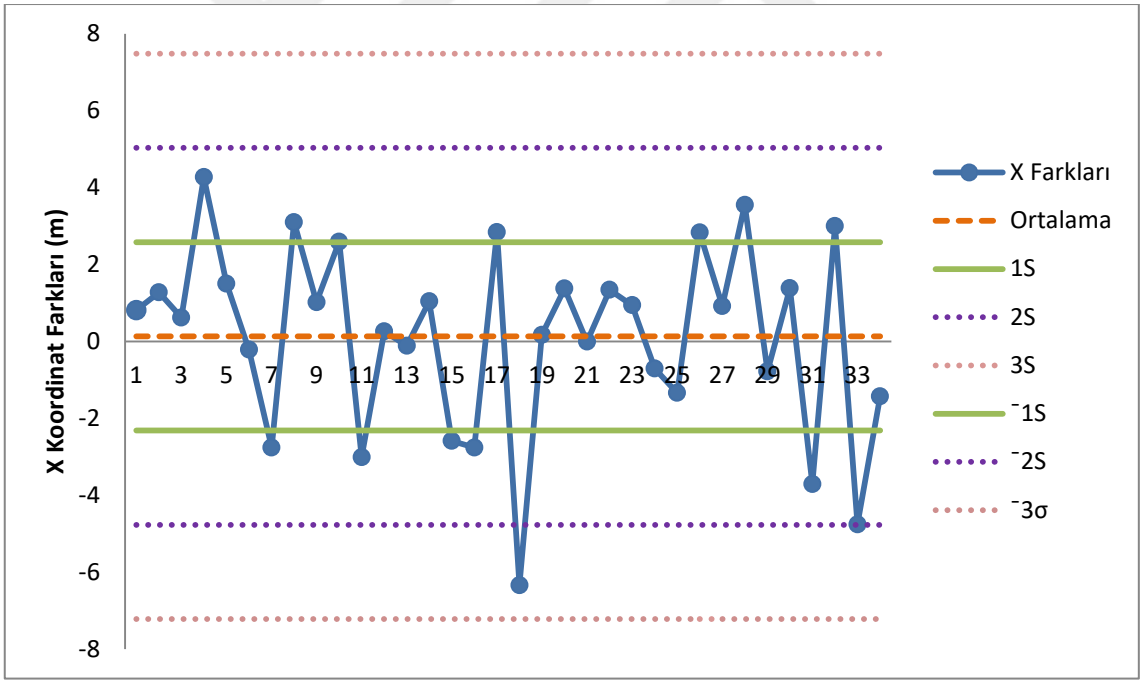
$$2S = 4{,}90 \text{ m}$$

$$3S = 7{,}35 \text{ m}$$

Elde edilen standart sapma verileri dikkate alınarak, bacaların X ve Y yönlerindeki koordinat farklarının dağılım grafikleri oluşturulmuştur.



Şekil 5. 7 Kanalizasyon bacalarının Y yönündeki koordinat farklarının dağılım grafiği



Şekil 5. 8 Kanalizasyon bacalarının X yönündeki koordinat farklarının dağılım grafiği

Şekil 5.7 ve şekil 5.8 incelendiğinde Y yönündeki koordinat farklarına göre 23 adet bacanın X yönündeki koordinat farklarına göre ise 21 adet bacanın beklenen değer aralıklarında olduğu görülmektedir.

Daha sonra bacaların proje ve arazi koordinatları arasındaki farklar birlikte değerlendirilerek bacaların konum hatalarına ait standart sapma değeri hesaplanmıştır (Ek-B Çizelge B.6).

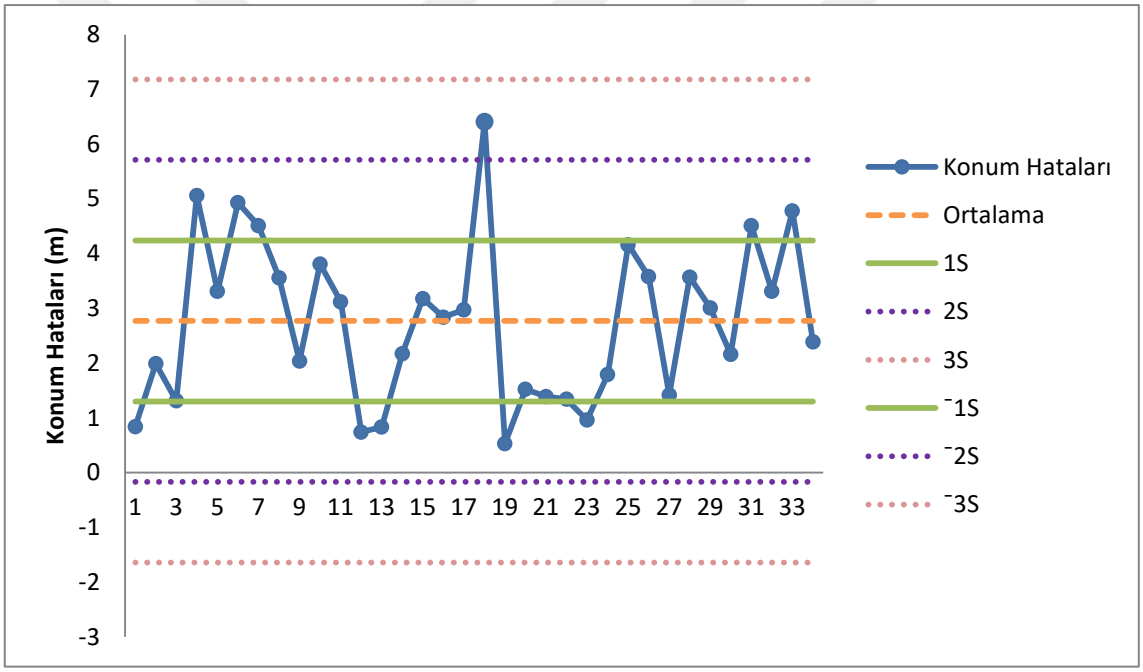
$$S_{0_P} = \sqrt{\frac{71{,}5989}{34-1}} = 1{,}47 \text{ m}$$

$$1S = 1{,}47 \text{ m}$$

$$2S = 2{,}94 \text{ m}$$

$$3S = 4{,}41 \text{ m}$$

Elde edilen standart sapma değerine göre konum hatalarının dağılım grafiği Şekil 5.9' da görüldüğü gibidir:



Şekil 5. 9 Kanalizasyon bacalarına ait konum hatalarının dağılım grafiği

Yapılan hesaplamalar ve değişikliklerden sonra uygulanan mevcut durum, arazi okumaları ile kayıt altına alınmış ve sayısal işletme planlarına işlenmiştir.

5.2.2 Düşey Konumların Belirlenmesi

İller Bankası A.Ş. kontrollüğünde yapılan işlerin kapsamında kot verilerinin kontrolleri geometrik nivelman yöntemi ile kontrol edilmektedir. Ayrıca daha önce bahsedildiği gibi, derin kazılarda akar kotunda uzanmak için baca içerisinde GPS' in kullanılamıyor

olması ve uydu bağlantılarında yaşanacak sıkıntıların elde edilecek veri hassasiyetini olumsuz etkiliyor olması geometrik nivelman yönteminin tercih edilmesine neden olmaktadır. Bu sebeple bizim uygulamamızda da düşey konumların belirlenmesinde geometrik nivelman yöntemi uygulanmıştır.

Kot verilerinin elde edilmesi için yapılan nivelman uygulamasında, TOPCON marka WZ030441 numaralı elektronik nivo kullanılmış ve miraların çekül doğrultusunda (düzeçte) olmasına özen gösterilmiştir.



Şekil 5. 10 Nivelman ölçümünde kullanılan nivo

Projede kontrol için seçilen hatlarda en yakın olan Rs noktasından çıkış alınmıştır. İlk mira okuması (geri okuma) buradan başlamış ardından seçilen hat üzerindeki bacaların akarlarında okumalar yapılmıştır.



Şekil 5. 11 Bacaların akar tabanları



Şekil 5. 12 Baca akarlarında yapılan nivelman çalışması

Geri-orta-ileri okumalar yapıldıktan sonra son olarak gene projede yer alan Rs noktalarında okuma yapılmış ve dayalı nivelman tamamlanmıştır. Uygulamanın başında proje üzerinde seçilen bacaların hepsinin okumasını yapabilmek için toplamda altı adet nivelman hattı oluşmuştur ve bu hatlara ait hesap çizelgeleri Ek-D' de gösterilmektedir. Ek-D' de bulunan hesap çizelgeleri incelendiğinde hatların ortalama 7mm ile kapandığı görülmüştür (Çizelge 5.1).

Çizelge 5. 1 Ortalama nivelman hatası

Nivelman Çizelgesi	Kapanma Hatası (m)
Birinci	0,012
İkinci	0,003
Üçüncü	0,002
Dördüncü	0,008
Beşinci	0,005
Altıncı	0,011
Ortalama	**0,0068**

Nivelman hesapları sonucunda baca akar kotları projede belirtilen değerlerle karşılaştırılmış ve her bacanın ne kadar kot farkı ile araziye tesis edildiği hesaplanmıştır. Sonuçta okuma yapılan 34 adet bacanın mevcut kotları ile proje kotları arasında ortalama 2 cm farkla araziye aplikasyonunun yapıldığı görülmüştür (Ek-D Çizelge D.7).

Kot farkları elde edildikten sonra "n" ölçülen baca adeti olmak üzere,

$$S_0 = \sqrt{\frac{[V_i V_i]}{n-1}}$$

denklemi ile standart sapmalar hesaplanmıştır (Ek-D Çizelge D.8).

Düşey yönde elde edilen Z kot farkları için standart sapma;

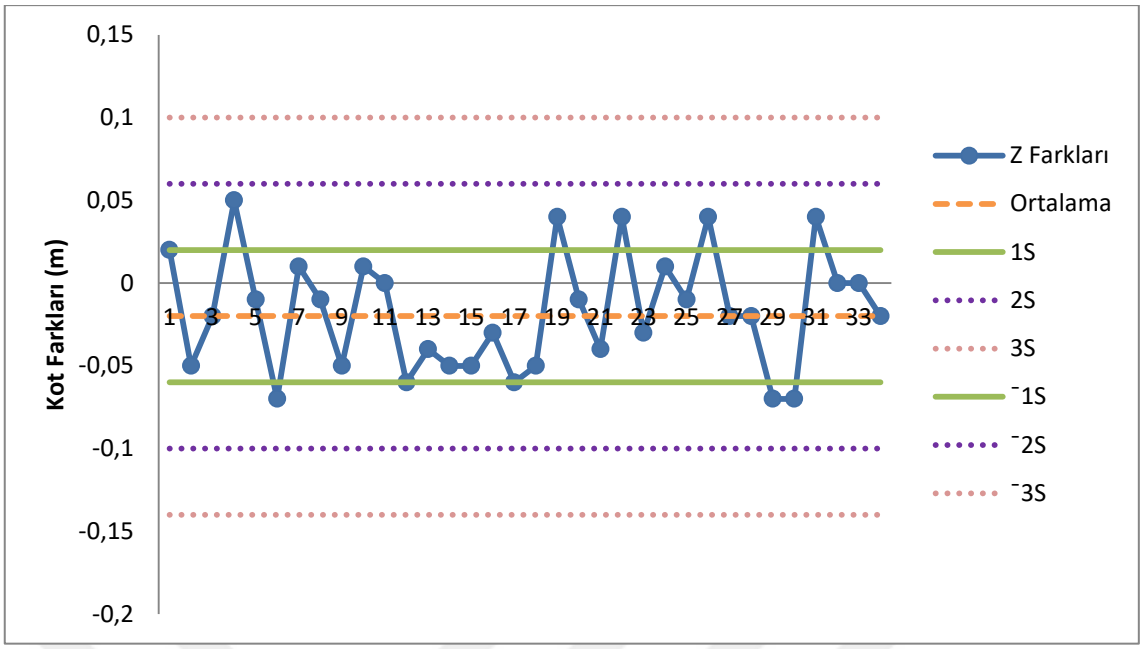
$$S_{0z} = \sqrt{\frac{0,0414}{34-1}} = 0,04 \text{ m}$$

$$1S = 0,04 \text{ m}$$

$$2S = 0,08 \text{ m}$$

$$3S = 0,12 \text{ m}$$

Elde edilen standart sapma değeri dikkate alınarak kot farklarının dağılım grafiği oluşturulmuştur.



Şekil 5. 13 Z yönündeki koordinat farklarının dağılım grafiği

Şekil 5.13 incelendiğinde 34 adet bacadan 26 adedinin ± 1S aralığında olduğu görülmektedir.

Ayrıca elde edilen kot verilerinin projede istenen akış yönünü sağladığı ve kanalizasyon sisteminin çalışmasında herhangi bir aksaklığa sebebiyet vermeyeceği anlaşıldığı için araziye aplike edilen baca akar kotları uygun olarak kabul edilmiştir.

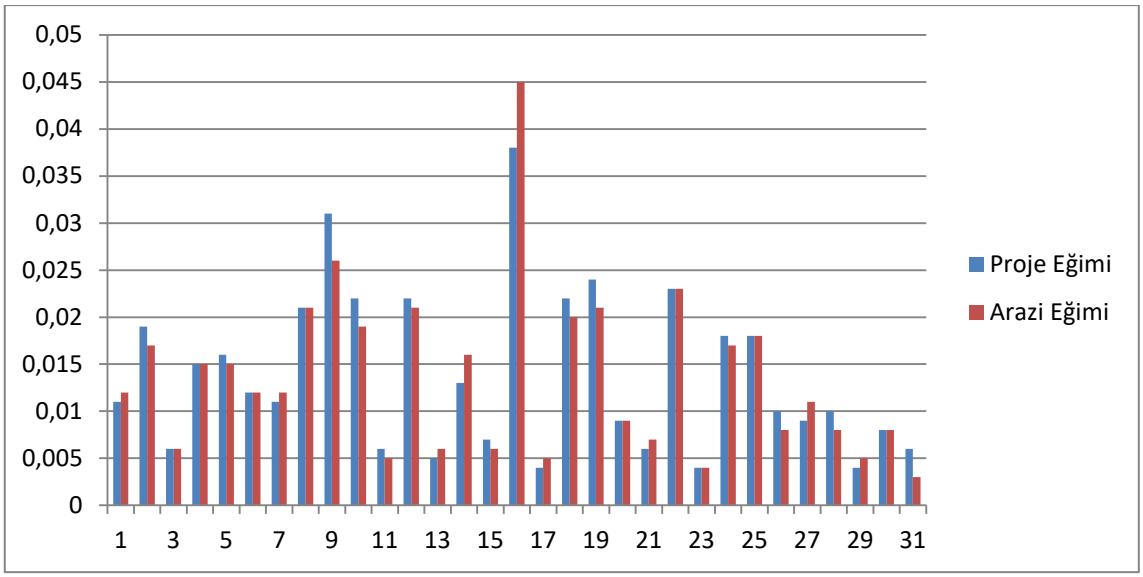
Arazinin mevcut durumuna göre döşenen bacaların kot verileri de elde edildikten sonra projede istenen eğim kriterinin uygulanıp uygulanamadığı test edilmiştir.

Δh iki bacanın kot farkı ve L iki baca arasındaki mesafe olmak üzere,

$$m = \Delta h / L \qquad (5.2)$$

formülü ile hatların eğimleri hesaplanmış ve projede belirtilen eğim verileri ile karşılaştırılmıştır (Ek-C).

Elde edilen veriler ile karşılaştırma grafiği oluşturulmuş (Şekil 5.14) ve eğim farklarının mm mertebesinde olduğu görülmüştür.

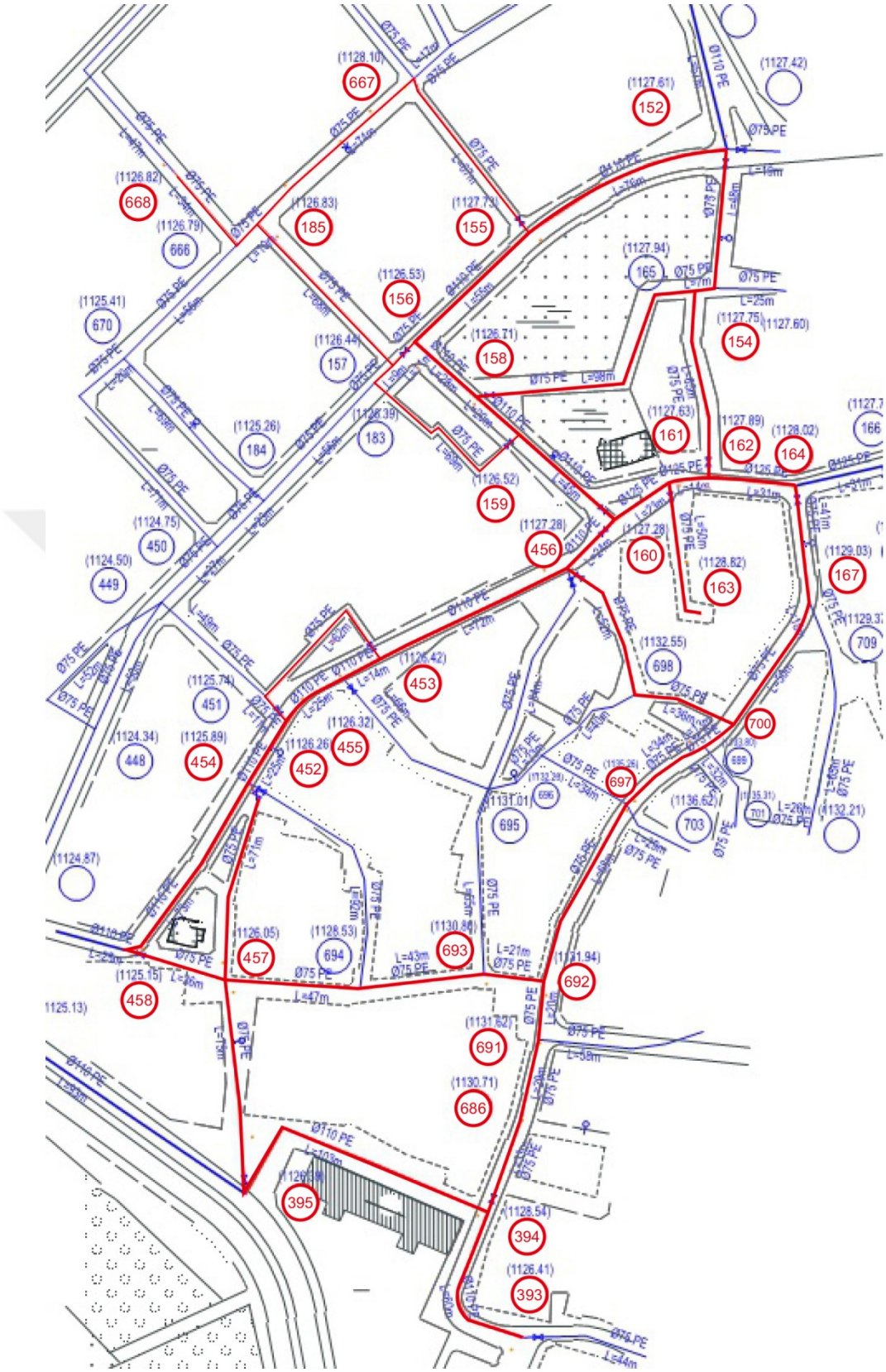


Şekil 5. 14 Eğimlerin karşılaştırma grafiği

5.3 İçme Suyu Uygulaması

İçme suyu yapım işlerinde projede belirtilen şebekenin araziye uygun birşekilde aplike edilmesi gerekmektedir. Genel olarak şebeke hatları cazibeli olarak aktığı için, şebekelerde araziye döşenen boruların yatay koordinat verilerinin elde edilmesi yeterlidir. Ancak projede tahliye veya vantuz gibi yapılar varsa bu yapıların tesis edildiği noktaların kot değerlerinin de kontrol edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, içme suyu hattı boyunca döşenen boruların ve T parçaları ile birbirine bağlanan ve "düğüm noktası" olarak adlandırılan bağlantı noktalarının konumlarının belirlenmesinde CORS-TR yöntemi kullanılmıştır. Bu uygulamada ölçümler ComNav marka T300 model GPS alıcısı ile yapılmış ve koordinat verileri ITRF sisteminde elde edilmiştir.



Şekil 5. 15 Arazide ölçümü yapılan içme suyu hattının projedeki görüntüsü

Çalışma sahasında yapımı devam eden bir içme suyu hattı belirlenmiş (Şekil 5.15) ve bu hat üzerinde okumalar yapılarak hattın mevcut şekli kayıt altına alınmıştır. Ayrıca 31 adet düğüm noktasında okuma yapılarak projede verilen koordinatları ile arazi koordinatları karşılaştırılmıştır (Ek-E Çizelge E.1).



Şekil 5. 16 İçme suyu hatlarının konumlarının belirlenmesi

Arazinin mevcut durumu gereği, projede belirtilen düğüm noktaları birebir olarak araziye aplike edilememiştir. Ek-E Çizelge E.1' de görüldüğü gibi proje koordinatları ile arazi koordinatları karşılaştırıldığında bazı düğüm noktalarının 16, 17 veya 19 metreleri bulan farklarla araziye aplike edildiği görülmektedir. Bunun sebebi, mevcut durumda arazinin projede belirtilen hatta göre devam edememesidir. Örneğin 163 numaralı düğüm noktasının olduğu sokak halihazırda bir çıkmaz sokaktır ve projede istenildiği gibi hattın devam etmesi mümkün olmamıştır.

Koordinat farkları elde edildikten sonra ölçülen düğüm noktalarının sayısı “n” olmak üzere,

$$S_0 = \sqrt{\frac{[V_i V_i]}{n-1}} \qquad (5.1)$$

denklemi ile standart sapmalar hesaplanmıştır. (Ek-E Çizelge E.2, Çizelge E.3)

Y yönünde elde edilen koordinat fakları için standart sapma;

$$S_{0_y} = \sqrt{\frac{707{,}0826}{31-1}} = 4{,}85 \text{ m}$$

$$1S = 4{,}85 \text{ m}$$

$$2S = 9{,}70 \text{ m}$$

$$3S = 14{,}55 \text{ m}$$

X yönünde elde edilen koordinat fakları için standart sapma;

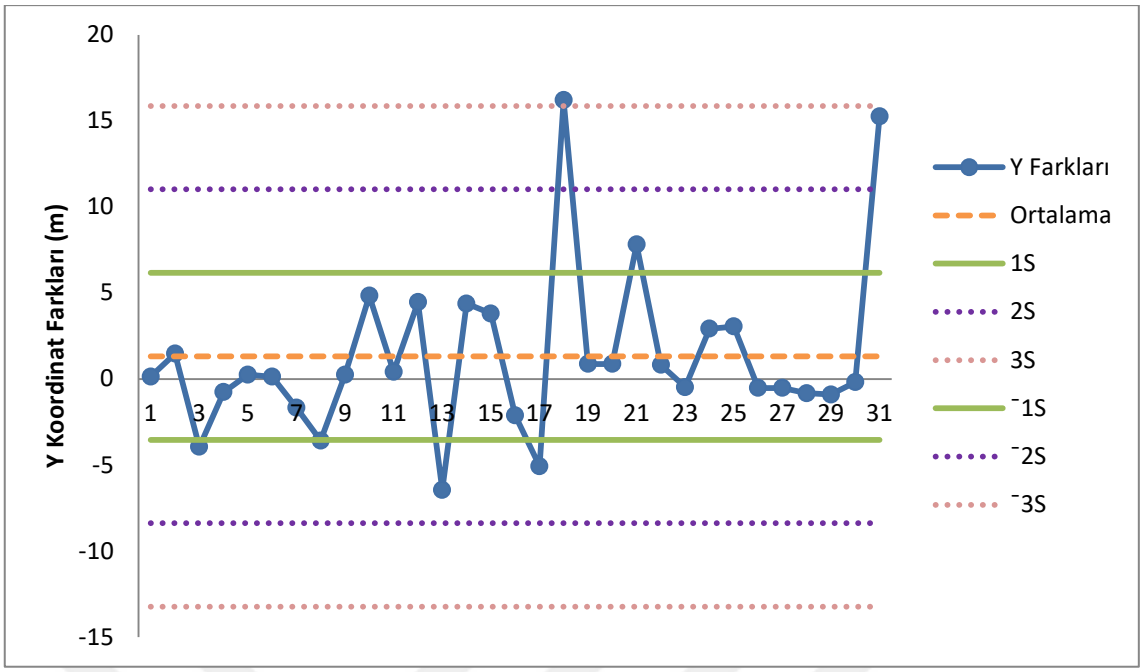
$$S_{0_x} = \sqrt{\frac{1175{,}4996}{31-1}} = 6{,}26 \text{ m}$$

$$1S = 6{,}26 \text{ m}$$

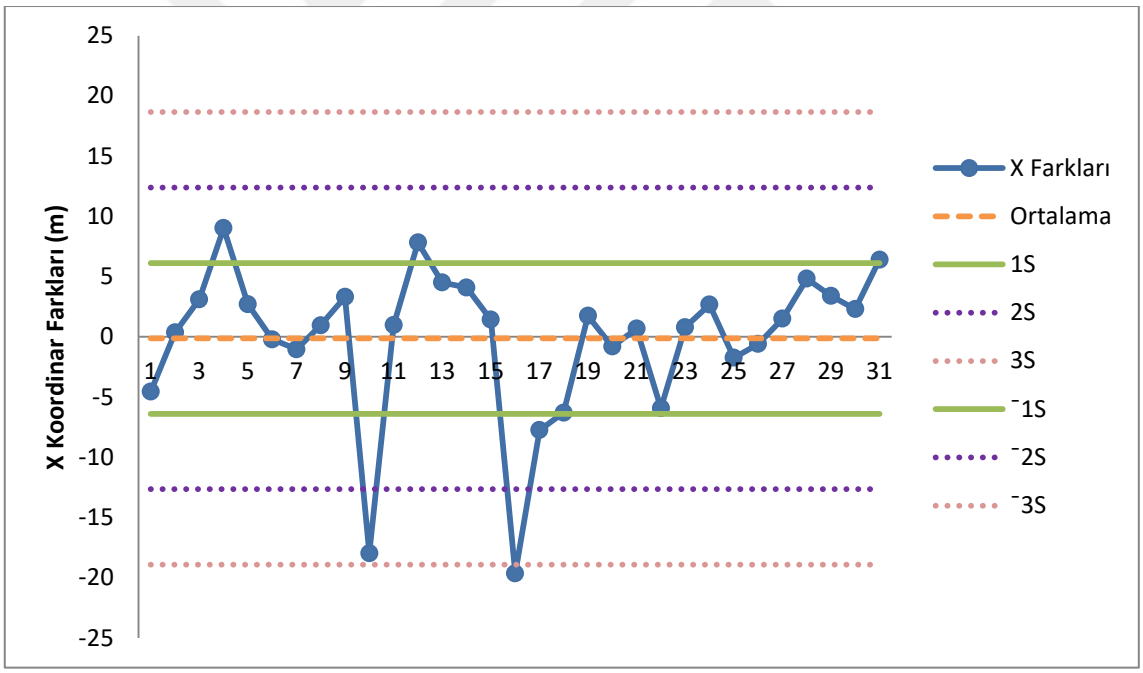
$$2S = 12{,}52 \text{ m}$$

$$3S = 18{,}78 \text{ m}$$

Elde edilen standart sapma verileri dikkate alınarak, düğüm noktalarının X ve Y yönlerindeki koordinat farklarının dağılım grafikleri oluşturulmuştur.



Şekil 5. 17 Düğüm noktalarının Y yönündeki koordinat farklarının dağılım grafiği



Şekil 5. 18 Düğüm noktalarının X yönündeki koordinat farklarının dağılım grafiği

Şekil 5.17 ve şekil 5.18 incelendiğinde her iki grafikte de 26 adet noktanın Y ve X yönündeki koordinat farklarına göre beklenen değer aralıklarında olduğu görülmektedir.

Daha sonra proje ve arazi noktaları arasındaki koordinat farkları birlikte değerlendirilerik düğüm noktalarının konum hatalarına ait standart sapma değeri hesaplanmıştır (Ek-E Çizelge E.4).

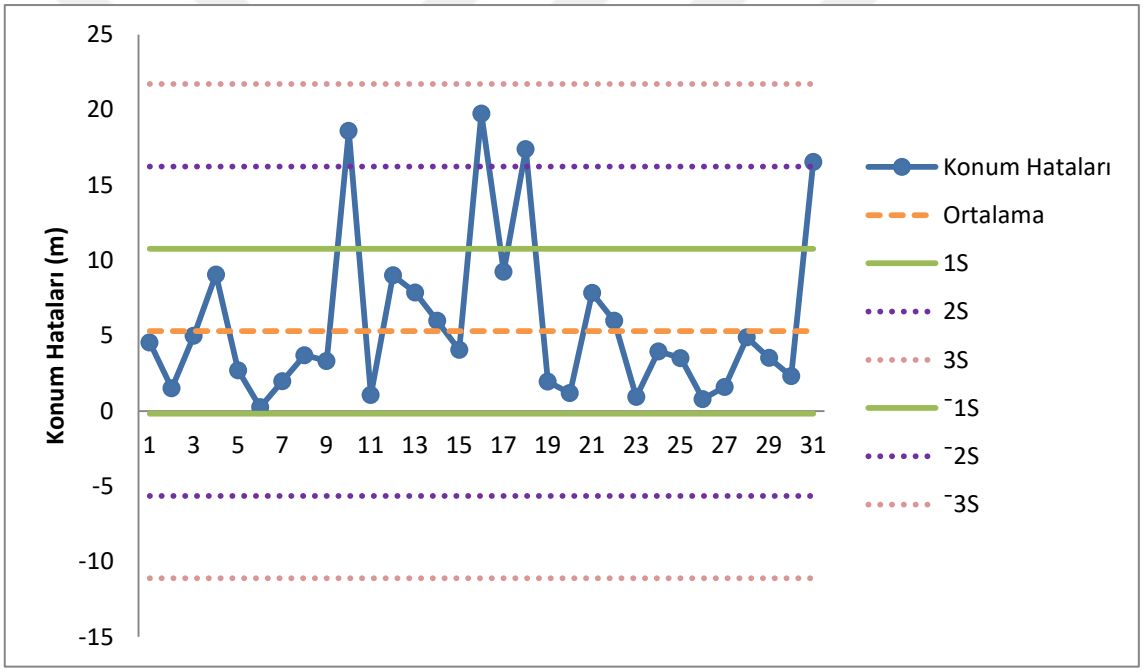
$$S_{0_P} = \sqrt{\frac{898{,}9420}{31-1}} = 5{,}47\ m$$

$$1S = 5{,}47\ m$$

$$2S = 10{,}94\ m$$

$$3S = 16{,}41\ m$$

Elde edilen standart sapma değerine göre konum hatalarının dağılım grafiği Şekil 5.19' da görüldüğü gibidir.



Şekil 5. 19 İçme suyu düğüm noktalarına ait konum hatalarının dağılım grafiği

Elde edilen veriler daha sonra sayısal ortamda ilgili çizim programına yüklenerek, inşaatı tamamlanan hatların arazideki mevcut durumlarının işletme planları oluşturulmuştur.

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Döğer Belediyesi' nin devam etmekte olan kanalizasyon ve içme suyu yapım işinde araziye döşenen şebeke borularının mevcut konumları incelenmiştir. Veriler yatay koordinatlar için CORS-TR uygulaması ile ITRF koordinat sisteminde, düşey koordinatlar için geometrik nivelman yöntemi ile elde edilmiştir. Elde edilen veriler yapım işine altlık oluşturan proje verileri ile karşlaştırılmış, NetCad programı üzerinde çizimleri yapılarak işletme planları oluşturulmuştur.

6.1 Kanalizasyon Uygulamasının Değerlendirilmesi

Kanalizasyon uygulaması kapsamında yapılan çalışmada, proje ve arazi verilerinin yatay konumlarında ortalama 27 cm (X yönünde; 13 cm, Y yönünde; 41 cm) farkların olduğu gözlemlenmiştir (Ek-B, Çizelge B.3). Elde edilen bu koordinat farklarının gerekçeleri incelendiğinde, bazı noktalarda arazinin mevcut durumunun projede belirtilen imar durumuna uymadığı bu sebeple baca yerlerinde değişiklikler yapılması gerektiği görülmüştür. Bu durum tüm altyapı çalışmalarına başlamadan, projelendirme öncesi, çalışmaya altlık olarak kullanılacak halihazır haritaların ve imar planlarının güncellenmesi gerektiğinin bir göstergesidir. Ayrıca bazı durumlarda ise tarlaların içerisine denk gelen hatlarda vatandaş ekili arazisinden hattın geçmesine izin vermemiş bu sebeple Belediye ve İller Bankası arasında düzenlenen tutanaklar kapsamında hatların yerleri değiştirilmiştir. Arazide uygun olan yerlerden hatlar geçirilmiş bu sebeple bacaların koordinat verileri değişmiştir.

Elde edilen koordinat değişikliklerinden sonra oluşturulan Şekil 5.7 incelendiğinde 23 adet kanalizasyon bacasının ± 1S aralığında kaldığı görülmektedir. Buna göre kanalizasyon bacalarının Y yönünde elde edilen koordinat farklarının ortalama değere göre yaklaşık olarak % 68 oranında ± 1S aralığını sağladığı söylenebilmektedir.

Şekil 5.8 incelendiğinde ise 21 adet kanalizasyon bacasının ± 1S aralığında kaldığı görülmektedir. Kanalizasyon bacalarının X yönünde elde edilen koordinat farklarının ortalama değere göre yaklaşık olarak % 62 oranında ± 1S aralığını sağladığı söylenebilir.

Kanalizasyon bacalarının düşey konumlarının proje ve arazi noktaları arasındaki koordinat farkları birlikte değerlendirildiğinde standart sapma değeri 1.47 m bulunmuş ve Şekil 5.9 grafiği oluşturulmuştur. 23 adet bacanın istenen standart sapma aralığında kaldığı görülmektedir ve buna göre konum hatalarının ortalama değere göre yaklaşık olarak % 68 oranında ± 1S aralığında kaldığı belirtilebilir.

Kanalizasyon sistemleri araziye uygulanırken bacaların yerlerinde yapılan değişiklikler esnasında dikkat edilen husus eğim kriterinin istenen şartları sağlamasıdır. Baca koordinatlarında yapılan bu değişiklikler esnasında eğim kriterinin korunmasına çalışılmıştır. Daha sonra baca akar kotlarında okumalar yapılmış ve kontrolleri sağlanmıştır.

Düşeyde elde edilen veriler Ek-D' de Çizelge D.7' de görüldüğü gibi proje kotları ile karşılaştırılmıştır. Okuma yapılan 34 adet bacanın nivelman hesapları sonucunda elde edilen akar kotları ile projede belirtilen kotları arasında ortalama olarak 2 cm farkla inşaatlarının yapıldığı görülmüştür.

Arazi kotları elde edildikten sonra proje kotları ile karşılaştırılmış ve farklar belirlenmiştir. Hesaplanan kot farklarına göre oluşturulan Şekil 5.13 incelendiğinde 26 adet bacanın istenen aralıkta olduğu ve buna göre Z yönünde elde edilen kot farklarının ortalama değere göre yaklaşık olarak %76 oranında ± 1S aralığında kaldığı görülmektedir.

Yapılan çalışma kapsamında kanalizasyon uygulaması incelendiğinde, bacaların projede verilen koordinat değerlerinde yatay yönde cm hassasiyetinde yapılan değişikliklerin eğim kriterini etkilemediği ancak bu kriteri koruyabilmek için de kot verilerinin düzgün bir şekilde uygulanması gerektiği görülmüştür. Ancak düşey konumda cm

mertebesinde yapılacak hatalar özellikle düz arazilerde eğim kriterini fazlasıyla etkileyeceği için baca kotlarında yapılacak çalışmaların hassas bir şekilde uygulanması gerekmektedir.

Görülüyor ki, baca konumlarının yatay koordinatlarında yapılan değişiklikler, eğim kriterinin sağlanabilmesi için düşey koordinat bilgilerinin de değişmesine neden olmuştur. Yani bir kanalizasyon sisteminde yatayda ve düşeyde verilen koordinat bilgileri ile eğim verileri sistemi oluşturan bir bütündür ve hepsi birbiriyle etkileşimlidir.

6.2 İçme Suyu Uygulamasının Değerlendirilmesi

İçme suyu uygulaması kapsamında yapılan çalışmada, proje üzerinde belirtilen düğüm noktalarının koordinatları, hatların araziye inşaa edilmesinden sonra elde edilen koordinat verileri ile karşılaştırılmıştır. Cazibeli olarak çalışan bu sistemlerde, içme suyu hatları araziye tesis edilirken kot verileri önemli olmadığı için yatayda elde edilen koordinat farkları sistemin çalışmasına etki eden sonuçlar doğurmamaktadır. İçme suyu projesinde belirtilen imar yollarının arazinin mevcut durumunda bulunmaması sebebiyle veya bazı noktalarda mevcut içme suyu hattı ile karşılaşıldığı için düğüm noktalarında projeye göre farklılıklar meydana gelmektedir.

Bu uygulama kapsamında yapılan çalışmada proje ve arazi verilerinin yatay konumlarında ortalama olarak X yönünde 1,32 m, Y yönünde ise 13 cm’ lik farkların olduğu gözlemlenmiştir (Ek-E Çizelge E.1).

Arazide uygulanan hatlara ait koordinat verileri elde edikten sonra Şekil 5.17 incelendiğinde 26 adet baca adedi ile Y yönünde elde edilen koordinat farklarının ortalama değere göre yaklaşık olarak % 84 oranında ± 1S aralığında kaldığı görülmektedir. Ancak 18. ve 31. Düğüm numaralarında arazinin el verdiği şekilde hatlar döşendiği için, 3S değerine kadar sapmalar olduğu gözlemlenmiştir.

İçme suyu çalışmalarına ait Şekil 5.18 incelendiğinde ise istenen arlaıkta 26 adet baca tespit edilmiş ve buna göre X yönünde elde edilen koordinat farklarının ortalama değere göre yaklaşık olarak % 84 oranında ± 1S aralığında kaldığı görülmektedir. Yalnızca 10. ve 16. düğüm noktalarında yüksek sapmaların olduğu görülmektedir.

Bunların sebebi de daha önce bahsedildiği gibi arazideki mevcut durumun proje ile uyumlu olmaması ve hatların arazi şartlarına göre devam ettirilmesinden kaynaklıdır.

İçme suyu hatlarına ait düğüm noktalarının proje ve arazi koordinatları arasındaki farklar birlikte değerlendirildiğinde ise konum hatalarına ait standart sapma değeri 5.47 m bulunmuş ve Şekil 5.19 grafiği oluşturulmuştur. Grafik incelendiğinde 27 adet bacanın istenen aralıkta kaldığı görülmektedir. Buna göre konum hatalarının ortalama değere göre yaklaşık olarak % 87 oranında 1S aralığında kaldığı söylenebilir.

Sonuç olarak bu çalışma kapsamında yapılan kanalizasyon ve içme suyu uygulamaları dikkate alındığında görülmektedir ki, verilerin % 100 ü hiçbir zaman birebir uygulanamamaktadır. Bunun sebebi, ülkemizdeki altyapı çalışmalarının maalesef gerekli altlıklar elde edilmeden yapılmaya çalışılmasıdır. Altyapı hizmetleri yerleşim alanlarına ait halihazır haritaların ve imar planlarının yapılmasından veya güncellenmesinden sonra planlanmadığı için uygulama safhasına gelindiğinde projeler mevcut duruma göre değişikliklere uğrayabilmektedir.

Sistemlerin kullanılabilirliğinin devam ettirilmesi için uygulamalara altlık olan proje verileri o günkü arazinin durumuna göre düzenlenebilmekte ancak verilerin birbiriyle olan bağlantılarına dikkat edilmelidir. Yatayda ve düşeyde elde edilen koordinat verileri ile eğim kriteri herzaman birbiriyle ilişkilidir. Bu sebeple herhangi bir veride yapılacak değişiklikten sonra diğer verilerin kontrolü muhakkak yapılmalıdır.

Tüm uygulama gözönüne alındığında altyapı çalışmalarının doğru ve verimli bir şekilde uygulanabilirliğinin sağlanması konusundaki öneri, halihazır harita ve imar planlarının güncel veriler olmasına dikkat edilmesi zorunluluğudur. Ayrıca daha sonra yapılacak altyapı çalışmalarında sorun yaşanmaması veya ileride yaşanacak arıza durumlarında kısa sürede çözüm noktasına ulaşılabilmesi için araziye uygulaması yapılan tüm hatlar ve sanat yapıları tek tek ölçülerek kayıt altına alınmalı ve arşivlenmelidir.

KAYNAKLAR

[1] Kahveci, M., (2017). Kinematik GNSS ve RTK Cors Ağları, 2. Baskı, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.

[2] Öcalan, T., (2015). GNSS Ağlarında Hassas Nokta Konumlama (GPS-PPP) Tekniği Yaklaşımlı Çözümler, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[3] Kahveci, M. ve Yıldız, F., (2007). GNSS Uydularla Konum Belirleme Sistemleri Teori-Uygulama, 3. Baskı, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.

[4] Genç, Ö., (2007), Altyapı Yatırımlarının Finansmanı, http://www.kalkinma.com.tr/data/file/raporlar/ESA/ga/2007-GA/GA-07-07-30_Kamu_Altyapi_Yatirimlari.pdf, 15 Şubat 2019.

[5] Erdin, H. E., (2010), Kentsel Teknik Altyapı Sorunlarının Belirlenmesine İlişkin Bir Yaklaşım Örnek Alan: Tire Belediyesi (İZMİR), http://www.spo.org.tr/resimler/ekler/dcf435435894a4d_ek.pdf, 15 Şubat 2019.

[6] Erdin, H. E., (2001). Şehir Planlamada Su ve Kanalizasyon Sistemleri Proje Eşiklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

[7] Erkan, H., Yeraltı Hatları Kadastrosu, Harita ve Kadastro Mühendisliği Dergisi: 69-87.

[8] Vikipedi, Coğrafi Konum, https://g.co/kgs/oLaicJ, 25 Ekim 2018.

[9] Parkinson, B.W. and Spilker, J.J., (1996). GPS Error Analysis in Global Positioning System, Theory and Applications, Vol 1, The American Institute of Aeronautics and Astronautics.

[10] Taktak, F., (2005). Afyonkarahisar' da GPS Gözlemleri ve Nivelman Ölçüleri Yardımıyla Yerel Jeoid Profilinin Çıkarılması, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.

[11] Yılmaz, S.A., (2013). GNSS Verilerinden Hesaplanan Elipsoid Yüksekliklerinin Atmosferik Verilerle İyileştirilmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

[12] Çorumluoğlu, Ö., Özbay, Y., Kalaycı, İ. ve Şanlıoğlu, İ., (2005). "GPS Yüksekliklerinden Ortometrik Yüksekliklerin Elde Edilmesinde Yapay Sinir Ağı (YSA) Tekniğinin Kullanımı", Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 23-25 Kasım 2005, İstanbul.

[13] Kalaycı, İ., (1997). GPS İle Ortometrik Yüksekliklerin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

[14] Güngör, O., (2000). Gerçek Zamanlı Kinematik (GZK) GPS' in Jeodezik Çalışmalarda Kullanılabilirliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

[15] Pırtı, A., (2005). Yol Aplikasyonunda RTK GPS Tekniğinin Kullanılması ve Doğruluk Yönünden İncelenmesi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[16] Erdoğan, N., (2016). İller Bankası A.Ş. Kapsamında Yapılan Arıtma Tesisi İnşaatları İle İçme Suyu ve Kanalizasyon Uygulamalarında Cors-Tr Yönteminin Kot Doğruluğu Açısından İncelenmesi, Uzmanlık Tezi, İller Bankası Anonim Şirketi, Eskişehir.

[17] Tut, İ., (2009). Hızlı Statik GPS Çözümlerinin Güvenirliği, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Entitüsü, İstanbul.

[18] Pehlivan, H., (2009). Gerçek Zamanlı Kinematik GPS Yöntemiyle Yapıların Dinamik Davranışlarının İncelenmesi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[19] Bahşi, M. N., (2010). İnternet ve GSM Teknolojileri Kullanılarak Tek Sabit Referans İstasyonlu RTK GPS Tekniğinin Açık Alanlarda Uygulanabilirliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[20] Sengü, M. Ö., (2012). Yerleşim Alanlarında Cors Yönteminin Kadastral Ölçmelerde Uygulanabilirlik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[21] Doğan, Ç., (2014). Yol Aplikasyonu Çalışmalarında Cors' un Uygulanabilirliğinin Test Edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[22] Bütün, Ö. F., (2010). Tusaga Aktif (Cors-Tr) İstasyonlarından Elde Edilen Nokta Koordinat Doğruluğunun İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.

[23] Taftalı, G., (2010). Sabit Referans GNSS Ağlarının Teknik Altyapı ve Üstyapı Kontrolünde Kullanımının İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[24] Erdin, H. E., (2009). Şehirsel Yerleşmelerde Teknik Altyapı Projelerinin Ortak-Eşgüdümsel Niteliklerinin Belirlenmesi Örnek Alan: Tire Belediyesi/İzmir, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

[25] Boldaş, C., (2014). Bingöl Kenti Altyapı Yönetim Stratejisinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

[26] Suat Akdağ/Türkiye Fiziki Coğrafya, Türkiye Jeotermal Kaynaklar Dağılımı ve Uygulama Haritası, https://suatakdag.wordpress.com/2013/12/09/turkiye-jeotermal-kaynaklari-haritasi/ , 26 Ekim 2018.

[27] Türkiye İstatistik Kurumu, Belediye Su İstatistikleri 2016, http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24874, 26 Ekim 2018.

[28] Kocaeli Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü, 9 Adet Depo İnşa Ediliyor, https://www.isu.gov.tr/haberler/detay.aspx?Id=3378, 26 Ekim 2018.

[29] WHO (World Health Organization), (2017). Guidelines for Drinking-Water Quality, 4. Edition, Gutenberg, Malta.

[30] Türk Dil Kurumu, Kanalizasyon Sözcüğü, http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&view=bts&kategori1=veritbn&kelimesec=180303, 26 Ekim 2018.

[31] Erdin, E., (1987). Çevre Mühendsiliği Mikrobiyolojisi, Ders Notları, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

[32] Kaya, M., (2016). Şehir Şebekesi Kanalizasyon İşlerinde Risklerin Belirlenmesi ve Çözüm Önerileri, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.

[33] Türkiye İstatistik Kurumu, Belediye Atıksu İstatistikleri 2016, http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24875, 26 Ekim 2018.

[34] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı İller Bankası A.Ş., (2016). Kanalizasyon Sistemlerinde İşletme ve Bakım Rehberi, İLBANK, Ankara.

[35] Kara, Ü. A., (2010). Kentsel Altyapı Tesislerinin Planlanmasında Yapılan Jeolojik-Jeoteknik Çalışmalar ve Kilimli (Zonguldak) Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

[36] E-Belediye İnfo, Belediyelerin Yüzde 84' ü Kanalizasyon Şebekesi İle Hizmet Veriyor, https://www.ebelediye.info/haberler/belediyelerin-yuzde-84-u-kanalizasyon-sebekesi-ile-hizmet-veriyor, 27 Ekim 2018.

[37] Yapı Kataloğu, Polietilen Muayene Bacası, https://www.yapikatalogu.com/tesisat-su-isitma-sogutma-havalandirma/menhol-kapaklari-rogarlar/gezer-endustri-insaat-sanayi-ve-ticaret-a-s-polietilen-muayene-bacasi-plastik-menhol-plastik-rogar-cadde-agizligi-rogar-yamac-bacalari-pompa-terfi-istasyonlari-sayac-odalari-elektrik-m_1365, 12 Şubat 2019.

[38] Serin Beton, Muayene Baca Grubu, http://serinbeton.com/muayene-baca-grubu/, 12 Şubat 2019.

[39] Kaplan Beton Elemanları, Parsel Baca Elemanları, http://kaplanbeton.com.tr/parsel-baca-elemanlari_7_tr_u.html, 12 Şubat 2019.

[40] İller Bankası Anonim Şirketi, (2013). İçme Suyu Tesisleri Etüt, Fizibilite ve Projelerinin Hazırlanmasına Ait Teknik Şartname, Ankara.

[41] Erdemgil, M. N., (1995). Su Getirme, Bilim Yayınları, Ankara

[42] Karpuzcu, M., (2005). Su Temini ve Çevre Sağlığı, 2. Baskı, Kubbealtı Neşriyatı, İstanbul.

[43] Yalçın, E., (2015). Altyapı İşlerine Ait Kesin Projelerde Uygulama Sırasında Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri, Uzmanlık Tezi, İller Bankası Anonim Şirketi, Kastamonu.

[44] Yıldırım Demir Doğrama, İksa, http://www.yildirimdemirdograma.com/imalatlarimiz.php, 12 Şubat 2019.

[45] Türkçe Bilgi, Döğer İhsaniye, https://www.turkcebilgi.com/d%C3%B6%C4%9Fer,_ihsaniye, 14 Şubat 2019.

[46] Türkiye Kültür Portalı, Döğer Kervansarayı, https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/afyonkarahisar/gezilecekyer/doger-kervansarayi, 14 Şubat 2019.

[47] Google Maps, Döğer, https://www.google.com/maps/place/D%C3%B6%C4%9Fer+Belediyesi%2F%C4%B0hsaniye%2FAfyonkarahisar/@39.1423317,30.3376209,22414m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x14cedb29422fe111:0xa4c36eb0e5986d26!8m2!3d39.1419524!4d30.4011911, 14 Şubat 2019.

EK-A

ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI TASLAK YÖNETMELİK

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü

Teknik Altyapı Tesislerine İlişkin Harita ve Harita Bilgilerinin Oluşturulması ve Coğrafi Bilgi Sistemlerine Aktarılmasına Yönelik Usul ve Esaslar Yönetmelik Taslağı

…

BEŞİNCİ BÖLÜM

Teknik Altyapı Projelerinin Aplikasyonu, Boykesit-Enkesit Çalışmaları, As-Built Haritalarının Oluşturulması

As-Built ve İş Sonu Harita ve Planlarının Oluşturulması

MADDE 31 –

c) Kanalizasyon

1) Kanalizasyon Rögarları: Baca kotu yüksekliği ve taban kotları ölçülür. Akış yönü kayıt edilir.

2) Cazibeli Kanalizasyon Borusu: Bütün taban kotları ölçülür. Standartlara göre katman ile tür ve boyut tanımlamaları yapılır.

EK-B

KANALİZASYON BACALARINA AİT YATAY KOORDİNATLAR

Çizelge B. 1 Kanalizasyon bacaları GPS okuma verileri

Nokta	Y (m)	X (m)	Gözlemler	Çözüm	Uydular	PDOP (max)
B200	534642,398	4332222,300	5	Fix	13	0.488m
B201	534657,782	4332252,764	5	Fix	13	0.045m
B202	534672,279	4332285,735	5	Fix	14	0.010m
B203	534701,012	4332271,067	5	Fix	15	0.024m
B208	534733,936	4332253,385	5	Fix	15	0.043m
B209	534766,037	4332236,485	5	Fix	13	0.021m
B168	534815,032	4332269,034	5	Fix	16	0.015m
B167	534835,521	4332320,896	5	Fix	14	0.012m
B166	534852,261	4332367,569	5	Fix	16	0.023m
B165	534863,946	4332412,489	5	Fix	16	0.042m
B164	534857,211	4332445,925	5	Fix	16	0.013m
B163	534838,847	4332485,866	5	Fix	16	0.023m
B162	534861,211	4332496,503	5	Fix	15	0.020m
B193	534726,545	4332436,264	5	Fix	16	0.022m
B194	534716,000	4332389,253	5	Fix	15	0.024m
B196	534706,582	4332361,612	5	Fix	15	0.021m
B198	534697,410	4332342,412	5	Fix	15	0.008m
B199	534686,445	4332314,466	5	Fix	12	0.014m
B207	534753,230	4332294,989	5	Fix	13	0.036m
B206	534772,035	4332342,290	5	Fix	14	0.015m
B205	534787,090	4332384,488	5	Fix	14	0.006m
B138	534806,257	4332539,781	5	Fix	14	0.011m
B137	534784,551	4332566,872	5	Fix	12	0.019m
B136	534746,308	4332604,279	5	Fix	14	0.029m
B169	534718,650	4332628,465	5	Fix	14	0.020m
B172	534678,391	4332579,391	5	Fix	14	0.012m
B171	534704,042	4332560,830	5	Fix	11	0.018m

Çizelge B. 1 Kanalizasyon bacaları GPS okuma verileri (devamı)

Nokta	Y (m)	X (m)	Gözlemler	Çözüm	Uydular	PDOP (max)
B708	534535,331	4332704,932	5	Fix	12	0.004m
B368	534558,868	4332695,557	5	Fix	12	0.007m
B707	534596,953	4332687,523	5	Fix	14	0.025m
B706	534661,617	4332591,213	5	Fix	13	0.013m
B173	534657,772	4332608,004	5	Fix	10	0.010m
B174	534646,996	4332638,994	5	Fix	10	0.029m
B175	534633,607	4332671,188	5	Fix	12	0.027m

Çizelge B. 2 Kanalizasyon bacaları arazi koordinatları

Sıra No	Baca No	Arazi Koordinatları (ITRF)	
		Y (m)	X (m)
1	136	534746.215	4332604.286
2	137	534784.551	4332566.872
3	138	534806.750	4332539.533
4	162	534861.390	4332495.954
5	163	534837.988	4332485.659
6	164	534857.326	4332445.990
7	165	534865.871	4332411.938
8	166	534852.217	4332367.759
9	167	534835.390	4332320.920
10	168	534815.575	4332268.479
11	169	534719.090	4332629.387
12	171	534703.922	4332560.753
13	172	534677.873	4332579.529
14	173	534647.080	4332638.375
15	174	534658.003	4332608.264
16	175	534661.749	4332591.203
17	193	534725.829	4332436.514
18	194	534716.018	4332389.104
19	196	534708.390	4332362.762
20	198	534698.609	4332341.889
21	199	534686.472	4332313.781
22	200	534642.398	4332222.356
23	201	534657.483	4332253.746
24	202	534672.769	4332286.069
25	203	534700.998	4332271.040
26	205	534787.230	4332384.374
27	206	534772.219	4332342.233
28	207	534753.520	4332294.186
29	208	534734.414	4332254.210
30	209	534765.250	4332236.090
31	368	534559.452	4332695.588
32	706	534634.671	4332670.955
33	707	534596.590	4332688.540
34	708	534535.068	4332705.259

Çizelge B. 3 Kanalizasyon bacalarına ait koordinatlarının karşılaştırılması

SN	Baca No	Proje Koordinatları (ITRF)		Arazi Koordinatları (ITRF)		FARK (m)	
		Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	dy	dx
1	136	534746.453	4332605.098	534746.215	4332604.286	0.24	0.81
2	137	534783.022	4332568.141	534784.551	4332566.872	-1.53	1.27
3	138	534805.603	4332540.148	534806.750	4332539.533	-1.15	0.62
4	162	534864.107	4332500.225	534861.390	4332495.954	2.72	4.27
5	163	534835.043	4332487.154	534837.988	4332485.659	-2.95	1.50
6	164	534852.396	4332445.773	534857.326	4332445.990	-4.93	-0.22
7	165	534862.302	4332409.176	534865.871	4332411.938	-3.57	-2.76
8	166	534850.466	4332370.859	534852.217	4332367.759	-1.75	3.10
9	167	534833.619	4332321.937	534835.390	4332320.920	-1.77	1.02
10	168	534812.775	4332271.071	534815.575	4332268.479	-2.80	2.59
11	169	534718.273	4332626.373	534719.090	4332629.387	-0.82	-3.01
12	171	534704.610	4332561.010	534703.922	4332560.753	0.69	0.26
13	172	534678.691	4332579.412	534677.873	4332579.529	0.82	-0.12
14	173	534645.181	4332639.416	534647.080	4332638.375	-1.90	1.04
15	174	534656.156	4332605.676	534658.003	4332608.264	-1.85	-2.59
16	175	534661.080	4332588.440	534661.749	4332591.203	-0.67	-2.76
17	193	534726.693	4332439.353	534725.829	4332436.514	0.86	2.84
18	194	534715.066	4332382.761	534716.018	4332389.104	-0.95	-6.34
19	196	534707.892	4332362.935	534708.390	4332362.762	-0.50	0.17
20	198	534697.957	4332343.258	534698.609	4332341.889	-0.65	1.37
21	199	534685.080	4332313.773	534686.472	4332313.781	-1.39	-0.01
22	200	534642.296	4332223.693	534642.398	4332222.356	-0.10	1.34
23	201	534657.307	4332254.688	534657.483	4332253.746	-0.18	0.94
24	202	534671.131	4332285.358	534672.769	4332286.069	-1.64	-0.71
25	203	534704.934	4332269.699	534700.998	4332271.040	3.94	-1.34
26	205	534789.418	4332387.200	534787.230	4332384.374	2.19	2.83
27	206	534771.135	4332343.158	534772.219	4332342.233	-1.08	0.92
28	207	534753.195	4332297.739	534753.520	4332294.186	-0.33	3.55
29	208	534737.325	4332253.435	534734.414	4332254.210	2.91	-0.78
30	209	534766.911	4332237.471	534765.250	4332236.090	1.66	1.38
31	368	534562.009	4332691.883	534559.452	4332695.588	2.56	-3.71
32	706	534633.286	4332673.955	534634.671	4332670.955	-1.39	3.00
33	707	534596.136	4332683.783	534596.590	4332688.540	-0.45	-4.76
34	708	534536.976	4332703.827	534535.068	4332705.259	1.91	-1.43
					ORTALAMA=	**-0.41**	**0.13**

Çizelge B. 4 Bacaların Y yönündeki dy koordinat farklarının standart sapma verileri

Sıra	d_i	d_{ort}	$V_i\,(d_i - d_{ort})$	V_iV_i
1	0,24	-0,41	0,65	0,4225
2	-1,53	-0,41	-1,12	1,2544
3	-1,15	-0,41	-0,74	0,5476
4	2,72	-0,41	3,13	9,7969
5	-2,95	-0,41	-2,54	6,4516
6	-4,93	-0,41	-4,52	20,4304
7	-3,57	-0,41	-3,16	9,9856
8	-1,75	-0,41	-1,34	1,7956
9	-1,77	-0,41	-1,36	1,8496
10	-2,80	-0,41	-2,39	5,7121
11	-0,82	-0,41	-0,41	0,1681
12	0,69	-0,41	1,10	1,2100
13	0,82	-0,41	1,23	1,5129
14	-1,90	-0,41	-1,49	2,2201
15	-1,85	-0,41	-1,44	2,0736
16	-0,67	-0,41	-0,26	0,0676
17	0,86	-0,41	1,27	1,6129
18	-0,95	-0,41	-0,54	0,2916
19	-0,50	-0,41	-0,09	0,0081
20	-0,65	-0,41	-0,24	0,0576
21	-1,39	-0,41	-0,98	0,9604
22	-0,10	-0,41	0,31	0,0961
23	-0,18	-0,41	0,23	0,0529
24	-1,64	-0,41	-1,23	1,5129
25	3,94	-0,41	4,35	18,9225
26	2,19	-0,41	2,60	6,7600
27	-1,08	-0,41	-0,67	0,4489
28	-0,33	-0,41	0,08	0,0064
29	2,91	-0,41	3,32	11,0224
30	1,66	-0,41	2,07	4,2849
31	2,56	-0,41	2,97	8,8209
32	-1,39	-0,41	-0,98	0,9604
33	-0,45	-0,41	-0,04	0,0016
34	1,91	-0,41	2,32	5,3824
			$[\boldsymbol{V_iV_i}]$	**126,7015**

Çizelge B. 5 Bacaların X yönündeki dx koordinat farklarının standart sapma verileri

Sıra	d_i	d_{ort}	$V_i\ (d_i - d_{ort})$	V_iV_i
1	0,81	0,13	0,68	0,4624
2	1,27	0,13	1,14	1,2996
3	0,62	0,13	0,49	0,2401
4	4,27	0,13	4,14	17,1396
5	1,50	0,13	1,37	1,8769
6	-0,22	0,13	-0,35	0,1225
7	-2,76	0,13	-2,89	8,3521
8	3,10	0,13	2,97	8,8209
9	1,02	0,13	0,89	0,7921
10	2,59	0,13	2,46	6,0516
11	-3,01	0,13	-3,14	9,8596
12	0,26	0,13	0,13	0,0169
13	-0,12	0,13	-0,25	0,0625
14	1,04	0,13	0,91	0,8281
15	-2,59	0,13	-2,72	7,3984
16	-2,76	0,13	-2,89	8,3521
17	2,84	0,13	2,71	7,3441
18	-6,34	0,13	-6,47	41,8609
19	0,17	0,13	0,04	0,0016
20	1,37	0,13	1,24	1,5376
21	-0,01	0,13	-0,14	0,0196
22	1,34	0,13	1,21	1,4641
23	0,94	0,13	0,81	0,6561
24	-0,71	0,13	-0,84	0,7056
25	-1,34	0,13	-1,47	2,1609
26	2,83	0,13	2,70	7,2900
27	0,92	0,13	0,79	0,6241
28	3,55	0,13	3,42	11,6964
29	-0,78	0,13	-0,91	0,8281
30	1,38	0,13	1,25	1,5625
31	-3,71	0,13	-3,84	14,7456
32	3,00	0,13	2,87	8,2369
33	-4,76	0,13	-4,89	23,9121
34	-1,43	0,13	-1,56	2,4336
			$[\boldsymbol{V_iV_i}]$	**198,7552**

Çizelge B. 6 Bacaların konum hatalarının standart sapma verileri

Sıra	Baca No	d_y	d_x	d_y^2	d_x^2	$\sqrt{d_y^2 + d_x^2}$ (d_i)	d_{ort}	$V_i\,(d_i - d_{ort})$	$V_i V_i$
1	136	0,24	0,81	0,06	0,66	0,84	2,77	-1,93	3,7064
2	137	-1,53	1,27	2,34	1,61	1,99	2,77	-0,78	0,6109
3	138	-1,15	0,62	1,32	0,38	1,31	2,77	-1,46	2,1419
4	162	2,72	4,27	7,40	18,23	5,06	2,77	2,29	5,2566
5	163	-2,95	1,50	8,70	2,25	3,31	2,77	0,54	0,2910
6	164	-4,93	-0,22	24,30	0,05	4,93	2,77	2,16	4,6868
7	165	-3,57	-2,76	12,74	7,62	4,51	2,77	1,74	3,0362
8	166	-1,75	3,10	3,06	9,61	3,56	2,77	0,79	0,6239
9	167	-1,77	1,02	3,13	1,04	2,04	2,77	-0,73	0,5287
10	168	-2,80	2,59	7,84	6,71	3,81	2,77	1,04	1,0903
11	169	-0,82	-3,01	0,67	9,06	3,12	2,77	0,35	0,1223
12	171	0,69	0,26	0,48	0,07	0,74	2,77	-2,03	4,1316
13	172	0,82	-0,12	0,67	0,01	0,83	2,77	-1,94	3,7685
14	173	-1,90	1,04	3,61	1,08	2,17	2,77	-0,60	0,3648
15	174	-1,85	-2,59	3,42	6,71	3,18	2,77	0,41	0,1705
16	175	-0,67	-2,76	0,45	7,62	2,84	2,77	0,07	0,0049
17	193	0,86	2,84	0,74	8,07	2,97	2,77	0,20	0,0389
18	194	-0,95	-6,34	0,90	40,20	6,41	2,77	3,64	13,2553
19	196	-0,50	0,17	0,25	0,03	0,53	2,77	-2,24	5,0261
20	198	-0,65	1,37	0,42	1,88	1,52	2,77	-1,25	1,5716
21	199	-1,39	-0,01	1,93	0,00	1,39	2,77	-1,38	1,9043
22	200	-0,10	1,34	0,01	1,80	1,34	2,77	-1,43	2,0343
23	201	-0,18	0,94	0,03	0,88	0,96	2,77	-1,81	3,2867
24	202	-1,64	-0,71	2,69	0,50	1,79	2,77	-0,98	0,9661
25	203	3,94	-1,34	15,52	1,80	4,16	2,77	1,39	1,9366
26	205	2,19	2,83	4,80	8,01	3,58	2,77	0,81	0,6535
27	206	-1,08	0,92	1,17	0,85	1,42	2,77	-1,35	1,8259
28	207	-0,33	3,55	0,11	12,60	3,57	2,77	0,80	0,6325
29	208	2,91	-0,78	8,47	0,61	3,01	2,77	0,24	0,0589
30	209	1,66	1,38	2,76	1,90	2,16	2,77	-0,61	0,3737
31	368	2,56	-3,71	6,55	13,76	4,51	2,77	1,74	3,0190
32	706	-1,39	3,00	1,93	9,00	3,31	2,77	0,54	0,2877
33	707	-0,45	-4,76	0,20	22,66	4,78	2,77	2,01	4,0450
34	708	1,91	-1,43	3,65	2,04	2,39	2,77	-0,38	0,1475
					ORTALAMA=	**2,77**		$[V_i V_i]$	**71,5989**

EK-C

EĞİMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Çizelge C. 1 Eğim farklarının hesaplanması

Sıra	Bacalar Arası Bağlantılar	L (m)	Δh (m)	Arazi Eğimi (Δh/L)	Proje Eğimleri	FARK
1	202-203	31,98	0,383	0,012	0,011	-0,001
2	203-208	37,41	0,654	0,017	0,019	0,002
3	208-209	35,77	0,202	0,006	0,006	0,000
4	207-208	44,31	0,659	0,015	0,015	0,000
5	206-207	51,56	0,778	0,015	0,016	0,001
6	205-206	44,73	0,517	0,012	0,012	0,000
7	167-168	56,06	0,661	0,012	0,011	-0,001
8	166-167	49,77	1,059	0,021	0,021	0,000
9	165-166	46,24	1,191	0,026	0,031	0,005
10	200-201	34,83	0,669	0,019	0,022	0,003
11	175-174	17,47	0,082	0,005	0,006	0,001
12	169-172	64,69	1,327	0,021	0,022	0,001
13	174-173	32,03	0,193	0,006	0,005	-0,001
14	164-165	35,1	0,559	0,016	0,013	-0,003
15	163-164	44,14	0,28	0,006	0,007	0,001
16	162-163	25,57	1,147	0,045	0,038	-0,007
17	193-194	48,41	0,222	0,005	0,004	-0,001
18	194-196	27,42	0,551	0,020	0,022	0,002
19	196-198	23,05	0,487	0,021	0,024	0,003
20	198-199	30,62	0,263	0,009	0,009	0,000
21	199-202	30,91	0,227	0,007	0,006	-0,001
22	201-202	35,76	0,809	0,023	0,023	0,000
23	171-172	32,11	0,142	0,004	0,004	0,000

Çizelge C. 1 Eğim farklarının hesaplanması (devamı)

Sıra	Bacalar Arası Bağlantılar	L (m)	Δh (m)	Arazi Eğimi (Δh/L)	Proje Eğimleri	FARK
24	706-707	41,95	0,702	0,017	0,018	0,001
25	707-368	37,8	0,69	0,018	0,018	0,000
26	368-708	26,23	0,22	0,008	0,010	0,002
27	173-706	34,86	0,38	0,011	0,009	-0,002
28	136-137	53,57	0,436	0,008	0,010	0,002
29	137-138	35,22	0,193	0,005	0,004	-0,001
30	138-163	62,88	0,527	0,008	0,008	0,000
31	169-136	36,96	0,11	0,003	0,006	0,003
						0,000

EK-D

KANALİZASYON BACALARINA AİT DÜŞEY KOORDİNATLAR

Çizelge D. 1 Birinci nivelman hattı çizelgesi

İLLER BANKASI A.Ş. ESKİŞEHİR BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ DÖĞER (AFYONKARAHİSAR) KANALİZASYON ŞEBEKE YAPIM İŞİ NİVELMAN ÇİZELGESİ						
Nokta No	OKUMALAR (m)			Kot Farkı	KOT (m)	
	GERİ	ORTA	İLERİ			
R.5/1	0640				(1133.555)	
B.193		3540			1130.655	
B.194		3762			1130.433	
B.196		4313			1129.882	
-	0729		2549			
B.198		2980			1129.395	
B.199		3243			1129.132	
B.202		3470			1128.905	

Çizelge D.1 Birinci nivelman hattı çizelgesi (devamı)

İLLER BANKASI A.Ş. ESKİŞEHİR BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ DÖĞER (AFYONKARAHİSAR) KANALİZASYON ŞEBEKE YAPIM İŞİ NİVELMAN ÇİZELGESİ						
Nokta No	OKUMALAR (m)			Kot Farkı	KOT (m)	
	GERİ	ORTA	İLERİ			
-	1970		1419			
B.201		3212			1129.714	
B.200		2543			1130.383	
R.3/1			0097		1132.829	(1132.817)
						0.012

Çizelge D. 2 İkinci nivelman hattı çizelgesi

İLLER BANKASI A.Ş. ESKİŞEHİR BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ DÖĞER (AFYONKARAHİSAR) KANALİZASYON ŞEBEKE YAPIM İŞİ NİVELMAN ÇİZELGESİ						
Nokta No	OKUMALAR (m)			Kot Farkı	KOT (m)	
	GERİ	ORTA	İLERİ			
R.4/1	1302				(1130.185)	
B.206		2182			1129.305	
-	1729		0337			
B.205		3057			1129.822	
R.7/1			1368		1131.511	(1131.514)
						0.003

Çizelge D. 3 Üçüncü nivelman hattı çizelgesi

İLLER BANKASI A.Ş. ESKİŞEHİR BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ DÖĞER (AFYONKARAHİSAR) KANALİZASYON ŞEBEKE YAPIM İŞİ NİVELMAN ÇİZELGESİ						
Nokta No	OKUMALAR (m)			Kot Farkı	KOT (m)	
	GERİ	ORTA	İLERİ			
R.8/1	1723				(1134.105)	
-	1712		1991			
B.175		3218			1132.331	
B.172		3030			1132.519	
B.171		2888			1132.661	
-	2272		0595			
B.169		3380			1133.846	
B.136		3288			1133.938	
-	1499		1319			
R.17			0626		1136.780	(1136.782)
						0.002

Çizelge D. 4 Dördüncü nivelman hattı çizelgesi

İLLER BANKASI A.Ş. ESKİŞEHİR BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ DÖĞER (AFYONKARAHİSAR) KANALİZASYON ŞEBEKE YAPIM İŞİ NİVELMAN ÇİZELGESİ						
Nokta No	OKUMALAR (m)			Kot Farkı	KOT (m)	
	GERİ	ORTA	İLERİ			
R.12	1197				(1129.243)	
-	1527		0223			
B.209		4078			1127.666	
B.168			2712		1129.032	(1129.04)
						0,008

Çizelge D. 5 Beşinci nivelman hattı çizelgesi

İLLER BANKASI A.Ş. ESKİŞEHİR BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ DÖĞER (AFYONKARAHİSAR) KANALİZASYON ŞEBEKE YAPIM İŞİ NİVELMAN ÇİZELGESİ						
Nokta No	OKUMALAR (m)			Kot Farkı	KOT (m)	
	GERİ	ORTA	İLERİ			
R.17	0269				(1136.782)	
B.174		4802			1132.249	
B.173		4995			1132.056	
-	0661		2708			
B.706		3328			1131.676	
B.707		4030			1130.974	
B.368		4720			1130.284	
-	1091		2910			
B.708		3121			1130.064	
-	2827		1409			
R.9/1			0572		1134.031	(1134.026)
						0.005

Çizelge D. 6 Altıncı nivelman hattı çizelgesi

İLLER BANKASI A.Ş. ESKİŞEHİR BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ DÖĞER (AFYONKARAHİSAR) KANALİZASYON ŞEBEKE YAPIM İŞİ NİVELMAN ÇİZELGESİ						
Nokta No	OKUMALAR (m)			Kot Farkı	KOT (m)	
	GERİ	ORTA	İLERİ			
R.10/1	1409				(1135.015)	
B.138		3115			1133.309	
B.137		2922			1133.502	
B.163		3642			1132.782	
-	1930		1822			
B.162		2603			1133.929	
B.164		4030			1132.502	
-	0435		2230			
B.165		2794			1131.943	
B.166		3985			1130.752	
-	0758		3010			
B.167		2792			1129.693	
R.6/1	0661		1490		1130.995	(1130.987)
B.208		3788			1127.868	
-	2490		2522			

Çizelge D.6 Altıncı nivelman hattı çizelgesi (devamı)

İLLER BANKASI A.Ş. ESKİŞEHİR BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ DÖĞER (AFYONKARAHİSAR) KANALİZASYON ŞEBEKE YAPIM İŞİ NİVELMAN ÇİZELGESİ						
Nokta No	OKUMALAR (m)			Kot Farkı	KOT (m)	
	GERİ	ORTA	İLERİ			
B.207		3097			1128.527	
B.203		3102			1128.522	
-		2733				
R.4/1			1428		1130.196	(1130.185)
						0.011

Çizelge D. 7 Kanalizasyon bacalarına ait kotların karşılaştırılması

Sıra	Baca No	Proje Kotları	Arazi Kotları	FARK (m)
1	136	1133.960	1133.938	0.02
2	137	1133.450	1133.502	-0.05
3	138	1133.290	1133.309	-0.02
4	162	1133.980	1133.929	0.05
5	163	1132.770	1132.782	-0.01
6	164	1132.430	1132.502	-0.07
7	165	1131.950	1131.943	0.01
8	166	1130.740	1130.752	-0.01
9	167	1129.640	1129.693	-0.05
10	168	1129.040	1129.032	0.01
11	169	1133.850	1133.846	0.00
12	171	1132.600	1132.661	-0.06
13	172	1132.480	1132.519	-0.04
14	173	1132.010	1132.056	-0.05
15	174	1132.200	1132.249	-0.05
16	175	1132.300	1132.331	-0.03
17	193	1130.600	1130.655	-0.06
18	194	1130.380	1130.433	-0.05
19	196	1129.920	1129.882	0.04
20	198	1129.380	1129.395	-0.01
21	199	1129.090	1129.132	-0.04
22	200	1130.420	1130.383	0.04
23	201	1129.680	1129.714	-0.03
24	202	1128.910	1128.905	0.01
25	203	1128.510	1128.522	-0.01
26	205	1129.860	1129.822	0.04
27	206	1129.290	1129.305	-0.02
28	207	1128.510	1128.527	-0.02
29	208	1127.800	1127.868	-0.07
30	209	1127.600	1127.666	-0.07
31	368	1130.320	1130.284	0.04
32	706	1131.680	1131.676	0.00
33	707	1130.970	1130.974	0.00
34	708	1130.040	1130.064	-0.02
			ORTALAMA=	**-0.02**

Çizelge D. 8 Z Yönündeki kot farklarının standart sapma verileri

Sıra	d_i	d_{ort}	$V_i\,(d_i - d_{ort})$	V_iV_i
1	0,02	-0,02	0,04	0,0016
2	-0,05	-0,02	-0,03	0,0009
3	-0,02	-0,02	0,00	0,0000
4	0,05	-0,02	0,07	0,0049
5	-0,01	-0,02	0,01	0,0001
6	-0,07	-0,02	-0,05	0,0025
7	0,01	-0,02	0,03	0,0009
8	-0,01	-0,02	0,01	0,0001
9	-0,05	-0,02	-0,03	0,0009
10	0,01	-0,02	0,03	0,0009
11	0,00	-0,02	0,02	0,0004
12	-0,06	-0,02	-0,04	0,0016
13	-0,04	-0,02	-0,02	0,0004
14	-0,05	-0,02	-0,03	0,0009
15	-0,05	-0,02	-0,03	0,0009
16	-0,03	-0,02	-0,01	0,0001
17	-0,06	-0,02	-0,04	0,0016
18	-0,05	-0,02	-0,03	0,0009
19	0,04	-0,02	0,06	0,0036
20	-0,01	-0,02	0,01	0,0001
21	-0,04	-0,02	-0,02	0,0004
22	0,04	-0,02	0,06	0,0036
23	-0,03	-0,02	-0,01	0,0001
24	0,01	-0,02	0,03	0,0009
25	-0,01	-0,02	0,01	0,0001
26	0,04	-0,02	0,06	0,0036
27	-0,02	-0,02	0,00	0,0000
28	-0,02	-0,02	0,00	0,0000
29	-0,07	-0,02	-0,05	0,0025
30	-0,07	-0,02	-0,05	0,0025
31	0,04	-0,02	0,06	0,0036
32	0,00	-0,02	0,02	0,0004
33	0,00	-0,02	0,02	0,0004
34	-0,02	-0,02	0,00	0,0000
			$[V_iV_i]$	**0,0414**

EK-E

İÇME SUYU DÜĞÜM NOKTALARINA AİT YATAY KOORDİNATLAR

Çizelge E. 1 İçme suyu noktalarına ait koordinatların karşılaştırılması

Sıra No	Düğüm No	Proje Koordinatları (ITRF)		Arazi Koordinatları (ITRF)		FARK (m)	
		Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	dy	dx
1	DN152	534019,990	4333100,566	534019,846	4333105,129	0,14	-4,56
2	DN154	534009,127	4333051,374	534007,653	4333051,018	1,47	0,36
3	DN155	533951,505	4333072,112	533955,421	4333069,001	-3,92	3,11
4	DN156	533911,953	4333033,750	533912,709	4333024,723	-0,76	9,03
5	DN158	533932,766	4333014,661	533932,515	4333011,964	0,25	2,70
6	DN159	533948,396	4333001,508	533948,263	4333001,715	0,13	-0,21
7	DN160	533981,312	4332971,976	533982,980	4332973,014	-1,67	-1,04
8	DN161	533999,959	4332984,663	534003,542	4332983,703	-3,58	0,96
9	DN162	534013,626	4332986,816	534013,391	4332983,504	0,24	3,31
10	DN163	534010,862	4332939,466	534006,026	4332957,428	4,84	-17,96
11	DN164	534044,151	4332983,578	534043,732	4332982,609	0,42	0,97
12	DN167	534048,944	4332942,969	534044,487	4332935,137	4,46	7,83
13	DN185	533857,589	4333074,695	533864,038	4333070,182	-6,45	4,51
14	DN393	533949,735	4332688,186	533945,357	4332684,094	4,38	4,09
15	DN394	533937,486	4332731,97	533933,686	4332730,544	3,80	1,43
16	DN395	533853,318	4332738,171	533855,441	4332757,819	-2,12	-19,65
17	DN452	533867,624	4332901,956	533872,692	4332909,696	-5,07	-7,74
18	DN453	533899,715	4332923,514	533883,519	4332929,811	16,20	-6,30
19	DN454	533854,317	4332880,742	533853,447	4332879,002	0,87	1,74
20	DN455	533886,695	4332917,078	533885,826	4332917,892	0,87	-0,81
21	DN456	533964,596	4332955,228	533956,785	4332954,548	7,81	0,68
22	DN457	533846,057	4332812,392	533845,234	4332818,320	0,82	-5,93

Çizelge E.1 İçme suyu noktalarına ait koordinatların karşılaştırılması (devamı)

Sıra No	Düğüm No	Proje Koordinatları (ITRF)		Arazi Koordinatları (ITRF)		FARK (m)	
		Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	dy	dx
23	DN458	533816,709	4332823,777	533817,18	4332822,976	-0,47	0,80
24	DN667	533911,409	4333124,957	533908,491	4333122,288	2,92	2,67
25	DN668	533827,868	4333093,285	533824,819	4333095,027	3,05	-1,74
26	DN686	533948,650	4332763,115	533949,166	4332763,718	-0,52	-0,60
27	DN691	533954,681	4332791,949	533955,198	4332790,434	-0,52	1,51
28	DN692	533956,519	4332811,84	533957,351	4332807,024	-0,83	4,82
29	DN693	533935,784	4332814,317	533936,679	4332810,918	-0,90	3,40
30	DN697	533985,244	4332873,464	533985,438	4332871,167	-0,19	2,30
31	DN700	534022,419	4332901,339	534007,167	4332894,932	15,25	6,41
					ORTALAMA=	**1,32**	**-0,13**

Çizelge E. 2 Y Yönündeki dy koordinat farklarının standart sapma verileri

Sıra	d_i	d_{ort}	$V_i\,(d_i - d_{ort})$	V_iV_i
1	0,14	1,32	-1,18	1,3924
2	1,47	1,32	0,15	0,0225
3	-3,92	1,32	-5,24	27,4576
4	-0,76	1,32	-2,08	4,3264
5	0,25	1,32	-1,07	1,1449
6	0,13	1,32	-1,19	1,4161
7	-1,67	1,32	-2,99	8,9401
8	-3,58	1,32	-4,90	24,0100
9	0,24	1,32	-1,08	1,1664
10	4,84	1,32	3,52	12,3904
11	0,42	1,32	-0,90	0,8100
12	4,46	1,32	3,14	9,8596
13	-6,45	1,32	-7,77	60,3729
14	4,38	1,32	3,06	9,3636
15	3,80	1,32	2,48	6,1504
16	-2,12	1,32	-3,44	11,8336
17	-5,07	1,32	-6,39	40,8321
18	16,20	1,32	14,88	221,4144
19	0,87	1,32	-0,45	0,2025
20	0,87	1,32	-0,45	0,2025
21	7,81	1,32	6,49	42,1201
22	0,82	1,32	-0,50	0,2500
23	-0,47	1,32	-1,79	3,2041
24	2,92	1,32	1,60	2,5600
25	3,05	1,32	1,73	2,9929
26	-0,52	1,32	-1,84	3,3856
27	-0,52	1,32	-1,84	3,3856
28	-0,83	1,32	-2,15	4,6225
29	-0,90	1,32	-2,22	4,9284
30	-0,19	1,32	-1,51	2,2801
31	15,25	1,32	13,93	194,0449
			$[\boldsymbol{V_iV_i}]$	**707,0826**

Çizelge E. 3 X Yönündeki dx koordinat farklarının standart sapma verileri

Sıra	d_i	d_{ort}	$V_i\,(d_i - d_{ort})$	V_iV_i
1	-4,56	-0,13	-4,43	19,6249
2	0,36	-0,13	0,49	0,2401
3	3,11	-0,13	3,24	10,4976
4	9,03	-0,13	9,16	83,9056
5	2,70	-0,13	2,83	8,0089
6	-0,21	-0,13	-0,08	0,0064
7	-1,04	-0,13	-0,91	0,8281
8	0,96	-0,13	1,09	1,1881
9	3,31	-0,13	3,44	11,8336
10	-17,96	-0,13	-17,83	317,9089
11	0,97	-0,13	1,10	1,2100
12	7,83	-0,13	7,96	63,3616
13	4,51	-0,13	4,64	21,5296
14	4,09	-0,13	4,22	17,8084
15	1,43	-0,13	1,56	2,4336
16	-19,65	-0,13	-19,52	381,0304
17	-7,74	-0,13	-7,61	57,9121
18	-6,30	-0,13	-6,17	38,0689
19	1,74	-0,13	1,87	3,4969
20	-0,81	-0,13	-0,68	0,4624
21	0,68	-0,13	0,81	0,6561
22	-5,93	-0,13	-5,80	33,6400
23	0,80	-0,13	0,93	0,8649
24	2,67	-0,13	2,80	7,8400
25	-1,74	-0,13	-1,61	2,5921
26	-0,60	-0,13	-0,47	0,2209
27	1,51	-0,13	1,64	2,6896
28	4,82	-0,13	4,95	24,5025
29	3,40	-0,13	3,53	12,4609
30	2,30	-0,13	2,43	5,9049
31	6,41	-0,13	6,54	42,7716
			$[\boldsymbol{V_iV_i}]$	**1175,4996**

Çizelge E. 4 Düğüm noktalarının konum hatalarının standart sapma verileri

Sıra	Düğüm No	d_y	d_x	d_y^2	d_x^2	$\sqrt{d_y^2 + d_x^2}$ (d_i)	d_{ort}	$V_i\,(d_i - d_{ort})$	$V_i V_i$
1	DN152	0,14	-4,56	0,02	20,79	4,56	5,30	-0,74	0,5444
2	DN154	1,47	0,36	2,16	0,13	1,51	5,30	-3,79	14,3380
3	DN155	-3,92	3,11	15,37	9,67	5,00	5,30	-0,30	0,0877
4	DN156	-0,76	9,03	0,58	81,54	9,06	5,30	3,76	14,1521
5	DN158	0,25	2,70	0,06	7,29	2,71	5,30	-2,59	6,7001
6	DN159	0,13	-0,21	0,02	0,04	0,25	5,30	-5,05	25,5330
7	DN160	-1,67	-1,04	2,79	1,08	1,97	5,30	-3,33	11,1065
8	DN161	-3,58	0,96	12,82	0,92	3,71	5,30	-1,59	2,5393
9	DN162	0,24	3,31	0,06	10,96	3,32	5,30	-1,98	3,9256
10	DN163	4,84	-17,96	23,43	322,56	18,60	5,30	13,30	176,9094
11	DN164	0,42	0,97	0,18	0,94	1,06	5,30	-4,24	18,0028
12	DN167	4,46	7,83	19,89	61,31	9,01	5,30	3,71	13,7725
13	DN185	-6,45	4,51	41,60	20,34	7,87	5,30	2,57	6,6068
14	DN393	4,38	4,09	19,18	16,73	5,99	5,30	0,69	0,4798
15	DN394	3,80	1,43	14,44	2,04	4,06	5,30	-1,24	1,5372
16	DN395	-2,12	-19,65	4,49	386,12	19,76	5,30	14,46	209,2082
17	DN452	-5,07	-7,74	25,70	59,91	9,25	5,30	3,95	15,6239
18	DN453	16,20	-6,30	262,44	39,69	17,38	5,30	12,08	145,9720
19	DN454	0,87	1,74	0,76	3,03	1,95	5,30	-3,35	11,2535
20	DN455	0,87	-0,81	0,76	0,66	1,19	5,30	-4,11	16,9028
21	DN456	7,81	0,68	61,00	0,46	7,84	5,30	2,54	6,4493
22	DN457	0,82	-5,93	0,67	35,16	5,99	5,30	0,69	0,4712
23	DN458	-0,47	0,80	0,22	0,64	0,93	5,30	-4,37	19,1157
24	DN667	2,92	2,67	8,53	7,13	3,96	5,30	-1,34	1,8045
25	DN668	3,05	-1,74	9,30	3,03	3,51	5,30	-1,79	3,1990
26	DN686	-0,52	-0,60	0,27	0,36	0,79	5,30	-4,51	20,3042
27	DN691	-0,52	1,51	0,27	2,28	1,60	5,30	-3,70	13,7120
28	DN692	-0,83	4,82	0,69	23,23	4,89	5,30	-0,41	0,1673
29	DN693	-0,90	3,40	0,81	11,56	3,52	5,30	-1,78	3,1787
30	DN697	-0,19	2,30	0,04	5,29	2,31	5,30	-2,99	8,9531
31	DN700	15,25	6,41	232,56	41,09	16,54	5,30	11,24	126,3913
					ORTALAMA=	**5,30**		$[V_i V_i]$	**898,9420**

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Nihan ERDOĞAN

Doğum Tarihi ve Yeri : 01.10.1986, Ankara

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : nihan.boztas@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	**Alan**	**Okul/Üniversite**	**Mezuniyet Yılı**
Y. Lisans	Geomatik Programı	Yıldız Teknik Üniversitesi	2019
Lisans	Jeodezi ve Foto. Müh.	Yıldız Teknik Üniversitesi	2008
Lise	Fen - Matematik	Ankara Atatürk Lisesi	2004

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	**Firma/Kurum**	**Görevi**
2013- …	İLBANK A.Ş. Eskişehir Bölge Müd.	Teknik Uzman
2011-2013	Harita ve Kadastro Müh. Odası (Ankara)	Harita Mühendisi
2008-2011	Hüner Müh. Tic. Ltd. Şti.	Harita Mühendisi