



ATIKSU ARITIMINDA TESİS TASARIMI

Prof. Dr. Eyüp DEBİK

01.10.2018



Nüfus Tahmin Metotları

- Bir yerleşim alanı tarafından oluşturulan atıksuyun miktarı, bu yerleşim alanının nüfusuna ve kişi başına su kullanım miktarına bağlı bulunmaktadır.
- Bu nedenle, atıksu debilerinin isabetle tahmini için, güvenilebilir nüfus etüdülerine gereksinim bulunmaktadır.
- Nüfus tahmin yöntemi; yerleşim yerinin imar planı, ekonomisi, turizm potansiyeli, göç alıp, göç verme gibi durumları dikkate alınarak seçilir.

- Nüfus tahminlerinde;
 - Aritmetik Artış,
 - Geometrik Artış,
 - İller Bankası,
 - Benzer Şehir,
 - Lojistik Eğri,
 - Azalan Hızlı Geometrik Artışyöntemleri kullanılır.
- Yerleşim yerinin geçmiş nüfus sayımları dikkate alınarak ve birden fazla yöntem karşılaştırılarak, en uygun yöntem seçilir.

- “2007 yılı adrese dayalı nüfus sayımında çok düşük ve yüksek değerler elde edilen yerleşim yerlerinin nüfus artış hızının belirlenmesinde, 2007 yılından itibaren TÜİK tarafından yıllık olarak yayınlanan nüfus verileri göz önünde bulundurulur.” (Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği)
- Nüfus artış metoduna göre gelecekteki nüfusların hesabında;
 - $N_t = N_0 (1+(p/100))^t$ ifadesi kullanılabilir.
- Burada,
 - N_0 : Son nüfus sayımı değerini
 - N_t : Son sayımdan t yıl sonraki nüfusu
 - p : Nüfus artış/azalma hızını (%)
 - t : Son nüfus sayımından itibaren geçen süreyi (yıl) ifade eder.

- $$p = \left(\sqrt[a]{\frac{N_s}{N_i}} - 1 \right) * 100$$

- Burada;

- N_s : Son nüfus sayım neticesi
- N_i : İlk nüfus sayım neticesi
- a : İki sayım arasındaki senelerin farkıdır.

- Hesap sonucuna göre;

- $p \geq 3$ ise $p = 3$;
- $p < 1$ ise $p = 1$;
- $1 \leq p \leq 3$ ise p aynen alınır.

- Küçük yerleşim yerlerinde kentsel nüfusun hangi değerlere kadar artabileceği, doygunluk nüfus tahkiki yapılarak belirlenir.
- Doygunluk nüfusu değeri, tamamlanmış ise imar planı haritalarından veya yerleşime müsait alanların kalan kısmının ne kadar olduğu ile bulunur.
- Doygunluk nüfusu değeri için yerel idareler ile istişare edilerek karar verilir.
- Küçük yerleşim yerlerindeki kırsal nüfus azalması yerleşim yerinin sosyo-ekonomik şartlarına bağlı olur.
- Şehirlerin nüfus tahmininde, kentsel ve kırsal nüfus değerlerinin ayrı ayrı hesaplanması gerekir.

Nüfusa bağlı olarak atıksu oluşumu ve kirlilik yüklerinin değişimi*

Nüfus aralığı	Atıksu Oluşumu L/kişi.gün	KOİ g/kişi-gün	BOİ g/kişi-gün	AKM g/kişi-gün	TN g/kişi-gün	TP g/kişi-gün
2000- 10000	80	55	40	35	5	0.9
10000-50000	90	75	45	45	6	1.0
50000-100000	100	90	50	50	7	1.1

* Kirlilik yüklerinin konsantrasyon olarak ifadesinde infiltrasyon debisi de dikkate alınır.



Atıksu debilerinin hesabı

- Atıksu tasfiye tesislerine gelen atıksu debilerinin hesabında evsel (Q_{ev}), sanayi (Q_{sanayi}) ve sızma ($Q_{sızma}$) debileri toplamı dikkate alınmalıdır.
- Yani günlük toplam debi;
 - $Q = Q_{ev} + Q_{sanayii} + Q_{sızma}$olarak hesaplanmaktadır.
- Evsel debi, kişi başına günlük su sarfiyatı nüfusla çarpılarak bulunur.

Birim Su Sarfiyatları (1/6)

	Max. q_g (Ağustos ayı su sarfiyatı) lt/N/gün	Ort. q_g (Senelik ortalama su sarfiyat lt/N/gün
--	---	---

I. EVSEL SU SARFIYATLARI

a. (Mutschmann-Stimmelmayer, s. 147-148) (Alm.)

Tuvaletlerinde su olmayan fakir kırsal alanlarda	70	40
Normal kırsal alanlarda	100	50
Daha iyi durumda olan kırsal bölgeler ve küçük şehirlerde	150	60
Yüzde 30'unda banyo tesisatı bulunan şehir bölgelerinde	150	65
Yüzde 50'sinde banyo tesisatı bulunan şehir bölgelerinde	180	80
Yeşil sahaları, villa tipi evleri bulunan şehirlerde	250	100

b. Code of Practice, No. 2005 (İng.)

Şehirlerde	230	—
Kırsal alanlarda	150	—

c. İller Bankası Yönetmelikleri

Nüfus sayısına bağlıdır

Birim Su Sarfiyatları (2/6)

	Max. q_g (Ağustos ayı su sarfiyatı) lt/N/gün	Ort. q_g (Senelik ortalama su sarfiyat lt/N/gün
II. DİĞER SU SARFIYATLARI		
1. Bahçe Sulanması İçin		
(Köy ve kasabalarda, ekseriya her evin 50 ilâ 100 m ² lik bir bahçesi vardır. Kapalı iskân sahalarında küçük bahçeler kenar semtlerde bulunur).		
m ² bahçe alanı başına düşen su sarfiyatı. lt/gün	3,0	0,15

Birim Su Sarfiyatları (3/6)

	Max. q_s (Ağustos ayı su sarfiyatı) lt/N/gün	Ort. q_s (Senelik ortalama su sarfiyatı) lt/N/gün
2. Ticaret Bölgelerinde Sarfedilen Su		
(Esnaf ve Sanatkârlar)		
(Rakamlar bir misal olarak verilmiştir. Her özel durum için yerinde tespit yapmak gerekir).		
(a) 150 - 200 nüfusa bir fırıncı dükker lt/N/gün olarak su sarfiyatı	450	150
(b) 250 - 375 nüfusa bir kasap dükker lt/N/gün olarak su sarfiyatı	400	100
(c) 1000 - 1500 nüfusa bir tatlıcı - pastacı dükker, lt/N/gün olarak su sarfiyatı	250	200
(d) 250 - 300 nüfus başına bir berber dükker lt/N/gün olarak su sarfiyatı	300	100
(e) Lokantalar (müşteri başına lt/N/gün olarak) su sarfiyatı	20	15
(Mevcut yerlerin iş ve ticaret bölgelerinde günde 4,5 defa, oturma bölgelerinde günde 1,5 defa, küçük yerlerde günde 0,1 - 0,3 defa kullanıldığı kabul edilir).		

Birim Su Sarfiyatları (4/6)

	Max. q_g (Ağustos ayı su sarfiyatı) lt/N/gün	Ort. q_g (Senelik ortalama su sarfiyatı) lt/N/gün
(f) Oteller		
banyosuz, lt/N/gün	100	50
banyolu, lt/N/gün	150	100
(Burada N müşteri manasındadır)		
(g) Diğer sanat erbabı		
Normal (meselâ dükkânlar gibi) lt/N/gün olarak	30	25
Çok kirli işler, lt/N/gün	100	50
3. Kırsal Bölgelerde Sarfedilen Su		
Sebze ve meyva bahçelerinde yağmurlama sulaması, lt/m ² /gün	3	0,5
Büyükbaş hayvan başına günde litre	80	50
Küçükbaş hayvan başına günde litre	20	10

Birim Su Sarfiyatları (5/6)

	Máx. q_g (Ağustos ayı su sarfiyatı) lt/N/gün	Ort. q_g (Senelik ortalama su sarfiyatı) lt/N/gün
4. Genel Servis		
(a) İdare binaları, lt/N/gün olarak	25	20
(b) Okullar, talebe başına günde litre	15	10
(c) Hastahaneler, yatak başına günde litre	600	400
(d) Cadde yıkanması, sadece yıkanan cad- delerin m ² si başına	1,5	0,1
(e) Yangın suyu ihtiyacı, senelik ortalama olarak iletilen toplam su hacmi- nin % 0,2 ilâ % 0,5'i kadardır.		

Birim Su Sarfiyatları (6/6)

	Max. q_g (Ağustos ayı su sarfiyatı) lt/N/gün	Ort. q_g (Senelik ortalama su sarfiyat lt/N/gün
--	---	---

5. Su Kayıpları

- (a) Yeni Tesislerde : İletilen toplam debinin isale hatlarında % 5'inden ve şebekelerde % 7'sinden daha az olmasıdır.
- (b) Mevcut Tesislerde : Eski tesislerde su kayıplarının, isale hattı ve şebekelerde toplam olarak %10+10 = %20'nin altında kalması istenir.

6. Özel Sarfiyatlar

- | | | |
|--|----|-----|
| (a) İstasyon (yolcu başına) | 1 | 0,5 |
| (b) Endüstri, çalışan işçi başına günde litre olarak
(Endüstrinin kendi proseslerinde harcanan su ayrıca gözönüne alınmalıdır). | 30 | 25 |

- Yıllık ortalama kişi başına günlük su ihtiyacı q_{ort} ile gösterilirse yaz aylarındaki su ihtiyacını temsil eden değer (q_{max}), ortalama değer 1,5 katı olarak kabul edilmektedir.
- Su ihtiyacının %70–90 arasındaki belirli bir oranı kanallara intikal etmektedir.
- Bu yüzden evsel debi;
 - $Q_{evmax} = \alpha * q_{max} * N$ifadesiyle bulunabilir.
- Burada;
 - Q_{evmax} : Yazlık evsel su sarfıyatı, $m^3/gün$
 - α : Kanala intikal yüzdesi
 - q_{max} : Kişi başına yazlık su ihtiyacı, $m^3/N/gün$
 - N : Kasabanın gelecekteki nüfusu

- Buna göre debiler;
 - $Q_h = Q_{evmax} / n_1 + Q_{sanayi} / n_2 + Q_{sizma} / 24$
 - $Q_{24} = (Q_{evmax} + Q_{sanayi} + Q_{sizma}) / 24$
 - $Q_{min} = Q_{evort} / n_3 + Q_{sanayi} / n_4 + Q_{sizma} / 24$

bağıntıları ile bulunabilir.

- Burada;
 - Q_h : Hesap debisi, m³/saat
 - Q_{24} : Ortalama debi, m³/saat
 - Q_{min} : Minimum debi, m³/saat
 - n_1, n_2, n_3 ve n_4 : Sabitler
- n_1 : Gün içindeki salınımları temsil eder ve nüfusa bağlı olarak değişmektedir.

- n_1 sabitinin değerleri nüfusa bağlı olarak aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Nüfus	<1000	1000–10000	10000–100000	100000–1000000	>1.000.000
n_1	10	12	14	16	18–20

- n_2 : Sanayi kuruluşunun vardiya sayısı ile alakalıdır. Tek vardiya çalışan tesislerde bu değer 5–6 arasında alınabilir.
- n_3 : 37–40 arasında bir değerdir. Bu da mesela $n_3 = 40$ için Q40 olarak gösterilmektedir.
- n_4 : Üç vardiya çalışan tesislerde $n_4 = 24$ alınabilir. Bir veya iki vardiya çalışan tesislerde minimum debi hesabında sanayisi debisi dikkate alınmaz.

Sızma Debisi Tahmini

- Birim su sarfiyatları tablolarında verilen debiler kanala sızma debilerini içermemektedir.
- Atıksu arıtma tesisine ulaşan atıksu karakterinin belirlenebilmesi için evsel atıksu debisinin yanında, sızma ve endüstriyel atıksu debileri ile bunlara ait kirletici yüklerinin de hesaba katılması gerekir.
- Atıksu toplama sistemine yer altı suyundan gelen sızma debisi miktarının hesabında, yer altı suyu seviyesi ile kanal sisteminin durumu dikkate alınır.

- Birim sızma debisi;
 - yerleşim yerindeki yeraltı su seviyesinin yüksekliğine,
 - yerleşim yerinin sahilde bulunup bulunmamasına,
 - zemin yapısına,
 - içme suyu şebekelerinin kaçak oranına ve
 - kanalizasyon şebekesinin yaşına, kalitesine ve benzeri hususlara bağlı olarak değişmektedir.

- Sızma debisinin bulunması için de çeşitli yöntemler vardır:
 - a) Evlerden gelen debinin belli bir yüzdesi olarak kabul edilir (Örneğin ortalama günlük debinin %50-100'ü gibi).
 - b) Kanalların hizmet ettiği alana bağlı olarak bulunabilir. Yani su toplama havzasının alanından hesaplanabilir (0,002-0,2 L/sn.ha gibi).
 - c) Kanal uzunluğuna göre bulunabilir (0,80 L/sn.km gibi).
 - d) Kanal uzunluğuna ve çapına bağlı olarak tahmin edilebilir (0,01-1 m³/gün.km.mm, iyi inşa edilmiş kanallar için 0,5 m³/gün.km.mm gibi).

- Sonuç olarak birim sızma debisi;
 - hektar başına 0,002-0,2 lt/sn.ha veya
 - birim kanal uzunluğu ve eşdeğer kanal çapı başına 0,01-1,0 m³/gün.mm.km kanal olarak alınır.
- Muayene bacalarından atıksu kanallarına giren debi de bu miktara ilave edilmelidir (örneğin 0,4 m³/gün/baca sayısı alınabilir).
- Endüstriyel debi ve kirletici yükleri ise ayrı ayrı ele alınır.

Sanayi Debilerinin Bulunması

- Sanayiden gelen debinin bulunması için çeşitli usuller vardır:
 - a) Eşdeğer nüfus hesaplanıp, sanayi debisi evlerden gelen atıksu içinde düşünülebilir.
 - b) Debinin zamanla değişiminin ölçülmesi suretiyle elde edilebilir.
 - c) Sanayi bölgelerinde hektar başına debi alınmak suretiyle hesaplanabilir (Örneğin 0,5-1 L/sn.ha gibi).

Evsel Atıksuların Tipik Özellikleri

- Atıksudaki kirleticilerin konsantrasyonlarına bağlı olarak atıksuyu, zayıf, orta ve kuvvetli olarak sınıflandırmak mümkündür.
- Kirleticiler ve konsantrasyonları, günün saatine, haftanın gününe, yılın ayına ve diğer yerel şartlara bağlı olarak değişim gösterdiğinden tasarımda o yere ait gerçek veriler esas alınmalıdır.

- Kanalizasyon sisteminin etkili çalışması durumunda, kişi başı BOİ miktarı genellikle ortalama 54 g/kişi-gün civarındadır.
- Gelişmekte olan bazı bölgelerde üretilen atık suyun tamamı kanalizasyon sistemine dâhil edilmediğinden, kişi başı BOİ miktarı 30-40 g/kişi-gün seviyesinde olabilir.
- Eğer kanalizasyonda birleşik sistem kullanılıyor ise, BOİ miktarı %40 daha yüksek, yani 77 g/kişi-gün mertebesinde olur.

- Ofislerde, okullarda ve diğer yarı zamanlı kullanılan mekânlarda BOİ miktarı 54 g/kişi-gün olan normal değerin yarısı, hatta daha da azı olabilir.
- Restoranlarda ve kafeteryalarda ise yapılan her yemek servisinin BOİ' ye etkisi 54 g/kişi-gün değerinin dörtte biri olarak kabul edilir.
- Gelişmiş ülkelerde kişi başı ort. BOİ miktarı ~ 60 gr/N-gün alınmaktadır.

Evsel atıksu özellikleri

Madde	Atıklarda bulunan değeri (g/kişi-gün)
BOI ₅	45-54
KOI	1.6-1.9xBOI ₅
Toplam organik karbon	0.6-1.0xBOI ₅
Toplam katı maddeler	170-220
Askıda katı maddeler	70-145
Kum (inorganik, 0.2mm ve yukarısı)	5-15
Madeni yağ	10-30
Alkalinite (kalsiyum karbonat olarak, CaCO ₃)	20-30
Klorür	4-8
Toplam azot	6-12
Organik azot	≈0.4xtoplam N
Serbest amonyak	≈ 0.6xtoplam N
Nitrit azotu	-
Nitrat azotu	≈0.0-0.5xtoplam N
Toplam fosfor	0.6-4.5
Organik fosfor	≈0.3 x toplam P
İnorganik (ortho-polifosfatlar)	≈0.7 x toplam P
Potasyum (K ₂ O olarak)	2.0-6.0
Askıda bulunan mikroorganizmalar (100 ml atıksu içinde)	
Toplam bakteri	10 ⁹ - 10 ¹⁰
Koliform	10 ⁹ - 10 ¹⁰
Faecal Streptococci	10 ⁵ -10 ⁶
Salmonella typhosa	10 ¹ -10 ⁴
Protozoa kistleri	10 ³ miktarına kadar
Helminth yumurtaları	10 ³ miktarına kadar
Virüsler (plak oluşturan birimler)	10 ² - 10 ⁴

Evsel atıksuyun tipik karakterizasyonu (1/2)

Parametre	Birim	Tipik Konsantrasyon		
		Zayıf Atıksu	Orta-kuvvetli Atıksu	Kuvvetli Atıksu
BOİ ₅	mg/L	110	190	350
KOİ	mg/L	250	430	800
Toplam Katı	mg/L	390	720	1230
Toplam Çözünmüş Madde	mg/L	270	500	860
Uçucu olmayan		160	300	520
Uçucu		110	200	340
Toplam AKM	mg/L	120	210	400
Uçucu olmayan AKM		25	50	85
Uçucu AKM		95	160	315
Çökebilir Katı Madde	mg/L	5	10	20
TOK	mg/L	80	140	260

Evsel atıksuyun tipik karakterizasyonu (1/2)

Parametre	Birim	Tipik Konsantrasyon		
		Zayıf Atıksu	Orta-kuvvetli Atıksu	Kuvvetli Atıksu
Azot	mg/L	20	40	70
Organik		8	15	25
Amonyak		12	25	45
Nitrit		0	0	0
Nitrat		0	0	0
Fosfor	mg/L	4	7	12
Organik		1	2	4
İnorganik		3	5	8
Klorlu Bileşikler	mg/L	30	50	90
Sülfat	mg/L	20	30	50
Yağ ve Gres	mg/L	50	90	100
Uçucu Organik Bileşikler	mg/L	<100	100-400	>400
Toplam Koliform	No./100 mL	$10^6 - 10^8$	$10^7 - 10^9$	$10^7 - 10^{10}$
Fekal Koliform	No./100 mL	$10^3 - 10^5$	$10^4 - 10^6$	$10^5 - 10^8$
Cryptosporidium oocysts	No./100 mL	$10^{-1} - 10^0$	$10^{-1} - 10^1$	$10^{-1} - 10^2$
Giardia lamblia cysts	No./100 mL	$10^{-1} - 10^1$	$10^{-1} - 10^2$	$10^{-1} - 10^3$

Endüstriyel Atıksular

- Endüstriyel atıksuların özellikleri, endüstriden endüstriye oldukça farklılıklar göstermektedir.
- Aynı daldaki endüstrilerde bile, kullanılan hammaddeler ve uygulanan proseslerin farklılığı, diğer birçok faktörle birlikte çıkan atık suyun yapısında farklılıklar oluşturmaktadır.
- Endüstriyel atıksularla ilgili olarak en önemli özellik, hem debide hem de içeriğinde geniş çapta dalgalanmaların olduğudur.
- Bu sebeple, bu durumları tarif etmek ve belli değerlere ulaşmak için en iyi yol deneysel verilerin istatistiksel analizi yoluyla elde edilen sonuçlardan faydalanmaktır.

Değişik atıksulardaki KOİ, BOİ₅ ve BOİ₅/KOİ oranları

Atıksu cinsi	KOI(mg/l)	BOİ (mg/l)	BOİ ₅ /KOİ
Mezbahana	3500	2000	0.57
İçki endüstrisi	60 000	30 000	0.5
Süt endüstrisi	1800	900	0.5
Lastik endüstrisi	5000	3300	0.66
Deri endüstrisi	13 000	1270	0.1
Tekstil endüstrisi			
Arıtılmamış	1360	660	0.48
Biyolojik arıtılmış	116	5	0.04
Un endüstrisi			
Arıtılmamış	620	226	0.36
Biyolojik arıtılmış	250	30	0.12