

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN MEMARLIQ VƏ İNŞAAT UNİVERSİTETİ

Əlyazması hüququnda

ABDULLAH YINANÇ ALİ oğlu

FƏALİYYƏTDƏ OLAN BÖYÜK UZUNLUQLU ÇİRKLI SU
APARAN KANALLARDA ÖZ-ÖZÜNÜ TƏMİZLƏMƏ PROSESİNİN
İNTENSİVLƏŞDİRİLMƏSİ MƏSƏLƏLƏRİNİN TƏDQIQI

İxtisas: 05.23.04 –Su təchizatı, kanalizasiya, su ehtiyatlarının mühafizəsinin
tikinti sistemləri

Texnika elmləri namizədi alimlik dərəcəsi almaq üçün

D İ S S E R T A S İ Y A

Elmi rəhbər: Texnika elmləri doktoru,
professor H.O. OCAQOV

BAKİ - 2009

İXTİSARLARIN SİYAHISI

AB	-	Avropa Birliyi
ABŞ	-	Amerika Birləşmiş Ştatları
AM/AKM	-	Asılı qatı maddə
BA	-	Bioloji təmizləmə qurğusu
OBT/OBT	-	Oksigenə bioloji tələbat
OBT ₅ /OBT	-	Oksigenə 5 günlük bioloji tələbat
C	-	Karbon
OKT/OKT	-	Oksigenə kimyəvi tələbat
DO	-	Udulmuş Oksigen
DWF	-	Quru hava axını
AİB	-	Avropa İqtisadi Birliyi
EM	-	Yetkin mikroorqanizm
GC	-	Qaz xromotoqrafiyası
HRT	-	Hidravlik təmas müddəti
İSKİ	-	İstanbul Su kanalizasiya İdarəsi
JİS	-	Yapon Sənaye Standartı
MLSS	-	(Aktiv lili) Asılı qatı maddələr
MLVSS	-	Qarışıq həcmdəki asılı qatı maddələr
ÖA/MT	-	Mexaniki təmizləmə qurğusu
PVÇ	-	Plastik boru
SKKY	-	Su kirliliyi Nəzarət Təlimatnaməsi
SM	-	Standart Metod
SRB	-	Kemo orqano hetetroflar
SS	-	Asılı qatı maddələr
TN	-	Toplam nitrogen
TSS	-	Toplam asılı qatı maddələr
VSS	-	Asılı qatı maddələr həcmi
TVS	-	Asılı qatı maddələr həcmi

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ		5
FƏSİL 1. ŞƏHƏR TULLANTI SULARININ YARATDIQLARI PROBLEMLƏR VƏ MÖVCUD TƏMİZLƏMƏ SİSTEMLƏRİNİN TƏHLİLİ.....		8
1.1.	Türkiyə Respublikasında problemin müasir vəziyyəti.....	8
1.2.	Avropada fəaliyyətdə olan tullantı sistemləri və problemin müasir vəziyyəti.....	13
1.3.	Şəhər tullantı sularının keyfiyyət göstəricilərinin təhlili.....	17
1.4.	Şəhər tullantı sularını təmizləmək üçün tətbiq edilən texnoloji sxemlər.....	19
1.5.	Tullantı suyunu təmizləyən sistemlərdə qarşıya çıxan problemlər və onların təhlili.....	30
1.5.1.	Ümumi problemlər ...	30
1.5.2.	Sistemlərə aid problemlər	34
1.6.	Kollektor və təmizləyici qurğularda EM-dən istifadə.....	35
1.7.	Tullantı sularını təmizləyən müəssisələrin iqtisadi göstəricilərinin təhlili.....	36
FƏSİL 2. KANALİZASIYA BORU VƏ KOLLEKTORLARINDA TULLANTI SULARININ ÖZ-ÖZÜNƏ TƏMİZLƏNMƏSİNƏ AID APARILMIŞ ELMİ İŞLƏRİN TƏHLİLİ.....		43
2.1.	Kanalizasiya sistemlərinin xüsusiyyətləri.....	43
2.2.	Kanalizasiya sistemlərində axın zamanı tullantı suyunda gedən proseslərin tədqiqi.....	45
2.3.	Kanalda çirkli suların təmizləmə prosesinin ilkin tədqiqatlarının nəticələrinin təhlili.....	60
FƏSİL 3. KOLLEKTOR VƏ KANALLARDA BİOLOJİ PƏRDƏNİN YARANMASININ TƏDQIQI.....		66
3.1.	Bioloji pərdənin quruluşu.....	66

3.2.	Bioloji pərdənin kanalizasiya sistemi divarları boyunca paylanması.....	67
3.3.	Bioloji pərdənin qalınlığı.....	69
3.4.	Tullantı sularının kanalda təmizlənməsinin nəzəri tədqiqi.....	71
3.5.	Kanalda gedən aerob və anaerob öz-özünə təmizlənmə proseslərinin nəzəri əsasları.....	79
3.5.1.	Aerob öz-özünə təmizlənmə.....	79
3.5.2.	Anaerob öz-özünə təmizlənmə.....	82
FƏSİL 4.	KANAL VƏ BORULARDA TULLANTI SUYUNUN İLKİN TƏMİZLƏNMƏ DƏRƏCƏSİNİN TƏDQIQI VƏ ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN TƏHLİLİ.....	83
4.1.	Tədqiqatların aparılma metodikası və laboratoriya təcrübə modelinin təsviri.....	83
4.2.	Laboratoriya tədqiqatlarının nəticələrinin təhlili.....	90
4.3.	İstanbul kollektor xətləri və tullantı su təmizləmə mərkəzlərinin tədqiqi.....	98
4.4.	İstehsalat şəraitində tullantı sularının təbii təmizlənməsi prosesinin tədqiqi.....	98
4.4.1.	İstanbul Tuzla kollektor xəttində aparılmış tədqiqatların nəticələrinin təhlili.....	100
4.4.2.	Kozan kanalizasiya sistemində aparılmış tədqiqatların nəticələrinin təhlili.....	110
4.5.	Metodun istehsalata tətbiqi və texniki-iqtisadi əsaslandırılması	119
	NƏTİCƏLƏR VƏ TƏKLİFLƏR.....	123
	İSTİFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYAT.....	127
	ƏLAVƏLƏR.....	137

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı. Yaşayış məntəqələri və sənaye müəssisələrinin tullantı sularının təmizlənməsində tətbiq olunan əməliyyatlar mütəmadi olaraq inkişaf etməkdə və dəyişməkdədir. Bu əməliyyatlardan hər hansının tətbiq olunacağına müəyyən edilməsi tullantı sularının xarakteristikasının düzgün təyin edilməsi ilə bağlıdır. Xüsusilə tərkiblərindəki mexaniki və üzvi qarışıqların təbiətinin dəyişməsi baxımından tullantı sularının müasir tələblər səviyyəsində təmizlənməsi üçün yeni metodların və texnoloji sxemlərin yaradılması bu sahədə gündəlikdə duran və öz həllini gözləyən problemlərdən biridir.

Keçən əsrin sonuncu 10 illiyindən başlayaraq tullantı sularının toplanması, nəql etdirilməsi, təmizlənməsi və təmizlənmiş suyun axıdıldığı sistemlərin qarşılıqlı əlaqədə olması, bu əlaqədən yaranmış keyfiyyət dəyişiklikləri və onlardan optimal istifadə edilməsi yollarının araşdırılması yetərli təmiz və tullantı su strategiyasının olmadığı qənaətinə meydana gətirmişdir [85]. Ortaya çıxan yeni durum isə tullantı su sistemləri ilə təmizlənmiş suyu qəbul edən sistemlər arasındakı əlaqələrin tam halda araşdırılaraq təhlil edilməsi fikrini ortaya çıxarmışdır. Bu çərçivədə tullantı sularını toplayan və təmizləyən sistemlərin birlikdə araşdırılaraq qarşılıqlı əlaqələrin tullantı su təsərrüfatı strategiyası baxımından təhlili də böyük əhəmiyyətə malikdir [3]. Yaşayış məntəqələrinin tullantı su sistemlərinin bütöv halda təhlil olunub layihələndirilməsi daha münasib, real və ucuz həll yollarının aşkar edilməsinə imkan yarada bilər [47].

Hazırda təsərrüfat-məişət və istehsalat tullantı sularını təmizləmək üçün tətbiq edilən texnoloji sxemlər suyun mexaniki, fiziki-kimyəvi və bioloji təmizlənməsi proseslərini özündə əks etdirir [48]. Növündən asılı olmayaraq bu sxemlərə daxil olan qurğulara tullantı suları boru, yaxud kanal sistemləri vasitəsilə çatdırılır. Tullantı sularını təmizləyici sistemlərə nəql etdirən boru və kanalların uzunluğu kilometrərlə ölçüldüyündən suyun onlardan keçmə müddəti bəzən 5-6 saata çatır. Klassik fəal lil sistemlərindəki qıcqırma çənlərində orta gözləmə müddətinin 4-6 saat olduğunu nəzərə alsaq bu müddətdə axında gedən müxtəlif

fiziki, kimyəvi və bioloji proseslərin suyun tərkibindəki çirkləndirici qarışıqların keyfiyyət və kəmiyyət dəyişikliklərinə əhəmiyyətli təsir edəcəyinə şübhə etməmək olar. Xüsusən də ən kəsiyi tam dolmamış axıtma sistemlərində OBT₅ yox olur və üzvi maddələrin bir hissəsi təmizləmə sisteminə daxil olmadan minerallaşır. Basqı altında işləyən axıtma sistemlərində isə anaerob prosesin hakim olması qoxu (sulfid əmələ gəlməsi ilə bağlı olaraq), beton və polad boruların korroziyası və insan sağlamlığı üçün bir sıra problemlər yaradır [42]. Təəssüf ki, hazırkı dövrdə tullantı sularının təmizlənməsi üçün texnoloji sxem seçildikdə və layihələndirmə işləri aparıldıqda bu dəyişikliklər nəzərə alınmır. Mövcud təmizləmə sistemlərində yenidənqurma işlərinin və yeni təmizləmə sistemlərinin layihələndirilməsində boru və kanallarda gedən keyfiyyət dəyişikliklərinin nəzərə alınması texnoloji sxemin sadələşdirilməsi və istismarın asanlaşdırılmasına, bu da son nəticədə ekoloji və iqtisadi amillərin yaxşılaşdırılmasına səbəb olar [45].

Tədqiqatların məqsəd və vəzifələri tullantı sularını nəql etdirən böyük uzunluğa malik boru və kanallarda gedən öz-özünə təmizlənmə prosesini elmi araşdırmaq və bu prosesi sürətləndirmək üçün müvafiq bioloji müdaxilə üsullarını və axının optimal hidravlik parametrlərini tədqiq edərək dəqiqləşdirmək, layihələndirmə işlərində tətbiq etmək üçün tövsiyələr hazırlamaqdır.

İşin elmi yeniliyi:

- ilk dəfə olaraq diametri 700 mm-dən böyük olan boru və kanallarda uzun məsafə keçən tullantı sularında baş verən keyfiyyət dəyişiklikləri tədqiq edilmişdir;

- tullantı sularını toplayan sistemdə kollektorun uzunluğu, ölçüləri və axının sürətindən asılı olaraq «kollektor yığıma həcmi və gözləmə zamanı», kanal xətti üçün «hərəkət tutumu/ layihə tutumu nisbəti» hesablanmışdır;

- kanalda suyun öz-özünə təmizlənmə mexanizmi öyrənilmiş və bu prosesi sürətləndirmək üçün müvafiq texnologiya yaradılmışdır;

- fəaliyyətdə olan su toplayan və təmizləyən sistemlərin yenidən qurulması və yeni sistemlərin layihələndirilməsi üçün tövsiyələr hazırlanmışdır.

İşin praktiki əhəmiyyəti. Aparılmış tədqiqatların nəticələri mövcud

təmizləmə sistemlərinin yenidən qurulmasında və yeni təmizləmə sistemlərinin layihələndirilməsində istifadə edilə bilər.

İşin aprobasiyası: Dissertasiyada şərh olunan materiallar I. bölgəsəl yönetimlər su sorumları konqresində, (İstanbul, 2002), Marine and inland pollution international simpoziumunda (Edirne, 2003), Qloballaşma prosesində su ehtiyatlarından istifadə və integrasiyalı idarəetmə III Beynəlxalq elmi praktiki konfransında (Bakı, 2006), məruzə və müzakirə edilmişdir.

Nəşrlər: Yerinə yetirilmiş tədqiqatların nəticələri əsasında 7 məqalə nəşr olunmuşdur.

İşin strukturu və həcmi: Dissertasiya girişdən, dörd fəsildən, nəticə və tövsiyyələrdən, 60 sayda şəkildən, 115 adda ədəbiyyat siyahısından, 29 cədvəldən, 1 adda sxem və 6 nəticə əlavəsindən ibarətdir.

Müdafiəyə çıxarılır: Fəaliyyətdə olan böyük uzunluğa malik kanalizasiya kollektorlarında öz-özünə təmizlənmə prosesinin intensivləşdirilməsi məsələsi, eləcə də bu prosesi sürətləndirmək üçün kanal sisteminə EM bakteriyaları, aktiv lil, su mərciməyi daxil etməklə laboratoriya və istehsalat şəraitlərində aparılmış tədqiqatlar və nəticələr.

FƏSİL 1. ŞƏHƏR TULLANTI SULARININ YARATDIQLARI PROBLEMLƏR VƏ MÖVCUD TƏMİZLƏMƏ SİSTEMLƏRİNİN TƏHLİLİ

1.1. Türkiyə Respublikasında problemin müasir vəziyyəti

Yaşayış məntəqələrində yaranan təsərrüfat-məişət və istehsalat tullantı sularının yaratdığı əsas problem tərkiblərindəki çirkləndiricilərin müxtəlif xəstəlik və epidemiyaların yayılmasında əsas rol oynamalarıdır. Bu problemi aradan qaldırmaq üçün dünyada ilk təmizləyici qurğular sistemi 1840-cı ildə Hamburq şəhərində inşa edilmişdir. Sonralar tullantı sularının təmizlənməsində damcılı filtr (1901), İmholf çəni (1909), suyun xlorla dezinfeksiyası (1914) və fəal lil sisteminin (1916) tətbiqinə başlandı [35].

Tullantı sularını toplayan sistemlərin inşasının Türkiyədə başlanğıcı 200 illik tarixə malikdir. Böyük şəhərlərdə yaranan məişət tullantı sularının yaratdığı xoşagəlməz mənzərələr və bunun təsirindən yayılan xəstəliklər bu suların bir sistemlə toplanaraq uzaqlaşdırılması ideyasının yaranmasına səbəb olmuşdur. Dünyanın digər ölkələrində olduğu kimi ilk vaxtlar, belə sular təmizlənmədən çaylara, göllərə, dənizlərə və dərələrə axıdılırdı. Nəticədə bir qədər sonra adları çəkilən su hövzələrinin və dərələrin çirklənməsi tullantı sularının təmizlənməsinin vacibliyini gündəliyə gətirdi. Bu problem XX əsrdə öz həllini tapmağa başladı. Təsərrüfat-məişət və inkişaf etməkdə olan sənayenin istehsalat tullantı sularını təmizləmək üçün müxtəlif üsul və metodlar yaradıldı, təkmilləşdirildi və tətbiq olunmağa başladı. Tullantı sularının təmizlənməsi üçün yaradılmış bu üsul və metodların geniş tətbiqi sərf olunan maliyyə və enerji mənbələrinin, eləcə də işçi qüvvələrinin məhdudluğu səbəbindən problemin iqtisadi tərəfini ön plana çəkdi [52]. Bu məqsədlə 1970-ci illərdən başlayaraq tullantı sularını toplayan və təmizləyən sistemlərin optimal variantlarının layihələndirilməsi və tətbiq olunması metodları təkmilləşdirilərək inkişaf etdirilməyə başlandı.

Türkiyədə tullantı sularının təmizlənməsi 2872 sayılı Ətraf Mühit Qanunu və 1988-ci ildən qüvvəyə minmiş Su Çirkliliyi Yoxlama Təlimatına (SÇYT) əsasən

tərtib edilmiş standartlara uyğun olaraq tənzimlənilir [13,14]. SÇYT-na əsasən təsərrüfat-məişət tullantı suları su hövzələrinə və kanalizasiya sistemlərinə aşağıdakı şərtlərə əməl olunmaqla axıdıla bilər:

- tərkiblərindəki çirkləndirici qarışıqların miqdarını standartın tələbləri səviyyəsinə çatdırdıqdan sonra qəbul edici mühitə birbaşa axıdılma;
- standartın tələb etdiyi səviyyədə tam təmizlənmə ilə nəticələnən kanalizasiya sistemlərinə axıtma;
- müəyyən edilən standartlar səviyyəsinə endirilmək şərti ilə dənizin müəyyən dərinliklərinə axıtma.

Buna baxmayaraq Türkiyədə şəhər tullantı sularının təmizləndikdən sonra qəbuledicilərə axıdılması işləri 1980-ci illərdə sürətlənməyə başlanmışdır. 2876 sayılı «Ətraf mühit qanunu» və 3030 sayılı «Böyük şəhər bələdiyyələri qanunu» çərçivəsində, eləcə də 2560 sayılı qanunla təşkil olunmuş İstanbul Su Kanalizasiya İdarəsi (İSKİ) tipli qurumlar vasitəsilə tullantı sularını kənar edən və təmizləyən sistemlərin istismarı, Türkiyənin Avropa Birliyinə daxil olması prosesində üzərinə götürdüyü öhdəliklər, Ətraf mühit qanununda yeni dəyişikliklər aparılmasında təsirli rol oynamışdır [6].

Türkiyədəki 3225 şəhərdə yaranan tullantı sularının təmizlənməsi və məişət tullantılarının emal edilməsi üçün yaxın 5 il ərzində müvafiq qurğuların inşa edilməsi tələb olunur. Təsərrüfat-məişət və sənaye tullantı sularının ümumi kanalizasiyaya qəbulu üçün aşağıda qeyd edilən kriteriya və metodlar mövcuddur:

- «Endirilmiş kanalizasiya boşaldılma standartları»nın tələbləri səviyyəsində suyun qəbulu;
- qəbuledici mühitə axıdıldıqdan sonra qarışma nəticəsində çirklilik dərəcəsinin azalması əsas götürülən yerli təmizləmə aparıldıqdan sonra qəbuledici mühitə boşaldılma metodları;
- kritik və xüsusi bölgələrdə yetərincə təmizlədikdən sonra qəbulediciyə axıdılması;
- konvensional təmizləmə aparıldıqdan sonra qəbuledici mühitə axıdılması;
- EC təlimatına əsasən axıdılma;

- tullantı sularının Avropa birliyi və Türkiyədə tətbiq edilən standart çirkli su çıxış dəyərləri cədvəl 1.1-də verilmişdir. Göstərilən standartlar (cədvəl 1.1) səviyyəsində təmizləndikdən sonra qəbulediciyə axıdıla biləcəkdir.

Türkiyədə əldə edilən ən ətraflı 1988 il DİE məlumatlar 1988 –ci ildə DİE qiymətlərinə əsaslanmalıdır. Burada 3225 bələdiyyənin 310-u standartlara uyğun kanalizasiya şəbəkəsinə, 128-i isə təmizləmə sistemlərinə malik olduğu bildirilmişdir.

Cədvəl 1.1.

EC təlimatına əsasən suyun təmizlik dərəcəsinə qoyulan tələblər

Göstərici	Ölçü vahidi	Suyun keyfiyyət göstəricisi SKKY Sinif III	SKKY Qəbuledici, ortalam axıtma	AB 91/271 EEC Şəhər çirkli su təmizləmə təlimatı		Seçilən layihə üzrə təmizlənmiş suda miqdarı
				müəssisələr olan şəhərlər	müəssisələr olmayan şəhərlər	
OBT	mq/l	20	40		25	20
OKT	mq/l	70	120		125	100
AM	mq/l	30	40		35	30
Toplam N	mq/l	25	-			< 10
N=10000-100000				15		
N > 100000				10		
Toplam P	mq/l	0,65	-			< 2
N=10000-100000				2		
N > 100000				1		

Qeyd: N – əhalinin sayıdır, nəfər.

Tullantı sularını toplayan və təmizləyən sistemlərin xidmət etdiyi əhalinin sayı ölkə əhalisinin sayından faizlə illər üzrə cədvəl 1.2-də verilmişdir [27,33].

Cədvəl 1.2.

Tullantı sularını toplayan və təmizləyən sistemlərin xidmət etdiyi əhalinin sayı

Xidmət növü	İ l l ə r					
	1994	1995	1996	1997	1998	2005
Kanalizasiyaya bağlı	53	55	55	60	63	69
Təmizləmə sisteminə bağlı	10	9	11	14	18	27

Cədvəldən göründüyü kimi hələ də əhalinin böyük bir hissəsi mərkəzləşdirilmiş kanalizasiya sisteminin xidmətindən kənarda qalmışdır. Su təmizləmə sistemlərinin də azlığı bu problemin ölkə üçün çox ciddi olduğunu göstərir.

Bələdiyyə Çirkab Su İnventarı nəticələrinə əsasən 2003-cü ildə 3225 bələdiyyədən 2164-nə kanalizasiya şəbəkəsi ilə xidmət göstərilmişdir. Tullantı sularını təmizləyən sistemlərin sayı isə 158 olmuşdur ki, bunlardan 36-da fiziki, 118-də bioloji və 4-ündə qabaqcıl təmizləmə prosesləri olaraq fəaliyyət göstərmişdir [31]. Digər yaşayış sahələrinin tullantı suları təmizlənmədən dəniz, göl və çaylara axıdılır.

Təmizləmə sistemlərinin mövcud olduğu yaşayış yerlərinin çoxunda bələdiyyələr istismar qiymətinin yüksək olmasını və enerji bahalığını əsas göstərərək belə sistemlərin fəaliyyətini dayandırmışlar.

Türkiyədə inşa edilən təmizləmə qurğularının əksəriyyətində əcnəbi krediti işlənilməkdədir. 2020 ilinə qədər 60.000000000 Avroluq yatırım planlaşdırılmışdır. Bu yatırımları edərkən təmin edilən kreditin ən yaxşı və iqtisadi cəhətdən səmərəli işlənilməsi lazımdır. Bunun üçün də aşağıdakı məsələlərin aydınlaşdırılması çox vacibdir:

- nə qədər yatırıma ehtiyac vardır?;
- nə qədər kredit lazımdır?;
- hansı texnoloji proses seçilməlidir?;
- hansı çirkləndiricilər təmizlənməlidir?;
- əvvəlcədən yerinə yetiriləcək və işləmədə diqqət ediləcək digər amillər nələrdir?

Türkiyənin müxtəlif şəhərlərində yaranan tullantı sularının keyfiyyət göstəriciləri cədvəl 1.3-də verilmişdir.

Cədvəl 1.3.

Türkiyə şəhərlərində yaranan tullantı sularının keyfiyyət göstəriciləri

Keyfiyyət göstəricisi	Ölçü vahidi	Malatya	Əskişəhər	Bursa	İstanbul
OBT ₅	mq/l	140	80-170	267	250
AM	mq/l	157	120	267	255
TN	mq/l	42	39	53	53
TP	mq/l	9	6	11	5

Ayrıca Türkiyənin 5 böyük şəhərindəki 6 ədəd tullantı sularını təmizləmə komplekslərinin inşaat dəyəri cədvəl 1.4-də verilmişdir [30] .

Burada təsisin həcmi, ilk yatırım maliyyəti və hər adam başına maliyyətlər verilməkdədir. Burada hər adam başına 20-45 ABŞ dolları miqdarında yatırıma ehtiyac vardır. Bu dəyərləri daha da azaltmaq üçün yeni texnologiyalar və iqtisadi cəhətdən əlverişli təmizləyici qurğular inşa etmək çox vacibdir. Bu məqsədlə:

- sadə və işlədilməsi asan;
- moduler və smetası olan;
- elektromexaniki alətlərin (xüsusilə tullantı suyunun içərisində işləyən) az olduğu;
- həcmi böyük olmayan proses və sistemlər seçilərək tətbiq edilməlidir.

Cədvəl 1.4.

Tullantı su təmizləmə sistemlərinin ilk maliyyələrinin təhlili

Çirkli su təmizləmə qurğusu	Həcmi (mil. m ³ /gün)	İlk mayamaliyyəsi (mil.ABŞ dolları)	ABŞ /m ³ /gün	ABŞ\$ /adam
İzmir	650000* (3000 000)**	60	92	20
İstanbul (Paşaköy)	125000 (625 000)	15	120	24
Kayseri	110000 (800 000)	23,5	214	29
Adana	227346 (1151000)	45,7	201	40
Ankara	766000 (3 00000)	164,3	214	42
İstanbul (Tuzla)	225000 (1 500 000)	68	272	45

* kompleksin mövcud məhsuldarlığı

** layihə məhsuldarlığı

Ayrıca tullantı sularının bir il ərzində keyfiyyət göstəricilərində baş verən dəyişikliklər təhlil edilməlidir. Çünki çirkli suda C/TN nisbəti < 4 olduğundan azot azalması (denitrifikasiya) yetərli deyildir. Bu da cədvəl 1.1-də göstərilmiş standartların təmin edilməməsini göstərir [37].

Yuxarıda qeyd edilənlərlə yanaşı ölkənin ən böyük şəhəri olan İstanbulda tullantı sularının toplanması, yaşayış sahələrindən kənar edilməsi və təmizlənməsi istiqamətində böyük layihələndirmə və inşaat işləri görülür. 1988-ci

ildə məhsuldarlıqları müvafiq olaraq 873000 m³ /sut olan Yeniqapı tullantı sularını təmizləmə mərkəzi və 1036800 m³ /sut olan Axırqapı dənizə axıtma sistemi, 1992-ci ildə məhsuldarlıqları müvafiq olaraq 108173 m³/sut olan Üsküdar təmizləmə mərkəzi və 178848 m³/sut olan dənizə axıtma sistemi istismara verilmişdir. Bundan sonrakı illər Baltalimanı (538000 m³/sut), Ataköy bioloji təmizləmə mərkəzi (35000 m³/sut), Tuzla bioloji təmizləmə mərkəzi (1051000 m³/sut) Böyükçəkməçi (334000 m³/sut), Kiçikçəkməçi (1017000 m³/sut), Terkos (1730 m³/sut), Kadıköy (833000 m³/sut) və Paşaköy (322000 m³/sut) təmizləmə kompleksləri inşa edilmişdir. Bunlarla yanaşı Kağıthane kollektorları (639633 m³/sut), Kiçiksu (284000 m³/sut) və Paşabaxça (60000 m³/sut) dənizə axıtma sistemləri istismara verilmişdir[19].

İstanbul şəhərinin müxtəlif bölgələrində kanal və tunellərin inşası 1995-ci ildən sonra sürətlə davam etdirilmişdir. Əlibəydə diametri 2200 mm içi PVC ilə örtülmüş dəmir-beton borulardan 800 m uzunluğunda birinci növbə, 2200 və 2600 mm diametrli eyni növ borulardan 1200 m ikinci növbə və bu hissənin qoşulduğu 2200 mm diametrli 1868 m uzunluğunda Əyyub tuneli inşa edilmişdir. Bundan başqa 2600 mm diametrli və 2650 m uzunluğunda Haliç tuneli ilə uzunluğu 2220 m və diametri 2200 mm olan Fatih tuneli istifadəyə verilmişdir.

Bəkirköydə 2600 mm diametrində 5470 m uzunluğunda, Sarayburnunda 2800 m uzunluğunda və diametri 1200 mm olan içi PVC ilə örtülmüş dəmir-beton borulardan kollektorlar, ümumi uzunluğu 8,8 km olan Kabataş-Baltalimanı tunelləri inşa edilmişdir [20]. Diametri 800-3600 mm arasında dəyişən toplam 400 km tunel və kollektor mövcuddur.

Təəssüf ki, belə uzun kollektor və tunellərdə nəql etdirilən şəhər tullantı sularında baş verən keyfiyyət dəyişiklikləri indiyə qədər tədqiq edilərək öyrənilməmişdir.

1.2. Avropada fəaliyyətdə olan tullantı su sistemləri və problemin müasir vəziyyəti

Avropa dövlətlərində tullantı su sistemlərinin layihələndirilməsi və istismarı Federal qanunlarla qoyulan bir çərçivə daxilində, əyalətlər və bələdiyyələrdə öz

qanunlarına uyğun həyata keçirilir. Almaniyada ətraf mühit hüququnun əhəmiyyətli bir hissəsi, Avropa Birliyi içində ortaq yaşama yolu ilə dəqiqləşdirilmiş ya da ondan faydalanaraq tərtib edilmişdir. AB tərkibində Almaniya, çox sıx məskunlaşmış və yüksək sənayeləşmiş ölkələr arasındadır.

Almaniya, 350.000 km² -lik bir əraziyə sahibdir. 780 000 km²-lik Türkiyənin yarısı qədər belə olmadığı halda, hər km²-yə 81 nəfər ilə Türkiyənin haradasa üç qatı əhaliyə sahibdir.

Əhalinin içməli suya ehtiyacının təmin edilməsi üçün, təbii su mənbələrindən, təqribən 5,5 milyard m³ təmizlənməmiş su alınır. Bu, səmərəli işlədilən şirin su nisbətinin əsasən 12%-ni təşkil edir. Dövlət və sənayenin su ilə təmin olunması üçün su çıxartma, 1990-cı ildən 2003-cü ilə qədər, təqribən 20% azalmışdır.

Almaniyada sənayenin su işlətməsi 10 milyard m³-da işlənən şirin suyun 23%-dir. Almaniyada dövlətin ehtiyacını ödəmək üçün, 314 istilik elektrik stansiyalarının aldığı su miqdarı 28 milyard m³-da işlədilən suyun əsasən 63% -dir. Almaniyada tarlaların suvarılmasında haradasa təməmən yağış suları işlənə bildiyi üçün, 1 milyard m³-dən daha az, yəni illik su sərfinin 2%-i, sulama üçün lazımdır. Dövlət su təmini üçün, əsasən yeraltı ya da qaynaq suyu işlədir.

Almaniya bu gün yaxşı bir tullantı suyu təmizləmə sisteminə malikdir və onun 95 %-ə qədərində bioloji təmizləmə tətbiq edilir. Su işlətməsində təməldə üç elmi metod seçilərək işlənilmişdir.

1 . Qoruma qaydaları

Almaniyada siyasətdə, yalnız təhlükələrdən uzaqlaşmağı, ya da yeni ortaya çıxmış zərərləri ortadan qaldırmağı deyil, birinci növbədə təbiətin qorunması əsas tutulur. Burada fəaliyyətdə olan qanunlara əsasən:

- Təhlükəli və xüsusilə də təbiəti çirkləndirən maddələr daimi olaraq su dövriyyəsiindən uzağa atılmalıdır.
- Sudakı çirkləndiricilər təbii yolla kənarlaşdırılmırsa, ya da azaldıla bilmirsə əvvəldən bu maddələrin işlənməsi ən azı azaldılmalıdır.

İcməli su mənbələrinin çirklənmədən mühafizə planı qanun qüvvəsi

daşdığından mühafizə işlətmə bölgələrinin təşkilində su üçün təhlükəli olan maddələrin yığılmasına icazə verilmir.

Tarlalarda istifadə olunan gübrə və bitki tullantılarının azaldılması, ya da tamamilə su hövzələrindən uzaqlaşdırılması tələb edilir.

Almaniyadakı mövcud qanunlara görə su mənbələrinin meydana gələn biləcək təhlükələrə qarşı hərtərəfli bir qorunma planının hazırlanması və istismar nizamnamələrinin tərtib olunması vacib sayılır.

Milli su qanunlarına görə təmizlənməmiş tullantı suları çaylara, göllərə və dənizlərə axıdıla bilməz. Bunun üçün belə sular ölkədə fəaliyyətdə olan standartın minimum səviyyəsinə qədər təmizlənməlidir. Bu zaman tullantı suyunun axıdıldığı sülutaların özəllikləri burada önəmli rol oynayır.

Bu cür tələblər Almaniyanın tullantı suyu yaranan 52 bölgəsi üçün keçərlidir. Bundan başqa, yalnız təmizlənməmiş tullantı suyunun başqa bir suya verilməsiylə bağlı tələblər deyil, eyni zamanda başqa bir tullantı suyu ilə qarışdırılması zamanı da, tullantı suyunun keyfiyyəti və meydana gələn yerlə əlaqəli tələblər də qoyulmaqdadır.

Bu tələblərdə, bir çox hallarda tullantı suyunun lokal təmizlənməsi və yeni yüksək texnologiyaların işlənilməsi nəticəsində miqdarının azalması xüsusi yer tutur.

Bəzi Avropa ölkələrində isə tullantı suyunun çirklilik dərəcəsinin azaldılması, əgər bu mümkün deyilsə verilən su qaynağının standartlarına uyğun olan bölgəyə daşınmasının təmin edilməsi tələb olunur.

Almaniyada hər iki sistem bir-biri ilə bağlı olaraq işlədilir. Əvvəlcə texniki imkanlarla miqdar azaldılır, daha sonra isə keyfiyyət göstərici metodları tətbiq edilir.

Bu məqsədlə Almaniyada 90-cı illərin ortasından başlayaraq suyun bioloji dəyərləndirilmə sistemi ilə bərabər, kimyəvi qiymətləndirilməsi də yerinə yetirilməkdədir.

Bunun nəticəsində Almaniyada, indiyə qədər, 28 qeyri-üzvi, 7 ağır metal və 38 pestisid üçün hazırlanmış normalar su idarələri tərəfindən nəzarət altında

saxlanılır. Normaların yol verdiyi həddən çox çirklənmiş suları sututarlara axıdan müəssisə, yaxud fərdlər qanun qarşısında eyni səviyyədə cavabdehdir. Onlar ya çirklənmə dərəcəsini azaltmalı, ya da cərimə ödəməlidir.

Əhali, qurum və sənaye obyektləri suyun çirklənməsindən yaranan problemlərin həllinə sərf olunan xərcləri ödəməlidirlər. Almaniyada istehlakçılar, istər su təminatı, istərsə də çirkli suyun təmizlənməsi üçün tələb olunan məsrəfləri ödəmək məcburiyyətindədir.

Ev şəraitində 1m^3 təmiz suyun orta qiyməti, 2003-cü ilin sonunda 2,5 AVRO və bir nəfərə su norması 128 l/sut təşkil edirdi. İnsanlar içməli su üçün ildə 110 AVRO ödəyir.

Tullantı suyunun qiymətləndirilməsi isə hər əyalətə görə fərqli metodlarla yerinə yetirilir. Tullantı sularının alınması və təmizlənməsi üçün Almaniyada adam başına içməli su qiymətindən 50% çoxdur (illik 165 AVRO ətrafında).

Bu qiymətlərə hər cür vergilər daxildir. 1976-cı ildən etibarən təmizlənməmiş tullantı suyunun, başqa suya qarışdırılması üçün zərərli maddələr seçilərək tullantı suyun vergisi alınmaqdadır. 1977-ci ildən başlayaraq zərərli maddənin miqdarı nisbətində görə 40 AVRO ətrafında vergi alınmaqdadır.

Əgər yeni təmizləmə sistemləri tətbiq edilmişsə, tullantı su vergisi 50% azaldılır. Əyalətlərin tullantı su vergisindən qazandıqları pullar ətraf mühitin çirklənmədən mühafizə tədbirlərinin həyata keçirilməsinə sərf edilir.

Problemlərin yerinə yetirilməsi ancaq bütün qurumların iş birliyi qurması ilə həll edilə bilər. Bunda məqsəd, sututarlara ekoloji dəyərinin qorunması və tələbatçıların təmiz suya tələbinin təminatıdır. Bu baxımdan sənaye, vətəndaş və bələdiyyələrin iş birliyi yaratması böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bələdiyyələr bu məqsədlə daha yaxşı şərait yaratmaq üçün yerinə yetirdikləri işləri mülki şəxslərə həvalə edə bilirlər.

Bələdiyyələr sututarlara çirklənmədən qorunma işlərini daha yaxşı yerinə yetirmək üçün birliklər qura bilərlər və birlikdə iş görə bilərlər.

Bu işlərin yerinə yetirilməsi üçün texniki və hüquqi qanunları və qaydaları hökumət başçısı təsdiq edir və onların yerinə yetirilməsinə nəzarət edirlər.

Qeyd olunanlardan aydın olur ki, Almaniyada su təsərrüfatını idarə etmə sistemi son dərəcə ciddi qaydalara bağlanmışdır.

Suyun paylanması sistemi getdikcə böyüməkdədir. Bunun nəticəsi olaraq su işlənməsində israfın aradan qaldırılması üçün su itkisinin azaldılması təmin edilmişdir. Almaniyada su itkisi təqribən 8%-ə qədərdir.++

Sənayedə təkrar istifadə etmə sistemlərinin geniş tətbiqi istehsalatda işlədilən suyun miqdarının azalmasına səbəb olmuşdur. Məsələn, işlənmə nisbəti: 1991 ildə 4,3 ikən, 1995 ildə 4,8 -ə yüksəlmişdi.

Suyun əsasən soyutma məqsədilə işlədilməsinin yerinə yetirildiyi elektrik stansiyalarının su ehtiyacı harada isə axan çay sularından təmin edilməkdədir (99,8%). Beləliklə, su qaynaqları qoruyan və iqtisadi faydalı ("end-of the-pipe") metodlar tətbiq edilir.

1.3. Şəhər tullantı sularının keyfiyyət göstəricilərinin təhlili

Şəhər tullantı suları əhalinin təsərrüfat-məişətində işlədilmiş, şəhər daxilində yerləşən istehsal müəssisələrinin axıdığı sulardan və atmosfer çöküntülərindən yaranır. Belə sulardakı çirkləndirici qarışıqların konsentrasiyası şəhərin ayrı-ayrı rayonlarının sanitar-abadlıq dərəcəsindən, əhalinin işlətdiyi su normasından, istehsal müəssisələrinin növündən və istehsal texnologiyasının mükəmməlliyindən və müəssisənin su təsərrüfatı sistemlərinin istismar səviyyəsindən asılı olur. Şəhər tullantı sularının əsas xüsusiyyəti onlarda külli miqdarda mikroorqanizmlərin olmasıdır. Bu mikroorqanizmlərin içərisində patogen bakteriyaların, bağırsaq xəstəlikləri yaradan bakteriyaların və s. olması istisna edilmir. Bakteriyalar tullantı sularındakı üzvi maddələrin əsas hissəsini təşkil edirlər. Məsələn 1 ml tullantı suyundakı bakteriyaların sayı milyon, bəzən də on milyonlarla ola bilər [49]. İnfeksion xəstəlik törədicilər tullantı suyuna onların daşıyıcılarından da daxil ola bilərlər. Təsərrüfat-məişət tullantı suları böyük miqdar helmint yumurtaları ilə zəngin olurlar. Cədvəl 1.5-də iqlim şəraitindən asılı olaraq tullantı sularında infeksiya xəstəliklər törədə bilən virusların mövcud olma şərtləri verilmişdir.

Bir litrində milyonlarla bakteriya olan tullantı suları axıdıldıkları çay, göl, dəniz və digər qəbuledicilərdə təsirsiz ola bilər. Lakin, sayı və miqdarı çox az olan xəstəlik törətmə riski olan bakteriyalar yoluxucu xəstəliklər törətmə mənbəyi olurlar [41,61].

Şəhər tullantı sularının mexaniki tərkibi çökə bilən və çökməyən asılı maddələrdən, yaxud suspenziyalardan, holloid və həll olmuş maddələrdən ibarət olur. Heykelekian və Balmatın apardıqları tədqiqatlar nəticəsində aşkar edilmişdir ki, asılı maddələr və holloidlərin 80%-ə qədərini üzvi maddələr təşkil edir [12]. Həll olmuş qarışıqlar əsasən mineral birləşmələrdən ibarətdir. Holloidlərin quru hissəsinin təxminən yarısını lipidlər təşkil etdiyi halda digər fraksiyalarda onların miqdarı 20% həddində olur. Bütün fraksiyalardakı azotlu birləşmələrdə amin turşuları üstünlük təşkil edir ki, onların da miqdarı 65-81% arasında dəyişir. Amin turşularının miqdarı yay aylarında qış aylarına nisbətən yüksək olur. Karbonlu birləşmələr sellüloza, hemisellüloza, kraxmal və s. ibarət olur. Bu maddələr əsasən çökən fraksiyanın tərkibində olurlar. Onların bütün fraksiyalarda olan ümumi miqdarı 28,6 mq/l-ə çatır.

Cədvəl 1.5.

İqlim şəraitindən asılı olaraq tullantı sularında təsadüf edilən viruslar

İnfeksiya qaynaqları	Viruslar	Fəal iqlim vəziyyəti
İnfeksiya bakteriyaları	<i>Paratyphoids</i>	İsti iqlimlərdə
	<i>Typhoid</i>	İsti iqlimlərdə
	<i>Cholera</i>	Tropik/Subtropik
	<i>Bacillary Dysentery</i>	İsti iqlimlərdə
	<i>Gastro-Enteritis</i>	Bütün iqlim şəraitində
Viral infeksiyalar	<i>Infectious Hepatitis</i>	Bütün iqlim şəraitində
	<i>Poliomyelitis</i>	Bütün iqlim şəraitində
	<i>Diarrhoeal Infections</i>	Bütün iqlim şəraitində
Protazoal infeksiyalar	<i>Amoebic Dysentery</i>	İsti/Subtropik
Helminth infeksiyalar	<i>Asariasis</i>	İsti/Subtropik
	<i>Schistosomiasis</i>	İsti/Subtropik
	<i>Hookworm</i>	İsti/Subtropik
	<i>Threadworm</i>	İsti/Subtropik
	<i>Roundworm</i>	İsti/Subtropik

Kationlardan tullantı sularında ən çox təsadüf edilənləri natrium (23,2 mq/l) və kalsiumdur (5,9 mq/l). Suda sink (0,2 mq/l), mis (0,5 mq/l) və qurğuşuna da

(0,48 mq/l) təsadüf edilir. Fosforun miqdarı 6,6 mq/l-ə çatır və bu miqdarın böyük bir hissəsi (4,5 mq/l) məhlulda olur.

Suda həll olmuş və həll olmamış fazalar arasında dəyişən xassəyə malik holloid maddələr fiziki, kimyəvi və ya elektrokimyəvi üsullarla həll olunmayan (yumaqlar halında), yaxud parçalanaraq həll olan maddəyə çevrilirlər. Yumaqlaşmış holloid bişmiş yumurta ağına bənzəyir və sudakı bakteriya fermentasiyası ilə həll olurlar. Bu prosesdə protozoların həyat fəaliyyəti böyük rol oynayır [24].

Şəhər tullantı sularındakı çirkləndirici maddələr insanların, heyvanların və bitkilərin həyat fəaliyyətlərindən əmələ gəlir. Bu maddələr əsasən karbon, azot və kükürddən ibarət olur. Onlar sabit olmayıb forma dəyişikliyinə məruz qalırlar. Forma dəyişikliyinə bir qismi kimyəvi xarakter daşıyır. Oksidləşmə-reduksiya prosesləri burada əsas rol oynayır.

Şəhər kanalizasiya sisteminə daxil olan istehsalat tullantı suları öz tərkiblərinə, miqdarlarına və keyfiyyətlərinə görə müxtəlif olur. Belə sular ümumi çirkləndirici göstəricilərindən başqa istehsalata məxsus çirkləndiricilərə və əksər hallarda toksik maddələrə malik olduqlarından daxil olduqları mühitdə canlı aləmə məhvedici təsir göstərilir. İstehsal növlərinin sürətli inkişafı tullantı sularına elə maddələrin düşməsinə səbəb olur ki, bu maddələrin sudakı flora və faunaya təsiri hələ də öyrənilməmişdir. Odur ki, bu sular ümumi axına daxil olduqdan sonra çirkləndiricilərdə baş verən keyfiyyət dəyişikliklərini həmişə nəzərə almaq mümkün olmur.

Təmizlənmiş tullantı sularında karbon, azot və fosforun miqdarı suyun axıdılacağı mühitdə həll olmuş oksigenin azalmasına səbəb olmamalıdır. Sağlamlıq baxımından suyu qəbul edən mühitdə oksigenin miqdarı 3-4 mq/l- dən az olmamalıdır. Fəaliyyətdə olan tullantı sularını təmizləyən komplekslərin əksəriyyətində suyun yuxarıda göstərilən tələblər səviyyəsində təmizlənməsi təmin olunmur [26].

1.4.Şəhər tullantı sularını təmizləmək üçün tətbiq edilən texnoloji sxemlər

Şəhər çirkli sularının bioloji xarakterli olması səbəbi ilə bu çirkli suların bioloji olaraq təmizlənməsi təmin edilir. Bioloji təmizlənmənin əsil məqsədi kar-

bon qaynaqlı çirklədiciyəli çirkli sudan uzaqlaşdırmaq məqsədi ilə işlədilen proseslərdir.

Tullantı suları təmizlənməmiş, yaxud təmizləndikdən sonra adətən dəniz, çay, göl kimi yerüstü su mənbələrinə axıdılır. Təmizlənməmiş tullantı sularının axıdılması su mənbələrində anaerob mühitin yaranmasına səbəb olur ki, bu da onlardan içməli su təchizatı mənbəi kimi istifadəni çətinləşdirir və bəzən bunu mümkünsüz edir. Bununla yanaşı belə sular əhali arasında xolera, tif, sarılıq kimi keçici xəstəliklərin yayılma ocaqlarına çevrilir və onlardan kənd təsərrüfatında suvarma üçün və istehsalat su təchizatında istifadə etmək mümkün olmur. Odur ki, tullantı sularının yalnız yetərincə təmizləndikdən sonra su mənbələrinə axıdılması günün vacib tələbinə çevrilir.

Şəhər tullantı sularının toplanaraq kənarlaşdırılması və təmizlənməsi zamanı mövcud norma və texniki şərtlərə, eləcə də ətraf mühitin belə suların təmizlənməsinə qoyduğu tələblərə ciddi əməl olunması böyük əhəmiyyət daşıyır. Təmizlənməmiş suyun axıdılacağı su mühitinin xüsusiyyətləri və orada gedə biləcək öz-özünü təmizləmə qabiliyyəti əvvəlcədən araşdırılaraq müəyyən edilməlidir. Suyun təmizlənməsi üçün seçilmiş texnoloji sxemlər məhsuldarlıq, suyun təmizlənmə dərəcəsi, təmizlənməmiş suyun maya dəyəri və axıdılacağı su mühitinə edə biləcəyi təsir, təkrar istifadəyə yararlılığının qiymətləndirilməsi, böyük əhəmiyyətə malikdir.

Hazırda şəhər tullantı suları 3 üsulla təmizlənir: mexaniki, kimyəvi, bioloji ilə kimyəvi/bioloji birlikdə.

1. Mexaniki təmizləmə. Mexaniki təmizləmə adətən; barmaqlıqlar, qum-tutanlar, və durultma hovuzu qisimlərini əhatə edən tullantı suyunu təmizləmə qurğularıdır (şəkl.1.1,a). Bu qurğularda böyük tullantılar, qum, çökə bilən qeyri-üzvi maddələr ilə üzvi maddələrin təqribi 30 %-i həll edilir.

Bu üsulla tullantı suyundakı həll olmayan və qismən hollid maddələr kənar edilirlər. İri tullantılar barmaqlıqda tutulur, qum və şlak qumtutanda, asılı maddələr isə durulducularda çökdürülür.

Daha yüngül çirkəndiricilər piy, yağ, neft və qətranlar piytutanlar, nefttutanlar və s. sudan ayrılırlar. Axırncılar yaşayış binalarından çıxan tullantı sularının təmizlənməsində istifadə olunurlar [25,37]. Həll olmuş maddələri mexaniki üsulla kənarlaşdırmaq tələb olunduqda belə maddələrin molekullarını bir yerə toplayaraq yumaq halına salmaq və axırncıları çökdürməklə sudan ayırmaq lazım gəlir [43].

Mexaniki təmizləmə zərərsizləşdirmə ilə birlikdə müstəqil üsul kimi o vaxt qəbul edilir ki, prosesdən alınmış suyun təmizlənmə dərəcəsi onun su mənbəinə axıdılma şərtlərinə cavab versin. Digər hallarda mexaniki təmizləmə bioloji təmizləmədən əvvəl əlavə təmizləmə pilləsi kimi tətbiq edilir.

Son illərdə mexaniki təmizləmə prosesinin səmərəliliyini artırmaq məqsədilə tullantı suyunu durulduculara verməzdən əvvəl əlavə aerasiya qurğuları olan preacerator, biokoaqulyator və ya şəffaflaşdırıcılara verirlər [1]. Bu da suyun tərkibindəki həll olmamış maddələrin 75%-ə qədərini xaric etməyə, OBT-ni isə 40-45% azaltmağa imkan verir.

Bu qurğulardan çıxan çirkli suların şəraitə verilməsi vəziyyətində bioloji qurğunun inşaat maliyyəsi qarşılanmadığı vəziyyətdə bu təmizləmə metodu problemin həlli üçün işlədilə bilər.

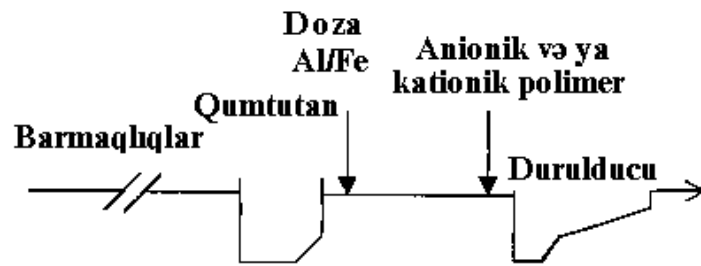


Şəkil 1.1., a. Mexaniki təmizləmə

Tullantı suyunun mexaniki təmizləmə səmərəsini intensivləşdirmək üçün suya daxil edilən kimyəvi reagentlər asılı və üzvi maddələrin (AM) çökdürülmə sürətini artırır. Bu qurğuların təmizləmə səmərəsi üzvi maddələr üçün 50 %-dən, AM üçün 60 %-dən çox və ümumi fosfat T-P üçün 70%-ə qədərdir [84].

Kimyəvi reagentlər təmizlənən suya mövcud mexaniki çökdürmə qurğularından əvvəl daxil edilir. Suya daxil edilməsi reagentlərin yaratdıqları koagulyasiya prosesi ondakı asılı maddələrin çökmə sürətini artırır. Proses zəif

gedən hallarda suya anion, yaxud kation əlavə edilə bilər. Koqulyant kimi dəmir duzlarından istifadə edilir. Suyu daxil edilən reagentin dozası $< 17 \text{ mqFe}^{+3} / \ell$ təşkil edir (şək.1.2). Kimyəvi üsul adətən istehsalat tullantı sularını təmizlədikdə tətbiq edilir. Kimyəvi təmizləmənin əsas üsulları neytrallaşdırma və oksidləşdirmədir. Bəzi hallarda ilkin təmizləmə kimi bioloji təmizləmənin texnologiyasına daxil edilir. Dayandıqda onlarda mürəkkəb fiziki, kimyəvi və biokimyəvi proseslər gedir.



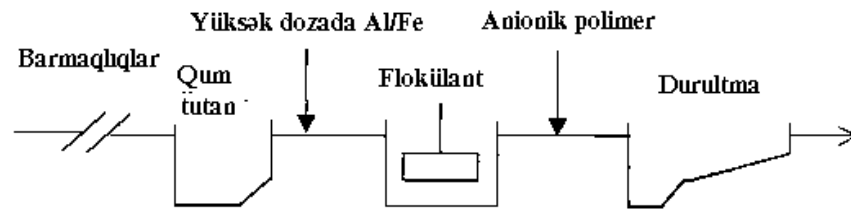
Şəkil 1.2. Kimyəvi əlavəli mexaniki arıtma

Təsərrüfat-məişət tullantı sularında təbii halına çökməyən çirkləndiriciləri sudan ayırmaq üçün zərərli mikroorqanizmləri zərərsizləşdirməklə yanaşı kimyəvi reagentlərdən də istifadə edilə bilər [46].

Yaşayış məntəqələrində, ümumiyyətlə bu qurğularda məqsəd fosforun yox edilməsidir. Ayrıca asılı üzvi maddələri yox etmək üçün metal koagulyantlar flokulyasiya üçün yüksək dozalarda ($50-85 \text{ mq/Fe}^{+3}/\ell$) tətbiq edilir. Flokulyasiya mexaniki qarışdırma ilə tamamlanır (şək.1.3).

Bu qurğularda lülə əmələ gəlməsi istifadə edilən koagulyantın dozasına da bağlıdır. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ işlənildiyi zaman yaranan orta lülə miqdarı $0,25 \text{ kq/m}^3$ və ya 30 kq arasındadır [93].

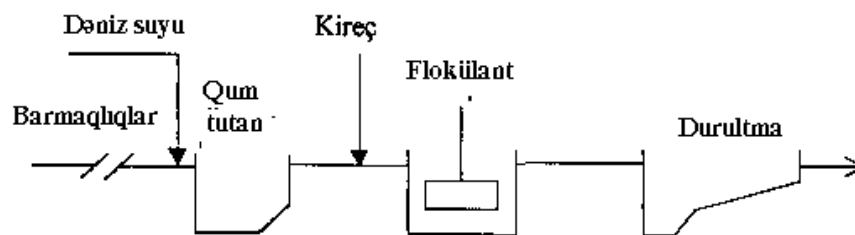
Bu qurğunun təmizləmə səmərəsi AQM üçün 80%, üzvi maddə üçün 70% və ümumi fosfor üçün (T-P) 90 % təşkil edir [92]. Mexaniki ön təmizləmə qurğularının bu şəkildə layihələndirilməsi suyun təmizlənmə səmərəsin artırmaqla bioloji təmizləmə qurğularına daxil olan çirk yükünü xeyli azaldacaqdır.



Şəkil 1.3. Ön kimyəvi durultma

b) Əhəng/ dəniz suyu qurğuları

Son zamanlar əhəng və 5%-ə qədər dəmir suyu əlavə etməklə tullantı sularının təmizlənməsini tətbiq edirlər (şək. 1.4.) Bu texnoloji sxemdə tullantı suyu daxilindəki fosforun miqdarını 50-90% artırmaq mümkün olur. Dəniz suyu asılı maddələrin çökmə sürətini artırır. Bu qurğular dənizə yaxın yerlərdəki tullantı suyunu təmizləmə qurğularında tətbiq edilə bilər [92].

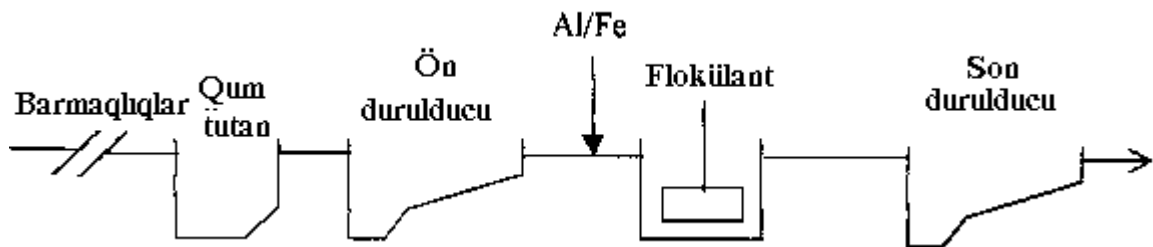


Şəkil 1.4. Əhəng və dəmir suyu daxil etməklə təmizləmənin texnoloji sxemi

Mövcud bioloji təmizləməyə əhəngin əlavə edilməsi havalandırma buxarlandırma hovuzuna girən OBT yükünü, 1.5 kq OBT /m³.gündən, 0.1 kq OBT /m³ günə qədər aşağı endirdiyi məlum olmuşdur [68]. 174 biyoloji kimyəvi təmizləmə qurğularında aparılan araşdırma işləri, tədqiq olunan təmizləmə kombinasiyalarının sonunda OBT₇ və T-P (Toplam Fosfor) çıxış qatılıqlarının daxili və xarici standartlara uyğun olduğu araşdırılmışdır [102].

Mövcud çalışan mexaniki təmizləmə texnoloji sisteminə az bir məsrəflə əlavə edilən yeni bir durulducu qurğu təmizləmə səmərəsini xeyli artırır (şək 1.4.2,c). Bu durulducudan sonra kimyəvi təmizləmə qurğusunda AM və üzvi

maddələrin 80 % -dən artığı ümumi fosforun T-P isə 90 %-ə qədər Sudan kənar edilir [92].



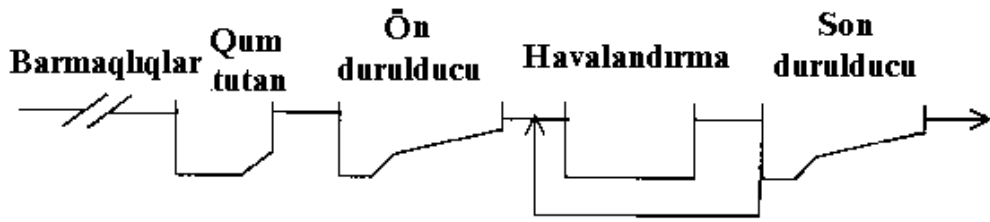
Şəkil 1.5. İki durulduculu kimyəvi təmizləməsinin texnoloji sxemi

Hazırda şəhər tullantı sularının təmizlənməsində ən çox istifadə edilən bioloji təmizləmə üsuludur. Bu üsula ikinci pillə təmizləmə də deyilir [2]. Üsulun əsasını tullantı sularındakı nəmli suspenziya, kolloid və məhlul halında olan üzvi maddələrin oksidləşməsi və minerallaşmasına səbəb olan mikroorqanizmlərin həyat fəaliyyəti təşkil edir. Suda yetərli miqdarda oksigen olduqda bu vəzifəni aerob bakteriyalar, əks halda isə anaerob bakteriyalar yerinə yetirirlər. Anaerob bakteriyalar nitrat və sulfatla bağlı oksigen hesabına yaşayırlar.

Bakteriyaların fəaliyyəti nəticəsində suda CO_2 , NO_2 , SO_2 , PO_2 miqdarı artır. Suda kifayət qədər qələvi maddə olduqda turşulardan karbonat, nitrat, sulfat duzları da yaranır. Karbondioksidin bir hissəsi həll olmuş vəziyyətdə qalır və bununla mühitdə maddələrin stabilizasiyası tamamlanmış olur.

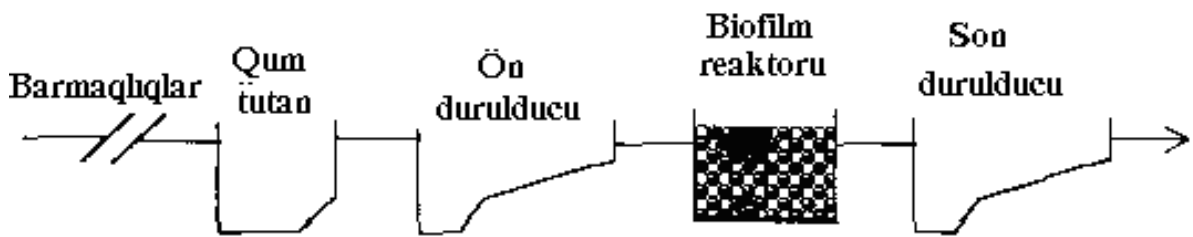
Bioloji təmizləmə prosesi təbii, yaxud süni yaradılmış şəraitdə aparılır. Birinci halda tullantı sularının bioloji təmizlənməsi üçün suvarma və filtrasiya sahələri, yaxud bioloji hovuzlardan istifadə olunur. İkinci halda isə proses bioloji filtrlər və aeroteknlərdə yerinə yetirilir. Bioloji təmizləmə qurğuları əsas olaraq aktiv lil qurğuları və biopərdəli qurğular olmaqla 2 şəkildə tətbiq edirlər:

Aktiv lil qurğularına aerasiya və son durultma hövuzlarına daxil edilir. Uzun aerasiyalı hovuz qurğularında ön durultma edilə bilməz. Bu qurğularda üzvi maddələr 65-95%-i tullantı suyundan çıxarıla bilər [80]. Bu qurğuların istismarı olduqca çətinidir. Burada aktiv lili ayrılması böyük problemlər yaradır. Aktiv lil qurğularına az miqdarda üzvi yük verilərək azot azaldılır (Şək.1.6.).



Şəkil 1.6. Bioloji təmizləmənin texnoloji sxemi

Biopərdəli təmizləmə qurğuları filtrlər, batmış havalandırma filtrlər və biodisklər olaraq dizayn edilə bilər. Bu qurğuların təmizləmə səmərəsi 75-90% arasında dəyişə bilər. Bu qurğularda azot itgisi olacaqsə, daha az üzvi yük tətbiq edilməlidir (şək.1.7.).

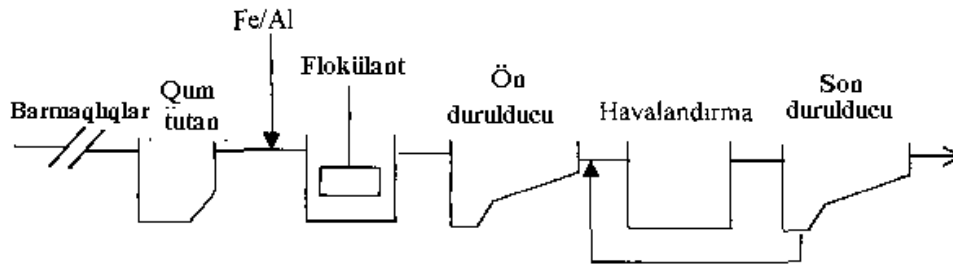


Şəkil 1.7. Biopərdəli qurğularda təmizləmənin texnoloji sxemi

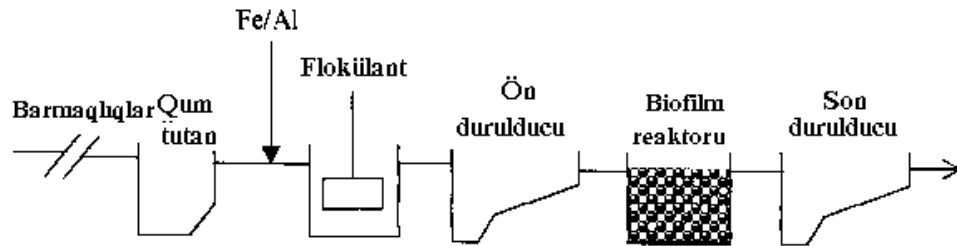
Biokimyəvi təmizləmənin texnoloji sxemində kimyəvi və bioloji təmizləmə qurğuları birlikdə tətbiq edilir. Kimyəvi təmizləmə bioloji təmizləmədən sonra tətbiq edilir. Bu da tullantı suyunun təmizlənmə səmərəsini artırır. Biokimyəvi təmizləmənin 5 sxemi, istehsalata tətbiq edilir:

Bunlardan birincisi ön kimyəvi durultmalı bioloji təmizləmə üsuludur

Bu texnoloji sxemdə bioloji təmizləmə qurğularından tullantı suyunu koagulyant və flokulyant daxil edilir. Texnoloji sxemi təmizləmə səmərəsi OBT, AM və T-P üçün 90%-dən çox, TKN (ümumi azot) üçün 30% -dən çoxdur [66]. Bu ssitem aktiv lil qurğularından və ya biopərdə qurğularından əvvəl işlədilir. (şəkil 1.8. və 1.9.b).



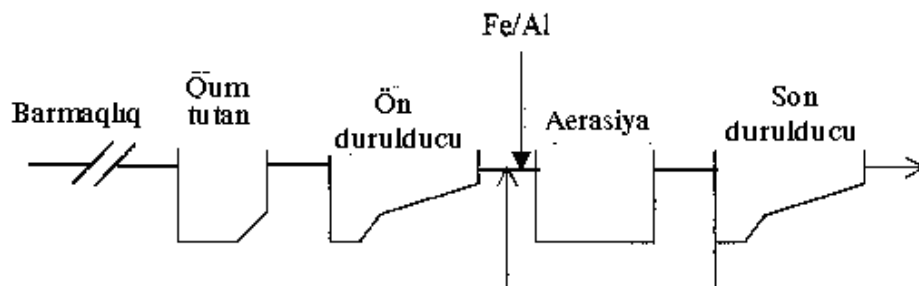
Şəkil 1.8. a. Ön kimyəvi təmizləməyə malik texnoloji sxem



Şəkil 1.9. Ön kimyəvi təmizləməyə malik biosüzgəcli texnoloji sxem

Mövcud bioloji tullantı suyu təmizləmə qurğularında kimyəvi maddə işlənməsi ilə, təmizləmə qurğularının inşasına tələb olunan sahə xeyli azalır [84, 91].

Kimyəvi durultmalı bioloji təmizləmə sxemində Bu qurğularda kimyəvi maddələr aerasiya hovuzuna daxil edilir. Koagulyasiya prosesi aerasiya hovuzunda başa çatır. (Şəkil.1.10). Yaranmış pambıqciqlar son çökdürmə hovuzunda çökdürülür. Koagulyasiyanın daxil edilməsində əsas hədəf fosfor və üzvi maddələrin tullantı suyundan ayrılma sürətini artırmaqdır. Texnoloji sxemin təmizləmə səmərəsi OBT, AM və T-P üçün 90%-ə yaxın TKN üçün isə 30% ətrafındadır.

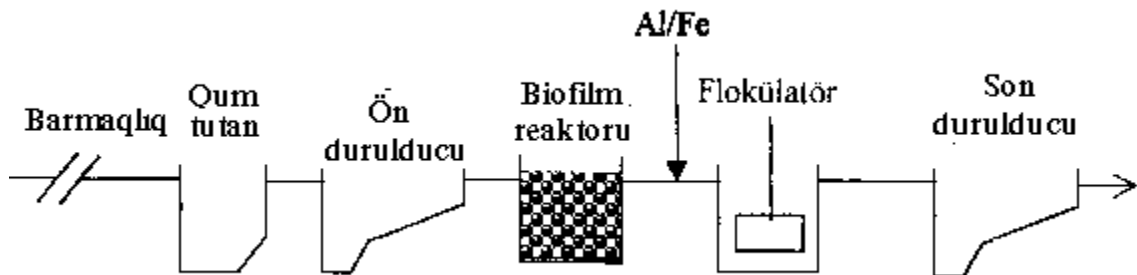


Şəkil 1.10. Biokimyəvi təmizləmənin texnoloji sxemi

Üçüncü texnoloji sxemi azot udulması ilə gedən biokimyəvi təmizləmədir.

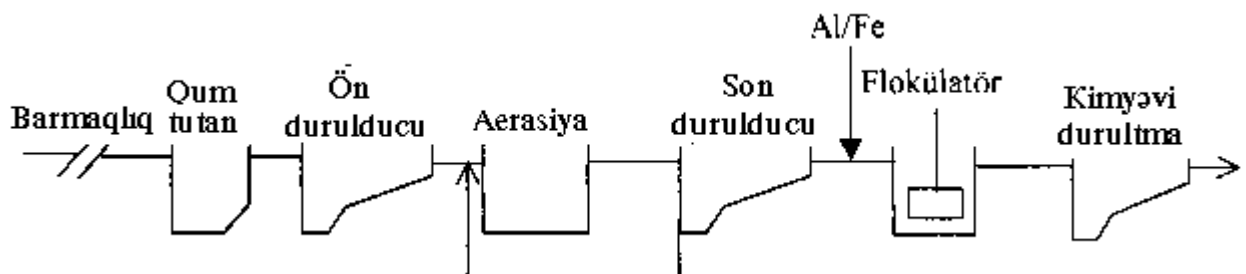
Bu texnoloji sxemdə kimyəvi təmizləmə bioloji təmizləmədən sonra həyata

keçirilir (Şəkil.1.11). Bu sxemdə bioloji təmizləmə qurğusu kimi biosüzgəclərdən istifadə edilir. Biokütlə və digər kolloid formasında olan maddələr koagulyasiyaya uğradılaraq son təmizləmə hovuzunda çökdürülür. Sxemin təmizləmə səmərəsi OBT, AM və T-P üçün 90 %-ə qədər, TKN üçün 30 % təşkil edir [99].



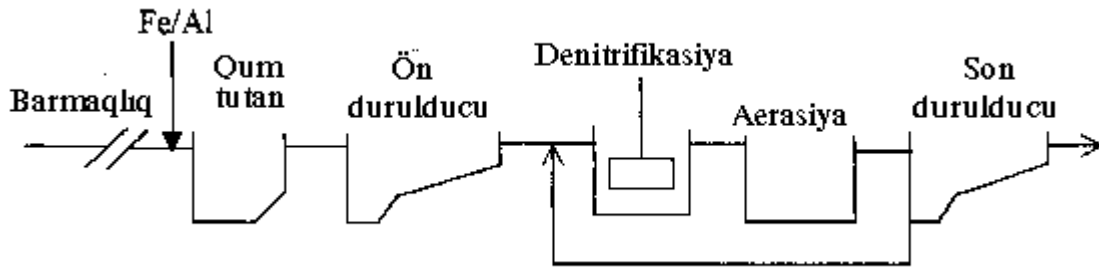
Şəkil 1.11. Son kimyəvi çökdürməli bioloji təmizləmənin texnoloji sxemi

Dördüncü sxemdə koagulyant daxil etməklə yaranmış pambıqçlıqlar bioloji təmizləmə qurğularından sonra çökdürülür (şək.1.12). Bu qurğularda fosfor və üzvi maddələrin itməsi nəzərə alınır. Texnoloji sxemin təmizləmə səmərəsi OBT, AM və T-P üçün 90%-ə qədər, TKN için isə 30%-dən çoxdur [65].

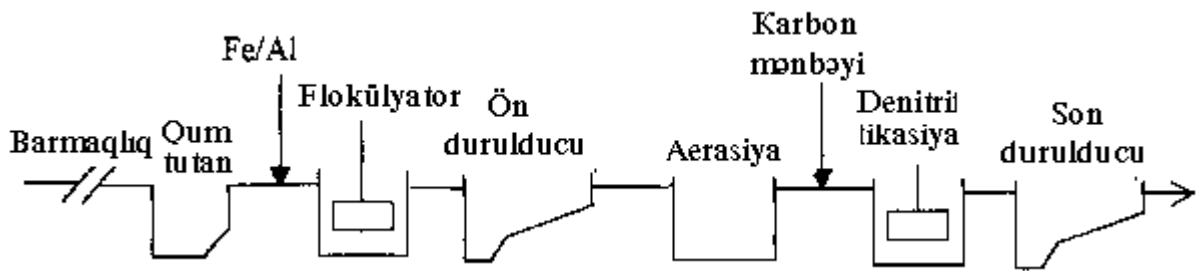


Şəkil 1.12. Son kimyəvi durultmalı bioloji təmizləmənin texnoloji sxemi

Azot udulması ilə gedən bioloji təmizləmədə üzvi maddə və fosfor itkisi ilə birlikdə azot itkisi baş verir. Bu texnoloji sxem ön denitrifikasiya və ya son denitrifikasiyaya malik olan bioloji təmizləmə ilə sonna çatı bilər (Şəkil 1.13. və 1.14). Sxemin təmizləmə səmərəsi üzvi maddə və fosfora görə 95%-ə qədər, TKN-ə görə isə 80 %-dir [65].



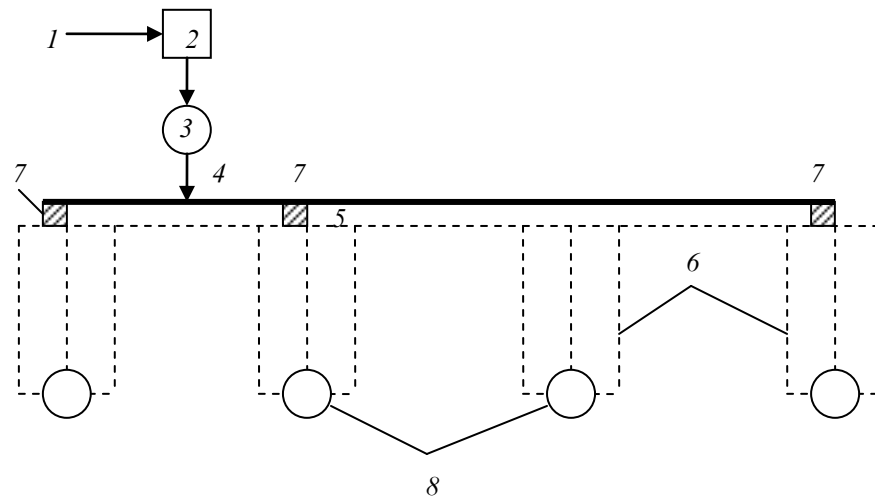
Şəkil 1.13. Ön denitrifikasiyaya sahib aktiv lil qurğusu



Şəkil 1.14. Son denitrifikasiyaya sahib aktiv lil qurğusu

Yuxarıda göstərilən sistemlərdən başqa tullantı sularının təmizləmə səmərəsini artıran digər texnoloji sxemlər də tətbiq edilir.

Təbii şəraitdə tullantı sularını təmizləyən qurğular öz məhsuldarlıqlarına görə yerli ($0,5-25 \text{ m}^3/\text{sut}$), kiçik ($25-700 \text{ m}^3/\text{sut}$), qəsəbə ($1400-10000 \text{ m}^3/\text{sut}$), şəhər ($17000-80000 \text{ m}^3/\text{sut}$) və bölgə ($100000-280000 \text{ m}^3/\text{sut}$) təmizləyici sistemləri adlanırlar. Bu sistemlərdə bir neçə suvarma növündən istifadə edilir: torpaq səthinin suvarılması, ayrı-ayrı xəndəklər və zolaqların suvarılması, səpələyicilər vasitəsilə suvarma və torpaqaltı suvarma. Sonuncu variant (şək.1.15.) epidemioloji, sanitariya-texniki, aqroiqtisadi, estetik və su təsərrüfatının tələblərinə cavab verən ən əlverişli texnoloji sxem hesab olunur[18]. Tullantı sularının təmizləndiyi bütün qurğularda və bu suları nəql etdirən kanal sistemlərində mikroorqanizmlərin fəaliyyəti əsas rol oynayır. Bioloji təmizləmə əsasən üzvi çirkləndiricilərin sudan kənar edilməsində bioflokulyasiya və minerallaşma proseslərinin optimal getməsi üçün nəzarət altında saxlanılan şəraitin yaradılmasından asılıdır.



Şək. 1.15. Yeraltı suvarma sahələri olan təmizləyici qurğuların sxemli-kanalizasiya kollektoru; 2-toplayıcı çən; 3-nasos stansiyası; 4-basqılı boru kəməri; 5-torpağaltı paylaşdırıcı boru kəməri; 6-torpağaltı nəmləndirici; 7-su buraxıcı hidrantlar; 8-nəzarət-ventilyasiya dayaqları

Bunun üçün təmizləmə prosesində ən çox faydalı olan mikroorqanizmlərin suya daxil edilməsi lazımdır [4]. Fəal mikroorqanizmlərdən (EM) istifadə edilməsi anaerob təmizləmə aparılmasına şərait yaradır. EM aerob və anaerob şəraitlərdə işləyə bilən mikroorqanizmlər qrupudur. EM aerob və anaerob şəraitlərdə işləyə bilən mikroorqanizmlər qrupudur. Odur ki, ənənəvi təmizləmə sistemlərində bioloji təmizləmə qurğularından kənarda prosesin bütün mərhələlərində mikroorqanizmlərin suyun keyfiyyət göstəricilərinə təsirinin nəzərə alınması bütövlükdə son nəticənin yaxşılaşmasına xidmət edə bilər.

EM aerob və anaerob şəraitlərdə işləyə bilən mikroorqanizmlər qrupudur. Odur ki, ənənəvi təmizləmə sistemlərində bioloji təmizləmə qurğularından kənarda prosesin bütün mərhələlərində mikroorqanizmlərin suyun keyfiyyət göstəricilərinə təsirinin nəzərə alınması bütövlükdə son nəticənin yaxşılaşmasına xidmət edə bilər.

Şəhər tullantı sularının təmizlənməsində göstərilən üsullardan biri, yaxud bir neçəsi birlikdə istifadə olunur.

Tullantı suyunu təmizləyən sistemlərdə qarşıya çıxan problemlər və onların təhlili

Tullantı suyu təmizləmə sistemlərinin səmərəli bir şəkildə işlədilməsi sistemə gələn tullantı sularının xarakteristikasının ətraflı öyrənilməsindən, avadanlıqların, (elektrik, mexaniki) düzgün seçilməsindən, istismarında çalışan işçilərin öz ixtisaslarını artırmaq üçün davamlı çalışmalarından, texnoloji sistemdə gedən proseslərin nəticələrinin düzgün qiymətləndirilməsinin çox asılıdır. Bütün dünyadakı təmizləmə sistemlərində qarşıya çıxan problemlər bir-birinə bənzəyir. Mövcud tullantı suyu işini təhlil edərək nəticələri eyni vəziyyətdəki ölkə və quruluşlarla da paylaşmaq yeni qurulacaq tullantı suyu sistemlərinin daha yaxşı çalışmasına təminat verir. İstanbulda "Tuzla bioloji və Paşaköy bioloji təmizləmə sistemlərində" əldə edilən nəticələr əsasında tullantı suyu təmizləmə sistemlərinin daha yaxşı çalışmasını təmin edəcək təkliflər irəli sürülmüşdür.

Tullantı sularını təmizləmə sistemində qarşıya çıxan problemlər ümumi və daxili problemlər olmaqla 2 şəkildə araşdırılır.

1.5.1. Ümumi problemlər

Ümumi problemlər tullantı suyu təmizləmə sistemlərinin tam olaraq hamısı ilə əlaqəli problemlərdir. Sistemin layihələndirilməsi, inşası, avadanlıqların təmini, çalışacaq işçilərin təmini, sənayedən gələn tullantı suyu qaynaqları ümumi problem olaraq araşdırılır.

a) Sistem layihələndirilməsi və inşasından qaynaqlanan problemlər.

Bu problemlər sistemin səmərəli işləməsinə birbaşa təsir edir. Sistem seçimi, sistemə xərclənən pul, avadanlıqların sayı və funksiyası, sistemin texniki və texnoloci ünsürlərinin ayırd edilməsi və bunların işlətməyə daxil edilməməsi problemin özəyidir.

b) Təmizləmə sistemi layihələrində görülmə xətalar: Kanalizasiya və kollektor sistemi tamamlanmadan aparılan tullantı suyu təmizləmə sistemləri

kafi mənada yetərli deyildir.

Tullantı suyu təmizləmə sistemlərinin inşasında cavabdeh mühəndis və texniki işçilərin təcrübəsiz olmasından irəli gəlir. Məsələn;

- Nasosların düzgün seçilməməsi.
- Sistemin ehtiyacı xaricində mexaniki avadanlıqların təsis və tənzim olunması, artıq avadanlıq qurulması sistemdə çalışan adamların sayını artırır, maliyyəsinə yüksəldir. Sistemin keyfiyyətli avadanlıqlarla təchiz edilməsinə, inşaatlarda daha az qapalı yerin olmasına diqqət edilməlidir.
- Sistemin avtomatik yoxlanılması və nəzərdən keçirilməsinin ayırd edilməsi işçidən asılı bir təmizləmə texnologiyasının izlənilməsi.

c) İnşaat zamanı yaranan xətlər: Kollektor və tunel tikintisindəki problemlər: Dəniz kənarından keçən kollektor xətlərindən (sızma nəticəsində) duzu çox yüksək olan dəniz suyu sistemə daşınır. Duzlu su həm biyoloji fəaliyyətə ziyan verməklə həm də korroziya təsirləri səbəbiylə avadanlıqlarda korroziyanın və faydalanma ömürlərini qısaldır.

- Başda hovuzlar olmaq üzrə sistemdəki düzgünlük və standartlar inşaat aşınmasında kafi miqdarda təmin edilmir. Bu da işləmə sırasında mexanik elementlərin tez zay olmasına, aşınma, xətlər və təkərlərdə problem yaradır.

- İnşaat sırasındakı mexaniki avadanlıqların sistemə bağlanma problemi,
- İşlətmə və bölüm binalarının təbiət şərtlərinə uyğun olaraq planlanmaması nəticəsində meydana gələn (isitmə, soyutma və b.) problemlər.

d) Mexaniki avadanlıqlardakı montaj xətləri:

İstər xarici, istərsə də daxili bilicilərdən təmin edilən vəsaitlərdə montajdan işlətməyə alıncaya qədər keçən zamanda çeşidli problemlər əmələ gəlir. Təmizləmə kompleksi istismara başlandıqdan sonra mexaniki avadanlıqlarda meydana gələn qəzaların aradan qaldırılması çox vaxt vəsait tələb edir. Xarici ölkələrdən mütəxəssislərin gətirilməsi, ya da fabrikin bağlandığı və ya başqalarına satıldığı şəraitdə yerli çətinliklər yaradır. Bu səbəblə təsis işlərində mümkün olduğu qədər daxili və təmiri mümkün olan vəsaitlər məsləhət görülməlidir.

e) Çalışan işçilər və təsislərdən yaranan problemlər:

Tullantı suyu təmizləmə sistemlərinin əsasən də bioloji təmizləmə sistemlərinin işləməsi daha fərqli bir ixtisas və iş təcrübəsi tələb edir. Bu sahədə mütəxəssislərin hazırlanması çox əhəmiyyətlidir. Avropada olduğu kimi sistemlərdə, daimi işçilər yerinə hər sistem üçün (mexaniki və elektrik işlərini yerinə yetirən) firmalarla ayrı-ayrı nəzarət anlaşmaları yerinə yetirilərək çalışanların sayı azaldılmalıdır.

Tullantı suyu təmizləmə sistemlərinin istismarında çalışan işçilər ilə bağlı problemlər aşağıda göstərilmişdir:

- İxtisaslı işçilərin sayının azlığı səbəbiylə yaranan problemlər.
- Davamlı ixtisas verəcək müəssisələrin (Universitetlərdə yalnız nəzəri ixtisas verilir, tətbiqi ixtisas verilmir) yaratdığı problemlər.
- Təsislərin çalışmasından yaranan problemlər;
- Uzun müddət istismarda bilib yerinə yetirmədiyi, ya da bilərək tətbiq etmədiyi vəziyyətlərdən yaranan hallar mənfi təsir göstərir.

f) Təmizləmə komplekslərinə tullantı sularından yaranan problemlər: Planlaması doğru və sağlam olaraq düzəldilmiş bir çirkli su xarakteristikası lazımdır. Layihə yaradılarkən bu dəyərlər çox zaman hazır olaraq Amerika və Almaniyanın layihələrindən alınarkən problem yaradır.

Turizm bölgələrdən meydana gələn tullantı sularının miqdarı və çirklilik isə bölgənin və təsisin özəlliklərinə və quruluşuna bağlı olaraq dəyişir. Bu məqsədlə bu bölgələrdən qaynaqlanan tullantı sularının istər miqdarı, istərsə də xarakteristikası yerində aparılan tədqiqatlarla aydınlaşdırılmalıdır .

Sənaye tullantı suları evlərdən çıxan tullantı sularından fərqli olaraq sənayeyə xas olan xarakter daşıyır. Türkiyədə Avropada olduğu kimi sənayelərin çirklənmə sinifləri dəqiq olaraq ayırd edilmişdir. Türkiyə şəraitinə uyğun bir sinifləndirmə, istehsal, maddələrin işlənməsi, texnoloji vəziyyət və çirkli su özəllikləri xüsusən qeyd edilmişdir.

Təmizləmə sisteminə gələn tullantı suyunun özəlliklərini dəyişdirən bir çox amillər vardır. Bu amillərdən əsasları:

- Sistemə gələn tullantı suyunun açıq kanal ilə nəql etdirilməsi,
- Sahil kollektorlarında dəniz sularının sistemə sızmasının qarşısının alınması;
- Sənayedən gələn kənar tullantı su axıtmaları;
- Təmizləmə zamanı edilən baxım səbəbi ilə hovuzların boşaldılması və lilli sulardan çıxan sızıntı suları;
- **Açıq kanaldan alınan tullantı suyundan yaranan problemlər:** Sistemə açıq kanaldan tullantı suyu alınması zamanı sistemə girən suyun oksigeni yüksək olub, OBT_5 , OKT və AM dəyərlərinin lahiyədən kənara çıxmasına səbəb olur.

Sistemə giriş suyunun qeyri-üzvi maddənin daxilə yüksək olması avadanlıqların daha tez aşınmasına və maksimum məhsuldarlıq altında çalışmalarına səbəb olur.

Üzvi yükün az olması isə bioloji təmizləməni çətinləşdirir.

Suda həll olmuş oksigenin çox yüksək olması isə təmizləmə səmərəni pisləşdirir və fosforun azalmasını çətinləşdirir.

- **Kənara çirkli su atılması:** Sənayenin yaratdığı çirkli suların qarşısı alınmalıdır.
- **Aktiv lil bölgələrindən çıxan sızıntı suları:** Təmizləmə sistemlərində aktiv lil artırılma və suyunu təmizləmə bölgələrindən çıxan sızıntı sularının AM və OBT_5 -i daha da artır. Bu suların miqdarı az, lakin çirklilik dərəcəsi çox olduğu üçün sistemdə daim nəzarət altında olmalıdır.

g) Qoxudan yaranan problemlər:

Yaşayış bölgələrinə yaxın olan sistemlərdə qoxu problemi çox böyük əhəmiyyət kəsb edir. Qoxu problemi xüsusən yay aylarında artır. Qoxu əmələ gələn vəziyyətlərdə ciddi tədbirlər görülməsi və onun qarşısının alınması mühüm məsələlərdən biridir. Qoxunun qarşısını almaq üçün sistemlərə xlor, hidrogenperoksid, əhəng və ya ozon kimi oksidləşdiricilər əlavə etmək lazımdır. Yaşayış bölgələrinə yaxın yerlərdə olan təmizləmə sistemlərindəki bəzi elementlərin atmosferdən təcrid olunması gərəkli ola bilər.

h) Digər problemlər: sistemin daxilindəki və xaricindəki problemlərdir. Bunlar əsas olaraq enerji problemi, kənar edilmiş çirkli su enerji problemi və işçilər ilə bağlı digər problemlərdir.

- **Enerji ilə bağlı problemlər:** Enerjinin kəsilməsi çox zaman sistemin işləməsini fasiləli hala gətirir. Bu zaman kollektor və tunellərdə qatı maddələrin çökməsi, yığılması və iylənməsinə səbəb olur.

- **Kənar tullantı suları:** Sənaye müəssisələrinin yaratdığı tullantı suyu;

- **Mənasız müdaxilələr:** Nazirliklər, İcra Hakimiyyətləri, Şəhər Bələdiyyələri kimi qurumların bu işə qarışması nəticəsində meydana gələn problemlər.

- **Bürokratik problemlər:** Material təminatı və ya sistemin işlədilməsinin özəl sektorların və firmaların yetərli savadlı olmaması;

1.5.2. Sistemlərə aid problemlər

Əsas problemlərin xaricində sistemin daxili işləməsi ilə bağlı problemlər də vardır. Bunlara özəl problemlər deyilir. Bioloji təmizləmə sistemlərində görülə bilən işlər aşağıdakı kimi ayırd edilir:

a) Giriş sistemi problemləri

Nasos seçimindən qaynaqlanan problemlər: Yüksək həcmli və sabit axarlı nasos seçilməsi zamanı yaranan problemlər;

- 1- Alınma zamanı ödənilən vəsait;
- 2- Nasoslar çalışmasa da ömürlərinin azalması,
- 3- Nasoslar sabit axarlı olduğu üçün sistem fasiləli reaktor kimi çalışır,
- 4-Nasosun işləmədiyi zamanlarda kollektorlarda iylənmə prosesi başlayır.

b) İşləmə sisteminin problemləri

Çökdürmə hovuzlarının memarlıq işləri təmizləmə sisteminin faydalı işinə təsir edir. Tullantı suyunun xarakteri doğru tədqiq edilməlidir. Fiziki təmizləmə və kənar tullantı su sistemləri əsasən tullantı suyunun xarakteristikasının tamam bəlli olmasından əvvəl qurulmalıdır. Təmizləmə sistemləri çətin və riskli olduğu üçün mümkün olduğu qədər mexaniki avadanlıqlar az olan sistemlər

seçilməlidir. Sistemdəki insanların sayını və sistemə müdaxilələri ən az səviyyəyə endirəcək avtomatik sistemlər işlənilməlidir.

c) Tullantı su sisteminin maliyyəsinin qarşılınması problemi.

Tullantı su sisteminin idarəsi standartların təmin edilməsi və nəzarətlərin, digər amillərin lazımı (toplama, təmizləmə, uzaqlaşdırma) nəticəsi ilk yatırım, həm də bu təsislərin gərəkli işləmələrini təmin etməkdir. Maliyyə təmini kanalizasiyaya çirkli su idarəsinin ən önəmli bir hissəsini təşkil edir.

Istanbul şəhərində ISKI tərəfində işlədilən bioloji təmizləmə sistemlərində 1 m³ çirkli suyun maya dəyəri Tuzla-da 4 AVRO-cent, Paşaköy-də 8 AVRO-cent-ə qədərdir. Əgər təsis ömrü 20 il alınar və digər çıxarlar əlavə ediləcək olursay Tuzla 12 AVRO-cent, Paşaköy 13 AVRO-cent-lik işlətmə maya dəyərinə malikdir. Ancaq su miqdarı artdıqca yuxarıdakı məsrəflər azalacaqdır.

1.6.Kollektor və təmizləyici qurğularda EM-dən istifadə

Tullantı suyunu nəql etdirən boru və kanallarda, həmçinin təmizləmə qurğularında EM aerob və anaerob təsirli olduğundan, suyun təmizlənməsi aerob təmizləmə sistemlərində bioloji reaktordan əvvəl, nəqlətdirici kanallarda isə tullantı suyunun kanala daxil olduğu nöqtədən başlanır. Aktiv mikroorqanizmlərin birləşməsindən əmələ gələn və qısa olaraq EM adlandırılan bakteriyalar 3 tipdə faydalı mikroorqanizmlər qrupunu əhatə edir:

- fototropik bakteriyalar;
- süd turşusu bakteriyaları;
- maya qrupu.

Bu mikroorqanizmlər üzvi maddələrlə qarışdıqda vitaminlər, üzvi turşular, kəltan mineralları və antioksidlər kimi faydalı maddələr əmələ gətirir.

EM Yaponiyanın Ryukyus Universitetinin professoru, doktor Teriohiqa tərəfindən kəşf edilmişdir. EM sintetik və kimyəvi maddə deyil və bu mikroorqanizmin aşağıdakı növləri vardır.

Fotosintez bakteriyası (Fotosintetik bakteriyalar): Bu bakteriyalar günəş şüaları və torpağın hərarətinin təsiri nəticəsində kök şirələri və ya hidrogen sulfid

kimi zərərli qazlardan qida mənbəyi kimi istifadə edirlər. Azotlu birləşmələrin (amin turşuları) təsiri ilə köklərin ətrafında fizosfer (*Rhizosphere*) və VA (*vesikular orbusalar*) artaraq inkişaf edir.

Laktiki turşu bakteriyası: Bu bakteriyalar fotosintez və maya bakteriyalarının istehsal etdiyi şəkər və digər karbohidratlardan laktiki turşu istehsal edir və qıcqırma prosesini təmin edir. Kənd təsərrüfatında istifadə olunduğu zaman çox mühüm bitki xəstəliyi törədən *fusarium* adlı zərərverici və xəstəlik törədən bir çox ünsürlərin çoxalmasına mane olur.

Mayalar: Maya ifrazatları laktiki turşu bakteriyaları və aktinomisedlər kimi faydalı bakteriyaların artıb inkişaf etməsinə şərait yaradır. Bu bakteriyalar simbioz həyat tərzinin təminediciləridir.

Aktinomisetlər: Bakteriya və göbələklər arasında bir quruluşa malikdirlər. Mikroba qarşı maddə istehsal edirlər ki, bu da zərərli göbələk və bakteriyaları məhv edir.

Kiflər: *Aspergillus* və *penicillum* kimi kiflər üzvi maddələri sürətlə məhv edir, spirt, efir və mikroba qarşı maddə istehsal edirlər. Bu da zərərli böcəkləri uzaqlaşdırır və pis qoxuların yayılmasının qarşısını alır [9].

Yuxarıda göstərilən mikroorqanizmlərin tullantı sularını nəql etdirən böyük uzunluğa malik kanal və böyük diametrli borulara daxil edilməsi təmizləyici qurğular kompleksinə daxil olana qədər suyun keyfiyyət göstəricilərinin müsbət istiqamətə doğru xeyli dəyişməsinə səbəb ola bilər. Son nəticədə əsas təmizləyici qurğuların çirk yükü azalar və onların təmizləmə səmərəsi artar [5].

1.7. Tullantı sularını təmizləyən müəssisələrin iqtisadi göstəricilərinin təhlili

Türkiyədə tullantı sularını təmizləyən müəssisələrin dəyəri investisiya və istismar məbləği olmaqla iki qrupda tədqiq olunur.

Bioloji təmizləmə müəssisələrinə investisiya məbləği və enerji xərcləri təyin edilərkən 1989-cu ilin qiymətləri əsas götürülmüşdür [32]. Araşdırmaların nəticələri cədvəl 1.6-də verilmişdir. Cədvəldə verilmiş qiymətlərə lili dezinfek-

siyasına aid investisiya daxil edilməmişdir. Bu da nəzərə alınarsa qiymətlərin 80-100% nisbətində tənzimlənməsi lazımdır.

Cədvəl 1.6.

Müxtəlif təmizləmə sistemlərində enerji sərfi

Təmizləmə sisteminin növü	Enerji sərfi (kilovatt-saat/N.il)
Klassik aktiv lil	8 – 17
Aerasiyalı aktiv lil	13 – 20
Damcılı bioloji filtr	6 – 10
Aerasiya hovuzu	12 – 15
Stabilizasiya hovuzu	Yoxdur
Mexaniki təmizləmədən sonra dənizə axıtma	4 – 5
Ön tərəfi mərkəzi və digər xərclər	4 – 8
Təbii bioloji üsullar	Yoxdur

Təmizləmə müəssisələrində yerləşən nasos, hava üfürücü (kompessor), lil sıyırıcı, aerasiya sistemi, qarışdırıcı, vakuum filtr, mərkəzdənqaçma aparatları (sentrifuqalar), press-filtrlər və sairə təchizatlar elektrik enerjisi sərf edirlər.

Bu səbəbdən də konvensional fəal lil müəssisələrində adam başına 12,3-14,4 ABŞ dolları olan investisiya məbləği stabilizasiya hovuzlarında 3,1- 4,1 ABŞ dollarına enir [8,36]. Şəhər tullantı sularını təmizləmə müəssisələrinin istismar xərcləri personal, enerji, kimyəvi reaktivlər, təmir və qulluq qiymətlərindən ibarət olur. Cədvəl 1.6-dan göründüyü kimi tullantı sularının təmizlənməsində ən çox istifadə edilən aktiv lil və damcılı bioloji süzgəclərin enerji sərfi digər təmizləmə üsullarına nisbətən daha yüksəkdir. Enerji qiymətinin azaldılması istismar xərclərinin də əhəmiyyətli dərəcədə azalmasına səbəb ola bilər [10]. Cədvəldə enerji sərfələrinin orta qiymətlərinin verilməsinin səbəbi təmizləmə müəssisəsinin xidmət etdiyi əhalinin sayının artması ilə bərabər əhali tərəfindən enerji sərfinin azalmasıdır.

Almaniyada kiçik istehsal müəssisələrində yaranan tullantı sularının 50%-ə qədəri şəhər tullantı sularını təmizləmə müəssisələrinə daxil olur. Cədvəl 1.7-də Almaniyada suyun OBT-nin 95% enməsinə təmin edən təmizləmə müəssisələrinin iqtisadi göstəriciləri verilmişdir [66]. Cədvəl 1.7-dən görünür ki, əhalinin sayının

1000 nəfərdən 100 000 nəfərə qədər artması inşaatın maya dəyərinin 4 dəfə azalmasına səbəb olur. Buradan belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, əhalisinin sayı 1000-10000 nəfər olan kiçik yaşayış məntəqələri üçün az məhsuldarlıqlı təmizləmə komplekslərinin inşası iqtisadi cəhətdən özünü doğrultmur.

Cədvəl 1.7.

OBT-ni 95% endirən bir təmizləmə qurğusunun iqtisadi göstəriciləri

Əhali ekvivalenti (ƏN)	İnşaatın maya dəyəri		İllik maya dəyəri			Ümumi vahidin maya dəyəri
	Avro/ƏN	Avro/(m ³ /gün)	Müəssisə	Əsas pul	Ümumi	
1000	1600	8000	40	160	200	2,74
5000	925	4625	20	92,5	112,5	1,54
10000	800	4000	17,5	80	97,5	1,335
25000	625	3125	15	62,5	77,5	1,06
50000	500	2500	14	50	64	0,875
100000	400	2000	13	40	53	0,725

Təmizləmə qurğularının maya dəyərində mühüm yer tutan ərazi bir nəfərə düşən sahə hesabı ilə cədvəl 1.8-də verilmişdir. Əhali ekvivalenti tullantı sularının çirklilik dərəcəsinin müəyyən olunmasında istifadə edilən ölçü vahididir.

Təmizləmə qurğularının xidmət etdiyi əhalinin sayı artdıqca bu qurğuların inşa edilməsi üçün adam başına düşən torpaq sahəsi də azalır [25].

Tullantı sularını təmizləmə qurğularının inşasında istifadə olunan avadanlıq və mexanizmlər təmizləmə komplekslərinin özü qədər əhəmiyyətə malikdir

Türkiyədəki tullantı sularını təmizləyən 29 böyük və 100-dən artıq sənaye tullantı sularını təmizləmə qurğularına aid araşdırmalar təhlil edilərək alınmış əsas nəticələr cədvəl 1.9 və 1.10-da verilmişdir.

Cədvəl 1.8

Əhalinin sayından asılı olaraq təmizləmə qurğusunun bir nəfərə düşən sahəsi

Təmizləmə qurğularının xidmət etdiyi əhalinin sayı	Ehtiyac olan sahə, m ² /N
1000 – 10000	1,30
10000 – 50000	0,65
50000 – 100000	0,50

Cədvəl 1.9-dan görünür ki, hazırda Türkiyədə fəaliyyətdə olan tullantı

sularının təmizləmə komplekslərinin praktiki olaraq hamısında aerob təmizləmə ümumi texnoloji sxemin 40-55% -ni təşkil edir.

Bəzi sənaye sahələrində, məsələn yeyinti sənayesi, eləcə də məişət tullantı sularını təmizləyən komplekslərdə aerob və anaerob təmizləmədən 50/50% nisbətində istifadə olunur. Məişət və sənaye tullantı sularını təmizləyən komplekslərdə istifadə olunan nasoslar, metal konstruksiya, elektrik avadanlığına sərf olunan maliyyə vəsaitləri ayrılıqda nəzərdə tutulur. Dəyişik sistemlərin sərfəli bağlı maliyyə durumları araşdırılaraq aşağıda göstərilmişdir. Avadanlığı sərf olunan vəsaitin 73%-i metal konstruksiya və elektrik enerjisinə, 25%-i nasos, nasos sistemləri və avadanlığına, 2%-i isə onların quraşdırılmasına sərf olunur.

Cədvəl 1.9.

Tullantı sularını aerob və anaerob təmizləmə sistemlərinin ümumi miqdarda payı

Tullantı suları yaranan sahələr	Ümumi miqdardan faizlə payı	
	Anaerob sistem	Aerob sistem
Yeyinti sənayesi	35-40	45-55
Kağız sənayesi	-	40-45
Kiçik sənaye şəhərləri	-	30-35
Enerji sektoru	-	35-40
Maşın sənayesi	-	50-55
Metallurgiya	-	50-55
Texnoloji su	-	30-35
Çöp suyu	35-40	35-40
Toxuculuq sənayesi	-	45-50
Kimya sənayesi	-	50-55
Məişət tullantı suları:		
-böyük təmizləmə kompleksləri	45-55	45-55
-kiçik təmizləmə kompleksləri	40-50	40-50

Təhlil olunmuş təmizləmə komplekslərinin maliyyə durumu cədvəl 1.10-da verilir. Qrafiklərdən göründüyü kimi kompleksin məhsuldarlığının artımı layihə qiymətlərinin artımı ilə müşahidə olunur.

Qeyd etmək lazımdır ki, maya dəyərləri Türkiyədə çox aşağı olub cədvəl 1.7-də göstərilən rəqəmlərin 15-30%-ni təşkil edir. Tərəfimizdən təmizləmə sistemlərinin maliyyə vəziyyətləri tədqiq edilmiş [39], alınmış nəticələr cədvəl 1.11-də verilmişdir.

Cədvəl 1.10.

Türkiyədə fəaliyyət göstərən təmizləmə komplekslər

Tullantı suları yaranan sahələr	Tədqiq olunmuş komplekslərin sayı	Maliyyə vəsaitinin orta miqdarı (Avro/m ³)
Yeyinti sənayesi	13	350
Kağız sənayesi	1	370
Kiçik sənaye şəhərləri	1	600
Enerji sektoru	1	560
Maşın sənayesi	3	400
Metallurgiya	7	2100
Texnoloji su	1	30
Çöp suyu	1	1500
Toxuculuq sənayesi	20	150
Kimya sənayesi	2	490
Məişət tullantı suları:		
-böyük təmizləmə kompleksləri	10	220
-kiçik təmizləmə kompleksləri	3	350

Təmizləmə qurğularının maya dəyərinin müəyyən edilməsində müəyyən faiz ilk maliyyə qoyuluşu və amortizasiya xərcləri illik maya dəyərinə əlavə edilir. İstismar və təmir xərcləri də əlavə edilməklə illik maya dəyəri hesablanır.

Cədvəl 1.11

***Təmizləmə sistemlərinin maliyyə vəziyyətinin təhlili
inin ilk yatırım maliyyələri***

Təmizləmə sistemləri	Layihələrin maliyyə dəyəri, (\$)	Toplam istismar dəyəri, (\$)	Suyun təmizlənməsinin maya dəyəri, \$/m ³	Ərazinin dəyəri, \$/m ²
Aerasiyalı hovuz	$T = 7970,4Q^{0,5904}$	$T = 3030,7Q^{0,593}$	$T = 9,5Q^{-0,4213}$	$T = 4195,5Q^{0,4474}$
Tam qarışdırılmış aktiv lil	$T = 5128,4Q^{0,5615}$	$T = 143,03Q^{0,8064}$	$T = 0,62Q^{-0,2503}$	$T = 3791Q^{0,3166}$
Kontakt stabilizasiya	$T = 2029,7Q^{0,8406}$	$T = 250,82Q^{0,7688}$	$T = 0,88Q^{-0,217}$	$T = 3791Q^{0,3166}$
Uzun aerasiya	$T = 2848,9Q^{0,6902}$	$T = 138,18Q^{0,8746}$	$T = 0,58Q^{-0,1705}$	$T = 3791Q^{0,3166}$
Yüksək sürətli aktiv lil	$T = 7055,3Q^{0,5361}$	$T = 186,38Q^{0,7404}$	$T = 0,95Q^{-0,3217}$	$T = 3791Q^{0,3166}$
Piston axınlı aktiv lil	$T = 4702Q^{0,602}$	$T = 186,38Q^{0,7404}$	$T = 0,75Q^{-0,2558}$	$T = 3791Q^{0,3166}$
Təmiz oksigen	$T = 9577,5Q^{0,509}$	$T = 237,88Q^{0,7038}$	$T = 1,45Q^{-0,3594}$	$T = 3791Q^{0,3166}$
Pilləli aerasiya	$T = 4156,8Q^{0,6227}$	$T = 153,78Q^{0,7976}$	$T = 0,785Q^{-0,2574}$	$T = 3791Q^{0,3166}$
Damcılı filtr	$T = 3203,7Q^{0,6781}$	$T = 295,16Q^{0,6335}$	$T = 1,14Q^{-0,3669}$	$T = 3791Q^{0,3166}$
Biodisk	$T = 1993,8Q^{0,7418}$	$T = 265,08Q^{0,6618}$	$T = 1,05Q^{-0,3286}$	$T = 3791Q^{0,3166}$
Oksidləşmə hovuzu	$T = 3786,9Q^{0,6268}$	$T = 140,13Q^{0,8027}$	$T = 0,75Q^{-0,2524}$	$T = 3791Q^{0,3166}$
Stabilizasiya hovuzu	$T = 3025,6Q^{0,6702}$	$T = 47,674Q^{0,5399}$	$T = 1,55Q^{-0,3767}$	$T = 1276,8Q^{0,6743}$
Səthdən axıdılaraq ərazidə təmizləmə	$T = 507,09Q^{0,9332}$	$T = 25,295Q^{0,7881}$	$T = 0,12Q^{-0,162}$	$T = 120,26Q^{0,9921}$
Sürətli infiltrasiya ilə ərazidə təmizləmə	$T = 23,474Q^{0,7957}$	$T = 23,474Q^{0,7957}$	$T = 0,155Q^{-0,2293}$	$T = 11,936Q^{0,9839}$

Qeyd: T- ABŞ dolları; Q – inşa ediləcək təmizləmə qurğusunun məhsuldarlığıdır, m³/gün.

Nəticə. Əsasən şəhərlərdə mövcud təmizləmə qurğularının yuxarıdakı maya əsasları araşdırılaraq qurğunu yenidən düzəltmək və ya kiçik əlavələr etmək ekonomik və təmizləməni artıran texnologiyalar tətbiq edilməlidir. Bu qurğular inkişaf etdirilməli; mexaniki və bioloji qurğuların artırılması ya da kanal sistemlərində aparılacaq fərqli tədqiqatlarla yerinə yetirilə bilər.

Mexaniki qurğuların inkişaf etdirilməsi: Bu tip qurğular, kimyəvi olaraq gücləndirilmiş mexaniki təmizləmə və ya ön kimyəvi durultma qurğularına çevirərək təmizləmə itkiləri artırıla bilər. Bu qurğuları asan inkişaf etdirmə metodu koagulyantın tətbiq edilməsidir. Doza avadanlıqları kimyəvi qarışdırma imkanları, flokulyasiya hovuzları və durultma üçün yetərli miqdarda ərazi ayrılmalıdır. Sadəcə metal koagulyasiyanın istifadəsi durultma hovuzunun sahə tutmasına səbəb ola bilər. Sistemdə əgər polimer işlənirsə sistemin təmizləmə itkisi olduqca yüksək ola bilər. 70 %-dən çox

OBT itkisi üçün bu qurğular inkişaf etdirilirsə, bioloji təmizləmə qismləri mütləq əlavə edilməlidir.

Bioloji qurğuların inkişaf etdirilməsi: Bu sistemlər inkişaf etdiriləcəksə mütləq nütriyent kənarlaşdırılması sistemə əlavə edilməlidir. Mexaniki və bioloji təmizləmə qurğularında fosfor itkisinin ən asan yolu ön kimyəvi durultma və ya birləşdirilmiş durultma sisteminin əlavə edilməsidir. Beləcə orqanik maddə itkisi 90%-dən artıq olacaq və bundan başqa fosfor itkisinin qarşısı alınacaqdır.

Şəhər tullantı sularının tərkibində olan çirkləndiricilərin, eləcə də belə suların təmizlənməsində istifadə edilən üsul və texnoloji sxemlərin təhlili göstərir ki, onlara bir-birlərindən ayrı müstəqil olaraq baxılmamalı, bütövlükdə tam bir sistem olaraq öyrənilməlidir. Təmizləmə əməliyyatında hansı üsul, yaxud üsulların istifadə olunacağı, bu əməliyyatın hansı mərhələyə qədər aparılacağı təmizlənmiş suyun axıdılacağı yerüstü mənbədəki suyun keyfiyyət limiti və prosesin iqtisadi göstəricilərindən asılıdır [50]. Bu da təmizləmə əməliyyatının hər hansı bir mərhələdə dayandırılmasının yetərli olmasını və ya tam texnoloji sxemdən bəzi mərhələlərin çıxarılmasını təmin edə bilər.

FƏSİL 2. KANALİZASIYA BORU VƏ KOLLEKTORLARINDA TULLANTI SULARININ ÖZ-ÖZÜNƏ TƏMİZLƏNMƏSİNƏ AİD APARILMIŞ ELMİ İŞLƏRİN TƏHLİLİ

2.1. Kanalizasiya sistemlərinin xüsusiyyətləri

Kanalizasiya sistemləri sərbəst su səthi ilə işləyən kanallardan, basqısız və basqı altında işləyən müxtəlif diametrli borulardan ibarətdir. Kanalların mailliyi əksər hallarda 0,5-1,5% həddində dəyişir. Bəzi hallarda kanalların mailliyi 0,1-0,5%-ə qədər aşağı düşür. Kanallarda tullantı sularının axın sürəti 1 m/san təşkil edir, temperaturu isə il ərzində 8-18 və 10-25⁰S arasında olur. Bu cür sistemlərdə suda həll olmuş oksigenin miqdarı 1- 4 mq/l olur. Kanalda hərəkəti zaman tullantı suyunun keyfiyyət göstəricilərinin dəyişməsində divarlarda yaranmış bioloji pərdənin oksigen mənimsəməsi mühüm rol oynayır. Qravitasiya qüvvəsi ilə işləyən özüaxınlı kanalizasiya sistemlərində yaranmış bioloji pərdənin qalınlığı 1-3 mm arasında dəyişir. Sistemdə gedən çökmə prosesi sistemin işində müəyyən problemlər yaradır. Məsələn, Yaponiyada aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, uzun müddət işləyən özüaxınlı sistemlərdə yaranmış çöküntünün qalınlığı 80 sm-ə çatır [7]. Bu da kanalın su buraxma qabiliyyətini azaldır və çöküntü olan yerdə kanalın en kəsik sahəsinin azalması hesabına axının sürəti artır. Nəticədə bu sahədə kanal divarlarında yaranmış bioloji pərdənin parçalanma təhlükəsi yaranır.

Basqı altında işləyən kanalizasiya sistemlərində anaerob şərait hakim olduğundan belə sistemlərdə sulfidlər yaranır və parçalana bilən üzvi maddələr yox olur. Belə sistemlərdə yaranmış bioloji pərdənin qalınlığı özüaxınlı sistemlərdən fərqli olaraq az olur və 0,1-0,5 mm arasında dəyişir. Axın sürətinin özü axınlılarla müqayisədə yüksək olmasına baxmayaraq bu sistemlərdə də çöküntü yaranma problemi ilə qarşılaşmaq mümkündür.

Kanalizasiya sistemlərinin layihələndirilmə normalarında kanalların ölçülərinin müəyyənləşdirilməsində əsas şərt kimi tullantı sularının maksimum sərfi götürülür [22]:

$$Q_{pik} = \beta \cdot Q_{m.or} + S.pikFk \cdot Q_{s.or} + Q_i m^3 / san \quad (2.1)$$

burada, β - Conson (Babbit) qatlarının sayı ($\beta = 5 / P^{0,2}$; $P = \frac{N}{1000}$);

$Q_{m.or}$ - məişətdə yaranan tullantı sularının orta həcmi;

$$Q_{m.ort} = q \cdot N(24 \cdot 3600) \quad (2.2)$$

Q_i - sızma ilə itən su miqdarı;

$$Q_{siz} = 0,1F \quad (2.3)$$

N - gələcəkdə əhalinin sıxlığı;

$$N = F \cdot n \quad \text{nəf/ha} \quad (2.4)$$

$S.pikFk$ - sənaye piki faktoru;

$Q_{s.or}$ - sənaye tullantı sularının orta miqdarı;

q - bir nəfərin tullantı su norması (80-250 l/gün);

F - tullantı sularının toplandığı sahə (ha);

N - əhalinin perspektiv sayı;

n - perspektivdə əhalinin gözlənilən sıxlığıdır, (nəf/ha).

Layihələrdə tullantı sularının 30-100%-nin kanallarla nəql etdirilməsi nəzərdə tutulur. Su axını həcmi aşağıdakı formül ilə hesablanır:

$$Q_{t.s} = Q_{i.o} + 0,1 \cdot F \quad (2.5)$$

burada, $Q_{t.s}$ - tullantı sularının ümumi miqdarı;

$Q_{i.o}$ - istifadədə olmuş suyun miqdarıdır.

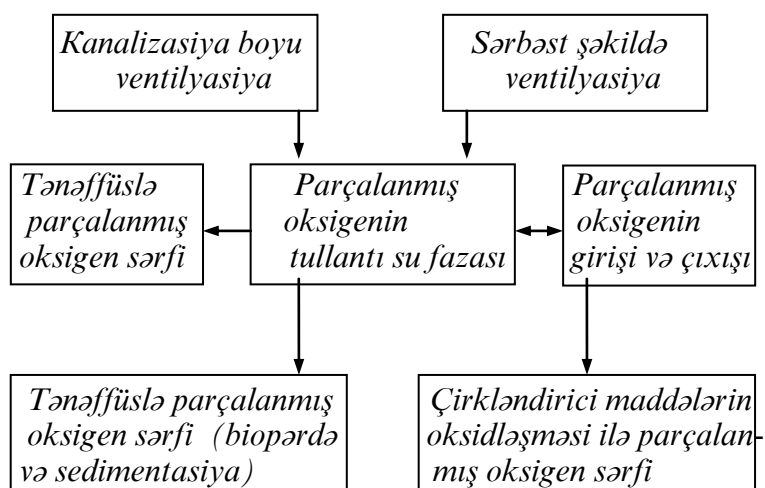
Tullantı sularını nəql etdirən kanalların hesablanması Prandtl-Kolebruk ($K=1,5$) formulasından istifadə olunur. Hesabat zamanı minimum sürət 0,6 m/san, maksimum sürət isə 3,0 m/san qəbul edilir. Kanalın bu sürətlərə uyğun maksimum və minimum maillikləri əsas götürülür. Kanalın dolma dərəcəsinin maksimum həddi 0,9, su layının kanalda minimum hündürlüyü 30 sm qəbul edilir. Kanalın ümumi dərinliyi ölçülərindən asılı olaraq təyin edilir.

2.2. Kanalizasiya sistemlərində axın zamanı tullantı suyunda gedən proseslərin tədqiqi

Kanalizasiya xətti boyunca tullantı suyunun kanalda qalma müddətindən asılı olaraq tərkibində baş verən dəyişiklikləri müşahidə etmək mümkündür. Bəzi tədqiqatçılar kanalizasiya xətti boyunca müxtəlif yerlərdən götürülmüş nümunələr üzərində aktivləşdirmə testləri apararaq suda dəyişikliklərin baş verməsini aşkar etmişlər. Belə əməliyyat bölüm reaktorlarında da aparılmışdır. Bu məqsədlə OBT, OKT və TOK tətbiq edilərək tullantı suyundakı üzvi maddələrdə əmələ gələn dəyişiklik öyrənilmişdir [58]. Bunun üçün oksigenə bioloji ehtiyacın miqdarındakı dəyişiklik nəzarət altında olmuşdur.

Narkis və digərləri tərəfindən respidometrik araşdırmalar aparılaraq tullantı suyunun xarakterində baş verən dəyişiklik öyrənilmişdir. Sudakı elektron daşıyıcılarının (oksigen, nitrat, sulfat) və sulfidlərin yaranması və nəticədə üzvi maddələrin parçalanaraq yox olması proqnozlaşdırılmışdır.

Oksigen konsentrasiyasında dəyişikliklər. Kanalizasiya sistemlərindəki tullantı sularında həll olmuş oksigenin miqdarındakı dəyişiklik ventilyasiya bacalarından hava ilə kanaldakı suya daxil olan oksigen və sudakı üzvi maddələr tərəfindən istifadə olunan oksigen arasındakı tarazlıq nəticəsində baş verir. Kanal sistemində oksigen kütləsinin parçalanmasına səbəb olan proseslər şək.2.1-də göstərilmişdir [11,51].



Şək.2.1. Kanal sistemində parçalanmış oksigen tarazlığının gətirdiyi əsas proseslər

Axan tullantı suyu üçün oksigen balansı (2.6) formulu ilə hesablanır.

$$\frac{dS_0}{dt} = K_{La}(S_{o.m.} - S_o) - (r_w + r_b + r_s) \quad (2.6)$$

burada dS_0/dt - tullantı suyunun hava ilə təması nəticəsində suya daxil olan oksigenin miqdarı;

K_{La} - ventilyasiya sürəti (saat⁻¹);

$S_{o.m.}$ - tullantı suyunun sıxlığı;

S_0 - suya faktiki qarışmış oksigenin miqdarı (q/m³);

r_w - tullantı suyunun oksigen itirmə sürəti (q/m³.saat);

r_b - bioloji pərdənin oksigen itirmə sürəti (q/m³.saat);

r_s - çökmə təbəqəsində oksigen itirmə sürətidir (q/m³.saat).

Ventilyasiyanın sürətinin tullantı suyundakı oksigen balansına təsirini ilk dəfə Pomeroy və Parxurst tədqiq edərək müəyyənləşdirmişlər [90]. Tədqiqatçılar kanalizasiya sistemlərindəki ventilyasiya sürətini təyin etmək üçün empirik metod təklif etmişlər. Sonrakı tədqiqatlarında müəlliflər bu parametri birbaşa müəyyən etmək üçün radio dalğaları metodundan istifadə etmiş və analoji nəticələr almışlar [69]. Onlar tərəfindən tullantı suyunun 20^oS temperaturunda ventilyasiya sürətini hesablamaq üçün (2.7) formulu təklif edilmişdir.

$$K_{La} = 0,96 \left[1 + 0,17 \left(\frac{u^2}{g \cdot d_{or}} \right) \right] \cdot (s \cdot u)^{\frac{3}{8}} \cdot d_{or} \quad (2.7)$$

burada, u - axının sürəti (m/san);

g - sərbəst düşmə təcili (m/san²);

d_{or} - kanalın orta dərinliyi (m);

s - kanalın mailliyini göstərir.

N.A.Jensen apardığı tədqiqatlarla ventilyasiya sürətinin suyun temperaturundan asılı olaraq dəyişdiyini aşkar etmişdir [70].

Tullantı suyunun oksigen itirmə sürəti öz-özünə qravitasiya qüvvəsi və basqı altında işləyən sistemlərdə fərqli deyildir. Adətən basqı altında işləyən sistemlərdə sulfidlərin yaranmasının qarşısını almaq üçün sistemə oksigen daxil

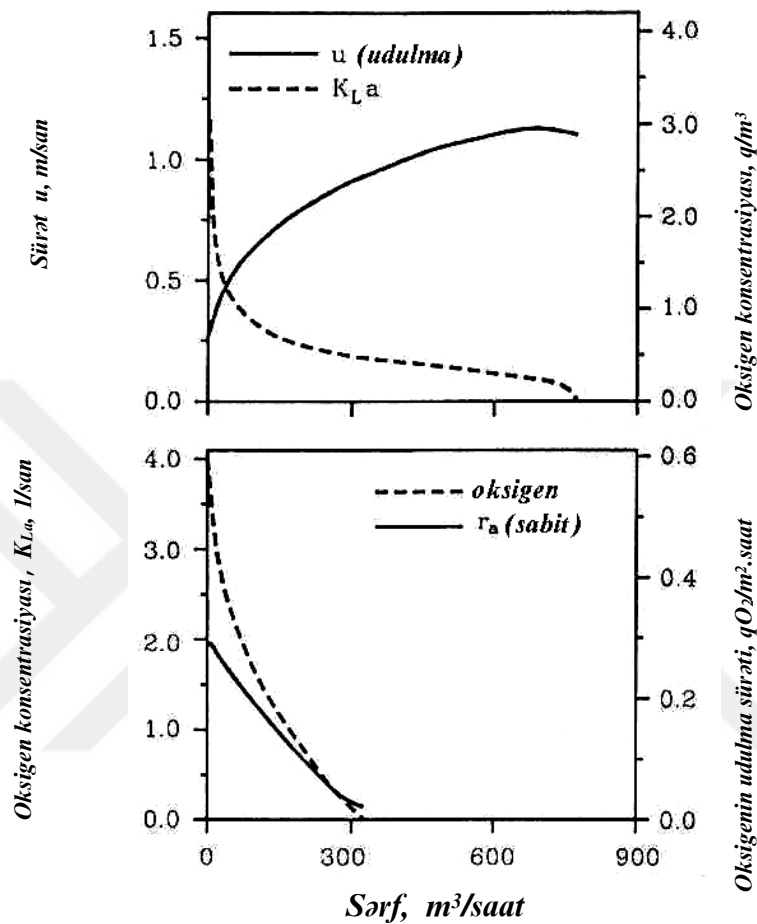
edilir. Tullantı suyunun oksigen itirmə sürəti yaranmasından keçən müddətdən asılı olaraq 2-20 mqO₂/l.saad həddində dəyişir. Suyun 15⁰S temperaturunda sürətin orta qiyməti 15 mqO₂/l.saad təşkil edir. 20⁰S temperaturu olan tullantı suyunun yaranmasından 1,2,3 saat keçdikdə oksigen itirmə sürətinin müvafiq olaraq 5,10,15 mqO₂/l.saad olduğu aşkar edilmişdir.

Bioloji pərdə tərəfindən oksigenin udulması pərdənin alt təbəqələrində ifraz olunan sulfidin və üzvi maddələrin oksidləşməsinə səbəb olur. Metcalf və Eddi 8 ayrı-ayrı kanalizasiya xətlərində apardıqları tədqiqatların nəticələri əsasında oksigenin bioloji pərdə tərəfindən udulma sürətini hesablamaq üçün empirik formul çıxarmışlar [79]. Aparılan araşdırmalar göstərmişdir ki, oksigenin bioloji pərdə ilə udulma sürəti suda həll olmuş oksigen konsentrasiyası ilə düz mütənasibdir. Onlar prosesə kanalın mailliyi və axın sürətinin aktiv təsirini qeyd edirlər. Tullantı suyunun 23⁰S temperaturunda, axın sürətinin 2,2 m/san və kanalın mailliyinin 0,0097 qiymətlərində sürətin 1,4 qO₂/l.saad olduğu dəqiqləşdirilmişdir.

Henze suyun 22⁰S temperaturunda, onda həll olmuş oksigenin 7 mq/l konsentrasiyasında və axın sürətinin 0,25 m/san qiymətində çaylardakı çöküntülərin oksigeni udma sürətini öyrənmək üçün tədqiqatlar aparmış və bu göstəricinin 2,9 qO₂/l.saad-a çatdığını müəyyənləşdirmişdir [64]. Kağız istehsalında yaranan tullantı sularının axıdıldığı çay hövzələrində bu sürətin 0,4 qO₂/l.saad (20⁰S) olduğu aşkar edilmişdir.

Yuxarıda göstərilən və empirik şəkildə təkmilləşdirilmiş tarazlıqların qra-vitasiya qüvvəsi ilə işləyən kanalizasiya sistemlərinə təsirlərinin müəyyənləşdiril-məsi üçün şə.k.2.2-də K_{La}, u, S_0 və r_a (bioloji pərdə təbəqəsinin oksigen udma sürəti) parametrlərinin su axını həcmi Q -yə görə dəyişməsi qrafikləri göstərilmişdir. Qrafiklər diametri 500 mm, mailliyi isə 0,003 olan çöküntü yaranmayan borular üçün tərtib edilmişdir. Suyun oksigen udma sürəti (r_w) 5 mqO₂/l.saad qəbul edilmişdir. Su sərfinin 775 m³/saat, udulmuş oksigenin konsentrasiyası isə 2-4 mq/l olmuşdur. Aparılan araşdırmaların nəticələri göstərmişdir ki, udulmuş oksigenin konsentrasiyası getdikcə azalmış və suyun

sərfi 325 m³/saat olduqda sıfıra enmişdir. Qrafiklərdən görünür ki, borudan axıdılan tullantı suyunun artması ilə paralel axının sürəti də artır və kanalın ventilyasiya sürəti, eləcə də sudakı oksigenin konsentrasiyası azalır.



Şəkil. 2.2. Ventilyasiya və axın sürətinin təsiri ilə biopərdə təbəqəsinin oksigen udma sürətinin suyun sərfindən asılılıq qrafikləri ($T = 10^{\circ}C$)

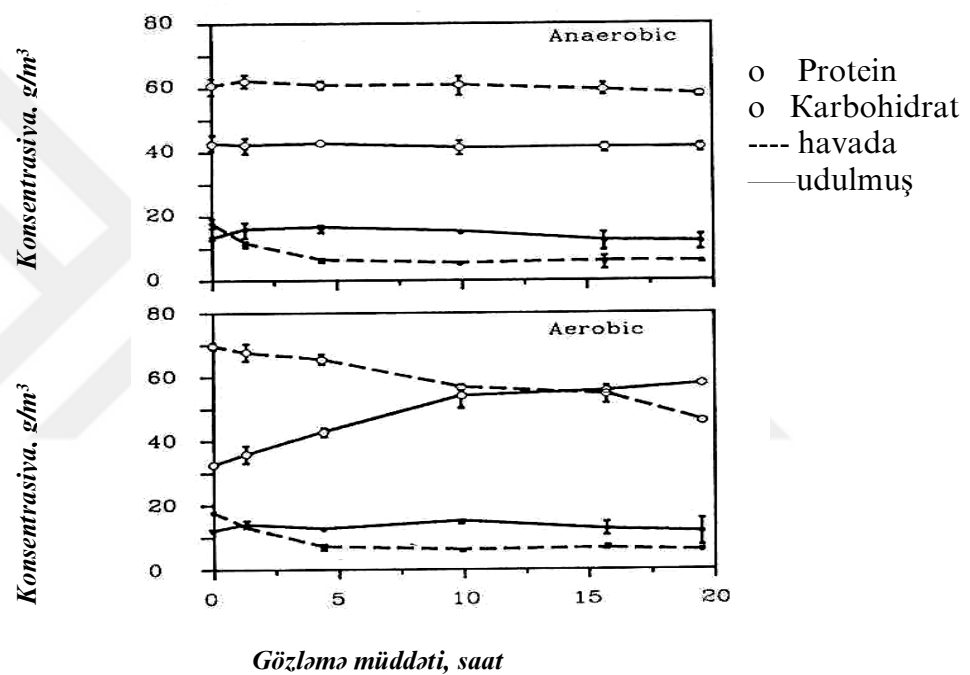
Üzvi maddələrdə dəyişikliklər. Parxurst və Pomeroyun apardıqları tədqiqatlar göstərir ki, tullantı suları kanalizasiya sistemlərində axıdıldıqda onlardakı üzvi maddələrin parçalanması təmin olunur [89]. Qeyd etmək lazımdır ki, oksigenə bioloji tələbatın dəyişməsinə öyrənmək üçün aparılan tədqiqatların sayı az olmuşdur. Bun, Skelet, Con, Forster və digər tədqiqatçılar bu sahədə təcrübələri suya oksigen daxil etməklə aparmışlar [54,55]. Bu zaman suya daxil edilən hər 1 qram oksigen oksigenə bioloji tələbatın (OBT) təxminən 1 qram azalmasına səbəb olmuşdur.

Qış aylarında suyun temperaturunun azalması (11-14⁰S) hər 1 qram oksigen

hesabına oksigenə bioloji tələbatın azalmasını 0,7 qrama endirir. Yay aylarında suyun temperaturu 20-25⁰S həddində olduqda göstərici 1,4 qrama qədər çoxalır.

Anaerob şəraitli basqılı borularda üzvi maddələrlə meydana çıxan dəyişikliklərlə bağlı çox az araşdırılma aparılmışdır. Metcalf və Eddi iki müxtəlif basqılı kanalizasiya sistemində tədqiqat aparmışlar [77]. Sistemin birində gözləmə müddəti 10-60 dəqiqə, digərində isə 6-12 saat olmuşdur. Sistemlərdə gedən proseslər arasındakı fərq uçucu turşunun əmələ gəlməsi olmuşdur.

Anaerob və aerob mühitlərdə protein və karbohidrat konsentrasiyalarında əmələ gələn dəyişikliklər şəkl.2.3-də verilmişdir.



Şəkl. 2.3. Anaerob və aerob mühitlərdə protein və karbohidrat konsentrasiyalarında vaxtla əlaqədar əmələ gələn dəyişiklik

İstifadə olunan elektron qəbuledicisi ilə növünə və miqdarına görə oksigenə kimyəvi tələbatda (OKT) baş verən dəyişikliyi müəyyənləşdirmək mümkündür.

Cədvəl 2.1-də oksigen, sulfat və nitrat istifadə olunduğu halda udulan OKT miqdarı haqqında məlumat verilmişdir. Hər üç elektron vericisi üçün müvafiq olaraq reaksiya nisbəti uyğu olaraq 0,45, 0,35 və 0,10 olmuşdur [56].

Qarstal, Mark və digər tədqiqatçılar tullantı suları axıdılan sistemlərə aktiv lil və oksigen daxil etməklə təcrübələr aparmışlar [61].

Cədvəl 2.1.

*İstifadə olunan üzvi maddə (asetat) və əmələ gələn biokütlə arasındakı
stexiometrik əlaqə*

Elektron qəbuledici	Qr məhv edilən asetat/qr məhv edilən elektron qəbuledicisi (qr OKT/qr məhv edilən elektron qəbuledicisi)	Qr istehsal edilən biokütlə/ qr məhv edilən elektron qəbuledicisi (qr OKT/qr məhv edilən elektron qəbuledicisi)
O ₂	2,50	1,50
NO ₃	4,84	1,74
SO ₄	2,24	0,24

Mühüm araşdırmalardan biri İsraildə aparılmışdır. 37 km uzunluğu olan Tel-Əviv şəhər tullantı sularını nəql etdirən kollektorda suyun qalma müddəti 10 saatdan çoxdur. Kollektorun diametri 600-2000 mm arasında dəyişir və sutkalıq nəql etdirmə gücü 300 000 m³-dur. Kollektorun baş tərəfinə uzunluğu 8 km məsafədə aktiv lil daxil edilir. Ayrı bir sistemə oksigen daxil edilərək aerob təmizləmə aparılmışdır. Bunun üçün sistemə 149 nöqtədən hava və ya 20 nöqtədən oksigen daxil edilmişdir. Tədqiqatlarla aşkar edilmişdir ki, sistemin gündəlik oksigen tələbatı 59 tondur və prosesin həyata keçirilməsi çoxlu maliyyə vəsaiti tələb edir [62].

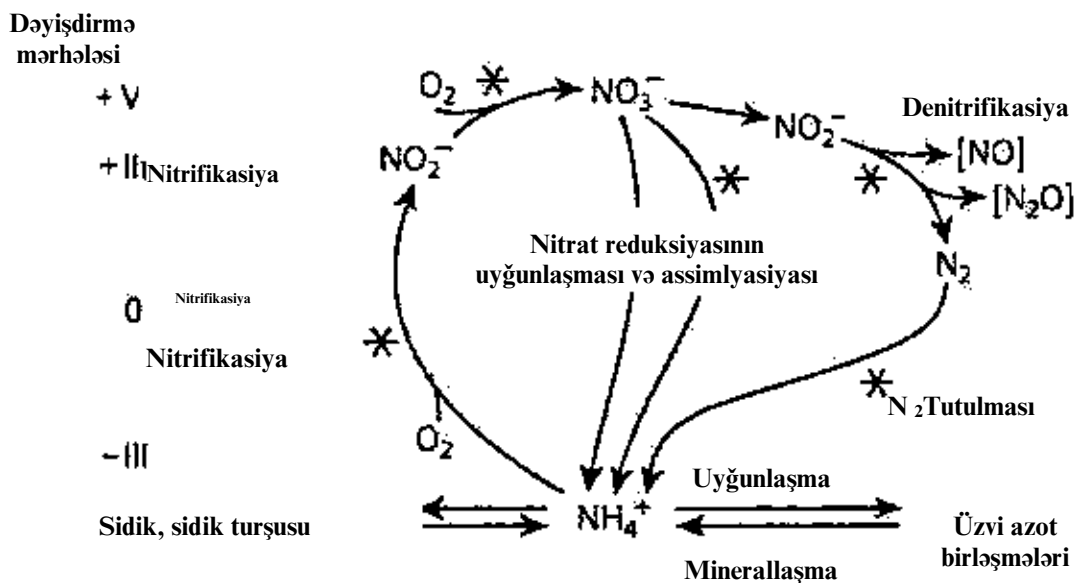
Tel-Əvividəki bu kanal sistemi U şəkilli bir xəttə malikdir. UAKM/l tullantı suyunun 1 və 0,3 qr-dan istifadə edilərək aparılan araşdırmalarda 10 saatlıq gözləmə müddəti üçün oksigenə kimyəvi tələbatın (OKT-nin) müvafiq olaraq 79% və 73% aşağı salınmasına nail olunmuşdur. Aktiv lil sistemlərində UAKM konsentrasiyasının 2,5-3,5 mq/l olduğunu nəzərə alsaq, kanalizasiya sistemlərində daha aşağı UAKM konsentrasiyalarında OKT-nin məhv olma faizinin çox olduğu müşahidə edilmişdir [67].

Azotlu birləşmələrdəki dəyişiklik. Kanalizasiya sistemlərində yüksək nitrat konsentrasiyalarına təsadüf edilir. Nitratlar bioloji pərdə təbəqəsi altında denitrifikasiyaya uğrayırlar. Suda həll olmuş oksigen olduqda nitrifikasiya prosesinin getməsi də mümkündür və bu proses həddindən artıq yükləmə olduqda aktivləşməyə başlayır. Nitrit və nitratların tullantı suyunda neytrallaşması nəticəsində denitrifikasiya yaranır.

Hanze kanalizasiya sistemlərində sulfat əmələ gəlməsinin qarşısını almaq

üçün bəzi hallarda oksigenin yerinə nitratların neytrallaşdırılmasını məsləhət görür [68]. 5 fərqli məişətdən çıxan tullantı suları ilə əlaqədar denitrifikasiya sürəti ilə oksigendən istifadə sürətini müqayisə etmişdir. Aşkar etmişdir ki, denitrifikasiya sürəti oksigendən istifadə sürətinin sıfırdan 80%-dək dəyişir. Dəyişmənin orta səviyyəsi 25-55% olmuşdur.

Azotlu reaksiyalar əsasən kanaldakı bioloji pərdə təbəqəsində əmələ gəlir. Bioloji pərdə təbəqəsində nitrifikasiya bakteriyaları olur. Onların konsentrasiyası heterotofların konsentrasiyasından 1000 dəfələrlə az olur [74]. Nəticə etibarilə nitrifikasiya çox kiçik rol oynayır. Bununla yanaşı, denitrifikasiya tullantı suyunun içərisindəki nitratdan əmələ gəlir. Koch və Zandi mikroelektrod ölçmələrində nitratın varlığının oksigenin effektivliyinə təsir etmədiyini aşkar etmişlər. Sidiyin və proteidin hidrolizləri tullantı suyunda mühüm ammonium mənbələri rolunu oynayır. Azot növlərinin reaksiyaları şəkl 2.4-də göstərilmişdir [73].



Şəkl.2.4. Azot növlərinin reaksiyaları

Sulfid birləşmələrində dəyişmələr. Kanalizasiya sistemlərində hidrogen sulfidin yaranması bioloji və kimyəvi proseslərlə əlaqədar aşağıdakı kimi şərh edilir. Hidrogen sulfid (H_2S) tullantı sularının yığılma sistemlərində atmosfer qazı və qarışıq hissəciklər şəklində olur. Bakteriyaların aktivləşməsi ilə oksidləşən H_2S tullantı suyunun səthində sulfid turşusu şəklində yayılır. Bu da sistemdə korroziyanın sürətinin artmasına səbəb olur. Qaz halında H_2S istismar heyətinin

sağlamlığına toksik təsir göstərmək qabiliyyətinə malikdir. Uzun müddət onun təsirinə məruz qalan xidmətçi personalın həyatına son qoya bilər [75].

Tullantı sularında hidrogen sulfid ionu iki müsbət yüklü hidrogen ionu ilə bir mənfi yüklü sulfid ionunun birləşməsindən yaranır. Element şəklində olan sulfid (S^{2-}) iki elektrona malik olur. Sulfid tam mənada bir çox sulfid ionlarının birləşməsindən yaranır və tullantı sularının tərkibində olan əsas çirkləndirici qarışıqdır. Sulfid pis qoxusu, sağlamlığa mənfi təsir göstərməsi, beton kanallarda və təmizləmə qurğularında korroziyaya səbəb olması baxımından bir sıra problemlər yaradır. Sulfidin bioloji təmizləmə sistemlərində lül qabarması əmələ gətirməsi, təmiz sularda isə balıqlara toksik təsir göstərməsi kimi zərərli xassələri vardır. Sulfidin mövcudluğuna aşağıdakı nəzarət metodları mövcuddur:

- nitrat;
- oksigen inyeksiyası;
- hidrogen peroksid;
- xlorin;
- pas;
- dəmir duzları.

Qravitasiya qanunu ilə işləyən kanallarda nəql etdirilən tullantı suyunda 0,2-0,5 mq/l oksigen olan hallarda sulfidlərin yaranma təhlükəsi olmur [98]. Suda sulfidlərin miqdarını məhdudlaşdıran əsas amillər bakteriyalar (SRB, kemoorqanoheterotroflar), karbon və enerji mənbəyi kimi aşağı molekullu üzvi turşular və spirtlərdir (məsələn, asetat, laktat, malat, etanol və s.). Aşkar edilmişdir ki, anaerob bakteriyalar azot mənbəi olaraq ammoniyakdan istifadə edirlər. Tullantı sularında sulfatlar aşağıda göstərilən çevrilməyə məruz qalırlar:



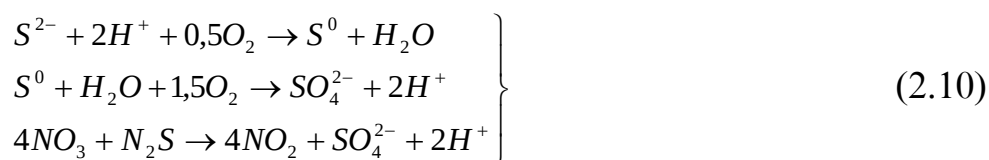
Sulfidlər anaerob olduqları üçün oksidləşməyə qarşıdırlar [100]. Anaerob mərhələlər gündəlik dəyişikliklər və atmosfer çöküntüləri (məsələn, yağış, qar) düşəndə meydana çıxır. SRB-nin sulfat ionlarını (SO_4^{2-}) N_2S -ə çevirməsi olduqca sadədir. Çünki S^0 , ya da tiosulfata ($S_2O_3^{2-}$)-yə çevrilmə qismən baş verir. Bəzi növlər- dəmir, manqan və O_2 -ni elektron qəbuledici kimi, bəziləri də SO_3^{2-} , $S_2O_3^{2-}$

və oksigenli S^0 , nitrat və ya nitrit kimi istifadə olunur.



Bu reaksiyalar yalnız H_2S mövcud olduqda baş verir [103]. SRB üzvi substratın kiçik qiymətə malik olduğu aktiv sahələrdəki sedimentlərdə olur.

Sulfidlər oksidləşərkən SOB elektron qəbuledcisi olaraq nitratdan istifadə etməklə aşağıdakı tənlikdə göstərilən kimi gedir [Hinesetall, 1997; Okabe, 1999]:



Miqdarı endirilən S birləşmələri reaktivdir və SOB abiotik reaksiyalarla (kimyəvi oksidləşmə) qarşılaşır. Tullantı suyunun $pH = 8$ və temperaturu $20^\circ S$ olduqda oksidləşmə sürətini aşağıdakı formul ilə hesablamaq mümkündür [102].

$$r_s^{-2} = 0,41S_t^{0,39} \cdot S_0^{0,57 \cdot \log S_t} \cdot 24/32 \quad (2.11)$$

burada, r_s^{-2} - sulfidin kimyəvi oksidləşmə sürəti ($\text{mol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$);

S_t - sulfid konsentrasiyasının cəmidir ($S_{S-2} + S_{HS} + S_{H_2S}$, $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$).

Üzvi və qeyri-üzvi kükürdün mikroorqanizmlər tərəfindən mənimsənilməsi ilə kükürlü birləşmə (sulfür) əmələ gəlir. Məsələn, bəzi mikroorqanizmlər qeyri-üzvi kükürdü assimilyasiya edərək sulfat, sulfid və tiosulfata çevirir və protoplazmalarında sulfür əmələ gətirirlər. Sulfür bəzən istehsalat tullantı suları ilə kanalizasiya sisteminə daxil olur. Lakin kanalizasiya sistemlərində sulfürün ya-ranmasının əsas mənbəyi kanalda baş verən bioloji aktivlikdir. Sulfür əsas etibarilə qravitasiya qüvvəsi ilə işləyən özüaxınlı kanalizasiya sistemlərində, xüsusən, yüksək temperatur, böyük diametrlı borular, axının aşağı sürətə malik olması və yetərsiz ventilyasiya şəraitlərində əmələ gəlir. Basqılı sistemlərdə tullantı suyunun statik vəziyyətdə durması 1-2 saatı ötdükdə sulfürün yaranması baş verir.

Sulfatın sulfürə çevrilməsi üçün anaerob mühitin olması əsas şərtidir. En kəsiyinin 50% -ə qədər tullantı suyu ilə dolmuş kanalda hava ilə təmasda olmuş

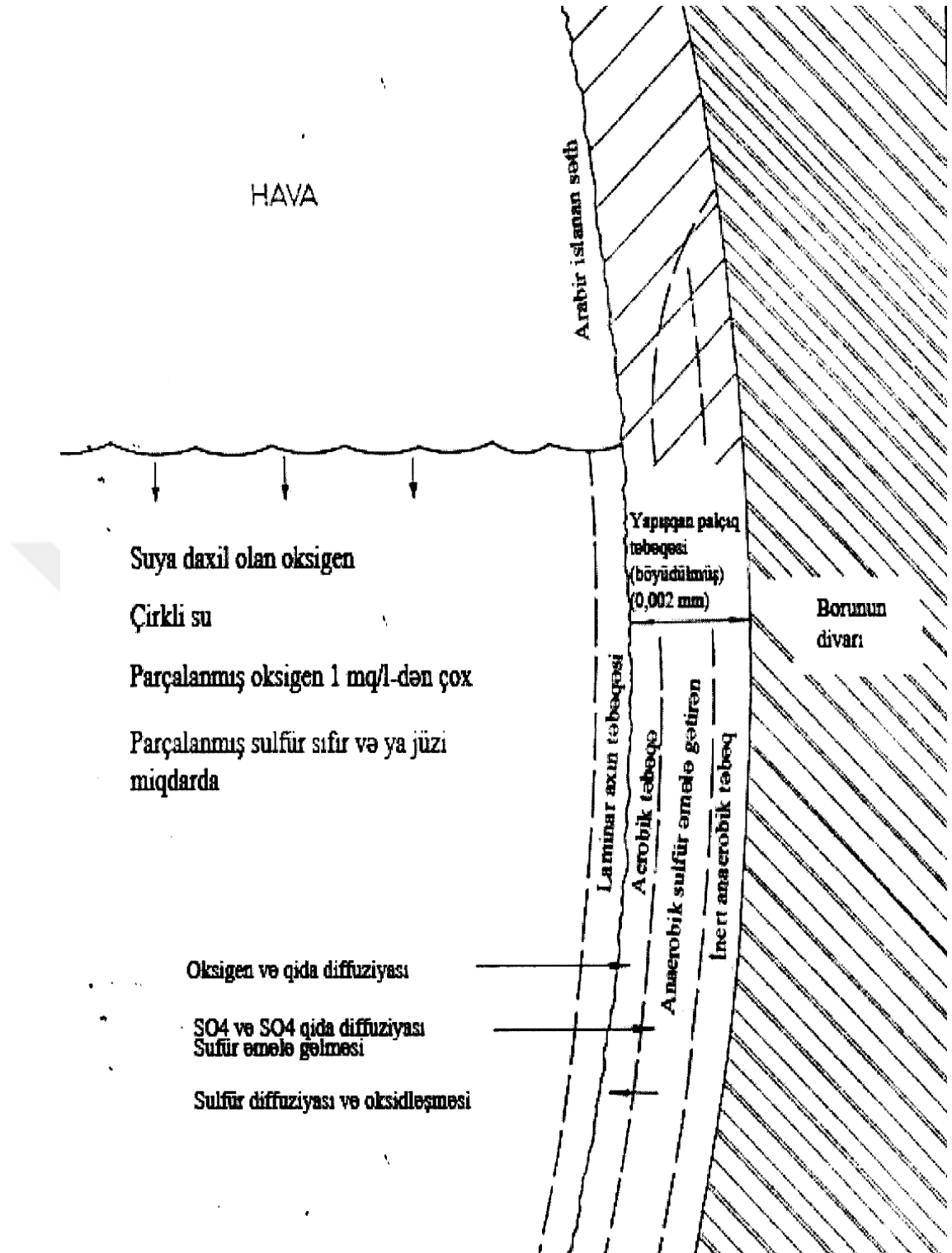
tullantı suyu həll olmuş oksigenə malik olur. Anaerob mühit yalnız boru səthində yaranmış bioloji pərdə təbəqəsinin içərisində yaranır. Suda həll olmuş oksigen bioloji pərdənin içərisinə nüfuz edir. Oksigen üst təbəqələrdə udulduğu üçün aşağı təbəqələrə çatı bilmir [84].

Aerob təbəqənin başlanğıc və sonu tullantı suyunun tərkibindəki oksigenin konsentrasiyasından asılı olaraq dəyişir. Suda həll olmuş oksigenin miqdarı art-dıqca aerob təbəqənin də sahəsi böyüyür. Anaerob təbəqənin içərisində də aerob bakteriyalar mövcud olur. Lakin oksigen çatışmamazlığı onların fəaliyyətinə son qoyur. Bioloji pərdənin uzunömürlü olması kanalda suyun hərəkət sürətindən asılıdır. Sürət artdıqda yaranmış bioloji pərdə axınla qoparılib aparılır ki, bu da aerob və anaerob təbəqələr arasında sərhəddin pozulmasına səbəb olur.

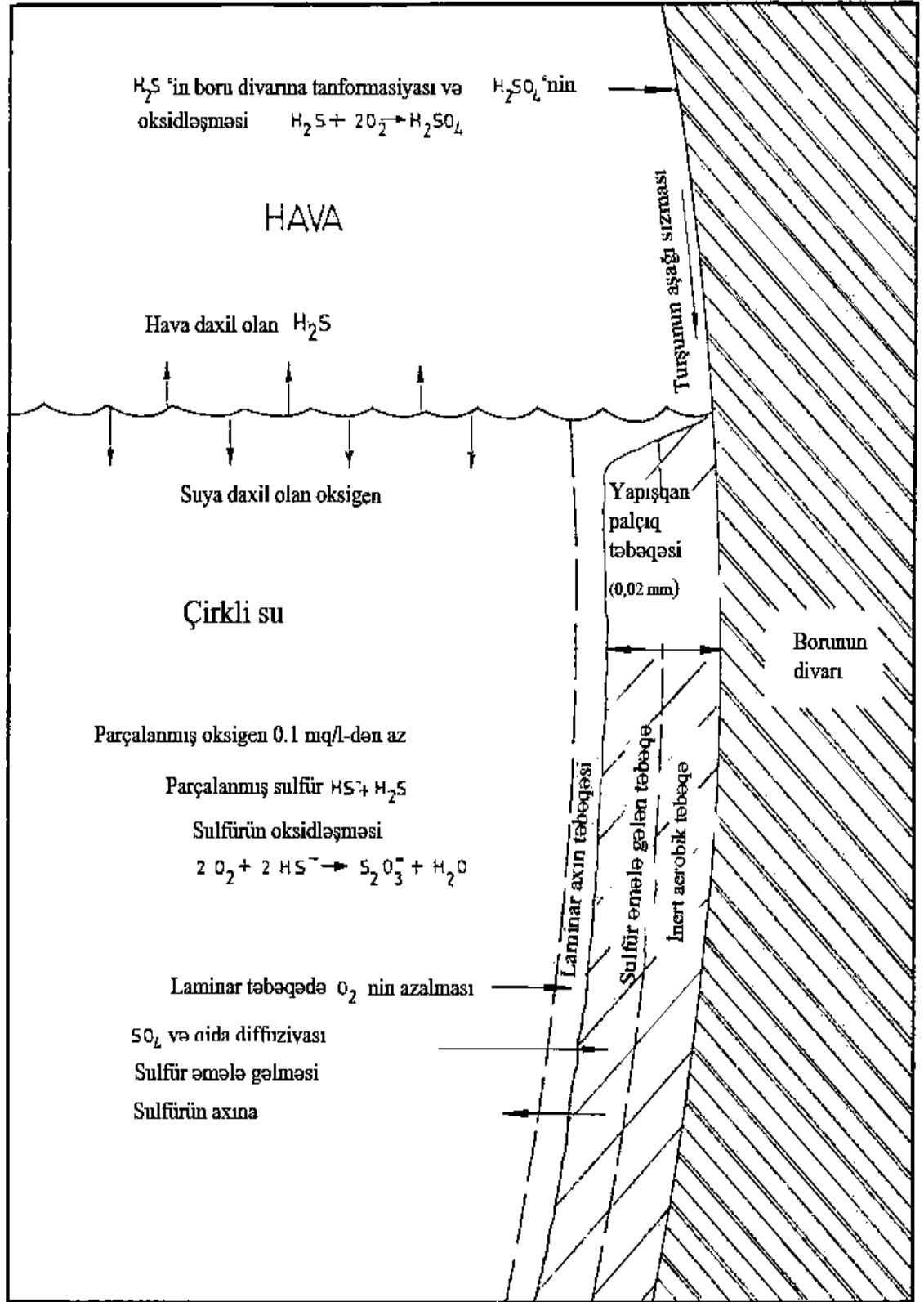
Şək.2.5-də kanalizasiya sistemlərində udulmuş oksigenin 1 mq/l-dən çox və şək.2.6-da 0,1 mq/l-dən çox olduğu hallar üçün boru səthində hidrogen sulfür yaranmasının Nelson tərəfindən tərtib edilmiş sxemləri göstərilmişdir [82]. Oksigen araşdırmalarında sulfür yaranmasının OKT, udulmuş oksigen və karbohidrat konsentrasiyalarının, eləcə də uçucu turşuların təsirinə məruz qaldığını aşkar etmişdir. Şəkillərdən görünür ki, kanal, yaxud boruda axan tullantı suyunun üst səthi sistemə baxıcı quyulardakı ventilyasiya dəşiklərindən daxil olan hava ilə təmasda olur. Havadakı oksigenin bir hissəsi tullantı suyuna diffuziya edir. Bu da oksigenlə təmasda olan sulfat birləşmələrinin parçalanmasına səbəb olur. Boru divarında anaerob təbəqə, onun üstündə isə sulfür yaradan anaerob təbəqə yaranır. Bu təbəqə ilə axının laminar hərəkət layı arasında aerob təbəqə yaranır. Aerob təbəqəyə tullantı suyundan oksigen və qida məhsulları diffuziya edir. Sulfatlar isə anaerob sulfür yaradan təbəqəyə keçirlər. Bu təbəqədə sulfürün oksidləşməsi baş verir. Nəticədə laminar axın layında oksigen azalmağa başlayır.

Prosesin sonunda tullantı suyundan H_2S ayrılaraq borunun hava axını zonasına daxil olur.

Basqılı borularda sulfür əmələ gəlməsinin müəyyənləşdirilməsi üçün müxtəlif müəlliflər tərəfindən təklif edilmiş empirik formullar cədvəl 2.2-də verilmişdir.



Şək 2.5. Kanalizasiya sistemlərində həll olmuş oksigen 1 mq/l-dən çox olduqda boru səthi üzərində hidrogen-sulfürün əmələ gəlməsi sxemi



Şək. 2.6. Kanalizasiya sistemlərində həll olmuş oksigen 0,1 mq/l-dən çox olduqda boru səthində hidrogen-sulfürün əmələ gəlməsi sxemi

Cədvəl 2.2.

***Basqılı borularda sulfür əmələ gəlməsinin müəyyənləşdirilməsi üçün empirik
formullar***

Nö	Formullar	Təklif olunduğu il	Müəlliflər
1	$r_a = 0,5 \times 10^{-3} \cdot u \cdot C_{BOI}^{0,8} \cdot SSO_4^{0,4} \cdot 1,139^{(T-20)}$	1972	Thistlethwayte USEPA[97]
2	$r_a = 5,3 \cdot S_0 (S \cdot u)^{0,5}$	1974	ABŞ, USEPA [99]
3	$r_a = 0,228 \cdot 10^{-3} \cdot C_{KOI} \cdot 1,07^{(T-20)}$	1975	Boon, Lister [55]
4	$r_a = 1 \times 10^{-3} \cdot C_{BOI} \cdot 1,07^{(T-20)}$	1977	Pomeroy və Parkhust[88]
5	$r_a = k^i \times 10^{-3} \cdot (S_{KOI} - 50) \cdot 1,07^{(T-20)}$	1988	Nielsen, Jacobson, Hvitved[81]
6	$r_a = a^{ii} \cdot (KOI_{parc} - 50)^{0,5} \cdot 1,03^{(T-20)}$	1992	Nielsen [83]

Cədvəldəki 1-5 formulları basqı altında işləyən borularda, 6 formulu isə basqı və qravitasiya qüvvəsi altında işləyən borularda oksigen udulma sürətini hesablamaq üçün yararlıdır.

Formullardakı a və k əmsallarının qiymətləri müxtəlif mənşəli tullantı suları üçün cədvəl 2.3-də verilir.

Cədvəl 2.3.

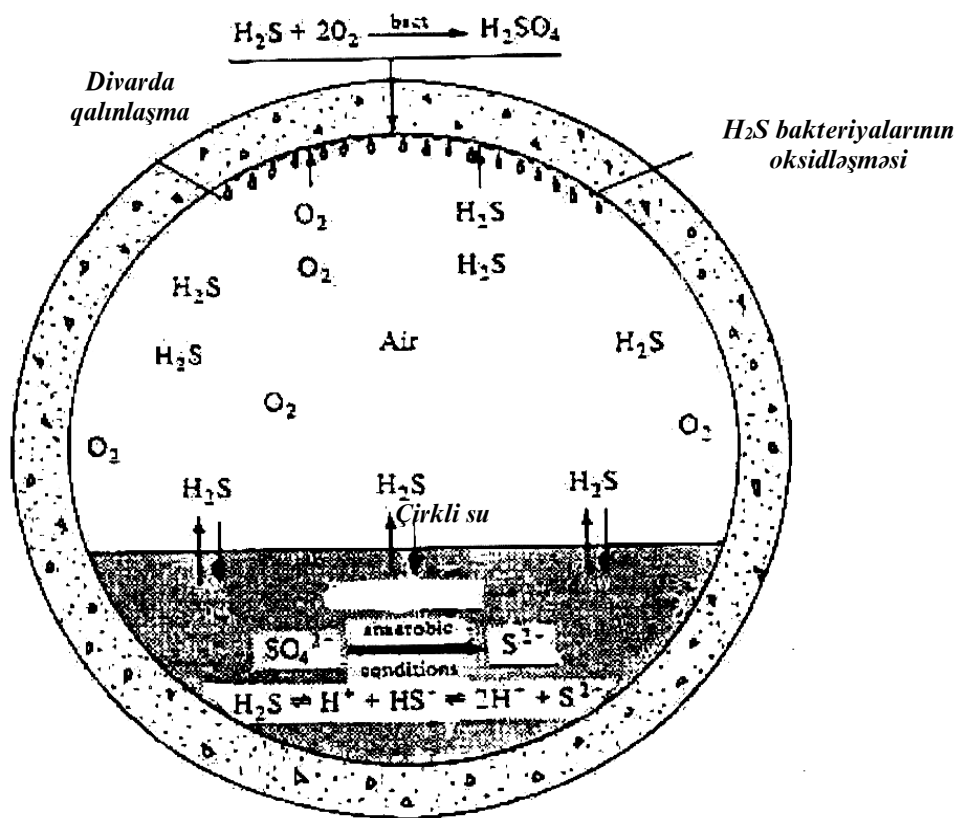
a və k əmsallarının qiymətləri

ⁱ məişətdən çıxan tullantı suları üçün	$k = 1,5$
ⁱ ərzaq sənayesində yaranan tullantı suları üçün	$k = 3$
ⁱ asanlıqla təmizlənə bilən ərzaq sənayesi tullantı suları üçün	$k = 6$
ⁱⁱ məişətdən çıxan tullantı suları üçün	$a = 0,001-0,002$
ⁱⁱ məişət və ərzaq sənayesi tullantı sularının qarışığı üçün	$a = 0,003-0,006$
ⁱⁱ ərzaq sənayesi tullantı suları qarışığı üçün	$a = 0,007-0,010$

Norker, Nielsen və Xvitsen-Jacopsen 900 m uzunluğunda və 10 sm diametrə malik iki ayrı-ayrı sistemin birinə hava daxil etməklə təcrübələr aparmışlar [83]. Bu təcrübələrdə sistemə hava daxil edilməsinin sulfür yaranma prosesinə təsiri öyrənilmişdir. Aşkar edilmişdir ki, boru xəttinin sonunda CO konsentrasiyası 0,2 mq/l-dən çox olduqda hava daxil edilməsi ilə sulfür yaranma prosesini nəzarətdə saxlamaq mümkündür.

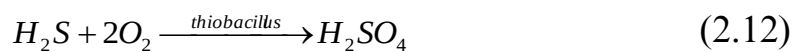
Hidrogen sulfür kanal sistemlərində korroziya və tullantı suyunun təmizlənməsində mühüm rol oynayır. Nasos stansiyalarında və təmizləmə qurğularında yaranan korroziya da eyni xassəyə malik olur (şək.2.7).

Tullantı sularında olan sulfürlə atmosferdə olan sulfür arasında daimi tarazlıq vardır. Tullantı suyunun pH - 1 azaldıqca hidrogen ionları konsentrasiyasının artmasından asılı olaraq hidrogen sulfürün də suda miqdarı artır. Qaz fazasına keçən hidrogen sulfürün təsiri ilə maye səthinə yaxın hissələrdə korroziya prosesi getməyə başlayır.



Şək.2.7.Kanalizasiya sistemində hidrogen-sulfür korroziyasının yaranması

Hidrogen sulfür oksigenlə əlaqəyə girərək *thiobacillus* bakteriyalarının yardımı ilə sulfat turşusu əmələ gətirir.



Beton borularda korroziya ən çox baca çıxışlarında olur. Şəkil 2.8-də beton boruda baş verən korroziya sxematik olaraq göstərilmişdir.

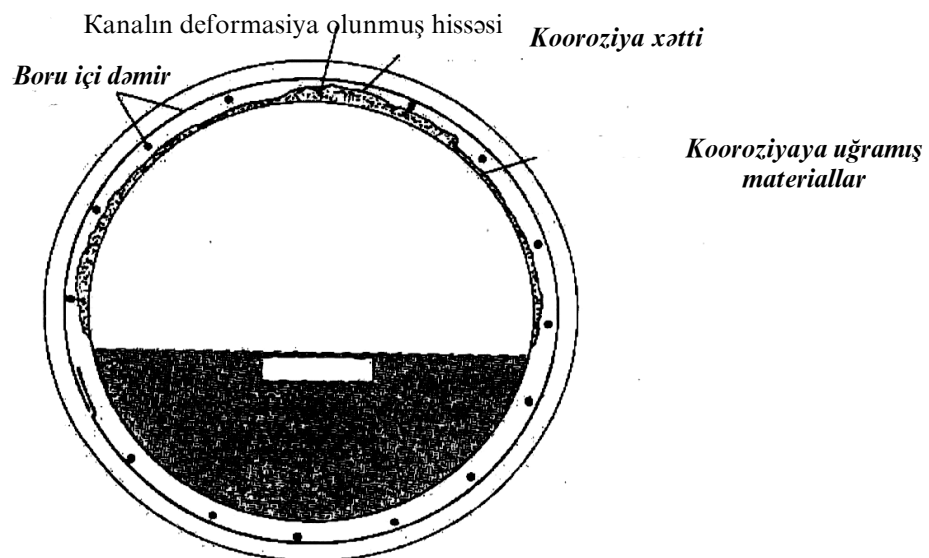
Hidrogen sulfürün əmələ gəlməsinə təsir göstərən başlıca amillər bunlardır:

pH : *pH* -ın kiçik qiymətlərində reaksiyanın sürəti artır. *pH* > 7 olduqda isə mühitdə mineral duzlar, CO_2 və üzvi turşular əmələ gəlir. Bu iki vəziyyət arasında optimal qiymətin təyin olunmasına ehtiyac duyulur [95].

Oksigen: Mühitdə oksigenin konsentrasiyası azaldıqca korroziya sürəti də azalır.

Codluq və qələvilik: Codluq və qələvilik suyun sağitləşdirilməsi baxımından əhəmiyyətli olub metal üzərində qoruyucu kalsium karbonat təbəqəsi əmələ gətirir.

Xloridlər korroziyanın sürətinin artmasına şərait yaradır. Hidrogen sulfür korroziyasının qarşısını almaq üçün ən təsirli metod hidrogen sulfürün yaranmasının məhdudlaşdırılmasıdır. Bunun üçün kanalizasiya sistemində oksigenin konsentrasiyası 1 mq/l-dən az olmamalıdır. Oksigen kifayət etmədikdə isə sistemə oksigen daxil edilməlidir. Tullantı suyuna xloridlər qarışdırıldıqda baş verən reaksiyaya görə sulfür sulfata qədər oksidləşir:



Şək. 2.8. Beton boruda korroziyanın paylanma sxemi

Kanalizasiya sistemlərində sulfür əmələ gəlməsinə nəzarət üçün bəzən nitratdan da istifadə edilir [94].

2.3. Kanalda çirkli suların təmizləmə prosesinin ilkin tədqiqatlarının nəticələrinin təhlili

Çirkli suların kanalizasiya sistemlərində daşınması zamanı bir sıra fiziki, kimyəvi və bioloji dəyişikliklər meydana gəlir, üzvi maddənin miqdarı və keyfiyyətində də bir sıra dəyişikliklər yaranır. Çirkli su toplama, təmizləmə və alıcı su şəraiti sistemlərinin bir-birinə olan təsiri yarım dolu axışlı kanal sistemlərindəki oksigenə bioloji tələbatı (OBT) və digər maddə zərərinin ödənilməsində meydana gələn dəyişikliklər, üzvi maddələrin təmizləmə stansiyalarında çatmadan bir qisminin zərərinin təmizlənməsini mümkün olduğunu ortaya çıxarır. Türkiyənin müxtəlif qurum və universitetlərində laboratoriya işləri aparılmış və bu çalışmalar nəticəsində də kanalda təmizləmənin təmizləmə sisteminə mühüm təsir göstərə biləcəyi müşahidə olunmuşdur. Akça (1).

Kanal şəbəkəsinin uzun, kanal diametrlərinin böyük, eyni zamanda axma müddətlərinin çox olduğu şəhərlərdə kanalizasiyadakı axma müddətlərinin təmizləmə stansiyalarında hidravlik gözlətmə müddətləri mərtəbəsində olması səbəbi ilə çirkli su kanallarından eyni zamanda bir reaktor olaraq da istifadə etməyimizə imkan verir. Sistemdə yarana biləcək dəyişikliklər nəzarət altına alınaraq çirkli suyun zərərlərinin minimuma endirilmə imkanı da mövcuddur.

Kanaldakı axma zamanı çirkli sudakı üzvi maddələrdə meydana gələn dəyişiklik və digər azalmaların bioloji, kimyəvi oksigen tələbatı (OBT, OKT və TOK ölçüsü) müşahidə olunması üçün Bonn və başqaları (2,3) tam OBT-dən istifadə etmişlər. Kanalizasiya sistemlərində həll olunmuş oksigendəki dəyişiklik bacalardan kanala girən hava qabarcıqları ilə baş verir. Havanın azlığı sistemdə anaerobik bir ayrılma əmələ gətirir. Aparılan çalışmalarda üzvi maddə zərərinin ödənilməsində oksigen və digər parametrlərin təsiri çalışmaların təcrübi qismində verilmişdir.

Tədqiqatlarda qışda və ya kanal temperaturunun $11-14^{\circ}\text{C}$ olduğu şəraitdə 1 qr O_2 başına nisbi olaraq 0,7 qr OBT azalmasının, yayda və ya kanal temperaturunun $20-25^{\circ}\text{C}$ olduğu şəraitdə isə 1 qr O_2 başına nisbi olaraq 1,4 qr

OBT azalmasının təmin olunduğu Green və Shelef (4) tərəfindən müəyyən olunmuşdur.

Kanalda təmizləmə çalışmasında 2 əsas vardır:

1. Kanalizasiya sisteminin başına (100-300 mq/1 UAKM) əlavəsi ilə aparılan təmizləmə.
2. Səddə yapışqan lent təbəqəsi və bu təbəqədən qoparaq kanal içində köpük halında üzən biolentlərin əmələ gətirdiyi təmizləmə

Nitratin biolent təbəqəsi içərisində denitrifikasiyə olma vəziyyəti Henze (5) tərəfindən tədqiq olunmuşdur. Bu denitrifikasiya sürətinin oksigenin dəyişmə sürətindən asılı olaraq 25-55 % olduğu müəyyən olunmuşdur və biolentdə oksigenin nüfuz etmə dərinliyinin 1 mm olduğunu müəyyən etmişdir.

Elmi tədqiqatlar sistem olaraq Akça (2003) tərəfindən də istifadə olunan sistem planının oxşarından istifadə olunmuşdur. Sistem geri dönmə reaktor olub reaktordan çıxan sular giriş nöqtəsinə geri döndürülmüş və kanal boyunca hava diffuziyası ilə nəzarət edilmişdir. Çalışmada geri dönüşlü sistem tədqiq olunmuş, üzvi karbon və azot zərərinin ödənilməsi ən məhsuldar şəkildə təmin olunmuşdur. Çalışmada aşağıdakı əsas əlaqələr və plandan istifadə olunmuşdur.

Məlumdur ki çirkli suların bioloji təmizlənməsi prosesində mühüm rol (həll olmuş) OBT və yaxud onun ayrılması oynayır. Kanaldakı çirkli suların OBT miqdarının dəyişməsi aşağıdakı düstur ilə ifadə edilir.

$$(OBT)_{sus} = K_s \cdot \theta^{(T-20)} \cdot (S/(S+k_{m,OBT})) \cdot (DO/(DO+k_{m,DO})) \cdot k_b \cdot (OBT) \quad (1)$$

$$K_s = \mu_{max}/Y_{max} \quad (20C^0\text{-də maksimum böyümə sürəti/dəyişiklik əmsalı}) \quad (2)$$

$$k_{m,OBT} = OBT \text{ (yarı doyma sabiti)} \quad (3)$$

$$k_{m,DO} = DO \text{ (yarı doyma sabiti)} \quad (4)$$

k_b = OBT-nin aktiv mikroorqanizm hissəsi

Çirkli suyun oksigen təminatı kanalın üstündə quraşdırılan dəliklər vasitəsi ilə yerinə yetirilir. Dəliklər açıldıqda kanal ventilyasiya olunur və mikroorqanizmlərin aktivləşməsi nəticəsində çirkablar oksidləşir və çirkli sular təmizlənir.

$$Ventilyasiya = \frac{(dc)}{Dt} = \frac{K_1(1 + K_2 \cdot u^2)}{g \cdot d_m} \cdot \frac{(s \cdot u)K^3}{d_m(c_s - c)} \quad (5)$$

K_1, K_2, K^3 : Ventilyasiya sabitləri, u : axma sürəti (m/sn), g : yerçəkimi ivməsi, c_s : oksigen doyma konsentrasiyası, d_m : nisbi su dərinliyi

Biolentdə ayrılma aşağıdakı kimi ifadə edilir

$$(OBT)_{biolent} = [(\sqrt{2D \cdot k_{of}} \cdot \sqrt{DO \cdot A_{biolent}}) / V] (\theta^{(T-20)}) \quad (6)$$

θ = temperatur əmsalı,

D = oksigen diffuziya əmsalı, yerçəkimi ivməsi,

k_{of} = biolentdə oksigen istehlakı ($q/m^3 \cdot s$),

V = su həcmi (m^3)

$D=20$, $k_{of}=3$ dəyərlərindən istifadə oluna bilər.

Müşahidə edilən heterotrofların çoxalması təhlili aşağıdakı kimidir.

$$(OBT)_{böyümə} = Y_{max} \cdot (OBT) \quad (7)$$

Model təsis 30 m uzunluqlu və 8 sm daxili diametrlı PVC borusundan ibarətdir. Sistem geri dönüşlü olaraq işləyir. Sistemdə geri dönüş üçün $10m^3/sa$ debili mərkəzdən qaçan və çirkli su bəsləməsi üçün 0-25l/sa həcmli peristatik nasosdan istifadə olunmuşdur. Sistemin mailliyi 0,015 olub sənaye suyunun qarışmadığı bir xətdən müntəzəm olaraq çirkli su basılmışdır.

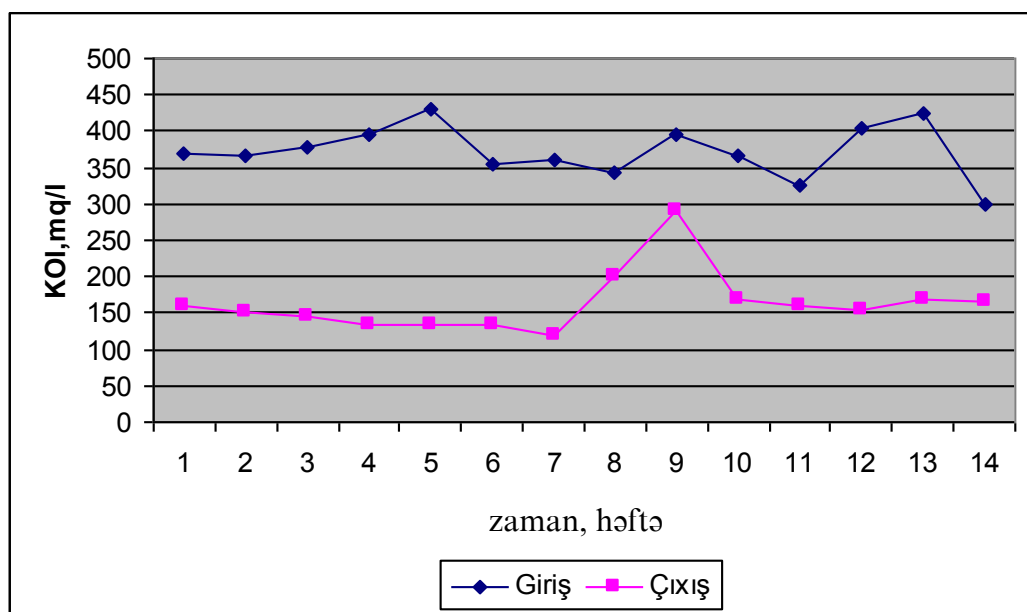
Çalışmalar yayda 24 saat müntəzəm çalışma əsasına görə və çirkli suyun müntəzəm şəkildə ötürülməsi ilə aparılmışdır. Model sistem hidravlik böyüklükləri təmin edəcək (sürəti 0.65 m/sn və dolma nisbəti 50%-dən çox) şəkildə əmələ gəlmişdir. Cədvəl 1-də 12 həftəlik (iyun-sentyabr ayları arası) tədqiqat nəticələri göstərilmişdir. Çirkli suyun B bəsləmə və geri dönüş sərfindən asılı olaraq bu mailliyə aid sürət və dolma nisbətləri, hidravlik və artıq axma müddətləri müəyyən olunmuş, ancaq cədvəldə təqdim olunmamışdır. Nəticələr 1-5 grafiklərdə göstərilmişdir. Aparılan çalışmalar nəticəsində aerobik şərtlər də olduqca uğurlu nəticələr vermişdir. Təsis olunan model kanal sistemi alınan çirkli sularla bəslənərək giriş və çıxışda keyfiyyət parametrləri müşahidə olunmuş, çirkləndirici maddə zərərinin ödənilməsi nəticələri qiymətləndirilmişdir.

Cədvəl 2.4.

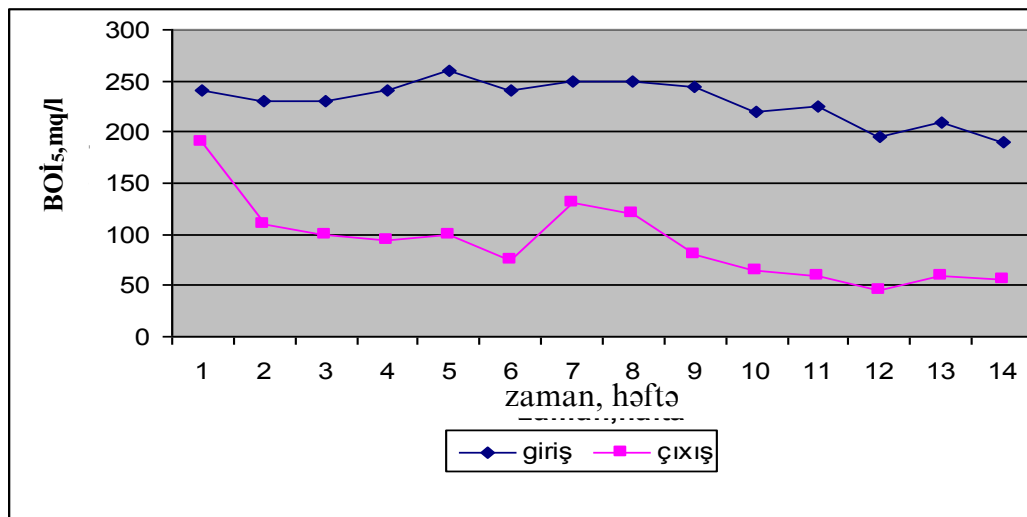
Model kanal sistemində, çirkli suyun tərkibinin dəyişməsi Akça (2003)

Tarix, Həftə	OKT		NH ₃ -N		T-N		AQM		OBT ₅		pH	
	giriş	çıxış	giriş	çıxış	giriş	çıxış	giriş	çıxış	giriş	çıxış	giriş	çıxış
3.06.03	370	160	22	19	22	20	325	65	240	190	6,8	7
2	365	151	21	15	19	17	330	150	230	110	6,8	7,5
3	378	145	22	9	19	11	300	90	230	100	6,8	7,2
4	396	133	23	4	18	9	330	90	240	95	6,8	7,5
5	430	135	21	1	16	5	315	130	260	100	6,9	7,4
6	355	135	21	1	17	5	325	95	240	75	6,8	7,5
7	360	120	21	1	21	4,5	300	65	250	130	6,8	6
8	342	200	22	3	17	3	350	145	250	120	6,8	7
9	396	290	20	9	16	13	340	95	245	80	7,5	7
10	365	170	22	7	14	7	295	45	220	65	7,5	8
11	326	160	17	3	18	4	320	36	225	60	8,5	6,8
12	404	155	19	2	19	3	355	90	195	45	6,3	7,9
13	424	170	21	1	18	5	325	69	210	60	6,4	7
30.08.03	298	165	22	1	15,5	3	270	19	190	55	6,4	7

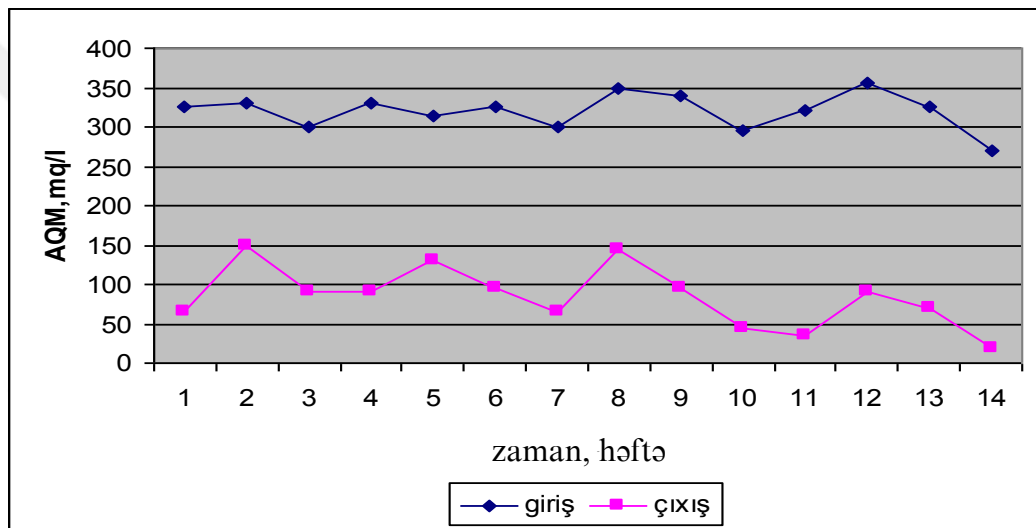
Model təsis kiçik bir debi ilə bəslənmiş, çirkli su kanal sistemində bir az geri döndürülərək həm kanaldakı hidravlik şərtlər təmin olunmuş, həm də bəsləmə debisinin kanal içindən bir neçə dəfə keçirilməsiylə kifayət qədər artıq axma sürəti əldə edilmişdir. Çalışmalar oksigenin miqdarı 2 mq/l olacaq şərti ilə aparılmışdır.



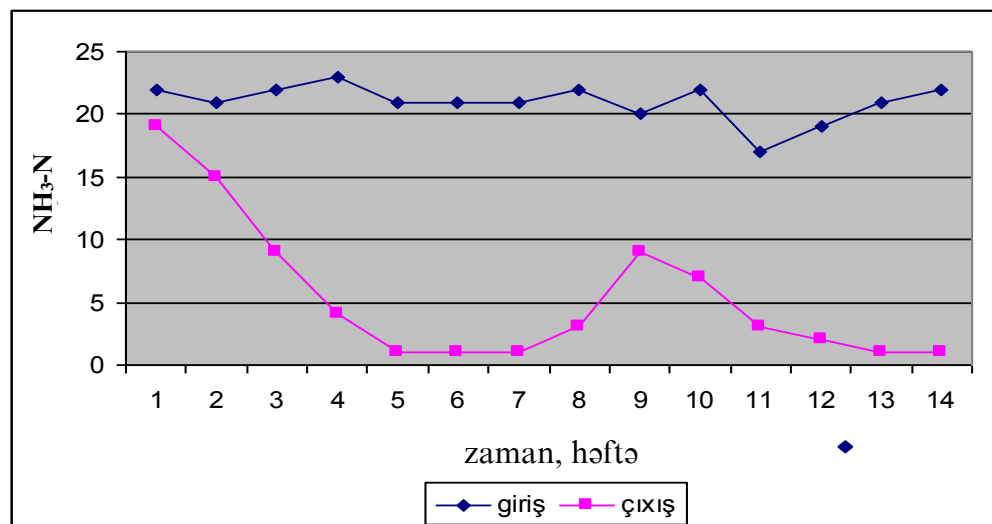
Şək. 2.1. Çirkli suyun tərkibində OKT-nin dəyişməsi.



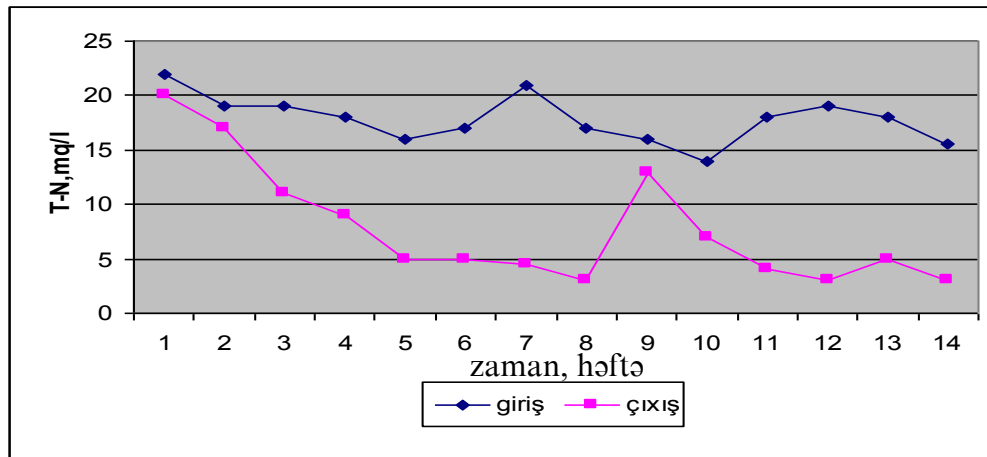
Şək. 2. 2. Çirkli suyun tərkibində $OB T_5$ -nin dəyişməsi.



Şək. 2. 3. Çirkli suyun tərkibində AQM-nin dəyişməsi.



Şək. 2. 4. Çirkli suyun tərkibində NH_3-N dəyişməsi.



Şək. 2.5. Çirkli suyun tərkibində TKN-nin dəyişməsi

Sistemin sənaye suyundan təsirlənməməsi anı yük dəyişikliyiə əngəlləmiş, oksigenin tarazlı şəkildə təmin olunması, üzvi maddə gəlirindəki homogenlik səddə yaranan biolentin qalınlığına da müsbət şəkildə təsir göstərmişdir. Çalışmalar nəticəsində nisbi olaraq OKT 50-60%, OBT-50-60%, ammonyak-20-70%, T-N konsentrasiyası isə 25-75% olaraq əldə edilmişdir. Laboratoriya dəyərləri sistemin təmizləmə təsislərinə kömək edən və təmizləmə təsisinin məhsuldarlığını artırma biləcək bir həcmdə olduğunu aşkar etmişdir.

FƏSİL 3. KOLLEKTOR VƏ KANALLARDA BİOLOJİ PƏRDƏNİN YARANMASININ TƏDQIQI

3.1. Bioloji pərdənin quruluşu

Qravitasiya qüvvəsi ilə kanalizasiya sistemlərində yaranan bioloji pərdənin qalınlığı bir neçə millimetərə çatır. Nielsen və digər tədqiqatçıların məlumatına görə sistemdə axıdılan tullantı suyunda üzvi maddələrin konsentrasiyası və axının sürəti artdıqda bioloji pərdənin qalınlığı məhdudlaşır [81]. Müəlliflərin qeyd etdiyinə görə oksigenin udulması onun sudakı konsentrasiyasından asılı deyil və oksigenin bioloji pərdəyə nüfuz etmə dərinliyi 1 mm-dən çox olmur [78].

Bioloji pərdənin böyüməsi yalnız su səthinin altında deyil, qaz fazası divarında da baş verir.

Kanalda yaranmış bioloji pərdə ətrafındakı mühit su hövzələri və təmizləmə sistemlərində olduğundan fərqlidir. Bu təmizlənməmiş tullantı suyu tərkibindəki üzvi və qeyri-üzvi maddələrin konsentrasiyası baxımından daha zəngin olur. Bu parametrlərin kanallarda tədqiqi aşağıdakıları aşkar etməyə imkan vermişdir:

- asılı halda və uçucu maddələr kanal boyu nizamsız şəkildə səpələnir ki, bu da tam yaranmış bioloji pərdənin aerob aktivliyinə təsir edir;

- yeni yaranmış bioloji pərdənin aktivliyi üzvi və qeyri-üzvi maddələrin konsentrasiyasına mütənəsib olur;

- yaşlı bioloji pərdənin tərkibində aerob olaraq aktiv olmayan bir qisim üzvi maddə olur;

- aerob aktivləşmədə filamentlərin daimi təsiri olmur;

- sistemdə bakterial saxlama maddələrinin, metanogen, sulfat endirmə və sulfid artırma aktivliyi müşahidə olunur, lakin bu aktivlik keyfiyyət dəyişikliyinə rol oynamır;

- bioloji pərdə ilə yanaşı tullantı suyunda da hidroliz gedir;

- bioloji pərdə asanlıqla ayrılabilən substratı tullantı suyuna verə bilir;

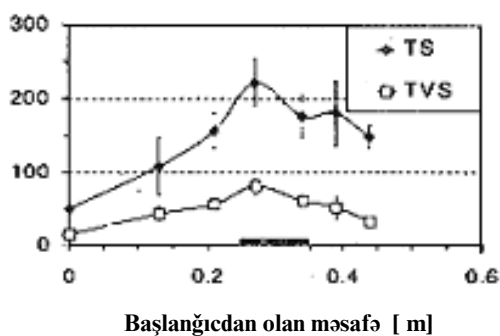
- xarici bioloji pərdə təbəqəsi tullantı suyundan asanlıqla ayrılabilən

substratı qəbul edir;

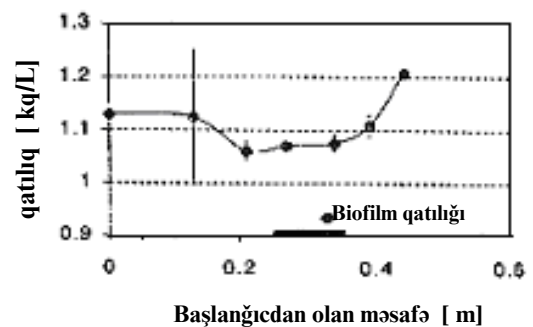
- denitrifikasiya prosesinin sürəti tullantı suyundakı oksigen və nitrat konsentrasiyasının təsirinə məruz qalmır.

3.2. Bioloji pərdənin kanalizasiya sistemi divarları boyunca paylanması

Sistemdə mayenin axın sürəti və kəsmə qüvvələri bioloji pərdənin xüsusiyyətləri və quruluşuna əhəmiyyətli təsir göstərmək qabiliyyətinə malikdir. Bioloji pərdənin quruluşu sistemin uzunluğu və en kəsik şəklindən, eləcə də sistemdə axıdılan tullantı suyunun tərkibindəki üzvi və qeyri-üzvi hissəciklərin xarakterindən asılıdır [68]. Sonuncular bioloji pərdəyə aşındırıcı təsir göstərmək qabiliyyətinə malikdirlər. Bir sözlə bioloji pərdənin miqdarı, xüsusiyyətləri və aktivliyi dairəvi en kəsikdə olduğu kimi uzunluq boyunca da fərqlənir (Şək.3.1).



a) Səth sahəsi başına ümumi qatlar və uçucu



b) Bioloji pərdənin sıxlığı qatın ümumi miqdarı

Şək. 3.1. Kanalda yaranan bioloji pərdənin dairəvi paylanması

Dairəvi bioloji pərdənin yaranmasında üç amil əsas rol oynayır:

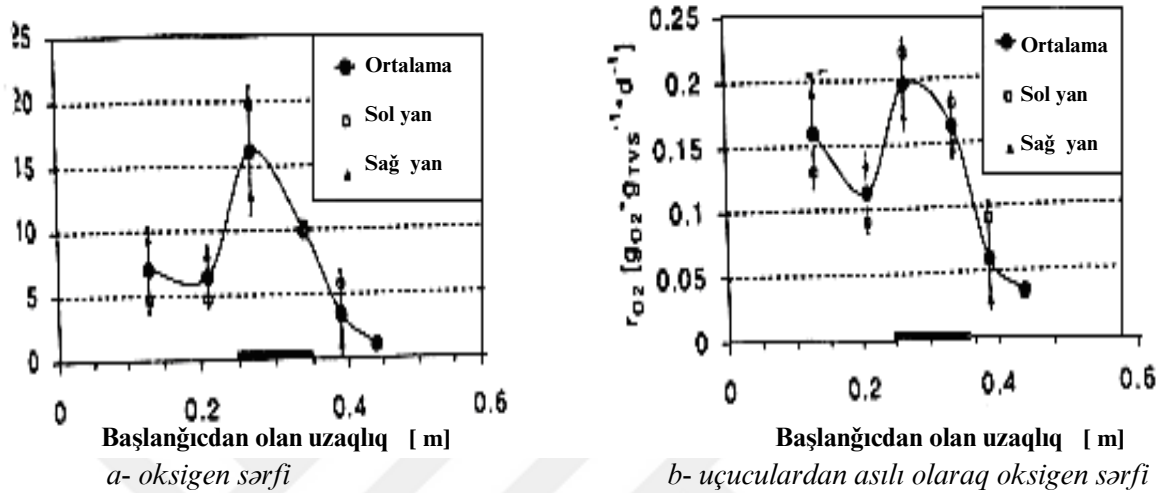
-axının mərkəzində sürətin maksimum, su səthində minimum qiymətə malik olması divarlarda yaranmış bioloji pərdəyə təsir edən minimum kəsmə qüvvələri yaradır;

-tullantı suyundakı asılı maddələr bioloji pərdəni aşılama qabiliyyətinə malikdir;

-tullantı suyundakı yağlar əsasən su səthində üzdüklərindən sistemin

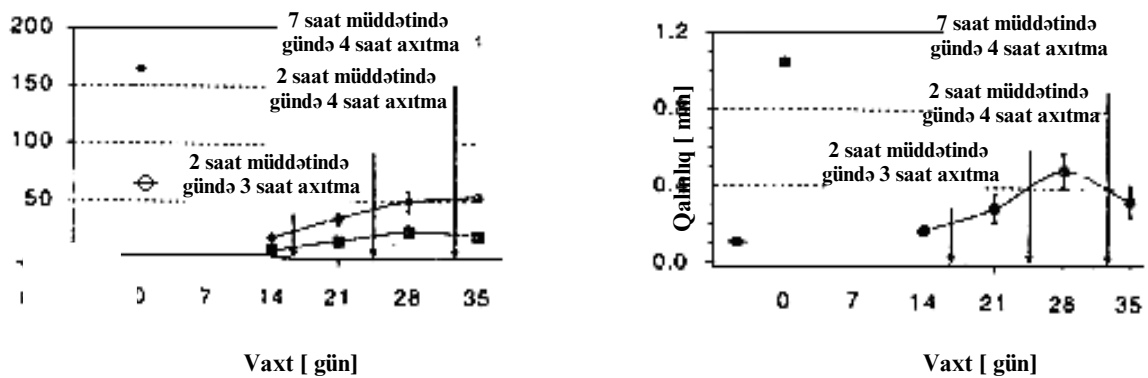
divarlarına yapışır.

Bioloji pərdə axının hidrodinamik parametrlərindəki kiçik dəyişikliklərə də həssas olur. Bir neçə həftə müddətində bioloji pərdənin artımının tədqiqinin nəticələri şəkl.3.2-də göstərilmişdir. Şəkildəki ayrılardan görünür ki, su səthinə yaxın



Şəkl. 3.2. Glükoza əlavə olunmuş asılı bioloji pərdə nümunələrindəki oksigen sərfi yerlərdə asılı və uçucu maddələrdə artım sürətlə gedir.

Şəkl.3.3-də bioloji kütlədə uçucu maddələrin fraksiyası (a) və aşınmamış bioloji pərdədə oksigenin effektiv işləmə dərinliyi göstərilmişdir.



a) Bioloji pərdənin böyüməsi zamanı

b) Bioloji pərdənin böyüməsi əsnasında bioloji pərdə

Şəkl. 3.3. Bioloji pərdənin böyüməsi

Şəkl.3.3b –dəki əyridən görünür ki, oksigenin aşınmamış bioloji pərdədəki effektiv dərinliyi pərdənin həqiqi qalınlığından çox kiçikdir. Uçucu maddələrin bu fraksiyası anaerob biokütləyə malikdir [65].

3.3. Bioloji pərdənin qalınlığı

Bioloji pərdə anaerob şərait üçün kifayət qədər qalınlığa malik olduqda anaerob bakteriyalar artmağa başlayır. Bu artım aşağıdakı formula ilə təyin edilə bilər:

$$L_f = M_i^{inorg} / P_{inorg} + (M_S + M_{Het} + M_{SOB}) / P_{Het} + M_S^0 / P_S^0 + (M_1 + M_{Aut} + M_{SRB}) / P_{Aut} \quad (3.1)$$

burada, P_{inorg} - qeyri-üzvi maddələrin (qum, seolit) sıxlığı;

S - ayrılma bilən üzvi maddələr;

SOB - sulfürü oksidləşdirən bakteriyalar;

S^0 - başlanğıc sulfür;

I - inert OKT;

SRB - sulfür endirən maddələri ifadə edir.

Səthdəki uçucu maddələrin ümumi miqdarı OKT cəminə çevrilərək hesablanır:

$$M_{TVS} = \left(\sum M_i / 1,85 \right) + M_{SO} \cdot MW_S \quad (3.2)$$

burada, MW_S - sulfürün molekulyar çəkisi (32 q/mol);

M_i - hissəcik halında olan birləşmələrin miqdarı;

TVS - modeldə sabit dəyişkəndir.

Bioloji pərdənin kanal səthinə yapışması aşağıdakı formul ilə riyazi şəkildə ifadə edilir:

$$\Gamma x_i^{yap} = k_{yap} \cdot \mu_{het} \cdot [\Gamma w - \Gamma_{min} / \Gamma_{min}] \quad (3.3)$$

burada, Γx_i^{yap} – yapışma $\cdot x_i$;

Γx_i^{yap} – yapışma sürəti ($g \cdot m^{-3} \cdot d^{-1}$);

k_{yap} – spesifik yapışma sürəti (d^{-1});

x_i – hissəciklərdən ibarət substrat konsentrasiyasıdır ($g \cdot m^{-3}$).

Tullantı suyu quru bioloji pərdə üzərində sabit kəsmə qüvvəsi yaradır. Yağıntı zamanı da bioloji pərdə qüvvətli kəsilməyə məruz qalır. Kəsmə qüvvəsi bioloji pərdənin erroziyasında əhəmiyyətli rol oynayır və (3.4) formulu ilə ifadə edilir:

$$\Gamma x_i^{ayr} = k_{ayr} \cdot \mu_{het} \cdot [(\Gamma_w - \Gamma_{min} / \Gamma_{min})] \quad (3.4)$$

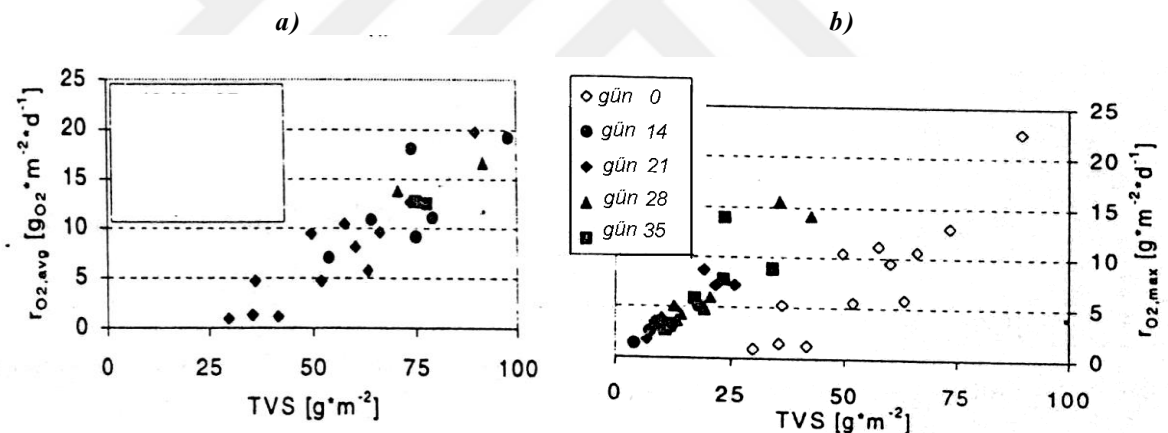
burada, k_{ayr} – ayrılma sürəti ($g \cdot m^{-3} \cdot d^{-1}$);

Γx_i^{ayr} – ayrılma sürəti sayı ($g \cdot m^{-5}$);

Γ_w – kəsmə qüvvəsi ($N \cdot m^{-2}$);

Γ_{min} – quru havada minimum kəsmə qüvvəsidir ($N \cdot m^{-2}$).

Bioloji pərdə quru havada və yağış zamanı erroziyaya məruz qalır. Dolu axan kanalizasiya xətlərində bioloji pərdənin böyüməsinin və erroziyaya məruz qalmasının səbəbləri və sistemdə axın sürətinin minimumdan ani olaraq maksimuma keçdiyi rejimdə aşınan bioloji pərdənin miqdarı araşdırılmışdır. Aşkar edilmişdir ki, kanalizasiyada yaranan bioloji pərdənin qalınlığı 1 mm-ə çatır. Bu qalınlıq anaerob biokütlənin mövcud olduğu oksigenin təsir dərinliyindən çoxdur. Prosesdə oksigenin sərf olunma sürəti qrafik olaraq şək.3.4-də verilmişdir.



Şək.3.4. Oksigenin sərf olunma sürətləri

CH_4 bioloji pərdənin dərinliklərində əmələ gəlir və metan aerob sahəyə çatdığı zaman CO_2 -ə çevrilir. Bioloji pərdədə CH_4 -ün yaranması anaerob reaktorda müəyyənləşdirilir. H_2S metagenik bakteriyalarının məhdudlaşdırıcı təsirə malik olduqları məlumdur. Sulfürün çevrilməsi isə yalnız anaerob kanalın bioloji pərdəsində baş verir.

Bioloji pərdə sistemlərində üzvi maddələrin mənimsənilməsi mexanizmində bioloji pərdə reaktorunda gedən substrat sərfiyyatı 3 əsas prosesi əhatə edir:

- substratın tullantı suyundan bioloji pərdəyə daşınması;

- substratın bioloji pərdəyə molekulyar diffuziyası;
- bioloji pərdədə gedən metabolik reaksiyalar.

Bioloji pərdənin aktivliyi sabit biokütlənin miqdarı ilə mütənasib deyildir, lakin müəyyən səviyyəyə qədər pərdənin qalınlığı artır və bu qalınlıq «aktiv qalınlıq» adlanır [101]. Bu səviyyədən yuxarı nutrimentlərin diffuziyası məhdudlaşdırıcı amil rolunu oynayır.

Kütlə balansını aşağıdakı formula ilə ifadə edilir:

$$V \cdot dS / dT = NA - (dN / dx)dx \cdot A - V_{rf} \quad (3.5)$$

burada, S - substratın konsentrasiyası, ML^{-3} ;

N - axın, $ML^{-2}T^{-1}$;

Γ_f - bioloji pərdədə substrat sərfiyyatı sürəti ($ML^{-3}T^{-1}$);

A - sahə, L^{-2} ;

V - bioloji pərdənin həcmi, L^3 .

Qapalı halda $dS / dT = 0$; $N / dx = rf$. Axın molekulyar diffuziyadan asılı olaraq qiymətləndirilir:

$$N = -A \cdot dS / dx \quad (3.6)$$

burada, S - bioloji pərdədəki substrat konsentrasiyası, ML^{-3} ;

D - diffuziya sayıdır, L^2T^{-1} .

Bu durumda bioloji pərdədəki substrat sərfiyyatı sürəti aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$rf = dN / dx = D \cdot d^2 S / dx^2 \quad (3.7)$$

Tullantı suyunda asılı vəziyyətdə olan bioloji kütlə əvvəlcə böyüyür, sonra isə istifadə oluna bilən substrat miqdarı azaldığından azalır.

3.4. Tullantı sularının kanalda təmizlənməsinin nəzəri tədqiqi

Tullantı sularının kanalizasiya sistemlərində axıdılması zaman üzvi maddə və elektron qəbuledicisinin xarakter və əlamətlərində mühüm dəyişikliklər baş verir. Tullantı sularının kanalizasiya sistemlərində qalma müddətinin bioloji təmizləmə sistemlərinə bənzər olması mühüm əhəmiyyətə malikdir.

Nəql etdirilən sudakı üzvi maddələrin bir hissəsi kanalizasiya xəttində axıdılan zaman məhv olur. Sistemdə OBT dəyişiklikləri ilə əlaqədar bir neçə ölçü aparılmışdır. Nəticədə aşkar edilmişdir ki, hər qram O_2 hesabına 0,7 qram, yay aylarında isə ($20-24^{\circ}S$ -də) 1,4 qram OBT məhv olur. Metkalf və Eddi tərəfindən basqılı borularda axıdılma zamanı üzvi maddələrin konsentrasiyasında baş verən dəyişiklikləri tədqiq etmək məqsədilə ölçülər aparılmışdır [96]. Müəlliflər 2 fərqli kanalizasiya sistemindən (lilin yaşı uyğun olaraq 6-10 dəq və 6-12 saat) götürdükləri məişət tullantı sularını analiz etmişlər. Sonralar Stefenson tərəfindən də təkrar edilmiş analizlərin nəticələri iki sistem arasındakı əsas fərqi uzun müddətli sistemlərdə uçucu yağ turşusunun (VFA) yüksək olmasını göstərmişdir [95]. Garstal, Mark və digər tədqiqatçılar 3,5 km uzunluğunda və 6-7 saatlıq hidravlik gözləmə müddətinə malik olan 25-70% nisbətində oksigen daxil edilmiş basqılı boruda OBT-nin azalmasını müşahidə etmiş [61] və tullantı su kanallarına aktiv lil və oksigen daxil edilməsi hallarını tədqiq etmişlər.

Özər porşenli reaktorun uzunluğunun reaktorun gözləmə müddətinə bərabər olduğunu qəbul edərək tullantı su borularına süni və təbii yollarla oksigen daxil edilməsini, asılı halda çoxalan mikroorqanizmlər və bioloji pərdələrin üzvi maddə mənimsəmə sürətlərini araşdırmışdır [87]. Mənimsənilmə sürəti ilə substrat və üzvi maddə konsentrasiyaları arasındakı əlaqəni analiz etmiş və riyazi şəkildə ifadə etmişdir. Bioloji pərdədə və asılı halda böyüyən mikroorqanizmlərin substratdan istifadə sürətləri ayrı ayrılıqda və ümumiyyətlə məhv olma təsirləri araşdırılmışdır. Böyük kanalların təmizləmə mexanizmində asılı halda böyüyən mikroorqanizmlərin mühüm rol oynadığı, kiçik ölçülü borularda isə bioloji pərdənin daha effektiv olduğu aşkar edilmişdir.

Buradan belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, kiçik ölçülü kanallarda bioloji təbəqə üçün kifayət qədər oksigen olmasını təmin etmək məqsədilə tullantı suyunun oksigen konsentrasiyası yüksək olmalıdır. Bundan fərqli olaraq Özər və Kasırqa substratdan istifadə müddətinin oksigen konsentrasiyasından asılı olmadığını iddia edirlər [86]. Müəlliflər bioloji pərdədə karbon və azotun getməsinə araşdırmışlar. Bu məqsədlə geriye dövr edən reaktordan istifadə olunmuşdur.

Reaktorun çıxışı giriş nöqtəsinə çevrilmiş və kanal boyunca hava diffuziyası ilə nəzarət altında saxlanılmışdır. Geriyə dövr edən sistem oksidləşmə çənində yerləşən təmizləmə elementlərinə malik olmuşdur. Bu halda biokimyəvi reaksiyalar bioloji pərdədəki mikroorqanizmlərlə təmin olunur. Tədqiqat geriyə dövr edən sistemin məhsuldarlığını araşdırmaq, üzvi karbon və azotun getməsilə əlaqədar dövrü sistemin optimal işləmə şərtlərini müəyyənləşdirmək üçün aparılmışdır [65]. Təcrübələrdə tərkibində qlükoza olan sintetik tullantı sullarından istifadə olunmuşdur. Sınaq sisteminin məhsuldarlığı $5 \text{ m}^3/\text{saat}$ təşkil etmişdir. Kanalda suyun orta axın sürəti $0,17-0,19 \text{ m/san}$, kanalın hidravlik gözləmə müddəti $3,6-7,9$ saat arasında olmuş, bəzən bu müddət $7,4-7,9$ saat arasında dəyişmişdir. Tədqiqatlar $0,54 \text{ q/m}^2$ günlük azot və $5 \text{ q/m}^2.\text{gün}$ OKT yükləmə sürətində aparılmışdır. Nəticədə OKT-nin məhv olma sürəti $4,8 \text{ q/m}^2.\text{gün}$ və azotun məhv olma sürəti $4,3 \text{ q/m}^2.\text{gün}$ təşkil etmişdir. Bu şəraitdə OKT 96%, azot isə 79% məhv edilmişdir. Nəticələr üzvi maddə və azotun məhv olunmasında kanalizasiya xəttində bioloji pərdənin əmələ gəlməsinin əhəmiyyətini bir daha sübut edir.

Cao və Alaerts [57] laboratoriya şəraitində kəsiyi olan reaktordan istifadə edərək bioloji pərdəli drenaj sistemlərində üzvi maddənin ayrılmasını və oksigenin udulması proseslərini araşdırmışlar. Bu araşdırmada prosesə təsiri olan aşağıdakı parametrlər və onların qarşılıqlı təsiri tədqiq edilmişdir.

- Asılı halda olan bioloji kütlədə oksigenin udulma sürəti ($AOTH$, $\text{qO}_2/\text{m}^3.\text{gün}$);
- Bəndli bioloji pərdədə oksigenin udulma sürəti ($BOTH$, $\text{q/m}^2.\text{gün}$);
- Oksigenin ümumi udulma sürəti ($TOTH$, $\text{q/m}^2.\text{gün}$);
- Yaş sahə (bioloji pərdə ilə örtülmüş sahə WA , m^2).

Döşəmə və ya tavandakı bəndli bioloji pərdə təbəqəli kanalizasiya sistemləri, dayaz su hövzələri (dəriniyi $< 1,6 \text{ m}$) və drenajda üzvi maddənin aerob ayrılmasında oksigenin udulma sürəti asılı halda olan bioloji kütlənin çox olduğu dərin su sistemlərindən fərqlidir. Proseslərin getmə mexanizmləri də fərqli olmuşdur. Dayaz su hövzələrində qısa müddətli olan bioloji pərdədə sürət kütlə

trans-formasiya diffuziyası ilə müəyyənləşdirildiyi halda, asılı halda olan bioloji kütlənin rol oynadığı dərin sularda sürəti reaksiya kinetikasi müəyyənləşdirir [63]. Suyun tutduğu həcm boyu yaş sahə (WW/V) artdıqca bioloji pərdə bioloji ayrılımda mühüm təsirə malik olur. Əgər asılı halda olan bioloji kütlə konsentrasiyası müəyyən həddən aşağıdırsa, yuxarıda qeyd olunmuş nəticə etibarlı hesab oluna bilər. Təcrübələrdə $WW/V=2,1 \text{ m}^{-1}$ ikən asılı halda olan bioloji kütlə konsentrasiyasının kritik dəyəri 10 mq/l olaraq müəyyənləşdirilmiş, AOTH, BOTH və TOTH qiymətlərinin üzvi maddələrin konsentrasiyasının artması ilə çoxalması müşahidə edilmişdir. Bouwer və Cobb sintetik tullantı suyundan istifadə edərək kanalizasiya reaktorunda bioloji pərdə və asılı halda olan mikroorqanizmlərin davranışlarını araşdırmışlar [56]. Boruda axının orta sürəti $0,07 \text{ m/san}$ olmuş, bioloji pərdə oksigen monitoru asılı halda olan bioloji kütlənin aktivliyini ölçmüşdür. Bunun qarşılığında bioloji kütlənin təsiri, bioloji kütlədəki oksigenin udulma sürətinin (BOTH) bioloji pərdənin spesifik sahəsinə vurulması ilə müəyyənləşdirilmişdir.

Əsas Monod kinetik birləşmələr asılı halda olan bioloji kütlə üçün:

$$\mu_m = 0,76 \text{ gün}^{-1}, K_s = 2,5 \text{ mq/l}$$

$$\mu_m = 0,52 \text{ gün}^{-1}, K_s = 2,9 \text{ mq/l-dir.}$$

Laurens sintetik tullantı suyun sirkulyasiya reaktorunda üzvi maddələrin məhv edilməsini və nitrifikasiyasını araşdırmışdır [76].

Manandar və Şroder (1995) axıtma kanalından tullantı suyunun sirkulyasiya reaktoru kimi (bioloji reaktora bənzər) istifadə etməyin mümkünlüyünü tədqiq etmişlər. Təcrübələr zamanı tullantı suyunun axın sürəti $0,31-0,47 \text{ m/san}$ arasında dəyişmiş, suyun oksigen mübadilə mənbəi səthi ventilyasiya olmuşdur. Müqayisə üçün təcrübələrdə sintetik və həqiqi məişət tullantı sularından istifadə edilmişdir. Məişət tullantı suyunda $3,78 \text{ qTN/m}^2.\text{gün}$ azot yükləmə sürətində $0,77 \text{ qTN/m}^2.\text{gün}$ optimal azot məhv olması təmin olunmuşdur. Bu halda OKT yükləmə və məhv olma sürətləri 22, 27 və 45 $\text{qOKT/m}^2.\text{gün}$ sistemində parça-lanmış oksigen səviyyəsindəki artan yükləmə sürətlərində araşdırılmışdır. Yüksək yükləmələr nitrifikasiya sürətində azalmaya

səbəb olmuşdur. Universitet, məktəb, düşərgə və s. tullantı suları sintetik su ilə qarışdırıldıqda yaranan bioloji pərdə qalın olmuş və kanalizasiya boyu yayılmışdır. Nəticə etibarilə, geriye dövr edən reaktorlar səth ventilyasiyasının oksigen mənbəi olduğu yerdə üzvi maddə və azotun məhvi baxımından daha effektiv olmuşdur.

Nakasaka və Sukio bioloji pərdə vasitəsilə substratdan istifadə etməklə turbulent diffuziyanın təsirini müəyyənləşdirməyə çalışmışlar. Bu məqsədlə boru iki hissəyə bölünmüşdür. Sürət və turbulentlik şiddəti profilləri Laser Doppler sürət ölçəni vasitəsilə təyin edilmişdir. Axının orta sürəti 5-25 sm/san arasında dəyişmişdir. Substratın bioloji pərdə tərəfindən mənimsənilmə sürətinin bioloji pərdə yanında yaranan turbulentlik şiddətindən asılı olması aşkar edilmişdir.

Niyelsen və digər tədqiqatçılar məişət tullantı suyu və sintetik qlükoza buğda ekstratından istifadə edərək bioloji pərdədə sulfatın aşağı salınması, pərdənin böyüməsi və bioloji pərdədə oksigenin udulmasından sonra su mühitində həll olmuş oksigenin təsirini araşdırmışlar [82].

Knixt, Ruble və digər tədqiqatçılar boruya aktiv lil daxil edildiyi zaman aerob boru reaktorunda baş verən reaksiyaları izah edən nəzəri bir model təklif etmişlər [72]. Model yalnız asılı halda olan mikroorqanizm reaksiyaları üçün yaradılmış, başqa sözlə bioloji pərdənin təsiri nəzərə alınmamışdır. Model 30,5 sm-lik borudan keçən 0,14 m³/san sərfdə OBT-nin 30% endirilməsi üçün zəruri hava daxil edilməsinə hesablanmışdır.

Vander Last və Lettinga tərəfindən tullantı sularının təmizlənməsinin yaxşılaşdırılması ilə əlaqədar olaraq su yığılma qurğularında reaksiyaların təsirini göstərən stimulyasiya modeli yaradılmışdır [100]. Model hidravlik rejim, oksigen transformasiyası, asılı halda böyüyən aerob və anaerob bioloji prosesləri əhatə edir.

Fiaxem və Keyrnkros analoji şəkildə suyun keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması prosesində modelləşdirmə çalışmaları, çökmə xarakteristikaları və digər amillərin öyrənilməsi ilə əlaqədar araşdırmalar aparmışlar [60]. Bu araşdırmalar bioloji reaksiyalar nəzərdə tutularaq və hesaba alınmadan tullantı suyunun boru

sonundakı xüsusiyyətlərini və hər iki halın təmizləmə qurğusuna təsirinin öyrənilməsini əhatə etmişdir.

1.Kanal modeli:

- Hidravlik model: Sürətli reaktor;
- Oksigen transformasiyası: K_{La} ;
- Bioloji model: aktiv lil modeli.

2.Təmizləmə qurğusu modeli:

- İAWQ TASK Grop modeli;
- Təbəqəli çökdürmə modeli.

Təcrübələrdə ümumi məqsədli stimulyatordan (GPS-X) istifadə olunmuşdur. Saatlıq axın müddətinin sonunda OKT və digər parametrlərdəki dəyişiklik cədvəl 3.1-də verilmişdir. Aşkar edilmişdir ki, yalnız təmizləmə qurğusunun

Cədvəl 3.1

1 saatlıq axın müddətində tullantı suyundakı keyfiyyət dəyişiklikləri

Parametrlər, mq/l	Başlanğıc	Son	Dəyişmə ±%
Cəmi OKT	330	280	-15,15
Parç. OKT	140	69	-50,71
Dənəvər OKT	190	210	+10,52
X_h (aktiv)	20	100	+80,00
Uçucu turşu	30	0,15	-99,50

çıxışındakı fosfor uçucu turşunun azalmasından asılı olaraq 1,8 mq/l-dən 5,8 mq/l-ə yüksəlir.

Qardstal və başqaları 1995-ci ildə apardıqları araşdırmalarda MOUSETRAP modeli ilə işləyərək borudakı tullantı suyunda 12 saatlıq axın müddətinin sonunda reaksiyanın getməsinin təmizləmə qurğusuna təsirini öyrənmişlər. Alınan nəticələr cədvəl 3.2-də verilmişdir [61].

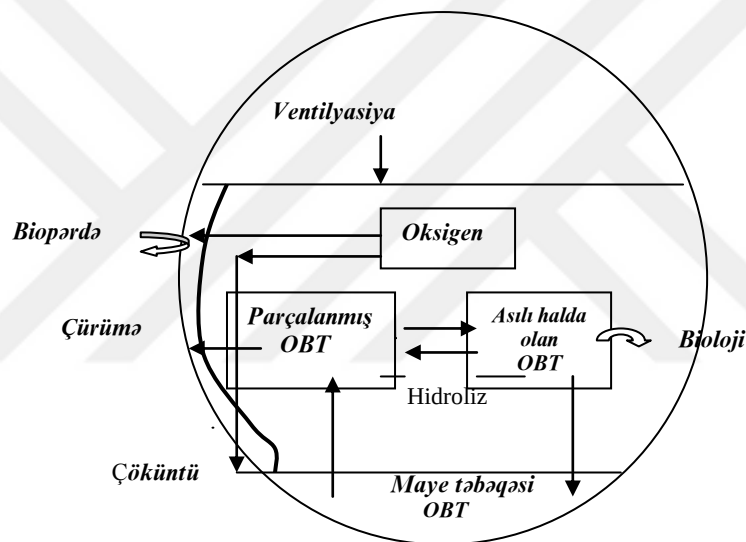
Cədvəl 3.2.

12 saatlıq axın müddətində tullantı suyundakı keyfiyyət dəyişiklikləri

Göstəricilər	Reaksiya yoxdur	Reaksiya var
Cəmi lil (kq/gün)	330	293
Ham primer (kq/gün)	230	270
Lil (kq/gün)	70	23
Çirkli aktiv lil (kq/gün)	32000	17000

Danish Hydraulics İnstitute tərəfindən MOUSE modelinin davamı təklif edilmişdir. Bu modellə kanalda qatı maddənin daşınması və parçalanmış və çöküntüdəki çirkləndiricilərin keyfiyyət dəyişikliyi araşdırıla bilər.

MOUSE modeli hövzədən gələn yağış suyu həcmi və boru hidrolizini modelləşdirir. Modelə əsasən kanalda şəkl.3.5-də göstərilmiş proseslərin getməsi qəbul edilir. Suyun keyfiyyət modeli borudakı fiziki və bioloji əks təsirləri əhatə edir. Üzvi maddənin ayrılması bakteriyaların fəaliyyətini, havadan oksigen alınmasını və dib çöküntüsünün daşınması və axınqarışıq modeli ilə birgə işləyərək daşınma və əks təsirləri birlikdə araşdırır.



Şəkil. 3.5. Qapalı kanaldakı proseslər və suyun keyfiyyət modeli

Model boru mühitinin aerob (havalı) olmasını, ayrılmanı həyata keçirən heterotrofik mikroorqanizmlərin asılı vəziyyətdə və bağlı olaraq artmalarını qəbul edir.

Kanal divarlarında və dib çöküntüsündə bioloji pərdə, axın halında olan suda isə mikroorqanizmlər fəaliyyət göstərir. Sudan bioloji pərdəyə oksigen udulması bioloji pərdədəki ayrılmanı məhdudlaşdırır. Borularda həll olmuş oksigen konsentrasiyasının aşağı, bunun müqabilində parçalanmış üzvi maddə konsentrasiyasının yüksək, bioloji pərdə təbəqəsinin isə qalın olması bu fikri əsasən təsdiqləyir.

Asılı halda olan heterotrofik orqanizmlər asılı maddələrin bir hissəsini təşkil edirlər. Parçalanmış üzvi maddələrin bu bakteriyalarla mənimsənilməsi yarımdayumluluq modeli ilə izah olunur. Suda həll olmuş oksigen bioloji kütlə və üzvi maddələr ilə birlikdə bu modelin tərkib hissəsini təşkil edir. Asılı halda olan üzvi maddələr hidroliz vasitəsilə parçalanmış maddəyə çevrilirlər. Bu proses birinci dərəcəli modelle izah olunur. Asılı halda olan maddənin çoxalması isə heterotrofik çoxalma nəticəsində baş verir. Bu əməliyyat da sabit məhsuldarlıqla izah olunur [23]. Çöküntünün oksigen istehlakı onun həcminə müvafiq olaraq sabit kəmiyyətlə ifadə edilir. Havadan oksigenin suya daxil olması isə ventilyasiya kəmiyyətinin oksigen çatışmamazlığı hasilinə bərabər götürülür. Prosesin riyazi ifadəsi aşağıdakı kimidir:

$$(OBT)_{biop} \frac{d}{dt} = \left[\sqrt{2D} \sqrt{K_{of}} \sqrt{DO} A_{biop} \right] / V \left[\theta^{(T-20)} \right] \quad (3.8)$$

burada, θ - temperatur göstəricisi;

D - oksigen diffuziya göstəricisi;

K_{of} - bioloji pərdədə oksigen istehlakı ($q/m^3 \cdot \text{san}$);

A_{biop} - bioloji pərdənin sahəsi (m^2);

V - suyun həcmidir (m^3).

Hesabat zamanı $D = 20, K_{of} = 3$ qəbul edilir.

Asılı halda olan parçalanmış OBT-nin ayrılması:

$$(OBT)_{SUS} = K_S \theta^{(T-20)} (S + k_{m,BOI}) (DO / (DO + k_{m,DO})) k_b (OBT)_{as.halda} \quad (3.9)$$

burada, $K_S = \mu_{\max} / Y_{\max}$ - 20°C-də maksimum böyümə sürəti/maksimum çevrilmə sayı;

$k_{m,OBT}$ - OBT yarımdayumluluq sabiti;

$k_{m,DO}$ - DO yarımdayumluluq sabiti;

k_b - asılı halda olan OBT-nin aktiv mikroorqanizm hissəsini göstərən parametrdir.

Hidroliz:

$$(OBT)_{hid} = (\theta^{(T-20)}) k_{h1} (OBT)_{as.halda} \quad (3.10)$$

burada, k_{h1} reaksiya vahidi olub 0,05-0,10 gün⁻¹ qəbul edilir.

Heterotrofların çoxalması:

$$(OBT)_{artma} = Y_{\max} (OBT)_{as.halda} \quad (3.11)$$

Tullantı suyunun oksigenlə doyması:

$$Ventilyasiya = \frac{D_j}{D_t} = K_1 \cdot \left(1 + \frac{K_2 \cdot u^2}{g \cdot d_m} \right) \cdot \frac{(s \cdot u) \cdot K_3}{d_m \cdot (C_2 - C)} \quad (3.12)$$

burada, K_1, K_2, K_3 - ventilyasiya vahidləri;

u - tullantı suyunun axın sürəti, m/san;

g - sərbəst düşmə təcili;

d_m - suyun orta dərinliyi;

C_s - oksigenin doyumluluq konsentrasiyasıdır.

3.5. Kanalda gedən aerob və anaerob öz-özünə təmizlənmə proseslərinin nəzəri əsasları

3.5.1. Aerob öz-özünə təmizlənmə

Kanaldakı aerob şəraitdə tullantı suyundakı bioloji parçalanan maddələr mikroorqanizmlər kütləsi tərəfindən mənimsənilir. Bu zaman mikroorqanizmlər artıb çoxalmağa (canlı materiyanın sintezinə) energetik tələbatlarını ödəmək üçün suda həll olmuş oksigeni udurlar. Nəticədə inert və canlı materiya artıqlığı yaranır ki, buna da izafi lil deyilir. Aktiv maddənin kütləsini təcrübi yolla təyin etmək çox çətin olur. Buna baxmayaraq külsüz (üzvi) maddə və ümumi parçalanan maddələr (mineral və üzvi) kütləsini ölçmək mümkündür.

Oksigenə tələbatın nəzəri miqdarını aşağıdakı tənliklə hesablamaq olar [59].

$$O_{2udulm.} = a' L_e + b' S_v \quad (3.13)$$

burada, L_e - OBT₅-ə görə çirkləndirici qarışıqların bir gündə götürülmüş kütləsi, kq/gün;

S_v - bioloji reaktorda (kanalda) olan üzvi maddələrin kütləsi, kq;

a' və b' - Varburq cihazının köməyi ilə laboratoriya şəraitində təyin edilən əmsallardır.

Nəticədə izafi lilin bioloji kütləsi riyazi olaraq

$$\Delta S_v = a_m L_e - b S_v \text{ kq/gün} \quad (3.14)$$

$$\frac{\Delta S_v}{S_v} = a_m \frac{L_e}{S_v} - b \quad (3.15)$$

ifadə edilə bilər.

Reaktora daxil olan tullantı suyundakı asılı maddələrin miqdarı (inert üzvi və mineral maddələr) üzvi maddələrin bioloji parçalanmasındakı bioloji aktivlik nəticəsində yaranan izafi lilə əlavə edilməlidir.

Lil yükü tullantı suları ilə bir gündə reaktora daxil olan qidalanma kütləsi ilə (OBT₅-ə görə, yaxud üzvi maddələrin kütləsinə görə) reaktordakı lil kütləsi arasında olan nisbətlə ölçülür.

$$C_m = \frac{L_0}{S_t} \quad (3.16)$$

burada, C_m - lil yükü;

L_0 - qidalanma kütləsi;

S_t - reaktordakı lil kütləsidir.

Formuldan görünür ki, reaktorda lil kütləsinin miqdarı nə qədər çox olarsa daxil edilən qidalanma kütləsinin miqdarı bir o qədər az olur. Həcmi, yaxud OBT-yə görə yük reaktora bir gündə daxil olan OBT₅-ə görə qidalanma maddələrin kütləsi ilə ölçülür. Yəni

$$C_v = \frac{L_0}{V} \text{ kq/(m}^3 \cdot \text{gün)} \quad (3.17)$$

burada, V - reaktorun həcmidir, m³.

Aerob şəraitdə 1 kq götürülmüş OBT-nin miqdarı, oksigen tələbatı, yaranan izafi lil miqdarı və OBT₅-ə görə təmizlənmə səmərəsi Fransanın Deqremond firmasının təklif etdiyi (3.18) formulları ilə hesablanı bilər [44,103].

$$L_e = \rho \cdot L_0$$

$$\frac{O_2 \text{udulm.}}{L_e} = a' - \frac{b'}{\rho \cdot C_m} \quad (3.18)$$

$$\frac{\Delta S_v}{L_e} = a_m - \frac{b}{\rho \cdot C_m}$$

Aşağı lil yükündə 1 kq götürülən OBT hesabına lilin aşağı artımı və yüksək oksigen tələbatı baş verir. Bir sıra müəlliflər lili yaşı mövhumundan, yəni raktordakı lil kütləsi və lilin gündəlik artımı arasındakı nisbətdən istifadə edirlər:

$$A = \frac{S_t}{\Delta S_t}, \text{ yaxud } \frac{S_v}{\Delta S_v} \quad (3.19)$$

Lilin yaşı lil yükünə əks mütənasib götürülür:

$$A = \frac{1}{(a_m \rho C_m' - b)} \quad (3.20)$$

Anaerob şəraitdə bu nisbət quru maddənin kritik qalma müddətini ($SRT = S_v / \Delta S_v$) göstərir ki, bu da hidravlik gözləmə vaxtına uyğun gəlmir. Burada A və SRT lilin tam dəyişməsi üçün tələb olunan günlərin sayını göstərir. Sudakı mikroorqanizmlər bir qayda olaraq mütənasib qidalanmağa ehtiyac duyurlar. Azot və fosfor əsas qidalanma elementləri olduğundan mikroorqanizmlər məişət tullantı sularında bu elementlərlə təmin olunurlar. İstehsalat tullantı sularında isə bu elementlər çox vaxt çatışmadığından belə suların bioloji təmizlənməsini təmin etmək üçün N və P daxil edilməsi vacibdir.

Aerob şəraitdə gedən bioloji proseslərə tullantı suyunun temperaturunun təsiri də əhəmiyyətli rol oynayır. Temperaturun artması fermentativ reaksiyaların sürətinin artmasına səbəb olur. Lakin temperaturanın artımı oksigenin suda həll olmasına mənfi təsir göstərir. Aerasiya sistemindən istifadə edildikdə onun oksidləşdirmə qabiliyyəti aşağıdakı formül ilə hesablanı bilər:

$$\frac{dC}{dt} = 11,25 \frac{1}{t_1 - t_0} \lg \frac{C_s - C_0}{C_s - C_t} \sqrt{\frac{k_{10}}{k_t}} \quad (3.21)$$

burada, dC/dt - oksidləşdirmə qabiliyyəti, q/(m²·saat)

C_s - tam doymuş vəziyyətdə oksigenin miqdarı, q/m³;

C_0 - təcrübənin əvvəlində oksigenin miqdarı, q/m³

C_t - t zamanından sonra oksigenin miqdarı,

11,25 - 10⁰S temperaturada oksigenin doyma konsentrasiyası, q/m³;

$t_1 - t_0$ - müşahidə müddəti, saat;

k_{10} və k_t - müvafiq olaraq 10⁰S və t^0 S temperaturalarda diffuziya əmsallarıdır.

3.5.2. Anaerob öz-özünə təmizlənmə

Anaerob təmizlənmə prosesi fermentasiyanın oksigensiz mühitdə getməsi nəticəsində baş verir. Bu zaman üzvi maddələrin stabilləşməsi onun mürəkkəb birləşmələrdən metan və karbon qazına çevrilməsi ilə sona yetir. Turşu yaradan bakteriyalar üzvi maddələri mürəkkəb birləşmələrdən daha sadə üzvi maddələrə çevirirlər ki, onlar da öz növbəsində metan yaradan anaerob bakteriyalar üçün qida mənbəi rolunu oynayır. Bu bakteriyalar tullantı suyunun temperaturu və aktiv reaksiyasına (pH) çox həssas olurlar.

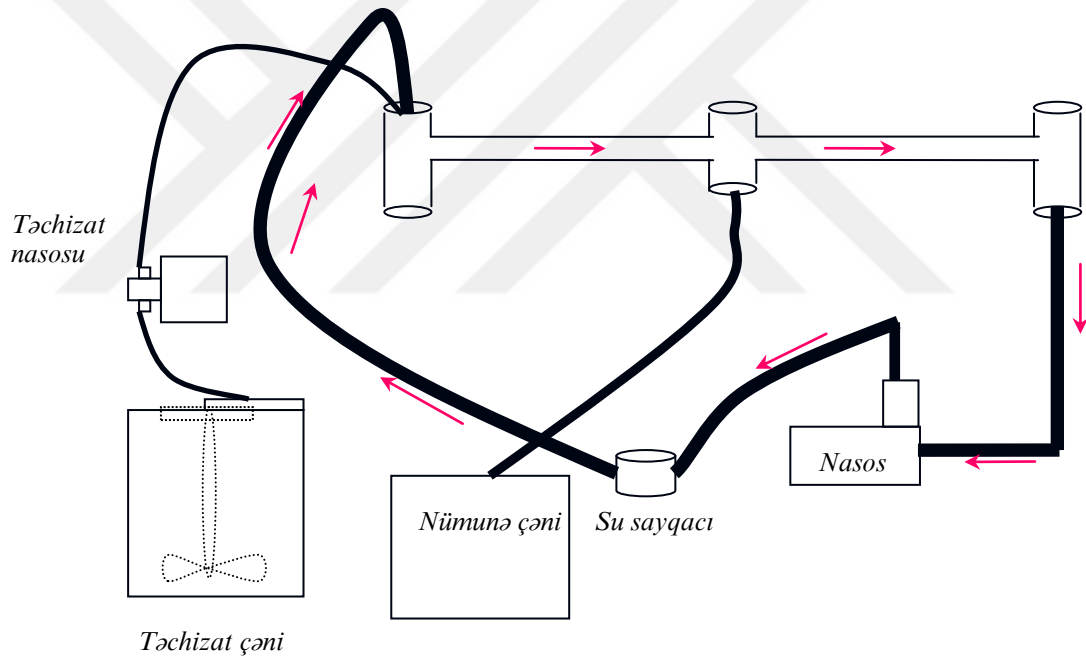
Adətən üzvi maddələr mezofil bakteriyalar tərəfindən 37⁰S temperaturda mənimsənilirlər. İstanbulun 7 mexaniki təmizləmə sistemlərində, eləcə də Tuzla kollektorlarında aparılan tədqiqatlar zamanı tullantı suyunun maksimal temperaturunun 25,2⁰S-ni ötmədiyi aşkar olunduğundan kollektor və kanallarda bu prosesin sürətlə getməsini gözləmək olmaz.

FƏSİL 4. KANAL VƏ BORULARDA TULLANTI SUYUNUN İLKİN TƏMİZLƏNMƏ DƏRƏCƏSİNİN TƏDQIQI VƏ ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN TƏHLİLİ

4.1. Tədqiqatların aparılma metodikası və laboratoriya

təcrübə modelinin təsviri

Tədqiqatlar bir birindən fərqli zamanlarda, şəraitdə və şərtlərdə laboratoriya və istehsalat şəraitində 3 mərhələdə aparılmışdır. Laboratoriya tədqiqatları tullantı sularını kənar edən sistemin modelində (şək.4.1), istehsalat şəraitində tədqiqatlar isə İstanbulun Tuzla və Adananın Kozan bölgəsində aparılmışdır.



Şək.4.1. Sistemin laboratoriya modelinin sxemi

Sistemin laboratoriya modeli uzunluğu 20 m və daxili diametri 100 mm olan PVC borularından, suyun sistemə qaytarılmasını təmin edən 20 m³/saat məhsuldarlığa malik və tullantı suyu üçün məhsuldarlığı 0-25 l/san-yə qədər olan nasoslardan, təchizat və nümunə çənlərindən, eləcə də sistemdə dövr edən suyun miqdarına nəzarət etmək üçün su sayğacından ibarət olub sirkulyasiyalı iş rejiminə malik olmuşdur. Suyun nəql etdirildiyi borunun mailliyi 0,015 bərabər

olmuş, sistem istehsalat tullantı sularının qarışmadığı bir xətdən müntəzəm olaraq məişət tullantı suları ilə qidalandırılmışdır. Təcrübələr gündönümü ərzində fasiləsiz (24 saat) aparılmışdır. İsti yay aylarında aparılan tədqiqatlar zamanı bütün gün ərzində sistemdə dövr edən suya hava üfürülmüşdür. Modeldə suyun hərəkət sürətinin 0,7 m/san, borunun dolma dərəcəsinin isə 50%-dən çox olması təmin edilmişdir.

Nümunələrin götürülməsi və analizlərin aparılması: Modelə daxil olan tullantı suyu «giriş suyu» nümunəsi, təmizləmə sistemindən keçmiş su isə «çıxış suyu» nümunəsi kimi adlandırılmışdır. Nümunələr götürüldükdən sonra onların analizləri nümunələrin götürüldüyü gün, bəzən də bir həftə ərzində aparılmışdır. Tullantı suları ilə bağlı analizlər İSKİ-Ətraf Mühit Bölgə Müdirliyi və Səhiyyə Nazirliyinin laboratoriyalarında standart üsullarla aparılmışdır. Ölçülən parametrlər və analiz üsulları cədvəl 4.1-də göstərilmişdir [15,93,].

Cədvəl 4.1.

Analizlər, onların aparılma metodları və istifadə olunmuş cihazlar

Analizin adı	Aparılma metodu	İstifadə olunmuş cihaz
Keçiricilik	SM-2510 B Lab. Cihazı	
<i>pH</i>	SM-4500-H B Elektrometrik	Metroohm 632
Temperatura	SM-4500-O G Membran elektrod	Metroohm 632
Həll olmuş oksigen	SM-4500-O G Membran elektrod	OXİ-196 632
AKM	SM-2540 D Qravimetr	Etüv, Tərəzi
OBT ₅	SM-5210 B 5 günlük	
OKT	SM-5220 B Açıq Refluks	Spektrofotometr (HACH DR-2000)
TOK	JİS-K-0102 Yüksək temperaturda yakma üsulu	Şimadzu APHA TOC-500
TP	SM-4500 P D Stannus xlor	Dionex 4000İ ion xromotografi
PO ₄ -P	SM-4500 P D Stannus xlor	
TKN	SM-4500 HH3 B.C Distillə etmə+titrlemək və Nessler ASTM standartları, D 1426-93,1993	Kjeldahl cihazı Gerhardt Vapodest 3S,Distillə etmə aparatı
NH ₄ -N		
NO ₃ -N	Dr.LANGE-CAD AS200 analiz üsulu	Dionex 4000İ ion xromotografi

Ammonyakın təyini .İ.S.E. üsulu istifadə edilərək $NH_3 - N$ konsentrasiyası potensiometrik olaraq təyin edilmişdir. Analiz 100 ml nümunədə $pH < 2$ şəraitində aparılmışdır. Sonra $NH_3 - N$ elektrodu istifadə edilərək potensiometrin köməyi ilə gərginlik ölçülmüşdür. Ölçmə zamanı nümunə sabit

sürətlə qarışdırılmışdır. Aminlərin analizə müsbət müdaxilə etməsi, Hg və Ag -un təsirləri nəzərə alınmışdır. Metodun əsası ion seçici elektrod üsuludur. Ölçmə zamanı cihazın elektrodunun ucunda hava qabarcıqlarının olmamasına xüsusi diqqət yetirilmişdir.

OKT-nin təyini. OKT open Reflux metodu ilə təyin edilmişdir. Yaxşı qarışdırılmış nümunə güclü turşulu mühitdə qüvvətli oksidləşdirici olan $K_2Cr_2O_7$ ilə 2 saat müddətində qaynadılaraq qaynamanın sonunda istifadə edilməmiş oksidləşdiricinin miqdarının standart dəmir amonium sulfat məhlulu ilə voltmetrik yol ilə müəyyən olunması metodun əsasını təşkil edir. 50 ml nümunə ilə əməliyyat həyata keçirilən zaman ölçülə bilən minimum hədd 10 mq/l, 20 ml nümunə ilə işlədikdə isə 50 mq/l-dir. OKT ocaqlarında nümunəyə kükürd turşusu əlavə edildikdə yaşıllaşma baş verdikdə nümunənin həcmi azaldılmışdır. OKT-nin miqdarı aşağıdakı formullarla hesablanmışdır:

$$FAS_{mehlulu} : \frac{0,0417 \cdot M \cdot K_2Cr_2O_7 \cdot hecme \cdot x \cdot 0,25}{K_2Cr_2O_7 \text{ serfedilen } FAS \text{ hecme}} \quad (4.1)$$

$$OKT = \frac{(A - B) \cdot M \cdot x \cdot 8000}{ml \cdot numune} \quad (4.2)$$

burada, A - ml FAS şahit üçün;

B - ml FAS nümunə üçün;

M - FAS məhlulu üçün;

8000 - oksigenin ekvivalent çəkisi x 1000 ml.

Sulfatların təyini. Analiz laboratoriya şəraitində qravimetrik yolla yerinə yetirilir. Üsulun əsasını sudakı sulfat ionlarının $BaCl_2$ əlavə etməklə çox zəif həll olan $BaSO_4$ yaratması təşkil edir. Bu üsulun köməyi ilə sulfatlar $<50mq/l - 1700mq/l$ həddində təyin edilə bilər. Analizlər aparılan zaman asılı maddələr, silisium oksid, $BaCl_2$ çöküntüsü, $NO_3 - SO_3$ və çöküntüdə qalmış tünd məhlulun nəticəyə müsbət, qələvi metalların sulfatlarının isə mənfi təsiri nəzərə alınmışdır. Süzülmüş tullantı suyundan 100 ml nümunə götürülmüş, HCl ilə onun $pH < 2$ endirilmişdir. Məhlul 80-90⁰-lik su buxarında isidildikdən sonra ona

$BaCl_2 \cdot 2H_2O$ məhlulu əlavə edilmiş və prosesin getməsi üçün 2 saat gözlənilmişdir. Bundan sonra nümunə elektrik şafında 105⁰S temperaturda 1 saat qurudulmuş, eksikatora 30 dəqiqə soyudulmuş və tərəzidə çəkilməmişdir. Nəticə aşağıdakı formul ilə hesablanmışdır:

$$SO_4 = ((T2 - T1) \times 0,4116 \times 1000 \times 1000) / V \text{ mq/l} \quad (4.3)$$

burada, $T1$ - süzgəc kağızının çəkisi (qr);

$T2$ - nümunə süzüldükdən sonra süzgəc kağızının çəkisi (qr);

V - Nümunənin həcmi (ml);

0,4116 - $BaSO_4$ - dəki bariumun sulfata olan nisbətidir.

Kjeldahl azot təyini. Bu üsulda məhlulda sulfat turşusu (H_2SO_4) olduqda K_2SO_4 və $CuSO_4$ katalizatorları vasitəsilə bir çox üzvi maddələrin amin azotları $[(NH_4)_2SO_4]$ 375-385⁰S temperaturda qaynadılaraq amonium sulfatlara çevrilir. Turşu ilə bir-likdə duz əmələ gətirən əlavə ilə amonyak distillə olunur və bor turşusunda amonium borat olaraq saxlanılır, 0,05n HCl ilə titrlənir. Tədqiqatlar zamanı Makro-Kjeldahl metodu yüksək üzvi azotların aşağı konsentrasiyada olduğu nümunələr üçün tətbiq edilmişdir. Ümumi Kjeldahl azot analizi üçün ölçmə həddi 5-200 ppm olan Foss Tecator 2300 cihazından istifadə edilmişdir. Analizlərin nəticələrinə nitratlar, qeyri-üzvi duzlar və qarışıqların təsiri nəzərə alınmışdır.

Analiz üçün nümunələrin miqdarı dərə-göl hövzələrindən 100 ml, tullantı suyundan isə 25 ml olmuşdur. Nümunələr yandırma cihazında 370-385⁰S temperaturda təqribən 2 saat, ağ rəngli SO_2 buxarı görünənə qədər yandırılmışdır. Nümunələr soyudulduqdan sonra distillə cihazına qoyulmuş, əvvəlcə şahid olmaq üzrə hesablamalar aparılmışdır.

Kjeldahl nəticələri üçün hesablama, ümumi istifadə edilən vahidlər üçün $mqN/\bar{I}$ (ppm) aşağıdakı kimi həyata keçirilmişdir:

$$mqH / BI = \frac{(T - B) \cdot X \cdot 14,007 \cdot X \cdot 1000}{V} \quad (4.4)$$

burada, T - nümunəyə sərf edilən titrant miqdarı, ml;

B - şahid nümunə üçün sərf edilən titrant miqdarı, ml;

N - titrant norması (həssaslıq vergüldən sonra 4 rəqəm);

V - nümunə miqdarıdır, ml.

Ümumi fosfatların təyini. Ümumi fosfatın təyin olunmasında üzvi fosfatlar U.V. fosfatlar ilə parçalanır. Amonium molibdat, potaş antimon tartarat katalizatoru vasitəsi ilə, turşulu mühitdə fosfat məhlulları ilə reaksiyaya girərək fosfo-molibdat birləşməsi yaradır. Askorbin turşusu ilə bu kompleks birləşmə tünd mavi rəng alır. Üsulun ölçmə dəqiqliyi 0,02-7,5 mq/l təşkil edir. Üçvalentli dəmir ionlarının konsentrasiyası 50 mq/l-dən çox olduqda nəticəyə mənfi xəta, 10 mq/l-dən çox silikat konsentrasiyası və 30 mq/l arsenat orta fosfat isə müsbət xəta verə bilirlər. Arsenat və dəmir konsentrasiyaları yüksək olan nümunələrdə təyinat sodium bisulfit əlavə etməklə aparılmışdır. Fosfatların təyində skalar otoanalizator cihazından istifadə olunmuşdur.

OBT₅-in təyini. Bu parametrdə sudakı mikroorqanizmlər tərəfindən mənim-sən ilə bilən üzvi maddələrin miqdarını müəyyən etməkdə istifadə edilir və üzvi maddələrin parçalanması üçün lazım olan oksigenin miqdarını müəyyən edir.

Bu üsulda müəyyən edilmiş miqdarda nümunədəki CO-nun başlanğıc konsentrasiyası təyin edildikdən sonra kip bağlı (hava keçirməyən) OBT şüşələrinə doldurulur, müəyyən temperaturda 5 gün saxlandıqdan sonra mayedə azalmış oksigenin miqdarı təyin edilir. CO-nun analizdən əvvəl və sonrakı konsentrasiyaları müqayisə edilərək OBT hesablanır. Bu üsulla təyin edilə bilən aşağı limit 3,0 mq/l-dir. Nümunə götürüldükdən sonra suyun tərkibini sabit saxlamaq məqsədilə onu donma temperaturuna yaxın soyudur və mühafizə edirlər. Suyun +4⁰S temperaturunda tərkibini 48 saata qədər sabit saxlamaq mümkün olur. Duzluluq və toksik maddə olan nümunələrdə adları çəkilən göstəricilərin konsentrasiya-sını azaltmaq üçün nümunəyə təmiz su (seyrəltmə suyu) əlavə edilir. Əlavə edilən suyun keyfiyyəti də yoxlamadan keçirilir. Bu suda oksigenin azalması 0,2 mq/l-dən çox olduqda təmizlənməli, yaxud daha keyfiyyətli sudan istifadə edilməlidir. Əlavə edilən suyun keyfiyyətinin yoxlanılmasında qlükoz-qlütamik turşusundan istifadə edilmişdir. Əvvəlcə nümunənin OKT-sinin

miqdarının 30 və 70%-i hesab-lanaraq orta qiymət tapılır. Seyrəlmədə işlədilən distillə suyu 2-4 saat aerasiya edildikdən sonra bir o qədər müddət saxlanılır. Təxmini OBT orta qiymət lövhə-sindən buna uyğun gələn nümunə miqdarı cinsindən təyin edilir.

Təxmini OBT miqdarına görə seyrəlmə nisbəti (ml) aşağıdakı ardıcılıqla təyin edilmişdir:

D_1 : hazırlandıqdan dərhal sonra seyrəldilmiş nümunədə CO-nun miqdarı, mq/l;

D_2 : 20°S temperaturda 5 günlük inkubasiyadan sonra seyrəldilmiş nümunədə CO-nun miqdarı, mq/l;

p : nümunənin onluq həcmi fraksiyası:

B_1 : inkubasiyadan əvvəl edilən aşılama yoxlanması (CO miqdarı, mq/l));

B_2 : 20°S temperaturda 5 günlük inkubasiyadan sonra aşılama yoxlanması (CO miqdarı, mq/l);

f : seyrəldilmiş nümunədəki peyvənd həcmi/peyvənd yoxlanmasındakı peyvənd həcmi.

Nitratların təyini. Tullantı sularındakı nitrat və nitritlər kadmium reduksiya metodu ilə aparılmışdır. Metodun əsasını tullantı suyu dənəvər şəkilli mis kadmium daxil edilmiş borudan keçirilərkən nitratın nitritə reduksiya edilməsi təşkil edir. Nitrit (təbii nümunədə olan+reduksiya olunmuş nitrat) naftilendiamin dihidroxlər ilə bağlanmış sulfanilamid ilə tünd rəngli boya birləşməsi yaradaraq 540 nm-də ölçülür.

Metodun ölçü həddi 0,5-15 mq/l-dir. Nümunədəki bulanıqlıq və rəng dializor tərəfindən aradan götürülmüşdür. Analizlər zamanı nümunədə olan dəmir, mis və digər metalların nəticələrə mənfi təsiri nəzərə alınmışdır. Belə hallarda tampon məhluluna 1 qr/l dozada E.D.T.A. Na_2 əlavə edilmişdir.

AKM analiz metodu. Analizin aparılma prinsipi belə olmuşdur. Yaxşı qarışdırılmış nümunə vakuum altında standart şüşə-filtrdən keçirilmiş və filtr üstündə qalan maddələrlə birlikdə 103-105°S temperaturda qurudulmuş və eksikatora 1 saat müddətində sabit çəkiyə qədər soyudulmuşdur. Nümunənin

süzülməsinə qədər və nümunə süzüldükdən sonra sabit çəkiyə qədər qurudulmuş filtrin çəkiliəri arasındakı fərqi görə nümunədə həll olmayan qarışıqların (asılı maddələrin) miqdarı təyin edilmişdir. Bu üsulla suda həll olmayan maddələrin təyin oluna bilən aşağı həddi 10 mq/l olmuşdur. Sudakı asılı maddələrin miqdarından asılı olaraq suyun süzülməsinə sərf edilən vaxt 10 dəqiqədən çox olan hallarda nümunənin miqdarı azaldılmış və əksinə.

Sulfürün yodimetrik üsulla təyini. Yod turşulu mühitdə sulfürü oksidləşdirir. Reaksiya nəticəsində sulfür sərbəst kükürdə çevrilir:



Bu reaksiyanın analitik əsasına istinad edilərək təşəbbüs meydana gətirən ünsürlərdən qaçmaq və H_2S itkisinin qarşısını almaq yolu ilə 1 mq/l-dən yüksək cəmləşmələrdə nümunələrdəki sulfür təyin edilmişdir.

H_2S -in təmiz sudakı çıxış qiyməti 0,025-0,25 mq/l çərçivəsindədir. H_2S olduqca toksik maddə olduğundan istismar işçiləri üçün təhlükəli xarakter daşıyır.

Analizin dəqiqliyi 0,1 mq/l təşkil etmişdir. Tiosulfatlar, sülfürlər və müxtəlif qatı ya da həll olunmuş üzvi maddələr kimi reduksiyaedici kimyəvi maddələrin analizlərin nəticələrinə təsiri nəzərə alınmışdır. Məsələn, sulfürün konsentrasiyası litrdə bir neçə yüz milliqra olduqda özü də rəng əmələ gəlməsinə mane ola bilər. Yağ tərkibli tullantı suları təmizlənmiş tullantı suları kimi tərkibində 2 mq/l-dən çox yod olduqda rəng əmələ gəlmə intensivliyini azalda bilər. Analizlər aşağıdakı ardıcılıqla aparılmışdır.

300 ml həcmi olan şüşə qaba nümunədəki sulfür miqdarını əvəz edəcək qədər yod məhlulu (təqribən 20 ml) tökülmüş və ona 2 ml 6n HCl əlavə edilmişdir. 20 ml yod məhlulu 200 ml nümunə şüşəsinə əlavə edilərək qaranlıqda 15 dəqiqə saxlanılmış və $Na_2S_2O_3$ məhlulu ilə süzülmüşdür. Nəticədə 1 ml 0,0250n yod məhlulu 0,4 mq S^{2-} ilə reaksiyaya girir

$$mqS^{2-} / l = [(A \cdot B) - (C \cdot D)] \cdot 16000 / ml \text{ nümunə} \quad (4.6)$$

burada, A - yod məhlulu, ml;

B - yod məhlulu norması;

C - $Na_2S_2O_3$ məhlulu, ml;

D - $Na_2S_2O_3$ məhlulu normasıdır.

4.2. Laboratoriya tədqiqatlarının nəticələrinin təhlili

Yaradılmış model kanal sistemi tullantı suları ilə qidalandırılaraq giriş və çıxışda keyfiyyət parametrləri müşahidə olunmuş, çirkləndirici maddə zərərinin ödənilməsi nəticələri qiymətləndirilmişdir. Model az bir sərfə qidalandırılmış, tullantı su reaktorunun çıxışındakı suyun bir hissəsi nasosla geri dövr etdirilərək dövretmə həcmnin dəyişməsindən asılı olaraq fərqli sürət və dolma nisbətlərində meydana gələn dəyişiklik araşdırılmışdır. Kanalin maililiyinin dəyişməsinin sürət və doluluq nisbətinə təsiri və təchizat həcmnin tənzimlənməsi ilə müəyyən axın müddətlərində meydana gələn dəyişikliklər, gələcək layihələndirmədə və praktiki-kada istifadə edilə biləcək parametrlər olmuşdur. Qidalandırma sərfinin kanalda kifayət qədər axma sürəti yaradılmışdır. Təcrübələr aparılarkən kanal suyundakı oksigenin miqdarının 2 mq/l olması təmin edilmişdir.

İyun-sentyabr aylarında laboratoriya şəraitində kanal modelində 14 həftəlik tədqiqatlar aparılmış və alınan nəticələr cədvəl 4.2 və şəkl.4.2- 4.7-də verilmişdir.

Cədvəl 4.2.

Laboratoriya tədqiqatlarının nəticələri

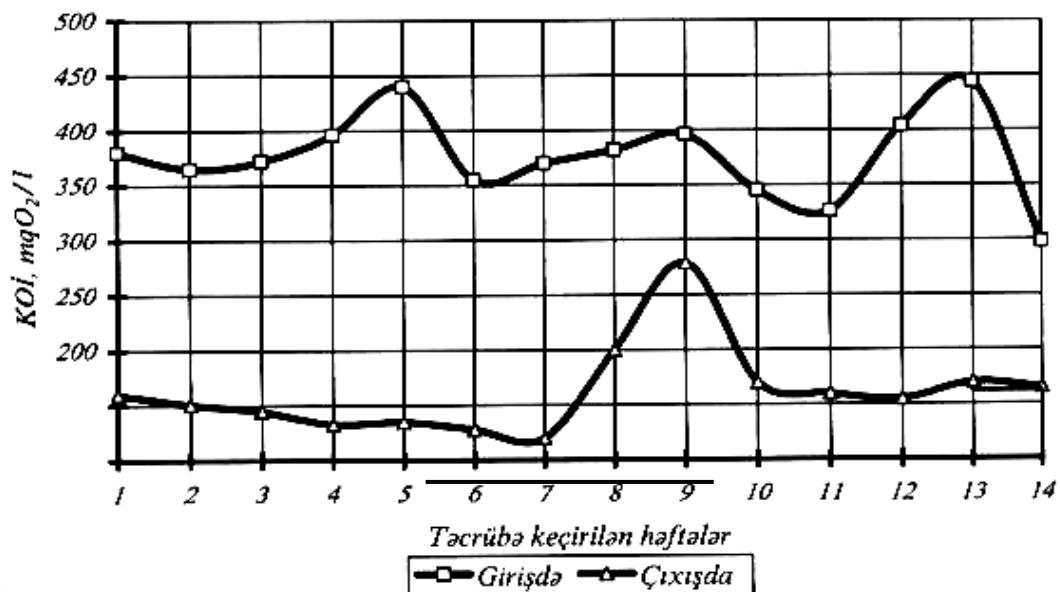
Tarix Həftə	OKT		NH ₃ -N		T-N		AQM		OBT ₅		pH	
	giriş	çıxış	giriş	çıxış	giriş	çıxış	giriş	çıxış	Giriş	Çıxış	giriş	Çıxış
01.06.2005	380	160	22,0	19,0	22,0	20,0	325	65	240	190	6,80	7,80
2	365	151	21,0	15,0	19,0	17,0	330	150	230	110	6,80	7,80
3	372	145	22,0	9,0	19,0	11,0	300	90	230	100	6,80	7,60
4	396	133	23,0	4,0	18,0	9,5	330	90	240	95	6,88	7,50
5	440	135	21,0	1,5	16,0	5,0	315	130	260	100	6,85	7,70
6	355	128	21,0	1,0	17,5	5,0	325	95	240	75	6,80	7,95
7	370	120	21,0	1,5	21,0	4,5	300	65	250	130	6,80	6,25
8	382	200	22,0	3,0	17,0	3,0	350	143	250	120	6,80	7,00
9	396	279	20,0	9,5	16,0	13,0	340	95	245	78	7,50	7,00
10	345	170	22,0	7,0	14,0	7,0	295	45	220	65	7,50	8,00
11	326	160	17,8	3,0	18,0	3,5	320	36	225	60	8,50	6,70
12	404	155	19,5	2,0	19,0	2,5	355	90	195	45	6,29	7,80
13	444	170	21,0	1,5	18,0	5,0	325	69	210	60	6,39	7,00
30.08.2005	298	165	22,0	1,0	15,5	3,0	270	39	190	55	6,20	7,10

Şək.4.2-də kanalın girişi və çıxışında OKT-nin dəyişmə dinamikası göstərilmişdir. Təcrübələr aparılan dövrdə kanala daxil olan tullantı suyunun OKT-si 298- 444 mqO₂/l həddində dəyişmişdir. Bütün hallarda kanalın çıxışında OKT-nin azalması müşahidə edilir. Bu azalma tullantı suyunun miqdarından asılı olmur.

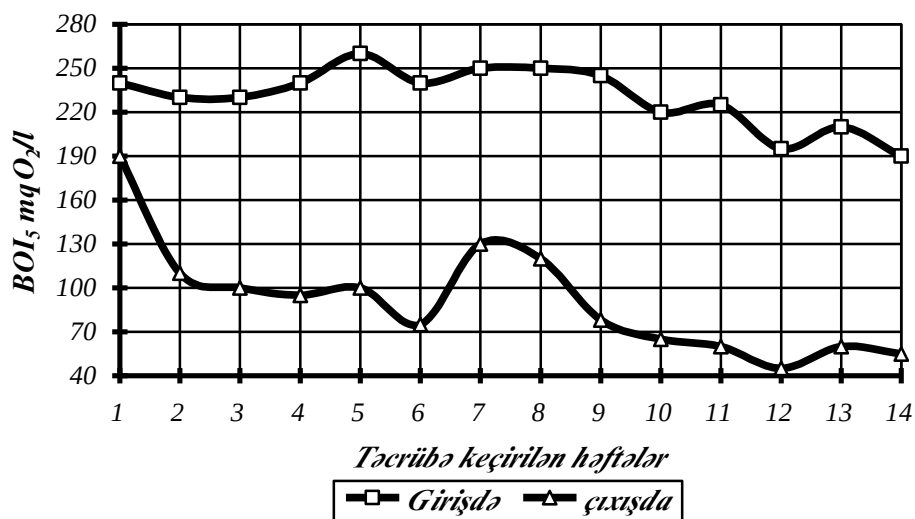
Kanalda OBT₅-in dəyişməsilə bağlı aparılan tədqiqatların nəticələri qrafiki olaraq şək.4.3-də göstərilmişdir. Təcrübələr zamanı kanalın girişində OBT₅ 12-ci həftə istisna olmaqla 190-260 mqO₂/l həddində dəyişmişdir. Kanalın çıxışında bu göstəricinin 45-190 mqO₂/l olduğu aşkar edilmişdir. 190 mqO₂/l nəticə təcrübənin birinci həftəsinə təsadüf edir. Qalan hallarda 7-8 -ci həftələr istisna olmaqla (120-130 mqO₂/l) 100 mqO₂/l-dən aşağı olmuşdur.

Kanala girişdə azotun miqdarı praktiki olaraq sabit qaldığı halda (19,5-22,0 mq/l) çıxışda onun konsentrasiyası böyük həddə dəyişir (1,0-19,0 mq/l). Bunu şək.4.4-də verilmiş qrafiklərdən də görmək olar.

Təmizlənmiş suda azotun maksimum miqdarı təcrübənin birinci və ikinci həftələrində müşahidə edilir.

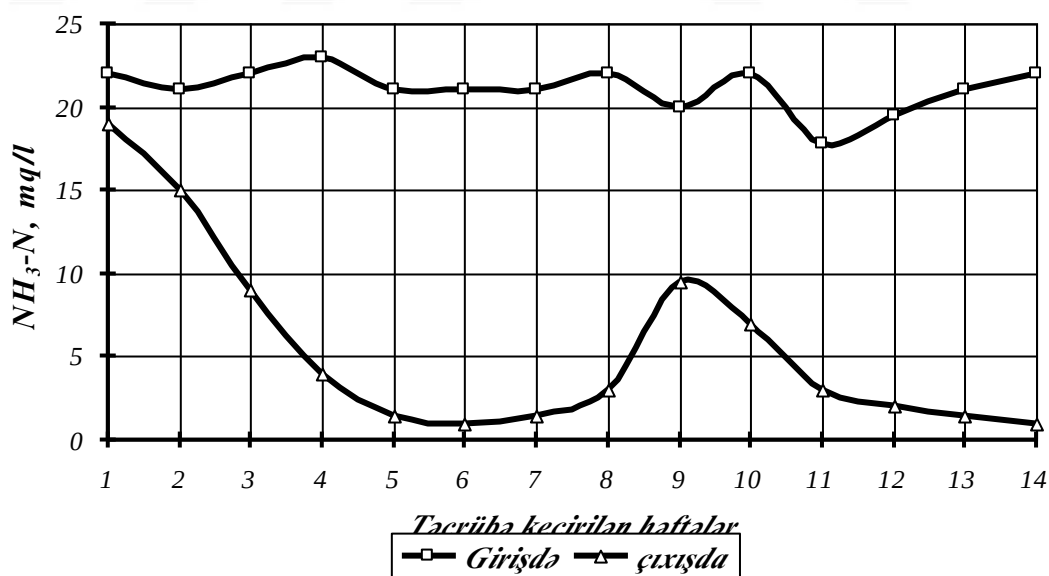


Şək.4.2. Təcrübə kanalındakı tullantı suyunda OKT-nin dəyişməsi

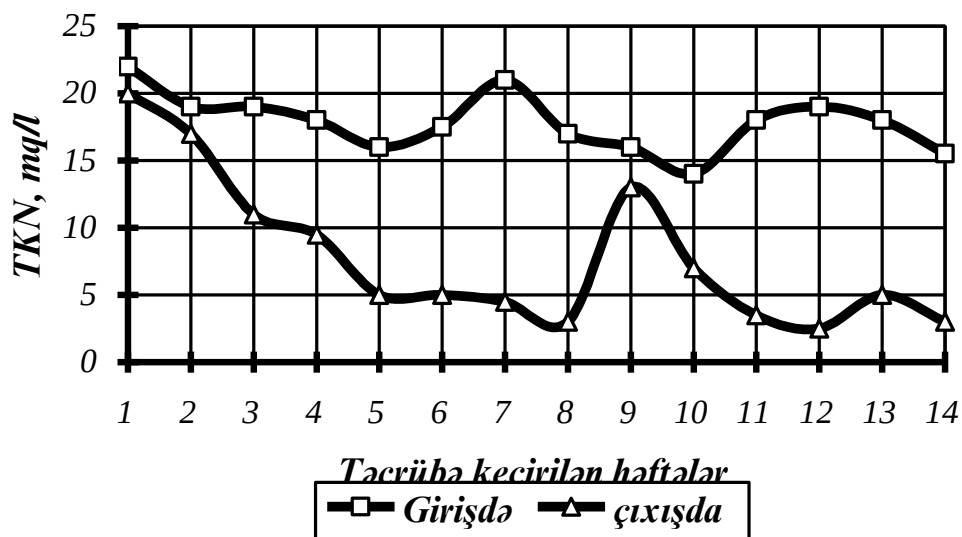


Şək.4.3. Təcrübə kanalındakı tullantı suyunda BOI_5 -in dəyişməsi

Təcrübənin sonrakı dörd həftəsində kanalın çıxışında sudakı NH_3-N -ün miqdarı azalmağa başlayır və 5-7-ci həftələrdə minimuma enir (1-1,5 mq/l). Yeddinci həftədən başlayaraq miqdarın yenidən artması müşahidə olunur və bu proses doqquzuncu həftəyə qədər davam edir. 9-14-cü həftələrdə azotun müntəzəm azalması baş verir. T-N üçün də analoji proses gedir (şək.4.5).

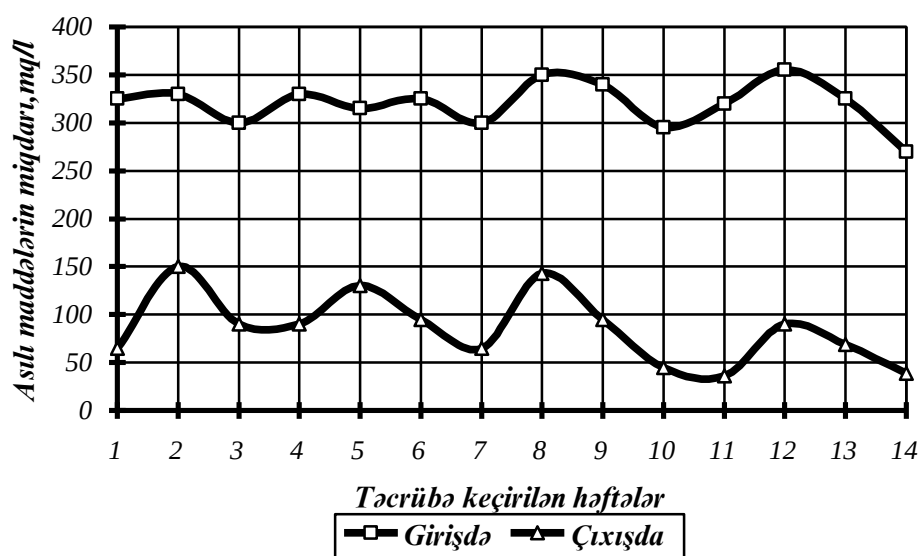


Şək.4.4. Təcrübə kanalındakı tullantı suyunda NH_3-N dəyişməsi



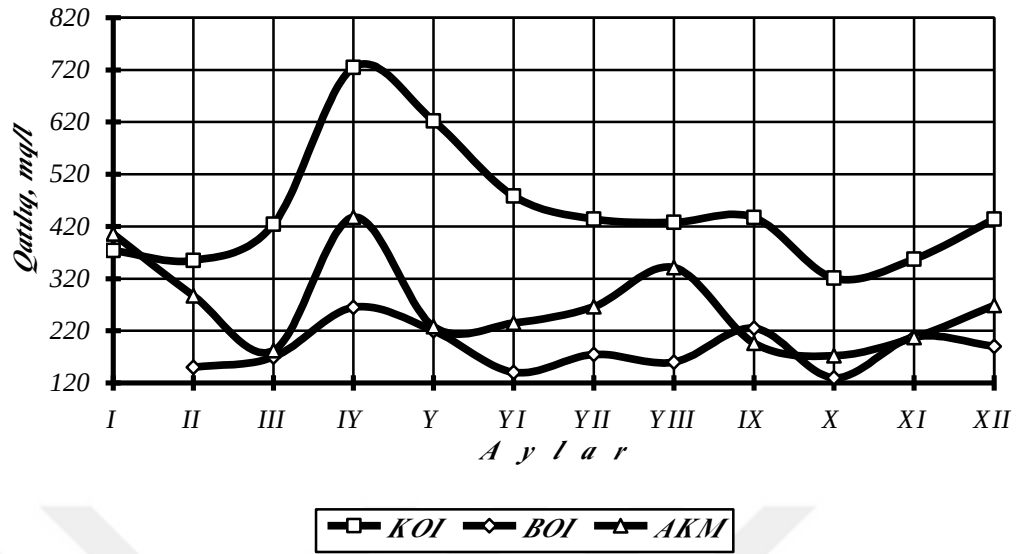
Şək.4.5. Təcrübə kanalındakı tullantı suyunda TKN-in dəyişməsi

Tullantı suyunun kanaldakı hərəkəti zamanı tərkibindəki asılı maddələrin miqdarının dəyişməsi də təcrübələrdə böyük maraq doğururdu. Təcrübələr keçirilən müddətdə kanala daxil olan suda asılı maddələrin miqdarı 14-cü həftə istisna olmaqla (270 mq/l) 295-350 mq/l həddində dəyişmişdir. Ayrı-ayrı həftələrdə kanala daxil olan suda asılı maddələrin miqdarının praktiki olaraq sabit qalmasına baxmayaraq çıxışda bir birindən fərqli nəticələr alınmışdır (şək.4.6). Ümumiyyətlə 3 epizod istisna olmaqla kanalın çıxışında asılı maddələrin miqdarını 90 mq/l və ondan aşağı salmaq mümkün olmuşdur.



Şək.4.6. Təcrübə kanalındakı tullantı suyunda asılı maddələrin miqdarının dəyişməsi

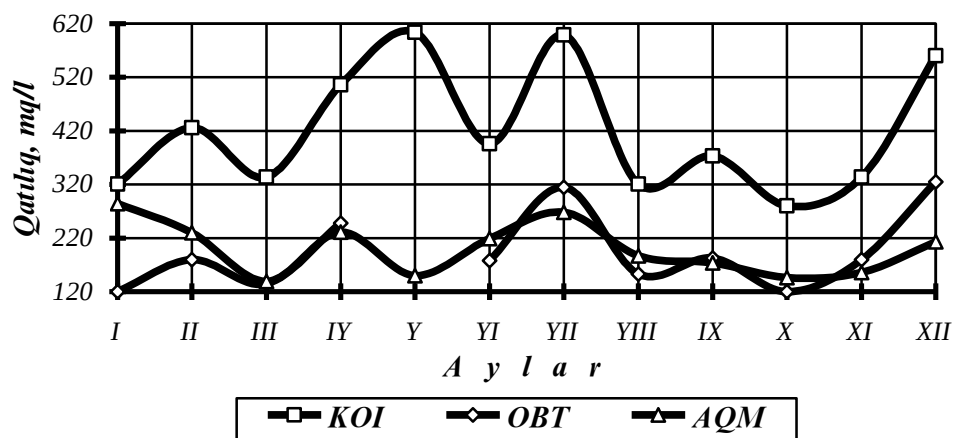
şəraitində təmizlənmiş tullantı sularında OKT, OBT və asılı maddələrin (AKM) miqdarının dəyişməsi qrafikləri verilmişdir.



Şək.4.8. Yeniçapı mexaniki təmizləmə mərkəzi

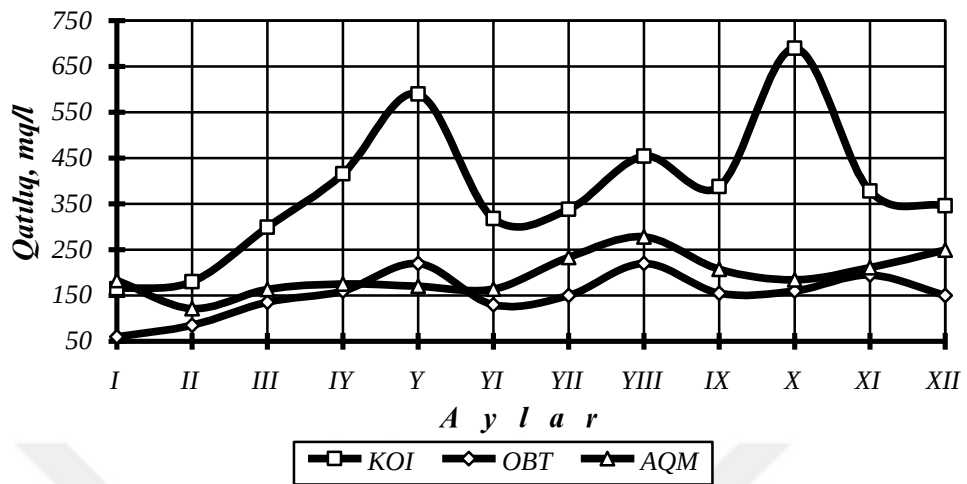
Göründüyü kimi bu parametrlərin maksimum qiymətləri aprel ayına təsadüf edir. İlin qalan aylarında göstəricilər demək olar ki, sabit qalırlar. OKT istisna olmaqla digər göstəricilər Türkiyə standartlarının tələblərindən aşağı səviyyədə olurlar.

Bu cəhətdən Baltalimanı mexaniki təmizləmə mərkəzində də eyni vəziyyət müşahidə olunur (şək.4.9). Burada təmizlənmiş suda OKT aprel, may, iyul və dekabr aylarında standartın tələblərindən (400 mq/l) çox yüksək olur.



Şək.4.9. Baltalimanı mexaniki təmizləmə mərkəzi

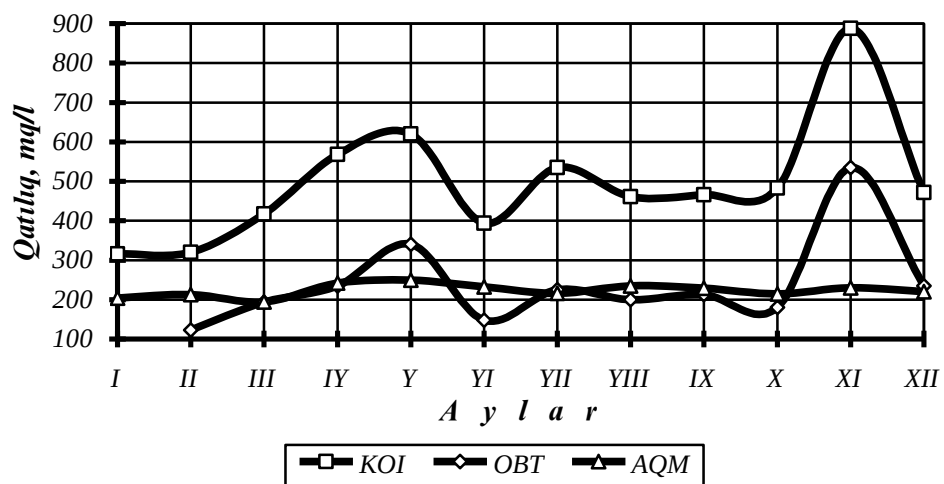
Təmizlənmiş sudakı OKT-yə görə Böyükçəkməçi mexaniki təmizləmə mərkəzində may, avqust, oktyabr ayları istisna olmaqla ilin qalan aylarında tullantı suyu standartın tələbləri səviyyəsində təmizlənir (şək.4.10).



Şək.4.10. Böyükçəkməçi mexaniki təmizləmə mərkəzi

Qeyd etmək lazımdır ki, bunu Kiçikçəkməçi təmizləmə mərkəzindən çıxan suya aid etmək olmaz (şək.4.11). Burada təmizlənmiş tullantı suyu yanvar, fevral, mart ayları istisna olmaqla qalan aylarda standartın tələblərinə cavab vermir.

Bioloji təmizləmə qurğularının ümumi balansda tutumu təxminən 17-18%-dir [29]. İstanbulda fəaliyyət göstərən tullantı sularını təmizləmə qurğularının ümumi məhsuldarlığı 2005-ci ilin məlumatlarına görə 1 927 600 m³/gün-ə bərabər olmuşdur.



Şək.4.11. Kiçikçəkməçi mexaniki təmizləmə mərkəzi

2005-ci ilin sonuna olan məlumatlara görə bu qurğulardan təbii mənbələrə axıdılan suyun çirklilik parametrləri və özü ilə bu mənbələrə daxil etdiyi çirkləndiricilərin miqdarı cədvəl 4.4-də göstərilmişdir. Cədvəldə verilən rəqəmlərin təhlili göstərir ki, bütün qurğularda təmizlənən çirkləndiricilərin cəmi ildə 140 000 ton, təmizlənmədən qəbuledicilərə axıdılan çirkləndiricilərin miqdarı isə 550 000 ton səviyyəsində olmuşdur. Kanalizasiya sisteminə qəbul edilən, lakin təmizlənməyən su miqdarı ümumi cəmin 40%-nə yaxın olub 1 000 000 tona qədər çirkləndiricini qəbuledicilərə axıtmışdır.

Cədvəl 4.4

İstanbul təmizləyici qurğularından qəbuledicilərə axıdılan çirkləndiricilərin miqdarı

Qurğuların yerləşdiyi bölgə	Məhsuldarlıq, m ³ /gün	AQM, ton/il	OBT, ton/il	OKT, ton/il	Cəm, ton/il	Axıdılan çirkləndirici, ton/il
TUZLA	260 000	59 597	33 025	63 773	156 395	36 000
PAŞAKÖY	58 200	6 755	4 249	10 112	21 116	2 000
KÜÇÜKSU	131 000	13 245	9 228	17 405	39 878	32 250
KADIKÖY	364 000	31 887	27 502	65 600	124 989	119 200
BALTALIMANI	421 000	30 733	29 811	33 960	94 504	91 500
YENİKAPI	515 000	69 363	34 775	84 401	188 539	165 000
K.ÇEKMEÇE	116 000	9 442	9 273	20 958	39 673	36 670
B.ÇEKMEÇE	34 500	2 456	1 914	4 785	9 155	8 800
ÜSKÜDAR	27 896	2 851	3 554	5 977	12 382	11 200
DƏYƏR TƏSİSLƏRİ	15 600 (4 təsis üçün)	2 680	1 700	3 300	7 680	6 300
		227 909	155 031	310 271	693 211	507920

Təmizləyici mərkəzlərin çoxunda bioloji təmizləmə həyata keçirilməmişdir. Sistemə qəbul edilən istehsalat tullantı sularının miqdarında artım nəzərə çarpır. Bu da sistemə daxil olan çirklilik yükünün artmasına səbəb olur[21]. Bu isə təmizləmə qurğularına verilən suda çirklilik yükünü azaltmaq məqsədilə nəql etdirici sistemdə suyun ilkin təmizlənməsi üçün yeni üsulların yaradılaraq tətbiq edilməsini çox aktual edir [17].

Bu məqsədlə müvafiq tədbirlərin görülməsi təmizləyici qurğuların çirklilik yükünü 30-80% azaltmağa imkan verə bilər.

Tərəfimizdən aparılan iqtisadi tədqiqatların nəticələri göstərir ki, nəqlət-dirici sistemdə ilkin təmizləmə tullantı sularının ümumi təmizlənmə dərəcəsinin 8-10% azalmasına və əsas təmizləyici qurğuların təmizləmə səmərəsinin 70%-dən çox olmasına imkan verir [105].

Təbii şəraitdə aparılan tədqiqatlar zamanı kollektor uzunluğu və diametrlərini əsas götürərək təmizləyici qurğuları qidalandıran əsas toplayıcı kanallar təyin edilmiş, mövcud kanalizasiyalarda təmizləməyə müvafiq kollektorların işi təhlil edilmiş, hər bir kanalın «kollektor yığıma həcmi» hesablanmışdır. Nəticələr cədvəl 4.5-də verilmişdir.

Cədvəl 4.5.

İstismarda olan və tədqiqat obyektı kimi seçilən kollektorların əsas parametrləri

Kollektorun yerləşdiyi bölgə	İstifadə durumu amili	Kollektorda gözləmə müddəti, saat		Kollektorun qidalandırdığı mövcud təmizləmə qurğusu	Kollektorun planlaşdırılan işlətmə sistemi
		mövcud	düzəldilmiş (dolma 70%)		
TUZLA	1,73	22,0	54,0	Mövcud bioloji təmizləmə	Anaerob
PAŞAKÖY	0,47	12,0	8,0	Təmizləmə qurğusu yoxdur	Aerob
KADIKÖY	0,44	9,5	6,0	Qismən təmizləmə mövcuddur	Anaerob
BALTALİMANI	0,67	14,0	13,4	Mövcud bioloji təmizləmə	Aerob
YENİKAPI	0,60	6,0	5,2	Qismən təmizləmə mövcuddur	Aerob

Tədqiqatların aparılması istismar edilən, istehsalat gücü/layihə nisbəti 0,45-dən, yəni 45%-dən çox olan təmizləyici qurğuları qidalandıran kollektorlar qiymətləndirilmiş, gözləmə vaxtı 5 saatdan çox olan kollektorlar (70%-dən çox tam dolma həcminə görə korelyasiya edilərək) müəyyənləşdirilmiş, kollektor xətlərinə görə «Tullantı sularını bioloji təmizləmə qurğuları» və kollektorun havalandırma sistemi uyğun olaraq dəyərləndirilmişdir.

4.4. İstehsalat şəraitində tullantı sularının təbii təmizlənməsi prosesinin tədqiqi

Tullantı sularının təbii şəraitdə təmizlənməsini təmin etmək üçün istifadə oluna biləcək bitki sistemlərini üç qrupa ayırmaq olar. Bunlar sırayla, üzən və

batmış köklü bitki sistemləridir [80]. Hazırda tullantı sularının təmizlənməsində oksidləşdirmə, aerasiya və filtrasiya ilə birlikdə bitki sistemlərindən də istifadə olunması praktikada tətbiq olunmağa başlayır. Azərbaycanda Ş.V.Hacıyev bioloji təmizlənmiş Bakı şəhər tullantı sullarından zeytun plantasiyala

rının suva-rılmasında istifadə edilməsinin mümkünlüyünü sübut etmişdir [2]. Bu bioloji təmizlənmiş suyun yenidən təbii təmizlənməsinin bir variantıdır. Xüsusilə inkişaf etməkdə olan və ilıq iqlim bölgələrində yerləşən ölkələr üçün münasib olan bu yeni texnologiya az istismar xərcləri tələb etməsi və lil yaranma problemindən azad olması ilə üstünlük qazanmaqdadır. İqlimi yumşaq, ərazisi böyük və ucuz olan yerlərdə suvarma sistemlərinin tətbiqi digər sistemlərə görə iqtisadi cəhətdən daha əlverişlidir [104].

Tullantı sularını təmizləmə sistemlərində istifadə olunan üzən bitki növləri su sünbülü (*water hyacinth*), su mərciməyi (*duckweed*), su əyreltisi, su kahısı və su nilufəridir. Bu bitkilərdən optimal şəkildə istifadə olunması üçün yaşayış yerindəki ətraf mühit şərtlərinin qorunması çox vacibdir. Tərəfimizdən aparılan təcrübələrdə su mərciməyindən istifadə olunmuşdur. Su mərciməyinin tullantı sularının təmizlənməsində ən çox istifadə olunan növləri *lemna sp.*, *spirodela sp.*, və *wolfia sp.*-dir. Su sünbüllərindən də tullantı sularının təmizlənməsində geniş istifadə edilir (*OBT* və *AKM* -dən). Su sünbülləri 1-3⁰S-dən aşağı temperaturlarda da artıb inkişaf edə bilirlər. Su sünbülü ilə müqayisədə kök sistemi çox geniş bir sahəyə yayıla bilmədiyindən mikroorqanizmlər üçün daha aşağı təmas sahəsi yaradır və tullantı sularının təmizlənməsində təsiri az olur.

Tullantı sularının təmizlənməsində istifadə edilən su bitkilərinin növü və fəaliyyətdə olmaları üçün mühit şəraiti cədvəl 4.6-da verilir.

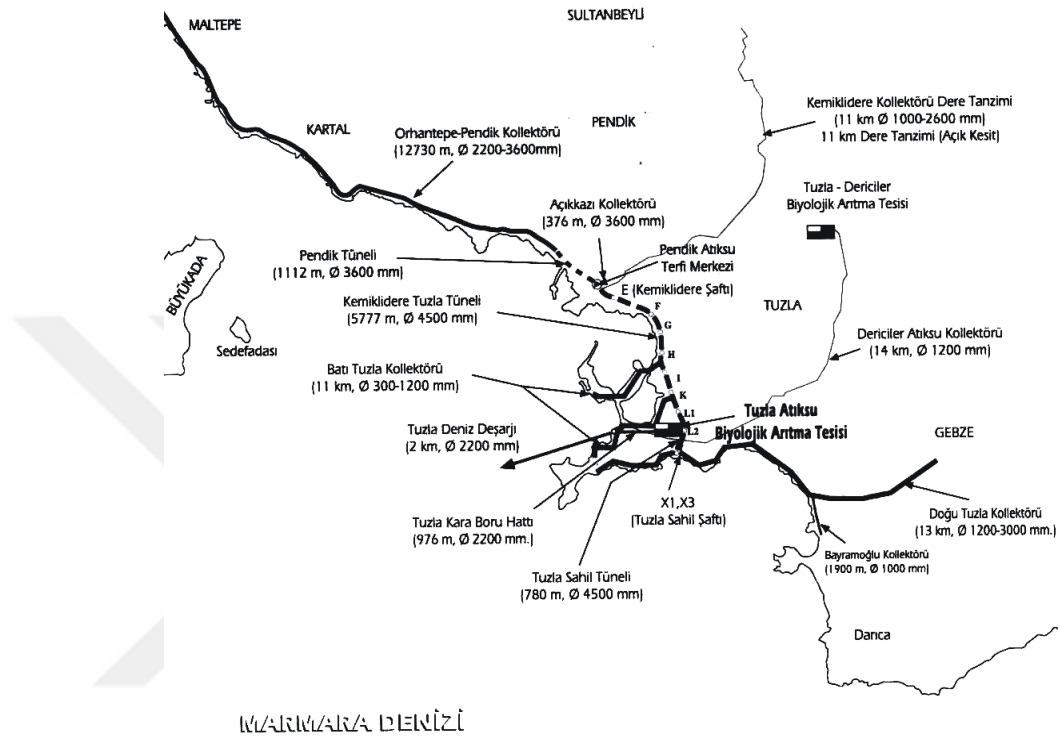
Cədvəl 4.6.

Su bitkilərinin növü və fəaliyyətdə olmaları üçün mühit

Bitkinin adı	Vətəni	Temperatur, ⁰ S		Max. <i>duzluluq toleransı</i> , mq/l	pH-ın optimal qiyməti
		optimal	minimum		
Su mərcisi <i>Lemna minor+gibba</i> <i>Wolfia spp.</i> <i>Spirodela plyrihiza</i>	Amerika	20 - 30	5	3500	5 – 7

4.4.1. İstanbul Tuzla kollektor xəttində aparılmış tədqiqatların nəticələrinin təhlili

Tuzla tullantı sularını bioloji təmizləmə qurğularını qidalandıran kollektorların uzunluğu 60 km-dən çox olub, 1000-4500 mm diametrə malik kollektor və tunellərdən ibarətdir (şək.4.12).



Şək. 4.12. Tuzla hövzə kanalizasiya sisteminin xəritəsi

Kollektor və tunellərin tullantı sularını yığma həcmi 238 000 m³, suyun kanalda orta hesabla qalma müddəti 22 saatdır. Sistemdə anaerob proseslər gedir.

Tuzla tullantı sularını bioloji təmizləmə qurğularının layihə məhsuldarlığı 225 000 m³/gün-dür. Bu qurğulara bölgədən məişət və sənaye tullantı suları daxil olur. Kompleksin əsas göstəriciləri cədvəl 4.7-də verilir.

Cədvəl 4.7.

Tuzla təmizləmə kompleksinin əsas göstəriciləri

Gündəlik məhsuldarlığı, m ³		Layihə gücündən istifadə, %	Tullantı sularını nəql etdirən kollektorun parametrləri			
layihə	faktiki		Diametr, m	Uzunluq, m	Həcmi, m ³	Kollektorda gözləmə zamanı, saat
225 000	260 000	173	1000 - 4500	60 244	238 000	22

Cədvəldən göründüyü kimi bioloji təmizləmə kompleksinə faktiki daxil olan tullantı sularının, eləcə də qurğulara düşən çirk miqdarı layihədə nəzərdə tutulan miqdardan 73% artıqdır. Odur ki, su qurğularda tam təmizləmə bilmir və may-oktyabr aylarında müəssisə ərazisində kəskin qoxu yaranır. Bu da istismar heyəti və ətraf mühit üçün əlavə problemlər yaradır. Bu mənfi təsirin ən aşağı səviyyəyə endirilməsi məqsədi ilə kanalda təmizləmə sisteminin qoxunu aradan qaldırmağa yardımçı olmaq baxımından dəyərləndirilməsi nəzərdə tutulmuşdur.

Tullantı suları 1200 mm-lik kanal və 10775 m sonra Vortex qurğusuna nəql etdirilir. Buradakı təmizləmə kompleksinə 3 nöqtədən yüklənən çirkləndiricilərin miqdarı cədvəl 4.8-də verilir.

Cədvəl 4.8.

Tuzla təmizləmə kompleksinə daxil edilən çirkləndirici yükü

Aylar	OKT, kq/gün		Endirim, %	OBT, kq/gün		Endirim, %	AQM, kq/gün		Endirim, %	T-N, kq/gün		Endirim, %
	baş	son		baş	son		baş	son		baş	son	
I	17223	9125	47,0	8050	5340	33,7	14860	6795	54,3	1676	815	51,4
IV	14730	9345	36,5	7550	3500	53,6	8707	6650	23,6	8160	2261	72,3
VI	21675	9800	54,8	10325	4690	54,6	14050	6020	57,2	3213	805	74,9
VII	18850	10675	43,4	9145	5005	45,3	12740	6825	46,4	3064	1540	49,7
VIII	20650	9240	55,3	10340	4410	57,4	11468	5775	49,6	2929	1085	63,0

Bu xətt üzərində dəri-gön istehsalatına aid bioloji təmizləmə qurğusu fəaliyyət göstərir. Qurğudan istənilən qədər aktiv lilin sistemə daxil edilməsi təcrübə müddəti ərzində təmin edilmişdir. Sistem kifayət qədər aerasiya olunmadığı üçün anaerob rejimdə işləyir. Tullantı sularının sistemin ayrı-ayrı nöqtələrində keyfiyyət göstəricilərini öyrənmək məqsədilə müvafiq analizlər aparılmış və alınmış nəticələr cədvəl 4.9-da verilmişdir.

Sistemdə yay ayları tullantı sularının həcmi 25 000 m³-ə çatır. Kanalin təxmini həcmi 11 000 m³-dur. Kanalda gözləmə müddəti 7-8 saat təşkil edir. Cədvəl 4.9-da verilmiş qiymətlərdən görünür ki, təmizləmə qurğular kompleksinə ən çox çirkləndirici maddələr birinci bölgənin tullantı suları ilə gətirilir. Digər bölgələrlə müqayisədə burada toplanmış tullantı sularının miqdarı çox azdır (300-500 m³/gün). Bu sular digər bölgələrin tullantı suları ilə qarışdıqda

təmizləyici kompleksə daxil olan tullantı suyunun çirk yükü azalır.

Cədvəl 4.9.

Tuzla ərazi sisteminin ayrı-ayrı nöqtələrində tullantı sularının keyfiyyət göstəriciləri

Bölgə	Aylar	Udulmuş oksigen,	Bioloji parametrlər, mq/l					Sərf, m ³ /Sut
			OKT	OBT	AQM	T-N	T,°S	
1	I	0,3	14 165	7 800	1 190	189,4	13,3	300 – 500
	IV	0,2	6250	3 500	1 273	2 279	17,2	
	VI	0,2	16 400	7 700	2 150	465	19,88	
	VII	0,1	14 300	6 340	1 980	268	23,54	
	VIII	0,15	18 800	9 850	985	978	24,16	
2	I	5,1	282	140	612	6,3	16,6	12 000 – 20 000
	IV	1,2	413	200	174	195	17,6	
	VI	1,9	490	230	435	98	19,88	
	VII	1,5	375	175	385	85	23,54	
	VIII	0,9	330	147	320	53	24,16	
3	I	0,4	193	90	135	97	13,5	10 000 – 15 000
	IV	0,8	223	120	306	208	16,6	
	VI	0,5	245	125	285	68	19,88	
	VII	0,3	280	165	270	82	23,54	
	VIII	0,35	310	164	305	92	24,16	
4 VORTEX	I	1,1	175	124	137	9	14,2	25 000 – 35 000
	IV	0,9	267	100	190	64,6	16,9	
	VI	0,5	280	134	172	23	19,88	
	VII	0,35	305	143	195	44	23,54	
	VIII	0,3	264	126	165	31	24,16	

Təmizləmə mexanizminin əsasını kanal boyunca tullantı suları ilə görüşən səthlərdə bioloji pərdənin yaranmasının təmin olunması və boru tipli reaktor olan kanala gələn qida maddələrinin bioloji pərdə tərəfindən mənimsənilmiş və sistemə əlavə edilən bakteriya tərkibli aktiv lilin fəaliyyəti təşkil edir. Bioloji pərdə sudakı üzvi maddələri udur. Proses üç mərhələdə gedir:

- tullantı sullarından yaranmış bioloji təbəqəyə qida maddəsinin daşınması;
- bioloji pərdə içərisindəki qidaların molekulyar diffuziyası;

- bioloji pərdədəki metabolik reaksiyalar.

Tədqiqatlar zamanı əsas diqqət gön-dəri istehsalatında yaranan tullantı sularını qəbul edən kollektora yönəldilmişdir. Bu kollektoru sənaye bölgəsi kanal xətti və digər 2 xətt təşkil edir. Sistem 3 bölgənin keyfiyyətə bir-birindən fərqli tullantı sularını toplayan və uzunluğu 10 775 m olan xətdən ibarətdir. Xətt üzərində dəriçilər sənayesi bölgəsi yerləşir. Buranın təmizləmə müəssisəsinin tullantı suları bu kollektora axıdılır. Kanala bununla yanaşı az da olsa aktiv lil və bakteriyalar da axıdılır ki, bu da kanalda bioloji pərdənin yaranmasına şərait yaradan ən vacib amildir.

Bölgə üzərində əlavə yer olmadığı üçün anaerob şəraitdə yaranan pis qoxunun təsir sahəsi azdır. Üç xətdən ayrı-ayrı tullantı sularının axıdılmasına, onların miqdar və xarakterinə nəzarət etmək asandır. Kanalin mailliyi dəriçilər-Vortex inşaatı arasında 1%-dən çoxdur. Vortex-təmizləmə arasında maillik 0,1% qədərdir. Bu xəttin uzunluğu 14 km, diametri 1200 mm, qəbul etdiyi tullantı sularının həcmi isə 25 000-35 000 m³-dur. Sistem üzərində bioloji təmizləmə qurğuları işləyir.

Dəriçilər xətti kanalında tədqiqatlar iki istiqamətdə aparılmışdır:

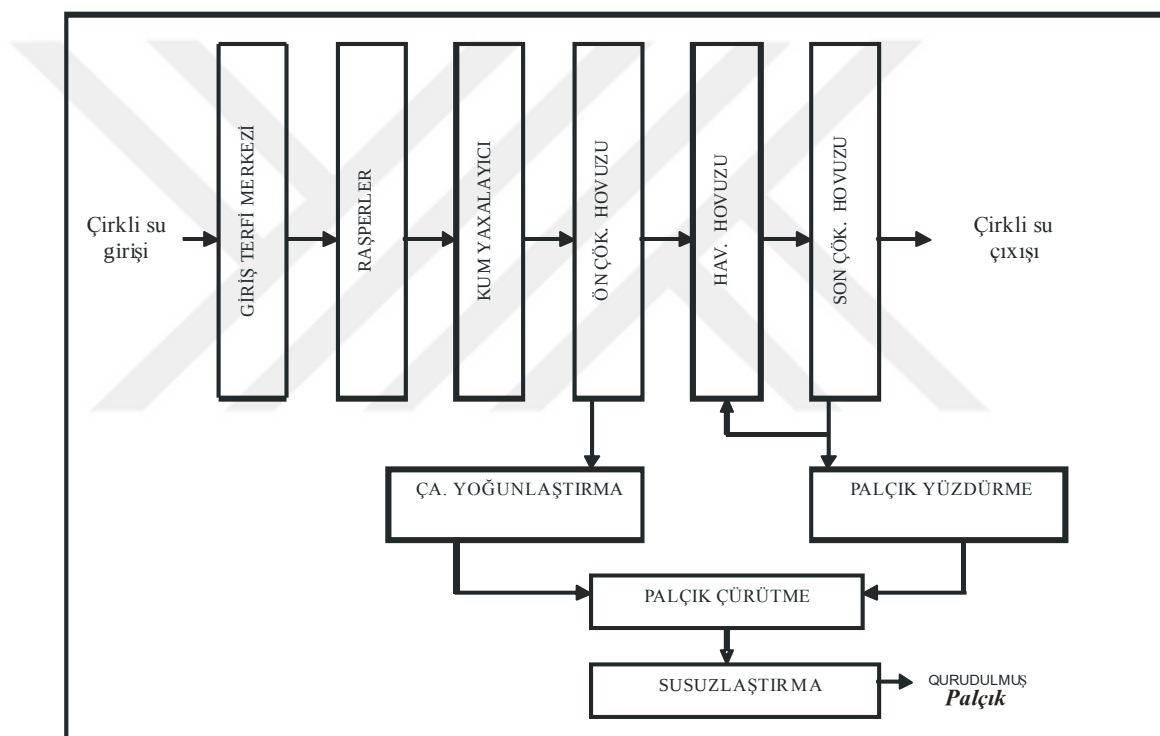
- kanal divarına yapışan və qalınlığı 100 mm-ə qədər artan bioloji təbəqənin köməyi ilə baş verən təmizləmə və
- kanalın baş tərəfinə 100-300 mq/l aktiv lil daxil etməklə aparılan təmizləmə

Tədqiqatların dəriçilər xətti kanalında aparılmasında məqsəd əlavə məsrəf etmədən sistemə istənilən miqdar lil daxil etməyin (aşılama məqsədilə) mümkün olmasıdır [7]. Şək.4.13-də Tuzla təmizləmə kompleksinin texnoloji sxemi göstərilir. Texnoloji sxemə klassik mexaniki təmizləmə komplekslərində fəaliyyət göstərən qurğular daxildir [5,40].

Hazırda kompleksə gün ərzində 260 000 m³ tullantı sularının axıdılması onun layihə gücündən (225 000 m³/gün) artıq olduğundan suyun yetərincə təmizlənməsində problemlər yaranır. Tədqiqatlar zamanı yaranan problemlər kriteriya kimi qəbul edilərək aşağıdakı istiqamətlər müəyyənləşdirilmişdir:

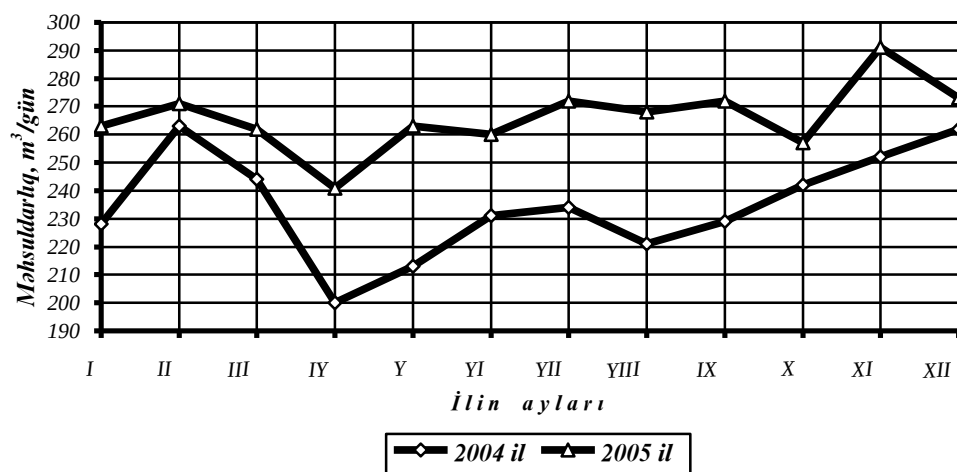
- tədqiqatların diametri 700 mm-dən böyük kanallarda aparılması;

- sistemdə toplam kollektor uzunluğu və diametrlərə görə «kollektor yığma həcmi»nin hesablanması;
- kollektorda gözləmə zamanının 70%-dən çox olan hallarının korelyasiya edilərək 5 saati keçən hövzələrin təyini;
- kollektor xətlərinin qidalandırdıqları tullantı sularını bioloji təmizləmə qurğuları və kollektorların acerasiya edilmə imkanlarına görə dəyərləndirilməsi;
- təmizləmə qurğularını qidalandıran kollektorların mailliyi, qazın yaranması ilə qurğunun mövcud yerləşmə vəziyyətinin dəyərləndirilməsi.



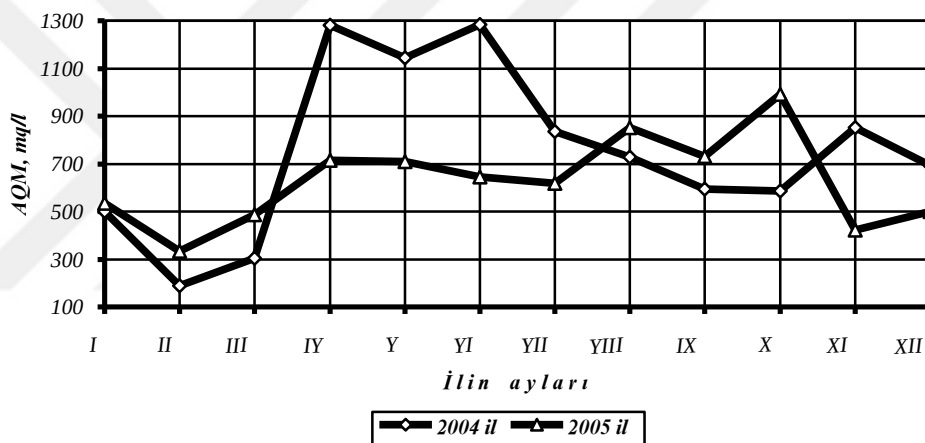
Şək.4.13. Tuzla təmizləmə kompleksinin texnoloji sxemi

2004-2005-ci illər ərzində bioloji təmizləmə qurğularından keçən tullantı suyunun miqdarının təhlili göstərir ki, bu göstərici il ərzində sabit qalmayaraq dəyişir (şək.4.14). Şəkildəki qrafiklərdən görünür ki, bu dəyişmələrdə praktiki olaraq bir qanunauyğunluq müşahidə edilir. Göstəriciləri təhlil olunmuş hər iki ildə qurğuların məhsuldarlığının minimum qiyməti aprel ayına təsadüf edir.



Şək.4.14. Kompleksin məhsuldarlığının il ərzində dəyişmə qrafiki

Aprel-iyun aylarında kompleksə daxil olan tullantı sularında asılı maddələrin miqdarı da artır (şək.4.15).

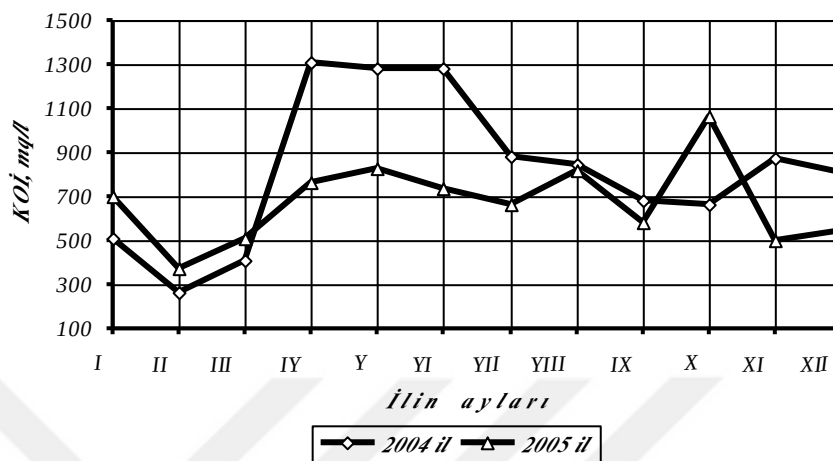


Şək. 4.15. Tullantı sularında asılı maddələrin (AQM) konsentrasiyasının il ərzində dəyişməsi

Bu göstərici 2005-ci ildə 1144-1283 mq/l həddində olmuşdur. Qalan aylarda asılı maddələrin miqdarı 305-853 mq/l həddində dəyişmişdir. Asılı maddələrin minimum konsentrasiyası fevral ayında illərə müvafiq olaraq 189 və 333 mq/l olmuşdur. Asılı maddələrin konsentrasiyasının geniş həddə dəyişməsi təmizləyici qurğuların işində qumtutan və durulducularda çökdürülmüş asılı maddələrin bu qurğulardan kənar edilməsi ilə əlaqədar də problemlər yaratmışdır.

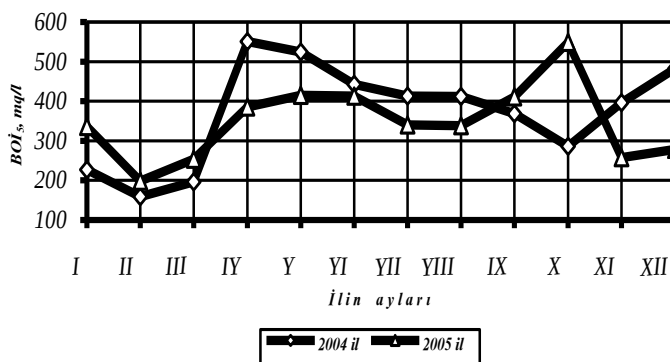
Aşkar edilmişdir ki, oksigenə kimyəvi (OKT) və bioloji tələbatlar (OBT) da tullantı sularının miqdarının dəyişməsinə paralel dəyişmişdir (şək.4.16 və 4.17). Lakin bu dəyişiklik tullantı sularının miqdarından asılı olmamışdır. Məsələn,

təmizlənməyə daxil olan suyun miqdarı 228 000 m³/gün olduqda oksigenə kimyəvi tələbat 512 mqO₂/l olduğu halda tullantı sularının miqdarının 263 000 m³/gün qiymətində təxminən iki dəfə azalmış və 260 mqO₂/l –ə bərabər olmuşdur.



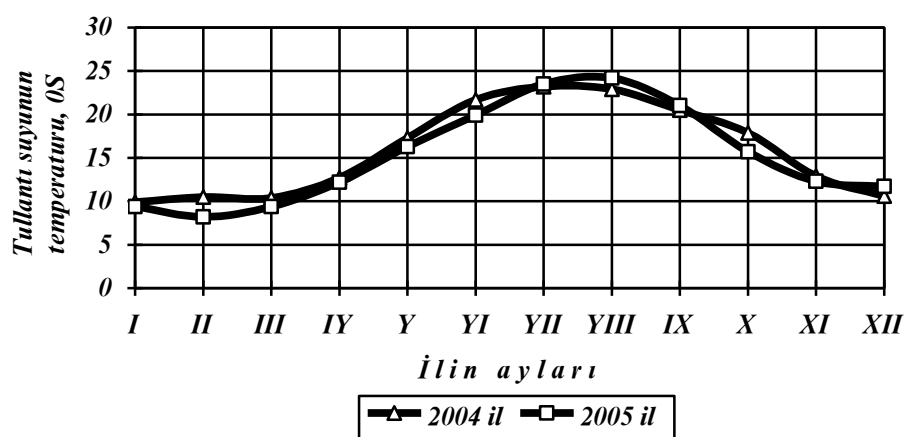
Şəkil 4.16. Tullantı sularında OKT-nin il ərzində dəyişməsi

Oksigenə bioloji tələbat yuxarıda göstərilən tullantı su miqdarlarına müvafiq olaraq 336 mqO₂/l-dən 198 mqO₂/l-ə enmişdir. Bu proses il boyu göstərilən parametrlərin qiymətlərində sıçramalarla gedir və həmişə tullantı suyunun miqdarının artıb-azalmasına uyğun gəlmir. Buradan belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, OBT və OKT-nin qiymətləri tullantı suyunun miqdarından yox onun keyfiyyət göstəricilərindən asılı olaraq dəyişir.



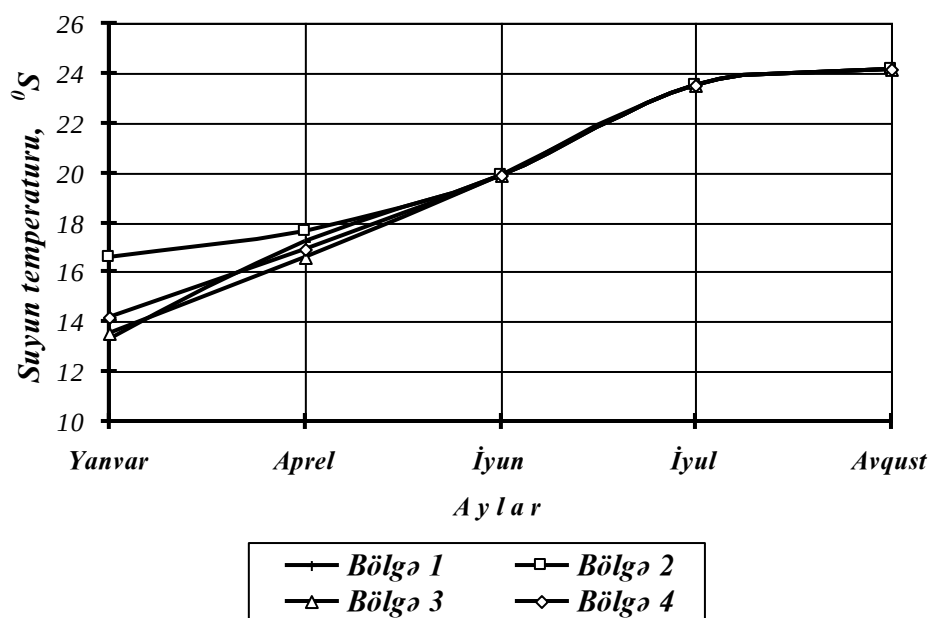
Şəkil 4.17. Tullantı sularında OBT₅-in il ərzində dəyişməsi

Tullantı sularının temperaturunun il ərzində dəyişməsinin təhlili göstərir ki, bu dəyişiklik 2004-2005-ci illərdə praktiki olaraq eyni olmuşdur (şəkil 4.18).

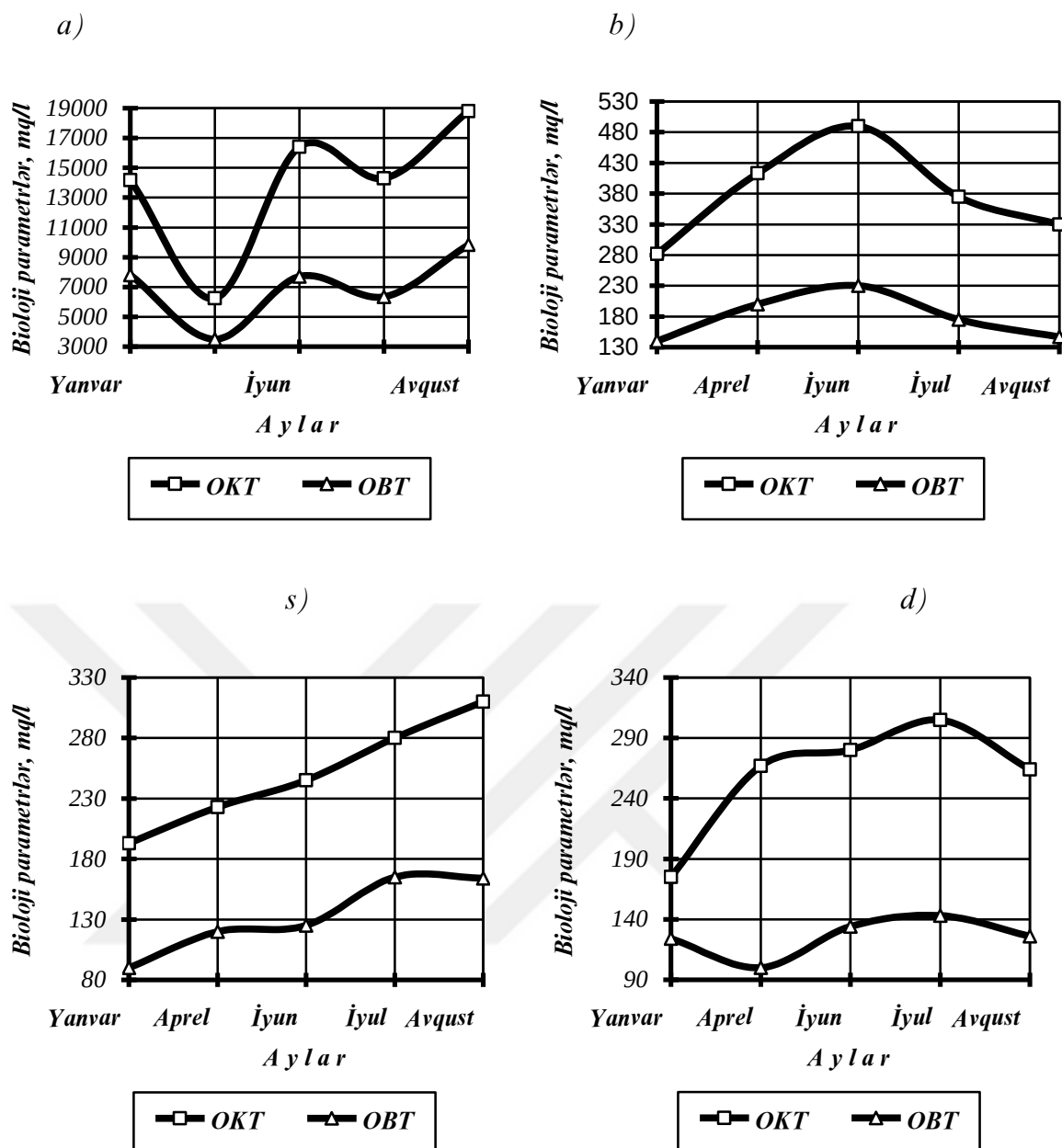


Şək.4.18. Tullantı suyunun temperaturunun il ərzində dəyişməsi

Tullantı sularının temperaturu Tuzla bölgəsində dekabr-mart aylarında praktiki olaraq sabit qalaraq orta hesabla 10-11⁰S həddində dəyişir. Tullantı sularında temperatur artımı aprel ayından başlayır və iyul-avqust aylarında maksimum qiymətə (22,9-24,2⁰S) malik olur. Sonrakı aylarda temperaturun aşağı düşməsi müşahidə olunur. Tuzla xəttindəki dörd bölgədə suyun temperaturu, bioloji parametrləri və suda oksigen udulmasının təcrübələr aparılmış 5 ay üçün dəyişmə qrafikləri şək.4.19- 4.22-də göstərilmişdir.



Şək.4.19. Tuzla xəttində tullantı suyunun temperaturunun dəyişməsi qrafiki



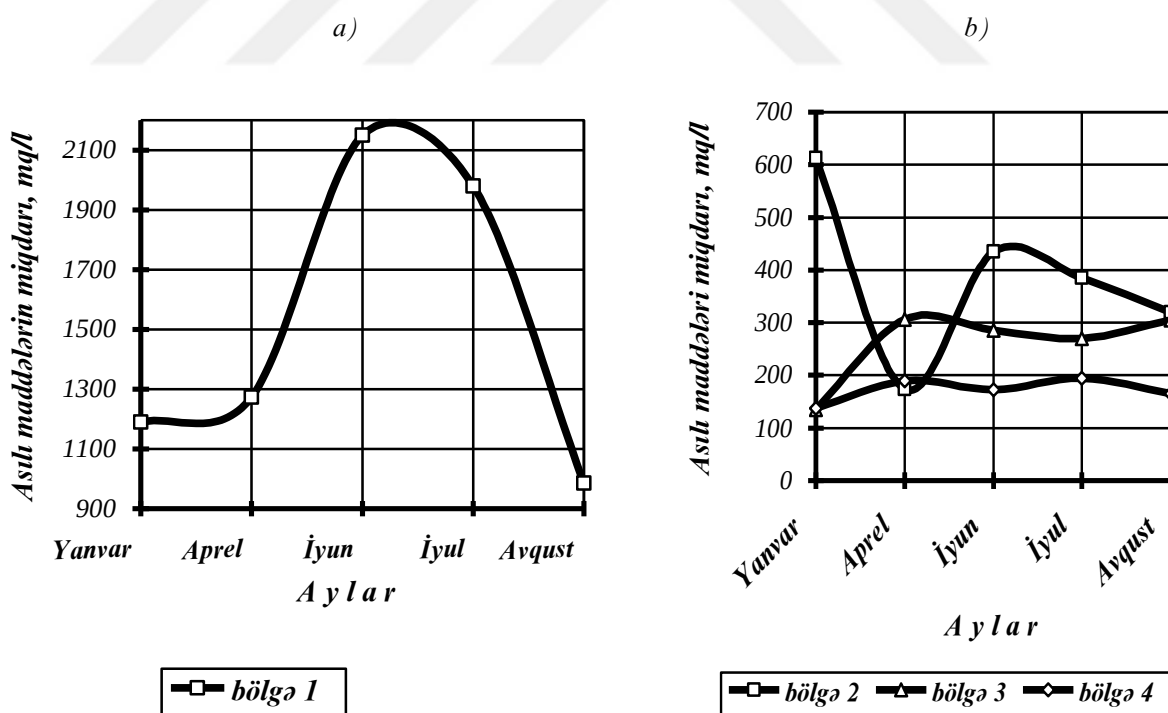
Şək.4.20. Tuzla xəttində tullantı suyunun bioloji parametrlərinin dəyişmə qrafiki

a)-birinci bölgə; b)-ikinci bölgə; s)-üçüncü bölgə; d)-dördüncü bölgə

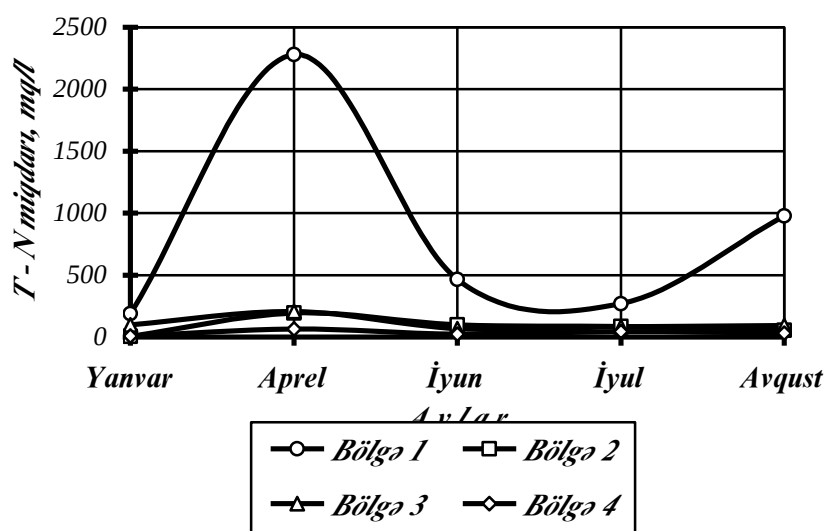
Qrafiklərdən görünür ki, yanvar ayından fərqli olaraq aprel-avqust aylarında tədqiq edilmiş bütün bölgələrdə tullantı sularının temperaturu eyni olmuşdur. Odur ki, ayrı-ayrı sistemlərdə gedən proseslərə suyun temperaturunun təsiri eyni qəbul edilmişdir. Lakin, bölgələrin tullantı sularının bioloji parametrləri (OKT və OBT) bir-birindən fərqlənir. Bu fərqlənmə birinci bölgə ilə digər üç bölgə arasında özünü daha qabarıq göstərir (şək.4.20). Birinci bölgənin tullantı suyunda OKT və OBT-nin qiymətləri uyğun olaraq 6250-18 800 mq/l və 3500-9850 mq/l olduğu halda (şək.4.20a) ikinci bölgənin tullantı

sularında bu parametrlər müvafiq olaraq 282-490 mq/l və 140-230 mq/l (şək.4.20b); üçüncü bölgənin tullantı sularında 193-310 mq/l və 90-165 mq/l (şək.4.20s); dördüncü bölgənin tullantı sularında isə 175-305 mq/l və 100-143 mq/l-ə (şək.4.20d) bərabər olmuşdur.

Asılı maddələrin miqdarının dəyişməsilə bağlı aparılmış analizlərin nəticələri şək.4.21-də göstərilmişdir. Bu parametərə görə də birinci bölgənin tullantı suları digərlərindən çoxluğu ilə fərqlənir (şək.4.21a). İkinci bölgədə yaranan tullantı sularında asılı maddələrin maksimum miqdarı (600 mq/l) yanvar ayında, minimum miqdarı isə aprel ayına (174 mq/l) təsadüf edir (şək. 4.21b). Üçüncü və dördüncü bölgələrin tullantı sularında bu miqdar orta hesabla 136 mq/l təşkil etdiyi halda tədqiqat aparılan digər aylarda praktiki olaraq sabit qalır. Təmizləyici qurğular kompleksinə daxil olan ümumi axında asılı maddələrin miqdarının artması yalnız birinci bölgənin tullantı suları hesabına olur. Tullantı sularında azotun miqdarının dəyişmə qrafikləri şək.4.22-də verilmişdir.



Şək.4.21. Tuzla xəttində tullantı suyunda asılı maddələrin miqdarının dəyişmə qrafikləri



Şəkil 4.22. Tuzla xəttində $T-N$ miqdarının dəyişmə qrafikləri

Şəkildəki qrafiklərdən görünür ki, birinci bölgənin tullantı sularında azotun ümumi miqdarı tədqiq olunan digər bölgələrin tullantı sularında olduğundan dəfələrlə çoxdur.

Alınmış nəticələrin təhlili göstərir ki, birinci bölgənin tullantı suları bioloji göstəricilərə görə daha çirkli sulardır və təcrübələrin bu sistemdə aparılması kanalda öz-özünə təmizlənmənin xarakterini öyrənmək baxımından daha məqsəd yönüldür. Nəticədə anaerob təmizlənmə aparılan Tuzla xəttində nəql etdirilən zaman tullantı sularındakı asılı maddələrin (AQM) 24-57%, OKT 35-55%, OBT 34-57%, amonyak 50-75% ($T-N$ olaraq) azalması müşahidə edilmiş, kanaldan ətraf mühitə qoxu təsiri olmamışdır. Təcrübələr aparılan zaman kanala daxil edilən bakteriyaların miqdarı 100-300 mq/l MLSS olmuşdur.

4.4.2. Kozan kanalizasiya sistemində aparılmış tədqiqatların nəticələrinin təhlili

Kozan vilayətinin 100 000-ə yaxın əhalisi vardır. 2021-ci ildə əhalinin sayının 150 000 çatacağı proqnozlaşdırılır. Vilayət içməli su, kanalizasiya və qismən də yağış suyu xəttinə malikdir. Vilayətdə toplanmış tullantı suları uzunluğu 6 km, mailliyi 1% və diametri 800 mm olan dəmir-beton borularla Kozanın cənubundakı Simonii körpüsünün yanında inşa edilmiş su təmizləmə qurğularına

nəql etdirilir. Kollektorun sərfi 130 l/san, tullantı sularının axma sürəti isə $> 0,7$ m/san-dir. Kollektordakı hava bacaları açıldıqda sistemə daxil olmuş hava hesabına suda həll olmuş oksigenin miqdarı 2 mq/l-ə çatır.

Su təmizləmə kompleksi Vilayətlər Bankı tərəfindən inşa edilərək 1996-cı ildə fəaliyyətə başlamışdır. Kompleks tullantı sularını yetərli dərəcədə təmizləyə bilməyən «stabilləşdirmə hovuzlarından» ibarətdir. Qurğuların perspektiv işləmə müddəti 2021-ci ilə qədər dövrü əhatə edir. Buna baxmayaraq artıq sistemin normal işləməsi üçün təmirə və yenidən qurulmasına ehtiyac var. Təmizləmə səmərəsinin kifayət qədər olmaması yeni qurğuların inşa edilmə məsələsini gündəmə gətirmişdir. Lakin tullantı sularının yeni və iqtisadi cəhətdən sərfəli olan metodlarla təmizlənməsinin daha da yaxşılaşdırılmasını mövcud sistemi ləğv etmədən həyata keçirmək zəruridir.

Mövcud təmizləmə qurğularının 2006-cı il üçün OBT_5 yükü 358 mqO₂/l olmuş, 2021-ci il üçün isə 399 mqO₂/l olacağı nəzərdə tutulmuşdur. Layihəyə görə təmizlənmiş suda (OBT_5) 45mqO₂/l, asılı maddələrin (AQM) miqdarı isə suspenziya halında 100 mq/l olmalıdır. Təəssüf ki, hələlik bu göstəricilərə nail olmaq mümkün olmamışdır [42].

Kompleksdə 3 ədəd anaerob hovuz fəaliyyət göstərir. Hovuzun faydalı həcmi 15 885 m³, gözləmə müddəti isə 1,41 gün təşkil edir. Bundan başqa sistemdə 3 ədəd birinci fakültativ hovuz, 3 ədəd ikinci fakültativ hovuz vardır. Hovuzlar su tutumuna görə 31 000 m³ həcmindədirlər. Anaerob hovuz olan birinci fakültativ stabilləşdirici hovuzlara su 300 mm diametri olan AÇB borularla daxil edilir (şək.4.23).

Kanalda təmizləmə prosesinin lazımi səviyyədə getməsi üçün suyun onda 4 saat qalması dəqiqləşdirilmişdir. Təcrübələr müddətində kanalın həcmi 3000-3500 m³ təşkil etmiş, kanalda yaranan bakterial təbəqənin səthi 8 000-10 000 m² həddində olmuşdur. Təcrübələrdə dərman bakteriyalarından istifadə edilmişdir. Türkiyədə tullantı sularının kanal sistemində təmizlənməsi üçün dərman bakteriyalardan istifadə olunması tərəfimizdən ilk dəfə həyata keçirilmişdir [55]. Təcrübələrin aparılma prosesində kanal sisteminə əlavə olaraq mövcud birinci və

ikinci fakültativ stabilizasiya hovuzlarına su mərciməyi daxil edilmişdir. Kanalin əvvəlinə bakteriya daxil etmədən aerob kanal və anaerob təmizləmə sistemi inşa edilmişdir [41].

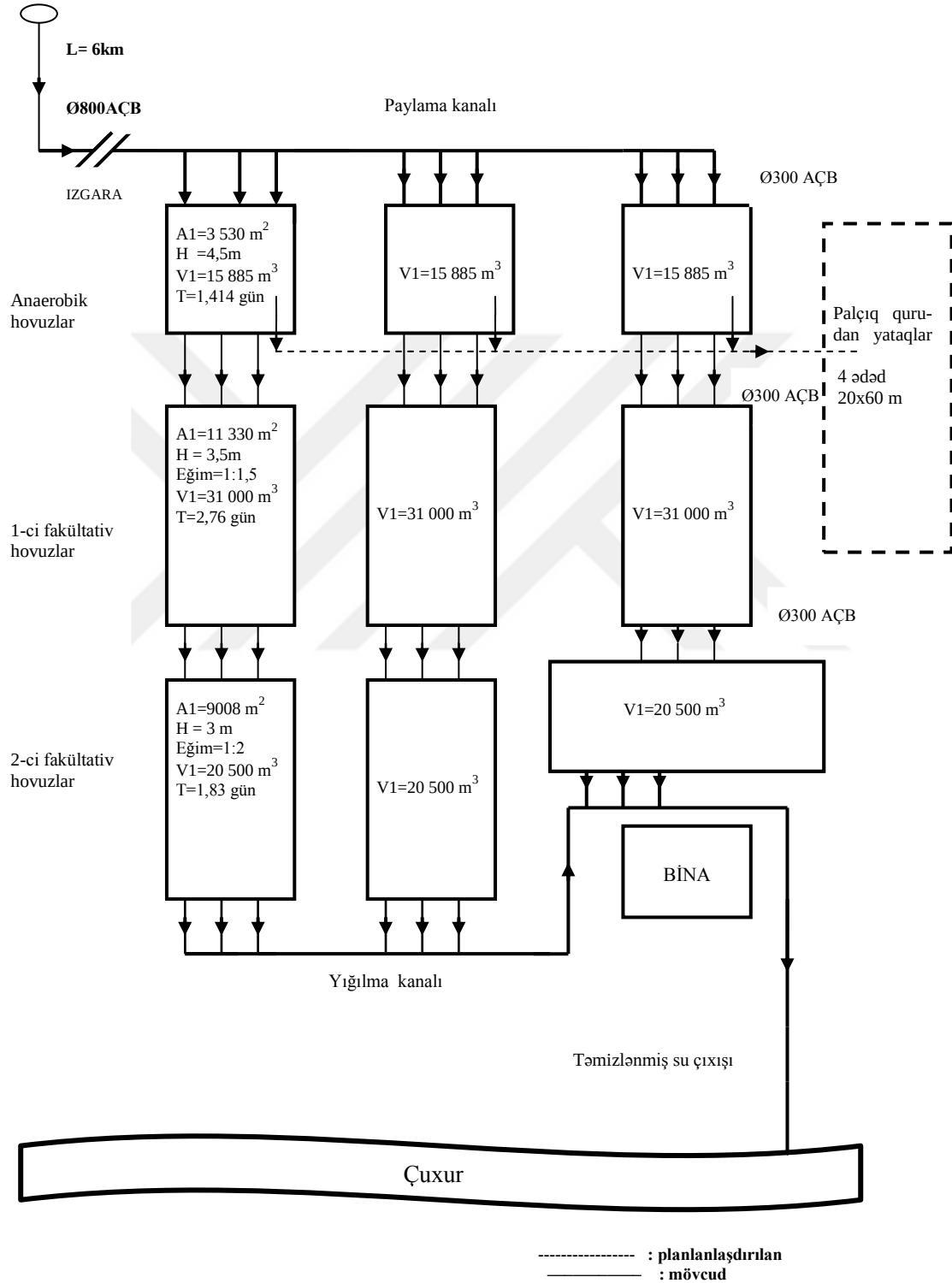
Reaktivlərin və kanalın EM ilə qidalanması məqsədi ilə 5 ədəd 2 tonluq polyester qidalandırma çəmindən istifadə edilmişdir. Qidalandırma çəni kanal sisteminə birbaşa qoşulmuşdur. Kanaldan keçən və təmizlənən tullantı suyu stabilizator hovuzlarına axıdılmışdır. Səth altı və sərbəst axınlı olaraq istifadə edilən hovuzlar mövcud hovuz sistemindəki ikinci fakültativ hovuzlardır. Sistem iki bölmədən ibarət olub şəkl.4.24-də göstərilən giriş və çıxış formalarına malikdir.

Kozanda sistem aerob olaraq işə salınmışdır. Kanalda suyun temperaturu ən azı 6-7 ay ərzində 30⁰S-yə qədər çatır ki, bu da orta illik temperaturun 20⁰S-dən artıq olmasına şərait yaradır. Təcrübə keçirilən zaman aprel-iyun aylarında tullantı suyunda həll olmuş oksigenin miqdarını 2 mq/l saxlamaqla, kollektor xəttinə aid bakteriyalar (EM) tətbiq olunmazdan əvvəl aktiv hala gətirilmiş, sonra tullantı suyu ilə 1/10 000-1/15 000 nisbətində qarışdırılaraq həftədə müntəzəm olaraq 10 m³ miqdarında kanalın girişindən daxil edilmişdir.

İki forması mövcud olan (EM və EM1) EM mikroorqanizmləri əvvəlcədən bəslənib yetişdirilmişdir. Bunun üçün xloruz təmiz suya 5% EM1 və 5% qara patka əlavə edilib 20-35⁰S-də və qapalı şəraitdə qıcqırma prosesi təmin olunaraq aktiv hala gətirilmiş, $pH=3,5-3,7$ olana qədər təxminən 10 gün saxlanılmış, sonra aktiv hala gətirilərək istifadə olunmuşdur. EM əsasında həm aerob, həm də anaerob bakteriyalar olduğu üçün sistemdəki *N,P,OB*T və *OKT* kimi üzvi yükləri ikitərəfli mənimsəyir. Suda həll olmuş oksigenin müəyyən olunmuş qiymətləri üçün də aerob təmizləmə təmin olunarkən oksigenin azaldığı, yaxud mənimsənildiyi halda anaerob olaraq parçalanma davam edir.

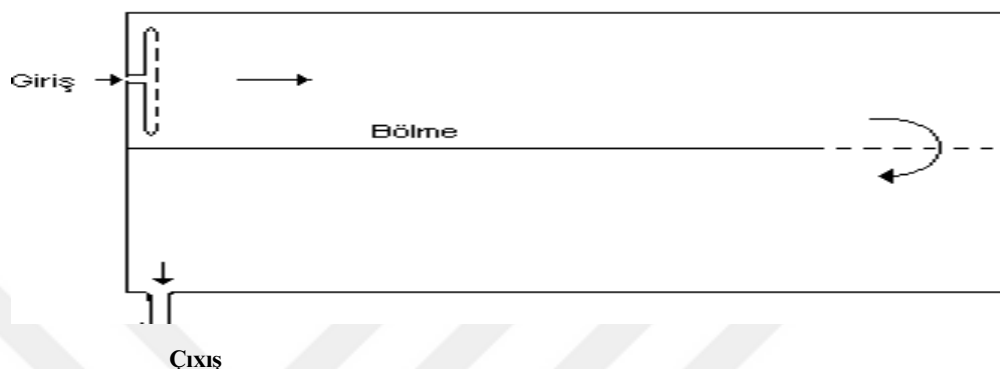
Suda həll olmuş oksigenin müəyyən olunmuş miqdarları üçün də aerob təmizləmə təmin olunarkən oksigenin azaldığı və ya istifadə olunduğu halda anaerob olaraq parçalanma davam edir. Bunun nəticəsində kanalda yaranan qoxular da yox olurlar. Kanalın divarlarında və çöküntüdə bioloji pərdə, su

axınında isə mikroorqanizmlər fəaliyyətdə olur. Bağlı şəraitdə üzvi maddələrin parçalanmasını heterotrofik mikroorqanizmlər həyata keçirirlər. Bioloji pərdənin parçalanmasını sudan pərdəyə oksigen daşınması məhdudlaşdırır. Ümumiyyətlə kanalda gedən proseslər bioloji və fiziki proseslərin cəmindən ibarət olur.



Şək.4.23. Kozan tullantı su təmizləmə kompleksinin texnoloji sxemi

Üzvi maddələrin parçalanması, bakteriyaların fəaliyyəti, havadan oksigenin alınması və çöküntünün oksigen istehlakı da nəzərə alınaraq prosesə nəzarət edilmişdir [7]. Təcrübələrin davam etdiyi 16 həftə ərzində kanalın girişi və çıxışında udulmuş oksigenin, OKT, OBT₅, AQM (asılı maddələr), T-N, kanalın çıxışında isə suyun aktiv reaksiyasındakı dəyişikliklər nəzarət altında olmuşdur. Təcrübələrin nəticələri cədvəl 4.10-da verilmişdir.



Şək.4.24. Stabilizasiya hovuzunda tullantı suyunun hərəkət sxemi

Cədvəl 4.10.

Kozan ərazi sisteminin ayrı-ayrı nöqtələrində TS-nin keyfiyyət göstəriciləri

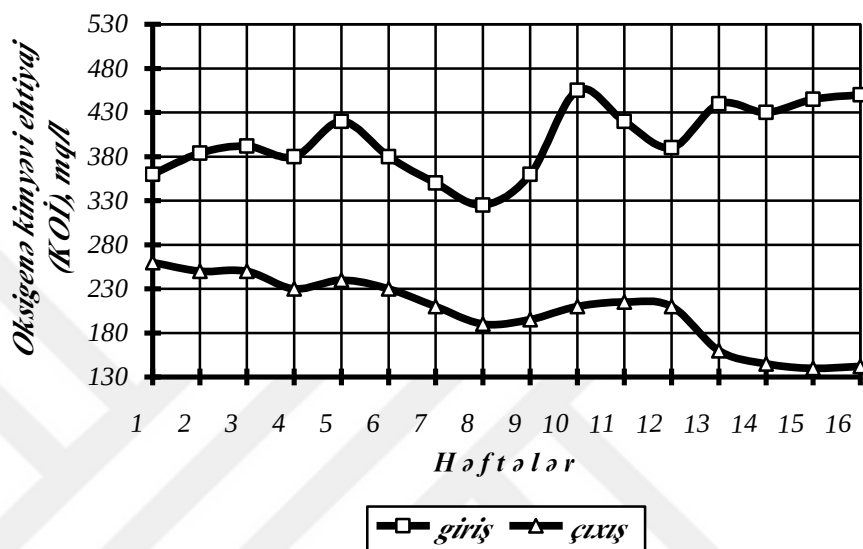
Həftə	T,°S	Udulmuş oksigen, mq/l		P a r a m e t r l ər, mq/l								pH
				OKT		OBT ₅		AQM		T – N		
		giriş	çıxış	Giriş	çıxış	giriş	çıxış	Giriş	çıxış	giriş	Çıxış	
1	16,7	3,1	2,2	360	260	225	148	230	175	22	21	7,11
2	16,2	3,0	2,3	384	250	240	145	265	171	21	19	7,13
3	17,4	3,5	2,1	392	250	245	140	290	160	22	19	7,10
4	17,6	3,4	1,95	380	230	234	135	265	155	20	17	7,30
5	18,8	3,0	2,05	420	240	258	130	290	160	18	16	6,95
6	20,1	2,6	1,85	380	230	240	132	245	148	20	14	7,30
7	20,6	2,7	1,9	350	210	220	130	245	152	17	13	7,20
8	20,9	2,7	1,7	325	190	210	120	230	150	20	14	7,05
9	23,2	2,9	1,6	360	195	230	128	255	143	19	13	7,20
10	22,6	2,8	1,6	455	210	266	123	290	175	21	14	7,40
11	23,4	2,9	1,5	420	215	255	122	250	170	21	13	7,20
12	22,9*	2,8	1,8	390	210	240	125	275	165	22	13	7,15
13	24,3	2,7	0,6	440	160	245	45	290	120	23	11	6,90
14	24,6	2,8	0,45	430	145	235	40	275	120	24	11	6,50
15	25,1	2,6	0,4	445	140	255	38	285	110	23	9	6,88
16	25,1	2,7	0,35	450	142	245	35	280	110	22	9	6,90

Qeyd:*Təmizləmə girişinə əlavə EM tətbiqi başlamış, təbii təmizləmə üçün su mərciməyi daxil edilmişdir.

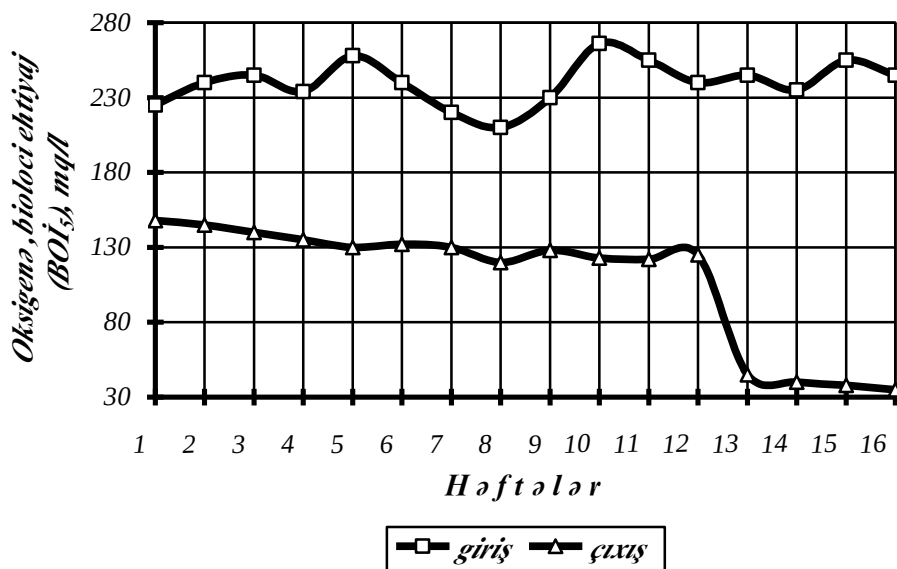
Tullantı suyunun kanalda hərəkəti zamanı bioloji parametrlərin dəyişməsi

şək.4.25 -də göstərilmişdir. Şəkillərdəki qrafiklərdən görünür ki, kanalın girişində tullantı suyunda üzvi maddələrin miqdarından asılı olmayaraq tədqiqatlar aparılan 16 həftə ərzində çıxışda kəskin azalma müşahidə olunur. Bunu tullantı suyunda olan asılı maddələrin miqdarının azalan istiqamətdə dəyişməsi də göstərir (şək.4.26).

a)

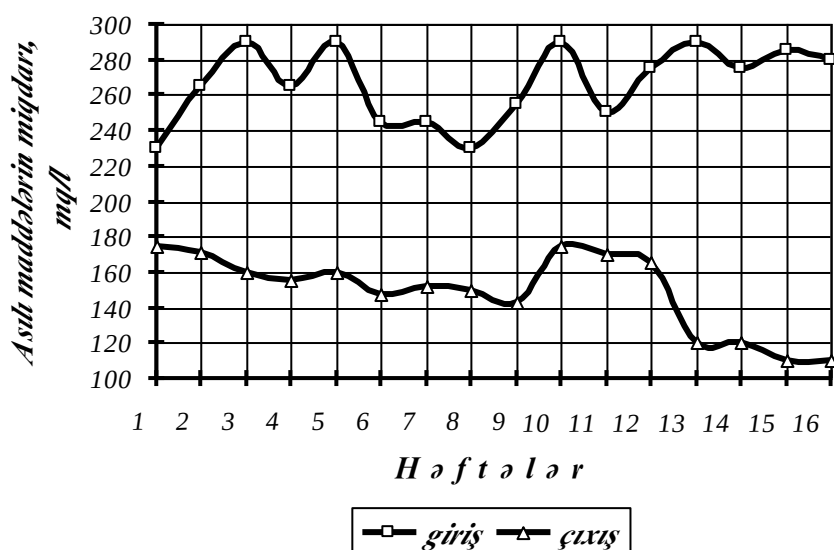


b)



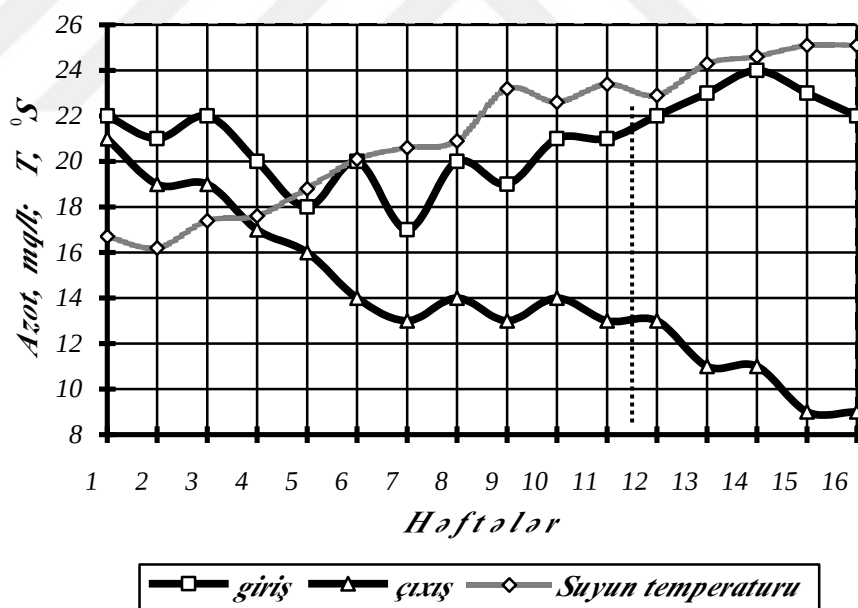
Şək.4.25. Kozan xəttində tullantı suyunun bioloji parametrlərinin dəyişmə qrafiki

a)-OKT; b)-OBT



Şək.4.26. Kozan xəttinin tullantı suyunda asılı maddələrin (AQM) dəyişmə qrafiki

Tullantı suyunda azotun miqdarının dəyişməsində əhəmiyyətli nəticələr suyun temperaturunun 20⁰S qiymətlərində və təcrübələrin 12-ci həftəsində sistemə su mərciməyi daxil etdikdən sonra müşahidə olunmuşdur (şək.4.27).



Şək.4.27. Tullantı suyunun temperaturu və ondakı azotun dəyişmə qrafikləri

Suyun pH-na yalnız kanalın çıxışında nəzarət edildiyindən (cədvəl 4.10) axın boyu bu parametrin dəyişmə kinetikasını təhlil etmək mümkün olmamışdır.

Aşkar edilmişdir ki, maddənin artması heterotrofik çoxalmanın nəticəsində baş verir. Çöküntünün oksigen istehlakı çöküntü həcminə bağlı olaraq sabit

əmsalla ifadə olunur. Havadan oksigen alma işə ventilyasiya əmsalı və oksigen çatışmamazlığının hasili ilə ifadə edilir [71]. Proseslərin riyazi ifadəsi aşağıda verilir:

$$(OBT)_{biop.} = \left[\left(\sqrt{2D} \cdot k_{of} \cdot \sqrt{DO} \cdot A_{biop.} \right) / V \right] \cdot (I^{(T-20)}) \quad (4.7)$$

burada, I - temperatur əmsalı;

D - oksigen diffuziyası;

k_{of} - bioloji pərdənin oksigen mənimsəməsi, q/m². s;

V - suyun həcmidir, m³.

Hesabatlarda $D = 20$; $k_{of} = 3$ qəbul edilmişdir.

OBT (həll olmuş) parçalanması:

$$(OBT)_{sus} = K_S \cdot I^{(T-20)} \cdot (S / (S + K_{m,BOI})) \cdot (DO / (DO + K_{m,DO})) \cdot k_b \cdot (OBT) \quad (4.8)$$

Burada $K_S = \mu_{\max} / Y_{\max}$ (20⁰S temperaturda maksimum böyümə sürəti/maksimum əmsal;

$K_{m,OBT}$ - OBT yarı doyma sabiti;

$K_{m,DO}$ - DO yarı doyma sabiti;

k_b - OBT-nin aktiv mikroorqanizm hissəsidir.

Hidroliz və heterotrofların çoxalması:

$$\begin{aligned} (OBT)_{hid} &= (I\theta^{(T-20)}) \cdot k_{h1} \cdot (OBT)_{as.hal.} \\ (OBT)_b &= Y_{\max} \cdot (OBT)_{as.hal.} \end{aligned} \quad (4.9)$$

burada, k_{h1} - reaksiya sabiti olub 0,05-0,10 gün⁻¹ həddində qiymətə malikdir.

Tullantı suyunun aerasiya edilməsi:

$$Aerasiya = \left(\frac{dc}{dt} \right) = K_1 \cdot \left(1 + \frac{K_2 \cdot u^2}{g \cdot d_m} \right) \cdot \frac{(s \cdot u) K^3}{d_m (c_s - c)} \quad (4.10)$$

burada, K_1, K_2, K_3 - aerasiya sabitləri;

u - axının sürəti, m/san;

g - sərbəst düşmə təcili;

d_m - suyun orta dərinliyi;

c_s - oksigen toxluq konsentrasiyasıdır.

Bioloji pərdənin parçalanmasını sudan pərdəyə oksigenin daşınması məhdudlaşdırır. Kanalda axan tullantı suyunda həll olmuş oksigenin konsentrasiyası aşağı, həll olmuş üzvi maddələrin konsentrasiyasının isə yüksək və bioloji pərdənin qalın olması da parçalanmanın sürətini azaldan amillərdir. Suyu daxil edilən EM heterotrofik çoxalmanın sürətini artırır. Tullantı suyuna EM-in daxil edilməsi aşağıdakı müsbət nəticələrin alınmasına yardım edir:

- EM-dən heterotrofik istifadə təmin edildiyindən aerasiya həcmində oksigen udulması azalır və prosesin səmərəlilik sabiti artır;

- üzvi maddələrin parçalanmasındakı artım səbəbindən bütün üzvi kütlənin oksidləşməsini təmin etmək üçün tələb olunan oksigen miqdarı azalır;

- kanalda və stabilizasiya hovuzlarında mikroorqanizmlərin dəyişməsi və bunun da təmizləmə səmərəsinə mənfi təsir göstərməsinin qarşısını almaq üçün bioloji reaktorda (kanalda) 1-2 ppm oksigenin həll edilməsi kifayət edir;

- EM aktiv lil sərfində də təsirli rol oynayır, anaerob və fakültativ hovuzlarda çökmə sürətinin 25-50% artmasına, lil sərfi müddətinin isə 10-20% azalmasına səbəb olur.

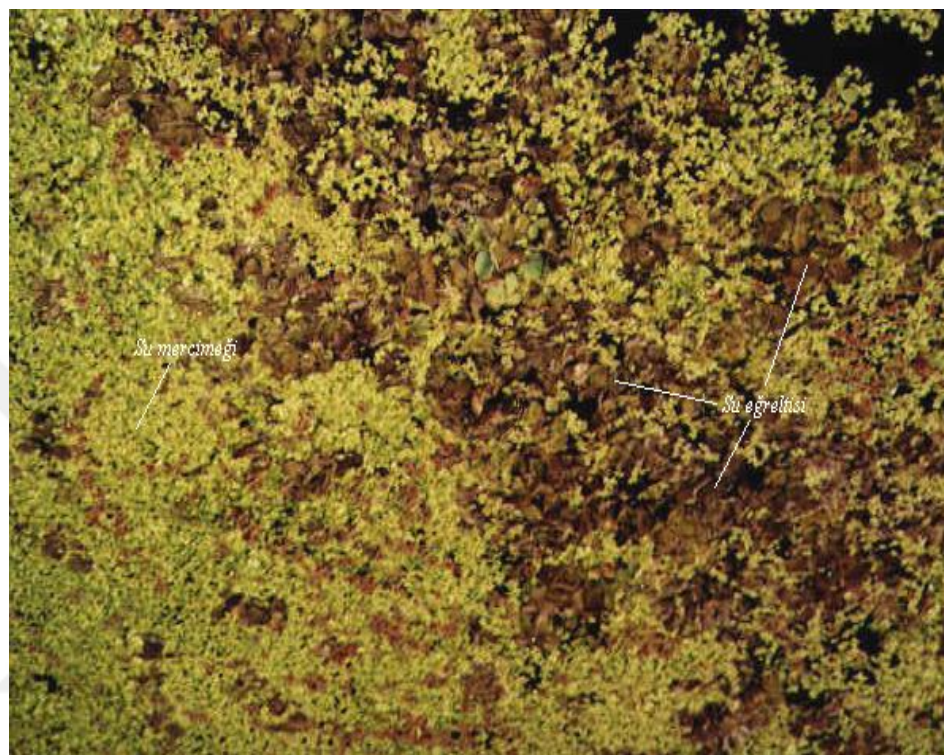
- kanalda tullantı su təmizlənməsində istifadə edilən EM-in aktiv dozası gündəlik tullantı su miqdarının 1:4000- 1:7000 nisbətinin bir həftədə veriləcək miqdarının təyin edilməsinin davamında 1:10 000 – 1:15 000 seyrəlmə faizləri tətbiq olunmuşdur.

- H_2S , merkaptanlar və amonyak üçün havanın yoxlanılması əhəmiyyət daşıdığından, təcrübələrdə buna diqqət yetirilmiş, kollektor və sonrası tullantı su təmizləmə müəssisələrində əmələ gələn hidrogen sulfat və amonyak qazı çıxışı 80-90% azalır, kanalda pis qoxuların yaranmasının qarşısı alınır.

- kanalizasiya xəttində OBT₅ 40-55%, OKT 30-50%, asılı maddələr (AQM) 25-45% və T-N 5-40% azalması təmin edilir;

- stabilizasiya hovuzlarından keçdikdən sonra sistemin verimi 90-i keçir.

Tuzla və Kozanda tullantı sularına su bitkiləri daxil etməklə (şək.4.28) aparılmış tədqiqatların orta çıxış nəticələri ədvəl 4.11- də verilmişdir.



Şək.4.28. Tullantı suyunda su mərciməyinin inkişafı

Cədvəl 4.11.

Su bitkiləri daxil etməklə aparılmış tədqiqatların orta çıxış nəticələri [52,92]

Sıra №	Bitki cinsi	pH	T, °S	CO	TKN-N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	TN	AQM	OBT ₅	OKT	TOK	TP
				mq/l										
1	<i>Spir.poly.+L.polir.</i>	6,9	14,1	8,5	0,57	0,32	15,2	0,01	15,7	4,0	5,0	23,0	8,0	1,6
2	<i>Spir+I.vald.+Pistia str.+S.nat.</i>	7,7	13,6	8,9	0,84	0,53	25,0	0,01	20,4	3,0	4,0	23,0	13,0	5,2

4.5. Metodun istehsalata tətbiqi və texniki-iqtisadi əsaslandırılması

Metod İstanbulun məişət və sənaye tullantı sularını qəbul edən və ümumi uzunluğu 10,775 km olan bir kanal xəttində tətbiq edilmişdir. Kanalın 1,5 km-ə qədər hissəsi aerob, qalan uzunluğu isə anaerob mühitdə işləmişdir. Kanalın

normal istismarı üçün elmi əsaslandırılmış təkliflər hazırlanmış və istismar təşkilatı tərəfindən qəbul edilmişdir.

Təklif olunan və ənənvi təmizləmə sistemləri enerji baxımından müqayisə edilmişdir. Müqayisənin nəticələri aşağıda verilir.

Təklif olunan təmizləmə sistemi.

- sistemlərdə lil problemi yoxdur;
- kapital qoyuluşu və İstismar xərcləri azdır;
- təmizləmə bir reaktorda aparılır.

Ənənəvi təmizləmə sistemləri.

- elektron sistemin ən önəmli qaynağı olan elektrik enerjisi istehsalına yeraltı yanacaq (kömür, neft) sərfi;
- yanacağın daşınması, emalı və ekstraksiyası ilə əlaqədar xərclər və ətraf mühitin çirklənməsi;
- təmizləmədə yaranan lil problemi.

Türkiyənin isti iqlim bölgəsində yerləşən Kozan şəhərində inşa olunmuş, lakin istismar edilməyən «Kozan stabilizasiya təmizləmə sistemi» təklif olunan metod tətbiq olunmaqla yenidən istismara verilmişdir. Burada aerob olaraq kanalda təmizləmə, kanalın girişinə EM bakteriyalarının daxil edilməsi, stabilizasiya hovuzlarında su mərciməyi əkilməsi həyata keçirilmişdir.

Hər iki halda tullantı sularını təmizləmək üçün təklif olunan üsulun texniki-iqtisadi əsaslandırılması Türkiyə Respublikasında qəbul edilmiş metodlarla yerinə yetirilmişdir.

Enerji xərcləri və rabitə sistemlərinin yaradılması baxımından EM bakteriyaları daxil edilən təbii təmizləmə metodunun klassik təmizləmə sistemləri ilə müqayisəsi aşağıdakı formulalarla aparılmışdır:

Layihənin ümumi dəyəri (\$): $T = 2565,9Q^{0,6702}$

İstismar xərcləri (\$/il): $T = 62,455Q^{0,5482}$

Təmizlənən suyun maya dəyəri (\$/m³): $T = 0,56Q^{-0,3767}$

Gərəkli sahə xərcləri (\$/m²): $T = 1276,8Q^{0,6743}$

EM bakteriyaları daxil etməklə təbii təmizləmə sisteminin inşaat və istis-

mar xərcləri cədvəl 4.12-də verilmişdir. Türkiyə şəraitində 1 ha yerüstü nəm sahədə torpaq işlərini yerinə yetirmək üçün inşaat xərclərinə 10 000-100 000\$, yeraltı yerlərdə isə 100 000-200 000 \$ tələb olunur. Təbii və süni rütubət sahələri üçün istismar xərcləri əsasən sistemə nəzarətlə bağlı olub 0,003-0,09 \$/m³ təşkil edir ki, bu da çox kiçik qiymətdir. Sistemə EM bakteriyaları daxil etdikdə istismar xərcləri artır, lakin bunun müqabilində təmizləmə sahəsi azalır və səmərəlilik 90-98% səviyyəsinə qalxır.

Cədvəl 4.12.

***EM bakteriyaları daxil etməklə təbii təmizləmə sisteminin
inşaat və istismar xərcləri***

Təmizləmə sistemi	İnşaat xərcləri, \$/m ³ .gün	İstismar xərcləri, \$/m ³
Yerində təmizləmə	1 000 – 3 000	0,01 – 0,10
Az sürətli infiltrasiya	800 – 2 000	0,10 – 0,20
Sürətli infiltrasiya	450 – 900	0,05 – 0,10
Ərazi üstündən axıtma (suvarma)	600 – 1 000	0,08 -0,15
Fakultativ hovuz	500 – 1 000	0,07 – 0,13
Aerasiya hovuzu	600 – 1 200	0,10 – 0,16
Su sünbülü	500 – 1 000	0,12 – 0,14
Süni sulu yer	500 – 1 000	0,03 – 0,09

Bütövlükdə sistemin istismar maya dəyəri 0,005-0,1 \$/m³ təşkil edir.

Tədqiq olunan səthdən axan təbii kanal sistemləri üçün tullantı suyuna bakteriyalar daxil etməklə kanalda təmizləmənin reallaşdırılmasına çəkilən xərclər aşağıda verilir:

1.Torpaq işlərinə:

İstanbul üçün – 10 000 – 100 000 \$/ha;

Kozan üçün – 4 000 – 10 000 \$/ha.

2.İnşaat işlərinə:

İstanbul üçün – 70 000 – 150 000 \$/ha;

Kozan üçün – 40 000 – 60 000 \$/ha.

3.Sistemin istismarına:

İstanbul üçün – 0,11 – 0,17 \$/m³;

Kozan üçün – 0,003 – 0,006 \$/m³.

Kanalda təmizləmənin istehsalata tətbiqi zamanı EM bakteriyasının yetişdirilərək sistemə daxil edilməsinə və görülmüş işlərə aid ümumi xərclər 25-35% artır. Bunun müqabilində tullantı su təmizləmə qurğularının tutduğu torpaq sahəsi 20-50% azalır və məhsuldarlıq 90% artır.

EM bakteriyaları daxil edilən təbii təmizləmə sistemlərinin inşaat, idarə olunma və istismar xərclərinin klassik sistemlərlə müqayisəsi göstərir ki, inşaat xərclərində 2-3 dəfə, istismar xərclərində isə 3-5 dəfə iqtisadi səmərə əldə olunur.



NƏTİCƏLƏR VƏ TƏKLİFLƏR

Fəaliyyətdə olan böyük uzunluğa malik tullantı su nəql etdirən kanallarda öz-özünə təmizlənmə prosesinin laboratoriya və istehsalat şəraitində tədqiqi və bu sahədə olan texniki məlumatların araşdırılması aşağıdakı nəticələrə gəlməyə əsas verir:

- dünyanın bəzi ölkələrində tətbiq edilən kanalda təmizləmə sistemi Türkiyədə aparılan ilk tədqiqatdır;

- tullantı sularındakı asılı və uçucu maddələr kanal divarı boyunca nizamsız şəkildə səpələnirlər ki, bu da tam (parçalanmamış) bioloji pərdənin aerob aktivliyinə təsir edir;

- yeni yaranan bioloji pərdənin aerob aktivliyi tullantı sularında olan bütün çirkləndiricilərin konsentrasiyasına mütənasibdir;

- yaşlı bioloji pərdənin tərkibində aerob olaraq aktiv olmayan üzvi maddələrin bir qismi vardır;

- aerob aktivlik üzərində filamentlərin daimi təsiri yoxdur;

- tullantı sularında bakterial saxlama maddələri mövcuddur, metanogen, sulfat endirmə və sulfid artırma aktivliyi müşahidə olunur, lakin bu amillər keyfiyyət dəyişmələrində rol oynamırlar;

- hidroliz prosesi bioloji pərdə ilə yanaşı tullantı suyunun özündə də gedir;

- bioloji pərdə substratı asanlıqla tullantı suyuna verə bilir;

- xarici bioloji təbəqə tullantı suyundan asanlıqla ayrılaraq bilən substratı qəbul edir

- denitrifikasiya sürəti tullantı suyundakı oksigen və nitrat konsentrasiyasının təsirinə məruz qalmır;

- model kanalizasiya sistemində aparılan tədqiqatlar nəticəsində $NH_3 - N$ 20-70%, $T - N$ 25-75%, asılı maddələr (AQM) 55-85%, BOI_5 50-60%, KOI 35-55% aşağı salınması təmin edilmişdir. Təcrübələr zamanı kanalda:

- aerob təmizləmə aparılmış;
- tullantı suları məişət xarakterli və sabit tərkibli olmuş;
- kanalın girişinə aktiv lil və sistemə xüsusi bakteriyalar daxil edilməmiş;
- tədqiqatların ətraf mühitə neqativ təsiri olmamışdır;

- kanalda təmizləmə sisteminin tullantı suyunu standartların tələbi səviyyəsində təmizləmədiyi aşkar edilmişdir;
- Tuzla kanalizasiya təmizləmə sistemində aparılan tədqiqatlar nəticəsində $T-N$ 50-75%, asılı maddələr (AQM) 24-57%, BOI_5 34-57%, KOI 35-55% aşağı salınması təmin edilmişdir. Təcrübələr aparılan zaman:
 - tullantı suları həcminə görə sənaye suyu xarakterli və dəyişkən tərkibli olmuş;
 - kanalda aerob təmizləmə aparılmış;
 - sistemə xüsusi bakteriyalar daxil edilməmiş;
 - tədqiqatların ətraf mühitə neqativ təsiri olmamışdır;
- Kozan kanal təmizləmə sistemində aparılan tədqiqatlar nəticəsində aşkar edilmişdir ki, bu bölgənin tullantı suları sənaye suyu xarakterli deyildir;
- kanalın girişinə aktiv lil daxil edilməmiş, sistemə fasiləsiz olaraq xüsusi bakteriyalar EM daxil edilmiş, EM-dən heterotrofik olaraq istifadə edildiyindən kanalda aerob, hovuzlarda anaerob təmizləmə aparılması nəticəsində aerasiya həcmində oksigen istifadəsində azalmaya nail olunmuş və prosesin verim sabiti artmışdır;
- üzvi maddələrin parçalanmasındakı artım bütün üzvi kütlənin oksidləşməsinə tələb olunan oksigen miqdarının azalmasına səbəb olur;
- bioloji reaktorlardakı tullantı suyunda hidrolizə uğramış üzvi maddələrin olması reaktordakı mikroorqanizmlərin asan mənimsəyə biləcəyi üzvi maddə axınıni təmin etmək qabiliyyətinə malikdir;
- kanalda və stabilizasiya hovuzlarında mikroorqanizmlərin dəyişməsi və Bunun təmizləməyə mənfi təsir göstərməsinin qarşısını almaq üçün kanal suyunda ən azı 1-2 ppm miqdarda həll olmuş oksigenin olması lazımdır;
- tullantı suyuna daxil edilmiş mikroorqanizmlər lilin mənimsənilməsində təsirli rol oynayır, anaerob və fakültativ hovuzlarda çökmə sürətini 25-50% artırır, lilin mənimsənilmə müddətini 10-20% azaldır;
- kanalda tullantı suyunun təmizlənməsində istifadə olunan normal EM-in aktiv dozası gündəlik tullantı su miqdarının 1:4 000-1:7 000 nisbətində bir həftədə veriləcək miqdarının 1:10 000-1:15 000 nisbətində seyrəlməsində daha səmərəli nəticə verir;

- H_2S , merkaptanlar və amonyak üçün havanın yoxlanılması nəzarət altında saxlanıldıqda kollektor və tullantı sularının təmizləndiyi müəssisələrdə yaranan hidrogen sulfat və amonyak qazı çıxışını 80-90% azaltmaq mümkündür ki, bu da pis qoxuların yaranmasının qarşısını alır;

- kanalizasiya xətti sonrası stabilizasiya hovuzlarına daxil edilən su mərciməkləri küləklə bir sahəyə toplandığından $5^{\circ}S$ -dən aşağı temperaturlarda onların suyun təmizlənməsində rolu azalır;

- su mərciməkləri su səthini tamamilə örtüyündən havadan oksigenin diffuziyasının və günəş şüalarının suya düşməsinin, nəticədə fitoplanktonlarla oksigen sintezinin qarşısını alır. Belə halda su anaerob vəziyyətə keçir və mühitə denitrifikasiya hakim olur;

- aşkar edilmişdir ki, su mərciməkləri digər su bitkilərindən iki dəfə çox artma sürətinə malikdir. $25-33^{\circ}S$ temperaturda su səthindəki örtüklərin sahəsi 4 gün ərzində iki dəfə artır. Səthi tamamilə örtüklərindən alqaların böyüməsinin qarşısı alınır, pH müvazinətli halda tutulur və çökmə prosesi daha yaxşı gedir;

- Kozanda kanalın çıxışında tullantı suyunda OB_5 40-55%, OKT 30-50%, asılı maddələr (AQM) 25-45% və $T - N$ 5-40% aşağı salınmışdır;

- stabilizasiya hovuzlarındakı su bitkilərində keçdikdən sonra sistemin məhsuldarlığı 90%-i keçir;

- kanalda təmizləmə metodunun diametri 1000 mm-dən böyük olduğu və tullantı suyunun kanaldan keçmə müddətinin 5-6 saatdan az olmadığı kollektor xətlərində tətbiqi vacibdir. Bu təbii və ya klassik metodlarla tullantı sularını təmizləyən sistemlərin məhsuldarlığını 90%-ə qədər artırmaqla bərabər;

- metod yaşayış sahələri olmayan və yetərli gözləmə müddətinə malik yerlərdə tətbiq edilə bilər;

- kanalın girişinə daxil edilən aktiv lili miqdarı 100-300 mq/l olmalıdır. Bu dozada suyun 60-80% təmizlənməsinə nail olmaq mümkündür;

- kanalda pis qoxuların yox edilməsi üçün tullantı suyuna EM, yaxud digər bakteriyalar daxil edilməlidir. Bakteriyaların kanalın iç divarına yaxşı yapışması nəticəsində yaranan bioloji pərdənin qalınlığı və təmizləmə səmərəsi artır;

-kanalda təmizləmədən sonra sistemdə təbii bitkilərin inkişafına şərait yaratmaq lazımdır. Belə halda tullantı suyunun təmizlənmə intensivliyini 4 dəfəyədək artırmaq mümkündür.

İSTİFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYAT

1. **Guliyev F.S., Əliyev N.İ., Süleymanov T.R.** Şəhər çirkli sularının təmizlənməsi, Bakı: Təhsil NPM, 2006, s.86-90
2. **Hacılı Ş.V.** Bakı Şəhəri bioloji təmizlənmiş çirkli sularının zeytunun suvarılmasında istifadəsi: Texnika elmləri namizədi dissertasiyasının aftoreferatı. Bakı, 2005, 16 s.
3. **Ocaqov H.O.** Fövqəladə hadisələr zamanı su təchizatında təhlükəsizliyin təmin edilməsi, Bakı:2001, s.11-13
4. **Ocaqov H.O., Yinanç A.A.** Kanallarda təmizlənmə prosesində xüsusi bakteriyalardan istifadə olunmasının tədqiqat və tətbiqatı // Azərbaycan Texniki Universitetinin Elmi əsərləri, 2007, № 2, s.104-109
5. **Yinanç A.A.** Kanalda çirkli suların təmizlənmə prosesinin tədqiqi// Azərbaycan Texniki Universitetinin Elmi əsərləri, 2006, №3, s.76-79
6. **Yinanç A.A.** İstanbulun mevcut ve gelecekteki atıksu arıtma sistemi alternatifleri ve değerlendirilmesi // Azərbaycan ekologiya və su təsərrüfatı elmi – texniki və istehsalat jurnalı, 2007, №1, s.62-65
7. **Akça L.** Kanalda Arıtma Prosesinin Geliştirilmesi Projesi. İstanbul: İSKİ-İTÜ ortak çalışması, 2003, 89s.
8. **Akça L., Samsunlu A.** Küçük Arıtma Sistemlerinin Verimlerinin Değerlendirilmesi / I.Ulusal Çevre Kirliliği Sempozyumunun materyalları. Ankara: Ortadoğu Teknik Üniversitesi, 2000, s .44-50
9. **Akman A.** EM naturem və işlənilməsi // Doğal ürünler. Ankara: 2005, s.3-9
10. **Arceivala.** Çevre kirliliği kontrolünde arıtma. Ankara: İller bankası yayını, 2002, s.13-18
11. **Baban A.** Kanalizasyon sistemlerinde oksijen transferi,organik madde giderimi ve nitrifikasyon. İstanbul: İTÜ Fen Bil.Enst., 1998, 170 s.
12. **Ceyhan M.** Ömerli barajındaki ötrifikasyon ve bağlı derelerin baraj üzerine etkisi / YTÜ-İSKİ-İTÜ ortak araştırma materyalları. İstanbul: Gebze teknoloji enstitüsü, 1999, s. 10-16

13. **Çevre Bakanlığı.** Toprak kirliliği kontrol yönetmeliği «Resmi gazete» qaz.,Ankara,2001, № 24609
14. **Çevre Bakanlığı.** Su kirliliği kontrol yönetmeliği «Resmi gazete» qaz.,Ankara, 1998, № 19919
15. **Demir A., Kanat G., Debik E.** Atıksu arıtımında fiziksel, kimyasal ve biyolojik metotlar. İstanbul: Yıldız Teknik üniversitesi yayını, 2000,141s.
16. **Eroğlu V.** Atıksuların arıtılması. İstanbul: Su vakfı yayınları, 2002, s.40-42
17. **Filibeli A.** Arıtma çamurlarının işlenmesi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi yayınları, 1998, 155s.
18. **İllerBankası.** Kanalizasyon işlerinin planlanması ve projelerinin hazırlanmasına ait talimatnameler. Ankara: İller Bankası yayını, 1971, 84s.
19. **İSKİ:** Faaliyet Raporu / Basın ve halkla ilişkiler müd.redaktası ile. İstanbul: APK Daire Başkanlığı yayını, 2004,127 s.
20. **İSKİ:** Faaliyet Raporu / Basın ve halkla ilişkiler müd.redaktası ile. İstanbul: APK Daire Başkanlığı yayını, 2005, 146s.
21. **İSKİ:** İstanbul Su temini, kanalizasyon ve drenaj, atıksu arıtma ve uzaklaştırma master planı raporu / Basın ve halkla ilişkiler müd. redaktası ile.İstanbul: APK Daire Başkanlığı yayını, 1999, 668 s.
22. **İSKİ:** İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi proje yapım şartnamesi / Basın ve halkla ilişkiler müd.redaktası ile. İstanbul: APK Daire Başkanlığı yayını,2004, Ek-3,78 s.
23. **Kargı F.** Çevre mühendisliğinde biyoprosesler. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi yayını, 1995, s.162-166
24. **Kestioğlu K.** Atıksu arıtımında biyokimyasal prosesler. Bursa: Vipaş yayını, 2001, Cilt-1, 250 s.
25. **Kınacı C.** Arazide arıtma. İstanbul: İTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü yayını, 1999, s.36-39
26. **Kor N.** Çevre sağlığı ve teknolojisi, kullanılmış suların uzaklaştırılması ve tasfiyesi . İstanbul: İTÜ Yayını, 1974, 340s.
27. **Muslu Y.** Su ve atıksu mühendisliği, çevre kirlenmesi ve kontrolü.

İstanbul: Su Vakfı Yayınları, 2001, II.Cilt , s.206

28. **Öztürk İ.** Anaerobik biyoteknoloji. İstanbul: Su Vakfı yayını, 1999, s.132

29. **Öztürk İ., Akça L.** Tuzla biyolojik atıksu arıtma tesisinin izlenmesi ve çamur yönetimi projesi. İstanbul: İSKİ basımı, 2002, 83 s.

30. **Saatci A.M.** DİE kredi ile atıksu arıtma tesisi inşaatı / Türkiye yerel yönetimler su sorumluları kongresi nin materialları. İstanbul: 2002, s.15

31. **Samsunlu A.** Atıksuların arıtılması. İstanbul: Birsen yayınevi, 2005, 647 s.

32. **Samsunlu A.** Arıtma tesisleri kurulması,işletilmesi ve eleman eğitimi, ataköy arıtma tesisi örneği. Ankara: V.Ulusal çevre mühendisliği kongresi, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası yayını, 2003, s.53-56

33. **Samsunlu A., Akça L., Soyer E.** Organize Sanayi Bölgelerinde arıtma alternatiflerinin ekonomisi / Türkiye’de çevre kirlenmesi öncelikleri sempozyumunun materialları. Gebze: 2003, s.13-18

34. **Samsunlu A., Çıplakoglu G., Akça L.** Küçük Arıtma Tesisleri ve Çamur Yönetimi / 2.Ulusal Çevre Kirliliği Kontrolü Sempozyumu materyalleri. ODTÜ, Ankara: 2003, s.44-46

35. **Samsunlu A.** Kullanılmış suların arıtılması. İzmir: Dokuz Eylül üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, 1991 , 2.Baskı, 625 s.

36. **Samsunlu A., Eroğlu V., Öztürk İ.** Türkiye’de arıtma tesisi kurma önceliklerinin ve arıtma sektörünce enerji talebinin planlanması. İstanbul: Çevre Müsteşarlığı ve İTÜ İnşaat fakültesi çevre mühendisliği bölümü çalışma Raporu, 1989,182 s.

37. **Topacık D.** Atıksu arıtma tesisleri işletme el kitabı. İstanbul: İSKİ yayını, 2000, s.39-47

38. **Toröz İ.** İstanbulda evsel atıksuların fizikokimyasal arıtılabilirliğinin araştırılması. İstanbul: İTÜ İnşaat fakültesi çevre mühendisliği bölümü, 1998, s.6

39. **Yinanç A.A.** Arıtma tesislerinde kullanılan mekanik ve meknik donatının verim-maliyet ilişkisinin incelenmesi: Fen bil. enst. yük. lis. tezi.Sivas: 1995,169 s.

40. **Yinanç A.A.** İstanbul Tuzla havzası, çevre kurma projesi / I. Türkiye yerel

yönetimler su sorunları kongresi .İstanbul: 2002, s.1-15

41. **Yinanç A.A.** Kırsal ve küçük nüfuslu yerlerde uygun arıtma çözümleri kanalda arıtma ve sonrasında doğal bitkilerin alternatifi // Dört mevsim maraş araştırma dergisi, İstanbul: 2006, №8, s.81-87

42. **Yüceyurt M., Yinanç A.A.** Kozan arıtma tesisi rehabilitasyon projesi çalışmaları. İstanbul: Kozan Belediyesi , 2005, s.12-21

43. **Əkovlev S. V., Karelın Ə.A., Cukov A.İ., Kolobanov S.K.,** Kanalizaüia M.: Stroyizdat,1935, c.312-313

44. **Barake K., Beben C., Bernar C., Berne F.,** i dr. Texniçeskie zapiski po problemam vodi. Perevod s anqliyskoqo, M: Stroyizdat,1983, s.104-110

45. **Əkovlev S.V., Karelın Ə.A., Laskov Ö.M., Voronov Ö.V.,** Vodootvodəhie sistemi promışlennix predpriətiy. M.: Stroyizdat, 1990, s.58-60

46. **Kolobanov S.K., Erşov A.B., Keqelğ. M.E.** Proektirovanie oçistnix sooruceniy kanalizaüii. Kiev: Budivelğnik, 1977, c. 24-25

47. **Mamedov R.Q.,Odcaqov H.O.,** Stimulirovanie ustoyçivosti funküioni-rovanie incenernix sistem cizneobespeçenie v Azerbaydcane. Baku: 2003, s.43

48. **Odcaqov H.O.,** Osnovnie napravlenie issledovaniy po razrabotke normativno-pravovoy bazi v ÇS prirodnoqo i texnoqennoqo xaraktera v Azerbaydcanskoy Respublike. Mecdunarodnaə nauçno-priktiçeskaə konferenüia. Baku, 2001, s.3

49. **Qolubovskaə G.K.-** Bioloqiçekie osnovı oçistki vodi. M.: Vıssəə şkola, 1978, s.155

50. **Voronov Ö.V.,** Rekonstruküia i intensivikaüia raboti oçistnix sooruceniy. M.: Stroyizdat , 1990, c. 60-61

51. **Ayaz S., Akça L.** Treatment of wastewater by constructed wetland in Small Settlements // Water science and technology, 2001, p.40-51

52. **Ayaz S., Saygın Ö.** Hydroponic wastewater treatment garden and intermittent recirculating constructed wetland systems for water pollution control / International association on water quality. int.symp. Austria, 1996, p.12

53. **Ayaz S., Akça L.** Treatment of wastewater by natural system // Water sci-

ence and technology, 2001, v.25, p. 189-195

54. **Boon A.G., Skellet C.F., Newcombe S., Jones J., G. et. al.** The use of oxygen treat sewage in a rising main // Water Pollution Control, 1977, p.112

55. **Boon A.G., Lister A.R.** Formation of sulfide in rising main sewers and its prevention by injection of oxygen // Prog. Water science and technology, 1975, v.7(2), p.289-300

56. **Bouwer E.J, Cobb G.D.** Modelling of biological processes in the subsurface // Water science and technology, 1987, v.19(5/6), p.769- 779

57. **Cao Y.S., Alaerts G.J.** Aerobic biodegradation and microbial pollution of a synthetic wastewater in a channel with suspended and drainage systems with suspended and attached biomass // Water science and technology, 1995, v.31(7), p.181-189

58. **Cao Y.S., Alaerts G.J., Hodijsmans C.M., et. al.** Oxygen consumption and organic decomposition in drainage systems with suspended and attached biomass // Water science and technology, 1992, v.26(3/4), p.683-692

59. **Cully D.D., Epps E.A.** Use of Duckweed, 1993, v.44, p. 327

60. **Feachem R., Cairncross S.** Small excreta disposal system / Ross institute of Tropical Hygiene. London: 1978, v. 8, p.57

61. **Garsdal H., Mark O., Dorge J., et.al.** Mousetrap modeling of water quality processes and the interaction of sediments and pollutants sewers // Water science and technology, 1995, v. 37(7), p.33-41

62. **Green M., Shelf G., Messing A.** Using the sewage system main conduits for biological treatment—greater Tel-Aviv as a conceptual sewer // Water res., 1985, v. 19, p.10-23

63. **Gudjonsson G.J., Vollertsen J., Hvitved-Jacobsen T.** mDissolved oxygen in gravity sewers-measurement and simulation / Proceedings of the 2nd int. Conf.: interactions between sewer, treatment plants and receiving waters in urban areas. Portugal, 2001, № 6, s.19-22

64. **Henze M.** Nitrate versus oxygen utilization rates in wastewater and activated sludge systems // Water science and technology, 1985, v.18, p.115-122

65. **Henze, M.**, Wastewater Nitrogen and Phosphorus Removal Management and Control in AVROpe // Journal of Japan Society on Water Environment(JSWE),1995,v. 18(3), p. 11-16.
66. **Henze, M.**, Nutrient Removal from Wastewater, New World Water. London: Sterling Publications Limited., 1995, p. 114-117
67. **Hickey C.W.** River oxygen uptake and respiratory decay of sewage fungus biofilms // Wat.Res., 1988, v.22, p.13-75
68. **Hruschka, H.**,Waste Treatment by Precipitation With Lime-A Cost and Efficiency Analysis // Progress Water Technology, 19980,v. 12(5), p.383-393
69. **Imhoff K.** Taschenbuch der Stadtentwaesserung. Munchen: Oldenbourg verlag, 1999, 680p.
70. **Ince O.** Aerobic in sewer treatment of municipal wastewater: Newcastle: University of Newcastle upon tyne department of civil engineering, Tek.ilm. dok. Newcastle, 1994, 186 p.
71. **Jensen N.A., Hvitved-Jacobsen T.** Method for measurements of reaeration in gravity sewers using radio-tracers // Water pollution control, 1991, v.6, p.765-767
72. **Jensen N.A.** Effect of temperature on gas transfer at low surface renewal rates / On gas transfer of water surfaces Presented at the 2nd international symp.: Minnesota ,USA, 1990, p.11-14
73. **Kadlec H.R., Knight R.L.** Treatment wetlands. USA: Lewis Publisher, 1996, 190p.
74. **Knight R.L.** Wetlands for wastewater treatment data base. presented at int // wetlands in water pollution control, Sydney-Australia: 1992, p.11-13
75. **Knight R.L., Ruble R.W., Kadlec R.H.** Database North American wetlands for water quality treatment / Preporedion USEPA.: USA, 1993, P-II report, p.34
76. **Koch C.M., Zandi I.** Use of pipelines as aerobic biological reactors // water pollution control Fed.,USA: 1973, v.45, p. 25-37
77. **Kühn T.S.** The structure of scientific revolutions // The Universty of

Chicago pres., USA: 1978, v.3, p. 212

78. **Lawrence A.W., McGarty P.L.** Kinetics of methane fermentation in anaerobic treatment // Water pollution control, Fed, 1969, v.41. p.31-33

79. **Manadhar U.K., Schroder H.** Sewage circulating reactor an approach to recirculating wastewater in sewers // Environmental technology, 1995, v.16(3), p.201-211

80. **Metcalf, and Eddy.,** Wastewater engineering treatment, disposal and Reuse. New York: 3rd Ed. Mc Graw Hill, 1991

81. **Metcalf Eddy.** Wastewater engineering treatment and reuse. New York: Third edition, Mc Graw-Hill, 1991, 1440 p.

82. **Moorhead K.K., Reddy.** Oxygen transport through selected aquatic macrophytes // J.Environ Qual., 1990, v.17, p.127-134

83. **Narkis N., Henefeld-Fourried S., Rabun M.** Volatile organic acids in raw wastewater and in physico chemical treatment // Wat.res., 1980, v.14, p.1215-1223

84. **Nenov, V.** " TSS/BOD Removal Efficiency and Cost Comparison of Chemical and Biological Wastewater Treatment"// Water Science and Technology, 1995, v. 32(7), p. 207-214

85. **Nush E.A., Poltz S., Bickstead K.** Eutrostop Eine neue alternative Zur gewassersanierung // Konnesponder abwasser, 1997, v.33, p.1083

86. **Nielsen P.H., Hvitsen- Jacobsen T.** Effect of sulfate and organic matter on the hydrogen sulfide formation biofilms of filled sanitary sewers // JWPCF, 1988, v. 60. p.627-634

87. **Nielsen P.H.** Transformation of Wastewater in sewer systems review // Water science and technology, 1992, v. (25)6, p. 17- 31

88. **Norker N.H., Nielsen P.H., Hvitsen- Jacobsen T.** Influence of oxygen on biofilm growth and potential sulfate reduction in gravity sewer biofilm // Water science and technology, 1995, v.31(7), p.159-167

89. **Ochi T., Kiawaga M., Tanaka S.** Controlling sulfide generation in force Mains by air injection // Water science and technology, 1988, v.37(1), p.87-95

90. **Odcaqov H.O.** Cleaning and deactivation of water by clinoptilolite con-

taining tuff Bakı – 2002

91. **Odegaard, R.** Optimization of Flocculation/flotation in Chemical Wastewater Treatment // Water Science and Technology, 1987, v.19, p.1233-1236

92. **Odegaard, H.** Appropriate Technology for Wastewater Treatment in Coastal Tourist Areas // Water Science and Technology, 1989, v. 21(21), p.1-17

93. **Odegaard, H.**, Norwegian Experiences With Chemical Treatment of Raw Wastewater // Water Science and Technology, 1992, v. 25(12), p. 255-264

94. **Özer A., Kasırga E.** Substrate removal in long sewer lines // Water science and technology, 1995, v.7, № 31, p.213-218

95. **Özer A.** The purification potential of sewers under aerobic conditions, Phd Thesis. İzmir: Ege University Civil Engineering Faculty, Department of Environmental Eng., 1982, p.40-41

96. **Parkhurst J.D., Pomeroy R.D.** Self purification in sewers. proceedings of The sixth international conference / Water pollution Research, pergamon press. Jarusalem, 1972, p.60-62

97. **Parkhurst J.D., Pomeroy R.D.** Oxygen absorption in streams // J.San Eng. Div. ASCE, 1972, v. 9, p.101-124

98. **Pomeroy R.D., Parkhurst J.D.** The forecasting of sulfide buildup rates in sewers // Water science and technology, 1977, v. 9(3), p.621-628

99. **Rusten, B., Kolkinn, O. and Odegaard, H.**, Moving Bed Biofilm Reactors and Chemical Precipitation for High efficiency Treatment of Wastewater from Small Communities // Water Science and Technology, 1997, v. 35(6), p. 71-79

100. Schilling W. Smart Sewer systems: improved performance by real time control // Envir. Water pollution control, 1994, v.4, №5, p.24-31

101. Spath R. Plemming A.C., Wuertz S., Sorption properties biofilms // Water science and technology, 1998, v.37(45), p.207-230

102. Storhaug, R., Performance Stability of Small Biological Chemical Treatment Plants // Water Science and Technology, 1990, v. 22(3-4), p. 275-282

103. WEF, Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater / 20th edn., American Public Health Association, water enviroment Federation, 1992, p.3-5

104. **Schütze M., Butler D., Beck M.B.** Optimisation of control strategies for the Urban wastewater system-an integrated approach // Water science and technology, 2002, v.39(9), p 209-216

105. **Tanaka N., Hvitved-Jacobsen T., Vollertsen T.** Wastewater quality changes during transport in sewersan integrated aerobic and anaerobic model concept for carbon and sulfur microbial transformations // Water science and technology, 1995,v.38(10), p.257-264

106. **Thanka N., Hvitved- Jacobsen T.** Transformationons wastewater organic matter in sewers USE changirg aerobic, anaerobic conditions // Water Science Technology, 1998,v.37(1), p.105-113

107. **USEPA**, Subsurface flow constructed wethands for wastewater// Technology Assesment (EPA) , Washigton, 1993, № 832, p.1-93

108. **USEPA**, Onsite astewater Treatment and Disposal Systems// Environmental protection agency (EPA),Washington,1980, №625/1, p.80-120

109. **USEPA**, Nitrogen removal–process design manual // Environmental protection agency (EPA), Washigton,1995, № 625/1, p.22-88

110. **Vander Last A.R.M., Lettinga G.** Anaerobic Treatment of Domestic Sewage under Moderate Climatic (Dutch) Conditions Using Upflow Rearctors at increased superficial velocities // Water science and technology, v.25, №7. p.1-167

111. **Vollertsen J., Hvitved-jacobsen T.** Aerobic microbial transformations of resus pended sediments in combined sewers-aconceptual model // Water science and technology, 1998, v.37(1), p.69-76

112. **Vollertsen J., Hvitved-jacobsen T.** Stohichiometric and kinetic model parameters for microottransformations of suspended solids in combinend sewer systems // Water science and technology, 1999, v.33(14), p.3127-1141

113. **Vollertsen J., Hvitved-jacobsen T.** Resuspension and oxigen uptake of se-

diments in combi sewers // Water science and technology, 2000, v.2(1), p.21-27

114. **Yinanç A., Ayaz S., Akça L., Tunçsiper B., et. al.** Scientific basis of nonpoint source pollution control in reservoir catchments by constructed wetland systems / Marine and inland pollution int. Symp.: materials. Edirne, 2003, p. 25-34

115. **Yinanç A.** The research of the applicability of the treatment in the sewerage system before the treatment facilities on the existing facilities in İstanbul / The III international scientific and practical conference materials. Bakı, 2006, p.112-117



ƏLAVƏLƏR

Əlavə 1.

Tuzla xətti analiz nəticələri (yanvar – aprel)

Parametrlər	I xətt	II xətt	III xətt	IV xətt (Vortex) *
Oksigenə kimyəvi tələbat, OKT(mq/l)	14165	282	193	75
Oksigenə bioloji tələbat, OBT (mq/l)	7800	140	90	24
Asılı maddələr,AKM (mq/l)	1190	612	135	137
Toplam azot,TN, (mq/l)	189,4	6,3	97,6	9,0
Toplam fosfor,TP, (mq/l)	44,95	15,75	3,1	<0,020
Yağ-gres, (mq/l)	56,6	4	17,6	11
Detergentlər	78,91	45,65	7,47	7,17
Arsen,As, (mq/l)	0,054	<0,003	0,003	<0,003
Antimon,Sb, (mq/l)	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Qalay,Sn, (mq/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,05
Bor,B, (mq/l)	0,006	0,013	0,019	0,006
Kadmium,Cd, (mq/l)	0,023	0,02	<0,02	<0,02
Toplam xrom,T-Cr, (mq/l)	0,242	2,132	0,186	0,466
Xrom,Cr, (mq/l)	0,1	0,51	0,06	0,18
Mis,Cu, (mq/l)	0,191	<0,02	<0,02	<0,02
Qurğuşun,Pb, (mq/l)	0,222	<0,1	<0,1	<0,1
Nikel,Ni, (mq/l)1	0,284	0,153	<0,05	0,118
Sink,Zn, (mq/l)	2,49	0,1	0,161	1,658
Civə,Hg, (mq/l)	0,0005	0,0014	<0,0001	0,001
Gümüş,Ag, (mq/l)	<0,02	0,02	<0,02	<0,02
Dəmir,Fe, (mq/l)	47,48	0,216	12,084	1,844
Toplam siyanür,T-CN (mq/l)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,030
Fenol, (mq/l)	0,025	0,015	0,003	<0,001
Toplam sülfür, (mq/l)	0,309	0,023	0,024	0,064
Sülfat,SO, (mq/l)	703	1484	48,6	381,3
Ph	3,90	7,89	7,43	7,73
Udulmuş oksigen (mq/l)	0,3	5,1	0,4	1,1
Temperatura,°C	13,3	14,6	13,5	14,2

*1,2 və 3 xətləri birləşərək Vortex qovşağına daxil olur.

Əlavə 2.

Tuzla xətti analiz nəticələri (may)

Parametr	I xətt	II xətt	III xətt	IV xətt
Oksigenə kimyəvi tələbat, OKT(mq/l)	6250	413	223	267
Oksigenə bioloji tələbat, OBT(mq/l)	3500	200	120	100
Asılı maddələr,AKM (mq/l)	273	74	306	190
Toplam azot,TN, (mq/l)	2279	194,6	209,8	64,6
Toplam fosfor,TP, (mq/l)	24,54	3,83	1,69	0,32
Yağ-gres, (mq/l)	10,8	5,8	7,4	10,1
Detergentlər	1,42	8,044	0,40	0,231
Arsen,As, (mq/l)	0,063	<0,003	<0,003	<0,003
Antimon,Sb, (mq/l)	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Qalay,Sn, (mq/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bor,B, (mq/l)	0,008	<0,002	0,011	0,004
Kadmium,Cd, (mq/l)	0,023	0,023	<0,02	0,02
Toplam xrom,T-Cr, (mq/l)	0,271	2,489	<0,02	2,477
Xrom,Cr, (mq/l)	0,05	0,12	<0,01	0,105
Mis,Cu, (mq/l)	0,104	0,027	0,02	0,03
Qurğuşun,Pb, (mq/l)	0,280	0,256	0,115	0,227
Nikel,Ni, (mq/l)I	0,394	0,241	0,063	0,165
Sink,Zn, (mq/l)	0,566	0,191	0,187	1,118
Civə,Hg, (mq/l)	0,0004	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Gümüş,Ag, (mq/l)	0,02	0,014	<0,01	<0,01
Dəmir,Fe, (mq/l)	11,97	0,286	7,284	2
Toplam siyanür,T-CN (mq/l)	0,06	<0,03	<0,03	<0,03
Fenol, (mq/l)	0,032	0,021	0,011	<0,002
Toplam sülfür, (mq/l)	<0,001	0,016	0,023	0,343
Balık biodeneyi	>20	1	<20	3
Sülfat,SO, (mq/l)	4676	12716	10234	746,7
pH	8,06	7,67	11,33	7,96
Eletkenlik,(mS/cm)	27,3	16,68	1,34	8,79
Udulmuş oksigen (mq/l)	0,2	1,2	0,8	0,9
Temperatura,°C	17,2	17,6	16,6	16,9

Əlavə 3.

Tuzla xətti analiz nəticələri (iyun)

Parametr	I xətt	II xətt	III xətt	IV xətt
Oksigenə kimyəvi tələbat, OKT(mq/l)	16400	490	245	280
Oksigenə bioloji tələbat, OBT(mq/l)	7700	230	125	134
Asılı maddələr,AKM (mq/l)	2150	435	285	172
Toplam azot,TN, (mq/l)	465	98	68	23
Toplam fosfor,TP, (mq/l)	22,3	4,8	1,9	0,35
Yağ-gres, (mq/l)	11	6,8	7,2	10,9
Detergentlər	1,45	8,0	0,45	0,23
Arsen,As, (mq/l)	0,06	<0,003	<0,003	<0,003
Antimon,Sb, (mq/l)	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Qalay,Sn, (mq/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bor,B, (mq/l)	0,008	<0,002	0,011	0,004
Kadmium,Cd, (mq/l)	0,023	0,023	<0,02	0,02
Toplam xrom,T-Cr, (mq/l)	0,28	2,55	<0,02	2,77
Xrom,Cr, (mq/l)	0,05	0,11	<0,01	0,105
Mis,Cu, (mq/l)	0,124	0,022	0,02	0,03
Qurğuşun,Pb, (mq/l)	0,290	0,270	0,115	0,280
Nikel,Ni, (mq/l)1	0,4	0,250	0,065	0,165
Sink,Zn, (mq/l)	0,5	0,19	0,18	1,28
Civə,Hg, (mq/l)	0,0004	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Gümüş,Ag, (mq/l)	0,02	0,014	<0,01	<0,01
Dəmir,Fe, (mq/l)	12,1	0,28	7,38	2
Toplam siyanür,T-CN (mq/l)	0,06	<0,03	<0,03	<0,03
Fenol, (mq/l)	0,03	0,02	0,01	<0,002
Toplam sülfür, (mq/l)	<0,001	0,015	0,02	0,35
Balık biogeneyi	>20	1	<20	3
Sülfat,SO ₄ , (mq/l)	4676	12716	10234	746,7
pH	8,06	7,67	11,33	7,96
İletkenlik,(mS/cm)	27,3	16,68	1,34	8,79
Udulmuş oksigen (mq/l)	0,2	1,9	0,5	0,5
Temperatura,°C	19,98	19,26	19,05	19,88

Əlavə 4.

Tuzla xətti analiz nəticələri (iyul)

Parametr	I xətt	II xətt	III xətt	IV xətt
Oksigenə kimyəvi tələbat, OKT(mq/l)	14300	375	280	305
Oksigenə bioloji tələbat, OBT(mq/l)	6340	175	165	143
Asılı maddələr,AKM (mq/l)	1980	385	270	195
Toplam azot,TN, (mq/l)	268	85	82	44
Toplam fosfor,TP, (mq/l)	24,54	3,83	1,69	0,32
Yağ-gres, (mq/l)	10,8	5,8	7,4	10,1
Detergentlər	1,42	8,044	0,40	0,231
Arsen,As, (mq/l)	0,063	<0,003	<0,003	<0,003
Antimon,Sb, (mq/l)	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Qalay,Sn, (mq/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bor,B, (mq/l)	0,008	<0,002	0,011	0,004
Kadmium,Cd, (mq/l)	0,023	0,023	<0,02	0,02
Toplam xrom,T-Cr, (mq/l)	0,271	2,489	<0,02	2,477
Xrom,Cr, (mq/l)	0,05	0,12	<0,01	0,105
Mis,Cu, (mq/l)	0,104	0,027	0,02	0,03
Qurğuşun,Pb, (mq/l)	0,280	0,256	0,115	0,227
Nikel,Ni, (mq/l)1	0,394	0,241	0,063	0,165
Sink,Zn, (mq/l)	0,566	0,191	0,187	1,118
Civə,Hg, (mq/l)	0,0004	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Gümüş,Ag, (mq/l)	0,02	0,014	<0,01	<0,01
Dəmir,Fe, (mq/l)	11,97	0,286	7,284	2
Toplam siyanür,T-CN (mq/l)	0,06	<0,03	<0,03	<0,03
Fenol, (mq/l)	0,032	0,021	0,011	<0,002
Toplam sülfür, (mq/l)	<0,001	0,016	0,023	0,343
Balık biogeneyi	>20	1	< 20	3
Sülfat,SO, (mq/l)	4650	12800	10250	748
pH	8,09	7,5	11,1	8,2
İletkenlik,(mS/cm)	27,3	16,68	1,34	8,79
Udulmuş oksigen (mq/l)	0,1	1,5	0,3	0,35
Temperatura,°C	23,67	23,15	23,70	23,54

Əlavə 5.

Tuzla xətti analiz nəticələri (avqust)

Parametr	I xətt	II xətt	III xətt	IV xətt
Oksigenə kimyəvi tələbat,OKT(mq/l)	18800	330	310	264
Oksigenə bioloji tələbat, OBT(mq/l)	9850	147	165	126
Asılı maddələr,AKM (mq/l)	985	320	305	165
Toplam azot,TN, (mq/l)	978	53	92	31
Toplam fosfor,TP, (mq/l)	19,5	4,83	2,49	0,39
Yağ-gres, (mq/l)	13,8	7,8	6,4	9,9
Detergentlər	1,3	8,9	0,50	0,34
Arsen,As, (mq/l)	0,063	<0,003	<0,003	<0,003
Antimon,Sb, (mq/l)	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Qalay,Sn, (mq/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bor,B, (mq/l)	0,008	<0,002	0,014	0,004
Kadmium,Cd, (mq/l)	0,029	0,029	<0,02	0,02
Toplam xrom,T-Cr, (mq/l)	0,245	2,55	<0,02	2,55
Xrom,Cr, (mq/l)	0,05	0,11	<0,01	0,105
Mis,Cu, (mq/l)	0,1	0,03	0,02	0,03
Qurğuşun,Pb, (mq/l)	0,285	0,26	0,115	0,32
Nikel,Ni, (mq/l)1	0,425	0,2	0,06	0,16
Sink,Zn, (mq/l)	0,55	0,19	0,18	1,138
Civə,Hg, (mq/l)	0,0004	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Gümüş,Ag, (mq/l)	0,02	0,014	<0,01	<0,01
Dəmir,Fe, (mq/l)	14	0,35	8,4	2
Toplam siyanür,T-CN (mq/l)	0,06	<0,03	<0,03	<0,03
Fenol, (mq/l)	0,035	0,023	0,015	<0,002
Toplam sülfür, (mq/l)	<0,001	0,017	0,023	0,343
Balık biogeneyi	>20	1	<20	3
Sülfat,SO, (mq/l)	5212	16715	10434	834
pH	8,35	7,97	10,7	7,9
İletkenlik,(mS/cm)	27,3	16,10	1,355	8,6
Udulmuş oksigen (mq/l)	0,1	0,9	0,35	0,30
Temperatura,°C	24,70	24,25	24,10	24,16

Əlavə 6.

Qidalanma və dövretdirilən sərfələrə bağlı boruların hidravlik parametrləri

Dövr etdirilən sərf,l/san	T,°S	Dolma dərəcəsi	Q/Q _d	h/D	V/V _d	V	T,hidravlik akış süresi,s	T, izafi akış süresi,s
2,33	35	0,35	0,38	0,426	0,93	0,72	8,3	6630
2,27	35	0,35	0,37	0,420	0,93	0,72	8,3	6460
2,60	35	0,35	0,43	0,458	0,96	0,74	8,1	7720
2,56	35	0,35	0,42	0,451	0,96	0,74	8,1	7109
2,56	35	1,00	0,42	0,451	0,96	0,74	8,1	7109
2,50	38	0,35	0,41	0,445	0,95	0,73	8,2	7028
2,56	40	0,35	0,42	0,451	0,96	0,74	8,1	7109
2,56	40	0,35	0,42	0,451	0,96	0,74	8,1	7109
2,56	41	0,35	0,42	0,451	0,96	0,74	8,1	7109
2,50	30	0,35	0,41	0,445	0,95	0,73	8,2	7028
2,56	40	0,35	0,42	0,451	0,96	0,74	8,1	7109
2,56	40	0,35	0,42	0,451	0,96	0,74	8,1	7109
2,56	40	0,35	0,42	0,451	0,96	0,74	8,1	7109
2,50	39	0,35	0,41	0,445	0,95	0,73	8,2	7028
2,44	38	0,35	0,40	0,439	0,95	0,73	8,2	6860
2,44	30	0,35	0,40	0,439	0,95	0,73	8,2	6860
2,44	35	0,35	0,40	0,439	0,95	0,73	8,2	6860
1,724	36	0,25	0,28	0,360	0,86	0,66	9,1	5379
1,724	36	0,25	0,28	0,360	0,86	0,66	9,1	5379
1,493	36	0,25	0,24	0,331	0,83	0,64	9,4	4812
1,316	36	0,20	0,22	0,316	0,81	0,62	9,7	4377
1,266	36	0,20	0,21	0,309	0,80	0,62	9,7	4210
1,266	32	0,20	0,21	0,309	0,80	0,62	9,7	4210
1,266	34	0,20	0,21	0,309	0,80	0,62	9,7	4210
0,485	34	0,10	0,08	0,188	0,61	0,47	12,8	2128
1,724	32	0,25	0,28	0,360	0,86	0,66	9,1	5379
1,724	38	0,25	0,28	0,360	0,86	0,66	9,1	5379
1,754	36	0,25	0,29	0,367	0,87	0,67	9,0	5412
1,754	36	0,40	0,29	0,367	0,87	0,67	9,0	5412
1,754	36	0,25	0,29	0,367	0,87	0,67	9,0	5412
1,754	39	0,50	0,29	0,367	0,87	0,67	9,0	5412
1,754	37	0,30	0,29	0,367	0,87	0,67	9,0	5412
1,754	44	0,25	0,29	0,367	0,87	0,67	9,0	5412
1,754		0,25	0,29	0,367	0,87	0,67	9,0	5412
1,754	36	0,50	0,29	0,367	0,87	0,67	9,0	5412
1,754	35	0,25	0,29	0,367	0,87	0,67	9,0	5412
1,754	37	1,00	0,29	0,367	0,87	0,67	9,0	5412
1,754	37	0,60	0,29	0,367	0,87	0,67	9,0	5412
1,754	37	0,50	0,29	0,367	0,87	0,67	9,0	5412
T 1,754	37	0,30	0,29	0,367	0,87	0,67	9,0	5412
1,754	42	0,25	0,29	0,367	0,87	0,67	9,0	5412
1,754	36	0,25	0,29	0,367	0,87	0,67	9,0	5412
1,087	40	0,40	0,18	0,285	0,77	0,59	10,2	3801
1,124	38	0,65	0,18	0,285	0,77	0,59	10,2	3931
1,087	37	0,70	0,18	0,285	0,77	0,59	10,2	3801
1,087	40	0,60	0,18	0,285	0,77	0,59	10,2	3596
1,087	37	0,70	0,18	0,285	0,77	0,59	10,2	3596
1,087	39	0,80	0,18	0,285	0,77	0,59	10,2	3596
1,087	36	0,20	0,18	0,285	0,77	0,59	10,2	3596
1,087	37	0,60	0,18	0,285	0,77	0,59	10,2	3596
1,754	41	0,60	0,29	0,367	0,87	0,67	9,0	5120