

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İÇMESUYU ANA İSALE HATLARINDA  
DEZENFEKSİYON İŞLEMLERİNİN MATEMATİKSEL  
MODELLEMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Çevre ve İnş. Müh. Alper Tunga BOZKURT**

**Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**  
**Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr.Fatih KARADAĞLI**

**Haziran 2009**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İÇMESUYU ANA İSALE HATLARINDA  
DEZENFEKSİYON İŞLEMLERİNİN MATEMATİKSEL  
MODELLEMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

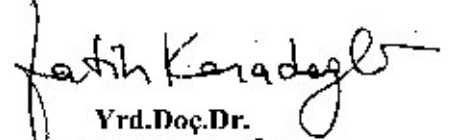
**Çevre ve İnş.Müh. Alper Tunga BOZKURT**

**Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**

Bu tez 11/ 06 /2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

  
**Prof.Dr.Bülent ŞENGÖRÜR**  
Jüri Başkanı

  
**Prof.Lütfi SALTABAŞ**  
Üye

  
**Yrd.Doç.Dr.**  
**Fatih KARADAĞLI**  
Üye

## TEŞEKKÜR

Bu çalıőmanın hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen danıőman hocam Yrd. Doç. Dr. Fatih KARADAĞLI'ya teőekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim. Bana bu fırsatı veren ADASU Genel Müdürü Dr. Rüstem KELEŐ ve ADASU İçmesuyu Dairesi Başkanı Dr. Recep KILIÇ' a teőekkürlerimi sunarım. Ayrıca, bu günlere ulaşmamda emeklerini hiçbir zaman ödeyemeceğim aileme de őükranlarımı sunarım. Yetiőmemde katkıları olan tüm hocalarıma da minnettar olduğumu ifade etmek isterim.

Alper Tunga BOZKURT

06 Nisan 2009

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xiv
SUMMARY.....	xv
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
TEMİZ VE GÜVENİLİR İÇME VE KULLANMA SUYU SAĞLAMA METODLARI.....	3
BÖLÜM 3.	
SUYUN İLETİLMESİ.....	7
3.1. İsale Hatlarının Sınıflandırılması.....	7
3.2. İsale Hatlarının Çeşitleri.....	7
3.3. Yapıldıkları Malzemelere Göre Boruların Sınıflandırılması .....	8
3.3.1. Font borular .....	8
3.3.2. Çelik borular .....	9
3.3.3. AÇB borular.....	9
3.3.4. Plastik borular.....	10
3.3.5. Cam takviyeli polyeşter borular.....	11
3.4. Adapazarı'nda Suyun İletimi.....	13



3.4.1. Sapanca gölü.....	13
3.4.2. Sapanca gölünden beslenen isale hatları.....	14
3.4.2.1. I.İsale hattı .....	17
3.4.2.2. II.İsale hattı .....	17
3.4.2.3. III İsale hattı.....	17
<b>BÖLÜM 4.</b>	
<b>İÇME VE KULLANMA SUYU DEZENFEKSİYON YÖNTEMLERİ.....</b>	<b>19</b>
4.1. Kaynatma.....	19
4.2. İyotla Dezenfeksiyon.....	19
4.3. Bromla Dezenfeksiyon.....	20
4.4. Bakırlı Dezenfektanlar.....	20
4.5. Basınçlı Isı.....	20
4.6. Ozon.....	20
4.7. Ultraviyole Radyasyon (UV).....	20
4.8. Klorlama.....	21
<b>BÖLÜM 5.</b>	
<b>KLORLA DEZENFEKSİYON.....</b>	<b>24</b>
5.1. Dünyada ve Türkiye’de Klor Kullanımı.....	24
5.2. Klorla Dezenfeksiyon Çeşitleri.....	27
5.2.1. Gaz klor.....	29
5.2.2. Kloramin.....	30
5.2.3. Klor dioksit.....	30
5.2.4. Bağlı klor... ..	31
5.2.5. Bağımsız klor.....	31
5.3. Klorlama İle İlgili Temel Terimler.....	31
5.3.1. Ön klorlama (Prechlorination) .....	31
5.3.2. Son klorlama (Postchlorination) .....	32
5.3.3. Primer dezenfeksiyon (Primary Disinfection).....	32
5.3.4. Klorlama kırılma noktası (Breakpoint Chlorination).....	32
5.3.5. Aslan payı (Chlorine Demand).....	33
5.3.6. Rezidüel klorlama (Residual Chlorination).....	33

5.3.7. Süperklorlama (Superchlorination).....	33
5.3.8. Tesis (Depo,Şebeke) dezenfeksiyonu .....	34
5.3.9. Aralıklı klorlama (Intermittent Chlorination).....	34
5.3.10. Tekrar klorlama (Rechlorination) .....	34
5.3.11. Klordan arıtma (Dechlorination) .....	34
5.4. Klorla Su Dezenfeksiyonunun Mekanizması .....	35
5.5. Klorun Mikroorganizmalar Üzerindeki Etkisi.....	37
5.6. Klorla Su Dezenfeksiyonuna Etki Eden Başlıca Faktörler.....	37
5.6.1. pH derecesi .....	37
5.6.2. Sıcaklık .....	38
5.6.3. Temas süresi.....	38
5.6.4. Klor cinsi.....	39
5.6.5. Verilen dezenfektanın konsantrasyonu .....	39
5.7. Suyun Klorlanması.....	39
5.8. Klorla Su Dezenfeksiyonunun Yan Ürünleri.....	40
5.9. Sakarya’da Klorla İçmesuyu Dezenfeksiyonu.....	41
5.9.1. İçmesuyu arıtma tesisleri ve klorlama sistemleri.....	41
5.9.1.1. Maltepe içmesuyu arıtma tesisi – merkez .....	41
5.9.1.2. Aktarla içmesuyu arıtma tesisi – Akyazı .....	43
5.9.1.3. Hacımercan içmesuyu arıtma tesisi – Sapanca .....	43
5.9.1.4. Kanlıçay içmesuyu arıtma tesisi – Karapürçek.....	43
5.9.1.5. Kırkpınar içmesuyu arıtma tesisi – Sapanca.....	44

## BÖLÜM 6.

İSALE HATTINDA GERÇEKLEŞEN DEZENFEKSİYONUN MATEMATİKSEL MODELLEMESİNİN YAPILMASI.....	45
6.1. Reaktörler.....	46
6.1.1. Reaktör çeşitleri.....	48
6.1.1.1. Kesikli- tam karışımli reaktörler .....	48
6.1.1.2. Reaktöre giriş ve çıkış olması hali.....	49
6.2. Reaksiyonların Denge Sabitleri (k değerleri).....	51
6.3. Adapazarı II. İsale Hattında Kütle Korunumu Kanunu İle Klor Modellemesi Yapılması.....	52

6.3.1. Göl ile keson arasında klor modellemesi yapılması.....	54
6.3.2. Keson ile esentepe içmesuyu deposu arasında klor modellemesi yapılması .....	89
6.3.3. Esentepe içmesuyu deposu ile 9.vantuz arasında klor modellemesi yapılması .....	108
<b>BÖLÜM 7.</b>	
<b>SONUÇLAR .....</b>	<b>146</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>149</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>151</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

$\Pi$	: Pi sayısı
PE	: Polietilen
PVC	: Polivinilklorür
CTP	: Cam takviyeli polyester
AÇB	: Asbest çimentolu boru
Hm	: Pompanın su basma yüksekliği
Nm	: Pompa gücü
OCl	: Hipoklorit tuzu
HOCl	: Hipoklorit asit
Cl	: Klor
NCl <sub>3</sub>	: Azot triklorür
Qg	: Hatta giren su debisi
Qç	: Hattan çıkan su debisi
Mg	: Boruya giren mikroorganizma konsantrasyonu
Mç	: Boru çıkışındaki mikroorganizma konsantrasyonu
t	: Zaman
dt	: Zamandaki değişim
Vb	: Boru Hacmi
Vs	: Su hızı
hk	: Boru girişi ile çıkışı arasındaki yükseklik farkı
j	: Hidrolik eğim
c	: Pürüzlülük katsayısı

A	: Boru birim alanı
Kg	: Boru girişi serbest klor miktarı
Kç	: Boru girişi serbest klor miktarı
dK	: Klordaki değişim miktarı
k	: Denge sabiti
sn	: saniye
dk	: dakika
L	: Litre
n	: Reaksiyon derecesi
atm	: Değiştirilmiş yeniden yükleme indisi
T	: Temas süresi
kg	: Kilogram
mg	: Miligram
yy	: Yüz yıl
D	: Boru çapı
X	: Boru uzunluğu

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	İçme ve kullanma suyu arıtımında temel işlemler.....	5
Şekil 3.1.	AÇB boru tamiri.....	9
Şekil 3.2.	PVC boru döşemesi.....	10
Şekil 3.3.	PE boru döşemesi.....	11
Şekil 3.4.	CTP boru tamiri.....	12
Şekil 3.5.	Çelik boruda biyofilm tabakası.....	12
Şekil 3.6.	Sapanca gölü kuşaklama kollektörü şematik planı.....	14
Şekil 3.7.	Sapanca gölüne dayalı içmesuyu hattı planı.....	16
Şekil 3.8.	3.İçmesuyu ana isale hattı planı.....	18
Şekil 5.1.	pH'a göre sudaki klor bileşikleri.....	38
Şekil 5.2.	Maltepe içmesuyu arıtma tesisi şematik planı.....	42
Şekil 5.3.	Maltepe içmesuyu arıtma tesisi hız kum filtreleri.....	43
Şekil 6.1.	Beherin kontrol hacmi.....	45
Şekil 6.2.	Akarsuda kontrol hacmi.....	46
Şekil 6.3.	Girişi ve çıkışı olan reaktör.....	49
Şekil 6.4.	Sürekli girişli ve tam karışımli bir reaktör.....	50
Şekil 6.5.	Sürekli girişli ve tam karışımli boru kesiti.....	52
Şekil 6.6.	Klor modellemesi yapılan isale hattı güzergahı şematik planı....	54
Şekil 6.7.	Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından yapılan modellemede kullanılan terimler.....	57
Şekil 6.8.	Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması.....	57
Şekil 6.9.	Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması.....	60
Şekil 6.10.	Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması.....	62

Şekil 6.11.	Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması.....	65
Şekil 6.12.	Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması.....	67
Şekil 6.13.	Göl ile keson arasında mikroorganizmanın bir reaktör durumuna göre zamanla değişimi.....	71
Şekil 6.14.	Göl ile keson arasında mikroorganizmanın beş reaktör durumuna göre zamanla değişimi.....	71
Şekil 6.15.	Göl ile keson arasında klor açısından yapılan modellemede kullanılan terimler.....	72
Şekil 6.16.	Göl ile keson arasında klor açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması.....	73
Şekil 6.17.	Göl ile keson arasında klor açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması.....	76
Şekil 6.18.	Göl ile keson arasında klor açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması.....	79
Şekil 6.19.	Göl ile keson arasında klor açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması.....	82
Şekil 6.20.	Göl ile keson arasında klor açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması .....	85
Şekil 6.21.	Göl ile keson arasında klor miktarının bir reaktör durumuna göre zamanla değişimi.....	88
Şekil 6.22.	Göl ile keson arasında klor miktarının beş reaktör durumuna göre zamanla değişimi.....	88
Şekil 6.23.	Terfi hattının reaktörlere ayrılması.....	90
Şekil 6.24.	Keson ile esentepe arasında mikroorganizma açısından yapılan modellemede kullanılan terimler.....	91
Şekil 6.25.	Keson ile esentepe arasında mikroorganizma açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması	92
Şekil 6.26.	Keson ile esentepe arasında mikroorganizma açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması	95
Şekil 6.27.	Keson ile esentepe arasında mikroorganizma açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması	98

Şekil 6.28.	Keson ile esentepe arasında mikroorganizma açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması	101
Şekil 6.29.	Keson ile esentepe arasında mikroorganizma açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması	104
Şekil 6.30.	Keson ile esentepe arasında mikroorganizmanın bir reaktör durumuna göre zamanla değişimi.....	107
Şekil 6.31.	Keson ile esentepe arasında mikroorganizmanın beş reaktör durumuna göre zamanla değişimi.....	107
Şekil 6.32.	Cazibeli isale hattının reaktörlere ayrılması.....	110
Şekil 6.33.	Esentepe ile 9.vantuz arasında mikroorganizma açısından yapılan modellemede kullanılan terimler.....	111
Şekil 6.34.	Esentepe ile 9.vantuz arasında mikroorganizma açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması	112
Şekil 6.35.	Esentepe ile 9.vantuz arasında mikroorganizma açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması	115
Şekil 6.36.	Esentepe ile 9.vantuz arasında mikroorganizma açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması	118
Şekil 6.37.	Esentepe ile 9.vantuz arasında mikroorganizma açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması	121
Şekil 6.38.	Esentepe ile 9.vantuz arasında mikroorganizma açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması	124
Şekil 6.39.	Esentepe ile 9.vantuz arasında mikroorganizmanın bir reaktör durumuna göre zamanla değişimi.....	127
Şekil 6.40.	Esentepe ile 9.vantuz arasında mikroorganizmanın beş reaktör durumuna göre zamanla değişimi.....	127
Şekil 6.41.	Esentepe ile maltepe arasında klor miktarı açısından yapılan modellemede kullanılan terimler.....	129
Şekil 6.42.	Esentepe ile maltepe arasında klor miktarı açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması.....	130
Şekil 6.43.	Esentepe ile maltepe arasında klor miktarı açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması.....	133
Şekil 6.44.	Esentepe ile maltepe arasında klor miktarı açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması.....	136



Şekil 6.45. Esentepe ile maltepe arasında klor miktarı açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması.....	139
Şekil 6.46. Esentepe ile maltepe arasında klor miktarı açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması.....	142
Şekil 6.47. Esentepe ile maltepe arasında klor miktarının bir reaktör durumuna göre zamanla değişimi.....	145
Şekil 6.48. Esentepe ile maltepe arasında klor miktarının beş reaktör durumuna göre zamanla değişimi.....	145

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1.	Toplumsal amaçlı içmesuyu dezenfeksiyonunda kullanılan başlıca dezenfektanlar.....	23
Tablo 4.2.	En sık kullanılan dezenfektanların temel özelliklerinin karşılaştırılması.....	23
Tablo 5.1.	Klorun İçme ve Kullanma Sularının Dezenfeksiyonunda Kullanımı İle İlgili Başlıca Gelişmeler.....	26
Tablo 5.2.	Klorun Farklı Formlarının Avantaj ve Dezavantajları.....	28
Tablo 5.3.	Çeşitli sulara verilecek takribi başlangıç klor dozları.....	39
Tablo 5.4.	İçmesuyu arıtma tesisleri ve kapasiteleri.....	44

## ÖZET

Anahtar kelimeler: İsale hattı, dezenfeksiyon, matematiksel modelleme

İçmesuyu dezenfeksiyonunda klor ilk defa 1896 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Klorun içmesuyunda kullanılmasının nedeni kolay uygulanabilmesi, maliyetinin düşük olması ve etkisini uzun süre sürdürebilmesidir.

Dezenfeksiyonun güvenliğinden emin olabilmek için tüketiciye ulaşıncaya kadar bir miktar bakiye klorun suda bulunması gerekmektedir.

Adapazarı'na su sağlayan II.isale hattında arıtmadan önce ön klorlama yapılmaktadır. Bu sistemdeki klorlamanın optimum değerinde yapılabilmesi ve klor yan ürünlerinin oluşum riskinin azaltılabilmesi için bu çalışmada bir matematiksel model geliştirilmiştir. Bu modelde mikroorganizmaların giderimi, klor miktarının tüketimi ile ilgili hesaplamalar yapılmaktadır. Modelleme çalışması ile elde edilen sonuçlar deneysel analizlerle teyit edilmiştir. Numuneler isale hattının değişik noktalarından elde edilmiştir.

# **MATHEMATICAL MODELLING OF DRINKING WATER DISINFECTION PROCESS IN MAIN TRANSMISSION LINES**

## **SUMMARY**

Key words: Water distribution system, disinfection, mathematical modeling

Chlorine has first been as a disinfectant in water treatment in 1896. Chlorine is used as a disinfectant because of its easy application, low cost, and long-lasting disinfection effect.

Residual chlorine must remain in water in order to provide safe water to consumers.

Water is pre-chlorinated before entering into the second water pipeline of Adapazarı water supply system. In order to optimize chlorine dosage and to minimize the occurrence of disinfection by-products, a mathematical model for this system is developed in this work. Removal of microorganisms via consumption of chlorine is estimated with this model. Our model predictions are verified with experimental results of residual chlorine amount and microbial counts. The samples are obtained from various points in the water pipeline.

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

İçmesuyu iletiminde, sağlanan içme ve kullanma suyunun kalitesi insan sağlığı için büyük önem taşımaktadır. Su arıtma işleminden sonra enfeksiyon risklerinden korunmak için klorlama yapılmaktadır. Ancak büyük içmesuyu hatlarında sadece kaynak notlarından yapılan klorlama, hattın belli bölgelerinde veya uzak noktalardaki klor konsantrasyonunun istenilen seviyeye çıkmasına yetmeyebilir. Bunun sebebi klorun zamanla boru çeperlerinde ve akım içinde sönmeye uğramasıdır. Yapılan klorlamanın miktarı ise ancak belirli sınırlara kadar artırılabilir. Yüksek klor konsantrasyonları; kanserojen olduğu ileri sürülen bileşikler (halometanlar) oluşturulabilir, ayrıca tat ve kokuda bozulmalara sebep olur. Tek bir klorlama istasyonunun yeterli olmadığı durumda ikinci klorlama istasyonlarına da ihtiyaç duyulabilir. Uygun yerlere kurulacak olan ikinci klor istasyonları, konsantrasyon açısından zayıf olan noktaları standartlarla belirlenen sınırlar içerisine çekerken, harcanan klor miktarında da önemli oranda tasarruf sağlar. Ayrıca tek nokta yerine iki veya daha fazla noktadan yapılan klorlama, hat içerisindeki klor konsantrasyonlarını daha düzenli hale getirir [1].

Su kullanımı yıl içerisinde aylara, gün içerisinde ise saatlere göre değişiklik gösterir. Gün içerisindeki maksimum su kullanımı, minimum su kullanımının 8-10 katı olabilir. Çekilen su debisi devamlı değiştiği için hattın tüm hidrolik değerleri de (debiler, akım hızları ve yönleri, iletim süreleri, basınçlar) devamlı değişir. Bu yüzden, yapılan klorlamanın zamanlanması da göz önünde bulundurulması gereken çok önemli bir faktör olur. Örneğin bir depolama tankı çıkışına kurulan klor istasyonunun, tanka su girişi olduğunda klor eklemesine gerek yoktur. Sadece tanktan su çıkışı olduğunda zamanda klor eklemek yeterlidir. Akım hızlarının devamlı değişmesi klorun iletim süresini ve sönmünü çok etkiler.

Klor iletiminin sayısal yöntemlerle çözümü, hattın devamlı değişen hidrolüğüyle birleştiginde problem doğrusal olmayan hale gelip formüle edilmesi ve çözülebilmesi oldukça zorlaşmıştır. Biz hatta uygun matematiksel modeli çıkartarak klor ve mikroorganizma miktarlarının uygunluğunu takip edeceğiz.

Adapazarı'na içmesuyu sağlayan II.isale hattında uygun klor miktarının tespit edilebilmesi için bir modelleme yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Su alım yapısından itibaren arıtma tesisine kadar olan içmesuyu isale hattından numuneler alınarak uygun model çıkartılmıştır.

## **BÖLÜM 2. TEMİZ VE GÜVENİLİR İÇME VE KULLANMA SUYU SAĞLAMA METODLARI**

Geçmişte suyun lezzeti, tadı ve sertliğinin azlığı suyun kaliteli, sağlıklı ve temiz olduğu hakkında yeterli sayılırdı. Fakat zamanla olanaklar arttıkça bu özelliklerin temiz ve sağlıklı su hakkında yeterince güvence sağlamadığı anlaşıldı. Suların kullanıcıya ulaşmadan önce zararlı olabilecek her türlü etkenden kurtarılması gerektiğinin anlaşılması ile suların arıtma işlemi ayrı bir uğraşı alanı olarak ortaya çıkmıştır.

Topluma temiz ve güvenilir içme suyu sağlanabilmesi için uygun yasal düzenlemelerin gerçekleştirilmesi, su kaynaklarının korunması, suyun uygun şekilde arıtılması işlenmesi ve güvenli bir şebeke sistemi ile kullanıcıların musluğuna ulaştırılması gerekir. Yasal düzenlemeler tüm bu aşamaların düzenli bir şekilde yürütülebilmesi ve kontrolü için kaçınılmazdır. Temiz ve güvenilir içme ve kullanma suyu sağlamaya yönelik yasal düzenlemeler uygulama ve kontrolde son derece sıkı, bilimsel gelişmelere uygunluk konusunda ise bir o kadar açık ve kolay güncellenebilir olmalıdır.

Su kaynaklarının korunması kavramı; içme ve kullanma suyu kaynağı olarak kullanılacak tüm yüzeysel veya yeraltı ham su kaynaklarının korunmasını kapsar. Her yağmur damlası ve kar tanesi buharlaşmadığı sürece bir şekilde yeryüzündeki yüzeysel veya yer altı su kaynaklarına ulaşacaktır. Bu su kaynakları yerkürenin topoğrafik özelliklerden dolayı belirli alanlarda toplanmaktadır ki bu alanlara su havzaları adı verilir. Bu nedenle su kaynaklarının korunması yerine su havzalarının korunması ifadesi de sıklıkla kullanılır. Su havzalarının korunmasının önemi gün geçtikçe artmaktadır ve su havzaları yönetim sistemleri yaygın olarak uygulanmaktadır. Su havzası yönetimi su kaynaklarını kirleticilerden korumanın yanı sıra mevcut su kaynağının devamlılığı için gerekli besleme yöntemlerini ve tüm

bölgedeki arazi kullanım düzenlemelerini de kapsar ve sonuçta içme suyu arıtma işlemlerinin en aza indirilmesini sağlar. Yapılan araştırmalar su kaynaklarının korunmasının, sulardaki kontamine maddeleri arıtmaktan 30-40 kat (bazı yerleşim birimleri için 200 kat) daha düşük maliyetle gerçekleştirilebileceğini ortaya koymaktadır. Su kaynaklarının kontaminasyonu sonucu ortaya çıkacak maliyet artışına dahil edilebilecek çok sayıda madde üzerinde durulurken (arıtma maliyetinin artışı, teknolojik imkanların geliştirilmesi, daha uzak ve zor ulaşılabilir su kaynaklarını kullanma zorunluluğu gibi) maliyetinin hesaplaması çok zor olan toplumun sağlık düzeyinde gerileme ve içme suyu kalitesinde düşme gibi sorunlar da göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle su havzası yönetimi maliyet etkinliği son derece yüksek ve süreklilik gerektiren uygulamalardır [2].

Genel bir ifade ile her gün ham sular işlenerek insanların kullanımına hazır hale getirilmektedir. Bazı özel kullanım alanları hariç sular; renk, koku, mikroorganizma ve kimyasal maddeler yönünden dünya genelinde kabul görmüş içme ve kullanma suyu kriterlerine uyumlu hale getirilmeye çalışılmaktadır. Tüm bu çalışmalar içme suyu arıtma işlemleri olarak adlandırılır. İçme suyu arıtımı; Amerikan Mühendislik Akademisi tarafından 20 yy.da insanın yaşam kalitesini arttıran beş büyük gelişmeden birisi olarak kabul edilmiştir.

Su kaynaklarının işlenerek içilmeye hazır hale getirilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmakla birlikte, temel prensipler aynıdır. Kullanılacak yöntem belirlenirken suyun kalitesi, bulanıklığı (partikül miktarı), su sıcaklığı, pH düzeyi ve suda bulunan patojen mikroorganizmaların türü dikkate alınmalıdır. Yüzeysel sular için uygulanan genel su arıtma işleminin aşamaları şu şekilde özetlenebilir:

(a) Flokülasyon (veya koagülasyon); suya şap (alüminyum sülfat) veya metal tuzları ilave edilerek sudaki partiküllerin bir araya gelmesi sağlanır.

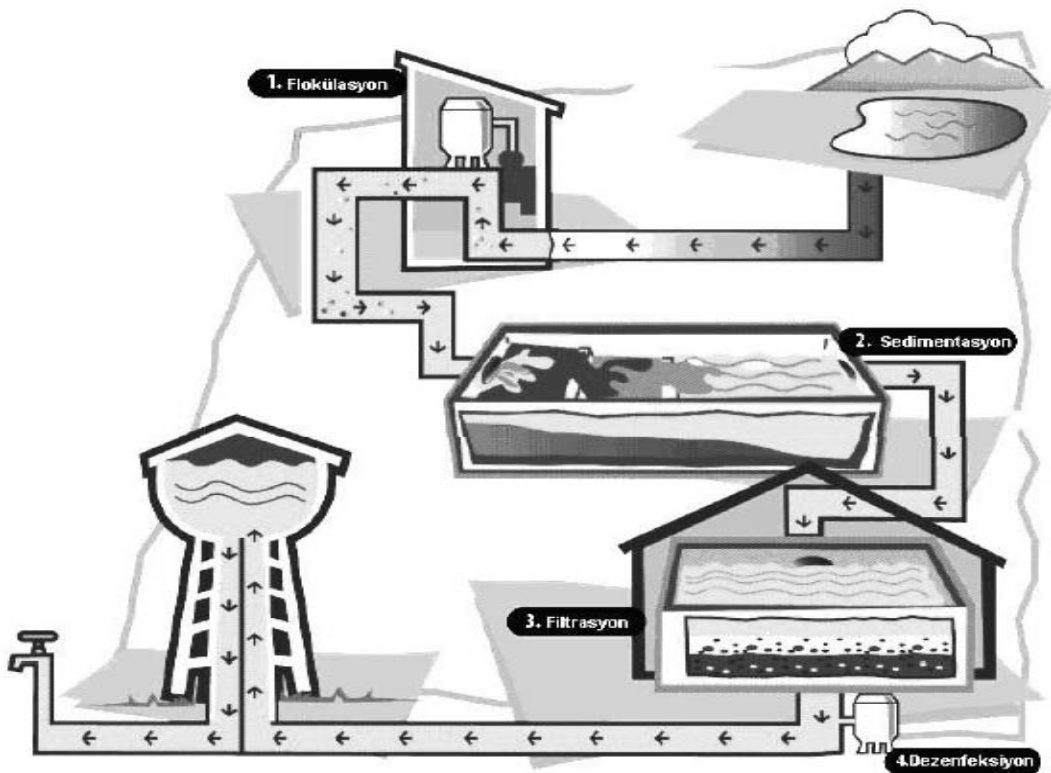
(b) Sedimentasyon; ilk aşama sonunda bir araya gelen parçacıkların yer çekiminin etkisi ile suyun içinde bulunduğu tankın dibine çökmesi işlemidir. (bu ilk iki işlem arıtma sonunda oluşabilecek dezenfeksiyon yan ürünlerinin miktarını da azaltır)



(c) Filtrasyon; yavaş veya hızlı kum filtreleri ile veya aktif kömür filtreleri ile sedimentasyon sonucunda halen uzaklaştırılmayan katı partiküller sudan uzaklaştırılır.

(d) dezenfeksiyon; sudaki mikroorganizmaları etkisiz hale getirmek için uygulanan işlemlerdir. Ayrıca arıtılan suya, dağıtım sistemine verilmeden önce rezidüel koruma için klor veya kloramin ilave edilir.(Rezidüel koruma; su sisteme verildikten sonraki mikrobiyolojik bulaşmalar sonucu suya geçebilecek mikroorganizmaların üremesinin engellenmesi için suda dezenfektan madde bulundurulmasıdır). Bunun yanı sıra dağıtım sistemi içerisinde belirli aşamalarda (depolama gibi) yeniden klorlama gerekebilir.

Yeraltı sularının arıtılmasında yine aynı işlemler uygulanır ancak özellikle kontamine madde miktarı ve dolayısı ile bulanıklık doğal nedenlerden dolayı daha az olacağından kullanılacak malzeme azalacak ve suyun işleme süresi kısalmaktadır.



Şekil 2.1 . İçme ve kullanma suyu arıtımında temel işlemler

Su arıtım işlemlerini takip eden depolama ve dağıtım (şebeke sistemi) aşamalarında da sular her türlü kontaminasyondan özellikle de mikrobiyolojik kontaminasyondan korunmalıdır. Dışarıdan gelebilecek mikroorganizmaların yanı sıra su depoları ve dağıtım borularının içerisinde de sıklıkla biyofilm adı verilen mikroorganizmalardan oluşan çok ince bir tabaka gelişir. Arıtılmış suyu tüm bu mikrobiyolojik kontaminasyon kaynaklarından korumak için kullanılan en etkili yöntem dağıtım öncesi klorlamadır. Klorlama dışında henüz etkinliği ispatlanmış bir rezidüel koruma yöntemi mevcut değildir. Özellikle su dağıtım şebekesinin bütünlüğünün tam olarak sağlanamadığı ve şebekeden su kaçaklarının mevcut olduğu bölge ve ülkelerde klorlama hayati öneme sahiptir [2].

## **BÖLÜM 3. SUYUN İLETİLMESİ**

### **3.1. İsale Hatlarının Sınıflandırılması**

Su kaynağı ile hazne arasında suyun iletilmesini sağlayan isale hatları arazinin topoğrafik durumuna ve elde mevcut malzemelere bağlı olarak ya serbest yüzeyli yahut basınçlı olarak projelendirilir. Serbest yüzeyli akımlara içme suyu temininde normal olarak su kaynağı ile tasfiye tesisi arasında rastlanır. Zira bu halde sular kirlenme tehlikesine maruzdur. Diğer hallerde ise akım basınçlarıdır. Serbest yüzeyli bir akım, üstü açık bir kanal içinde olabileceği gibi, kapalı bir isale hattı ve tünel içinde de görülebilir Basınçlı akımlar daire kesitli isale hatları ile iletilirler. Diğer taraftan iletim cazibe ile olabileceği gibi suları tulumba ile de yükseltmek gerekebilir. Buna terfi ile isale bu boru hattına da terfi hattı denir. Diğer hallerde ise suların yerçekimi ile iletiildiği cazibe ile isale söz konusudur.

### **3.2. İsale Hatlarının Çeşitleri**

Kargir ve betondan yerinde, kalıpla inşaa edilen isale hatlarını ve tünelleri, proje süresi sonundaki debiye göre hesaplamak genellikle daha ekonomiktir. Diğer hallerde ise sınırlı bir kapasiteye sahip olan birinci isale hattının nihai kapasitesine ulaşıldığında ikinci bir isale hattı inşaa etmek teknik ve ekonomik bakımdan daha uygun olabilir. Ekonomik sebepler dışında isale hatlarını birden fazla sayıda yapmayı gerektiren durumlar şunlardır:

(a) İletim hattı tek bir borudan meydana geldiği takdirde boru çapı, piyasada mevcut olan veya imal edilebilen maksimum boru çapından daha büyük olur. Mesela santrifüj usulü ile yapılan font borular 90 cm den daha büyük çaplarda pek imal edilmemektedir.

(b)Boru kırıldığında büyük hasar meydana geliyor ve kısa sürede bunların tamiri yapılamıyorsa isale hattını birden fazla sayıda yapmak gerekir. Mesela font borular için bu durum söz konusudur. Böylece hattın birini işletme dışı bırakıp diğeri ile ihtiyaç kısmen karşılanabileceği gibi fazla miktarda suyun akıp ziyan olmasının da önüne geçilmiş olur.

(c)nehir geçişleri heyelan bölgelerinde olduğu gibi boru hattının güzergâhı özel tehlikeler arz ediyorsa isale hattı birden fazla sayıda yapılmalıdır. Genel olarak çift iletim hattı eşit kapasitede ve aynı malzemedden yapılmış tek hatta nazaran % 30 ila %50 daha pahalıya mal olur.

### **3.3. Yapıldıkları Malzemelere Göre Boruların Sınıflandırılması**

#### **3.3.1. Font borular**

Font borular şehirlerin su şebekelerinde en çok kullanılan olan borulardır. Bu borular düşey vaziyette duran kum kalıplarında düşey dökümlü veya su ile soğutulan ve yatay bir eksen etrafında döndürülen kalıplarda savurma (santrifüj) usulü ile imal edilir. Savurma borular imalat metodunun tabiatı ve çabuk sertleşmeler sebebiyle düşey dökümlü hazırlanan borulara nazaran daha üniform ve kesif bir yapıya sahiptir. Kalitesinin iyi olması sebebiyle savurma borular daha ince cidar kalınlığında imal edilebilirler. Korozyona da daha iyi dayanırlar. Bütün tedbirlere rağmen, agresif sular, bilhassa oksijen muhtevasının yetersiz olması halinde malzemenin harap olmasına yol açar. Font borular cidarlarının kalın ve rijit olması sebebiyle negatif basınçlardan zarar görmez. Dış yüklere karşı mukavimdir. Buna rağmen darbe ve çarpmalara karşı hassastır. Ağır olmaları mahzurlu tarafları arasındadır. Son senelerde font malzemeye, iyi şekil verilebilen ve eğilip bükülebilen bir özellik kazandırılarak darbe ve çarpmalara dayanıklı borular yapılmaya başlanmıştır. Bunlara düktil font borular denir. Bunların mukavemeti çelik borularinkine yakın olduğu halde korozyona dayanıklılıkları normal font borular gibidir.

### 3.3.2. Çelik borular

İsale hatlarının yüksek basınca maruz büyük çaplı kısımlarında çoğu kere çelik borular kullanılır. Boylarının uzun olması boru hattının kısa zamanda döşenmesine imkân verir. Heyelan bölgeleri için çok elverişlidirler. Metropolitan şehirlerde istisnalar olmakla beraber eklerinin yapılmasındaki güçlük sebebiyle, su şebekelerinde çelik borular nadiren kullanılır. Hafif olmaları da nakliye masraflarını azaltır. Netice itibariyle yüksek iç basınca, oturmaya ve darbelere karşı mukavemet aranan bir şart olmasa bile, bu ekonomik faktör, çelik boruların tercihinin bir sebebi olabilir.

### 3.3.3. AÇB borular

Asbest lifleri, çimento ve su karışımının, yüksek basınç altında çelik bir çekirdek üzerine tabakalar halinde sarılması suretiyle imal edilirler. Çapları 50 ila 1200 mm, işletme basınçları 25 ila 125 m arasında değişir.

Asbest çimento borular, büyük bir kimyasal mukavemete sahiptir. Kolaylıkla işlenebilir, kesilebilir, delinebilir. Şantiyede borular el testereleri ile lüzumlu uzunluğa getirilirler. AÇB boru tamiri aşağıda Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. AÇB boru tamiri

### 3.3.4. Plastik borular

PE (Poly ethylene) ve sert PVC (Polyvinylchloride) den imal edilen plastik borular, son yıllarda geniş tatbikat sahası bulmuştur. PE borular eğilebilir ve bu sebeple dirseğe ihtiyaç göstermezler. Sert PVC ise böyle değildir. Belirli bir işletme basıncına çalışabilen bir plastik borunun ekonomik olarak imal edilebileceği en büyük bir çap vardır. PVC için maksimum işletme basıncı yüksekliği 160 m kabul edilebilir [15].

Bu basınç için en büyük çap 300 ila 400 mm arasında değişir. PE borular için ise maksimum işletme basıncı yüksekliği 100 m dir. Plastik borular korozyona karşı dayanıklıdır. Esnek olduklarından suyun donarken genişlemesi de boruya zarar vermez. Bununla beraber sıfır derecenin altındaki sıcaklıklarda PVC malzemesi gevrek bir hal alır. Bu sebeple 5°C nin altındaki sıcaklıklarda PVC borular döşenmemelidir. PE için ise durum böyle değildir. Bu borularla ilgili arazide döşeme çalışmaları aşağıda Şekil 3.2 ve Şekil 3.3 de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. PVC boru döşenmesi





Şekil 3.3. PE boru döşenmesi

### 3.3.5. Cam takviyeli polyster borular(CTP)

Son yıllarda üretimine geçilen cam takviyeli plastik borular da esnek bor grubuna dâhildir. Üretim sürekli elyaf sarma veya savurma döküm teknolojisi üretilmektedir. CTP borular dıştan içe doğru dış koruyucu tabaka, ara tabaka ve dış takviye tabakaları ve nihayet bir çeşit reçine ile yapılan iç kaplama tabakasından meydana gelir. Dış tabaka boruyu dış etkilerden ve güneş ışınlarından korumaya yarar. Cam elyaf takviyesi borunun özellikle iç basınca dayanımını sağlar.

Ara tabaka aksenal yüklerin karşılanmasına yarar. Reçine kaplama yüzey akıştan zarar görmediği sürece yüzey düzgünlüğü en iyi olan borular CTP borulardır. CTP borunun tamirâtı aşağıda Şekil 3.4' de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. CTP boru tamiri

Biyofilm tabakası oluşumu açısından boru değerlendirmesi yapacak olursak, iç yüzey pürüzlükleri az olan PVC, PE ve CTP borular biyofilm tabakası oluşumu en az olan borulardır [4]. Çelik boruda biyofilm tabakası aşağıda Şekil 3,5 'de gösterilmiştir.



Şekil 3.5.Çelik boruda biyofilm tabakası



### 3.4. Adapazarı'nda Suyun İletimi

#### 3.4.1. Sapanca Gölü

Göl, Marmara bölgesinin doğu kısmında Sakarya Nehri İle Marmara denizinin arasında yer almakta ve tektonik bir çukurda bulunmaktadır. Gölün büyük bir kısmı Sakarya, küçük bir kısmı ise Kocaeli illerinin sınırları içerisinde kalmaktadır.

Sapanca Gölü ile ilgili olarak Çevre Düzeni Planı yaptırılmış ve Çevre ve Orman Bakanlığına onaylatılmış olup, ayrıca göl, Genel Kurul kararı ile İçme Suyu Havzası olarak ilan edilmiştir.

Sapanca Gölü güneyinde yer alan yerleşimlerin kanalizasyon şebekeleri ve kuşaklama kolektörü yaptırılarak tamamlanmış olup, yerleşim birimlerinden toplanan atıksular, 32 evler ve Yazlık terfi (pompalama) istasyonu ile Karaman'da bulunan atıksu arıtma tesisine gönderilmekte ve burada arıtılmaktadır. Arıtma tesisinden çıkan sular, Çark deresine deşarj edilmekte oradan da Sakarya Nehrine ulaşmaktadır.

Göl ile ilgili karakteristik değerler;

a) Depolama hacmi yine su seviyesine bağlı olarak değişmekle birlikte;

- 29,90 kotunda : 1.050. 000. 000 m<sup>3</sup>

- 31,55 kotunda : 1.122 .100. 000 m<sup>3</sup> su tutabilmektedir.

b) Sapanca gölü drenaj alanı güneyde dağlar, kuzeyde alçak tepelerle sınırlanmış olup, yağış alanı göl alanı dahil 251 km<sup>2</sup>'dir. Göl, drenaj alanı 311 km<sup>2</sup> dir. Sapanca gölü yan dereleri göle yılda 185 milyon m<sup>3</sup> su getirmektedir.

c) Sapanca Gölü 29.90m regülatör eşik kotu ile 31.50 m su kotu arasında kalan kısımda 69milyon m<sup>3</sup> aktif hacim bulunmaktadır.

d) Sapanca gölünden su boşaltımının kontrollü olarak sağlanması için DSİ tarafından 1969 yılında regülatör yapılmış olup, savak kapasitesi 7,164 m<sup>3</sup>/sn. kapasitelidir.

e) Boşaltım olarak kullanılan Çarksuyu deresi 12 m<sup>3</sup>/sn. kapasiteli ve trapez kesitli bir kanal olarak Sakarya Büyükşehir Belediyesi tarafından ıslah edilmiştir.

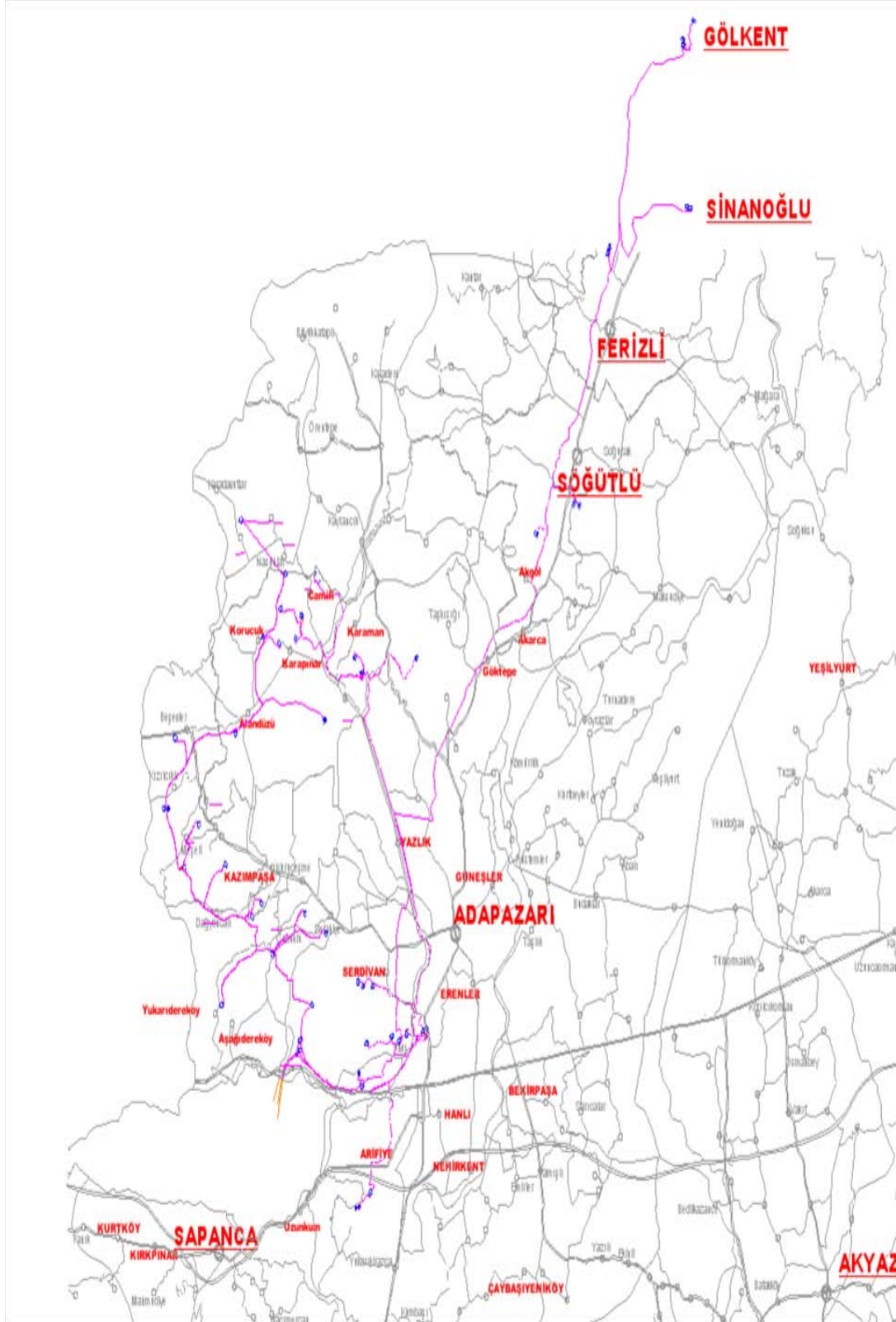


Şekil 3.6 Sapanca gölü kuşaklama kollektörü şematik planı

### 3.4.2. Sapanca Gölü'nden beslenen isale hatları

Adapazarı Merkez, Serdivan, Erenler, Arifiye, Hanlı, Güneşler, Kazımpaşa, Yazlık Belediyeleri ve yakın çevresinin içme ve kullanma suyu Sapanca Gölü'ne dayalı sistemden sağlanmaktadır. Ayrıca Bekirpaşa ve Nehirkent Belediyelerine yaz aylarında bu sistemden takviye yapılmaktadır. Yapımı devam eden Gölkent Projesi ile Ferizli, Söğütlü, Sinanoğlu ve Gölkent Belediyeleri sisteme dâhil edilecek ve toplam 14 Belediye bu sistemden beslenecektir. Sisteme ham su, Sapanca Gölü kuzey sahilinin (Esentepe mevki) 1.000 m açığından alınmakta, kıyıda Esentepe depolarına terfi edildikten sonra cazibeli olarak Maltepe'ye iletilmekte, burada arıtıldıktan sonra şehir merkezine dağıtılmakta, yüksek noktalar için ayrıca terfi edilmektedir. Serdivan ve Korucuk yerleşimlerinde arıtmadan sonra, 4 kademe terfi yapılan bölgeler bulunmaktadır.

Şehirde; Çark Suyu'ndan alınan ham suyun Malmüdüğü tepesinde inşa edilen dinlendirme havuzlarına terfi edilmesini ve 1.000 m<sup>3</sup>'lük gömme depoya verilmesini, bu depodan da şebekeye bağlantısını sağlayan ilk tesis 1956 yılında tamamlanmıştır. Bu tesisler 1967 yılında da tevsii edilerek ihtiyacın karşılanmasına çalışılmıştır. Ancak, Çark Suyu'nun kirlenmesi ve yetersiz kalması sonucunda suyun Sapanca Gölü'nden temin edilmesi gerekmiştir [4]. Sapanca gölünden beslenen içmesuyu isale hatlarının şematik planı aşağıda Şekil 3.7'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Sapanca Gölüne dayalı içmesuyu hattı planı

### 3.4.2.1. I. İsale hattı

İlk tesis, 1974 yılında işletmeye açılmıştır;  $Q= 600$  İt/sn.'lik debi Sapanca Gölü'nün 18.00 m kotundan  $L= 760$  m boyundaki  $\varnothing 750$  mm.'lik çelik boru ile alınmakta ve kıyıda açılan 10 m çaplı kesona sifon yapılmaktadır. Bu keson üzerine monte edilen düşey milli elektro motopomplar ( $Q =200$  İt/sn,  $H_m = 104$  m,  $N_m = 315$  KW-3 Asil 1 yedek olmak üzere) vasıtasıyla  $L= 1.022$  m. uzunluğundaki  $\varnothing 750$  mm.'lik ÇB terfi hattıyla 118 m kotlu  $V=1250$  m<sup>3</sup> depoya terfi edilmektedir. Buradan  $L= 7.536$  m uzunluğundaki  $\varnothing 700$  mm.'lik AÇB ve ÇB isale hattıyla cazibeli olarak Maltepe'deki 99 m kotlu  $V = 5000$  m<sup>3</sup>'lük B.A gömme depoya iletilmiştir.

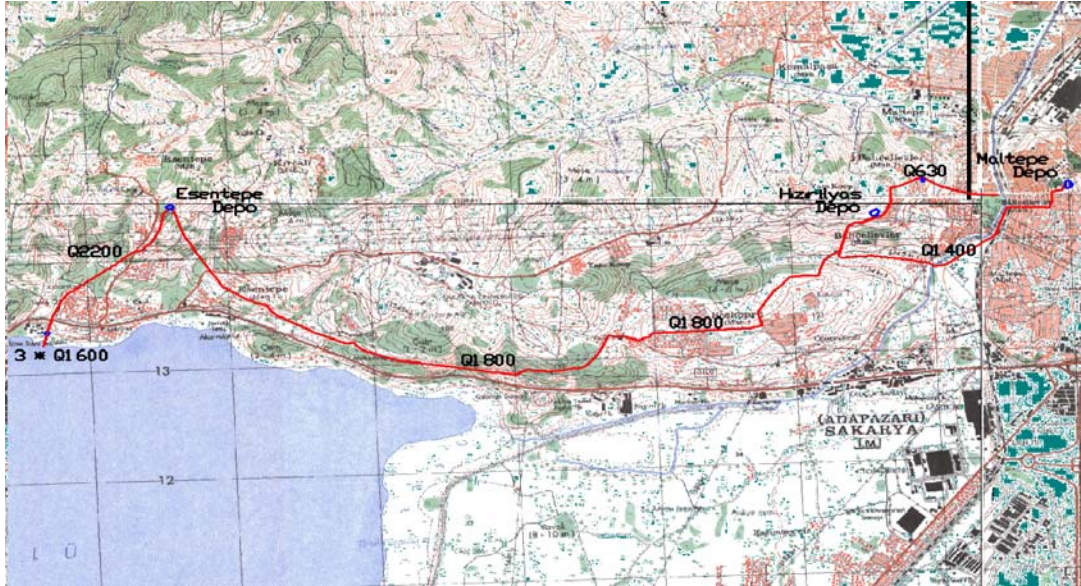
### 3.4.2.2. II. İsale hattı

Adapazarı nüfusunun son dönemde hızla artmasına paralel olarak ticaret ve sanayinin büyük bir gelişme göstermesi su ihtiyacının da önemli ölçüde artmasına neden olmuştur. Bu ihtiyacı karşılamak üzere yukarıda özellikleri belirtilen tesise paralel olarak 24.10.1983 tarihinde onaylanan projeye göre yeni bir tesis daha yapılmıştır. Bu defa 1200 İt/sn debi elektro motopomplar ( $Q=200$  İt/sn,  $H_m=104$ m,  $N_m=315$  Kw-6 Asil 2 Yedek olmak üzere) vasıtasıyla  $L= 1.022$  m uzunluğundaki  $\varnothing 1200$  mm'lik ÇB terfi hattıyla  $V= 1250$  m<sup>3</sup>'lük depoya aynı kotta inşa edilen 5000 m<sup>3</sup>'lük depoya terfi edilmektedir. 5000 m<sup>3</sup>'lük ana depodan da mevcut isale hattına paralel döşenen  $L= 7.666$  m.  $\varnothing 1200$  mm'lik AÇB isale hattıyla cazibeli olarak mevcut 5000 m<sup>3</sup>'lük Maltepe deposu ile aynı kotta inşa edilen 15000 m<sup>3</sup>'lük depoya iletilmektedir. Bu hattın branşmanla Arifiye ve Serdivan'a su verilmiştir. 2003 yılı Ağustos ayından itibaren sadece ikinci isale hattından hamsu alınmaya ve birinci isale hattı artırılmış su için geri dönüş hattı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Böylece Serdivan, Arifiye, Beşköprü, Üniversite ve Esentepe'ye artırılmış su sağlanmıştır.

### 3.4.2.3. III. İsale hattı

Üçüncü isale hattı ise; Adapazarı'nın 2030 yılı nüfus projeksiyonuna göre  $Q= 3.500$  İt/sn'lik su ihtiyacını Sapanca Gölü'nden karşılayacak ve yapımı devam eden yeni bir projedir. Bu tesiste aşağıdaki üniteler yer almaktadır;

Göl içerisinde döşenen L= 1.176 m uzunluğunda Ø 1600 mm CTP Su Alma Hattı (2 asıl 1 yedek), göl kıyısında Q=300 İt/sn, Hm= 150 m, Nm= 600 Kw özelliğe sahip 12 adet elektro motopomp bulunan Terfi Merkezi, L=1.480 m uzunluğunda göl - Esentepe arası Ø 2200 mm CTP terfi hattı, V=3000 m<sup>3</sup> Esentepe Toplama Deposu, Esentepe - Serdivan arası L=6.602 m uzunluğunda Ø 1.800 mm CTP isale hattı, Serdivan Hızırilyas Tepesi'nde V=10.000 m<sup>3</sup> temiz su deposu, Hızırilyas - Maltepe arası L=2.621 m Ø 1400 mm CTP bağlantı hattı, Hızırilyas – Serdivan Deposu arası L=1.163 m Ø 630 mm HDPE bağlantı hattı. Bu tesis %80 mertebesinde tamamlanmıştır. 2010 yılında %100 oranında tamamlanacağı öngörülmektedir [4].



Şekil 3.8. III. içmesuyu ana isale hattı planı

## **BÖLÜM 4. İÇME VE KULLANMA SUYU DEZENFEKSİYON YÖNTEMLERİ**

İçme ve kullanma sularının dezenfeksiyonundaki amaç sağlık açısından zararlı olabilecek patojen mikroorganizmaların etkisiz hale getirilmesidir. Dezenfeksiyon fiziksel ve kimyasal olarak ikiye ayrılır. Suların dezenfeksiyonunda bireysel olarak kullanılabilen çok sayıda yöntemin (kaynatma, iyot gibi) bulunmakta, ancak toplumsal amaçlı uygulamalarda genelde az sayıda dezenfeksiyon tekniği kullanılabilmektedir [14]. Bu dezenfektanların birbiriyle karşılaştırmaları da (Tablo 4.2) gösterilmiştir. Diğer dezenfeksiyon yöntemleri kısaca aşağıda açıklanmıştır:

### **4.1. Kaynatma**

Su 100°C'de yirmi dakika kaynatılmalıdır. Kaynayan su tatsız/yavan olur. Sudaki tatsızlığı ortadan kaldırmak için kullanılmadan önce havalandırılmalıdır. Özellikle kuyu sularında azotoksitler bulunabilmektedir; bunların yeni doğanlar methemoglobinemi'ye neden olabileceği düşünülerek, kuyu suları kaynatmak yerine hızla ısıtılıp soğutulmalı (60°C'ye kadar ısıtılıp hemen buzlu su içine konulabilir) ve bebek mamaları böyle sularla hazırlanmalıdır (bu şekilde sudaki azotlu bileşiklerin yoğunluğu artmamış olur). Genelde suyun kaynatılarak kullanılması hem ekonomik, hem de pratik bir yöntem değildir. Ancak özel durumlarda az miktarda sular için bu yöntemden yararlanılabilir.

### **4.2. İyotla Dezenfeksiyon**

Bir litre suya iki damla iyot damlatıp, yarım saat sonra kullanılması suyu dezenfekte eder. Fakat kokusu dolayısıyla kullanılması uygun olmayabilir.

### **4.3. Bromla Dezenfeksiyon**

Yüzme havuzlarının dezenfeksiyonu için kullanılabilir.

### **4.4. Bakırlı dezenfektanlar**

Yüzme havuzlarının dezenfeksiyonu için kullanılabilir. Gözlerde yanma en sık rastlanılan yan etkisidir. Özellikle yosunları ve algleri yok etmek amacıyla kullanılmaktadır.

### **4.5. Basıncılı Isı**

0.7 atm/kg basınç altında 120°C'de içme ve kullanma suyu dezenfeksiyonu sağlanabilir. Bu yöntem de az miktarda sular için kullanılabilir.

### **4.6. Ozonla Dezenfeksiyon (O3)**

Ozon, su arıtma tesislerinde kullanımdan hemen önce üretilir. Ozon jeneratörleri kuru oksijen veya havayı yüksek voltaja sahip elektrodların bulunduğu ortamdan geçirerek ozon üretirler. Ozon en güçlü dezenfektan ve oksidanlardan birisidir. Aktivitesinin son derece yüksek olmasına karşın çözünürlüğünün düşük olması kullanımını güçleştirmektedir. Ayrıca son derece korozif ve toksik olması nedeniyle işlenmesi sırasında da çeşitli sorunlara neden olabilir. Ozon dezenfeksiyon etkinliğinden ziyade oksidasyon amacıyla kullanılan bir bileşiktir.

### **4.7. Ultraviyole Radyasyon (UV)**

UV fiziksel bir dezenfeksiyon yöntemidir ve cıva arklı lambalar aracılığı ile üretilir. Penetre olduğu mikroorganizmanın genetik materyalini etkileyerek canlıyı parçalar veya çoğalmasını engeller. İçme ve kullanma sularının dezenfeksiyonunda kullanımı sınırlıdır.



#### 4.8. Klorlama

Eskiden beri ve halende yaygın olarak kullanılan dezenfeksiyon metotlarından biri klor ve klor bileşikleriyle yapılan dezenfeksiyondur. Bu dezenfeksiyon sistemini uygulayan yerlerde, klor gazı ve klor bileşikleriyle dezenfeksiyonu ön plana çıkıştır.

Kullanılacak dezenfeksiyon yönteminin seçimi sırasında dezenfekte edilecek suyun ve suyun dağıtımının yapılacağı şebeke sisteminin başlıca özellikleri hakkında bilgi sahibi olunmalıdır. Örneğin şebeke bütünlüğünün tam olduğu ve sürekli kontrol altında olduğu bölgelerde içme ve kullanma amacıyla yer altı suları dezenfekte edilecekse, seçilecek dezenfektanda aranılacak temel özellik birincil bakteri etkisi olmalıdır. Ancak aynı bölgede yüzeysel su kaynakları kullanılıyorsa seçilecek dezenfektanın bakteri etkinliğinin yanı sıra parazit ve virüslere karşı da etkili olması, ayrıca renk ve koku giderici etkinliğinin bulunması istenmelidir. Şebeke bütünlüğünün tam olmadığı, su kaçaklarının ve tesisat arızalarının yaygın olduğu bölgelerde ise estetik parametreler ikinci planda olmalı ve öncelikle birincil dezenfeksiyon etkinliği ve rezidüel koruyucu etkinliği yüksek dezenfektanlar seçilmelidir.

Klor içeren dezenfektanlar bilinen patojen mikroorganizmaların birçoğuna etkilidir ve bunlar tamamen yok eder veya üremelerini engeller.

Klor içerikli dezenfektanlar, suyun işlendiği tesisten kullanıcıya ulaştığı çeşmeye kadar sürekli dezenfeksiyon sağlayan tek yöntemdir. Ozon ve ultraviyole gibi diğer alternatif dezenfeksiyon yöntemleri primer dezenfektan olarak adlandırılırlar ve rezidüel dezenfeksiyon sağlamazlar.

Tüm kimyasal dezenfektanlar yan ürün oluştururlar, klorun avantajlarından birisi de yan ürünleri en çok incelenen dezenfektan olmasıdır.

Klor tat ve koku kontrolü sağlar, içme sularında kötü koku ve tada neden olabilen çok sayıdaki doğal organik maddeyi (özellikle alglerden kaynaklanan) okside eder. Vejetasyon sonucu meydana gelen sülfidleri ve kokuları ortadan kaldırır.

Klor biyolojik büyümeyi kontrol altına alır, boruları ve cihazları tıkayabilecek ve arızalara neden olabilecek veya depolarda gelişebilecek canlıların oluşumunu engeller.

Klor kimyasal kontrol sağlar, suda bulunabilecek hidrojen sülfiti, amonyak ve diğer nitrojenli bileşikler parçalar. Klor ekonomik olarak toplumsal kaynaklara önemli miktarda katkı sağlar. Yapılan bir araştırmada farklı nitelikteki suların arıtım ve dezenfeksiyon masrafları ile su kaynaklı hastalıkların maliyeti incelenmiştir. Araştırma sonucuna göre su arıtım ve dezenfeksiyonunun maliyet-yarar oranı küçük yerleşim yerleri (<10 bin) için 3:1, büyük yerleşim yerleri (>500 bin) için ise 8:1 civarındadır.

İçme suları dışında rekreasyon amacıyla kullanılan (havuz, kaplıca vb. gibi) suların dezenfeksiyonunda da klorun kullanılabilmesi, klorun diğer dezenfeksiyon yöntemlerine göre en önemli üstünlüklerinden biridir. Bu tür suların meydana getirebileceği başlıca sağlık sorunları; bakteriyel gastroenteritler, Legionella hastalığı, kulak enfeksiyonları, atlet ayağı (mantar) ve dermatitlerdir. Halen dünyadaki özel ve halka açık havuzların %90'ında sanitasyon amacıyla klor kullanılmaktadır. Klorun havuzlarda yaygın olarak kullanılmasının başlıca nedenleri; klorun primer ve rezidüel etkiye sahip bir dezenfektan olması, çok yönlü etki göstermesi (algisit, mikrobisit, oksidizer vb. gibi) ve ekonomik ve kolay uygulanabilir olmasıdır. Yüzme havuzlarında klor kullanımına bağlı olarak geliştiği düşünülen koku, gözlerde kızarma gibi sorunlar genelde algleri yok etmek amacıyla yüksek dozda bakır içerikli algisit kullanımına bağlı olarak gelişir [2].

Tablo 4.1. Toplumsal Amaçlı İçme Suyu Dezenfeksiyonunda Kullanılan Başlıca Dezenfektanlar

<b>Kimyasal Dezenfektanlar</b>	<b>Fiziksel Dezenfektanlar</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Klor</li> <li>- Klor + amonyak</li> <li>- Klor + hipoklorit</li> <li>- Klor + klor dioksit</li> <li>- Klor + klor dioksit + amonyak nitrojen</li> <li>- Sodyum Hipoklorit</li> <li>- Klor + hipoklorit + amonyak nitrojen</li> <li>- Klor + klor dioksit + hipoklorit</li> <li>- Ozon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ultraviyole Radyasyon</li> </ul>

Tablo 4.2. En sık Kullanılan Dezenfektanların Temel Özelliklerinin Karşılaştırılması

<b>Dezenfektan</b>	<b>Dezenfeksiyon Etkinliği</b>	<b>Rezidüel koruma</b>	<b>Dezenfeksiyon Yan ürünleri oluşumu</b>	<b>Renk giderici özelliği</b>	<b>Koku giderici özelliği</b>
<b>Klor</b>	İyi	İyi	Normal Miktarda	İyi	İyi
<b>Kloraminler</b>	Orta-İyi	Çok İyi	Az miktarda	Yok	Çok İyi
<b>Klor dioksit*</b>	Çok İyi	Yok	Normal Miktarda	İyi	İyi
<b>Ozon</b>	Çok İyi	Yok	Az miktarda	Mükemmel	Mükemmel
<b>Ultraviyole</b>	İyi	Yok	Yok	Yok	Yok

## **BÖLÜM 5. KLORLA DEZENFEKSİYON**

### **5.1. Dünyada ve Türkiye’de Klor Kullanımı**

Klor 1774 yılında İsveçli kimyager Scheel tarafından bulunmuş fakat yeni bir element olduğu 1810 yılında Humprey Davy tarafından ispat edilerek “yeşil” anlamına gelen “kloron” adı verilmiştir. Klor ve bileşiklerini ilk defa beyazlatmak için kullanan da James Watt olmuştur. 1700’lerin sonunda potasyum hipoklorit Fransa ‘da koku giderici ve dezenfektan olarak kullanılıyordu. Klor, 1846 yılında ilk olarak Viyana Genel Hastanesinde germisit olarak kullanılmaya başlanmıştır. Klor çevre sağlığı konusunda ilk olarak lağımlarda kullanılmıştır.1897 yılında ortaya çıkan bir tifo salgınından sonra ilk olarak İngiltere’ de Sims Woodhead kireç kaymağı kullanarak içme ve kullanma sularını dezenfekte etmeye başlamıştır. 1905 yılında yine İngiltere’de meydana gelen bir tifo salgınından sonra Lincoln, %10 sodyum hipoklorit kullanarak içme ve kullanma sularını 1ppm (part per million = milyonda kısım = mg/L) aktif klor dozunda düzenli olarak klorlamaya başlamıştır.

Amerika Birleşik Devletleri’nde klorun su dezenfeksiyonunda ilk kullanımına 1896 yılında Louisville’de başlanmış, sürekli kullanıma ise 1908 yılında Boonton’da geçilmiştir. Boonton’da hipoklorit kullanılmakta iken 1909 yılında sıvı klor (daha yaygın bilinen adıyla klor gazı) ticari olarak üretilmeye başlanmıştır. Sıvı klor ilk kez 1912’de Niagara şelalerinden elde edilen suyun klorlanmasında kullanılmıştır. 1920’lerde likid klor, su dezenfeksiyonunda diğer klor formlarının yerini almıştır.

Ülkemizde ise ilk olarak 1932’de İstanbul’da Terkos içme ve kullanma suyu tesislerinin Kâğıthane’deki arıtma istasyonunda kireç kaymağı ile klorlama başlamıştır. Ankara’da ise 1935 yılında Çubuk Barajı’ndan getirilmeye başlanan içme ve kullanma suyu 1936 yılında Ziraat Fakültesinin arkasındaki arıtma

tesislerinde gaz klorla sistematik olarak klorlanmaya başlanmıştır. 1940'dan sonra da Türkiye çapında klorlama yaygınlaşmıştır [2].

Klorun içme ve kullanma sularının dezenfeksiyonunda kullanımı ile ilgili tarihsel gelişmeler Tablo 5.1'de özetlenmiştir.

Tablo 5.1. Klorun İçme ve Kullanma Sularının Dezenfeksiyonunda Kullanımı İle İlgili Başlıca Gelişmeler

Yıl	Gelişme
1870-1880	Mikroorganizmaların hastalıklara neden olabileceği bilimsel olarak ispatlandı.
1896	Klor ilk olarak ABD’nde Louisville şehrinde kullanıldı.
1897	Klor İngiltere’de içme sularının dezenfeksiyonunda kullanıldı.
1905	İngiltere’de içme suları düzenli olarak klorlanmaya başlandı.
1908	Klor ABD’nin New Jersey (Boonton) ve Chicago şehirlerinde içme sularının dezenfeksiyonunda sürekli olarak kullanılmaya başlandı.
1909	1909 yılında sıvı klor ticari olarak üretilmeye başlanmıştır.
1912	Sıvı klor ilk kez Niagara şelalesinden elde edilen suyun klorlanmasında kullanılmaya başlandı.
1915	ABD ilk içme suyu bakteriyel standardını yayınladı.
1917	Kloraminli bileşikler ilk olarak ABD ve Kanada’da kullanılmaya başlandı.
1918	Klor kullanımı ABD’nin 1000’den fazla şehrinde kullanılmaya başlandı.
1920 li yıllar	Sıvı klor, su dezenfeksiyonunda diğer klor formlarının yerini aldı
1925	İçme suyu bakteriyel standartları netleştirildi ve ABD’nde yasal olarak uygulanmaya başlandı.
1932	Ülkemizde ilk olarak İstanbul’da Terkos içme ve kullanma suyu tesislerinin Kâğıthane’deki arıtma istasyonunda kireç kaymağı ile klorlama işlemi başladı.
1936	Ankara’da Çubuk Barajı’ndan getirilen içme ve kullanma suyu Ziraat Fakültesinin arkasındaki arıtma tesislerinde (Süzgeç) gaz klorla sistematik olarak klorlanmaya başlandı.
1940 lı yıllar	Türkiye çapında klorlama işlemi yaygınlaşmaya başladı.
1960 lı yıllar	Başta gelişmiş ülkeler olmak üzere dünya genelinde klorla su dezenfeksiyonu yaygın hale geldi.
1970	Klordioksit içme ve kullanma sularının dezenfeksiyonunda diğer klorlu bileşiklere göre daha yaygın olarak kullanılmaya başlandı.
1974	Klorla su dezenfeksiyonu sonucu sularda halojenli dezenfeksiyon yan ürünleri oluştuğu saptandı.
1991	Uluslararası Kanser Araştırma Kurumu klorla bağlı gelişen halojenli bileşiklerin insanlar için kanserojen olmadığını açıkladı.

## 5.2. Klorla Dezenfeksiyon Çeşitleri

İçme suyu dezenfeksiyonunda kullanılacak yöntemler teknik ve ekonomik olarak su arıtma uygulamalarına uygun olmalıdır. Klor dezenfeksiyonu ve gerektiğinde amonyak ilavesi, diğer yöntemlere göre daha basittir ve işletmeye yönelik gereksinimleri ayrıntılı olarak incelenmiş ve mekanizmaları tam olarak ortaya konabilmiştir. Klorla dezenfeksiyon işlemi kapasitelerine bakılmaksızın tüm içme suyu arıtma tesislerinde uygulanabilmektedir. Klor dışındaki yöntemlerle su dezenfeksiyonu yapılan işletmelerde de acil durumlar için yedek klorlama ekipmanı bulundurma zorunluluğu bulunmaktadır.

Klor suya genelde elementer klor (klor gazı), sodyum hipoklorür solüsyonu (çamaşır suyu) veya katı kalsiyum hipoklorür şeklinde uygulanmaktadır. Bu uygulamaların her biri suda serbest klor oluşumuna neden olan uygulamalardır ve klorla dezenfeksiyon denildiğinde bu üç uygulamadan birisi akla gelir.

Elementer klor en yaygın kullanılan klor formudur. Basınçlı tanklarda sıvılaştırılmış gaz halinde taşınırlar ve depolanırlar. Arıtma tesislerinde genelde ortalama 50 ve 75 kg.lık klor tankları kullanılır. Çok büyük çaplı arıtma tesislerinde kullanılmak üzere 1 tonluk klor tankları da üretilmektedir [5].

Sodyum hipoklorür veya çamaşır suyu sodyum hidrokside elementer klor ilave edilerek üretilir. Sodyum hipoklorür solüsyonları genel olarak %5- 15 oranında klor içerir. Kalsiyum hipoklorür genelde küçük kapasiteli su arıtma tesislerinde kullanılan bir klor formudur. Beyaz ve katıdır. Yaklaşık %65 oranında klor içerir. Ticari olarak granüler veya tablet şeklinde temin edilebilir. Yaygın olmamakla birlikte bazı işletmeler tarafından kullanılan hipoklorür jeneratörleri tuzlu su ve klor kullanarak zayıf (~%0.8) hipoklorür solüsyonları üretmektedir. Bu jeneratörler arıtma tesislerinde bulunmakta ve taşıma ve depolama masraflarını düşürmeyi hedeflemektedir. Her bir klor formunun kendine özgü avantaj ve dezavantajları Tablo 5.2'de özetlenmiştir.

Tablo 5.2. Klorun Farklı Formlarının Avantaj ve Dezavantajları

<b>Kullanılan Klor Formu</b>	<b>Avantajları</b>	<b>Dezavantajları</b>
Elementer Klor	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Klor formları içinde en ucuz olanıdır.</li> <li>*Raf ömrü yoktur, yani sonsuza dek depolanabilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Klor gazı tehlikeli bir gaz olduğundan kullanımı sırasında dikkatli olunmalı ve tecrübeli personel çalıştırılmalıdır.</li> </ul>
Hipoklorür Solüsyonu	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Elementer klorla göre daha az zararlı ve daha az tehlikelidir.</li> <li>*Çalışan personelin kısa süreli eğitimi yeterlidir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Raf ömrü sınırlıdır.</li> <li>*Suya katıldığında inorganik yan ürünler (klorat, klorür ve bromat) oluşabilir.</li> <li>*Korozif etkisi fazladır ve bir çok kimyasala göre daha fazla özen gösterilmesi gerekir.</li> <li>*Elementer klordan daha pahalıdır.</li> </ul>
Kalsiyum Hipoklorür	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Sodyum hipoklorürden daha dayanıklıdır ve raf ömrü daha uzundur.</li> <li>*Çalışan personelin kısa süreli eğitimi yeterlidir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Kullanım öncesi hazırlama aşamasında daha çok işlem gerektirir.</li> <li>*Hazırlanan stok solüsyonlarda oluşabilen partiküller doz ayarlamasını güçleştirebilir.</li> <li>*Elementer klordan daha pahalıdır.</li> <li>*Yangın ve patlama tehlikesi olabilir.</li> <li>*Suya katıldığında inorganik yan ürünler (klorat, klorür ve bromat) oluşabilir.</li> </ul>
Zayıf Hipoklorür Solüsyonları	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Depolanan ve taşınan kimyasal madde miktarında azalma meydana gelir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Bakım ve idamesi daha zordur.</li> <li>*Kurulum maliyeti yüksektir.</li> <li>*İşletme maliyetleri genelde ticari Hipoklorür solüsyonlarından yüksektir.</li> <li>*Tuz miktar ve kalitesinin sürekli kontrolü gerekir.</li> <li>*Suda oluşan dezenfeksiyon yan ürünlerinin takibi zordur.</li> <li>*Tüm sistemin kontrol ve yürütülmesi daha zor ve pahalıdır.</li> </ul>



Yukarıda açıklanan klor formlardan başka klorla dayalı diğer dezenfeksiyon yöntemleri de içme ve kullanma sularının dezenfeksiyonunda kullanılabilir.

### 5.2.1. Gaz klor

Büyük tesislerde içme suyu için gaz klorla dezenfeksiyon en ekonomik olanıdır. Dezenfeksiyon için gerekli tesis basittir ve gerekli kimyasal madde de kolayca temin edilebilir.

Klor gazı 40 bar basınç altındaki çelik tüplerde muhafaza edilir. Bir vana basıncı sıfıra düşürür ve klor gazı küçük bir su akımına verilir. Klor burada hemen çözünür. Doz lama pompaları veya enjektörler yardımıyla konsantre klorlu su çözeltisi dezenfekte edilecek suya katılır. Su sayaçları veya doz lama pompaları yardımıyla dozaj ayarlanır.

Gaz klor, su ile ve mikroplarla çabuk reaksiyona girer. 5 dakikalık bir reaksiyon sonucunda organik maddelerin oksitlenmesi klorun çoğunu tüketir ve klor bakiyesi sabit kalır. Bu nedenle dezenfekte edilen suyu şebekeye vermeden önce oldukça küçük bir depodan geçirmek mümkündür veya şebekedeki ilk abonenin arıtma tesisinden 1 km den daha yakın olmaması gerekir.

Bu yöntemdeki dezavantajlar ise şöyledir:

Klor çok zehirli bir gazdır ve havadan ağır olduğundan alçak yerlerde birikir. Bir kaza anında büyük miktarda gaz kaçabilir ve çevreye zarar verebilir.

Suyun her metreküpünde birkaç miligram klorlu hidrokarbon ürer. Kanserojen olarak bilindiğinden, içme suyunda klorlu hidrokarbondan kaçınılmalıdır. Bu problemle en çok yüzey sularının artırılmasında karşılaşılır. Bu sularda çok miktarda organik hidrokarbonlar bulunur ve diğer taraftan yeterli bakiye klor sağlamak için çok miktarda klor gerekir.

Gaz klor ayrıca klorlu fenol oluşmasına sebep olur. Klorlu fenol 10 mg / m<sup>3</sup> ün altındaki konsantrasyonlarda bile suya çok kötü bir tat verir. Klorlu fenol normal

konsantrasyonlarda küçük sağlık riski doğurur ve tadı nedeniyle tüketiciler tarafından fark edilir.

### 5.2.2. Kloramin

Kloramin daha ziyade organik maddelerle çok fazla kirletilmiş yüzey sularının klorlanmasında kullanılır. Bu metotla klor dozlanmadan önce suya az bir miktar amonyak verilir. Amonyak sudaki organik maddeleri bilhassa fenolü indirger. Böylece suya kötü tat veren klorlu fenol oluşmasını önler. Suyu klor dozundan birkaç saniye önce amonyak gazı verilmesi dışında işlem aynen gaz klorla dezenfeksiyona benzer. Amonyak gazı da çok kolay dozlanır. Ayrıca bu metoda suda kötü tat problemi yoktur. Ve bu metotta klorlu hidrokarbon tehlikesi bundan önceki metoda göre daha azdır.

Bu metodun tehlikeleri (gaz zehirlenmesi dâhil) gaz klorla dezenfeksiyona benzer. Ayrıca reaksiyon süresi daha uzundur. Jermilerin yok olması yaklaşık 30 dakikadır. Bu nedenle daha büyük reaksiyon deposu gerekir veya arıtma tesisiyle ilk abonenin arası daha uzun olmalıdır. Bu husus özellikle virüslerin yok edilmesi yönünden önemlidir [12].

### 5.2.3. Klor dioksit

Klorlama işlemlerinin en etkilisi ve en pahalısıdır. Klor dioksit dezenfeksiyon mahallinde üretilmelidir. Çünkü ancak birkaç saat için depolanabilir.

Klor dioksit sodyum klorür ile ya gaz klor veya çözelti halindeki HCl in düşük pH da birleşmesi ile elde edilir. Bu dengesiz ürün bilhassa gaz halindeki durumuyla patlamaya elverişlidir. Bu nedenle depolama tankları devamlı havalandırılarak patlayıcı klor dioksit gazı konsantrasyonu önlenir.

Klor dioksitin oksitleme gücü yüksek olduğundan reaksiyon süresi sadece 1 – 2 dakikadır. Virüsler üzerinde denenmiş etkisi vardır. Sudaki diğer maddelerle

birleşerek kötü kokuya sebep olmaz. Klor dioksitin klorlu hidrokarbon üretip üretmediği kesin olarak bilinmemektedir.

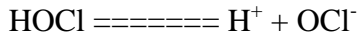
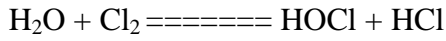
Kimyasal madde ve ekipman olarak masraflıdır. Organik maddelerle örneğin ağaçla temasında hemen tutuşmaya sebep olur. Sodyum klorür ve gaz klordan veya HCl den klor dioksit üretmek için gerekli ekipmanlar korozyona maruz kalır.

#### 5.2.4. Bağlı klor

Klorun azotla yaptığı  $\text{NH}_2\text{Cl}$ ,  $\text{NHCl}_2$  ve  $\text{NCl}_3$  gibi bileşiklere denir.

#### 5.2.5. Bağımsız klor

Klorun HOCl, OCl ve  $\text{Cl}_2$  şeklindeki bileşiklere denir. Bağımsız hazır - klor artığı denilince akla hipoklorit asit (HOCl) gelmektedir. Hipoklorit asit zayıf bir asittir ve aşağıdaki iyonlara ayrışmaktadır.



Bu çözülmenin derecesi suyun pH değerine bağlıdır. Sıcaklık 20 °C, pH 5 iken hipoklorit asit solüsyonunun % 100 ü HOCl şeklindedir. Suyun pH derecesi yükseldikçe ayrışım başlar ve pH 8 olduğu zaman sadece % 23,2 si HOCl, geri kalan % 76.8 i ise OCl şekline dönüşmüştür. Bu olay, OCl iyonunun mikrop öldürme özelliğinin HOCl a kıyasla çok önemlidir.

### 5.3. Klorlama İle İlgili Temel İşlemler

#### 5.3.1. Ön klorlama (Prechlorination)

İçme ve kullanma sularının arıtımına başlamadan önce tesisin girişinde suların klorlanmasıdır. İnorganik maddeleri (demir, manganez, sülfidler gibi) okside etmek, tat ve kokuyu ortadan kaldırmak, koagülasyon işleminin verimini arttırmak ve tesiste

alg oluşumunu azaltmak amacıyla gerçekleştirilir. Bakteri ve alg yükünün azaltılması yoluyla filtrasyon işleminin düzenlenmesi, koagülasyonun kolaylaşması, çökeltme havuzlarında oksidasyon ve bozulmaların geciktirilmesiyle tat, koku ve renk meydana getiren cisimlerin azaltılması, en önemlisi de çok kirli suların klor artığını en az miktarda tutarak dağıtım şebekesinde yeterli güven hissi veren dezenfeksiyonun sağlanmasıdır. Ancak, klorlama bütün bu nedenlerin çözümü değildir. Ön klorlamada genel olarak, mümkün mertebe uzun bir temas süresinin sağlanması istenir. Bunun için klor, arıtma tesislerini besleyen noktadan suya katılır.

### **5.3.2. Son klorlama (Postchlorination)**

Suya arıtma işleminin sonunda ve su dağıtım sisteminin başlangıcında klor katılmasına son/art klorlama (postklorinasyon) denir. En yaygın son klorlama (postklorinasyon) şekli, filtrasyonun hemen arkasından dezenfeksiyon için yapılan ve dağıtım şebekesinin bir kısmında veya tamamında aktif rezidüel klor bulundurandır. Temas süresi yukarıda da bahis konusu edildiği gibi gözönünde tutulması gerekli önemli maddelerden biridir. Klor filtre çıkış suyuna veya temiz su deposuna katılır.

### **5.3.3. Primer dezenfeksiyon (Primary disinfection)**

Ham suda bulunabilecek patojenleri etkisiz hale getirmek için suya klor ilave edilmesidir. Uygulama sonrası suda kalan klor miktarı (C) ve klorla mikroorganizmaların temas süresi (T) patojenlere karşı etkinliğin incelenmesinde kullanılır:  $C \cdot T$  (mg\*dk/L) ile elde edilen değer belirli patojenlere karşı dozajlama ile ilgili düzenlemelerde kullanılır.

### **5.3.4. Klorlama kırılma noktası (Breakpoint chlorination)**

Suda bulunan amonyak ve diğer klor bağlayan maddeleri okside etmek için kullanılan klor miktarıdır, kullanılan doz aynı zamanda suda minimum serbest klor saptanmaya başlanılan dozdur. Klor/Azot oranı daha fazla arttıkça azot triklorür (NCl<sub>3</sub>) oluşmaya başlar. Kötü tat ve kokuya neden olan bu bileşik uçucu olduğundan

havalandırmayla giderilir Klor miktarının daha da fazla artırılması halinde ise bağımsız klor miktarı da sürekli artar.

Kırılma noktası klorlmasının 3 amacı vardır;

1. Kuvvetli dezenfeksiyon
2. Organik maddelerin oksidasyonu
3. Amonyanın yükseltgenmesi

### **5.3.5. Aslan payı (Chlorine demand)**

Klor dezenfeksiyon etkisinin yanı sıra suda bulunabilen organik ve inorganik maddelerle (indirgenmiş metallere,sülfidler, brom iyonları, organik ve inorganik nitrojenli bileşikler gibi) reaksiyona girerek onları okside eder. Bu oksidasyon işlemi sırasında tüketilen ve mikroorganizmaları etkisiz hale getirmek için gereken klor miktarının toplamına “aslan payı” denir ve bu aşamada meydana gelen ürünlere “dezenfeksiyon yan ürünleri” adı verilir.

### **5.3.6. Rezidüel klorlama (Residual chlorination)**

Suyun dağıtım sistemine verilmesinden sonra da suda bir miktar klor bulunabilmesi amacıyla yapılan klorlama işlemidir. Biyofilm oluşumu, çapraz kontaminasyon, dağıtım şebekesindeki arızalar veya benzeri durumlarda şebekedeki suyun mikrobiyolojik kalitesinin bozulmaması için uygulanmaktadır.

### **5.3.7. Süperklorlama (Superchlorination)**

Kısa süre için çok yüksek miktarlarda klorlama yapılması işlemidir, sürenin hemen sonunda deklorlama (sudaki klorun alınması) yapılmalıdır. Sudaki rengi, demiri, manganezi, belirli bazı vertebrasız büyük canlıları yok etmek veya etkisiz hale getirmek gibi amaçlarla yapılır. Bazı olağanüstü durumlarda 2 ppm gibi dozlarda yapılan klorlama işlemine yüksek dozda klorlama denir, süperklorlama değildir. Süperklorlama en az 5 ppm dozunda yapılır.

### **5.3.8. Tesis (depo, şebeke) dezenfeksiyonu**

Yeni kullanıma açılan veya bakıma alınan eski depoların veya dağıtım sistemlerinin kısa süre için çok yüksek miktarlarda klor kullanılarak dezenfekte edilmesi işlemidir. Bu işlem mikrobiyolojik su kalitesinin değişken olduğu tesislerde de düzenli olarak tekrarlanmalıdır.

### **5.3.9. Aralıklı klorlama (Intermittent chlorination)**

Dağıtım sistemi borularındaki ve ana hatlardaki mikrobiyolojik üremeyi kontrol altına almak için aralıklı olarak sisteme klor ilave edilmesidir. Aralıklı klorlama, dezenfeksiyon için klor kullanmayan arıtma tesislerinde de zaman zaman kullanılmaktadır.

### **5.3.10. Tekrar klorlama (Rechlorination)**

Yapılmakta olan klorlama işlemi dışında şebekenin bir veya birkaç noktasında suya ayrıca klor katılmasına tekrar klorlama denir. Bu uygulama filtre çıkışında katılan klorun, borulardaki biyolojik faaliyeti kontrole ve suyun hareketsiz kaldığı noktalarda renklenme olaylarını önlemeğe yetmediği ve dağıtım şebekesinin uzun ve kompleks olduğu hallerde yapılır.

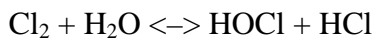
### **5.3.11. Klordan arıtma (Dechlorination)**

Süperklorinasyon işlemi görmüş olan su, estetik yönden sakıncalı şekilde klor bulundurur. Bu itibarla klor artığının tüketici için uygun dereceye indirilmesi zorunluluğu vardır. Bunun için, uzun süreli ve güneş ışınlarına açık depolama ve aktif kömür absorpsiyonu elverişlidir. Kükürt dioksit, sodyum tiyosülfat, sodyum bisülfid gibi kimyasal maddelerde fazla kloru alıcı olarak kullanılır. Kükürt dioksit kullanıldığında, her bir ppm klor için 1 ppm kükürt dioksite ihtiyaç vardır.

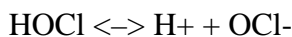
#### 5.4. Klorla Su Dezenfeksiyonunun Mekanizması

Suya klor katılması sonucu meydana gelen reaksiyonlar, bunların mekanizması, görünüşte çok basit görülür. Gerçekte durum böyle değildir. Öncelikle, klor katılan su, sadece saf H<sub>2</sub>O değildir, içinde hayvansal, bitkisel ve sentetik yapılı çeşitli organik maddeleri değişik miktarlarda bulunduran, çeşitli elementler ve bunların bileşiklerinin son derece karışık solüsyonlarını kapsayan bir sıvıdır. İkincisi de meydana gelen reaksiyonda, klor su ile basit bir katılma bileşiği vermez. İçinde artık madde bulunduran suların klorlanması ise, çok daha karışık durumlar meydana getirir.

Klor suda orta derecede çözünen ve kontrollü bir şekilde kolayca uygulanabilen bir maddedir. Klor gazı (Cl<sub>2</sub>) veya hipoklorit tuzu (OCl<sup>-</sup>) oda sıcaklığında suda çözünür. Klor iyonu suda çözüldüğünde ve reaksiyon en basit şekliyle ele alındığında hipoklorik asit ve hidroklorik asitin bir karışımı meydana gelir:



Oluşan bu serbest asitler daha sonra aşağıdaki reaksiyonla dağılırlar ;



Hipokloröz asit (HOCl) ve hipoklorit iyonlarının (OCl<sup>-</sup>) konsantrasyonuna “serbest klor” adı verilir ve miktarları esas olarak pH tarafından belirlenir. Yukarıdaki denge denkleminde göre pH'nın 3'ün üzerinde olması halinde klor moleküler halde (Cl<sub>2</sub>) bulunmaz. Hipoklorit asit, 6 – 8.5 değerleri arasındaki pH'larda tamamen ayrışır. pH 6'ya eşit ise klor, “hipoklorit asit” şeklinde bulunur. pH 7.5 değerinin üzerinde ise hipoklorit iyonları (OCl<sup>-</sup>) hâkimdir. pH 9.5 değerinin üzerinde ise klor hemen tamamen hipoklorit iyonları (OCl<sup>-</sup>) şeklindedir. Su dezenfeksiyonu genel olarak pH 7.0 – 8.0 arasında meydana gelir ve bu aralıkta HOCl OCl<sup>-</sup>'ye dönüşür. Bu pH aralığında HOCl'nin biosidal aktivitesi OCl<sup>-</sup>'den daha yüksektir.

Bu reaksiyonlar reversibldir. Denge sağlandığında reaksiyon durur. Ortama klor iyonu veya alkali bir madde eklenirse HOCl + HCl üretimi artar. Hidroklorik asit kuvvetli asittir ve ortamda tamamen dağılır, hipoklorik asit ise zayıf bir asittir ve dağılımı ortamın pH'sı ile belirlenir.

Klor iyonu ortamda bulunan fenol ve amonyak gibi maddelerle de reaksiyona girer. Bu reaksiyonlar sonunda klorofenol, monokloroamin, dikloramin, nitrojen trikloramin ve HCl meydana gelir. HCl dışındaki maddelerin hepsine birden kombine kalıcı klor denir. Bunların arasında dikloramin en yüksek dezenfektan etkiye sahiptir. Eğer ortamda yeterli miktarda amonyak veya amino bileşikleri varsa ortam pH' sını 7'nin altına düşüğünde monokloraminler dikloraminlere dönüşebilir. Ortamda okside olabilecek materyal varlığında klor iyonlarının su ile girdiği reaksiyon sonunda  $2\text{HCl} + \text{O}$  oluşur; ortaya çıkan oksijen güçlü bir oksidandır ve bu reaksiyon pamuk beyazlatmada kullanılır.

Klor çeşitlerinin suyla etkileşimini kimyasal denklemlerle ifade edecek olursak;

1. Sıvı Klor suya girdiğinde aşağıdaki kimyasal reaksiyonu oluşturur;



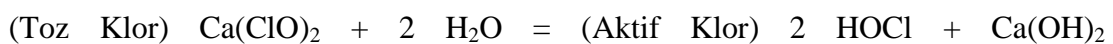
Görüldüğü gibi, Aktif Klor ile beraber Kostik (NaOH) de oluşuyor, bu nedenle suya sıvı klor verildiğinde suyun pH derecesi yükselir.

2. Gaz klor suya girince aşağıdaki kimyasal reaksiyon oluşur;



Görüldüğü gibi, Aktif Klor ile beraber Hidroklorik Asit (HCl) de oluşuyor, bu nedenle suya gaz klor verildiğinde suyun pH derecesi azalır.

3. Kalsiyumlu Toz Klor suya girdiğinde aşağıdaki reaksiyon oluşur;



Bu reaksiyon sonucunda istenen Aktif Klor oluşur, ancak suyun pH derecesini değiştiren bir kimyasal oluşmaz.



Suda bulunan inorganik ve organik moleküller, süspansiyon halindeki partiküller ve mikroorganizmalar “klor ihtiyacı” denilen durumu oluştururlar; çünkü tüm bu oluşumlar serbest kloru kullanarak, biosidal aktivitenin ortaya çıkabilmesi için ilave klor gereksinim meydana getirirler. Tüm klor ihtiyacını karşılayan klor düzeyinin sağlandığı konsantrasyon düzeyine “kırılma noktası” adı verilir ve bu andan itibaren eklenen klor “serbest klor” (rezidüel klor) olarak kalır. Serbest klorun suda bulunduğu süre “temas süresi” olarak adlandırılır ve sağlanan dezenfeksiyon işleminin derecesini gösterir [10].

### **5.5. Klorun Mikroorganizmalar Üzerindeki Etkisi**

Klor, bakterilerde glikoz oksidasyonunu inhibe ederek bakteride etki gösterir. Ayrıca sülfidril grubu taşıyan bazı enzimlerin aktivasyonunu da azaltır. Bakterilerle karşılaştırıldığında, sporlu bakterilerin, virüslerin, protozoonların ve ilkel organizmaların sudan giderilmesi için; suyun, daha yüksek klor dozu ile daha uzun süre temas ettirilmesi gerekmektedir.

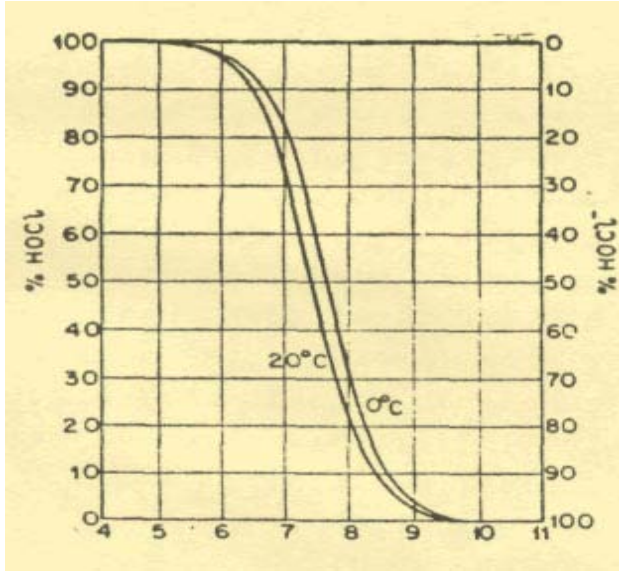
Serbest klor, özellikle de HOCl, kloraminlere kıyasla çok daha fazla bakterisittir. HOCl elde edilmesi pH ayarı ile sağlanabilir. Serbest ve bağlı klorun bakterisit etkisi sıcaklıkla birlikte yükselir. Düşük sıcaklığa bir de yüksek pH eşlik ederse bakterisit etki azalır. Kloraminlerin, serbest klor kadar bakterisit etki gösterebilmesi için serbest kloru nazaran 100 kat daha uzun süre suda kalmalıdır. Eşit temas süresinde, eşdeğer miktarda bakteri yok edilmesi için serbest kloru nazaran 25 kat daha fazla kloramine ihtiyaç vardır [13].

### **5.6. Klorla Su Dezenfeksiyonuna Etki Eden Başlıca Faktörler**

#### **5.6.1. pH derecesi**

Klor, suyun pH'sını düşürür ve alkaliliği azaltır. Hipoklorit kullanılması halinde ise, suyun pH'sı biraz yükselir. Klorun bakterisit etkisi, suda bulunduğu şekillere bağlıdır. Serbest halde hipoklorit asit (pH 6 ile 7,5 değerleri arasında) ve bağlı halde de dikloramin (pH 4,4 ile 6,5 değerleri arasında) en etkili klor bileşikleridir. Sonuç

olarak içme suyu olarak kullanılan suların alışlagelen pH sınırları içinde pH'ları yükseldikçe, serbest klor ve kloraminlerin bakterisit güçlerinin azaldığı anlaşılır. Dezenfeksiyon verimi bakımından pH, uygun bir seviyeye getirilebilirse de, koagülasyon, sülfid oksidasyonu, korozyon kontrolü ve başka bazı amaçlarla da pH'ın yükseltilmesi gerekebilir. Sudaki pH değerine göre klor bileşikleri değişimi aşağıda Şekil 5.1 'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. pH a göre sudaki klor bileşikleri

### 5.6.2. Sıcaklık

Serbest ve bağlı klorun bakterisit kapasitesi sıcaklıkla birlikte artar. Yüksek pH ile düşük sıcaklık şartlarının birleşmesi halinde bakterisit özelliğe azalma olur.

### 5.6.3. Temas süresi

Bakteri ve diğer canlı organizmaların klora karşı gösterdikleri dayanıklılık büyük ölçüde değişir. Yukarıda belirtilen maddeler dışında ve klorun gerek serbest klor, gerek kloramin şeklinde olması hallerinde, patojen ve diğer organizmaların yok edilmesi için temas süresi de yeter olmalıdır. Diğer şartların değişmez olması halinde, serbest klor artığı için gerekli temas süresi, kloramin çeşitlerine nazaran çok daha kısadır. Genel olarak aynı miktarda artık elde etmek ve eşit miktarda bakteriyi yok etmek için, kloraminler serbest klora nazaran 100 kat fazla zaman isterler.

#### 5.6.4. Klor cinsi

Bağlı klor formları ve kloraminler, serbest klora ve özellikle hipoklorit asite göre çok daha az aktiftirler. Bunun kloraminlerin çok daha düşük olan oksidan kapasiteleri dolayısıyla olduğu ileri sürülmüştür. Eşit temas süresinde, eşdeğer miktarda bakteri yok edilmesi için de serbest klora nazaran 25 misli daha fazla kloramine ihtiyaç vardır.

#### 5.6.5. Verilen dezenfektanın konsantrasyonu

Temas süresi az ise verilen klorun konsantrasyonu daha yüksek olmalıdır.

#### 5.7. Suyun Klorlanması

Herhangi bir kuyu klorlanacağı zaman suyun çeşitli özellikleri bilinmelidir. Ancak böyle bir olanak yoksa aşağıdaki tabloya göre klor solüsyonu hazırlanarak kullanılmalıdır. Artık klorun normal değeri 0.1 – 0.5 ppm dir. Artık klor belirli bir temas süresi sonunda, sudaki organik maddeler ve mikroorganizma için gerekli klor ihtiyacı çıktıktan sonraki klor miktarıdır [11]. Suyun kalitesine göre suya verilecek klor miktarları aşağıda Tablo 5.3 de verilmiştir.

Tablo 5.3. Çeşitli sulara verilecek takribi başlangıç klor dozları

Suyun kalitesi	Başlangıç olarak verilecek asgari Cl dozu
Bakterisi az, iyi cins	1.00 mg / lt
Diğer kuyu suları	1.50 mg / lt
Çıkışı bulunmayan memba suları	1.25 mg / lt
Filtre edilmiş sular	1.25mg / lt
Baraj suları	2.50 mg / lt
Kirli sath suları	3.00 mg / lt

## 5.8. Klorla Su Dezenfeksiyonunun Yan Ürünleri

Klor ve kloraminler sudaki bazı organik maddelerle etkileşerek dezenfeksiyon yan ürünleri oluşumuna neden olurlar. Trihalometanların keşfinden sonra, gerçekleştirilen çalışmalar, dezenfeksiyon işlemi sırasında çok sayıda dezenfeksiyon yan ürünleri oluştuğunu göstermiştir.

Trihalometanlar dışında sularda oluşan dezenfeksiyon yan ürünlerinden birisi haloasetik asitlerdir. Toplam haloasetik asit (monokloroasetik asit, dikloroasetik asit, trikloroasetik asit, monobromoasetik asit ve dibromoasetik asit) miktarı için Amerikan Çevre Koruma Birimi tarafından konulan üst sınır 0.06 mg/L'dir. Trihalometanlarda olduğu gibi haloasetik asitlerin sağlık üzerine olan etkileri hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır.

Dezenfeksiyon yan ürünleri ile ilgili düzenlemeler yapılırken, etkilenimin yaşam boyu olduğu dikkate alınarak, bulunmasına izin verilen maksimum değerlere uyumluluk; günlük ölçümlerin aylık ortalaması ve aylık ortalamaların yıllık ortalaması şeklinde hesaplanmalıdır. Oysa konuyla ilgili yapılan çalışmalar genelde bir veya birkaç defaya mahsus ölçümlere dayanmaktadır. Yıllık ortalaması, belirlenen değerlerin üzerinde olan su arıtma tesislerinde ilave önlemler alınmalı, bunun yanı sıra gelecekte ortaya çıkabilecek dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşumunu engellemek için genişletilmiş koagülasyon sisteminin tüm arıtma tesislerinde kullanılmaya başlanması sağlanmalıdır.

Dezenfeksiyon yan ürünlerinin sularda tespit edildiği 1974 yılından bu yana yapılan çalışmalar, bu kimyasallarla insanlarda kanser oluşumu konusunda doğrudan bir ilişki ortaya koyamamış ve Uluslararası Kanser Araştırma Kurumu, dezenfeksiyon yan ürünlerinin “insanlarda karsinojendir” sınıfına sokulamayacağına karar vermiştir. DSÖ de “dezenfeksiyon yan ürünleri kaynaklı olabileceği ileri sürülen sağlık risklerinin, yetersiz dezenfeksiyon sonucu ortaya çıkabilecek sağlık risklerine göre son derece az olduğu”nu açıklamış ve “dezenfeksiyon yan ürünleri oluşumunu azaltmak için, suların dezenfeksiyonunu engelleyecek veya azaltacak hiçbir uygulamayı onaylanamayacağı” belirtmiştir. Konuyla ilgili bir araştırmada

dezenfekte edilmemiş bir içme suyunda bulunabilecek patojen mikroorganizmaların, dezenfekte edilmiş sulardaki dezenfeksiyon yan ürünlerine göre en az 100–1000 kat fazla tehdit oluşturacağı vurgulanmıştır

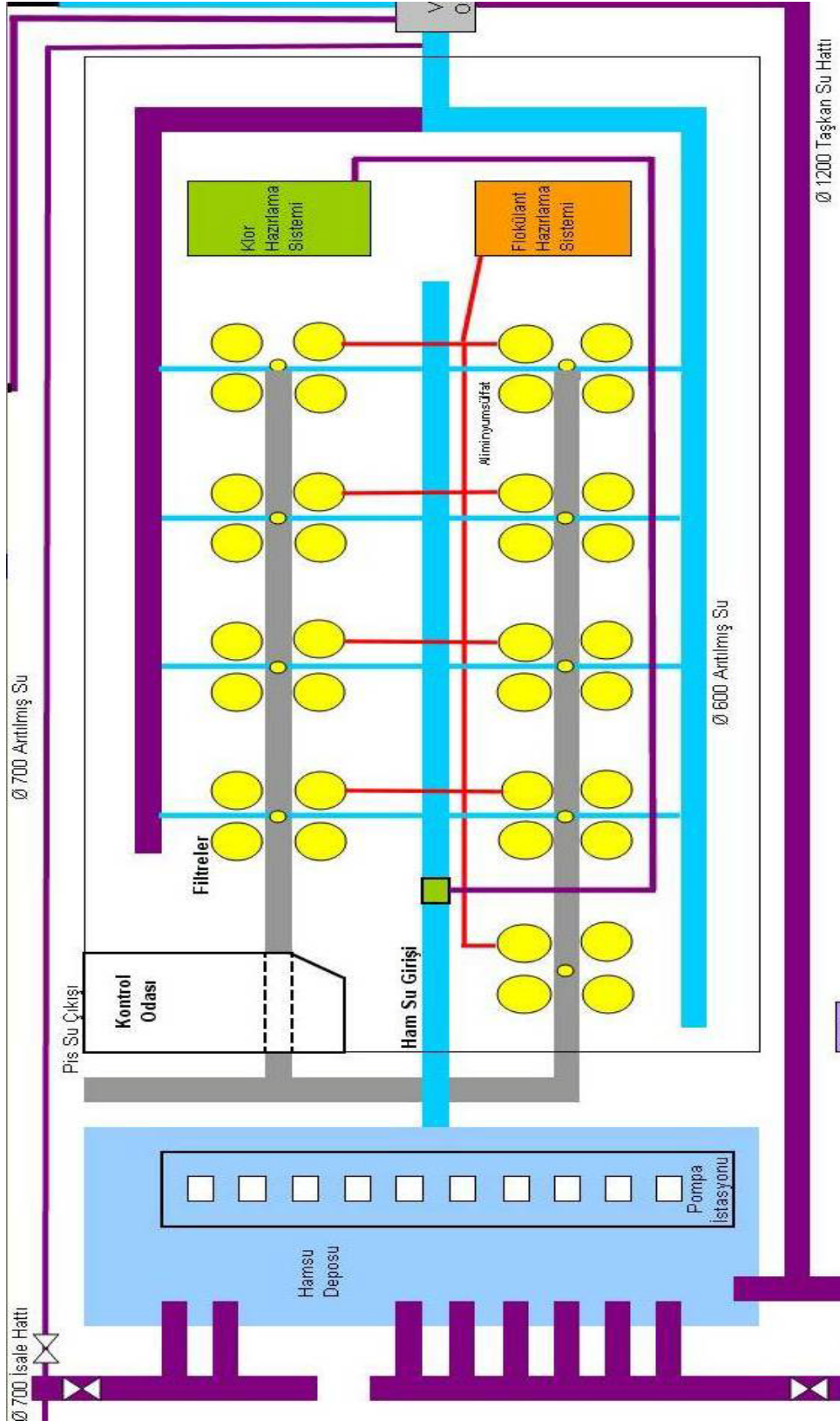
## **5.9. Sakarya’da Klorla İçmesuyu Dezenfeksiyonu:**

### **5.9.1. İçmesuyu arıtma tesisleri ve klorlama sistemleri**

Sakarya Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi (ADASU), İçme suyunu 3 çeşit kaynaktan karşılamaktadır. Bunlar, yüzey suları, kaynak suları ve kuyu sularıdır. Bu sulardan; kaynak ve kuyu suları sadece klor ile dezenfeksiyon yapılarak şebekeye verilirken, yüzey suları ya drenaj şeklinde suyun kaynağından alınıp şebekeye verilmekte, ya da basınçlı veya yavaş kum filtrelerinden geçirilerek arıtmakta ve daha sonra şebekeye verilmektedir. ADASU sorumluluk alanında 5 adet arıtma tesisi bulunmaktadır. Bunlar; Maltepe (Merkez), Aktarla (Akyazı), Kanlıçay (Karapürçek), Hacımercan (Sapanca) ve Kırkpınar (Sapanca) arıtma tesisleridir.

#### **5.9.1.1. Maltepe içmesuyu arıtma tesisi – merkez**

Sapanca Gölü'nden sifonla alınan su, pompalar ile Esentepe'deki 5000 m<sup>3</sup> depoya basılmaktadır. Esentepe'de klorlanarak dezenfekte edilen su, cazibeli olarak Maltepe'de bulunan ham su deposuna gelmektedir. Maltepe'de basınçlı kum filtrelerinde arıtılan su, gerektiğinde klorlama işlemi yapılarak temiz su depolarına, buradan da şebekeye ve şehirdeki diğer şebeke depolarına aktarılmaktadır. Klorlama sistemi gaz klorlamadır. Temiz su, şebeke depolarının bir kısmına cazibeli, bir kısmına da terfili iletilmektedir. Bu tesisten, Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisindeki yerleşim birimlerinin yaklaşık %80'i yararlanmaktadır. Bu tesiste, ayrıca tam teşekküllü bir adet de içme suyu laboratuvarı bulunmaktadır. Maltepe tesisindeki arıtma sistemi PLC kontrollüdür [4]. Aşağıda Şekil 5.2’de Maltepe içmesuyu tesislerinin şematik planı ve Şekil 5.3’de de Maltepe içmesuyu tesislerindeki hızlı kum filtreleri gösterilmektedir.



Şekil 5.2. Maltepe içmesuyu arıtma tesisi şematik planı



Şekil 5.3. Maltepe İçmesuyu Arıtma Tesisi hızlı kum filtreleri

#### **5.9.1.2. Aktarla içmesuyu arıtma tesisi – Akyazı**

Dereden alınan su basınçlı kum filtrelerinden geçirilmekte ve klor(Sodyum Hipoklorit) ile dezenfekte edilerek şebekeye verilmektedir. Bu iki tesiste filtrasyon ve geri yıkama işlemleri tam otomatik olarak yapılmaktadır. Bu tesisle 10 köye arıtılmış su sağlanmaktadır.

#### **5.9.1.3. Hacımercan içmesuyu arıtma tesisi – Sapanca**

Akçay Deresi'nden alınan su Hacımercan'da bulunan Yavaş Kum Filtrelerine ve klor ile dezenfekte(gaz klorlama) uygulamalarıyla arıtılarak şebekeye verilmektedir. Bu tesiste suyun kontrolü ve filtre kumunun temizlikleri insan gücü ile gerçekleştirilmektedir. Bu tesisle 3 belde ve 49 köye arıtılmış su sağlanmaktadır.

#### **5.9.1.4. Kanlıçay içmesuyu arıtma tesisi – Karapürçek**

1000 m<sup>3</sup>'lük depo, 80 lt/sn'lik basınçlı kum filtresi ve lojmandan oluşan arıtma tesisi öz kaynaklarla yapılmış ve 2007 yılında faaliyete geçirilmiştir. Tesiste sıvı klorlama(Sodyum Hipoklorit) ile dezenfekte işlemi yapılmaktadır Bu tesisle 14 köye arıtılmış su sağlanmaktadır.

### 5.9.1.5. Kırkpınar içmesuyu arıtma tesisi – Sapanca

Soğucak Yaylası Yangın Deresi'nden alınan su Yavaş Kum Filtreleme ve klor ile dezenfekte (Sodyum Hipoklorit) uygulamalarıyla arıtılarak Kırkpınar beldesine sağlıklı su sağlamaktadır [4]. Sakarya'daki içmesuyu tesisleri ve kapasiteleri aşağıda Tablo 5.4 de gösterilmiştir.

Tablo 5.4 .İçmesuyu arıtma tesisleri ve kapasiteleri

<b>Tesis</b>	<b>Yapım Tarihi</b>	<b>Kapasite</b>
<b>Maltepe İçmesuyu Arıtma Tesisi</b>	1997	1.800 lt/sn (600.000 nüfus)
<b>Aktarla İçmesuyu Arıtma Tesisi</b>	2002	40 lt/sn (14.000 nüfus)
<b>Kanlıçay İçmesuyu Arıtma Tesisi</b>	2006	80 lt/sn (28.000 nüfus)
<b>Kırkpınar İçmesuyu Arıtma Tesisi</b>	1996	40 lt/sn (14.000 nüfus)

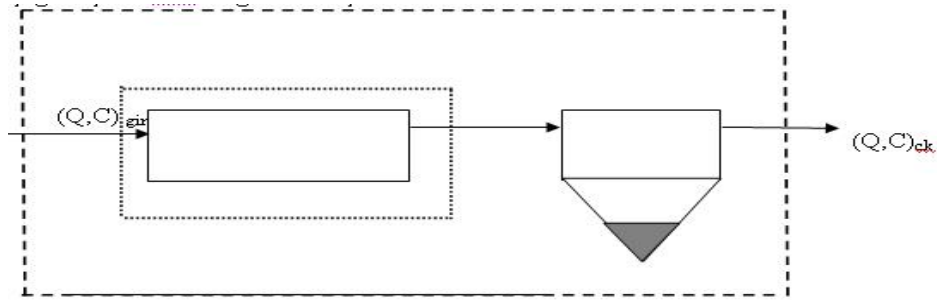


## BÖLÜM 6. İSALE HATTINDA GERÇEKLEŞEN DEZENFEKSİYONUN MATEMATİKSEL MODELLEMESİ YAPILMASI

Herhangi bir sistemi matematiksel modelleme yoluyla analiz edebilmek bazı kanun ve prensipler kullanılmaktadır. Bu kanunların en temel iki tanesi kütle ve enerjinin korunumu kanunlarıdır. Kütle ve enerjinin korunumu herhangi bir maddenin mucizevi bir şekilde var olmayacağını veya yok olmayacağı prensibine dayanır. Enerjinin korunumu ise bir sistemde var olan enerjinin form değiştirebileceği ancak kaybolmayacağı prensibine dayalıdır.

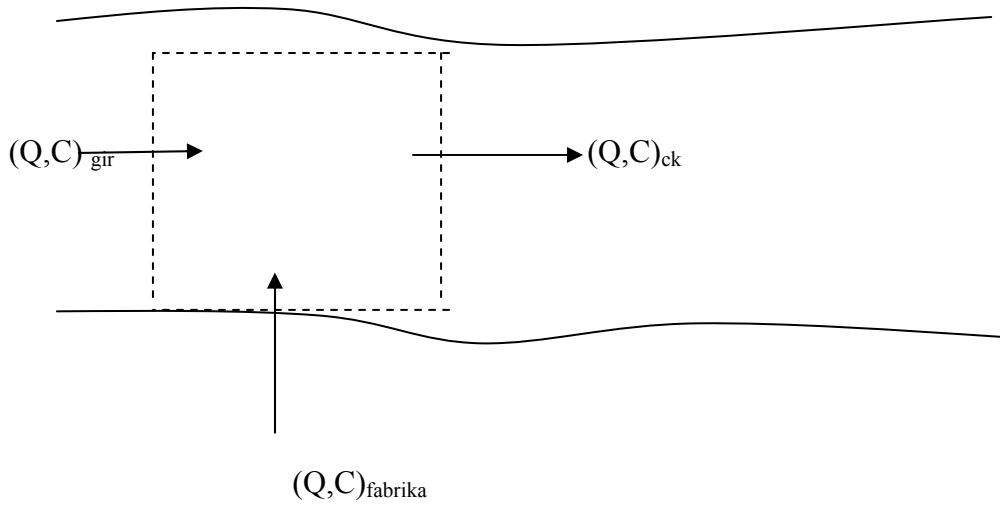
Üzerinde çalıştığımız bir sistem için madde ve enerji korunumunu yazabilmemiz için sistemin sınırlarını belirlememiz gerekir. Aksi durumda korunum denklemleri bir anlam taşımaz. Sınırları belirli bu bölgeye kontrol hacmi denir. Bu hacmin ölçüğü  $\eta\text{m}^3$  den  $\text{km}^3$  e kadar ulaşabilir.

Kontrol hacmi olarak belirleyeceğimiz hacim her bir çalışmaya özel olacaktır. Örneğin, laboratuvar deneylerinde kullanılan basit bir (beher) olabilir veya tesis tasarımı sırasında tesisin ana reaktörü olabilir. Beher kabını kontrol hacmi olarak aşağıda Şekil 6.1’ de gösterilmiştir.



Şekil 6.1. Beherin kontrol hacmi

Akarsu yatağında oluşturulan kontrol hacmi de aşağıda Şekil 6.2' de gösterilmiştir.



Şekil 6.2. Akarsuda kontrol hacmi

### 6.1. Reaktörler

Reaktörler üç değişik grupta toplanmaktadır;

- 1) Kesikli ve tam karışımli reaktörler,
- 2) Sürekli ve tam karışımli reaktörler,
- 3) Piston akımlı reaktörler,

Madde girişinin tek sefer ve reaksiyon başlamadan önce yapıldığı reaktörler, kesikli ve tam karışımli reaktörlerdir. Bir beher kabı bu reaktörün bir örneğidir.

Kimyasal reaksiyonlar çok geniş bir konu olması nedeniyle matematiksel modelleme açısından kimyasal reaksiyonların hızları önemlidir. Reaksiyon hızı, reaksiyona giren maddelerin kütlelerindeki azalışı ve buna paralel, ürünlerin kütlelerindeki oluşum hızlarıdır. Reaksiyon hızları termodinamik ve kinetik olmak üzere iki grup parametrelerin etkisi altındadırlar. Termodinamik reaksiyon sonucu ortaya çıkacak enerji veya bir reaksiyonun gerçekleşmesi ihtiyaç duyulan enerjiyi gibi konuları inceler. Buna karşılık kinetik datalar reaksiyonların hızlarıyla ilgili konuları incelemektedir.

Reaksiyonların hızları, sıcaklık, maddelerin türü ve konsantrasyonu, katalizörlerin varlığı gibi parametrelerden etkilenir. Bunlardan konsantrasyonun etkisi, reaksiyon hızlarının matematiksel ifadelerini yazarken kullanılmaktadır. Diğer etkileri ise reaksiyon hız sabiti denilen ve genellikle  $k$  ile gösterilen katsayının değerini değiştirmektedir.



Bir A maddesinin B ye dönüştüğü reaksiyon için reaksiyon hızı aşağıdaki şekilde gösterilir.

$$\frac{dA}{dt} = -k[A]^n = \frac{dB}{dt} \quad (6.2)$$

Burada  $dA/dt$  reaksiyon hızının matematiksel ifadesi,  $k$  reaksiyon hız sabiti ve  $n$  ise reaksiyon hızının A maddesinin konsantrasyonuna hangi dereceden bağlı olduğunu göstermektedir. ( $n$ ) katsayısı reaksiyonun mertebesi veya derecesi şeklinde de ifade edilir ve genellikle 0, 1, ve 2 gibi değerler alır.

Basit (elementel) reaksiyonlar için reaksiyon hızı ve mertebesi aşağıdaki şekilde gösterilir.



$$\frac{1}{a} \frac{dA}{dt} = \frac{1}{b} \frac{dB}{dt} = \frac{1}{c} \frac{dC}{dt} = \frac{1}{d} \frac{dD}{dt} = k * [A]^a * [B]^b \quad (6.4)$$

Reaksiyonun derecesi =  $n = (a + b)$

Reaksiyonun dercesine göre en çok bilinen reaksiyonlar şu şekildedir;

1-Madde reaksiyona girmiyorsa, birim zamanda maddenin miktarında değişim olmayacaktır;

$$\text{yani, } dM/dt = V \cdot dC/dt = 0 \quad (6.5)$$

2-Bu madde basit bir reaksiyona giriyorsa ve bu değişimin hızı sabitse, yani değişimin hızı madde miktarından etkilenmiyorsa

$$dA/dt = -k \cdot A^0 = -k \quad (\text{sıfırıncı dereceden reaksiyon kinetiği})$$

3-Reaksiyonun hızı madde konsantrasyonuna doğrudan bağlı ise;

$$dA/dt = -k \cdot A^1 \quad (\text{birinci dereceden reaksiyon kinetiği})$$

$$dA/dt = -k \cdot A^2 \quad (\text{ikinci dereceden reaksiyon kinetiği})$$

Yukarıdaki hız ifadelerine uyan reaksiyonlar basit ve elementel grup olarak adlandırılır. Buna karşılık, hızı tek bir katsayı yerine bir kaç katsayıya bağlı olan (Monod vs. gibi) reaksiyonlarda mevcuttur. Bu reaksiyonlar karmaşık kinetiği sahip olan reaksiyonlar olarak adlandırılır [6].

### 6.1.1. Reaktör çeşitleri

#### 6.1.1.1. Kesikli tam karışımli reaktörler

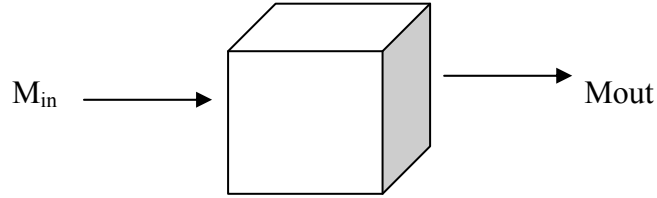
Örneğin 1. dereceden bir reaksiyon için

$$\frac{dM}{dt} = V \cdot \frac{dA}{dt} = k \cdot [A] \cdot V \quad (6.6)$$

Maddenin toplam kütlesi  $V \cdot C$  olarak ifade edilebildiğinden, ve  $V$  hacim sabit olduğundan tek değişken parametre konsantrasyon olmaktadır. Her iki  $V$  ile bölündüğünde yukarıdaki bölümde çıkarılan hız ifadesi elde edilmiş olur. Bu örnekte olduğu gibi kesikli tam karışımli reaktörlerde reaksiyona giren maddelerin konsantrasyonlarındaki değişim, diğer bir ifade ile kütle dengesi denklemi, yukarıda çıkarılan hız ifadeleriyle gösterilebilirler.

### 6.1.1.2. Reaktöre giriş ve çıkış olması hali

En temel açıdan bir kontrol hacmine giriş ve çıkış olması halinde



Şekil 6.3. Girişi ve çıkışı olan reaktör

Bu kontrol hacmi için maddenin korunumu denklemi

Giren madde miktarı - Çıkan Madde Miktarı = Kntrl Hcmn.de biriken madde miktarıdır.

Kontrol hacmi içerisinde bir reaksiyon nedeniyle madde artıyor (+) ve azalıyor (-). Maddenin korunumu denklemi şu şekilde değişir Giren madde mik. - Çıkan madde Mik. (+/-) Reaksiyon = K. H.deki değişen miktar Matematiksel olarak; (reaksiyon neticesinde aynı maddenin oluştuğunun kabul ederek)

$$M(t+\Delta t) = M(t) + M_{gir}(t+\Delta t) - M_{çık}(t+\Delta t) (+) M_{Reaksiyon}(t+\Delta t)$$

Her iki taraf  $\Delta t$  ile bölünürse ve sağ taraftaki ilk terim eşitliğin sol tarafına alınır, birim zamanda kontrol hacmindeki maddenin miktarındaki değişimin denklemi ortaya çıkar;

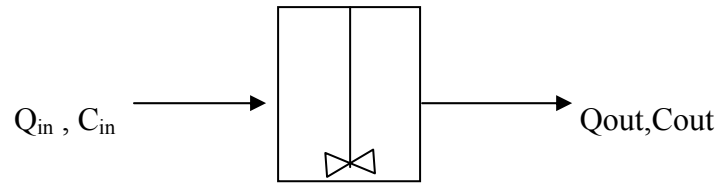
$$[ M(t+\Delta t) - M(t) ] / \Delta t = [ M_{gir}(t+\Delta t) - M_{çık}(t+\Delta t) + M_{Reaksiyon}(t+\Delta t) ] / \Delta t$$

$$\frac{dM}{dt} = M_{in} - M_{out} + M_{reaction}$$

(6.7)

Bu denklemde ( $dM/dt$ ) kontrol hacminde birim zamandaki birikim;  $M$  ifadeleri birim zamanda kontrol hacmine giren ve çıkan madde miktarlarını ve  $M_{\text{reaksiyon}}$  da birim zamanda reaksiyondan oluşan veya tüketilen madde miktarını göstermektedir.

Sürekli girişli ve tam karışımli bir reaktör göz önünde bulundurulduğunda,



Şekil 6.4. Sürekli girişli ve tam karışımli bir reaktör

$$V \frac{dC}{dt} = (Q * C_{in}) - (Q * C_{out}) - (V * k * C_{out}) \quad (1.\text{derece bir reaksiyon olması halinde}) \quad (6.8)$$

Reaktördeki konsantrasyon reaksiyon hızlı bir şekilde meydana geldiği varsayılarak  $C_{out}$  haline dönüşür. Bu varsayım kimyasal reaksiyonlar için geçerli bir kabuldür. Benzer şekilde diğer matematiksel denklemlerde yazılır.

Reaksiyonlara örnekler;

Genel olarak birince derece denklem ile ifade edilebilecek reaksiyonlar;

Dezenfeksiyon reaksiyonları; içme suyu arıtma tesislerinde yapılan klorlamada, klor konsantrasyonu yeteri kadar yüksek olduğu zaman (non-limiting) mikroorganizmaların ölümü kendi konsantrasyonlarına bağlı olarak değişecektir. Bu denklem;

$$dN/dt = -kN \quad (N : \text{mikroorganizma sayısı}) \quad (6.9)$$

Güneş vb. gibi ışık kaynaklarının verdiği enerji ile başlayan reaksiyonlar. Güneş ışığının vereceği enerji sabit alınır (bulut, yağmur vs, yok kabul edilir) bu ışık ile

çözünen maddenin miktarındaki değişimi başlangıç miktarına bağlıdır. Örnek; eski arabalar üzerindeki boya maddesinin moleküllerinin güneş ışığı ile reaksiyona girerek boyanın rengini attırması.

Matematiksel olarak;

$$dM/dt = -kM \quad (6.9)$$

Reaktif maddelerin çözünümü konsantrasyonuna bağlı olarak birince derece denklemle ifade edilir.

Katıların suda veya bir çözücü sıvıda çözünmesi durumunda; katı madde miktarı çok fazla ise ve çözünüm katsayısı çok düşük ise bu çözünüm konsantrasyona bağlı olarak sıfırıncı dereceden kabul edilebilir. Çünkü, madde konsantrasyonu arttıkça çözünüm hızında herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Örneğin; şekerin çayda çözünmesi gibi [6].

## 6.2. Reaksiyonların Denge Sabitleri (k değerleri)

Kimyasal reaksiyonlardaki k sabitleri çok çeşitlidir ve birbirlerine karıştırmamak gerekir. Temel olarak, kimyada veya modellemede kullanılan her bir teoriyi ayrı ayrı değerlendirerek k sabitlerini ve matematiksel denklemleri sadece o teori çerçevesinde algılamak gerekir.

Bazı kimyasal reaksiyonlarda ve fiziko-kimyasal olaylardaki k sabitlerine örnekler:

- 1) Asit-baz reaksiyonları ve redox reaksiyonları: Reaksiyon denge sabitleri k ile gösterilir.
- 2) Gaz – sıvı faz reaksiyonları (gazların suda çözünmesi) : Henry kanunu sabitleri –  $K_H$  ile temsil edilir.
- 3) Katı ve sıvı faz arasındaki reaksiyonlar: Çökelme/Çözünme denge sabitleri k ile gösterilir.

4) Adsorpsiyondaki denge sabitleride  $k$  ile gösterilir.

Yukarıdaki örneklerdeki  $k$  değerleri birbirine yakınmış gibi görünse de, düşünce ve çıkış teorileri olarak birbirlerinden farklıdır [7].

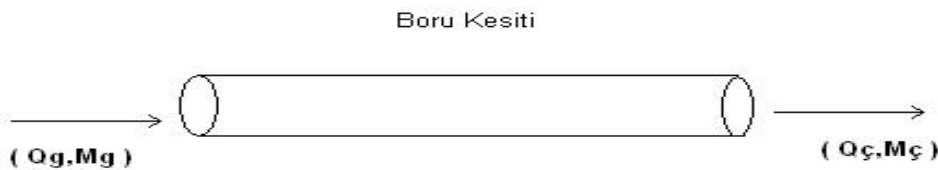
Daha önceki derslerde adı geçen kimyasal reaksiyonların (0. , 1. , 2. dereceden reaksiyonlar) denge sabitleri diğer kimyasal reaksiyonların sabitlerinden farklıdır ve uygun deneysel yollarla bulunur.

Örneğin, 1. dereceden reaksiyon ifadesine uyan bir reaksiyonun  $k$  sabitini bulmak için aşağıdaki yol izlenir;

- 1) Reaksiyonun olacağı ortam ve şartlar belirlenir.
- 2) Bu reaksiyona ve oluşma şartlarına benzer daha önceden yapılmış çalışmalar incelenir ve bulunan  $k$  sabitleri değerlendirilir.
- 3) Literatürden elde edilen  $k$  sabitleriyle modelleme yapılarak muhtemel deneysel senaryolar tahmin edilir.
- 4) Basit deneyler yapılarak sonuçlar, modelleme sonuçları ile karşılaştırılır. İkinci veya üçüncü defa deneyler yapılarak  $k$  sabitinin gerçekliği teyit edilir.
- 5) En uygun  $k$  sabiti belirlenir.

### 6.3. Adapazarı II. İsale Hattında Kütle Korunumu Kanunu İle Klor Modellemesi Yapılması

Modelleme yapacağımız isale hattı sürekli girişli ve tam karışımli bir reaktördür.



Şekil 6.5. Sürekli girişli ve tam karışımli boru kesiti



Bu reaktörle ilgili kütle korunumu denklemi;

$$V \frac{dM}{dt} = (Q_g * M_g) - (Q_ç * M_ç) - (V * k * M_ç) \quad (6.10)$$

Bu denklemde;

$Q_g$ :Hatta giren su debisi

$Q_ç$ :Hattan çıkan su debisi

$M_g$ :Boruya giren mikroorganizma konsantrasyonu

$M_ç$ :Boru çıkışındaki mikroorganizma konsantrasyonu

$k$ : Mikroorganizma ölüm hızı katsayısı

$V$ :Boru hacmi

$dM$ :Mikroorganizma konsantrasyonundaki değişim

$dt$ :Zamandaki değişim

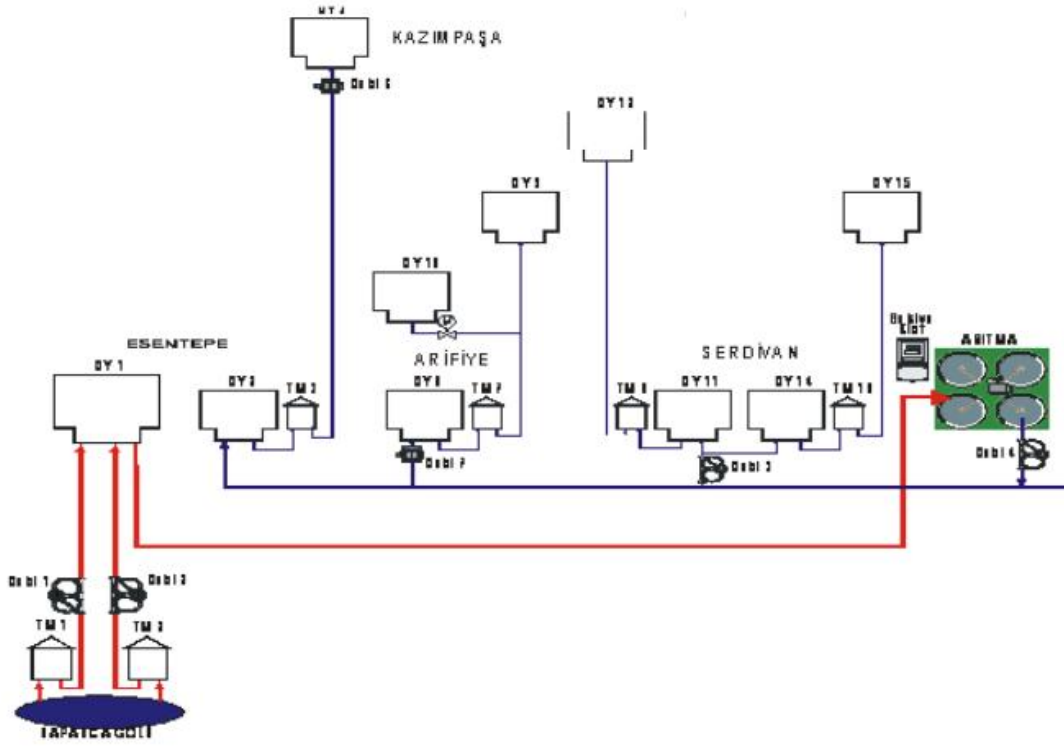
Denklemde her iki tarafı da  $V$  ye bölersek;

$$\frac{dM}{dt} = \left( \frac{Q_g}{V} * M_g \right) - \left( \frac{Q_ç}{V} * M_ç \right) - (k * M_ç) \quad (6.11)$$

$$\frac{dM}{dt} = \left( \frac{Q_g}{V} * M_g \right) - \left( \frac{Q_ç}{V} + k \right) * M_ç \quad (6.12)$$

$$dM = \left( \left( \frac{Q_g}{V} * M_g \right) - \left( \frac{Q_ç}{V} + k \right) * M_ç \right) * dt \quad [8] \quad (6.13)$$

Bu formüle göre modelleme yapacağımız isale hattı güzergahı aşağıda Şekil 5.6 'da gösterilmiştir.



Şekil 6.6. Klor modellemesi yapılan isale hattı güzergahı şematik planı

### 6.3.1. Göl ile keson arasında klor modellemesi yapılması:

Kararlı reaktör durumunda ( Tam karışım, sürekli akımlı),  $k$  (ölüm hızı katsayısı) sını hesaplayabilmek için sifon borusu içindeki su hızını, su debisini, giriş ve çıkış mikroorganizma değerlerinin bilinmesi gerekmektedir.

$$0 = (Q_g * M_g) - (Q_c * M_c) - (k * M_c * V), \text{ (Kararlı durum)} \quad (6.14)$$

$$h_k = j * L \quad [15] \quad (6.15)$$

$h_k$ : Boru girişi ile çıkışı arasındaki yükseklik farkı

L: Boru uzunluğu, J: Hidrolik eğim

$$h_k : 12 \text{ m}, L: 1050 \text{ m}, j = \frac{12}{1050} = 0.01142$$

$$R = \frac{D}{4} \text{ (Dairesel Kesitler için) }, R = \frac{1.2}{4} = 0.3 \text{ m} \quad (6.16)$$

Williams-Hazen Formülünden hızı hesaplırsak:

$$V_s = 0.85 * c * R^{0.63} * J^{0.54} \quad [16] \quad (6.17)$$

Kaynaklı çelik borularda c pürüzlülük katsayısı 118 alınır.

$$V_s = 0.85 * 118 * 0.3^{0.63} * 0.01142^{0.54}, V_s = 4.197 \text{ m/sn}$$

$$A = \frac{\Pi * d^2}{4} \text{ (Dairesel kesit alanı)}, Q = \frac{\Pi * d^2}{4} * V_s \text{ (Su debisi)} \quad [17] \quad (6.18)$$

$$Q = \frac{\Pi * d^2}{4} * V_s = \frac{\Pi * 1.2^2}{4} * 4.197, Q_g = 4.746 \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$X = V * t \quad (6.19)$$

X=Boru uzunluğu, t=suyun kesona ulaşma zamanı, Vs=Sifon borusundaki su hızı

$$X=1050 \text{ m}, V_s=4.197 \text{ m}^3/\text{sn}, t \cong 250 \text{ sn} = 4.17 \text{ dk}$$

$$V_b = A * L \quad (6.20)$$

Vb=Boru toplam hacmi, A=Boru dairesel kesiti alanı, L=Boru toplam boyu

$$A = \frac{\Pi * d^2}{4} = \frac{\Pi * 1.2^2}{4}$$

$$A=1.1309 \text{ m}^2, L=1050 \text{ m}, V_b \cong 1188 \text{ m}^3$$

Kararlı reaktör durumuna göre k(ölüm hızı) katsayısı hesabı ise;

$$0 = (Q_g * M_g) - (Q_ç * M_ç) - (k * M_ç * V) \quad (6.14)$$

$$Q_g = Q_ç$$

Mikroorganizma olarak koliform sayısı göz önünde bulundurulmuştur.

$$M_g = 820 \text{ ems} / 100 \text{ ml} , M_k = 500 \text{ ems} / 100 \text{ ml}$$

$$0 = (4.746 * 820) - (4.746 * 500) - (k * 500 * 1188)$$

$$k = 2.55 * 10^{-3} \text{ 1/sn}$$

Sifon borusunu zamana göre 100 eşit parçaya göre bölerek, 5 reaktör şeklinde hesaplama yapılmıştır..

İlk reaktör için hesap yapılırsa;

$$dt=2.5 \text{ sn}$$

$$dM = \left( \left( \frac{Q_g}{V} * M_g \right) - \left( \frac{Q_k}{V} * M_k \right) - (k * M_k) \right) * dt \quad (6.13)$$

$$dM = -5.228$$

Yeni M giriş değeri, Myeni=M giriş+dM alınır.

Bu formül sistemine göre Excel programında mikroorganizma açısından yapılan modellemeler aşağıda Şekil 6.7 , Şekil 6.8 , Şekil 6.8 ,Şekil 6.10,Şekil 6.11 ve Şekil 6.12 'gösterilmiştir.

Kullanılan Terimler			
Toplam debi( $Q_g=Q_ç$ )	<b>Q</b>	4.746	m <sup>3</sup> /sn
Reaktör Hacmi	<b>V</b>	1188	m <sup>3</sup> /sn
Suyun kesona uma süresi	<b>t</b>	250	sn
Başlangıçtaki koliform	<b>Mg</b>	820	ems/100mL
Q/Vbirim		0.4	1/sn
Abirim(Birim alan)		1.1310	m <sup>2</sup>
Vbirim(Birim hacim)		11.865	m <sup>3</sup>
Boru Su Akış Hızı	<b>u</b>	4.197	m/sn
Boru Çapı	<b>d</b>	1.2	m
Zamandaki değişim	<b>dt</b>	2.5	sn
Reaktör Uzunluğu	<b>L</b>	1050	m
Ölüm Hızı Katsayısı	<b>k</b>	0.00255	1/sn
<b>t=(Reaktör uzunluğu)/(su akış hızı)</b>	1050/4.197	250 sn	
<b>Reaktör Hacmi=A*L</b>	1188	m <sup>3</sup>	

Şekil 6.7. Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından yapılan modellemede kullanılan terimler

1 Reaktör olması durumunda			
t (sn)	X (m)	Dm	Mç
0	0	0	820.000
2.5	10.4925	-5.22750	814.773
5	20.985	-5.14197	809.631
7.5	31.4775	-5.05783	804.573
10	41.97	-4.97507	799.598
12.5	52.4625	-4.89367	794.704
15	62.955	-4.81360	789.890
17.5	73.4475	-4.73483	785.156
20	83.94	-4.65736	780.498
22.5	94.4325	-4.58116	775.917
25	104.925	-4.50620	771.411
27.5	115.4175	-4.43247	766.978
30	125.91	-4.35994	762.618
32.5	136.4025	-4.28860	758.330
35	146.895	-4.21843	754.111
37.5	157.3875	-4.14941	749.962
40	167.88	-4.08151	745.880
42.5	178.3725	-4.01473	741.866
45	188.865	-3.94904	737.917
47.5	199.3575	-3.88442	734.032
50	209.85	-3.82086	730.211
52.5	220.3425	-3.75835	726.453
55	230.835	-3.69685	722.756

Şekil 6.8. Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

<b>t (sn)</b>	<b>X (m)</b>	<b>Dm</b>	<b>Mç</b>
57.5	241.3275	-3.63636	719.120
60	251.82	-3.57686	715.543
62.5	262.3125	-3.51834	712.025
65	272.805	-3.46077	708.564
67.5	283.2975	-3.40414	705.160
70	293.79	-3.34844	701.811
72.5	304.2825	-3.29365	698.518
75	314.775	-3.23976	695.278
77.5	325.2675	-3.18675	692.091
80	335.76	-3.13461	688.957
82.5	346.2525	-3.08332	685.873
85	356.745	-3.03287	682.840
87.5	367.2375	-2.98324	679.857
90	377.73	-2.93443	676.923
92.5	388.2225	-2.88642	674.036
95	398.715	-2.83919	671.197
97.5	409.2075	-2.79273	668.404
100	419.7	-2.74704	665.657
102.5	430.1925	-2.70209	662.955
105	440.685	-2.65787	660.297
107.5	451.1775	-2.61439	657.683
110	461.67	-2.57161	655.111
112.5	472.1625	-2.52953	652.582
115	482.655	-2.48814	650.094
117.5	493.1475	-2.44743	647.646
120	503.64	-2.40738	645.239
122.5	514.1325	-2.36799	642.871
125	524.625	-2.32925	640.542
127.5	535.1175	-2.29114	638.250
130	545.61	-2.25365	635.997
132.5	556.1025	-2.21677	633.780
135	566.595	-2.18050	631.600
137.5	577.0875	-2.14482	629.455
140	587.58	-2.10973	627.345
142.5	598.0725	-2.07521	625.270
145	608.565	-2.04125	623.229
147.5	619.0575	-2.00785	621.221
150	629.55	-1.97500	619.246
152.5	640.0425	-1.94268	617.303
155	650.535	-1.91090	615.392
157.5	661.0275	-1.87963	613.513
160	671.52	-1.84887	611.664
162.5	682.0125	-1.81862	609.845
165	692.505	-1.78887	608.056
167.5	702.9975	-1.75960	606.297

Şekil 6.8. (Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması)

t (sn)	X (m)	Dm	Mç
170	713.49	-1.73080	604.566
172.5	723.9825	-1.70248	602.863
175	734.475	-1.67463	601.189
177.5	744.9675	-1.64723	599.541
180	755.46	-1.62027	597.921
182.5	765.9525	-1.59376	596.327
185	776.445	-1.56768	594.760
187.5	786.9375	-1.54203	593.218
190	797.43	-1.51680	591.701
192.5	807.9225	-1.49198	590.209
195	818.415	-1.46757	588.741
197.5	828.9075	-1.44356	587.298
200	839.4	-1.41994	585.878
202.5	849.8925	-1.39671	584.481
205	860.385	-1.37385	583.107
207.5	870.8775	-1.35137	581.756
210	881.37	-1.32926	580.427
212.5	891.8625	-1.30751	579.119
215	902.355	-1.28612	577.833
217.5	912.8475	-1.26507	576.568
220	923.34	-1.24437	575.324
222.5	933.8325	-1.22401	574.100
225	944.325	-1.20398	572.896
227.5	954.8175	-1.18428	571.711
230	965.31	-1.16491	570.546
232.5	975.8025	-1.14585	569.401
235	986.295	-1.12710	568.273
237.5	996.7875	-1.10866	567.165
240	1007.28	-1.09052	566.074
242.5	1017.773	-1.07267	565.002
245	1028.265	-1.05512	563.946
247.5	1038.758	-1.03786	562.909
250	1049.25	-1.02087	561.888
			1 Reaktör

Şekil 6.8. (Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması)

2 Reaktör olması durumunda					
		1.Reaktör		2.Reaktör	
t (sn)	X (m)	Dm	Mç	Dm	Mç
0	0	0	820.000	0	820.000
2.5	10.493	-5.22750	814.773	-5.33192	814.668
5	20.985	-5.08976	809.683	-5.29309	809.375
7.5	31.478	-4.95564	804.727	-5.25261	804.122
10	41.97	-4.82506	799.902	-5.21058	798.912
12.5	52.463	-4.69792	795.204	-5.16712	793.745
15	62.955	-4.57413	790.630	-5.12234	788.622
17.5	73.448	-4.45361	786.176	-5.07633	783.546
20	83.94	-4.33626	781.840	-5.02918	778.517
22.5	94.433	-4.22200	777.618	-4.98100	773.536
25	104.93	-4.11075	773.507	-4.93186	768.604
27.5	115.42	-4.00243	769.505	-4.88185	763.722
30	125.91	-3.89697	765.608	-4.83106	758.891
32.5	136.4	-3.79428	761.814	-4.77955	754.112
35	146.9	-3.69431	758.119	-4.72740	749.384
37.5	157.39	-3.59696	754.522	-4.67469	744.709
40	167.88	-3.50218	751.020	-4.62147	740.088
42.5	178.37	-3.40990	747.610	-4.56780	735.520
45	188.87	-3.32005	744.290	-4.51376	731.006
47.5	199.36	-3.23257	741.058	-4.45939	726.547
50	209.85	-3.14739	737.910	-4.40476	722.142
52.5	220.34	-3.06446	734.846	-4.34991	717.792
55	230.84	-2.98371	731.862	-4.29489	713.497
57.5	241.33	-2.90509	728.957	-4.23974	709.258
60	251.82	-2.82854	726.129	-4.18453	705.073
62.5	262.31	-2.75401	723.375	-4.12928	700.944
65	272.81	-2.68144	720.693	-4.07403	696.870
67.5	283.3	-2.61079	718.082	-4.01883	692.851
70	293.79	-2.54199	715.540	-3.96371	688.887
72.5	304.28	-2.47501	713.065	-3.90871	684.979
75	314.78	-2.40980	710.655	-3.85385	681.125
77.5	325.27	-2.34630	708.309	-3.79917	677.326
80	335.76	-2.28448	706.025	-3.74469	673.581
82.5	346.25	-2.22428	703.800	-3.69045	669.890
85	356.75	-2.16567	701.635	-3.63647	666.254
87.5	367.24	-2.10861	699.526	-3.58277	662.671
90	377.73	-2.05304	697.473	-3.52937	659.142
92.5	388.22	-1.99895	695.474	-3.47630	655.666
95	398.72	-1.94628	693.528	-3.42358	652.242
97.5	409.21	-1.89499	691.633	-3.37122	648.871
100	419.7	-1.84506	689.788	-3.31924	645.552
102.5	430.19	-1.79644	687.991	-3.26767	642.284

Şekil 6.9. Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılıması



t (sn)	X (m)	Dm	Mç	Dm	Mç
105	440.69	-1.74911	686.242	-3.21650	639.067
107.5	451.18	-1.70302	684.539	-3.16576	635.902
110	461.67	-1.65814	682.881	-3.11547	632.786
112.5	472.16	-1.61445	681.267	-3.06562	629.720
115	482.66	-1.57191	679.695	-3.01624	626.704
117.5	493.15	-1.53049	678.164	-2.96734	623.737
120	503.64	-1.49016	676.674	-2.91892	620.818
122.5	514.13	-1.45090	675.223	-2.87098	617.947
125	524.63	-1.41267	673.811	-2.82355	615.123
127.5	535.12	-1.37544	672.435	-2.77663	612.347
130	545.61	-1.33920	671.096	-2.73021	609.617
132.5	556.1	-1.30391	669.792	-2.68432	606.932
135	566.6	-1.26956	668.522	-2.63895	604.293
137.5	577.09	-1.23610	667.286	-2.59410	601.699
140	587.58	-1.20353	666.083	-2.54979	599.149
142.5	598.07	-1.17182	664.911	-2.50601	596.643
145	608.57	-1.14094	663.770	-2.46277	594.181
147.5	619.06	-1.11088	662.659	-2.42006	591.761
150	629.55	-1.08161	661.578	-2.37790	589.383
152.5	640.04	-1.05311	660.524	-2.33628	587.046
155	650.54	-1.02536	659.499	-2.29520	584.751
157.5	661.03	-0.99834	658.501	-2.25466	582.497
160	671.52	-0.97203	657.529	-2.21467	580.282
162.5	682.01	-0.94642	656.582	-2.17522	578.107
165	692.5	-0.92148	655.661	-2.13631	575.970
167.5	703	-0.89720	654.764	-2.09794	573.872
170	713.49	-0.87356	653.890	-2.06011	571.812
172.5	723.98	-0.85054	653.039	-2.02281	569.790
175	734.47	-0.82813	652.211	-1.98605	567.803
177.5	744.97	-0.80631	651.405	-1.94983	565.854
180	755.46	-0.78507	650.620	-1.91413	563.940
182.5	765.95	-0.76438	649.856	-1.87896	562.061
185	776.44	-0.74424	649.111	-1.84432	560.216
187.5	786.94	-0.72463	648.387	-1.81020	558.406
190	797.43	-0.70553	647.681	-1.77659	556.629
192.5	807.92	-0.68694	646.994	-1.74350	554.886
195	818.41	-0.66884	646.325	-1.71092	553.175
197.5	828.91	-0.65122	645.674	-1.67884	551.496
200	839.4	-0.63406	645.040	-1.64727	549.849
202.5	849.89	-0.61735	644.423	-1.61620	548.233
205	860.38	-0.60108	643.822	-1.58562	546.647
207.5	870.88	-0.58525	643.236	-1.55553	545.092
210	881.37	-0.56982	642.667	-1.52592	543.566
212.5	891.86	-0.55481	642.112	-1.49680	542.069
215	902.35	-0.54019	641.572	-1.46815	540.601

Şekil 6.9. (Devam) Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	Dm	Mç	Dm	Mç
217.5	912.85	-0.52596	641.046	-1.43997	539.161
220	923.34	-0.51210	640.534	-1.41225	537.748
222.5	933.83	-0.49860	640.035	-1.38500	536.363
225	944.32	-0.48547	639.549	-1.35820	535.005
227.5	954.82	-0.47267	639.077	-1.33186	533.673
230	965.31	-0.46022	638.617	-1.30596	532.367
232.5	975.8	-0.44809	638.169	-1.28049	531.087
235	986.29	-0.43629	637.732	-1.25547	529.832
237.5	996.79	-0.42479	637.307	-1.23087	528.601
240	1007.3	-0.41360	636.894	-1.20670	527.394
242.5	1017.8	-0.40270	636.491	-1.18295	526.211
245	1028.3	-0.39209	636.099	-1.15961	525.051
247.5	1038.8	-0.38176	635.717	-1.13668	523.915
250	1049.3	-0.37170	635.346	-1.11415	522.801
					2 Reaktör

Şekil 6.9. (Devam) Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

3 Reaktör olması durumunda							
		1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör	
t (sn)	X (m)	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
0	0	0	820.000	0	820.000	0	820.000
2.5	10.4925	-5.22750	814.773	-5.38413	814.616	-5.38882	814.611
5	20.985	-5.03755	809.735	-5.33942	809.276	-5.35299	809.258
7.5	31.4775	-4.85450	804.880	-5.29085	803.986	-5.31700	803.941
10	41.97	-4.67810	800.202	-5.23876	798.747	-5.28076	798.660
12.5	52.4625	-4.50811	795.694	-5.18347	793.563	-5.24418	793.416
15	62.955	-4.34430	791.350	-5.12529	788.438	-5.20719	788.209
17.5	73.4475	-4.18644	787.164	-5.06448	783.374	-5.16971	783.039
20	83.94	-4.03432	783.129	-5.00133	778.372	-5.13171	777.908
22.5	94.4325	-3.88772	779.241	-4.93608	773.436	-5.09314	772.815
25	104.925	-3.74645	775.495	-4.86897	768.567	-5.05395	767.761
27.5	115.418	-3.61032	771.885	-4.80022	763.767	-5.01413	762.746
30	125.91	-3.47913	768.406	-4.73003	759.037	-4.97365	757.773
32.5	136.403	-3.35271	765.053	-4.65861	754.378	-4.93251	752.840
35	146.895	-3.23088	761.822	-4.58614	749.792	-4.89068	747.950
37.5	157.388	-3.11348	758.709	-4.51277	745.279	-4.84818	743.101
40	167.88	-3.00034	755.708	-4.43869	740.841	-4.80501	738.296
42.5	178.373	-2.89132	752.817	-4.36403	736.477	-4.76116	733.535
45	188.865	-2.78626	750.031	-4.28894	732.188	-4.71666	728.819
47.5	199.358	-2.68501	747.346	-4.21354	727.974	-4.67152	724.147

Şekil 6.10. Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
50	209.85	-2.58745	744.758	-4.13796	723.836	-4.62575	719.521
52.5	220.343	-2.49343	742.265	-4.06230	719.774	-4.57938	714.942
55	230.835	-2.40282	739.862	-3.98668	715.787	-4.53243	710.410
57.5	241.328	-2.31551	737.546	-3.91120	711.876	-4.48492	705.925
60	251.82	-2.23137	735.315	-3.83593	708.040	-4.43688	701.488
62.5	262.313	-2.15029	733.165	-3.76097	704.279	-4.38835	697.099
65	272.805	-2.07216	731.093	-3.68640	700.593	-4.33934	692.760
67.5	283.298	-1.99686	729.096	-3.61227	696.981	-4.28989	688.470
70	293.79	-1.92430	727.171	-3.53867	693.442	-4.24003	684.230
72.5	304.283	-1.85438	725.317	-3.46565	689.976	-4.18980	680.040
75	314.775	-1.78699	723.530	-3.39326	686.583	-4.13922	675.901
77.5	325.268	-1.72206	721.808	-3.32155	683.261	-4.08834	671.813
80	335.76	-1.65948	720.148	-3.25058	680.011	-4.03717	667.776
82.5	346.253	-1.59918	718.549	-3.18038	676.830	-3.98577	663.790
85	356.745	-1.54107	717.008	-3.11098	673.719	-3.93415	659.856
87.5	367.238	-1.48508	715.523	-3.04244	670.677	-3.88235	655.973
90	377.73	-1.43111	714.092	-2.97476	667.702	-3.83040	652.143
92.5	388.223	-1.37911	712.713	-2.90799	664.794	-3.77835	648.365
95	398.715	-1.32900	711.384	-2.84214	661.952	-3.72621	644.638
97.5	409.208	-1.28070	710.103	-2.77724	659.175	-3.67402	640.964
100	419.7	-1.23417	708.869	-2.71330	656.462	-3.62182	637.343
102.5	430.193	-1.18932	707.680	-2.65034	653.811	-3.56962	633.773
105	440.685	-1.14610	706.534	-2.58837	651.223	-3.51746	630.255
107.5	451.178	-1.10446	705.429	-2.52741	648.696	-3.46537	626.790
110	461.67	-1.06433	704.365	-2.46746	646.228	-3.41338	623.377
112.5	472.163	-1.02565	703.339	-2.40853	643.820	-3.36152	620.015
115	482.655	-0.98838	702.351	-2.35063	641.469	-3.30980	616.705
117.5	493.148	-0.95247	701.398	-2.29375	639.175	-3.25825	613.447
120	503.64	-0.91786	700.480	-2.23790	636.937	-3.20691	610.240
122.5	514.133	-0.88450	699.596	-2.18309	634.754	-3.15579	607.084
125	524.625	-0.85236	698.744	-2.12930	632.625	-3.10492	603.979
127.5	535.118	-0.82139	697.922	-2.07654	630.548	-3.05431	600.925
130	545.61	-0.79155	697.131	-2.02480	628.524	-3.00399	597.921
132.5	556.103	-0.76278	696.368	-1.97408	626.549	-2.95398	594.967
135	566.595	-0.73507	695.633	-1.92437	624.625	-2.90430	592.063
137.5	577.088	-0.70836	694.924	-1.87567	622.749	-2.85497	589.208
140	587.58	-0.68262	694.242	-1.82796	620.921	-2.80600	586.402
142.5	598.073	-0.65781	693.584	-1.78125	619.140	-2.75740	583.645
145	608.565	-0.63391	692.950	-1.73552	617.405	-2.70921	580.935
147.5	619.058	-0.61087	692.339	-1.69076	615.714	-2.66142	578.274
150	629.55	-0.58868	691.751	-1.64696	614.067	-2.61406	575.660
152.5	640.043	-0.56729	691.183	-1.60411	612.463	-2.56713	573.093
155	650.535	-0.54667	690.637	-1.56220	610.901	-2.52066	570.572
157.5	661.028	-0.52681	690.110	-1.52122	609.379	-2.47464	568.097

Şekil 6.10. (Devam) Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
160	671.52	-0.50767	689.602	-1.48115	607.898	-2.42910	565.668
162.5	682.012	-0.48922	689.113	-1.44199	606.456	-2.38404	563.284
165	692.505	-0.47144	688.642	-1.40372	605.053	-2.33947	560.945
167.5	702.997	-0.45431	688.187	-1.36632	603.686	-2.29540	558.649
170	713.49	-0.43780	687.749	-1.32979	602.356	-2.25183	556.398
172.5	723.982	-0.42189	687.327	-1.29411	601.062	-2.20878	554.189
175	734.475	-0.40656	686.921	-1.25927	599.803	-2.16625	552.023
177.5	744.967	-0.39179	686.529	-1.22525	598.578	-2.12425	549.898
180	755.46	-0.37755	686.152	-1.19204	597.386	-2.08277	547.815
182.5	765.952	-0.36383	685.788	-1.15962	596.226	-2.04184	545.774
185	776.445	-0.35061	685.437	-1.12799	595.098	-2.00144	543.772
187.5	786.937	-0.33787	685.099	-1.09713	594.001	-1.96159	541.811
190	797.43	-0.32560	684.774	-1.06702	592.934	-1.92228	539.888
192.5	807.922	-0.31376	684.460	-1.03765	591.896	-1.88352	538.005
195	818.415	-0.30236	684.158	-1.00900	590.887	-1.84531	536.160
197.5	828.907	-0.29138	683.866	-0.98107	589.906	-1.80765	534.352
200	839.4	-0.28079	683.585	-0.95383	588.953	-1.77054	532.581
202.5	849.892	-0.27059	683.315	-0.92728	588.025	-1.73399	530.847
205	860.385	-0.26075	683.054	-0.90140	587.124	-1.69799	529.149
207.5	870.877	-0.25128	682.803	-0.87617	586.248	-1.66254	527.487
210	881.37	-0.24215	682.561	-0.85159	585.396	-1.62764	525.859
212.5	891.862	-0.23335	682.327	-0.82764	584.568	-1.59330	524.266
215	902.355	-0.22487	682.102	-0.80430	583.764	-1.55950	522.706
217.5	912.847	-0.21670	681.886	-0.78157	582.983	-1.52625	521.180
220	923.34	-0.20882	681.677	-0.75942	582.223	-1.49354	519.687
222.5	933.832	-0.20124	681.476	-0.73786	581.485	-1.46138	518.225
225	944.325	-0.19392	681.282	-0.71686	580.768	-1.42976	516.795
227.5	954.817	-0.18688	681.095	-0.69641	580.072	-1.39867	515.397
230	965.31	-0.18009	680.915	-0.67650	579.396	-1.36812	514.029
232.5	975.802	-0.17354	680.741	-0.65711	578.738	-1.33809	512.691
235	986.295	-0.16724	680.574	-0.63825	578.100	-1.30859	511.382
237.5	996.787	-0.16116	680.413	-0.61988	577.480	-1.27961	510.102
240	1007.28	-0.15530	680.258	-0.60201	576.878	-1.25115	508.851
242.5	1017.77	-0.14966	680.108	-0.58462	576.294	-1.22321	507.628
245	1028.27	-0.14422	679.964	-0.56770	575.726	-1.19577	506.432
247.5	1038.76	-0.13898	679.825	-0.55124	575.175	-1.16883	505.263
250	1049.25	-0.13393	679.691	-0.53522	574.639	-1.14240	504.121
							3 Reaktör

Şekil 6.10. (Devam) Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modellenme yapılmıştır

4 Reaktör olması durumunda									
		1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör	
t (sn)	X (m)	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
0	0	0	820.000	0	820.000	0	820.000	0	820.000
2.5	10.4925	-5.22750	814.773	-5.43634	814.564	-5.44468	814.555	-5.44501	814.555
5	20.985	-4.98534	809.787	-5.38366	809.180	-5.40753	809.148	-5.40880	809.146
7.5	31.4775	-4.75440	805.033	-5.32420	803.856	-5.36973	803.778	-5.37276	803.773
10	41.97	-4.53415	800.499	-5.25870	798.597	-5.33106	798.447	-5.33684	798.437
12.5	52.4625	-4.32411	796.175	-5.18784	793.409	-5.29135	793.156	-5.30100	793.136
15	62.955	-4.12380	792.051	-5.11226	788.297	-5.25047	787.905	-5.26519	787.870
17.5	73.4475	-3.93276	788.118	-5.03255	783.264	-5.20829	782.697	-5.22935	782.641
20	83.94	-3.75058	784.367	-4.94925	778.315	-5.16474	777.532	-5.19343	777.448
22.5	94.4325	-3.57684	780.791	-4.86287	773.452	-5.11975	772.412	-5.15738	772.290
25	104.925	-3.41114	777.379	-4.77387	768.678	-5.07330	767.339	-5.12114	767.169
27.5	115.4175	-3.25312	774.126	-4.68269	763.996	-5.02535	762.314	-5.08467	762.084
30	125.91	-3.10242	771.024	-4.58971	759.406	-4.97591	757.338	-5.04791	757.036
32.5	136.4025	-2.95870	768.065	-4.49529	754.911	-4.92499	752.413	-5.01082	752.026
35	146.895	-2.82164	765.243	-4.39977	750.511	-4.87261	747.540	-4.97335	747.052
37.5	157.3875	-2.69093	762.553	-4.30345	746.208	-4.81881	742.721	-4.93548	742.117
40	167.88	-2.56628	759.986	-4.20662	742.001	-4.76363	737.958	-4.89715	737.220
42.5	178.3725	-2.44740	757.539	-4.10952	737.891	-4.70713	733.251	-4.85834	732.361
45	188.865	-2.33402	755.205	-4.01239	733.879	-4.64937	728.601	-4.81902	727.542
47.5	199.3575	-2.22590	752.979	-3.91545	729.964	-4.59041	724.011	-4.77916	722.763
50	209.85	-2.12278	750.856	-3.81887	726.145	-4.53032	719.481	-4.73875	718.024
52.5	220.3425	-2.02445	748.832	-3.72284	722.422	-4.46918	715.011	-4.69778	713.327
55	230.835	-1.93067	746.901	-3.62751	718.794	-4.40707	710.604	-4.65621	708.670
57.5	241.3275	-1.84123	745.060	-3.53302	715.261	-4.34406	706.260	-4.61406	704.056
60	251.82	-1.75594	743.304	-3.43950	711.822	-4.28023	701.980	-4.57131	699.485
62.5	262.3125	-1.67459	741.629	-3.34707	708.475	-4.21566	697.764	-4.52796	694.957
65	272.805	-1.59702	740.032	-3.25582	705.219	-4.15044	693.614	-4.48401	690.473
67.5	283.2975	-1.52304	738.509	-3.16584	702.053	-4.08465	689.529	-4.43947	686.034
70	293.79	-1.45248	737.057	-3.07721	698.976	-4.01836	685.511	-4.39435	681.639
72.5	304.2825	-1.38520	735.672	-2.99000	695.986	-3.95166	681.559	-4.34865	677.291
75	314.775	-1.32103	734.351	-2.90426	693.082	-3.88463	677.675	-4.30239	672.988
77.5	325.2675	-1.25983	733.091	-2.82005	690.262	-3.81733	673.857	-4.25558	668.733
80	335.76	-1.20147	731.889	-2.73741	687.524	-3.74986	670.107	-4.20825	664.524
82.5	346.2525	-1.14581	730.743	-2.65638	684.868	-3.68227	666.425	-4.16041	660.364
85	356.745	-1.09273	729.651	-2.57698	682.291	-3.61464	662.811	-4.11208	656.252
87.5	367.2375	-1.04211	728.609	-2.49923	679.792	-3.54703	659.264	-4.06329	652.189
90	377.73	-0.99384	727.615	-2.42316	677.368	-3.47952	655.784	-4.01407	648.175
92.5	388.2225	-0.94780	726.667	-2.34877	675.020	-3.41217	652.372	-3.96443	644.210
95	398.715	-0.90389	725.763	-2.27608	672.744	-3.34503	649.027	-3.91442	640.296
97.5	409.2075	-0.86202	724.901	-2.20508	670.538	-3.27816	645.749	-3.86404	636.432
100	419.7	-0.82209	724.079	-2.13577	668.403	-3.21163	642.537	-3.81335	632.618
102.5	430.1925	-0.78401	723.295	-2.06815	666.335	-3.14547	639.392	-3.76236	628.856

Şekil 6.11. Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
105	440.685	-0.74769	722.547	-2.00221	664.332	-3.07975	636.312	-3.71110	625.145
107.5	451.1775	-0.71305	721.834	-1.93795	662.394	-3.01450	633.297	-3.65961	621.485
110	461.67	-0.68002	721.154	-1.87534	660.519	-2.94977	630.348	-3.60793	617.877
112.5	472.1625	-0.64852	720.506	-1.81437	658.705	-2.88561	627.462	-3.55607	614.321
115	482.655	-0.61848	719.887	-1.75503	656.950	-2.82205	624.640	-3.50408	610.817
117.5	493.1475	-0.58982	719.297	-1.69729	655.252	-2.75912	621.881	-3.45198	607.365
120	503.64	-0.56250	718.735	-1.64114	653.611	-2.69687	619.184	-3.39980	603.965
122.5	514.1325	-0.53644	718.198	-1.58655	652.025	-2.63532	616.549	-3.34759	600.618
125	524.625	-0.51159	717.687	-1.53349	650.491	-2.57450	613.974	-3.29536	597.322
127.5	535.1175	-0.48789	717.199	-1.48194	649.009	-2.51444	611.460	-3.24316	594.079
130	545.61	-0.46529	716.734	-1.43188	647.577	-2.45517	609.004	-3.19100	590.888
132.5	556.1025	-0.44374	716.290	-1.38328	646.194	-2.39669	606.608	-3.13893	587.749
135	566.595	-0.42318	715.867	-1.33610	644.858	-2.33904	604.269	-3.08696	584.662
137.5	577.0875	-0.40358	715.463	-1.29033	643.568	-2.28224	601.986	-3.03514	581.627
140	587.58	-0.38488	715.078	-1.24593	642.322	-2.22629	599.760	-2.98347	578.644
142.5	598.0725	-0.36705	714.711	-1.20288	641.119	-2.17121	597.589	-2.93200	575.712
145	608.565	-0.35005	714.361	-1.16114	639.958	-2.11702	595.472	-2.88075	572.831
147.5	619.0575	-0.33383	714.027	-1.12069	638.837	-2.06372	593.408	-2.82975	570.001
150	629.55	-0.31837	713.709	-1.08149	637.756	-2.01132	591.397	-2.77901	567.222
152.5	640.0425	-0.30362	713.405	-1.04352	636.712	-1.95984	589.437	-2.72857	564.494
155	650.535	-0.28956	713.116	-1.00675	635.705	-1.90927	587.528	-2.67845	561.815
157.5	661.0275	-0.27614	712.840	-0.97114	634.734	-1.85962	585.668	-2.62866	559.187
160	671.52	-0.26335	712.576	-0.93668	633.797	-1.81089	583.857	-2.57923	556.607
162.5	682.0125	-0.25115	712.325	-0.90332	632.894	-1.76309	582.094	-2.53019	554.077
165	692.505	-0.23952	712.086	-0.87104	632.023	-1.71621	580.378	-2.48154	551.596
167.5	702.9975	-0.22842	711.857	-0.83982	631.183	-1.67026	578.708	-2.43331	549.162
170	713.49	-0.21784	711.639	-0.80961	630.374	-1.62523	577.082	-2.38551	546.777
172.5	723.9825	-0.20775	711.432	-0.78041	629.593	-1.58112	575.501	-2.33817	544.439
175	734.475	-0.19812	711.233	-0.75217	628.841	-1.53792	573.963	-2.29130	542.147
177.5	744.9675	-0.18895	711.045	-0.72488	628.116	-1.49564	572.468	-2.24490	539.902
180	755.46	-0.18019	710.864	-0.69849	627.418	-1.45426	571.014	-2.19901	537.703
182.5	765.9525	-0.17185	710.692	-0.67300	626.745	-1.41378	569.600	-2.15362	535.550
185	776.445	-0.16389	710.529	-0.64837	626.096	-1.37419	568.226	-2.10875	533.441
187.5	786.9375	-0.15629	710.372	-0.62458	625.472	-1.33548	566.890	-2.06442	531.377
190	797.43	-0.14905	710.223	-0.60160	624.870	-1.29765	565.592	-2.02062	529.356
192.5	807.9225	-0.14215	710.081	-0.57941	624.291	-1.26068	564.332	-1.97738	527.379
195	818.415	-0.13556	709.946	-0.55799	623.733	-1.22457	563.107	-1.93470	525.444
197.5	828.9075	-0.12928	709.816	-0.53730	623.195	-1.18931	561.918	-1.89259	523.551
200	839.4	-0.12329	709.693	-0.51734	622.678	-1.15488	560.763	-1.85105	521.700
202.5	849.8925	-0.11758	709.575	-0.49807	622.180	-1.12128	559.642	-1.81010	519.890
205	860.385	-0.11214	709.463	-0.47948	621.701	-1.08849	558.553	-1.76973	518.120
207.5	870.8775	-0.10694	709.356	-0.46154	621.239	-1.05651	557.497	-1.72996	516.390
210	881.37	-0.10199	709.254	-0.44423	620.795	-1.02531	556.471	-1.69078	514.700
212.5	891.8625	-0.09726	709.157	-0.42754	620.367	-0.99490	555.476	-1.65220	513.048
215	902.355	-0.09276	709.064	-0.41144	619.956	-0.96524	554.511	-1.61422	511.433

Şekil 6.11. (Devam) Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
217.5	912.8475	-0.08846	708.976	-0.39591	619.560	-0.93635	553.575	-1.57685	509.856
220	923.34	-0.08436	708.891	-0.38094	619.179	-0.90819	552.667	-1.54009	508.316
222.5	933.8325	-0.08045	708.811	-0.36651	618.812	-0.88076	551.786	-1.50393	506.812
225	944.325	-0.07673	708.734	-0.35260	618.460	-0.85405	550.932	-1.46838	505.344
227.5	954.8175	-0.07317	708.661	-0.33919	618.121	-0.82803	550.104	-1.43344	503.911
230	965.31	-0.06978	708.591	-0.32626	617.794	-0.80271	549.301	-1.39910	502.512
232.5	975.8025	-0.06655	708.525	-0.31381	617.481	-0.77806	548.523	-1.36537	501.146
235	986.295	-0.06347	708.461	-0.30180	617.179	-0.75407	547.769	-1.33225	499.814
237.5	996.7875	-0.06053	708.401	-0.29024	616.889	-0.73074	547.038	-1.29972	498.514
240	1007.28	-0.05772	708.343	-0.27910	616.609	-0.70804	546.330	-1.26780	497.246
242.5	1017.773	-0.05505	708.288	-0.26837	616.341	-0.68596	545.644	-1.23647	496.010
245	1028.265	-0.05250	708.236	-0.25804	616.083	-0.66449	544.980	-1.20574	494.804
247.5	1038.758	-0.05007	708.185	-0.24808	615.835	-0.64362	544.336	-1.17560	493.629
250	1049.25	-0.04775	708.138	-0.23850	615.596	-0.62333	543.713	-1.14604	492.483

4 Reaktör

Şekil 6.11. (Devam) Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

5 Reaktör olması durumunda											
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör		5.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
0	0	0	820.000	0	820.000	0	820.000	0	820.000	0	820.000
2.5	10.4925	5.22750	814.773	5.48854	814.511	5.50158	814.498	5.50223	814.498	5.50226	814.498
5	20.985	4.93313	809.839	5.42582	809.086	5.46272	809.036	5.46518	809.033	5.46534	809.032
7.5	31.4775	4.65534	805.184	5.35275	803.733	5.42241	803.613	5.42821	803.604	5.42864	803.604
10	41.97	4.39319	800.791	5.27071	798.462	5.38027	798.233	5.39121	798.213	5.39216	798.212
12.5	52.4625	4.14580	796.645	5.18094	793.281	5.33601	792.897	5.35408	792.859	5.35589	792.856
15	62.955	3.91234	792.733	5.08456	788.197	5.28944	787.608	5.31672	787.542	5.31979	787.536
17.5	73.4475	3.69203	789.041	4.98261	783.214	5.24040	782.367	5.27902	782.263	5.28384	782.252
20	83.94	3.48412	785.557	4.87601	778.338	5.18879	777.178	5.24086	777.022	5.24801	777.004
22.5	94.4325	3.28793	782.269	4.76562	773.572	5.13458	772.044	5.20214	771.820	5.21226	771.792
25	104.925	3.10278	779.166	4.65221	768.920	5.07776	766.966	5.16276	766.658	5.17656	766.615
27.5	115.4175	2.92805	776.238	4.53645	764.384	5.01836	761.948	5.12264	761.535	5.14087	761.474
30	125.91	2.76317	773.475	4.41898	759.965	4.95644	756.991	5.08168	756.453	5.10514	756.369

Şekil 6.12. Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
32.5	136.4025	-2.60757	770.867	-4.30035	755.664	-4.89208	752.099	-5.03982	751.413	-5.06933	751.300
35	146.895	-2.46073	768.406	-4.18107	751.483	-4.82538	747.274	-4.99698	746.416	-5.03340	746.267
37.5	157.3875	-2.32216	766.084	-4.06159	747.422	-4.75648	742.517	-4.95312	741.463	-4.99730	741.269
40	167.88	-2.19140	763.893	-3.94230	743.479	-4.68550	737.832	-4.90818	736.555	-4.96100	736.308
42.5	178.3725	-2.06800	761.825	-3.82358	739.656	-4.61259	733.219	-4.86213	731.693	-4.92443	731.384
45	188.865	-1.95154	759.873	-3.70572	735.950	-4.53790	728.681	-4.81494	726.878	-4.88757	726.496
47.5	199.3575	-1.84165	758.032	-3.58901	732.361	-4.46158	724.220	-4.76660	722.112	-4.85037	721.646
50	209.85	-1.73794	756.294	-3.47369	728.887	-4.38381	719.836	-4.71710	717.394	-4.81280	716.833
52.5	220.3425	-1.64008	754.654	-3.35998	725.528	-4.30473	715.531	-4.66643	712.728	-4.77481	712.058
55	230.835	-1.54772	753.106	-3.24806	722.279	-4.22452	711.307	-4.61462	708.113	-4.73637	707.322
57.5	241.3275	-1.46056	751.645	-3.13809	719.141	-4.14334	707.163	-4.56166	703.552	-4.69745	702.624
60	251.82	-1.37832	750.267	-3.03021	716.111	-4.06134	703.102	-4.50760	699.044	-4.65802	697.966
62.5	262.3125	-1.30070	748.966	-2.92453	713.187	-3.97868	699.123	-4.45245	694.592	-4.61806	693.348
65	272.805	-1.22746	747.739	-2.82114	710.365	-3.89551	695.228	-4.39625	690.195	-4.57754	688.771
67.5	283.2975	-1.15834	746.580	-2.72012	707.645	-3.81198	691.416	-4.33905	685.856	-4.53645	684.234
70	293.79	-1.09311	745.487	-2.62153	705.024	-3.72823	687.688	-4.28089	681.575	-4.49477	679.740
72.5	304.2825	-1.03155	744.456	-2.52542	702.498	-3.64440	684.043	-4.22181	677.354	-4.45249	675.287
75	314.775	-0.97346	743.482	-2.43182	700.067	-3.56062	680.483	-4.16188	673.192	-4.40959	670.878
77.5	325.2675	-0.91865	742.564	-2.34075	697.726	-3.47700	677.006	-4.10115	669.091	-4.36608	666.511
80	335.76	-0.86692	741.697	-2.25223	695.474	-3.39367	673.612	-4.03967	665.051	-4.32194	662.189
82.5	346.2525	-0.81810	740.879	-2.16626	693.307	-3.31075	670.301	-3.97752	661.073	-4.27719	657.912
85	356.745	-0.77203	740.107	-2.08282	691.225	-3.22832	667.073	-3.91475	657.159	-4.23182	653.680
87.5	367.2375	-0.72856	739.378	-2.00192	689.223	-3.14650	663.926	-3.85143	653.307	-4.18585	649.495
90	377.73	-0.68753	738.691	-1.92352	687.299	-3.06537	660.861	-3.78762	649.520	-4.13928	645.355
92.5	388.2225	-0.64881	738.042	-1.84760	685.451	-2.98501	657.876	-3.72340	645.796	-4.09212	641.263
95	398.715	-0.61228	737.429	-1.77414	683.677	-2.90552	654.970	-3.65882	642.137	-4.04440	637.219
97.5	409.2075	-0.57780	736.852	-1.70308	681.974	-2.82695	652.143	-3.59395	638.543	-3.99612	633.223
100	419.7	-0.54526	736.306	-1.63441	680.340	-2.74938	649.394	-3.52887	635.015	-3.94731	629.275
102.5	430.1925	-0.51456	735.792	-1.56807	678.772	-2.67286	646.721	-3.46362	631.551	-3.89800	625.377

Şekil 6.12. Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



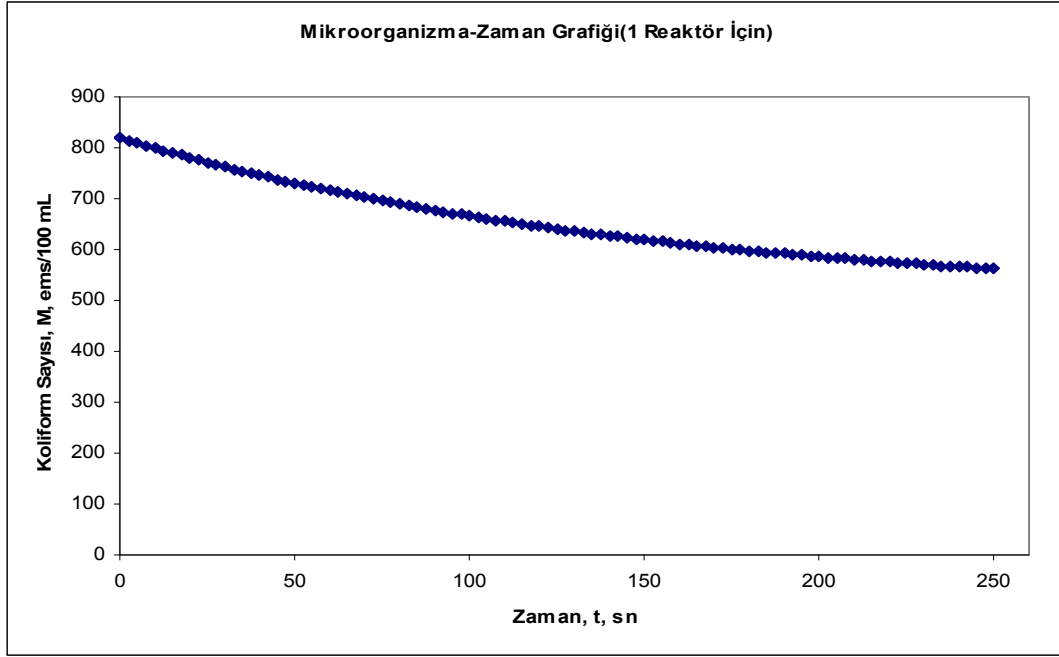
t (sn)	X (m)	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
105	440.685	-0.48558	735.306	-1.50402	677.268	-2.59745	644.124	-3.39829	628.153	-3.84819	621.529
107.5	451.1775	-0.45824	734.848	-1.44220	675.826	-2.52320	641.601	-3.33293	624.820	-3.79793	617.731
110	461.67	-0.43243	734.416	-1.38259	674.443	-2.45016	639.150	-3.26760	621.552	-3.74723	613.984
112.5	472.1625	-0.40808	734.008	-1.32511	673.118	-2.37836	636.772	-3.20236	618.350	-3.69614	610.288
115	482.655	-0.38510	733.622	-1.26972	671.848	-2.30783	634.464	-3.13727	615.213	-3.64467	606.643
117.5	493.1475	-0.36342	733.259	-1.21637	670.632	-2.23862	632.226	-3.07240	612.140	-3.59285	603.050
120	503.64	-0.34295	732.916	-1.16500	669.467	-2.17073	630.055	-3.00778	609.132	-3.54073	599.510
122.5	514.1325	-0.32364	732.592	-1.11556	668.351	-2.10420	627.951	-2.94349	606.189	-3.48834	596.021
125	524.625	-0.30541	732.287	-1.06799	667.283	-2.03904	625.912	-2.87956	603.309	-3.43570	592.586
127.5	535.1175	-0.28822	731.999	-1.02224	666.261	-1.97527	623.936	-2.81604	600.493	-3.38285	589.203
130	545.61	-0.27199	731.727	-0.97826	665.283	-1.91289	622.024	-2.75299	597.740	-3.32983	585.873
132.5	556.1025	-0.25667	731.470	-0.93599	664.347	-1.85191	620.172	-2.69044	595.050	-3.27668	582.596
135	566.595	-0.24222	731.228	-0.89538	663.451	-1.79234	618.379	-2.62844	592.421	-3.22342	579.373
137.5	577.0875	-0.22858	730.999	-0.85637	662.595	-1.73417	616.645	-2.56703	589.854	-3.17009	576.203
140	587.58	-0.21571	730.784	-0.81892	661.776	-1.67741	614.968	-2.50624	587.348	-3.11673	573.086
142.5	598.0725	-0.20356	730.580	-0.78297	660.993	-1.62205	613.346	-2.44611	584.902	-3.06337	570.023
145	608.565	-0.19210	730.388	-0.74847	660.245	-1.56809	611.778	-2.38667	582.515	-3.01005	567.013
147.5	619.0575	-0.18128	730.207	-0.71538	659.529	-1.51551	610.262	-2.32795	580.187	-2.95680	564.056
150	629.55	-0.17107	730.036	-0.68363	658.846	-1.46431	608.798	-2.26998	577.917	-2.90365	561.152
152.5	640.0425	-0.16144	729.874	-0.65320	658.192	-1.41447	607.383	-2.21279	575.705	-2.85064	558.302
155	650.535	-0.15235	729.722	-0.62402	657.568	-1.36598	606.017	-2.15640	573.548	-2.79780	555.504
157.5	661.0275	-0.14377	729.578	-0.59606	656.972	-1.31882	604.698	-2.10082	571.447	-2.74516	552.759
160	671.52	-0.13567	729.442	-0.56927	656.403	-1.27298	603.425	-2.04609	569.401	-2.69275	550.066
162.5	682.0125	-0.12803	729.314	-0.54361	655.859	-1.22845	602.197	-1.99222	567.409	-2.64060	547.425

Şekil 6.12. Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

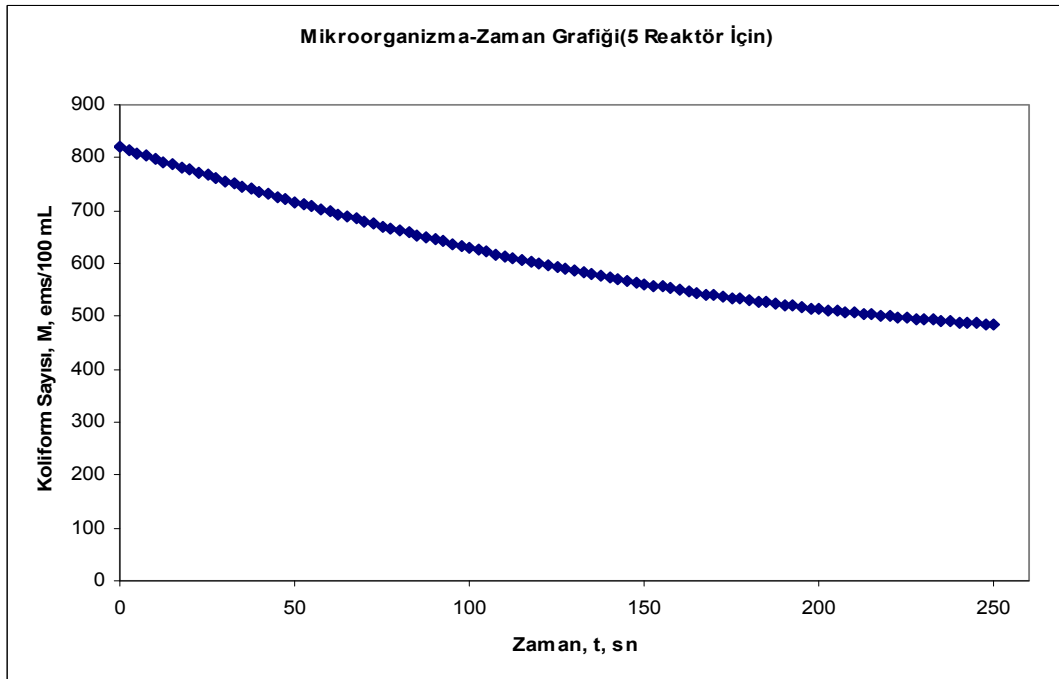
t (sn)	X (m)	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
165	692.505	-0.12082	729.194	-0.51903	655.340	-1.18519	601.012	-1.93922	565.470	-2.58874	544.836
167.5	702.9975	-0.11402	729.080	-0.49550	654.845	-1.14319	599.869	-1.88710	563.583	-2.53720	542.299
170	713.49	-0.10760	728.972	-0.47297	654.372	-1.10244	598.766	-1.83589	561.747	-2.48601	539.813
172.5	723.9825	-0.10154	728.870	-0.45140	653.921	-1.06290	597.703	-1.78558	559.961	-2.43518	537.378
175	734.475	-0.09582	728.775	-0.43077	653.490	-1.02456	596.679	-1.73620	558.225	-2.38475	534.993
177.5	744.9675	-0.09043	728.684	-0.41103	653.079	-0.98739	595.691	-1.68774	556.537	-2.33474	532.659
180	755.46	-0.08533	728.599	-0.39214	652.687	-0.95137	594.740	-1.64020	554.897	-2.28517	530.373
182.5	765.9525	-0.08053	728.518	-0.37408	652.313	-0.91647	593.824	-1.59361	553.304	-2.23607	528.137
185	776.445	-0.07599	728.442	-0.35681	651.956	-0.88268	592.941	-1.54795	551.756	-2.18745	525.950
187.5	786.9375	-0.07171	728.371	-0.34030	651.615	-0.84997	592.091	-1.50322	550.252	-2.13934	523.811
190	797.43	-0.06768	728.303	-0.32452	651.291	-0.81831	591.273	-1.45944	548.793	-2.09175	521.719
192.5	807.9225	-0.06386	728.239	-0.30943	650.981	-0.78769	590.485	-1.41659	547.376	-2.04470	519.674
195	818.415	-0.06027	728.179	-0.29502	650.686	-0.75806	589.727	-1.37467	546.002	-1.99821	517.676
197.5	828.9075	-0.05687	728.122	-0.28124	650.405	-0.72942	588.997	-1.33369	544.668	-1.95228	515.724
200	839.4	-0.05367	728.068	-0.26809	650.137	-0.70173	588.296	-1.29363	543.374	-1.90695	513.817
202.5	849.8925	-0.05065	728.018	-0.25552	649.882	-0.67497	587.621	-1.25449	542.120	-1.86221	511.954
205	860.385	-0.04780	727.970	-0.24352	649.638	-0.64913	586.972	-1.21626	540.904	-1.81808	510.136
207.5	870.8775	-0.04511	727.925	-0.23206	649.406	-0.62416	586.347	-1.17894	539.725	-1.77457	508.362
210	881.37	-0.04257	727.882	-0.22112	649.185	-0.60005	585.747	-1.14252	538.582	-1.73170	506.630
212.5	891.8625	-0.04017	727.842	-0.21067	648.974	-0.57678	585.171	-1.10698	537.475	-1.68946	504.941
215	902.355	-0.03791	727.804	-0.20070	648.774	-0.55433	584.616	-1.07233	536.403	-1.64787	503.293
217.5	912.8475	-0.03577	727.768	-0.19118	648.582	-0.53266	584.084	-1.03854	535.364	-1.60694	501.686
220	923.34	-0.03376	727.734	-0.18210	648.400	-0.51176	583.572	-1.00561	534.359	-1.56667	500.119
222.5	933.8325	-0.03186	727.703	-0.17344	648.227	-0.49160	583.080	-0.97354	533.385	-1.52706	498.592
225	944.325	-0.03006	727.673	-0.16517	648.062	-0.47217	582.608	-0.94229	532.443	-1.48812	497.104
227.5	954.8175	-0.02837	727.644	-0.15729	647.904	-0.45343	582.155	-0.91187	531.531	-1.44986	495.654
230	965.31	-0.02677	727.617	-0.14977	647.755	-0.43538	581.719	-0.88227	530.649	-1.41227	494.242
232.5	975.8025	-0.02526	727.592	-0.14260	647.612	-0.41798	581.301	-0.85346	529.795	-1.37537	492.866
235	986.295	-0.02384	727.568	-0.13576	647.476	-0.40122	580.900	-0.82543	528.970	-1.33914	491.527
237.5	996.7875	-0.02250	727.546	-0.12924	647.347	-0.38508	580.515	-0.79818	528.172	-1.30358	490.224
240	1007.28	-0.02123	727.525	-0.12302	647.224	-0.36954	580.145	-0.77169	527.400	-1.26871	488.955
242.5	1017.773	-0.02004	727.505	-0.11709	647.107	-0.35458	579.791	-0.74594	526.654	-1.23452	487.721
245	1028.265	-0.01891	727.486	-0.11144	646.995	-0.34018	579.451	-0.72092	525.933	-1.20100	486.520
247.5	1038.758	-0.01784	727.468	-0.10606	646.889	-0.32632	579.124	-0.69662	525.236	-1.16816	485.351
250	1049.25	-0.01684	727.451	-0.10093	646.788	-0.31298	578.811	-0.67302	524.563	-1.13599	484.215
											5Reaktör

Şekil 6.12. Göl ile keson arasında mikroorganizma açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

Reaktör sayısını arttırarak mikroorganizmanın birim zamandaki ölüm hızının artmış olduğu gözlemlenmektedir. Bir reaktör ve beş reaktör durumuna göre mikroorganizmanın zamanla değişimi aşağıda Şekil 6.14 ve Şekil 6.15’de gösterilmiştir.



Şekil 6.13. Göl ile Keson arasında mikroorganizmanın bir reaktör durumuna göre zamanla değişimi



Şekil 6.14. Göl ile Keson arasında mikroorganizmanın beş reaktör durumuna göre zamanla değişimi

Klor modellemesi ise:

$$dK = \left( \left( \frac{Qg}{V} * Kg \right) - \left( \frac{Qk}{V} + k \right) * Kk \right) * dt \quad (6.13)$$

Kk:Kesondaki serbest klor miktarı , Kg:Gölden verilen klor miktarı

Gölden 1 saatlik zamanda 500 gr klor verilmektedir.

$$4.746 \frac{m^3}{sn} * 3600 sn = 1708.56 m^3 = 17085600 lt$$

Gölden verilen klor miktarı=Kg=0.0292 mg/lt

Aynı formül sisteminden Excel programında klor miktarı açısından yapılan modellemeler aşağıda Şekil 6.15, Şekil 6.16, Şekil 6.17, Şekil 6.18, Şekil 6.19 ve Şekil 6.20'da gösterilmiştir.

Kullanılan Terimler			
Toplam debi(Qg=Qç)	<b>Q</b>	4.746	m3/sn
Reaktör Hacmi	<b>V</b>	1188	m3/sn
Suyun kesona ulaşma süresi	<b>t</b>	250	sn
Başlangıçtaki koliform	<b>Kg</b>	0.0292	mg/L
Q/Vbirim		0.4	1/sn
Abirim(Birim alan)		1.1310	m2
Vbirim(Birim hacim)		11.865	m3
Boru Su Akış Hızı	<b>u</b>	4.197	m/sn
Boru Çapı	<b>d</b>	1.2	m
Zamandaki değişim	<b>dt</b>	2.5	sn
Reaktör Uzunluğu	<b>L</b>	1050	m
Ölüm Hızı Katsayısı	<b>k</b>	0.00255	1/sn
<b>t=(Reaktör uzunluğu)/(su akış hızı)</b>	1050/4.197	250 sn	
<b>Reaktör Hacmi=A*L</b>	1188	m3	

Şekil 6.15. Göl ile keson arasında klor açısından yapılan modellemede kullanılan terimler

1 Reaktör olması durumunda			
t (sn)	X (m)	Dm	Mç
0	0	0	0.029
2.5	10.4925	-0.00019	0.029
5	20.985	-0.00018	0.029
7.5	31.4775	-0.00018	0.029
10	41.97	-0.00018	0.028
12.5	52.4625	-0.00017	0.028
15	62.955	-0.00017	0.028
17.5	73.4475	-0.00017	0.028
20	83.94	-0.00017	0.028
22.5	94.4325	-0.00016	0.028
25	104.925	-0.00016	0.027
27.5	115.4175	-0.00016	0.027
30	125.91	-0.00016	0.027
32.5	136.4025	-0.00015	0.027
35	146.895	-0.00015	0.027
37.5	157.3875	-0.00015	0.027
40	167.88	-0.00015	0.027
42.5	178.3725	-0.00014	0.026
45	188.865	-0.00014	0.026
47.5	199.3575	-0.00014	0.026
50	209.85	-0.00014	0.026
52.5	220.3425	-0.00013	0.026
55	230.835	-0.00013	0.026
57.5	241.3275	-0.00013	0.026
60	251.82	-0.00013	0.025
62.5	262.3125	-0.00013	0.025
65	272.805	-0.00012	0.025
67.5	283.2975	-0.00012	0.025
70	293.79	-0.00012	0.025
72.5	304.2825	-0.00012	0.025
75	314.775	-0.00012	0.025
77.5	325.2675	-0.00011	0.025
80	335.76	-0.00011	0.025
82.5	346.2525	-0.00011	0.024
85	356.745	-0.00011	0.024
87.5	367.2375	-0.00011	0.024
90	377.73	-0.00010	0.024
92.5	388.2225	-0.00010	0.024
95	398.715	-0.00010	0.024
97.5	409.2075	-0.00010	0.024
100	419.7	-0.00010	0.024
102.5	430.1925	-0.00010	0.024

Şekil 6.16. Göl ile keson arasında klor açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	Dm	Mç
105	440.685	-0.00009	0.024
107.5	451.1775	-0.00009	0.023
110	461.67	-0.00009	0.023
112.5	472.1625	-0.00009	0.023
115	482.655	-0.00009	0.023
117.5	493.1475	-0.00009	0.023
120	503.64	-0.00009	0.023
122.5	514.1325	-0.00008	0.023
125	524.625	-0.00008	0.023
127.5	535.1175	-0.00008	0.023
130	545.61	-0.00008	0.023
132.5	556.1025	-0.00008	0.023
135	566.595	-0.00008	0.022
137.5	577.0875	-0.00008	0.022
140	587.58	-0.00008	0.022
142.5	598.0725	-0.00007	0.022
145	608.565	-0.00007	0.022
147.5	619.0575	-0.00007	0.022
150	629.55	-0.00007	0.022
152.5	640.0425	-0.00007	0.022
155	650.535	-0.00007	0.022
157.5	661.0275	-0.00007	0.022
160	671.52	-0.00007	0.022
162.5	682.0125	-0.00006	0.022
165	692.505	-0.00006	0.022
167.5	702.9975	-0.00006	0.022
170	713.49	-0.00006	0.022
172.5	723.9825	-0.00006	0.021
175	734.475	-0.00006	0.021
177.5	744.9675	-0.00006	0.021
180	755.46	-0.00006	0.021
182.5	765.9525	-0.00006	0.021
185	776.445	-0.00006	0.021
187.5	786.9375	-0.00005	0.021
190	797.43	-0.00005	0.021
192.5	807.9225	-0.00005	0.021
195	818.415	-0.00005	0.021
197.5	828.9075	-0.00005	0.021
200	839.4	-0.00005	0.021
202.5	849.8925	-0.00005	0.021

Şekil 6.16. (Devam) Göl ile keson arasında klor açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	Dm	Mç
205	860.385	-0.00005	0.021
207.5	870.8775	-0.00005	0.021
210	881.37	-0.00005	0.021
212.5	891.8625	-0.00005	0.021
215	902.355	-0.00005	0.021
217.5	912.8475	-0.00005	0.021
220	923.34	-0.00004	0.020
222.5	933.8325	-0.00004	0.020
225	944.325	-0.00004	0.020
227.5	954.8175	-0.00004	0.020
230	965.31	-0.00004	0.020
232.5	975.8025	-0.00004	0.020
235	986.295	-0.00004	0.020
237.5	996.7875	-0.00004	0.020
240	1007.28	-0.00004	0.020
242.5	1017.7725	-0.00004	0.020
245	1028.265	-0.00004	0.020
247.5	1038.7575	-0.00004	0.020
250	1049.25	-0.00004	0.020
			1 Reaktör

Şekil 6.16. (Devam) Göl ile keson arasında klor açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



2 Reaktör olması durumunda					
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç
0	0	0	0.029	0	0.029
2.5	10.4925	-0.00019	0.029	-0.00019	0.029
5	20.985	-0.00018	0.029	-0.00019	0.029
7.5	31.4775	-0.00018	0.029	-0.00019	0.029
10	41.97	-0.00017	0.028	-0.00019	0.028
12.5	52.4625	-0.00017	0.028	-0.00018	0.028
15	62.955	-0.00016	0.028	-0.00018	0.028
17.5	73.4475	-0.00016	0.028	-0.00018	0.028
20	83.94	-0.00015	0.028	-0.00018	0.028
22.5	94.4325	-0.00015	0.028	-0.00018	0.028
25	104.925	-0.00015	0.028	-0.00018	0.027
27.5	115.4175	-0.00014	0.027	-0.00017	0.027
30	125.91	-0.00014	0.027	-0.00017	0.027
32.5	136.4025	-0.00014	0.027	-0.00017	0.027
35	146.895	-0.00013	0.027	-0.00017	0.027
37.5	157.3875	-0.00013	0.027	-0.00017	0.027
40	167.88	-0.00012	0.027	-0.00016	0.026
42.5	178.3725	-0.00012	0.027	-0.00016	0.026
45	188.865	-0.00012	0.027	-0.00016	0.026
47.5	199.3575	-0.00012	0.026	-0.00016	0.026
50	209.85	-0.00011	0.026	-0.00016	0.026
52.5	220.3425	-0.00011	0.026	-0.00015	0.026
55	230.835	-0.00011	0.026	-0.00015	0.025
57.5	241.3275	-0.00010	0.026	-0.00015	0.025
60	251.82	-0.00010	0.026	-0.00015	0.025
62.5	262.3125	-0.00010	0.026	-0.00015	0.025
65	272.805	-0.00010	0.026	-0.00015	0.025
67.5	283.2975	-0.00009	0.026	-0.00014	0.025
70	293.79	-0.00009	0.025	-0.00014	0.025
72.5	304.2825	-0.00009	0.025	-0.00014	0.024
75	314.775	-0.00009	0.025	-0.00014	0.024
77.5	325.2675	-0.00008	0.025	-0.00014	0.024
80	335.76	-0.00008	0.025	-0.00013	0.024
82.5	346.2525	-0.00008	0.025	-0.00013	0.024
85	356.745	-0.00008	0.025	-0.00013	0.024
87.5	367.2375	-0.00008	0.025	-0.00013	0.024
90	377.73	-0.00007	0.025	-0.00013	0.023
92.5	388.2225	-0.00007	0.025	-0.00012	0.023
95	398.715	-0.00007	0.025	-0.00012	0.023
97.5	409.2075	-0.00007	0.025	-0.00012	0.023
100	419.7	-0.00007	0.025	-0.00012	0.023
102.5	430.1925	-0.00006	0.024	-0.00012	0.023

Şekil 6.17. Göl ile keson arasında klor açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç
105	440.685	-0.00006	0.024	-0.00011	0.023
107.5	451.1775	-0.00006	0.024	-0.00011	0.023
110	461.67	-0.00006	0.024	-0.00011	0.023
112.5	472.1625	-0.00006	0.024	-0.00011	0.022
115	482.655	-0.00006	0.024	-0.00011	0.022
117.5	493.1475	-0.00005	0.024	-0.00011	0.022
120	503.64	-0.00005	0.024	-0.00010	0.022
122.5	514.1325	-0.00005	0.024	-0.00010	0.022
125	524.625	-0.00005	0.024	-0.00010	0.022
127.5	535.1175	-0.00005	0.024	-0.00010	0.022
130	545.61	-0.00005	0.024	-0.00010	0.022
132.5	556.1025	-0.00005	0.024	-0.00010	0.022
135	566.595	-0.00005	0.024	-0.00009	0.022
137.5	577.0875	-0.00004	0.024	-0.00009	0.021
140	587.58	-0.00004	0.024	-0.00009	0.021
142.5	598.0725	-0.00004	0.024	-0.00009	0.021
145	608.565	-0.00004	0.024	-0.00009	0.021
147.5	619.0575	-0.00004	0.024	-0.00009	0.021
150	629.55	-0.00004	0.024	-0.00008	0.021
152.5	640.0425	-0.00004	0.024	-0.00008	0.021
155	650.535	-0.00004	0.023	-0.00008	0.021
157.5	661.0275	-0.00004	0.023	-0.00008	0.021
160	671.52	-0.00003	0.023	-0.00008	0.021
162.5	682.0125	-0.00003	0.023	-0.00008	0.021
165	692.505	-0.00003	0.023	-0.00008	0.021
167.5	702.9975	-0.00003	0.023	-0.00007	0.020
170	713.49	-0.00003	0.023	-0.00007	0.020
172.5	723.9825	-0.00003	0.023	-0.00007	0.020
175	734.475	-0.00003	0.023	-0.00007	0.020
177.5	744.9675	-0.00003	0.023	-0.00007	0.020
180	755.46	-0.00003	0.023	-0.00007	0.020
182.5	765.9525	-0.00003	0.023	-0.00007	0.020
185	776.445	-0.00003	0.023	-0.00007	0.020
187.5	786.9375	-0.00003	0.023	-0.00006	0.020
190	797.43	-0.00003	0.023	-0.00006	0.020
192.5	807.9225	-0.00002	0.023	-0.00006	0.020
195	818.415	-0.00002	0.023	-0.00006	0.020
197.5	828.9075	-0.00002	0.023	-0.00006	0.020
200	839.4	-0.00002	0.023	-0.00006	0.020
202.5	849.8925	-0.00002	0.023	-0.00006	0.020

Şekil 6.17. (Devam) Göl ile keson arasında klor açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç
205	860.385	-0.00002	0.023	-0.00006	0.019
207.5	870.8775	-0.00002	0.023	-0.00006	0.019
210	881.37	-0.00002	0.023	-0.00005	0.019
212.5	891.8625	-0.00002	0.023	-0.00005	0.019
215	902.355	-0.00002	0.023	-0.00005	0.019
217.5	912.8475	-0.00002	0.023	-0.00005	0.019
220	923.34	-0.00002	0.023	-0.00005	0.019
222.5	933.8325	-0.00002	0.023	-0.00005	0.019
225	944.325	-0.00002	0.023	-0.00005	0.019
227.5	954.8175	-0.00002	0.023	-0.00005	0.019
230	965.31	-0.00002	0.023	-0.00005	0.019
232.5	975.8025	-0.00002	0.023	-0.00005	0.019
235	986.295	-0.00002	0.023	-0.00004	0.019
237.5	996.7875	-0.00002	0.023	-0.00004	0.019
240	1007.28	-0.00001	0.023	-0.00004	0.019
242.5	1017.7725	-0.00001	0.023	-0.00004	0.019
245	1028.265	-0.00001	0.023	-0.00004	0.019
247.5	1038.7575	-0.00001	0.023	-0.00004	0.019
250	1049.25	-0.00001	0.023	-0.00004	0.019
					2 Reaktör

Şekil 6.17. (Devam) Göl ile keson arasında klor açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

3 Reaktör olması durumunda							
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
0	0	0	0.029	0	0.029	0	0.029
2.5	10.4925	-0.00019	0.029	-0.00019	0.029	-0.00019	0.029
5	20.985	-0.00018	0.029	-0.00019	0.029	-0.00019	0.029
7.5	31.4775	-0.00017	0.029	-0.00019	0.029	-0.00019	0.029
10	41.97	-0.00017	0.028	-0.00019	0.028	-0.00019	0.028
12.5	52.4625	-0.00016	0.028	-0.00018	0.028	-0.00019	0.028
15	62.955	-0.00015	0.028	-0.00018	0.028	-0.00019	0.028
17.5	73.4475	-0.00015	0.028	-0.00018	0.028	-0.00018	0.028
20	83.94	-0.00014	0.028	-0.00018	0.028	-0.00018	0.028
22.5	94.4325	-0.00014	0.028	-0.00018	0.028	-0.00018	0.028
25	104.925	-0.00013	0.028	-0.00017	0.027	-0.00018	0.027
27.5	115.4175	-0.00013	0.027	-0.00017	0.027	-0.00018	0.027
30	125.91	-0.00012	0.027	-0.00017	0.027	-0.00018	0.027
32.5	136.4025	-0.00012	0.027	-0.00017	0.027	-0.00018	0.027
35	146.895	-0.00012	0.027	-0.00016	0.027	-0.00017	0.027
37.5	157.3875	-0.00011	0.027	-0.00016	0.027	-0.00017	0.026
40	167.88	-0.00011	0.027	-0.00016	0.026	-0.00017	0.026
42.5	178.3725	-0.00010	0.027	-0.00016	0.026	-0.00017	0.026
45	188.865	-0.00010	0.027	-0.00015	0.026	-0.00017	0.026
47.5	199.3575	-0.00010	0.027	-0.00015	0.026	-0.00017	0.026
50	209.85	-0.00009	0.027	-0.00015	0.026	-0.00016	0.026
52.5	220.3425	-0.00009	0.026	-0.00014	0.026	-0.00016	0.025
55	230.835	-0.00009	0.026	-0.00014	0.025	-0.00016	0.025
57.5	241.3275	-0.00008	0.026	-0.00014	0.025	-0.00016	0.025
60	251.82	-0.00008	0.026	-0.00014	0.025	-0.00016	0.025
62.5	262.3125	-0.00008	0.026	-0.00013	0.025	-0.00016	0.025
65	272.805	-0.00007	0.026	-0.00013	0.025	-0.00015	0.025
67.5	283.2975	-0.00007	0.026	-0.00013	0.025	-0.00015	0.025
70	293.79	-0.00007	0.026	-0.00013	0.025	-0.00015	0.024
72.5	304.2825	-0.00007	0.026	-0.00012	0.025	-0.00015	0.024
75	314.775	-0.00006	0.026	-0.00012	0.024	-0.00015	0.024
77.5	325.2675	-0.00006	0.026	-0.00012	0.024	-0.00015	0.024
80	335.76	-0.00006	0.026	-0.00012	0.024	-0.00014	0.024
82.5	346.2525	-0.00006	0.026	-0.00011	0.024	-0.00014	0.024
85	356.745	-0.00005	0.026	-0.00011	0.024	-0.00014	0.023
87.5	367.2375	-0.00005	0.025	-0.00011	0.024	-0.00014	0.023
90	377.73	-0.00005	0.025	-0.00011	0.024	-0.00014	0.023
92.5	388.2225	-0.00005	0.025	-0.00010	0.024	-0.00013	0.023
95	398.715	-0.00005	0.025	-0.00010	0.024	-0.00013	0.023
97.5	409.2075	-0.00005	0.025	-0.00010	0.023	-0.00013	0.023
100	419.7	-0.00004	0.025	-0.00010	0.023	-0.00013	0.023
102.5	430.1925	-0.00004	0.025	-0.00009	0.023	-0.00013	0.023

Şekil 6.18. Göl ile keson arasında klor açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
105	440.685	-0.00004	0.025	-0.00009	0.023	-0.00013	0.022
107.5	451.1775	-0.00004	0.025	-0.00009	0.023	-0.00012	0.022
110	461.67	-0.00004	0.025	-0.00009	0.023	-0.00012	0.022
112.5	472.1625	-0.00004	0.025	-0.00009	0.023	-0.00012	0.022
115	482.655	-0.00004	0.025	-0.00008	0.023	-0.00012	0.022
117.5	493.1475	-0.00003	0.025	-0.00008	0.023	-0.00012	0.022
120	503.64	-0.00003	0.025	-0.00008	0.023	-0.00011	0.022
122.5	514.1325	-0.00003	0.025	-0.00008	0.023	-0.00011	0.022
125	524.625	-0.00003	0.025	-0.00008	0.023	-0.00011	0.022
127.5	535.1175	-0.00003	0.025	-0.00007	0.022	-0.00011	0.021
130	545.61	-0.00003	0.025	-0.00007	0.022	-0.00011	0.021
132.5	556.1025	-0.00003	0.025	-0.00007	0.022	-0.00011	0.021
135	566.595	-0.00003	0.025	-0.00007	0.022	-0.00010	0.021
137.5	577.0875	-0.00003	0.025	-0.00007	0.022	-0.00010	0.021
140	587.58	-0.00002	0.025	-0.00007	0.022	-0.00010	0.021
142.5	598.0725	-0.00002	0.025	-0.00006	0.022	-0.00010	0.021
145	608.565	-0.00002	0.025	-0.00006	0.022	-0.00010	0.021
147.5	619.0575	-0.00002	0.025	-0.00006	0.022	-0.00009	0.021
150	629.55	-0.00002	0.025	-0.00006	0.022	-0.00009	0.020
152.5	640.0425	-0.00002	0.025	-0.00006	0.022	-0.00009	0.020
155	650.535	-0.00002	0.025	-0.00006	0.022	-0.00009	0.020
157.5	661.0275	-0.00002	0.025	-0.00005	0.022	-0.00009	0.020
160	671.52	-0.00002	0.025	-0.00005	0.022	-0.00009	0.020
162.5	682.0125	-0.00002	0.025	-0.00005	0.022	-0.00008	0.020
165	692.505	-0.00002	0.025	-0.00005	0.022	-0.00008	0.020
167.5	702.9975	-0.00002	0.025	-0.00005	0.021	-0.00008	0.020
170	713.49	-0.00002	0.024	-0.00005	0.021	-0.00008	0.020
172.5	723.9825	-0.00002	0.024	-0.00005	0.021	-0.00008	0.020
175	734.475	-0.00001	0.024	-0.00004	0.021	-0.00008	0.020
177.5	744.9675	-0.00001	0.024	-0.00004	0.021	-0.00008	0.020
180	755.46	-0.00001	0.024	-0.00004	0.021	-0.00007	0.020
182.5	765.9525	-0.00001	0.024	-0.00004	0.021	-0.00007	0.019
185	776.445	-0.00001	0.024	-0.00004	0.021	-0.00007	0.019
187.5	786.9375	-0.00001	0.024	-0.00004	0.021	-0.00007	0.019
190	797.43	-0.00001	0.024	-0.00004	0.021	-0.00007	0.019
192.5	807.9225	-0.00001	0.024	-0.00004	0.021	-0.00007	0.019
195	818.415	-0.00001	0.024	-0.00004	0.021	-0.00007	0.019
197.5	828.9075	-0.00001	0.024	-0.00003	0.021	-0.00006	0.019
200	839.4	-0.00001	0.024	-0.00003	0.021	-0.00006	0.019
202.5	849.8925	-0.00001	0.024	-0.00003	0.021	-0.00006	0.019
205	860.385	-0.00001	0.024	-0.00003	0.021	-0.00006	0.019

Şekil 6.18. (Devam) Göl ile keson arasında klor açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
207.5	870.8775	-0.00001	0.024	-0.00003	0.021	-0.00006	0.019
210	881.37	-0.00001	0.024	-0.00003	0.021	-0.00006	0.019
212.5	891.8625	-0.00001	0.024	-0.00003	0.021	-0.00006	0.019
215	902.355	-0.00001	0.024	-0.00003	0.021	-0.00006	0.019
217.5	912.8475	-0.00001	0.024	-0.00003	0.021	-0.00005	0.019
220	923.34	-0.00001	0.024	-0.00003	0.021	-0.00005	0.019
222.5	933.8325	-0.00001	0.024	-0.00003	0.021	-0.00005	0.018
225	944.325	-0.00001	0.024	-0.00003	0.021	-0.00005	0.018
227.5	954.8175	-0.00001	0.024	-0.00002	0.021	-0.00005	0.018
230	965.31	-0.00001	0.024	-0.00002	0.021	-0.00005	0.018
232.5	975.8025	-0.00001	0.024	-0.00002	0.021	-0.00005	0.018
235	986.295	-0.00001	0.024	-0.00002	0.021	-0.00005	0.018
237.5	996.7875	-0.00001	0.024	-0.00002	0.021	-0.00005	0.018
240	1007.28	-0.00001	0.024	-0.00002	0.021	-0.00004	0.018
242.5	1017.7725	-0.00001	0.024	-0.00002	0.021	-0.00004	0.018
245	1028.265	-0.00001	0.024	-0.00002	0.021	-0.00004	0.018
247.5	1038.7575	0.00000	0.024	-0.00002	0.020	-0.00004	0.018
250	1049.25	0.00000	0.024	-0.00002	0.020	-0.00004	0.018
							3 Reaktör

Şekil 6.18. (Devam) Göl ile keson arasında klor açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

4 Reaktör olması durumunda									
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör	
		Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg
0	0	0	0.029	0	0.029	0	0.029	0	0.029
2.5	10.4925	-0.00019	0.029	-0.00019	0.029	-0.00019	0.029	-0.00019	0.029
5	20.985	-0.00018	0.029	-0.00019	0.029	-0.00019	0.029	-0.00019	0.029
7.5	31.4775	-0.00017	0.029	-0.00019	0.029	-0.00019	0.029	-0.00019	0.029
10	41.97	-0.00016	0.029	-0.00019	0.028	-0.00019	0.028	-0.00019	0.028
12.5	52.4625	-0.00015	0.028	-0.00018	0.028	-0.00019	0.028	-0.00019	0.028
15	62.955	-0.00015	0.028	-0.00018	0.028	-0.00019	0.028	-0.00019	0.028
17.5	73.4475	-0.00014	0.028	-0.00018	0.028	-0.00019	0.028	-0.00019	0.028
20	83.94	-0.00013	0.028	-0.00018	0.028	-0.00018	0.028	-0.00018	0.028
22.5	94.4325	-0.00013	0.028	-0.00017	0.028	-0.00018	0.028	-0.00018	0.028
25	104.925	-0.00012	0.028	-0.00017	0.027	-0.00018	0.027	-0.00018	0.027
27.5	115.4175	-0.00012	0.028	-0.00017	0.027	-0.00018	0.027	-0.00018	0.027
30	125.91	-0.00011	0.027	-0.00016	0.027	-0.00018	0.027	-0.00018	0.027
32.5	136.4025	-0.00011	0.027	-0.00016	0.027	-0.00018	0.027	-0.00018	0.027
35	146.895	-0.00010	0.027	-0.00016	0.027	-0.00017	0.027	-0.00018	0.027
37.5	157.3875	-0.00010	0.027	-0.00015	0.027	-0.00017	0.026	-0.00018	0.026
40	167.88	-0.00009	0.027	-0.00015	0.026	-0.00017	0.026	-0.00017	0.026
42.5	178.3725	-0.00009	0.027	-0.00015	0.026	-0.00017	0.026	-0.00017	0.026
45	188.865	-0.00008	0.027	-0.00014	0.026	-0.00017	0.026	-0.00017	0.026
47.5	199.3575	-0.00008	0.027	-0.00014	0.026	-0.00016	0.026	-0.00017	0.026
50	209.85	-0.00008	0.027	-0.00014	0.026	-0.00016	0.026	-0.00017	0.026
52.5	220.3425	-0.00007	0.027	-0.00013	0.026	-0.00016	0.025	-0.00017	0.025
55	230.835	-0.00007	0.027	-0.00013	0.026	-0.00016	0.025	-0.00017	0.025
57.5	241.3275	-0.00007	0.027	-0.00013	0.025	-0.00015	0.025	-0.00016	0.025
60	251.82	-0.00006	0.026	-0.00012	0.025	-0.00015	0.025	-0.00016	0.025
62.5	262.3125	-0.00006	0.026	-0.00012	0.025	-0.00015	0.025	-0.00016	0.025
65	272.805	-0.00006	0.026	-0.00012	0.025	-0.00015	0.025	-0.00016	0.025
67.5	283.2975	-0.00005	0.026	-0.00011	0.025	-0.00015	0.025	-0.00016	0.024
70	293.79	-0.00005	0.026	-0.00011	0.025	-0.00014	0.024	-0.00016	0.024
72.5	304.2825	-0.00005	0.026	-0.00011	0.025	-0.00014	0.024	-0.00015	0.024
75	314.775	-0.00005	0.026	-0.00010	0.025	-0.00014	0.024	-0.00015	0.024
77.5	325.2675	-0.00004	0.026	-0.00010	0.025	-0.00014	0.024	-0.00015	0.024
80	335.76	-0.00004	0.026	-0.00010	0.024	-0.00013	0.024	-0.00015	0.024
82.5	346.2525	-0.00004	0.026	-0.00009	0.024	-0.00013	0.024	-0.00015	0.024
85	356.745	-0.00004	0.026	-0.00009	0.024	-0.00013	0.024	-0.00015	0.023
87.5	367.2375	-0.00004	0.026	-0.00009	0.024	-0.00013	0.023	-0.00014	0.023
90	377.73	-0.00004	0.026	-0.00009	0.024	-0.00012	0.023	-0.00014	0.023
92.5	388.2225	-0.00003	0.026	-0.00008	0.024	-0.00012	0.023	-0.00014	0.023
95	398.715	-0.00003	0.026	-0.00008	0.024	-0.00012	0.023	-0.00014	0.023
97.5	409.2075	-0.00003	0.026	-0.00008	0.024	-0.00012	0.023	-0.00014	0.023
100	419.7	-0.00003	0.026	-0.00008	0.024	-0.00011	0.023	-0.00014	0.023
102.5	430.1925	-0.00003	0.026	-0.00007	0.024	-0.00011	0.023	-0.00013	0.022

Şekil 6.19. Göl ile keson arasında klor açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılmış



t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör	
		Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg
105	440.685	-0.00003	0.026	-0.00007	0.024	-0.00011	0.023	-0.00013	0.022
107.5	451.1775	-0.00003	0.026	-0.00007	0.024	-0.00011	0.023	-0.00013	0.022
110	461.67	-0.00002	0.026	-0.00007	0.024	-0.00011	0.022	-0.00013	0.022
112.5	472.1625	-0.00002	0.026	-0.00006	0.023	-0.00010	0.022	-0.00013	0.022
115	482.655	-0.00002	0.026	-0.00006	0.023	-0.00010	0.022	-0.00012	0.022
117.5	493.1475	-0.00002	0.026	-0.00006	0.023	-0.00010	0.022	-0.00012	0.022
120	503.64	-0.00002	0.026	-0.00006	0.023	-0.00010	0.022	-0.00012	0.022
122.5	514.1325	-0.00002	0.026	-0.00006	0.023	-0.00009	0.022	-0.00012	0.021
125	524.625	-0.00002	0.026	-0.00005	0.023	-0.00009	0.022	-0.00012	0.021
127.5	535.1175	-0.00002	0.026	-0.00005	0.023	-0.00009	0.022	-0.00012	0.021
130	545.61	-0.00002	0.026	-0.00005	0.023	-0.00009	0.022	-0.00011	0.021
132.5	556.1025	-0.00002	0.026	-0.00005	0.023	-0.00009	0.022	-0.00011	0.021
135	566.595	-0.00002	0.025	-0.00005	0.023	-0.00008	0.022	-0.00011	0.021
137.5	577.0875	-0.00001	0.025	-0.00005	0.023	-0.00008	0.021	-0.00011	0.021
140	587.58	-0.00001	0.025	-0.00004	0.023	-0.00008	0.021	-0.00011	0.021
142.5	598.0725	-0.00001	0.025	-0.00004	0.023	-0.00008	0.021	-0.00010	0.021
145	608.565	-0.00001	0.025	-0.00004	0.023	-0.00008	0.021	-0.00010	0.020
147.5	619.0575	-0.00001	0.025	-0.00004	0.023	-0.00007	0.021	-0.00010	0.020
150	629.55	-0.00001	0.025	-0.00004	0.023	-0.00007	0.021	-0.00010	0.020
152.5	640.0425	-0.00001	0.025	-0.00004	0.023	-0.00007	0.021	-0.00010	0.020
155	650.535	-0.00001	0.025	-0.00004	0.023	-0.00007	0.021	-0.00010	0.020
157.5	661.0275	-0.00001	0.025	-0.00003	0.023	-0.00007	0.021	-0.00009	0.020
160	671.52	-0.00001	0.025	-0.00003	0.023	-0.00006	0.021	-0.00009	0.020
162.5	682.0125	-0.00001	0.025	-0.00003	0.023	-0.00006	0.021	-0.00009	0.020
165	692.505	-0.00001	0.025	-0.00003	0.023	-0.00006	0.021	-0.00009	0.020
167.5	702.9975	-0.00001	0.025	-0.00003	0.022	-0.00006	0.021	-0.00009	0.020
170	713.49	-0.00001	0.025	-0.00003	0.022	-0.00006	0.021	-0.00008	0.019
172.5	723.9825	-0.00001	0.025	-0.00003	0.022	-0.00006	0.020	-0.00008	0.019
175	734.475	-0.00001	0.025	-0.00003	0.022	-0.00005	0.020	-0.00008	0.019
177.5	744.9675	-0.00001	0.025	-0.00003	0.022	-0.00005	0.020	-0.00008	0.019
180	755.46	-0.00001	0.025	-0.00002	0.022	-0.00005	0.020	-0.00008	0.019
182.5	765.9525	-0.00001	0.025	-0.00002	0.022	-0.00005	0.020	-0.00008	0.019
185	776.445	-0.00001	0.025	-0.00002	0.022	-0.00005	0.020	-0.00008	0.019
187.5	786.9375	-0.00001	0.025	-0.00002	0.022	-0.00005	0.020	-0.00007	0.019
190	797.43	-0.00001	0.025	-0.00002	0.022	-0.00005	0.020	-0.00007	0.019
192.5	807.9225	-0.00001	0.025	-0.00002	0.022	-0.00004	0.020	-0.00007	0.019
195	818.415	0.00000	0.025	-0.00002	0.022	-0.00004	0.020	-0.00007	0.019
197.5	828.9075	0.00000	0.025	-0.00002	0.022	-0.00004	0.020	-0.00007	0.019
200	839.4	0.00000	0.025	-0.00002	0.022	-0.00004	0.020	-0.00007	0.019
202.5	849.8925	0.00000	0.025	-0.00002	0.022	-0.00004	0.020	-0.00006	0.019
205	860.385	0.00000	0.025	-0.00002	0.022	-0.00004	0.020	-0.00006	0.018

Şekil 6.19. (Devam) Göl ile keson arasında klor açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör	
		Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg
207.5	870.8775	0.00000	0.025	-0.00002	0.022	-0.00004	0.020	-0.00006	0.018
210	881.37	0.00000	0.025	-0.00002	0.022	-0.00004	0.020	-0.00006	0.018
212.5	891.8625	0.00000	0.025	-0.00002	0.022	-0.00004	0.020	-0.00006	0.018
215	902.355	0.00000	0.025	-0.00001	0.022	-0.00003	0.020	-0.00006	0.018
217.5	912.8475	0.00000	0.025	-0.00001	0.022	-0.00003	0.020	-0.00006	0.018
220	923.34	0.00000	0.025	-0.00001	0.022	-0.00003	0.020	-0.00005	0.018
222.5	933.8325	0.00000	0.025	-0.00001	0.022	-0.00003	0.020	-0.00005	0.018
225	944.325	0.00000	0.025	-0.00001	0.022	-0.00003	0.020	-0.00005	0.018
227.5	954.8175	0.00000	0.025	-0.00001	0.022	-0.00003	0.020	-0.00005	0.018
230	965.31	0.00000	0.025	-0.00001	0.022	-0.00003	0.020	-0.00005	0.018
232.5	975.8025	0.00000	0.025	-0.00001	0.022	-0.00003	0.020	-0.00005	0.018
235	986.295	0.00000	0.025	-0.00001	0.022	-0.00003	0.020	-0.00005	0.018
237.5	996.7875	0.00000	0.025	-0.00001	0.022	-0.00003	0.019	-0.00005	0.018
240	1007.28	0.00000	0.025	-0.00001	0.022	-0.00003	0.019	-0.00005	0.018
242.5	1017.773	0.00000	0.025	-0.00001	0.022	-0.00002	0.019	-0.00004	0.018
245	1028.265	0.00000	0.025	-0.00001	0.022	-0.00002	0.019	-0.00004	0.018
247.5	1038.758	0.00000	0.025	-0.00001	0.022	-0.00002	0.019	-0.00004	0.018
250	1049.25	0.00000	0.025	-0.00001	0.022	-0.00002	0.019	-0.00004	0.018
									4 Reaktör

Şekil 6.19. (Devam) Göl ile keson arasında klor açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



5 Reaktör olması durumunda											
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör		5.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
0	0	0	0.029	0	0.029	0	0.029	0	0.029	0	0.029
2.5	10.4925	-0.00019	0.029	-0.00020	0.029	-0.00020	0.029	-0.00020	0.029	-0.00020	0.029
5	20.985	-0.00018	0.029	-0.00019	0.029	-0.00019	0.029	-0.00019	0.029	-0.00019	0.029
7.5	31.4775	-0.00017	0.029	-0.00019	0.029	-0.00019	0.029	-0.00019	0.029	-0.00019	0.029
10	41.97	-0.00016	0.029	-0.00019	0.028	-0.00019	0.028	-0.00019	0.028	-0.00019	0.028
12.5	52.4625	-0.00015	0.028	-0.00018	0.028	-0.00019	0.028	-0.00019	0.028	-0.00019	0.028
15	62.955	-0.00014	0.028	-0.00018	0.028	-0.00019	0.028	-0.00019	0.028	-0.00019	0.028
17.5	73.4475	-0.00013	0.028	-0.00018	0.028	-0.00019	0.028	-0.00019	0.028	-0.00019	0.028
20	83.94	-0.00012	0.028	-0.00017	0.028	-0.00018	0.028	-0.00019	0.028	-0.00019	0.028
22.5	94.4325	-0.00012	0.028	-0.00017	0.028	-0.00018	0.027	-0.00019	0.027	-0.00019	0.027
25	104.925	-0.00011	0.028	-0.00017	0.027	-0.00018	0.027	-0.00018	0.027	-0.00018	0.027
27.5	115.4175	-0.00010	0.028	-0.00016	0.027	-0.00018	0.027	-0.00018	0.027	-0.00018	0.027
30	125.91	-0.00010	0.028	-0.00016	0.027	-0.00018	0.027	-0.00018	0.027	-0.00018	0.027
32.5	136.4025	-0.00009	0.027	-0.00015	0.027	-0.00017	0.027	-0.00018	0.027	-0.00018	0.027
35	146.895	-0.00009	0.027	-0.00015	0.027	-0.00017	0.027	-0.00018	0.027	-0.00018	0.027
37.5	157.3875	-0.00008	0.027	-0.00014	0.027	-0.00017	0.026	-0.00018	0.026	-0.00018	0.026
40	167.88	-0.00008	0.027	-0.00014	0.026	-0.00017	0.026	-0.00017	0.026	-0.00018	0.026
42.5	178.3725	-0.00007	0.027	-0.00014	0.026	-0.00016	0.026	-0.00017	0.026	-0.00018	0.026
45	188.865	-0.00007	0.027	-0.00013	0.026	-0.00016	0.026	-0.00017	0.026	-0.00017	0.026
47.5	199.3575	-0.00007	0.027	-0.00013	0.026	-0.00016	0.026	-0.00017	0.026	-0.00017	0.026
50	209.85	-0.00006	0.027	-0.00012	0.026	-0.00016	0.026	-0.00017	0.026	-0.00017	0.026
52.5	220.3425	-0.00006	0.027	-0.00012	0.026	-0.00015	0.025	-0.00017	0.025	-0.00017	0.025
55	230.835	-0.00006	0.027	-0.00012	0.026	-0.00015	0.025	-0.00016	0.025	-0.00017	0.025
57.5	241.3275	-0.00005	0.027	-0.00011	0.026	-0.00015	0.025	-0.00016	0.025	-0.00017	0.025
60	251.82	-0.00005	0.027	-0.00011	0.026	-0.00014	0.025	-0.00016	0.025	-0.00017	0.025
62.5	262.3125	-0.00005	0.027	-0.00010	0.025	-0.00014	0.025	-0.00016	0.025	-0.00016	0.025
65	272.805	-0.00004	0.027	-0.00010	0.025	-0.00014	0.025	-0.00016	0.025	-0.00016	0.025
67.5	283.2975	-0.00004	0.027	-0.00010	0.025	-0.00014	0.025	-0.00015	0.024	-0.00016	0.024
70	293.79	-0.00004	0.027	-0.00009	0.025	-0.00013	0.024	-0.00015	0.024	-0.00016	0.024
72.5	304.2825	-0.00004	0.027	-0.00009	0.025	-0.00013	0.024	-0.00015	0.024	-0.00016	0.024
75	314.775	-0.00003	0.026	-0.00009	0.025	-0.00013	0.024	-0.00015	0.024	-0.00016	0.024
77.5	325.2675	-0.00003	0.026	-0.00008	0.025	-0.00012	0.024	-0.00015	0.024	-0.00016	0.024
80	335.76	-0.00003	0.026	-0.00008	0.025	-0.00012	0.024	-0.00014	0.024	-0.00015	0.024
82.5	346.2525	-0.00003	0.026	-0.00008	0.025	-0.00012	0.024	-0.00014	0.024	-0.00015	0.023
85	356.745	-0.00003	0.026	-0.00007	0.025	-0.00011	0.024	-0.00014	0.023	-0.00015	0.023
87.5	367.2375	-0.00003	0.026	-0.00007	0.025	-0.00011	0.024	-0.00014	0.023	-0.00015	0.023
90	377.73	-0.00002	0.026	-0.00007	0.024	-0.00011	0.024	-0.00013	0.023	-0.00015	0.023
92.5	388.2225	-0.00002	0.026	-0.00007	0.024	-0.00011	0.023	-0.00013	0.023	-0.00015	0.023
95	398.715	-0.00002	0.026	-0.00006	0.024	-0.00010	0.023	-0.00013	0.023	-0.00014	0.023
97.5	409.2075	-0.00002	0.026	-0.00006	0.024	-0.00010	0.023	-0.00013	0.023	-0.00014	0.023
100	419.7	-0.00002	0.026	-0.00006	0.024	-0.00010	0.023	-0.00013	0.023	-0.00014	0.022
102.5	430.1925	-0.00002	0.026	-0.00006	0.024	-0.00010	0.023	-0.00012	0.022	-0.00014	0.022

Şekil 6.20. Göl ile keson arasında klor açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör		5.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
105	440.685	-0.00002	0.026	-0.00005	0.024	-0.00009	0.023	-0.00012	0.022	-0.00014	0.022
107.5	451.1775	-0.00002	0.026	-0.00005	0.024	-0.00009	0.023	-0.00012	0.022	-0.00014	0.022
110	461.67	-0.00002	0.026	-0.00005	0.024	-0.00009	0.023	-0.00012	0.022	-0.00013	0.022
112.5	472.1625	-0.00001	0.026	-0.00005	0.024	-0.00008	0.023	-0.00011	0.022	-0.00013	0.022
115	482.655	-0.00001	0.026	-0.00005	0.024	-0.00008	0.023	-0.00011	0.022	-0.00013	0.022
117.5	493.1475	-0.00001	0.026	-0.00004	0.024	-0.00008	0.023	-0.00011	0.022	-0.00013	0.021
120	503.64	-0.00001	0.026	-0.00004	0.024	-0.00008	0.022	-0.00011	0.022	-0.00013	0.021
122.5	514.1325	-0.00001	0.026	-0.00004	0.024	-0.00007	0.022	-0.00010	0.022	-0.00012	0.021
125	524.625	-0.00001	0.026	-0.00004	0.024	-0.00007	0.022	-0.00010	0.021	-0.00012	0.021
127.5	535.1175	-0.00001	0.026	-0.00004	0.024	-0.00007	0.022	-0.00010	0.021	-0.00012	0.021
130	545.61	-0.00001	0.026	-0.00003	0.024	-0.00007	0.022	-0.00010	0.021	-0.00012	0.021
132.5	556.1025	-0.00001	0.026	-0.00003	0.024	-0.00007	0.022	-0.00010	0.021	-0.00012	0.021
135	566.595	-0.00001	0.026	-0.00003	0.024	-0.00006	0.022	-0.00009	0.021	-0.00011	0.021
137.5	577.0875	-0.00001	0.026	-0.00003	0.024	-0.00006	0.022	-0.00009	0.021	-0.00011	0.021
140	587.58	-0.00001	0.026	-0.00003	0.024	-0.00006	0.022	-0.00009	0.021	-0.00011	0.020
142.5	598.0725	-0.00001	0.026	-0.00003	0.024	-0.00006	0.022	-0.00009	0.021	-0.00011	0.020
145	608.565	-0.00001	0.026	-0.00003	0.024	-0.00006	0.022	-0.00008	0.021	-0.00011	0.020
147.5	619.0575	-0.00001	0.026	-0.00003	0.023	-0.00005	0.022	-0.00008	0.021	-0.00011	0.020
150	629.55	-0.00001	0.026	-0.00002	0.023	-0.00005	0.022	-0.00008	0.021	-0.00010	0.020
152.5	640.0425	-0.00001	0.026	-0.00002	0.023	-0.00005	0.022	-0.00008	0.021	-0.00010	0.020
155	650.535	-0.00001	0.026	-0.00002	0.023	-0.00005	0.022	-0.00008	0.020	-0.00010	0.020
157.5	661.0275	-0.00001	0.026	-0.00002	0.023	-0.00005	0.022	-0.00007	0.020	-0.00010	0.020
160	671.52	0.00000	0.026	-0.00002	0.023	-0.00005	0.021	-0.00007	0.020	-0.00010	0.020
162.5	682.0125	0.00000	0.026	-0.00002	0.023	-0.00004	0.021	-0.00007	0.020	-0.00009	0.019
165	692.505	0.00000	0.026	-0.00002	0.023	-0.00004	0.021	-0.00007	0.020	-0.00009	0.019
167.5	702.9975	0.00000	0.026	-0.00002	0.023	-0.00004	0.021	-0.00007	0.020	-0.00009	0.019
170	713.49	0.00000	0.026	-0.00002	0.023	-0.00004	0.021	-0.00007	0.020	-0.00009	0.019
172.5	723.9825	0.00000	0.026	-0.00002	0.023	-0.00004	0.021	-0.00006	0.020	-0.00009	0.019
175	734.475	0.00000	0.026	-0.00002	0.023	-0.00004	0.021	-0.00006	0.020	-0.00008	0.019
177.5	744.9675	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00004	0.021	-0.00006	0.020	-0.00008	0.019
180	755.46	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00003	0.021	-0.00006	0.020	-0.00008	0.019
182.5	765.9525	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00003	0.021	-0.00006	0.020	-0.00008	0.019
185	776.445	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00003	0.021	-0.00006	0.020	-0.00008	0.019
187.5	786.9375	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00003	0.021	-0.00005	0.020	-0.00008	0.019
190	797.43	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00003	0.021	-0.00005	0.020	-0.00007	0.019
192.5	807.9225	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00003	0.021	-0.00005	0.019	-0.00007	0.019
195	818.415	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00003	0.021	-0.00005	0.019	-0.00007	0.018
197.5	828.9075	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00003	0.021	-0.00005	0.019	-0.00007	0.018
200	839.4	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00002	0.021	-0.00005	0.019	-0.00007	0.018
202.5	849.8925	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00002	0.021	-0.00004	0.019	-0.00007	0.018
205	860.385	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00002	0.021	-0.00004	0.019	-0.00006	0.018

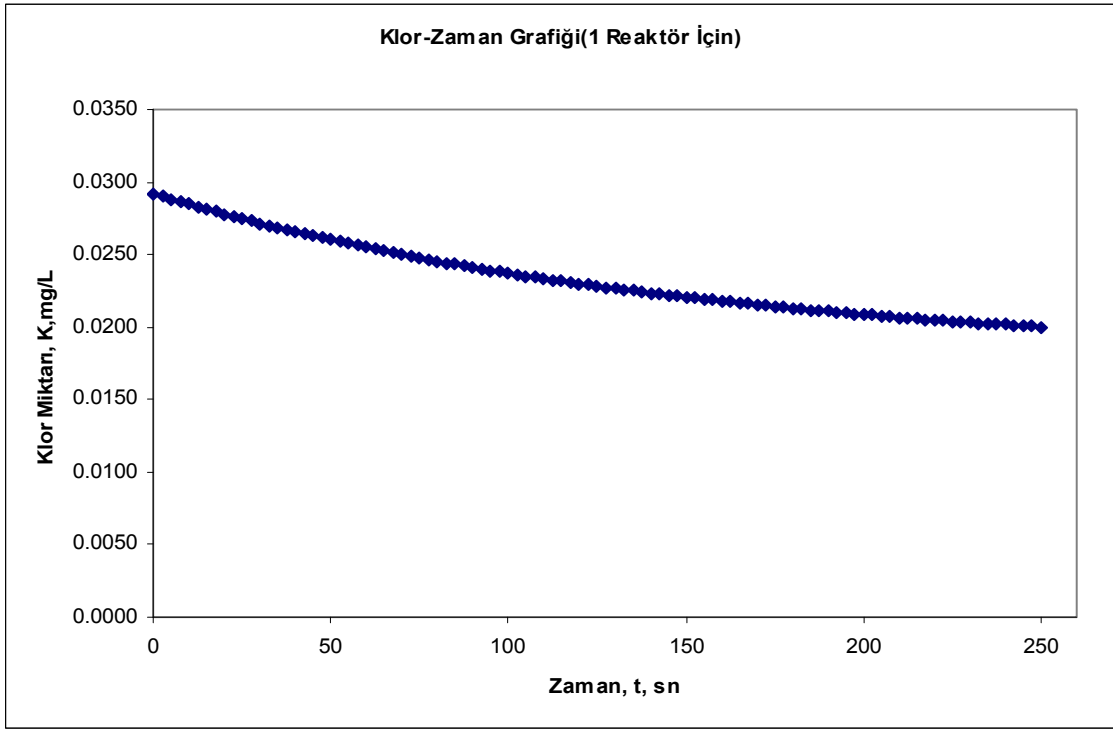
Şekil 6.20. (Devam) Göl ile keson arasında klor açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



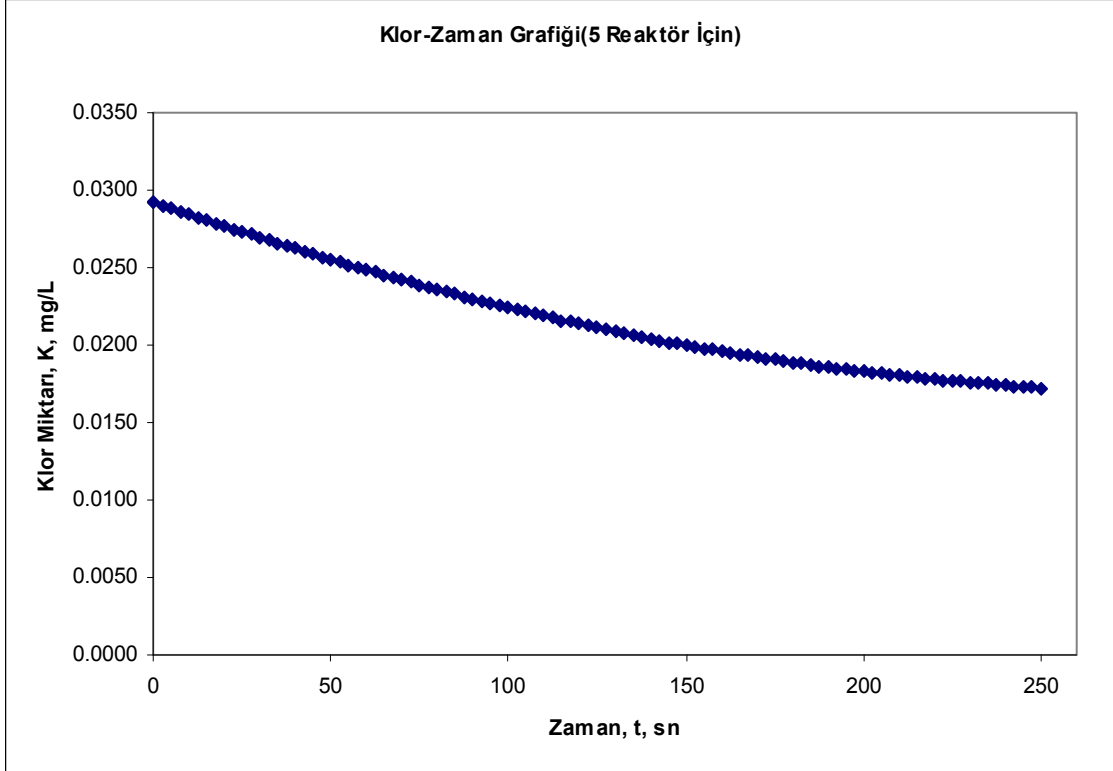
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör		5.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
207.5	870.8775	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00002	0.021	-0.00004	0.019	-0.00006	0.018
210	881.37	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00002	0.021	-0.00004	0.019	-0.00006	0.018
212.5	891.8625	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00002	0.021	-0.00004	0.019	-0.00006	0.018
215	902.355	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00002	0.021	-0.00004	0.019	-0.00006	0.018
217.5	912.8475	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00002	0.021	-0.00004	0.019	-0.00006	0.018
220	923.34	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00002	0.021	-0.00004	0.019	-0.00006	0.018
222.5	933.8325	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00002	0.021	-0.00003	0.019	-0.00005	0.018
225	944.325	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00002	0.021	-0.00003	0.019	-0.00005	0.018
227.5	954.8175	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00002	0.021	-0.00003	0.019	-0.00005	0.018
230	965.31	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00002	0.021	-0.00003	0.019	-0.00005	0.018
232.5	975.8025	0.00000	0.026	-0.00001	0.023	-0.00001	0.021	-0.00003	0.019	-0.00005	0.018
235	986.295	0.00000	0.026	0.00000	0.023	-0.00001	0.021	-0.00003	0.019	-0.00005	0.018
237.5	996.7875	0.00000	0.026	0.00000	0.023	-0.00001	0.021	-0.00003	0.019	-0.00005	0.017
240	1007.28	0.00000	0.026	0.00000	0.023	-0.00001	0.021	-0.00003	0.019	-0.00005	0.017
242.5	1017.773	0.00000	0.026	0.00000	0.023	-0.00001	0.021	-0.00003	0.019	-0.00004	0.017
245	1028.265	0.00000	0.026	0.00000	0.023	-0.00001	0.021	-0.00003	0.019	-0.00004	0.017
247.5	1038.758	0.00000	0.026	0.00000	0.023	-0.00001	0.021	-0.00002	0.019	-0.00004	0.017
250	1049.25	0.00000	0.026	0.00000	0.023	-0.00001	0.021	-0.00002	0.019	-0.00004	0.017
											5 Reaktör

Şekil 6.20. (Devam) Göl ile keson arasında klor açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılmış

Reaktör sayısını arttırarak klor miktarının birim zamandaki tüketim hızının artmış olduğu gözlemlenmektedir. Bir reaktör ve beş reaktör durumuna göre klor miktarının zamanla değişimi aşağıda Şekil 6.22 ve Şekil 6.23’de gösterilmiştir.



Şekil 6.21. Göl ile Keson arasında klor miktarının bir reaktör durumuna göre zamanla değişimi



Şekil 6.22. Göl ile Keson arasında klor miktarının beş reaktör durumuna göre zamanla değişimi

### 6.3.2. Keson ile esentepe içmesuyu deposu arasında klor modellemesi yapılması

Göl Tesislerinde 8 motor çalıştığı zaman debimetrede  $5500 \text{ m}^3/\text{sa}$  değeri okunmaktadır.

$$Q = \frac{\Pi * d^2}{4} * V \quad (6.18)$$

$$V = \frac{4 * Q}{\Pi * d^2} = \frac{4 * 1.5278}{\Pi * 1.2^2}, V \cong 1.35 \text{ m/sn}$$

$$t = \frac{x}{V} = \frac{1022}{1.35}, t \cong 757 \text{ sn} \cong 12.61 \text{ dk}$$

$$V_b = A * L \quad (6.20)$$

$V_b$ =Boru toplam hacmi,  $A$ =Boru dairesel kesiti alanı,  $L$ =Boru toplam boyu

$$A = \frac{\Pi * d^2}{4} = \frac{\Pi * 1.2^2}{4}$$

$$A=1.1309 \text{ m}^2, L=1022 \text{ m}, V_b \cong 1156 \text{ m}^3$$

Kararlı reaktör durumuna göre  $k$ (ölüm hızı) katsayısı hesabı ise;

$$0 = (Q_k * Mk) - (Q_e * Me) - (k * Me * V_b) \quad (6.14)$$

$$Q_k = Q_e$$

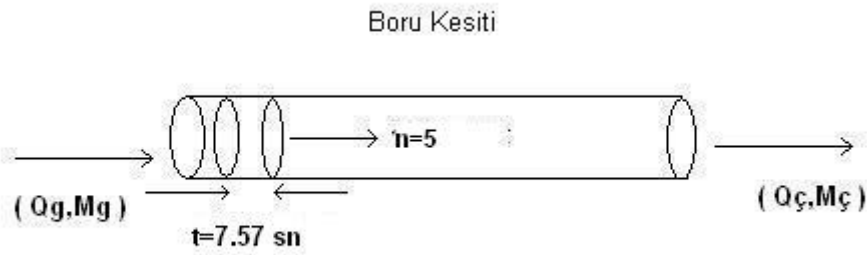
Mikroorganizma olarak koliform sayısı göz önünde bulundurulmuştur.

$$M_k = 500 \text{ ems} / 100 \text{ ml} , M_e = 200 \text{ ems} / 100 \text{ ml}$$

$$0 = (1.5278 * 500) - (1.5278 * 200) - (k * 200 * 1156)$$

$$k = 1.98 * 10^{-3} \text{ 1/sn}$$

Terfi hattını zamana göre 100 eşit parçaya göre bölerek, 5 reaktör şeklinde şematik gösterimi aşağıda Şekil 6.23 'de gösterilmiştir.



Şekil 6.23. Terfi hattının reaktörlere ayrılması

İlk reaktör için hesap yapılırsa;

$$dt=7.57 \text{ sn}$$

$$dM = \left( \left( \frac{Q_k}{V} * M_k \right) - \left( \frac{Q_e}{V} * M_e \right) - (k * M_e) \right) * dt \quad (6.13)$$

$$dM = -7.494$$

Yeni Mgiriş değeri, Myeni=Mgiriş+dM alınır.

Bu formül sistemine göre Excel programında mikroorganizma açısından yapılan modellemeler aşağıda Şekil 6.24 , Şekil 6.25 , Şekil 6.26 ,Şekil 6.27,Şekil 6.28 ve Şekil 6.29 ‘gösterilmiştir.

<b>Kullanılan Terimler</b>			
Toplam debi( $Q_g=Q_ç$ )	<b>Q</b>	1.5278	m <sup>3</sup> /sn
Reaktör Hacmi	<b>V</b>	1156	m <sup>3</sup> /sn
Suyun kesona ulaşma süresi	<b>t</b>	757	sn
Başlangıçtaki koliform	<b>Mg</b>	500	ems/100mL
Q/Vbirim		0.1321004	1/sn
Abirim(Birim alan)		1.1310	m <sup>2</sup>
Vbirim(Birim hacim)		11.565446	m <sup>3</sup>
Boru Su Akış Hızı	<b>u</b>	1.35	m/sn
Boru Çapı	<b>d</b>	1.2	m
Zamandaki değişim	<b>dt</b>	7.57	sn
Reaktör Uzunluğu	<b>L</b>	1022	m
Ölüm Hızı Katsayısı	<b>k</b>	0.00198	1/sn
<b>t=(Reaktör uzunluğu)/(su akış hızı)</b>	1022/1.35	757 sn	
<b>Reaktör Hacmi=A*L</b>	1156	m <sup>3</sup>	

Şekil 6.24. Keson ile esentepe arasında mikroorganizma açısından yapılan modellemede kullanılan terimler

1 Reaktör olması durumunda			
t (sn)	X (m)	Dm	Mç
0	0	0	500.000
7.57	10.2195	-7.49430	492.506
15.14	20.439	-7.30699	485.199
22.71	30.6585	-7.12437	478.074
30.28	40.878	-6.94631	471.128
37.85	51.0975	-6.77269	464.355
45.42	61.317	-6.60342	457.752
52.99	71.5365	-6.43838	451.314
60.56	81.756	-6.27746	445.036
68.13	91.9755	-6.12057	438.916
75.7	102.195	-5.96760	432.948
83.27	112.4145	-5.81845	427.129
90.84	122.634	-5.67302	421.456
98.41	132.8535	-5.53124	415.925
105.98	143.073	-5.39299	410.532
113.55	153.2925	-5.25820	405.274
121.12	163.512	-5.12678	400.147
128.69	173.7315	-4.99865	395.149
136.26	183.951	-4.87372	390.275
143.83	194.1705	-4.75191	385.523
151.4	204.39	-4.63314	380.890
158.97	214.6095	-4.51734	376.372
166.54	224.829	-4.40444	371.968
174.11	235.0485	-4.29436	367.674
181.68	245.268	-4.18703	363.487
189.25	255.4875	-4.08238	359.404
196.82	265.707	-3.98035	355.424
204.39	275.9265	-3.88087	351.543
211.96	286.146	-3.78387	347.759
219.53	296.3655	-3.68930	344.070
227.1	306.585	-3.59709	340.473
234.67	316.8045	-3.50719	336.966
242.24	327.024	-3.41953	333.546
249.81	337.2435	-3.33407	330.212
257.38	347.463	-3.25074	326.961
264.95	357.6825	-3.16949	323.792
272.52	367.902	-3.09027	320.702
280.09	378.1215	-3.01304	317.688
287.66	388.341	-2.93773	314.751
295.23	398.5605	-2.86431	311.886
302.8	408.78	-2.79272	309.094
310.37	418.9995	-2.72292	306.371

Şekil 6.25. Keson ile Esentepe arasında mikroorganizma açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



t (sn)	X (m)	Dm	Mç
317.94	429.219	-2.65487	303.716
325.51	439.4385	-2.58851	301.127
333.08	449.658	-2.52382	298.604
340.65	459.8775	-2.46074	296.143
348.22	470.097	-2.39924	293.744
355.79	480.3165	-2.33927	291.404
363.36	490.536	-2.28080	289.124
370.93	500.7555	-2.22380	286.900
378.5	510.975	-2.16822	284.732
386.07	521.1945	-2.11403	282.618
393.64	531.414	-2.06119	280.556
401.21	541.6335	-2.00968	278.547
408.78	551.853	-1.95945	276.587
416.35	562.0725	-1.91047	274.677
423.92	572.292	-1.86273	272.814
431.49	582.5115	-1.81617	270.998
439.06	592.731	-1.77078	269.227
446.63	602.9505	-1.72652	267.501
454.2	613.17	-1.68337	265.817
461.77	623.3895	-1.64130	264.176
469.34	633.609	-1.60027	262.576
476.91	643.8285	-1.56028	261.015
484.48	654.048	-1.52128	259.494
492.05	664.2675	-1.48326	258.011
499.62	674.487	-1.44619	256.565
507.19	684.7065	-1.41004	255.155
514.76	694.926	-1.37480	253.780
522.33	705.1455	-1.34044	252.439
529.9	715.365	-1.30694	251.132
537.47	725.5845	-1.27427	249.858
545.04	735.804	-1.24243	248.616
552.61	746.0235	-1.21137	247.404
560.18	756.243	-1.18110	246.223
567.75	766.4625	-1.15158	245.072
575.32	776.682	-1.12280	243.949
582.89	786.9015	-1.09473	242.854
590.46	797.121	-1.06737	241.787
598.03	807.3405	-1.04070	240.746
605.6	817.56	-1.01468	239.731
613.17	827.7795	-0.98932	238.742
620.74	837.999	-0.96460	237.777

Şekil 6.25. (Devam) Keson ile Esentepe arasında mikroorganizma açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	Dm	Mç
628.31	848.2185	-0.94049	236.837
635.88	858.438	-0.91698	235.920
643.45	868.6575	-0.89406	235.026
651.02	878.877	-0.87172	234.154
658.59	889.0965	-0.84993	233.304
666.16	899.316	-0.82869	232.476
673.73	909.5355	-0.80798	231.668
681.3	919.755	-0.78778	230.880
688.87	929.9745	-0.76809	230.112
696.44	940.194	-0.74890	229.363
704.01	950.4135	-0.73018	228.633
711.58	960.633	-0.71193	227.921
719.15	970.8525	-0.69414	227.227
726.72	981.072	-0.67679	226.550
734.29	991.2915	-0.65987	225.890
741.86	1001.511	-0.64338	225.246
749.43	1011.7305	-0.62730	224.619
757	1021.95	-0.61162	224.008
			1 Reaktör

Şekil 6.25. (Devam) Keson ile Esentepe arasında mikroorganizma açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

2 Reaktör olması durumunda					
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç
0	0	0	500.000	0	500.000
7.57	10.2195	-7.49430	492.506	-7.64426	492.356
15.14	20.439	-7.23201	485.274	-7.52143	484.834
22.71	30.6585	-6.97891	478.295	-7.39784	477.436
30.28	40.878	-6.73466	471.560	-7.27369	470.163
37.85	51.0975	-6.49896	465.061	-7.14916	463.014
45.42	61.317	-6.27151	458.790	-7.02445	455.989
52.99	71.5365	-6.05202	452.738	-6.89970	449.089
60.56	81.756	-5.84021	446.897	-6.77508	442.314
68.13	91.9755	-5.63581	441.262	-6.65074	435.664
75.7	102.195	-5.43857	435.823	-6.52680	429.137
83.27	112.4145	-5.24823	430.575	-6.40339	422.733
90.84	122.634	-5.06456	425.510	-6.28062	416.453
98.41	132.8535	-4.88731	420.623	-6.15860	410.294
105.98	143.073	-4.71626	415.907	-6.03743	404.257
113.55	153.2925	-4.55120	411.355	-5.91720	398.340
121.12	163.512	-4.39192	406.964	-5.79799	392.542
128.69	173.7315	-4.23821	402.725	-5.67988	386.862
136.26	183.951	-4.08988	398.635	-5.56293	381.299
143.83	194.1705	-3.94674	394.689	-5.44721	375.852
151.4	204.39	-3.80861	390.880	-5.33278	370.519
158.97	214.6095	-3.67532	387.205	-5.21968	365.299
166.54	224.829	-3.54669	383.658	-5.10797	360.191
174.11	235.0485	-3.42256	380.236	-4.99768	355.193
181.68	245.268	-3.30278	376.933	-4.88886	350.305
189.25	255.4875	-3.18719	373.746	-4.78154	345.523
196.82	265.707	-3.07564	370.670	-4.67573	340.847
204.39	275.9265	-2.96800	367.702	-4.57148	336.276
211.96	286.146	-2.86413	364.838	-4.46880	331.807
219.53	296.3655	-2.76389	362.074	-4.36770	327.439
227.1	306.585	-2.66716	359.407	-4.26821	323.171
234.67	316.8045	-2.57381	356.833	-4.17033	319.001
242.24	327.024	-2.48374	354.349	-4.07408	314.927
249.81	337.2435	-2.39681	351.952	-3.97945	310.947
257.38	347.463	-2.31293	349.639	-3.88646	307.061
264.95	357.6825	-2.23198	347.407	-3.79510	303.266
272.52	367.902	-2.15386	345.254	-3.70538	299.560
280.09	378.1215	-2.07848	343.175	-3.61728	295.943
287.66	388.341	-2.00574	341.169	-3.53082	292.412
295.23	398.5605	-1.93554	339.234	-3.44598	288.966
302.8	408.78	-1.86780	337.366	-3.36275	285.604
310.37	418.9995	-1.80243	335.564	-3.28112	282.322

Şekil 6.26. Keson ile Esentepe arasında mikroorganizma açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç
317.94	429.219	-1.73935	333.824	-3.20110	279.121
325.51	439.4385	-1.67848	332.146	-3.12265	275.999
333.08	449.658	-1.61973	330.526	-3.04577	272.953
340.65	459.8775	-1.56305	328.963	-2.97045	269.982
348.22	470.097	-1.50834	327.455	-2.89667	267.086
355.79	480.3165	-1.45555	325.999	-2.82442	264.261
363.36	490.536	-1.40461	324.594	-2.75368	261.508
370.93	500.7555	-1.35545	323.239	-2.68443	258.823
378.5	510.975	-1.30802	321.931	-2.61665	256.207
386.07	521.1945	-1.26224	320.669	-2.55033	253.656
393.64	531.414	-1.21806	319.451	-2.48544	251.171
401.21	541.6335	-1.17543	318.275	-2.42198	248.749
408.78	551.853	-1.13429	317.141	-2.35991	246.389
416.35	562.0725	-1.09460	316.046	-2.29922	244.090
423.92	572.292	-1.05629	314.990	-2.23989	241.850
431.49	582.5115	-1.01932	313.971	-2.18189	239.668
439.06	592.731	-0.98365	312.987	-2.12521	237.543
446.63	602.9505	-0.94922	312.038	-2.06983	235.473
454.2	613.17	-0.91600	311.122	-2.01572	233.457
461.77	623.3895	-0.88394	310.238	-1.96286	231.494
469.34	633.609	-0.85300	309.385	-1.91123	229.583
476.91	643.8285	-0.82315	308.562	-1.86081	227.722
484.48	654.048	-0.79434	307.767	-1.81158	225.911
492.05	664.2675	-0.76654	307.001	-1.76352	224.147
499.62	674.487	-0.73971	306.261	-1.71660	222.431
507.19	684.7065	-0.71383	305.547	-1.67080	220.760
514.76	694.926	-0.68884	304.859	-1.62611	219.134
522.33	705.1455	-0.66474	304.194	-1.58250	217.551
529.9	715.365	-0.64147	303.552	-1.53995	216.011
537.47	725.5845	-0.61902	302.933	-1.49844	214.513
545.04	735.804	-0.59736	302.336	-1.45795	213.055
552.61	746.0235	-0.57645	301.760	-1.41846	211.636
560.18	756.243	-0.55628	301.203	-1.37995	210.256
567.75	766.4625	-0.53681	300.666	-1.34240	208.914
575.32	776.682	-0.51802	300.148	-1.30578	207.608
582.89	786.9015	-0.49989	299.649	-1.27008	206.338
590.46	797.121	-0.48239	299.166	-1.23529	205.103
598.03	807.3405	-0.46551	298.701	-1.20137	203.901
605.6	817.56	-0.44922	298.251	-1.16831	202.733
613.17	827.7795	-0.43350	297.818	-1.13610	201.597
620.74	837.999	-0.41833	297.400	-1.10471	200.492

Şekil 6.26. (Devam) Keson ile Esentepe arasında mikroorganizma açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç
628.31	848.2185	-0.40369	296.996	-1.07412	199.418
635.88	858.438	-0.38956	296.606	-1.04432	198.374
643.45	868.6575	-0.37592	296.230	-1.01530	197.359
651.02	878.877	-0.36277	295.868	-0.98702	196.372
658.59	889.0965	-0.35007	295.518	-0.95948	195.412
666.16	899.316	-0.33782	295.180	-0.93266	194.479
673.73	909.5355	-0.32600	294.854	-0.90654	193.573
681.3	919.755	-0.31459	294.539	-0.88111	192.692
688.87	929.9745	-0.30358	294.236	-0.85635	191.835
696.44	940.194	-0.29295	293.943	-0.83224	191.003
704.01	950.4135	-0.28270	293.660	-0.80877	190.194
711.58	960.633	-0.27281	293.387	-0.78592	189.409
719.15	970.8525	-0.26326	293.124	-0.76368	188.645
726.72	981.072	-0.25404	292.870	-0.74204	187.903
734.29	991.2915	-0.24515	292.625	-0.72098	187.182
741.86	1001.511	-0.23657	292.388	-0.70048	186.481
749.43	1011.731	-0.22829	292.160	-0.68053	185.801
757	1021.95	-0.22030	291.940	-0.66112	185.140
					2 Reaktör

Şekil 6.26. (Devam) Keson ile Esentepe arasında mikroorganizma açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

3 Reaktör olması durumunda							
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
0	0	0	500.000	0	500.000	0	500.000
7.57	10.2195	-7.49430	492.506	-7.71923	492.281	-7.72599	492.274
15.14	20.439	-7.15704	485.349	-7.58666	484.694	-7.60600	484.668
22.71	30.6585	-6.83495	478.514	-7.45039	477.244	-7.48733	477.181
30.28	40.878	-6.52736	471.986	-7.31101	469.933	-7.36981	469.811
37.85	51.0975	-6.23361	465.753	-7.16909	462.764	-7.25332	462.558
45.42	61.317	-5.95308	459.800	-7.02514	455.738	-7.13776	455.420
52.99	71.5365	-5.68518	454.114	-6.87962	448.859	-7.02303	448.397
60.56	81.756	-5.42933	448.685	-6.73298	442.126	-6.90905	441.488
68.13	91.9755	-5.18499	443.500	-6.58560	435.540	-6.79579	434.692
75.7	102.195	-4.95165	438.549	-6.43785	429.102	-6.68319	428.009
83.27	112.4145	-4.72882	433.820	-6.29006	422.812	-6.57122	421.438
90.84	122.634	-4.51601	429.304	-6.14253	416.670	-6.45986	414.978
98.41	132.8535	-4.31277	424.991	-5.99555	410.674	-6.34910	408.629
105.98	143.073	-4.11869	420.872	-5.84935	404.825	-6.23893	402.390
113.55	153.2925	-3.93333	416.939	-5.70417	399.121	-6.12937	396.260
121.12	163.512	-3.75632	413.183	-5.56021	393.561	-6.02042	390.240
128.69	173.7315	-3.58728	409.595	-5.41765	388.143	-5.91209	384.328
136.26	183.951	-3.42584	406.169	-5.27667	382.866	-5.80440	378.523
143.83	194.1705	-3.27167	402.898	-5.13740	377.729	-5.69738	372.826
151.4	204.39	-3.12444	399.773	-4.99998	372.729	-5.59105	367.235
158.97	214.6095	-2.98383	396.790	-4.86452	367.864	-5.48545	361.749
166.54	224.829	-2.84955	393.940	-4.73113	363.133	-5.38059	356.369
174.11	235.0485	-2.72131	391.219	-4.59990	358.533	-5.27651	351.092
181.68	245.268	-2.59884	388.620	-4.47089	354.062	-5.17324	345.919
189.25	255.4875	-2.48189	386.138	-4.34418	349.718	-5.07082	340.848
196.82	265.707	-2.37020	383.768	-4.21982	345.498	-4.96927	335.879
204.39	275.9265	-2.26353	381.504	-4.09785	341.401	-4.86863	331.010
211.96	286.146	-2.16167	379.343	-3.97832	337.422	-4.76894	326.241
219.53	296.3655	-2.06438	377.278	-3.86125	333.561	-4.67021	321.571
227.1	306.585	-1.97148	375.307	-3.74665	329.814	-4.57249	316.999
234.67	316.8045	-1.88276	373.424	-3.63455	326.180	-4.47581	312.523
242.24	327.024	-1.79803	371.626	-3.52495	322.655	-4.38018	308.143
249.81	337.2435	-1.71711	369.909	-3.41786	319.237	-4.28565	303.857
257.38	347.463	-1.63984	368.269	-3.31326	315.924	-4.19223	299.665
264.95	357.6825	-1.56604	366.703	-3.21116	312.713	-4.09994	295.565
272.52	367.902	-1.49557	365.207	-3.11154	309.601	-4.00883	291.556
280.09	378.1215	-1.42826	363.779	-3.01438	306.587	-3.91889	287.637
287.66	388.341	-1.36399	362.415	-2.91966	303.667	-3.83016	283.807
295.23	398.5605	-1.30260	361.112	-2.82737	300.840	-3.74265	280.064
302.8	408.78	-1.24398	359.868	-2.73746	298.102	-3.65639	276.408
310.37	418.9995	-1.18800	358.680	-2.64993	295.452	-3.57138	272.837

Şekil 6.27. Keson ile Esentepe arasında mikroorganizma açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
317.94	429.219	-1.13454	357.546	-2.56473	292.887	-3.48763	269.349
325.51	439.4385	-1.08348	356.462	-2.48183	290.406	-3.40517	265.944
333.08	449.658	-1.03472	355.428	-2.40119	288.004	-3.32400	262.620
340.65	459.8775	-0.98815	354.440	-2.32279	285.682	-3.24412	259.376
348.22	470.097	-0.94368	353.496	-2.24658	283.435	-3.16556	256.210
355.79	480.3165	-0.90122	352.595	-2.17253	281.263	-3.08831	253.122
363.36	490.536	-0.86066	351.734	-2.10059	279.162	-3.01237	250.110
370.93	500.7555	-0.82193	350.912	-2.03073	277.131	-2.93776	247.172
378.5	510.975	-0.78494	350.127	-1.96290	275.168	-2.86447	244.307
386.07	521.1945	-0.74961	349.378	-1.89706	273.271	-2.79249	241.515
393.64	531.414	-0.71588	348.662	-1.83318	271.438	-2.72185	238.793
401.21	541.6335	-0.68366	347.978	-1.77120	269.667	-2.65252	236.140
408.78	551.853	-0.65290	347.325	-1.71109	267.956	-2.58450	233.556
416.35	562.0725	-0.62351	346.702	-1.65280	266.303	-2.51780	231.038
423.92	572.292	-0.59545	346.106	-1.59629	264.707	-2.45240	228.586
431.49	582.5115	-0.56866	345.538	-1.54152	263.165	-2.38831	226.197
439.06	592.731	-0.54307	344.994	-1.48845	261.677	-2.32550	223.872
446.63	602.9505	-0.51863	344.476	-1.43703	260.240	-2.26398	221.608
454.2	613.17	-0.49529	343.981	-1.38722	258.853	-2.20373	219.404
461.77	623.3895	-0.47300	343.508	-1.33899	257.514	-2.14474	217.259
469.34	633.609	-0.45171	343.056	-1.29229	256.221	-2.08701	215.172
476.91	643.8285	-0.43138	342.624	-1.24708	254.974	-2.03052	213.142
484.48	654.048	-0.41197	342.212	-1.20332	253.771	-1.97526	211.167
492.05	664.2675	-0.39343	341.819	-1.16098	252.610	-1.92121	209.245
499.62	674.487	-0.37572	341.443	-1.12001	251.490	-1.86837	207.377
507.19	684.7065	-0.35882	341.084	-1.08038	250.409	-1.81671	205.560
514.76	694.926	-0.34267	340.742	-1.04204	249.367	-1.76623	203.794
522.33	705.1455	-0.32725	340.415	-1.00497	248.362	-1.71691	202.077
529.9	715.365	-0.31252	340.102	-0.96912	247.393	-1.66873	200.409
537.47	725.5845	-0.29846	339.804	-0.93447	246.459	-1.62168	198.787
545.04	735.804	-0.28502	339.519	-0.90097	245.558	-1.57574	197.211
552.61	746.0235	-0.27220	339.246	-0.86859	244.689	-1.53090	195.680
560.18	756.243	-0.25995	338.986	-0.83730	243.852	-1.48714	194.193
567.75	766.4625	-0.24825	338.738	-0.80707	243.045	-1.44443	192.749
575.32	776.682	-0.23708	338.501	-0.77787	242.267	-1.40278	191.346
582.89	786.9015	-0.22641	338.275	-0.74966	241.517	-1.36215	189.984
590.46	797.121	-0.21622	338.058	-0.72241	240.795	-1.32253	188.661
598.03	807.3405	-0.20649	337.852	-0.69610	240.099	-1.28391	187.377
605.6	817.56	-0.19720	337.655	-0.67069	239.428	-1.24626	186.131
613.17	827.7795	-0.18832	337.466	-0.64616	238.782	-1.20957	184.921
620.74	837.999	-0.17985	337.287	-0.62248	238.160	-1.17382	183.748

Şekil 6.27. (Devam) Keson ile Esentepe arasında mikroorganizma açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modellenmesi

t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
628.31	848.2185	-0.17175	337.115	-0.59962	237.560	-1.13899	182.609
635.88	858.438	-0.16402	336.951	-0.57756	236.982	-1.10507	181.504
643.45	868.6575	-0.15664	336.794	-0.55627	236.426	-1.07203	180.432
651.02	878.877	-0.14959	336.645	-0.53573	235.890	-1.03987	179.392
658.59	889.0965	-0.14286	336.502	-0.51590	235.374	-1.00855	178.383
666.16	899.316	-0.13643	336.365	-0.49678	234.878	-0.97808	177.405
673.73	909.5355	-0.13029	336.235	-0.47834	234.399	-0.94842	176.457
681.3	919.755	-0.12443	336.111	-0.46054	233.939	-0.91956	175.537
688.87	929.9745	-0.11883	335.992	-0.44339	233.495	-0.89148	174.646
696.44	940.194	-0.11348	335.878	-0.42684	233.069	-0.86418	173.781
704.01	950.4135	-0.10837	335.770	-0.41088	232.658	-0.83762	172.944
711.58	960.633	-0.10350	335.666	-0.39550	232.262	-0.81179	172.132
719.15	970.8525	-0.09884	335.568	-0.38067	231.882	-0.78669	171.345
726.72	981.072	-0.09439	335.473	-0.36637	231.515	-0.76228	170.583
734.29	991.2915	-0.09014	335.383	-0.35259	231.163	-0.73856	169.844
741.86	1001.511	-0.08609	335.297	-0.33930	230.823	-0.71550	169.129
749.43	1011.7305	-0.08221	335.215	-0.32650	230.497	-0.69310	168.436
757	1021.95	-0.07851	335.136	-0.31416	230.183	-0.67134	167.765
							3 Reaktör

Şekil 6.27. (Devam) Keson ile Esentepe arasında mikroorganizma açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



4 Reaktör olması durumunda									
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
0	0	0	500.000	0	500.000	0	500.000	0	500.000
7.57	10.2195	-7.49430	492.506	-7.79421	492.206	-7.80622	492.194	-7.80670	492.193
15.14	20.439	-7.08206	485.424	-7.64889	484.557	-7.68292	484.511	-7.68473	484.509
22.71	30.6585	-6.69249	478.731	-7.49597	477.061	-7.56028	476.951	-7.56457	476.944
30.28	40.878	-6.32435	472.407	-7.33673	469.724	-7.43801	469.513	-7.44612	469.498
37.85	51.0975	-5.97647	466.430	-7.17233	462.552	-7.31590	462.197	-7.32930	462.169
45.42	61.317	-5.64772	460.783	-7.00381	455.548	-7.19375	455.003	-7.21402	454.955
52.99	71.5365	-5.33705	455.446	-6.83213	448.716	-7.07146	447.931	-7.10019	447.854
60.56	81.756	-5.04347	450.402	-6.65815	442.058	-6.94892	440.983	-6.98771	440.867
68.13	91.9755	-4.76605	445.636	-6.48263	435.575	-6.82611	434.156	-6.87651	433.990
75.7	102.195	-4.50388	441.132	-6.30628	429.269	-6.70299	427.453	-6.76650	427.224
83.27	112.4145	-4.25613	436.876	-6.12971	423.139	-6.57958	420.874	-6.65760	420.566
90.84	122.634	-4.02201	432.854	-5.95349	417.186	-6.45591	414.418	-6.54974	414.016
98.41	132.8535	-3.80077	429.053	-5.77810	411.408	-6.33202	408.086	-6.44285	407.573
105.98	143.073	-3.59170	425.462	-5.60400	405.804	-6.20797	401.878	-6.33688	401.237
113.55	153.2925	-3.39413	422.067	-5.43157	400.372	-6.08385	395.794	-6.23178	395.005
121.12	163.512	-3.20743	418.860	-5.26115	395.111	-5.95974	389.834	-6.12748	388.877
128.69	173.7315	-3.03100	415.829	-5.09304	390.018	-5.83573	383.999	-6.02397	382.853
136.26	183.951	-2.86427	412.965	-4.92751	385.090	-5.71191	378.287	-5.92119	376.932
143.83	194.1705	-2.70671	410.258	-4.76478	380.326	-5.58840	372.698	-5.81912	371.113
151.4	204.39	-2.55782	407.700	-4.60504	375.720	-5.46528	367.233	-5.71774	365.395
158.97	214.6095	-2.41712	405.283	-4.44846	371.272	-5.34267	361.890	-5.61703	359.778
166.54	224.829	-2.28416	402.999	-4.29517	366.977	-5.22068	356.670	-5.51698	354.261
174.11	235.0485	-2.15852	400.840	-4.14529	362.832	-5.09939	351.570	-5.41757	348.844
181.68	245.268	-2.03978	398.801	-3.99890	358.833	-4.97892	346.591	-5.31882	343.525
189.25	255.4875	-1.92758	396.873	-3.85607	354.977	-4.85935	341.732	-5.22071	338.304
196.82	265.707	-1.82155	395.051	-3.71685	351.260	-4.74080	336.991	-5.12325	333.181
204.39	275.9265	-1.72135	393.330	-3.58128	347.678	-4.62334	332.368	-5.02645	328.155
211.96	286.146	-1.62666	391.703	-3.44938	344.229	-4.50706	327.861	-4.93033	323.224
219.53	296.3655	-1.53718	390.166	-3.32116	340.908	-4.39205	323.469	-4.83489	318.389
227.1	306.585	-1.45263	388.714	-3.19660	337.711	-4.27838	319.190	-4.74015	313.649
234.67	316.8045	-1.37272	387.341	-3.07570	334.636	-4.16612	315.024	-4.64613	309.003
242.24	327.024	-1.29721	386.044	-2.95843	331.677	-4.05534	310.969	-4.55285	304.450
249.81	337.2435	-1.22586	384.818	-2.84475	328.832	-3.94611	307.023	-4.46033	299.990
257.38	347.463	-1.15842	383.659	-2.73462	326.098	-3.83848	303.184	-4.36859	295.621
264.95	357.6825	-1.09470	382.565	-2.62801	323.470	-3.73251	299.452	-4.27765	291.344
272.52	367.902	-1.03449	381.530	-2.52485	320.945	-3.62823	295.824	-4.18755	287.156
280.09	378.1215	-0.97758	380.553	-2.42508	318.520	-3.52570	292.298	-4.09830	283.058
287.66	388.341	-0.92381	379.629	-2.32866	316.191	-3.42495	288.873	-4.00992	279.048
295.23	398.5605	-0.87299	378.756	-2.23550	313.956	-3.32602	285.547	-3.92245	275.125
302.8	408.78	-0.82497	377.931	-2.14554	311.810	-3.22892	282.318	-3.83590	271.289
310.37	418.9995	-0.77959	377.151	-2.05872	309.751	-3.13370	279.184	-3.75031	267.539

Şekil 6.28. Keson ile Esentepe arasında mikroorganizma açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
317.94	429.219	-0.73671	376.415	-1.97496	307.776	-3.04036	276.144	-3.66568	263.873
325.51	439.4385	-0.69618	375.718	-1.89418	305.882	-2.94892	273.195	-3.58206	260.291
333.08	449.658	-0.65789	375.061	-1.81632	304.066	-2.85939	270.336	-3.49945	256.792
340.65	459.8775	-0.62170	374.439	-1.74128	302.325	-2.77179	267.564	-3.41787	253.374
348.22	470.097	-0.58750	373.851	-1.66901	300.656	-2.68611	264.878	-3.33736	250.037
355.79	480.3165	-0.55518	373.296	-1.59942	299.056	-2.60236	262.275	-3.25792	246.779
363.36	490.536	-0.52464	372.771	-1.53244	297.524	-2.52054	259.755	-3.17958	243.599
370.93	500.7555	-0.49579	372.276	-1.46798	296.056	-2.44064	257.314	-3.10235	240.497
378.5	510.975	-0.46851	371.807	-1.40598	294.650	-2.36265	254.952	-3.02625	237.471
386.07	521.1945	-0.44274	371.364	-1.34636	293.304	-2.28657	252.665	-2.95129	234.519
393.64	531.414	-0.41839	370.946	-1.28904	292.014	-2.21237	250.453	-2.87749	231.642
401.21	541.6335	-0.39537	370.551	-1.23396	290.781	-2.14006	248.313	-2.80484	228.837
408.78	551.853	-0.37362	370.177	-1.18103	289.599	-2.06960	246.243	-2.73338	226.104
416.35	562.0725	-0.35307	369.824	-1.13020	288.469	-2.00099	244.242	-2.66310	223.441
423.92	572.292	-0.33365	369.490	-1.08138	287.388	-1.93420	242.308	-2.59402	220.847
431.49	582.5115	-0.31530	369.175	-1.03452	286.353	-1.86920	240.439	-2.52613	218.320
439.06	592.731	-0.29795	368.877	-0.98953	285.364	-1.80598	238.633	-2.45945	215.861
446.63	602.9505	-0.28156	368.596	-0.94637	284.417	-1.74451	236.888	-2.39397	213.467
454.2	613.17	-0.26608	368.329	-0.90496	283.513	-1.68476	235.203	-2.32971	211.137
461.77	623.3895	-0.25144	368.078	-0.86524	282.647	-1.62672	233.577	-2.26666	208.871
469.34	633.609	-0.23761	367.840	-0.82716	281.820	-1.57034	232.006	-2.20482	206.666
476.91	643.8285	-0.22454	367.616	-0.79064	281.029	-1.51560	230.491	-2.14419	204.522
484.48	654.048	-0.21219	367.404	-0.75564	280.274	-1.46247	229.028	-2.08477	202.437
492.05	664.2675	-0.20052	367.203	-0.72210	279.552	-1.41092	227.617	-2.02655	200.410
499.62	674.487	-0.18949	367.014	-0.68996	278.862	-1.36092	226.256	-1.96954	198.441
507.19	684.7065	-0.17906	366.835	-0.65918	278.203	-1.31244	224.944	-1.91372	196.527
514.76	694.926	-0.16921	366.665	-0.62969	277.573	-1.26544	223.678	-1.85909	194.668
522.33	705.1455	-0.15990	366.506	-0.60145	276.971	-1.21990	222.459	-1.80565	192.862
529.9	715.365	-0.15111	366.354	-0.57441	276.397	-1.17579	221.283	-1.75338	191.109
537.47	725.5845	-0.14280	366.212	-0.54853	275.849	-1.13306	220.150	-1.70227	189.407
545.04	735.804	-0.13494	366.077	-0.52376	275.325	-1.09170	219.058	-1.65233	187.754
552.61	746.0235	-0.12752	365.949	-0.50005	274.825	-1.05166	218.006	-1.60352	186.151
560.18	756.243	-0.12050	365.829	-0.47737	274.347	-1.01291	216.993	-1.55585	184.595
567.75	766.4625	-0.11388	365.715	-0.45566	273.892	-0.97543	216.018	-1.50930	183.086
575.32	776.682	-0.10761	365.607	-0.43491	273.457	-0.93918	215.079	-1.46386	181.622
582.89	786.9015	-0.10169	365.505	-0.41505	273.042	-0.90412	214.175	-1.41952	180.202
590.46	797.121	-0.09610	365.409	-0.39607	272.646	-0.87024	213.305	-1.37627	178.826
598.03	807.3405	-0.09081	365.319	-0.37791	272.268	-0.83750	212.467	-1.33408	177.492
605.6	817.56	-0.08582	365.233	-0.36056	271.907	-0.80586	211.661	-1.29294	176.199
613.17	827.7795	-0.08110	365.152	-0.34397	271.563	-0.77529	210.886	-1.25285	174.946
620.74	837.999	-0.07664	365.075	-0.32812	271.235	-0.74578	210.140	-1.21378	173.732

Şekil 6.28. (Devam) Keson ile Esentepe arasında mikroorganizma açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
628.31	848.2185	-0.07242	365.003	-0.31297	270.922	-0.71728	209.423	-1.17571	172.557
635.88	858.438	-0.06844	364.934	-0.29849	270.624	-0.68977	208.733	-1.13864	171.418
643.45	868.6575	-0.06467	364.869	-0.28466	270.339	-0.66322	208.070	-1.10255	170.315
651.02	878.877	-0.06111	364.808	-0.27145	270.068	-0.63760	207.432	-1.06742	169.248
658.59	889.0965	-0.05775	364.751	-0.25883	269.809	-0.61288	206.819	-1.03323	168.215
666.16	899.316	-0.05458	364.696	-0.24677	269.562	-0.58905	206.230	-0.99997	167.215
673.73	909.5355	-0.05157	364.644	-0.23526	269.327	-0.56606	205.664	-0.96761	166.247
681.3	919.755	-0.04874	364.596	-0.22427	269.102	-0.54390	205.120	-0.93615	165.311
688.87	929.9745	-0.04606	364.550	-0.21378	268.889	-0.52253	204.598	-0.90557	164.405
696.44	940.194	-0.04352	364.506	-0.20376	268.685	-0.50194	204.096	-0.87584	163.530
704.01	950.4135	-0.04113	364.465	-0.19420	268.491	-0.48211	203.614	-0.84696	162.683
711.58	960.633	-0.03887	364.426	-0.18507	268.306	-0.46299	203.151	-0.81890	161.864
719.15	970.8525	-0.03673	364.389	-0.17636	268.129	-0.44458	202.706	-0.79165	161.072
726.72	981.072	-0.03471	364.355	-0.16805	267.961	-0.42685	202.279	-0.76518	160.307
734.29	991.2915	-0.03280	364.322	-0.16012	267.801	-0.40978	201.870	-0.73949	159.567
741.86	1001.511	-0.03099	364.291	-0.15255	267.648	-0.39334	201.476	-0.71455	158.853
749.43	1011.731	-0.02929	364.262	-0.14533	267.503	-0.37752	201.099	-0.69036	158.163
757	1021.95	-0.02768	364.234	-0.13844	267.365	-0.36230	200.736	-0.66688	157.496
									4 Reaktör

Şekil 6.28. (Devam) Keson ile Esentepe arasında mikroorganizma açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



5 Reaktör olması durumunda											
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör		5.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
0	0	0	500.000	0	500.000	0	500.000	0	500.000	0	500.000
7.57	10.2195	-7.49430	492.506	-7.86919	492.131	-7.88794	492.112	-7.88888	492.111	-7.88893	492.111
15.14	20.439	-7.00708	485.499	-7.70812	484.423	-7.76072	484.351	-7.76423	484.347	-7.76445	484.347
22.71	30.6585	-6.55153	478.947	-7.53473	476.888	-7.63309	476.718	-7.64129	476.706	-7.64191	476.705
30.28	40.878	-6.12560	472.821	-7.35130	469.537	-7.50459	469.214	-7.51992	469.186	-7.52127	469.183
37.85	51.0975	-5.72737	467.094	-7.15988	462.377	-7.37486	461.839	-7.39995	461.786	-7.40246	461.781
45.42	61.317	-5.35502	461.739	-6.96228	455.414	-7.24368	454.595	-7.28122	454.504	-7.28545	454.496
52.99	71.5365	-5.00688	456.732	-6.76011	448.654	-7.11092	447.484	-7.16357	447.341	-7.17015	447.325
60.56	81.756	-4.68137	452.051	-6.55480	442.100	-6.97652	440.508	-7.04684	440.294	-7.05651	440.269
68.13	91.9755	-4.37702	447.674	-6.34761	435.752	-6.84049	433.667	-6.93089	433.363	-6.94446	433.324
75.7	102.195	-4.09246	443.581	-6.13966	429.612	-6.70290	426.964	-6.81560	426.548	-6.83393	426.490
83.27	112.4145	-3.82640	439.755	-5.93192	423.680	-6.56387	420.400	-6.70086	419.847	-6.72484	419.766
90.84	122.634	-3.57764	436.177	-5.72524	417.955	-6.42353	413.977	-6.58655	413.260	-6.61713	413.149
98.41	132.8535	-3.34505	432.832	-5.52036	412.435	-6.28207	407.695	-6.47259	406.788	-6.51071	406.638
105.98	143.073	-3.12758	429.705	-5.31792	407.117	-6.13968	401.555	-6.35892	400.429	-6.40553	400.232
113.55	153.2925	-2.92425	426.780	-5.11847	401.998	-5.99657	395.559	-6.24549	394.183	-6.30152	393.931
121.12	163.512	-2.73414	424.046	-4.92248	397.076	-5.85296	389.706	-6.13224	388.051	-6.19860	387.732
128.69	173.7315	-2.55639	421.490	-4.73034	392.346	-5.70908	383.997	-6.01916	382.032	-6.09671	381.635
136.26	183.951	-2.39019	419.100	-4.54237	387.803	-5.56514	378.431	-5.90623	376.126	-5.99580	375.640
143.83	194.1705	-2.23480	416.865	-4.35886	383.444	-5.42139	373.010	-5.79345	370.332	-5.89581	369.744
151.4	204.39	-2.08951	414.775	-4.18000	379.264	-5.27803	367.732	-5.68083	364.651	-5.79669	363.947
158.97	214.6095	-1.95367	412.822	-4.00598	375.258	-5.13529	362.597	-5.56839	359.083	-5.69838	358.249
166.54	224.829	-1.82665	410.995	-3.83692	371.421	-4.99337	357.603	-5.45616	353.627	-5.60086	352.648
174.11	235.0485	-1.70790	409.287	-3.67291	367.749	-4.85247	352.751	-5.34419	348.283	-5.50407	347.144
181.68	245.268	-1.59687	407.690	-3.51401	364.235	-4.71278	348.038	-5.23250	343.050	-5.40799	341.736
189.25	255.4875	-1.49305	406.197	-3.36024	360.874	-4.57449	343.464	-5.12115	337.929	-5.31258	336.423
196.82	265.707	-1.39598	404.801	-3.21162	357.663	-4.43775	339.026	-5.01021	332.919	-5.21783	331.205
204.39	275.9265	-1.30523	403.496	-3.06811	354.595	-4.30272	334.723	-4.89972	328.019	-5.12370	326.082
211.96	286.146	-1.22037	402.276	-2.92970	351.665	-4.16954	330.554	-4.78976	323.229	-5.03020	321.052
219.53	296.3655	-1.14103	401.135	-2.79631	348.869	-4.03835	326.515	-4.68038	318.549	-4.93731	316.114
227.1	306.585	-1.06685	400.068	-2.66788	346.201	-3.90927	322.606	-4.57165	313.977	-4.84501	311.269
234.67	316.8045	-0.99749	399.070	-2.54434	343.656	-3.78239	318.824	-4.46365	309.514	-4.75332	306.516
242.24	327.024	-0.93264	398.138	-2.42558	341.231	-3.65783	315.166	-4.35643	305.157	-4.66222	301.854
249.81	337.2435	-0.87201	397.266	-2.31151	338.919	-3.53565	311.630	-4.25008	300.907	-4.57172	297.282
257.38	347.463	-0.81532	396.450	-2.20202	336.717	-3.41595	308.214	-4.14465	296.762	-4.48183	292.800
264.95	357.6825	-0.76231	395.688	-2.09699	334.620	-3.29877	304.915	-4.04021	292.722	-4.39256	288.408
272.52	367.902	-0.71275	394.975	-1.99632	332.624	-3.18417	301.731	-3.93683	288.785	-4.30393	284.104
280.09	378.1215	-0.66642	394.309	-1.89987	330.724	-3.07220	298.659	-3.83457	284.951	-4.21594	279.888
287.66	388.341	-0.62309	393.686	-1.80752	328.917	-2.96289	295.696	-3.73349	281.217	-4.12862	275.759
295.23	398.5605	-0.58258	393.103	-1.71915	327.197	-2.85626	292.840	-3.63365	277.584	-4.04197	271.717
302.8	408.78	-0.54471	392.558	-1.63464	325.563	-2.75234	290.087	-3.53510	274.049	-3.95603	267.761
310.37	418.9995	-0.50930	392.049	-1.55384	324.009	-2.65113	287.436	-3.43790	270.611	-3.87082	263.890

Şekil 6.29. Keson ile Esentepe arasında mikroorganizma açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



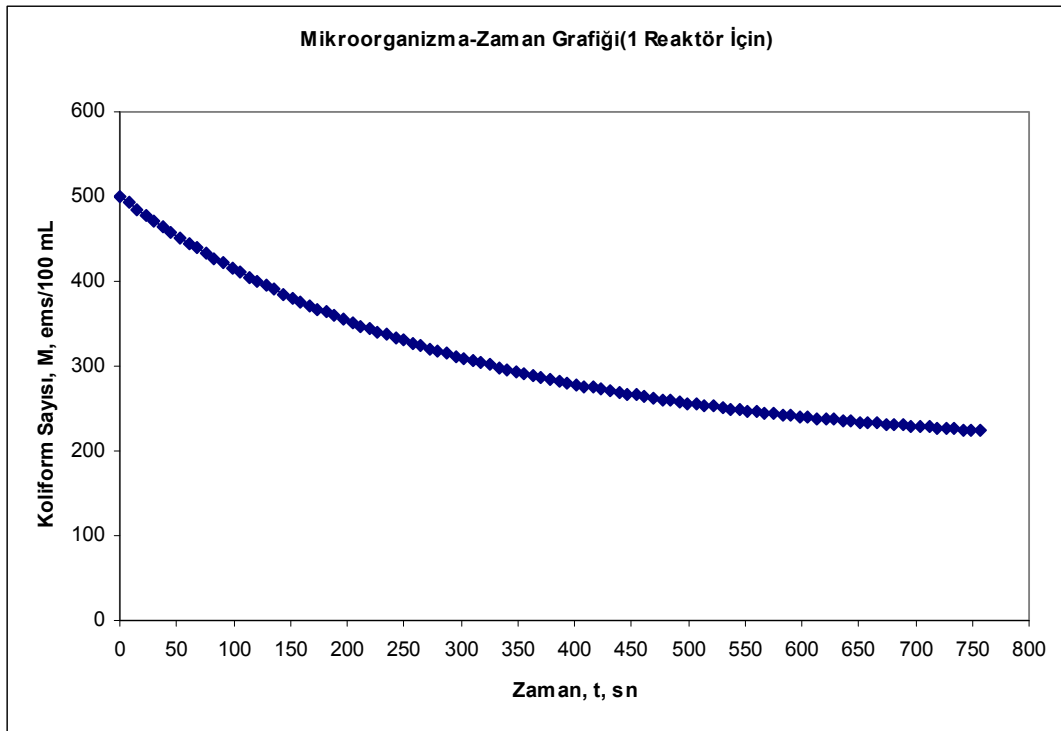
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör		5.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
317.94	429.219	-0.47618	391.573	-1.47664	322.532	-2.55264	284.884	-3.34208	267.269	-3.78635	260.104
325.51	439.4385	-0.44523	391.128	-1.40292	321.129	-2.45687	282.427	-3.24771	264.021	-3.70266	256.401
333.08	449.658	-0.41628	390.711	-1.33253	319.797	-2.36380	280.063	-3.15481	260.866	-3.61975	252.781
340.65	459.8775	-0.38922	390.322	-1.26537	318.531	-2.27342	277.790	-3.06344	257.803	-3.53767	249.244
348.22	470.097	-0.36391	389.958	-1.20131	317.330	-2.18572	275.604	-2.97361	254.829	-3.45643	245.787
355.79	480.3165	-0.34026	389.618	-1.14023	316.190	-2.10066	273.503	-2.88538	251.944	-3.37606	242.411
363.36	490.536	-0.31813	389.300	-1.08202	315.108	-2.01822	271.485	-2.79875	249.145	-3.29657	239.115
370.93	500.7555	-0.29745	389.003	-1.02655	314.081	-1.93836	269.547	-2.71376	246.431	-3.21801	235.897
378.5	510.975	-0.27811	388.724	-0.97373	313.108	-1.86105	267.686	-2.63043	243.801	-3.14038	232.756
386.07	521.1945	-0.26003	388.464	-0.92343	312.184	-1.78625	265.899	-2.54877	241.252	-3.06372	229.693
393.64	531.414	-0.24313	388.221	-0.87556	311.309	-1.71393	264.185	-2.46881	238.783	-2.98804	226.705
401.21	541.6335	-0.22732	387.994	-0.83001	310.479	-1.64402	262.541	-2.39055	236.393	-2.91336	223.791
408.78	551.853	-0.21254	387.781	-0.78668	309.692	-1.57649	260.965	-2.31399	234.079	-2.83971	220.952
416.35	562.0725	-0.19873	387.583	-0.74548	308.946	-1.51129	259.454	-2.23916	231.839	-2.76711	218.184
423.92	572.292	-0.18581	387.397	-0.70631	308.240	-1.44837	258.005	-2.16604	229.673	-2.69556	215.489
431.49	582.5115	-0.17373	387.223	-0.66908	307.571	-1.38768	256.618	-2.09463	227.579	-2.62510	212.864
439.06	592.731	-0.16243	387.061	-0.63371	306.937	-1.32916	255.288	-2.02495	225.554	-2.55573	210.308
446.63	602.9505	-0.15187	386.909	-0.60010	306.337	-1.27277	254.016	-1.95697	223.597	-2.48747	207.821
454.2	613.17	-0.14200	386.767	-0.56819	305.769	-1.21845	252.797	-1.89069	221.706	-2.42034	205.400
461.77	623.3895	-0.13277	386.634	-0.53790	305.231	-1.16614	251.631	-1.82611	219.880	-2.35433	203.046
469.34	633.609	-0.12414	386.510	-0.50914	304.722	-1.11580	250.515	-1.76321	218.117	-2.28948	200.756
476.91	643.8285	-0.11606	386.394	-0.48184	304.240	-1.06736	249.448	-1.70197	216.415	-2.22577	198.531
484.48	654.048	-0.10852	386.285	-0.45594	303.784	-1.02078	248.427	-1.64238	214.772	-2.16323	196.367
492.05	664.2675	-0.10146	386.184	-0.43138	303.353	-0.97599	247.451	-1.58443	213.188	-2.10185	194.266
499.62	674.487	-0.09487	386.089	-0.40808	302.945	-0.93295	246.518	-1.52809	211.660	-2.04164	192.224
507.19	684.7065	-0.08870	386.000	-0.38599	302.559	-0.89161	245.627	-1.47335	210.187	-1.98261	190.241
514.76	694.926	-0.08293	385.917	-0.36504	302.194	-0.85191	244.775	-1.42018	208.766	-1.92476	188.317
522.33	705.1455	-0.07754	385.840	-0.34519	301.849	-0.81379	243.961	-1.36856	207.398	-1.86809	186.448
529.9	715.365	-0.07250	385.767	-0.32637	301.522	-0.77721	243.184	-1.31847	206.079	-1.81260	184.636
537.47	725.5845	-0.06779	385.700	-0.30855	301.214	-0.74212	242.442	-1.26987	204.809	-1.75828	182.878
545.04	735.804	-0.06338	385.636	-0.29166	300.922	-0.70846	241.733	-1.22276	203.587	-1.70514	181.172
552.61	746.0235	-0.05926	385.577	-0.27566	300.646	-0.67619	241.057	-1.17709	202.410	-1.65316	179.519
560.18	756.243	-0.05541	385.521	-0.26051	300.386	-0.64526	240.412	-1.13284	201.277	-1.60236	177.917
567.75	766.4625	-0.05181	385.470	-0.24617	300.140	-0.61562	239.796	-1.08999	200.187	-1.55271	176.364
575.32	776.682	-0.04844	385.421	-0.23258	299.907	-0.58724	239.209	-1.04850	199.138	-1.50421	174.860
582.89	786.9015	-0.04529	385.376	-0.21973	299.687	-0.56005	238.649	-1.00835	198.130	-1.45686	173.403
590.46	797.121	-0.04234	385.334	-0.20756	299.480	-0.53402	238.115	-0.96951	197.160	-1.41065	171.992
598.03	807.3405	-0.03959	385.294	-0.19605	299.284	-0.50911	237.606	-0.93195	196.228	-1.36556	170.627
605.6	817.56	-0.03702	385.257	-0.18516	299.099	-0.48528	237.120	-0.89563	195.333	-1.32158	169.305
613.17	827.7795	-0.03461	385.222	-0.17485	298.924	-0.46247	236.658	-0.86054	194.472	-1.27871	168.027
620.74	837.999	-0.03236	385.190	-0.16510	298.759	-0.44067	236.217	-0.82664	193.646	-1.23693	166.790

Şekil 6.29. (Devam) Keson ile Esentepe arasında mikroorganizma açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

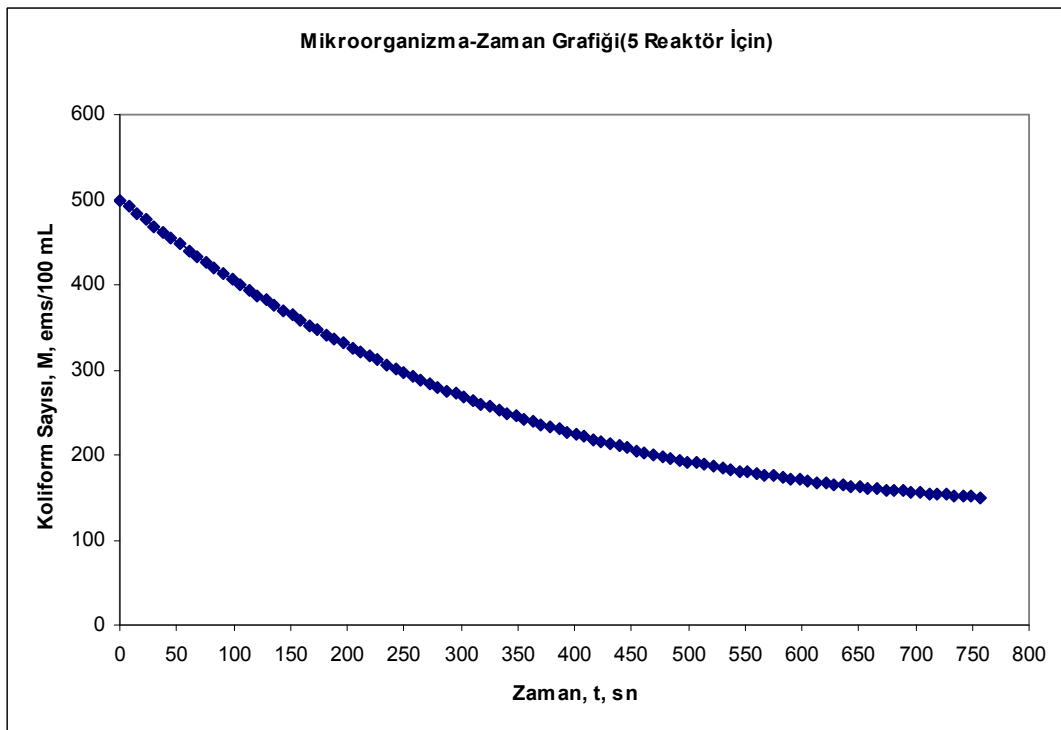
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör		5.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
628.31	848.2185	-0.03026	385.160	-0.15588	298.603	-0.41982	235.797	-0.79390	192.852	-1.19623	165.593
635.88	858.438	-0.02829	385.131	-0.14716	298.456	-0.39988	235.397	-0.76229	192.089	-1.15659	164.437
643.45	868.6575	-0.02645	385.105	-0.13892	298.317	-0.38084	235.017	-0.73178	191.358	-1.11801	163.319
651.02	878.877	-0.02473	385.080	-0.13112	298.186	-0.36264	234.654	-0.70235	190.655	-1.08046	162.238
658.59	889.0965	-0.02312	385.057	-0.12376	298.062	-0.34525	234.309	-0.67396	189.981	-1.04393	161.195
666.16	899.316	-0.02162	385.036	-0.11679	297.945	-0.32865	233.980	-0.64658	189.335	-1.00840	160.186
673.73	909.5355	-0.02021	385.015	-0.11021	297.835	-0.31279	233.667	-0.62019	188.715	-0.97387	159.212
681.3	919.755	-0.01890	384.996	-0.10399	297.731	-0.29766	233.370	-0.59476	188.120	-0.94031	158.272
688.87	929.9745	-0.01767	384.979	-0.09811	297.633	-0.28322	233.086	-0.57026	187.550	-0.90770	157.364
696.44	940.194	-0.01652	384.962	-0.09256	297.540	-0.26944	232.817	-0.54667	187.003	-0.87604	156.488
704.01	950.4135	-0.01545	384.947	-0.08732	297.453	-0.25629	232.561	-0.52395	186.479	-0.84529	155.643
711.58	960.633	-0.01444	384.932	-0.08236	297.370	-0.24374	232.317	-0.50208	185.977	-0.81546	154.827
719.15	970.8525	-0.01350	384.919	-0.07768	297.293	-0.23178	232.085	-0.48103	185.496	-0.78650	154.041
726.72	981.072	-0.01263	384.906	-0.07326	297.219	-0.22038	231.865	-0.46078	185.035	-0.75842	153.283
734.29	991.2915	-0.01181	384.894	-0.06909	297.150	-0.20951	231.655	-0.44131	184.594	-0.73119	152.551
741.86	1001.511	-0.01104	384.883	-0.06515	297.085	-0.19915	231.456	-0.42258	184.171	-0.70479	151.847
749.43	1011.731	-0.01032	384.873	-0.06143	297.024	-0.18927	231.267	-0.40457	183.767	-0.67921	151.167
757	1021.95	-0.00965	384.863	-0.05792	296.966	-0.17987	231.087	-0.38727	183.379	-0.65443	150.513
											5 Reaktör

Şekil 6.29. (Devam) Keson ile Esentepe arasında mikroorganizma açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

Reaktör sayısını arttırarak mikroorganizmanın birim zamandaki ölüm hızının artmış olduğu gözlemlenmektedir. Bir reaktör ve beş reaktör durumuna göre mikroorganizmanın zamanla değişimi aşağıda Şekil 6.31 ve Şekil 6.32’de gösterilmiştir.



Şekil 6.30. Keson ile Esentepe arasında mikroorganizmanın bir reaktör durumuna göre zamanla değişimi



Şekil 6.31. Keson ile Esentepe arasında mikroorganizmanın beş reaktör durumuna göre zamanla değişimi

Keson'da klorlama yapılmadığından keson ile esentepe arasındaki terfi hattında klor çıkmayacağından klorlama modellemesi yapılmayacaktır.

### 6.3.3. Esentepe içmesuyu deposu ile 9.vantuz arasında klor modellemesi yapılması

$$h_k = j * L \quad (6.15)$$

$h_k$  :Boru girişi ile çıkışı arasındaki yükseklik farkı

L:Boru uzunluğu, J:Hidrolik eğim

$$h_k :18 \text{ m} ,L:7666 \text{ m} , j = \frac{18}{7666} =0.00234$$

$$R = \frac{D}{4} \text{ (Dairesel Kesitler için) } , R = \frac{1.2}{4} = 0.3 \text{ m} \quad (6.16)$$

Williams-Hazen Formülünden hızı hesaplırsak:

$$V_s = 0.85 * c * R^{0.63} * J^{0.54} \quad (6.17)$$

Kaynaklı çelik borularda c pürüzlülük katsayısı 118 alınır.

$$V_c = 0.85 * 118 * 0.3^{0.63} * 0.00234^{0.54} , V_c = 1.783 \text{ m/sn}$$

$$A = \frac{\Pi * d^2}{4} \text{ (Dairesel kesit alanı) } , Q = \frac{\Pi * d^2}{4} * V_c \text{ (Su debisi)} \quad (6.18)$$



$$Q = \frac{\Pi * d^2}{4} * V_c = \frac{\Pi * 1.2^2}{4} * 1.783, Qg = 2.015 \text{ m}^3/sn$$

$$t = \frac{x}{V} = \frac{7666}{1.783}, t \cong 4300 \text{ sn} \cong 72 \text{ dk} \quad (6.19)$$

$$V_b = A * L \quad (6.20)$$

V<sub>b</sub>=Boru toplam hacmi, A=Boru dairesel kesiti alanı, L=Boru toplam boyu

$$A = \frac{\Pi * d^2}{4} = \frac{\Pi * 1.2^2}{4} \quad (6.18)$$

A=1.1309 m<sup>2</sup>, L=7666 m, V<sub>b</sub> ≅ 8670 m<sup>3</sup> (Maltepe kadar olan mesafe için)

Mikroorganizma göz önüne alınarak k(ölüm hızı) katsayısı hesabı;

$$M_e = 200 \text{ ems} / 100 \text{ ml}, M_v = 1 \text{ ems} / 100 \text{ ml},$$

$$M_m = 0 \text{ ems} / 100 \text{ ml}$$

Maltepe içmesuyu deposunda, koliformun 0 ems/mL çıkmasından dolayı öncesinde mikroorganizma ölümü gerçekleşebileceğinden iki nokta arasında 9 nolu vantuzdan numune alınmıştır.

Esentepe'den vantuz ulaşınca kadar geçen süre ise:

$$t = \frac{x}{V} = \frac{3660}{1.783}, t \cong 2053 \text{ sn} \cong 35 \text{ dk} \quad (6.19)$$

$$V_b = A * L \quad (6.20)$$

V<sub>b</sub>=Boru toplam hacmi, A=Boru dairesel kesiti alanı, L=Boru toplam boyu

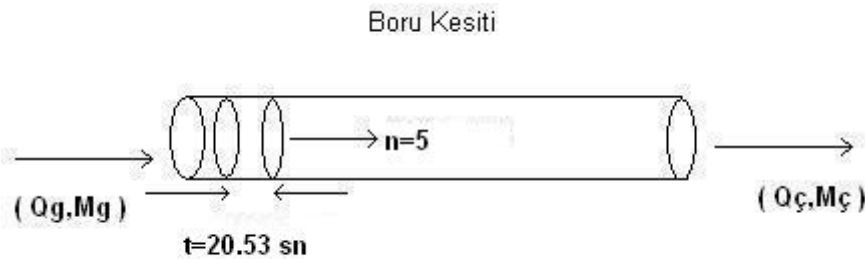
$$A = \frac{\Pi * d^2}{4} = \frac{\Pi * 1.2^2}{4} \quad (6.18)$$

A=1.1309 m<sup>2</sup>, L=3660 m, V<sub>b</sub> ≅ 4139 m<sup>3</sup> (9.Vantuza kadar olan mesafe için)

$$k = \frac{\ln(M_e) - \ln(M_v)}{t_e - t_v}, \quad k = \frac{\ln(200) - \ln(1)}{2053} \quad (6.21)$$

$$k = 2.58 * 10^{-3} \text{ 1/sn}$$

Cazibeli isale hattının zamana göre 100 eşit parçaya göre bölerek, 5 reaktör şeklinde şematik gösterimi aşağıda Şekil 6.32 'de gösterilmiştir.



Şekil 6.32. Cazibeli isale hattının reaktörlere ayrılması

İlk reaktör için hesap yapılırsa;

$$dt=20.53 \text{ sn}$$

$$dM = \left( \left( \frac{Q_e}{V} * M_e \right) - \left( \frac{Q_m}{V} * M_v \right) - ( k * M_v ) \right) * dt \quad (6.13)$$

$$dM = -10.593$$

Yeni Mgiriş değeri,  $M_{yeni} = M_{giriş} + dM$  alınır.

Bu formül sistemine göre Excel programında mikroorganizma açısından yapılan modellemeler aşağıda Şekil 6.33 , Şekil 6.34 , Şekil 6.35 ,Şekil 6.36,Şekil 6.37 ve Şekil 6.38 ‘gösterilmiştir.

<b>Kullanılan Terimler</b>			
Toplam debi( $Q_g = Q_c$ )	<b>Q</b>	2.015	m <sup>3</sup> /sn
Reaktör Hacmi	<b>V</b>	4139	m <sup>3</sup> /sn
Suyun kesona ulaşma süresi	<b>t</b>	2053	sn
Başlangıçtaki koliform	<b>Mg</b>	200	ems/100mL
Q/Vbirim		0.048709206	1/sn
Abirim(Birim alan)		1.1310	m <sup>2</sup>
Vbirim(Birim hacim)		41.36795	m <sup>3</sup>
Boru Su Akış Hızı	<b>u</b>	1.783	m/sn
Boru Çapı	<b>d</b>	1.2	m
Zamandaki değişim	<b>dt</b>	20.53	sn
Reaktör Uzunluğu	<b>L</b>	3660	m
Ölüm Hızı Katsayısı	<b>k</b>	0.00258	1/sn
<b>t=(Reaktör uzunluğu)/(su akış hızı)</b>	3660/1.783	2053 sn	
<b>Reaktör Hacmi=A*L</b>	4139	m <sup>3</sup>	

Şekil 6.33. Esentepe ile 9.Vantuz arasında mikroorganizma açısından yapılan modellemede kullanılan terimler

<b>1 Reaktör olması durumunda</b>			
<b>t (sn)</b>	<b>X (m)</b>	<b>Dm</b>	<b>Mç</b>
0	0	0	200.000
20.53	36.60499	-10.59348	189.407
41.06	73.20998	-9.92649	179.480
61.59	109.81497	-9.30150	170.179
82.12	146.41996	-8.71586	161.463
102.65	183.02495	-8.16709	153.296
123.18	219.62994	-7.65287	145.643
143.71	256.23493	-7.17103	138.472
164.24	292.83992	-6.71953	131.752
184.77	329.44491	-6.29645	125.456
205.3	366.0499	-5.90002	119.556
225.83	402.65489	-5.52854	114.027
246.36	439.25988	-5.18045	108.847
266.89	475.86487	-4.85428	103.992
287.42	512.46986	-4.54864	99.444
307.95	549.07485	-4.26225	95.182
328.48	585.67984	-3.99389	91.188
349.01	622.28483	-3.74243	87.445
369.54	658.88982	-3.50680	83.938
390.07	695.49481	-3.28600	80.652
410.6	732.0998	-3.07911	77.573
431.13	768.70479	-2.88524	74.688
451.66	805.30978	-2.70358	71.984
472.19	841.91477	-2.53336	69.451
492.72	878.51976	-2.37385	67.077
513.25	915.12475	-2.22439	64.853
533.78	951.72974	-2.08434	62.769
554.31	988.33473	-1.95310	60.815
574.84	1024.93972	-1.83013	58.985
595.37	1061.54471	-1.71490	57.270
615.9	1098.1497	-1.60693	55.663
636.43	1134.75469	-1.50575	54.158
656.96	1171.35968	-1.41095	52.747
677.49	1207.96467	-1.32211	51.425
698.02	1244.56966	-1.23887	50.186
718.55	1281.17465	-1.16087	49.025
739.08	1317.77964	-1.08778	47.937
759.61	1354.38463	-1.01929	46.918
780.14	1390.98962	-0.95511	45.963
800.67	1427.59461	-0.89498	45.068
821.2	1464.1996	-0.83863	44.229
841.73	1500.80459	-0.78582	43.443

Şekil 6.34. Esentepe ile 9.Vantuz arasında mikroorganizma açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	Dm	Mç
862.26	1537.40958	-0.73635	42.707
882.79	1574.01457	-0.68999	42.017
903.32	1610.61956	-0.64654	41.370
923.85	1647.22455	-0.60583	40.765
944.38	1683.82954	-0.56769	40.197
964.91	1720.43453	-0.53195	39.665
985.44	1757.03952	-0.49845	39.167
1005.97	1793.64451	-0.46707	38.699
1026.5	1830.2495	-0.43766	38.262
1047.03	1866.85449	-0.41011	37.852
1067.56	1903.45948	-0.38429	37.467
1088.09	1940.06447	-0.36009	37.107
1108.62	1976.66946	-0.33742	36.770
1129.15	2013.27445	-0.31617	36.454
1149.68	2049.87944	-0.29627	36.157
1170.21	2086.48443	-0.27761	35.880
1190.74	2123.08942	-0.26013	35.620
1211.27	2159.69441	-0.24376	35.376
1231.8	2196.2994	-0.22841	35.148
1252.33	2232.90439	-0.21403	34.934
1272.86	2269.50938	-0.20055	34.733
1293.39	2306.11437	-0.18792	34.545
1313.92	2342.71936	-0.17609	34.369
1334.45	2379.32435	-0.16501	34.204
1354.98	2415.92934	-0.15462	34.049
1375.51	2452.53433	-0.14488	33.904
1396.04	2489.13932	-0.13576	33.769
1416.57	2525.74431	-0.12721	33.641
1437.1	2562.3493	-0.11920	33.522
1457.63	2598.95429	-0.11170	33.411
1478.16	2635.55928	-0.10466	33.306
1498.69	2672.16427	-0.09807	33.208
1519.22	2708.76926	-0.09190	33.116
1539.75	2745.37425	-0.08611	33.030
1560.28	2781.97924	-0.08069	32.949
1580.81	2818.58423	-0.07561	32.874
1601.34	2855.18922	-0.07085	32.803
1621.87	2891.79421	-0.06639	32.736
1642.4	2928.3992	-0.06221	32.674

Şekil 6.34. (Devam) Esentepe ile 9.Vantuz arasında mikroorganizma açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	Dm	Mç
1662.93	2965.00419	-0.05829	32.616
1683.46	3001.60918	-0.05462	32.561
1703.99	3038.21417	-0.05118	32.510
1724.52	3074.81916	-0.04796	32.462
1745.05	3111.42415	-0.04494	32.417
1765.58	3148.02914	-0.04211	32.375
1786.11	3184.63413	-0.03946	32.335
1806.64	3221.23912	-0.03698	32.299
1827.17	3257.84411	-0.03465	32.264
1847.7	3294.4491	-0.03247	32.231
1868.23	3331.05409	-0.03042	32.201
1888.76	3367.65908	-0.02851	32.172
1909.29	3404.26407	-0.02671	32.146
1929.82	3440.86906	-0.02503	32.121
1950.35	3477.47405	-0.02345	32.097
1970.88	3514.07904	-0.02198	32.075
1991.41	3550.68403	-0.02059	32.055
2011.94	3587.28902	-0.01930	32.035
2032.47	3623.89401	-0.01808	32.017
2053	3660.499	-0.01694	32.000
			1 Reaktör

Şekil 6.34. (Devam) Esentepe ile 9.Vantuz arasında mikroorganizma açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

2 Reaktör olması durumunda					
		1.Reaktör		2.Reaktör	
t (sn)	X (m)	Dm	Mç	Dm	Mç
0	0	0	200.000	0	200.000
20.53	36.60499	-10.59348	189.407	-10.80524	189.195
41.06	73.20998	-9.82061	179.586	-10.21323	178.982
61.59	109.81497	-9.10413	170.482	-9.65009	169.331
82.12	146.41996	-8.43993	162.042	-9.11476	160.217
102.65	183.02495	-7.82418	154.218	-8.60618	151.611
123.18	219.62994	-7.25335	146.964	-8.12329	143.487
143.71	256.23493	-6.72417	140.240	-7.66505	135.822
164.24	292.83992	-6.23360	134.007	-7.23044	128.592
184.77	329.44491	-5.77881	128.228	-6.81845	121.773
205.3	366.0499	-5.35721	122.871	-6.42808	115.345
225.83	402.65489	-4.96636	117.904	-6.05838	109.287
246.36	439.25988	-4.60404	113.300	-5.70841	103.578
266.89	475.86487	-4.26814	109.032	-5.37726	98.201
287.42	512.46986	-3.95675	105.075	-5.06405	93.137
307.95	549.07485	-3.66808	101.407	-4.76792	88.369
328.48	585.67984	-3.40047	98.007	-4.48804	83.881
349.01	622.28483	-3.15238	94.854	-4.22362	79.658
369.54	658.88982	-2.92239	91.932	-3.97389	75.684
390.07	695.49481	-2.70918	89.223	-3.73813	71.945
410.6	732.0998	-2.51153	86.711	-3.51561	68.430
431.13	768.70479	-2.32830	84.383	-3.30566	65.124
451.66	805.30978	-2.15843	82.224	-3.10764	62.017
472.19	841.91477	-2.00096	80.224	-2.92091	59.096
492.72	878.51976	-1.85498	78.369	-2.74489	56.351
513.25	915.12475	-1.71964	76.649	-2.57901	53.772
533.78	951.72974	-1.59418	75.055	-2.42272	51.349
554.31	988.33473	-1.47788	73.577	-2.27551	49.074
574.84	1024.93972	-1.37006	72.207	-2.13688	46.937
595.37	1061.54471	-1.27010	70.937	-2.00637	44.930
615.9	1098.1497	-1.17744	69.759	-1.88353	43.047
636.43	1134.75469	-1.09154	68.668	-1.76793	41.279
656.96	1171.35968	-1.01190	67.656	-1.65917	39.620
677.49	1207.96467	-0.93808	66.718	-1.55688	38.063
698.02	1244.56966	-0.86964	65.848	-1.46068	36.602
718.55	1281.17465	-0.80619	65.042	-1.37023	35.232
739.08	1317.77964	-0.74738	64.295	-1.28520	33.947
759.61	1354.38463	-0.69285	63.602	-1.20528	32.741
780.14	1390.98962	-0.64230	62.959	-1.13019	31.611
800.67	1427.59461	-0.59544	62.364	-1.05964	30.552
821.2	1464.1996	-0.55200	61.812	-0.99336	29.558
841.73	1500.80459	-0.51173	61.300	-0.93112	28.627

Şekil 6.35. Esentepe ile 9.Vantuz arasında mikroorganizma açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç
862.26	1537.40958	-0.47439	60.826	-0.87267	27.754
882.79	1574.01457	-0.43978	60.386	-0.81780	26.937
903.32	1610.61956	-0.40770	59.978	-0.76628	26.170
923.85	1647.22455	-0.37795	59.600	-0.71793	25.452
944.38	1683.82954	-0.35038	59.250	-0.67256	24.780
964.91	1720.43453	-0.32482	58.925	-0.62998	24.150
985.44	1757.03952	-0.30112	58.624	-0.59004	23.560
1005.97	1793.64451	-0.27915	58.345	-0.55257	23.007
1026.5	1830.2495	-0.25878	58.086	-0.51743	22.490
1047.03	1866.85449	-0.23990	57.846	-0.48448	22.005
1067.56	1903.45948	-0.22240	57.624	-0.45358	21.552
1088.09	1940.06447	-0.20618	57.418	-0.42461	21.127
1108.62	1976.66946	-0.19113	57.226	-0.39745	20.730
1129.15	2013.27445	-0.17719	57.049	-0.37199	20.358
1149.68	2049.87944	-0.16426	56.885	-0.34814	20.010
1170.21	2086.48443	-0.15228	56.733	-0.32578	19.684
1190.74	2123.08942	-0.14117	56.592	-0.30484	19.379
1211.27	2159.69441	-0.13087	56.461	-0.28521	19.094
1231.8	2196.2994	-0.12132	56.339	-0.26683	18.827
1252.33	2232.90439	-0.11247	56.227	-0.24961	18.577
1272.86	2269.50938	-0.10426	56.123	-0.23348	18.344
1293.39	2306.11437	-0.09666	56.026	-0.21838	18.125
1313.92	2342.71936	-0.08961	55.936	-0.20424	17.921
1334.45	2379.32435	-0.08307	55.853	-0.19100	17.730
1354.98	2415.92934	-0.07701	55.776	-0.17861	17.552
1375.51	2452.53433	-0.07139	55.705	-0.16700	17.385
1396.04	2489.13932	-0.06618	55.639	-0.15614	17.228
1416.57	2525.74431	-0.06135	55.577	-0.14598	17.082
1437.1	2562.3493	-0.05688	55.521	-0.13646	16.946
1457.63	2598.95429	-0.05273	55.468	-0.12756	16.818
1478.16	2635.55928	-0.04888	55.419	-0.11923	16.699
1498.69	2672.16427	-0.04531	55.374	-0.11144	16.588
1519.22	2708.76926	-0.04201	55.332	-0.10415	16.484
1539.75	2745.37425	-0.03894	55.293	-0.09733	16.386
1560.28	2781.97924	-0.03610	55.257	-0.09095	16.295
1580.81	2818.58423	-0.03347	55.223	-0.08498	16.210
1601.34	2855.18922	-0.03103	55.192	-0.07940	16.131
1621.87	2891.79421	-0.02876	55.163	-0.07419	16.057
1642.4	2928.3992	-0.02666	55.137	-0.06931	15.987

Şekil 6.35. (Devam) Esentepe ile 9.Vantuz arasında mikroorganizma açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç
1662.93	2965.00419	-0.02472	55.112	-0.06474	15.923
1683.46	3001.60918	-0.02292	55.089	-0.06048	15.862
1703.99	3038.21417	-0.02124	55.068	-0.05649	15.806
1724.52	3074.81916	-0.01969	55.048	-0.05276	15.753
1745.05	3111.42415	-0.01826	55.030	-0.04928	15.704
1765.58	3148.02914	-0.01693	55.013	-0.04602	15.658
1786.11	3184.63413	-0.01569	54.997	-0.04298	15.615
1806.64	3221.23912	-0.01455	54.983	-0.04013	15.575
1827.17	3257.84411	-0.01348	54.969	-0.03747	15.537
1847.7	3294.4491	-0.01250	54.957	-0.03499	15.502
1868.23	3331.05409	-0.01159	54.945	-0.03267	15.469
1888.76	3367.65908	-0.01074	54.934	-0.03050	15.439
1909.29	3404.26407	-0.00996	54.924	-0.02847	15.410
1929.82	3440.86906	-0.00923	54.915	-0.02658	15.384
1950.35	3477.47405	-0.00856	54.907	-0.02481	15.359
1970.88	3514.07904	-0.00793	54.899	-0.02316	15.336
1991.41	3550.68403	-0.00736	54.891	-0.02162	15.314
2011.94	3587.28902	-0.00682	54.884	-0.02018	15.294
2032.47	3623.89401	-0.00632	54.878	-0.01883	15.275
2053	3660.499	-0.00586	54.872	-0.01758	15.258
					2 Reaktör

Şekil 6.35. (Devam) Esentepe ile 9.Vantuz arasında mikroorganizma açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

3 Reaktör olması durumunda							
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
0	0	0	200.000	0	200.000	0	200.000
20.53	36.60499	-10.59348	189.407	-10.91112	189.089	-10.92064	189.079
41.06	73.20998	-9.71474	179.692	-10.29731	178.792	-10.32351	178.756
61.59	109.81497	-8.90888	170.783	-9.71026	169.081	-9.75831	168.998
82.12	146.41996	-8.16988	162.613	-9.14974	159.932	-9.22319	159.774
102.65	183.02495	-7.49218	155.121	-8.61540	151.316	-8.71644	151.058
123.18	219.62994	-6.87069	148.250	-8.10676	143.209	-8.23647	142.821
143.71	256.23493	-6.30076	141.949	-7.62321	135.586	-7.78182	135.040
164.24	292.83992	-5.77810	136.171	-7.16411	128.422	-7.35112	127.688
184.77	329.44491	-5.29880	130.872	-6.72871	121.693	-6.94308	120.745
205.3	366.0499	-4.85926	126.013	-6.31626	115.377	-6.55653	114.189
225.83	402.65489	-4.45617	121.557	-5.92593	109.451	-6.19034	107.999
246.36	439.25988	-4.08653	117.471	-5.55689	103.894	-5.84346	102.155
266.89	475.86487	-3.74754	113.723	-5.20831	98.686	-5.51490	96.640
287.42	512.46986	-3.43668	110.286	-4.87932	93.807	-5.20374	91.436
307.95	549.07485	-3.15160	107.135	-4.56907	89.238	-4.90908	86.527
328.48	585.67984	-2.89017	104.245	-4.27672	84.961	-4.63010	81.897
349.01	622.28483	-2.65043	101.594	-4.00143	80.959	-4.36600	77.531
369.54	658.88982	-2.43057	99.164	-3.74238	77.217	-4.11605	73.415
390.07	695.49481	-2.22895	96.935	-3.49878	73.718	-3.87952	69.536
410.6	732.0998	-2.04406	94.891	-3.26984	70.448	-3.65575	65.880
431.13	768.70479	-1.87450	93.016	-3.05481	67.394	-3.44410	62.436
451.66	805.30978	-1.71901	91.297	-2.85295	64.541	-3.24395	59.192
472.19	841.91477	-1.57641	89.721	-2.66356	61.877	-3.05472	56.137
492.72	878.51976	-1.44565	88.275	-2.48596	59.391	-2.87587	53.261
513.25	915.12475	-1.32573	86.949	-2.31950	57.072	-2.70686	50.554
533.78	951.72974	-1.21576	85.733	-2.16354	54.908	-2.54719	48.007
554.31	988.33473	-1.11491	84.619	-2.01750	52.891	-2.39639	45.611
574.84	1024.93972	-1.02243	83.596	-1.88081	51.010	-2.25400	43.357
595.37	1061.54471	-0.93761	82.659	-1.75290	49.257	-2.11959	41.237
615.9	1098.1497	-0.85984	81.799	-1.63328	47.624	-1.99274	39.245
636.43	1134.75469	-0.78851	81.010	-1.52144	46.102	-1.87306	37.371
656.96	1171.35968	-0.72310	80.287	-1.41692	44.685	-1.76017	35.611
677.49	1207.96467	-0.66312	79.624	-1.31926	43.366	-1.65372	33.958
698.02	1244.56966	-0.60812	79.016	-1.22806	42.138	-1.55336	32.404
718.55	1281.17465	-0.55767	78.458	-1.14291	40.995	-1.45878	30.945
739.08	1317.77964	-0.51141	77.947	-1.06344	39.932	-1.36966	29.576
759.61	1354.38463	-0.46899	77.478	-0.98929	38.942	-1.28570	28.290
780.14	1390.98962	-0.43009	77.048	-0.92012	38.022	-1.20664	27.083
800.67	1427.59461	-0.39441	76.653	-0.85562	37.167	-1.13220	25.951
821.2	1464.1996	-0.36169	76.292	-0.79549	36.371	-1.06214	24.889
841.73	1500.80459	-0.33169	75.960	-0.73945	35.632	-0.99620	23.893

Şekil 6.36. Esentepe ile 9.Vantuz arasında mikroorganizma açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
862.26	1537.40958	-0.30418	75.656	-0.68723	34.944	-0.93417	22.959
882.79	1574.01457	-0.27894	75.377	-0.63859	34.306	-0.87583	22.083
903.32	1610.61956	-0.25581	75.121	-0.59329	33.713	-0.82097	21.262
923.85	1647.22455	-0.23459	74.886	-0.55111	33.161	-0.76939	20.493
944.38	1683.82954	-0.21513	74.671	-0.51184	32.650	-0.72092	19.772
964.91	1720.43453	-0.19728	74.474	-0.47530	32.174	-0.67537	19.096
985.44	1757.03952	-0.18092	74.293	-0.44130	31.733	-0.63258	18.464
1005.97	1793.64451	-0.16591	74.127	-0.40967	31.323	-0.59239	17.871
1026.5	1830.2495	-0.15215	73.975	-0.38025	30.943	-0.55465	17.317
1047.03	1866.85449	-0.13953	73.835	-0.35289	30.590	-0.51922	16.797
1067.56	1903.45948	-0.12795	73.708	-0.32745	30.263	-0.48597	16.311
1088.09	1940.06447	-0.11734	73.590	-0.30381	29.959	-0.45477	15.857
1108.62	1976.66946	-0.10761	73.483	-0.28183	29.677	-0.42549	15.431
1129.15	2013.27445	-0.09868	73.384	-0.26141	29.416	-0.39804	15.033
1149.68	2049.87944	-0.09049	73.293	-0.24244	29.173	-0.37229	14.661
1170.21	2086.48443	-0.08299	73.210	-0.22482	28.948	-0.34815	14.313
1190.74	2123.08942	-0.07610	73.134	-0.20845	28.740	-0.32552	13.987
1211.27	2159.69441	-0.06979	73.065	-0.19325	28.547	-0.30431	13.683
1231.8	2196.2994	-0.06400	73.001	-0.17914	28.368	-0.28444	13.398
1252.33	2232.90439	-0.05869	72.942	-0.16604	28.202	-0.26582	13.133
1272.86	2269.50938	-0.05382	72.888	-0.15388	28.048	-0.24839	12.884
1293.39	2306.11437	-0.04936	72.839	-0.14260	27.905	-0.23206	12.652
1313.92	2342.71936	-0.04526	72.793	-0.13213	27.773	-0.21677	12.435
1334.45	2379.32435	-0.04151	72.752	-0.12241	27.651	-0.20246	12.233
1354.98	2415.92934	-0.03807	72.714	-0.11340	27.537	-0.18907	12.044
1375.51	2452.53433	-0.03491	72.679	-0.10504	27.432	-0.17653	11.867
1396.04	2489.13932	-0.03201	72.647	-0.09728	27.335	-0.16480	11.703
1416.57	2525.74431	-0.02936	72.618	-0.09009	27.245	-0.15384	11.549
1437.1	2562.3493	-0.02692	72.591	-0.08343	27.161	-0.14358	11.405
1457.63	2598.95429	-0.02469	72.566	-0.07725	27.084	-0.13398	11.271
1478.16	2635.55928	-0.02264	72.543	-0.07152	27.013	-0.12501	11.146
1498.69	2672.16427	-0.02076	72.522	-0.06621	26.946	-0.11663	11.029
1519.22	2708.76926	-0.01904	72.503	-0.06129	26.885	-0.10879	10.921
1539.75	2745.37425	-0.01746	72.486	-0.05673	26.828	-0.10147	10.819
1560.28	2781.97924	-0.01601	72.470	-0.05250	26.776	-0.09463	10.725
1580.81	2818.58423	-0.01468	72.455	-0.04859	26.727	-0.08823	10.636
1601.34	2855.18922	-0.01347	72.442	-0.04496	26.682	-0.08226	10.554
1621.87	2891.79421	-0.01235	72.429	-0.04160	26.641	-0.07669	10.477
1642.4	2928.3992	-0.01132	72.418	-0.03849	26.602	-0.07148	10.406

Şekil 6.36. (Devam) Esentepe ile 9.Vantuz arasında mikroorganizma açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
1662.93	2965.00419	-0.01039	72.408	-0.03561	26.567	-0.06662	10.339
1683.46	3001.60918	-0.00952	72.398	-0.03294	26.534	-0.06208	10.277
1703.99	3038.21417	-0.00873	72.390	-0.03047	26.503	-0.05784	10.219
1724.52	3074.81916	-0.00801	72.382	-0.02818	26.475	-0.05389	10.166
1745.05	3111.42415	-0.00735	72.374	-0.02606	26.449	-0.05020	10.115
1765.58	3148.02914	-0.00674	72.367	-0.02410	26.425	-0.04676	10.069
1786.11	3184.63413	-0.00618	72.361	-0.02229	26.402	-0.04355	10.025
1806.64	3221.23912	-0.00566	72.356	-0.02061	26.382	-0.04055	9.984
1827.17	3257.84411	-0.00519	72.350	-0.01906	26.363	-0.03776	9.947
1847.7	3294.4491	-0.00476	72.346	-0.01762	26.345	-0.03516	9.912
1868.23	3331.05409	-0.00437	72.341	-0.01629	26.329	-0.03273	9.879
1888.76	3367.65908	-0.00401	72.337	-0.01506	26.314	-0.03047	9.848
1909.29	3404.26407	-0.00367	72.334	-0.01392	26.300	-0.02836	9.820
1929.82	3440.86906	-0.00337	72.330	-0.01287	26.287	-0.02639	9.794
1950.35	3477.47405	-0.00309	72.327	-0.01189	26.275	-0.02456	9.769
1970.88	3514.07904	-0.00283	72.324	-0.01099	26.264	-0.02285	9.746
1991.41	3550.68403	-0.00260	72.322	-0.01016	26.254	-0.02126	9.725
2011.94	3587.28902	-0.00238	72.319	-0.00938	26.245	-0.01978	9.705
2032.47	3623.89401	-0.00219	72.317	-0.00867	26.236	-0.01840	9.687
2053	3660.499	-0.00200	72.315	-0.00801	26.228	-0.01711	9.670
							3 Reaktör

Şekil 6.36. (Devam) Esentepe ile 9.Vantuz arasında mikroorganizma açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



4 Reaktör olması durumunda									
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
0	0	0	200.000	0	200.000	0	200.000	0	200.000
20.53	36.60499	-10.59348	189.407	-11.01699	188.983	-11.03392	188.966	-11.03460	188.965
41.06	73.20998	-9.60886	179.798	-10.37716	178.606	-10.42323	178.543	-10.42569	178.540
61.59	109.815	-8.71575	171.082	-9.76108	168.845	-9.84467	168.698	-9.85024	168.689
82.12	146.42	-7.90566	163.176	-9.16989	159.675	-9.29624	159.402	-9.30635	159.383
102.65	183.025	-7.17086	156.005	-8.60426	151.071	-8.77618	150.626	-8.79222	150.591
123.18	219.6299	-6.50435	149.501	-8.06457	143.006	-8.28288	142.343	-8.30615	142.285
143.71	256.2349	-5.89980	143.601	-7.55086	135.455	-7.81489	134.528	-7.84656	134.438
164.24	292.8399	-5.35144	138.250	-7.06298	128.392	-7.37090	127.157	-7.41193	127.026
184.77	329.4449	-4.85404	133.396	-6.60056	121.792	-6.94968	120.207	-7.00086	120.025
205.3	366.0499	-4.40288	128.993	-6.16309	115.629	-6.55013	113.657	-6.61202	113.413
225.83	402.6549	-3.99365	124.999	-5.74992	109.879	-6.17120	107.486	-6.24418	107.169
246.36	439.2599	-3.62245	121.377	-5.36030	104.518	-5.81190	101.674	-5.89616	101.273
266.89	475.8649	-3.28576	118.091	-4.99345	99.525	-5.47134	96.203	-5.56687	95.706
287.42	512.4699	-2.98036	115.111	-4.64847	94.876	-5.14864	91.054	-5.25529	90.451
307.95	549.0749	-2.70335	112.407	-4.32449	90.552	-4.84298	86.211	-4.96045	85.490
328.48	585.6798	-2.45208	109.955	-4.02058	86.531	-4.55358	81.658	-4.68144	80.809
349.01	622.2848	-2.22417	107.731	-3.73580	82.796	-4.27970	77.378	-4.41741	76.392
369.54	658.8898	-2.01744	105.714	-3.46923	79.326	-4.02061	73.357	-4.16757	72.224
390.07	695.4948	-1.82993	103.884	-3.21994	76.106	-3.77564	69.582	-3.93116	68.293
410.6	732.0998	-1.65985	102.224	-2.98701	73.119	-3.54413	66.038	-3.70746	64.585
431.13	768.7048	-1.50557	100.718	-2.76957	70.350	-3.32544	62.712	-3.49581	61.090
451.66	805.3098	-1.36563	99.353	-2.56675	67.783	-3.11897	59.593	-3.29558	57.794
472.19	841.9148	-1.23870	98.114	-2.37770	65.405	-2.92413	56.669	-3.10617	54.688
492.72	878.5198	-1.12357	96.990	-2.20162	63.204	-2.74036	53.929	-2.92702	51.761
513.25	915.1248	-1.01914	95.971	-2.03773	61.166	-2.56712	51.362	-2.75760	49.003
533.78	951.7297	-0.92441	95.047	-1.88529	59.281	-2.40389	48.958	-2.59739	46.406
554.31	988.3347	-0.83849	94.208	-1.74358	57.537	-2.25016	46.707	-2.44594	43.960
574.84	1024.94	-0.76056	93.448	-1.61193	55.925	-2.10546	44.602	-2.30277	41.657
595.37	1061.545	-0.68987	92.758	-1.48969	54.435	-1.96932	42.633	-2.16747	39.490
615.9	1098.15	-0.62575	92.132	-1.37624	53.059	-1.84130	40.791	-2.03962	37.450
636.43	1134.755	-0.56759	91.565	-1.27102	51.788	-1.72097	39.070	-1.91885	35.531
656.96	1171.36	-0.51483	91.050	-1.17346	50.615	-1.60793	37.462	-1.80478	33.726
677.49	1207.965	-0.46698	90.583	-1.08306	49.532	-1.50178	35.961	-1.69707	32.029
698.02	1244.57	-0.42358	90.159	-0.99933	48.532	-1.40215	34.559	-1.59539	30.434
718.55	1281.175	-0.38421	89.775	-0.92181	47.611	-1.30867	33.250	-1.49943	28.934
739.08	1317.78	-0.34850	89.426	-0.85006	46.760	-1.22102	32.029	-1.40888	27.526
759.61	1354.385	-0.31610	89.110	-0.78369	45.977	-1.13886	30.890	-1.32346	26.202
780.14	1390.99	-0.28672	88.824	-0.72231	45.254	-1.06189	29.828	-1.24290	24.959
800.67	1427.595	-0.26007	88.564	-0.66557	44.589	-0.98980	28.838	-1.16695	23.792
821.2	1464.2	-0.23590	88.328	-0.61314	43.976	-0.92231	27.916	-1.09536	22.697
841.73	1500.805	-0.21397	88.114	-0.56471	43.411	-0.85916	27.057	-1.02790	21.669

Şekil 6.37. Esentepe ile 9.Vantuz arasında mikroorganizma açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
862.26	1537.41	-0.19409	87.920	-0.51998	42.891	-0.80010	26.257	-0.96434	20.705
882.79	1574.015	-0.17605	87.744	-0.47869	42.412	-0.74487	25.512	-0.90449	19.800
903.32	1610.62	-0.15968	87.584	-0.44058	41.972	-0.69325	24.819	-0.84814	18.952
923.85	1647.225	-0.14484	87.439	-0.40542	41.566	-0.64502	24.174	-0.79509	18.157
944.38	1683.83	-0.13138	87.308	-0.37299	41.193	-0.59998	23.574	-0.74518	17.412
964.91	1720.435	-0.11917	87.189	-0.34309	40.850	-0.55793	23.016	-0.69822	16.714
985.44	1757.04	-0.10809	87.080	-0.31552	40.535	-0.51869	22.497	-0.65406	16.060
1005.97	1793.645	-0.09805	86.982	-0.29011	40.245	-0.48208	22.015	-0.61254	15.447
1026.5	1830.25	-0.08893	86.893	-0.26670	39.978	-0.44793	21.567	-0.57352	14.873
1047.03	1866.854	-0.08067	86.813	-0.24514	39.733	-0.41610	21.151	-0.53685	14.337
1067.56	1903.459	-0.07317	86.740	-0.22528	39.508	-0.38643	20.764	-0.50240	13.834
1088.09	1940.064	-0.06637	86.673	-0.20699	39.301	-0.35879	20.406	-0.47005	13.364
1108.62	1976.669	-0.06020	86.613	-0.19016	39.110	-0.33304	20.073	-0.43967	12.925
1129.15	2013.274	-0.05460	86.558	-0.17467	38.936	-0.30907	19.764	-0.41116	12.513
1149.68	2049.879	-0.04953	86.509	-0.16041	38.775	-0.28676	19.477	-0.38441	12.129
1170.21	2086.484	-0.04493	86.464	-0.14730	38.628	-0.26599	19.211	-0.35931	11.770
1190.74	2123.089	-0.04075	86.423	-0.13524	38.493	-0.24668	18.964	-0.33578	11.434
1211.27	2159.694	-0.03696	86.386	-0.12415	38.369	-0.22871	18.735	-0.31371	11.120
1231.8	2196.299	-0.03353	86.353	-0.11395	38.255	-0.21201	18.523	-0.29303	10.827
1252.33	2232.904	-0.03041	86.322	-0.10457	38.150	-0.19649	18.327	-0.27365	10.553
1272.86	2269.509	-0.02758	86.295	-0.09596	38.054	-0.18206	18.145	-0.25549	10.298
1293.39	2306.114	-0.02502	86.270	-0.08804	37.966	-0.16866	17.976	-0.23849	10.059
1313.92	2342.719	-0.02269	86.247	-0.08076	37.885	-0.15621	17.820	-0.22257	9.837
1334.45	2379.324	-0.02059	86.226	-0.07408	37.811	-0.14465	17.675	-0.20766	9.629
1354.98	2415.929	-0.01867	86.208	-0.06794	37.743	-0.13392	17.541	-0.19372	9.436
1375.51	2452.534	-0.01694	86.191	-0.06230	37.681	-0.12397	17.417	-0.18067	9.255
1396.04	2489.139	-0.01536	86.175	-0.05713	37.624	-0.11473	17.303	-0.16846	9.086
1416.57	2525.744	-0.01393	86.162	-0.05237	37.572	-0.10616	17.197	-0.15705	8.929
1437.1	2562.349	-0.01264	86.149	-0.04801	37.524	-0.09821	17.098	-0.14638	8.783
1457.63	2598.954	-0.01146	86.137	-0.04401	37.480	-0.09084	17.008	-0.13640	8.647
1478.16	2635.559	-0.01040	86.127	-0.04033	37.439	-0.08401	16.924	-0.12708	8.519
1498.69	2672.164	-0.00943	86.118	-0.03696	37.402	-0.07768	16.846	-0.11838	8.401
1519.22	2708.769	-0.00856	86.109	-0.03387	37.368	-0.07181	16.774	-0.11025	8.291
1539.75	2745.374	-0.00776	86.101	-0.03103	37.337	-0.06638	16.708	-0.10265	8.188
1560.28	2781.979	-0.00704	86.094	-0.02843	37.309	-0.06135	16.646	-0.09556	8.093
1580.81	2818.584	-0.00638	86.088	-0.02604	37.283	-0.05669	16.590	-0.08895	8.004
1601.34	2855.189	-0.00579	86.082	-0.02385	37.259	-0.05237	16.537	-0.08277	7.921
1621.87	2891.794	-0.00525	86.077	-0.02184	37.237	-0.04838	16.489	-0.07701	7.844
1642.4	2928.399	-0.00476	86.072	-0.02000	37.217	-0.04468	16.444	-0.07164	7.772

Şekil 6.37. (Devam) Esentepe ile 9.Vantuz arasında mikroorganizma açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
1662.93	2965.004	-0.00432	86.068	-0.01832	37.199	-0.04126	16.403	-0.06663	7.706
1683.46	3001.609	-0.00392	86.064	-0.01677	37.182	-0.03809	16.365	-0.06196	7.644
1703.99	3038.214	-0.00356	86.060	-0.01536	37.167	-0.03517	16.330	-0.05761	7.586
1724.52	3074.819	-0.00323	86.057	-0.01406	37.153	-0.03246	16.297	-0.05355	7.532
1745.05	3111.424	-0.00293	86.054	-0.01287	37.140	-0.02996	16.267	-0.04977	7.483
1765.58	3148.029	-0.00265	86.051	-0.01178	37.128	-0.02764	16.240	-0.04625	7.436
1786.11	3184.634	-0.00241	86.049	-0.01078	37.117	-0.02551	16.214	-0.04297	7.393
1806.64	3221.239	-0.00218	86.047	-0.00986	37.107	-0.02353	16.191	-0.03992	7.354
1827.17	3257.844	-0.00198	86.045	-0.00903	37.098	-0.02170	16.169	-0.03708	7.316
1847.7	3294.449	-0.00180	86.043	-0.00826	37.090	-0.02002	16.149	-0.03443	7.282
1868.23	3331.054	-0.00163	86.041	-0.00756	37.083	-0.01846	16.130	-0.03197	7.250
1888.76	3367.659	-0.00148	86.040	-0.00691	37.076	-0.01702	16.113	-0.02968	7.220
1909.29	3404.264	-0.00134	86.039	-0.00632	37.069	-0.01569	16.098	-0.02755	7.193
1929.82	3440.869	-0.00122	86.037	-0.00579	37.064	-0.01446	16.083	-0.02556	7.167
1950.35	3477.474	-0.00110	86.036	-0.00529	37.058	-0.01333	16.070	-0.02372	7.144
1970.88	3514.079	-0.00100	86.035	-0.00484	37.053	-0.01228	16.058	-0.02201	7.122
1991.41	3550.684	-0.00091	86.034	-0.00443	37.049	-0.01132	16.046	-0.02041	7.101
2011.94	3587.289	-0.00082	86.034	-0.00405	37.045	-0.01043	16.036	-0.01893	7.082
2032.47	3623.894	-0.00075	86.033	-0.00370	37.041	-0.00961	16.026	-0.01756	7.065
2053	3660.499	-0.00068	86.032	-0.00338	37.038	-0.00885	16.017	-0.01628	7.048
									4 Reaktör

Şekil 6.37. (Devam) Esentepe ile 9.Vantuz arasında mikroorganizma açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



5 Reaktör olması durumunda											
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör		5.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
0	0	0	200.000	0	200.000	0	200.000	0	200.000	0	200.000
20.53	36.60499	-10.59348	189.407	-11.12287	188.877	-11.14933	188.851	-11.15065	188.849	-11.15072	188.849
41.06	73.20998	-9.50298	179.904	-10.45277	178.424	-10.52397	178.327	-10.52871	178.321	-10.52901	178.320
61.59	109.815	-8.52474	171.379	-9.80276	168.622	-9.93050	168.396	-9.94114	168.380	-9.94194	168.378
82.12	146.42	-7.64719	163.732	-9.17582	159.446	-9.36679	159.029	-9.38588	158.994	-9.38755	158.991
102.65	183.025	-6.85998	156.872	-8.57407	150.872	-8.83104	150.198	-8.86101	150.133	-8.86400	150.127
123.18	219.6299	-6.15381	150.718	-7.99897	142.873	-8.32170	141.877	-8.36471	141.768	-8.36955	141.757
143.71	256.2349	-5.52033	145.197	-7.45142	135.421	-7.83743	134.039	-7.89530	133.873	-7.90253	133.855
164.24	292.8399	-4.95207	140.245	-6.93184	128.489	-7.37705	126.662	-7.45121	126.421	-7.46140	126.393
184.77	329.4449	-4.44230	135.803	-6.44027	122.049	-6.93949	119.723	-7.03097	119.390	-7.04468	119.349
205.3	366.0499	-3.98500	131.818	-5.97644	116.073	-6.52380	113.199	-6.63321	112.757	-6.65098	112.698
225.83	402.6549	-3.57478	128.243	-5.53987	110.533	-6.12908	107.070	-6.25667	106.501	-6.27899	106.419
246.36	439.2599	-3.20679	125.037	-5.12984	105.403	-5.75450	101.315	-5.90018	100.600	-5.92748	100.491
266.89	475.8649	-2.87668	122.160	-4.74553	100.658	-5.39928	95.916	-5.56263	95.038	-5.59528	94.896
287.42	512.4699	-2.58056	119.579	-4.38598	96.272	-5.06266	90.853	-5.24301	89.795	-5.28131	89.615
307.95	549.0749	-2.31491	117.264	-4.05017	92.221	-4.74390	86.109	-4.94036	84.854	-4.98454	84.630
328.48	585.6798	-2.07661	115.188	-3.73702	88.484	-4.44231	81.667	-4.65379	80.201	-4.70399	79.926
349.01	622.2848	-1.86284	113.325	-3.44542	85.039	-4.15720	77.510	-4.38247	75.818	-4.43876	75.487
369.54	658.8898	-1.67108	111.654	-3.17425	81.865	-3.88788	73.622	-4.12563	71.692	-4.18801	71.299
390.07	695.4948	-1.49906	110.155	-2.92241	78.942	-3.63370	69.988	-3.88252	67.810	-3.95091	67.348
410.6	732.0998	-1.34475	108.810	-2.68877	76.253	-3.39401	66.594	-3.65246	64.157	-3.72673	63.622
431.13	768.7048	-1.20632	107.604	-2.47227	73.781	-3.16818	63.426	-3.43480	60.723	-3.51474	60.107
451.66	805.3098	-1.08214	106.522	-2.27185	71.509	-2.95558	60.471	-3.22892	57.494	-3.31429	56.793
472.19	841.9148	-0.97074	105.551	-2.08650	69.423	-2.75560	57.715	-3.03424	54.460	-3.12475	53.668
492.72	878.5198	-0.87081	104.680	-1.91523	67.508	-2.56764	55.147	-2.85021	51.609	-2.94552	50.722
513.25	915.1248	-0.78117	103.899	-1.75711	65.751	-2.39114	52.756	-2.67630	48.933	-2.77605	47.946
533.78	951.7297	-0.70076	103.198	-1.61125	64.139	-2.22551	50.531	-2.51201	46.421	-2.61581	45.330
554.31	988.3347	-0.62862	102.569	-1.47680	62.662	-2.07022	48.461	-2.35688	44.064	-2.46432	42.866
574.84	1024.94	-0.56391	102.006	-1.35296	61.310	-1.92472	46.536	-2.21045	41.854	-2.32111	40.545
595.37	1061.545	-0.50586	101.500	-1.23897	60.071	-1.78850	44.747	-2.07228	39.781	-2.18573	38.359
615.9	1098.15	-0.45379	101.046	-1.13410	58.936	-1.66107	43.086	-1.94197	37.839	-2.05777	36.302
636.43	1134.755	-0.40707	100.639	-1.03770	57.899	-1.54193	41.544	-1.81911	36.020	-1.93685	34.365
656.96	1171.36	-0.36517	100.274	-0.94913	56.950	-1.43064	40.114	-1.70335	34.317	-1.82259	32.542
677.49	1207.965	-0.32758	99.946	-0.86779	56.082	-1.32673	38.787	-1.59430	32.723	-1.71465	30.827
698.02	1244.57	-0.29386	99.652	-0.79315	55.289	-1.22979	37.557	-1.49164	31.231	-1.61268	29.215
718.55	1281.175	-0.26361	99.389	-0.72467	54.564	-1.13941	36.418	-1.39503	29.836	-1.51639	27.698
739.08	1317.78	-0.23647	99.152	-0.66189	53.902	-1.05520	35.363	-1.30416	28.532	-1.42546	26.273
759.61	1354.385	-0.21213	98.940	-0.60436	53.298	-0.97678	34.386	-1.21872	27.313	-1.33963	24.933
780.14	1390.99	-0.19029	98.750	-0.55165	52.746	-0.90379	33.482	-1.13843	26.175	-1.25862	23.675
800.67	1427.595	-0.17070	98.579	-0.50340	52.243	-0.83591	32.646	-1.06301	25.112	-1.18217	22.493
821.2	1464.2	-0.15313	98.426	-0.45923	51.783	-0.77281	31.873	-0.99220	24.119	-1.11006	21.382
841.73	1500.805	-0.13737	98.289	-0.41882	51.365	-0.71419	31.159	-0.92576	23.194	-1.04206	20.340

Şekil 6.38. Esentepe ile 9.Vantuz arasında mikroorganizma açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



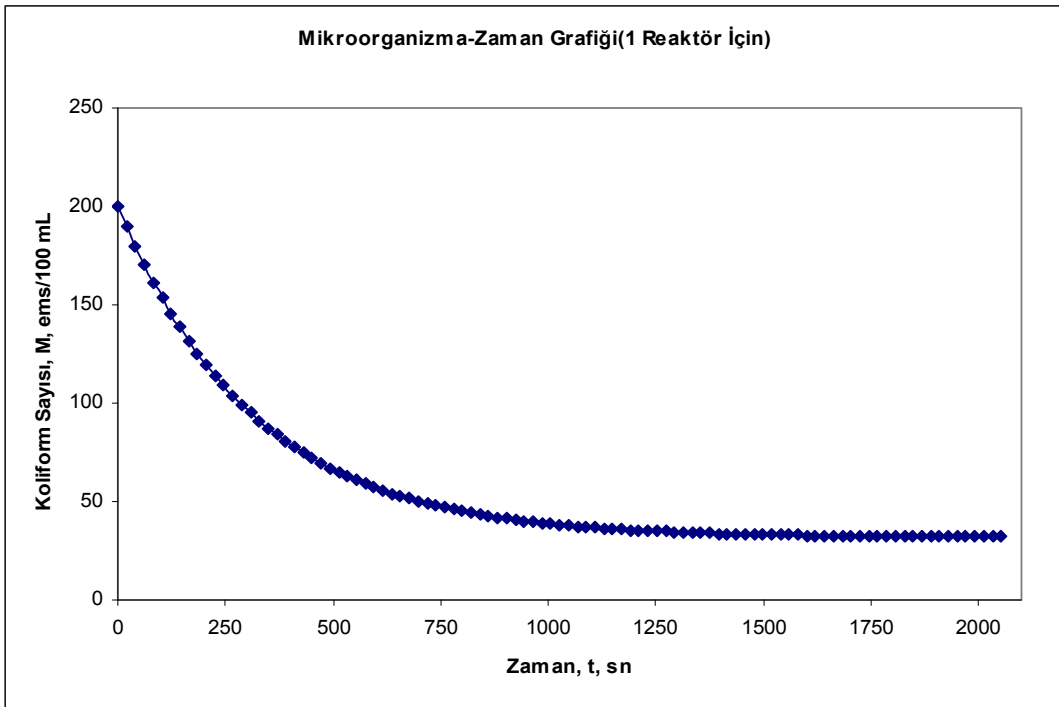
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör		5.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
862.26	1537.41	-0.12323	98.165	-0.38186	50.983	-0.65975	30.499	-0.86343	22.330	-0.97794	19.362
882.79	1574.015	-0.11054	98.055	-0.34808	50.635	-0.60923	29.890	-0.80499	21.525	-0.91749	18.445
903.32	1610.62	-0.09916	97.956	-0.31720	50.318	-0.56237	29.328	-0.75023	20.775	-0.86054	17.584
923.85	1647.225	-0.08895	97.867	-0.28900	50.029	-0.51892	28.809	-0.69893	20.076	-0.80688	16.778
944.38	1683.83	-0.07980	97.787	-0.26323	49.765	-0.47866	28.330	-0.65090	19.425	-0.75635	16.021
964.91	1720.435	-0.07158	97.715	-0.23971	49.526	-0.44136	27.889	-0.60596	18.819	-0.70877	15.312
985.44	1757.04	-0.06421	97.651	-0.21825	49.307	-0.40684	27.482	-0.56391	18.255	-0.66399	14.648
1005.97	1793.645	-0.05760	97.593	-0.19866	49.109	-0.37488	27.107	-0.52459	17.731	-0.62185	14.027
1026.5	1830.25	-0.05167	97.542	-0.18079	48.928	-0.34533	26.762	-0.48785	17.243	-0.58222	13.444
1047.03	1866.854	-0.04635	97.495	-0.16450	48.763	-0.31800	26.444	-0.45352	16.789	-0.54495	12.899
1067.56	1903.459	-0.04158	97.454	-0.14964	48.614	-0.29274	26.151	-0.42146	16.368	-0.50991	12.389
1088.09	1940.064	-0.03730	97.417	-0.13610	48.478	-0.26941	25.882	-0.39154	15.976	-0.47699	11.913
1108.62	1976.669	-0.03346	97.383	-0.12376	48.354	-0.24786	25.634	-0.36362	15.613	-0.44606	11.466
1129.15	2013.274	-0.03002	97.353	-0.11252	48.241	-0.22797	25.406	-0.33758	15.275	-0.41701	11.049
1149.68	2049.879	-0.02693	97.326	-0.10229	48.139	-0.20961	25.196	-0.31331	14.962	-0.38974	10.660
1170.21	2086.484	-0.02416	97.302	-0.09296	48.046	-0.19268	25.003	-0.29068	14.671	-0.36415	10.296
1190.74	2123.089	-0.02167	97.280	-0.08448	47.962	-0.17707	24.826	-0.26961	14.402	-0.34014	9.955
1211.27	2159.694	-0.01944	97.261	-0.07675	47.885	-0.16268	24.664	-0.24999	14.152	-0.31761	9.638
1231.8	2196.299	-0.01744	97.243	-0.06972	47.815	-0.14941	24.514	-0.23172	13.920	-0.29650	9.341
1252.33	2232.904	-0.01564	97.228	-0.06333	47.752	-0.13720	24.377	-0.21472	13.705	-0.27671	9.065
1272.86	2269.509	-0.01403	97.214	-0.05751	47.694	-0.12595	24.251	-0.19891	13.506	-0.25816	8.806
1293.39	2306.114	-0.01259	97.201	-0.05222	47.642	-0.11559	24.136	-0.18421	13.322	-0.24079	8.566
1313.92	2342.719	-0.01129	97.190	-0.04741	47.595	-0.10606	24.029	-0.17055	13.152	-0.22453	8.341
1334.45	2379.324	-0.01013	97.180	-0.04303	47.552	-0.09729	23.932	-0.15786	12.994	-0.20930	8.132
1354.98	2415.929	-0.00909	97.171	-0.03906	47.513	-0.08923	23.843	-0.14606	12.848	-0.19506	7.937
1375.51	2452.534	-0.00815	97.163	-0.03544	47.477	-0.08182	23.761	-0.13512	12.712	-0.18173	7.755
1396.04	2489.139	-0.00731	97.155	-0.03216	47.445	-0.07500	23.686	-0.12496	12.588	-0.16927	7.586
1416.57	2525.744	-0.00656	97.149	-0.02918	47.416	-0.06874	23.617	-0.11553	12.472	-0.15762	7.428
1437.1	2562.349	-0.00588	97.143	-0.02647	47.389	-0.06299	23.554	-0.10678	12.365	-0.14673	7.281
1457.63	2598.954	-0.00528	97.137	-0.02401	47.365	-0.05770	23.497	-0.09867	12.267	-0.13655	7.145
1478.16	2635.559	-0.00474	97.133	-0.02177	47.344	-0.05285	23.444	-0.09116	12.175	-0.12705	7.018
1498.69	2672.164	-0.00425	97.129	-0.01974	47.324	-0.04840	23.395	-0.08419	12.091	-0.11818	6.900
1519.22	2708.769	-0.00381	97.125	-0.01790	47.306	-0.04431	23.351	-0.07774	12.013	-0.10990	6.790
1539.75	2745.374	-0.00342	97.121	-0.01623	47.290	-0.04056	23.311	-0.07176	11.942	-0.10217	6.688
1560.28	2781.979	-0.00307	97.118	-0.01471	47.275	-0.03712	23.273	-0.06623	11.875	-0.09497	6.593
1580.81	2818.584	-0.00275	97.115	-0.01334	47.262	-0.03396	23.239	-0.06111	11.814	-0.08824	6.504
1601.34	2855.189	-0.00247	97.113	-0.01209	47.250	-0.03107	23.208	-0.05637	11.758	-0.08198	6.422
1621.87	2891.794	-0.00221	97.111	-0.01095	47.239	-0.02842	23.180	-0.05199	11.706	-0.07614	6.346
1642.4	2928.399	-0.00199	97.109	-0.00992	47.229	-0.02599	23.154	-0.04794	11.658	-0.07069	6.276

Şekil 6.38. (Devam) Esentepe ile 9.Vantuz arasında mikroorganizma açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

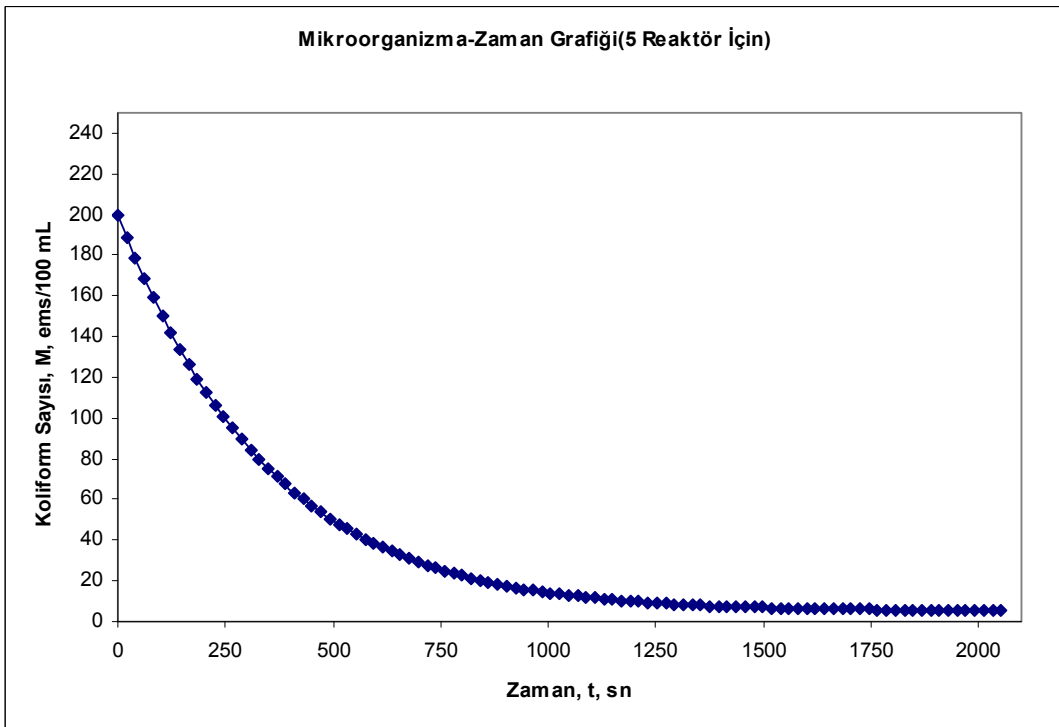
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör		5.Reaktör	
		Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç	Dm	Mç
1662.93	2965.004	-0.00178	97.107	-0.00899	47.220	-0.02376	23.130	-0.04419	11.614	-0.06563	6.210
1683.46	3001.609	-0.00160	97.105	-0.00815	47.212	-0.02173	23.109	-0.04073	11.573	-0.06091	6.149
1703.99	3038.214	-0.00143	97.104	-0.00738	47.204	-0.01986	23.089	-0.03753	11.536	-0.05651	6.092
1724.52	3074.819	-0.00129	97.103	-0.00668	47.197	-0.01815	23.071	-0.03457	11.501	-0.05242	6.040
1745.05	3111.424	-0.00115	97.102	-0.00605	47.191	-0.01658	23.054	-0.03184	11.469	-0.04862	5.991
1765.58	3148.029	-0.00103	97.101	-0.00548	47.186	-0.01515	23.039	-0.02932	11.440	-0.04508	5.946
1786.11	3184.634	-0.00093	97.100	-0.00496	47.181	-0.01384	23.025	-0.02699	11.413	-0.04179	5.905
1806.64	3221.239	-0.00083	97.099	-0.00449	47.176	-0.01264	23.012	-0.02485	11.388	-0.03873	5.866
1827.17	3257.844	-0.00075	97.098	-0.00407	47.172	-0.01154	23.001	-0.02287	11.365	-0.03588	5.830
1847.7	3294.449	-0.00067	97.097	-0.00368	47.169	-0.01054	22.990	-0.02104	11.344	-0.03324	5.797
1868.23	3331.054	-0.00060	97.097	-0.00333	47.165	-0.00962	22.981	-0.01935	11.325	-0.03078	5.766
1888.76	3367.659	-0.00054	97.096	-0.00302	47.162	-0.00878	22.972	-0.01780	11.307	-0.02851	5.737
1909.29	3404.264	-0.00048	97.096	-0.00273	47.160	-0.00801	22.964	-0.01637	11.291	-0.02639	5.711
1929.82	3440.869	-0.00043	97.095	-0.00247	47.157	-0.00731	22.957	-0.01505	11.276	-0.02442	5.687
1950.35	3477.474	-0.00039	97.095	-0.00224	47.155	-0.00667	22.950	-0.01383	11.262	-0.02260	5.664
1970.88	3514.079	-0.00035	97.095	-0.00202	47.153	-0.00608	22.944	-0.01271	11.249	-0.02091	5.643
1991.41	3550.684	-0.00031	97.094	-0.00183	47.151	-0.00555	22.938	-0.01168	11.237	-0.01934	5.624
2011.94	3587.289	-0.00028	97.094	-0.00166	47.149	-0.00506	22.933	-0.01073	11.227	-0.01789	5.606
2032.47	3623.894	-0.00025	97.094	-0.00150	47.148	-0.00462	22.929	-0.00986	11.217	-0.01654	5.589
2053	3660.499	-0.00023	97.093	-0.00136	47.147	-0.00421	22.924	-0.00905	11.208	-0.01529	5.574
											5.Reaktör

Şekil 6.38. (Devam) Esentepe ile 9.Vantuz arasında mikroorganizma açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

Reaktör sayısını arttırarak mikroorganizmanın birim zamandaki ölüm hızının artmış olduğu gözlemlenmektedir. Bir reaktör ve beş reaktör durumuna göre mikroorganizmanın zamanla değişimi aşağıda Şekil 6.39 ve Şekil 6.40'da gösterilmiştir.



Şekil 6.39. Esentepe ile 9.Vantuz arasında mikroorganizmanın bir reaktör durumuna göre zamanla değişimi



Şekil 6.40. Esentepe ile 9.Vantuz arasında mikroorganizmanın beş reaktör durumuna göre zamanla değişimi

Klor modellemesi ise;

Esentepe'den 1 saatlik zamanda 12 kg klor verilmektedir.

$$1.2 \frac{m^3}{sn} * 3600 \text{ sn} = 4320 \text{ m}^3 = 4320000 \text{ lt}$$

Göden verilen klor miktarı=Kg=2.78 mg/lt

Ke:Esentepe'den serbest klor miktarı , Km:Maltepe'den ölçülen serbest klor miktarı

$$k = \frac{\ln( K_e ) - \ln( K_m )}{t_e - t_m}, k = \frac{\ln( 2.78 ) - \ln( 0.6 )}{4300} \quad (6.21)$$

$$k = 3.56 * 10^{-4} \frac{1}{sn}$$

İlk reaktör için hesap yapılırsa;

$$dt= 43 \text{ sn}$$

$$dK = \left( \left( \frac{Q_e}{V} * K_e \right) - \left( \frac{Q_m}{V} * K_m \right) - ( k * K_m ) \right) * dt \quad (6.13)$$

$$dK= -0.0425$$

Yeni K giriş değeri, Kyeni=K giriş+dK alınır.

Aynı formül sisteminden Excel programında klor miktarı açısından yapılan modellemeler aşağıda Şekil 6.41, Şekil 6.42, Şekil 6.43, Şekil 6.44, Şekil 6.45 ve Şekil 6.46'de gösterilmiştir.

Kullanılan Terimler			
Toplam debi( $Q_g=Q_c$ )	<b>Q</b>	2.015	m <sup>3</sup> /sn
Reaktör Hacmi	<b>V</b>	8670	m <sup>3</sup> /sn
Suyun kesona ulaşma süresi	<b>t</b>	4300	sn
Başlangıçtaki koliform	<b>Kg</b>	2.78	mg/L
Q/Vbirim		0.02325581	1/sn
Abirim(Birim alan)		1.1310	m <sup>2</sup>
Vbirim(Birim hacim)		86.645	m <sup>3</sup>
Boru Su Akış Hızı	<b>u</b>	1.783	m/sn
Boru Çapı	<b>d</b>	1.2	m
Zamandaki değişim	<b>dt</b>	43	sn
Reaktör Uzunluğu	<b>L</b>	7666	m
Ölüm Hızı Katsayısı	<b>k</b>	0.000356	1/sn
<b>t=(Reaktör uzunluğu)/(su akış hızı)</b>	7666/1.783	4300 sn	
<b>Reaktör Hacmi=A*L</b>	8670	m <sup>3</sup>	

Şekil 6.41. Esentepe ile Maltepe arasında klor miktarı açısından yapılan modellemede kullanılan terimler



1 Reaktör olması durumunda			
t (sn)	X (m)	Dm	Kg
0	0	0	2.780
43	76.669	-0.04256	2.737
86	153.338	-0.04148	2.696
129	230.007	-0.04043	2.656
172	306.676	-0.03941	2.616
215	383.345	-0.03841	2.578
258	460.014	-0.03744	2.540
301	536.683	-0.03649	2.504
344	613.352	-0.03557	2.468
387	690.021	-0.03467	2.434
430	766.69	-0.03379	2.400
473	843.359	-0.03294	2.367
516	920.028	-0.03210	2.335
559	996.697	-0.03129	2.303
602	1073.366	-0.03050	2.273
645	1150.035	-0.02973	2.243
688	1226.704	-0.02897	2.214
731	1303.373	-0.02824	2.186
774	1380.042	-0.02753	2.158
817	1456.711	-0.02683	2.132
860	1533.38	-0.02615	2.105
903	1610.049	-0.02549	2.080
946	1686.718	-0.02484	2.055
989	1763.387	-0.02422	2.031
1032	1840.056	-0.02360	2.007
1075	1916.725	-0.02301	1.984
1118	1993.394	-0.02242	1.962
1161	2070.063	-0.02186	1.940
1204	2146.732	-0.02130	1.919
1247	2223.401	-0.02076	1.898
1290	2300.07	-0.02024	1.878
1333	2376.739	-0.01973	1.858
1376	2453.408	-0.01923	1.839
1419	2530.077	-0.01874	1.820
1462	2606.746	-0.01827	1.802
1505	2683.415	-0.01781	1.784
1548	2760.084	-0.01735	1.767
1591	2836.753	-0.01692	1.750
1634	2913.422	-0.01649	1.733
1677	2990.091	-0.01607	1.717
1720	3066.76	-0.01566	1.701
1763	3143.429	-0.01527	1.686

Şekil 6.42. Esentepe ile Maltepe arasında klor miktarı açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



t (sn)	X (m)	Dm	Kg
1806	3220.098	-0.01488	1.671
1849	3296.767	-0.01450	1.657
1892	3373.436	-0.01414	1.643
1935	3450.105	-0.01378	1.629
1978	3526.774	-0.01343	1.615
2021	3603.443	-0.01309	1.602
2064	3680.112	-0.01276	1.590
2107	3756.781	-0.01244	1.577
2150	3833.45	-0.01212	1.565
2193	3910.119	-0.01182	1.553
2236	3986.788	-0.01152	1.542
2279	4063.457	-0.01123	1.530
2322	4140.126	-0.01094	1.520
2365	4216.795	-0.01066	1.509
2408	4293.464	-0.01040	1.498
2451	4370.133	-0.01013	1.488
2494	4446.802	-0.00988	1.478
2537	4523.471	-0.00963	1.469
2580	4600.14	-0.00938	1.459
2623	4676.809	-0.00914	1.450
2666	4753.478	-0.00891	1.441
2709	4830.147	-0.00869	1.433
2752	4906.816	-0.00847	1.424
2795	4983.485	-0.00825	1.416
2838	5060.154	-0.00805	1.408
2881	5136.823	-0.00784	1.400
2924	5213.492	-0.00764	1.392
2967	5290.161	-0.00745	1.385
3010	5366.83	-0.00726	1.378
3053	5443.499	-0.00708	1.371
3096	5520.168	-0.00690	1.364
3139	5596.837	-0.00672	1.357
3182	5673.506	-0.00655	1.351
3225	5750.175	-0.00639	1.344
3268	5826.844	-0.00623	1.338
3311	5903.513	-0.00607	1.332
3354	5980.182	-0.00592	1.326
3397	6056.851	-0.00577	1.320
3440	6133.52	-0.00562	1.315

Şekil 6.42. (Devam) Esentepe ile Maltepe arasında klor miktarı açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	Dm	Kg
3483	6210.189	-0.00548	1.309
3526	6286.858	-0.00534	1.304
3569	6363.527	-0.00520	1.299
3612	6440.196	-0.00507	1.293
3655	6516.865	-0.00494	1.288
3698	6593.534	-0.00482	1.284
3741	6670.203	-0.00470	1.279
3784	6746.872	-0.00458	1.274
3827	6823.541	-0.00446	1.270
3870	6900.21	-0.00435	1.266
3913	6976.879	-0.00424	1.261
3956	7053.548	-0.00413	1.257
3999	7130.217	-0.00403	1.253
4042	7206.886	-0.00393	1.249
4085	7283.555	-0.00383	1.245
4128	7360.224	-0.00373	1.242
4171	7436.893	-0.00364	1.238
4214	7513.562	-0.00354	1.235
4257	7590.231	-0.00345	1.231
4300	7666.9	-0.00337	1.228
			1 Reaktör

Şekil 6.42. (Devam) Esentepe ile Maltepe arasında klor miktarı açısından bir reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

2 Reaktör olması durumunda					
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör	
		Dm	Kg	Dm	Kg
0	0	0	2.780	0	2.780
43	76.669	-0.04256	2.737	-0.04341	2.737
86	153.338	-0.04105	2.696	-0.04270	2.694
129	230.007	-0.03961	2.657	-0.04198	2.652
172	306.676	-0.03821	2.619	-0.04126	2.611
215	383.345	-0.03686	2.582	-0.04054	2.570
258	460.014	-0.03556	2.546	-0.03982	2.530
301	536.683	-0.03430	2.512	-0.03910	2.491
344	613.352	-0.03309	2.479	-0.03838	2.453
387	690.021	-0.03192	2.447	-0.03767	2.415
430	766.69	-0.03080	2.416	-0.03695	2.378
473	843.359	-0.02971	2.386	-0.03624	2.342
516	920.028	-0.02866	2.358	-0.03554	2.306
559	996.697	-0.02765	2.330	-0.03483	2.272
602	1073.366	-0.02667	2.303	-0.03414	2.237
645	1150.035	-0.02573	2.278	-0.03345	2.204
688	1226.704	-0.02482	2.253	-0.03276	2.171
731	1303.373	-0.02395	2.229	-0.03209	2.139
774	1380.042	-0.02310	2.206	-0.03141	2.108
817	1456.711	-0.02229	2.183	-0.03075	2.077
860	1533.38	-0.02150	2.162	-0.03010	2.047
903	1610.049	-0.02074	2.141	-0.02945	2.017
946	1686.718	-0.02001	2.121	-0.02881	1.989
989	1763.387	-0.01930	2.102	-0.02818	1.960
1032	1840.056	-0.01862	2.083	-0.02756	1.933
1075	1916.725	-0.01797	2.065	-0.02694	1.906
1118	1993.394	-0.01733	2.048	-0.02634	1.880
1161	2070.063	-0.01672	2.031	-0.02574	1.854
1204	2146.732	-0.01613	2.015	-0.02516	1.829
1247	2223.401	-0.01556	2.000	-0.02458	1.804
1290	2300.07	-0.01501	1.985	-0.02401	1.780
1333	2376.739	-0.01448	1.970	-0.02345	1.757
1376	2453.408	-0.01397	1.956	-0.02290	1.734
1419	2530.077	-0.01348	1.943	-0.02237	1.711
1462	2606.746	-0.01300	1.930	-0.02184	1.690
1505	2683.415	-0.01254	1.917	-0.02132	1.668
1548	2760.084	-0.01210	1.905	-0.02081	1.647
1591	2836.753	-0.01167	1.893	-0.02030	1.627
1634	2913.422	-0.01126	1.882	-0.01981	1.607
1677	2990.091	-0.01086	1.871	-0.01933	1.588
1720	3066.76	-0.01048	1.861	-0.01886	1.569
1763	3143.429	-0.01011	1.851	-0.01839	1.551

Şekil 6.43. Esentepe ile Maltepe arasında klor miktarı açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör	
		Dm	Kg	Dm	Kg
1806	3220.098	-0.00975	1.841	-0.01794	1.533
1849	3296.767	-0.00941	1.831	-0.01749	1.515
1892	3373.436	-0.00908	1.822	-0.01706	1.498
1935	3450.105	-0.00876	1.814	-0.01663	1.482
1978	3526.774	-0.00845	1.805	-0.01621	1.465
2021	3603.443	-0.00815	1.797	-0.01580	1.450
2064	3680.112	-0.00786	1.789	-0.01540	1.434
2107	3756.781	-0.00758	1.782	-0.01501	1.419
2150	3833.45	-0.00732	1.774	-0.01463	1.405
2193	3910.119	-0.00706	1.767	-0.01425	1.390
2236	3986.788	-0.00681	1.760	-0.01389	1.376
2279	4063.457	-0.00657	1.754	-0.01353	1.363
2322	4140.126	-0.00634	1.747	-0.01318	1.350
2365	4216.795	-0.00611	1.741	-0.01283	1.337
2408	4293.464	-0.00590	1.735	-0.01250	1.324
2451	4370.133	-0.00569	1.730	-0.01217	1.312
2494	4446.802	-0.00549	1.724	-0.01185	1.300
2537	4523.471	-0.00529	1.719	-0.01154	1.289
2580	4600.14	-0.00511	1.714	-0.01123	1.278
2623	4676.809	-0.00493	1.709	-0.01094	1.267
2666	4753.478	-0.00475	1.704	-0.01064	1.256
2709	4830.147	-0.00459	1.700	-0.01036	1.246
2752	4906.816	-0.00442	1.695	-0.01008	1.236
2795	4983.485	-0.00427	1.691	-0.00981	1.226
2838	5060.154	-0.00412	1.687	-0.00955	1.216
2881	5136.823	-0.00397	1.683	-0.00929	1.207
2924	5213.492	-0.00383	1.679	-0.00904	1.198
2967	5290.161	-0.00370	1.675	-0.00879	1.189
3010	5366.83	-0.00357	1.672	-0.00856	1.181
3053	5443.499	-0.00344	1.668	-0.00832	1.172
3096	5520.168	-0.00332	1.665	-0.00809	1.164
3139	5596.837	-0.00320	1.662	-0.00787	1.156
3182	5673.506	-0.00309	1.659	-0.00766	1.149
3225	5750.175	-0.00298	1.656	-0.00745	1.141
3268	5826.844	-0.00287	1.653	-0.00724	1.134
3311	5903.513	-0.00277	1.650	-0.00704	1.127
3354	5980.182	-0.00268	1.647	-0.00685	1.120
3397	6056.851	-0.00258	1.645	-0.00666	1.113
3440	6133.52	-0.00249	1.642	-0.00647	1.107

Şekil 6.43. (Devam) Esentepe ile Maltepe arasında klor miktarı açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör	
		Dm	Kg	Dm	Kg
3483	6210.189	-0.00240	1.640	-0.00629	1.101
3526	6286.858	-0.00232	1.638	-0.00611	1.094
3569	6363.527	-0.00224	1.635	-0.00594	1.089
3612	6440.196	-0.00216	1.633	-0.00578	1.083
3655	6516.865	-0.00208	1.631	-0.00561	1.077
3698	6593.534	-0.00201	1.629	-0.00546	1.072
3741	6670.203	-0.00194	1.627	-0.00530	1.066
3784	6746.872	-0.00187	1.625	-0.00515	1.061
3827	6823.541	-0.00180	1.624	-0.00501	1.056
3870	6900.21	-0.00174	1.622	-0.00486	1.051
3913	6976.879	-0.00168	1.620	-0.00473	1.047
3956	7053.548	-0.00162	1.618	-0.00459	1.042
3999	7130.217	-0.00156	1.617	-0.00446	1.038
4042	7206.886	-0.00151	1.615	-0.00433	1.033
4085	7283.555	-0.00145	1.614	-0.00421	1.029
4128	7360.224	-0.00140	1.613	-0.00409	1.025
4171	7436.893	-0.00135	1.611	-0.00397	1.021
4214	7513.562	-0.00130	1.610	-0.00386	1.017
4257	7590.231	-0.00126	1.609	-0.00375	1.013
4300	7666.9	-0.00121	1.607	-0.00364	1.010
					2 Reaktör

Şekil 6.43. (Devam) Esentepe ile Maltepe arasında klor miktarı açısından iki reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

3 Reaktör olması durumunda							
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör	
		Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg
0	0	0	2.780	0	2.780	0	2.780
43	76.669	-0.04256	2.737	-0.04383	2.736	-0.04387	2.736
86	153.338	-0.04063	2.697	-0.04307	2.693	-0.04317	2.693
129	230.007	-0.03879	2.658	-0.04228	2.651	-0.04249	2.650
172	306.676	-0.03703	2.621	-0.04147	2.609	-0.04181	2.609
215	383.345	-0.03536	2.586	-0.04065	2.569	-0.04113	2.568
258	460.014	-0.03375	2.552	-0.03983	2.529	-0.04046	2.527
301	536.683	-0.03223	2.520	-0.03899	2.490	-0.03980	2.487
344	613.352	-0.03077	2.489	-0.03814	2.452	-0.03914	2.448
387	690.021	-0.02937	2.460	-0.03730	2.414	-0.03849	2.410
430	766.69	-0.02804	2.431	-0.03645	2.378	-0.03784	2.372
473	843.359	-0.02677	2.405	-0.03560	2.342	-0.03719	2.335
516	920.028	-0.02556	2.379	-0.03476	2.308	-0.03655	2.298
559	996.697	-0.02440	2.355	-0.03391	2.274	-0.03591	2.262
602	1073.366	-0.02330	2.331	-0.03308	2.241	-0.03527	2.227
645	1150.035	-0.02224	2.309	-0.03224	2.208	-0.03464	2.192
688	1226.704	-0.02123	2.288	-0.03142	2.177	-0.03402	2.158
731	1303.373	-0.02027	2.268	-0.03061	2.146	-0.03339	2.125
774	1380.042	-0.01935	2.248	-0.02980	2.117	-0.03277	2.092
817	1456.711	-0.01848	2.230	-0.02900	2.088	-0.03216	2.060
860	1533.38	-0.01764	2.212	-0.02822	2.059	-0.03155	2.028
903	1610.049	-0.01684	2.195	-0.02745	2.032	-0.03094	1.997
946	1686.718	-0.01608	2.179	-0.02669	2.005	-0.03034	1.967
989	1763.387	-0.01535	2.164	-0.02594	1.979	-0.02975	1.937
1032	1840.056	-0.01466	2.149	-0.02520	1.954	-0.02915	1.908
1075	1916.725	-0.01399	2.135	-0.02448	1.930	-0.02857	1.880
1118	1993.394	-0.01336	2.122	-0.02377	1.906	-0.02799	1.852
1161	2070.063	-0.01275	2.109	-0.02308	1.883	-0.02741	1.824
1204	2146.732	-0.01218	2.097	-0.02240	1.860	-0.02684	1.797
1247	2223.401	-0.01162	2.085	-0.02173	1.839	-0.02628	1.771
1290	2300.07	-0.01110	2.074	-0.02108	1.818	-0.02572	1.745
1333	2376.739	-0.01060	2.064	-0.02044	1.797	-0.02517	1.720
1376	2453.408	-0.01012	2.054	-0.01982	1.777	-0.02462	1.696
1419	2530.077	-0.00966	2.044	-0.01921	1.758	-0.02408	1.671
1462	2606.746	-0.00922	2.035	-0.01862	1.739	-0.02355	1.648
1505	2683.415	-0.00880	2.026	-0.01804	1.721	-0.02302	1.625
1548	2760.084	-0.00840	2.017	-0.01747	1.704	-0.02251	1.602
1591	2836.753	-0.00802	2.009	-0.01692	1.687	-0.02199	1.580
1634	2913.422	-0.00766	2.002	-0.01639	1.671	-0.02149	1.559
1677	2990.091	-0.00731	1.995	-0.01586	1.655	-0.02099	1.538
1720	3066.76	-0.00698	1.988	-0.01535	1.639	-0.02050	1.517
1763	3143.429	-0.00667	1.981	-0.01486	1.625	-0.02002	1.497

Şekil 6.44. Esentepe ile Maltepe arasında klor miktarı açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör	
		Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg
1806	3220.098	-0.00636	1.974	-0.01438	1.610	-0.01954	1.478
1849	3296.767	-0.00608	1.968	-0.01391	1.596	-0.01907	1.459
1892	3373.436	-0.00580	1.963	-0.01345	1.583	-0.01861	1.440
1935	3450.105	-0.00554	1.957	-0.01301	1.570	-0.01816	1.422
1978	3526.774	-0.00529	1.952	-0.01258	1.557	-0.01772	1.404
2021	3603.443	-0.00505	1.947	-0.01216	1.545	-0.01728	1.387
2064	3680.112	-0.00482	1.942	-0.01175	1.533	-0.01685	1.370
2107	3756.781	-0.00460	1.937	-0.01136	1.522	-0.01642	1.354
2150	3833.45	-0.00439	1.933	-0.01098	1.511	-0.01601	1.338
2193	3910.119	-0.00419	1.929	-0.01061	1.500	-0.01560	1.322
2236	3986.788	-0.00400	1.925	-0.01024	1.490	-0.01520	1.307
2279	4063.457	-0.00382	1.921	-0.00990	1.480	-0.01481	1.292
2322	4140.126	-0.00365	1.917	-0.00956	1.471	-0.01443	1.278
2365	4216.795	-0.00348	1.914	-0.00923	1.461	-0.01405	1.264
2408	4293.464	-0.00333	1.910	-0.00891	1.453	-0.01368	1.250
2451	4370.133	-0.00318	1.907	-0.00860	1.444	-0.01332	1.237
2494	4446.802	-0.00303	1.904	-0.00830	1.436	-0.01297	1.224
2537	4523.471	-0.00289	1.901	-0.00801	1.428	-0.01262	1.211
2580	4600.14	-0.00276	1.899	-0.00773	1.420	-0.01228	1.199
2623	4676.809	-0.00264	1.896	-0.00746	1.412	-0.01195	1.187
2666	4753.478	-0.00252	1.893	-0.00720	1.405	-0.01162	1.175
2709	4830.147	-0.00240	1.891	-0.00695	1.398	-0.01130	1.164
2752	4906.816	-0.00230	1.889	-0.00670	1.392	-0.01099	1.153
2795	4983.485	-0.00219	1.887	-0.00646	1.385	-0.01069	1.142
2838	5060.154	-0.00209	1.884	-0.00623	1.379	-0.01039	1.132
2881	5136.823	-0.00200	1.882	-0.00601	1.373	-0.01010	1.122
2924	5213.492	-0.00191	1.881	-0.00580	1.367	-0.00982	1.112
2967	5290.161	-0.00182	1.879	-0.00559	1.361	-0.00954	1.102
3010	5366.83	-0.00174	1.877	-0.00539	1.356	-0.00927	1.093
3053	5443.499	-0.00166	1.875	-0.00519	1.351	-0.00901	1.084
3096	5520.168	-0.00158	1.874	-0.00500	1.346	-0.00875	1.075
3139	5596.837	-0.00151	1.872	-0.00482	1.341	-0.00850	1.067
3182	5673.506	-0.00144	1.871	-0.00465	1.336	-0.00825	1.059
3225	5750.175	-0.00138	1.869	-0.00448	1.332	-0.00801	1.051
3268	5826.844	-0.00132	1.868	-0.00432	1.328	-0.00778	1.043
3311	5903.513	-0.00126	1.867	-0.00416	1.323	-0.00755	1.035
3354	5980.182	-0.00120	1.866	-0.00401	1.319	-0.00733	1.028
3397	6056.851	-0.00115	1.864	-0.00386	1.316	-0.00711	1.021
3440	6133.52	-0.00109	1.863	-0.00372	1.312	-0.00690	1.014

Şekil 6.44. (Devam) Esentepe ile Maltepe arasında klor miktarı açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modellenme yapılmış



t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör	
		Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg
3483	6210.189	-0.00104	1.862	-0.00358	1.308	-0.00670	1.007
3526	6286.858	-0.00100	1.861	-0.00345	1.305	-0.00650	1.001
3569	6363.527	-0.00095	1.860	-0.00332	1.302	-0.00630	0.994
3612	6440.196	-0.00091	1.859	-0.00320	1.298	-0.00611	0.988
3655	6516.865	-0.00087	1.859	-0.00308	1.295	-0.00593	0.982
3698	6593.534	-0.00083	1.858	-0.00296	1.292	-0.00575	0.977
3741	6670.203	-0.00079	1.857	-0.00285	1.289	-0.00557	0.971
3784	6746.872	-0.00075	1.856	-0.00275	1.287	-0.00540	0.966
3827	6823.541	-0.00072	1.856	-0.00264	1.284	-0.00524	0.960
3870	6900.21	-0.00069	1.855	-0.00254	1.282	-0.00508	0.955
3913	6976.879	-0.00066	1.854	-0.00245	1.279	-0.00492	0.950
3956	7053.548	-0.00063	1.854	-0.00236	1.277	-0.00477	0.946
3999	7130.217	-0.00060	1.853	-0.00227	1.274	-0.00462	0.941
4042	7206.886	-0.00057	1.852	-0.00218	1.272	-0.00448	0.937
4085	7283.555	-0.00055	1.852	-0.00210	1.270	-0.00434	0.932
4128	7360.224	-0.00052	1.851	-0.00202	1.268	-0.00420	0.928
4171	7436.893	-0.00050	1.851	-0.00194	1.266	-0.00407	0.924
4214	7513.562	-0.00047	1.850	-0.00187	1.264	-0.00394	0.920
4257	7590.231	-0.00045	1.850	-0.00180	1.263	-0.00382	0.916
4300	7666.9	-0.00043	1.849	-0.00173	1.261	-0.00369	0.913
							3 Reaktör

Şekil 6.44. (Devam) Esentepe ile Maltepe arasında klor miktarı açısından üç reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılmış

4 Reaktör olması durumunda									
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör	
		Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg
0	0	0	2.780	0	2.780	0	2.780	0	2.780
43	76.669	-0.04256	2.737	-0.04426	2.736	-0.04433	2.736	-0.04433	2.736
86	153.338	-0.04020	2.697	-0.04342	2.692	-0.04361	2.692	-0.04362	2.692
129	230.007	-0.03798	2.659	-0.04254	2.650	-0.04290	2.649	-0.04292	2.649
172	306.676	-0.03588	2.623	-0.04162	2.608	-0.04219	2.607	-0.04224	2.607
215	383.345	-0.03390	2.589	-0.04067	2.567	-0.04149	2.565	-0.04156	2.565
258	460.014	-0.03202	2.557	-0.03970	2.528	-0.04078	2.525	-0.04089	2.524
301	536.683	-0.03025	2.527	-0.03872	2.489	-0.04007	2.485	-0.04023	2.484
344	613.352	-0.02858	2.499	-0.03772	2.451	-0.03937	2.445	-0.03958	2.445
387	690.021	-0.02700	2.472	-0.03672	2.415	-0.03866	2.407	-0.03894	2.406
430	766.69	-0.02551	2.446	-0.03571	2.379	-0.03795	2.369	-0.03831	2.367
473	843.359	-0.02410	2.422	-0.03469	2.344	-0.03724	2.331	-0.03768	2.330
516	920.028	-0.02277	2.399	-0.03369	2.311	-0.03652	2.295	-0.03705	2.293
559	996.697	-0.02151	2.378	-0.03268	2.278	-0.03581	2.259	-0.03644	2.256
602	1073.366	-0.02032	2.357	-0.03169	2.246	-0.03510	2.224	-0.03583	2.220
645	1150.035	-0.01920	2.338	-0.03070	2.215	-0.03439	2.190	-0.03522	2.185
688	1226.704	-0.01813	2.320	-0.02973	2.186	-0.03367	2.156	-0.03462	2.151
731	1303.373	-0.01713	2.303	-0.02877	2.157	-0.03296	2.123	-0.03402	2.117
774	1380.042	-0.01618	2.287	-0.02783	2.129	-0.03225	2.091	-0.03343	2.083
817	1456.711	-0.01529	2.271	-0.02690	2.102	-0.03154	2.059	-0.03284	2.050
860	1533.38	-0.01444	2.257	-0.02599	2.076	-0.03084	2.028	-0.03226	2.018
903	1610.049	-0.01365	2.243	-0.02510	2.051	-0.03014	1.998	-0.03168	1.986
946	1686.718	-0.01289	2.231	-0.02423	2.027	-0.02944	1.969	-0.03111	1.955
989	1763.387	-0.01218	2.218	-0.02338	2.004	-0.02875	1.940	-0.03054	1.925
1032	1840.056	-0.01151	2.207	-0.02254	1.981	-0.02806	1.912	-0.02997	1.895
1075	1916.725	-0.01087	2.196	-0.02173	1.959	-0.02738	1.885	-0.02941	1.865
1118	1993.394	-0.01027	2.186	-0.02094	1.938	-0.02670	1.858	-0.02885	1.836
1161	2070.063	-0.00970	2.176	-0.02017	1.918	-0.02603	1.832	-0.02830	1.808
1204	2146.732	-0.00916	2.167	-0.01942	1.899	-0.02537	1.806	-0.02775	1.780
1247	2223.401	-0.00866	2.158	-0.01869	1.880	-0.02471	1.782	-0.02720	1.753
1290	2300.07	-0.00818	2.150	-0.01799	1.862	-0.02407	1.758	-0.02666	1.727
1333	2376.739	-0.00773	2.142	-0.01730	1.845	-0.02343	1.734	-0.02612	1.700
1376	2453.408	-0.00730	2.135	-0.01664	1.828	-0.02280	1.711	-0.02559	1.675
1419	2530.077	-0.00690	2.128	-0.01599	1.812	-0.02218	1.689	-0.02506	1.650
1462	2606.746	-0.00652	2.122	-0.01537	1.797	-0.02156	1.668	-0.02454	1.625
1505	2683.415	-0.00615	2.115	-0.01477	1.782	-0.02096	1.647	-0.02402	1.601
1548	2760.084	-0.00581	2.110	-0.01418	1.768	-0.02037	1.626	-0.02350	1.578
1591	2836.753	-0.00549	2.104	-0.01362	1.754	-0.01979	1.607	-0.02300	1.555
1634	2913.422	-0.00519	2.099	-0.01307	1.741	-0.01922	1.587	-0.02249	1.532
1677	2990.091	-0.00490	2.094	-0.01255	1.729	-0.01866	1.569	-0.02200	1.510
1720	3066.76	-0.00463	2.089	-0.01204	1.717	-0.01811	1.551	-0.02150	1.489
1763	3143.429	-0.00438	2.085	-0.01155	1.705	-0.01757	1.533	-0.02102	1.468

Şekil 6.45. Esentepe ile Maltepe arasında klor miktarı açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör	
		Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg
1806	3220.098	-0.00413	2.081	-0.01107	1.694	-0.01704	1.516	-0.02054	1.447
1849	3296.767	-0.00391	2.077	-0.01062	1.683	-0.01652	1.499	-0.02006	1.427
1892	3373.436	-0.00369	2.073	-0.01018	1.673	-0.01601	1.483	-0.01959	1.408
1935	3450.105	-0.00349	2.070	-0.00976	1.663	-0.01552	1.468	-0.01913	1.388
1978	3526.774	-0.00329	2.066	-0.00935	1.654	-0.01504	1.453	-0.01867	1.370
2021	3603.443	-0.00311	2.063	-0.00895	1.645	-0.01456	1.438	-0.01822	1.351
2064	3680.112	-0.00294	2.060	-0.00858	1.636	-0.01410	1.424	-0.01778	1.334
2107	3756.781	-0.00278	2.058	-0.00821	1.628	-0.01365	1.411	-0.01734	1.316
2150	3833.45	-0.00262	2.055	-0.00786	1.620	-0.01321	1.397	-0.01691	1.299
2193	3910.119	-0.00248	2.053	-0.00753	1.613	-0.01278	1.385	-0.01649	1.283
2236	3986.788	-0.00234	2.050	-0.00721	1.606	-0.01236	1.372	-0.01607	1.267
2279	4063.457	-0.00221	2.048	-0.00690	1.599	-0.01195	1.360	-0.01566	1.251
2322	4140.126	-0.00209	2.046	-0.00660	1.592	-0.01156	1.349	-0.01526	1.236
2365	4216.795	-0.00197	2.044	-0.00631	1.586	-0.01117	1.338	-0.01486	1.221
2408	4293.464	-0.00186	2.042	-0.00604	1.580	-0.01079	1.327	-0.01447	1.207
2451	4370.133	-0.00176	2.040	-0.00578	1.574	-0.01043	1.316	-0.01409	1.193
2494	4446.802	-0.00166	2.039	-0.00552	1.569	-0.01007	1.306	-0.01371	1.179
2537	4523.471	-0.00157	2.037	-0.00528	1.563	-0.00973	1.297	-0.01334	1.166
2580	4600.14	-0.00149	2.036	-0.00505	1.558	-0.00939	1.287	-0.01298	1.153
2623	4676.809	-0.00140	2.034	-0.00482	1.553	-0.00906	1.278	-0.01262	1.140
2666	4753.478	-0.00133	2.033	-0.00461	1.549	-0.00875	1.269	-0.01228	1.128
2709	4830.147	-0.00125	2.032	-0.00441	1.544	-0.00844	1.261	-0.01193	1.116
2752	4906.816	-0.00118	2.030	-0.00421	1.540	-0.00814	1.253	-0.01160	1.104
2795	4983.485	-0.00112	2.029	-0.00402	1.536	-0.00785	1.245	-0.01127	1.093
2838	5060.154	-0.00106	2.028	-0.00384	1.532	-0.00757	1.237	-0.01095	1.082
2881	5136.823	-0.00100	2.027	-0.00367	1.529	-0.00730	1.230	-0.01064	1.071
2924	5213.492	-0.00094	2.026	-0.00350	1.525	-0.00704	1.223	-0.01033	1.061
2967	5290.161	-0.00089	2.025	-0.00335	1.522	-0.00678	1.216	-0.01003	1.051
3010	5366.83	-0.00084	2.025	-0.00319	1.519	-0.00653	1.210	-0.00974	1.041
3053	5443.499	-0.00079	2.024	-0.00305	1.516	-0.00629	1.203	-0.00945	1.032
3096	5520.168	-0.00075	2.023	-0.00291	1.513	-0.00606	1.197	-0.00917	1.023
3139	5596.837	-0.00071	2.022	-0.00278	1.510	-0.00584	1.192	-0.00890	1.014
3182	5673.506	-0.00067	2.022	-0.00265	1.507	-0.00562	1.186	-0.00863	1.005
3225	5750.175	-0.00063	2.021	-0.00253	1.505	-0.00541	1.180	-0.00837	0.997
3268	5826.844	-0.00060	2.020	-0.00241	1.502	-0.00521	1.175	-0.00812	0.989
3311	5903.513	-0.00056	2.020	-0.00230	1.500	-0.00501	1.170	-0.00787	0.981
3354	5980.182	-0.00053	2.019	-0.00220	1.498	-0.00482	1.165	-0.00762	0.973
3397	6056.851	-0.00050	2.019	-0.00210	1.496	-0.00464	1.161	-0.00739	0.966
3440	6133.52	-0.00048	2.018	-0.00200	1.494	-0.00446	1.156	-0.00716	0.958

Şekil 6.45. (Devam) Esentepe ile Maltepe arasında klor miktarı açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör	
		Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg
3483	6210.189	-0.00045	2.018	-0.00191	1.492	-0.00429	1.152	-0.00693	0.952
3526	6286.858	-0.00043	2.017	-0.00182	1.490	-0.00413	1.148	-0.00672	0.945
3569	6363.527	-0.00040	2.017	-0.00173	1.488	-0.00397	1.144	-0.00650	0.938
3612	6440.196	-0.00038	2.017	-0.00165	1.487	-0.00382	1.140	-0.00630	0.932
3655	6516.865	-0.00036	2.016	-0.00158	1.485	-0.00367	1.136	-0.00610	0.926
3698	6593.534	-0.00034	2.016	-0.00150	1.483	-0.00353	1.133	-0.00590	0.920
3741	6670.203	-0.00032	2.016	-0.00143	1.482	-0.00339	1.130	-0.00571	0.914
3784	6746.872	-0.00030	2.015	-0.00137	1.481	-0.00326	1.126	-0.00552	0.909
3827	6823.541	-0.00029	2.015	-0.00130	1.479	-0.00313	1.123	-0.00534	0.903
3870	6900.21	-0.00027	2.015	-0.00124	1.478	-0.00300	1.120	-0.00517	0.898
3913	6976.879	-0.00025	2.015	-0.00118	1.477	-0.00289	1.117	-0.00500	0.893
3956	7053.548	-0.00024	2.014	-0.00113	1.476	-0.00277	1.114	-0.00483	0.888
3999	7130.217	-0.00023	2.014	-0.00107	1.475	-0.00266	1.112	-0.00467	0.884
4042	7206.886	-0.00021	2.014	-0.00102	1.474	-0.00255	1.109	-0.00452	0.879
4085	7283.555	-0.00020	2.014	-0.00097	1.473	-0.00245	1.107	-0.00436	0.875
4128	7360.224	-0.00019	2.013	-0.00093	1.472	-0.00235	1.104	-0.00422	0.871
4171	7436.893	-0.00018	2.013	-0.00088	1.471	-0.00226	1.102	-0.00407	0.867
4214	7513.562	-0.00017	2.013	-0.00084	1.470	-0.00217	1.100	-0.00394	0.863
4257	7590.231	-0.00016	2.013	-0.00080	1.469	-0.00208	1.098	-0.00380	0.859
4300	7666.9	-0.00015	2.013	-0.00076	1.468	-0.00200	1.096	-0.00367	0.855
									4 Reaktör

Şekil 6.45. (Devam) Esentepe ile Maltepe arasında klor miktarı açısından dört reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılmış



5 Reaktör olması durumunda											
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör		5.Reaktör	
		Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg
0	0	0	2.780	0	2.780	0	2.780	0	2.780	0	2.780
43	76.669	-0.04256	2.737	-0.04468	2.735	-0.04479	2.735	-0.04479	2.735	-0.04479	2.735
86	153.338	-0.03978	2.698	-0.04375	2.692	-0.04405	2.691	-0.04407	2.691	-0.04407	2.691
129	230.007	-0.03718	2.660	-0.04276	2.649	-0.04331	2.648	-0.04336	2.648	-0.04336	2.648
172	306.676	-0.03475	2.626	-0.04170	2.607	-0.04257	2.605	-0.04266	2.605	-0.04266	2.605
215	383.345	-0.03249	2.593	-0.04060	2.567	-0.04182	2.563	-0.04196	2.563	-0.04198	2.563
258	460.014	-0.03037	2.563	-0.03947	2.527	-0.04106	2.522	-0.04127	2.522	-0.04130	2.522
301	536.683	-0.02838	2.534	-0.03831	2.489	-0.04030	2.482	-0.04059	2.481	-0.04063	2.481
344	613.352	-0.02653	2.508	-0.03714	2.452	-0.03952	2.443	-0.03992	2.441	-0.03997	2.441
387	690.021	-0.02480	2.483	-0.03595	2.416	-0.03874	2.404	-0.03925	2.402	-0.03932	2.402
430	766.69	-0.02318	2.460	-0.03476	2.381	-0.03795	2.366	-0.03858	2.364	-0.03869	2.363
473	843.359	-0.02167	2.438	-0.03358	2.347	-0.03715	2.329	-0.03792	2.326	-0.03805	2.325
516	920.028	-0.02025	2.418	-0.03240	2.315	-0.03634	2.292	-0.03726	2.288	-0.03743	2.288
559	996.697	-0.01893	2.399	-0.03123	2.284	-0.03553	2.257	-0.03660	2.252	-0.03682	2.251
602	1073.366	-0.01769	2.381	-0.03007	2.254	-0.03471	2.222	-0.03595	2.216	-0.03621	2.215
645	1150.035	-0.01654	2.365	-0.02894	2.225	-0.03389	2.188	-0.03530	2.181	-0.03561	2.179
688	1226.704	-0.01546	2.349	-0.02782	2.197	-0.03307	2.155	-0.03464	2.146	-0.03502	2.144
731	1303.373	-0.01445	2.335	-0.02673	2.170	-0.03225	2.123	-0.03399	2.112	-0.03443	2.110
774	1380.042	-0.01351	2.321	-0.02566	2.144	-0.03142	2.092	-0.03335	2.079	-0.03385	2.076
817	1456.711	-0.01263	2.309	-0.02461	2.120	-0.03060	2.061	-0.03270	2.046	-0.03327	2.043
860	1533.38	-0.01180	2.297	-0.02360	2.096	-0.02978	2.031	-0.03205	2.014	-0.03270	2.010
903	1610.049	-0.01103	2.286	-0.02261	2.074	-0.02897	2.002	-0.03141	1.982	-0.03214	1.978
946	1686.718	-0.01031	2.276	-0.02165	2.052	-0.02816	1.974	-0.03076	1.952	-0.03158	1.946
989	1763.387	-0.00964	2.266	-0.02072	2.031	-0.02736	1.947	-0.03012	1.921	-0.03102	1.915
1032	1840.056	-0.00901	2.257	-0.01981	2.011	-0.02656	1.920	-0.02948	1.892	-0.03047	1.885
1075	1916.725	-0.00842	2.249	-0.01894	1.993	-0.02577	1.894	-0.02885	1.863	-0.02992	1.855
1118	1993.394	-0.00787	2.241	-0.01810	1.974	-0.02500	1.869	-0.02821	1.835	-0.02938	1.825
1161	2070.063	-0.00736	2.233	-0.01728	1.957	-0.02423	1.845	-0.02758	1.807	-0.02884	1.796
1204	2146.732	-0.00688	2.227	-0.01650	1.941	-0.02347	1.822	-0.02695	1.780	-0.02830	1.768
1247	2223.401	-0.00643	2.220	-0.01574	1.925	-0.02273	1.799	-0.02633	1.754	-0.02777	1.740
1290	2300.07	-0.00601	2.214	-0.01502	1.910	-0.02199	1.777	-0.02571	1.728	-0.02724	1.713
1333	2376.739	-0.00562	2.208	-0.01432	1.896	-0.02127	1.756	-0.02510	1.703	-0.02672	1.686
1376	2453.408	-0.00525	2.203	-0.01364	1.882	-0.02057	1.735	-0.02448	1.679	-0.02620	1.660
1419	2530.077	-0.00491	2.198	-0.01300	1.869	-0.01987	1.715	-0.02388	1.655	-0.02568	1.635
1462	2606.746	-0.00459	2.194	-0.01238	1.857	-0.01919	1.696	-0.02328	1.632	-0.02517	1.609
1505	2683.415	-0.00429	2.189	-0.01179	1.845	-0.01853	1.677	-0.02269	1.609	-0.02466	1.585
1548	2760.084	-0.00401	2.185	-0.01122	1.834	-0.01788	1.660	-0.02210	1.587	-0.02415	1.561
1591	2836.753	-0.00375	2.182	-0.01067	1.823	-0.01725	1.642	-0.02152	1.565	-0.02365	1.537
1634	2913.422	-0.00350	2.178	-0.01015	1.813	-0.01663	1.626	-0.02094	1.544	-0.02315	1.514
1677	2990.091	-0.00327	2.175	-0.00965	1.803	-0.01602	1.610	-0.02038	1.524	-0.02266	1.491
1720	3066.76	-0.00306	2.172	-0.00917	1.794	-0.01544	1.594	-0.01982	1.504	-0.02217	1.469
1763	3143.429	-0.00286	2.169	-0.00872	1.785	-0.01487	1.579	-0.01927	1.485	-0.02169	1.447

Şekil 6.46. Esentepe ile Maltepe arasında klor miktarı açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör		5.Reaktör	
		Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg
1806	3220.098	-0.00267	2.166	-0.00828	1.777	-0.01431	1.565	-0.01873	1.466	-0.02121	1.426
1849	3296.767	-0.00250	2.164	-0.00787	1.769	-0.01377	1.551	-0.01819	1.448	-0.02073	1.405
1892	3373.436	-0.00234	2.162	-0.00747	1.762	-0.01324	1.538	-0.01767	1.430	-0.02026	1.385
1935	3450.105	-0.00218	2.159	-0.00709	1.754	-0.01273	1.525	-0.01715	1.413	-0.01980	1.365
1978	3526.774	-0.00204	2.157	-0.00673	1.748	-0.01224	1.513	-0.01664	1.397	-0.01934	1.346
2021	3603.443	-0.00191	2.155	-0.00639	1.741	-0.01176	1.501	-0.01614	1.380	-0.01888	1.327
2064	3680.112	-0.00178	2.154	-0.00606	1.735	-0.01129	1.490	-0.01565	1.365	-0.01843	1.309
2107	3756.781	-0.00167	2.152	-0.00575	1.730	-0.01084	1.479	-0.01517	1.350	-0.01798	1.291
2150	3833.45	-0.00156	2.150	-0.00545	1.724	-0.01041	1.469	-0.01470	1.335	-0.01755	1.273
2193	3910.119	-0.00146	2.149	-0.00517	1.719	-0.00999	1.459	-0.01424	1.321	-0.01711	1.256
2236	3986.788	-0.00136	2.148	-0.00490	1.714	-0.00958	1.449	-0.01379	1.307	-0.01668	1.239
2279	4063.457	-0.00127	2.146	-0.00464	1.709	-0.00919	1.440	-0.01335	1.294	-0.01626	1.223
2322	4140.126	-0.00119	2.145	-0.00440	1.705	-0.00881	1.431	-0.01292	1.281	-0.01585	1.207
2365	4216.795	-0.00111	2.144	-0.00417	1.701	-0.00844	1.423	-0.01250	1.268	-0.01544	1.192
2408	4293.464	-0.00104	2.143	-0.00395	1.697	-0.00809	1.415	-0.01208	1.256	-0.01503	1.177
2451	4370.133	-0.00097	2.142	-0.00374	1.693	-0.00774	1.407	-0.01168	1.244	-0.01463	1.162
2494	4446.802	-0.00091	2.141	-0.00354	1.690	-0.00742	1.400	-0.01129	1.233	-0.01424	1.148
2537	4523.471	-0.00085	2.140	-0.00335	1.686	-0.00710	1.392	-0.01091	1.222	-0.01386	1.134
2580	4600.14	-0.00079	2.139	-0.00317	1.683	-0.00679	1.386	-0.01054	1.212	-0.01348	1.120
2623	4676.809	-0.00074	2.139	-0.00300	1.680	-0.00650	1.379	-0.01017	1.201	-0.01311	1.107
2666	4753.478	-0.00069	2.138	-0.00284	1.677	-0.00622	1.373	-0.00982	1.192	-0.01274	1.095
2709	4830.147	-0.00065	2.137	-0.00269	1.675	-0.00595	1.367	-0.00948	1.182	-0.01239	1.082
2752	4906.816	-0.00061	2.137	-0.00254	1.672	-0.00569	1.361	-0.00914	1.173	-0.01203	1.070
2795	4983.485	-0.00057	2.136	-0.00240	1.670	-0.00543	1.356	-0.00882	1.164	-0.01169	1.059
2838	5060.154	-0.00053	2.136	-0.00227	1.667	-0.00519	1.351	-0.00850	1.156	-0.01135	1.047
2881	5136.823	-0.00049	2.135	-0.00215	1.665	-0.00496	1.346	-0.00819	1.147	-0.01102	1.036
2924	5213.492	-0.00046	2.135	-0.00203	1.663	-0.00474	1.341	-0.00790	1.140	-0.01069	1.025
2967	5290.161	-0.00043	2.134	-0.00192	1.661	-0.00453	1.336	-0.00761	1.132	-0.01038	1.015
3010	5366.83	-0.00040	2.134	-0.00182	1.659	-0.00432	1.332	-0.00733	1.125	-0.01006	1.005
3053	5443.499	-0.00038	2.133	-0.00172	1.658	-0.00412	1.328	-0.00705	1.118	-0.00976	0.995
3096	5520.168	-0.00035	2.133	-0.00162	1.656	-0.00394	1.324	-0.00679	1.111	-0.00946	0.986
3139	5596.837	-0.00033	2.133	-0.00153	1.655	-0.00376	1.320	-0.00653	1.104	-0.00917	0.977
3182	5673.506	-0.00031	2.132	-0.00145	1.653	-0.00358	1.317	-0.00629	1.098	-0.00889	0.968
3225	5750.175	-0.00029	2.132	-0.00137	1.652	-0.00342	1.313	-0.00605	1.092	-0.00861	0.959
3268	5826.844	-0.00027	2.132	-0.00129	1.650	-0.00326	1.310	-0.00582	1.086	-0.00834	0.951
3311	5903.513	-0.00025	2.132	-0.00122	1.649	-0.00311	1.307	-0.00559	1.081	-0.00807	0.943
3354	5980.182	-0.00024	2.131	-0.00115	1.648	-0.00296	1.304	-0.00537	1.075	-0.00781	0.935
3397	6056.851	-0.00022	2.131	-0.00109	1.647	-0.00282	1.301	-0.00516	1.070	-0.00756	0.927
3440	6133.52	-0.00021	2.131	-0.00103	1.646	-0.00269	1.298	-0.00496	1.065	-0.00732	0.920

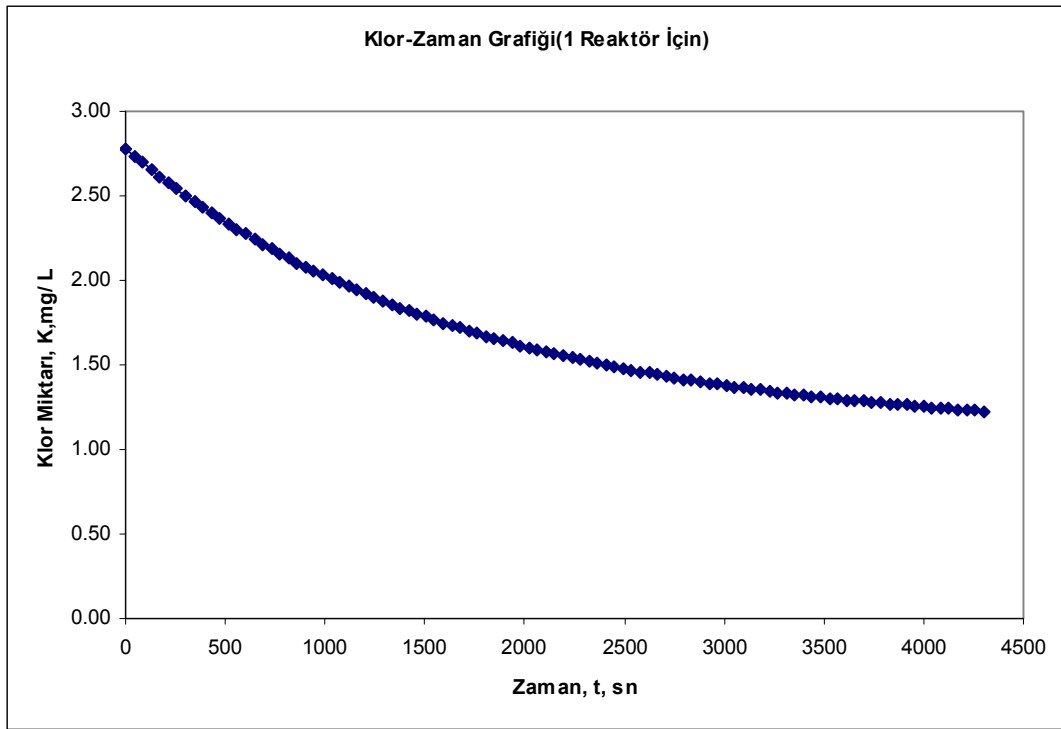
Şekil 6.46. (Devam) Esentepe ile Maltepe arasında klor miktarı açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması



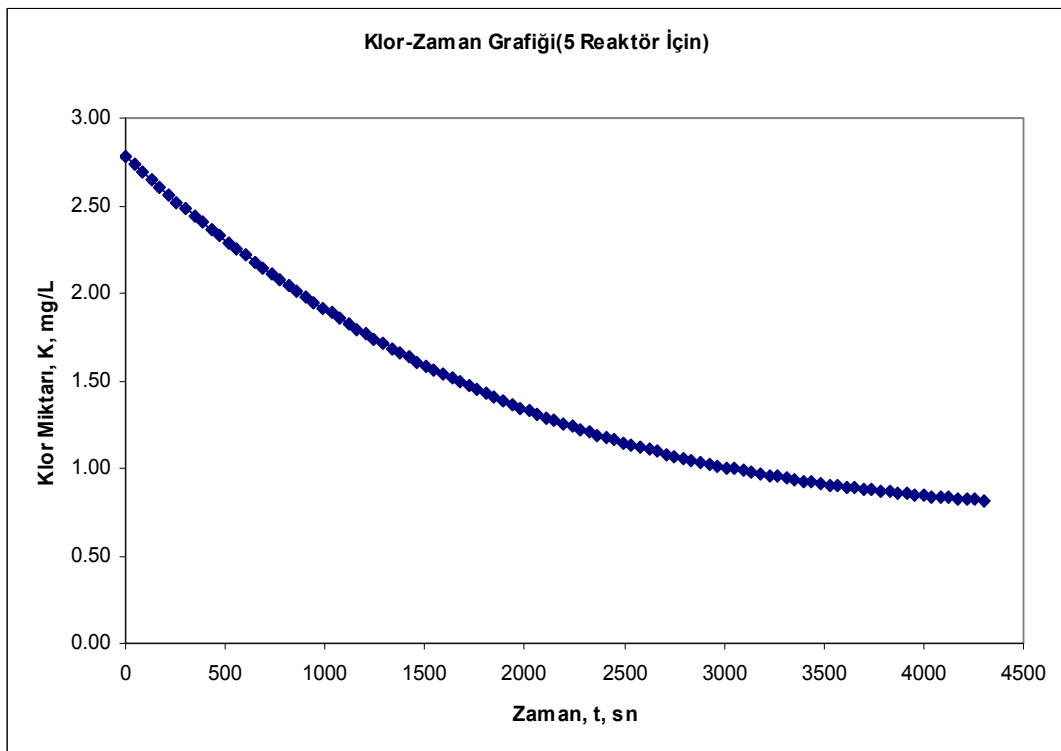
t (sn)	X (m)	1.Reaktör		2.Reaktör		3.Reaktör		4.Reaktör		5.Reaktör	
		Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg	Dm	Kg
3483	6210.189	-0.00019	2.131	-0.00097	1.645	-0.00256	1.296	-0.00477	1.060	-0.00708	0.913
3526	6286.858	-0.00018	2.131	-0.00092	1.644	-0.00244	1.293	-0.00458	1.056	-0.00684	0.906
3569	6363.527	-0.00017	2.130	-0.00086	1.643	-0.00233	1.291	-0.00439	1.051	-0.00662	0.899
3612	6440.196	-0.00016	2.130	-0.00082	1.642	-0.00221	1.289	-0.00422	1.047	-0.00640	0.893
3655	6516.865	-0.00015	2.130	-0.00077	1.642	-0.00211	1.287	-0.00405	1.043	-0.00618	0.887
3698	6593.534	-0.00014	2.130	-0.00073	1.641	-0.00201	1.285	-0.00388	1.039	-0.00597	0.881
3741	6670.203	-0.00013	2.130	-0.00069	1.640	-0.00191	1.283	-0.00373	1.035	-0.00577	0.875
3784	6746.872	-0.00012	2.130	-0.00065	1.640	-0.00182	1.281	-0.00357	1.032	-0.00557	0.870
3827	6823.541	-0.00011	2.130	-0.00061	1.639	-0.00173	1.279	-0.00343	1.028	-0.00538	0.864
3870	6900.21	-0.00010	2.130	-0.00058	1.638	-0.00165	1.278	-0.00329	1.025	-0.00519	0.859
3913	6976.879	-0.00010	2.129	-0.00054	1.638	-0.00157	1.276	-0.00315	1.022	-0.00501	0.854
3956	7053.548	-0.00009	2.129	-0.00051	1.637	-0.00149	1.275	-0.00302	1.019	-0.00483	0.849
3999	7130.217	-0.00009	2.129	-0.00048	1.637	-0.00142	1.273	-0.00289	1.016	-0.00466	0.845
4042	7206.886	-0.00008	2.129	-0.00046	1.636	-0.00135	1.272	-0.00277	1.013	-0.00450	0.840
4085	7283.555	-0.00007	2.129	-0.00043	1.636	-0.00128	1.271	-0.00265	1.011	-0.00433	0.836
4128	7360.224	-0.00007	2.129	-0.00040	1.636	-0.00122	1.269	-0.00254	1.008	-0.00418	0.832
4171	7436.893	-0.00007	2.129	-0.00038	1.635	-0.00116	1.268	-0.00243	1.006	-0.00403	0.828
4214	7513.562	-0.00006	2.129	-0.00036	1.635	-0.00110	1.267	-0.00233	1.003	-0.00388	0.824
4257	7590.231	-0.00006	2.129	-0.00034	1.634	-0.00104	1.266	-0.00223	1.001	-0.00374	0.820
4300	7666.9	-0.00005	2.129	-0.00032	1.634	-0.00099	1.265	-0.00213	0.999	-0.00360	0.816
											5 Reaktör

Şekil 6.46. (Devam) Esentepe ile Maltepe arasında klor miktarı açısından beş reaktör durumuna göre Excel programında modelleme yapılması

Reaktör sayısını arttırarak klor miktarının birim zamandaki tüketim hızının artmış olduğu gözlemlenmektedir. Bir reaktör ve beş reaktör durumuna göre klor miktarının zamanla değişimi aşağıda Şekil 6.47 ve Şekil 6.48’de gösterilmiştir.



Şekil 6.47. Esentepe ile Maltepe arasında klor miktarının bir reaktör durumuna göre zamanla değişimi



Şekil 6.48. Esentepe ile Maltepe arasında klor miktarının bir reaktör durumuna göre zamanla değişimi

## BÖLÜM 7. SONUÇLAR

Bu çalışma Adapazarı'na içmesuyu sağlayan Sapanca gölü içerisinde bulunan su alma yapıları, isale hatları ve depolarda meydana gelen bazı problemleri bilimsel olarak incelemek ve uygun çözümler geliştirmek üzere gerçekleştirilmiştir. İlgili tesislerde gözlemlenen problemler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1- Göl içerisinde bulunan su alma yapıları üzerinde yüksek seviyede biyofilm tabakası oluşmuştur. Bununla birlikte diğer organizmalarında örneğin midye ve yosun gibi canlıların birikim yaptığı gözlemlenmiştir. Bu birikimler alınan su debisini azaltmaktadır. Bu gözlemler ilgili dalgıç videoları ile tespit edilmiştir.

2- Su alma yapısından alınan su keson kuyulara nakledilmektedir. Ancak, suyla birlikte organik maddeler ve farklı canlılar da taşındığı için keson kuyularda canlı oluşumu gözlemlenmiştir. Bu durum doğal olarak su kalitesini düşürmektedir.

3-Keson kuyulardaki suyun içerisinde canlı bulunması, pompaların basma verimlerini olumsuz olarak etkilemektedir. Bir yanda ekonomik ömrü azalırken, bir yanda da basılan su miktarı düşürmektedir.

4-Keson kuyulardan basılan su doğal olarak ulaştığı ilk depoda da (Esentepe Deposu) problemlere neden olmaktadır. Bu problemlerin başında depo içerisinde biyofilm oluşması, midye ve benzeri canlıların çoğalması ve ayrıca kil gibi maddelerin birikim yapması şeklinde özetlenebilir.

5-Depo içerisindeki suyun koku ve tat problemi olduğu da yapılan çalışma esnasında izlenmiştir.

6-Bu birikimler nedeniyle Esentepe’de yapılan ön klorlama işleminin çok daha fazla maliyetli olmaktadır.

7-Fazla miktarlarda verilen klor organik madde ile reaksiyona girerek dezenfeksiyon yan ürünlerini oluşmasına neden olmaktadır.

Bu çalışma çerçevesinde dezenfeksiyon işleminin sadece Esentepe deposunda yapılması yerine, su alma yapısında başlayarak yapılması ve keson kuyularda da bir miktar klorlama yapılması şeklinde bir hipotez kuruldu. Su alma yapısı ile keson kuyular veya keson kuyu ile esentepe’deki depo arasındaki boruların birer reaktör olarak kabul edildiler. Bu reaktörler içerisinde gerçekleşen reaksiyonların modellenmesi sonucu bu noktalarda verilecek klor miktarları belirlenmiş ve gerçek tesiste uygulanmıştır. Esentepe’deki depoda daha önceden verilen yüksek klor miktarının düşürülmesi de bu çalışma ile sağlanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

1-Su alma yapısında yapılan klorlama işlemi sayesinde biyofilm oluşumu ve diğer canlıların birikimi engellenmiştir.

2-Buradan alınan su içerisinde 800 ems/100 mL giriş konsantrasyonu olan koliform miktarı keson kuyulara ulaştığında 500 ems/100 mL civarına düşmektedir. Keson kuyudaki mikroorganizma konsantrasyonu model ile tahmin edilmiş ve deneylerle teyit edilmiştir.

3-Bu klorlama sonucunda keson kuyuda görülen canlı birikimi veya biyofilm oluşumu da giderilmiştir.

4-Keson kuyuda herhangi bir klorlama yapılmamaktadır. Bu nedenle suda bulunan bakiye klor miktarı ile suda bulunan mikroorganizmalar Keson kuyu-Esentepe hattında bir miktar daha giderilmektedir..

5-Esentepe'deki depoda canlı oluşumu gibi problemlerde benzer şekilde minimize edilmiştir. Canlı oluşumunun minimize edilmesi depo temizliği maliyetlerine de yansımıştır.

6-Esentepe'ye gelen sudaki mikroorganizma miktarı 200 ems/100 mL civarına ulaşmaktadır. Bu verilerde model ile tahmin edilebilmiştir.

7-Model kullanılarak, giriş suyunda bulunan koliform bakterilerin miktarlarının değişmesi halinde verilecek klor miktarının ne kadar değişeceği, ve giriş konsantrasyonun bağlı olarak keson kuyuda veya Esentepe'de çıkış suyundaki konsantrasyon değerleri tahmin edilebilmektedir.

8-Bu modelleme çalışması ile Esentepe'de verilen klor miktarının çok fazla olduğu anlaşılmıştır. Bu miktar 18 kg/m<sup>3</sup> seviyesinden 12 kg civarına çekilmiştir. Bu değişiklik su kalitesinde herhangi bir negatif etkiye neden olmamıştır. Aksine fazla klor miktarının neden olacağı koku, tat ve dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşumum gibi problemleri minimize etmiştir.

9-Esentepe'de verilen klor miktarının azaltılması maliyetlerin düşmesine neden olmuştur. Buna karşılık su alma yapısında klor verilmesi maliyet bir miktar arttırmıştır. Bu iki işleme arasındaki fark kuruma net bir tasarruf sağlamıştır.

10-Ön klorlamanın ihtiyaç duyulduğu uzun isale hatlarında verilecek klor miktarının kontrolü için birçok noktadan numune almak yerine oluşturulan modelle min. sayıda kritik noktalardan numune alımı sağlanmış olacaktır. Bu uygulamada maliyetleri düşürecektir.

11-Benzer çalışma şebekelerde de yapılarak uygun klor optimizasyonuna gidilmelidir.

## KAYNAKLAR

- [1] UÇANER, M.E., ÖZDEMİR, O-N., Genetik Algoritmalar ile İçmesuyu Şebekelerinde Ek Klorlama Optimizasyonu, Cilt 17, No 4, sf.157-170, 2002
- [2] OĞUR, R., TEKBAŞ ,Ö.F., HASDE, M., İçme ve Kullanma Sularının Klorlanması ,sf. 1-21, Ankara , 2004
- [3] MUSLU, Y., Su temini ve Çevre Sağlığı, Su Vakfı Yayınları, sf.186-227,İstanbul,2005
- [4] ADASU İçmesuyu Dairesi Başkanlığı Arşivi, ADASU Planlama ve Yatırım Dairesi Başkanlığı Arşivi
- [5] İller Bankası Arşivi, Klor Dezenfeksiyonu Çeşitleri
- [6] KARADAĞLI, F., Matematiksel Modelleme Ders Notları,Sakarya Üniversitesi, 2006
- [7] KÜÇÜKGÜL, E.Y., ÖZDAĞLAR, D., İçmesuyunda Agresivitenin Saptanması ve Şebekede Korozyonun Önlenmesi, DEÜ Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt 6, No 3, 19-39, 2004
- [8] AKDEMİR, A., Su Temini Proje Dersi Ders Notları, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, 2008
- [9] SCOTT, S.K ., Chemical Kinetics of Complex Systems
- [10] GÜLER,Ç .,ÇOBANOĞLU, Z., Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi no:12
- [11] ÇOBANOĞLU ,B ., Yeşil Tehlike Klor no:7,2005
- [12] KAYABEK, Y., Kloramin Uygulaması,sf. 1-11, DrYK Danışmanlık
- [13] ALKAN, U., TEKSOY, A., ACAR, Ö., İçme suyu şebekesinde bakteriyel yeniden çoğalmayı etkileyen faktörlerin belirlenmesi, , itü dergisi /e su kirlenmesi kontrolü Cilt:15, Sayı:1-3,sf. 43-55,İstanbul, 2005
- [14] www.kimyaevi.com,Dezenfeksiyon, Mart 2009



- [15] TÜRKOĞAN, F., İ., 2008, Su Getirme ve Kanalizasyon Uygulamaları, Su Vakfı, İstanbul
- [16] KARPUZCU, M., 1985, Su Temini ve Çevre Sağlığı, İTÜ Yayını, İstanbul
- [17] EROĞLU, V., Su Tasviyesi, İTÜ Yayını, İstanbul,sf. 248-258

## ÖZGEÇMİŞ

Alper Tunga BOZKURT, 21.01.1984 de Trabzon' da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Rize'nin Çayeli ilçesinde tamamladı. 2000 yılında Çayeli Vakıfbank Lisesinden mezun oldu. 2001 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümüne girdi ve 2006 yılında mezun oldu..Aynı zamanda çift anadal uygulaması ile 2003 yılında okumaya hak kazandığı İnşaat Mühendisliğinden de 2007 yılında mezun oldu.2006 – 2008 yılları arasında Sakarya Su ve Kanalizasyon İdaresinde mühendis olarak çalıştı. Bu süre içerisinde kurumun yeni içmesuyu projeleri yanı sıra içmesuyu bakım ve onarım ekipleri yönetiminde de aktif rol aldı. Şu anda Sakarya Su ve Kanalizasyon İdaresinde İletim Hatları Şube Müdürü olarak görev yapmaktadır.