



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İÇME SUYU DAĞITIM ŞEBEKELERİNİN ÖLÜ NOKTA YÖNTEMİ
İLE ÇÖZÜMÜ VE EPANET 2.0 PROGRAMI İLE HİDROLİK OLARAK
KARŞILAŞTIRILMASI: ADANA İLİ ÖRNEK UYGULAMALARI**

**BUSE DUYAN ÇULHA
YÜKSEK LİSANS TEZİ**



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İÇME SUYU DAĞITIM ŞEBEKELERİNİN ÖLÜ NOKTA YÖNTEMİ
İLE ÇÖZÜMÜ VE EPANET 2.0 PROGRAMI İLE HİDROLİK OLARAK
KARŞILAŞTIRILMASI: ADANA İLİ ÖRNEK UYGULAMALARI**

**BUSE DUYAN ÇULHA
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. EVREN TURHAN**

ADANA, 2024

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmasında;

Bu tezin özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışa uygun olarak elde edilerek sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, tez kapsamında bu kuralların ve davranışların gerektirdiği şekilde bu çalışmaya özgün olmayan tüm veri ve bilgiler için bilimsel etik ve gelenek çerçevesinde kaynak gösterdiğimi; bu kaynakları da kaynakçada belirttiğimi beyan ederim. Çalışmam ile ilgili yaptığım beyana aykırı bir durum saptanması halinde tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

18/01/2024

[İmza]

Buse DUYAN ÇULHA

ÖZET

İÇME SUYU DAĞITIM ŞEBEKELERİNİN ÖLÜ NOKTA YÖNTEMİ İLE ÇÖZÜMÜ VE EPANET 2.0 PROGRAMI İLE HİDROLİK OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI: ADANA İLİ ÖRNEK UYGULAMALARI

Buse DUYAN ÇULHA

Yüksek Lisans, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Evren TURHAN

Ocak 2024, 94 sayfa

Hızlı nüfus artışı ve azalan su kaynakları su dağıtım sistemlerinin doğru ve etkili bir şekilde tasarımını zorunlu hale getirmiştir. Çoğu zaman mevcut şebekelerin yeterli ve kaliteli suyu sağlaması bakımından iyileştirilmesi gerektiği bir gerçektir. Dolayısı ile geleneksel yaklaşımlarla yapılan mühendislik çözümlerine ilaveten farklı bilgisayar yazılımları aracılığıyla modellemelerin yapılması, bu şebeke sistemlerinin hidrolik ve fayda-maliyet analizleri açısından optimum sonuçlara ulaşılmasına önemli katkılar sağlayacaktır. Bu çalışmada klasik bir yöntem olan Ölü Nokta Yöntemi (ÖNY) ile açık kaynak kodlu EPANET 2.0 programı sonuçlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışma alanı olarak Adana'nın farklı nüfus ve topoğrafik özelliklerine sahip Camuzağılı, Gazi ve Başpınar Mahalleleri seçilmiştir. Karşılaştırma parametreleri ise basınç, hız ve yük kaybıdır. Elde edilen çıktılar ile düğüm ve bağlantı noktaları, 24 saatlik değişim ve korelasyon analizi grafikleri oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda her üç şebeke için basınç verilerinin oldukça iyi korelasyon yakaladığı görülmüş; Camuzağılı ve Başpınar mahallesi şebekelerinde hız ve yük kaybı açısından en yüksek R^2 değerleri elde edilmiştir. Özellikle Gazi Mahallesi şebekesi için iki yöntem çıktılarının da birbirine yakınsamasında en olumsuz durum meydana gelmiştir. Başpınar Mahallesi şebeke sonuçlarının ise ele alınan tüm parametreler yönünden %90 üzeri R^2 ürettiği tespit edilmiştir. İlerleyen yıllarda bu bölgedeki tüm su dağıtım şebekeleri için yapılabilecek modelleme çalışmaları etkin su kaynakları yönetimi politikalarına önemli katkı sunacaktır.

Anahtar Kelimeler: Adana ili uygulamaları, EPANET 2.0, Hidrolik karşılaştırma, İçme suyu şebekeleri modelleme, ÖNY.

ABSTRACT

ANALYSIS OF DRINKING WATER DISTRIBUTION NETWORKS USING DEAD END SYSTEM AND HYDRAULIC COMPARISON WITH EPANET 2.0 SOFTWARE: CASE STUDIES OF ADANA PROVINCE, TURKIYE

Buse DUYAN ÇULHA

M.Sc., Department of Civil Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Evren TURHAN

January 2024, 94 pages

Rapid population growth and decreasing water resources have made accurate and effective design of water distribution network compulsory. It is a fact that available networks mostly need to be improved to provide adequate and quality water. In addition to engineering solutions handled with traditional approaches, modeling via different software can make significant contributions to achieving optimum results in terms of hydraulic and cost-benefit analyzes of these networks. In this study, it aims to compare the results of the Dead End System (DES), a classical method, and EPANET 2.0 program, an open source software. Camuzağılı, Gazi and Başpınar Neighborhoods of Adana, which have different population and topographic characteristics, have been chosen as the study area. Comparison parameters are pressure, velocity and head loss. With the obtained results; the values of node and junction points, 24-hour change of these parameters and correlation graphs were created. As a result of the study, it is seen that the pressure data for all three networks have a well enough correlation, and the highest R^2 values in terms of velocity and head loss were obtained in the networks of Camuzağılı and Başpınar Neighborhoods. In particular, for the Gazi Neighborhood network, the most negative outcome occurred considering the convergence of the two method outputs. It has been determined that the network results of Başpınar Neighborhood produced R^2 above 90% with regards to all parameters. In the following years, simulation works for all water distribution networks in this region, will contribute considerably to effective water resources management policies.

Keywords: Adana province applications, DES, EPANET 2.0, Hydraulic comparison, Water distribution network modeling.



İthaf

Kıymetli Aileme

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin başından sonuna kadar yoğun emek harcayarak bana her türlü desteğini sunan Danışmanım Sayın Doç. Dr. Evren TURHAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezime değerli görüşleri ile katkıda bulunan Sayın Prof. Dr. Hatice ÇAĞATAY ve Sayın Doç. Dr. Abdullah Emre KELEŞ'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tezimde kullanılan verilerin sağlanması noktasında katkılarından dolayı Adana Su ve Kanalizasyon İşleri Genel Müdürlüğü, Plan-Proje Daire Başkanlığı, İçme Suyu Proje Müdürlüğü'ne desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Sevgi ve desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen eşime ve tüm aileme de teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

JÜRİ ONAY SAYFASI

Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANNAMESİ

i

ÖZET

ii

ABSTRACT

iii

İthaf

iv

TEŞEKKÜR

v

İÇİNDEKİLER

vi

ŞEKİL LİSTESİ

viii

TABLO LİSTESİ

x

KISALTMALAR

xi

SEMBOLLER

xii

1. GİRİŞ

1

2. LİTERATÜR TARAMASI

5

3. MATERYAL VE METOT

14

3.1. Çalışma Alanları ve İlgili Yerler

14

3.1.1. Camuzağılı Mahallesi

14

3.1.2. Gazi Mahallesi

15

3.1.3. Başpınar Mahallesi

15

3.2. Yöntemler

16

3.2.1. Nüfus Tahmin Yöntemleri

16

3.2.1.1. Aritmetik Artış Yöntemi

16

3.2.1.2. Geometrik Artış Yöntemi

17

3.2.1.3. İller Bankası Yöntemi

17

3.2.2. İçme Suyu Dağıtım Şebekeleri Tipleri ve Çözüm Yöntemleri

18

3.2.2.1. İçme Suyu Şebeke Tipleri

18

3.2.2.1.1. Dal Sistem

18

3.2.2.1.2. Ağ Sistem

19

3.2.2.2. Ölü Nokta Yöntemi (ÖNY)

20

3.2.3. EPANET 2.0 Programı

20

3.2.4. Regresyon Analizi

25

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

26

4.1. Şebeke Çözümleri	26
4.1.1. Camuzağılı Mahallesi İçme Suyu Şebekesi Çözümleri	26
4.1.1.1. Nüfus ve Şebeke Debisi Hesabı (İller Bankası Metodu ile)	26
4.1.1.2. Camuzağılı Mahallesi Şebekesi Ms-Excel yardımı ile ÖNY Manuel Çözümü	28
4.1.1.3. Camuzağılı Mahallesi Şebekesinin EPANET 2.0 programı ile çözümü	28
4.1.2. Gazi Mahallesi İçme Suyu Şebekesi Çözümleri	32
4.1.2.1. Nüfus ve Şebeke Debisi Hesabı (İller Bankası Metodu ile)	32
4.1.2.2. Gazi Mahallesi Şebekesi Ms-Excel yardımı ile ÖNY Manuel Çözümü	33
4.1.2.3. Gazi Mahallesi Şebekesinin EPANET 2.0 programı ile çözümü	33
4.1.3. Başpınar Mahallesi İçme Suyu Şebekesi Çözümleri	39
4.1.3.1. Nüfus ve Şebeke Debisi Hesabı (İller Bankası Metodu ile)	39
4.1.3.2. Başpınar Mahallesi Şebekesi Ms-Excel yardımı ile ÖNY manuel çözümü	40
4.1.3.3. Başpınar Mahallesi Şebekesinin EPANET 2.0 programı ile çözümü	41
4.2. Karşılaştırma Grafikleri	50
4.2.1. Camuzağılı Mahallesi Şebekesi Sonuçlarının Karşılaştırmaları	50
4.2.2. Gazi Mahallesi Şebekesi Sonuçlarının Karşılaştırmaları	52
4.2.3. Başpınar Mahallesi Şebekesi Sonuçlarının Karşılaştırmaları	54
5. SONUÇLAR	61
6. ÖNERİLER	62
KAYNAKÇA	63
EKLER	68
ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. Camuzağılı Mahallesi haritası	14
Şekil 3.2. Gazi Mahallesi haritası	15
Şekil 3.3. Başpınar Mahallesi haritası.....	16
Şekil 3.4. Dal sistem şebeke.....	19
Şekil 3.5. Ağ sistem şebeke	19
Şekil 3.6. Örnek bir boru şebekesi çizimi	21
Şekil 3.7. EPANET programı şebeke tasarımına ait bir örnek	21
Şekil 3.8. EPANET’te akış birimi ve yük kaybı formülünün belirlenmesi menüleri	22
Şekil 3.9. EPANET programında dağıtım şebekesinin analizi	23
Şekil 3.10. EPANET programı ile yapılan analiz sonuçlarının görüntülenmesi	23
Şekil 3.11. EPANET programı ile yapılan 24 saatlik bir simülasyon örneği	24
Şekil 3.12. EPANET gösterge aralıklarının düzenlenmesi ve analiz sonrası düzenlemelerin yapılması	25
Şekil 4.1. Camuzağılı Mahallesi içme suyu şebekesinin uydu görüntüsü	28
Şekil 4.2. Camuzağılı Mahallesi şebekesinin EPANET ile analizinin gerçekleştirilmesi	29
Şekil 4.3. Camuzağılı Mahallesi şebekesinin EPANET ile düğüm noktaları analiz sonuçları	29
Şekil 4.4. Camuzağılı Mahallesi şebekesi EPANET ile bağlantı (boru) analiz sonuçları	30
Şekil 4.5. Camuzağılı Mahallesi şebekesinin EPANET ile basınç değerlerinin görüntülenmesi	30
Şekil 4.6. Camuzağılı Mahallesi şebekesinin EPANET ile hız değerlerinin görüntülenmesi	31
Şekil 4.7. Camuzağılı Mahallesi şebekesinin EPANET ile yük kaybı değerlerinin görüntülenmesi	31
Şekil 4.8. Gazi Mahallesi içme suyu şebekesinin uydu görüntüsü	33
Şekil 4.9. Gazi Mahallesi şebekesinin EPANET ile analizinin gerçekleştirilmesi	34
Şekil 4.10. Gazi Mahallesi şebekesinin EPANET ile düğüm noktaları analiz sonuçları (a:1-25, b:26-50, c:51-74, d:75-100, e:101-125, f:124-Depo).....	34
Şekil 4.11. Gazi Mahallesi şebekesinin EPANET ile bağlantı (boru) analiz sonuçları (a: B1-B33, b:B34-B66, c:B66-98, d:B99-131, e:B132-B164, f:B149-B181)	36
Şekil 4.12. Gazi Mahallesi şebekesi EPANET ile basınç değerlerinin görüntülenmesi.....	37
Şekil 4.13. Gazi Mahallesi şebekesi EPANET ile hız değerlerinin görüntülenmesi	38
Şekil 4.14. Gazi Mahallesi şebekesi EPANET ile yük kaybı değerlerinin görüntülenmesi	38
Şekil 4.15. Başpınar Mahallesi içme suyu şebekesinin uydu görüntüsü	40
Şekil 4.16. Başpınar Mahallesi şebekesinin EPANET ile analizinin gerçekleştirilmesi	41
Şekil 4.17. Başpınar Mahallesi şebekesinin EPANET ile düğüm noktaları analiz sonuçları (a:122-145, b:146-166, c:170-189, d:189-207, e:208-228, f:229-303, g:302-Depo).....	42
Şekil 4.18. Başpınar Mahallesi şebekesinin EPANET ile bağlantı (boru) analiz sonuçları (a:139-171, b:172-200, c:201-230, d:231-260, e:250-273 ve vanalar)	44
Şekil 4.19. Başpınar Mahallesi şebekesinin EPANET ile basınç değerlerinin görüntülenmesi	45
Şekil 4.20. Başpınar Mahallesi şebekesinin EPANET ile hız değerlerinin görüntülenmesi ...	46

Şekil 4.21. Başpınar Mahallesi şebekesinin EPANET ile yük kaybı değerlerinin görüntülenmesi	46
Şekil 4.22. Her üç mahalle için EPANET ile seçili düğüm noktalarındaki 24 saatlik basınç değişimi grafiği	47
Şekil 4.23. Her üç mahalle için EPANET ile seçili bağlantı noktalarındaki 24 saatlik hız değişimi grafiği	48
Şekil 4.24. Her üç mahalle için EPANET ile seçili bağlantı noktalarındaki 24 saatlik yük kaybı değişimi grafiği.....	49
Şekil 4.25. Camuzağılı Mahallesi şebeke düğüm noktalarındaki basınçların karşılaştırılması	50
Şekil 4.26. Camuzağılı Mahallesi şebeke borularındaki hızların karşılaştırılması	51
Şekil 4.27. Camuzağılı Mahallesi şebeke borularındaki yük kaybı değerlerinin karşılaştırılması	52
Şekil 4.28. Gazi Mahallesi şebeke düğüm noktalarındaki basınçların karşılaştırılması.....	53
Şekil 4.29. Gazi Mahallesi şebeke borularındaki hızların karşılaştırılması	53
Şekil 4.30. Gazi Mahallesi şebeke borularındaki yük kaybı değerlerinin karşılaştırılması.....	54
Şekil 4.31. Başpınar Mahallesi şebeke düğüm noktalarındaki ÖNY basınç çıktı değerleri	55
Şekil 4.32. Başpınar Mahallesi şebeke düğüm noktalarındaki EPANET basınç değerleri	55
Şekil 4.33. Başpınar Mahallesi şebeke borularındaki hızların karşılaştırılması	56
Şekil 4.34. Başpınar Mahallesi şebeke borularındaki yük kaybı değerlerinin karşılaştırılması	57
Şekil 4.35. Her üç mahalle için basınç, hız ve yük kaybı regresyon analiz sonuçları	58

TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1. Kişi başına günlük su sarfiyatları	27
Tablo 4.2. Analizleri yapılan şebekelerin hesap debileri ve şebeke uzunlukları.....	59
Tablo 4.3. Analizleri yapılan şebekelerin basınç, hız ve yük kaybı korelasyon oranları	60



KISALTMALAR

ÖNY	: Ölü Nokta Yöntemi
DES	: Dead End System
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
lt	: Litre
s	: Saniye
R ²	: Determinasyon Katsayısı
DN	: Düğüm Noktası
m	: Metre
km	: Kilometre
CBS	: Coğrafi bilgi sistemi

SEMBOLLER

N_t	: Gelecekteki nüfus
N_o	: Başlangıçtaki nüfus
r	: Yıllık artış miktarı
t	: Geçen dönem sayısı
P	: Nüfus artış katsayısı
N_i	: İlk nüfus sayımındaki nüfus
t_s	: Son nüfus sayımının yapıldığı yıl
t_i	: İlk nüfus sayımının yapıldığı yıl
n	: Son nüfus sayımı ile projenin hazırlandığı yıl arasında geçen zaman
N_t	: Gelecekteki nüfus
N_{bb}	: Büyükbaş hayvan sayısı
N_{kb}	: Küçükbaş hayvan sayısı
Q	: Debi
Q_{insan}	: İnsan ihtiyaç debisi
Q_{bb}	: Büyükbaş hayvan ihtiyaç debisi
Q_{kb}	: Küçükbaş hayvan ihtiyaç debisi

1. GİRİŞ

Su yaşam için elzem bir kaynak olup, hayati bir öneme sahiptir. Dünyadaki su miktarının yaklaşık 1,4 milyar km³ olduğu ifade edilmekte olup, bu miktarın %97,5'i okyanus ve denizlerde tuzlu su halinde, %2,5'inin ise yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarında tatlı su şeklinde bulunduğu belirtilmektedir (Dilcan ve ark., 2018). Bu tatlı su kaynaklarının %90'ına yakını kutup bölgelerinde ve yeraltında mevcut olduğundan, bu veriler ışığında aslında kullanılabilir su miktarının çok da yeterli olmadığı açıkça görülebilmektedir.

Yerkürenin yaklaşık %70'ini kaplayan su, insan vücudunun da büyük bir kısmını oluşturur. Yetişkin bir insan bedenindeki su oranı yaklaşık %60 seviyelerindedir (Alan, 2017). Vücut sıcaklığı suyun etkisi ile düzenlenebilirken gerekli nemin oluşması ve toksinlerin atılması da su ile gerçekleşmektedir. Vücut için gerekli olan vitaminler ve mineraller yine su sayesinde çözünebilmekte ve vücut içerisinde taşınmaktadır. Suyun nitelik ve nicelik olarak yeterli olmadığı durumlarda hijyen koşullarından kaynaklı sağlık sorunları baş gösterebilmektedir. Dolayısı ile temiz suya erişim temel insani bir hak olup, Covid-19 pandemisi ile temiz ve güvenli suyun hastalıkları önleme ve kontrol altına almada ne kadar önemli olduğu bir kez daha görülmüştür.

Nüfusun hızlı bir şekilde artması, teknolojiye baş döndürücü gelişmeler ve sanayileşme oranındaki artış durumları su ihtiyacını devamlı bir biçimde yükseltmektedir. Ancak su talebindeki bu artışlar sınırlı olan kaynakların tükenme eğilimi göstermesine, sonrasında ise gerekli su miktarının karşılanabilmesi amacıyla çeşitli kaynaklardan su temin edilme gereksiniminin doğmasına ya da başka drenaj havzalarından suyun transfer edilmesine sebebiyet verebilmektedir. Bahsedilen işlevleri yerine getiren içme suyu dağıtım şebekeleri kentsel altyapı sistemlerinin çok önemli bileşenlerindendir (Günel ve ark., 2017).

Merkezi olarak su getirme ve atıksuyun uzaklaştırılması sistemi ile ilgili ilk inşai faaliyetler beş bin yıl öncesine kadar dayanmaktadır. Sümerler tarafından inşa edilen Nippur Şehri buna bir örnek olarak gösterilebilir (Yıldız ve ark., 2013). Günümüzde ise çeşitli kaynaklardan alınan sular isale veya iletim hatlarıyla depolarda biriktirilmekte, şehir şebekeleri vasıtası ile istenilen

yerleşimlere ulaştırılabilmektedir. Bu şebeke sisteminin tasarımı ve işletimi bazı yerleşim yerleri için önemli bir problem teşkil edebilmektedir (Dilcan ve ark., 2018). İçme suyu dağıtım şebekesinden en iyi performansın elde edilebilmesi için projelendirme aşamalarının çok iyi bir şekilde ele alınması gerekir. Dağıtım sistemleri dizayn edilmeden önce ele alınması gereken birçok parametre söz konusudur. Bu parametreler muhtemel su kaynaklarının durumu, suyun kalitesi, ihtiyaç debisinin belirlenmesi, su şebekelerinin tasarımı, maliyet analizinin yapılması gibi değişkenler olarak sayılabilir (Türkkan ve Atakul, 2020). Efektif projelendirilmiş ve optimizasyonu yapılmış bir içme suyu dağıtım şebekesi su kaynaklarının etkin yönetimine ciddi anlamda katkılar sunmaktadır (Özdağlar ve ark., 2006).

Artan su ihtiyacı ve su kaynaklarının azalması dağıtım ağında doğru hidrolik modellemeleri kaçınılmaz hale getirmiştir. Özellikle yerleşimlerin olduğu yerlerde teknik gereklilikler açısından güvenli boru hattı oluşturabilmek oldukça zordur. Bu sebeple geleneksel çözümlere ilaveten çeşitli yazılımlar yardımı ile hattın simülasyonlarının yapılmasının hidrolik tasarım, maliyet, teknik ve birçok yönden avantajları söz konusu olacaktır (Ramana ve Chekka, 2018). İyi bir şekilde tasarımı yapılmış ve etkili bir işletme süreci ile içme suyu dağıtım şebekesinde muhtemel su kaçakları minimum seviyelere düşürülerek su kaynaklarının etkin yönetimi de sağlanabilecektir (Özdağlar ve ark., 2006).

Belirli bir yerleşim bölgesindeki kişilerin bir günde kullandıkları su miktarı o bölgenin su ihtiyacını büyük ölçüde belirlemektedir. Kişi başına düşen kullanım miktarı ise “*Birim su sarfıyatı*” olarak adlandırılmaktadır. İçilebilir günlük su ihtiyacı 2,5-3 litre olsa da bunun dışında günlük olarak ihtiyaç duyulan her türlü temiz su, birim su sarfıyatını değiştirmektedir. Yerleşim yerinin nüfusuna bağlı olarak kişi başı günlük su tüketimi 80 ile 140 litre arasında öngörülmektedir (İller Bankası, 2013).

Kırsal yerleşim alanlarına güvenli ve sürdürülebilir su hizmeti sağlamak, bir dizi zorlukla karşılaşabilen karmaşık bir süreci içermektedir. İçme suyu şebeke tasarımı konusunda çeşitli metodolojiler ve yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar Ölü Nokta Yöntemi (ÖNY), Hardy-Cross, Newton Gradyan metotları olarak örneklendirilebilir. ÖNY analizi, bir su şebekesindeki boru hattı ağı içindeki akışın ve basınç kayıplarının hesaplanmasında

kullanılmaktadır. Sistemdeki "*ölü noktalar*" yani basınç değişimi olmayan veya çok küçük olan noktalar belirlenerek uygulanan bir yöntem olarak da ifade edilebilir. Hardy-Cross yöntemi ise, su şebeke analizi için kullanılan klasik bir iteratif yöntemdir. Basit bir iterasyon algoritması kullanarak, boru hatlarındaki debi ve basınç kayıplarını hesaplamak için kullanılır. Sistemin enerji denge denklemleri iteratif olarak çözülerek sistem dengelenmeye çalışılır. Newton Gradyan yöntemi Hardy-Cross yöntemine benzer bir iteratif yaklaşıma sahiptir. Ancak, daha hızlı bir yaklaşım sunar, çünkü Newton-Raphson iterasyonlarını kullanarak çözümü hızlandırır. Bu yöntem, karmaşık su şebekeleri üzerinde daha hızlı çözümler elde etmek için çoğu zaman kullanılabilir.

Su yapılarının bilgisayar tabanlı simülasyonları, hidrolik tasarımın optimize edilmesi, maliyet etkinliğinin artırılması ve teknik avantajların belirlenmesi gibi birçok fayda sağlamaktadır (Ramana ve Chekka, 2018). Simülasyonlar ile suyun daha etkili bir şekilde taşınması ve dağıtılması sağlanır, farklı tasarım seçeneklerinin maliyetlerini değerlendirme ve karşılaştırma olanağı elde edilmektedir. Olası arıza durumları ve acil durumlar modellenerek risk analizine de imkân vermektedir. Dolayısı ile su sistemlerinin dayanıklılığı ve kriz durumlarına karşı hazırlıklı olma durumu kolayca sağlanabilir. Bu sayede en ekonomik ve sürdürülebilir çözümler belirlenebilir; su sistemlerinin işletim verilerini toplama ve analiz etme olanağı sağlanarak sistem performansının sürekli olarak izlenmesi ve iyileştirilmesi gerçekleştirilir. Modellemeler sistemin performansını değerlendirmede ve ölçmede önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Ayrıca söz konusu işlevler sistemin mevcut ve gelecekteki ihtiyaçlara uygun olup olmadığını belirlemek için de avantajlıdır.

İçme suyu dağıtım şebekeleri temiz ve içilebilir suyun toplumun kullanmasını sağlamak amacıyla tasarlanmış altyapı sistemleri olarak da açıklanmaktadır (Duyan Çulha ve Turhan, 2022). Bu sistemlerin amaçları suyun arıtılması, depolanması, şehir ve bölge genelindeki kullanıcılara suyu iletmektir. Su genellikle göl, baraj veya yeraltı su kaynaklarından alınarak çeşitli işlemlerden geçirilir. Suyun içilebilir ve sağlıklı olması arıtma süreciyle doğrudan bağlantılıdır. Gömme depolar veya ayaklı su depoları gibi yapılar aracılığıyla arıtılmış sular depolanmaktadır. Depolama yapıları suyun tüketim talepleri arasındaki dalgalanmayı sönümlemek açısından oldukça önemlidir.

Dağıtım şebekelerindeki içilebilir su ise boru, valf, pompa ve diğer altyapı elemanları ile şehir ve bölge genelindeki kullanıcılara ulaştırılır. İçme suyu şebekeleri genellikle yerüstü ve yeraltından geçen borular ve bağlantılardan oluşturulur. Temiz ve içilebilir suyun kullanımı ev, hastane, işyerleri gibi noktalarda içme amaçlı olabileceği gibi temizlik, arındırma ve diğer endüstriyel işlemler için de olabilmektedir. Su kaynaklarının doğru yönetimi, altyapının düzenli bakımı ve suyun güvenli bir şekilde tüketilmesi için bu sistemlerin etkin ve sürdürülebilir olması elzemdir.

Son zamanlarda şebeke modellemelerinin yapıldığı EPANET, WaterCAD, MikeNet, H2Onet, WaterGEMs...vb. gibi çok farklı sayıda programdan faydalanılabilmektedir (Sonaje ve Joshi, 2015; Anisha ve ark., 2016; Agunwamba ve ark., 2018; Kowalska ve ark., 2018; Terlumun ve Robert, 2019; Sınmaz, 2019; Güçlü ve ark., 2021; Kurtulmuş, 2021; Duyan Çulha ve Turhan, 2022; Ajaz ve Ahmad, 2023; Enriquez ve ark., 2023; Mekonnen, 2023). Bu programlardan EPANET 2.0, içme suyu şebekesi gibi su yapılarının hidrolik modellemelerinin gerçekleştirilmesini sağlayan açık kaynak kodlu bir programdır.

Bu çalışmada, Adana'nın üç farklı nüfus ölçeklerine ve coğrafi yapıya sahip önceden manuel olarak (ÖNY) çözümü yapılan Camuzağılı, Gaziköy ve Başpınar yerleşim birimlerinin içme suyu dağıtım şebekesine ait hidrolik tasarımı EPANET 2.0 programı ile yapılmıştır. Çalışma kapsamında ele alınan parametreler; belirlenen düğüm noktalarındaki basınç, borulardaki hız dağılımları ve yük kayıpları değişkenleridir. Sonuç olarak basınç, hız ve yük kayıp değerleri manuel çözümlerle karşılaştırılmış, elde edilen analiz sonuçları grafik ve tablolarla desteklenerek her iki metodun da birbirlerine yakınsama düzeyleri araştırılmıştır. Korelasyon analizi ve hata oranı değerleri de incelenerek elde edilen çözümler sayısal olarak yorumlanmaya çalışılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Yayınlanmış literatürde içme suyu şebekelerinde manuel çözümlerin ve farklı bilgisayar programlarının kullanıldığı birçok çalışmaya rastlamak mümkündür.

Önen (1998) çalışmasında içme suyu şebeke hesaplarını yapabilmek amacıyla Ölü Nokta Yöntemi (ÖNY) ve Hardy-Cross yöntemini manuel ve paket program vasıtası ile çözmüştür. Örnek bir yerleşim yerinin şebekesi üzerinde bahsedilen metotlarla modelleme gerçekleştirmiş ve elde ettiği sonuçları yorumlamıştır. Genelde çözümlerin birbirine yakın olduğu, üç gözlü şebeke bakımından önemli farklılıkların görüldüğünü ifade etmiştir. ÖNY'nin şebeke hesaplarında daha pratik ve kullanışlı olduğu konusunda değerlendirme yapmıştır.

Tekatlı (2010) yaptığı çalışmada küçük ölçekli içme suyu şebeke tasarımında NetCAD modülünü kullanmış; ÖNY çıktılarını Hardy-Cross yöntemi sonuçları ile karşılaştırmıştır. Uyguladığı modülün boru maliyetleri açısından ekonomik sonuçlar ortaya koyduğunu söylemiştir.

Adeniran ve Oyelowo (2013) yaptıkları çalışmada Nijerya'da Lagos Üniversitesi'nin mevcut su dağıtım sisteminin kapsamlı bir şekilde analizini gerçekleştirmişlerdir. Halihazır sistemde iyileştirmeler gerçekleştirilmediğinden ilerleyen zamanlar açısından şebekenin pek yeterli olamayacağını ifade etmişlerdir. Uygun olabilecek çözüm önerileri sunmuşlardır.

Saminu ve ark. (2013) çalışmalarında Nijerya'daki Kaduna bölgesine ait içme suyu şebekesinin tasarımında EPANET programını kullanmışlardır. Yaptıkları hidrolik analizlerde bağlantı noktalarındaki basınç ve hız değerlerinin yeterli suyu sağlama noktasında uygun olduğu kanaatine varmışlardır.

Georgescu ve ark. (2014) çalışmalarında, Bükreş'teki bir terfi merkezinin değişken pompa sisteminin çalışma algoritmasını EPANET aracılığı ile modellemişlerdir. Akış hızı ve debi değişkenlerini hesapladıkları çalışmalarında ayrıca 24 saatlik içme suyu talep düzeyini ele

almışlardır. Mevcut aylık enerji tüketim değerleri ile terfi merkezindeki modellenen sistemin değerlerini birbirine uyumlu olarak elde etmişlerdir.

Dave ve ark. (2015) çalışmalarında Hindistan'ın Gandhinagar kentindeki su dağıtım sistemini EPANET programı aracılığı ile analiz etmişlerdir. Gelecek yıllar açısından nüfus tahmini işlemini gerçekleştirmiş; basınç, kot ve yük kayıpları yönünden detaylı değerlendirmeler yapmışlardır. Çalışmalarının bir sonucu olarak, EPANET modellemelerinin daha az yük kaybı değerlerine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Kumar ve ark. (2015) çalışmalarında Hindistan'ın Kathgarh bölgesi için su temin sisteminin modellemesini EPANET programı ile yapmışlardır. Söz konusu şebekenin tasarımı ile ulaştıkları sonuçların günlük su ihtiyacını karşılamak açısından uygun olduğunu göstermişlerdir.

Mehta ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada Hindistan'ın Limbayat bölgesinin içme suyu alt yapısının performansını hidrolik modelleme programları ile test etmişler ve mevcut alt yapıya uygulanabilecek iyileştirmeleri ele almışlardır. Söz konusu bölgede su kıtlığı temel problem olup, sebebinin basınç dalgalanmalarından kaynaklı olduğunu ifade etmişlerdir. Sızma kayıplarının da bu probleme neden olabileceğini öngörmüşler, modelleme işlemleri ile bu tür sorunları çözmeyi amaçlamışlardır.

Ramana ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada EPANET programını kullanarak karmaşık içme suyu dağıtım şebekesinin tasarımı üzerinde durmuşlardır. Basınç ve boru çapı parametreleri ile ilgili çıkarımlarda bulunmuşlar ve tasarladıkları ağ yapısının %5 nüfus artışı için dahi uygulanabilir olduğunu belirtmişlerdir.

Sonaje ve Joshi (2015) yaptıkları çalışmada, su dağıtım şebekelerinin tasarımında ve şebekelerin hidrolik özelliklerine ilişkin veri yönetiminde kullanılan yazılımlar için kapsamlı bir araştırma yapmışlardır. Su dağıtım sistemi yazılımlarını işlevsellik, uyumluluk gibi çeşitli yönlerden ele almışlar; uygun yazılımın seçiminde mevcut verilerin, zamanın, kaynakların uygulanabilirliğini ilgili projenin genel kapsamı bakımından incelemişlerdir.

Anisha ve ark. (2016) çalışmalarında, Hindistan'ın Chirala şehrindeki merkezi içme suyu şebekesinin gelecek yıllar düşünüldüğünde hidrolik yönünden güvenilir olup olmayacağını sorgulamışlardır. Mevcut şebekeyi EPANET programı ile modellemişler, sonuç olarak da basınç ve hız dağılımı diyagramlarını elde etmişlerdir. İlerleyen yıllardaki nüfusa da hitap edebilecek bir ağ sistemi üzerinde değerlendirme yapmışlar ve öneriler sunmuşlardır.

Constantin ve Nitescu (2016) ele aldıkları çalışmalarında kırsal alanlardaki sürdürülebilir su yönetimini sağlayabilmenin yolunun iyi çözümlenmiş bir içme suyu dağıtım şebekesinden geçtiğini ifade etmişlerdir. EPANET programını bu çözümlmeleri gerçekleştirmek için güvenilir bir araç olarak belirtmişler, 2500 nüfusa sahip küçük bir yerleşimin hidrolik parametrelerini bu program ile modellemişlerdir. Ayrıca pompa sistemi üzerinde de değerlendirmeler yaparak hızlı pompa kullanımının enerji tasarrufu açısından uygun olacağı yönünde bir kanaat belirtmişlerdir.

Lungariya ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada Hindistan'ın Surat şehri içme suyu dağıtım sistemini EPANET programı ile analiz etmişlerdir. Basınç, yük kaybı ve kot değişkenleri üzerinden değerlendirmeler yapmışlardır. Gerçek veriler ile modelleme sonuçlarını karşılaştırmışlar ve mevcut ağ sistemi ile EPANET modelleme çıktılarının oldukça yakın olduğunu ifade etmişlerdir.

Shital ve ark. (2016) ele aldıkları çalışmalarında Hindistan'ın Punagam bölgesi içme suyu hattını EPANET programı ile simüle etmişlerdir. Modellemelerde basınç ve debi gibi hidrolik parametreler üzerinde yoğunlaşmışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda tüm bağlantı noktaları için basınç, hız ve debi değerlerinin ihtiyaç olan su miktarını iletmek açısından uygun olduğunu vurgulamışlardır.

Alan (2017) çalışmasında, Gaziantep ili Yeditepe Mahallesi'nin şebeke tasarımını tüm yönleri ile ele almıştır. Sistemi ÖNY ile çözmüş ve yük kaybı değerleri üzerinde hesaplamalar gerçekleştirmiştir.

Alkali ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada EPANET programı ile içme suyunun iletilmesi planlanan Maiduguri bölgesine ait bir sayısal modelleme gerçekleştirmişlerdir. Gelecek yıllar açısından uygun olacak tasarım kriterlerini ele almışlar ve EPANET programının dağıtım şebekelerinin çözümü için uygulanabilirliğini test etmişlerdir.

Günel ve ark. (2017) çalışmalarında, Gaziantep ili içerisindeki Kocatepe mahallesinin, içme suyu şebeke projesini ÖNY yöntemini kullanarak yapmışlar ve aynı verilerden faydalananak Hardy-Cross metodu ile tekrar ele almışlardır. İki metottan ürettikleri çıktılarda enerji yük kayıpları ve debileri karşılaştırmışlardır. Çalışmalarının bir sonucu olarak toplam enerji kayıpları bakımından Hardy-Cross metodunun ÖNY'ye göre %12 daha az enerji kaybı ortaya çıkardığını gözlemlemişlerdir. Şebekedeki borularda debilerin değişkenlik göstermesinin Hardy-Cross metodoloji yapısından kaynaklandığını açıklamışlardır.

Nwajuaku ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada, belirttikleri projelerinde yük kaybı denklemlerini EPANET programı ve Hardy Cross iteratif yöntemi altında karşılaştırmalı olarak analiz etmişlerdir. Kullandıkları yöntemlerin her birindeki sürtünmeye bağlı yük kayıplarını, Darcy-Weisbach ve Hazen-Williams denklemlerini kullanarak hesapladıklarını ifade etmişlerdir. Analiz sonuçları noktasında; EPANET ve Hardy Cross yöntemindeki iki yük kaybı formülü için %5 anlamlılık düzeyinde t-testini uygulamışlar ve her iki yöntemde de yük kaybı denklemlerinden herhangi birinin hesaplamalarda kullanılmasının anlamlı bir fark oluşturmadığını görmüşlerdir.

Agunwamba ve ark. (2018) çalışmalarında, kentlerdeki nüfus artışlarının mevcut su temini sistemlerinde çok büyük bir baskı oluşturduğunu, çoğunlukla su talebinin karşılanmaması probleminin meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Wadata alt bölge su dağıtım sisteminin performansını WaterCAD ve EPANET programlarını kullanarak basınç, hız, hidrolik yük kaybı ve düğüm taleplerine göre değerlendirmişlerdir. EPANET ve WaterCAD'in sonuçları arasında istatistiksel açıdan bir farkın olmadığı, ancak EPANET'in inceledikleri tüm örneklerin yaklaşık %60'ında biraz daha yüksek basınç ve hız sonuçlarını ürettiğini belirtmişlerdir.

Hama (2018) çalışmasında Kıbrıs'ın kuzeyindeki bir içme suyu şebekesi üzerinden EPANET programı ile simülasyon yapmış, ağı optimize edebilmek amacı ile de MATLAB yazılımından faydalanmıştır. Analizlerin doğruluğunu ise Vietnam'daki Hanoi su şebekesi analiz sonuçları ile karşılaştırmıştır. Ayrıca şebekenin maliyetleri ile ilgili de incelemeler gerçekleştirmiştir.

Kowalska ve ark. (2018) çalışmalarında, EPANET 2.0 ve WaterGEMS yazılım paketleri kullanarak gerçek su dağıtım sisteminin seçilen bir bölümünde klor konsantrasyonu değişikliklerinin simülasyonlarını gerçekleştirmişlerdir. Her iki modelleme sonucu elde ettikleri ağ içerisindeki klor konsantrasyonlarını saha ölçümleri ile sunmuşlardır. Sonuç olarak klor konsantrasyonu ortalama değerlerindeki değişimleri iki yazılım ile birbirine benzer bulmuşlardır.

Majidi ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada Bursa'nın Nilüfer ilçesine bağlı Görükle Mahallesi'nin içme suyu şebekesini modellemişlerdir. Modellemelerde EPANET programından faydalanmışlar; şebeke sistemi ve basınçları kontrol edebilmek için dokuz ayrı basınç zonu oluşturmuşlardır. Programda 24 saatlik şebeke analizi üzerinde yoğunlaşmışlar, hattın kritik bölgelerinde ilgili hidrolik parametreleri değerlendirmişlerdir. Ayrıca hattın maliyet analizi üzerine hesaplamalar yapmışlardır.

Nallanathel ve ark. (2018) çalışmalarında, Saveetha Üniversitesi'nin içme suyu dağıtım şebekesini EPANET programını kullanarak tasarlamışlardır. Böylece yerleşim yerlerine ulaştırılan suyun uygun hidrolik şartlarla gerçekleşip gerçekleşmediği konusunda çıkarımlar yapmışlardır. Sonuç olarak mevcut kampüsteki tüm binalara uygun basınç değerlerinde su iletildiği, pik zamanlar açısından da yeterli olduğunu belirtmişlerdir.

Ramana ve Chekka (2018) yaptıkları çalışmada, Etiyopya'nın ikinci büyük şehri Dire Dawa'nın daha iyi su temini sistemini oluşturmak adına mevcut su dağıtım şebekesini modellemek ve incelemek istemişlerdir. Bahsedilen bölgenin su kayıplarını ve karşılaşılan çeşitli sorunlarını önlemek için detaylı bir çalışma yürütmüşler ve sürekli su temini tasarımı için EPANET programı ile analizler gerçekleştirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar doğrultusunda mevcut sistemdeki boruların çapının yenilenmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca sürtünme

kayıpları, borulardaki akış hızı, yük kaybı ve düğüm noktalarındaki basınç gibi şebekeyi etkileyen diğer parametreleri EPANET'in yanı sıra WaterGEMS ve AutoCAD gibi farklı yazılımlar kullanarak karşılaştırmalı bir şekilde araştırmışlardır.

Alashan (2019) yaptığı çalışmada şebeke çözümünde hesap debilerini ÖNY'yi kullanarak şematik bir biçimde ele almıştır. Şematik çözüm ile şebekedeki hataları minimum seviyelere indirmeyi amaçladığını belirtmiştir. Enerji kaybını görebilmek için de borularda eş hız değerlerini kullanmıştır.

Patel ve Parmar (2019) ele aldıkları çalışmalarında kırsal alanlarda ve parçalı su dağıtım sistemlerinde hidrolik analiz yapmanın çok düşük basınç değeri sebebi ile zor olduğunu açıklamışlardır. Mevcut sistemi EPANET programı ile simüle ederek güvenilirliğini test etmeye çalışmışlardır. Basınç, yük kaybı ve kot değerleri üzerine inceleme yaparak, tüm düğüm ve bağlantı noktaları için hesaplamalar gerçekleştirmişlerdir.

Sınmaz (2019) çalışmasında, Kocaeli ili İzmit ilçesindeki bir bölgede su kayıplarının azaltılması amacıyla içme suyu dağıtım şebekelerinin hidrolik analizini yapmıştır. WaterCAD programı ile içme suyu şebekesini simüle etmiştir. Basınç yönetim çalışmaları neticesinde söz konusu alanda su kaybı oranının %44'ten %28'e kadar azaldığını belirlemiştir.

Tejaswini ve ark. (2020) çalışmalarında Hindistan'ın Mandya bölgesine ait küçük bir yerleşim yerinin içme suyu dağıtım şebekesini EPANET programı ile modellemişlerdir. Çalışma sonucunda tüm düğüm noktaları için basınç ve hız değerlerinin suyun iletimi bakımından uygun olduğu çıkarımını yapmışlardır.

Eryürük (2021) çalışmasında, su dağıtım sistemlerindeki en büyük sorunun enerji kaybı olduğunu ifade etmiştir. Konya ili, Yaka ilçesi su dağıtım ağını Hardy-Cross yöntemi, EPANET ve WaterCAD programlarını kullanarak incelemiş; EPANET programı aracılığıyla elde ettiği yük kaybı değerlerinin WaterCAD ve Hardy-Cross sonuçlarına göre daha düşük değerler olduğu sonucuna varmıştır.

Kurtulmuş (2021) çalışmasında; Bursa ili Mustafakemalpaşa ilçesinde yer alan, Güllüce-Döllük ve Devecikonağı basınçlı sulama sistemlerinin performanslarını incelemek amacıyla EPANET ve COPAM hidrolik modelleme programları ile analizlerini yapmıştır. EPANET programı analizinde şebeke hidrantlarının büyük miktarda yetersizlikler ortaya çıkardığını bulmuştur. EPANET ve COPAM sonuçlarının büyük şebeke sistemlerinde farklılıklar gösterebildiği, daha küçük sulama sistemlerinde her iki modelin yaklaşık sonuçlar oluşturduğu sonucuna varmıştır.

Neamat (2021) çalışmasında, Irak'ın küçük bir yerleşim bölgesi için EPANET programı yardımı ile içme suyu dağıtım sistemini modellemiştir. Her düğüm ve bağlantı noktaları için hidrolik değişkenleri incelemiş, mevcut sistem ile uyumlu sonuçlar elde ettiğini vurgulamıştır.

Neamat ve Günal (2021) yaptıkları çalışmada, Irak'taki Erbil'e bağlı Shaqlawa köyü için içme suyu dağıtım sisteminin tasarlanması amacıyla EPANET programını kullandıklarını anlatmışlardır. Hesaplandıkları su yüksekliği ve basınç değerlerinin, her düğüm noktasındaki gerçek miktarlara uygun olduğunu gözlemişlerdir. Ayrıca bazı borulardaki negatif akışların ise akışın ters yönde olduğunu gösterdiğini ve ayrıca tüm hızların güvenli veri aralığında yer aldığını açıklamışlardır.

Wadekar ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada Hindistan'ın Virar kentindeki Narangi Bölgesi'ne ait içme suyu boru hattının hidrolik analizini gerçekleştirmişlerdir. Sonuçta tüm bağlantı noktalarındaki basınç ve hızların su temini yönünden yeterli olduğunu, gelecekteki talebi de karşılayabileceğini vurgulamışlardır.

Duyan Çulha ve Turhan (2022) yaptıkları çalışmada, küçük yerleşimlere istenilen miktar ve kalitede su temin edebilmenin zorluklar içerdiğini ifade etmişlerdir. Dolayısı ile klasik yaklaşımlarla yapılan hesaplamalara ek olarak içme suyu şebekelerinin farklı yazılımlar vasıtası ile modellemelerinin gerçekleştirilmesinin hidrolik, maliyet ve teknik açılardan kolaylıklar sağlayabileceğini açıklamışlardır. Bahsedilen çalışmalarında, Adana'nın Ceyhan ilçesindeki Camuzağılı mahallesinin manuel olarak ele alınmış şebeke sistemini EPANET 2.0 programı ile modellemiştir. Sonuç olarak basınç ve hız parametrelerini ÖNY hesaplamaları ile karşılaştırmışlar, ilgili grafik ve tablolarla göstermişlerdir. Basınç verilerinin birbirlerine yakın

sonuçlar oluşturduğu, hız verileri bakımından ise bazı hesaplama farklılıkları tespit ettiklerini vurgulamışlardır.

Ajaz ve Ahmad (2023) yaptıkları çalışmada, boru çapları açısından maksimum performans verimliliği ve minimum yatırım maliyeti amaç fonksiyonlarının karşılanması için mevcut Keşmir niversitesi dağıtım şebekesi için uygun bir şekilde tasarlanmış yeni bir şebeke ile değiştirmek yönünden değerlendirmeye çalışmışlardır. EPANET'in hidrolik ve su kalitesi modellenmesini makul ölçüde ve doğrulukla, ayrıca kullanım kolaylığıyla ve hiçbir ek maliyet olmadan gerçekleştirdiği üzerinde durmuşlardır. Son olarak, boru çapları açısından şebekenin maliyet açısından etkinliğinin, IIT Bombay tarafından geliştirilen Jal-Tantra web sistemi ile uyumlu olduğunu göstermişlerdir.

Enriquez ve ark. (2023) alışmalarında, içme suyu şebekesindeki klor konsantrasyonlarının değerlerini tahmin etmede yapay zekâ tekniklerini kullanmışlardır. EPANET'teki ağın hidrolik ve su kalitesi analizinin simülasyon sonuçları ve onun uzantısı EPANET-MSX'i, kara kutu modellerinin eğitimi için kullandıklarını söylemişlerdir. ANFIS modellerinin, YSA'ların aksine daha yüksek ortalama eğitim ve test Nash-Sutcliffe Endeksi'ne (NSE) sahip olduğunu açıklamışlar; genel olarak modellerin tatmin edici bir ortalama tahmin performansına ulaştığını tespit etmişlerdir.

Godhade ve ark. (2023) alışmalarında, içme suyu talebine uygun olarak yeterli miktarda ve iyi kalitede su sağlanması önemli olduğu, mevcut programlar arasında EPANET'in karmaşık boru ağlarının etkili tasarımı için popüler ve kullanışlı olarak görüldüğünü ifade etmişlerdir. alışmalarında EPANET programı ve Hardy-Cross yöntemini kullanarak su dağıtım şebekesinin tasarımını ve hidrolik analizini gerçekleştirmişlerdir. Sonuçta tüm bağlantı noktalarındaki basınç değerleri ile borulardaki hızların hidrolik yönden uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Hameed ve ark. (2023) yaptıkları çalışmada; Irak'taki su kıtlığı, sınır ülkelerinden su girişinin olmaması ve iklim değişikliğinin dünya çapındaki etkisi kaynaklı gerçek bir sorun olduğunu belirtmişler, EPANET programını boru çapı ve projenin toplam maliyeti üzerindeki dolaylı

etkiyle karşılaştırmak için kullanmışlardır. Elde ettikleri sonuçlar doğrultusunda boru hattında kabul edilebilir hız ile tasarım standardına ulaşmak için sulama sistemini sektörlere ayırmanın olumlu bir etkisi olduğunu ve bunun da girişlerdeki basıncı arttırdığını açıklamışlardır.

Mekonnen (2023) çalışmasında, Etiyopya'daki Addis Kidam şehrinin su temini sorunu ile karşı karşıya olduğunu mevcut sistemin yeterli olmayışı dolayısı ile su kaybı yaşandığını ifade etmektedir. Basınç ve hız parametreleri açısından problemler teşkil ettiğini da ayrıca açıklamaktadır. Çalışmasını, su dağıtım şebekesinin hidrolik performansını hem mevcut su talebini hem de gelecekteki su talebini tahmin ederek değerlendirmek istemiştir. Önerdiği su yönetimi iyileştirme yaklaşımının, bahsedilen tüm yerleşim birimleri için iyi bir su teminini sağlayacağını belirtmiştir.

Pordal ve ark. (2023) çalışmalarında içme suyu dağıtım şebekesinin analizi için farklı mevsimlerdeki debi ve basınç ölçümlerine dayalı kalibre edilmiş ve doğrulanmış bir model oluşturduklarını ifade etmişlerdir. Çalışma alanı olarak İran'ın Şiraz şehrindeki içme suyu dağıtım sisteminin bir parçasını seçmişlerdir. Hazırladıkları bölge haritaları ve ölçülmüş parametrelere göre, EPANET ve WaterGEMS modellerini kullanarak hidrolik modeller elde etmişlerdir. Ölçülen ve simüle edilen basınç ve hız sonuçlarını karşılaştırdıklarında, iyi bir doğrulukta yaklaşım sağladıklarını belirtmişlerdir.

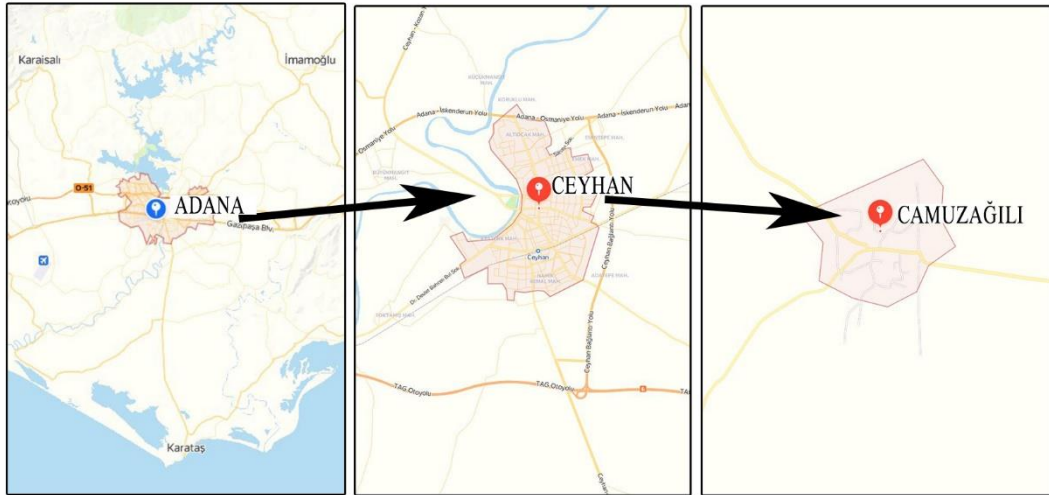
3. MATERİYAL VE METOT

Çalışmanın bu kısmında çalışma alanları, yerleri, kullanılan metotlar ve EPANET 2.0 programının genel bir tanımı yer almaktadır.

3.1. Çalışma Alanları ve İlgili Yerler

3.1.1. Camuzağılı Mahallesi

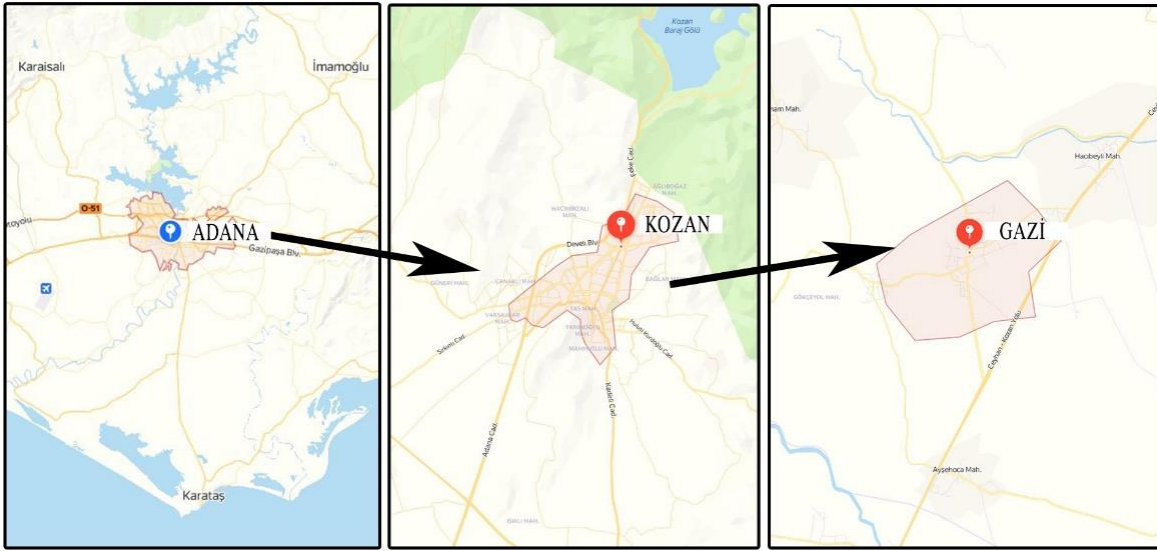
Çalışma kapsamında incelenen yerlerden birisi olan Camuzağılı Mahallesi Adana iline bağlı Ceyhan ilçesinin güneydoğusunda yer almaktadır (<https://www.adana.bel.tr/>). Camuzağılı Mahallesi'nde tarım önemli bir geçim kaynağı olup, hayvancılık faaliyetleri az da olsa yapılmaktadır. Mahallenin Adana il merkezine uzaklığı yaklaşık 70 kilometre olup, arazi düz bir coğrafi yapıya sahiptir (Duyan Çulha ve Turhan, 2022). 2020 yılı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre nüfusu 416 kişi olarak belirlenmiştir. Camuzağılı Mahallesinin haritası Şekil 3.1'de görülmektedir (<https://yandex.com.tr/harita/>).



Şekil 3.1. Camuzağılı Mahallesi haritası (<https://yandex.com.tr/harita/>)

3.1.2. Gazi Mahallesi

Gazi Mahallesi Adana iline bağı Kozan ilçesinin güneyinde bulunmaktadır. Gazi Mahallesi'nde hayvancılık, önemli bir geçim kaynağıdır. Sığır, koyun, keçi gibi küçük ve büyükbaş hayvancılık faaliyetleri yaygındır. Adana il merkezine yaklaşık 80 kilometre uzaklıkta bulunmakla birlikte Camuzağılı Mahallesi gibi düz bir coğrafi yapıya sahiptir (<https://www.adana.bel.tr/>). 2020 yılı TÜİK verilerine göre nüfusu 1289 kişi olarak belirlenmiştir. Gazi Mahallesi'nin haritası Şekil 3.2'de verilmiştir (<https://yandex.com.tr/harita/>).

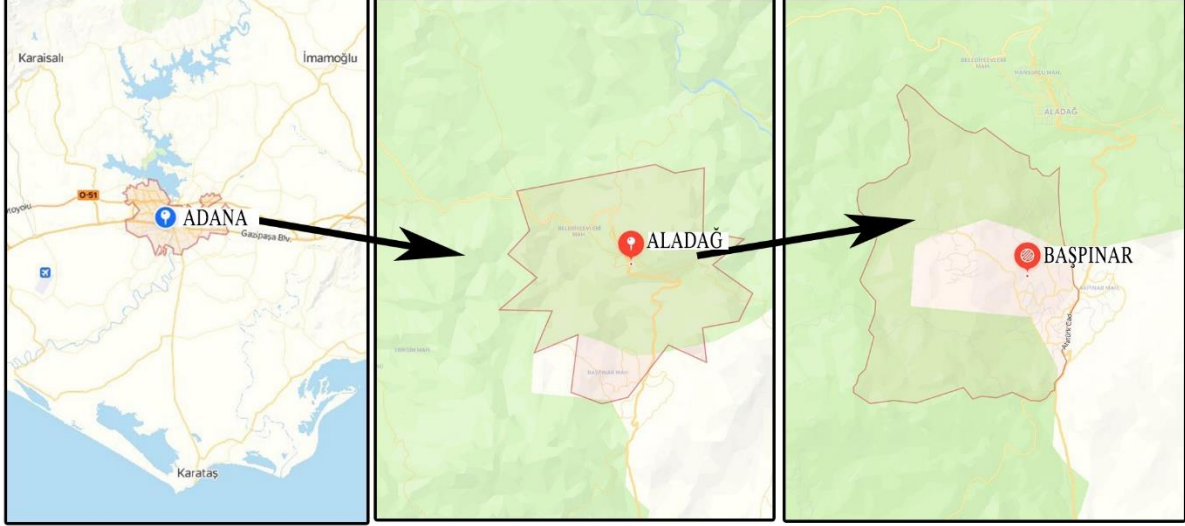


Şekil 3.2. Gazi Mahallesi haritası (<https://yandex.com.tr/harita/>)

3.1.3. Başpınar Mahallesi

Başpınar Mahallesi de Adana iline bağı olup, Aladağ ilçesinin güneybatısında yer almaktadır. Başpınar Mahallesi'nde hayvancılık, önemli bir geçim kaynağı olarak görülmektedir. Sığır, koyun, keçi gibi küçük ve büyükbaş hayvancılık faaliyetleri yaygındır. Adana il merkezine yaklaşık 90 kilometre uzaklıkta bulunmakla birlikte dağlık ve engebeli bir coğrafi yapıya sahiptir (<https://www.adana.bel.tr/>). 2020 yılı TÜİK verilerine göre nüfusu 1200 kişi olarak bilinmekte, ancak yaz aylarında yaylacılık faaliyetleri ile mahallenin nüfusu 15000 kişiye kadar

ulaşabilmektedir. Başpınar Mahallesi'nin haritası Şekil 3.3'te gösterilmektedir (<https://yandex.com.tr/harita/>).



Şekil 3.3. Başpınar Mahallesi haritası (<https://yandex.com.tr/harita/>)

3.2. Yöntemler

3.2.1. Nüfus Tahmin Yöntemleri

Şehirlerin ve yerleşim bölgelerinin su talebini doğru bir şekilde belirlemek ve su kaynaklarını etkili bir şekilde planlamak için nüfus tahmin yöntemleri içme suyu dağıtım şebekeleri açısından oldukça önemlidir (Yüce ve ark., 2016). Su altyapı projelerinin boyutlandırılması, su dağıtım şebekelerinin tasarımı ve sürdürülebilir su kaynakları yönetimi için nüfus tahminleri temel bilgiler sağlamaktadır.

3.2.1.1. Aritmetik Artış Yöntemi

Nüfus tahminlerinde kullanılan basit bir matematiksel model olan 'Aritmetik Artış Metodu' belirli bir dönem içindeki nüfus artışını sabit bir miktar olarak kabul eder ve bu miktarı her yıl veya her belirli bir dönem için uygular (Majidi ve ark., 2018) (Denklem 3.1)

$$N_g = N_0 + r.t \quad (3.1)$$

Burada N_g : Gelecekteki nüfusu, N_0 : Başlangıç nüfusunu, r : Yıllık artış miktarını, t : Geçen dönem sayısını ifade eder.

3.2.1.2. Geometrik Artış Yöntemi

Nüfusun birim zamandaki artışının toplum nüfusu ile orantılı olduğunu kabul eden bu yöntem ile genellikle doğal büyüme, göç, ölüm oranları gibi faktörler temel alınarak gelecekteki nüfus tahmin edilir. Gelecekteki nüfusu hesaplamak için söz konusu yerleşim merkezinin geçmişteki nüfus değerlerinin zamana göre grafiği çizilmelidir. Grafik yaklaşık bir doğru gösteriyorsa Aritmetik Metot; konkav bir eğri gösteriyorsa Geometrik Yöntem seçilerek nüfus tahmini yapılabilir (İller Bankası, 2013).

3.2.1.3. İller Bankası Yöntemi

İller Bankası'nın yürürlükteki yönergesine göre yerleşim merkezlerinin kanalizasyon ve içme suyu projelerinin hazırlanmasında kullanılan gelecekteki nüfusun hesaplanması aşağıda gösterilen Denklem 3.2 ile formülize edilmektedir (İller Bankası, 2013).

$$P = \left(\sqrt[a]{\frac{N_s}{N_i}} - 1 \right) * 100 \quad (3.2)$$

Burada P : Nüfus artış katsayısını, N_s : Son nüfus sayımındaki nüfusu, N_i : İlk nüfus sayımındaki nüfusu, N_g : Gelecekteki nüfusu, t_s : Son nüfus sayımının yapıldığı yılı, t_i : İlk nüfus sayımının yapıldığı yılı göstermektedir. İlgili eşitlikteki ' a ' değeri ise Denklem 3.3'te görülebileceği gibi elde edilmektedir:

$$a = t_s - t_i \quad (3.3)$$

Eğer $1 < P < 3$ ise bulunan değer P 'ye eşittir. $P < 1$ ise $P = 1$ ve $P > 3$ ise $P = 3$ olmaktadır. Gelecekteki nüfus ise aşağıdaki gibi bulunmaktadır (Denklem 3.4):

$$N_g = N_s * \left(1 + \frac{P}{100}\right)^n \quad (3.4)$$

Denklem 3.4'te n : Son nüfus sayımı ile projenin hazırlandığı yıl arasında geçen zamanı belirtmektedir. Projeler inşaat bitiminden 30 yıl sonraki nüfusu idare edecek şekilde düzenlenmektedir. İnşaat süresi de 5 yıl olarak alınmaktadır.

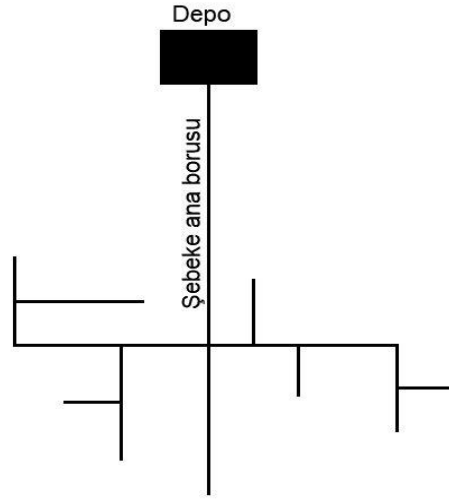
3.2.2. İçme Suyu Dağıtım Şebekeleri Tipleri ve Çözüm Yöntemleri

3.2.2.1. İçme Suyu Şebeke Tipleri

Yerleşim bölgelerine su bir boru ağı sistemi ile dağıtılır. Haznede depolanan su ana boru adı verilen ve üzerinde abone bağlantısı olmayan bir hat ile şebekeye iletilir. Şebeke planları dal sistem, ana boruları dal şeklinde olan ağ sistem ve ana boruları kapalı bir çevre teşkil eden ağ sistem olmak üzere üçe ayrılabilir.

3.2.2.1.1. Dal Sistem

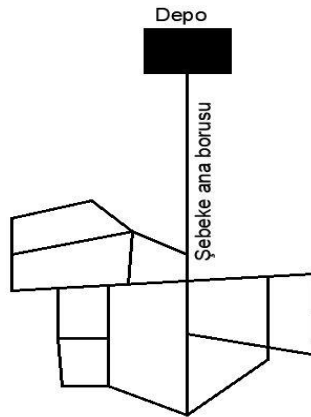
Bu sistemde borular bir ağacın dalları gibi birbiri ile birleşmeden yerleşim yerlerine dağıtılmaktadır (Şekil 3.4). Daha çok sahil kenarlarındaki yerleşim yerlerinde, yamaç ile deniz arasında sıkışıp kalmış şeritvari iskân bölgelerinde uygulanır. Bu bölgelerde sokaklar birbiri ile kesişmediğinden boruların bir ağ sistemini oluşturması mümkün olamamaktadır. Hidrolik durum açıktır ve sistemin hesabı kolay bir şekilde elde edilmektedir. Boru çapları ve uzunlukları böyle sistemlerde küçük olacağından sistem ekonomik olacaktır. Ancak bu sistemde bir borunun kırılması ve tamiri halinde bu borudan su alan bütün aboneler susuz kalabilir. Ayrıca boruların uç noktalarında debi sıfır olduğundan boru uçlarında hızlar çok düşmekte, bu düşüş yabancı maddelerin çökmesine ve suyun bayatlamasına sebep olabilmektedir (Alan, 2017).



Şekil 3.4. Dal sistem şebeke

3.2.2.1.2. Ağ Sistem

Hiçbir fiziki ölü nokta bulunmayan bu yöntemde bütün borular birbirine birleşmiştir (Şekil 3.5). Su herhangi bir noktaya birden fazla yönden ulaşabilir. Ağ sisteminde su çok yönlü iletileceğinden su hızında yavaşlamalar olmaz, boru tamir durumlarında borunun beslediği bölge başka taraftan su alabilirken bu sistemlerin dezavantajları da vardır (Duyan Çulha ve Turhan, 2022). Hidrolik hesabı zor olan bu sistemlerde daha fazla boruya ve ek şebeke parçalarına ihtiyaç vardır.



Şekil 3.5. Ağ sistem şebeke

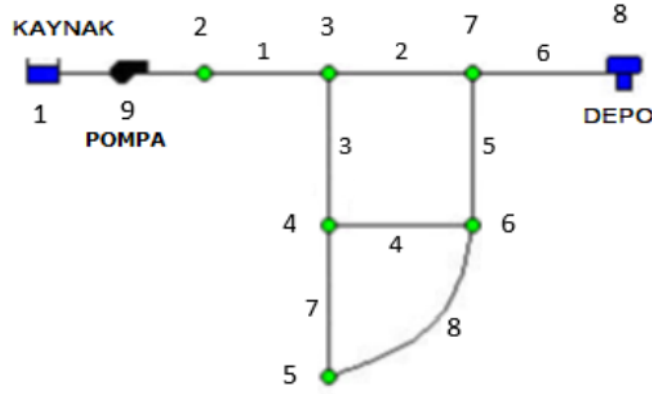
3.2.2.2. Ölü Nokta Yöntemi (ÖNY)

ÖNY’de debinin sıfır olarak değerlendirileceği düğüm noktalarından yola çıkılarak hesap debisi belirlenmektedir (Orhun ve ark., 2007). Gerekli olan debi bu metotta yalnızca düğüm noktaları için değil dağıtım şebekesindeki boru hattının tamamı için sağlanmaktadır. Bu nedenler ilgili şebekedeki borularda debi miktarı değişken yapıya sahiptir (Alan, 2017; Alashan, 2019). Bu çalışmada içme suyu dağıtım şebekesinin manuel olarak çözümü ÖNY ile Ms-Excel programından faydalanılarak yapılmıştır.

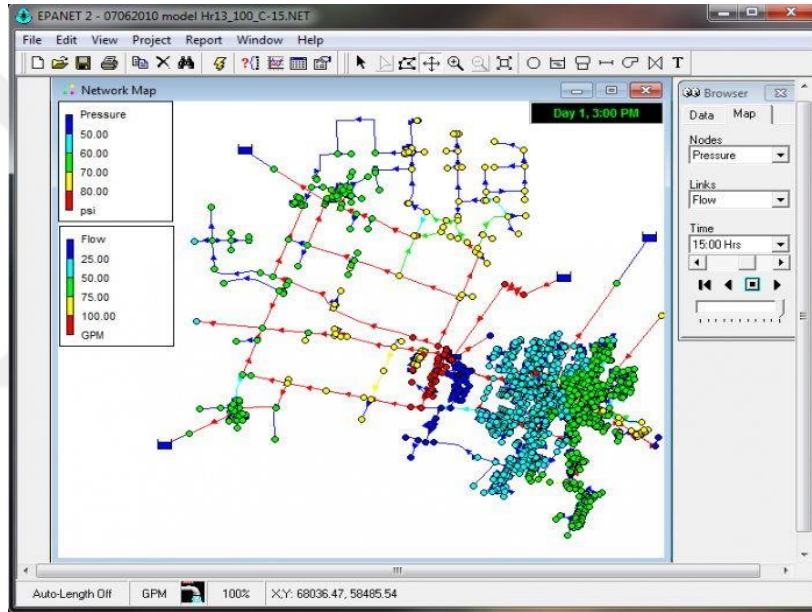
3.2.3. EPANET 2.0 Programı

Bu çalışma dahilinde, uygulaması gerçekleştirilmiş örnek projelerden yararlanılarak içme suyu dağıtım şebekelerinin hidrolik modellenmesi EPANET 2.0 programı ile modellenmiştir. EPANET 2.0 yazılımı Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Çevre Koruma Ajansı tarafından geliştirilmiş ve açık kaynak kod özelliğine sahip, özellikle basınçlı boru şebekelerinde hidrolik ve su kalitesi modellenmesi yapılabilen bir yazılımdır (Rossman, 2000).

Söz konusu program EPANET 2.0 Users Manual adlı çalışmanın Türkçe’ye çevrilmesi ile meydana getirilmiştir (EPANET 2.0 TR, 2019). Program ABD birimler sistemi ile uluslararası metrik sistemi de içermektedir. Özellikle yerel idarelerin mevzuat gereklilikleri ve beklentilerini karşılayabilecek düzeyde dağıtım şebekelerine verilen suyun hidrodinamik özelliklerini anlama konusunda birçok fayda ortaya koymaktadır (Duyan Çulha ve Turhan, 2022). Şekil 3.6’da örnek bir boru şebekesi çizimi görülmektedir. EPANET bilgisayar altyapısına sahip bir yazılım olup, kesintisiz çalışan bir dağıtım sistemi içindeki hidrodinamik ve su kalitesi davranışını modelleyebilmektedir (Şekil 3.7). EPANET “*gradyan metodu*” ile çözüm yapabilen bir hidrolik yazılımı olarak da açıklanmaktadır (Majidi ve ark., 2018). Program her noktadaki basınç değerlerini, borulardaki akışı, olası depolardaki suyun yüksekliğini ve sistem boyunca kimyasal bir madde konsantrasyonunu çoklu zaman aşamalarından meydana gelen bir periyotta değerlendirmek için sıklıkla kullanılmaktadır.



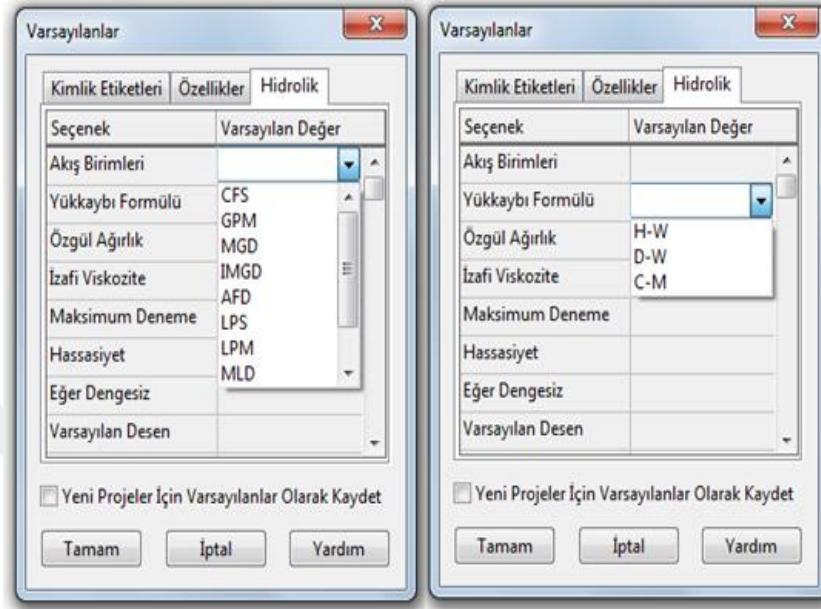
Şekil 3.6. Örnek bir boru şebekesi çizimi (EPANET 2.0 TR, 2019)



Şekil 3.7. EPANET programı şebeke tasarımına ait bir örnek (Rossman, 2000)

EPANET'e tüm boruların uzunlukları, çapları, pürüzlülük katsayıları, düğüm noktalarındaki su talepleri, kot değerleri, ilgili ekipmanlara dair veriler ve diğer değişkenlere ait bilgiler dahil edilerek şebekenin hidrolik hesapları yapılabilir (Ajaz ve Ahmad, 2023). Bu çalışma kapsamında debi lt/s kullanılsa dahi program farklı birim seçenekleri de sunmaktadır (Şekil 3.8). Veri giriş safhasında önce depo, sonrasında düğüm noktaları eklenmektedir. Devamında noktalar birleştirilip hatlar oluşturulmaya başlanır. Bu çalışmada bahsedilen noktaların koordinatları mevcut olduğundan bir harita eklenmesi gerekmemiştir. Program noktalar arası mesafeyi ve koordinatlar gibi birçok etkeni otomatik olarak atayabilmektedir. Ancak buna

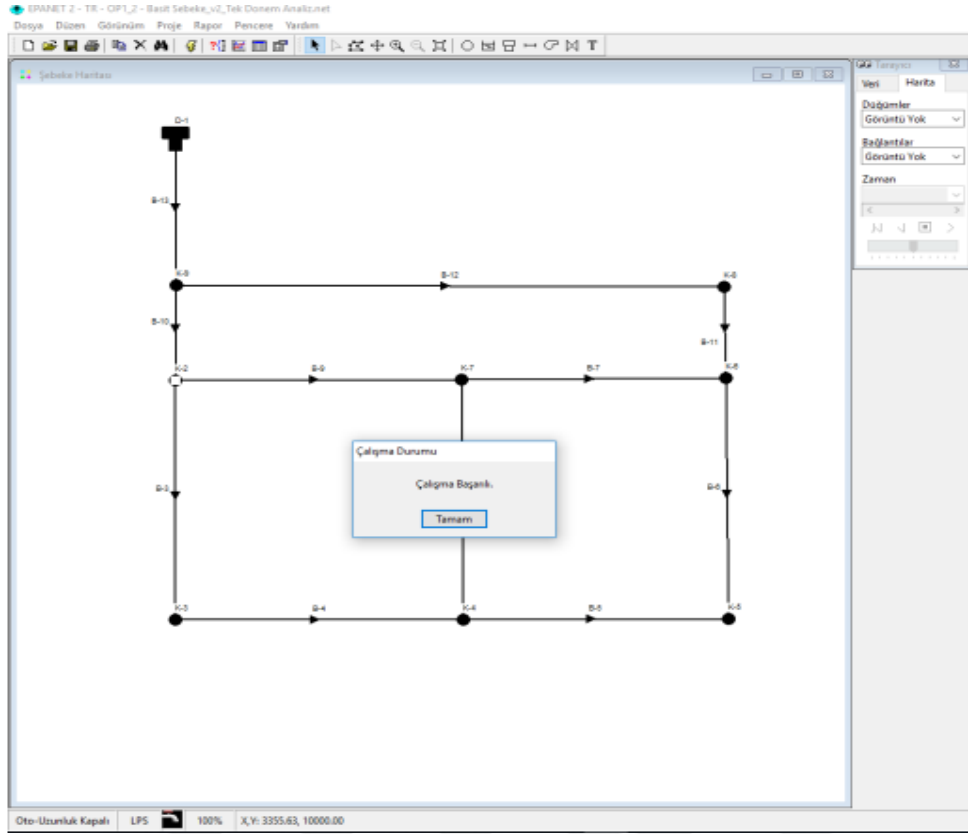
rağmen verilerin manuel olarak modellemeye dahil edilmesi seçeneği bulunmaktadır. İstenirse kot değerleri, x ve y koordinatları, boru çapları ve uzunlukları farklı değerlendirilebilmektedir (Rossman, 2000).



Şekil 3.8. EPANET’te akış birimi ve yük kaybı formülünün belirlenmesi menüleri (EPANET 2.0 TR, 2019)

Proje ile ilgili tasarım süreçleri bitirildiğinde, tüm değişikliklerin ayrı ayrı ele alınması gerektiğinden, EPANET programı farklı girişlerin topluca değiştirilmesi imkânını sağlayabilmektedir. Şebekenin düğüm noktalarının mümkün olan az sayıda tercih edilmesi hesapların doğruluğu yönünden oldukça önemli olmaktadır (Majidi ve ark., 2018). Tüm veri girişi tamamlandığında ok ile gösterilen buton aracılığı ile şebeke analizi başlatılabilir. Analiz bittiğinde Şekil 3.9’da görülebileceği üzere ekranda ‘*Çalışma Başarılı*’ olarak bir bildirim gösterilmektedir. Bu uyarı alınmadı ise girilen veriler kontrol edilip, gerekirse işlemler yeniden tekrarlanmalıdır (EPANET 2.0 TR, 2019).

Programın başarılı bir şekilde çalıştırılmasının ardından her düğüm noktasının ve düğüm noktalarını birleştiren hatların program tarafından hesaplanmış değerleri özellikler sekmesinden rahatlıkla görülebilmektedir (Şekil 3.10).

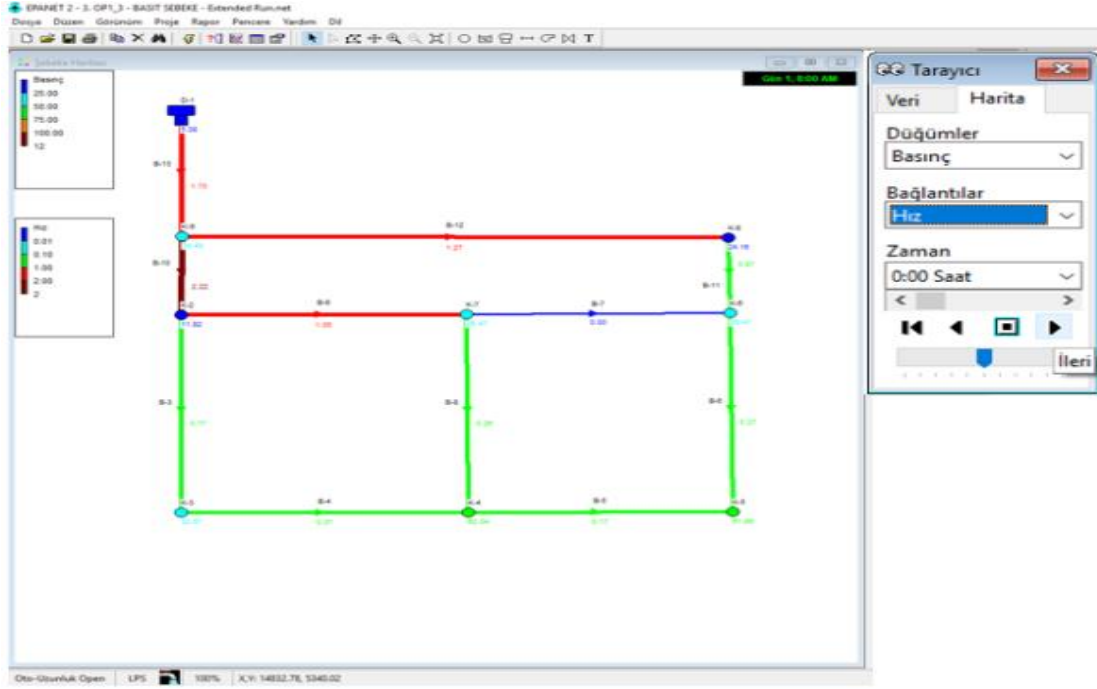


Şekil 3.9. EPANET programında dağıtım şebekesinin analizi (EPANET 2.0 TR, 2019)

Düğüm Nokta N1		Boru B7	
Özellik	Değer	Özellik	Değer
*Düğüm Noktası Kimlik	N1	*Boru Kimlik	B7
X - Koordinat	1141.40	*Başlangıç Noktası	N1
Y - Koordinat	7427.60	*Bitiş Noktası	N2
Açıklama		Açıklama	
Künye		Künye	
*Zemin Kotu	50	*Uzunluk	1485.63
Temel Talep	2.4	*Çap	63
Talep Deseni		*Pürüzlülük	189
Talep Kategorileri	1	Kayıp Katsayısı	0
Yayıcı Katsayısı		Başlangıç Durumu	Açık
Başlangıç Kalitesi		Toplu Katsayısı	
Kaynak Kalitesi		Çeper Katsayısı	
Gerçek Talep	2.40	Akış	3.47
Toplam Yük	110.49	Hız	1.11
Basınç	60.49	Birim Yük kaybı	12.71
Kalite	0.00	Sürtünme Faktörü	0.013
		Reaksiyon Oranı	0.00
		Kalite	0.00
		Durum	Açık

Şekil 3.10. EPANET programı ile yapılan analiz sonuçlarının görüntülenmesi (EPANET 2.0 TR, 2019)

Düğüm noktalarının ve hatların basınç, yük kaybı, akış hızı vb. değerlerini toplu olarak görebilmek için tarayıcıdan harita seçenekleri kullanılarak renklendirme göstergeleri açılabilir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. EPANET programı ile yapılan 24 saatlik bir simülasyon örneği (EPANET 2.0 TR, 2019)

Programda renklendirme seçeneklerinde renk aralık değerleri istenildiği şekilde değiştirilebilmektedir. İlgili bağlantı sekmesi seçildiğinde hız veri aralıkları manuel olarak düzenlenebilir (Şekil 3.12). Aynı işlemlerin diğer veri seçeneklerine de uygulanabilme durumu mevcuttur. Sonuç olarak şebeke analizi yapıldıktan sonra hesaplanan hız, yük kaybı ve basınç gibi değişkenlerin değerlerinin optimum seviyeye getirilmesi beklenir. Bunun için boru çap ve pürüzlülük verileri denenerek program yeniden çalıştırılır. Böylece istenilen değerlere ulaşarak modelleme de tamamlanmış olmaktadır (EPANET 2.0 TR, 2019).



Şekil 3.12. EPANET gösterge aralıklarının düzenlenmesi ve analiz sonrası düzenlemelerin yapılması (EPANET 2.0 TR, 2019)

3.2.4. Regresyon Analizi

Regresyon birden fazla değişken arasındaki ilişkiyi ölçbilmek amacıyla kullanılan analiz türlerindendir. Regresyon analizi ile iki değişken arasındaki bağıntı ve değişkenler arasındaki korelasyon değerlendirilmektedir. Regresyon, biri bağımlı diğeri bağımsız değişken olmak üzere birden fazla değişken arasındaki doğrusal, logaritmik, parabolik, üssel ilişkinin fonksiyonel şeklini, bir denklem şeklinde sunmaktadır. Değişkenlerden birinin nicelik ölçekli ve bilinebilir olması durumunda diğeri değişkenin niceliği hakkında yakınsama denklemi elde edilmektedir. Regresyon analizinde değişkenlerden bir bağımlı iken diğeri bağımsız olma zorunluluğu vardır. Farklı iki değişkenin anlamsal bir ilişkiye sahip olup olmadığını değerlendirmek için çoğu zaman korelasyon katsayısına veya determinasyon katsayısına (R^2) bakılmaktadır. Eğer bu katsayı mutlak değerce 1'e yakınsıyor ise bahsedilen bu iki değişken arasında güçlü bir bağıntının olduğu, dolayısıyla da deterministik bir ilişkinin varlığından söz edilebilir. R^2 yani belirlilik katsayısı değerleri regresyon kareler toplamının genel kareler toplamına oranından elde edilmiştir (Kowalska ve ark., 2018).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Şebeke Çözümleri

Bu çalışmada, Adana'nın üç farklı nüfus ölçeğine ve coğrafi yapıya sahip daha önce ÖNY ile manuel olarak çözümü yapılan yerleşim birimlerinin içme suyu dağıtım şebekesine ait hidrolik modellemesi EPANET 2.0 programı ile gerçekleştirilmiştir. İncelenen parametreler; belirlenen düğüm noktalarındaki basınç, borulardaki hız dağılımları ve yük kayıplarıdır. Çalışma sonucunda basınç, hız ve yük kayıp değerleri manuel çözümlerle karşılaştırılmış, elde edilen analiz sonuçları grafik ve tablolarla desteklenmiştir.

4.1.1. Camuzağılı Mahallesi İçme Suyu Şebekesi Çözümleri

4.1.1.1. Nüfus ve Şebeke Debisi Hesabı (İller Bankası Metodu ile)

Denklem 3.2'de Camuzağılı Mahallesi'ne ait değerler yerine konulmuş, İller Bankası metodu ile 35 yıl sonraki nüfus değerleri hesaplanmıştır.

$$N_{2020}=416 \text{ kişi}, N_{2015}=479 \text{ kişi}, t_s=2020, t_i=2015, a = 2020 - 2015 = 5$$

$$P = \left(\sqrt[5]{\frac{416}{479}} - 1 \right) * 100 = -2.78$$

$P < 1$ olduğu için $P=1$ olarak alınmıştır. $t_g=2055$ (35 yıllık hesaplanmıştır.)

$$n = 2055 - 2020 = 35, N_g = 416 * \left(1 + \frac{1}{100} \right)^{35}$$

$N_g = 589$ kişi bulunmuştur.

Tablo 4.1'de kişi başına günlük su sarfiyatları gösterilmektedir (İller Bankası, 2013).

Tablo 4.1. Kişi başına günlük su sarfıyatları (İller Bankası, 2013)

Nüfus	Q _{max} (lt/kişi/gün)
≤ 3000	90-100
5001-10000	100-120
10001-30000	120-150
30001-50000	150-180
50001-100000	180-250

Camuzağılı Mahallesi'nin nüfusu 3000 kişiden az olduğu için kişi başına düşen günlük su sarfıyatı 90 lt olarak değerlendirilmiştir.

$$Q_{\text{insan}} = \frac{Ng*90}{86400}$$

$Q_{\text{insan}} = \frac{589*90}{86400} = 0,61 \text{ lt/s}$ elde edilmiştir. Camuzağılı Mahallesi'nin büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları projenin yapıldığı dönemde ilgili birimlerle yapılan görüşmelerden yola çıkılarak belirlenmiştir.

N_{bb}: Büyükbaş hayvan sayısı olmak üzere N_{bb} =75, büyükbaş hayvan başına düşen günlük su ihtiyacı ise 50 lt alınmıştır. N_{kb}: Küçükbaş hayvan sayısı olmak üzere N_{kb} =50 olarak değerlendirilmiştir. Küçükbaş hayvan başına düşen günlük su ihtiyacı 15 lt alınmıştır.

$$Q_{\text{bb}} = \frac{N_{\text{bb}}*50}{86400}$$

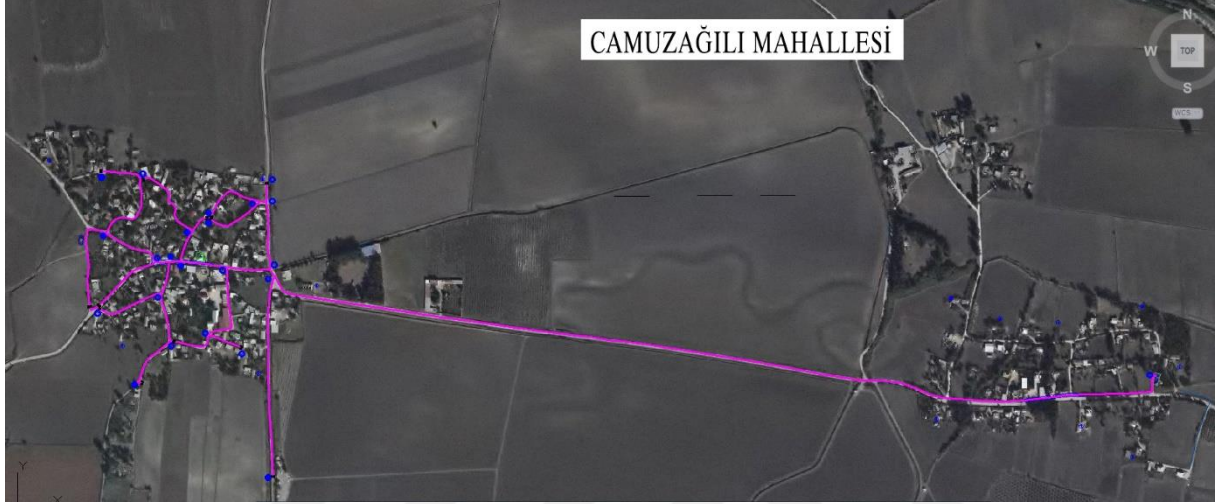
Dolayısı ile $Q_{\text{bb}} = \frac{75*50}{86400} = 0,043 \text{ lt/s}$ bulunur.

$$Q_{\text{kb}} = \frac{N_{\text{kb}}*15}{86400}$$

$Q_{\text{kb}} = \frac{50*15}{86400} = 0,008 \text{ lt/s}$, $Q_{\text{yangın}} = 1 \text{ lt/s}$ olarak değerlendirilmiştir. $Q_{\text{toplam}} = 1,66 \text{ lt/s}$,

$$Q_{\text{sebeke}} = Q_{\text{toplaml}} * 1,50$$

$Q_{\text{sebeke}} = 1,66 * 1,5 = 2,49 \text{ lt/s} \cong 2,5 \text{ lt/s}$ olarak hesaplarda değerlendirmeye alınmıştır. şekil 4.1’de Camuzağılı Mahallesi içme suyu şebekesinin uydudan elde edilen görüntüsü yer almaktadır (<https://www.google.com/maps>).



şekil 4.1. Camuzağılı Mahallesi içme suyu şebekesinin uydu görüntüsü (<https://www.google.com/maps>)

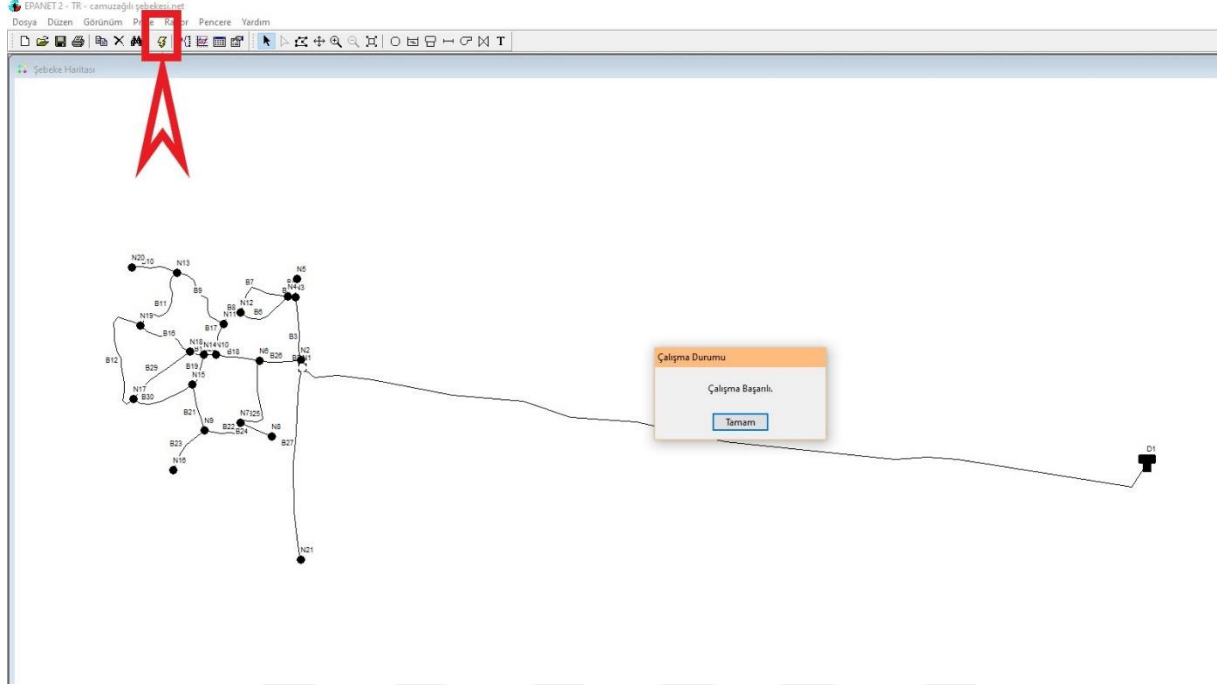
4.1.1.2. Camuzağılı Mahallesi şebekesi Ms-Excel yardımı ile NY Manuel zm

NY ile Camuzağılı Mahallesi’nin şebeke hesapları manuel olarak üzülmüştür. Hesaplamalarda işlem yükünü kolaylaştırmak amacıyla veriler Excel programına girilerek ilgili hidrolik parametreler bulunmuştur (EK A).

4.1.1.3. Camuzağılı Mahallesi şebekesinin EPANET 2.0 programı ile zm

Boruların çapları, uzunlukları, malzemeleri, düğüm noktalarının coğrafı değerleri ve depo bilgileri gibi veriler EPANET 2.0 programa girildiğinde belirlenen hata oranına yaklaşılmış ise, program tarafından hidrolik analizin başarılı bir şekilde yapıldığı uyarısı çıkmaktadır (şekil 4.2). NY ile manuel zmde elde edilen $Q_{\text{sebeke}}=2,5 \text{ lt/s}$ debisi EPANET’te de benzer şekilde

girilmiş ve tek zamanlı olarak ele alınan parametre sonuçları listelenmiştir (Şekil 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, ve 4.7).



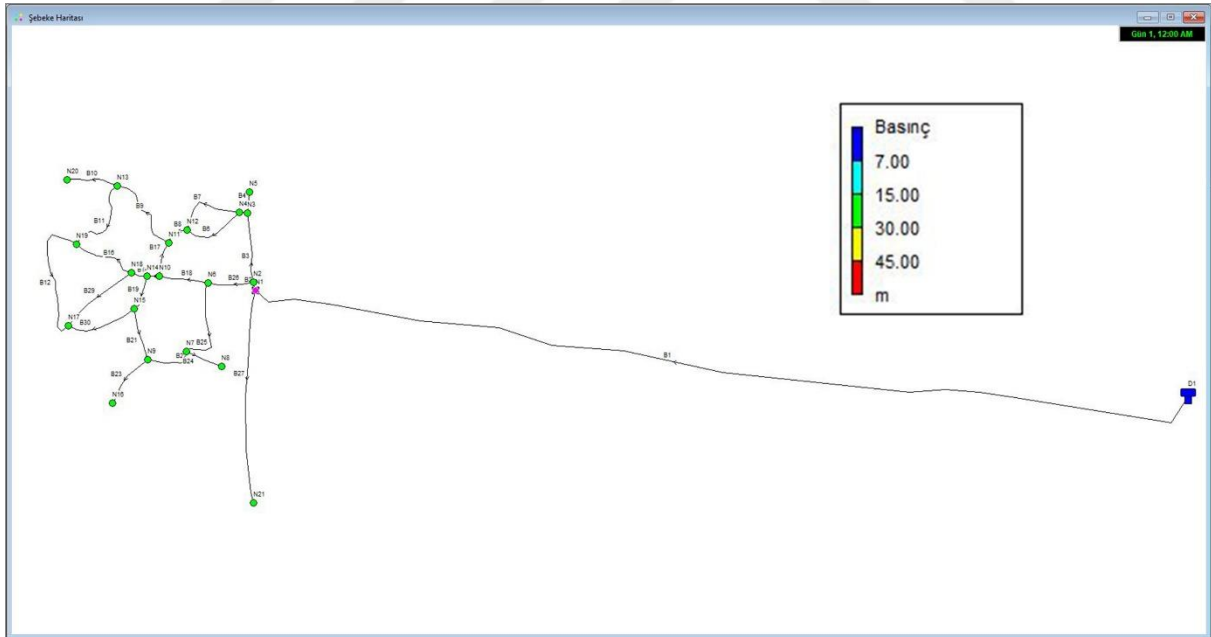
Şekil 4.2. Camuzağılı Mahallesi şebekesinin EPANET ile analizinin gerçekleştirilmesi

Şebeke Tablosu - Noktalar 0:00 Saat				
Nokta Kimlik	Zemin Kotu m	Talep LPS	Yük m	Basınç m
DN N1	40.83	0.18	58.65	17.82
DN N2	41.18	0.10	58.64	17.46
DN N3	41.68	0.08	58.58	16.90
DN N4	41.36	0.12	58.56	17.20
DN N5	41.49	0.02	58.58	17.09
DN N6	41.44	0.15	58.59	17.15
DN N7	41.32	0.14	58.52	17.20
DN N8	41.08	0.03	58.52	17.44
DN N9	41.56	0.13	58.51	16.95
DN N10	42.15	0.08	58.56	16.41
DN N11	42.36	0.12	58.55	16.19
DN N12	42.23	0.13	58.55	16.32
DN N13	42.26	0.18	58.50	16.24
DN N14	42.16	0.05	58.53	16.37
DN N15	42.16	0.13	58.51	16.35
DN N16	41.73	0.05	58.51	16.78
DN N17	41.78	0.24	58.50	16.72
DN N18	41.72	0.13	58.52	16.80
DN N19	42.78	0.23	58.50	15.72
DN N20	41.99	0.04	58.50	16.51
DN N21	41.22	0.17	58.59	17.37
Depo D1	58.17	-2.50	61.17	3.00

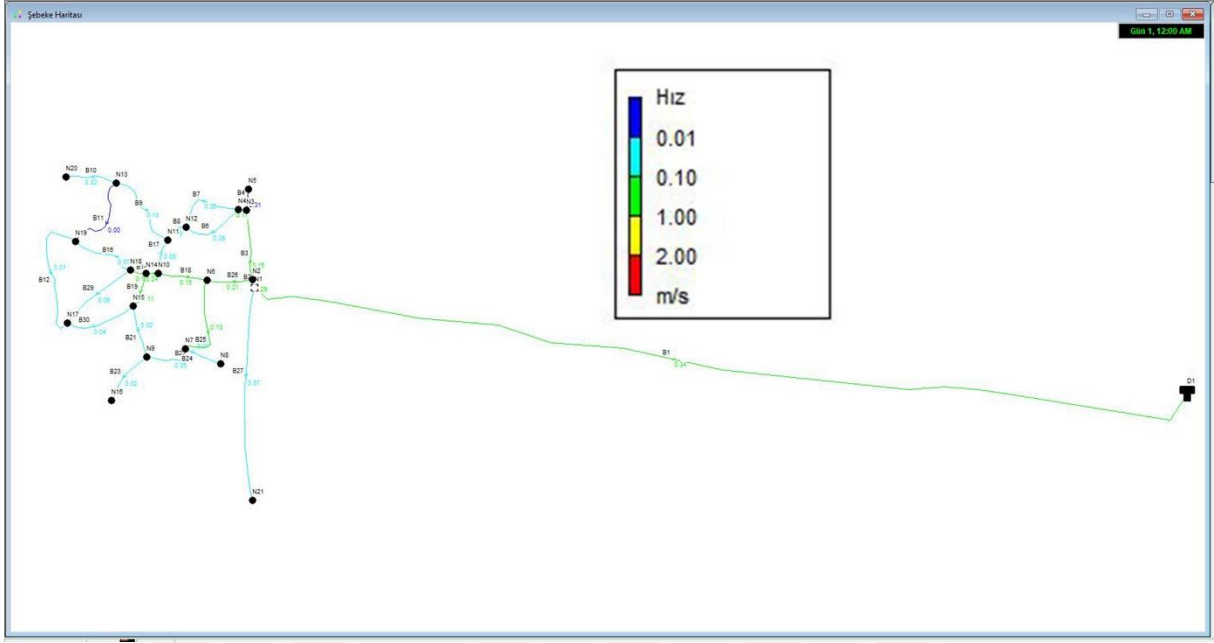
Şekil 4.3. Camuzağılı Mahallesi şebekesinin EPANET ile düğüm noktaları analiz sonuçları

Bağlantı Kimliği	Uzunluk m	Çap mm	Pürüzlülük	Akış LPS	Hız m/s	Birim Yük kaybı m/km
Boru B1	1892.50	96.8	149	2.50	0.34	1.33
Boru B2	15.88	97	149	2.15	0.29	1.00
Boru B3	140	66	149	0.50	0.15	0.43
Boru B4	39.50	55	149	0.02	0.01	0.00
Boru B5	15.50	55	149	0.40	0.17	0.69
Boru B6	126	55	149	0.14	0.06	0.10
Boru B7	137	55	149	0.14	0.06	0.09
Boru B8	46	55	149	0.15	0.06	0.11
Boru B9	173.50	55	149	0.23	0.10	0.25
Boru B10	86	55	149	0.04	0.02	0.01
Boru B11	161	55	149	0.01	0.00	0.00
Boru B12	276.50	55	149	0.02	0.01	0.00
Boru B14	28	66	149	0.51	0.15	0.45
Boru B16	122.50	66	149	0.25	0.07	0.12
Boru B17	69.50	55	149	-0.20	0.08	0.19
Boru B18	97.50	97	149	1.10	0.15	0.29
Boru B19	67	55	149	0.26	0.11	0.33
Boru B21	100	55	149	0.05	0.02	0.02
Boru B22	98	55	149	0.13	0.05	0.09
Boru B23	123.50	55	149	0.05	0.02	0.01
Boru B24	71.50	55	149	0.03	0.01	0.01
Boru B25	176	55	149	0.30	0.13	0.41

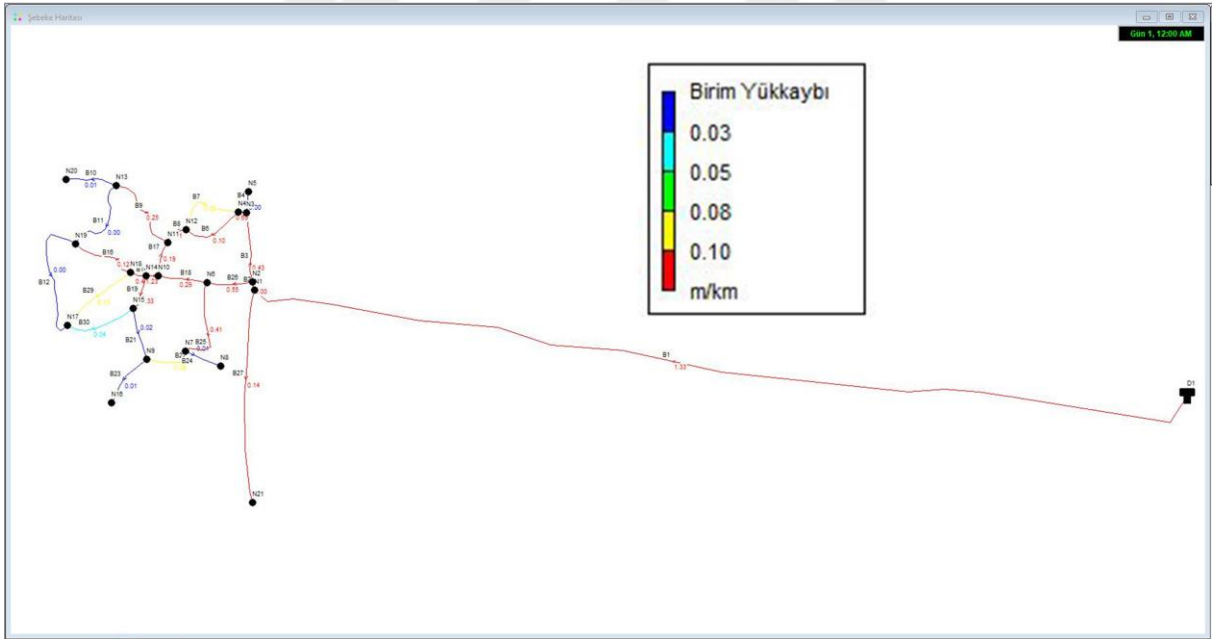
Şekil 4.4. Camuzağılı Mahallesi şebekesi EPANET ile bağlantı (boru) analiz sonuçları



Şekil 4.5. Camuzağılı Mahallesi şebekesinin EPANET ile basınç değerlerinin görüntülenmesi



Şekil 4.6. Camuzağılı Mahallesi şebekesinin EPANET ile hız değerlerinin görüntülenmesi



Şekil 4.7. Camuzağılı Mahallesi şebekesinin EPANET ile yük kaybı değerlerinin görüntülenmesi

4.1.2. Gazi Mahallesi İçme Suyu Şebekesi Çözümleri

4.1.2.1. Nüfus ve Şebeke Debisi Hesabı (İller Bankası Metodu ile)

Denklem 3.2’de Gazi Mahallesi’ne ait değerler yerine konulmuş, İller Bankası metodu ile 35 yıl sonraki nüfus değerleri hesaplanmıştır.

$$N_{2020}=1289 \text{ kişi}, N_{2015}=1431 \text{ kişi}, t_s=2020, t_i=2015, a = 2020- 2015 = 5$$

$$P = \left(\sqrt[5]{\frac{1289}{1431}} - 1 \right) * 100 = -2.07$$

$P < 1$ olduğu için $P=1$ olarak alınmıştır. $t_g=2055$ (35 yıllık hesaplanmıştır.)

$$n = 2055 - 2020 = 35$$

$$N_g = 1289 * \left(1 + \frac{1}{100} \right)^{35}, N_g = 1826 \text{ kişi} \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Gazi Mahallesi kişi başına düşen günlük su sarfıyatı 100 lt olarak hesaplarda kullanılmıştır.

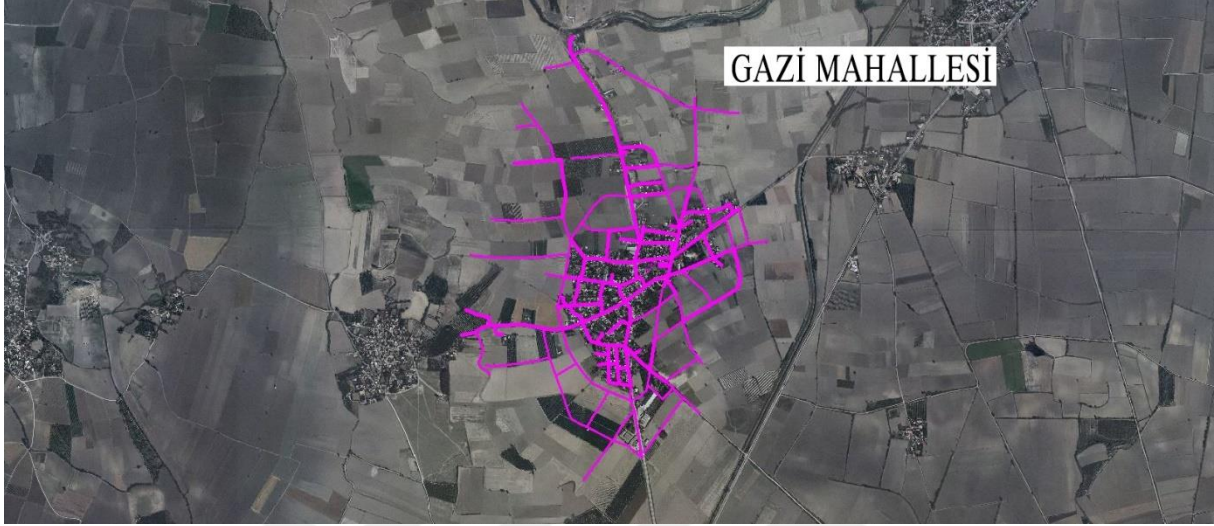
$$Q_{\text{insan}} = \frac{1826*100}{86400} = 2,11 \text{ lt/s}$$

Gazi Mahallesi büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları projenin yapıldığı dönemde ilgili birimlere yapılan görüşmelerden elde edilmiştir.

$$N_{bb}=800, N_{kb}=1500,$$

$$Q_{bb} = \frac{800*50}{86400} = 0,46 \text{ lt/s}, Q_{kb} = \frac{1500*15}{86400} = 0,26 \text{ lt/s}, Q_{\text{yangın}} = 2 \text{ lt/s} \text{ olarak alınmıştır.}$$

$Q_{\text{toplam}}=4,84 \text{ lt/s}$ bulunur. $Q_{\text{şebeke}} = Q_{\text{toplam}} * 1,5$, $Q_{\text{şebeke}} = 4,84 * 1,5 = 7,26 \text{ lt/s} \cong 8,0 \text{ lt/s}$ şeklinde belirlenmiştir. Şekil 4.8’de Gazi Mahallesi içme suyu şebekesinin uydudan elde edilen görüntüsü yer almaktadır (<https://www.google.com/maps>).



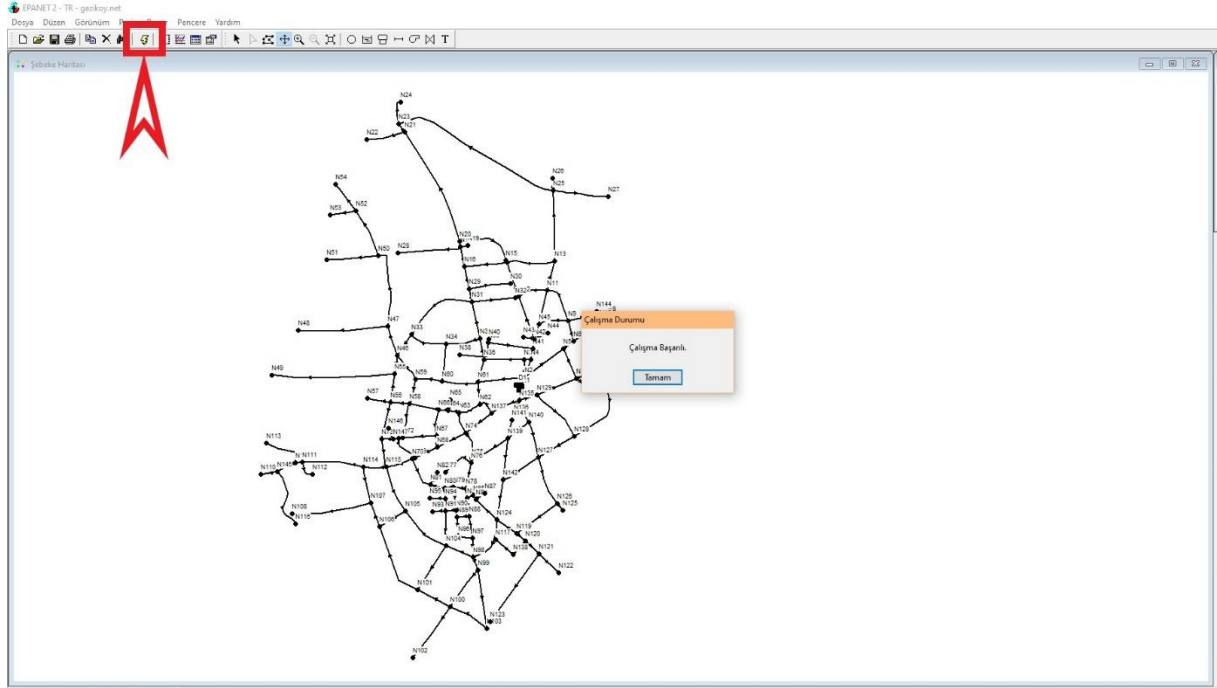
Şekil 4.8. Gazi Mahallesi içme suyu şebekesinin uydu görüntüsü (<https://www.google.com/maps>)

4.1.2.2. Gazi Mahallesi Şebekesi Ms-Excel yardımı ile ÖNY Manuel Çözümü

ÖNY ile Gazi Mahallesi’nin şebeke hesapları manuel olarak çözülmüştür. Hesaplamalarda işlem yükünü kolaylaştırmak amacıyla veriler Excel’e girilerek ilgili hidrolik parametreler bulunmuştur (EK B).

4.1.2.3. Gazi Mahallesi Şebekesinin EPANET 2.0 programı ile çözümü

Boruların çapları, uzunlukları, malzemeleri, düğüm noktalarının coğrafi değerleri ve depo bilgileri gibi veriler EPANET 2.0 programa girildiğinde belirlenen hata oranına yaklaşılmış ise, program tarafından hidrolik analizin başarılı bir şekilde yapıldığı uyarısı çıkmaktadır (Şekil 4.9). ÖNY ile manuel çözümde elde edilen $Q_{\text{şebeke}}=8,0 \text{ lt/s}$ debisi EPANET’te de benzer şekilde girilmiş ve tek zamanlı olarak sonuçlar listelenmiştir (Şekil 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, ve 4.16).



Şekil 4.9. Gazi Mahallesi şebekesinin EPANET ile analizinin gerçekleştirilmesi

(a)

(b)

Nokta Kimlik	Talep LPS	Yük m	Basınç m
DN N1	0.02	66.48	23.38
DN N2	0.10	66.29	22.93
DN N3	0.01	66.29	22.82
DN N4	0.06	66.17	22.86
DN N5	0.07	66.18	22.97
DN N6	0.04	66.16	23.36
DN N7	0.06	66.16	23.17
DN N8	0.05	66.16	22.91
DN N9	0.09	66.12	22.81
DN N10	0.01	66.12	23.39
DN N11	0.10	66.09	21.59
DN N12	0.08	66.09	22.80
DN N13	0.11	66.06	21.46
DN N14	0.09	66.06	21.36
DN N15	0.04	66.01	21.12
DN N16	0.06	66.03	21.18
DN N18	0.07	66.01	21.04
DN N19	0.01	66.01	21.08
DN N20	0.14	66.01	21.14
DN N21	0.12	65.99	20.69
DN N22	0.03	65.99	20.79
DN N23	0.15	65.99	20.39
DN N24	0.02	65.99	20.34
DN N25	0.23	66.01	20.71

Nokta Kimlik	Talep LPS	Yük m	Basınç m
DN N26	0.01	66.01	20.31
DN N27	0.04	66.01	20.31
DN N28	0.05	66.01	20.81
DN N29	0.06	66.03	22.04
DN N30	0.03	66.03	21.83
DN N31	0.12	66.03	22.17
DN N32	0.03	66.03	21.44
DN N33	0.10	66.02	21.82
DN N34	0.08	66.04	21.94
DN N35	0.07	66.06	22.06
DN N36	0.10	66.11	22.42
DN N38	0.02	66.11	21.82
DN N39	0.05	66.11	21.99
DN N40	0.00	66.11	21.94
DN N41	0.03	66.11	22.79
DN N42	0.08	66.12	22.89
DN N43	0.01	66.12	23.00
DN N44	0.01	66.12	23.11
DN N45	0.06	66.12	22.97
DN N46	0.08	66.01	20.31
DN N47	0.14	65.98	21.68
DN N48	0.06	65.98	21.68
DN N49	0.09	66.00	20.70
DN N50	0.13	65.95	20.70

Şekil 4.10. Gazi Mahallesi şebekesinin EPANET ile düğüm noktaları analiz sonuçları (a:1-25, b:26-50, c:51-74, d:75-100, e:101-125, f:124-Depo)

(c)

Nokta Kimlik	Talep LPS	Yük m	Basınç m
DN N51	0.04	65.95	20.60
DN N52	0.08	65.95	20.55
DN N53	0.02	65.95	20.50
DN N54	0.02	65.95	20.50
DN N55	0.12	66.01	20.61
DN N56	0.08	66.01	20.81
DN N57	0.02	66.01	20.81
DN N58	0.08	66.01	19.91
DN N59	0.06	66.02	20.72
DN N60	0.07	66.05	20.83
DN N61	0.09	66.12	21.77
DN N62	0.05	66.11	21.13
DN N63	0.04	66.06	21.02
DN N64	0.02	66.04	21.10
DN N65	0.01	66.04	21.24
DN N66	0.05	66.02	21.26
DN N67	0.05	66.02	21.52
DN N68	0.05	66.02	21.56
DN N69	0.04	66.01	22.02
DN N70	0.05	66.00	22.00
DN N71	0.03	66.01	21.32
DN N72	0.05	66.01	21.32
DN N73	0.06	66.00	21.70
DN N74	0.08	66.05	21.79

(d)

Nokta Kimlik	Talep LPS	Yük m	Basınç m
DN N75	0.05	66.05	22.13
DN N76	0.05	66.04	22.24
DN N77	0.02	66.04	22.03
DN N78	0.04	66.01	22.73
DN N79	0.03	66.01	22.93
DN N80	0.03	66.00	22.68
DN N81	0.05	66.00	22.65
DN N82	0.01	66.00	23.35
DN N84	0.02	66.01	22.84
DN N85	0.01	66.01	22.78
DN N86	0.03	66.01	23.10
DN N87	0.01	66.01	22.83
DN N88	0.04	66.00	22.64
DN N89	0.03	66.00	22.75
DN N90	0.03	66.00	22.68
DN N91	0.05	66.00	22.62
DN N93	0.01	66.00	23.03
DN N94	0.03	66.00	22.61
DN N95	0.01	66.00	22.64
DN N96	0.05	66.00	22.66
DN N97	0.04	66.00	23.11
DN N98	0.08	65.99	22.69
DN N99	0.09	65.99	22.74
DN N100	0.14	65.98	22.43

(e)

Nokta Kimlik	Talep LPS	Yük m	Basınç m
DN N101	0.12	65.98	22.78
DN N102	0.04	65.98	22.56
DN N103	0.07	65.98	22.38
DN N104	0.10	65.98	22.38
DN N105	0.10	65.98	22.53
DN N106	0.10	65.98	22.63
DN N107	0.10	65.98	22.58
DN N108	0.06	65.98	22.53
DN N109	0.05	65.96	20.81
DN N110	0.01	65.96	20.71
DN N111	0.06	65.96	20.86
DN N112	0.01	65.96	21.36
DN N113	0.03	65.96	20.31
DN N114	0.09	65.98	21.50
DN N115	0.09	66.00	21.98
DN N116	0.04	65.96	22.66
DN N117	0.02	66.02	22.92
DN N119	0.06	66.02	23.02
DN N120	0.04	66.02	22.87
DN N121	0.09	66.01	22.86
DN N122	0.02	66.01	23.01
DN N123	0.06	66.01	22.86
DN N124	0.10	66.02	23.27
DN N125	0.01	66.06	23.26

(f)

Nokta Kimlik	Talep LPS	Yük m	Basınç m
DN N124	0.10	66.02	23.27
DN N125	0.01	66.06	23.26
DN N126	0.08	66.06	22.96
DN N127	0.12	66.10	22.80
DN N128	0.08	66.16	22.36
DN N129	0.07	66.21	23.15
DN N130	0.08	66.18	23.55
DN N131	0.01	66.18	23.48
DN N132	0.08	66.16	23.60
DN N133	0.06	66.16	23.61
DN N134	0.02	66.16	23.41
DN N135	0.07	66.28	23.36
DN N136	0.01	66.28	23.33
DN N137	0.06	66.12	22.08
DN N138	0.03	66.02	23.02
DN N139	0.09	66.08	21.93
DN N140	0.06	66.14	22.94
DN N141	0.01	66.08	22.08
DN N142	0.09	66.07	22.82
DN N144	0.03	66.12	23.19
DN N145	0.07	65.96	20.76
DN N146	0.01	66.01	20.25
DN N147	0.02	66.01	21.48
Depo D1	-8.00	66.53	6.53

Şekil 4.10. (Devamı)

(a)

Şebeke Tablosu - Bağlantılar 0:00 Saat	Çap mm	Pürüzlülük	Akış LPS	Hız m/s	Birim Yükkayı m/km
Boru B1	123.4	149	8.00	0.67	3.52
Boru B2	96.8	149	4.18	0.57	3.45
Boru B3	79.2	149	1.48	0.30	1.34
Boru B4	79.2	149	0.84	0.17	0.47
Boru B5	79.2	149	0.01	0.00	0.00
Boru B6	96.8	149	1.75	0.24	0.69
Boru B7	79.2	149	0.60	0.12	0.25
Boru B8	79.2	149	0.42	0.09	0.13
Boru B9	79.2	149	0.82	0.17	0.45
Boru B10	79.2	149	0.50	0.10	0.18
Boru B11	79.2	149	0.01	0.00	0.00
Boru B12	79.2	149	0.01	0.00	0.00
Boru B13	79.2	149	0.30	0.06	0.07
Boru B14	79.2	149	0.41	0.08	0.12
Boru B15	79.2	149	0.67	0.14	0.31
Boru B16	79.2	149	0.71	0.14	0.34
Boru B17	79.2	149	0.41	0.08	0.13
Boru B18	79.2	149	0.15	0.03	0.02
Boru B19	79.2	149	0.04	0.01	0.00
Boru B20	79.2	149	0.01	0.00	0.00
Boru B21	79.2	149	-0.08	0.02	0.01
Boru B22	79.2	149	-0.12	0.03	0.01
Boru B23	79.2	149	-0.07	0.01	0.00
Boru B24	79.2	149	0.10	0.02	0.01
Boru B25	79.2	149	0.57	0.12	0.23
Boru B26	79.2	149	0.04	0.01	0.00
Boru B27	79.2	149	0.42	0.09	0.13
Boru B28	79.2	149	0.43	0.09	0.14
Boru B29	79.2	149	0.02	0.00	0.00
Boru B30	79.2	149	0.08	0.02	0.01
Boru B31	79.2	149	0.00	0.00	0.00
Boru B32	79.2	149	0.03	0.01	0.00
Boru B33	79.2	149	0.84	0.17	0.47

(b)

Şebeke Tablosu - Bağlantılar 0:00 Saat	Çap mm	Pürüzlülük	Akış LPS	Hız m/s	Birim Yükkayı m/km
Boru B34	79.2	149	0.31	0.06	0.08
Boru B35	79.2	149	0.45	0.09	0.15
Boru B36	79.2	149	0.03	0.01	0.00
Boru B37	79.2	149	0.13	0.03	0.01
Boru B38	79.2	149	0.17	0.03	0.02
Boru B39	79.2	149	0.03	0.01	0.00
Boru B40	79.2	149	0.08	0.02	0.01
Boru B41	79.2	149	-0.45	0.09	0.14
Boru B42	79.2	149	0.47	0.10	0.16
Boru B43	66	149	0.01	0.00	0.00
Boru B44	79.2	149	0.35	0.07	0.09
Boru B45	79.2	149	0.04	0.01	0.00
Boru B46	79.2	149	0.17	0.03	0.02
Boru B47	79.2	149	0.03	0.01	0.00
Boru B48	79.2	149	0.02	0.00	0.00
Boru B49	79.2	149	0.02	0.00	0.00
Boru B50	79.2	149	-0.15	0.03	0.02
Boru B51	79.2	149	0.01	0.00	0.00
Boru B52	79.2	149	0.04	0.01	0.00
Boru B53	79.2	149	0.43	0.09	0.14
Boru B54	79.2	149	0.16	0.03	0.02
Boru B55	79.2	149	0.79	0.16	0.42
Boru B56	79.2	149	0.29	0.06	0.07
Boru B57	79.2	149	0.42	0.08	0.13
Boru B58	79.2	149	0.14	0.03	0.02
Boru B59	79.2	149	0.57	0.11	0.23
Boru B60	79.2	149	0.15	0.03	0.02
Boru B61	79.2	149	0.39	0.08	0.11
Boru B62	79.2	149	0.21	0.04	0.04
Boru B63	79.2	149	-0.07	0.01	0.00
Boru B64	79.2	149	0.09	0.02	0.01
Boru B65	79.2	149	0.50	0.10	0.18
Boru B66	79.2	149	0.02	0.00	0.00

(c)

Şebeke Tablosu - Bağlantılar 0:00 Saat	Çap mm	Pürüzlülük	Akış LPS	Hız m/s	Birim Yükkayı m/km
Boru B66	79.2	149	0.02	0.00	0.00
Boru B67	79.2	149	0.12	0.02	0.01
Boru B68	79.2	149	0.27	0.06	0.06
Boru B69	79.2	149	0.29	0.06	0.06
Boru B70	79.2	149	0.04	0.01	0.00
Boru B71	79.2	149	0.12	0.02	0.01
Boru B72	79.2	149	0.02	0.00	0.00
Boru B73	79.2	149	0.02	0.00	0.00
Boru B74	79.2	149	0.06	0.01	0.00
Boru B75	79.2	149	0.01	0.00	0.00
Boru B76	79.2	149	1.27	0.26	1.01
Boru B77	79.2	149	0.43	0.09	0.14
Boru B78	79.2	149	0.82	0.17	0.45
Boru B79	79.2	149	0.67	0.14	0.31
Boru B80	79.2	149	0.11	0.02	0.01
Boru B81	66	149	0.01	0.00	0.00
Boru B82	79.2	149	0.63	0.13	0.28
Boru B83	79.2	149	0.27	0.06	0.06
Boru B84	79.2	149	-0.01	0.00	0.00
Boru B85	79.2	149	0.23	0.05	0.04
Boru B86	79.2	149	0.24	0.05	0.05
Boru B87	79.2	149	0.01	0.00	0.00
Boru B88	79.2	149	0.21	0.04	0.04
Boru B89	79.2	149	0.78	0.16	0.41
Boru B90	79.2	149	0.07	0.01	0.00
Boru B91	79.2	149	0.58	0.12	0.24
Boru B92	79.2	149	0.55	0.11	0.21
Boru B93	96.8	149	0.52	0.07	0.07
Boru B94	96.8	149	0.48	0.07	0.06
Boru B95	79.2	149	0.42	0.09	0.13
Boru B96	79.2	149	0.28	0.06	0.06
Boru B97	79.2	149	0.01	0.00	0.00
Boru B98	79.2	149	0.21	0.04	0.03

(d)

Şebeke Tablosu - Bağlantılar 0:00 Saat	Çap mm	Pürüzlülük	Akış LPS	Hız m/s	Birim Yükkayı m/km
Boru B99	79.2	149	0.03	0.01	0.00
Boru B100	79.2	149	0.13	0.03	0.01
Boru B101	79.2	149	0.01	0.00	0.00
Boru B102	79.2	149	0.04	0.01	0.00
Boru B103	79.2	149	0.06	0.01	0.00
Boru B104	79.2	149	0.06	0.01	0.00
Boru B105	79.2	149	-0.11	0.02	0.01
Boru B106	79.2	149	-0.18	0.04	0.03
Boru B107	79.2	149	0.23	0.05	0.04
Boru B108	79.2	149	0.64	0.13	0.28
Boru B109	79.2	149	0.02	0.00	0.00
Boru B110	79.2	149	0.03	0.01	0.00
Boru B111	79.2	149	0.01	0.00	0.00
Boru B112	79.2	149	-0.03	0.01	0.00
Boru B113	79.2	149	0.13	0.03	0.01
Boru B114	79.2	149	0.01	0.00	0.00
Boru B115	79.2	149	0.09	0.02	0.01
Boru B116	79.2	149	0.01	0.00	0.00
Boru B117	79.2	149	-0.06	0.01	0.00
Boru B118	79.2	149	0.09	0.02	0.01
Boru B119	79.2	149	-0.18	0.04	0.03
Boru B120	79.2	149	0.57	0.12	0.23
Boru B121	79.2	149	0.37	0.08	0.10
Boru B122	79.2	149	0.13	0.03	0.01
Boru B123	79.2	149	0.17	0.03	0.02
Boru B124	79.2	149	-0.09	0.02	0.01
Boru B125	79.2	149	0.16	0.03	0.02
Boru B126	79.2	149	-0.18	0.04	0.03
Boru B127	79.2	149	0.01	0.00	0.00
Boru B128	79.2	149	-0.24	0.05	0.05
Boru B129	66	149	0.05	0.01	0.01
Boru B130	66	149	0.02	0.00	0.00
Boru B131	66	149	0.17	0.05	0.06

Şekil 4.11. Gazi Mahallesi şebekesinin EPANET ile bağlantı (boru) analiz sonuçları (a: B1-B33, b:B34-B66, c:B66-98, d:B99-131, e:B132-B164, f:B149-B181)

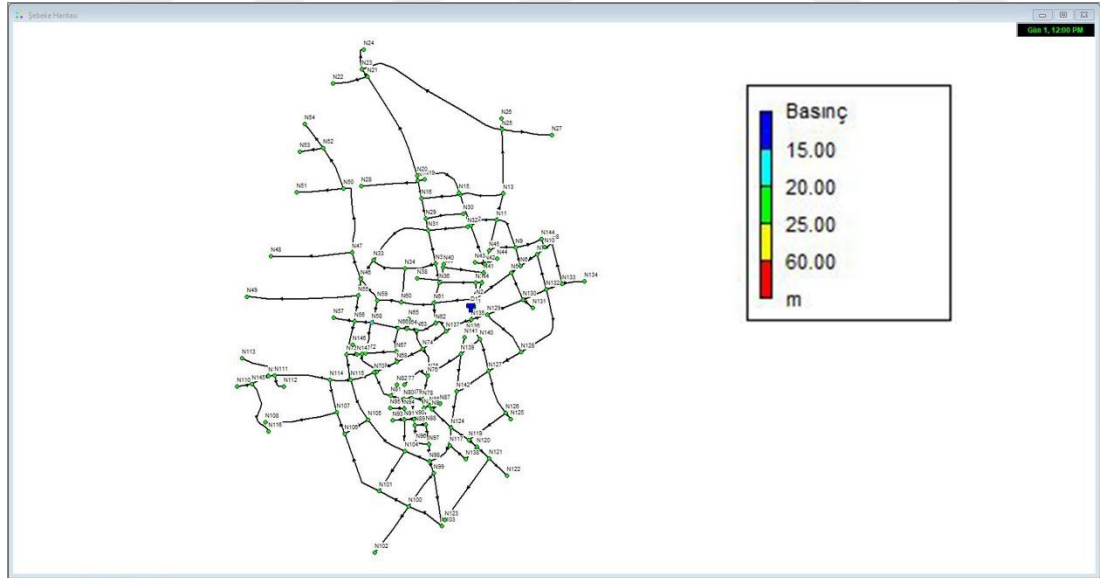
(e)

Bağlantı Kimliği	Çap mm	Pürüzlülük	Akış LPS	Hız m/s	Birim Yıkayıcı m/km
Boru B132	66	149	0.02	0.01	0.00
Boru B133	66	149	0.06	0.02	0.01
Boru B134	79.2	149	1.09	0.22	0.76
Boru B135	79.2	149	0.45	0.09	0.15
Boru B136	79.2	149	0.01	0.00	0.00
Boru B137	79.2	149	1.36	0.28	1.15
Boru B138	79.2	149	0.57	0.11	0.23
Boru B139	79.2	149	0.46	0.09	0.16
Boru B140	79.2	149	0.12	0.02	0.01
Boru B141	79.2	149	0.60	0.12	0.25
Boru B142	79.2	149	0.50	0.10	0.18
Boru B143	79.2	149	0.46	0.09	0.16
Boru B144	79.2	149	0.51	0.10	0.19
Boru B145	79.2	149	0.01	0.00	0.00
Boru B146	79.2	149	0.43	0.09	0.14
Boru B147	79.2	149	0.32	0.07	0.08
Boru B148	79.2	149	-0.38	0.08	0.11
Boru B149	79.2	149	0.36	0.07	0.10
Boru B150	79.2	149	0.12	0.02	0.01
Boru B151	79.2	149	0.15	0.03	0.02
Boru B152	79.2	149	0.05	0.01	0.00
Boru B153	79.2	149	0.04	0.01	0.00
Boru B154	79.2	149	-0.26	0.05	0.05
Boru B155	79.2	149	-0.03	0.01	0.00
Boru B156	79.2	149	0.05	0.01	0.00
Boru B157	79.2	149	-0.02	0.00	0.00
Boru B158	79.2	149	0.31	0.06	0.08
Boru B159	79.2	149	0.23	0.05	0.04
Boru B160	79.2	149	0.29	0.06	0.06
Boru B161	79.2	149	0.61	0.12	0.26
Boru B162	79.2	149	-0.01	0.00	0.00
Boru B163	79.2	149	-0.20	0.04	0.03
Boru B164	79.2	149	0.32	0.07	0.08
Boru B165	79.2	149	0.16	0.03	0.02
Boru B166	79.2	149	0.07	0.01	0.00
Boru B167	79.2	149	0.26	0.05	0.05
Boru B168	79.2	149	0.20	0.04	0.03
Boru B169	79.2	149	-0.11	0.02	0.01
Boru B170	96.8	149	3.80	0.52	2.89
Boru B171	79.2	149	0.15	0.03	0.02
Boru B172	79.2	149	0.02	0.00	0.00
Boru B173	79.2	149	0.24	0.05	0.05
Boru B174	79.2	149	-0.03	0.01	0.00
Boru B175	79.2	149	0.13	0.03	0.01
Boru B176	79.2	149	-0.02	0.00	0.00
Boru B177	79.2	149	0.34	0.07	0.09
Boru B178	79.2	149	-0.46	0.09	0.15
Boru B179	79.2	149	0.01	0.00	0.00
Boru B180	79.2	149	-0.80	0.16	0.42
Boru B181	79.2	149	-0.17	0.03	0.02

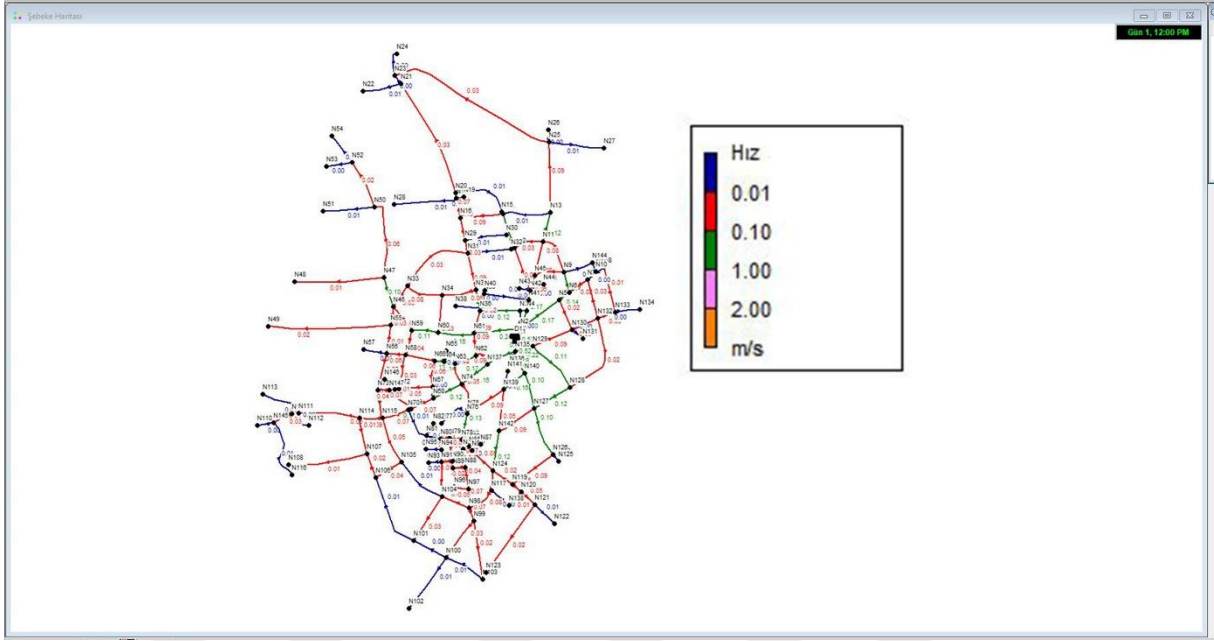
(f)

Bağlantı Kimliği	Çap mm	Pürüzlülük	Akış LPS	Hız m/s	Birim Yıkayıcı m/km
Boru B149	79.2	149	0.36	0.07	0.10
Boru B150	79.2	149	0.12	0.02	0.01
Boru B151	79.2	149	0.15	0.03	0.02
Boru B152	79.2	149	0.05	0.01	0.00
Boru B153	79.2	149	0.04	0.01	0.00
Boru B154	79.2	149	-0.26	0.05	0.05
Boru B155	79.2	149	-0.03	0.01	0.00
Boru B156	79.2	149	0.05	0.01	0.00
Boru B157	79.2	149	-0.02	0.00	0.00
Boru B158	79.2	149	0.31	0.06	0.08
Boru B159	79.2	149	0.23	0.05	0.04
Boru B160	79.2	149	0.29	0.06	0.06
Boru B161	79.2	149	0.61	0.12	0.26
Boru B162	79.2	149	-0.01	0.00	0.00
Boru B163	79.2	149	-0.20	0.04	0.03
Boru B164	79.2	149	0.32	0.07	0.08
Boru B165	79.2	149	0.16	0.03	0.02
Boru B166	79.2	149	0.07	0.01	0.00
Boru B167	79.2	149	0.26	0.05	0.05
Boru B168	79.2	149	0.20	0.04	0.03
Boru B169	79.2	149	-0.11	0.02	0.01
Boru B170	96.8	149	3.80	0.52	2.89
Boru B171	79.2	149	0.15	0.03	0.02
Boru B172	79.2	149	0.02	0.00	0.00
Boru B173	79.2	149	0.24	0.05	0.05
Boru B174	79.2	149	-0.03	0.01	0.00
Boru B175	79.2	149	0.13	0.03	0.01
Boru B176	79.2	149	-0.02	0.00	0.00
Boru B177	79.2	149	0.34	0.07	0.09
Boru B178	79.2	149	-0.46	0.09	0.15
Boru B179	79.2	149	0.01	0.00	0.00
Boru B180	79.2	149	-0.80	0.16	0.42
Boru B181	79.2	149	-0.17	0.03	0.02

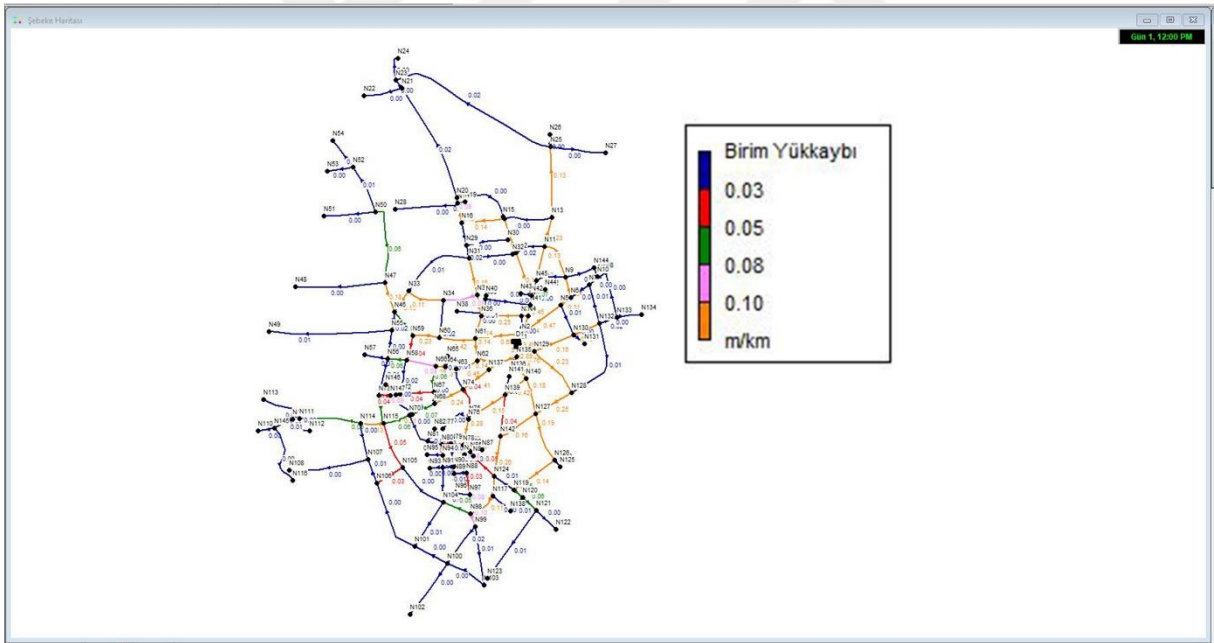
Şekil 4.11. (Devamı)



Şekil 4.12. Gazi Mahallesi şebekesi EPANET ile basınç değerlerinin görüntülenmesi



Şekil 4.13. Gazi Mahallesi şebekesi EPANET ile hız değerlerinin görüntülenmesi



Şekil 4.14. Gazi Mahallesi şebekesi EPANET ile yük kaybı değerlerinin görüntülenmesi

4.1.3. Başpınar Mahallesi İçme Suyu Şebekesi Çözümleri

4.1.3.1. Nüfus ve Şebeke Debisi Hesabı (İller Bankası Metodu ile)

Denklem 3.2’de Başpınar Mahallesi’ne ait değerler yerine konulmuş, İller Bankası metodu ile 35 yıl sonraki nüfus değerleri hesaplanmıştır.

$$N_{2020}=1200 \text{ kişi}, N_{2015}=1330 \text{ kişi}, t_s=2020, t_i=2015, a = 2020 - 2015 = 5$$

$$P = \left(\sqrt[5]{\frac{1200}{1330}} - 1 \right) * 100 = -2.04$$

$P < 1$ olduğu için $P=1$ olarak alınmıştır. $t_g=2055$ (35 yıllık hesaplanmıştır.)

$$n = 2055 - 2020 = 35, N_g = 1289 * \left(1 + \frac{1}{100} \right)^{35}$$

$N_g = 1700$ kişi, tahmini Nyazlıkcı = 15000 kişi, toplam $N=16700$ kişi olarak değerlendirilmiştir.

Başpınar Mahallesi nüfusu 10000 kişiden fazla olduğu için kişi başına düşen günlük su sarfıyatı 120 lt olarak alınmıştır.

$$Q_{\text{insan}} = \frac{16700 * 120}{86400} = 19,33 \text{ lt/s bulunmuştur.}$$

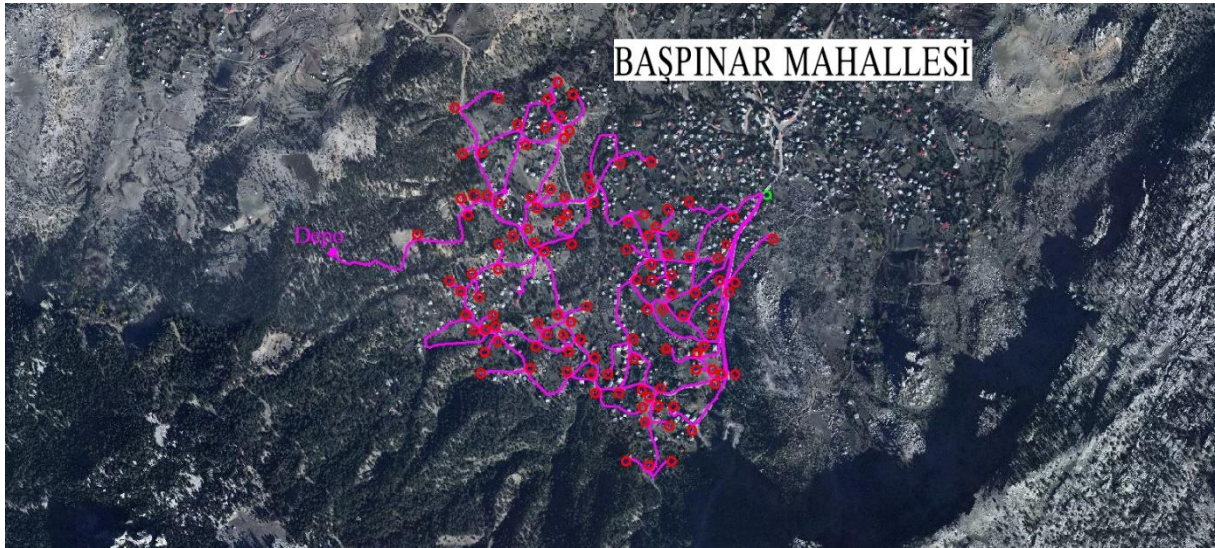
Başpınar Mahallesi büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları projenin yapıldığı dönemde ilgili birimlerle yapılan görüşmelerden elde edilmiştir.

$$N_{bb}=500, N_{kb}=1500$$

$$Q_{bb} = \frac{500 * 50}{86400} = 0,29 \text{ lt/s}, Q_{kb} = \frac{1500 * 15}{86400} = 0,26 \text{ lt/s}, Q_{\text{yangın}} = 2 \text{ lt/s olarak alınmıştır.}$$

$Q_{\text{toplam}}=22,27 \text{ lt/s}$, $Q_{\text{şebeke}} = Q_{\text{toplam}} * 1,50$; $Q_{\text{şebeke}} = 22,27 * 1,50 = 33,41 \text{ lt/s}$ elde edilir.

Aladağ Akpınar-Başpınar Mahalleleri için nüfus hesaplarından yola çıkılarak debiler hesaplanmaya çalışılmıştır. Ancak şebekesi projelendirilen bölge söz konusu mahallelerin yalnızca bir kısmına denk gelmektedir. Hesaplanan debinin projelendirilen bölgeye dağıtımı; Akpınar-Başpınar Mahallesi'nde bulunan hane sayısı ile doğru orantılı olarak paylaştırılmıştır ve böylece $Q=12,25 \text{ lt/s}$ 'lik debi değeri Başpınar bölgesi için uygun görülmüştür. Şekil 4.15'te Başpınar Mahallesi içme suyu şebekesinin uydudan elde edilen görüntüsü yer almaktadır (<https://www.google.com/maps>).



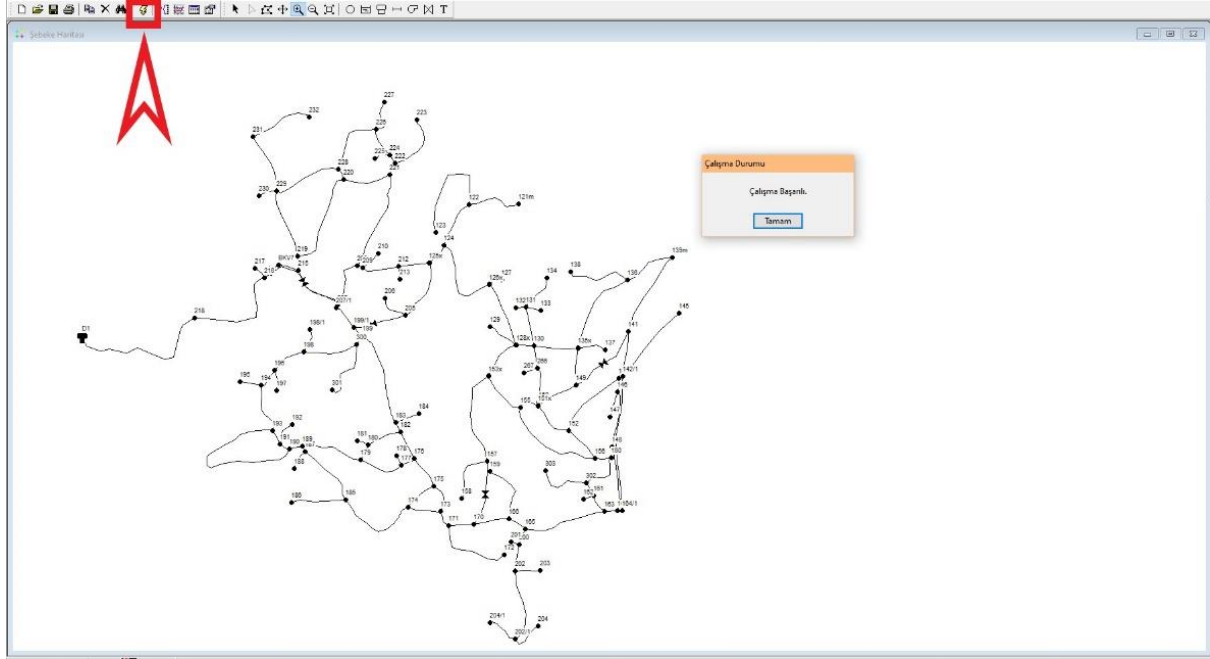
Şekil 4.15. Başpınar Mahallesi içme suyu şebekesinin uydu görüntüsü (<https://www.google.com/maps>)

4.1.3.2. Başpınar Mahallesi Şebekesi Ms-Excel yardımı ile ÖNY manuel çözümü

ÖNY ile Başpınar Mahallesi'nin şebeke hesapları manuel olarak çözülmüştür. Hesaplamalarda işlem yükünü kolaylaştırmak amacıyla veriler Excel'e girilerek ilgili hidrolik parametreler bulunmuştur (EK C).

4.1.3.3. Başpınar Mahallesi Şebekesinin EPANET 2.0 programı ile çözümü

Boruların çapları, uzunlukları, malzemeleri, düğüm noktalarının coğrafi değerleri ve depo bilgileri gibi veriler EPANET 2.0 programa girildiğinde belirlenen hata oranına yaklaşılmış ise, program tarafından hidrolik analizin başarılı bir şekilde yapıldığı uyarısı çıkmaktadır (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Başpınar Mahallesi şebekesinin EPANET ile analizinin gerçekleştirilmesi

ÖNY ile manuel çözümde elde edilen $Q_{şebeke}=8,0$ lt/s debisi EPANET'te de benzer şekilde girilmiş ve tek zamanlı olarak sonuçlar listelenmiştir (Şekil 4.17, 4.18, 4.19, 4.20, ve 4.21).

(a)

Nokta Kimlik	Talep LPS	Yük m	Basınç m
DN 122	0.24	950.90	46.30
DN 123	0.12	950.89	49.99
DN 124	0.18	950.94	46.91
DN 125	0.12	950.99	47.83
DN 126	0.19	950.90	34.84
DN 127	0.02	950.90	34.37
DN 128	0.17	961.67	33.67
DN 129	0.03	961.67	37.97
DN 130	0.14	974.20	44.39
DN 131	0.11	974.19	53.90
DN 132	0.01	974.19	54.40
DN 133	0.02	974.19	51.11
DN 134	0.04	974.19	51.56
DN 135	0.20	974.20	38.29
DN 136	0.21	1011.98	65.54
DN 137	0.03	974.20	27.92
DN 138	0.07	1011.97	81.57
DN 141	0.23	1012.02	52.40
DN 142	0.15	1012.07	43.43
DN 145	0.10	1012.24	37.47

(b)

Nokta Kimlik	Talep LPS	Yük m	Basınç m
DN 146	0.11	1012.09	40.90
DN 147	0.03	1012.09	42.88
DN 148	0.15	1012.17	32.65
DN 149	0.17	974.24	30.00
DN 150	0.09	974.22	28.68
DN 151	0.07	1012.09	68.45
DN 152	0.17	1012.09	58.06
DN 153	0.18	961.69	32.59
DN 155	0.19	1012.09	68.90
DN 156	0.17	1012.13	43.05
DN 157	0.22	961.73	20.00
DN 158	0.06	961.73	23.04
DN 159	0.07	1012.94	69.23
DN 160	0.08	1012.16	34.77
DN 161	0.05	1012.32	34.43
DN 162	0.01	1012.32	34.55
DN 163	0.12	1012.35	33.13
DN 164	0.09	1012.31	28.43
DN 165	0.13	1012.81	39.81
DN 166	0.13	1012.95	46.42

(c)

Nokta Kimlik	Talep LPS	Yük m	Basınç m
DN 170	0.14	1013.23	60.75
DN 171	0.13	1013.50	63.55
DN 172	0.09	1013.50	40.37
DN 173	0.09	1013.69	62.93
DN 174	0.17	1013.92	62.34
DN 175	0.11	1013.95	67.75
DN 176	0.09	1014.30	70.57
DN 177	0.08	1014.31	68.63
DN 178	0.01	1014.31	70.46
DN 179	0.14	1014.35	60.47
DN 180	0.07	1014.42	67.99
DN 181	0.01	1014.42	65.25
DN 182	0.08	1014.59	73.27
DN 183	0.11	1014.66	75.26
DN 184	0.03	1014.66	79.36
DN 185	0.23	1014.08	39.43
DN 186	0.06	1014.08	27.89
DN 187	0.10	1014.30	44.89
DN 188	0.02	1014.30	38.35
DN 189	0.09	1014.32	46.18

(d)

Nokta Kimlik	Talep LPS	Yük m	Basınç m
DN 189	0.09	1014.32	
DN 190	0.21	1014.37	
DN 191	0.06	1014.40	
DN 192	0.03	1014.40	
DN 193	0.26	1014.46	
DN 194	0.10	1014.61	
DN 195	0.02	1014.61	
DN 196	0.09	1014.68	
DN 197	0.02	1014.68	
DN 198	0.13	1014.82	
DN 199	0.09	1015.13	
DN 200	0.06	1012.80	
DN 201	0.01	1012.80	
DN 202	0.14	1012.79	
DN 203	0.03	1012.79	
DN 204	0.04	1012.78	
DN 205	0.15	951.14	
DN 206	0.03	951.14	
DN 207	0.12	987.96	

Şekil 4.17. Başpınar Mahallesi şebekesinin EPANET ile düğüm noktaları analiz sonuçları (a:122-145, b:146-166, c:170-189, d:189-207, e:208-228, f:229-303, g:302-Depo)

(e)

Nokta Kimlik	Talep LPS	Yük m	Basır m
DN 208	0.17	987.91	
DN 209	0.06	987.91	
DN 210	0.01	987.91	
DN 212	0.09	987.91	
DN 213	0.01	987.91	
DN 215	0.10	988.04	
DN 216	0.27	1060.96	
DN 217	0.02	1060.96	
DN 218	0.13	1062.78	
DN 219	0.20	988.03	
DN 220	0.17	987.91	
DN 221	0.18	987.88	
DN 222	0.12	987.87	
DN 223	0.09	987.87	
DN 224	0.06	987.87	
DN 225	0.02	987.87	
DN 226	0.15	987.87	
DN 227	0.04	987.87	
DN 228	0.16	987.91	

(f)

Nokta Kimlik	Talep LPS	Yük m	Basır m
DN 229	0.24	987.96	
DN 230	0.02	987.96	
DN 231	0.14	987.93	
DN 232	0.07	987.93	
DN 266	0.08	974.20	
DN 267	0.02	974.20	
DN 300	0.14	1015.07	
DN 301	0.07	1015.07	
DN 302	0.13	1012.25	
DN 303	0.06	1012.25	
DN 121m	0.06	950.90	
DN 139m	0.16	1011.99	
DN 142/1	0.24	1012.25	
DN 164/1	0.15	1012.31	
DN 198/1	0.03	1014.82	
DN 199/1	0.10	1015.21	
DN 202/1	0.15	1012.78	
DN 204/1	0.04	1012.78	
DN 207/1	0.14	1015.49	

(g)

Nokta Kimlik	Talep LPS	Yük m	Basır m
DN 302	0.13	1012.25	
DN 303	0.06	1012.25	
DN 121m	0.06	950.90	
DN 139m	0.16	1011.99	
DN 142/1	0.24	1012.25	
DN 164/1	0.15	1012.31	
DN 198/1	0.03	1014.82	
DN 199/1	0.10	1015.21	
DN 202/1	0.15	1012.78	
DN 204/1	0.04	1012.78	
DN 207/1	0.14	1015.49	
DN BKV7	0.04	988.10	
DN 125x	0.00	987.91	
DN 153x	0.00	1012.09	
DN 128x	0.00	974.20	
DN 151x	0.00	974.22	
DN 135x	0.00	1011.98	
DN 126x	0.00	961.67	
Depo D1	-12.25	1064.00	

Şekil 4.17. (Devamı)

(a)

Bağlantı Kimliği	Çap mm	Pürüzlülük	Akış LPS	Hız m/s	Birim Yıkayıcı m/km
Boru B139	141	149	12.25	0.78	4.04
Boru B140	123.4	149	12.12	1.01	7.59
Boru B141	55.4	149	0.02	0.01	0.00
Boru B143	55.4	149	0.38	0.16	0.61
Boru B144	79.2	149	0.90	0.18	0.54
Boru B145	55.4	149	0.02	0.01	0.00
Boru B146	55.4	149	0.21	0.09	0.20
Boru B147	55.4	149	0.07	0.03	0.03
Boru B148	66	149	0.43	0.13	0.34
Boru B149	66	149	0.04	0.01	0.00
Boru B150	55.4	149	0.24	0.10	0.27
Boru B151	55.4	149	0.25	0.10	0.28
Boru B152	55.4	149	0.09	0.04	0.05
Boru B153	55.4	149	0.03	0.01	0.01
Boru B154	55.4	149	0.02	0.01	0.00
Boru B155	55.4	149	-0.05	0.02	0.01
Boru B156	55.4	149	0.23	0.10	0.25
Boru B157	55.4	149	0.04	0.02	0.01
Boru B158	66	149	0.65	0.19	0.70
Boru B159	66	149	0.53	0.15	0.48
Boru B160	55.4	149	0.18	0.07	0.15
Boru B161	55.4	149	0.18	0.07	0.16
Boru B162	55.4	149	0.01	0.01	0.00
Boru B163	55.4	149	0.10	0.04	0.06
Boru B164	55.4	149	0.00	0.00	0.00
Boru B165	55.4	149	0.01	0.01	0.00
Boru B167	96.8	149	2.23	0.30	1.08
Boru B169	123.4	149	9.43	0.79	4.76
Boru B171	55.4	149	0.03	0.01	0.01

(b)

Bağlantı Kimliği	Çap mm	Pürüzlülük	Akış LPS	Hız m/s	Birim Yıkayıcı m/km
Boru B172	66	149	0.93	0.27	1.37
Boru B173	66	149	0.81	0.24	1.06
Boru B174	55.4	149	0.20	0.08	0.19
Boru B175	55.4	149	0.02	0.01	0.00
Boru B176	66	149	0.42	0.12	0.32
Boru B177	55.4	149	0.12	0.05	0.08
Boru B178	55.4	149	0.06	0.03	0.02
Boru B179	123.4	149	8.21	0.69	3.69
Boru B180	79.2	149	2.17	0.44	2.73
Boru B181	55.4	149	0.07	0.03	0.03
Boru B182	79.2	149	1.96	0.40	2.26
Boru B183	55.4	149	0.03	0.01	0.00
Boru B184	79.2	149	1.81	0.37	1.94
Boru B185	55.4	149	0.02	0.01	0.00
Boru B186	79.2	149	1.70	0.35	1.73
Boru B187	55.4	149	0.02	0.01	0.00
Boru B188	79.2	149	1.57	0.32	1.50
Boru B189	55.4	149	0.24	0.10	0.26
Boru B190	66	149	1.08	0.31	1.80
Boru B191	55.4	149	0.03	0.01	0.01
Boru B192	66	149	0.99	0.29	1.55
Boru B193	66	149	1.02	0.30	1.62
Boru B194	55.4	149	-0.23	0.09	0.23
Boru B195	55.4	149	-0.69	0.29	1.88
Boru B196	55.4	149	0.33	0.14	0.47
Boru B197	55.4	149	0.01	0.01	0.00
Boru B198	55.4	149	0.24	0.10	0.26
Boru B199	66	149	1.15	0.34	2.05
Boru B200	55.4	149	0.02	0.01	0.00

(c)

Bağlantı Kimliği	Çap mm	Pürüzlülük	Akış LPS	Hız m/s	Birim Yıkayıcı m/km
Boru B201	66	149	1.03	0.30	1.65
Boru B202	55.4	149	0.06	0.02	0.02
Boru B203	66	149	0.74	0.21	0.89
Boru B204	55.4	149	-0.36	0.15	0.55
Boru B205	55.4	149	0.92	0.38	3.17
Boru B206	110.2	149	5.94	0.62	3.52
Boru B207	55.4	149	0.03	0.01	0.00
Boru B208	110.2	149	5.81	0.61	3.37
Boru B209	55.4	149	0.77	0.32	2.30
Boru B210	55.4	149	0.01	0.00	0.00
Boru B211	96.8	149	4.95	0.67	4.71
Boru B212	96.8	149	5.10	0.69	4.98
Boru B213	96.8	149	4.64	0.63	4.18
Boru B214	96.8	149	5.47	0.74	5.67
Boru B215	55.4	149	0.09	0.04	0.04
Boru B216	96.8	149	5.25	0.71	5.26
Boru B218	55.4	149	0.06	0.03	0.02
Boru B219	66	149	0.39	0.11	0.28
Boru B220	55.4	149	0.21	0.09	0.20
Boru B221	55.4	149	0.03	0.01	0.01
Boru B222	55.4	149	0.00	0.00	0.00
Boru B223	96.8	149	4.44	0.60	3.85
Boru B224	55.4	149	0.07	0.03	0.03
Boru B225	96.8	149	4.24	0.58	3.54
Boru B226	79.2	149	0.46	0.09	0.15
Boru B227	55.4	149	0.01	0.00	0.00
Boru B228	79.2	149	0.39	0.08	0.11
Boru B229	66	149	0.23	0.07	0.10
Boru B230	55.4	149	0.03	0.01	0.00

(d)

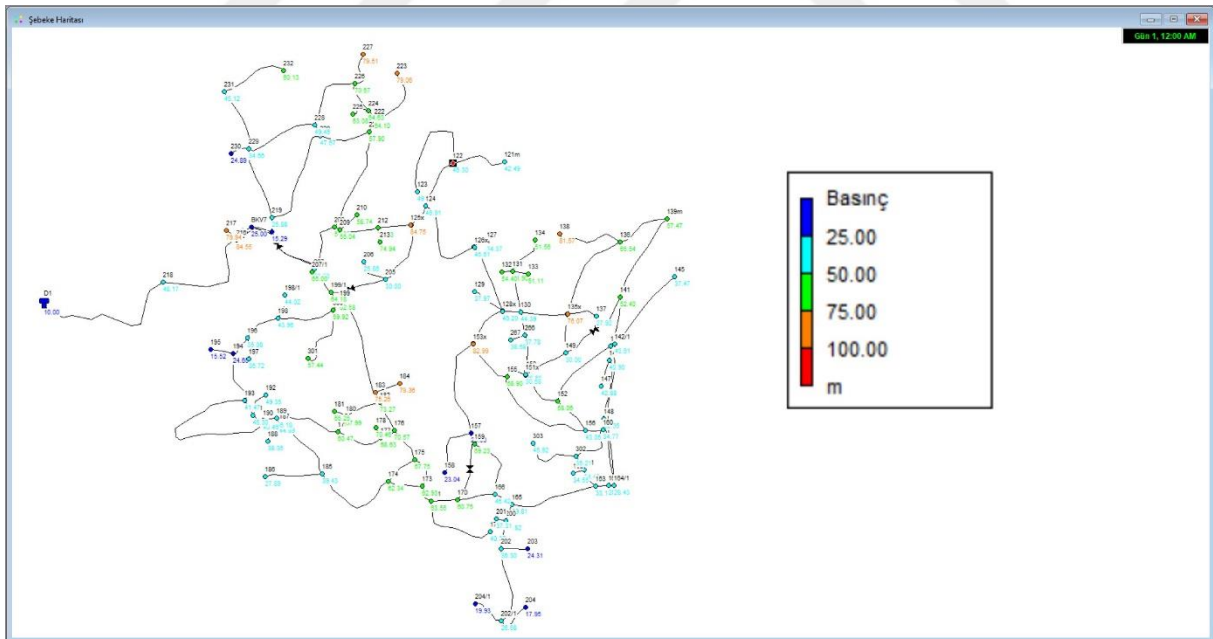
Bağlantı Kimliği	Çap mm	Pürüzlülük	Akış LPS	Hız m/s	Birim Yıkayıcı m/km
Boru B231	66	149	0.04	0.01	0.00
Boru B232	66	149	0.04	0.01	0.00
Boru B233	96.8	149	3.65	0.50	2.68
Boru B234	66	149	0.74	0.22	0.89
Boru B235	55.4	149	0.01	0.00	0.00
Boru B236	55.4	149	0.68	0.28	1.80
Boru B237	55.4	149	0.06	0.02	0.02
Boru B238	55.4	149	0.49	0.20	0.99
Boru B239	96.8	149	2.79	0.38	1.63
Boru B240	96.8	149	2.21	0.30	1.06
Boru B241	66	149	0.34	0.10	0.21
Boru B242	66	149	0.75	0.22	0.92
Boru B243	55.4	149	0.22	0.09	0.22
Boru B244	55.4	149	0.00	0.00	0.00
Boru B245	55.4	149	0.36	0.15	0.55
Boru B246	55.4	149	0.04	0.02	0.01
Boru B247	55.4	149	-0.03	0.01	0.01
Boru B248	96.8	149	1.72	0.23	0.67
Boru B249	55.4	149	0.03	0.01	0.01
Boru B250	96.8	149	1.59	0.22	0.58
Boru B251	55.4	149	-0.14	0.06	0.10
Boru B252	96.8	149	1.58	0.22	0.57
Boru B254	55.4	149	0.34	0.14	0.49
Boru B255	55.4	149	0.03	0.01	0.01
Boru B256	55.4	149	0.10	0.04	0.05
Boru B257	66	149	0.40	0.12	0.29
Boru B258	55.4	149	0.00	0.00	0.00
Boru B259	66	149	0.31	0.09	0.18
Boru B260	55.4	149	0.02	0.01	0.00

Şekil 4.18. Başpınar Mahallesi şebekesinin EPANET ile bağlantı (boru) analiz sonuçları (a:139-171, b:172-200, c:201-230, d:231-260, e:250-273 ve vanalar)

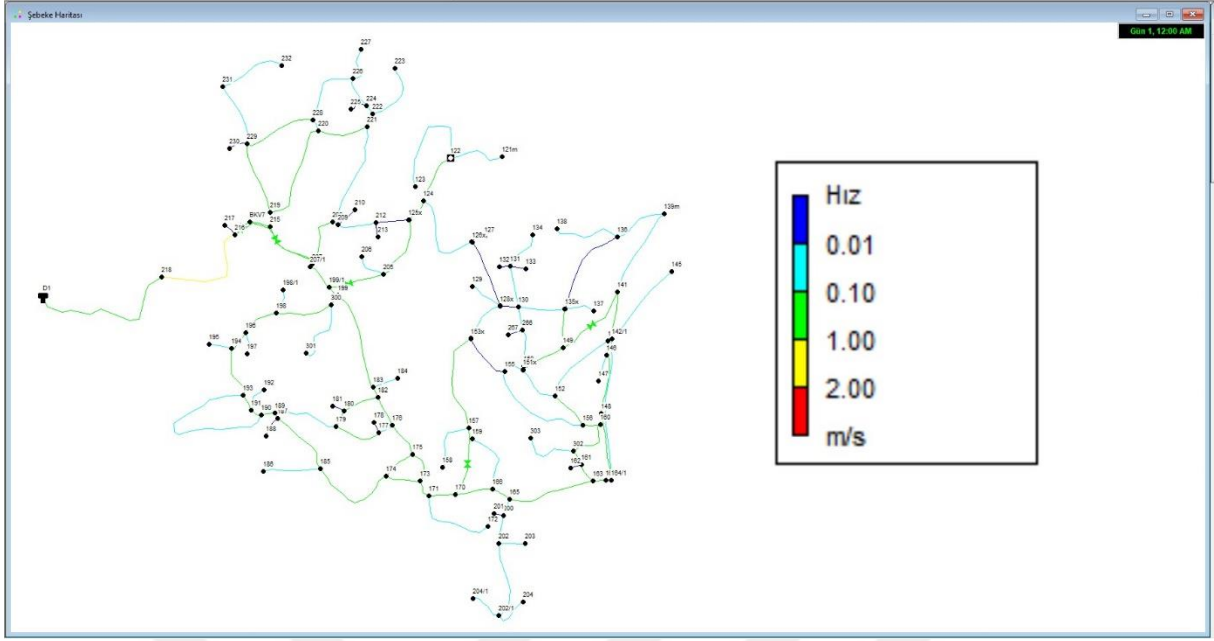
(e)

Şebeke Tablosu - Bağlantılar 0:00 Saat					
Bağlantı Kimliği	Çap mm	Pürüzlülük	Akış LPS	Hız m/s	Birim Yükkayı m/km
Boru B250	96.8	149	1.59	0.22	0.58
Boru B251	55.4	149	-0.14	0.06	0.10
Boru B252	96.8	149	1.58	0.22	0.57
Boru B254	55.4	149	0.34	0.14	0.49
Boru B255	55.4	149	0.03	0.01	0.01
Boru B256	55.4	149	0.10	0.04	0.05
Boru B257	66	149	0.40	0.12	0.29
Boru B258	55.4	149	0.00	0.00	0.00
Boru B259	66	149	0.31	0.09	0.18
Boru B260	55.4	149	0.02	0.01	0.00
Boru B261	66	149	0.22	0.06	0.09
Boru B262	55.4	149	0.00	0.00	0.00
Boru B263	66	149	0.18	0.05	0.07
Boru B264	55.4	149	0.01	0.00	0.00
Boru B265	55.4	149	0.02	0.01	0.00
Boru B266	55.4	149	0.04	0.02	0.01
Boru B267	79.2	149	0.44	0.09	0.14
Boru B268	66	149	0.29	0.08	0.15
Boru B269	55.4	149	0.07	0.03	0.03
Boru B270	55.4	149	0.00	0.00	0.00
Boru B271	79.2	149	0.49	0.10	0.18
Boru B272	66	149	0.34	0.10	0.21
Boru B273	55.4	149	0.10	0.04	0.05
Boru B1	96.8	149	1.48	0.20	0.50
Vana BKV7	96.8	#N/A	2.27	0.31	72.86
Vana BKV8	123.4	#N/A	9.56	0.80	45.47
Vana BKV9	79.2	#N/A	1.11	0.23	64.07
Vana BKV10	66	#N/A	0.68	0.20	51.50
Vana BKV11	79.2	#N/A	0.91	0.18	37.78

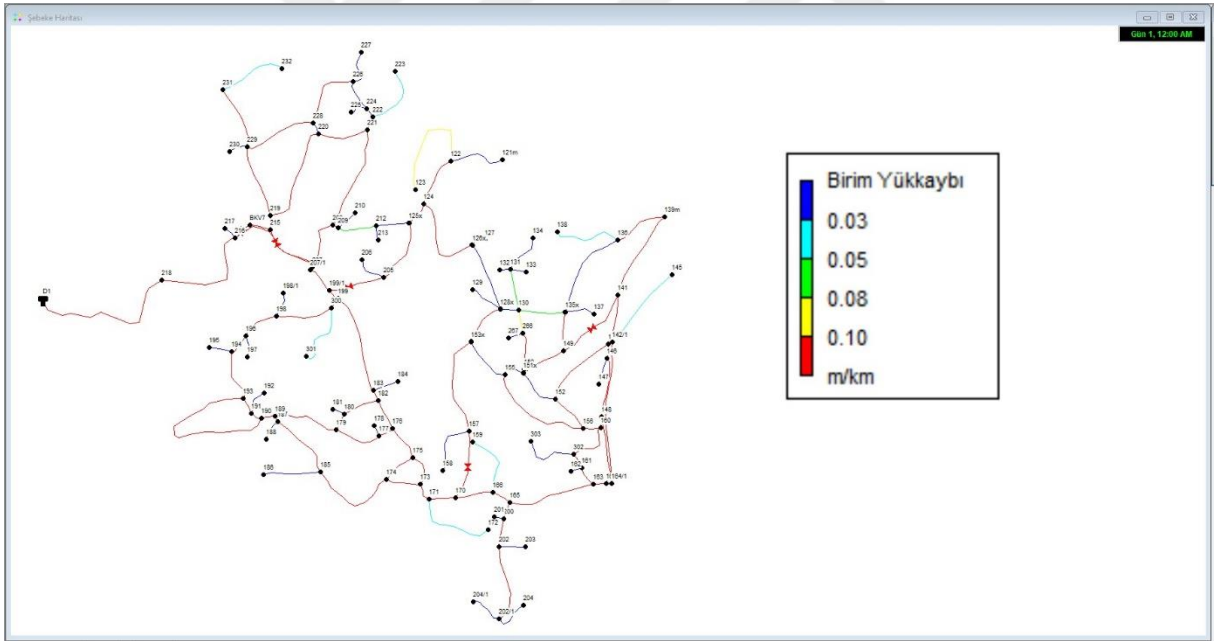
Şekil 4.18. (Devamı)



Şekil 4.19. Başpınar Mahallesi şebekesinin EPANET ile basınç değerlerinin görüntülenmesi

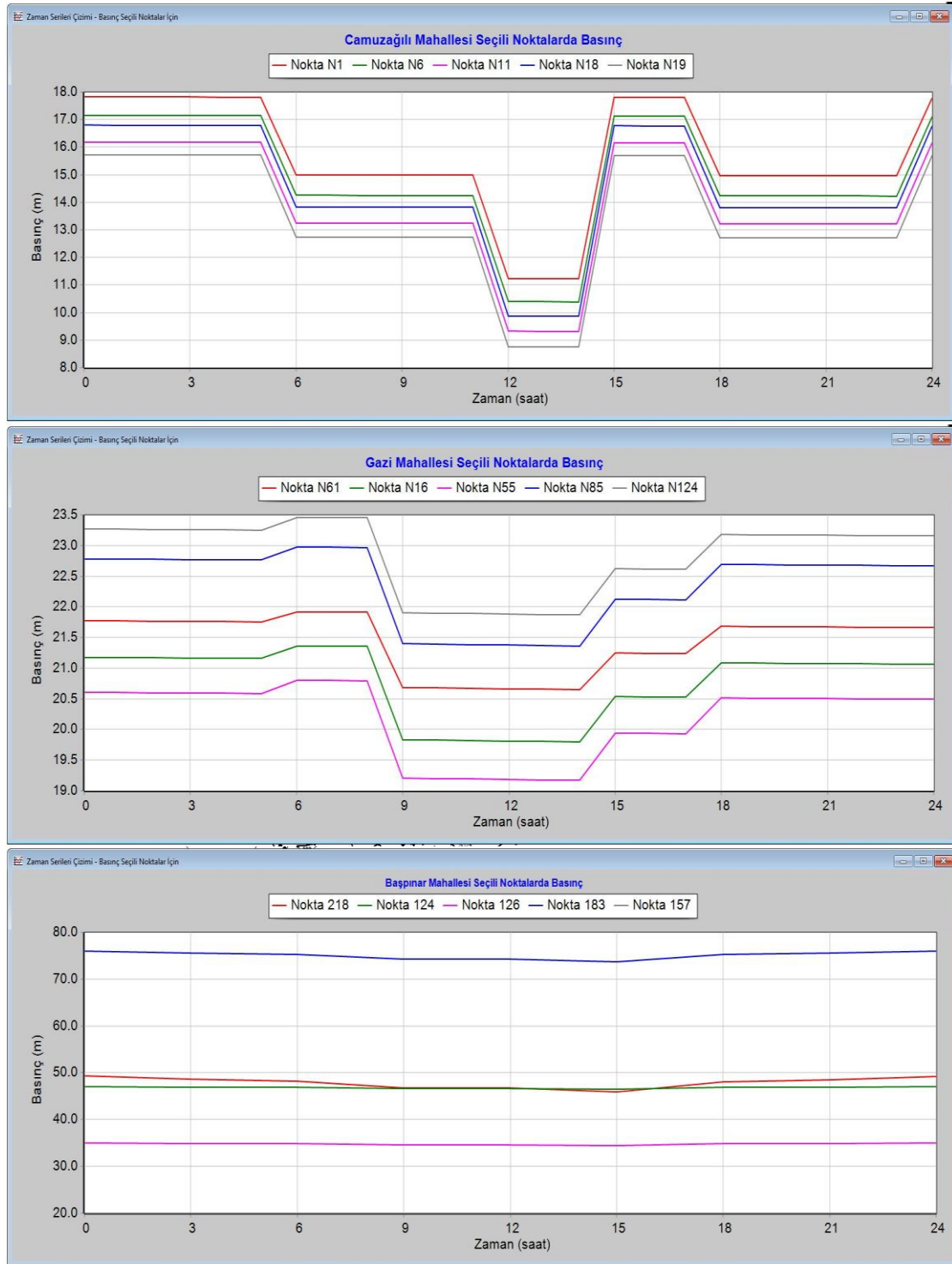


Şekil 4.20. Başpınar Mahallesi şebekesinin EPANET ile hız değerlerinin görüntülenmesi

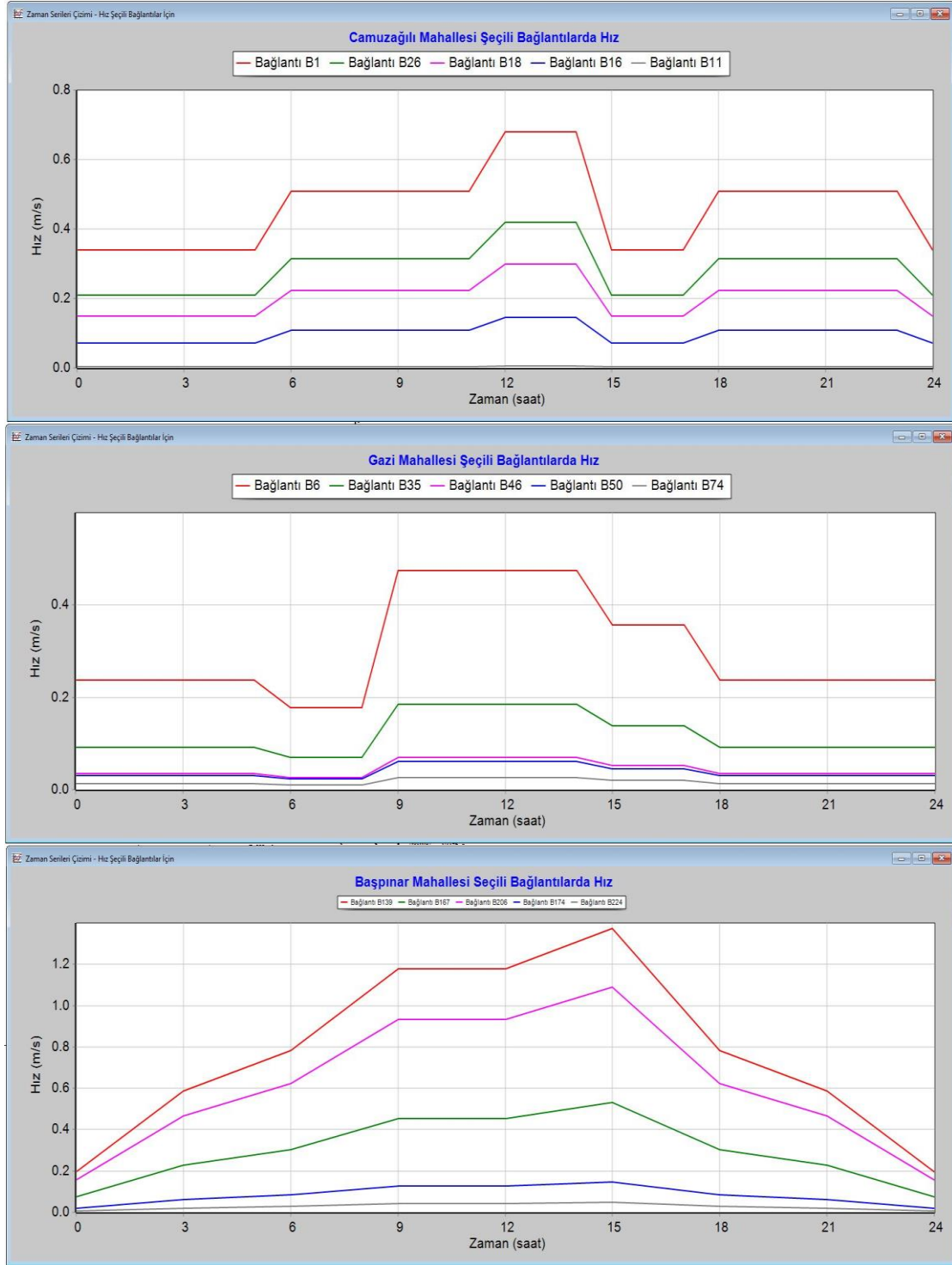


Şekil 4.21. Başpınar Mahallesi şebekesinin EPANET ile yük kaybı değerlerinin görüntülenmesi

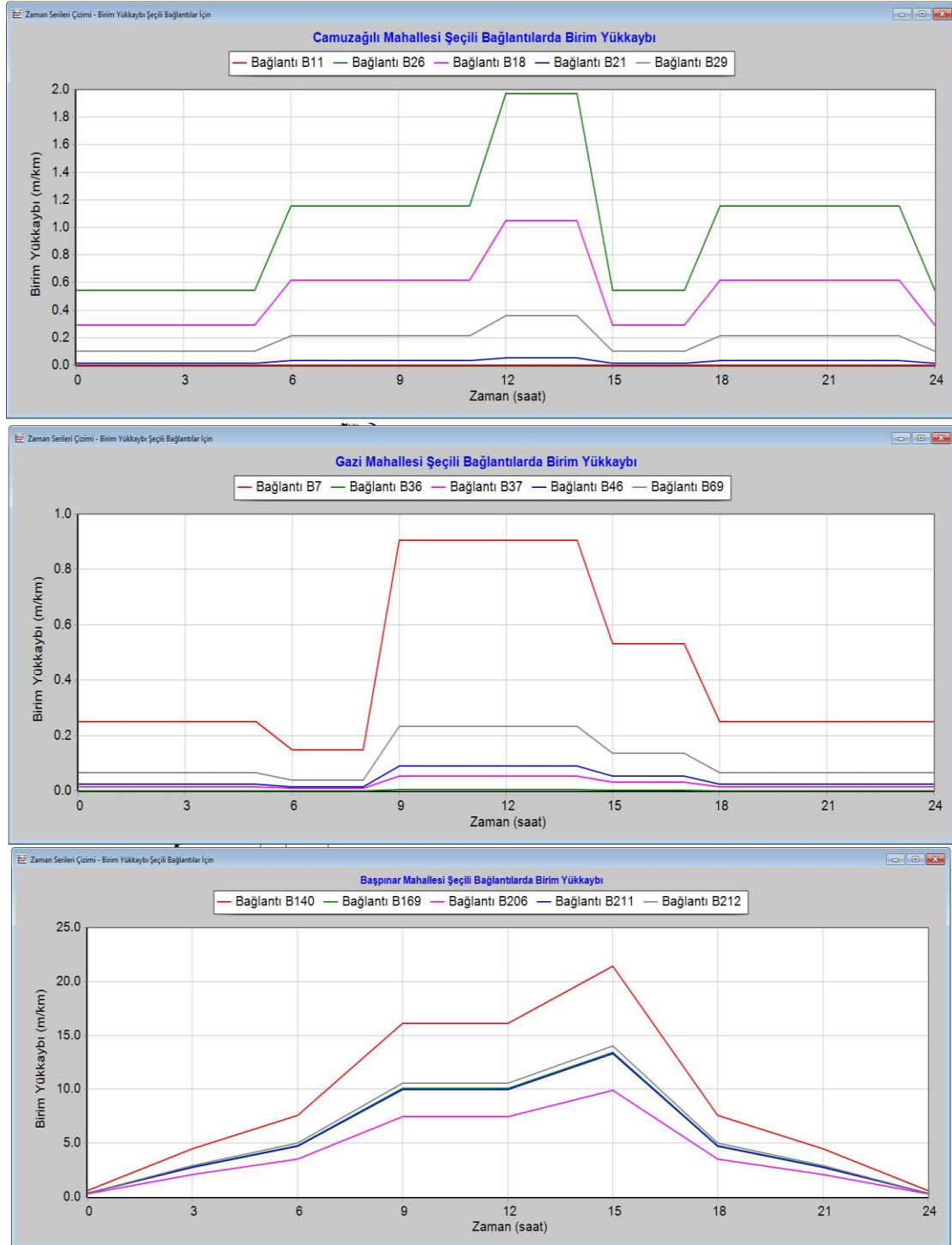
Camuzağılı, Gazi ve Başpınar Mahalleri'nin EPANET'te modellenmesi sonucu elde edilen seçili düğüm noktaları ve bağlantı hatlarındaki 24 saatlik basınç, hız ve yük kaybı değişim grafikleri Şekil 4.22, Şekil 4.23 ve Şekil 4.24'te verilmiştir.



Şekil 4.22. Her üç mahalle için EPANET ile seçili düğüm noktalarındaki 24 saatlik baskı değişimi grafiği



Şekil 4.23. Her üç mahalle için EPANET ile seçili bağlantı noktalarındaki 24 saatlik hız değişimi grafiği

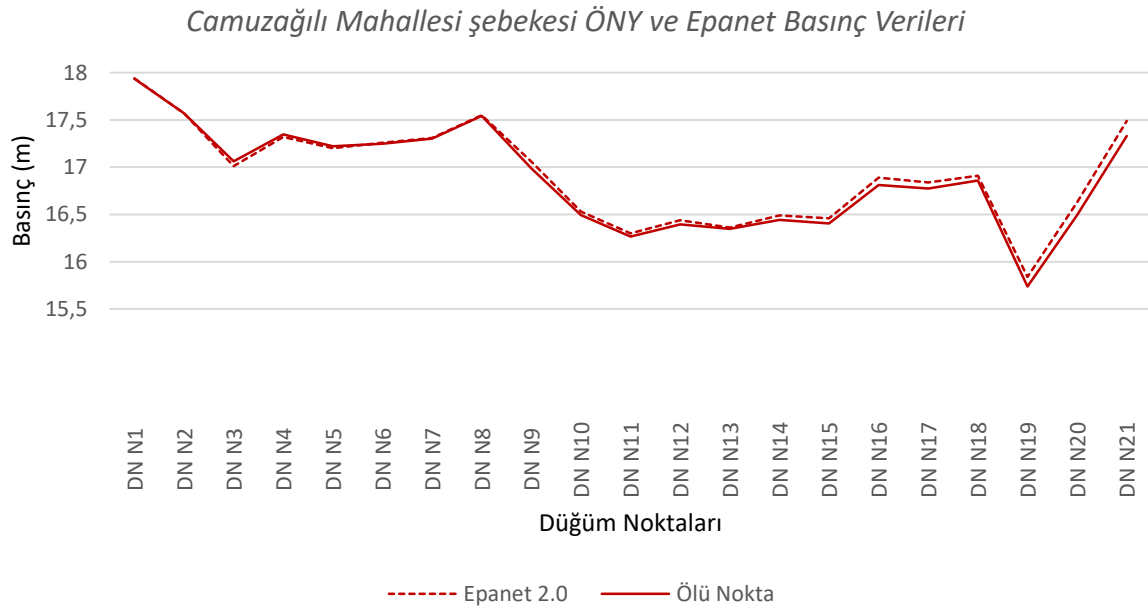


Şekil 4.24. Her üç mahalle için EPANET ile seçili bağlantı noktalarındaki 24 saatlik yük kaybı değişimi grafiği

4.2. Karşılaştırma Grafikleri

4.2.1. Camuzağılı Mahallesi Şebekesi Sonuçlarının Karşılaştırmaları

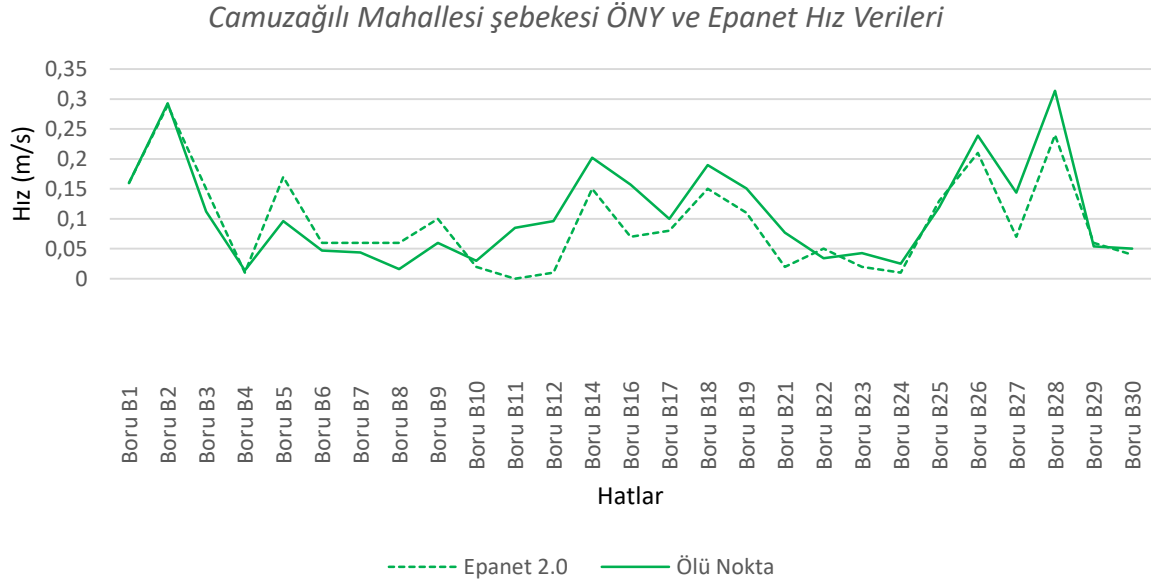
Camuzağılı Mahallesi şebekesinde ÖNY manuel çözümü ve EPANET 2.0 programından elde edilen her düğüm noktasındaki basınç değerleri karşılaştırıldığında R^2 belirlilik katsayısının 0,99 gibi yüksek bir değere ulaştığı görülmüştür. Mevcut şebeke için ana borudan uzaklaştıkça benzerlik oranının düştüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Camuzağılı Mahallesinin şebeke düğüm noktalarındaki basınçların karşılaştırılması

Şekil 4.25'e göre DN1, DN2 ve DN8 noktalarında çakışmalar mevcut iken; DN20 ve DN21 noktalarında basınç değerlerinde birtakım farklılıkların olduğu göze çarpmaktadır. En küçük basınç değerinin DN19 noktasında olduğu görülmekte, bu değer EPANET çıktılarında 15,84 m iken ÖNY'de ise 15,74 m olarak tespit edilmiştir. En büyük basınç değerinin de her iki yöntemde de DN1 noktasında olduğu dikkat çekmektedir. DN1 noktasının EPANET ve ÖNY basınç değerleri eşit olup, söz konusu değer 17,94 m olarak elde edilmiştir.

Aynı şekilde her bir borudaki hızlar karşılaştırıldığında ise R^2 0,73 olarak hesaplanmıştır. Ana boruda her iki yöntem ile bulunan sonuçlar çok yakın olsa da ana boruya olan mesafeden bağımsız şekilde farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.26).

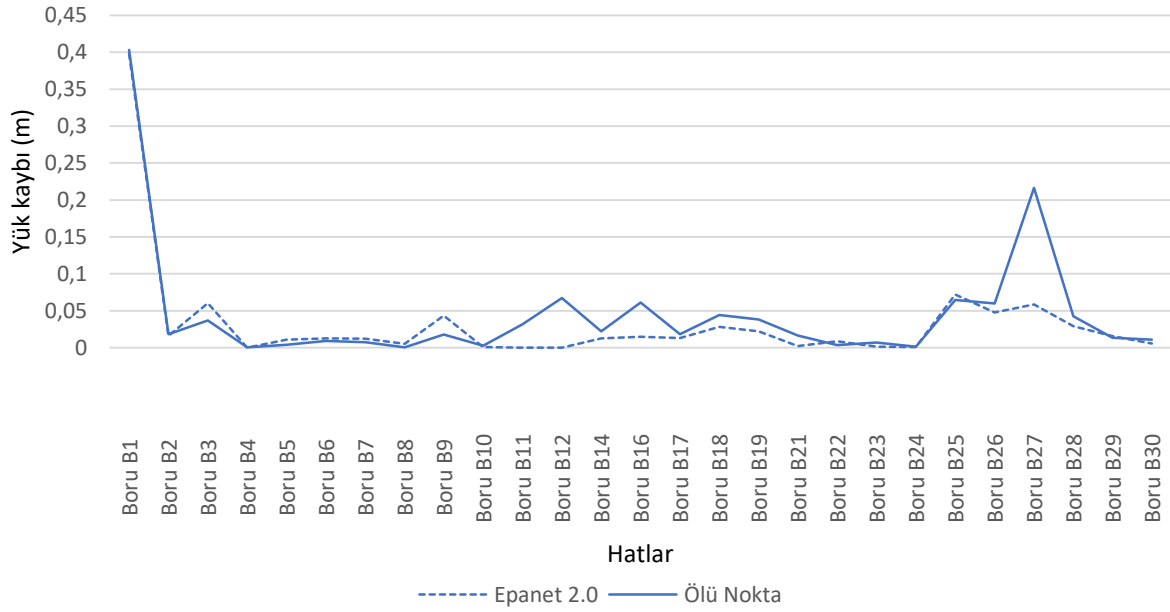


Şekil 4.26. Camuzağılı Mahallesi şebeke borularındaki hızların karşılaştırılması

Şekil 4.26'e göre en yüksek hız değerinin 0,318 değeri ile B28 noktasında ÖNY ile bulunduğu görülmektedir. En küçük değer ise EPANET programı ile B11 noktasında 0(sıfır) olarak tespit edilmiştir. Yöntemler arasındaki farkın en çok açıldığı nokta ise B16 noktası olarak elde edilmiştir.

Bir diğer parametre olan yük kaybı verileri karşılaştırıldığında R^2 belirlilik katsayısı 0,83 olarak bulunmuştur. ÖNY manuel çözümü ve EPANET programıyla bulunan yük kaybı değerlerinin karşılaştırma grafiği Şekil 4.27'da sunulmuştur. Şekil 4.27 grafiğine göre her iki yöntem ile hesaplanan değerlerde en net farklılığın B27 noktasında olduğu görülmektedir. B1 ve B2 noktasındaki değerler paralel giderken B3 noktasından itibaren değerlerde bazı farklılıklar dikkat çekicidir. Camuzağılı Mahallesi şebekesi dal sistem şeklinde olup, sokak sonları birbirleriyle kesişmediğinden boruların birleşerek ağ sistemine dönüşmesi mümkün olamamıştır. Bu şebekenin dal sistem şeklinde olmasından kaynaklı yüksek korelasyon olduğu düşünülebilir.

Camuzağılı Mahallesi şebekesi ÖNY ve Epanet Yük kaybı Verileri



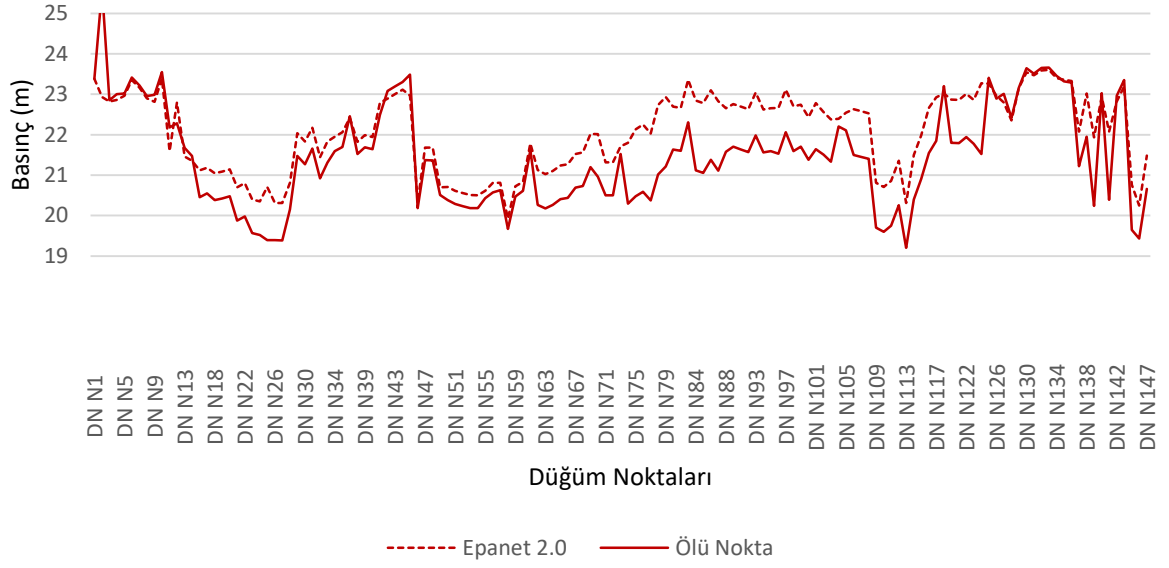
Şekil 4.27. Camuzağılı Mahallesi şebeke borularındaki yük kaybı değerlerinin karşılaştırılması

4.2.2. Gazi Mahallesi Şebekesi Sonuçlarının Karşılaştırmaları

Gazi Mahallesi şebekesinde ÖNY manuel çözümü ve EPANET 2.0 programından elde edilen her düğüm noktasındaki basınç değerleri karşılaştırıldığında R^2 belirlilik katsayısının 0,73 olduğu görülmüştür. Mevcut şebeke için ana borudan uzaklaştıkça benzerlik oranının düştüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.28).

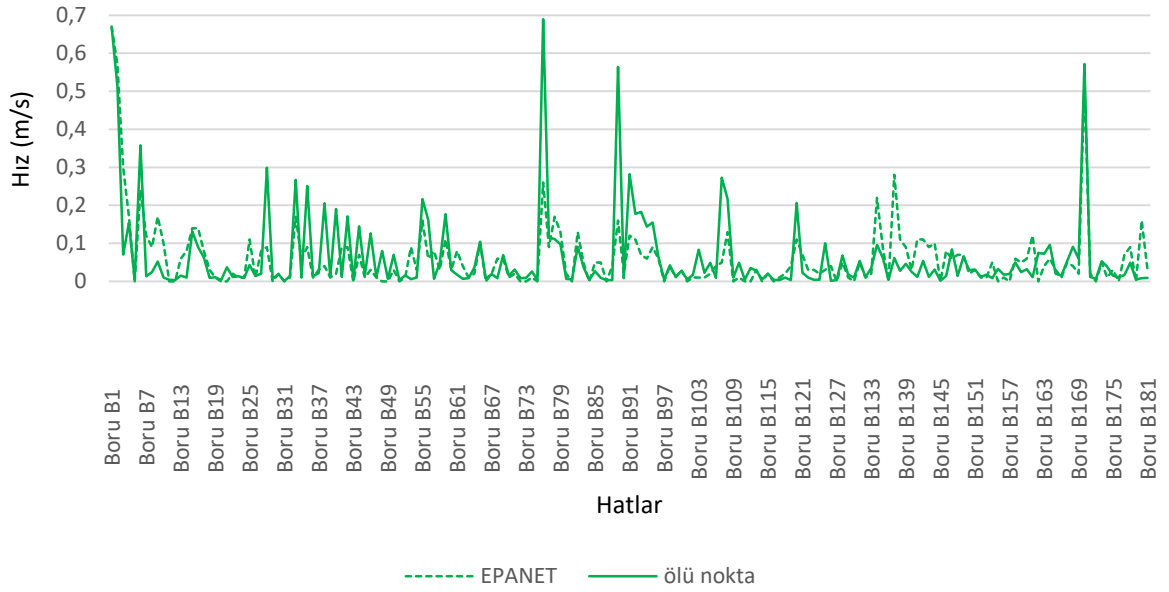
Şekil 4.28 incelendiğinde en küçük basınç değerinin 19,20 m ile DN113 noktasında olduğu görülürken, en büyük değer ise 25. 6m ile DN2 noktasındadır. Söz konusu iki değere de ÖNY manuel çözümleri ile ulaşılmıştır. Benzer şekilde her bir borudaki hızlar karşılaştırıldığında ise R^2 0,56 olarak şu ana kadarki en az katsayı elde edilmiştir (Şekil 4.29). Şekil 4.29'a göre birden fazla noktada hız değerinin EPANET ile 0(sıfır) olarak hesaplandığı görülmektedir. B76 noktasında hız 0,69 m/s ile maksimum değere ulaşmıştır. Aynı zamanda iki yöntem arasındaki farkın en fazla açıldığı nokta da B76 olarak belirlenmiştir.

Gazi Mahallesi şebekesi ÖNY ve Epanet Basınç Verileri



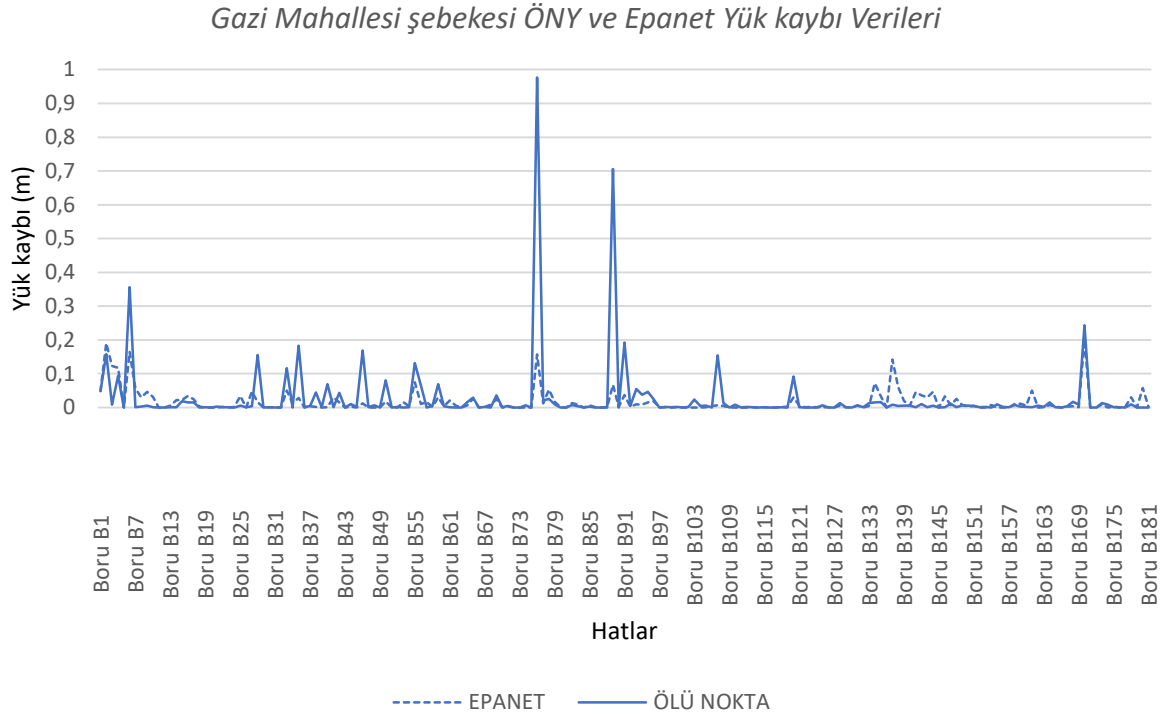
Şekil 4.28. Gazi Mahallesinin şebeke düğüm noktalarındaki basınçların karşılaştırılması

Gazi Mahallesi şebekesi ÖNY ve Epanet Hız Verileri



Şekil 4.29. Gazi Mahallesi şebeke borularındaki hızların karşılaştırılması

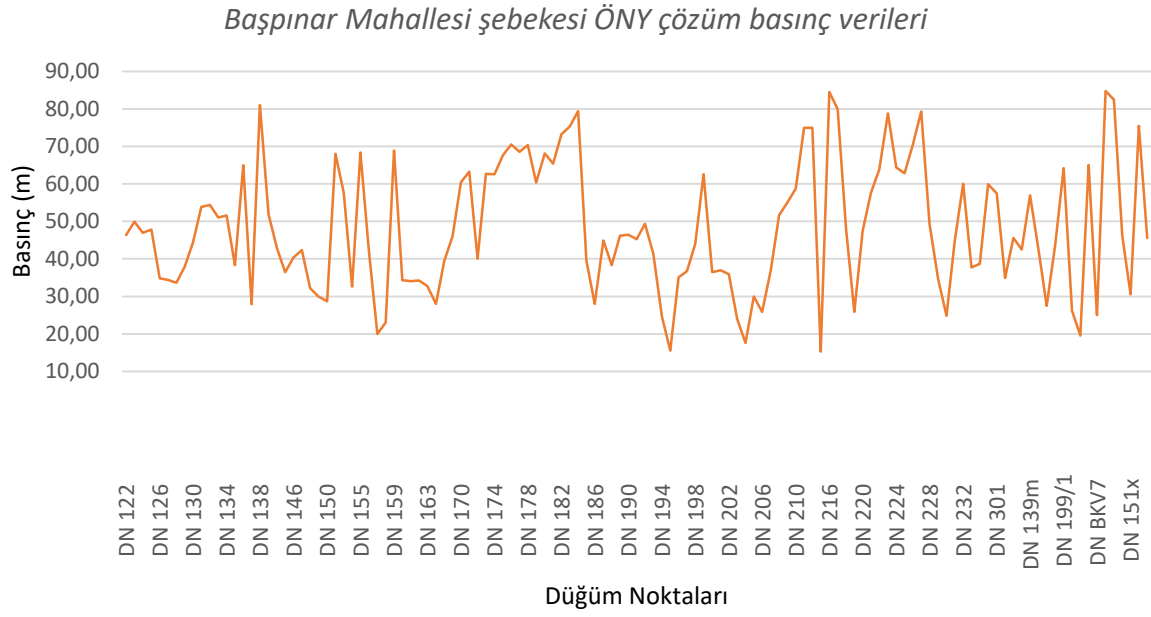
Diğer parametre yük kaybı verileri göz önüne alındığında R^2 belirlilik katsayısı 0,31 gibi çok düşük bir değer elde edilmiştir. ÖNY manuel çözümü ve EPANET programıyla bulunan yük kaybı değerlerinin karşılaştırma grafiği Şekil 4.30'da sunulmuştur. Şekil 4.30 grafiğine göre Boru77 ve Boru89'da pik değerlere ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Bahsedilen noktalarda her iki yöntemle elde edilen sonuçlar arasındaki farkın arttığı tespit edilmiştir.



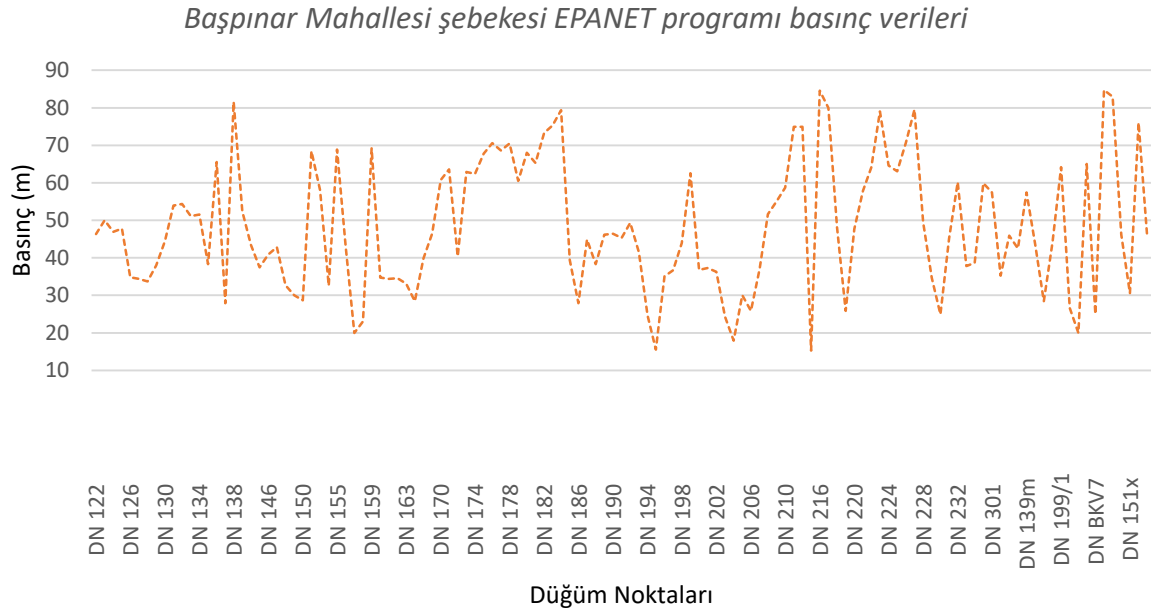
Şekil 4.30. Gazi Mahallesi şebeke borularındaki yük kaybı değerlerinin karşılaştırılması

4.2.3. Başpınar Mahallesi Şebekesi Sonuçlarının Karşılaştırmaları

Başpınar Mahallesi şebekesinde ÖNY manuel çözümü ve EPANET 2.0 programından elde edilen her düğüm noktasındaki basınç değerleri karşılaştırıldığında R^2 belirlilik katsayısının 0,99 şeklinde yüksek ve aynı değerin elde edildiği görülmüştür (Şekil 4.31 ve Şekil 4.32).



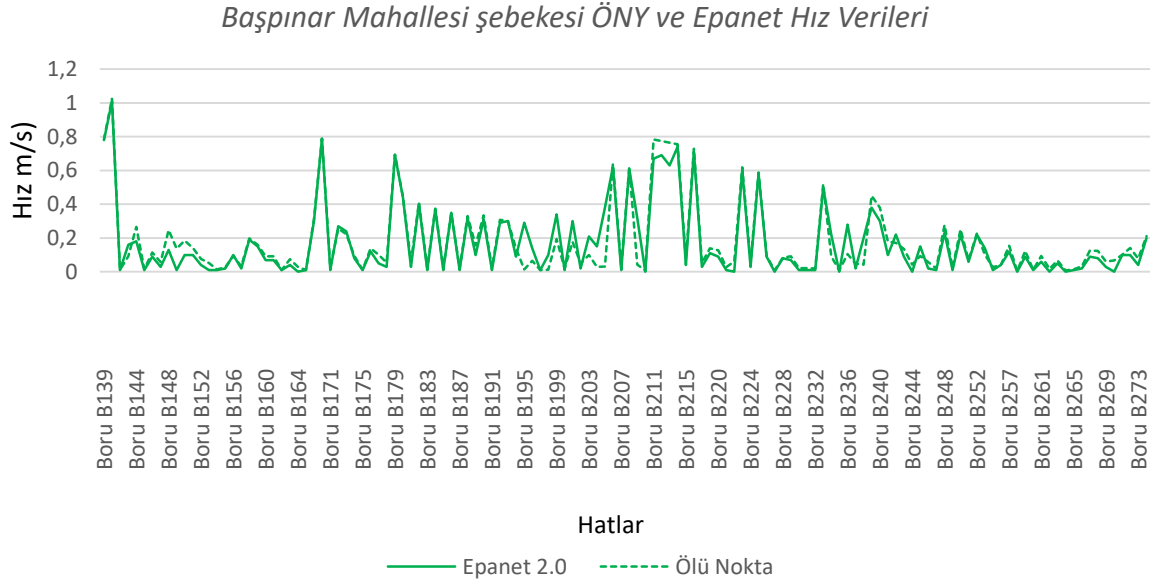
Şekil 4.31. Başpınar Mahallesi şebekesi düğüm noktalarındaki ÖNY basınç çıktı değerleri



Şekil 4.32. Başpınar Mahallesi şebekesi düğüm noktalarındaki EPANET basınç değerleri

Benzer şekilde her bir borudaki hızlar ele alındığında R^2 0,90 şeklinde oldukça tatmin edici bir korelasyonun sağlandığı görülmüştür (Şekil 4.33). Şekil 4.33'e bakıldığında birden fazla

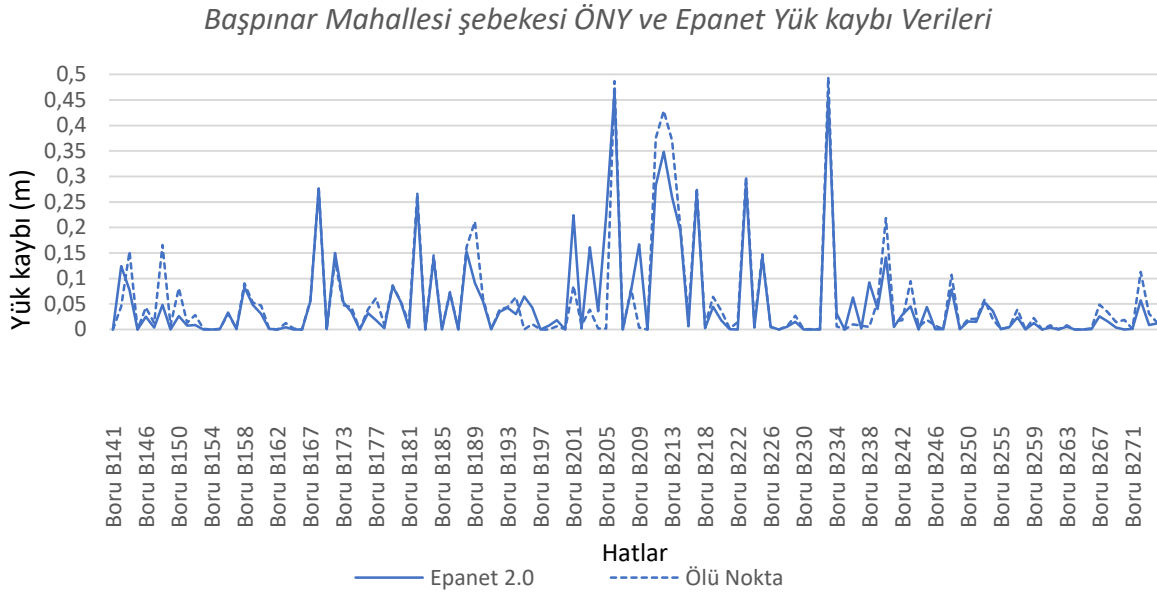
noktada hız değerinin EPANET 2.0 verilerinde 0(sıfır) olarak hesaplandığı gözlemlenmiştir. En yüksek değere B140 noktasında ulaşılmış olup, 1,025 m/s olarak hesaplanmıştır. Söz konusu bu değere de ÖNY manuel çözümleri ile ulaşılmıştır.



Şekil 4.33. Başpınar Mahallesi şebeke borularındaki hızların karşılaştırılması

Bir diğer parametre olan yük kaybı verileri karşılaştırıldığında R^2 belirlilik katsayısı 0,96 olarak bulunmuştur. ÖNY manuel çözümü ve EPANET programıyla bulunan yük kaybı değerlerinin karşılaştırma grafiği Şekil 4.34'te sunulmuştur. Şekil 4.34 grafiğine göre her iki yöntem ile hesaplanan değerlerin 0 ile 0,5 m arasında değiştiği gözlemlenmekte olup, en yüksek değerlerin B233 noktasında iki yöntem için de aynı şekilde pik yaptığı görülmektedir.

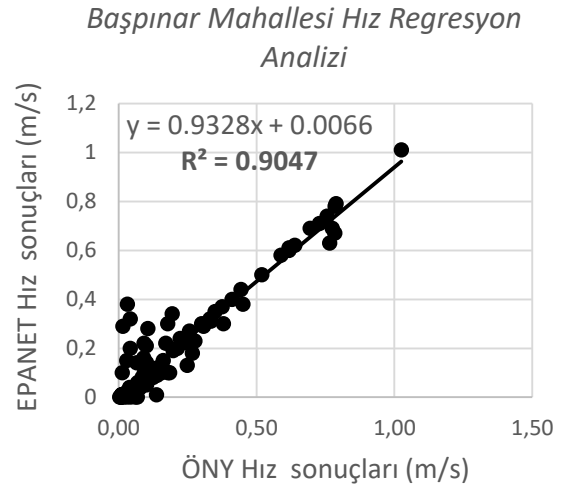
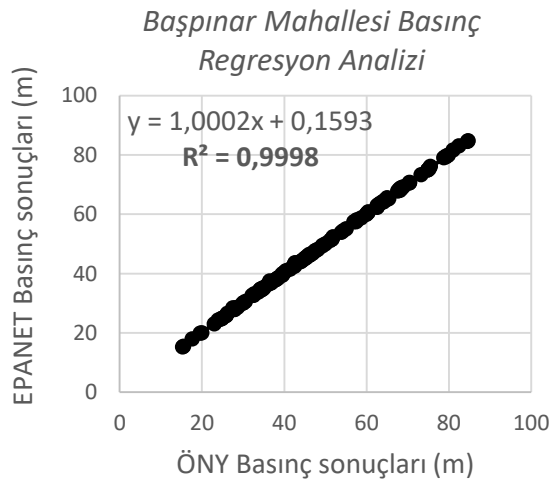
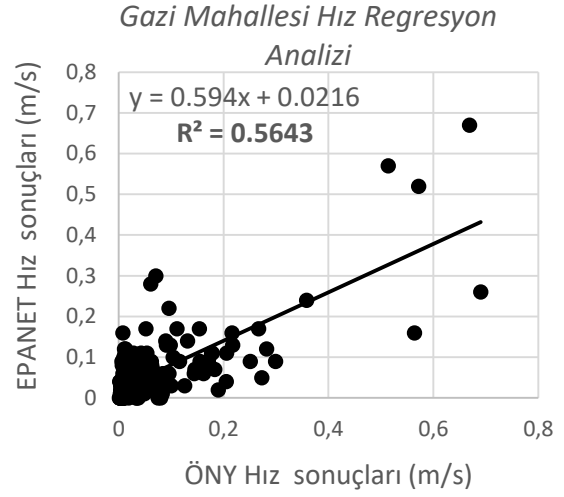
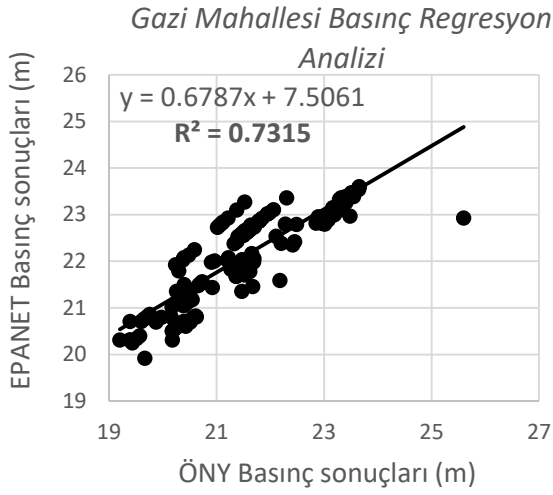
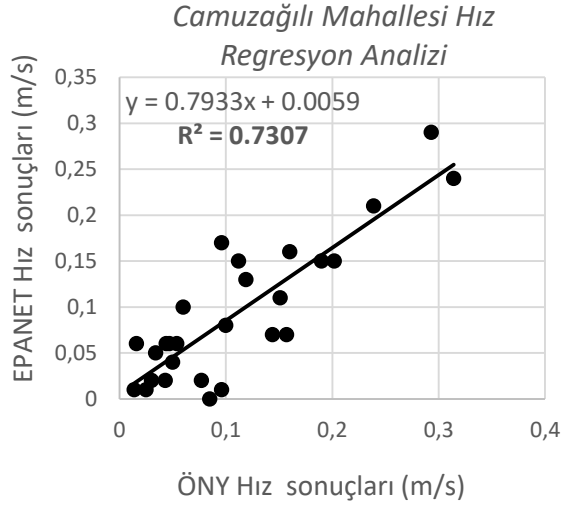
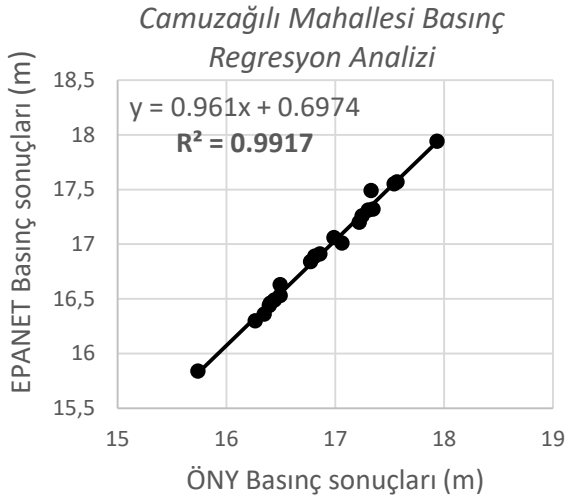
Gazi ve Başpınar şebekeleri ağ sistem şeklinde oluşturulmuştur. Bu sistemlerde boru uçları birbiriyle birleşmiş ve kapalı gözler meydana gelmiştir. Başpınar Bölgesi engebeli yapıya sahip olup, basınç optimizasyonu açısından şebekede basınç kırıcı vana kullanılması uygun görülmüştür. Basınç kırıcı vana uygulanan bölge ve uygulanmayan bölgelerin karışmaması amacıyla bazı noktalarda kör tapa işlemi uygulanarak suyun devamlı akışı engellenmiştir.



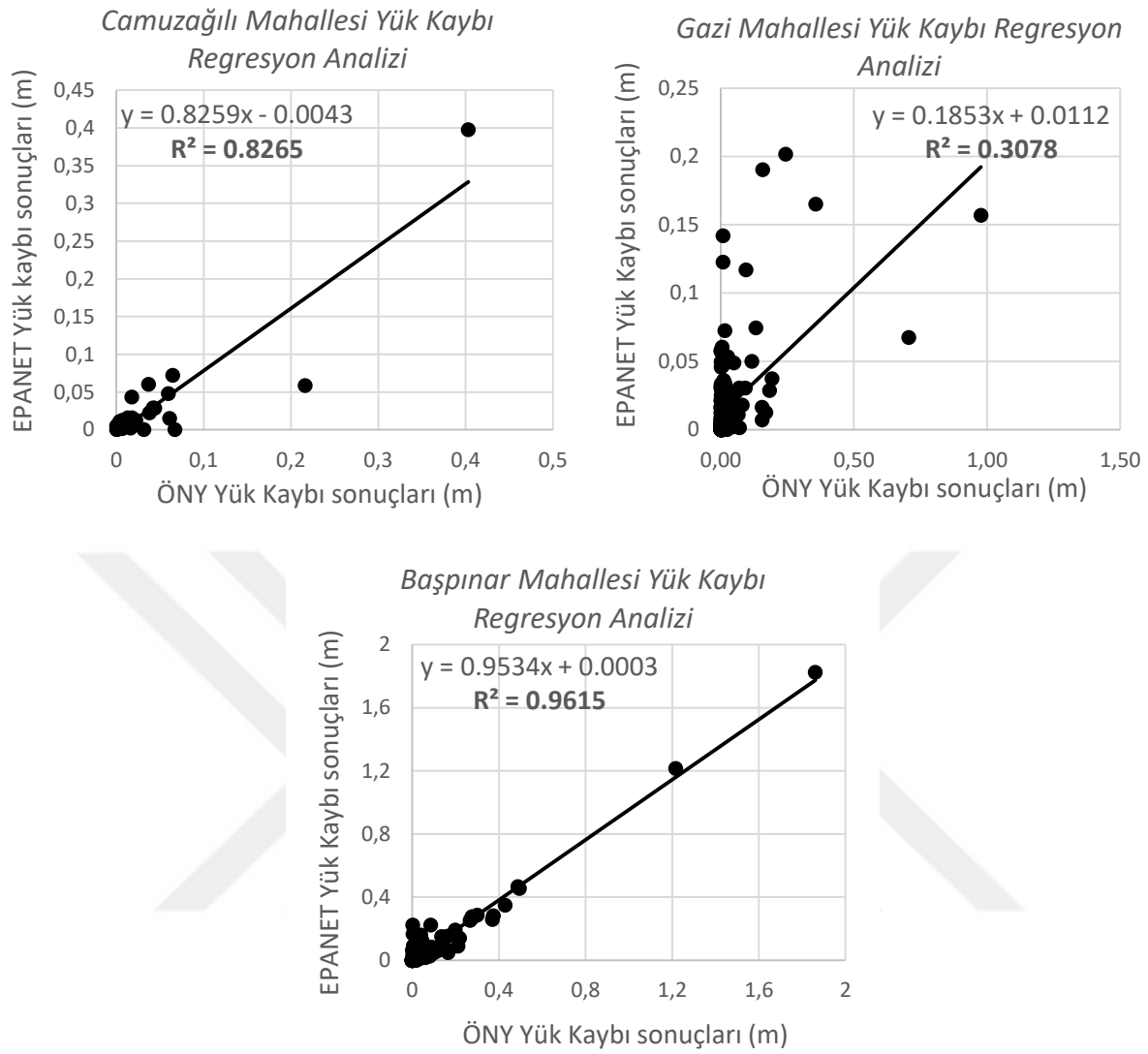
Şekil 4.34. Başpınar Mahallesi şebeke borularındaki yük kaybı değerlerinin karşılaştırılması

Yapılan işlemin doğal sonucunda ise ağ sistem şeklinde olan şebeke fiziki olarak dal sisteme dönüşmüştür. ÖNY uygulanırken ise kapalı gözlerin dal sistemine dönüştürüldüğü varsayımı ile işlem yapılmaktadır. Tüm bunların sonucunda her iki şebeke ağ sisteme sahip olsa da Başpınar Mahallesi şebekesi hesaplanırken EPANET 2.0 hesap sonuçlarının ve ÖNY çözümlerinin birbirine yakın sonuçlar ürettiği düşünülmektedir. Literatürde bazı çalışmalarda farklı metotlarla karşılaştırma yapılsa dahi buna benzer sonuçlara rastlamak mümkündür (Selçuk, 2014; Agunwamba ve ark., 2018; Eryürük, 2021; Pordal ve ark., 2023).

Şekil 4.35'te Camuzağılı, Gazi ve Başpınar Mahalleleri için oluşturulan basınç, hız ve yük kaybı regresyon analizi grafikleri yer almaktadır. Tablo 4.2'de bahsedilen şebekelerin hesap debileri ve şebeke uzunlukları verilmiştir. Tablo 4.3'te ise ÖNY ve EPANET programı ile elde edilen sonuçların oranları gösterilmiştir.



Şekil 4.35. Her üç mahalle için basınç, hız ve yük kaybı regresyon analiz sonuçları



Şekil 4.35. (Devamı)

Tablo 4.2. Analizleri yapılan şebekelerin hesap debileri ve şebeke uzunlukları

Şebeke İsimleri	Şebeke Debisi (lt/s)	Şebeke Uzunluğu (m)
Camuzağılı Mahallesi Şebekesi	2,5	4.895
Gazi Mahallesi Şebekesi	8,5	28.793
Başpınar Mahallesi Şebekesi	12,25	11.666

Tablo 4.3. Analizleri yapılan şebekelerin basınç, hız ve yük kaybı korelasyon oranları

Şebeke İsimleri	Basınç Oranı	Hız Oranı	Yük kaybı Oranı
Camuzağılı Mahallesi Şebekesi	0.99	0.73	0.83
Gazi Mahallesi Şebekesi	0.73	0.56	0.31
Başpınar Mahallesi Şebekesi	0.99	0.90	0.96

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada içme suyu şebeke hesaplarında kullanılan Ölü Nokta Yöntemi (ÖNY) ile EPANET 2.0 programından elde edilen basınç, hız ve yük kaybı modelleme çıktıları karşılaştırılarak, ilgili sonuçların yakınsaklıkları noktasında değerlendirmelerin yapılması hedeflenmiştir. Adana ili dahilinde farklı nüfus ölçeklerine sahip Camuzağılı, Gazi ve Başpınar Mahalleri uygulama alanı olarak belirlenmiştir. Başlangıçta her bir mahallenin 35 yıllık gelecek nüfus değerleri hesaplanmıştır. Ardından klasik bir yöntem olan ÖNY ile her bir düğüm ve bağlantı noktaları için basınç, hız ve yük kaybı değerleri Ms-Excel yardımı ile belirlenmiştir. Devamında bu çalışma özelinde ele alınan EPANET 2.0 programına söz konusu mahalle verileri işlenerek, bu programda modellemeler yapılmış sonucunda hem basınç, hız ve yük kaybı değerleri elde edilmiş hem de 24 saatlik değişim değerleri bulunmuştur. Regresyon analizi çerçevesinde belirlilik katsayıları hesaplanmış, sonuçların birbirine yakınlığı irdelenmiştir.

Elde edilen grafiklere göre en yüksek korelasyonun basınç verilerinde olduğu görülmüştür. Basınç sonuçlarının yüksek korelasyona sahip olmasının sebebinin; yük kaybı değerleri farklı olsa da krepin kotları ve düğüm noktası kotlarının hesap yönteminden bağımsız şekilde benzer olmasından kaynaklı olduğu ifade edilebilir. EPANET 2.0 ve ÖNY ile elde edilen değerlerin özellikle basınç verileri bakımından birbirlerine oldukça yakın olduğu; hız ve yük kaybı parametreleri düşünüldüğünde birtakım farklılıkların olduğu gözlenmiştir. Hız ve yük kaybı grafiklerine bakıldığında ise en yüksek korelasyonun Camuzağılı ve Başpınar Mahallesi şebekelerinde olduğu görülmektedir. İncelenen tüm değişkenler göz önüne alındığında Camuzağılı ve Başpınar Mahalleleri için her iki yöntem ile ulaşılan sonuçların tatmin edici yakınsama sağladığı düşünülmekte, ancak Gazi Mahallesi çıktıları için R^2 değeri oldukça düşük değerlerde kalmıştır. Başpınar Mahallesi daha fazla nüfusa sahip olmasına karşın arazi yapısının engebeli olması nedeniyle basınç optimizasyonu açısından uygun vana uygulamaları ile EPANET programı ÖNY'ye yakın sonuçlar üretmiştir.

6. ÖNERİLER

EPANET 2.0 programı bir hidrolik şebeke sisteminin farklı senaryolar altında simülasyonlarını gerçekleştirme ve ağı optimize etme olanakları sunduğu için esnek ve kolay kullanılabilen bir yazılım olarak değerlendirilebilir. EPANET programı manuel çözüme kıyasla hesaplamalar açısından çok daha hızlı sonuçlar sunduğundan büyük ölçekli nüfus projeksiyonuna sahip alanlarda da rahatlıkla kullanılabilir. Ayrıca programda yapılan analizler sonucunda metrajlarla ilgili çıktıları da çeşitli filtreler opsiyonuyla listeler halinde verebildiğinden maliyet analizleri de ele alınabilir.

Manuel olarak nokta koordinatları, kotları ve diğer coğrafi bilgiler programa girilebildiğinden EPANET 2.0 programı Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tabanlı yazılımlara göre geliştirilebilir konumdadır. Bu çalışmada her bir şebeke tek parça halinde çözülmüş olup geniş alanlara ayrılan ve yükselti farklarının fazla olduğu alanlarda zonlara ayrılarak ekstra çalışmalar yapılabilir. İlerleyen zamanlarda ise yapılması planlanan boru cinsleri değiştirilerek yük kayıpları, hız gibi parametrelerde oluşan değişimler incelenebilir ve kayıp-kaçak oranlarının düşürülmesi adına çalışmalar da ortaya konabilir. Su kalitesi takipleri yapılarak, EPANET'in bu konudaki çözüm hassasiyetleri de incelenebilir. Mevcut çalışmada geleneksel metotlardan ÖNY manuel çözüm olarak ele alınmış olup, farklı bölgeler için Hardy-Cross metoduyla da karşılaştırmalar denenebilir. Bu çalışma dahilinde ele alınan Adana bölgesindeki diğer su dağıtım şebekeleri için yapılabilecek modelleme çalışmaları etkin su kaynakları yönetimi politikalarına önemli katkılar sunabilecektir.

KAYNAKÇA

Adeniran, AE., & Oyelowo, MA. (2013). An EPANET Analysis of Water Distribution Network of the University of Lagos, Nigeria. *Journal of Engineering Research*, 18(2), 69-83.

Agunwamba, JC., Ekwule, OR., & Nnaji, CC. (2018). Performance evaluation of a municipal water distribution system using WaterCAD and Epanet. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 8(3), 459-467. <http://dx.doi.org/10.2166/washdev.2018.262>

Ajaz, M., & Ahmad, D. (2023). Application of EPANET 2.2 Software and Jal-Tantra Web System for Optimal Hydraulic Design of Water Distribution System for University of Kashmir. *Environ. Sci. Proc.*, 25, 83. <https://doi.org/10.3390/ECWS-7-14234>

Alan, E (2017). Gaziantep ili Şehitkamil ilçesi Yeditepe mahallesi içme suyu şebekesi tasarımı. İstanbul Gelişim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, sayfa no: 83, İstanbul, Türkiye.

Alashan, S. (2019). İçme suyu şebekelerinde hesap debilerinin ölü noktalar yöntemi ile şematik çözümü. *Su Kaynakları*, 4(2), 15-21.

Alkali, AN., Yadima, SG., Usman, B., İbrahim, UA., & Lawan AG (2017). Design of a water supply distribution network using EPANET 2.0: A case study of Maiduguri zone 3, Nigeria. *Arid Zone Journal of Engineering, Technology and Environment*, 13(3), 347-355.

Anisha, G., Kumar, A., Kumar, JA., & Raju, PS. (2016). Analysis and Design of Water Distribution Network Using EPANET for Chirala Municipality in Prakasam District of Andhra Pradesh. *International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS)*, 3(4), 53-60.

Constantin, A., & Nitescu, CŞ (2016). Water distribution network design based on numerical simulation in EPANET. *International Scientific Conference People, Buildings and Environment*, Luhacovice, Czech Republic (pp. 1-9).

Dave, BH., Rajpara, G., Patel, A., & Kalubarme, MH. (2015). Analysis of Continuous Water Distribution System in Gandhinagar City Using EPANET Software: A Case Study of Sector-8. *National Conference on ‘Transportation and Water resource Engineering’ (NCTWE)*, Gandhinagar, India (pp 1-6).

Dilcan, ÇÇ., Çapar, G., Korkmaz, A., İritaş, Ö., Karaaslan, Y., & Selek, B. (2018). İçme Suyu Şebekelerinde Görülen Su Kayıplarının Dünyada ve Ülkemizdeki Durumu. *Anahtar ve Verimlilik Dergisi*, 354, 9-18.

Duyan Çulha, B., & Turhan, E (2022). Küçük Ölçekli İçme Suyu Dağıtım Şebekesinin Nümerik Olarak Modellenmesinde Hidrolik Parametrelerin Analizi. *OKU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(3), 1293-1307. <https://doi.org/10.47495/okufbed.1085227>

Enriquez, L., Gonzalez, L., & Saldarriaga, JG. (2023). Application of black-box models based on artificial intelligence for the prediction of chlorine and TTHMs in the trunk network of Bogotá, Colombia. *Journal of Hydroinformatics*, 25(4), 1396. <https://doi.org/10.2166/hydro.2023.028>

EPANET 2.0-TR Türkçe Kullanıcı Kılavuzu (2019). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, sayfa no: 332, Ankara, Türkiye.

Eryürük, K (2021). Hydraulic models for calculating head loss in water distribution system: A case study in Konya. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Özel Sayı, 28, 275-279. <https://doi.org/10.31590/ejosat.996991>

Georgescu, AM., Perjua, S., Georgescu, SC., & Antona, A. (2014). Numerical model of a district water distribution system in Bucharest. 12th International Conference on Computing and Control for the Water Industry, CCWI, Perugia, Italy (pp 708-714).

Godhade, OR., Dongare, RN., Parit, AP., Abhijeet, AP., Godase, PL., & Chougule, NB. (2023). Effective Utilization of EPANET Software By Designing The Water Distribution System For Proposed Area. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 5(4), 5839-5850.

Güçlü, MC., Ekinci, B., Korkmaz, A., Başaran, Y., Karaaslan, Y., Aldemir, S., Türkoğlu, A., Serindağ, A., Fernandez, JAC., Ar, K., Ülgen, B., Dikmen, B., & Pakdemirli, B. (2021). The feasibility study to improve the efficiency of municipal water supply. *Turkish Journal of Water Science & Management*, 5(1), 2-39.

Günel, M., Bulut, B., & Günel, A.Y. (2017). İçmesuyu Şebekelerinde Hardy -Cross ve Ölü Nokta Metodlarının Karşılaştırılması. <http://www.imo.org.tr/> Erişim tarihi: 31.01.2022.

Hama, BH. (2018). Optimal Design of Water Distribution Network System by Genetic Algorithm in EPANET-MATLAB Toolkit. Eastern Mediterranean University, Institute of Graduate Studies and Research, Master of Science in Civil Engineering, page no: 111, Gazimağusa, North Cyprus.

Hameed, S., Shemal, K., Yahya, Q., Abdulrazak, I., & Adnan, M. (2023). Simulation of Pressurized Irrigation System in South of Iraq Using EPANET Model. *Journal of Water Resources and Geosciences*, 2(2), 1-15.

İller Bankası (2013). İçmesuyu Tesisleri Etüt, Fizibilite ve Projelerinin Hazırlanmasına Ait Teknik Şartname. İller Bankası Anonim Şirketi, sayfa no: 78, Ankara, Türkiye.

Kowalska, B., Holota, E., & Kowalski, D. (2018). Simulation of Chlorine Concentration Changes in a Real Water Supply Network Using EPANET 2.0 and Watergems Software

Packages. WIT Transactions on The Built Environment, 184, 39-48.
<https://doi.org/10.2495/FRIAR180041>

Kumar, A., Kumar, K., Bharanidharan, B., Neha, M., Eshita, D., Mahan, S., Vivek, T., Sarit, S., & Neeraj, M. (2015). Design of Water Distribution System Using EPANET. International Journal of Advanced Research, 3(9), 789-812.

Kurtulmuş, E. (2021). Çeşitli Simülasyon Modelleri ve Algoritmaları Kullanılarak İstek Yöntemi ile İşletilen Basınçlı Sulama Sistemlerinin Performans Analizi ve Rehabilitasyonu. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, sayfa no: 168, Bursa, Türkiye.

Lungariya, P., Katharotiya, N., Mehta, D., & Waikhom, S. (2016). Analysis of Continous Water Distribution in Surat City Using EPANET: A Case Study. National Conference on: "Recent Advances in Civil Engineering for Global Sustainability", Civil Engineering Department S.S.A.S.I.T, Surat, India (pp 1-8).

Majidi, AG., Korkmaz, S., & Marrouchi, Y. (2018). Bilgisayar programı ile içmesuyu dağıtım şebekesi tasarımı: Bursa, Görükle mahallesi uygulaması. Su Kaynakları, 3(1), 24-33.

Mehta, D., Lakhani, K., Patel, D., & Patel, G. (2015). Study of Water Distribution Network Using EPANET. International Conference on: "Engineering: Issues, opportunities and Challenges for Development", Patel Institute of Technology & Research Centre, Umrakh, Bardoli, India (pp 1-12).

Mekonnen, YA. (2023). Evaluation of current and future water demand scenario and hydraulic performance of water distribution systems, a case study for Addis Kidam Town, Ethiopia. Applied Water Science, 13, 40. <https://doi.org/10.1007/s13201-022-01843-9>

Nallanathel, M., Ramesh, B., & Santhosh, AP. (2018). Water distribution network design using EPANET A case study. International Journal of Pure and Applied Mathematics, 119(17), 1165-1172.

Neamat, DH. (2021). Design of Water Supply By Using EPANET. Gaziantep University, Graduate School of Natural&Applied Sciences, M.Sc. Thesis in Civil Engineering, page no: 136, Gaziantep, Türkiye.

Neamat, DH., & Günal, AY. (2021). Design of a gravity water distribution system for a village using EPANET software. Journal of Global Scientific Research, 6(7), 1523-1532.

Nwajuaku, II., Wakawa, YM, & Adibeli, OJ. (2017). Analysis of Head-loss Equations under EPANET and Hardy Cross Method. Saudi Journal of Engineering and Technology, 2(3), 125-134. <https://doi.org/10.21276/sjeat.2017.2.3.1>

Orhun, Z., Bener, S., Gençtan, E., & Oruçtut, N. (2007). İçme Suyu Şebekelerinin Hidrolik Modellenmesinde Kullanılan Metotların Kıyaslanması. Üniversite Öğrencileri 2. Çevre Sorunları Kongresi, Fatih, İstanbul, Türkiye (pp 108-113).

Önen, F. (1998). İçme Suyu Şebeke Hesaplarında Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi ve Değerlendirilmesi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi, sayfa no: 130, Şanlıurfa, Türkiye.

Özdağlar, D., Benzeden, E., & Kahraman, AM. (2006). Kompleks Su Dağıtım Şebekelerinin Genetik Algoritma ile Optimizasyonu. İMO Teknik Dergi, 253, 3851-3867.

Patel, N., & Parmar, A. (2019). Water Distribution Network using EPANET: A Case Study of Olpad Village. 1st National Conference on “Emerging Research and Innovations in Civil Engineering”, Department of Civil Engineering Dr. S. & S. S. Ghandhy Government Engineering College, Opp. Vanita Vishram Swimming Pool, Surat, India (pp 1-8).

Pordal, A., Noshadi, M., & Masoudi, MH. (2023). Analysis of Drinking Water Distribution Network Using EPANET Model (Case Study: Part of Shiraz Water Distribution Network). Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering, 47, 1791-1799. <https://doi.org/10.1007/s40996-022-00973-z>

Ramana, GV., Sudheerb, CVSS., & Rajasekhar, B. (2015). Network analysis of water distribution system in rural areas using EPANET. Procedia Engineering, 119, 496 – 505.

Ramana, GV., & Chekka, VSSS. (2018). Validation and examination of existing water distribution network for continuous supply of water using EPANET. Water Resources Management, 32, 1993- 2011. <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1889-x>

Rossman, LA. (2000). EPANET 2.0 Users Manual. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, National Risk Management Research Laboratory, page no: 8, USA.

Saminu, A., Nasiru, A., & Sagir, L. (2013). Design of NDA Water Distribution Network Using EPANET. International Journal of Emerging Science and Engineering (IJESE), 1(9), 5-9.

Selçuk, A. (2014). İçmesuyu şebekelerine ait tasarım metodlarının (Ölü nokta veya Hardy-Cross) bilgisayar programları kullanılarak karşılaştırılması. Ankisoft, 14. <https://www.ankisoft.com.tr/>, Erişim tarihi: 01.03.2022.

Shital, K., Krunali, M., Mehta, D., & Yadav, V. (2016). Simulation of Existing Water Distribution Network by Using EPANET: A Case Study of Surat City. National Conference on: “Recent Advances in Civil Engineering for Global Sustainability”, Civil Engineering Department S.S.A.S.I.T, Surat, India (pp 1-9).

Sınmaz, D. (2019). İçme Suyu Dağıtım Şebekelerinin Hidrolik Analizi ve Su Kayıplarının Modellenmesi Üzerine Örnek Bir Çalışma. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, sayfa no: 105, Sakarya, Adapazarı, Türkiye.

Sonaje, NP., & Joshi, M. (2015). A Review of Modeling and Application of Water Distribution Networks (WDN) Softwares. International Journal of Technical Research and Applications, 3(5), 174-178.

Tejaswini, MV., Silo, GL., & Ashwini, B. (2020). Design of Water Supply Distribution Network Using EPANET Software- A Case Study of Kuvempu Nagar, Mandya. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 7(8), 1582-1587.

Tekatlı, M. (2010). Water Distribution Network Analysis Using NETCAD. Gaziantep University Graduate School of Natural&Applied Sciences, Department of Civil Engineering, M.Sc. Thesis, page no: 93, Gaziantep, Türkiye.

Terlumun, UJ., & Robert, EO. (2019). Evaluation of municipal water distribution network using Watercad and Watergems. Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences, 5(2), 147-156.

Türkkan, GE., & Atakul, F. (2020). İçme suyu şebeke hattının farklı boru tipleri için tasarımı ve maliyeti: Erzurum ili Horasan ilçesi örneği. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8, 1521-1532. <https://doi.org/10.29130/dubited.641933>

Wadekar, A., Narsule, C., Sawant, A., & Parab, G. (2021). Design & Analysis of Water Distribution Network Model By EPANET: A Case Study. VIVA-Tech International Journal for Research and Innovation, 1(4), 1-5.

Yıldız, S., Namal, OÖ., & Çekim, M. (2013). Atıksu Arıtma Teknolojilerindeki Tarihsel Gelişimler. S.Ü. Müh. Bilim ve Tekn. Derg., 1(1), 56-67.

Yüce, Mİ., Muratoğlu, A., & Yüce, Ş. (2016). Gaziantep İlinin Gelecekteki İhtiyacını Karşılama üzere Göksu Havzasından Su Temini. International Symposium of Water and Wastewater Management (ISWWM), Malatya, Türkiye (pp 1-10).

<https://www.adana.bel.tr/> Erişim tarihi: 22.12.2021.

<https://www.google.com/maps/> Erişim tarihi: 14.01.2022.

<https://yandex.com.tr/harita/> Erişim tarihi: 14.01.2022.

EKLER

Ek A. Camuzağılı Mahallesi şebekesi ÖNY Manuel Çözüm Sonuç Tablosu

CEYHAN İLÇESİ CAMUZAĞILI MAH. ŞEBEKE HESAP TABLOSU																	
BORU NO		UZUNLUKLAR			DEBİLER								BORULAR				
BAŞ	UÇ	HAKİKİ UZUNLUK (I)	KESAFE T EMSALİ (K)	İTİBARI UZUNLUK (L= I*K)	SOKAK DEBİSİ Qs=q*L	BAŞ DEBİSİ Qb	UÇ DEBİSİ Quç	HESAP DEBİSİ Qh=QB+ Qy	BORU ÇAPI	10ATÜ et kal	V	J	J*L	PİYOZO METRE KOTU Kk-Jl	ARAZİ KOTU	İŞLETME BASINÇ PK-ZK	STATİK BASINÇ KK-ZK
Depo														59.17			
DEPO	1	1892.50	0	0.00	0.00000 0	2.500000	2.50000 0	2.50	160	9.5	0.160	0.000213	0.40	58.77	40.83	17.94	18.34
1	21 a	416.50	1	416.50	0.34685 2	0.346852	0.00000 0	0.35	63	3.8	0.144	0.000519	0.22	58.55	41.22	17.33	17.95
1	2	18.00	1	18.00	0.01499 0	2.153148	2.13815 8	2.15	110	6.6	0.293	0.001008	0.02	58.75	41.18	17.57	17.99
2	3	140.00	1	140.00	0.11658 9	0.381412	0.26482 3	0.38	75	4.5	0.112	0.000264	0.04	58.71	41.65	17.06	17.52
2	6	86.50	1	86.50	0.07203 5	1.756746	1.68471 0	1.76	110	6.6	0.239	0.000692	0.06	58.69	41.44	17.25	17.73
3	5a	39.50	1	39.50	0.03289 5	0.032895	0.00000 0	0.03	63	3.8	0.014	0.000007	0.00	58.71	41.49	17.22	17.68
3	4	15.50	1	15.50	0.01290 8	0.231929	0.21902 1	0.23	63	3.8	0.096	0.000247	0.00	58.71	41.36	17.35	17.81
4	12 a	137.00	1	137.00	0.11409 1	0.114091	0.00000 0	0.11	63	3.8	0.047	0.000066	0.01	58.70	42.23	16.47	16.94
4	12 b	126.00	1	126.00	0.10493 0	0.104930	0.00000 0	0.10	63	3.8	0.044	0.000057	0.01	58.70	42.23	16.47	16.94

6	7	176.00	1	176.00	0.14656 9	0.287725	0.14115 6	0.29	63	3.8	0.119	0.000368	0.06	58.62	41.32	17.30	17.85
7	8a	71.50	1	71.50	0.05954 4	0.059544	0.00000 0	0.06	63	3.8	0.025	0.000020	0.00	58.62	41.08	17.54	18.09
7	9a	98.00	1	98.00	0.08161 2	0.081612	0.00000 0	0.08	63	3.8	0.034	0.000036	0.00	58.62	41.56	17.06	17.61
6	10	97.50	1	97.50	0.08119 6	1.396985	1.31578 9	1.40	110	6.6	0.190	0.000453	0.04	58.64	42.15	16.49	17.02
10	11	69.50	1	69.50	0.05787 8	0.240673	0.18279 5	0.24	63	3.8	0.100	0.000264	0.02	58.63	42.36	16.27	16.81
11	12 a	46.00	1	46.00	0.03830 8	0.038308	0.00000 0	0.04	63	3.8	0.016	0.000009	0.00	58.63	42.23	16.40	16.94
11	13 a	173.50	1	173.50	0.14448 7	0.144487	0.00000 0	0.14	63	3.8	0.060	0.000103	0.02	58.61	42.26	16.35	16.91
10	14	23.50	1	23.50	0.01957 0	1.075117	1.05554 6	1.08	75	4.5	0.314	0.001800	0.04	58.60	42.16	16.44	17.01
14	15	67.00	1	67.00	0.05579 6	0.363508	0.30771 2	0.36	63	3.8	0.151	0.000567	0.04	58.56	42.16	16.40	17.01
15	9	100.00	1	100.00	0.08327 8	0.186126	0.10284 8	0.19	63	3.8	0.077	0.000164	0.02	58.55	41.56	16.99	17.61
9	16 a	123.50	1	123.50	0.10284 8	0.102848	0.00000 0	0.10	63	3.8	0.043	0.000055	0.01	58.54	41.73	16.81	17.44
15	17 a	146.00	1	146.00	0.12158 6	0.121586	0.00000 0	0.12	63	3.8	0.050	0.000075	0.01	58.55	41.78	16.77	17.39
14	18	28.00	1	28.00	0.02331 8	0.692039	0.66872 1	0.69	75	4.5	0.202	0.000796	0.02	58.58	41.72	16.86	17.45
18	17 a	157.00	1	157.00	0.13074 6	0.130746	0.00000 0	0.13	63	3.8	0.054	0.000085	0.01	58.57	41.78	16.79	16.80
18	19	122.50	1	122.50	0.10201 5	0.537975	0.43595 9	0.54	75	4.5	0.157	0.000499	0.06	58.52	42.78	15.74	15.80
19	13	161.00	1	161.00	0.13407 7	0.205696	0.07161 9	0.21	63	3.8	0.085	0.000197	0.03	58.49	42.26	16.23	16.32

13	20 a	86.00	1	86.00	0.07161 9	0.071619	0.00000 0	0.07	63	3.8	0.030	0.000028	0.00	58.48	41.99	16.49	16.59
19	17 a	276.50	1	276.50	0.23026 3	0.230263	0.00000 0	0.23	63	3.8	0.096	0.000243	0.07	58.45	41.78	16.67	16.80

Ek B. Gazi Mahallesi Şebekesi ÖNY Manuel Çözüm Sonuç Tablosu

KOZAN İLÇESİ GAZİ MAH. ŞEBEKE HESAP TABLOSU																
BORU NO	UZUNLUKLAR			DEBİLER					BORULAR							
	HAKİKİ UZUNLUK (l)	KESAFET EMSALİ (K)	İTİBARI UZUNLUK (L= l*K)	SOKAK DEBİSİ Qs=q*L	BAŞ DEBİSİ Qb	UÇ DEBİSİ Quç	Q1=Qo+Quç	HESAP DEBİSİ Qh=Q1+Qy	BORU ÇAPI	Et kal.	V	J	J*L	PİYOZOMETRE KOTU Kk-Jl	ARAZİ KOTU	BASINÇ PK-ZK
DEPO															66.53	
DEPO--1	13.84	0	0.00	0.00	8.0	8.0	8.0	7.99	140	8.3	0.669	0.003507	0.05	66.48	43.10	23.381
1--2	55.14	1	55.14	0.02	3.78	3.77	3.78	3.78	110	6.6	0.514	0.002861	0.16	66.32	43.36	25.600
2--4	92.20	1	92.20	0.03	0.35	0.32	0.35	0.35	90	5.4	0.071	0.000092	0.01	66.32	43.31	23.005
2--5	243.67	1	243.67	0.07	0.76	0.69	0.76	0.76	90	5.4	0.154	0.000386	0.09	66.23	43.21	23.020
2--3	88.64	1	88.64	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	90	5.4	0.005	0.000001	0.00	66.32	43.47	22.854
2--61	242.69	1	242.69	0.07	2.64	2.57	2.64	2.64	110	6.6	0.358	0.001467	0.36	65.97	44.35	21.618
4--36	237.00	1	237.00	0.07	0.07	0.00	0.07	0.07	90	5.4	0.013	0.000004	0.00	66.31	43.69	22.624
42--12	234.76	1	234.76	0.07	0.12	0.05	0.12	0.12	90	5.4	0.024	0.000012	0.00	66.31	43.29	23.017
4--42	103.60	1	103.60	0.03	0.26	0.23	0.26	0.26	90	5.4	0.052	0.000052	0.01	66.31	43.23	23.080
12--14	185.74	1	185.74	0.05	0.05	0.00	0.05	0.05	90	5.4	0.010	0.000003	0.00	66.31	44.70	21.606

42--44	79.29	1	79.29	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	90	5.4	0.004	0.000001	0.00	66.31	43.01	23.300
42--43	59.70	1	59.70	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	90	5.4	0.003	0.000000	0.00	66.31	43.12	23.190
42--45	81.41	1	81.41	0.02	0.07	0.05	0.07	0.07	90	5.4	0.015	0.000005	0.00	66.31	43.15	23.159
45--11	180.16	1	180.16	0.05	0.05	0.00	0.05	0.05	90	5.4	0.010	0.000003	0.00	66.31	44.50	21.809
5--6	64.75	1	64.75	0.02	0.64	0.63	0.64	0.64	90	5.4	0.131	0.000286	0.02	66.21	42.80	23.411
6--9	108.64	1	108.64	0.03	0.44	0.41	0.44	0.44	90	5.4	0.090	0.000143	0.02	66.29	43.31	22.984
9--11	205.64	1	205.64	0.06	0.31	0.26	0.31	0.31	90	5.4	0.063	0.000075	0.02	66.28	44.10	22.179
11--12	156.05	1	156.05	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04	90	5.4	0.009	0.000002	0.00	66.28	44.00	22.278
9--45	156.06	1	156.06	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04	90	5.4	0.009	0.000002	0.00	66.29	42.81	23.484
9--144	152.12	1	152.12	0.04	0.06	0.01	0.06	0.06	90	5.4	0.011	0.000003	0.00	66.28	42.93	23.348
144--10	48.78	1	48.78	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	90	5.4	0.003	0.000000	0.00	66.28	42.73	23.548
6--7	111.78	1	111.78	0.03	0.18	0.15	0.18	0.18	90	5.4	0.037	0.000028	0.00	66.21	42.99	23.218
7--132	207.61	1	207.61	0.06	0.06	0.00	0.06	0.06	90	5.4	0.012	0.000003	0.00	66.21	42.56	23.647
8--133	234.47	1	234.47	0.07	0.07	0.00	0.07	0.07	90	5.4	0.013	0.000004	0.00	66.21	42.55	23.656

5--130	163.66	1	163.66	0.05	0.05	0.00	0.05	0.05	90	5.4	0.009	0.000002	0.00	66.23	42.63	23.599
11--13	153.85	1	153.85	0.04	0.21	0.17	0.21	0.21	90	5.4	0.043	0.000037	0.01	66.27	44.60	21.673
13--14	247.90	1	247.90	0.07	0.07	0.00	0.07	0.07	90	5.4	0.014	0.000005	0.00	66.27	44.80	21.472
13--25	360.94	1	360.94	0.10	0.10	0.00	0.10	0.10	90	5.4	0.020	0.000009	0.00	66.27	45.30	20.970
61--36	116.92	1	116.92	0.03	1.47	1.44	1.47	1.47	90	5.4	0.299	0.001329	0.16	65.81	43.36	22.452
36--38	121.75	1	121.75	0.03	0.03	0.00	0.03	0.03	90	5.4	0.007	0.000001	0.00	65.81	44.29	21.522
36--39	93.00	1	93.00	0.03	0.09	0.07	0.09	0.09	90	5.4	0.019	0.000008	0.00	65.81	44.12	21.692
39--40	20.61	1	20.61	0.006	0.01	0.00	0.01	0.01	90	5.4	0.001	0.000000	0.00	65.81	44.17	21.642
39--41	223.5 9	1	223.59	0.06	0.06	0.00	0.06	0.06	90	5.4	0.013	0.000004	0.00	65.81	43.32	22.491
36--35	108.3 5	1	108.35	0.03	1.31	1.28	1.31	1.31	90	5.4	0.267	0.001074	0.12	65.70	44.00	21.696
35--34	175.98	1	175.98	0.05	0.05	0.00	0.05	0.05	90	5.4	0.010	0.000002	0.00	65.70	44.10	21.596
35--31	191.0 1	1	191.01	0.05	1.24	1.18	1.24	1.24	90	5.4	0.251	0.000958	0.18	65.51	43.86	21.653
31--32	223.54	1	223.54	0.06	0.06	0.00	0.06	0.06	90	5.4	0.013	0.000004	0.00	65.51	44.59	20.922

31--33	391.86	1	391.86	0.11	0.11	0.00	0.11	0.11	90	5.4	0.022	0.000011	0.00	65.51	44.20	21.309
31--29	67.35	1	67.35	0.02	1.01	0.99	1.01	1.01	90	5.4	0.205	0.000661	0.04	65.47	43.99	21.478
29--30	208.57	1	208.57	0.06	0.06	0.00	0.06	0.06	90	5.4	0.012	0.000003	0.00	65.47	44.20	21.268
29--16	121.58	1	121.58	0.03	0.93	0.90	0.93	0.93	90	5.4	0.190	0.000571	0.07	65.40	44.85	20.549
16--14	214.51	1	214.51	0.06	0.06	0.00	0.06	0.06	90	5.4	0.012	0.000003	0.00	65.40	44.82	20.578
16--18	93.29	1	93.29	0.03	0.84	0.82	0.84	0.84	90	5.4	0.171	0.000470	0.04	65.36	44.97	20.385
18--19	38.30	1	38.30	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	75	4.5	0.003	0.000000	0.00	65.36	44.93	20.425
18--20	29.51	1	29.51	0.01	0.71	0.71	0.71	0.71	90	5.4	0.145	0.000348	0.01	65.34	44.87	20.475
20--15	302.14	1	302.14	0.08	0.08	0.00	0.08	0.08	90	5.4	0.017	0.000007	0.00	65.34	44.89	20.453
20--21	625.77	1	625.77	0.17	0.62	0.45	0.62	0.62	90	5.4	0.126	0.000269	0.17	65.18	45.30	19.877
21--22	201.34	1	201.34	0.06	0.06	0.00	0.06	0.06	90	5.4	0.011	0.000003	0.00	65.18	45.20	19.976
21--23	54.18	1	54.18	0.02	0.39	0.38	0.39	0.39	90	5.4	0.080	0.000115	0.01	65.17	45.60	19.570
23--24	120.56	1	120.56	0.03	0.03	0.00	0.03	0.03	90	5.4	0.007	0.000001	0.00	65.17	45.65	19.520

23--25	894.10	1	894.10	0.25	0.34	0.10	0.34	0.34	90	5.4	0.070	0.000090	0.08	65.09	45.70	19.390
25--26	60.49	1	60.49	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	90	5.4	0.003	0.000000	0.00	65.09	45.70	19.390
25--27	282.78	1	282.78	0.08	0.08	0.00	0.08	0.08	90	5.4	0.016	0.000006	0.00	65.09	45.70	19.388
61--62	112.47	1	112.47	0.03	0.03	0.00	0.03	0.03	90	5.4	0.006	0.000001	0.00	65.97	44.98	20.988
58--72	179.61	1	179.61	0.05	0.05	0.00	0.05	0.05	90	5.4	0.010	0.000003	0.00	65.77	44.69	21.077
61--60	181.34	1	181.34	0.05	1.06	1.01	1.06	1.06	90	5.4	0.216	0.000725	0.13	65.84	45.22	20.616
59--46	154.21	1	154.21	0.04	0.80	0.75	0.80	0.80	90	5.4	0.162	0.000425	0.07	65.70	45.70	20.002
33--46	126.77	1	126.77	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04	90	5.4	0.007	0.000001	0.00	65.83	45.65	20.181
46--55	96.75	1	96.75	0.03	0.24	0.22	0.24	0.24	90	5.4	0.049	0.000047	0.00	65.83	45.40	20.427
60--59	137.58	1	137.58	0.04	0.87	0.83	0.87	0.87	90	5.4	0.177	0.000501	0.07	65.77	45.30	20.467
60--34	192.00	1	192.00	0.05	0.14	0.09	0.14	0.14	90	5.4	0.029	0.000017	0.00	65.83	44.20	21.633
34--33	189.08	1	189.08	0.05	0.09	0.04	0.09	0.09	90	5.4	0.018	0.000007	0.00	65.83	44.25	21.582
59--58	131.40	1	131.40	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04	90	5.4	0.007	0.000001	0.00	65.77	46.10	19.667

55--56	145.85	1	145.85	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04	90	5.4	0.008	0.000002	0.00	65.83	45.20	20.627
55-49	630.68	1	630.68	0.18	0.18	0.00	0.18	0.18	90	5.4	0.036	0.000026	0.02	65.81	45.30	20.511
46--47	156.12	1	156.12	0.04	0.51	0.47	0.51	0.51	90	5.4	0.104	0.000187	0.03	65.67	44.30	21.373
56--57	119.20	1	119.20	0.03	0.03	0.00	0.03	0.03	90	5.4	0.007	0.000001	0.00	65.82	45.20	20.624
56--73	196.53	1	196.53	0.05	0.09	0.04	0.09	0.09	90	5.4	0.019	0.000008	0.00	65.82	44.30	21.523
73-- 115	142.9 4	1	142.94	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04	90	5.4	0.008	0.000002	0.00	65.82	44.02	21.803
47--50	406.46	1	406.46	0.11	0.34	0.23	0.34	0.34	90	5.4	0.069	0.000088	0.04	65.64	45.25	20.387
50--51	261.74	1	261.74	0.07	0.07	0.00	0.07	0.07	90	5.4	0.015	0.000005	0.00	65.64	45.35	20.285
50--52	253.24	1	253.24	0.07	0.15	0.08	0.15	0.15	90	5.4	0.031	0.000020	0.01	65.63	45.40	20.232
52--53	133.16	1	133.16	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04	90	5.4	0.008	0.000001	0.00	65.63	45.45	20.182
52--54	168.19	1	168.19	0.05	0.05	0.00	0.05	0.05	90	5.4	0.009	0.000002	0.00	65.63	45.45	20.181
47--48	458.16	1	458.16	0.13	0.13	0.00	0.13	0.13	90	5.4	0.026	0.000014	0.01	65.67	44.30	21.366
135-- 136	75.76	1	75.76	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	90	5.4	0.004	0.000001	0.00	66.24	42.95	23.288

135-- 137	156.78	1	156.78	0.04	3.40	3.35	3.40	3.40	90	5.4	0.690	0.006230	0.98	65.26	44.04	21.221
137--62	89.26	1	89.26	0.02	0.57	0.55	0.57	0.57	90	5.4	0.116	0.000230	0.02	65.24	44.98	20.261
62--63	118.68	1	118.68	0.03	0.55	0.51	0.55	0.55	90	5.4	0.111	0.000212	0.03	65.22	45.04	20.175
63--64	56.69	1	56.69	0.02	0.48	0.47	0.48	0.48	90	5.4	0.098	0.000168	0.01	65.21	44.94	20.266
63--74	115.45	1	115.45	0.03	0.03	0.00	0.03	0.03	90	5.4	0.007	0.000001	0.00	65.22	44.26	20.955
64--65	60.78	1	60.78	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	75	4.5	0.005	0.000001	0.00	65.21	44.80	20.406
64--66	50.42	1	50.42	0.01	0.45	0.44	0.45	0.45	90	5.4	0.091	0.000147	0.01	65.20	44.76	20.438
66--67	137.06	1	137.06	0.04	0.19	0.15	0.19	0.19	90	5.4	0.038	0.000030	0.00	65.19	44.50	20.694
67--68	61.32	1	61.32	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	90	5.4	0.003	0.000000	0.00	65.19	44.46	20.734
67--72	174.23	1	174.23	0.05	0.13	0.09	0.13	0.13	90	5.4	0.027	0.000016	0.00	65.19	44.69	20.502
71--147	32.70	1	32.70	0.01	0.04	0.03	0.04	0.04	90	5.4	0.009	0.000002	0.00	65.19	44.53	20.661
147-- 146	59.86	1	59.86	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	90	5.4	0.003	0.000000	0.00	65.19	45.76	19.431
147--73	58.97	1	58.97	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	90	5.4	0.003	0.000000	0.00	65.19	44.30	20.891

137--74	164.16	1	164.16	0.05	2.78	2.73	2.78	2.78	90	5.4	0.564	0.004300	0.71	64.56	44.26	20.295
71--69	140.47	1	140.47	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04	90	5.4	0.008	0.000002	0.00	65.19	43.99	21.201
74--68	161.55	1	161.55	0.04	1.39	1.34	1.39	1.39	90	5.4	0.282	0.001190	0.19	65.02	44.46	20.563
69--70	12.53	1	12.53	0.00	1.31	1.30	1.31	1.31	110	6.6	0.178	0.000400	0.01	64.96	44.00	20.963
68--69	131.36	1	131.36	0.04	1.34	1.31	1.34	1.34	110	6.6	0.183	0.000421	0.06	64.97	43.99	20.978
70--115	139.33	1	139.33	0.04	1.06	1.02	1.06	1.06	110	6.6	0.144	0.000273	0.04	64.92	44.02	20.905
115--114	119.45	1	119.45	0.03	0.76	0.73	0.76	0.76	90	5.4	0.155	0.000391	0.05	64.88	44.48	20.398
114--111	309.43	1	309.43	0.09	0.32	0.23	0.32	0.32	90	5.4	0.065	0.000079	0.02	64.85	45.10	19.754
111--112	94.75	1	94.75	0.03	0.03	0.00	0.03	0.03	90	5.4	0.005	0.000001	0.00	64.85	44.60	20.253
111--109	39.91	1	39.91	0.01	0.21	0.20	0.21	0.21	90	5.4	0.042	0.000035	0.00	64.85	45.15	19.702
109--113	207.02	1	207.02	0.06	0.06	0.00	0.06	0.06	90	5.4	0.012	0.000003	0.00	64.85	45.65	19.202
109--145	103.28	1	103.28	0.03	0.14	0.11	0.14	0.14	90	5.4	0.028	0.000017	0.00	64.85	45.20	19.650
145--110	82.73	1	82.73	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	90	5.4	0.005	0.000001	0.00	64.85	45.25	19.600

145-- 116	315.38	1	315.38	0.09	0.09	0.00	0.09	0.09	90	5.4	0.018	0.000007	0.00	64.85	43.30	21.548
114-- 107	189.45	1	189.45	0.05	0.41	0.36	0.41	0.41	90	5.4	0.083	0.000123	0.02	64.85	43.40	21.455
107-- 108	408.72	1	408.72	0.11	0.11	0.00	0.11	0.11	90	5.4	0.023	0.000012	0.00	64.85	43.45	21.400
107-- 106	127.67	1	127.67	0.04	0.24	0.21	0.24	0.24	90	5.4	0.049	0.000047	0.01	64.85	43.35	21.499
106-- 105	154.06	1	154.06	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04	90	5.4	0.009	0.000002	0.00	64.85	43.45	21.398
74--75	137.79	1	137.79	0.04	1.34	1.31	1.34	1.34	90	5.4	0.273	0.001121	0.15	64.40	43.92	20.481
75--76	18.00	1	18.00	0.01	1.07	1.06	1.07	1.07	90	5.4	0.217	0.000729	0.01	64.39	43.80	20.588
76--77	168.74	1	168.74	0.05	0.05	0.00	0.05	0.05	90	5.4	0.010	0.000002	0.00	64.39	44.01	20.377
70--81	170.46	1	170.46	0.05	0.24	0.19	0.24	0.24	90	5.4	0.049	0.000047	0.01	64.95	43.35	21.605
81--82	72.92	1	72.92	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	90	5.4	0.004	0.000000	0.00	64.95	42.65	22.305
81--80	76.20	1	76.20	0.02	0.17	0.15	0.17	0.17	90	5.4	0.035	0.000025	0.00	64.95	43.32	21.633
80--94	57.34	1	57.34	0.02	0.14	0.12	0.14	0.14	90	5.4	0.028	0.000017	0.00	64.95	43.39	21.562
94--95	81.56	1	81.56	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	90	5.4	0.005	0.000001	0.00	64.95	43.36	21.592

94--91	61.23	1	61.23	0.02	0.10	0.08	0.10	0.10	90	5.4	0.020	0.000009	0.00	64.95	43.38	21.571
91--93	62.23	1	62.23	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	90	5.4	0.004	0.000000	0.00	64.95	42.97	21.981
91--90	54.05	1	54.05	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	90	5.4	0.003	0.000000	0.00	64.95	43.32	21.631
91--96	185.25	1	185.25	0.05	0.05	0.00	0.05	0.05	90	5.4	0.010	0.000003	0.00	64.95	43.34	21.611
80--79	48.82	1	48.82	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	90	5.4	0.003	0.000000	0.00	64.95	43.13	21.823
76--78	137.88	1	137.88	0.04	1.01	0.98	1.01	1.01	90	5.4	0.206	0.000665	0.09	64.30	43.28	21.016
78--79	59.56	1	59.56	0.02	0.11	0.10	0.11	0.11	90	5.4	0.023	0.000012	0.00	64.30	43.08	21.215
89--96	96.16	1	96.16	0.03	0.05	0.02	0.05	0.05	90	5.4	0.010	0.000002	0.00	64.95	43.42	21.531
96--97	73.86	1	73.86	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	90	5.4	0.004	0.000000	0.00	64.95	42.89	22.061
89--88	65.51	1	65.51	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	90	5.4	0.004	0.000000	0.00	64.95	43.36	21.592
78--84	37.91	1	37.91	0.01	0.49	0.48	0.49	0.49	90	5.4	0.100	0.000174	0.01	64.29	43.17	21.119
84--85	30.40	1	30.40	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	90	5.4	0.002	0.000000	0.00	64.29	43.23	21.059
86--87	49.30	1	49.30	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	90	5.4	0.003	0.000000	0.00	64.29	43.18	21.108
86--124	151.41	1	151.41	0.04	0.34	0.29	0.34	0.34	90	5.4	0.068	0.000086	0.01	64.28	42.75	21.525
120--138	94.63	1	94.63	0.03	0.06	0.03	0.06	0.06	75	4.5	0.018	0.000009	0.00	64.95	43.00	21.948

138-- 117	120.82	1	120.82	0.03	0.03	0.00	0.03	0.03	75	4.5	0.010	0.000003	0.00	64.95	43.10	21.847
120-- 121	96.11	1	96.11	0.03	0.18	0.16	0.18	0.18	75	4.5	0.054	0.000068	0.01	64.94	43.15	21.792
121-- 122	135.64	1	135.64	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04	75	4.5	0.011	0.000004	0.00	64.94	43.00	21.941
121-- 123	427.29	1	427.29	0.12	0.12	0.00	0.12	0.12	75	4.5	0.035	0.000030	0.01	64.93	43.15	21.779
135-- 129	95.25	1	95.25	0.03	0.47	0.45	0.47	0.47	90	5.4	0.096	0.000162	0.02	66.22	43.06	23.162
129-- 130	218.25	1	218.25	0.06	0.31	0.25	0.31	0.31	90	5.4	0.062	0.000072	0.02	66.21	42.56	23.647
130-- 131	73.94	1	73.94	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	90	5.4	0.004	0.000000	0.00	66.21	42.70	23.507
135-- 140	122.40	1	122.40	0.03	0.30	0.27	0.30	0.30	90	5.4	0.061	0.000070	0.01	66.23	43.20	23.029
75--139	213.45	1	213.45	0.06	0.24	0.18	0.24	0.24	90	5.4	0.049	0.000046	0.01	64.39	44.15	20.241
139-- 141	94.53	1	94.53	0.03	0.03	0.00	0.03	0.03	90	5.4	0.005	0.000001	0.00	64.39	44.00	20.391
139-- 140	137.72	1	137.72	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04	90	5.4	0.008	0.000002	0.00	66.22	44.10	22.122
129-- 128	287.50	1	287.50	0.08	0.14	0.06	0.14	0.14	90	5.4	0.028	0.000017	0.00	66.22	43.80	22.418
130-- 132	143.88	1	143.88	0.04	0.22	0.18	0.22	0.22	90	5.4	0.046	0.000041	0.01	66.20	43.40	22.801

132-- 128	444.73	1	444.73	0.12	0.12	0.00	0.12	0.12	90	5.4	0.025	0.000013	0.01	66.20	43.45	22.745
128-- 127	217.25	1	217.25	0.06	0.06	0.00	0.06	0.06	90	5.4	0.012	0.000004	0.00	66.19	43.30	22.894
140-- 127	190.34	1	190.34	0.05	0.27	0.21	0.27	0.27	90	5.4	0.054	0.000056	0.01	66.21	43.20	23.011
127-- 142	215.12	1	215.12	0.06	0.06	0.00	0.06	0.06	90	5.4	0.012	0.000004	0.00	66.21	43.25	22.961
127-- 126	257.79	1	257.79	0.07	0.16	0.08	0.16	0.16	90	5.4	0.031	0.000021	0.01	66.21	43.10	23.106
126-- 125	43.59	1	43.59	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	90	5.4	0.002	0.000000	0.00	66.21	42.80	23.406
126-- 119	256.28	1	256.28	0.07	0.07	0.00	0.07	0.07	90	5.4	0.014	0.000005	0.00	66.20	43.00	23.205
97--98	86.73	1	86.73	0.02	0.41	0.39	0.41	0.41	90	5.4	0.084	0.000127	0.01	64.94	43.30	21.640
98--124	250.78	1	250.78	0.07	0.07	0.00	0.07	0.07	90	5.4	0.014	0.000005	0.00	64.94	42.75	22.189
98--99	78.84	1	78.84	0.02	0.32	0.30	0.32	0.32	90	5.4	0.065	0.000079	0.01	64.93	43.25	21.684
99--103	303.00	1	303.00	0.08	0.14	0.06	0.14	0.14	90	5.4	0.029	0.000018	0.01	64.93	43.60	21.329
99--100	235.91	1	235.91	0.07	0.15	0.09	0.15	0.15	90	5.4	0.031	0.000020	0.00	64.93	43.55	21.379
103-- 100	218.58	1	218.58	0.06	0.06	0.00	0.06	0.06	90	5.4	0.012	0.000004	0.00	64.93	43.50	21.428

100--102	318.46	1	318.46	0.09	0.09	0.00	0.09	0.09	90	5.4	0.018	0.000007	0.00	64.93	43.42	21.507
104--98	150.42	1	150.42	0.04	0.04	0.00	0.04	0.04	90	5.4	0.008	0.000002	0.00	65.80	43.40	22.401
106--101	401.75	1	401.75	0.11	0.16	0.05	0.16	0.16	90	5.4	0.033	0.000023	0.01	64.84	43.20	21.639
18--28	322.74	1	322.74	0.09	0.09	0.00	0.09	0.09	90	5.4	0.018	0.000007	0.00	65.35	45.20	20.153
7--8	104.81	1	104.81	0.03	0.09	0.07	0.09	0.09	90	5.4	0.019	0.000008	0.00	66.21	43.25	22.957
66--58	149.59	1	149.59	0.04	0.25	0.21	0.25	0.25	90	5.4	0.050	0.000048	0.01	65.19	45.11	20.081
139--142	218.42	1	218.42	0.06	0.12	0.06	0.12	0.12	90	5.4	0.024	0.000012	0.00	64.39	43.40	20.988
58--56	99.32	1	99.32	0.03	0.16	0.13	0.16	0.16	90	5.4	0.032	0.000021	0.00	65.82	45.25	20.575
142--124	199.09	1	199.09	0.06	0.06	0.00	0.06	0.06	90	5.4	0.011	0.000003	0.00	64.39	42.86	21.528
78--85	51.83	1	51.83	0.01	0.37	0.36	0.37	0.37	90	5.4	0.075	0.000103	0.01	64.29	43.23	21.061
85--86	23.43	1	23.43	0.01	0.36	0.35	0.36	0.36	90	5.4	0.072	0.000095	0.00	64.29	42.91	21.378
84--88	93.74	1	93.74	0.03	0.47	0.45	0.47	0.47	90	5.4	0.096	0.000162	0.02	64.94	43.36	21.576
79--90	116.66	1	116.66	0.03	0.10	0.07	0.10	0.10	90	5.4	0.020	0.000009	0.00	64.95	43.32	21.632
90--89	32.34	1	32.34	0.01	0.07	0.07	0.07	0.07	90	5.4	0.015	0.000005	0.00	64.95	43.25	21.702

119-- 120	61.68	1	61.68	0.02	0.26	0.24	0.26	0.26	90	5.4	0.053	0.000054	0.00	64.95	43.15	21.798
88--97	114.20	1	114.20	0.03	0.45	0.41	0.45	0.45	90	5.4	0.091	0.000146	0.02	64.93	42.78	22.155
124-- 119	119.13	1	119.13	0.03	0.29	0.26	0.29	0.29	90	5.4	0.060	0.000067	0.01	66.20	43.00	23.197
1--135	69.77	1	69.77	0.02	4.21	4.19	4.21	4.21	110	6.6	0.572	0.003492	0.24	66.24	42.92	23.318
132-- 133	94.91	1	94.91	0.03	0.06	0.03	0.06	0.06	90	5.4	0.012	0.000004	0.00	66.21	42.65	23.557
133-- 134	125.55	1	125.55	0.03	0.03	0.00	0.03	0.03	90	5.4	0.007	0.000001	0.00	66.21	42.75	23.457
115-- 105	246.55	1	246.55	0.07	0.26	0.19	0.26	0.26	90	5.4	0.053	0.000054	0.01	65.81	43.70	22.109
105-- 104	276.65	1	276.65	0.08	0.19	0.12	0.19	0.19	90	5.4	0.039	0.000031	0.01	65.80	43.60	22.201
104-- 101	267.69	1	267.69	0.07	0.07	0.00	0.07	0.07	90	5.4	0.015	0.000005	0.00	65.80	43.50	22.299
101-- 100	187.17	1	187.17	0.05	0.05	0.00	0.05	0.05	90	5.4	0.011	0.000003	0.00	65.80	43.45	22.349
72--71	15.89	1	15.89	0.004	0.09	0.08	0.09	0.09	90	5.4	0.017	0.000007	0.00	65.19	44.69	20.501

Ek C. Başpınar Mahallesi Şebekesi ÖNY Manuel Çözüm Sonuç Tablosu

ALADAĞ İLÇESİ BAŞPINAR-AKPINAR MAH.MAVİ HAT ŞEBEKE HESAP TABLOSU.																	
BORU NO		UZUNLUKLAR			DEBİLER								BORULAR				
BAŞ	UÇ	HAKİKİ UZUNL UK (I)	KES AFE T EM SAL İ (K)	İTİBARI UZUNL UK (L= I*K)	SOKAK DEBİSİ Qs=q*L	BAŞ DEBİSİ Qb	UÇ DEBİSİ Quç	HESA P DEBİS İ Qh=Q B+Qy	BO RU ÇA PI	10A TÜ et kal	V	J	J*L	PİYOZO METRE KOTU Kk-Jl	ARAZİ KOTU	İŞLET ME BASIN Ç PK-ZK	STATİK BASINÇ KK-ZK
Depo	DEPO													1064.0	1064.00		
DEPO	218	301.00	0	0.00	0.00000	12.2500	12.2500	12.25	160	9.5	0.785	0.004041	1.22	1062.7	1014.61	48.17	49.39
218	216	240.50	1	240.50	0.25923	12.2500	11.9907	12.25	140	8.3	1.025	0.007736	1.86	1060.9	976.41	84.51	87.59
216	217X	30.00	1	30.00	0.03234	0.03234	0.00000	0.03	63	3.8	0.013	0.000006	0.00	1060.9	981.02	79.90	82.98
216	BKV7	26.00	1	26.00	0.02802	2.32227	2.29425	2.32	110	6.6	0.316	0.001160	0.03	988.10	963.10	25.00	25.00
BKV7	215	51.00	1	51.00	0.05497	2.29425	2.23928	2.29	110	6.6	0.312	0.001134	0.06	988.04	972.75	15.29	15.35
215	219	24.50	1	24.50	0.02641	1.56183	1.53543	1.56	110	6.6	0.212	0.000556	0.01	988.03	962.15	25.88	25.95
219	220X	204.00	1	204.00	0.21989	0.21989	0.00000	0.22	63	3.8	0.091	0.000223	0.05	987.98	940.24	47.74	47.86
219	229	142.50	1	142.50	0.15360	1.31554	1.16194	1.32	90	5.4	0.267	0.001076	0.15	987.88	953.30	34.58	34.80
229	230X	35.00	1	35.00	0.03773	0.03773	0.00000	0.04	63	3.8	0.016	0.000009	0.00	987.87	963.07	24.80	25.03
229	231	127.00	1	127.00	0.13689	0.27647	0.13958	0.28	63	3.8	0.115	0.000341	0.04	987.83	942.81	45.02	45.29
231	232X	129.50	1	129.50	0.13958	0.13958	0.00000	0.14	63	3.8	0.058	0.000096	0.01	987.82	927.80	60.02	60.30
229	228	143.00	1	143.00	0.15414	0.84775	0.69361	0.85	75	4.5	0.248	0.001159	0.17	987.71	938.45	49.26	49.65
228	220	21.00	1	21.00	0.02264	0.46887	0.44624	0.47	75	4.5	0.137	0.000387	0.01	987.70	940.24	47.46	47.86
220	221	98.00	1	98.00	0.10563	0.44624	0.34061	0.45	63	3.8	0.185	0.000828	0.08	987.62	929.98	57.64	58.12
221	222	26.50	1	26.50	0.02856	0.34061	0.31204	0.34	63	3.8	0.141	0.000502	0.01	987.61	923.77	63.84	64.33
222	223X	173.00	1	173.00	0.18647	0.18647	0.00000	0.19	63	3.8	0.077	0.000165	0.03	987.58	908.81	78.77	79.29

222	224	20.50	1	20.50	0.02210	0.12557	0.10348	0.13	63	3.8	0.052	0.000079	0.00	987.61	923.24	64.37	64.86
224	225X	34.50	1	34.50	0.03719	0.03719	0.00000	0.04	63	3.8	0.015	0.000008	0.00	987.61	924.79	62.82	63.31
224	226X	61.50	1	61.50	0.06629	0.06629	0.00000	0.07	63	3.8	0.028	0.000024	0.00	987.60	917.20	70.40	70.90
228	226	133.50	1	133.50	0.14390	0.22474	0.08084	0.22	63	3.8	0.093	0.000233	0.03	987.68	917.20	70.48	70.90
226	227X	75.00	1	75.00	0.08084	0.08084	0.00000	0.08	63	3.8	0.034	0.000035	0.00	987.68	908.36	79.32	79.74
215	207	118.50	1	118.50	0.12773	0.67744	0.54971	0.68	75	4.5	0.198	0.000765	0.09	987.95	951.03	36.92	37.07
207	208	101.00	1	101.00	0.10886	0.54971	0.44085	0.55	75	4.5	0.161	0.000520	0.05	987.90	936.26	51.64	51.84
208	221X	206.50	1	206.50	0.22258	0.22258	0.00000	0.22	63	3.8	0.092	0.000228	0.05	987.85	929.98	57.87	58.12
208	209	10.00	1	10.00	0.01078	0.21827	0.20749	0.22	63	3.8	0.091	0.000220	0.00	987.90	932.87	55.03	55.23
209	210X	24.50	1	24.50	0.02641	0.02641	0.00000	0.03	63	3.8	0.011	0.000004	0.00	987.90	929.17	58.73	58.93
209	212	79.00	1	79.00	0.08515	0.18108	0.09593	0.18	63	3.8	0.075	0.000156	0.01	987.88	912.98	74.90	75.12
212	125X	64.00	1	64.00	0.06898	0.06898	0.00000	0.07	63	3.8	0.029	0.000026	0.00	987.88	903.16	84.72	84.94
212	213X	25.00	1	25.00	0.02695	0.02695	0.00000	0.03	63	3.8	0.011	0.000005	0.00	987.88	912.97	74.91	75.13
216	207//1 (BKV 8)	198.00	1	198.00	0.21342	9.63616	9.42275	9.64	140	8.3	0.806	0.004960	0.98	1015.4 9	950.49	65.00	65.00
207//1 (BKV 8)	199//1	58.00	1	58.00	0.06252	9.42275	9.36023	9.42	140	8.3	0.788	0.004758	0.28	1015.2 1	951.03	64.18	64.46
199//1	205 (BKV 9)	109.50	1	109.50	0.11803	1.06170	0.94368	1.06	90	5.4	0.216	0.000723	0.08	951.14	921.14	30.00	30.00
205 (BKV 9)	206X	60.00	1	60.00	0.06467	0.06467	0.00000	0.06	63	3.8	0.027	0.000023	0.00	951.14	925.28	25.86	25.86
205 (BKV 9)	125	109.50	1	109.50	0.11803	0.87900	0.76098	0.88	75	4.5	0.257	0.001239	0.14	951.00	903.16	47.84	47.98
125	124	50.50	1	50.50	0.05443	0.76098	0.70654	0.76	75	4.5	0.223	0.000949	0.05	950.96	904.03	46.93	47.11
124	126	183.00	1	183.00	0.19725	0.22851	0.03126	0.23	63	3.8	0.095	0.000240	0.04	950.91	916.06	34.85	35.08
126	127X	29.00	1	29.00	0.03126	0.03126	0.00000	0.03	63	3.8	0.013	0.000006	0.00	950.91	916.53	34.38	34.61
124	122	99.50	1	99.50	0.10725	0.47804	0.37079	0.48	75	4.5	0.140	0.000401	0.04	950.92	904.60	46.32	46.54
122	123X	226.50	1	226.50	0.24414	0.24414	0.00000	0.24	63	3.8	0.101	0.000271	0.06	950.86	900.90	49.96	50.24

122	121X	117.50	1	117.50	0.12665	0.12665	0.00000	0.13	63	3.8	0.053	0.000080	0.01	950.91	908.41	42.50	42.73
199//1	199	23.00	1	23.00	0.02479	8.29853	8.27374	8.30	140	8.3	0.694	0.003761	0.09	1015.1 3	952.55	62.58	62.94
199	300	20.00	1	20.00	0.02156	2.18484	2.16329	2.18	90	5.4	0.444	0.002753	0.06	1015.0 7	955.15	59.92	60.34
300	301X	130.50	1	130.50	0.14066	0.14066	0.00000	0.14	63	3.8	0.058	0.000098	0.01	1015.0 6	957.63	57.43	57.86
300	198	112.00	1	112.00	0.12072	2.02262	1.90190	2.02	90	5.4	0.411	0.002387	0.27	1014.8 1	970.86	43.95	44.63
198	198//1X	50.00	1	50.00	0.05389	0.05389	0.00000	0.05	63	3.8	0.022	0.000017	0.00	1014.8 0	970.80	44.00	44.69
198	196	72.00	1	72.00	0.07761	1.84801	1.77040	1.85	90	5.4	0.375	0.002019	0.15	1014.6 6	979.60	35.06	35.89
196	197X	45.00	1	45.00	0.04850	0.04850	0.00000	0.05	63	3.8	0.020	0.000014	0.00	1014.6 6	977.96	36.70	37.53
196	194	41.50	1	41.50	0.04473	1.72190	1.67717	1.72	90	5.4	0.350	0.001772	0.07	1014.5 9	989.96	24.63	25.53
194	195X	45.50	1	45.50	0.04904	0.04904	0.00000	0.05	63	3.8	0.020	0.000014	0.00	1014.5 9	999.09	15.50	16.40
194	193	101.50	1	101.50	0.10940	1.62812	1.51872	1.63	90	5.4	0.331	0.001597	0.16	1014.4 2	972.99	41.43	42.50
193	190X	349.50	1	349.50	0.37672	0.37672	0.00000	0.38	63	3.8	0.156	0.000605	0.21	1014.2 1	967.91	46.30	47.58
193	191	31.00	1	31.00	0.03341	1.14200	1.10859	1.14	75	4.5	0.334	0.002012	0.06	1014.3 6	969.10	45.26	46.39
191	192X	51.50	1	51.50	0.05551	0.05551	0.00000	0.06	63	3.8	0.023	0.000017	0.00	1014.3 6	965.05	49.31	50.44
191	190	22.50	1	22.50	0.02425	1.05308	1.02883	1.05	75	4.5	0.308	0.001732	0.04	1014.3 2	967.91	46.41	47.58

190	189	26.50	1	26.50	0.02856	1.02883	1.00026	1.03	75	4.5	0.301	0.001659	0.04	1014.2 8	968.14	46.14	47.35
189	179	130.50	1	130.50	0.14066	0.33522	0.19456	0.34	63	3.8	0.139	0.000488	0.06	1014.2 2	953.88	60.34	61.61
179	180X	34.50	1	34.50	0.03719	0.03719	0.00000	0.04	63	3.8	0.015	0.000008	0.00	1014.2 1	946.43	67.78	69.06
179	177	92.00	1	92.00	0.09916	0.15737	0.05821	0.16	63	3.8	0.065	0.000120	0.01	1014.2 0	945.68	68.52	69.81
177	178X	25.00	1	25.00	0.02695	0.02695	0.00000	0.03	63	3.8	0.011	0.000005	0.00	1014.2 0	943.85	70.35	71.64
177	176X	29.00	1	29.00	0.03126	0.03126	0.00000	0.03	63	3.8	0.013	0.000006	0.00	1014.2 0	943.78	70.42	71.71
189	187	9.00	1	9.00	0.00970	0.66505	0.65535	0.67	75	4.5	0.194	0.000739	0.01	1014.2 7	969.41	44.86	46.08
187	188X	44.00	1	44.00	0.04743	0.04743	0.00000	0.05	63	3.8	0.020	0.000013	0.00	1014.2 7	975.95	38.32	39.54
187	185	136.00	1	136.00	0.14659	0.60792	0.46133	0.61	75	4.5	0.178	0.000626	0.09	1014.1 9	974.65	39.54	40.84
185	186X	111.00	1	111.00	0.11964	0.11964	0.00000	0.12	63	3.8	0.050	0.000072	0.01	1014.1 8	986.19	27.99	29.30
185	174	181.50	1	181.50	0.19563	0.34168	0.14605	0.34	75	4.5	0.100	0.000215	0.04	1014.1 5	951.58	62.57	63.91
174	175X	65.00	1	65.00	0.07006	0.07006	0.00000	0.07	63	3.8	0.029	0.000027	0.00	1014.1 5	946.20	67.95	69.29
174	173X	70.50	1	70.50	0.07599	0.07599	0.00000	0.08	63	3.8	0.032	0.000031	0.00	1014.1 5	950.76	63.39	64.73
199	183	132.50	1	132.50	0.14282	6.08889	5.94607	6.09	125	7.4	0.639	0.003677	0.49	1014.6 4	939.40	75.24	76.09
183	184X	50.50	1	50.50	0.05443	0.05443	0.00000	0.05	63	3.8	0.023	0.000017	0.00	1014.6 4	935.30	79.34	80.19

183	182	23.00	1	23.00	0.02479	5.89164	5.86685	5.89	125	7.4	0.618	0.003460	0.08	1014.5 6	941.32	73.24	74.17
182	180	72.50	1	72.50	0.07815	0.10024	0.02210	0.10	63	3.8	0.042	0.000052	0.00	1014.5 6	946.43	68.13	69.06
180	181X	20.50	1	20.50	0.02210	0.02210	0.00000	0.02	63	3.8	0.009	0.000003	0.00	1014.5 6	949.17	65.39	66.32
182	176	60.00	1	60.00	0.06467	5.76661	5.70194	5.77	110	6.6	0.784	0.006252	0.38	1014.1 9	943.73	70.46	71.76
176	175	70.00	1	70.00	0.07545	5.70194	5.62648	5.70	110	6.6	0.775	0.006123	0.43	1013.7 6	946.20	67.56	69.29
175	173	62.00	1	62.00	0.06683	5.62648	5.55966	5.63	110	6.6	0.765	0.005974	0.37	1013.3 9	950.76	62.63	64.73
173	171	34.00	1	34.00	0.03665	5.55966	5.52301	5.56	110	6.6	0.756	0.005843	0.20	1013.1 9	949.95	63.24	65.54
171	172X	159.00	1	159.00	0.17138	0.17138	0.00000	0.17	63	3.8	0.071	0.000141	0.02	1013.1 7	973.13	40.04	42.36
171	170	51.00	1	51.00	0.05497	5.35163	5.29666	5.35	110	6.6	0.728	0.005445	0.28	1012.9 1	952.48	60.43	63.01
170	157 (BKV 10)	134.50	1	134.50	0.14497	0.74912	0.60415	0.75	75	4.5	0.219	0.000922	0.12	961.73	941.73	20.00	20.00
157 (BKV 10)	158X	116.00	1	116.00	0.12503	0.12503	0.00000	0.13	63	3.8	0.052	0.000079	0.01	961.72	938.69	23.03	23.04
157 (BKV 10)	153	158.50	1	158.50	0.17084	0.47911	0.30827	0.48	75	4.5	0.140	0.000403	0.06	961.67	929.10	32.57	32.63
153	128	87.00	1	87.00	0.09377	0.30827	0.21450	0.31	63	3.8	0.128	0.000418	0.04	961.63	928.00	33.63	33.73
128	129X	63.50	1	63.50	0.06844	0.06844	0.00000	0.07	63	3.8	0.028	0.000026	0.00	961.63	923.70	37.93	38.03
128	126X	135.50	1	135.50	0.14605	0.14605	0.00000	0.15	63	3.8	0.061	0.000105	0.01	961.62	916.06	45.56	45.67

170	166	74.50	1	74.50	0.08030	4.54754	4.46723	4.55	110	6.6	0.618	0.004027	0.30	1012.6 1	966.53	46.08	48.96
166	159X	125.00	1	125.00	0.13473	0.13473	0.00000	0.13	63	3.8	0.056	0.000090	0.01	1012.6 0	943.71	68.89	71.78
166	165	40.00	1	40.00	0.04311	4.33250	4.28939	4.33	110	6.6	0.589	0.003682	0.15	1012.4 6	973.00	39.46	42.49
165	200	33.00	1	33.00	0.03557	0.47480	0.43923	0.47	90	5.4	0.096	0.000163	0.01	1012.4 6	975.98	36.48	39.51
200	201X	18.00	1	18.00	0.01940	0.01940	0.00000	0.02	63	3.8	0.008	0.000002	0.00	1012.4 6	975.49	36.97	40.00
200	202	53.00	1	53.00	0.05713	0.41983	0.36270	0.42	90	5.4	0.085	0.000130	0.01	1012.4 5	976.49	35.96	39.00
202	202//1	151.50	1	151.50	0.16330	0.30989	0.14659	0.31	75	4.5	0.091	0.000180	0.03	1012.4 2	986.20	26.22	29.29
202	203X	49.00	1	49.00	0.05282	0.05282	0.00000	0.05	63	3.8	0.022	0.000016	0.00	1012.4 5	988.48	23.97	27.01
202//1	204X	71.00	1	71.00	0.07653	0.07653	0.00000	0.08	75	4.5	0.022	0.000013	0.00	1012.4 2	994.83	17.59	20.66
202//1	204//1X	65.00	1	65.00	0.07006	0.07006	0.00000	0.07	75	4.5	0.020	0.000011	0.00	1012.4 2	992.85	19.57	22.64
165	163	170.00	1	170.00	0.18324	3.81458	3.63135	3.81	110	6.6	0.519	0.002908	0.49	1011.9 7	979.22	32.75	36.27
163	161	35.50	1	35.50	0.03826	0.31474	0.27647	0.31	75	4.5	0.092	0.000185	0.01	1011.9 6	977.89	34.07	37.60
161	162X	19.00	1	19.00	0.02048	0.02048	0.00000	0.02	63	3.8	0.009	0.000003	0.00	1011.9 6	977.77	34.19	37.72
161	302	35.00	1	35.00	0.03773	0.25599	0.21827	0.26	63	3.8	0.106	0.000296	0.01	1011.9 5	977.04	34.91	38.45
302	303X	109.50	1	109.50	0.11803	0.11803	0.00000	0.12	63	3.8	0.049	0.000071	0.01	1011.9 4	966.33	45.61	49.16

302	160X	93.00	1	93.00	0.10024	0.10024	0.00000	0.10	63	3.8	0.042	0.000052	0.00	1011.9 5	977.39	34.56	38.10
163	164	24.50	1	24.50	0.02641	3.31661	3.29020	3.32	110	6.6	0.451	0.002245	0.06	1011.9 1	983.88	28.03	31.61
164	148	133.50	1	133.50	0.14390	2.79492	2.65102	2.79	110	6.6	0.380	0.001635	0.22	1011.7 0	979.52	32.18	35.97
148	160	25.50	1	25.50	0.02749	0.61061	0.58313	0.61	75	4.5	0.179	0.000631	0.02	1011.6 8	977.39	34.29	38.10
160	156	31.50	1	31.50	0.03395	0.58313	0.54918	0.58	75	4.5	0.171	0.000580	0.02	1011.6 6	969.08	42.58	46.41
156	155	206.00	1	206.00	0.22204	0.32498	0.10294	0.32	63	3.8	0.135	0.000460	0.09	1011.5 7	943.19	68.38	72.30
155	153X	95.50	1	95.50	0.10294	0.10294	0.00000	0.10	63	3.8	0.043	0.000055	0.01	1011.5 6	929.10	82.46	86.39
156	152	80.50	1	80.50	0.08677	0.22420	0.13743	0.22	63	3.8	0.093	0.000232	0.02	1011.6 4	954.03	57.61	61.46
152	151	83.00	1	83.00	0.08946	0.13743	0.04797	0.14	63	3.8	0.057	0.000094	0.01	1011.6 3	943.64	67.99	71.85
151	155X	44.50	1	44.50	0.04797	0.04797	0.00000	0.05	63	3.8	0.020	0.000013	0.00	1011.6 3	943.19	68.44	72.30
148	146	117.50	1	117.50	0.12665	2.04041	1.91376	2.04	110	6.6	0.277	0.000913	0.11	1011.5 9	971.19	40.40	44.30
146	147X	54.00	1	54.00	0.05821	0.05821	0.00000	0.06	63	3.8	0.024	0.000019	0.00	1011.5 9	969.21	42.38	46.28
146	142	27.00	1	27.00	0.02910	1.85555	1.82645	1.86	110	6.6	0.252	0.000766	0.02	1011.5 7	968.64	42.93	46.85
142	152X	154.00	1	154.00	0.16599	0.16599	0.00000	0.17	63	3.8	0.069	0.000133	0.02	1011.5 5	954.03	57.52	61.46
142	141	94.00	1	94.00	0.10132	1.66046	1.55914	1.66	110	6.6	0.226	0.000623	0.06	1011.5 1	959.62	51.89	55.87

141	149 (BKV 11)	158.00	1	158.00	0.17030	0.93883	0.76852	0.94	90	5.4	0.191	0.000576	0.09	974.24	944.24	30.00	30.00
149 (BKV 11)	135	75.00	1	75.00	0.08084	0.24306	0.16222	0.24	63	3.8	0.101	0.000269	0.02	974.22	935.91	38.31	38.33
135	137X	62.00	1	62.00	0.06683	0.06683	0.00000	0.07	63	3.8	0.028	0.000025	0.00	974.22	946.28	27.94	27.96
135	130X	88.50	1	88.50	0.09539	0.09539	0.00000	0.10	63	3.8	0.040	0.000048	0.00	974.22	929.81	44.41	44.43
149 (BKV 11)	150	83.50	1	83.50	0.09000	0.52546	0.43546	0.53	75	4.5	0.154	0.000478	0.04	974.20	945.54	28.66	28.70
150	151X	9.50	1	9.50	0.01024	0.01024	0.00000	0.01	63	3.8	0.004	0.000001	0.00	974.20	943.64	30.56	30.60
150	266	71.00	1	71.00	0.07653	0.42522	0.34869	0.43	75	4.5	0.124	0.000323	0.02	974.18	936.42	37.76	37.82
266	267X	30.00	1	30.00	0.03234	0.03234	0.00000	0.03	63	3.8	0.013	0.000006	0.00	974.18	935.52	38.66	38.72
266	130	44.00	1	44.00	0.04743	0.31636	0.26893	0.32	75	4.5	0.093	0.000187	0.01	974.17	929.81	44.36	44.43
130	128X	38.50	1	38.50	0.04150	0.04150	0.00000	0.04	63	3.8	0.017	0.000010	0.00	974.17	928.00	46.17	46.24
130	131	81.00	1	81.00	0.08731	0.22743	0.14012	0.23	75	4.5	0.067	0.000101	0.01	974.16	920.29	53.87	53.95
131	132X	20.50	1	20.50	0.02210	0.02210	0.00000	0.02	63	3.8	0.009	0.000003	0.00	974.16	919.79	54.37	54.45
131	133X	32.50	1	32.50	0.03503	0.03503	0.00000	0.04	63	3.8	0.015	0.000007	0.00	974.16	923.08	51.08	51.16
131	134X	77.00	1	77.00	0.08300	0.08300	0.00000	0.08	63	3.8	0.034	0.000037	0.00	974.16	922.63	51.53	51.61
141	139	183.50	1	183.50	0.19779	0.62031	0.42253	0.62	90	5.4	0.126	0.000267	0.05	1011.4 6	954.52	56.94	60.97
139	136	106.00	1	106.00	0.11425	0.42253	0.30827	0.42	75	4.5	0.124	0.000319	0.03	1011.4 3	946.44	64.99	69.05
136	138X	137.00	1	137.00	0.14767	0.14767	0.00000	0.15	63	3.8	0.061	0.000107	0.01	1011.4 1	930.40	81.01	85.09
136	135X	149.00	1	149.00	0.16060	0.16060	0.00000	0.16	63	3.8	0.067	0.000125	0.02	1011.3 9	935.91	75.48	79.58

164	164//1	8.50	1	8.50	0.00916	0.49528	0.48612	0.50	90	5.4	0.101	0.000176	0.00	1011.3 9	983.88	27.51	31.61
164//1	142//1	273.50	1	273.50	0.29480	0.48612	0.19132	0.49	75	4.5	0.142	0.000414	0.11	1011.2 8	968.64	42.64	46.85
142//1	145x	177.50	1	177.50	0.19132	0.19132	0.00000	0.19	63	3.8	0.079	0.000173	0.03	1011.2 5	974.77	36.48	40.72

