

OTELLER İÇİN ATIKSU GERİ KAZANIM HESAPLAMA ARACININ KULLANIM KILAVUZU VE AÇIKLAMALAR

Hazırlanan program, turizm tesisi özelliklerine göre turizm tesisinin girmesi gereken veriler, proje kapsamında yapılan çalışmalar ve toplanan veriler neticesinde belirlenen sabit değerler, birim maliyet değerleri ve hesaplamaları içermektedir. Buna göre girilmesi gereken bilgiler, alınan sabit değerler ile hazırlanan programın sınırları aşağıda açıklanmıştır.

TURİZM TESİSİ TARAFINDAN PROGRAMA GİRİLMESİ GEREKEN BİLGİLER

COĞRAFİ BÖLGE	:Turizm tesisinin bulunduğu coğrafi bölge seçilmeli
OTELİN DURUMU	:Turizm tesisinin kurulu durumda mı yoksa inşaat ya da tadilat aşamasında mı olduğu seçilmeli
OTELİN TİPİ	:Turizm tesisinin hangi amaca hizmet ettiği örn. deniz turizmi, şehir oteli vb. seçilmeli
ODA SAYISI	:Turizm tesisinin oda sayısı girilmeli
ORTALAMA YILLIK TOPLAM KALAN MİSAFİR SAYISI	:Turizm tesisinde ortalama olarak bir yılda kalan toplam misafir sayısı girilmeli
SULANAN YEŞİL ALAN, m ²	:Turizm tesisinin sulama yapılan yeşil alan büyüklüğü, m ² olarak girilmeli
YILLIK AÇIK OLUNAN GÜN SAYISI	:Turizm tesisinin yıl boyunca açık olduğu toplam gün sayısı girilmeli
SULAMA YÖNTEMİ	:Turizm tesisinin yeşil alan sulama yöntemi seçilmeli
GÜNLÜK SULAMA SUYU MİKTARI, m ³ /gün	:Biliniyor ise günlük sulama suyu miktarı girilebilir, bilinmiyorsa değiştirilmemelidir, program sulama yapılan yeşil alan büyüklüğüne göre hesaplayacaktır.
SULAMA YAPILAN GÜN SAYISI (gün/yıl)	:Biliniyor ise yıl içerisinde sulama yapılan toplam gün sayısı girilebilir, bilinmiyorsa değiştirilmemelidir, tesisin bulunduğu coğrafi bölgeye göre programa girilen sabit değer alınacaktır.
BİRİM SU FİYATI, TL/m ³	:Turizm tesisinin 1 m ³ suya ödediği bedel girilmeli
BİRİM ATIKSU FİYATI, TL/m ³	:Atıksu bedeli m ³ başına alınmıyorsa ya da su faturasına dahil ise 0 girilmeli
SU TASARRUFU UYGULAMALARI	:Turizm tesisinin su tasarrufuna yönelik uygulamaları varsa seçilmeli
AVRO KURU	:Yatırım ve işletme maliyetleri sistemde avro olarak hesaplanmakta ve kura göre TL'ye dönüştürülmektedir. Bu nedenle, kur kontrol edilerek değiştirilebilir.

PROGRAMDA YER ALAN SABİT DEĞERLER ve HESAPLAMALAR

MİSAFİR BAŞI ORTALAMA EVSEL ATIKSU ve GRİ ATIKSU MİKTARLARI

Günlük misafir başına oluşan gri su ve evsel miktarları pilot turizm tesisi verilerinin ortalaması ve su tasarruf durumları dikkate alınarak tahmin edilmiş ve Tablo 1’de verilmiştir. Proje kapsamında büyük ölçekli iki pilot turizm tesisi ile çalışılmıştır, bu tesislerden birisi 5 yıldızlı deniz turizmi oteli, diğeri ise 5 yıldızlı şehir turizmi otelidir. Her iki otelin de oda sayısı 300’ün üstündedir. Benzer özellikler taşıyan oteller için aşağıdaki değerlerin ortalamayı yansıtacağı tahmin edilmektedir. Bununla birlikte, diğer orta büyüklükteki ve 4 yıldızlı oteller için gri su miktarı ise pilot turizm tesisi verileri ve literatür verileri göz önüne alınarak tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Gri su: Sadece odalarda oluşan duş ve lavabo sularının gri su olarak (mutfak ve çamaşırhane atıksuları yüksek kirlilik içeriğinden dolayı, gri su kapsamı dışında bırakılmıştır) ayrılması ön görülmüştür. Buna göre, misafir başına oluşan gri su miktarı odalardan toplanan duş ve lavabo sularının (ölçüm verisi) kalan misafir sayısına bölünmesiyle hesaplanmış ve burada 1-2 yıllık ölçüm ve hesap sonuçları ortalaması kullanılmıştır.

Karışık Evsel atıksu: Bina içindeki tüm evsel nitelikli atıksuların (odalar, mutfak, çamaşırhane, genel alanlar vb.) karışık olarak toplanması ön görülmüştür. Buna göre, misafir başına oluşan evsel atıksu miktarı otelde bina içinde kullanılan toplam su miktarının kalan misafir sayısına bölünmesiyle hesaplanmış ve burada 1-2 yıllık ölçüm ve hesap sonuçları ortalaması kullanılmıştır.

Tablo 1. Misafir başına ortalama günlük atıksu miktarları

MİSAFİR BAŞINA ORTALAMA GÜNLÜK ATIKSU MİKTARI	SU TASARRUFU DURUMU	DENİZ TURİZMİ OTELİ	ŞEHİR OTELİ	DİĞER (orta büyüklükte 4 yıldızlı oteller)
GRİ ATIKSU miktarı, L/gün-misafir	Su tasarrufu yok	135	150	100
	Su tasarrufu var	110	120	75
KARIŞIK EVSEL ATIKSU miktarı, L/gün-misafir	Su tasarrufu yok	340	350	250
	Su tasarrufu var	310	320	220

SULAMA SUYU MİKTARI VE SULAMA SÜRESİ

Günlük sulama suyu miktar turizm tesisinin sulanan yeşil alanının birim sulama ihtiyacı ile çarpılması ile elde dilmektedir. Birim sulama suyu miktarı ve sulama süresi literatür verileri kullanılarak coğrafi bölgeler bazında tahmin edilmiş ve aşağıda verilmiştir (kullanılan kaynaklar aşağıda referanslar bölümünde verilmiştir). Bölgeye göre kullanılacağı ön görülen çim türleri Tall fescue (*Festuca arundinacea*), YUMAK (Kamışsı) ve *Lolium perenne* (İngiliz çimi) olarak seçilmiştir.

Tablo 2. Türkiye’de bölgelere göre maksimum çim/süs bitkisi sulama suyu ihtiyacı

BÖLGELER	SULAMA DÖNEMİ	SULAMA SÜRESİ, gün/yıl	SULAMA YÖNTEMİNE GÖRE SULAMA İHTİYACI (mm/gün)*	
			Yağmurlama Sulama	Damla Sulama
MARMARA BÖLGESİ	Nisan-Eylül	180	4,957	4,457
EGE BÖLGESİ	Nisan - Eylül	180	5,771	5,186
AKDENİZ BÖLGESİ	Nisan-Ekim	210	5,129	4,614
İÇ ANADOLU BÖLGESİ	Nisan-Eylül	180	4,986	4,486
KARADENİZ BÖLGESİ	Mayıs-Eylül	150	3,229	2,900
DOĞU ANADOLU BÖLGESİ	Haziran-Eylül	150	3,857	3,471
GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ	Nisan-Ekim	210	7,586	6,814

*Toprak yapısına göre değişebilmektedir.

GERİ KAZANILABİLECEK ATIKSU MİKTARI

Geri kazanılabilecek atıksu miktarları sulama suyu ihtiyacı, toplam gri su miktarı, toplam evsel atıksu miktarı, rezervuarlarda kullanılabilecek toplam su miktarı, tesisin açık olduğu süre, misafir sayıları kullanılarak hesaplanmıştır. Potansiyel geri kazanılabilecek atıksu miktarı ve potansiyel kullanım alanındaki ihtiyaç dikkate alınmıştır.

Program 3 farklı atıksu geri kazanım alternatifinin her biri için günlük ve yıllık geri kazanılabilecek atıksu miktarını, arıtma kapasitesini hesaplamakta ve mali analizini yapmaktadır. Analiz edilen atıksu geri kazanım alternatifleri;

- Gri atıksuyun ayrılması ve peyzaj sulama amaçlı geri kazanımı
- Gri atıksuyun ayrılması ve hem peyzaj sulama, hem de tuvalet rezervuarlarında sifon suyu olarak geri kazanımı
- Bina içinde oluşan evsel nitelikli atıksuların peyzaj sulama amaçlı geri kazanımı

ATIKSU ARITMA TEKNOLOJİSİ

Gri su arıtımı ve geri kazanımı ile evsel atıksu arıtımı ve geri kazanımı için temel olarak iki farklı teknolojinin kullanımı ön görülmüştür. Her iki teknoloji de biyolojik arıtma esasına dayanmaktadır. Bunlar; MBR teknolojisi ve Konvansiyonel Aktif Çamur teknolojisidir. Programda kısaca MBR ve CAS olarak ifade edilmiştir. Seçilen arıtma proseslerinin üniteleri akış sırasıyla şu şekilde ön görülmüştür;

MBR teknolojisi: ızgara, dengeleme, membran biyolojik reaktör, UV, bakiye klorlama ve depo tankı,

CAS teknolojisi: ızgara, dengeleme, biyolojik reaktör, klorlama, fazla klor giderimi (aktif karbon adsorpsiyonu) ve depo tankı.

MBR teknolojisinde arıtılmış suda partikül bulunması beklenmemektedir ve UV ile dezenfeksiyon veriminin yüksek olması beklenir. Bu nedenle, gerek virüs giderim verimini arttırmak, gerekse de klor dozajını düşük tutarak sadece bakiye klorlama yapabilmek için klorlama öncesinde UV kullanımı ön görülmüştür.

CAS teknolojisinde ise daha yüksek dozajda klorlama yapılması ve sulama öncesinde fazla klorun uzaklaştırılması ön görülmüştür.

Her iki teknolojinin de kullanılması durumunda, arıtılmış suların, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği (20.03.2010), EK 7-Arıtılmış Atıksuların Sulama Suyu Olarak Geri Kullanım Kriterleri”ni sağlayacağı ön görülmektedir. Ancak arıtılmış su kalitesi ve performansın salınım göstermemesi açısından MBR teknolojisi daha avantajlıdır. Bununla birlikte alanının kısıtlı olduğu yerlerde yine MBR teknolojisi ön plana çıkmaktadır.

MALİ ANALİZ HESAPLARI VE BİRİM MALİYETLER

Mali analizde kullanılan gider ve gelirler şunlardır;

Giderler:

- Arıtmanın ilk yatırım ve işletme maliyeti (personel, elektrik, kimyasal, bakım-onarım ve yenileme maliyeti),
- Borulama maliyetleri; gri su ayırımı için ilave borulama maliyeti (sadece odalardaki gri suyun ayrılacağı ön görülmüştür), arıtılmış gri suyun bahçe sulama haricinde tuvalet rezervuarlarında da kullanılması durumunda geri kazanılacak suyun dağıtılacağı hattın maliyeti (geri kazanılacak su miktarı odaların rezervuar ihtiyacından fazla olduğu için genel alanlarda dahil tüm tuvalet rezervuarlarına geri dönüş yapılacağı ön görülmüştür),

Faydalar:

- Şebekeden temin edilen su miktarının azalmasına bağlı olarak suya ödenen maliyetin azalması,
- Deşarj edilen su miktarının azalmasına bağlı olarak atıksuya ödenen maliyetin azalması (sadece atıksu bedelinin m³ bazında su faturasından ayrı olarak alındığı durumlarda geçerlidir)

Mali analiz kabulleri ve birim maliyetler:

- Mevcut durumda kurulu otel için oda başına gri su akım ayırımı borulama maliyeti 100 Avro/oda, yeni inşaa edilen ve tadilat aşamasındaki otel oda başına gri su akım ayırımı borulama maliyeti 40 Avro/oda olarak alınmıştır.
- Finansal analiz 15 yıllık bir dönem için yapılmıştır.
- Hesaplar reel olarak, sabit 2014 TL fiyatları baz alınarak yapılmıştır. Enflasyona dayalı fiyat artışları göz ardı edilmiştir.
- KDV ve diğer vergiler hesaplara dahil edilmemiştir.
- %10 reel iskonto oranı kullanılmıştır. Bu, Devlet Planlama Teşkilatı'nca yayınlanmış olan ulusal kılavuzla uyumludur.
- Yatırımların öz kaynakla finanse edileceği varsayılarak, finansman maliyeti dikkate alınmamıştır.
- Yenileme maliyeti olarak, her 10 yılda bir ilk yatırım maliyetinin %10'u ölçeğinde yenileme maliyeti öngörülmüştür.

Net bugünkü değer (NBD), yatırımın ekonomik ömrü boyunca sağladığı getirinin bugünkü değerinden yatırım giderlerinin bugünkü değerinin düşülmesi ile elde edilen farkı ifade eder, NBD bir yatırımın veya projenin karlılığını analiz etmeye yarayan bir ölçüttür. Bugünkü değer, sermaye maliyetini gösteren iskonto oranı ile hesaplanır. NBD pozitif ise yapılması düşünülen yatırım karlı demektir, yani yatırımın sağlayacağı getirinin yatırım için katlanılan sermaye maliyetinden yüksek olduğu anlaşılır.

Yatırımın karlılığını gösteren NBD hesabı şu şekilde ifade edilebilir:

$$NBD = -Y_0 + \sum_{n=1}^n \frac{NF_n}{(1+i)^n} \quad (1)$$

NBD = Net Bugünkü Değer

Y_0 = İlk yatırım maliyeti (arıtma ve gerekli tüm altyapı yatırımlarının toplamı)

NF = Net Fayda

i = iskonto oranı

n = yıl

Burada NF :

$$NF = \{ (GK_s) * (F_s) + (GK_s * A_{UB}) \} - \dot{I}B \quad (2)$$

GK_s = Yıllık geri kazanılan su miktarı (m^3)

F_s = Birim su fiyatı (TL/ m^3)

A_{UB} = Birim atıksu uzaklaştırma bedeli (TL/ m^3) (şayet su fiyatından ayrı olarak, kullanılan su miktarına göre atıksu uzaklaştırma bedeli alınıyor ise)

$\dot{I}B$ = Yıllık işletme ve bakım gideri, TL

Geri ödeme süresi, bir yatırım projesi için yatırılan paranın kaç yılda geri alınabildiğini gösterir ve basit olarak yatırımın yıllık net faydaya (tasarruf) bölünmesiyle hesaplanmıştır:

$$\text{Geri Ödeme Süresi} = \frac{Y_0}{((GK_s) * (F_s + A_{UB})) - \dot{I}B} \quad (3)$$

Geri ödeme süresiyle ilgili olarak 3 zaman aralığı tanımlanabilir:

Geri ödeme süresi < 5 yıl ise kısa, 5-15 yıl arasında ise orta, > 15 yıl ise uzun.

Aynı miktarda getiri sağlayan projelerden, geri ödeme süresi daha kısa olan proje, yatırım açısından daha tercih edilen yatırımdır

PROGRAMIN SINIRLARI VE UYARILAR

Geliştirilen program pilot turizm tesisi verileri, piyasadaki toplanan yatırım maliyetleri ve literatür bilgilerini kullanmaktadır ve her çeşit turizm tesisi için doğru sonuç vermeyebilir. Programı kullanırken dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda verilmiştir:

- Misafir başına birim su kullanım ve atıksu miktarları, pilot turizm tesisi verilerinden yola çıkılarak tahmin edilmiştir. Pilot ölçekte çalışma yapılan 5 yıldızlı büyük ölçekli deniz ve şehir turizm otelleri değerlerinin, benzer özellikteki tesisler için ortalamayı yansıtmaması beklenmektedir. Ancak bunun dışındaki tesislerin programı kullanırken ihtiyatlı yaklaşması mümkünse verilerini kontrol ederek hareket etmesi tavsiye edilmektedir,
- Birim su kullanımları ve atıksu oluşumları turizm tesisinin su tasarruf uygulaması olup olmamasına göre değişkenlik göstermektedir. Tasarruf oranları ortalama olarak tasarruf edilebilecek miktarlar dikkate alınarak tahmin edilmiştir. Ancak su tasarruf oranının su tasarruf politikası ve ekipman özelliklerine göre farklılık gösterebileceği, ortalamanın altında ya da üstünde olabileceği unutulmamalıdır,
- Teknolojilerin yatırım maliyetleri, piyasada faaliyet gösteren firmalardan fiyat bilgisi alınarak belirlenmiştir ve ortalamayı yansıtmaktadır. Ancak kullanılan ekipmanların menşei (örn. italyan, yerli), kullanılan membranın üretildiği yer (örn. Almanya, Çin vb.) ve arıtma tesisinin kurulacağı yere bağlı olarak değişkenlik gösterebilir,
- Gri suyun ayrılması ve arıtılmış suyun rezervuarlara dağıtılması için hesaplanan birim maliyetler ortalama dikey bir bina özellikleri dikkate alınarak belirlenmiştir, otelin özelliklerine göre değişkenlik gösterebilir (örn. yatay ve kurulu alanın büyük olduğu bir otelde borulama mesafeleri fazla olduğundan oda başına borulama maliyetleri artabilir),
- Maliyet hesapları 75 m³/gün ile 1.000 m³/gün aralığını kapsamaktadır, daha küçük ve daha büyük debiler için maliyet hesapları ortalamayı yansıtmayabilir,
- Hazırlanan program küçük ölçekli oteller için uygun olmayabilir, ihtiyatlı kullanılmalıdır (atıksu debisi 75 m³/gün altında ise maliyet analizi sonuçları gerçeği yansıtmayabilir),

PROGRAMIN HAZIRLANMASI ve İLETİŞİM

Program TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü tarafından “Turizmde Atıksu Yönetimi” projesi kapsamında hazırlanmıştır.

İletişim: Dr. Selda MURAT HOCAOĞLU, Pamir TALAZAN
E-posta: selda.murat@tubitak.gov.tr, pamir.talazan@tubitak.gov.tr
Tel: (262) 677 2941
Faks: (262) 641 2309

REFERANSLAR:

Gözenç, S., Gümüş, E., Ertin, G. 1998. “Türkiye Coğrafyası”. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. İlköğretim Öğretmenliği Lisans Tamamlama Programı. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları No: 1069. Açıköğretim Fakültesi Yayınları No: 594. ISBN 975 - 492 - 826 – 6.

Hocaoğlu SM., vd. 2014, Turizmde Çevre Dostu Atıksu Yönetim Modelinin Oluşturulması Projesi Fizibilite Raporu, 5128703 (TÜBİTAK MAM ÇTÜE.14.173),

Hocaoglu Murat S., Atasoy E., Baban A., Orhon D., 2013, Modeling biodegradation characteristics of grey water in membrane bioreactor. Journal of Membrane Science 429, 139–146

Hocaoglu S.M, Insel G., Ubay Cokgor E., Baban A., Orhon D. (2010), COD fractionation and biodegradation kinetics of segregated domestic wastewater: black and grey water fractions, Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 85 (9), 1241–1249.

Hocaoglu S.M, Insel G., Ubay Cokgor E., Baban A., Orhon D. (2010), COD fractionation and biodegradation kinetics of segregated domestic wastewater: black and grey water fractions, Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 85 (9), 1241–1249.

Karlberg, L., Rockstörn, J., Annandale, J.G., Steyn, J.M. 2007. Low – cost drip irrigation – A suitable technology for southern Africa? An example with tomatoes using saline irrigation water. Agricultural Water Management 89 (2007), 59-70.

Kuşvuran A., Tansı, V. 2013. Çukurova Koşullarında Bazı Serin Mevsim Çim Bitkisi Tür ve Karışımlarının Çimlenme Süreleri ve Kaplama Hızlarının Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 6 (2): 55-63, 2013.

Lawn waterin guide for California. 2001. University of California Agriculture and Natural Resources. ISBN 978-1-60107-222-1.

Oron, G., Campos, C., Gillerman, G., Salgot, M. 1999. Wastewater treatment, renovation and reuse for agricultural irrigation in small communities. Agricultural Water Management 38 (1999) 223-234.

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği (20.03.2010), EK 7-Arıtılmış Atıksuların Sulama Suyu Olarak Geri Kullanım Kriterleri.

<http://water.usgs.gov/edu/irquicklook.html>,

<http://water.usgs.gov/edu/irfurrow.html>

<http://water.usgs.gov/edu/wateruse.html>

<http://water.usgs.gov/edu/wuir.html>

<http://water.usgs.gov/edu/waterquality.html>

<http://www.zumrutcim.com/cim-sulama.php>

<http://www.cevreonline.com/su/cimlerin%20genel%20durumu.htm>

<http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/8044.pdf>

<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/acik-yuzey-buharlasma.aspx>

<http://turkiye7bolge.blogcu.com/turkiye-nin-bolgelere-gore-sehir-dagilimi/8039193>

http://www.pge.com/includes/docs/pdfs/about/edusafety/training/pec/toolbox/arch/climate/california_climate_zones_01-16.pdfhttp://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari.pdf

<http://www.cayirovatohum.gov.tr/?Bid=138109>