

**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 \***

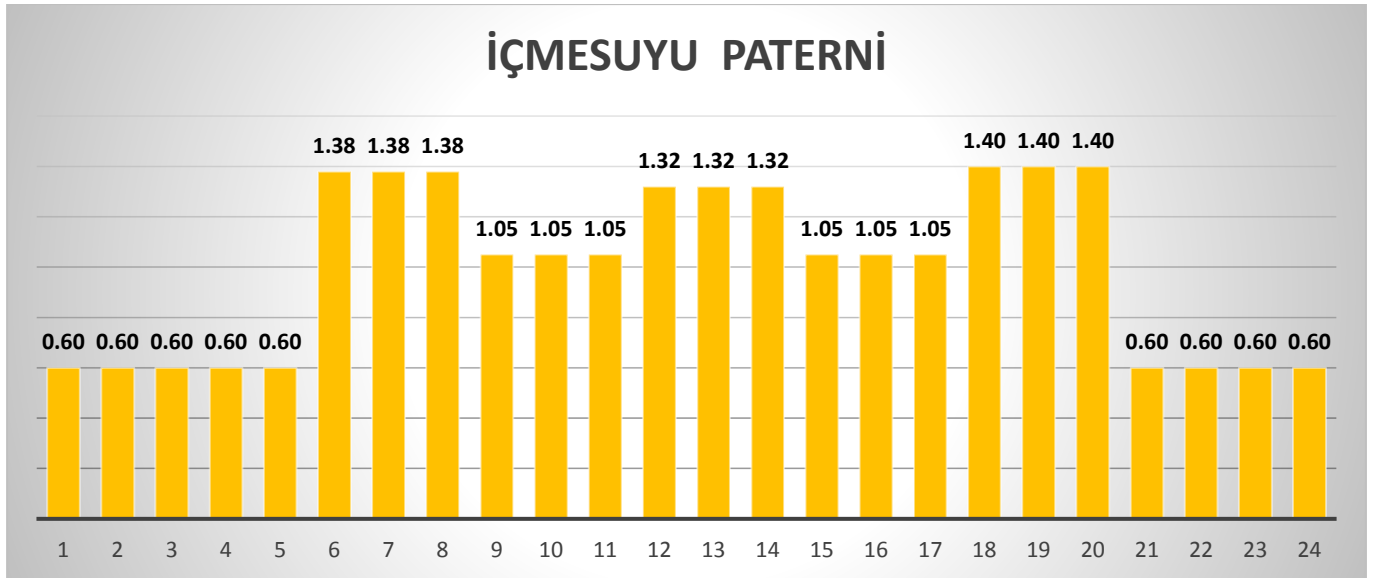
Nüfus (1000 kişi)	Pik Faktör	Saatler					
		6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-6
<5	1.75	1.72	0.82	1.70	0.81	1.75	0.40
5-10	1.68	1.65	0.87	1.62	0.86	1.68	0.44
10-25	1.61	1.58	0.91	1.55	0.91	1.61	0.48
25-50	1.54	1.52	0.96	1.47	0.95	1.54	0.52
50-100	1.47	1.45	1.00	1.40	1.00	1.47	0.56
>100	1.40	1.38	1.05	1.32	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 bölündükten sonra, içmesuyu **saatlik pik faktörleri** ile ęarpılarak kullanılmıştır.
- 4) Terfi merkezleri ve fosseptiklerden gelen debilerin (kendi şebekelerinin simülasyonundan sonra oluşan) telenmiř değerleri kullanılmıştır.

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

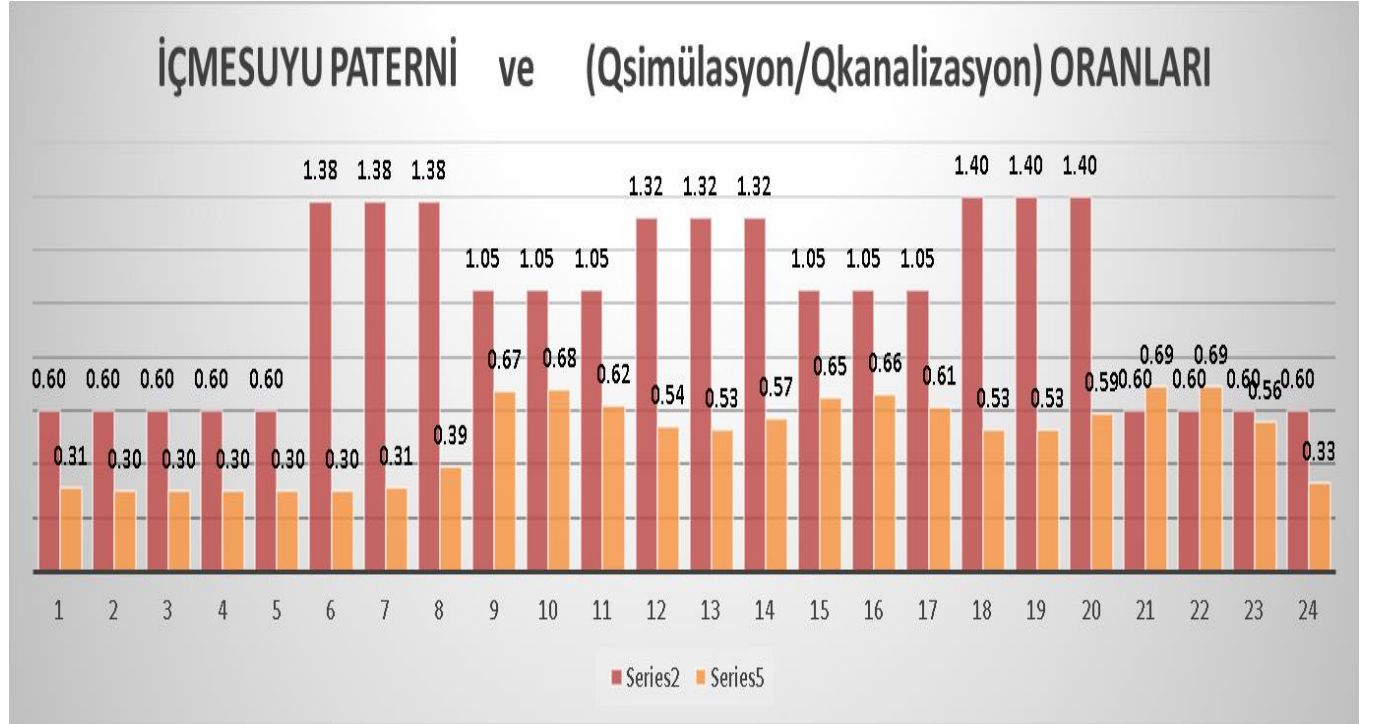
Çorum için kullanılan saatlik pik faktörleri, saatlik Qsimülasyon debilerinin Qkanalizasyona oranları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

**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**



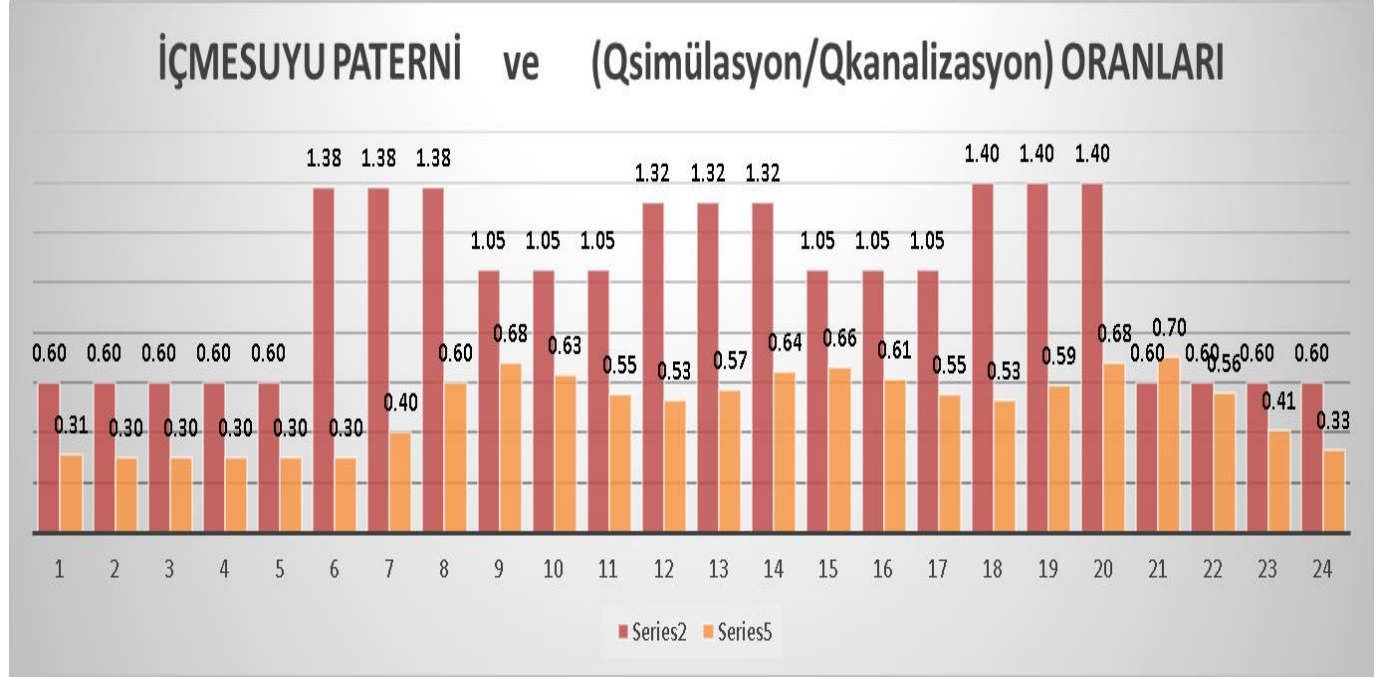
Sorgun için kullanılan saatlik pik faktörleri, saatlik Qsimülasyon debilerinin Qkanalizasyona oranları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

**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





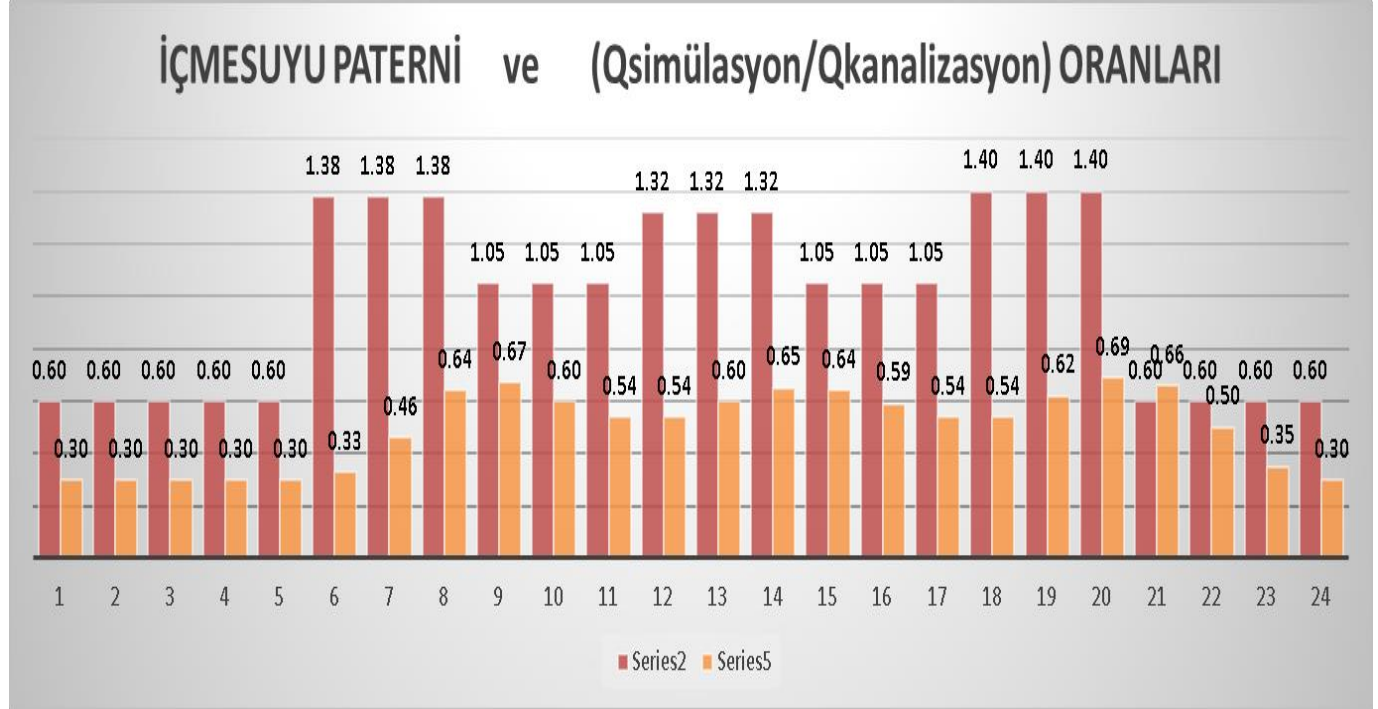
Osmaniye için kullanılan saatlik pik faktörleri, saatlik Qsimülasyon debilerinin Qkanalizasyona oranları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

**TABLO-3** OSMANİYE SİMÜLASYON DEBİLERİ

SAAT	İÇMESUYU PATERNİ	KANALİZASYON Qk	SİMÜLASYON 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 ÇAPI	DOLULUK ORANLARI (%)							
	İLBANK MAKS	PROJE			SİMÜLASYON			FARK 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 ÇAPI	DOLULUK ORANLARI (%)							FARK MAKS
	İLBANK 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 ÇAPI	DOLULUK ORANLARI (%)							FARK MAKS
	İLBANK 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 ÇAPI	İLBANK 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 ÇAPI	PROJE BOYU (L)					DEĞİŞEN BOY (Ld)	Ld/L1+2 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 ÇAPI	İLBANK 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 ÇAPI	PROJE BOYU (L)					DEĞİŞEN BOY (Ld)	Ld/L1+2 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 ÇAPI	İLBANK 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 ÇAPI	PROJE BOYU (L)					DEĞİŞEN BOY (Ld)	Ld/L1+2 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 ÇAPI	İLBANK MAKS (%)	ÖNERİLEN ARTIŞ	ÖNERİLEN 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 ÇAPI	DOLULUK ORANLARI (%)							FARK MAKS
	İLBANK 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 ÇAPI	DOLULUK ORANLARI (%)							FARK MAKS
	ÖNERİ 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 ÇAPI	İLBANK 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 ÇAPI	ÖNERİ 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 ÇAPI	İLBANK MAKS (%)	ÖNERİLEN ARTIŞ	ÖNERİLEN 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)