

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EVSEL ATIKSU ARITMA TESİSİ
MALİYETLERİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER
VE ARALARINDAKİ BAĞANTILARIN
ARAŞTIRILMASI

Ali TOLTAR
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

GEBZE
2006

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EVSEL ATIKSU ARITMA TESİSİ
MALİYETLERİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER
VE ARALARINDAKİ BAĞANTILARIN
ARAŞTIRILMASI

Ali TOLTAR
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Prof.Dr. Mehmet KARPUZCU

GEBZE
2006

ÖZET

TEZ BAŞLIĞI: Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Maliyetlerine Etki Eden Faktörler ve Aralarındaki Bağantıların Araştırılması

YAZAR ADI : Ali TOLTAR

Türkiye'deki beldeler göz önüne alındığında, çoğunda kanalizasyon şebekesinin, pek çoğunda ise atıksu arıtma tesisinin bulunmadığı görülür. Bu durumun ana sebeplerinden bir plansız şehirleşme ve çarpık yapılaşmadır. Bu durum kentlerde alt yapı sorunları yaratmaktadır. İçme ve kullanma suyu büyük ölçüde karşılanmış olmasına rağmen, atıksu toplama sistemi, atıksuların arıtılacağı tesisler ve yağmur suyu drenaj şebekeleri ya mevcut değil ya da çok yetersiz durumdadır. Bunun neticesinde gerek yağmur suları gerekse de kullanılmış sular doğrudan alıcı ortamlara deşar edilmekte ve bu alıcı ortamlar özellikle alıcı su ortamları (nehir, deniz ve göl) aşırı derecede kirlenerek faydalı kullanım özelliklerini kayıp etmektedir. Bu nedenle atıksuların mutlaka arıtıldıktan sonra alıcı ortamlara verilmesi gerekmektedir.

Yerleşim birimlerinde oluşan atıksuların en uygun teknoloji seçilerek ve en düşük maliyetiyle arıtılması esastır. Bunun için ülke çapında, ortaya çıkan atıksuların miktarı ile özelliklerinin bilinmesi gereklidir. O halde ülkemizde yapılması gereken ilk işin yerleşim birimleri baz alınarak meydana gelecek evsel atıksu miktarları ile bu atıksuların özelliklerinin bilinmesi gerekir. Aksi takdirde en uygun arıtma teknolojilerinin seçimi mümkün olmayacaktır. En ekonomik çözüm için ise atıksu arıtma tesislerinin maliyetlerinin incelenmesi gereklidir.

Ülkemizde büyüklü küçüklü 3.000'nin üzerinde belediye vardır. Ancak bunların pek çoğunda arıtma tesisi yoktur. Belediyelerin çoğunluğu orta büyüklüktedir. Bu nedenle nüfusu 5.00 ile 50.000 arasında olan yerleşim birimlerinde her nüfus dilimi için uygun maliyetli arıtma teknolojisinin seçimi kısıtlı maddi imkânları haiz olan ülkemizde uygulanabilir sistemlerin gelişmesini sağlayacaktır.

Bu çalışmada evsel atıksulara uygulanabilecek arıtma sistemleri hakkında kısa bilgiler verilmiştir. Ayrıca evsel atıksuların karakteristikleri literatürden yararlanılarak genel olarak ifade edilmiştir. Ülkemizdeki beldelerin pek çoğunda arıtma tesislerinin bulunmayışı ve mevcutların da işletilmemesi seçilen teknolojilerin pahalı olması ve yerleşim birimlerinin yeterli mali güce sahip olmamasından kaynaklanmaktadır.

Bu nedenle özellikle evsel atıksuların arıtılmasında yaygın bir şekilde kullanılan aktif çamur (AÇ) metodu için yatırım ve işletme maliyetlerinin hesabında ele alınacak unsurlar belirtilmiştir. Daha sonra maliyete etkili olan bu unsurlar ile maliyet arasındaki olabilecek bağıntılar hesaplanmıştır. Hesaplanan korelasyonlarda literatürdeki maliyet verilerinden faydalanılmıştır. Ayrıca tesis büyüklüklerine tesir eden kalite parametreleri arasında da korelasyonlar araştırılmıştır. Kanal maliyeti ile nüfus inşaat Yatırım mekanik aksam bedeli ve toplam maliyeti ile nüfus arasında kuvvetli korelasyonların olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yıllık elektrik ve kimyasal madde maliyetleri ile nüfus arasında kuvvetli matematik bağıntılar bulunmuştur. Kişi başına düşen arıtma tesisi maliyeti ile nüfus ve arıtılan atıksu debisi başına düşen maliyetle nüfus arasında da kuvvetli korelasyonların bulunduğu gösterilmiştir.

Geliştirilen bu korelasyonlar yardımıyla nüfusa bağlı ve /veya arıtılacak debiye bağlı olarak aktif çamur sistemleri (AÇ) için yatırım, işletme ve toplam maliyetler hesaplanabilecektir. Bu tip çalışmaların diğer arıtma sistemleri için de yapılması gerekmektedir.

SUMMARY

TITLE OF THE THESIS: Factors Affecting Costs Of Domestic Wastewater

Treatment Plants

AUTHOR: Ali TOLTAR

Considering small cities in Turkey, it is being observed that whereas sewerage systems do not exist in many of them; waste water treatment facilities of cities do not present in most of them. One of the main reasons of this situation is unplanned urbanization and irregular constructions faced with such districts. This situation creates infrastructural problems in such cities. Although a great deal of drinking and usage water has been met; neither waste water collection system- waste water treatment facilities nor rain water drainage network exist or they are very insufficient.

As a result of this situation, rain waters and waste waters directly have been discharged to fluvial environment and related receiver environments, especially fluvial water environments (such as rivers, sea and lakes) are excessively polluted and they lose their profitable usage features. For this reason waste waters must have been absolutely treated before discharging to receiver fluvial environments.

It is essential to treat waste waters arisen from residential districts by choosing the most appropriate technology and the low costs. For this aim, quantities and features of waste waters arisen from the whole country must have been clearly considered. Therefore the first necessary thing to do for this aim is to determine quantities and features of domestic waste waters in connection with basis of residential districts. Otherwise it will not be possible to choose the most convenient water treatment Technologies. The most economical waste water treatment costs must have been analyzed in this connection.

In our country there are approximately above 3.000 municipalities in different sizes. But there is not any treatment facility in most of them. Great

deal of such municipalities are in medium-sized. Therefore choosing of the most appropriate treatment technology in convenient cost per each residential slice of settlement areas in populations of 5.000 to 50.000 inhabitants, shall provide improvement of applicable systems in our country which has limited economic conditions.

This study submits short information on treatment systems to be applied for residential waste waters. Furthermore by means of related literature, characteristics of residential waste waters have been defined in general. Absence of waste water treatment facilities and lack of running of present facilities arisen from chosen expensive Technologies and insufficient economic condition of residential districts of related cities.

For this reason especially elements and components to be taken into consideration during investigation and operation costs for activated mud (AM) which is generally used for treatment of residential waste waters have been defined. Then correlations between this elements and related cost levels have been calculated. During calculated correlations, cost data exists in literature was used. Besides correlations between quality parameters which affect largeness of facilities were researched.

By help of these improved correlations, domestic investigation, operation and total costs based on population and/or capacity to be treated can be calculated. Such kind of studies must be implemented for other treatment systems either.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamı yöneten ve beni yönlendiren, bu çalışma süresince büyük ilgi ve desteklerini gördüğüm saygı değer hocam Prof. Dr. Mehmet KARPUZCU 'ya ve korelasyon araştırmalarına yardımcı olan Araş. Gör. Aytuğ SİVASLIGİL' e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xi
1. AMAÇ VE KAPSAM	1
2. TÜRKİYE’DE EVSEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİNİN DURUMU	2
3. EVSEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİ	9
3.1. Mekanik Arıtma Sistemleri	10
3.2. Kimyasal Arıtma Sistemleri	10
3.3. Biyolojik Araştırma Sistemleri	10
4. ATIKSU ARITMA TESİSLERİNDE MALİYET UNSURLARI	15
4.1.Genel	15
4.2.Yatırım Maliyetleri	18
4.3.İşletme Maliyeti	20
5. MALİYET VE MALİYET FAKTÖRLERİ ARASINDAKİ BAĞLANTILAR	30
5.1. Genel	30
5.2. İlk Yatırım Maliyetin Hesabı	30
5.2.1. Atıksu Arıtma Tesisi İnşaat Maliyet Kalemleri	31
5.3. İşletme Maliyetleri	31
5.4. Maliyet Unsurları Arasındaki Bağlantılar	32
6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER	43
KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ	46

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Aktif çamur sistemine göre çalışan bir kullanılmış su tasfiye tesisinin akış diyagramı	12
3.2. Uzun havalandırmalı proses akım şeması	13
3.3. Biyoloji ünitesi damlatmalı filtre olan atık su arıtma tesisi akım diyağramı	14
4.1 Bekleme Süresi ile AKM giderimi arasındaki bağıntı	24
4.2 Bekleme Süresi İle BOI ₅ giderimi arasındaki bağıntı	24
4.3 Yüzey Yükleme İle AKM giderimi arasındaki bağıntı	25
4.4 Yüzey Yükleme ile BOI ₅ giderimi arasındaki bağıntı	26
5.1. Kanal Maliyeti-Nüfus Bağlantıları	33
5.2. Arıtma Tesisi İnşaat Yatırım Maliyeti İle Nüfus Arasındaki Bağıntı	36
5.3. Arıtma Tesisi Mekanik Ekipman Yatırım Maliyeti-Nüfus İlişkisi	36
5.4. Arıtma Tesisi Toplam Yatırım Maliyeti-Nüfus İlişkisi	37
5.5. Nüfus ile Kişi Başına Yatırım Maliyeti Arasındaki Bağıntı	39
5.6. Arıtılan Birim Atıksu Başına Düşen Maliyet ile Nüfus Arasındaki Bağıntı	39
5.7. Yıllık Elektrik Maliyeti ile Nüfus Arasındaki Bağıntı	41
5.8. Yıllık Kimyasal Madde Gideri ile Nüfus Arasındaki Bağıntı	42

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Beldiyelerdeki Atıksu ve Arıtma Hizmetleri	3
2.2. Belediyelerin kanalizasyon sistemi ve arıtma tesisi kullanımına göre dağılımı	4
2.3. Atıksu arıtma tesislerinin mevcut durumu	7
3.1. Evsel atıksuların debi ve özellikleri	9
3.2. Ham atıksu ve uygulanacak çeşitli prosesler sonrasında arıtılmış atıksu özellikleri	11
4.1. Nüfusa bağlı olarak su tüketimlerinin değişimi	15
4.2.Çeşitli ülkelerdeki kişi başına düşen birim atıksu debileri	16
4.3. İller bankası'na göre kişi başına kirletici yükleri	16
4.4. Çeşitli ülkelere ait birim kirletici yükler	17
4.5. Turistik bölgelere ait evsel atıksu karakterizasyonu	18
4.6. Nüfusa bağlı atıksu toplama sistemi yatırım bedelleri	21
4.7.Optimum maliyete dayalı tasarım için nüfus ve atıksu miktarı	22
4.8. 100.000 kişilik arıtma tesisi maliyet analizi	23
4.9. Arıtma veriminin AKM ve BOI ₅ hidrolik bekletme süresi ile değişimi	23
4.10. Yüzey yüklemesine bağlı arıtma verimi (AKM ve BOI ₅)	25
4.11. Nüfusu 1.000.000'a kadar olan mevcut kentsel atıksu arıtma tesislerinin maliyetleri	27
4.12. Nüfusu 1.000.000'dan büyük kentsel atıksu arıtma tesislerinin maliyetleri	29
5.1. Nüfusa bağlı kanal yatırım maliyetleri	33
5.2. İnşaat yatırım bedeli (AÇ)	34
5.3. Elektrik ve Mekanik Ekipman Yatırım Bedeli	35
5.4. Toplam Yatırım Maliyeti	35
5.5. Kişi Başına Yatırım Maliyeti Dağılımı	38
5.6. Arıtılan Birim Su Başına Maliyet Dağılımı	38
5.7. Yıllık Elektrik Giderinin Nüfusa Göre Dağılımı	40
5.8. Yıllık Kimyasal Madde Bedelinin Nüfusa Göre Dağılımı	41

1. AMAÇ VE KAPSAM

Günümüzde yerleşim merkezlerinden kaynaklanan atıksu arıtma tesisleri ya yanlış dizayn veya maliyetli sistemlerin seçilmiş olmasından dolayı çalıştırılmamaktadır. Dizayn hataları genel olarak dizayn'a esas olacak verilerin yeterli doğrulukta elde edilmemiş olmasındandır. Bu nedenle beldelerde oluşan evsel atıksuların miktarı ve özelliklerinin doğru olarak bilinmesi gerekmektedir. Özellikle büyükşehirlerin atıksu arıtma tesisi projelerinde kullanılan verilerin ülkemiz şartlarına uymayan yabancı ülkelerden temin edilmiş olması önemli bir problem teşkil etmektedir. Yabancı ülkelerden temin edilen verilere göre projelendirilen arıtma tesisleri ise ihtiyaçtan büyük, işletilmesi zor yatırım ve işletme giderleri yüksek olan tesisler olmaktadır. Bu ise zaten kısıtlı olan finans kaynaklarının gereği gibi kullanılmamasına sebep olmaktadır.

Bu çalışmada evsel atıksu arıtma tesisi ile ilgili genel ve kısa bilgi verilerek arıtma tesisi maliyetlerine tesir eden unsurlar ve bu unsurlar ile maliyet arasındaki bağıntılar incelenmiştir. Arıtma tesislerinin seçiminde ve projelendirilmesinde arıtılmış suyun sağlaması gereken standartlar kadar arıtma tesislerinin yatırım ve işletme maliyeti de önemlidir. Yerleşim birimleri için uygun arıtma tesisinin seçiminde maliyet-arıtma derecesi ve maliyet-nüfus bağıntıları kullanılması gereken önemli araçlardır.

Bu nedenle atıksu arıtma tesislerinde göz önüne alınması gereken maliyet unsurları özetlenmiş ve maliyet unsurları ile arıtılan atıksu debisi ve nüfus arasındaki olası bağıntılar incelenmiştir. Bu korelasyonların hesabında değişik kaynaklarda verilen atıksu arıtma tesisi maliyetleri kullanılmıştır. Geliştirilen bağıntılar yardımıyla beldenin nüfusunun ve / veya arıtılan atık suyun miktarları bilinmesi halinde maliyetlerin hesaplanabileceği gösterilmiştir.

2. TÜRKİYE'DE EVSEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİNİN DURUMU

Devlet İstatistik Enstitüsünün 1995 yılı Çevre envanterine göre kanalizasyon şebekeleri ile deşarj edilen toplam atıksuyun %31'nin 1.000.000 – 5.000.000 nüfus aralığındaki dört belediyeden, %23'ünün 100.000 -500.000 nüfus aralığındaki 45 belediyeden; %10'nun 50.000-100.000 nüfus aralığındaki 68 belediyeden %9'unun 5.000.000 daha fazla nüfuslu bir belediyeden (İstanbul) kaynaklanmaktadır.

Aynı envantere göre 2001 yılında belediyelerde yaşayan nüfusun %75,3 ne kanalizasyon şebekesi hizmeti verilmektedir. Ancak arıtılan atıksuların oranı %44'tür. DIE 2001 Çevre anketine göre belediyelerdeki atıksu kanalizasyon ve arıtma durumları Tablo 2,1'de verilmiştir. Türkiye'deki atıksu arıtma tesisi ve kanalizasyon şebekelerinin illere göre dağılımı ise Tablo 2.2'de gösterilmiştir. Türkiye'deki mevcut arıtma tesislerinin durumu DIE tarafından 2001 çevre envanter çalıştırılmalarında araştırılmış olup neticeler Tablo 2.3 de verilmiştir.

Tabloların incelenmesinden 2001 verilerine göre ülke nüfusunun yaklaşık %79 u beldelerde yaşamaktadır. Geriye kalan %21lik dilim ise kırsal alanlardan yaşamakta olup bu yerleşim birimlerinde atıksu problemleri genel olarak fosseptik sistemi ile çözülmektedir.

Beldelerdeki nüfusun ise %75'in de kanalizasyon sistemi vardır. Ancak bu kanal şebekelerinin büyük çoğunluğunda atıksu arıtma tesisi bulunmamaktadır. Beldelerde yaşayan nüfusun sadece %17'sinde arıtma tesisi vardır. 3215 adet beldede bulunan arıtma tesisi sayısı 112dir. Bunların da büyük bir kısmı mekanik arıtma şeklindedir. Bu istatistikler Türkiye'de atıksu arıtma tesisinin çok eksik olduğunu, ülke şartlarında çok büyük sayılarda atıksu arıtma tesisi yapılması gerektiğini göstermektedir.

Tablo 2.1. Beldiyelerdeki Atıksu ve Arıtma Hizmetler (DİE Çevre Envanteri 2001)

Arıtım ve Kanalizasyon Sistemi Durumu	Sayısı/Mikarı
Toplam belediye sayısı	3215 adet
Belediye nüfusu	53.377.431 kişi
Belediye nüfusunun Türkiye nüfusuna oranı	%78.7
Kanalizasyon şebekesi olan belediye sayısı	1879
Hizmet ettiği nüfus yüzdesi	%75.3
Şebekeden deşarj edilen atıksu miktarı m ³ /gün	7.471x10 ³
Atıksu arıtma tesisi kullanılan belediye sayısı	170
Atıksu arıtma tesisi sayısı	112
Hizmet ettiği nüfus yüzdesi	%16,8
Deniz deşarjı yapan belediye sayısı	58
Atıksu arıtma tesisi kapasitesi m ³ /gün	6.452x10 ³
Fiziksel arıtma	2.765x10 ³
Biyolojik arıtma	2.953x10 ³
Gelişmiş arıtma	732x10 ³
Arıtılan miktar m ³ /gün	3.307x10 ³
Fiziksel arıtma	1.251x10 ³
Biyolojik arıtma	1.620x10 ³
Gelişmiş arıtma	436x10 ³
Kanalizasyon şebekesinin işletilmesinden sorumlu birimler belediye birimi	3069 adet
Bağlı kuruluş	131 adet
Özel sektör	3 adet
Birlik	12 adet

Tablo.2.2. Belediyelerin kanalizasyon sistemi ve arıtma tesisi kullanımına göre dağılımı (DİE çevre envanteri 2001)

İller	Toplam belediye sayısı	Belediye nüfusu	Kanalizasyon Şebekesi Kullanan			Aritma Tesisi Kullanan
			Belediye sayısı	Belediye yüzdesi	İçindeki	Belediye nüfusu içindeki yüzdesi*
TÜRKİYE	3 215	53 377 431	1 879	75,3	170	16,8
Adana	53	1 567 944	27	83,9	2	4,9
Adıyaman	28	409 832	12	77,1	2	45,2
Afyon	108	644 053	88	79,5	1	19,2
Ağrı	12	265 494	9	46,4	--	--
Amasya	29	248 195	24	86,2	--	--
Ankara	67	3 712 005	55	96,1	12	87,1
Antalya	103	1 403 280	24	30,9	16	27,5
Artvin	12	95 581	9	67,8	--	--
Aydın	54	663 127	18	58,4	5	42,1
Balıkesir	52	691 665	42	87,5	5	14,0
Bilecik	15	141 041	13	89,1	--	--
Bingöl	13	141 510	8	77,4	--	--
Bitlis	15	254 642	6	55,6	--	--
Bolu	13	153 389	13	95,2	2	19,7
Burdur	29	175 616	18	75,2	1	9,9
Bursa	55	1 800 896	50	97,3	9	74,7
Çanakkale	34	276 966	27	78,9	1	0,6
Çankırı	28	187 168	18	76,2	--	--
Çorum	38	362 467	25	87,6	1	44,1
Denizli	100	668 806	57	71,7	--	--
Diyarbakır	32	954 496	22	65,3	--	--
Edirne	26	269 882	17	75,9	--	--
Elazığ	26	432 086	11	78,4	1	60,4
Erzincan	29	247 235	13	62,7	1	43,3
Erzurum	39	613 806	32	92,6	--	--
Eskişehir	32	606 393	16	79,3	3	71,7
Gaziantep	28	1 074 178	23	95,9	3	79,5
Giresun	31	329 820	21	66,2	--	--
Gümüşhane	18	115 728	13	73,4	--	--
Hakkâri	8	159 264	2	27,4	--	--
Hatay	76	954 148	16	33,7	1	13, 3
Isparta	50	421 763	42	85,1	2	39,2
İçel	70	1 404 078	18	60,8	7	47,9
İstanbul	74	9 838 860	62	83,9	41	80,7
İzmir	89	3 015 330	67	84,8	5	68,3

Tablo.2.2. Belediyelerin kanalizasyon sistemi ve arıtma tesisi kullanımına göre dağılımı (DİE çevre envanteri 2001) Devamı

İller	Toplam belediye sayısı	Belediye nüfusu	Kanalizasyon Şebekesi Kullanan			Arıtma Tesisi Kullanan
			Belediye sayısı	Belediye yüzdesi	İçindeki	Belediye nüfusu içindeki yüzdesi*
TÜRKİYE	3 215	53 377 431	1 879	75,3	170	16,8
Kars	10	147 092	4	56,3	--	--
Kastamonu	21	176 609	18	50,9	--	--
Kayseri	65	895 194	30	74,0	--	--
Kırklareli	26	240 129	22	87,2	--	--
Kırşehir	30	196 220	9	53,0	--	--
Kocaeli	45	1 089 256	30	80,5	4	19,1
Konya	206	1 920 108	93	65,6	4	5,0
Kütahya	77	481 539	68	87,0	2	35,1
Malatya	54	686 355	37	80,8	--	--
Manisa	84	919 718	64	83,3	4	33,7
Kahramanmaraş	64	741 617	15	68,9	2	9,2
Mardin	31	501 829	18	46,3	--	--
Muğla	61	445 940	16	39,8	5	11,8
Muş	27	252 721	8	29,7	--	--
Nevşehir	45	236 901	29	71,9	3	11,1
Niğde	52	271 410	16	51,5	2	37,5
Ordu	72	651 672	47	51,0	3	32,9
Rize	21	239 997	15	51,5	--	--
Sakarya	40	517 550	18	74,7	--	--
Samsun	51	739 758	22	79,1	3	14,5
Siirt	13	178 416	13	85,5	--	--
Sinop	11	107 103	11	91,7	--	--
Sivas	46	513 092	36	87,3	--	--
Tekirdağ	33	500 123	20	73,3	1	18,2
Tokat	77	598 165	66	87,4	1	0,4
Trabzon	77	727 320	41	55,0	1	1,9
Tunceli	10	56 932	9	83,5	--	--
Şanlıurfa	26	914 185	12	71,-5	1	38,0
Uşak	24	222 924	19	81,5	--	--
Van	20	496 336	2	40,1	2	40,1
Yozgat	65	475 911	37	64,3	--	--
Zonguldak	32	386 379	26	68,8	4	44,4
Aksaray	48	321 840	7	39,2	1	30,3
Bayburt	9	55,196	8	93,9	--	--
Karaman	16	175 258	4	48,3	1	42,1

Tablo.2.2. Belediyelerin kanalizasyon sistemi ve arıtma tesisi kullanımına göre dağılımı (DİE çevre envanteri 2001) Devamı

İller	Toplam belediye sayısı	Belediye nüfusu	Kanalizasyon Şebekesi Kullanan			Arıtma Tesisi Kullanan
			Belediye sayısı	Belediye yüzdesi	İçindeki	Belediye nüfusu içindeki yüzdesi*
TÜRKİYE	3 215	53 377 431	1 879	75,3	170	16,8
Kırıkkale	27	339 139	17	85,5	--	--
Batman	12	326 746	7	78,4	--	--
Şımak	20	257 944	3	39,7	--	--
Bartın	9	62 145	9	82,6	--	--
Ardahan	9	45 875	5	35,9	--	--
İğdır	8	96 472	1	43,4	1	43,4
Yalova	15	127 451	8	72,9	2	60,9
Karabük	8	162 494	8	97,2	--	--
Kilis	5	76 824	4	79,5	--	--
Osmaniye	16	350 472	2	44,4	--	--
Düzce	11	145 329	7	74,3	2	41,5

*Kanalizasyon şebekesinin hizmet ettiği nüfusa göre hesaplanmıştır.

Tablo.2.3. Atıksu arıtma tesislerinin mevcut durumu (DİE Çevre envanteri 2001)

	Fiziksel arıtma 1000 m ³ /yıl			Biyolojik arıtma 1000 m ³ /yıl			Gelişmiş arıtma 1000 m ³ /yıl		
	Tesis Sayısı	Toplam kapasite	Arıtılan miktar	Tesis sayısı	Toplam kapasite	Arıtılan miktar	Tesis sayısı	Toplam kapasite	Arıtılan miktar
TÜRKİYE	44	1 009 546	456 618	65	1 078 137	591 491	3	267 302	159 150
Adana	--	--	--	2	4.158	2.828	--	--	--
Adıyaman	2	23.179	12.520	--	--	--	--	--	--
Afyon	--	--	--	1	21.760	16.425	--	--	--
Ağrı	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Amasya	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Ankara	--	--	--	4	287.019	182.357	--	--	--
Antalya	1	5.500	5.500	8	74.751	55.325	--	--	--
Artvin	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Aydın	2	29.959	14.664	3	9.946	4.807	--	--	--
Balıkesir	2	18.751	3.531	3	20.265	5.667	--	--	--
Bilecik	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Bingöl	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Bitlis	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Bolu	2	2.081	1.521	--	--	--	--	--	--
Burdur	1	4.460	946	--	--	--	--	--	--
Bursa	2	21.444	2.323	4	120860	53.665	--	--	--
Çanakkale	--	--	--	1	110	73	--	--	--
Çankırı	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Çorum	--	--	--	1	22.075	11.038	--	--	--

3.EVSEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİ

Evsel atıksu arıtma sistemlerinin seçiminde etkin olan en önemli iki faktörden biri ham evsel atıksularının özelliği, diğeri ise arıtılmış atık suları sağlayacağı standartlardır. Ayrıca atıksu debisi ve kirlilik yükleri de aynı derecede önemlidir.

Bu nedenle arıtılması gereken ham suyun miktarı ve özellikleri arıtma tesislerinin boyutlandırılmasından önce bilinmelidir. Arıtma tesisi yapılacak yerleşim birimlerindeki atıksu karakterleri, kanal mevcut olmadığından önceden bilinmez. Ancak evsel atıksuların özellikleri genel olarak literatürde bellidir. Atık sularda analiz yapılamaması halinde kişi başına üretilen kirlilik parametrelerinin değerleri kullanılır. Evlerden gelen atıksuların debileri ve tipik özellikleri Tablo 3.1de gösterilmektedir.

Tablo.3.1. Evsel atıksuların debi ve özellikleri (Çobanoğlu Z, Güler Ç., 1998 Çevre Mevzuatı)

Özellik	Değeri
Debi, lt/kişi/gün	80-300
BOI ₅ , g/kişi/gün	45-54
Toplam azot, g/kişi/gün (azot (N) olarak)	6-12
Toplam fosfor, g/kişi/gün (fosfor (P) olarak)	0.9-4.0
Potasyum, K ₂ O olarak, g/kişi/gün	2.0-6.0
Kloritler, g/kişi/gün	4-8
Toplam katı madde, g/kişi/gün	170-213
Mikroorganizmalar, 100 ml pis suda	120-145
Toplam bakteri	10 ⁹ -10 ¹⁰
Koliformlar	10 ⁷ -10 ³
Fekal streptococci	10 ⁵ -10 ⁶
Salmonella typhosa	10 ¹ -10 ⁴
Protozoan-cysts	10 ¹ -10 ³
Helminthic eggs	10 ¹ -10 ³
Virüs	10 ² -10 ⁴

Kanalizasyon şebekesinin yeterince verimli olarak çalıştığı durumlarda, biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) değeri ortalama 54 g/kişi/gün'dür. Yağmur

sularının ve evlerden gelen atıksular, aynı kanalizasyon şebekesi ile toplandığı birleşik sistemlerde ise, bu değer yüzde 40 fazladır, yani 77 g/kişi/gün'dür. Büro, okul fabrika vesaire gibi, günün belli bir süresinde faaliyette bulunan yerlerde ise, BOİ değeri, 54 g/kişi/gün değerinin yarısı veya daha azı alınır.(Muslu Y, 1996 Atıksuların Arıtılması)

Evsel atıksuların arıtılmasında kullanılan arıtma tesisleri genelde mekanik (birinci kademe), kimyasal ve/veya Biyolojik arıtma (ikinci kademe)ve ileri arıtma olarak üç kademe incelenir, (Karpuzcu 2005). Kimyasal ve ileri arıtma sistemleri bu çalışmada göz önüne alınmamıştır.

Evsel atıksuların arıtılmasında kullanılan arıtma tesisleri ve bu arıtma tesislerinin elemanları aşağıda sıralanmıştır:

3.1. Mekanik Arıtma Sistemleri

- Izgara
- Kum ve/veya yağ tutucu
- Ön çöktürme havuzları

3.2.Kimyasal Arıtma Sistemleri

- Kimyasal madde ilaveli mekanik arıtma (karıştırıcılar)
- Kimyasal madde ilaveli çöktürme havuzları

3.3.Biyolojik Arıtma Sistemleri

- Aktif çamur sistemleri
- Uzun havalandırmalı aktif çamur sistemleri
- Azot gideren sistemler
- Biyo film prosesleri

Evsel atıksulara uygulanan değişik arıtma tesislerinin verimleri ham atıksuyun özellikleri ile birlikte Tablo 3.2'de verilmiştir (Hezne ve diğerleri 1992). Bir aktif çamur sistemi atıksu arıtma tesisi Şekil 3.1.'de, uzun

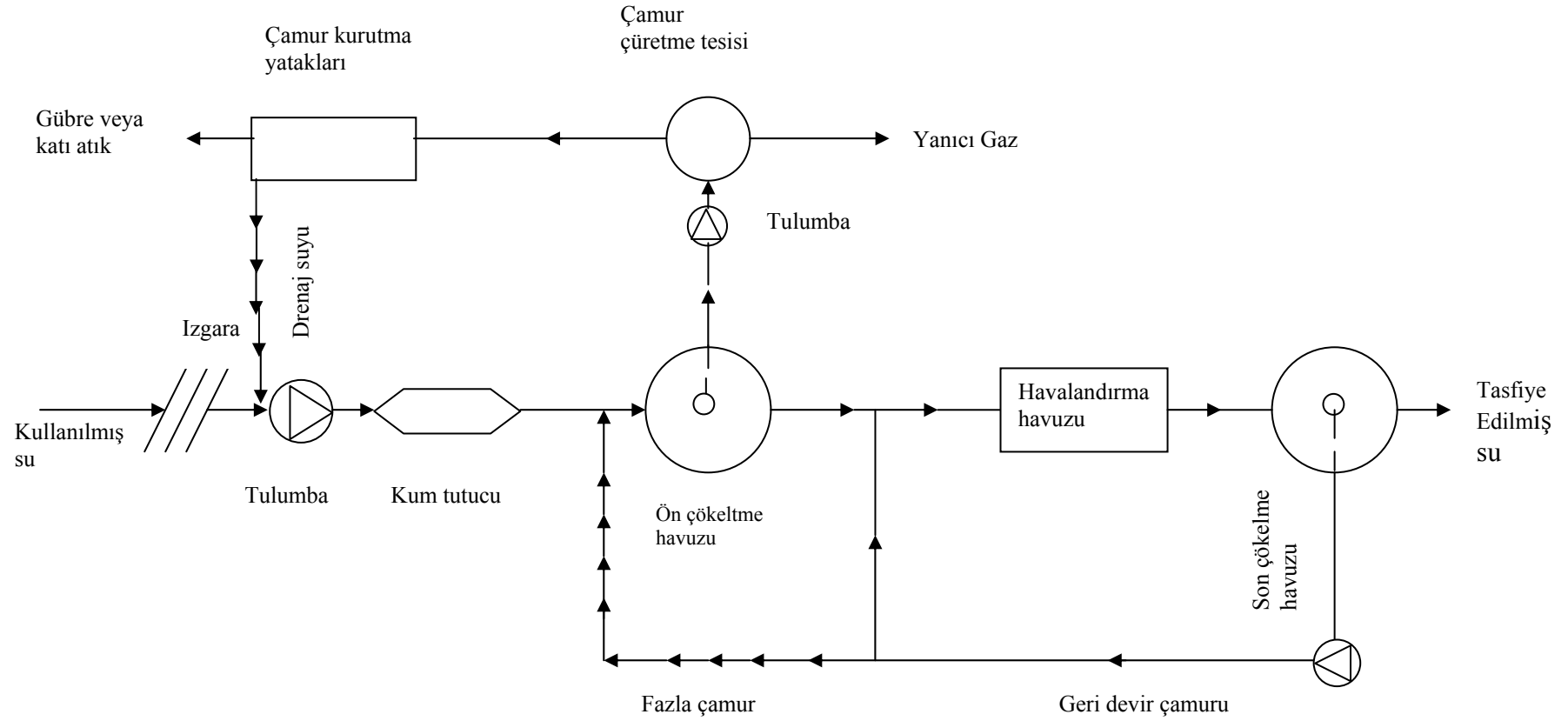
havalandırmalı sistem şekil 3.2.'de, damlatmalı filtre sistemi ise Şekil 3.3. akış diyagramları şeklinde gösterilmiştir.

Genel olarak Mekanik arıtma tesisleri ile Biyolojik arıtma tesisleri birlikte kullanılır. Kimyasal arıtma tesisleri daha çok sanayi atık sularının arıtılmasında kullanılmaktadır. Bu nedenle kimyasal arıtma tesisleri bu çalışmada incelenmemiştir.

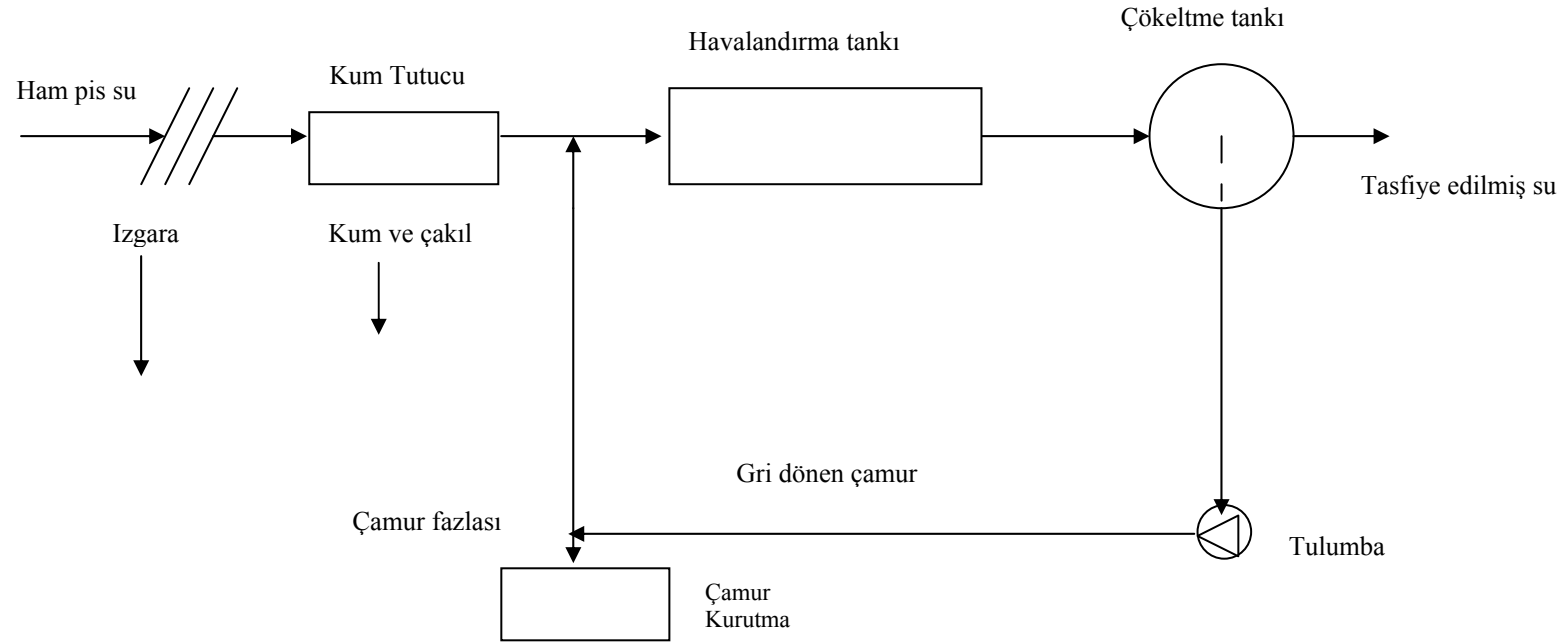
Biyolojik arıtma tesisi mekanik arıtmayı takip eder. Biyolojik arıtma tesisindeki biyolojik birim aktif çamur havalandırma havuzu, damlatma filtre, biyodisk vb. ünitelerden herhangi biri olabilir. Şekil 3.1, 3.2 ve 3.3 biyolojik ünitesi farklı olan sistemler görülmektedir.

Tablo.3.2. Ham atıksu ve uygulanacak çeşitli prosesler sonrasında arıtılmış atıksu özellikleri (Henze, ve diğ. 1993)

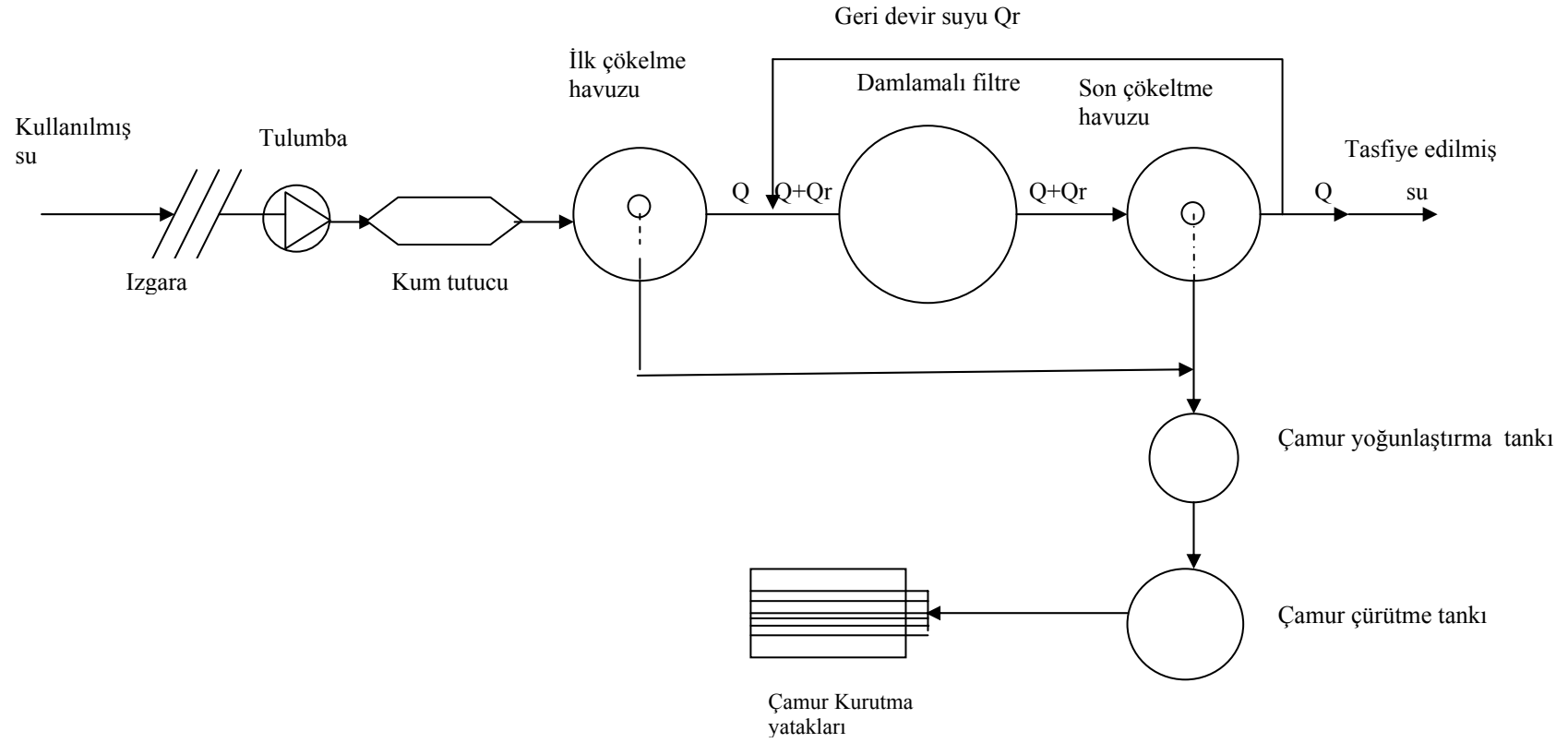
Ham Atıksu ve Çeşitli Arıtma Prosesleri	BOI ₅ mg/Lt	Toplam Azot mg/Lt	Toplam Fosfor mg/Lt	Fekal Koliform mg/Lt	Çözünmüş Oksijen mg/Lt
Ham Atıksu	250	48	12	10 ¹¹	0
Mekanik Arıtma	175	45	10	3x10 ¹⁰	0
Kimyasal Yüksek Yüklü	150	45	4	10 ⁸	1
Kimyasal Düşük Yüklü	100	40	1.5	2x10 ⁷	1
Biyolojik Yüksek Yüklü	100	40	10	4x10 ⁷	2
Biyolojik Düşük Yüklü	30	40	10	2x10 ⁷	3
Biyolojik Eşzamanlı Kimyasal	30	35	1.5	10 ⁷	2
Kimyasal Ön Çök, Biyolojik	15	35	1.5	10 ⁷	2
Aktif Çamurla Azot Giderimi	15	15	1.5	10 ⁷	3
Biyofilmle Azot Giderimi	10	12	1	10 ⁷	5



Şekil.3.1. Aktif çamur sistemine göre çalışan bir kullanılmış su tasfiye tesisinin akış diyagramı



Şekil.3.2.Uzun havalandırmalı proses akım şeması



Şekil.3.3. Biyoloji ünitesi damlatmalı filtre olan atık su arıtma tesisi akım diyağramı

4. ATIKSU ARITMA TESİSLERİNDE MALİYET UNSURLARI

4.1.Genel

Atıksu arıtma tesisi maliyetine tesir eden faktörler aşağıda kısaca özetlenmiştir: Arıtma tesislerinin boyutlandırılması ve arıtma tesisi maliyetlerinin hesap edilebilmesi için genel olarak arıtılacak atıksuyun miktarının bilinmesi gerekmektedir. Bunun için yerleşim biriminin nüfusuna ve kişi başına kullanılan günlük su miktarına ihtiyaç vardır. Türkiye’de kişi başına kullanılan su miktarı nüfusa bağlı olarak Tablo 4.1’de gösterilmiştir. Arıtılacak suyun arıtma tesisinin büyüklüğünü doğrudan etkilediği için atıksu arıtma maliyetine etki eden ana unsurdur. Bir mukayese yapılması için değişik ülkelerde kişi başına günlük su kullanımı Tablo 4.2’de verilmiştir.

Atıksu arıtma tesisi maliyetlerine tesir eden ikinci ana faktör arıtılacak atık suyun özellikleridir. Kirletici parametrelerin yüksek olduğu atıksuların mevcut standartları sağlayacak şekilde arıtılması diğer atık sulara göre daha maliyetli olmaktadır. İller Bankasına göre klasik atık su arıtma sisteminde kabul edilen kirletici yükleri Tablo 4.3’de gösterilmiştir.

Tablo.4.1. Nüfusa bağlı olarak su tüketimlerinin değişimi (Orhan, Sözen ve diğ.,2000)

Nüfusu Proje	Köy Hizmetleri (lt/kişi.gün)	İller Bankası (1985) (Lt/kişi.gün)
>3.000	60	60
3.001-5.000	60-80	70
5.001-10.000	70-80	80
10.001-30.000	--	100
30.001-50.000	--	120
50.001-100.000	--	170
100.001-200.000	--	200
200.001-300.000	--	225

Tablo.4.2.Çeşitli ülkelerdeki kişi başına düşen birim atıksu debileri (Henze, Buyer ,ve diğ., 1995)

Ülke	Atıksu Debisi lt/kişi-gün
Almanya	150
Belçika	80
Danimarka	150
Fransa	95
Hollanda	135
İngiltere	165
İspanya	245
İsveç	230
İsviçre	275
İtalya	230
Norveç	150

Tablo.4.3. İller bankası'na göre kişi başına kirletici yükleri (Orhan, Sözen ve diğ.,2000)

Parametre	Yük gr/kişi-gün
BOİ5	50-60
AKM	70-90
N	10-12
P	3-4

Kirletici parametre yükleri hayat standartlarına bağlı olarak bölgeden bölgeye ve ülkeden ülkeye değişmektedir. Bu durum Tablo 4.4'de çeşitli ülkeler için verilen değerlerden kolaylıkla anlaşılmaktadır.

Ülkemizde yapılan bir çalışmada turistik bölgelerdeki evsel atık suların özellikleri tespit edilmiştir. (Orhon ve diğerleri 1996) Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Tablo 4.5'de gösterilmiştir.

Burada sözü edilen kişi başına kullanılan su miktarları ve kişi başına ortaya çıkan kirletici yükleri hem arıtma tesislerinin boyutlarını hem maliyetlerini etkilemektedir. Arıtma tesislerinin maliyetleri bütün diğer tesislerde olduğu gibi iki ana gruptan oluşur. Bunlar yatırım ve işletme maliyetleridir. Bu maliyetlerle ilgili özet bilgiler aşağıda verilmiştir.

Tablo.4.4. Çeşitli ülkelere ait birim kirletici yükler (Henze, Guzer et al., 1995)

Kirletici	Birim	Danimarka	Brezilya	Mısır	Almanya	İtalya	İsveç	ABD
BOI	gr/kişi-gün	55-68	55-68	27-41	55-68	49-60	68-82	82-95
AKM	gr/kişi-gün	68-83	55-68	41-68	68-95	55-68	82-95	82-95
TN	gr/kişi-gün	14-19	8.2-14	8.2-14	11-16	8.2-14	11-16	14-19
TP	gr/kişi-gün	4.1-5.4	1.5-2.7	1-1.5	3.2-4.3	1.5-2.7	2.1-3.2	4.1-5.4
Deterjan	gr/kişi-gün	2.1-3.2	1.3-2.7	0.8-1.3	1.9-2.7	1.3-2.7	1.9-2.7	2.1-3.2
Fenol	gr/kişi-gün	0.027-0.054	--	0.0082-0.027	--	0.0082-0.027	--	--
Hg	gr/kişi-gün	0.00027-0.00054	--	0.000027-0.00054	--	0.00054-0.0001	0.027-0.054	--
Pb	gr/kişi-gün	0.0136-0.0273	--	0.0136-0.0273	--	0.0136-0.0273	0.0136-0.0273	--
Cr	gr/kişi-gün	0.0054-0.01	--	0.0054-0.01	--	0.0054-0.01	0.0013-0.0041	--
Zn	gr/kişi-gün	0.041-0.082	--	0.041-0.082	--	0.041-0.082	0.027-0.054	--
Cd	gr/kişi-gün	0.00054-0.001	--	--	--	--	0.0013-0.0019	--
Ni	gr/kişi-gün	0.0054-0.01	--	--	--	--	0.0013-0.0027	--

Tablo.4.5. Turistik bölgelere ait evsel atıksu karakterizasyonu (Orhan ve diğ., 1996)

Parametre	Fethiye		Marmaris		Bodrum	
	Ortalama mg/lt	Aralık mg/lt	Ortalama mg/lt	Aralık mg/lt	Ortalama mg/lt	Aralık mg/lt
KOI Toplam	227	190-245	370	215-480	473	335-530
KOI Çökelmiş	158	110-245	236	145-265	319	210-370
KOI Süzölmüş	52	30-145	96	60-125	128	85-140
TKN	26.8	20-37	37	31-42	45	32-57
NH ₃ -N	17.9	11.5-21	26	21-34	33	26-41
OrganikN	8.9	2-16	11.2	7-15	12.3	0.5-21
TP	5.4	3.3-9	7.7	5.6-9	8.8	7-11
AKM	150	100-270	194	170-265	227	140-310
UAKM	136	90-235	177	160-230	199	120-290
Alkalinite	412	310-470	462	380-520	486	410-540
TÇM	615	580-680	2107	900-2980	2470	2190-2850
Yağ ve gres	102	60-210	127	80-200	162	115-230
Klorür	110	100-120	853	250-1275	1049	945-1190
Deterjan	2.3	1.3-3.2	3.7	2.8-4.9	4.5	3.2-5
pH(-)	7.3	6.9-7.5	7.1	7.1-7.2	7.2	7.1-7.3

4.2.Yatırım Maliyetleri

Atıksu arıtma tesislerinin seçiminde değişik sistemler düşünülerek optimum çözümün bulunması gereklidir. Bunun için öngörülen her sistem için ilk yatırım ve işletme maliyetleri hesaplanarak toplam maliyetler bulunur. Bu maliyetler kıyaslanarak optimum çözüm seçilir. İlk yatırım maliyetleri tesis işletmeye alınana kadar yapılan bütün harcamaları kapsar. Bu harcamalar aşağıda sıralanmıştır.

- Arıtma tesisinin inşa edileceği arsa bedeli.

- Arıtma tesisi için yapılacak projelendirme müşavirlik, fizibilite v.b.raporlama giderleri.
- Arıtma tesisinin inşaat bedeli (temel sondajları dahil)
- Arıtma tesisi için gerekli olan mekanik ve elektrik ile ilgili ekipmanların satın alınması, taşınması ve montaj maliyetleri.
- Arıtma tesisleri ile ilgili borç alınmışsa bu para ve kredilere ödenen faizler.

Atıksu arıtma tesisinin maliyetleri ile ilgili analizlerde bazen kanalizasyon maliyetleri de incelenmektedir.

Nüfusa bağlı atıksu kanalizasyon sisteminin yatırım bedeli Tablo 4.6'da verilmiştir (İSKİ 1999).

Atıksu arıtma tesisinin maliyetlerini etkileyen faktörlerinin başında projeye esas alınacak nüfus ve birim atık su kullanımı gelmektedir. Optimum maliyetli tasarım için nüfus ve atıksu miktarı Tablo 4,7'de verilmiştir.

Atıksuların özellikleri ve arıtılmış atıksuları sağlayacağı standartlar seçilmiş olan sistemdeki arıtma birimlerinin boyutlarını etkiler. Örnek olarak sistemdeki hidrolik bekletme süreleri arıtma verimini etkiler. Optimum arıtma veriminin elde edilmesi için gerekli bekletme süresi arıtma tesisinin ilgili biriminin hacmini etkiler. Bu ise doğrudan arıtma tesisinin hem yatırım hem de işletme maliyetini artırır. Bu durum tablo.4.9.'da görülmektedir (Qasım 1999). Ayrıca Tablo.4.9.'daki değerler kullanılarak hidrolik bekletme süresi ile BOI_5 ve AKM giderim verimleri arasındaki bağıntılar hesaplanmıştır (Şekil.4.1 ve 4.2).

Atıksuların özellikleri ile maliyet arasındaki ilgiyi belirten başka bir parametre yüzey yüklemesidir. Yüzey yükleme arıtma tesisi birimlerinin m^2 yüzeyi başına bir günde m^3 olarak verilen atıksu debisidir. Yüzey yükleme arttıkça arıtma tesisi birimlerinin verimleri düşmektedir. İstenen optimum verime ulaşmak için belirlenecek yüzey yükü tesis boyutlandırılmasında esas alınır. Yüzey yükü büyüklüğü arıtma tesisi birimlerinin boyutunu

etkilediğinden doğrudan maliyetle ilgilidir. Arıtma verimlerinin (BOI_5 , AKM) yüzey yükü ile değişimi Tablo.4.10.'da gösterilmiştir. Ayrıca BOI_5 , ve AKM giderim verimleri ile yüzey yükü arasındaki bağıntılar hesaplanmıştır (Şekil.4.3 ve 4.4).

4.3.İşletme Maliyeti

Atıksu arıtma tesisi çalışmaya başladıktan sonra sistemin işletilmesi için gerekli olan harcamaları ve ekipmanların amortismanlarını kapsar. İşletme maliyetleri aşağıda sıralanmıştır.

- Gerekli kimyasal maddelerin maliyeti
- Personel giderleri
- Her türlü nakliye giderleri
- Yakıt, su ve elektrik giderleri
- Bakım ve onarım giderleri
- Sigorta giderleri
- Danışmanlık uzman vb. hizmet alımları
- Genel giderleri

Tablo.4.6. Nüfusa bağlı atıksu toplama sistemi yatırım bedelleri (İSKİ 1999)

Nüfus	Nüfus Yoğunluğu	Toplam Alan	Toplam Kanal Uzunluğu	Mm Cinsinden Çap Dağılımı %							Yatırım Bedeli	
Kişi	Kişi/ha	ha	m	300	400	500	600	700	800	900	USD	USD/kişi
5.000	100	50	8.000	0,99	0,01						1.024.720	204,94
7.500	100	75	12.000	0,99	0,01						1.537.080	204,94
10.000	100	100	16.000	0,98	0,02						2.050.880	205,09
15.000	100	150	24.000	0,98	0,02						3.076.320	205,09
25.000	150	167	26.667	0,97	0,03						3.420.533	136,82
35.000	150	233	37.333	0,96	0,04						4.792.107	136,92
50.000	150	333	53.333	0,96	0,04	0,00					6.845.867	136,92
100.000	250	400	64.000	0,95	0,05	0,00	0,00				8.220.800	82,21
150.000	250	600	96.000	0,92	0,04	0,02	0,01	0,01			12.268.802	81,79
200.000	250	800	128.000	0,91	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01		16.552.960	82,76
250.000	250	1.000	160.000	0,90	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	20.644.800	82,58
400.000	350	1.143	182.857	0,88	0,05	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	24.188.343	60,47
500.000	350	1.429	228.571	0,86	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	29.990.857	59,98
750.000	350	2.143	342.857	0,84	0,06	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	45.274.286	60,37
1.000.000	400	2.500	400.000	0,82	0,07	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	53.572.000	53,57
1.500.000	400	3.750	600.000	0,80	0,08	0,05	0,04	0,02	0,01	0,01	81.486.000	54,32
2.000.000	400	5.000	800.000	0,78	0,09	0,06	0,05	0,02	0,01	0,01	110.152.000	55,08

Tablo.4.7. Optimum maliyete dayalı tasarım için nüfus ve atıksu miktarı

Nüfus Kişi	Birim Atıksu Oluşumu Lt/n-gün	Toplam Atıksu Debisi m/gün
5.000	80	400
7.500	80	600
10.000	90	900
15.000	90	1.350
25.000	90	2.250
35.000	100	3.500
50.000	100	5.000
100.000	100	10.000
150.000	125	18.750
200.000	125	25.000
250.000	125	31.250
400.000	140	56.000
500.000	140	70.000
750.000	140	105.000
1.000.000	160	160.000
1.500.000	160	240.000
2.000.000	160	320.000

Atıksu arıtma tesisi maliyetleri seçilen arıtma teknolojisine göre farklılık göstermektedir. Avrupa’da bir çalışmada farklı arıtma tesisi maliyetleri 100.000 kişilik bir nüfus için Tablo 4.8’de verilmiştir (Henze ve Ødegaard 1994).

Türkiye’de mevcut ve 1.000.000 nüfusa kadar hizmet veren mevcut evsel atıksu arıtma tesislerinin maliyetleri ise Tablo 4.11’de verilmiştir (Dölgen 2004).

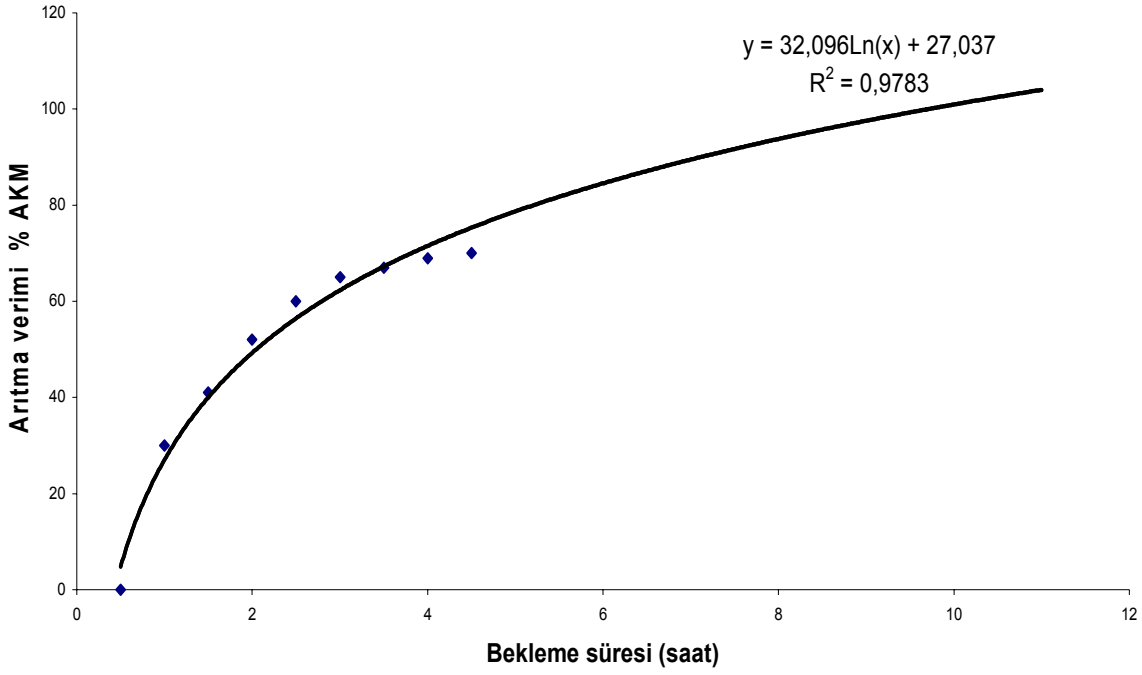
Nüfusu 1.000.000 dan büyük yerleşim birimlerine hizmet veren mevcut evsel atık su arıtma tesisi maliyetleri de Tablo 4.12’de gösterilmiştir (Dölgen 2004).

Tablo.4.8. 100.000 kişilik arıtma tesisi maliyet analizi (Henze ve Ødegaard, 1994)

Kullanılan Arıtma Prosesi	Yatırım Bedeli US \$/m ³	İşletme Bedeli US \$/m ³	Toplam Maliyet US \$/m ³
Mekanik Arıtma	0.01	0.05	0.016
Kimyasal Madde İlaveli Mekanik Arıtma	0.117	0.075	0.192
Kimyasal Madde İlaveli Çöktürme	0.113	0.083	0.217
Yüksek Yüklü Biyolojik Arıtma	0.150	0.083	0.233
Düşük Yüklü Biyolojik Arıtma	0.180	0.083	0.263
Eşzamanlı Biyolojik ve Kimyasal Arıtma	0.185	0.108	0.293
Kimyasal Çöktürme Sonrası Biyolojik Arıtma	0.167	0.100	0.267
Ön Denit, Eşzamanlı Biyolojik ve Kimyasal Arıtma	0.283	0.158	0.441
Ön Denit, Kimyasal Çöktürme Sonrası Biyofilm Arıtma	0.225	0.175	0.400

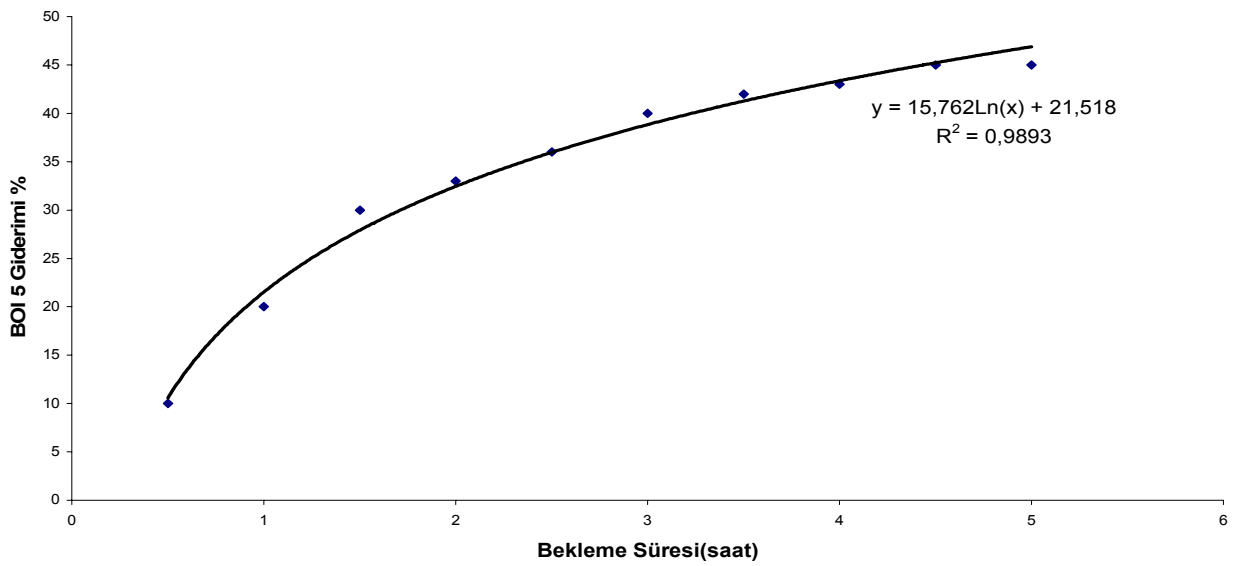
Tablo.4.9. Arıtma veriminin AKM ve BOI₅ hidrolik bekleme süresi ile değişimi

Bekletme Süresi (Saat)	Arıtma Verimi %	
	AKM	BOI ₅
0,5	30	10
1,0	41	20
1,5	52	30
2,0	60	33
2,5	65	36
3,0	67	40
3,5	69	42
4,0	70	43
4,5	71	45
5,0	71	45



Şekil 4.1 Bekleme Süresi ile AKM giderimi arasındaki bağıntı

Şekil incelendiğinde hidrolik bekleme süresi ile AKM giderim verimi arasında manidar bir bağıntı olduğu ve bekleme süresinin belirli bir değerinden sonra AKM gideriminin değişmediği görülmektedir.

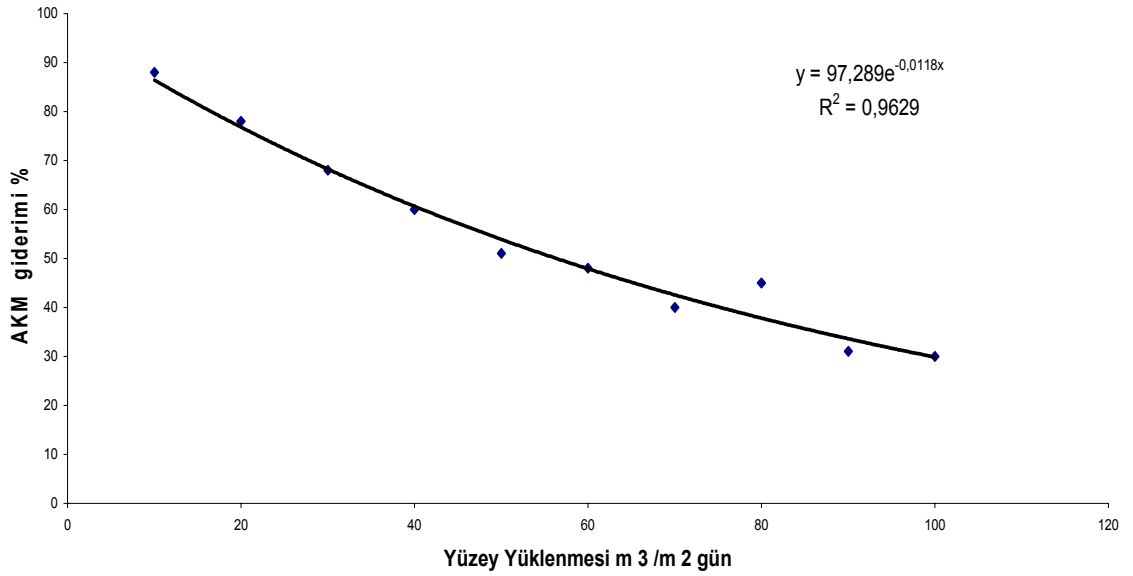


Şekil 4.2 Bekleme Süresi İle BOI₅ giderimi arasındaki bağıntı

Bekleme süresi arttıkça BOI_5 giderim verimi artmaktadır. Ancak giderim verimindeki artış hızı zamanla azalmaktadır. Ekonomik açıdan bekleme süresinin belirli bir değerden daha yüksek seçilmesi doğru olmaz.

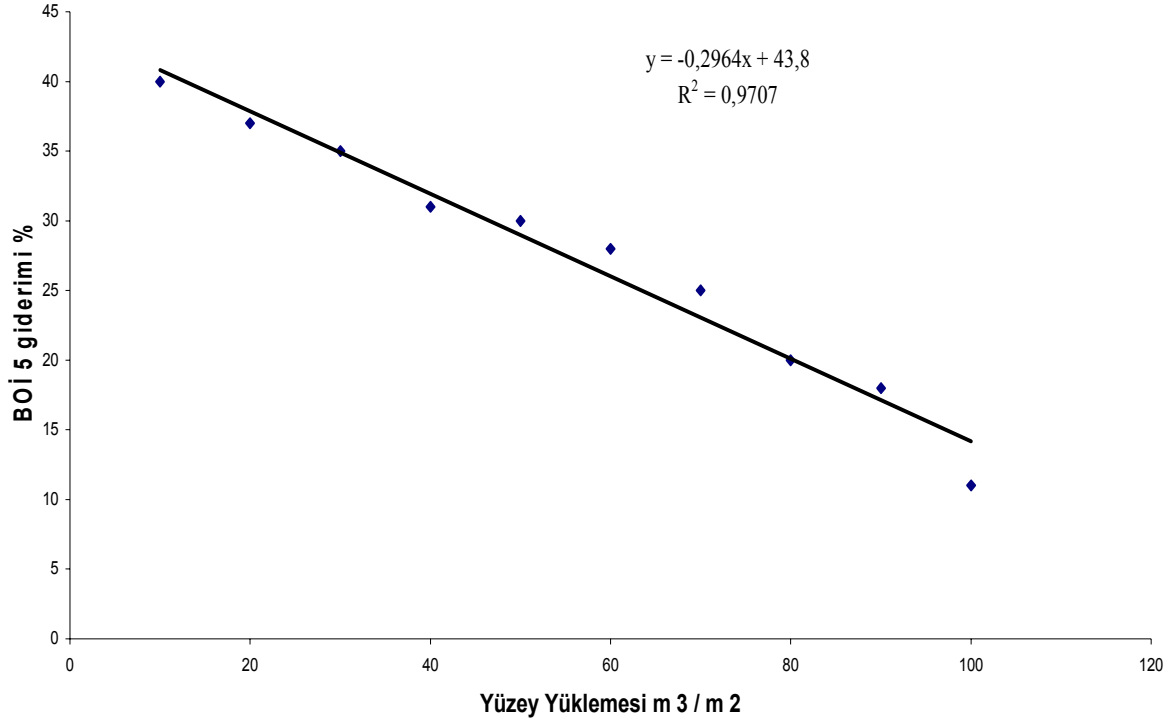
Tablo.4.10. Yüzey yüklemesine bağlı arıtma verimi (AKM ve BOI_5)

Yüzey Yüklemesi m M^3/m^2 gün	Arıtma Verimi %	
	AKM	BOI_5
10	88	40
20	78	37
30	68	35
40	60	31
50	51	30
60	48	28
70	40	25
80	45	20
90	31	18
100	30	11



Şekil 4.3 Yüzey Yüklemesi İle AKM giderimi arasındaki bağıntı

Yüzey yüklemesinin artması AKM giderim verimini üstel olarak azaltmaktadır. Maliyet analizleri ve arıtılmış atıksuyun özellikleri dikkate alınarak optimum yüzey yüklemesi belirlenmelidir.



Şekil 4.4 Yüzey Yüklemesi ile BOI₅ giderimi arasındaki bağıntı

Yüzey yükünün artması ile BOI₅ giderimi lineer olarak azalmaktadır. Bu durum arıtılmış atıksu karakteri bakımından yüzey yükünün önemli bir parametre olduğunu göstermektedir. BOI₅ giderim verimi ile yüzey yükü arasındaki korelasyon katsayısı $R^2=0,9707$ olarak bulunmuştur.

Tablo.4.11. Nüfusu 1.000.000'a kadar olan mevcut kentsel atıksu arıtma tesislerinin maliyetleri (Dölgen, 2004)

Arıtma Tesisi	Nüfus (kişi)	Debi (m³/gün)	Yatırım Maliyeti 10⁶ (USD)	Birim Maliyeti (USD/kişi)	Finansman Kaynağı	Proses
İst- Terkos	10.000	1.700	1.64	164	ÖK	UAC-NG
Gerede	20.500	583	4.4	213	ÖK-İB	SH
Kadıhanı	28.735	1.607	2.8	96	ÖK-İB	SH
Arifiye	32.459	3.504	1.1	35	ÖK-İB	OH
Bilecek	34.215	1.466	1.2	35	ÖK-İB	AÇ
Develi	40.164	2.448	1.6	40	ÖK-İB	DF
İst- Ataköy	45.000	7.650	11	244	ÖK	AC
Dinar	46.000	3.936	1.6	34.5	ÖK-İB	AC
Erçiş	48.052	2.892	3.0	62	ÖK-İB	SH
Afşin	56.531	4.085	1.8	35.5	ÖK-İB	UAC
Niğde-Bor	64.574	2.976	7.6	117	ÖK-İB	SH
Yozgat	64.917	5.232	2.3	34.5	ÖK-İB	AC
Foça	70.000	14.083	13	184	DK-İsp FAD	UAC-NG
Lüleburgaz	70.408	3.571	2.8	39	ÖK-İB	DF
Niğde	79.609	5.544	2.8	35	ÖK-İB	AC
Dalaman	80.000	20.000	49	612.5	DK-Dresdner Bank	UAC-NG
Reyhanlı	82.291	7.008	1.8	22.3	ÖK-İB	SH
Ağrı	92.475	9.240	3.2	35	ÖK-İB	AC
Kilis	99.500	6.384	3.9	39	ÖK-İB	DF

Tablo.4.11. Nüfusu 1.000.000'a kadar olan mevcut kentsel atıksu arıtma tesislerinin maliyetleri (dölgen, 2004) (Devamı)

Arıtma Tesisi	Nüfus (kişi)	Debi (m³/gün)	Yatırım Maliyeti 10⁶ (USD)	Birim Maliyeti (USD/kişi)	Finansman Kaynağı	Proses
İzmir-Güzelbahçe	100.000	20.000	3.5	35	ÖK	UAC-NG
Adıyaman	113.720	6.139	4.4	38	ÖK-İB	DF
Kırşehir	119.055	10.212	3	25	ÖK-İB	SH
Turhal	128.403	11.112	4.1	32	ÖK-İB	AC
Nevşehir	137.000	10.416	4.6	34	ÖK-İB	AC
Karaman	139.4000	9.989	11.5	82	ÖK-İB	SH
Osmaniye	152.374	8.146	5.7	38	ÖK-İB	DF
Karabük	179.056	11.237	5.8	32	ÖK-İB	AC
Kütahya	230.000	53.952	5.9	26	ÖK-İB	AC
Isparta	240.000	53.825	14.5	60.5	DK-KfW	AC
Körfez	260.000	19.512	8	31	ÖK-İB	UAC
Balıkesir	274.416	30.835	9.4	34	ÖK-İB	DF
Eskişehir	300.000	75.000	9.6	32	ÖK-İB	AC
Tarsus	312.398	43.000	19.2	61.5	DK-KfW	UAC
Kahramanmaraş	324.511	27.432	10.1	31	ÖK-İB	AC
İskenderun	432.000	86.400	50	115.7	DK-American Exim B	UAC
Adapazarı	505.107	50.952	14.5	29	ÖK-İB	AC
Bursa I. Kademe	885.600	177.120	117	132	DK-World Bank	An.stab
Diyarbakır	900.000	180.000	23.7	26	DK-KfW	UAC

Tablo.4.12. Nüfusu 1.000.000'dan büyük kentsel atıksu arıtma tesislerinin maliyetleri (Dölgen, 2004)

Arıtma Tesisi	Nüfus	Debi (m³/gün)	Yatırım Maliyeti 10⁶ (USD)	Birim Maliyeti (USD/kişi)	Finansman Kaynağı	Proses
İst-Paşaköy	1.065.000	500.000	29	27.3	ÖK	UAC-NG
Konya	1.600.000	320.000	28.4	18	DK-İsp-FAD	UAC-NG
Tuzla	1.800.000	224.000	26.4	15	ÖK-İB	AC
Adana	1.800.000	311.973	47.6	26	DK-EIB	AC+K
Bursa 2. Kademe	2.500.000	495.500	95	38	DK-EB	UAC-NG_k
İzmir-Çiğli	3.024.000	604.800	60	20	ÖK	UAC-NG
İst-Tuzla	4.500.000	900.000	72	16	ÖK	UAC-NG
Ankara	6.000.000	800.000	175	29	DK-KfW	UAC-NG

5.MALİYET VE MALİYET FAKTÖRLERİ ARASINDAKİ BAĞLANTILAR

5.1. Genel

Arıtma tesislerinin maliyetlerinin hesaplanabilmesi için arıtma teknolojisinin seçilmiş olması gerekir. Arıtma teknolojilerinin seçiminde arıtılacak atıksuyun özellikleri ile arıtılmış suyun deşarj standardı en önemli iki faktördür. Ayrıca arıtılacak suyun miktarı da diğer önemli unsurlardan biridir. Bu bölümde evsel atıksuların arıtılmasında en çok kullanılan klasik aktif çamur (AÇ) sistemi için yatırım ve işletme maliyetleri ile ilgili veriler değerlendirilerek maliyet unsurları arasındaki bağıntılar araştırılmıştır. Maliyet ile ilgili veriler çeşitli kaynaklardan türetilmiştir. Araştırma nüfusu 5000-50000 arasındaki belediyeler için yapılmıştır. Çünkü ülkemizdeki belediyelerin büyük bir kısmı bu aralıkta bulunmaktadır.

5.2. İlk Yatırım Maliyetinin Hesabı

Atıksu arıtma tesislerinin ilk yatırım maliyetlerinin hesaplanabilmesi için en azından avan projelerinin hazırlanmış ve kullanılacak ekipmanlara karar verilmiş olması gerekir.

Karar verilmesi veya kabul edilmesi gereken teknik bilgiler aşağıda özetlenmiştir. Aktif çamur tesislerinde çökeltme havuzları ile havalandırma havuzlarındaki bekleme süreleri bilinmelidir (havuzların büyüklüklerinin hesabı için).

- Arıtılacak atıksuların özellikleri
- Hava temini için difüzör-blouler veya yüzey havalandırıcılardan hangisinin kullanılacağı
- Çamur uzaklaştırma sisteminin ne olacağı
- Tesiste kullanılacak mekanik ekipmanın cinsi (paslanmaz çelik veya epoksi boya vb.)

- Tesiste kullanılacak terfi sistemi ile ilgili bilgiler

5.2.1. Atıksu Arıtma Tesisinin İnşaat Maliyet Kalemleri

Atıksu arıtma tesisinin inşaat maliyetinin hesaplanabilmesi için aşağıdaki bilgilere ihtiyaç vardır.

- Arıtma tesisinin inşa edileceği alanla ilgili bilgiler; gerekli arazi miktarı, bölgenin zemin yapısı depremsellik vb. bilgiler.
- Atıksu arıtma tesisine gelen ana kolektörün derinliği
- Atıksu arıtma tesisinden sonra arıtılmış suyun verileceği alıcı ortam ile ilgili bilgiler
- İnşaat işleri aşağıdaki kısımlardan oluşur
 1. Kazı yapılması (makine ve/veya elle)
 2. Grobeton
 3. Normal beton
 4. Kalıp ve iskele işleri
 5. Betonerme demiri ve demir işçiliği (malzeme ve işçilik birlikte değerlendirilmelidir)
- Mekanik aksam maliyetleri aşağıdaki kısımlardan oluşmaktadır.
 1. İnce ve Kaba ızgaralar
 2. Debi ölçerler
 3. Pompalar
 4. Elektrik tesisatı
 5. Elektrik otomasyonu
 6. Kimyasal hazırlama ve dozlama
 7. Laboratuar ve ekipmanı
 8. Borular vb.

Bu kalemlere taşıma işçilik ve montaj bedelleri de dahildir.

5.3. İşletme Maliyetleri

Atıksu arıtma tesisi işletme giderleri kurulmuş olan tesisin işletilmesi gerekli olan kimyasallar personel nakliye ve enerji giderlerini kapsar

İşletme giderleri aşağıdaki kalemlerden oluşur.

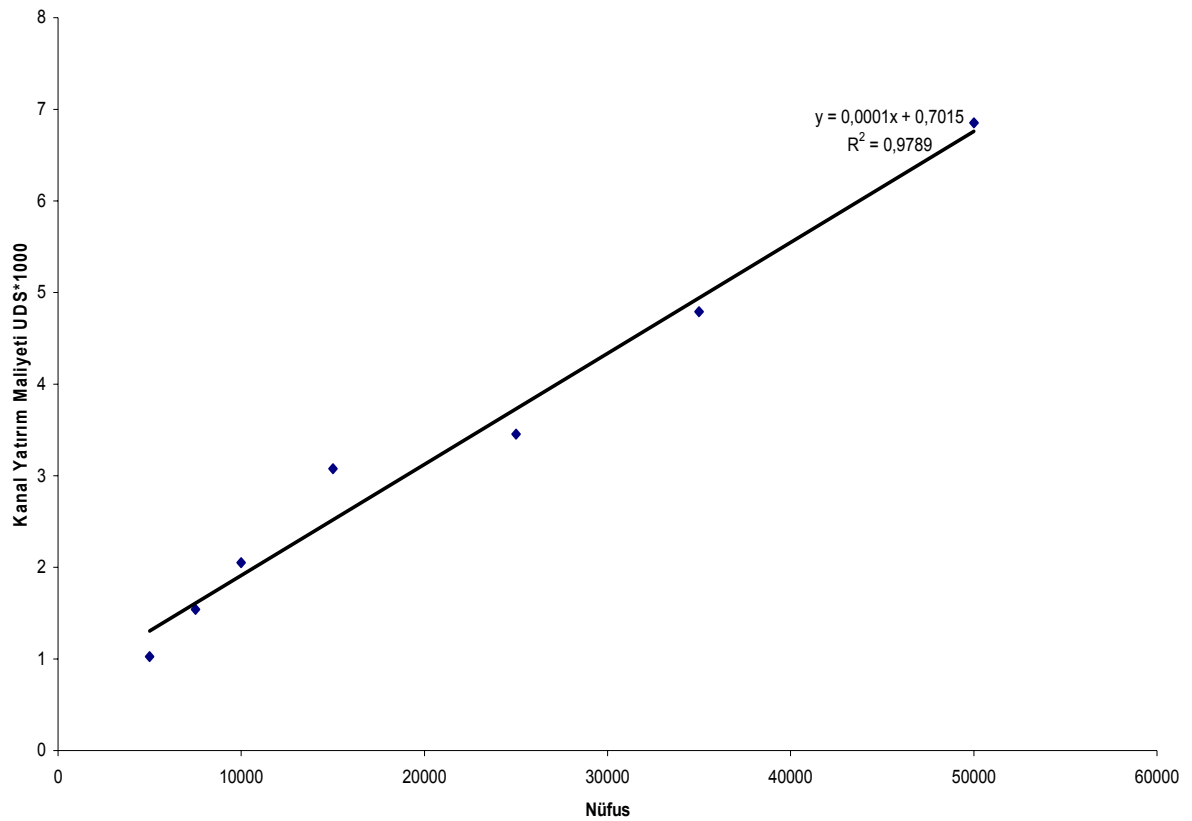
- Personel giderleri
 - Tesis sorumlusu (müdür veya şef)
 - İşçiler (yeteri kadar)
 - Sekreter
 - Laboratuvar teknisyeni (Laboratuvar varsa)
 - Güvenlik elemanları
- Kimyasal madde giderleri
- Nakliye
- Enerji (Elektrik)
- Jeneratör (bulunması halinde)

5.4. Maliyet Unsurları Arasındaki Bağıntılar

Atıksu arıtma tesisi maliyetleri büyük ölçüde arıtılacak suyun debisine bağlıdır. Debi ise tesisin hizmet vereceği nüfus ile ilgilidir. Bu nedenle arıtma tesis maliyetlerinin debi ve nüfus ile değişimi önemlidir. Ayrıca kişi başına düşen arıtma tesisi maliyeti ile arıtılan birim atıksu debisi başına karşılık gelen arıtma tesisi maliyetleri de hangi büyüklükten sonra arıtma tesisine karar verilebilmesi açısından önemlidir. Bu bölümde İSKİ master planından ve diğer literatürlerden türetilen veriler kullanılarak bu bağıntılar hesaplanmıştır. İlke olarak nüfusu 5.000 ile 50.000 arasında değişen beldelerin kanal yatırım bedelleri ile arıtma maliyetleri ele alınmıştır. Nüfusa bağlı olarak kanal maliyetleri Tablo 5.1 de gösterilmiştir. Ayrıca nüfus-kanal yatırım maliyeti arasındaki matematik bağıntılar hesaplanmıştır. Kanal maliyeti ile nüfus arasında manidar bir bağıntının olduğu tespit edilmiştir (Şekil.5.1).

Tablo .5.1. Nüfusa bağlı kanal yatırım maliyetleri

Nüfus Kişi	Kanal Yatırım Maliyeti USDx1000
5.000	1.025
7.500	1.540
10.000	2.050
15.000	3.075
25.000	3.420
35.000	4.790
50.000	6.850



Şekil.5.1. Kanal Maliyeti-Nüfus Bağlantıları

Nüfusu 5.000 ile 50.000 arasında değişen kasabaların inşaat ve mekanik ekipman yatırım maliyetleri ayrı ayrı literatürdeki çalışmalardan faydalanarak oluşturulmuş ve Tablo.5.2. ile 5.3'de gösterilmiştir. Bu değerler kullanılarak inşaat-yatırım bedeli ile maliyet arasındaki korelasyonlar hesaplanmış ve elde edilen neticeler Şekil.5.2.'de gösterilmiştir. Bütün bu hesaplamalar klasik aktif çamur sistemi için yapılmıştır. Aynı zamanda Tablo.5.3.'deki değerler kullanılarak elektrik ve mekanik ekipman yatırım maliyetleri ile nüfus arasındaki korelasyonlar hesaplanmış ve elde edilen bağıntı ve grafikler Şekil.5.3.'de verilmiştir. Bulunan matematik bağıntılar kullanılabilir nitelikte olup korelasyon katsayıları R^2 0,9 dan büyüktür.

Ayrıca toplam yatırım maliyeti ile nüfus arasındaki bağıntılarda incelenmiştir. Bunun için önce Tablo.5.4. oluşturulmuştur. Daha sonra bu değerler kullanılarak toplam yatırım maliyet nüfus bağıntıları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Şekil.5.4.'de gösterilmiştir. Toplam yatırım maliyeti ile nüfus sayısı arasında logaritmik bir bağıntı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo.5.2. İnşaat Yatırım Bedeli

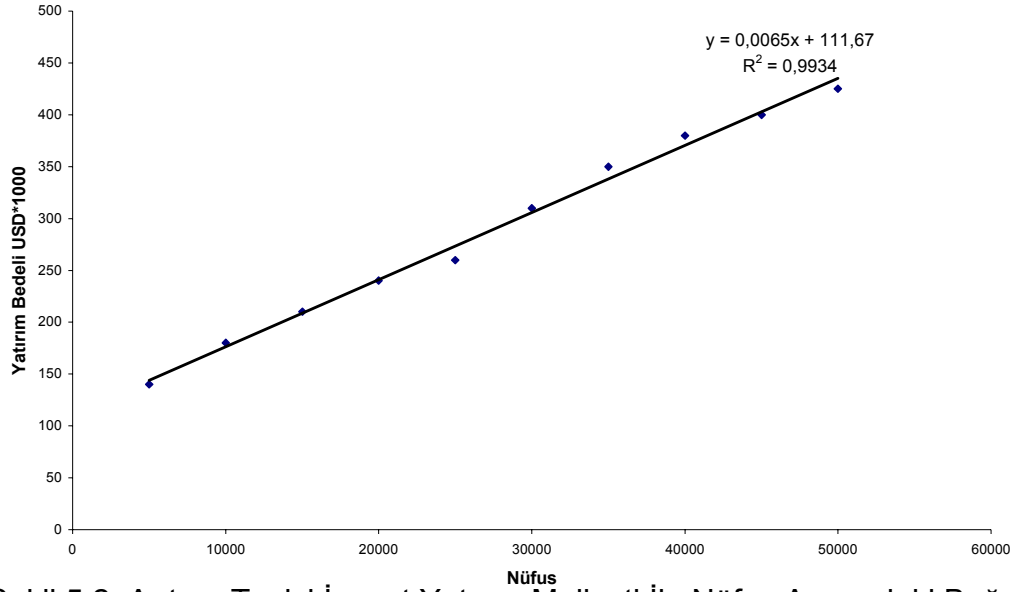
Nüfus	Yatırım Bedeli USDx1000
5.000	140
10.000	180
15.000	210
20.000	240
25.000	260
30.000	310
35.000	350
40.000	380
45.000	400
50.000	425

Tablo.5.3. Elektrik ve Mekanik Ekipman Yatırım Bedeli

Nüfus	Yatırım USDx1000
5.000	260
10.000	280
15.000	295
20.000	300
25.000	305
30.000	370
35.000	445
40.000	490
45.000	540
50.000	580

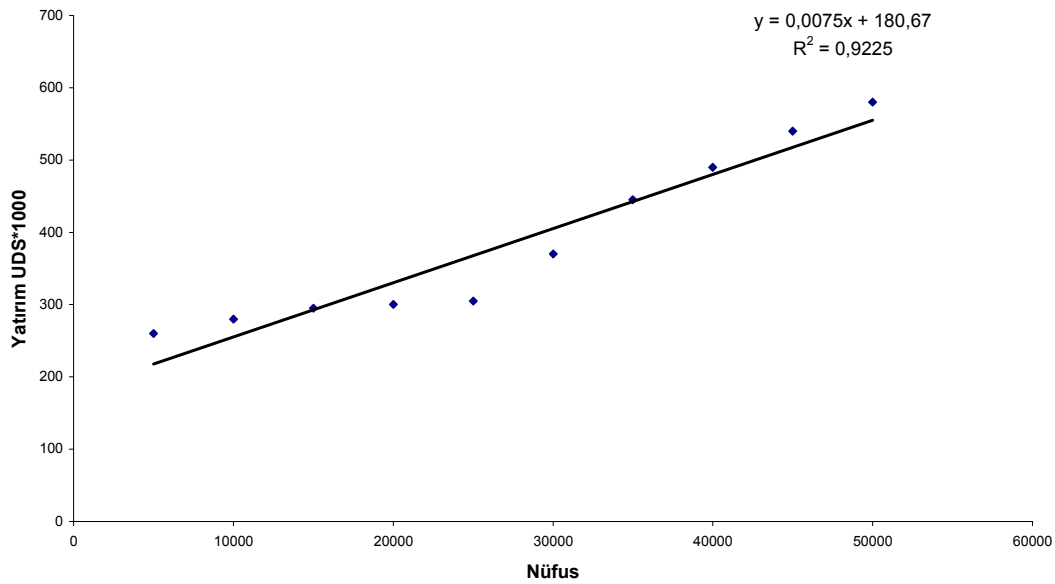
Tablo.5.4. Toplam Yatırım Maliyeti

Nüfus	Maliyet USDx1000
5.000	400
10.000	470
15.000	500
20.000	540
25.000	570
30.000	680
35.000	790
40.000	860
45.000	940
50.000	1.000



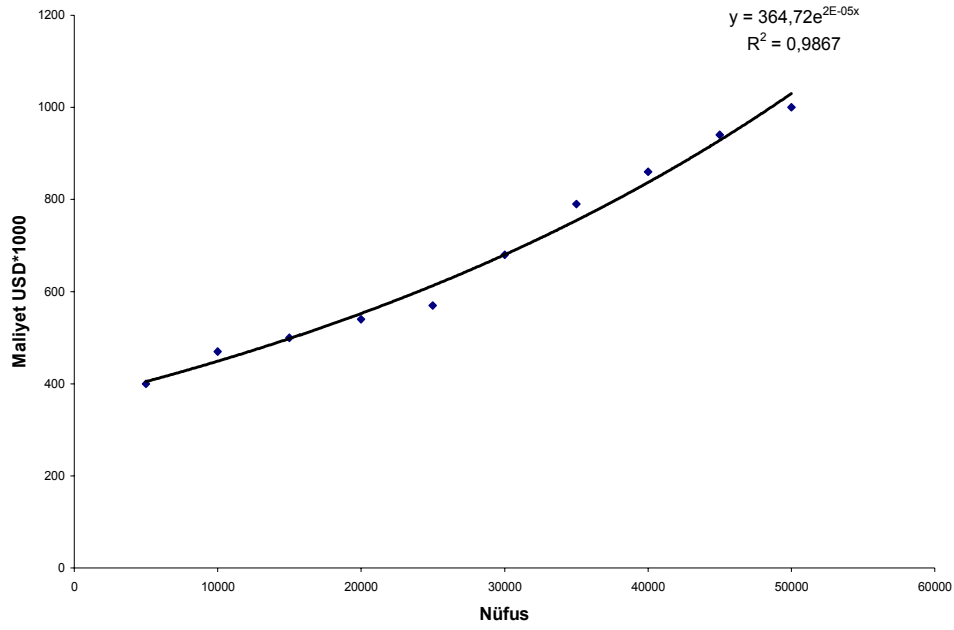
Şekil 5.2. Arıtma Tesisi İnşaat Yatırım Maliyeti İle Nüfus Arasındaki Bağını

Atıksu arıtma tesislerinin inşaat yatırım maliyeti ile nüfus arasında lineer bir bağıntının olduğu tespit edilmiştir. Korelasyon katsayısı $R^2=0,9934$ olarak bulunmuştur.



Şekil 5.3. Arıtma Tesisi Mekanik Ekipman Yatırım Maliyeti-Nüfus İlişkisi

Atıksu arıtma tesisi mekanik ekipman yatırım maliyeti ile nüfus arasında da manidar ve lineer bir bağıntının olduğu ve korelasyon katsayısının $R^2=0,9225$ olduğu bulunmuştur. Ancak bu bağıntı inşaat ve nüfus arasındaki bağıntıdan biraz daha zayıftır.



Şekil 5.4. Arıtma Tesisi Toplam Yatırım Maliyeti-Nüfus İlişkisi

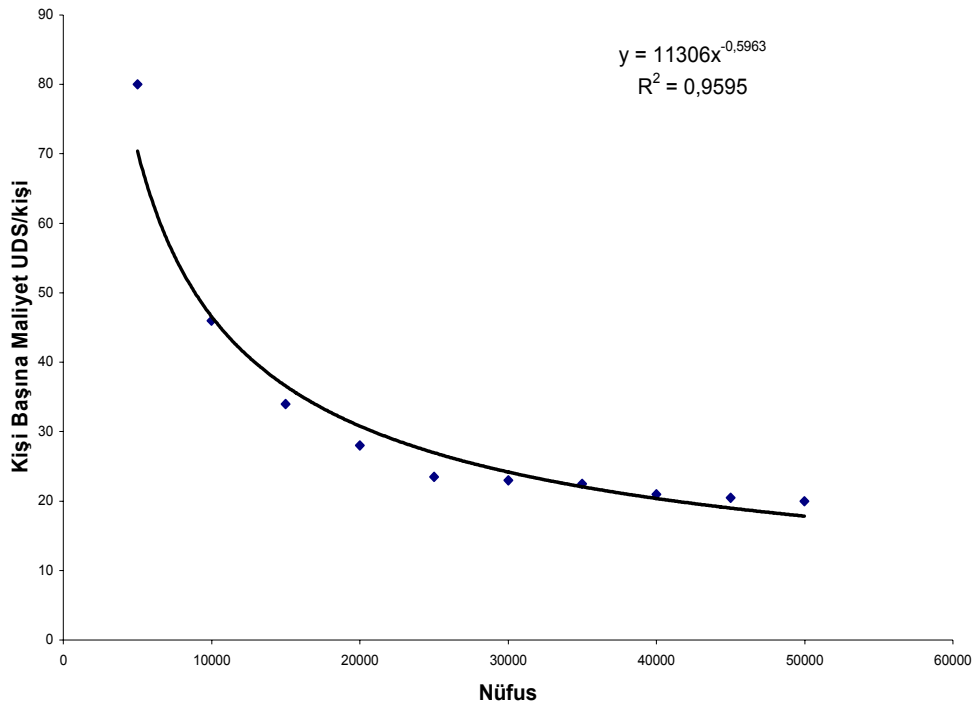
Atıksu arıtma tesisi maliyetleri hesaplanırken toplam maliyetleri yanı sıra kişi başına ve/veya arıtılan atıksuyun birim debisi başına oluşan maliyetlerin hesaplanması yapılacak tesisin fizibilitesi bakımından önemli verileri teşkil eder. Bu nedenle nüfusu 5.000 ile 50.000 arasında değişen yerleşim birimleri için bu parametreler ile ilgili bağıntılar hesaplanmıştır. Bu bağıntılar literatürden temin edilen veriler yardımıyla geliştirilmiştir. Kişi başına yatırım bedelleri Tablo.5.5.'de arıtılan günlük atıksu m^3 ü başına yatırım bedeli ile Tablo 5.6.'da gösterilmiştir. Bu değerler kullanılarak belde nüfusu ile nüfus başına düşen maliyet ve arıtılan atıksu debisine göre birim debi başına oluşan maliyet bağıntıları hesaplanmıştır. Elde edilen bağıntılar Şekil.5.5. ve 5.6'da gösterilmiştir. Her iki parametrenin de nüfusun üstel bir fonksiyon olduğu görülmüştür.

Tablo.5.5. Kişi Başına Yatırım Maliyeti Dağılımı

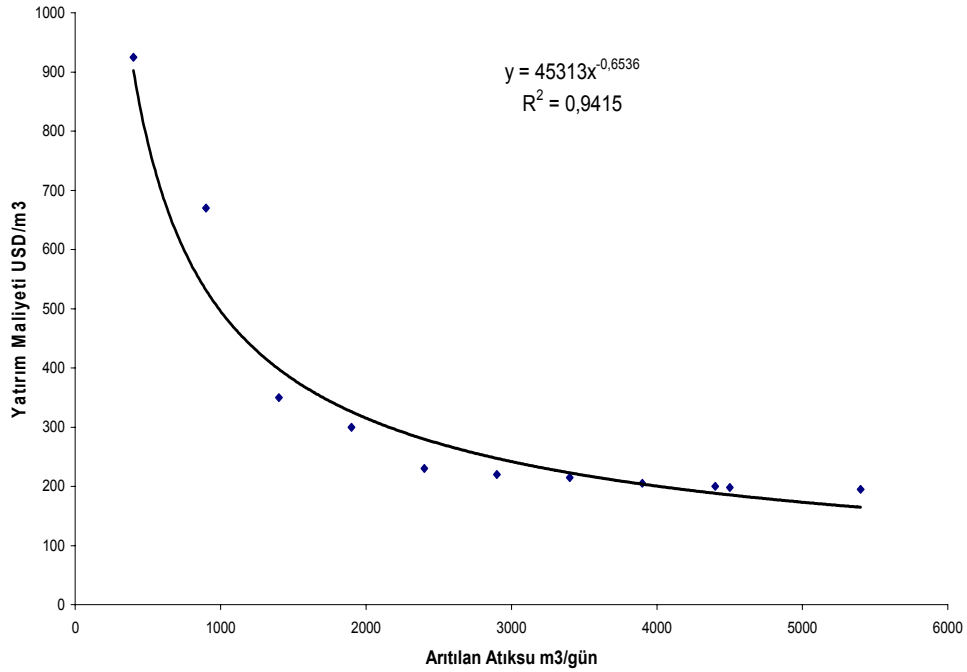
Nüfus	Kişi Başına/Maliyet USD/Kişi
5.000	80,0
10.000	46,0
15.000	34,0
20.000	28,0
25.000	23,5
30.000	23,0
35.000	22,5
40.000	21,0
45.000	20,5
50.000	20,0

Tablo.5.6. Arıtılan Birim Su Başına Maliyet Dağılımı

Arıtılan Atıksu m ³ /gün	Yatırım Maliyet USD/m ³
400	925
900	670
1.400	350
1.900	300
2.400	230
2.900	220
3.400	215
3.900	205
4.400	200
4.900	198
5.400	195



Şekil.5.5. Nüfus ile Kişi Başına Yatırım Maliyeti Arasındaki Bağını



Şekil.5.6. Arıtılan Birim Atıksu Başına Düşen Maliyet ile Nüfus Arasındaki Bağını

Şekil 5.5 ve 5.6 incelendiğinde nüfus ve debi arttıkça kişi başına düşen maliyetlerin azaldığı görülmektedir. Bu bakımdan seçilecek arıtma teknolojisinin nüfusa göre incelenmesi gerekmektedir.

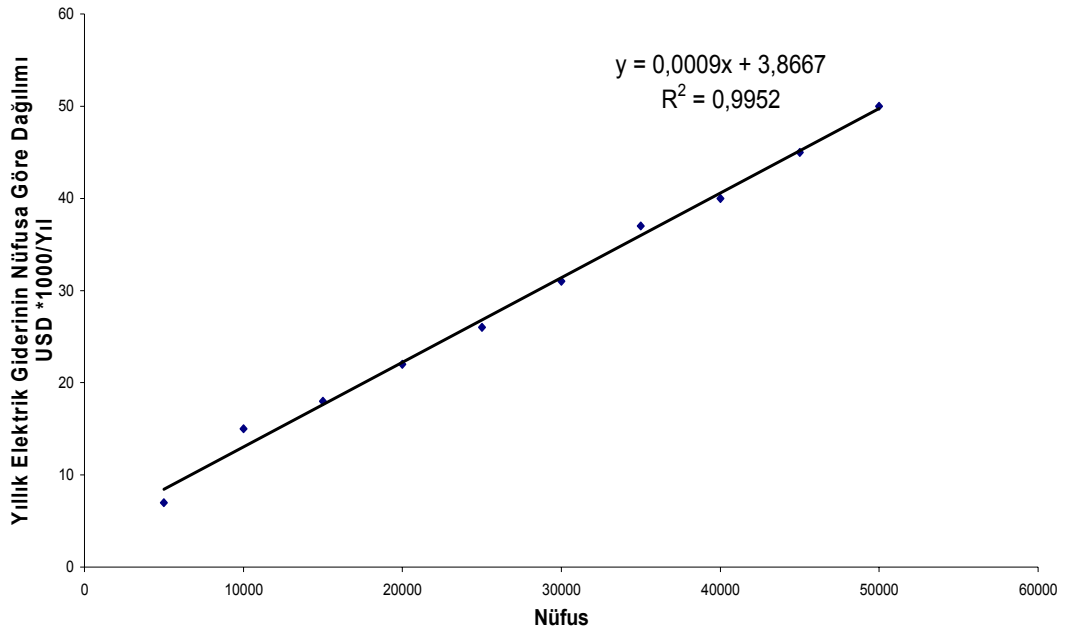
Atıksu arıtma tesislerinde yıllık kullanılan elektrik enerjisi ve kimyasal madde miktarı ve bunların maliyetleri nüfusa bağlı olarak ve arıtılan atıksu miktarına göre değişmektedir. Bu bakımdan elektrik ve kimyasal madde maliyetlerinin nüfusa göre dağılımı ile yıllık arıtılan atıksuyun m³ başına maliyetin nüfusla değişiminin bilinmesi önemli olmaktadır. Bu nedenle aşağıda yıllık elektrik maliyeti ile nüfus ve yıllık kullanılan kimyasal madde bedeli ile nüfus arasındaki bağıntılar incelenmiştir. Elektrik maliyetinin nüfusa göre dağılımı Tablo.5.7.'de, kimyasal madde maliyetinin nüfusa göre dağılımı ise Tablo.5.8'de verilmiştir. Bu veriler kullanılarak elde edilen bağıntılar ve grafikler Şekil.5.7. ve 5.8.'de gösterilmiştir. Her parametre de nüfusa lineer olarak bağlı olup nüfus ile aralarında kuvvetli korelasyonlar bulunmaktadır. R^2 , 1 e yakındır.

Tablo.5.7. Yıllık Elektrik Giderinin Nüfusa Göre Dağılımı

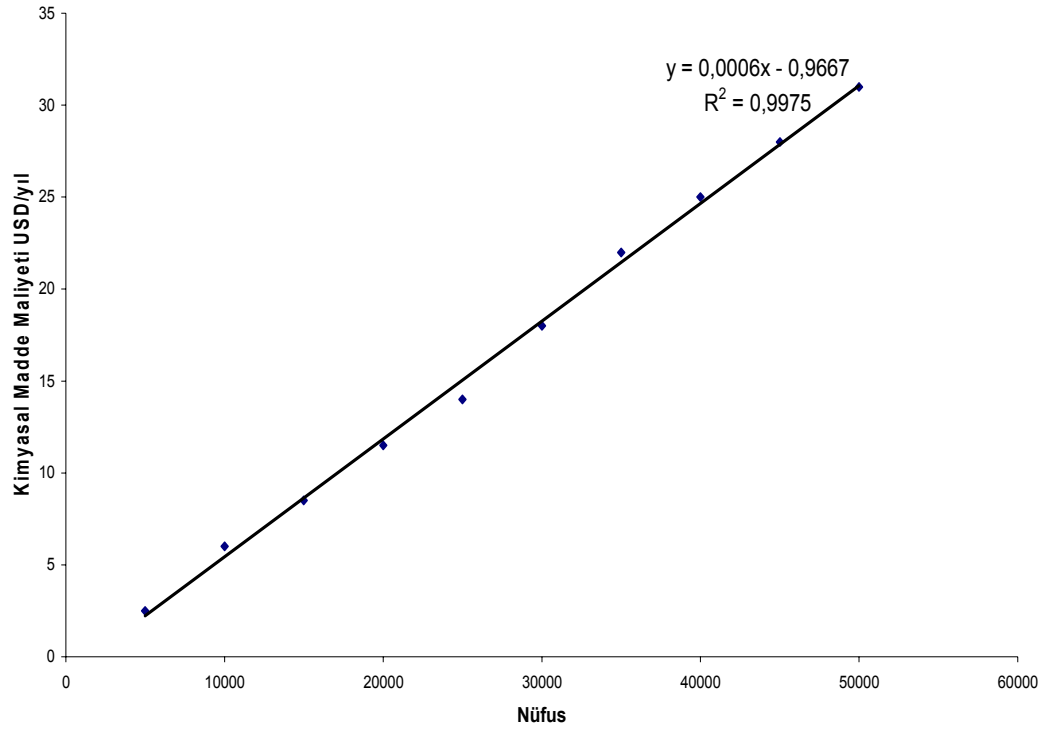
Nüfus	Yıllık Elektrik Bedeli USD/Yılx1000
5.000	7,0
10.000	15,0
15.000	18,0
20.000	22,0
25.000	26,0
30.000	31,0
35.000	37,0
40.000	40,0
45.000	45,0
50.000	50

Tablo.5.8. Yıllık Kimyasal Madde Bedelinin Nüfusa Göre Dağılımı

Nüfus	Yıllık Elektrik Bedeli USD/Yılx1000
5.000	2,5
10.000	6,0
15.000	8,5
20.000	11,5
25.000	14,0
30.000	18,0
35.000	22,0
40.000	25,0
45.000	28,0
50.000	31,0



Şekil.5.7. Yıllık Elektrik Maliyeti ile Nüfus Arasındaki Bağntı



Şekil.5.8. Yıllık Kimyasal Madde Gideri ile Nüfus Arasındaki Bağını

6.SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1)Türkiye’de beldelerin büyük bir kısmında atıksu kanalizasyon şebekesi yoktur.

2) Belediyelerin pek çoğunda atıksu arıtma tesisi bulunmamaktadır.

3) Belediyelerin çoğunluğunu nüfusu 5000 ile 50000 arasındaki beldeler oluşturmaktadır.

4) Beldelerin yeteri kadar mali gücü olmadığından atıksu arıtma tesislerine gerekli finansman ayrılamamaktadır.

5) Atıksu arıtma tesisi inşaat yatırım maliyeti ile hizmet verdiği nüfus arasında kuvvetli bağıntılar elde edilmiştir. Korelasyon katsayısı $R^2=0,9934$ bulunmuştur.

6) Atıksu arıtma tesisi mekanik ekipman yatırım maliyeti ile nüfus arasındaki matematik bağıntı hesaplanmıştır. Korelasyon katsayısı $R^2=0,9225$ olarak bulunmuştur.

7) Atıksu arıtma tesisi toplam maliyet ile nüfus arasında sıkı bir korelasyon olduğu hesaplanmıştır. Korelasyon katsayısı $R^2 0,9867$ olarak bulunmuştur.

8) Atıksu arıtma tesisi elektrik ve kimyasal madde giderleri ile nüfusa arasında matematik bağıntılar araştırılmış ve kuvvetli korelasyonlar olduğu gösterilmiştir. Korelasyonlar sırası ile $R^2=0,9225$ ve $R^2=0,9975$ olarak bulunmuştur.

9) Kişi başına düşen atıksu arıtma maliyetleri nüfus arasındaki bağıntılar araştırılmış ve matematik bağıntılar elde edilmiştir. Korelasyon katsayısı $R^2=0,9595$ olarak bulunmuştur.

10) Arıtılan atıksuyun birim debisi başına düşen maliyetler ile nüfus arasındaki bağıntılar incelenmiş matematik ifadeler hesaplanmıştır. Korelasyon katsayısı $R^2=0,9415$ olarak bulunmuştur.

11) Arıtma tesisi maliyetlerinin, tesis büyüklükleri ile ilgili olması sebebi ile tesis büyüklüğüne tesir eden hidrolik bekletme süreleri ve birim yüzey yükleme parametreleri araştırılmıştır. Bu parametreler aynı zamanda arıtma verimleri ile ilgili olduğundan arıtma verimleri ile bu parametreler arasındaki bağıntılar incelenmiştir. Hidrolik bekletme süresi ve yüzey yükü arıtma tesislerinin projelendirilmesinde önemli iki parametredir. Verime göre uygun bekleme süresi ve yüzey yükünün belirlenmesi önemli karar değişkenlerdir. Hidrolik bekleme süre ile BOI_5 ve AKM giderme verimleri arasındaki bağıntılar bulunmuştur. Korelasyon katsayıları sırasıyla $R^2=0,9893$ ve $R^2=0,8602$ dir. Yüzey yükleme ile aynı parametreler arasındaki bağıntılar da hesaplanmıştır. Bu durumdaki korelasyon katsayıları BOI için $R^2=0,9707$ ve $R^2=0,9629$ bulunmuştur.

12) 5000-50000 nüfusla yerleşim birimleri için geliştirilen bu bağıntılar nüfus bilindiği takdirde maliyetlerin hesaplanmasına yaramaktadır.

13) Daha sonraki çalışmalarda daha büyük beldeler için benzeri bağıntılar geliştirilmesine yönelik gerekli araştırmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. İSKİ 1999,İstanbul Su Temini, Kanalizasyon ve Drenaj, Atıksu Arıtma ve Uzaklaştırma Master Planı Nihai Raporu Cilt 3 Kısım A, İstanbul
2. İSKİ 1999, Güney Haliç Havzası 1. Kısım Atıksu- Yağmur Suyu Şebeke ve Toplayıcılarına ait proje ve metraj hazırlama işi raporu, Proses Arıtma Sistemleri Müh. San. Ve Tic A.Ş.Şti, İstanbul
3. DİE Çevre Envanteri 2001
4. Çobanoğlu Z., Güler Ç.(1998) Çevre Mevzuatı
5. Muslu Y.(1996) Atıksuların Arıtılması
6. Henze M, Dupont R, Grau P, de la Sota A, 1993 Rising sludge in secondary settlers due to denitrification Water Resarch 27,(2) 231-236
7. Henze M, Gujer W, Matsuo T, Wentzel C, M. Marias G, G.V.R 1995 Activated sludge Model No:2 IAWQ Sci and Tech report NO:3 London England
8. Muslu Y,(1998)Çevre Mühendisliğinin Esasları, 1. Baskı, İstanbul İTÜ
9. Deniz Dölgen, (2004) Kentsel Atıksuların Arıtılması Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu Kitabı İzmit Büyükşehir Belediyesi, Çevre Mühendisleri Odası İzmit Şb. 2004 İzmit
10. Karpuzcu M.(2005) Su Temini ve Çevre Sağlığı, Kubbealtı Neşriyat, İstanbul
11. Erdoğan A.(2004), Türkiye' de Optimum maliyete dayalı Atıksu Arıtma Tasarımı Doktora Tezi İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

ÖZGEÇMİŞ

ALİ TOLTAR Ağrı doğuluyum. 34 yaşındayım. 30 yıldır Gebze'de ikamet etmekteyim. İlk, orta, lise tahsilimi Gebze'de tamamladım. Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi **Matematik Bölümünde** 3 yıl kadar tahsil gördükten sonra oradan ayrılarak İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesine başladım.



Buradan **İnşaat Mühendisi** olarak mezun oldum. **Çevre Mühendisliği** dalında Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde Yüksek Lisans yaptım. Bir süre özel firmalarda teknik müdürlük ve yöneticilik yaptım. Belediyelerde Fen İşleri Müdür Vekilliği, İmar Müdürlüğü birimlerinde Yapı Denetim Şefliği, Yapı ve Proje Kontrol Mühendisliği görevlerinde bulundum. İmar Bilgisi ve Mevzuatı hakkında belli bir birikime sahibim. Adliye kurumlarında teknik bilir kişilik yaptım.

Bölgemiz ve Kocaeli'miz birinci dereceden deprem bölgesi üzerinde bulunduğundan sürekli deprem riskiyle karşı karşıyadır. Bilindiği gibi bölgemiz yakın geçmişte ciddi bir deprem felaketi yaşadı. Bu nedenle **“Afet Bölgeleri’nde Yapılacak Yapılar” Hakkında Yönetmelikler ve Depreme Dayanaklı Sağlam Yapılar (Betonarme-Çelik, Ahşap ve Prefabrik yapılar)** la ilgili ciddi araştırma inceleme ve çalışmalar yaptım, seminerlere katıldım. Ayrıca Zemin Mekaniği ve Zemin Etüt raporları (Jeolojik-Jeofizik) üzerinde çalışmalarım devam ediyor.

Evliyim, iki çocuk babasıyım. Orta derecede İngilizce biliyorum.