

**KANALİZASYON ŞEBEKELERİ**  
**İÇİN**  
**24 SAATLİK SİMÜLASYON YAPILMASI**

**Atıf SELÇUK**

İnşaat Mühendisi  
Ortadoğu Teknik Üniversitesi-1981  
atifselcuk@ankisoft.com.tr  
24.Ekim.2022

**ÖZET**

Bu çalışma; kanalizasyon şebekelerinin tasarımından sonra simülasyon yapılması, 24 saat boyunca deşarj debilerindeki ve boru doluluk oranlarındaki değişimi araştırmak için yapılmıştır. Deşarj debilerindeki bu saatlik değişimin, arıtma tesisinin tasarımında ve işletmesinde önemli bir faktör olduğu bilinen bir gerçektir. Bu çalışmada, kanalizasyon şebekelerinin tasarımı ve simülasyonu için geliştirilmiş olan **pissuCAD** programından faydalanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kanalizasyon Şebekesi, Pissu Şebekesi, Kanalizasyon Şebekesi Simülasyonu, Pissu Şebekesi Simülasyonu, Atıksu Arıtma Tesisi.

**ABSTRACT**

This study was done to investigate the discharge amounts and fullness ratios for 24 hours period after the design works of the wastewater network. The distribution of the discharges is very important factor to design the wastewater treatment plant and the operation of it. The software **pissuCAD** is used at this study (which is developed to design and simulate the wastewater networks).

**Keywords:** Wastewater Network, Sewerage Network, Wastewater Network Simulation, Sewerage Network Simulation, Wastewater Treatment Plant.

## 1) ÖRNEK PROJELER

Bu çalışmaya temel olması için, 3 adet kanalizasyon şebeke projesi ilgili firmadan temin edilmiştir. Bu şebekelere ait bilgiler aşağıda sunulmuştur.

- 1) **Çorum Kanalizasyon Şebekesi:** 1,082 km. lik şebeke Ø200-Ø1600 çaplarından oluşmaktadır. Şebekede 26,753 adet boru bulunmaktadır. Şebekenin tasarım debisi Qkanalizasyon=2,010 lt/sn. dir.
- 2) **Sorgun Kanalizasyon Şebekesi:** 541 km. lik şebeke Ø200-Ø1400 çaplarından oluşmaktadır. Şebekede 13,323 adet boru bulunmaktadır. Şebekenin tasarım debisi Qkanalizasyon=297 lt/sn. dir.
- 3) **Osmaniye Kanalizasyon Şebekesi:** 722 km. lik şebeke Ø200-Ø1400 çaplarından oluşmaktadır. Şebekede 17,499 adet boru bulunmaktadır. Şebekenin tasarım debisi Qkanalizasyon=1,872 lt/sn. dir.

## 2) ŞEBEKE SİMÜLASYONU

Her 3 şebeke için ayrı ayrı simülasyon çalışması yapılmıştır. Bu çalışmalarda, İller Bankası tarafından hazırlanmış olan **İçmesuyu Tesisleri Etüt, Fizibilite Ve Projelerinin Hazırlanmasına Ait Teknik Şartname-2013 [1]** kriterleri baz alınmıştır.

Bilindiği üzere bir beldenin içmesuyu ihtiyacı; nüfusa, coğrafi konuma, sosyo-kültürel yapıya, gelecekteki nüfus tahminlerine vs. bağlı olarak hesaplanır. Bu **ihtiyaç debisi** olarak adlandırılır.

Bir kanalizasyon projesi tasarlanırken bu ihtiyaç debisinin 2 katı **kanalizasyon tasarım debisi** (Qkanalizasyon) olarak kullanılır. Yani kanalizasyon şebekeleri tasarımında **pik faktörü = 2.00** dir.

## 3) SİMÜLASYON KRİTERLERİ

- 1) Simülasyon sırasında Qkanalizasyon, (1/pik faktörü=1/2) ile çarpılarak kullanılmıştır. Yani Qkanalizasyonun yarısı alınmıştır ve bu debi **simülasyon debisi** (Qsimülasyon) olarak adlandırılmıştır.

2) Qsimülasyon, içmesuyu şebekelerinin simülasyonunda kullanılan **saatlik pik faktörler** ile çarpılarak kanalizasyon simülasyonda kullanılmıştır. Her 3 belde de nüfus olarak 100,000'in üzerinde olduğu için, aşağıdaki tablonun son satırı dikkate alınmıştır.

**Tablo 5.4: Ortalama Gündeki Saatlik Dalgalanma \***

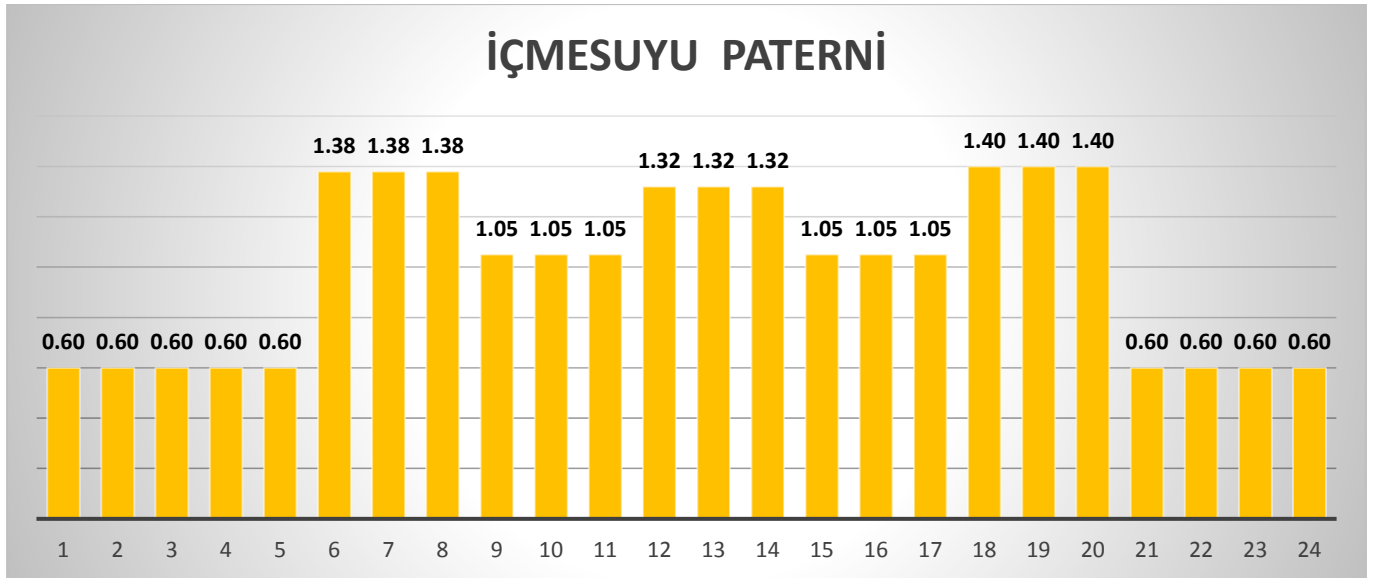
| Nüfus<br>(1000 kişi) | Pik<br>Faktör | Saatler |      |       |       |       |      |
|----------------------|---------------|---------|------|-------|-------|-------|------|
|                      |               | 6-9     | 9-12 | 12-15 | 15-18 | 18-21 | 21-6 |
| <5                   | 1.75          | 1.72    | 0.82 | 1.70  | 0.81  | 1.75  | 0.40 |
| 5-10                 | 1.68          | 1.65    | 0.87 | 1.62  | 0.86  | 1.68  | 0.44 |
| 10-25                | 1.61          | 1.58    | 0.91 | 1.55  | 0.91  | 1.61  | 0.48 |
| 25-50                | 1.54          | 1.52    | 0.96 | 1.47  | 0.95  | 1.54  | 0.52 |
| 50-100               | 1.47          | 1.45    | 1.00 | 1.40  | 1.00  | 1.47  | 0.56 |
| >100                 | 1.40          | 1.38    | 1.05 | 1.32  | 1.05  | 1.40  | 0.60 |

\*Seçilen  $PF_{maks-gün}$ 'e göre bu saatlik dalgalanmalar güncellenecektir.

**Ortalama gün tüketim katsayılarının saatlik ortalamasının 1.00 olmasına dikkat edilmelidir.**

(Bakınız: [1], Sayfa-36)

**GRAFİK-1: KULLANILACAK İÇMESUYU PATERNİ**



- 3) Kanalizasyon projesinde kullanılmış olan tüm uğdebiler 2.00'a bölüdükten sonra, içmesuyu **saatlik pik faktörleri** ile çarpılarak kullanılmıştır.
- 4) Terfi merkezleri ve fosseptiklerden gelen debilerin (kendi şebekelerinin simülasyonundan sonra oluşan) ötelenmiş değerleri kullanılmıştır.

#### 4) SAATLİK PİK FAKTÖRLERİ ve SAATİK DEBİLER

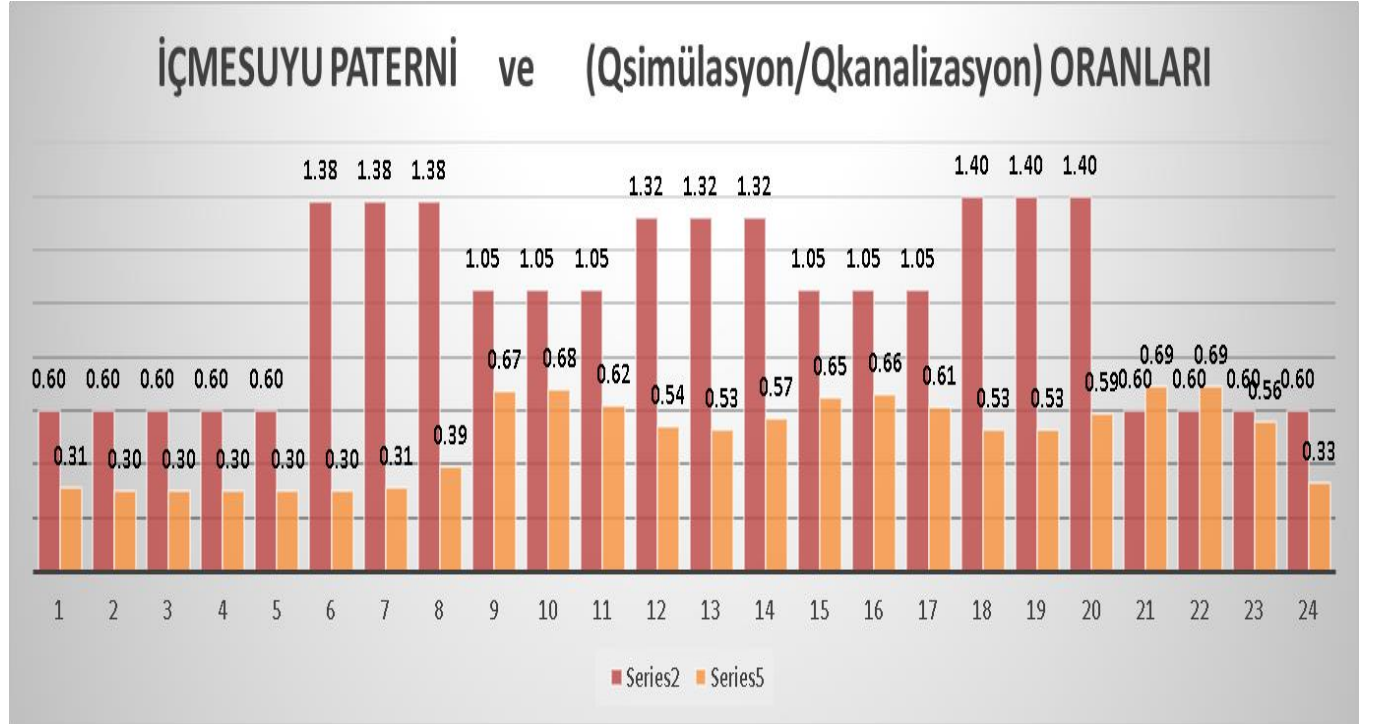
Çorum için kullanılan saatlik pik faktörleri, saatlik Qsimülasyon debilerinin Qkanalizasyona oranları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

**TABLO-1: ÇORUM SİMÜLASYON DEBİLERİ**

| SAAT      | İÇMESUYU PATERNİ | KANALİZASYON Qk | SİMÜLASYON Qs   | Qs/Qk |
|-----------|------------------|-----------------|-----------------|-------|
| 1         | 0.60             | <b>2010.000</b> | 623.365         | 0.31  |
| 2         | 0.60             |                 | 605.049         | 0.30  |
| <b>3</b>  | 0.60             |                 | <b>602.821</b>  | 0.30  |
| 4         | 0.60             |                 | 602.821         | 0.30  |
| 5         | 0.60             |                 | 602.821         | 0.30  |
| 6         | 1.38             |                 | 606.650         | 0.30  |
| 7         | 1.38             |                 | 625.573         | 0.31  |
| 8         | 1.38             |                 | 793.841         | 0.39  |
| 9         | 1.05             |                 | 1345.010        | 0.67  |
| <b>10</b> | 1.05             |                 | <b>1373.962</b> | 0.68  |
| 11        | 1.05             |                 | 1256.040        | 0.62  |
| 12        | 1.32             |                 | 1076.313        | 0.54  |
| 13        | 1.32             |                 | 1065.040        | 0.53  |
| 14        | 1.32             |                 | 1149.382        | 0.57  |
| 15        | 1.05             |                 | 1311.720        | 0.65  |
| <b>16</b> | 1.05             |                 | <b>1316.922</b> | 0.66  |
| 17        | 1.05             |                 | 1223.270        | 0.61  |
| 18        | 1.40             |                 | 1073.688        | 0.53  |
| 19        | 1.40             |                 | 1067.360        | 0.53  |
| 20        | 1.40             |                 | 1180.322        | 0.59  |
| <b>21</b> | 0.60             |                 | <b>1384.850</b> | 0.69  |
| 22        | 0.60             |                 | 1380.139        | 0.69  |
| 23        | 0.60             |                 | 1120.087        | 0.56  |
| 24        | 0.60             |                 | 669.368         | 0.33  |

Simülasyon sonuçları grafiksel olarak aşağıda sunulmuştur.

**GRAFİK-2: ÇORUM BİRLEŞİK GRAFİK**



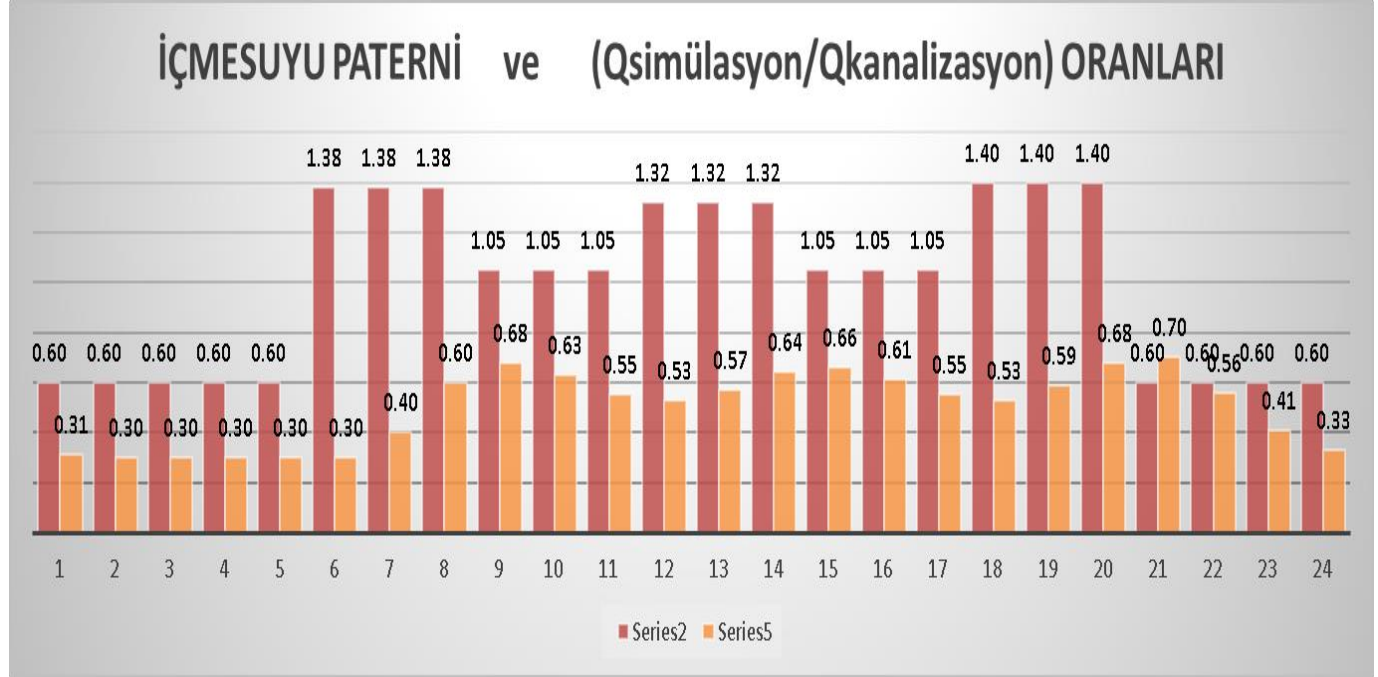
Sorgun için kullanılan saatlik pik faktörleri, saatlik Qsimülasyon debilerinin Qkanalizasyona oranları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

**TABLO-2** SORGUN SİMÜLASYON DEBİLERİ

| SAAT      | İÇMESUYU PATERNİ | KANALİZASYON Qk | SİMÜLASYON Qs  | Qs/Qk |
|-----------|------------------|-----------------|----------------|-------|
| 1         | 0.60             | <b>297.000</b>  | 90.761         | 0.31  |
| <b>2</b>  | 0.60             |                 | <b>89.394</b>  | 0.30  |
| 3         | 0.60             |                 | 89.394         | 0.30  |
| 4         | 0.60             |                 | 89.345         | 0.30  |
| 5         | 0.60             |                 | 89.345         | 0.30  |
| 6         | 1.38             |                 | 89.416         | 0.30  |
| 7         | 1.38             |                 | 118.955        | 0.40  |
| 8         | 1.38             |                 | 179.128        | 0.60  |
| <b>9</b>  | 1.05             |                 | <b>202.457</b> | 0.68  |
| 10        | 1.05             |                 | 186.955        | 0.63  |
| 11        | 1.05             |                 | 164.539        | 0.55  |
| 12        | 1.32             |                 | 157.965        | 0.53  |
| 13        | 1.32             |                 | 170.154        | 0.57  |
| 14        | 1.32             |                 | 190.273        | 0.64  |
| <b>15</b> | 1.05             |                 | <b>195.442</b> | 0.66  |
| 16        | 1.05             |                 | 181.682        | 0.61  |
| 17        | 1.05             |                 | 163.384        | 0.55  |
| 18        | 1.40             |                 | 157.805        | 0.53  |
| 19        | 1.40             |                 | 174.613        | 0.59  |
| 20        | 1.40             |                 | 200.897        | 0.68  |
| <b>21</b> | 0.60             |                 | <b>206.485</b> | 0.70  |
| 22        | 0.60             |                 | 167.176        | 0.56  |
| 23        | 0.60             |                 | 122.835        | 0.41  |
| 24        | 0.60             |                 | 98.324         | 0.33  |

Simülasyon sonuçları grafiksel olarak aşağıda sunulmuştur.

**GRAFİK-3** SORGUN BİRLEŞİK GRAFİK





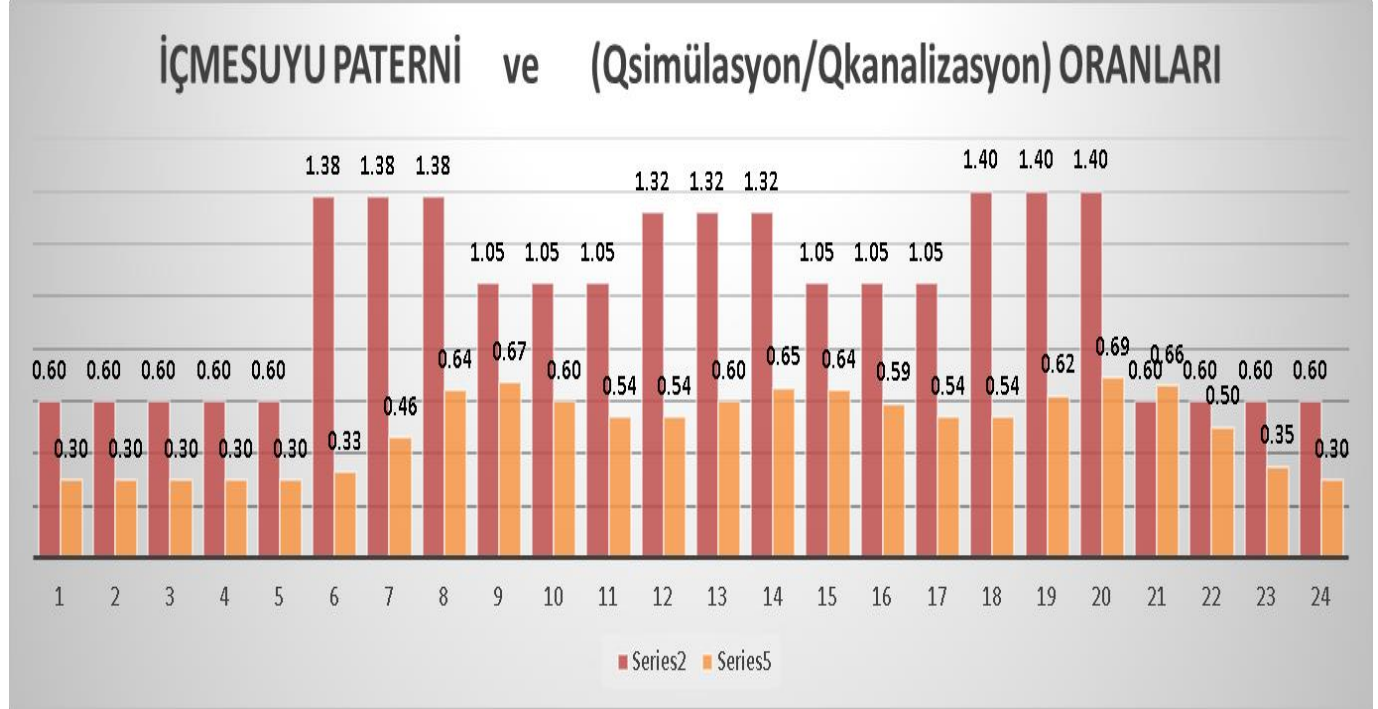
Osmaniye için kullanılan saatlik pik faktörleri, saatlik Qsimülasyon debilerinin Qkanalizasyona oranları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

**TABLO-3** OSMANİYE SİMÜLASYON DEBİLERİ

| SAAT      | İÇMESUYU<br>PATERNİ | KANALİZASYON<br>Qk | SİMÜLASYON<br>Qs | Qs/Qk       |
|-----------|---------------------|--------------------|------------------|-------------|
| <b>1</b>  | 0.60                | <b>1872.000</b>    | <b>560.304</b>   | <b>0.30</b> |
| 2         | 0.60                |                    | 560.304          | 0.30        |
| 3         | 0.60                |                    | 560.304          | 0.30        |
| 4         | 0.60                |                    | 560.304          | 0.30        |
| 5         | 0.60                |                    | 560.304          | 0.30        |
| 6         | 1.38                |                    | 609.148          | 0.33        |
| 7         | 1.38                |                    | 869.621          | 0.46        |
| 8         | 1.38                |                    | 1192.683         | 0.64        |
| <b>9</b>  | <b>1.05</b>         |                    | <b>1255.385</b>  | <b>0.67</b> |
| 10        | 1.05                |                    | 1122.344         | 0.60        |
| 11        | 1.05                |                    | 1009.003         | 0.54        |
| 12        | 1.32                |                    | 1004.166         | 0.54        |
| 13        | 1.32                |                    | 1115.434         | 0.60        |
| <b>14</b> | <b>1.32</b>         |                    | <b>1212.043</b>  | <b>0.65</b> |
| 15        | 1.05                |                    | 1194.489         | 0.64        |
| 16        | 1.05                |                    | 1098.079         | 0.59        |
| 17        | 1.05                |                    | 1004.630         | 0.54        |
| 18        | 1.40                |                    | 1011.464         | 0.54        |
| 19        | 1.40                |                    | 1158.360         | 0.62        |
| <b>20</b> | <b>1.40</b>         |                    | <b>1283.538</b>  | <b>0.69</b> |
| 21        | 0.60                |                    | 1228.302         | 0.66        |
| 22        | 0.60                |                    | 929.058          | 0.50        |
| 23        | 0.60                |                    | 658.459          | 0.35        |
| 24        | 0.60                |                    | 562.876          | 0.30        |

Simülasyon sonuçları grafiksel olarak aşağıda sunulmuştur.

**GRAFİK-4** OSMANİYE BİRLEŞİK GRAFİK



## 5) DOLULUK ORANLARI

Bu projelerdeki maksimum doluluk oranları (İlbank), proje doluluk oranları ve simülasyon doluluk oranları aşağıdaki tablolarda özetlenmiştir.

**TABLO-4** ÇORUM DOLULUK ORANLARI

| ANMA<br>ÇAPI | DOLULUK ORANLARI (%) |       |      |        |            |      |        |              |
|--------------|----------------------|-------|------|--------|------------|------|--------|--------------|
|              | İLBANK<br>MAKS       | PROJE |      |        | SİMÜLASYON |      |        | FARK<br>MAKS |
|              |                      | MİN   | MAKS | AVERAJ | MİN        | MAX  | AVERAJ |              |
| 400          | 60                   | 16.1  | 59.8 | 35.3   | 13.7       | 48.1 | 29.2   | 11.7         |
| 500          | 60                   | 17.5  | 59.1 | 36.2   | 14.8       | 47.6 | 30.0   | 11.5         |
| 600          | 60                   | 17.5  | 58.4 | 40.8   | 14.7       | 47.1 | 33.5   | 11.3         |
| 800          | 60                   | 23.3  | 57.9 | 38.2   | 19.6       | 46.7 | 31.5   | 11.2         |
| 1000         | 70                   | 26.0  | 68.5 | 45.7   | 21.8       | 53.9 | 37.2   | 14.6         |
| 1200         | 70                   | 23.0  | 60.0 | 45.1   | 19.3       | 48.1 | 36.7   | 11.9         |
| 1400         | 80                   | 27.1  | 68.2 | 53.9   | 22.6       | 53.6 | 43.0   | 14.6         |
| 1600         | 80                   | 27.8  | 79.6 | 59.4   | 23.1       | 59.7 | 46.7   | 19.9         |

En uzun güzergah boyu : 20,354 m.  
Minimum seyahat süresi : 5:35 (11:00 simülasyonu).  
Maksimum seyahat süresi : 7:07 (04:00, 05:00, 06:00 simülasyonları).  
Minimum deşarj debisi : 602.821 lt/sn (03:00, 04:00, 05:00 simülasyonları).  
Maksimum deşarj debisi : 1,384.850 lt/sn (21:00 simülasyonu).  
Kanalizasyon şebeke boyu: 1,122 km.  
Yağmursuyu şebeke boyu: 16 km.

**TABLO-5** SORGUN DOLULUK ORANLARI

| ANMA<br>ÇAPI | DOLULUK ORANLARI (%) |       |      |        |            |      |        | FARK<br>MAKS |
|--------------|----------------------|-------|------|--------|------------|------|--------|--------------|
|              | İLBANK<br>MAKS       | PROJE |      |        | SİMÜLASYON |      |        |              |
|              |                      | MİN   | MAKS | AVERAJ | MİN        | MAX  | AVERAJ |              |
| 400          | 60                   | 5.6   | 56.8 | 26.1   | 4.8        | 46.0 | 21.7   | 10.8         |
| 500          | 60                   | 4.8   | 44.7 | 19.9   | 4.1        | 36.8 | 16.6   | 7.9          |
| 600          | 60                   | 3.5   | 27.9 | 20.9   | 3.0        | 23.3 | 17.6   | 4.6          |
| 800          | 60                   | 12.0  | 28.3 | 21.1   | 10.2       | 23.6 | 17.8   | 4.7          |
| 1000         | 70                   | 14.0  | 33.4 | 22.2   | 11.7       | 27.6 | 18.5   | 5.8          |
| 1200         | 70                   | 12.2  | 30.1 | 20.5   | 10.3       | 25.0 | 17.1   | 5.1          |
| 1400         | 80                   | 13.2  | 28.6 | 24.5   | 11.1       | 23.7 | 20.4   | 4.9          |

En uzun güzergah boyu : 11,033 m.  
Minimum seyahat süresi : 4:34 (10:00 simülasyonu).  
Maksimum seyahat süresi : 5:56 (02:00, 03:00, 04:00, 05:00 , 06:00 simülasyonları).  
Minimum deşarj debisi : 89.345 lt/sn (04:00, 05:00 simülasyonları).  
Maksimum deşarj debisi : 206.485 lt/sn (21:00 simülasyonu).  
Kanalizasyon şebeke boyu: 542 km.  
Yağmursuyu şebeke boyu: 59 km.

**TABLO-6** OSMANİYE DOLULUK ORANLARI

| ANMA<br>ÇAPI | DOLULUK ORANLARI (%) |       |      |        |            |      |        | FARK<br>MAKS |
|--------------|----------------------|-------|------|--------|------------|------|--------|--------------|
|              | İLBANK<br>MAKS       | PROJE |      |        | SİMÜLASYON |      |        |              |
|              |                      | MİN   | MAKS | AVERAJ | MİN        | MAX  | AVERAJ |              |
| 400          | 60                   | 19.4  | 59.9 | 40.9   | 16.4       | 48.3 | 33.6   | 11.6         |
| 500          | 60                   | 18.4  | 60.0 | 42.7   | 15.6       | 48.2 | 35.0   | 11.8         |
| 600          | 60                   | 21.9  | 60.0 | 47.0   | 18.4       | 48.2 | 38.4   | 11.8         |
| 800          | 60                   | 18.8  | 59.5 | 49.1   | 15.8       | 47.8 | 40.0   | 11.7         |
| 1000         | 60                   | 24.2  | 59.8 | 52.5   | 20.3       | 48.0 | 42.6   | 11.8         |
| 1200         | 70                   | 20.8  | 68.5 | 51.9   | 17.5       | 53.6 | 41.9   | 15.2         |
| 1400         | 80                   | 23.3  | 79.9 | 57.1   | 19.4       | 59.7 | 44.6   | 20.2         |

En uzun güzergah boyu : 13,489 m.  
Minimum seyahat süresi : 3:48 (21:00 simülasyonu).  
Maksimum seyahat süresi : 4:50 (01:00, 02:00, 03:00, 04:00, 05:00 simülasyonları).  
Minimum deşarj debisi : 560.304 lt/sn (01:00, 02:00, 03:00, 04:00, 05:00 simülasyonları).  
Maksimum deşarj debisi : 1,283.538 lt/sn (20:00 simülasyonu).  
Kanalizasyon şebeke boyu: 722 km.  
Yağmursuyu şebeke boyu: 279 km.

## 6) BORU YÜZDELERİ

Şebeke tasarımında kullanılan borulardan (toplayıcı ve kollektör niteliğinde olan) Ø400 ve üzerindeki çaplar ile doluluk oranları üzerinde istatistiksel bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar TABLO-7, TABLO-9 ve TABLO-11'de sunulmuştur

Şebekelerde kullanılan tip çapların doluluk oranlarını sadece 10 puan artırdığımızda şebekelerde nasıl bir değişiklik olacağı araştırılmıştır. Bu amaçla;

- 1) Ø400 borulardaki derinlikleri azalan borular
- 2) Ø500 borulardan Ø400'e düşebilecek borular
- 3) Ø600 borulardan Ø500'e düşebilecek borular
- 4) Ø800 borulardaki derinlikleri azalan borular
- 5) Ø1000 borulardaki derinlikleri azalan borular

6) Ø1200 borulardaki derinlikleri azalan borular

7) Ø1400 borulardaki derinlikleri azalan borular

8) Ø1600 borulardaki derinlikleri azalan borular

Tespit edilerek TABLO-8, TABLO-10 ve TABLO-12'de özetlenmiştir.

**TABLO-7: ÇORUM DOLULUK ORANLARINA GÖRE BORU SAYISI YÜZDELERİ**

| ANMA<br>ÇAPI | İLBANK<br>MAKS (%) | %0-10                   | %10-20 | %20-30 | %30-40 | %40-50 | %50-60 | %60-70 | %70-80 |
|--------------|--------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              |                    | BORU SAYISI YÜZDESİ (%) |        |        |        |        |        |        |        |
| 400          | 60                 | 0                       | 4      | 30     | 36     | 20     | 10     | 0      | 0      |
| 500          | 60                 | 0                       | 1      | 36     | 23     | 26     | 13     | 0      | 0      |
| 600          | 60                 | 0                       | 2      | 23     | 19     | 20     | 36     | 0      | 0      |
| 800          | 60                 | 0                       | 0      | 26     | 30     | 32     | 13     | 0      | 0      |
| 1000         | 70                 | 0                       | 0      | 16     | 24     | 11     | 36     | 13     | 0      |
| 1200         | 70                 | 0                       | 0      | 24     | 13     | 9      | 53     | 0      | 0      |
| 1400         | 80                 | 0                       | 0      | 22     | 11     | 0      | 0      | 67     | 0      |
| 1600         | 80                 | 0                       | 0      | 13     | 8      | 6      | 7      | 36     | 31     |

Doluluk oranları dağılımı düzensizlik göstermektedir. Ø400, Ø500 ve Ø600 çaplarda doluluk oranlarının 10 puan artırılması halinde, bir küçük çapa geçmelerin yaşanacağı görülmüştür. Ø800 ve daha büyük çaplar için yapılacak olan 10 puanlık artışın, kazı derinliklerini (ciddi oranda) azaltacağı tespit edilmiştir.

**TABLO-8 ÇORUM BORU BOYLARI**

| ANMA<br>ÇAPI  | PROJE BOYU (L) |           |          |               |               | DEĞİŞEN<br>BOY (Ld) | Ld/L1+2<br>ORANI |
|---------------|----------------|-----------|----------|---------------|---------------|---------------------|------------------|
|               | 1. KADEME      | 2. KADEME | MEVCUT   | TOPLAM        | 1+2           |                     |                  |
| 400           | 23,814         | 0         | 0        | 23,814        | 23,814        | 6,687               | 28               |
| 500           | 9,262          | 0         | 0        | 9,262         | 9,262         | 8,174               | 88               |
| 600           | 3,688          | 0         | 0        | 3,688         | 3,688         | 3,688               | 100              |
| 800           | 11,945         | 0         | 0        | 11,945        | 11,945        | 4,916               | 41               |
| 1000          | 3,113          | 0         | 0        | 3,113         | 3,113         | 1,917               | 62               |
| 1200          | 3,355          | 0         | 0        | 3,355         | 3,355         | 649                 | 19               |
| 1400          | 613            | 0         | 0        | 613           | 613           | 356                 | 58               |
| 1600          | 6,460          | 0         | 0        | 6,460         | 6,460         | 5,025               | 78               |
| <b>TOPLAM</b> | <b>62,250</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>62,250</b> | <b>62,250</b> | <b>31,412</b>       | <b>50</b>        |

**TABLO-9: SORGUN DOLULUK ORANLARINA GÖRE BORU SAYISI YÜZDELERİ**

| ANMA<br>ÇAPI | İLBANK<br>MAKS (%) | %0-10                   | %10-20 | %20-30 | %30-40 | %40-50 | %50-60 | %60-70 | %70-80 |
|--------------|--------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              |                    | BORU SAYISI YÜZDESİ (%) |        |        |        |        |        |        |        |
| 400          | 60                 | 6                       | 42     | 19     | 15     | 4      | 14     | 0      | 0      |
| 500          | 60                 | 21                      | 48     | 12     | 6      | 12     | 0      | 0      | 0      |
| 600          | 60                 | 9                       | 18     | 74     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 800          | 60                 | 0                       | 31     | 69     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 1000         | 70                 | 0                       | 42     | 50     | 8      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 1200         | 70                 | 0                       | 67     | 31     | 2      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 1400         | 80                 | 0                       | 6      | 94     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |

Doluluk oranları dağılımı düzensizlik göstermektedir. Ø400, Ø500 ve Ø600 çaplarda doluluk oranlarının 10 puan artırılması halinde, bir küçük çapa geçmelerin (çok az) yaşanacağı görülmüştür. Ø800 ve daha büyük çaplar için yapılacak olan 10 puanlık artışın, kazı derinliklerini (çok az da olsa) azaltacağı tespit edilmiştir. Bu şebekede mevcut borular çok fazla bulunmaktadır. Ve bu boruların çapları gereğinden fazla büyüktür. Bu proje bir kanıya varmak için uygun bir örnek değildir.

**TABLO-10 SORGUN BORU BOYLARI**

| ANMA<br>ÇAPI  | PROJE BOYU (L) |           |               |               |              | DEĞİŞEN<br>BOY (Ld) | Ld/L1+2<br>ORANI |
|---------------|----------------|-----------|---------------|---------------|--------------|---------------------|------------------|
|               | 1. KADEME      | 2. KADEME | MEVCUT        | TOPLAM        | 1+2          |                     |                  |
| 400           | 1,865          | 0         | 1,864         | 3,729         | 1,865        | 475                 | 25               |
| 500           | 393            | 0         | 1,010         | 1,403         | 393          | 0                   | 0                |
| 600           | 0              | 0         | 1,492         | 1,492         | 0            | 0                   | 0                |
| 800           | 0              | 0         | 1,160         | 1,160         | 0            | 0                   | 0                |
| 1000          | 0              | 0         | 577           | 577           | 0            | 0                   | 0                |
| 1200          | 0              | 0         | 2,441         | 2,441         | 0            | 0                   | 0                |
| 1400          | 0              | 0         | 2,453         | 2,453         | 0            | 0                   | 0                |
| <b>TOPLAM</b> | <b>2,258</b>   | <b>0</b>  | <b>10,997</b> | <b>13,255</b> | <b>2,258</b> | <b>475</b>          | <b>21</b>        |

**TABLO-11: OSMANİYE DOLULUK ORANLARINA GÖRE BORU SAYISI YÜZDELERİ**

| ANMA<br>ÇAPI | İLBANK<br>MAKS (%) | %0-10                   | %10-20 | %20-30 | %30-40 | %40-50 | %50-60 | %60-70 | %70-80 |
|--------------|--------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              |                    | BORU SAYISI YÜZDESİ (%) |        |        |        |        |        |        |        |
| 400          | 60                 | 0                       | 1      | 21     | 28     | 19     | 31     | 0      | 0      |
| 500          | 60                 | 0                       | 1      | 19     | 21     | 25     | 34     | 0      | 0      |
| 600          | 60                 | 0                       | 0      | 12     | 19     | 13     | 57     | 0      | 0      |
| 800          | 60                 | 0                       | 2      | 2      | 12     | 28     | 57     | 0      | 0      |
| 1000         | 60                 | 0                       | 0      | 7      | 2      | 7      | 83     | 0      | 0      |
| 1200         | 70                 | 0                       | 0      | 12     | 5      | 18     | 29     | 36     | 0      |
| 1400         | 80                 | 0                       | 0      | 13     | 16     | 0      | 13     | 25     | 33     |

Doluluk oranları dağılımı düzenlilik göstermektedir. Ø400, Ø500 ve Ø600 çaplarda doluluk oranlarının 10 puan artırılması halinde, bir küçük çapa geçmelerin yaşanacağı görülmüştür. Ø800 ve daha büyük çaplar için yapılacak olan 10 puanlık artışın, kazı derinliklerini (az da olsa) azaltacağı tespit edilmiştir.

**TABLO-12 OSMANİYE BORU BOYLARI**

| ANMA<br>ÇAPI  | PROJE BOYU (L) |              |          |               |               | DEĞİŞEN<br>BOY (Ld) | Ld/L1+2<br>ORANI |
|---------------|----------------|--------------|----------|---------------|---------------|---------------------|------------------|
|               | 1.KADEME       | 2.KADEME     | MEVCUT   | TOPLAM        | 1+2           |                     |                  |
| 400           | 13,785         | 2,652        | 0        | 16,437        | 16,437        | 1,324               | 8                |
| 500           | 13,765         | 19           | 0        | 13,784        | 13,784        | 5,865               | 43               |
| 600           | 6,949          | 0            | 0        | 6,949         | 6,949         | 2,492               | 36               |
| 800           | 2,415          | 0            | 0        | 2,415         | 2,415         | 1,200               | 50               |
| 1000          | 2,445          | 0            | 0        | 2,445         | 2,445         | 1,338               | 55               |
| 1200          | 3,067          | 0            | 0        | 3,067         | 3,067         | 1,318               | 43               |
| 1400          | 3,334          | 0            | 0        | 3,334         | 3,334         | 1,064               | 32               |
| <b>TOPLAM</b> | <b>45,760</b>  | <b>2,671</b> | <b>0</b> | <b>48,431</b> | <b>48,431</b> | <b>14,601</b>       | <b>30</b>        |



## 7) YENİ KABULLER ve SONUÇLARI

Kullanılan tip-çapların maksimum doluluk oranlarınının 10 puan artırılmasının uygun olacağı kanaatine varılmıştır. Önerilen maksimum doluluk oranları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

**TABLO-13** OSMANİYE ÖNERİLEN MAKSİMUM DOLULUK ORANLARI

| ANMA<br>ÇAPI | İLBANK<br>MAKS (%) | ÖNERİLEN<br>ARTIŞ | ÖNERİLEN<br>MAKS (%) |
|--------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| 400          | 60                 | 10                | 70                   |
| 500          | 60                 | 10                | 70                   |
| 600          | 60                 | 10                | 70                   |
| 800          | 60                 | 10                | 70                   |
| 1000         | 70                 | 10                | 80                   |
| 1200         | 70                 | 10                | 80                   |
| 1400         | 80                 | 0                 | 80                   |
| 1600         | 80                 | 0                 | 80                   |

Bu öneriler ışığında kanalizasyon şebekesi yeniden tasarlanmıştır. Tasarım öncesi ve sonrası doluluk oranları tablo olarak aşağıda sunulmuştur.

**TABLO-14** OSMANİYE DOLULUK ORANLARI (ÖNCEKİ)

| ANMA<br>ÇAPI | DOLULUK ORANLARI (%) |       |      |        |            |      |        | FARK<br>MAKS |
|--------------|----------------------|-------|------|--------|------------|------|--------|--------------|
|              | İLBANK<br>MAKS       | PROJE |      |        | SİMÜLASYON |      |        |              |
|              |                      | MİN   | MAKS | AVERAJ | MİN        | MAX  | AVERAJ |              |
| 400          | 60                   | 19.4  | 59.9 | 40.9   | 16.4       | 48.3 | 33.6   | 11.6         |
| 500          | 60                   | 18.4  | 60.0 | 42.7   | 15.6       | 48.2 | 35.0   | 11.8         |
| 600          | 60                   | 21.9  | 60.0 | 47.0   | 18.4       | 48.2 | 38.4   | 11.8         |
| 800          | 60                   | 18.8  | 59.5 | 49.1   | 15.8       | 47.8 | 40.0   | 11.7         |
| 1000         | 60                   | 24.2  | 59.8 | 52.5   | 20.3       | 48.0 | 42.6   | 11.8         |
| 1200         | 70                   | 20.8  | 68.5 | 51.9   | 17.5       | 53.6 | 41.9   | 15.2         |
| 1400         | 80                   | 23.3  | 79.9 | 57.1   | 19.4       | 59.7 | 44.6   | 20.2         |

**TABLO-15** OSMANİYE DOLULUK ORANLARI (SONRAKİ)

| ANMA<br>ÇAPI | DOLULUK ORANLARI (%) |       |      |        |            |      |        | FARK<br>MAKS |
|--------------|----------------------|-------|------|--------|------------|------|--------|--------------|
|              | ÖNERİ<br>MAKS (%)    | PROJE |      |        | SİMÜLASYON |      |        |              |
|              |                      | MİN   | MAKS | AVERAJ | MİN        | MAX  | AVERAJ |              |
| 400          | 70                   | 19.4  | 72.7 | 43.8   | 16.4       | 56.7 | 35.8   | 16.0         |
| 500          | 70                   | 20.7  | 74.1 | 48.9   | 17.5       | 57.5 | 39.8   | 16.6         |
| 600          | 70                   | 25.4  | 69.6 | 52.0   | 21.3       | 54.7 | 42.0   | 14.9         |
| 800          | 70                   | 29.3  | 70.0 | 59.1   | 24.5       | 54.9 | 47.2   | 15.1         |
| 1000         | 80                   | 24.7  | 78.8 | 58.1   | 20.7       | 60.0 | 46.4   | 18.8         |
| 1200         | 80                   | 27.1  | 79.1 | 55.3   | 22.6       | 58.7 | 43.6   | 20.4         |
| 1400         | 80                   | 25.9  | 79.9 | 63.4   | 21.3       | 59.8 | 49.1   | 20.1         |

Yukarıdaki iki tablodan da görüleceği gibi proje-averaj değerleri yaklaşık olarak %3-10 artmıştır. Simülasyon-averaj değerleri ise yaklaşık %2-%7 artmıştır.

Tasarım öncesi ve sonrası doluluk oranlarına göre boru sayısı yüzdeleri aşağıda sunulmuştur.

**TABLO-16: OSMANİYE DOLULUK ORANLARINA GÖRE BORU SAYISI YÜZDELERİ (ÖNCEKİ)**

| ANMA<br>ÇAPI | İLBANK<br>MAKS (%) | %0-10                   | %10-20 | %20-30 | %30-40 | %40-50 | %50-60 | %60-70 | %70-80 |
|--------------|--------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              |                    | BORU SAYISI YÜZDESİ (%) |        |        |        |        |        |        |        |
| 400          | 60                 | 0                       | 1      | 21     | 28     | 19     | 31     | 0      | 0      |
| 500          | 60                 | 0                       | 1      | 19     | 21     | 25     | 34     | 0      | 0      |
| 600          | 60                 | 0                       | 0      | 12     | 19     | 13     | 57     | 0      | 0      |
| 800          | 60                 | 0                       | 2      | 2      | 12     | 28     | 57     | 0      | 0      |
| 1000         | 60                 | 0                       | 0      | 7      | 2      | 7      | 83     | 0      | 0      |
| 1200         | 70                 | 0                       | 0      | 12     | 5      | 18     | 29     | 36     | 0      |
| 1400         | 80                 | 0                       | 0      | 13     | 16     | 0      | 13     | 25     | 33     |

**TABLO-17: OSMANİYE DOLULUK ORANLARINA GÖRE BORU SAYISI YÜZDELERİ (SONRAKİ)**

| ANMA<br>ÇAPI | ÖNERİ<br>MAKS (%) | %0-10                   | %10-20 | %20-30 | %30-40 | %40-50 | %50-60 | %60-70 | %70-80 |
|--------------|-------------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              |                   | BORU SAYISI YÜZDESİ (%) |        |        |        |        |        |        |        |
| 400          | 70                | 0                       | 0      | 16     | 29     | 20     | 19     | 15     | 0      |
| 500          | 70                | 0                       | 0      | 7      | 19     | 27     | 29     | 18     | 0      |
| 600          | 70                | 0                       | 0      | 7      | 20     | 5      | 33     | 36     | 0      |
| 800          | 70                | 0                       | 0      | 1      | 7      | 10     | 16     | 64     | 0      |
| 1000         | 80                | 0                       | 0      | 8      | 5      | 0      | 44     | 25     | 17     |
| 1200         | 80                | 0                       | 0      | 8      | 18     | 8      | 13     | 33     | 18     |
| 1400         | 80                | 0                       | 0      | 7      | 9      | 0      | 5      | 33     | 45     |

Yukarıdaki iki tablodan da görüleceği gibi maksimum-boru-sayısı-yüzdeleri genellikle bir üst guruba (bir sağ sütuna) kaymıştır. Bu dağılım şebeke borularının kapasitelerinin daha verimli kullanıldığını göstermektedir.

Bilindiği gibi bir şebekenin yaklaşık %90'ı Ø200 ve Ø300 çaplı borulardan oluşur. Bu nedenle, bu şebeke çapları dikkate alınmayarak, bir metraj ve keşif çalışması yapılmıştır. Sadece kazı hacmi, dolgu hacmi ve boru bedellerini kapsayan bir keşif hazırlanmıştır. Ø400-Ø1400 arası boruları içeren metraj ve keşif aşağıdaki tablolarda sunulmuştur (2022/3 birim fiyatları ile).

**TABLO-18** OSMANİYE BORU METRAJ VE KEŞİFLERİ

| ANMA ÇAPI     | BORU BOYU     | KAZI HACMİ     | DOLGU HACMİ    | BORU BEDELİ   | KAZI BEDELİ   | DOLGU BEDELİ  | TOPLAM BEDEL   |
|---------------|---------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| 400           | 16,437        | 53,155         | 50,033         | 7.150         | 3.688         | 10.251        | 21.089         |
| 500           | 13,784        | 57,538         | 53,058         | 18.421        | 3.503         | 19.098        | 41.022         |
| 600           | 6,949         | 42,914         | 39,597         | 8.738         | 3.601         | 7.246         | 19.585         |
| 800           | 2,415         | 21,675         | 19,780         | 4.658         | 1.339         | 3.582         | 9.579          |
| 1000          | 2,445         | 25,744         | 22,979         | 7.664         | 1.586         | 4.190         | 13.440         |
| 1200          | 3,067         | 37,664         | 32,520         | 13.859        | 2.335         | 5.949         | 22.143         |
| 1400          | 3,334         | 42,867         | 35,312         | 17.631        | 2.655         | 6.560         | 26.846         |
| <b>TOPLAM</b> | <b>48,431</b> | <b>281,557</b> | <b>253,279</b> | <b>78.121</b> | <b>18.707</b> | <b>56.876</b> | <b>153.704</b> |

**TABLO-19** OSMANİYE BORU METRAJ VE KEŞİFLERİ (+10 puan doluluk)

| ANMA ÇAPI     | BORU BOYU     | KAZI HACMİ     | DOLGU HACMİ    | BORU BEDELİ   | KAZI BEDELİ   | DOLGU BEDELİ  | TOPLAM BEDEL   |
|---------------|---------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| 400           | 22,130        | 70,459         | 65,968         | 9.619         | 4.726         | 13.162        | 27.507         |
| 500           | 10,559        | 47,108         | 43,639         | 16.587        | 2.880         | 17.353        | 36.820         |
| 600           | 4,998         | 31,825         | 29,520         | 6.288         | 1.932         | 5.387         | 13.607         |
| 800           | 2,915         | 26,855         | 24,626         | 5.627         | 1.658         | 4.450         | 11.735         |
| 1000          | 2,721         | 29,463         | 26,463         | 8.529         | 1.820         | 4.813         | 15.162         |
| 1200          | 2,750         | 29,556         | 24,669         | 12.427        | 1.816         | 4.578         | 18.821         |
| 1400          | 2,358         | 32,621         | 27,422         | 12.470        | 2.031         | 5.008         | 19.509         |
| <b>TOPLAM</b> | <b>48,431</b> | <b>267,887</b> | <b>242,307</b> | <b>71.547</b> | <b>16.863</b> | <b>54.751</b> | <b>143.161</b> |

**TABLO-20** OSMANİYE BORU METRAJ VE KEŞİFLERİ (FARK TABLOSU)

| ANMA ÇAPI     | BORU BOYU | KAZI HACMİ     | DOLGU HACMİ    | BORU BEDELİ   | KAZI BEDELİ   | DOLGU BEDELİ  | TOPLAM BEDEL   |
|---------------|-----------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| 400           | 5,693     | 17,304         | 15,935         | 2.469         | 1.038         | 2.911         | 6.418          |
| 500           | -3,225    | -10,430        | -9,419         | -1.834        | -0.623        | -1.745        | -4.202         |
| 600           | -1,951    | -11,089        | -10,077        | -2.450        | -1.669        | -1.859        | -5.978         |
| 800           | 500       | 5,180          | 4,846          | 0.969         | 0.319         | 0.868         | 2.156          |
| 1000          | 276       | 3,719          | 3,484          | 0.865         | 0.234         | 0.623         | 1.722          |
| 1200          | -317      | -8,108         | -7,851         | -1.432        | -0.519        | -1.371        | -3.322         |
| 1400          | -976      | -10,246        | -7,890         | -5.161        | -0.624        | -1.552        | -7.337         |
| <b>TOPLAM</b> | <b>0</b>  | <b>-13,670</b> | <b>-10,972</b> | <b>-6.574</b> | <b>-1.844</b> | <b>-2.125</b> | <b>-10.543</b> |

Maliyetteki azalma miktarı;  $10.543/153.704 = \%7$  dir.

## 8) SONUÇLARIN YORUMLANMASI ve ÖNERİLER

Yapılmış olan çalışmalar ışığında aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

- 1) 24 saatlik simülasyon sonucunda, simülasyon debisi, kanalizasyon debisinin %70'ini aşmamıştır. Yani hiçbir boruda beklenen debi oluşmamaktadır.
- 2) Kullanılan tip-çapların maksimum doluluk oranlarının 10 puan artırılması, şebeke tasarımına olumlu katkılar sağlamaktadır.

► Doluluk oran tablosu;

| ANMA<br>ÇAPI | İLBANK<br>MAKS (%) | ÖNERİLEN<br>ARTIŞ | ÖNERİLEN<br>MAKS (%) |
|--------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| 400          | 60                 | 10                | 70                   |
| 500          | 60                 | 10                | 70                   |
| 600          | 60                 | 10                | 70                   |
| 800          | 60                 | 10                | 70                   |
| 1000         | 70                 | 10                | 80                   |
| 1200         | 70                 | 10                | 80                   |
| 1400         | 80                 | 0                 | 80                   |
| 1600         | 80                 | 0                 | 80                   |

- 3) Doluluk oranlarının artırılması;

- Ø400, Ø500, Ø600, Ø800 ve Ø1000 hatların daha yatık eğimlerle gitmesine (daha az kazı derinliğine) imkan sağlamıştır.
- Ø1200, Ø1400 ve Ø1600 hatların tamamı, deşarj noktasına çok yaklaştığı için zaten minimum eğimle gimekteydiler. Bu nedenle kayda değer bir değişiklik olmamıştır. Kazı derinliği azalan borularda ise sebep, bu hatlara bağlanan daha küçük çaplı borulardaki derinlik azalmalarıdır.
- Boru kapasiteleri daha verimli kullanılmıştır.
- İmalat maliyetinde yaklaşık %7 oranında bir kazanç elde edilmiştir.

4) Simülasyon ile maksimum, minimum ve ortalama deşarj debilerinin bulunması;

- ▶ Arıtma tesisi tasarımında; havalandırma havuzu, anaerobik havuz ve çökeltme havuzunun boyutlarının küçülmesine imkan sağlar, hava ihtiyacı azalır. Bunun sonucunda da enerji ihtiyacı azalır.
- ▶ Boyutların küçülmesi nedeniyle arıtma tesisinin işletmesi daha çabuk dengeye oturur.

## 9) KAYNAKLAR

- [1] İller Bankası İçmesuyu Tesisleri Etüt, Fizibilite Ve Projelerinin Hazırlanmasına Ait Teknik Şartname (2013)
- [2] İller Bankası Kanalizasyon İşlerinin Planlanması ve Projelerinin Hazırlanmasına Ait TALİMATNAME (2002)
- [3] Vahap BALMAN, Hakkı Selim ERDEN, Kanalizasyon Tekniği (1975)
- [4] Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4<sup>th</sup> Edition (2004)
- [5] Temel Mühendislik A.Ş., Dapta Proje Taahhüt Ltd.Şti., Su-Yapı Mühendislik ve Müşavirlik A.Ş., Gap Bölgesel Ulaşım ve Altyapı Geliştirme Çalışması Projesi (1992)
- [6] ATV-DVWK STANDARD ATV-DVWK-A 110E Hydraulic Dimensioning and Performance Verification of Sewers and Drains (2001).
- [7] Unesco, Manual on Drainage in Urbanized Areas, Volume I, Planning and Design of Drainage Systems (1987)