

Makalenin Geliş Tarihi : 14.07.2010
Makalenin Kabul Tarihi : 06.10.2010

BODRUM YARIMADASI'NDA TURİZMİN SU KAYNAKLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ VE İÇME-KULLANMA SUYU PROBLEMİ

Recep BAKIŞ¹

ÖZET: Bodrum Yarımadası Türkiye'nin en önemli turizm merkezlerinden birisidir. İç ve dış turizmin bölgeye aşırı akması sonucu, Bodrum Yarımadasında nüfus hızla artmaktadır. Aşırı nüfus artışı ve bölgedeki yetersiz su kaynakları nedeniyle, Bodrum Yarımadası ciddi su sıkıntısı çekmektedir. Son yıllarda, bu sıkıntı bölgenin artan turistik değeri nedeni ile özellikle yaz aylarında had safhaya ulaşmıştır. Bodrum Yarımadası, kendi su ihtiyaçlarını sağlayacak güvenli ve sürekli su kaynaklarına sahip değildir. Su temin edilebilecek muhtemel kaynaklar da, bölgeden uzakta bulunmaktadır.

Bu makalede, turizm kaynaklı nüfus artışı nedeniyle Bodrum Yarımadasında çok önemli bir sorun haline gelen içme ve kullanma suyu problemi incelenmiş ve bu konunun önemi vurgulanmıştır. Makalede, Bodrum Yarımadasının içme ve kullanma suyu sıkıntısı çektiği ve ihtiyaçların yaz dönemlerinde mevcut kaynaklardan karşılanmadığı tespit edilmiştir. Bölgenin nüfus projeksiyonları (yerli ve turist nüfusa göre) 2100 yılına kadar yapılmış ve içme-kullanma suyu ihtiyacı bu nüfusa göre belirlenmiştir. Nüfusun kontrol altına alınmaması halinde 2025, 2040, 2050 ve 2100 yılındaki su ihtiyaçları sırası ile $32,64 \times 10^6$, $52,33 \times 10^6$, $70,11 \times 10^6$ ve $312,23 \times 10^6$ m³/yıl olacaktır. Bu bağlamda, Bodrum Yarımadasının su ihtiyaçlarının kısa ve orta vadede Milas yakınlarındaki su kaynaklarından temin edilmesi ekonomik bakımından daha uygun olacaktır. Daha uzun vadeli su ihtiyaçlarının ise Dalaman-Akköprü Barajı ve Namnam Çayından temin edilmesi önerilmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Bodrum Yarımadası, İçme-kullanma suyu, Nüfus yoğunluğu, Su kaynakları, Turizm

THE IMPACT OF TOURISM ON THE WATER RESOURCES AND THE DOMESTIC WATER PROBLEM IN THE BODRUM PENINSULA

ABSTRACT: Bodrum Peninsula is one of the most important tourism centers of Turkey. Due to the excessive growing rate of foreign and domestic tourism, the population is increasing rapidly in the region.

The Bodrum Peninsula suffers from serious water shortage due to the overwhelmed population growth and the insufficient water resources in the region. In recent years, this shortage has reached to intolerable levels due to the increasing the touristic value of the area especially in the summer months. Bodrum Peninsula does not have safe and sustainable water resources which can provide its water supply needs. In addition, the water resources which can supply the water needs are located far from the region.

In this paper, the domestic water problem, which has become an excessively important issue in the Bodrum Peninsula due to the increase in population of tourism, has been examined and its significance is emphasized. In the paper, it is determined that the peninsula suffers from domestic water shortage and the water needs can not be met from the available resources in the summer months. The population estimations of the region (according to both the domestic population and the tourist population) are carried out until the year 2100 and the domestic water needs are determined according to these projections. If the increasing population can not be controlled, the water needs will be 32.64×10^6 , 52.33×10^6 , 70.11×10^6 and 312.23×10^6 m³/year in the years 2025, 2040, 2050 and 2100, respectively. Hence, it will be more suitable economically to supply the water needs of the Bodrum Peninsula in the short and medium terms from the water resources located near Milas. The longer term water needs, on the other hand, are suggested to be supplied from the Dalaman-Akköprü Dam and the Namnam Creek.

KEYWORDS: Bodrum Peninsula, Domestic water, Population density, Tourism, Water resources

¹ Anadolu Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İki Eylül Kampüsü 26470 ESKİŞEHİR

I. GİRİŞ

Dünyada, sahil şeritleri, ikamet etmek, dinlenmek, tarım endüstri, ulaşım ve ticari bağlantılar yapmak için ideal bölgelerdir. Bunun sonucunda da sosyo ekonomik gelişme, iç bölgelere göre daha hızlı olmaktadır [1-3].

Sürdürülebilir bir turizm sektörü için topoğrafya, arazi kullanımı, ulaşım ağı, nüfus yoğunluğu, su kaynakları, flora ve fauna gibi alanlar incelenerek, muhtemel turizm sahaları belirlenmeli ve önceden projelendirilmelidir. Bütün kıyı şeritlerinin sürdürülebilir yönetimi için kıyı şeritlerinin bir bütün olarak planlanması ve bu plana göre yönetilmesi gerekmektedir.

Turizm endüstrisinde oteller, yüzme havuzları, golf sahaları ve turistler suyu aşırı bir şekilde tüketmektedir. Bunun sonucunda da tatlı su kaynakları yetersiz kalmakta ve aşırı miktarda atıksu oluşmasına yol açmaktadır [4, 5].

Dünyada tatlı su kaynaklarına duyulan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Özellikle iklim değişikliği, nüfus artışı, tarım endüstri faaliyetleri, yaşam kalitesinin artması ve turizm sebebiyle ülke içinde ve ülkeler arasında su problemleri artmıştır. İngiltere'nin güneydoğusunda taşkınlara rağmen, su kıtlığı vardır. En önemli sebebi ise, sıcak yaz mevsimi, nüfus artışı, ev inşaatları, tarım ve bahçe sulamalarıdır. Güney Doğu Avrupa'da da su problemleri mevcuttur. Özellikle turizm bölgelerinde oteller derin su sondajları ile su temin etmekte ve bunun sonucunda da yeraltı su seviyesinin azalmasına ve toprakların tuzlulaşmasına neden olmaktadır [6, 7].

Kurak ve yarı kurak bölgelerde bu sorunlar daha fazla hissedilmektedir. Özellikle nüfusun aşırı yığıldığı Akdeniz ülkeleri havzasında, su kıtlığı önemli sorunlardan birisidir. İspanyada yapılan araştırmalara göre, sıcak iklim ve turistlerin evlerine göre daha fazla su kullanma eğilimleri nedeniyle kişi başına tüketilen su miktarı 440 l/gün'den fazladır. Su kıtlığını gidermek ve su açığını kapatmak için bu bölgelerde yeraltı suyunun aşırı çekildiği ve bununda iç bölgelere tuzlu su girişimine neden olduğu bildirilmiştir [8, 9].

Ege ve Malta adaları da tatlı su kaynakları bakımından fakir ve nüfus-turizm yoğunluğu fazla olan yerlerdir. Özellikle, Akdeniz havzasındaki iklim değişiklikleri nedeniyle elde edilen tatlı su kaynakları azaldığından benzer sorunlar Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, Libya, Kuveyt, Mısır, Ürdün, S.Arabistan ve İsrail gibi ülkelerde de görülmektedir. Ege adaları, Mısır, Libya, Ürdün,

Kuveyt, İsrail gibi ülkeler su ihtiyaçlarının önemli bir kısmını deniz suyunu işleyerek karşılamaktadır [10-16].

Dünya turizm organizasyonu, sürdürülebilir turizm endüstrisi için suyun çok önemli olduğunu vurgulamaktadır. Özellikle turizm sektöründe su yönetimi ve suyun efektif kullanımı çok önemlidir. İklim değişikliği nedeniyle su kaynaklarında azalma ve bunun sonucunda oluşan kuraklık, öte yandan sektörün aşırı su tüketimi nedeniyle suya önem vermesi gerektiğini bildirilmiştir [8].

Turizm alanında, Akdeniz ve Avrasya'nın en önemli turizm ülkelerinden birisi Türkiye'dir. Ege ve Akdeniz sahil bantlarında bulunan Bodrum, Çeşme, Marmaris ve Antalya kıyı bandı ulusal ve uluslararası turizmin cazibe merkezleridir. Türk ekonomisinin gelişmesinde, turizmin çok önemli bir payı vardır. Özellikle, Bodrum Türkiye'nin en önemli turizm merkezlerinden birisidir.

1970'li yıllardan sonra Bodrum Yarımadasında gelişen turizm nedeniyle arazilerin çoğu, turizm sektörü tarafından ele geçirilmiş ve bölgenin hızla yapılaşmasına neden olmuştur.

Bölgede, hızlı ve plansız bir şekilde gelişen turizm sektörü pek çok konuda (çevresel, sosyal, ve altyapı konusunda) problemlerin oluşmasına neden olduğu gibi, su kaynakları üzerinde de ciddi sıkıntılar yaratmıştır. İç ve dış turizm nedeniyle, 2. Konut (yazlık), tatil köyleri, oteller, hızla çoğalmakta ve kış nüfusu (2010 yılı: 110492 kişi) ile yaz nüfusu (2010 yılı: 502720 kişi) arasında büyük farklılıklar oluşmaktadır. Bazı yıllarda, yaz ve kış nüfusu arasında 10 katına varan farklar meydana geldiği bildirilmiştir [5, 17].

Bodrum Yarımadası, bozulmamış doğası, tarihi kalıntıları, kirlenmemiş denizi, temiz kumsalları ve düşük fiyat hizmetleri ile özellikle batılı ve kuzeyli turistlerin yoğun ilgisini çekmektedir. İç turizm bakımından, mevsimsel olarak kullanılan 2. konut veya yazlık geleneği nedeniyle iç bölgelerden de yoğun bir akım söz konusudur. 2. Konutta yabancıların da önemli bir payı vardır. Bütün bu özellikler, bodrum Yarımadasının turizm bakımından cazibe merkezi haline gelmesine neden olmuştur. Son yıllarda aşırı artan nüfus nedeniyle bölgedeki fiziksel ve sosyal yapı üzerine büyük bir baskı oluşmuş durumdadır. Pik turizm dönemlerinde mevcut kaynaklar ihtiyaca cevap veremez hale gelmiştir.

Bodrum Yarımadası için geçmişte yapılan plan ve projeksiyonlarda şehir ve turizm konusunda öngörülemeyen bazı faktörler nedeniyle aşağıdaki olumsuz sorunlar oluşmuş durumdadır.

- Mevcut su kaynaklarının (yeraltı ve yerüstü) aşırı nüfus nedeniyle ihtiyaçlara cevap verememesi,
- Yeraltı suyunun aşırı çekimi nedeniyle tuzlu su girişiminin iç kesimlere taşınması,
- Tarım topraklarının turizm sektörü tarafından istila edilerek, otel, tatil köyleri, 2. konut ve diğer yapılaşmalar nedeniyle tahrip edilmesi,
- Orman ve tabiatın tahrip edilmesi,
- Mevsimsel aşırı nüfus değişimleri nedeniyle yaşam kalitesinin düşmesi,
- Tarihi alanların tahrip edilmesi,
- Kaçak inşaat atıkları ve atıksuyun denize deşarj edilmesi nedeniyle oluşan çevre kirliliği problemleri,
- Turizmin pik zamanlarındaki atıksu debilerine göre projelendirilmiş arıtma tesislerinin, kış sezonunda verimli çalışmaması.

Bodrum Yarımadasında, su problemlerinin çözümü konusunda yapılan ilk ciddi çalışmalar sırası ile 1996 ve 1998 yıllarında Bodrum Belediyesi tarafından yaptırılan, “Bodrum Yarımadası Su Temini Projesi Ön İnceleme Raporu” ve “Bodrum Yarımadası Su Dağıtım İŞletim Sistemi Projesi” çalışmalarını kapsamaktadır [18, 19]. Özellikle, Bodrum Yarımadası Belediyeler Birliğinin 30 yıldır devam eden su problemlerinin çözümü için DSİ tarafından acil önlemler kapsamında 2006 yılında çalışmalara başlamıştır. Bu kapsamda, Bodrum Yarımadasının içme kullanma suyu probleminin çözümü için “Bodrum Yarımadası Acil İçme Suyu Projesi” DSİ II Bölge Müdürlüğü (Devlet Su İşleri 21. Bölge) tarafından uygulamaya konulmuştur. Projenin 1. aşamasının 2011 yılı içinde tamamlanması hedeflenmiştir. Projenin toplam yatırım bedeli yaklaşık 250 milyon dolardır. Bodrum içme kullanma suyu ihalesi 2007 yılında yapılmıştır [20-23].

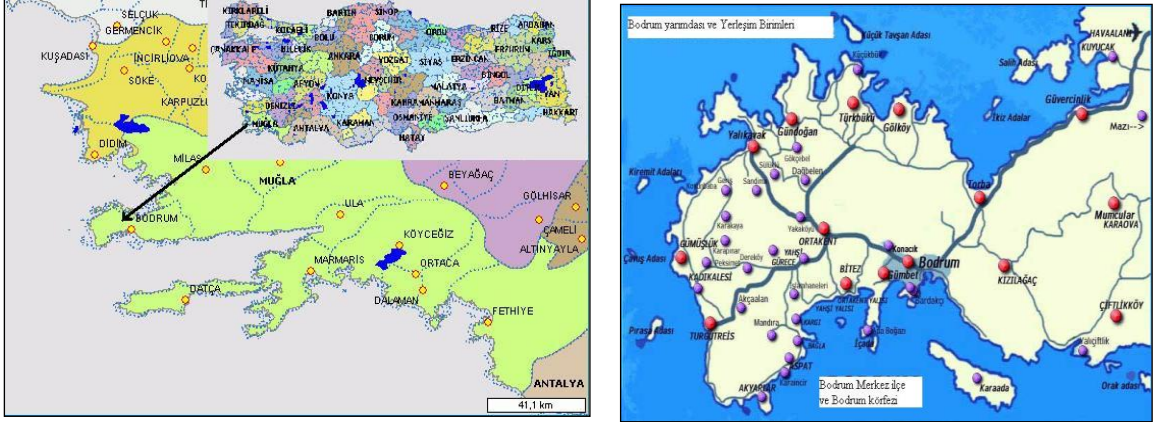
Proje Üç aşamada yapılacaktır. 1. aşamada bodrum Yarımadasının 2025 yılına kadarki su ihtiyaçları, 2. aşamada 2040 yılına kadarki su ihtiyaçları karşılanacaktır. 3. aşamada ise baraj ve su kaynaklar ile arıtma tesisleri arasındaki ham su ana isale hattı yapılacaktır. Ayrıca, bölgede bulunan Çamköy kaynakları, Mumcular Barajı ve yeraltı su kaynaklarından da faydalanılacaktır

[20-22]. Su temin edilecek başlıca kaynaklar ise şunlardır: Çamköy kuyularından 5×10^6 m³/yıl, Geyik Barajından 5×10^6 m³/yıl, Mumcular Barajından 5×10^6 m³/yıl, Yarımada'nın çeşitli yerlerinden 5×10^6 m³/yıl ve Bodrum civarından 2×10^6 m³/yıl su alınması planlanmıştır. Toplam 22 milyon metreküp suyun uygun kullanılabilmesi için su depoları ve isale hatlarının yapılması ve %40'a varan su kaçaklarının önlenmesi hedeflenmektedir [20-23].

Bu makalede, Bodrum Yarımadasının mevcut su sorunları, su tüketimi ve nüfus artışları incelenmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur. Bölgedeki mevcut nüfus artışı dikkate alınarak, sürekli (yerli) nüfus, 2. konut nüfusu ve turistik nüfus projeksiyonları yapılmış ve 2100 yılına kadar ki nüfus artışları belirlenmiştir. 2100 yılına kadar ihtiyaç duyulacak içme ve kullanma suyu miktarı belirlenerek, muhtemel su kaynaklar araştırılmıştır. DSİ tarafından planlaması yapılan ve halen devam eden Bodrum acil içme suyu projesi kapsamında öngörülen su kaynaklarının, bu yoğunluktaki nüfusun ihtiyaçlarını karşılamayacağı ve ancak 2015 yılına kadar yeterli olacağı görülmüştür. Bu çalışma ile bölgeye su temin edilecek farklı kaynaklar incelenmiş ve mevcut su kaynaklarının durumu irdelenmiştir. Gelecekte, bölge için düşünülecek ilave su kaynakları planlamalarına ışık tutması amaçlanmıştır.

II. ARAŞTIRMA ALANININ TANITILMASI

Bodrum Yarımadası coğrafi olarak 37° 2' 18" Kuzey enlemleri ile 27° 25' 45" Doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Türkiye'nin güney batı ucunda bulunan Bodrum Yarımadasının coğrafik konumu sebebi ile zengin bir tarihsel geçmişi vardır. Bodrum Yarımadası, üç tarafı denizlerle çevrili ve doğu batı istikametinde uzanır. Bodrum Yarımadasının, sadece doğu tarafından kara ile bağlantısı vardır. Yarımadadan denize dik uzanan dağ sıraları ve bu dağlara paralel vadilerin arasında irili ufaklı ovalar vardır. Bodrum Yarımadasının güneyinde Gökova körfezi, kuzeyinde Güllük körfezi ve batısında Ege denizi bulunmaktadır (Şekil 1)



Şekil 1. Bodrum Yarımadasının konumu ve beldeleri [24, 25].

III. MATERYAL VE METOT

Araştırmada, Bodrum Yarımadasının içme kullanma suyu problemi incelenmiştir. Bölgedeki tarihi nüfus artışı Türkiye İstatistik Kurumu web sayfasından alınmıştır [26]. Mevcut nüfus incelenerek, 2100 yılına kadarki nüfus projeksiyonu yapılmıştır. Bodrum belediyesi, DSİ 21 Şube verileri ve literatür araştırmaları su kaynakları potansiyeli, 2. konut nüfusu, turistik nüfus ve diğer mevcut bilgiler elde edilmiştir. Bölge hakkındaki meteorolojik veriler ise Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ) web sayfasından [27], Bodrum ve Karaova Beldesi Meteoroloji Gözlem İstasyonlarından alınmıştır. Çalışmalarda Excel 2003 programı kullanılmıştır. Kişi başına günlük su tüketimi DSİ verileri ve İller Bankası Yönetmeliğine göre seçilmiş ve nüfus artış oranı dikkate alınarak yıllara göre (gelecekte her yıl için) ihtiyaç duyulan toplam su miktarı hesaplanmıştır.

III.1. Araştırma Alanının Jeolojik Yapısı ve Su Tutma özelliği

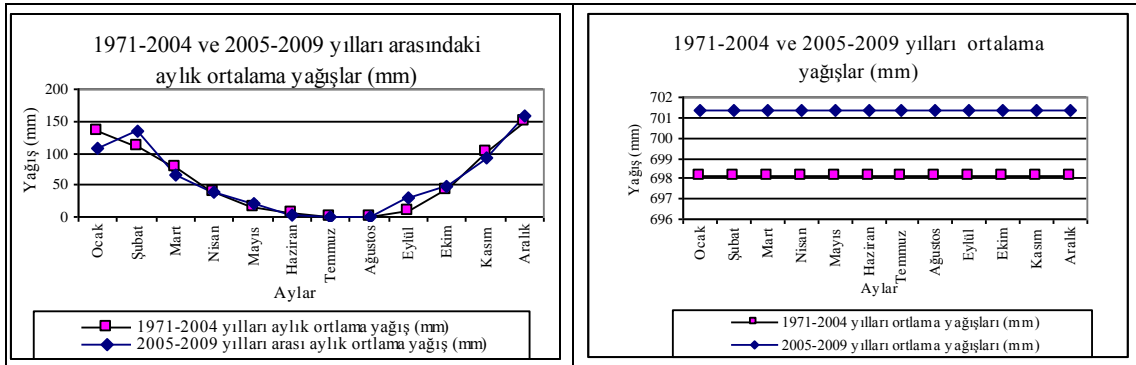
Bodrum Yarımadasının stratigrafik (katmanların düzeni) durumu, mevcut yapılmış çalışmalardan incelenmiş ve yapısının Ege bölgesi jeomorfolojik yapısı ile benzer olduğu görülmüştür [18- 20]. Kısacası bu yapıda; en yaşlı birim olarak paleozoik yaşlı şistler ve kireç taşları bulunmaktadır. Bunların üzerinde, Mesozoik döneminden tersiyer, jura, kretasa yaşlı kireç taşları, üstkretase yaşlı ultrabazik kayalar; Senozoyik döneminden neojen yaşlı kireçtaşı,

kiltaşı, andezit, tuf ve Kuatrener yaşlı birikinti konisi, taraça, yamaç molozu ve alüvyon bulunmaktadır.

İnceleme bölgesindeki mevcut birimlerden karbonat kökenli olan kireçtaşları geçirimli bir yapıya sahip olup, denize en yakın bölgelerde yer almaktadır. Geçirimsiz tabakalar ise genelde anakara'ya doğru iç kesimlerde bulunmaktadır. Bu oluşum nedeni ile geçirimli bir yapısı olan karbonatlı kayalar, aldıkları suyu hemen denize iletmektedir. Bunlardan dolayı, inceleme alanındaki yüzeysel sular, kaynak suları ve yeraltı suyu bakımından denize yakın olan kısımlarda fakirdir. İç kesimlerde ve geçirimsiz tabakaların denize yakın kısımlarında yeraltı suyu ve kaynak suları daha fazladır. Karaova ve Milas bölgelerindeki yeraltı su rezervleri bu durumla bağlantılı olarak açıklanabilir.

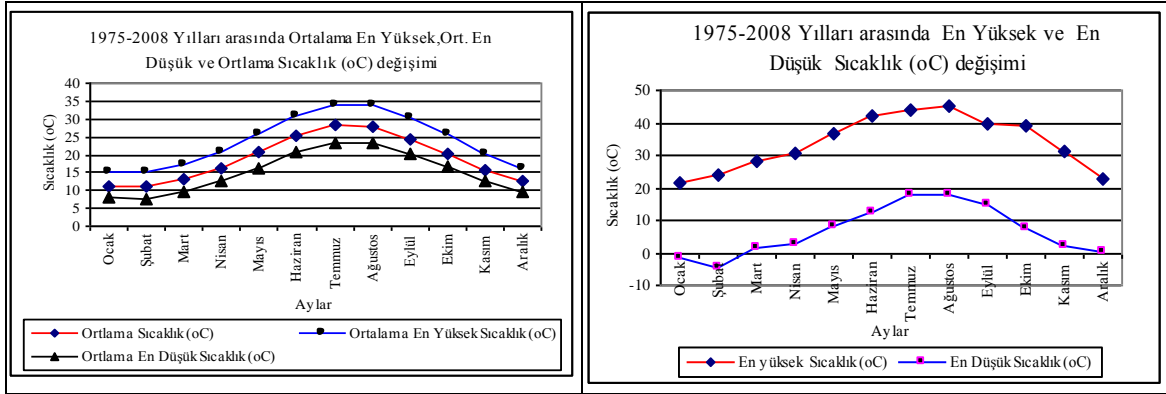
III. 2. Araştırma Alanının İklim Özellikleri

Bodrum Yarımadası, Akdeniz iklim özelliğine sahiptir. Yazları sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçmektedir [28]. Bodrum Yarımadasına ait bazı iklim parametreleri Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü (DMİ) ve Bodrum, Karaova meteoroloji istasyonlarında yapılmış ölçüm sonuçlarından faydalanarak Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2'den görüldüğü gibi yağışlar Ocak-Mart ve Eylül-Aralık dönemlerinde (1971-2004 ve 2005-2009 yılları aylık ortalamalar) düşmektedir. 1971-2004 yılları arasında yıllık ortalama yağış miktarı 681,9 mm ve kısa periyotta 2005-2009 yılları arasında ortalama yıllık yağış miktarı 698,15 mm'dir.



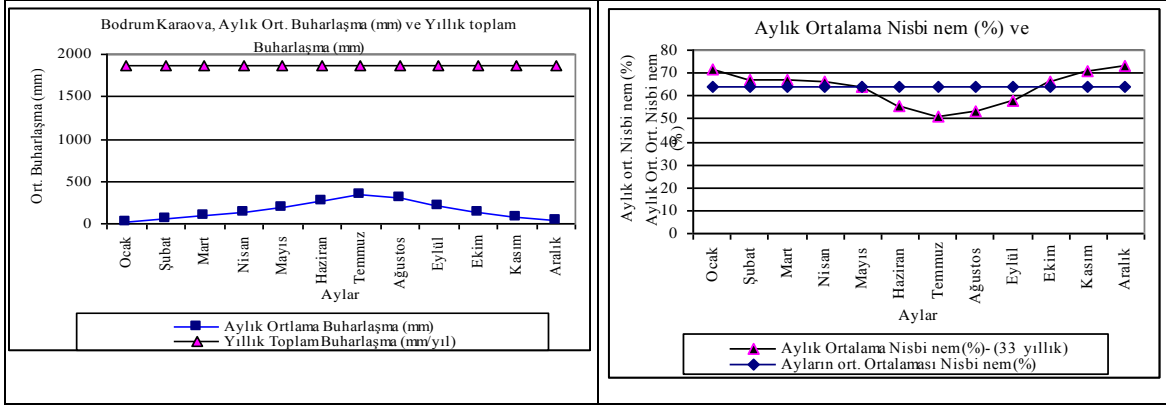
Şekil 2. Bodrum Yarımadasında (1971-2004 ve 2005-2009) yıllarına ait aylık ortalama yağışlar (mm) ve yıllık (1971-2004 ve 2005-2009) ortalama yağışlar (mm).

Şekil 3'te Bodrum Yarımadasının 1975-2008 yılları arasındaki Ortalama sıcaklık; Ortalama en yüksek sıcaklık; Ortalama en düşük sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$); En Yüksek sıcaklık ve en düşük sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) değerleri verilmiştir. Bu değerler sırası ile 18,9; 23,8; 15; 33,7 ve 6,6 $^{\circ}\text{C}$ 'dir. Şekil 3'ten görüldüğü üzere sıcaklıklar 15 Mayıs-15 Eylül arasında 15 $^{\circ}\text{C}$ 'den fazladır. Ekstrem sıcaklıklar (En Yüksek ve En Düşük) bakımından bölgede bazı yıllar eksi değerler (-4,5 $^{\circ}\text{C}$) ile en düşük sıcaklıklar ölçülmüştür.



Şekil 3. Bodrum Yarımadasında aylık ortalama sıcaklıklar ve ekstrem sıcaklık değişimleri ($^{\circ}\text{C}$).

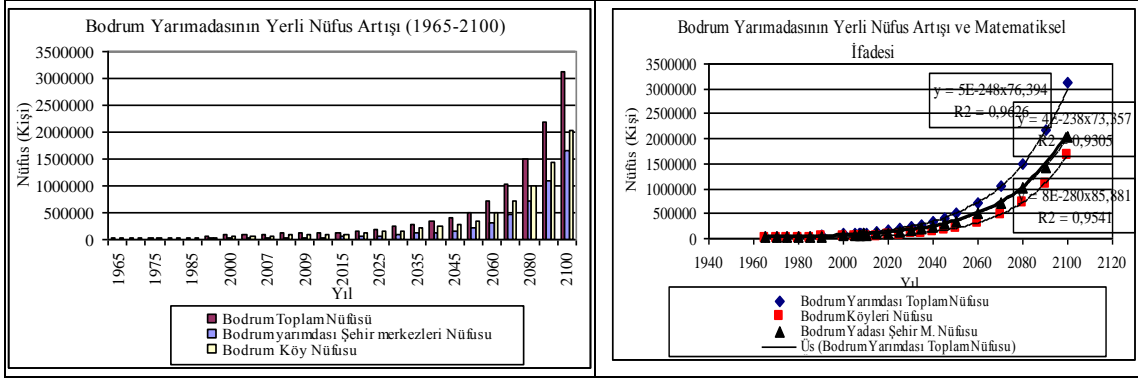
Bağıl (nisbi) nem sıcaklıkla ilişkilidir. Bağıl nem ile sıcaklık arasındaki ilişki, hissedilen sıcaklığı verir. Nisbi nem oranının %44-91 arasında değişmesi insanların bunalır [29]. Bodrum Yarımadasındaki aşırı sıcaklar, buharlaşma ve nisbi nemdeki artış, su kaynaklarının tüketimini de artırmaktadır. Şekil 4'te Bodrum Karaova beldesindeki Meteoroloji Gözlem İstasyonu (MGİ) verilerine göre aylık ortalama buharlaşma verileri (mm) ve nisbi nem (%) değerleri verilmiştir. Buna göre bölgedeki yıllık toplam buharlaşma 1862,8 mm ve aylık bazda ortalama nisbi nem %63,66'dır.



Şekil 4. Bodrum Yarımadasında 33 yıla ait aylık ortalama buharlaşma (mm), yıllık toplam buharlaşma (mm) ve Aylık ortalama nisbi nem (%) ile ayların ortalamasının ortalaması nisbi nem (%).

IV. BODRUM YARIMADASINDAKİ NÜFUSUN GELİŞİMİ VE NÜFUS PROJEKSİYONLARI

Bodrum Yarımadasında, Bodrum ilçe merkezi ile birlikte en önemli yerleşim birimleri Turgutreis, Ortakent (Yalıkavak), Türkbükü ve Karaova beldeleri bulunmaktadır. Bu yerleşim birimleri ve Bodrum kırsalında (köylerde) yaşayan yerli halkın toplam sayısı (1965-2010 nüfusu) TÜİK web sayfasından alınmıştır. Bu nüfus temel alınarak 2100 yılına kadarki nüfus projeksiyonu yapılmış ve eğilim çizgileri ile bu çizgilere ait denklemler bulunmuştur. Nüfus projeksiyonları elde edilen eğilim çizgilerine ait denklemler kullanılarak tahmin edilmiştir. Çünkü bu denklemler, nüfus artış hızını göstermektedir. Sadece yerli nüfusun artış eğilimi dikkate alındığında, yerli nüfusun toplam sayısı (sadece Şehir merkezi ve köylerin toplamı) 2025'te 194896 kişi, 2040'ta 342655 kişi olması beklenmektedir (Şekil 5).

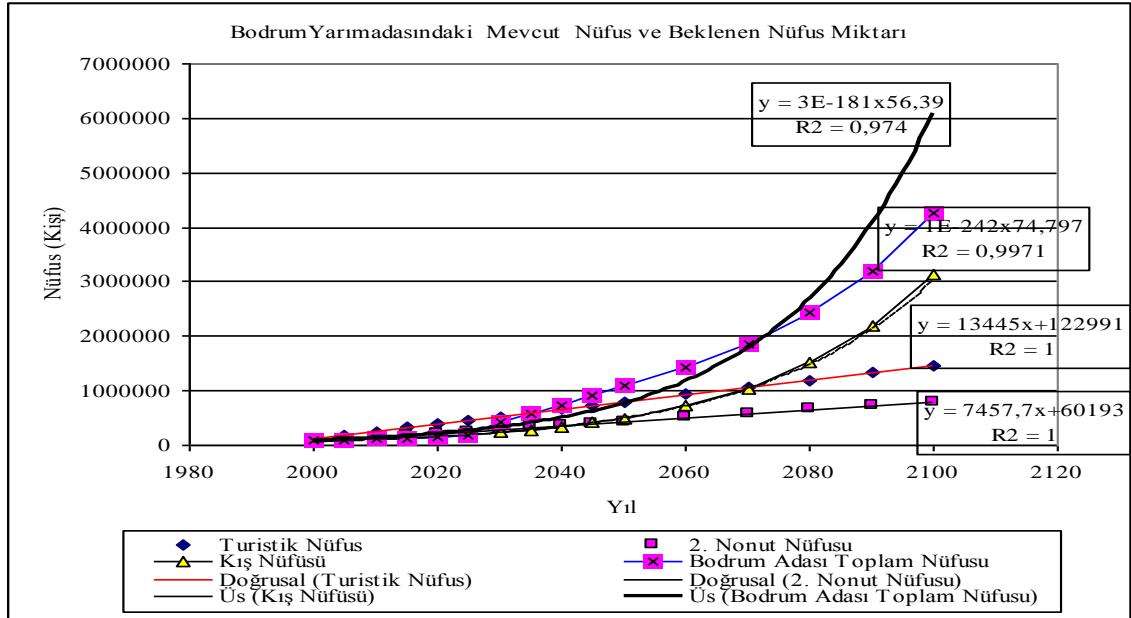


Şekil 5. Bodrum Yarımadasının 1965-2010 nüfusu ve 2010-2100 nüfus projeksiyonu ile nüfus artışı ve artışın matematiksel ifadesi (eğilim çizgileri ve bu çizgilere ait denklemler).

Bodrum Yarımadasında, özellikle 1980'li yıllardan sonra hızlı bir nüfus artışı olmuştur (Şekil 5). Günümüzde, Bodrum Yarımadası turizm ağırlıklı bir cazibe merkezi haline gelmiştir. Bu nedenle, pek çok kişinin 2. bir konut sahibi olmak amacı ile tercih ettiği bir yerleşim alanı olmuştur. Bölge, Türkiye'nin en önemli eğlence ve turizm merkezlerinden birisidir.

Şekil 6'da, Bodrum Yarımadasındaki yerli nüfus, turistik nüfus, 2. konut nüfusu ve toplam nüfusun artışı ve 2100 yılına kadarki nüfus projeksiyonları verilmiştir. Dışarıdan gelen yabancı turistler ve bölgede 2. bir konut sahibi olmak isteyen yerli turistlerin meydana getirdiği toplam nüfus sayısı, yerli nüfusun 5~6 katıdır (Şekil 5 ve Şekil 6).

Günümüzde yaşanan bu turizm akımı nedeni ile Bodrum Yarımadası, içme ve kullanama suyu problemi büyük bir sorun haline gelmiştir. Çünkü Bodrum Yarımadasının turistik cazibesi sebebiyle, bölgeye olan turist akımı ve 2. konut edinme isteğini artırmıştır. Bu kadar büyük bir talebin olması, bölgede kontrolü zor ve hızla artan turistik tesisler, tatil köyleri, kooperatifler ve özel şahıs konutlarının kurulmasına yol açmaktadır. Konut sektörünü dolayısıyla nüfusu disiplin altına almak gerekmektedir.



Şekil 6. Bodrum Yarımadasında yerli (sürekli) nüfus, Turistik nüfus, 2.konut nüfusu ve toplam nüfusun yıllara göre beklenen artışı.

Gerekli önlemler alınmadığı takdirde, bölgenin nüfusu 2025'te 902.623 kişi, 2030'da 1.048.543, 2040'ta 1.361.950 kişi, 2050'de 1.726.167 kişi olacağı hesaplanmıştır (Şekil 6). Turizm ve 2.konut nüfusunun gelişmesi öylesine hızlı olmuştur ki, bu konuda geçmiş yıllara ait net bir sayım veya istatistiksel çalışma mevcut değildir. Dolayısıyla, burada gerekli önlemler alınmaz ise nüfus artış hızına bağlı olarak problem büyüyecek görünmektedir (Şekil 6). Bodrum Yarımadasında nüfusun artmasıyla, altyapı problemlerine (yol, kanalizasyon, PTT vb.) ilave olarak içme ve kullanma suyu problemi de büyük bir sorun olarak ortaya çıkmıştır. İçme suyuna olan talebin artması ve bu talebin tam olarak karşılanamaması nedeni ile pek çok kişi kendi başının çaresine bakmak durumunda kalmaktadır (kaçak kuyular açmak gibi).

Özellikle, Şekil 6'da verilen turistik ve 2. konut edinen insanlara ait nüfus sayıları, yıl boyunca değişken olup, verilen rakamlar turizm için Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarını kapsamaktadır. 2. Konut nüfusu için ise Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarındaki maksimum sayılardır. Bu rakamlar, yapılacak nüfus projeksiyonlarında ve bazı durumdaki şartlar için küçük farklılıklar gösterebilir.

V. BODRUM YARIMADASI SU İHTİYAÇLARININ BELİRLENMESİNDE YAPILAN KABULLER

Türkiye'deki şehirlerde kişi başına tüketilen içme ve kullanma suyu miktarı 1990'lı yıllarda 200 l/gün iken 2000'li yıllarda 270 l/gün olmuştur [20]. Bodrum Yarımadası genel olarak su kaynakları yönünden zengin değildir. Yıllık yağış yüksekliği 700 mm civarındadır (Şekil 2). Bölgenin jeomorfolojik yapısı nedeni ile yeraltı suyu, bu yağışlarla beslenmektedir. Halen şu anda, gerekli içme ve kullanma suyunun önemli bir kısmı yeraltı suyu kaynaklarından karşılanmaktadır. Ancak, yeraltı suyunun kalitesi aşırı çekim nedeni ile gittikçe tuzlanmakta ve bozulmaktadır. Turizm sezonunda, nüfusun aşırı arttığı zamanlarda ise su ihtiyacı artmakta ve yeraltı su kaynakları yetersiz kalmaktadır. Bölgede, özellikle yaz aylarında ciddi bir su sıkıntısı yaşanmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, bölgenin uzun vadeli nüfus projeksiyonuna uygun olarak, Bodrum Yarımadasının ihtiyacı olan kaliteli içme ve kullanma suyun temini gündeme gelmiştir.

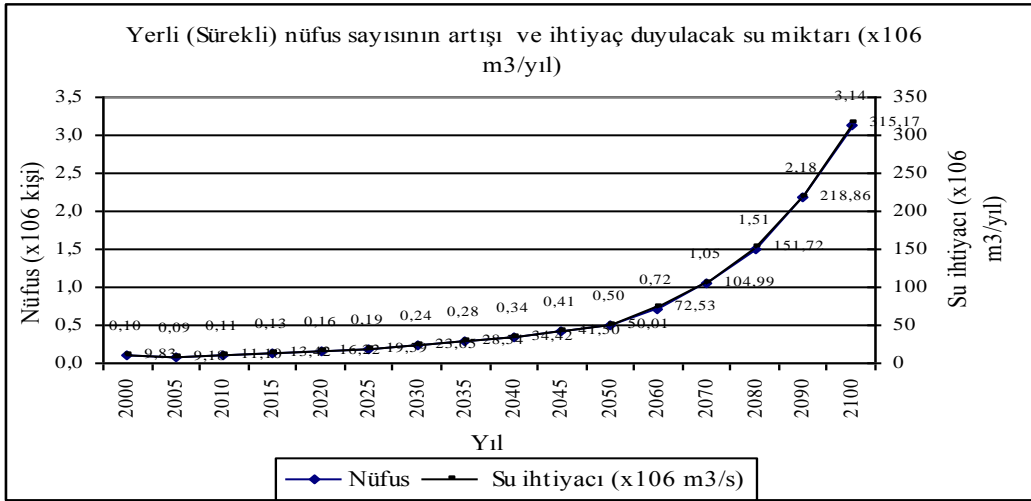
Bodrum Yarımadası için ihtiyaç duyulan içme ve kullanma suyu aşağıdaki şartlara göre hesaplanmıştır.:

- Tarımsal, endüstriyel ve hayvancılık alanlarındaki kullanma suyu ihtiyaçları dikkate alınmamıştır.
- Kişi başına günlük içme ve kullanma suyu miktarı, sürekli nüfus, 2. konut nüfusu ve turistik nüfus için ayrı ayrı yapılmış ve toplamları alınarak yıllık toplam içme kullanma suyu miktarı bulunmuştur. Kişi başına su tüketimleri, nüfus tipine göre Çizelge 1'de verilmiştir.
- İller bankası içme suyu yönetmeliklerine göre, yaz dönemleri için verilen ortalama su sarfiyatlarının 1,5 katı alınmıştır [30].

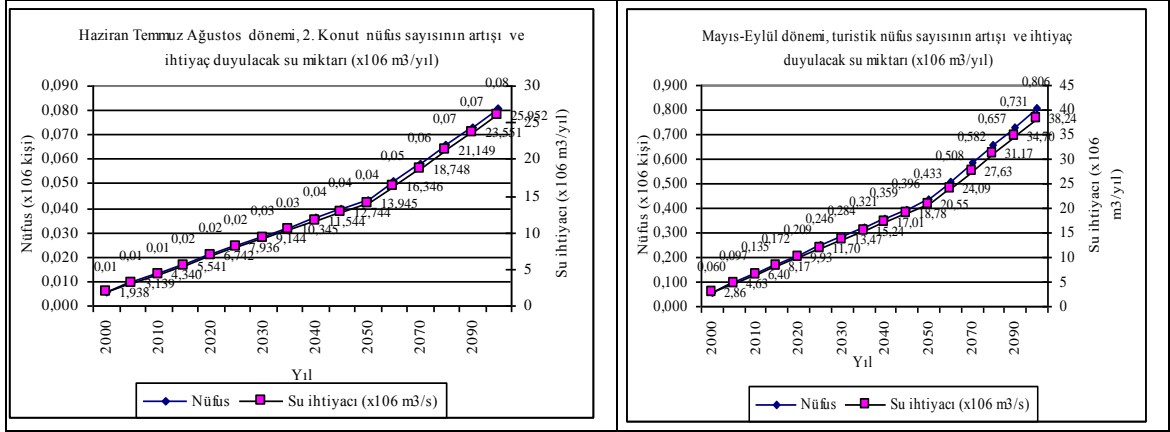
Çizelge 1. Kişi başı günlük su tüketimi

Nüfus tipi	q	Ay											
		Ek.	Kas.	Ar.	Oc.	Şu.	Ma.	Nis.	May.	Haz.	Te.	Ağ.	Ey.
Sürekli Nüfus	(m ³ /kişi/gün)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2
2. Konut Nüfusu	(m ³ /kişi/gün)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,3	0,3	-
Turistik Nüfus	(m ³ /kişi/gün)	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2

Şekil 6'da, Sürekli (yerli) nüfusun 2010-2100 yılları arasındaki nüfus projeksiyonuna göre yıllık içme kullanma suyu miktarı Tablo 1'deki her ayda, kişi başına günlük tüketileceği su miktarı baz alınarak hesaplanmış ve Şekil 7'de verilmiştir. Şekil 7'de, sol ordinatta, nüfus sayısı (x10⁶ kişi) ve sağ ordinatta da su ihtiyaçları (x10⁶ m³/yıl) verilmiştir. Şekil 7'ye göre, 2025, 2040 ve 2050 yıllarında beklenen yerli nüfus sayısı sırası ile 194.826, 342.655 ve 497.845 kişidir. Yerli nüfusun ihtiyaç duyacağı su miktarı da sırası ile 16,028x10⁶, 28,166x10⁶, ve 40,923x10⁶ m³/yıl olacaktır. Benzer şekilde 2. konut nüfusu ve turistik nüfusta beklenen nüfus artışları ve toplam içme kullanma suyu ihtiyacı Şekil 8 a ve b'de verilmiştir.



Şekil 7. Yıllara göre yerli (Sürekli) nüfusun artışı ve ihtiyaç suyu miktarı.

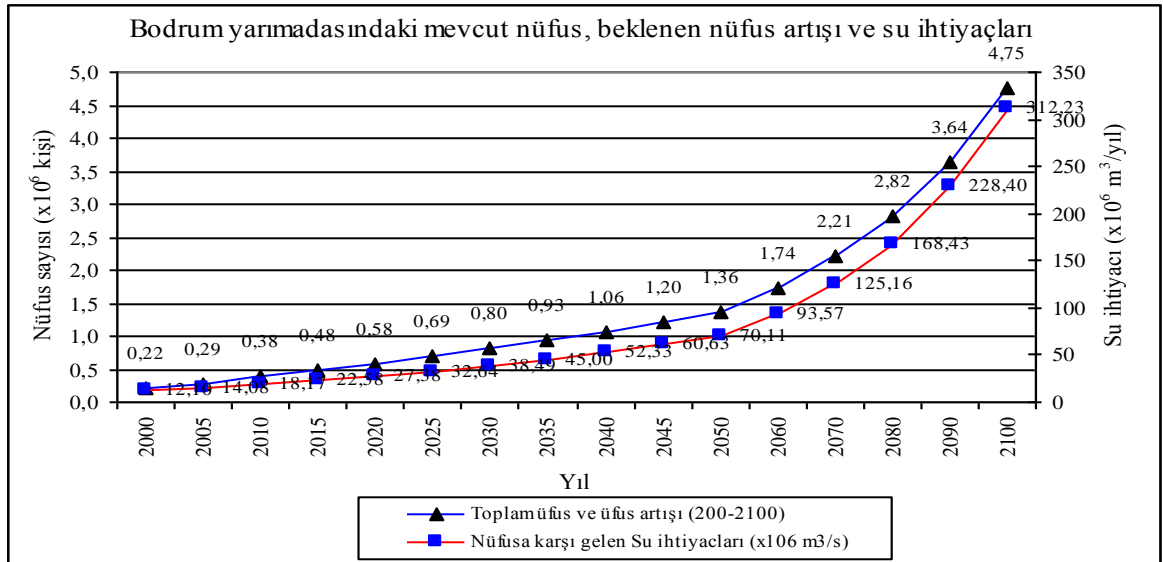


Şekil a)

Şekil b)

Şekil 8. 2. Konut nüfusu ve turistik nüfusun yıllara göre artışı ve su ihtiyaçları.

Toplam nüfus ve bu nüfusun gereksinim duyacağı toplam içme kullanıma suyu miktarı yıllara göre Şekil 9'da topluca verilmiştir. Yapılan hesaplamalara göre Bodrum Yarımadasında 2025, 2040 ve 2050 yıllarında beklenen nüfus sayısı 678.928, 1.059.657 ve 1.364.001 kişidir. Bu nüfusun aynı yıllardaki su ihtiyaçları sırası ile $32,64 \times 10^6$; $52,33 \times 10^6$ m³/yıl ve $70,11 \times 10^6$ m³/yıl olacaktır.



Şekil 9. Bodrum Yarımadasının 2010-2100 yılları arasında beklenen toplam nüfus artışı ve toplam içme kullanıma suyu ihtiyacı.

V.1. Bodrum Yarımadasına Su Sağlayan Mevcut Su Kaynakları

Bodrum Yarımadasında baz akımı olan ve büyük bir drenaj havzasına sahip bir akarsu bulunmamaktadır. Bodrum Yarımadasındaki küçük ovaların sularını kış aylarında drene eden küçük dereler, yaz aylarında tamamen kurumaktadır. Bölgede, doğal bir göl de bulunmamaktadır. Bodrum Yarımadasının mevcut su ihtiyaçları halen üç grup yeraltı suyu kaynağından (Bodrum Şehir merkezindeki sondaj kuyuları, Ortakent beldesindeki sondaj kuyuları ve karaovadaki sondaj kuyuları) ve Mumcular barajından temin edilmektedir.

Bodrum şehir merkezinde 1 adet keson ve 1 adet sondaj kuyusu vardır. Her iki kuyunun toplam verimi 10 lt/sn'dir. Ancak günümüzde bu kuyular, kent gelişim alanında kalmıştır. Kuyulardan alınmış olan su örneklerinde yapılan analizlere göre, fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönden kirli olduğu tespit edilmiştir. Aşırı su çekimi nedeni ile 1982 yılında 40 olan Fransız sertliği, 1994 yılında 70 Fransız sertliğine çıktığı görülmüştür [18, 19]. Mumcular Barajından temin edilen suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri ise kaliteli bir su niteliğinde olduğu bildirilmiştir [31].

Ortakent beldesinde 2 adet keson kuyu ve 2 adet sondaj kuyusu bulunmaktadır. Bu kaynaklardan alınan verim yine 10 L.s⁻¹'dir. Bu kaynaklardan da aşırı çekim nedeni ile su sertliği her yıl artmaktadır.

Karaova köyü civarında 12 adet sondaj kuyusu bulunmaktadır. Bu kuyulardan toplam olarak 125 lt/sn su çekilmektedir. Kuyularda her yıl su sertliğinin aşırı çekim nedeni ile arttığı tespit edilmiştir [18, 19].

Mumcular barajından tahsis edilen suyun bodrum Yarım adasına iletilmesi için $\phi 600$ mm'lik çelik spiral boru kullanılmış olup, toplam uzunluğu 21 km'dir. Mevcut isale hattının kapasitesi 350 lt/sn'dir. Mumcular barajından Bodrum Yarımadasına her yıl 5×10^6 m³ su temin edilmektedir. Bu miktardaki suyun Bodrum Yarımadasına tahsisi için DSİ, Mumcular barajında planlama revizyonu yaparak baraj yüksekliğini 2 metre artırmıştır. Çünkü bu baraj, planlama safhasında sadece sulama amaçlı olarak düşünülmüştür. Mumcular barajı, uzaklık olarak Bodrum Yarımadasına orta mesafede bulunmaktadır. Kavaklar Boğazı deresi üzerinde inşa edilmiş olup, yıllık ortalama su potansiyeli $21,9 \times 10^6$ m³ ve barajın depolama hacmi $19,4 \times 10^6$ m³'tür. Ayrıca, barajdan 5×10^6 m³ su ve 1266 hektarlık tarım arazisi için 10×10^6 m³ su, sulama amaçlı olarak temin edilmektedir. Ancak, kurak mevsimlerde sulama suyunda, su kısıtlamasına

gidilebilmektedir. Her şartta dahi, bodrumun su ihtiyaçlarını tam olarak bu kaynaktan temin edilmesi mümkün değildir.

V.2. Bodrum Yarımadasına Su Temin Edecek Su Kaynaklarının İncelenmesi

Bodrum Yarımadasının içme kullanma suyu ihtiyacı halen mevcut kaynaklardan DSİ tarafından temin edilmektedir. 2040'lı yıllardaki su ihtiyaçlarının da karşılanması düşünülen “Bodrum Yarımadası Acil İçme Suyu Projesi” DSİ tarafından ihale edilmiştir. Proje kapsamında, 1. aşamada bodrum Yarımadasının 2025 yılına kadarki su ihtiyaçları 2. aşamada 2040 yılına kadarki su ihtiyaçlarının karşılanması hedeflenmiştir [20-22].

Düşünülen su kaynakları ise Çamköy kuyularından 5, Geyik Barajından 5, Mumcular Barajından 5, Yarımada'nın çeşitli yerlerinden 5 ve Bodrum civarından da 2×10^6 m³/yıl su alınması planlanmıştır. Temin edilecek toplam su miktarı 22×10^6 m³/yıl'dır.

Oysa bu su miktarı (nüfus artışının bu şekilde devam etmesi halinde), bölgedeki nüfusun ancak 2015 yılına kadar ki su ihtiyaçlarını karşılaması mümkün görünmektedir. Şekil 9'dan görüleceği üzere 2025 ve 2040 yıllarındaki su ihtiyaçları $32,64 \times 10^6$ m³/yıl ve $52,33 \times 10^6$ m³/yıl olduğu için, DSİ tarafından ilave kaynak tahsisi yapılmadıkça, bu proje ile su ihtiyaçlarının karşılaması mümkün değildir. Tablo 2'de, yıllara göre, DSİ'nin planladığı kaynaklardan temin edilecek toplam su miktarı 22×10^6 m³/yıl ve su ihtiyaçları ($\times 10^6$ m³/yıl) karşılaştırılmış ve ihtiyaçlarda su eksikliğinin oluşacağı görülmüştür.

Çizelge 2. Muhtemelen “Bodrum Yarımadası Acil İçme Suyu Projesi”, kapsamında, DSİ tarafından temin edilecek su kaynakları ve bu kaynaklardan alınacak su miktarları

Yıl	Su İhtiyacı ($\times 10^6$ $m^3/yıl$)	İhtiyaçların Karşılanaçağı Su Kaynaklar ($\times 10^6 m^3/yıl$)					Mevcut Toplam Su Rezervi ($\times 10^6$ $m^3/yıl$)	Eksik Su İhtiyacı ($\times 10^6$ $m^3/yıl$)
		Çamköy Kuyuları	Geyik Barajı	Mumcular Barajı	Yarımadanın Çeşitli Yerlerinden	Bodrum Civarından		
2000	12,10	5	5	5	5	2	22	9,900
2005	14,08	5	5	5	5	2	22	7,920
2010	18,17	5	5	5	5	2	22	3,830
2015	22,58	5	5	5	5	2	22	-0,580
2020	27,38	5	5	5	5	2	22	-5,380
2025	32,64	5	5	5	5	2	22	-10,640
2030	38,49	5	5	5	5	2	22	-16,490
2035	45,00	5	5	5	5	2	22	-23,000
2040	52,33	5	5	5	5	2	22	-30,330
2045	60,63	5	5	5	5	2	22	-38,630
2050	70,11	5	5	5	5	2	22	-48,110
2060	93,57	5	5	5	5	2	22	-71,570
2070	125,16	5	5	5	5	2	22	-103,160
2080	168,43	5	5	5	5	2	22	-146,430
2090	228,40	5	5	5	5	2	22	-206,400
2100	312,23	5	5	5	5	2	22	-290,230

Çizelge 2’ye göre, Bodrum Yarımadasında 2015 yılından sonra oluşacak su eksikliğinin giderilmesi için gelecekte yakın, orta ve uzak notalardan ilave suyun temin edilmesi gerekmektedir. DSİ tarafından halen inşaatına devam edilen “Bodrum Yarımadası Acil İçme Suyu Projesi” çerçevesinde temin edilecek su potansiyeline ilave olarak Tablo 3’te verilen Dalaman Akköprü barajı, Mumcular yeraltı suyu, Dereköy, Namnam Çayı kaynaklarından, ilave suyun temin edilmesi bir zorunluluktur. Mumcular yeraltı suyu kaynakları 2015-2030 yılları arasında $0,5 \times 10^6 - 1 \times 10^6 m^3/yıl$ su vermeye devam edecek ve 2030’dan sonra buna gerek olmayacaktır. Ancak, 2060’lı yıllardan sonra su eksikliği nedeniyle tekrar kullanımı bir zorunluluk haline gelecektir. Su eksikliğinin giderilmesi için 2020 yılından sonra Dalaman-Akköprü barajından, 2025 yılından sonra Dereköy Deresinden ve 2040 yılından sonra da Namnam Çayından ilave suyun temin edilmesi gerekmektedir (Çizelge 3).

Tablo 3. Bodrum Yarımadası için yıllara göre temin edilecek su kaynakları ve kullanılması gereken su potansiyelleri

Yıl	Su İhtiyacı (10 ⁶ m ³ /yıl)	İhtiyaçların Karşılanaacağı Su Kaynakları (x10 ⁶ m ³ /yıl)								Namnam Çayından İlave alınması gereken su miktarı	Toplam Su Rezervi (x10 ⁶ m ³ /yıl)	Eksik Su İhtiyacı (x10 ⁶ m ³ /yıl)
		Çamköy Kuyuları	Geyik Barajı	Mumcular Barajı	Yarımadanın Çeşitli Yerlerinden	Bodrum civarından	Dalaman Akkörü Barajı	Mumcular Yeraltı Suyu	Dereköy Deresi			
2000	12,10	5	5	5	5	2	0,00	0,00	0,00	0,00	22	9,900
2005	14,08	5	5	5	5	2	0,00	0,00	0,00	0,00	22	7,920
2010	18,17	5	5	5	5	2	0,00	0,00	0,00	0,00	22	3,830
2015	22,58	5	5	5	5	2	0,00	0,58	0,00	0,00	23	0,000
2020	27,38	5	5	5	5	2	4,00	1,38	0,00	0,00	27	0,000
2025	32,64	5	5	5	5	2	5,24	1,40	4,00	0,00	33	0,000
2030	38,49	5	5	5	5	2	10,00	1,00	5,49	0,00	38	0,000
2035	45,00	5	5	5	5	2	12,00	0,00	11,00	0,00	45	0,000
2040	52,33	5	5	5	5	2	10,20	0,00	10,13	10,00	52	0,000
2045	60,63	5	5	5	5	2	15,00	0,00	8,63	15,00	61	0,000
2050	70,11	5	5	5	5	2	20,00	0,00	10,00	18,11	70	0,000
2060	93,57	5	5	5	5	2	30,57	0,00	16,00	25,00	94	0,000
2070	125,16	5	5	5	5	2	40,00	2,00	17,00	30,00	111	-14,160
2080	168,43	5	5	5	5	2	40,00	2,00	17,00	30,00	111	-57,430
2090	228,40	5	5	5	5	2	40,00	2,00	17,00	30,00	111	-117,400
2100	312,23	5	5	5	5	2	40,00	2,00	17,00	30,00	111	-201,230

VI. BODRUM YARIMADASINA SU SAĞLAYACAK KOMŞU HAVZALARDAKİ SU KAYNAKLARININ DURUMU

Bodrum Yarımadasında yeterli içme ve kullana suyu bulunmadığı için, su temini şu alternatifler düşünülerek çözülebilir:

- 1- İhtiyaç suyunun bodrum dışından taşınması,
 - a-Suların çeşitli vasıtalarla taşınması (Boru hatları, kapalı mecra kanalları, kemerler vs.),
 - b-Deniz tankerleri ile (Gemilerle) taşınması (Seyhan, Ceyhan veya Manavgat suyu),
 - c-Karayolu veya demiryolu araçları ile taşınması (Herhangi bir bölgeden),
 - d-Denizden balonlarla su taşınması,
- 2- Deniz suyunun artırılması,
- 3- Acı suların (yakında kaynağı var ise) artırılması,
- 4- Atık suların yeniden kullanımı,

gibi çözümü mümkün olan su temini yolları kullanılabilir. Ancak, bu alternatiflerin tamamı ekonomik değildir. Sıralanan çözüm yolları, çok çaresiz kalındığında uygulanması gereklidir. Oysa bölgeye pekte uzak sayılmayacak mesafede çok kaliteli içme ve kullanma suyu kaynakları mevcuttur. İlk aşamada bu kaynakların değerlendirilmesi gerekir.

Bodrum Yarımadasına gerekli suyun temin edilebilmesi için mevcut su kaynaklarının bölgeye olan yakınlığının bilinmesi gerekir. Bu amaçla mevcut su kaynaklarının bölge ile olan ilişkilerinin; yakın, orta ve uzak mesafedeki su kaynakları olarak değerlendirmek gereklidir. Bodrum Yarımadasının etrafında veya uzağında bulunan başlıca su kaynakları bakımından değerlendirilmesi muhtemel başlıca havzalar şunlardır:

Karaova ve Milas Havzaları: Bu havzalar, Bodrum Yarımadasının kuzey doğusunda yer almaktadır. Bu iki havzada bulunan yerüstü ve yeraltı su kaynakları DSİ tarafından tamamen sulama amaçlı olarak değerlendirilmektedir. Buna rağmen, Bodrum Yarımadası su ihtiyaçlarının temini için halen, Karaova köyü civarında 12 adet sondaj kuyusu açılmış ve Mumcular barajından 5×10^6 m³ su verilmektedir. Ayrıca yakın sayılabilecek Hamzabey deresi ve Sarıçay suyu bulunmaktadır. DSİ halen Hamzabey deresi üzerinde Gökçeler barajının inşaatı için ön inceleme ve master plan çalışmaları yapmaktadır. Ancak, baraj sulama amaçlı olarak tasarlanmaktadır [20]. Sarıçay ve yan kolları üzerinde DSİ tarafından Geyik, Akgedik, Eşence,

Yeniköy ve Derince barajlarının planlamaları yapılmıştır. Bu 5 barajdan biri olan ve Enerji amaçlı olarak tasarlanan Geyik barajının inşaatı tamamlanarak işletmeye alınmıştır. Akgedik barajı sulama amaçlı olup, halen inşa halindedir. Yeniköy ve Eşence barajları sulama amaçlıdır. Her iki barajın ön inceleme ve master plan çalışmaları devam etmektedir. Derince barajı sulama amaçlı ve planlama aşaması tamamlanmıştır.

Ören Havzası: Havza, Gökova körfezinin kuzey sahilinde yer alır ve en önemli akarsuyu Kocaçay'dır. Bu akarsuya ait Günece akım gözlem istasyonunun (AGİ) bulunduğu kesitte, yağış alanı 379,6 km² olup, 1979-1989 yılları arasındaki gözlem periyodunda, yıllık ortalama su potansiyelinin 52,75x10⁶ m³ olduğu tespit edilmiştir [18, 19].

Namnam Havzası: Bölgenin en büyük akarsuyu Namnam çayı olup, Döğüşbelen (AGİ)'nin bulunduğu kesitte, yağış alanı 580 km² ve 1981-1986 ile 1990-1992 yıllarını kapsayan 9 yıllık gözlem süresinde yıllık ortalama su potansiyeli 324x10⁶ m³'tür. Havzada bulunan Namnam deresi ve Boğa deresi Köyceğiz gölüne dökülmektedir.

Dalaman Havzası: Havzanın en büyük akarsuyu Dalaman çayı, Fethiye körfezine dökülmektedir. 812 nolu (AGİ)'nin bulunduğu kesitte, yağış alanı 4954,8 km² ve yıllık ortalama su potansiyeli 1392x10⁶ m³'tür. Dalaman çayı üzerinde halen, DSİ tarafından enerji amaçlı olarak Dalaman Akköprü barajı inşa edilmektedir ve baraj kesitindeki yağış alanı 5132,6 km² olup, yıllık ortalama su potansiyeli 1442x10⁶ m³'tür [18-20].

VI.1. Bodrum Yarımadasına, Kısa Mesafede Bulunan Su Kaynakları

Bodrum Yarımadasında çok sayıda dere bulunmaktadır. Ancak, bu derelerin yağış alanlarının (Drenaj alanlarının) küçük olması ve bölgenin jeolojik yapısının su tutmayan kayalarla örtülü olması nedeni ile sürekli bir debi akışına sahip değildir. Bölgedeki bütün derelerin baz akımı yoktur. Bütün dereler yaz mevsiminde kurumaktadır. Ancak ilerisi için, Bodrum'a 15 km mesafedeki Dereköy'den geçen dere üzerinde suyun depolanmasına olanak tanıyan bir jeolojik alan mevcuttur. Bodrum Yarımadasında, kısıtlı miktardaki yeraltı su potansiyeli dışında, içme ve kullanma suyu amacı ile değerlendirilebilecek bir su kaynağı yoktur.

VI.2. Bodrum Yarımadasına, Orta Mesafede Bulunan Su Kaynakları

Bodrum Yarımadasının kuzeyinde Karaova ve Milas havzaları bulunmaktadır. Bu havzalar, uzaklık bakımından orta mesafede yer alan bölgeler olarak değerlendirilebilir. Bu bölgelerde bulunana akarsular ve yeraltı su kaynakları DSİ tarafından ilerisi için sulama amaçlı olarak programa alınmıştır. DSİ, bu amacı gerçekleştirmek için Hamzabey deresi üzerinde Mumcular barajını ve Sarıçay üzerinde tamamlanmış veya halen fizibilite çalışmaları ve planlaması devam eden barajların (Akgedik, Eşence, Yeniköy ve Derince) yapımını programlamaktadır.

DSİ tarafından Sarıçay ve kolları üzerinde düşünülen 5 adet barajdan, Geyik barajı haricinde amaç itibari ile Bodruma içme suyu temin etmek mümkün değildir. Bodruma 60 km mesafede bulunan Geyik barajı, 1988 yılında, kayadolgu malzemedan 39 metre yüksekliğinde inşa edilerek tamamlanmış ve işletmeye alınmıştır. Baraj içme, kullanma ve sanayi suyu amaçlı olarak inşa edilmiştir. Barajın normal su kotunda göl hacmi $40,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ ve yıllık içme suyu temini $38 \times 10^6 \text{ m}^3$ 'tür [20]. Ancak, planlamaya göre Geyik barajından Yeniköy termik santraline soğutma suyu olarak üç ünite için yılda $22,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ su çekilebilecektir. Halen termik santralin iki ünitesi devrede olup, yılda çekilen su miktarı $15,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ 'tür. Eğer santralin 3. Ünitesi inşa edilmez ise geriye kalan $6,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ /yıl su Bodruma isale edilebilir. Ancak, enerji darboğazında olan ülkenin 3. üniteyi devreye sokması kuvvetle muhtemel olduğundan, bu barajdan su temin etme imkânı sınırlı olacak ve ihtiyacın önemli bir kısmına cevap vermeyecektir. Yinede, bu barajdan temin edilebilecek optimum su miktarı iyi değerlendirilebilirse, ileriki bir zaman periyodu için Bodrumun su sıkıntısını çözebilir. Aksi takdirde yapılacak yatırımları karşılamayacaktır.

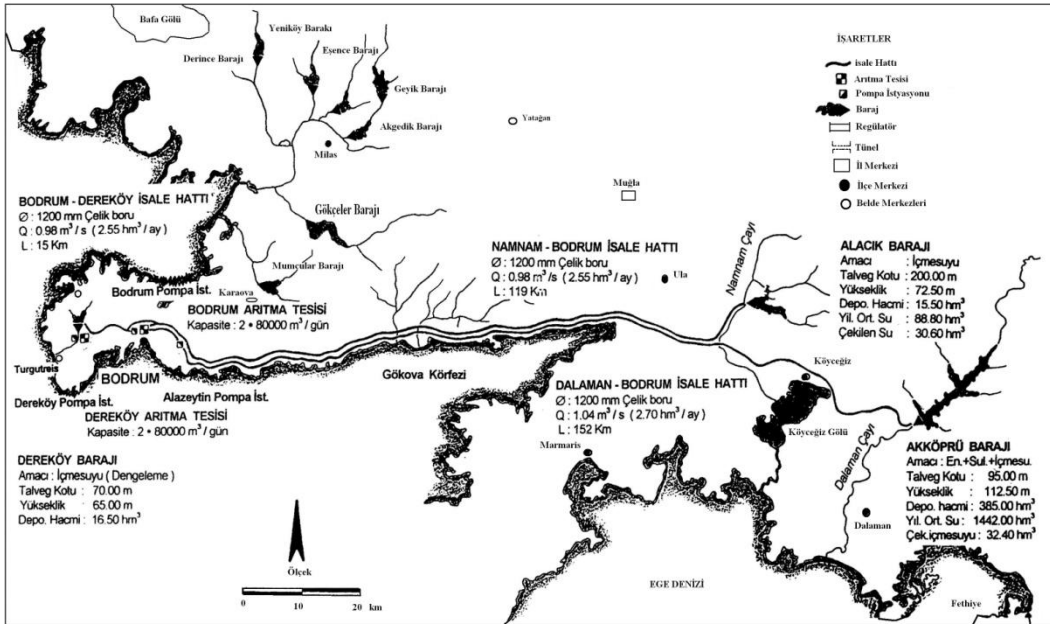
VI.3. Bodrum Yarımadasına, Uzak Mesafede Bulunan Su Kaynakları

Ören ve Dalaman havzaları, Bodrum Yarımadasından uzakta olan havzalardır. Çünkü bu havzaların en yakın noktası en az 100 km mesafede bulunmaktadır. Ören havzasının en önemli akarsuyu Kocaçay'dır. Namnam havzasının en önemli akarsuyu Namnam çayı olup, diğer önemli bir kolunu Boğa deresi meydana getirir. Dalaman havzasında da en önemli akarsu Dalaman çayıdır. Bu akarsulardan başka, Bafa ve Köyceğiz gölleri de uzak mesafede olan su kaynaklarıdır. Bu göllerin her ikisinin de kotları deniz seviyesinde olup, 200 metre den fazla bir pompa terfisi ve 50-130 km arasında bir isale hattı gereklidir. Bafa gölü, Bodruma su temini

amacı ile bir kaynak olarak değerlendirilebilir. Ancak, kurak periyotlarda bu potansiyel özelliği yok olmaktadır. Ayrıca, gölü besleyen Büyük Menderes nehrinin sularındaki aşırı kirlenme nedeni ile su kalitesi ciddi bir şekilde bozulmuştur. Köyceğiz gölü, Bodruma kuş uçuşu 120 km mesafededir. Göl, Namnam çayından beslenmektedir. Bu gölden Bodrum Yarımadasına yeterli miktarda ve güvenlikte su temin etmek mümkündür. Buradaki esas problem, 250 metre yükseklikte bir terfi hattı yüksekliği ve 130 km'lik bir isale hattı gerekli olacaktır. Bu durumda, böylesi bir su temini için ilk yatırım maliyetlerinden daha önemlisi harcanacak büyük enerji miktarı ön plana çıkmaktadır.

VII. GELECEKTE SU TEMİNİ İÇİN ÖNERİLEN TESİSLER VE SU KAYNAKLARI

Bu incelemelerden anlaşılacağı üzere, Bodrum ve Bodrum Yarımadasının su ihtiyaçlarını karşılayabilecek yakın bir su kaynağı yoktur. Şimdi ve gelecekte Bodrumun su ihtiyaçlarını karşılayacak olan su kaynakları oldukça uzakta bulunmaktadır (Şekil 10).



Şekil 10. Bodrumun su ihtiyaçlarını karşılayacak olan su kaynakları.

Bodrum Yarımadasının 2025, 2040, 2050 ve 2100 yılına kadar projekte edilmiş nüfusun su ihtiyaçları sırası ile $32,64 \times 10^6$; $52,33 \times 10^6$; $70,11 \times 10^6$ m³/yıl ve $312,23 \times 10^6$ m³/yıl olarak hesaplanmıştır (Şekil 9). 2060'lı yıllardan sonra bu suyun, 30×10^6 m³/yıl 'ı, Akköprü barajından ve 30×10^6 m³/yıl'ı Alacık barajından temin edilmesi gerekecektir. Ancak, Akköprü barajının inşaatı halen, DSİ'nin kontrolünde Dalaman Çayı üzerinde devam etmektedir. Alacık barajı Namnam Çayı üzerinde inşa edilecektir. Ancak, bu barajın çalışmaları henüz fizibilite aşamasındadır. Dolayısı ile Alacık barajının DSİ tarafından hayata geçirilmesi parasal imkânlarla bağlı olacaktır.

Gelecekte, bu iki kaynaktan su temin edilirse Bodrum Yarımadasının içme ve kullanma suyu problemi uzun vadeli çözülmüş olacaktır. Eğer bu iki kaynaktan su temin edilecek ise kaynaktan tüketim noktasına kadar tesislerin inşası gerekli olacaktır. Bodrum Yarımadasına gelecekte su temin edecek sistem projesinin gerçekleştirilmesi 2 aşamada düşünülebilir. Çünkü içme ve kullanma suyu ana sistem olarak farklı iki kaynaktan temin edilecektir.

- *Birinci aşamada;*

Dalaman Çayı üzerinde halen inşaatı devam eden Akköprü barajı bittikten sonra, baraj suyu 152 km'lik bir iletim hattı ile Alazeytin'deki pompa istasyonuna iletilecektir. Bu istasyondan su, hem Bodrum arıtma tesislerine hemde Bodrumda inşa edilecek olan ikinci bir pompa istasyonuna yani farklı iki noktaya iletilmiş olacaktır.

Bodrum pompa istasyonuna gelen su, bu istasyondan 15 km'lik bir iletim hattı ile Dereköy barajına iletilecektir. Dereköy barajı dengeleme görevi yapacak olan bir tesistir. Dereköy barajından alınan su, Dereköy arıtma sisteminin 1. Kademesinden geçirilecektir. Temizlenen su, Dereköy pompa istasyonu yardımı ile Yarımada içindeki şebekeye bağlanacaktır.

- *İkinci aşamada ise;*

Namnam Çayı Boğazdere kolu üzerinde Alacık barajı ve baraj tesislerinin inşası gerekecektir. Alacık barajı-Bodrum arası 119 km'lik iletim hattının inşası gerekecektir. Bu suyun dağıtılması için Bodrum ve Dereköy arıtma tesislerinin 2. aşamasının tamamlanması zorunludur. Bodrum Yarımadasına gelecekte ilave su temin etmek için düşünülmesi gereken bu sistem projesinde karşılaşılabilecek muhtemel sorunlar şunlar olacaktır.

- 1) Bodruma su temin edecek kaynaklardan birisi de Dalaman Akköprü barajıdır. İhtiyaç duyulan bütün suyun buradan temin edilmesi düşünülebilir. Böyle bir düşünce, projeyi daha güvenilir kılacaktır. Ayrıca, su alama yapısı baraj gölünde inşa edilirse, baraj su kotları yüksek olduğu zaman enerjiden tasarruf sağlanacaktır.
- 2) Bütün su iletim hatlarında çelik boru kullanılmaktadır. Ancak, diğer boru cinslerinin proje için irdelenmesi uygun olacaktır.
- 3) Dalaman-Bodrum iletim hattının tamamının karadan döşenmesi düşünülebilir. Ancak, Bu hattın bir kısmının kıyıya paralel, denizden götürülmesi ekonomik bakımdan incelenmelidir.
- 4) Namnam tesisleri düşünüldüğünde, Dereköy dengeleme barajının durumu ve su tutma kapasitesi incelenmelidir.
- 5) Temmuz ve ağustos aylarında, Dalaman Çayı üzerinde inşa edilmekte olan Akköprü barajına sular minimum değerde ve ortalama 40×10^6 m³/ay civarında girmektedir. Oysa bu aylarda (turizmin pik zamanı) Bodrum Yarımadasının su ihtiyacı maksimum değerdedir. Bu su, içme ve kullanama amacı ile değerlendirilecek ise, Barajdan elektrik enerji olarak faydalanmak mümkün değildir. Dolayısı ile elde edilecek enerjideki azalma ile bodruma su temininin ekonomik mukayesesi yapılmadığıdır. Alternatif olarak Namnam çayından alınacak su için kurulacak su temini amaçlı tesislerin ekonomik analizi de, Akköprü barajı enerji su dengesi ilişkisi incelenerek değerlendirilmelidir
- 6) Bodrum Yarımadası su temini projesinde, yatırım bedelinin büyük bir kısmını iletim hatları harcamaları teşkil edecektir. Gelecek için önerilen proje sistemlerinin yaklaşık yatırım bedelleri, Çizelge 4’te verilmiştir. Uzaktan su temin edilmesi ile ilgili en büyük problem yüksek yatırım ve işletme maliyetleri olacaktır.

Çizelge 4. Bodruma Yarımadasına önerilen su temini projelerinin yaklaşık yatırım bedeli [18, 19]

Tesis Adı	Tesislerin Bedeli	
	Türk lirası olarak (10 ⁶)	Amerikan Doları olarak (10 ⁶ \$)
Akköprü barajı içme suyu kısmı	3,60	3,333
Dalaman-Bodrum isale hattı (Tünel dahil)	80,80	74,815
Alazeytin pompa istasyonu	2,50	2,315
Bodrum arıtma tesisi 1. Kademesi	5,90	5,463
Bodrum-Dereköy iletim hattı	6,30	5,833
Bodrum pompa istasyonu	1,50	1,389
Dereköy arıtma tesisi 1. kademesi	5,90	5,463
Dereköy barajı ve tesisleri	10,50	9,722
Dereköy pompa istasyonu	2,50	2,315
1. Kademe toplamı	119,50	110,648
Namnam regülatörü	1,50	1,389
Namnam-Alacık çevirme tüneli	2,30	2,130
Alacık barajı ve tesisleri	6,00	5,556
Alacık-Bodrum isale hattı	53,20	49,259
Bodrum arıtma tesisi 2. Kademesi	5,90	5,463
Dereköy arıtma tesisi 2. kademesi	5,90	5,463
2. kademe toplamı	74,80	69,259
Proje Toplamı	194,30	179,907

VIII. SONUÇLAR

Bu makalede, Bodrum Yarımadasının mevcut içme ve kullanma suyu problemi araştırılmış ve gelecekteki su ihtiyaçlarının mevcut su kaynakları da dikkate alınarak nasıl temin edileceği incelenmiştir. Bilindiği gibi Bodrum Yarımadası, Türkiye'nin en önemli turizm merkezlerinden birisidir. İç ve dış turizmin gelişmesinde, en öncelikli şartlarından birisi de sürekli ve kaliteli içme ve kullanma suyu sunulmasıdır. Bodrum Yarımadasının içme ve kullanma suyu probleminin çözülmesi, ulusal ekonomiye büyük katkı sağlayacaktır. Neredeyse, Türkiye'deki bütün sahil bandında özellikle Akdeniz ve Ege şeridindeki yerleşim bölgelerinde içme ve kullanma suyu bakımından benzer bir yetersizliğin olduğu bilinmektedir. Özellikle, yaz sezonunda su tüketiminin maksimum olduğu zamanlarda, mevcut su sistemleri Bodrum Yarımadasında ve benzer sahil bölgelerinde yetersiz kalmaktadır.

Sahil bandında yer alan bu yerleşim alanlarının içme ve kullanma suyu problemlerini çözmenin bir yolu da, bu bölgelere kaliteli ve temiz su sağlayacak olan su iletim hatlarının geliştirilmesi ile mümkün olacaktır. Böylece, uzak noktalardan temin edilecek sular, birden fazla turizm merkezlerine verilirse, yapılacak yatırımların maliyeti de aşağı çekilmiş olur.

Bodrum Yarımadasının içme ve kullanma suyu probleminin çözümü için DSİ'nin başlatmış olduğu, "Bodrum Yarımadası Acil İçme Suyu Projesi" geç kalmış ancak çok olumlu bir projedir. Ancak, bu proje ile temin edilecek içme kullanma suyu, nüfusun bu hızla artması halinde ancak 2015 yılına kadar ihtiyaçlara cevap verebilecektir. Bu tarihten sonra ilave su kaynaklarının bölgeye ulaştırılması gerekecektir. Bu amaçla, özellikle, Namnam Çayı ve Dalaman Akkörü sistemlerinden su temin edilmesi kaçınılmazdır. Bodrumun, uzun vadeli su problemlerini çözmek için bu model bir diğer alternatif olarak bölge için düşünülmelidir. Çünkü böylesine önemli ve gelişmiş bir bölgenin susuz bırakılması düşünülemez.

IX. TEŞEKKÜR

Yazar, katkılarından dolayı Sn Prof. Dr. Mehmet Bilgin'e, teşekkürlerini sunmaktadır.

X. KAYNAKLAR

- [1] A.C. Idikut, D.J. Edelman, "Promoting Sustainable Tourism in Coastal Cities and Their Hinterland : The Case of Turkey's Bodrum Peninsula", *CMU. Journal*, Vol. 2 (2), pp. 125-136, 2003.
- [2] C. Tosun, "Questions about Tourism development within planning paradigms: the case of Turkey", *Tourism Management*, Vol, 18. No. 5, pp. 327-329, 1997.
- [3] C. Tosun, "Challenges of sustainable tourism development in the developing world: the case of Turkey", *Tourism Management* 22, pp. 289-303, 2001.
- [4] N. Baoying, H. Yuanqing, "Tourism Development and Water Pollution: Case Study in Lijiang Ancient Town, China Population", *Resources and Environment* Vol. 17, Issue 5, pp. 123-127, 2007.
- [5] S. Burak, E. Doğan, C. Gazioğlu, "Impact of urbanization and tourism on coastal environment", *Ocean & Coastal Management* 47, pp. 515-527, 2004.

- [6] H. Goodwin, No water, “No Future, International Centre for Responsible Tourism, World Travel Market ‘No Water, No Future’ Report”, pp. 39, 2007.
- [7] PAP/RAC (MAP-UNEP), Coastal Area Management in Turkey, Priority Actions Programme Regional Activity Centre, Split, pp. 69, 2005.
- [8] L.B. Lehmann, “The Relationship between tourism and water in dry land Regions, Proceedings of the Environmental Research Event”, pp. 1-9, Noosa, QLD 1, 2009.
- [9] UNEP, Tourism’s Three Main Impact Areas Maintained by: tourism-web@unep.fr, 2002.
- [10] M. Sapiano, “Measures for Facing Water Scarcity and Drought in Malta”, *European Water*, 23/24, pp. 79-86, 2008.
- [11] R. Bakış, M. Bilgin, “Water Supply Project from Manavgat River of Turkey to Arid Mediterranean Countries”, International Conference on Water Resources Management in Arid Regions (WaRMAR), Volume 4, pp. 279-288, 23-27 March, Kuwait, 2002.
- [12] M. Bilgin, R. Bakış, “Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti İçme ve Kullanma Suyu Sistemi”, *Advances in Civil Engineering*, Volume 4, pp. 1539-1546, Gazimağusa, Turkish Republic of Northern Cyprus, 2000.
- [13] R. Bakış, “Domestic Water Problem of Bodrum City and Its Peninsula in Turkey”, International Symposium water Resources and Environmental Impact Assessment, pp. 7-16, 11-13 July, Istanbul, Turkey, 2001.
- [14] A. El-Sadek, “Water desalination: An imperative measure for water security in Egypt”, *Desalination* 250, pp. 876–884, 2010.
- [15] I.C. Karagiannis, P.G. Soldatos, P.G., “Current status of water desalination in the Aegean Islands”, *Desalination* 203, pp. 56–61, 2007.
- [16] N. Hadadin, M. Qaqish, E. Akawwi, A. Bdour, “ Water shortage in Jordan-Sustainable solutions”, *Desalination* 250, pp. 197–202, 2010.
- [17] E. Erkin, N. Usul, “Site Selection for New Tourism Types in Bodrum Peninsula, Muğla, Turkey”, ESRI - Professional Papers, proceedings.esri.com/library/userconf, 2010.
- [18] Metroplan, Müşavirlik-Mühendislik-Planlama, T.C. Bodrum Belediyesi, Bodrum Yarımadası Su Temini Projesi Ön İnceleme Raporu, Farabi Sokak 22/B, ss 183, Ankara, 1996.

- [19] Metroplan, Müşavirlik-Mühendislik-Planlama, T.C. Bodrum Belediyesi, Bodrum Yarımadası Su Dağıtım İşletim Sistemi Projesi, Farabi Sokak 22/B, ss 181, Ankara, 1998.
- [20] DSİ, İçme ve Kullanma Suyu Temini, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara (www.dsi.gov.tr), 2010.
- [21] İntbodrum, 2010. (<http://www.internethaber.com/bodrum-icme-suyu-projesini-bekliyor>), 2010.
- [22] Bodrumha, <http://www.bodrubha.com>, 2010.
- [23] Baktabul, 2010. Su sorunu yasan Bodrum su zengini çıktı, (<http://www.baktabulum.com/dunyadan-haberler>), 2010.
- [24] DBC, www.discoverbodrum.com, 2010.
- [25] HKG, Harita Genel Komutanlığı, Ankara, 2010.
- [26] TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu (www.tuik.gov.tr), 2010.
- [27] DMI, Devlet Meteoroloji Genel İşleri Müdürlüğü (www.dmi.gov.tr), 2010.
- [28] G. Arı, Bodrum Yarımadası Mevcut İçme ve Kullanma Suyu Problemi ve Çözüm Önerileri, Bitirme Projesi, ss. 62, Eskişehir, 2010.
- [29] İ. Atalay, “*Genel Fiziki Coğrafya*”, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1998.
- [30] Y. Muslu, Su Getirme ve Kullanılmış Suları Uzaklaştırma Esasları, Bayındır Kağıtçılık, İstanbul, 1980.
- [31] F. Yılmaz, “*Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)'nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri*”, *Ekoloji Dergisi*, Cilt 13, No. 50, ss. 10-17, 2004.