

SUYUMUZA DEĞER VERİYORUZ

*Muğla'mızın
Su Ayakizi Haritasını
Çıkartıyoruz*

Türkiye'de ilk defa  *Su Ayakizi*

Bu yayın Güney Ege Kalkınma Ajansı'nın desteklediği "Muğla Su Ayak İzi ve Temiz Su Eylem Planı" kapsamında hazırlanmıştır. İçerik ile ilgili tek sorumluluk Muğla Büyükşehir Belediyesi'ne aittir ve Güney Ege Kalkınma Ajansı'nın görüşlerini yansıtmaz."

İÇİNDEKİLER

1	GİRİŞ	1
1.1	Türkiye’deki Su Kaynakları ve Kullanımı	1
1.2	Su Ayak İzi Kavramı ve Kentsel Su Ayak İzi	2
1.3	Projenin Hedefleri ve Kapsamı	3
2	MUĞLA BÖLGESİ VE SU KAYNAKLARININ DURUMU	3
2.1	Muğla Su Kaynakları Kullanımı	7
2.2	Yeraltı Su Kaynaklarının Kullanımı	8
2.3	Muğla İlinde bulunan ATT’ler ve kapasiteleri	9
2.4	Muğla ili içerisindeki alt havzaların değerlendirilmesi	10
2.4.1	Eşen Çayı Alt Havzası	10
2.4.2	Köyceğiz – Dalaman Alt Havzası	11
2.4.3	Milas – Bodrum Alt Havzası	13
2.4.4	Muğla-Marmaris Alt Havzası	20
3	YÖNTEM, VERİ VE YAKLAŞIMLAR	22
3.1	Yöntem	22
3.1.1	Su Ayak İzi ve Bileşenleri	22
3.1.2	Bitkisel ürün su ayak izi (tarımsal)	24
3.1.3	Hayvancılık su ayak izi.....	25
3.1.4	Kentsel su ayak izi.....	25
3.2	Veri ve Varsayımlar.....	26
4	MUĞLA KENTSEL SU AYAKİZİ	27
4.1	Üretim ve Servis Hizmetlerinden Kaynaklı Su Ayak İzi	27
4.1.1	Kentsel Su Ayak izi	27
4.1.2	Hayvancılık Sektörü	30
4.1.3	Tarım Sektörü	32
4.1.4	Sanayi Sektörü	38
4.1.5	Turizm Sektörü	39
4.1.6	Muğla Geneli	39
5	MUĞLA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ KURUMSAL SU AYAKİZİ	41
6	ANALİZ VE GELECEK ÇALIŞMALAR İÇİN ÖNERİLER.....	41
6.1	Sıcak bölgeler ve sektörler.....	42
6.2	Su Yönetimi için Öneriler.....	42

6.3	SU AYAK İZİNİN AZALTILMASI İÇİN ALINABİLECEK ÖNLEMLER.....	43
6.3.1	Atık su Arıtma Tesislerinin Yaygınlaştırılması	43
6.3.2	Peyzaj Uygulamalarında Su yönetimi	43
6.3.3	Konutlarda Su Verimliliği Çalışmaları.....	44
6.3.4	Tarımda Su Verimliliği.....	44

ŞEKİLLER

Şekil 1 Muğla İli.....	4
Şekil 2 Muğla 2014 Yılı İlçe nüfusları	6
Şekil 3 Muğla İli su kullanım profili	8
Şekil 4 Muğla da bulunan ATT'lerinin sayısı ve Kapasiteleri.....	10
Şekil 5- Su Ayak İzi Kavramı - Su Çeşitleri	24
Şekil 6 Kentsel mavi su ayak izi.....	29
Şekil 7 Kentsel gri su ayak izi	29
Şekil 8 Alt Havzalarda Kentsel mavi ve gri su ayak izleri	30
Şekil 9 Muğla ili hayvancılık sektörü mavi su ayak izi.....	31
Şekil 10 Muğla ili hayvancılık sektörü gri su ayak izi.....	31
Şekil 11 Muğla İli tarımsal yeşil su ayak izi	33
Şekil 12 Muğla İli tarımsal mavi su ayak izi.....	33
Şekil 13 Muğla İli tarımsal gri su ayak izi	34
Şekil 14 Muğla İli Yeşil, Mavi ve Gri Su Ayak İzi oranları.....	35
Şekil 15 Alt-havza toplam tarımsal su ayak izleri.....	35
Şekil 16 Tarımsal ürün grupları ve oluşturdukları su ayak izleri	36
Şekil 17 Tarımsal ürünlerin yeşil su ayak izleri	37
Şekil 18 Tarımsal ürünlerin mavi su ayak izleri.....	37
Şekil 19 Tarımsal ürünlerin gri su ayak izleri	38
Şekil 20 Muğla İli Geneli Mavi Su Ayak İzi Dağılımı	40
Şekil 21 Muğla İli Geneli Gri Su Ayak İzi Dağılımı.....	40

TABLolar

Tablo 1 MBB'nin sorumlu olduğu bölgeler.....	6
Tablo 2 Muğla İli TUIK 2012 Yılı su tüketim göstergeleri.....	7
Tablo 3 MBB'nin sağladığı 2012,2013 ve 2014 yıllarına ait yer altı su kaynakları tüketimi ve kayıp- kaçak miktarı	9
Tablo 4 Fethiye İli'nde bulunan atıksu arıtma tesisleri.....	11
Tablo 5 Fethiye İli'nde bulunan atıksu arıtma tesislerinin kalite değerlendirmesi	11
Tablo 6 Köyceğiz-Dalama alt havzasında bulunan atıksu arıtma tesisleri	12
Tablo 7 Köyceğiz-Dalama alt havzasında bulunan atıksu arıtma tesisleri kalite parametreleri	13
Tablo 8 Milas-Bodrum alt havzasında çekilen yeraltı suyu miktarları.....	14
Tablo 9 Milas-Bodrum alt havzasında bulunan içme suyu arıtma tesislerinin profili	15
Şekil 10 Geyik Barajından Güvercinlik İAT için çekilen su miktarları (m ³ /yıl)	16
Şekil 11 Mumcular Barajından Güvercinlik İAT için çekilen su miktarları (m ³ /yıl)	16
Tablo 12 Milas –Bodrum alt havzasında bulunan atıksu arıtma tesislerinin kalite parametreleri.....	16
Şekil 13 Çamköy Derin Sondaj Kuyularından Güvercinlik İAT için çekilen su miktarları (m ³ /yıl).....	18
Şekil 14 Mumcular Ovası Derin Sondaj Kuyuları Mumcular İAT için çekilen su miktarları (m ³ /yıl).....	18
Tablo 15 Milas-Bodrum alt havzasında bulunan atıksu arıtma tesislerinin kalite parametreleri	18
Tablo 16 Muğla-Marmaris alt havzasında bulunan içme suyu arıtma tesisinin profili.....	20
Tablo 17 Atatürk Barajından Marmaris İAT için çekilen su miktarları	20
Tablo 18 Muğla-Marmaris alt havzasında bulunan atıksu arıtma tesislerinin profili.....	21

Tablo 19 Muğla-Marmaris alt havzasında bulunan atıksu arıtma tesislerinin kalite parametreleri	21
Tablo 20 İlçelerdeki kentsel su ayak izleri	28
Tablo 21 Alt havzalarda kentsel su ayak izleri	28
Tablo 22 Muğla ili hayvancılık sektörü su ayak izi	30
Tablo 23 Muğla İlçelerin tarımsal su ayak izleri.....	32
Tablo 24 Alt-havza seviyesinde tarımsal su ayak izleri	34
Tablo 25 Sanayinin oluşturduğu su ayak izleri	38
Tablo 26 Turizm Faaliyetlerinden Kaynaklı Su Ayak İzi.....	39
Tablo 27 Muğla Geneli Su Ayak İzi Özeti	39
Tablo 28 MBB Kurumsal Su Ayak İzi	41

1 GİRİŞ

1.1 Türkiye'deki Su Kaynakları ve Kullanımı

Toprak tarımından sanayileşmeye geçilen uygarlığın ilk yıllarından beri insanoğlu doğal kaynakların üzerinde baskı oluşturmuş, nüfus artışı ve iklim değişikliği gibi etkenler de bu baskının şiddetini giderek arttırmıştır. İnsan kaynaklı baskıların neden olduğu en büyük sorunlardan birisi de zaten sınırlı miktarda bulunan su kaynaklarının üzerindedir. Sınırlı miktarda bulunan su kaynaklarına bir de bu kaynakların sürdürülebilir olmayan bir şekilde tüketimi eklenince istenilen miktarda ve kalitede su bulunamaması günümüzün en önemli problemlerinden biri haline gelmiştir. Ekonomik aktivitelerin aksamaması daha da önemlisi yeryüzündeki yaşamın devam edebilmesi için su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanımı ve yönetimi günümüzde gereklilikten çok zorunluluk halini almıştır.

1980'lerden bu yana Türkiye de artan kuraklık olayları yıllar geçtikçe şiddetini arttırmakta, su sıkıntısı çeken alanları genişletmekte ve su güvenliği üzerinde tehdit oluşturmaktadır. İklim değişikliğinin neden olduğu küresel su döngüsündeki değişiklikler ile birlikte Türkiye'nin hızla büyüyen nüfusu da su kaynakları üzerindeki baskıyı artırmaktadır, öyle ki nüfus artışı, kişi başına düşen su miktarını 1500 m³'e düşürerek, Türkiye'nin su stresi çeken ülkeler arasında sayılmasına neden olmuştur. İklim değişikliği etkilerinin daha da fazla hissedilecek olması ve karşılaşacağımız riskleri arttırması, ekonomik aktivitelerin ve fazlasıyla suya bağımlı tarımsal üretimin, su kaynakları azaldıkça verim kaybetmesi neden olması kaçınılmaz olacaktır.

Bu yüzyıl sonunda iklim değişikliği nedeni ile su kaynaklarının giderek azalması, Türkiye nüfusunun %45'inin su kıtlığı problemiyle yüzleşmesi bilimsel çalışmalar tarafından öngörülmektedir¹. Artan sıcaklıkların yağış tipi, şiddeti ve sıklığında oluşturacağı değişikliklerin özellikle Türkiye'nin batı illerinde yüzeysel su kaybı, kuraklık ve taşkın gibi olaylara sebep olarak, kentsel su ihtiyaçlarının karşılanmasında sıkıntılar doğurması beklenmektedir². 2014 yılında nüfusun %92'sinin il ve ilçe merkezlerinde yaşadığını göz önüne alırsak, kentsel su kaynaklarına baskılar artmış, yapılan öngörüler birer tahmin olmaktan çok Türkiye'nin gerçeği olmaya başlamıştır.

Devlet Su İşleri'nin toplam düşen yağış miktarını dikkate alarak hesapladığı su potansiyeli hesabına göre, Türkiye'nin tüketilebilir yüzey ve yeraltı suyu potansiyeli yaklaşık 112 milyar m³'tür. 2030 yılında bu potansiyelin yaklaşık 18 milyar m³'lük kısmının içme ve kullanma suyu amaçlı kullanıldığını düşünürsek bugünkü tüketim alışkanlıklarımızın devam etmesi halinde günlük kişi başına düşen su kullanımı 270 litre olacaktır. Avrupa standartlarının 150 litre olduğu göz önüne alındığında bu oran %80 daha fazla olmaktadır. Su kullanımında Avrupa standartlarının yakalanabilmesi için su tasarrufunun teşvik edilmesi ve kaçakların önlenmesi gereklidir.

Burada şuna açıklama getirmekte fayda vardır, kişi başı 270 litre su tüketimi suyun doğrudan tüketimini gösterirken, su daha çok tükettiğimiz ürünlerin içerisinde, yiyecekler, içecekler, giydiğimiz kıyafetler, kısacası günlük hayatımızda ihtiyacımız olan birçok ürünün üretilmesi için kullanılmakta, dolaylı, yani "gizli" su tüketimi olarak bizim su tüketim hanemize eklenmektedir. 1 günlük aktivitelerimizi

¹ Met Office, Climate Observations, projections and impacts: Turkey, Devon,2011.

² Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı, syf. 6

düşündüğümüzde aslında su tüketimimiz çok daha fazla olmaktadır. Bu nedenledir ki su kaynaklarının kentsel ölçekte yönetimi, Türkiye'nin su politikaları arasında da öncelikli alanlardan biri haline almıştır. Orman ve Su İşleri Bakanlığına ait Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu tarafından yürütülen havza ve su bütçesi çalışmaları, sektörlerin su yoğunluklarını belirlemek ve su tahsislerinin mevzuat yoluyla yönetilmesine yönelik çalışmalar yürütmektedir.

Bu çalışma da, Orman ve Su İşleri Bakanlığının yürüttüğü çalışmalara ek olarak yerel yönetimlerinde su yönetiminde aktif olarak yer alabilmesine olanak sağlayan ve yerelde su yönetimi planlamalarını kolaylaştırabilecek "Su Ayak İzi" yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşım insan kaynaklı etkenlerin su kaynakları üzerindeki etkisinin hesaplanabilmesine yardımcı bir araç olmakla birlikte, detaylı bilgi bir sonraki bölümde verilecektir.

1.2 Su Ayak İzi Kavramı ve Kentsel Su Ayak İzi

Dünya nüfusunun yarısından fazlası şehirlerde yaşarken bu oranın 2050 yılına kadar %70'lere çıkacağı tahmin edilmektedir. Hızla büyüyen nüfus, değişen yaşam tarzları, kentleşme ve endüstrileşme bununla birlikte iklim değişikliğinin neden olduğu tahmin edilmesi zor etkiler, su kaynaklarının mevcudiyeti konusunda kentsel yönetimleri endişelendirmiş ve bu konuda önlemler almaya yöneltmiştir.

Endüstri, tarım ve evsel su deşarjları yüzeysel su kaynaklarının kalitesini önemli derecede değiştirmektedir. Dahası, şehirleşmenin yarattığı baskılar sonucunda eskiyen altyapı ve/veya artan kapasiteyi karşılayamayan yapılar gereken su ihtiyacını karşılamakta zorlanmaktadır. Bu nedenle su mevcudiyetinin belirlenmesi, su kalitesinin değerlendirilmesi ve sürdürülebilir su yönetim yaklaşımlarının benimsenebilmesi için *Su Ayak İzi Değerlendirmesi* yaklaşımı geliştirilmiş ve antropojenik etkenlerin neden olduğu sorunlar ile su problemlerinin etkileşimi bütünsel bir yaklaşım ile ele alınmıştır.

Su Ayak İzi Hollanda'daki Twente Üniversitesi ile Su Ayak İzi Ağı (Water Footprint Network-WFN) tarafından geliştirilmiş bir hesaplama metodolojisidir. Metod ürün ve hizmetlerin, bireylerin, toplumların, şirket veya bir ulusun doğrudan ve dolaylı su tüketimlerinin hesaplanmasında kullanılabilirlikle birlikte kentlere de kolaylıkla adapte edilebilen bir yaklaşım olup karşılaştırılabilir bir yöntem sunmaktadır.

Su ayak izi üç bileşenden oluşmaktadır: nehir ve yeraltı su tüketimini gösteren mavi su ayak izi, yağmursuyu kullanımını gösteren yeşil su ayak izi ve su kirliliğini gösteren gri su ayak izi. Kentsel su ayak izi, şehir sınırları içerisinde toplam tüketilen temiz su kaynaklarını m³ cinsinden gösterir ve su dengesi yaklaşımı ile hesaplamalar yapılır. Tasarlanmış ve Hidrolojik su dengesi olarak hesaplamalar 2 parçaya ayrılabilir. Tasarlanmış su dengesi yaklaşımında şehrin su ihtiyacı, abonelere tedarik edilen su ve deşarj edilen su miktarı üzerinden hesaplamalar yürütülürken hidrolojik su dengesinde su akışları ve sızmalar/taşkınlar dikkate alınır. Bununla birlikte şehirlerin su ayak izi hesabına "gizli su ayak izi" dediğimiz tüketilen ürünlerin içerdiği su miktarı da dolaylı su ayak izi olarak eklenir.

Bu çalışma da Su Ayak İzi Değerlendirmesinin Muğla İli çerçevesinde uygulanması ile su kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesine olanak sağlayacak sonuçlar elde edilmiş ve gerekli stratejilerin oluşturulması için bir temel oluşturmuştur.

1.3 Projenin Hedefleri ve Kapsamı

Muğla ili, Türkiye ekonomisine gerek turizm gerekse tarım alanında önemli katkıları olan özgün bir bölge olmasının yanı sıra, ilin enerji üretiminde de büyük payı bulunmaktadır. Ekonomik faaliyetlerin çeşitliliği Muğla ekonomisi için önemli bir avantaj sağlamakla birlikte, bu durum çevre ve doğal kaynaklar üzerinde baskı oluşturmaktadır. Bu çalışma Muğla ili'nin ve Muğla Büyükşehir Belediyesi (MBB)'nin kurumsal su ayak izi çalışması olup, su ayak izine neden olan önemli kaynakların tespit edilmesi ve mavi, yeşil ve gri su ayak izi tanımlamalarının yapılması amaçlanmıştır. Çalışma mevcut durumun iyileştirmesi ve daha iyi yönetilebilmesi için Muğla ilindeki kişi başı su tüketimini, su ve atıksu sistemlerini değerlendirmiştir. Çalışma kapsamında, il düzeyinde yeraltı ve yerüstü kaynaklarından çekilen su miktarı, kullanıldığı alanlar ve kaynağa dönüşündeki su kalitesi parametreleri incelenmiş, üretim ve servis hizmetlerinden kaynaklanan su ayak izleri hesaplanmış ve kentsel ölçekte su kullanımını azaltacak önlemler belirlenmiştir.

Çalışma süreci saha ziyaretleri, paydaşlarla yapılan interaktif görüşmeler ve belediyenin yürütmüş olduğu faaliyetlerin listesinin oluşturulması ile başlatılmıştır. Projenin ilk adımında mevcut kaynaklarda tüketilen su miktarına ait veriler bir araya getirilmiş ve il ölçeğinde sürdürülebilir su yönetimi karar verme aşamalarını kolaylaştırması amacıyla veriler anlamlı bir veri bütününe dönüştürülmüştür. Böylelikle MBB'nin su kullanım noktalarını daha iyi kavramaları ve su tasarrufu önlemlerini önceliklendirmelerine yardımcı bir zemin hazırlanması hedeflenmiştir.

Raporda kullanılan verilerin bir kısmı kamuya açık kaynaklardan, bir kısmı da kurumlardan direk olarak elde edilmiştir. Kamuya açık olmayan kaynaklardan elde edilen bu verilerin de kaynakları açıkça belirtilmiştir.

2 MUĞLA BÖLGESİ VE SU KAYNAKLARININ DURUMU

Tarihte birçok uygarlığa ev sahipliği yapmış olan Muğla ili, Türkiye'nin güney batı ucunda yer alır. Güney'inde Akdeniz Batısında Ege Denizi ile çevrili olan Muğla 1480 km kıyı uzunluğu ile Türkiye'nin en uzun kıyı uzunluğuna sahiptir. Deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 646 m. olan il 12 974 km² yüzölçümüne sahiptir. Su kaynakları açısından, zengin sayılabilecek Muğla sınırları içerisinde bulunan Bafa Gölü ve Köyceğiz Gölü yanı sıra Çine Çayı, Eşen Çayı ve Dalaman Çayları bulunmaktadır.



Şekil 1 Muğla ili

Bölge de Akdeniz ikliminin özellikleri görülmektedir; düşük kış ayları sıcaklıkları ve kuraklık görülmemesi tipik Akdeniz iklimi özelliklerindedir. Kış ayları (Aralık – Şubat) sıcaklık ortalaması 6°C iken, kuru ve sıcak yaz aylarında (Haziran – Ağustos) ortalama sıcaklıklar 25°C dolaylarındadır. Ortalama en yüksek sıcaklık genellikle Ağustos ayında yaşanırken (33.6 °C), en soğuk olan Ocak ayında sıcaklıklar 1.6 °C'ye kadar düşmektedir³.

2014 yılı verilerine göre Muğla'nın yaklaşık toplam tarımsal alanı, Bölge'nin %24 ini oluşturmaktadır olup, meyve üretimi tarımsal üretim gelirlerinde en büyük payı alır. Muğla, badem ve örtü altı domates üretiminde Türkiye'nin önde gelen illerindedir. Mısır, zeytin ve portakal da özellikle Milas ve Köyceğiz de bolca üretilen ürünlerdir. Zeytinyağı üretim tesisleri Muğla'nın neredeyse tüm ilçelerinde bulunmaktadır.

Muğla ilinin %68'i ormanlık alandır, bu oran %26,6 olan Türkiye ortalamasının üzerinde bir değerdir⁴. Ormanlık alanların %45'i verimli, %55 ise verim gücü düşük veya verimsiz alanlardır. Bodrum İlçesi'nin yaklaşık %61 orman sayılacak alanlardan oluşmaktadır⁵. İl 1. Derece orman yangınına yatkın bölgeler arasında yer almaktadır.

Muğla'nın elverişli coğrafi özellikleri balıkçılığın ve turizmin gelişmesinde önemli rol oynamıştır. Tarla balıkçılığı aktiviteleri özellikle Milas ve Fethiye ilçelerinde aktif olarak yapılmaktadır. İstatistiklere göre Muğla; Antalya ve İstanbul'dan sonra turizmin en yoğun olduğu 3. ilimizdir. Yabancı turistlerin de başlıca tatil tercihi olan il, 2014 yılında 3 milyondan fazla yabancı turiste ev sahipliği yapmıştır. Özellikle Bodrum Yarımadasında iç ve dış turizm nedeni ile nüfus hızla artış göstermektedir.

³Meteoroloji Genel Müdürlüğü, online giriş: <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=MUGLA>

⁴ Orman ve Su İşleri Bakanlığı Muğla Gelişim Planı, 2014-2018.

⁵ Batı Akdeniz Havzası Koruma Eylem Planı, syf 69.

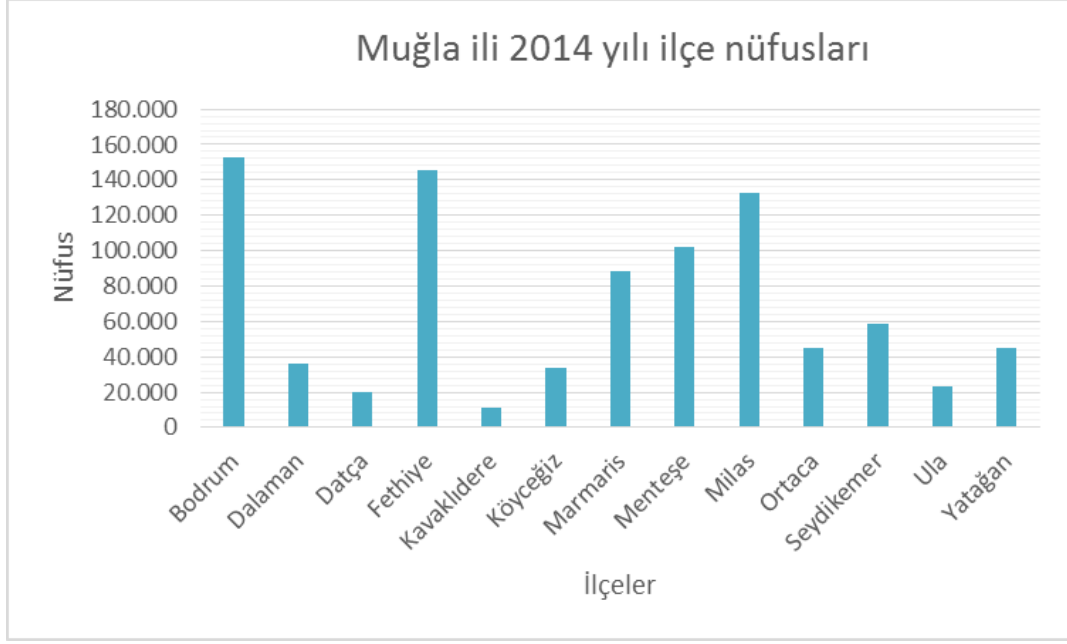
Muğla maden yatakları yönünden de zengin bir ilimizdir. Yatağan da linyit kömürü, Fethiye’de önemli krom yatakları bulunmaktadır. İlin göze çarpan özelliklerinden birisi de termik santrallerin sadece Muğla iline değil, aynı zamanda çevre illere de elektrik temini etmesidir. Muğla İli sınırlarında bulunan Kemerköy, Yeniköy ve Yatağan termik santralleri yerli kömür kaynaklarının kullanımı için kurulmuş olup, bölgenin sera gazı emisyonlarını ve hava kalitesini önemli derecede etkilemektedir.

İlin genel yapısı ile ilgili yukarıda paylaşılan bilgiler, su ayak izi değerlendirme çalışmasında, Muğla ölçeğinde gerçekleşen tüm aktiviteler (tarımsal, endüstriyel, kentsel vb. su tüketimi) ile ilgili genel bir kavrayış sağlanabilmesi amacıyla paylaşılmıştır. Buradan özetle şu sonuçları çıkartabiliriz; Muğla su kaynaklarının yoğun bir şekilde kullanıldığı 3 kömür santraline ev sahipliği yapmaktadır ve bu santraller su bulunabilirliği ve su kalitesi üzerinde baskı yaratması muhtemel bir endüstri kolu statüsünde bulunmaktadır. Bununla birlikte tarım endüstrisi Muğla’nın önemli geçim kaynaklarından birisidir. Tarımsal su tüketiminin payı özellikle yeşil su ayak izinin değerlendirilmesinde kritik olup, yüzeysel su kaynaklarının kullanımının optimize edilebilmesinde önem taşımaktadır. Son olarak, ilin turizmin merkezlerinden biri olması, turizm sektörünün su kaynakları üzerinde etkisinin olması çok yüksek bir ihtimaldir. Kısacası, su ayak izi hesaplama çerçevesinin oluşturulabilmesi ve bölgenin yapısal özelliklerinin değerlendirilebilmesi için, Muğla’nın endüstriyel, tarımsal ve turistik özelliklerinin Türkiye genelinde öneminin vurgulanabilmesi açısından önem taşımaktadır.

Muğla Büyükşehir Belediyesi Sorumluluk Alanları

Muğla’nın 2014 yılı adrese dayalı nüfusu 894.509⁶ kişidir. Muğla İli, 2014 yılı Mart ayı itibari ile 6360 sayılı Büyükşehir Belediye Yasasının yürürlüğe girmesiyle Büyükşehir statüsüne getirilmiştir. Muğla Belediyesi’nin mahalleleri merkez olmak üzere, Muğla merkez ilçe sınırları içerisindeki köyler ile belediyelerden oluşan Menteşe ilçesi ve aynı adla belediye kurulmuştur (madde 2-22. fıkra). Şekil 2’de Muğla İli’ne bağlı ilçeler ve 2014 yılı nüfusları gösterilmiştir. Nüfusun en yoğun olduğu ilçeler Bodrum, Fethiye ve Milas ilçeleridir.

⁶ TUİK, 2014. <https://biruni.tuik.gov.tr/adnksdagitapp/adnks.zul>



Şekil 2 Muğla 2014 Yılı İlçe nüfusları

Muğla ilinde içme suyu ve atık su arıtma tesislerinin idare ve sorumluluğu 2014 yılı itibari ile tarafından üstlenilmiştir. Belediye, sınırları içerisinde güvenilir ve sağlıklı su tahsis oluşan atıksuların toplanıp, arıtılarak diğer çevresel sistemlere aktarılmasından sorumludur. su kullanımı ve atıksu verileri MBB'nin sorumlu olduğu 6 bölgeden alınmıştır. Bu bölgelerin içinde bulundurduğu ilçeler bulundurduğu ilçeler

Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1 MBB'nin sorumlu olduğu bölgeler

BÖLGE	
1. BÖLGE	BODRUM
2.BÖLGE	MİLAS
3.BÖLGE	MENTEŞE
	YATAĞAN
	AKYAKA
	KAVAKLIDERE
	ULA
4.BÖLGE	MARMARİS
	DATÇA
5.BÖLGE	DALAMAN
	ORTACA
	KÖYCEĞİZ
	DALYAN
6.BÖLGE	GÖÇEK
	FETHİYE
	SEYDİKEMER

Bu çalışma kapsamında temin edilemeyen veriler için Batı Akdeniz Havza Koruma Planı ve Büyük Menderes Havza Koruma Planı temel alınmış olup, raporların uyumluluğu ve karşılaştırılabilir olması hedeflenerek çalışma 5 alt havzaya bölünerek değerlendirmeler yapılmıştır. Muğla İli'nin %80'i Batı Akdeniz Havzasının içerisinde yer almaktadır. Muğla il merkezi ile Bodrum, Datça, Dalaman, Fethiye, Köyceğiz, Marmaris, Milas, Ortaca ve Ula bu havza içinde yer alan ilçelerdir. Muğla içindeki bölgeleri kapsayan alt havzalar aşağıdaki gibidir:

- Eşen Çayı Alt Havzası
- Köyceğiz – Dalaman Alt Havzası
- Milas – Bodrum Alt Havzası
- Muğla-Marmaris Alt havzası
- Büyük Menderes Havzası - Muğla

2.1 Muğla Su Kaynakları Kullanımı

Muğla il'inin nüfus yoğunluğu 67 kişi olup, 100 olan Türkiye nüfus yoğunluğunun halen altındadır. Yıllık nüfus artış hızı binde 18,1'dir. Bu oran binde 13,7 olan Türkiye ortalamasının üzerinde bir değerdir ve Muğla her yıl artarak göç alan bir ilimizdir. Nüfus ve turizm yoğunluğunun fazla olması mevcut su kaynaklarının üzerindeki baskıyı gün geçtikçe arttırmakta ve yaz aylarında bu baskının etkilerinin il sakinlerince de hissedilmesine neden olmaktadır.

Bu proje kapsamında kentsel su ayak izi hesaplamalarında verilerin bütünlüğü ve doğruluğu açısından TÜİK 2012 verileri kullanılmıştır. TÜİK ve 2014 yılı İl Çevre Durum Raporunda kısmen sağlanan 2014 yılı verileri hazırlanan su ayak izi çalışmasına mümkün olan kısımlarda dahil edilmiş ve yıllar arası karşılaştırmalar sağlanmıştır.

Su kaynakları açısından, zengin sayılabilecek Muğla sınırları içerisinde Bafa Gölü, Köyceğiz Gölü, Çine Çayı, Eşen Çayı ve Dalaman Çayları bulunmaktadır. İlin toplam su potansiyeli 6.912 hm³/yıl'dır⁷. Batı Akdeniz Havzası 7.110 hm³/yıl su potansiyeli ile Türkiye'nin su potansiyelinin yaklaşık %3,87'sini oluşturmakta olup havzanın sadece 3.555 hm³/yıl kısmı kullanılabilir yüzeysel su niteliği taşımaktadır⁸.

2012 yılı TÜİK verileri dikkate alındığında, içme ve kullanma suyu için toplam 4.936.342.000 m³ su yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarından çekilmiş olup 2.801.939.000 m³ su şebekeden dağıtılmıştır. Bu demek oluyor ki, yeraltı ve yer üstü sularından çekilen suların yarısından fazlası içme ve kullanma suyu amaçlı tüketilmektedir. İl bazında kişi başına tüketilen günlük su miktarı 216 litreye denk gelmektedir. Tablo 2'de içme ve kullanma suyu amaçlı çekilen su miktarının kaynaklarına dair bilgi verilmiştir.

Tablo 2 Muğla İli TUIK 2012 Yılı su tüketim göstergeleri⁹

İÇME VE KULLANMA SUYU ŞEBEKESİ İÇİN ÇEKİLEN TOPLAM SU (BİN M ³ /YIL)	KUYU	KAYNAK	AKARSU	GÖL- GÖLET/DENİZ	BARAJ
---	------	--------	--------	---------------------	-------

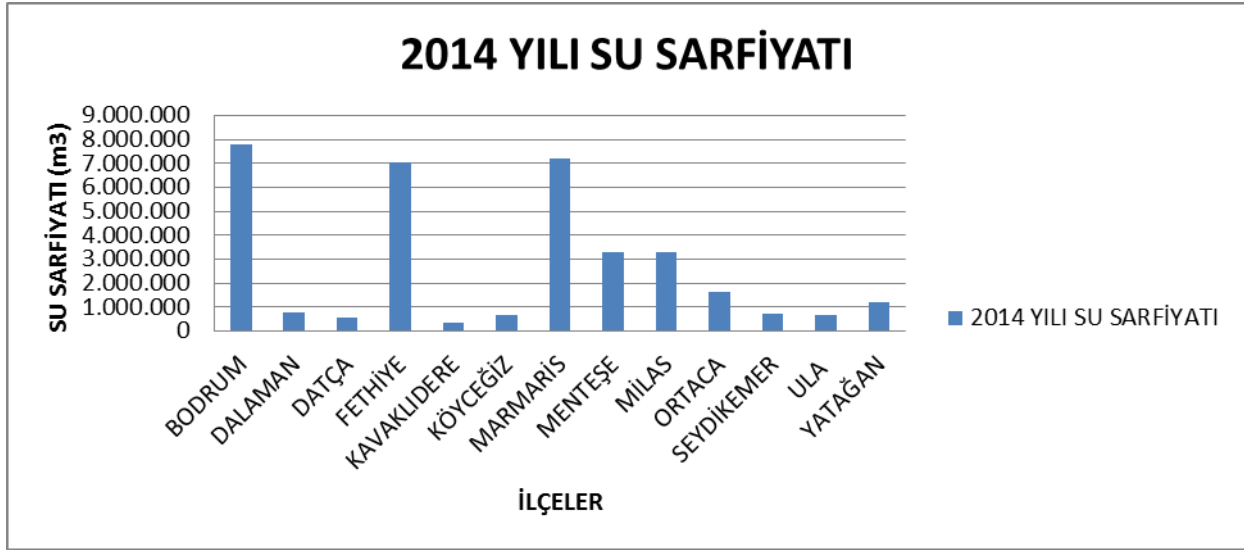
⁷ Muğla İl Çevre Durum Raporu, 2014.

⁸ Batı Akdeniz Havzası Koruma Eylem Planı, syf 187.

⁹ TUIK, Belediye Su Temel Göstergeleri, 2012.

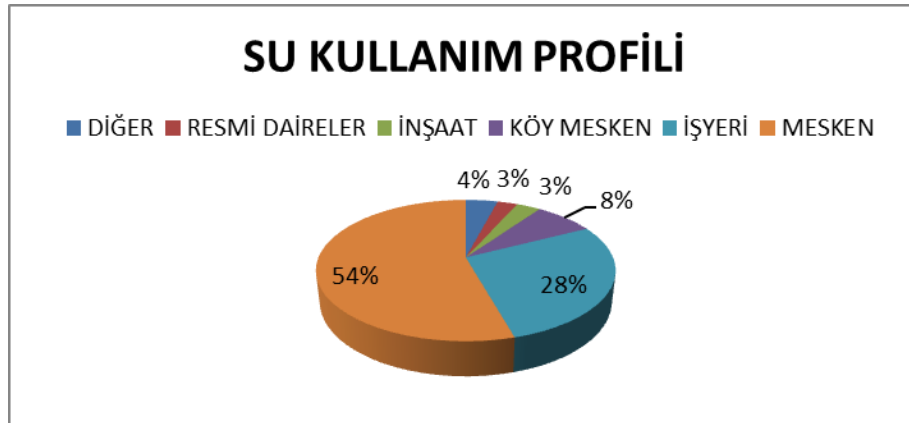
4.936.342	1.395.957	948.133	78.282	97.953	2.416.018
ÇEKİLEN YERALTI SUYU MİKTARI	2.344.090		-		
ÇEKİLEN YÜZEY SUYU MİKTARI	-		2.592.253		

MBB'nin 2014 Nisan ayı itibariyle paylaştığı su tüketim verilerini incelediğimizde, ilde 9 aylık süre içerisinde toplam 35.196.065 m³ su sarfiyat edilmiştir. En fazla su sarfiyatının yapıldığı ilçeler sırasıyla Bodrum, Marmaris ve Fethiye'dir.



Şekil 3 MBB 2014 Yılı Su sarfiyatı

MBBsi tarafından dağıtılan su miktarı en fazla meskenler için olup, meskenleri ticarethaneler takip etmektedir (Şekil 4).



Şekil 4 Muğla İli Su Kullanım Profili

2.2 Yeraltı Su Kaynaklarının Kullanımı

Batı Akdeniz Havzası yeraltı suyu potansiyeli yaklaşık 473 hm³/yıl olup 317 hm³/yıl işletilebilir yeraltı suyu niteliğindedir¹⁰. Muğla ilinde yüzeysel suların ihtiyacı karşılamada yetersiz kaldığı durumlarda

¹⁰ Batı Akdeniz Havzası Koruma Eylem Planı, syf 187.

yeraltı suyu sulama ve içme suyu amaçlı kullanılmaktadır. 2013 yılında çıkartılan Muğla İl Çevre Durum Raporunda İlin yeraltı su potansiyeli envanteri çıkartılmış, ilçeler seviyesinde yeraltı suları işletme rezerv miktarları belirlenmiştir. Buna göre toplam yeraltı su potansiyelinin yaklaşık %53'lük bir kısmını işletilebilir yeraltı su rezervleri oluşturmaktadır.

Tablo 3'de MBB'nin sağladığı olduğu son 3 yıla ait yeraltı su kullanım miktarları gösterilmiştir.

Tablo 3 MBB'nin sağladığı 2012,2013 ve 2014 yıllarına ait yer altı su kaynakları tüketimi ve kayıp-kaçak miktarı

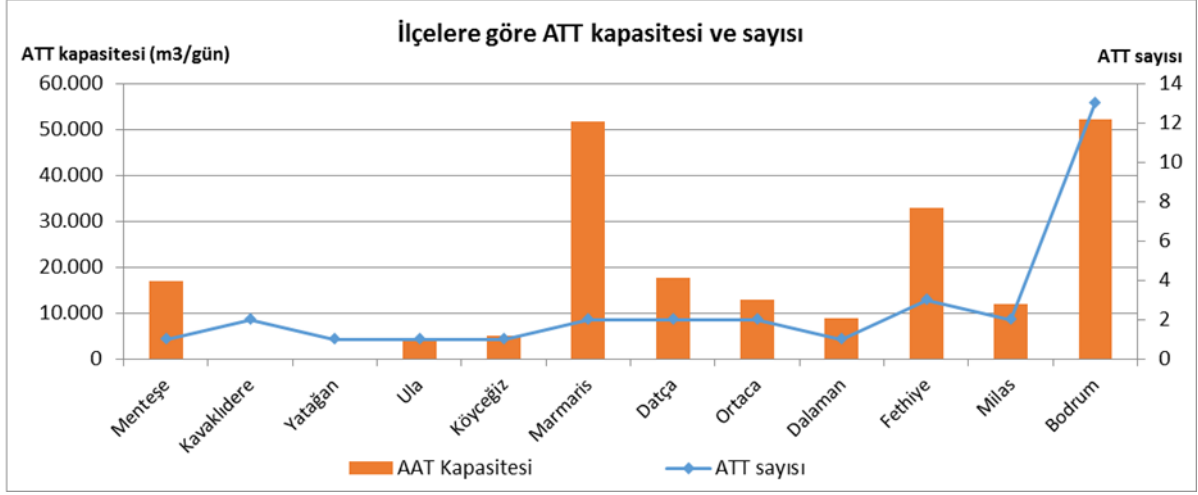
<u>TON</u>	<u>2012 yılı</u>	<u>2013 yılı</u>	<u>2014 yılı</u>
Şebekeye verilen ortalama su miktarı (m ³)	2.510.308	3.127.894	4.173.120
1 yıllık tahakkuk eden su miktarı	1.807.422	2.220.805	2.887.653
Kayıp-kaçak miktarı	702.886	907.089	1.285.467
Kayıp-kaçak oranı	%28	%29	%30

2.2 Muğla İlinde bulunan ATT'ler ve kapasiteleri

2012 yılında 61 belediyenin hizmet ettiği nüfus 598.902 kişi olup Muğla ilçelerinin Büyükşehir Belediyesi'ne bağlanması ile birlikte 2014 yılında 894.509 kişiye çıkmıştır. 2014 yılında belediye nüfusunun %76'sı arıtma tesisine bağlı bulunmaktadır. MBB'nin sağladığı verilere göre toplamda 31 atıksu arıtma tesisi mevcut olup, bunlardan %74'ü ikincil arıtma yapmaktadır. Marmaris, Datça, Fethiye ve Bodrum'da toplam 6 adet Derin Deniz Deşarjı ünitesi bulunup bunlardan 5 tanesinde atıksular arıtılarak denize deşarj edilmektedir.

MBB'nin verileri dikkate alındığında, kanalizasyon hizmeti verilen nüfus 583.492 kişi olup (2012 yılında kişi sayısı 429.393), ilçe nüfuslarının %77'sini oluşturmaktadır (Kavaklıdere, Yatağan ve Ula ilçeleri hariç). Kanalizasyon şebekesi ile hizmet verilen nüfusun belediye nüfusu içindeki oranlarına bakıldığında Muğla'nın %92 olan Türkiye ortalamasının altında kaldığı görülmektedir.

TUİK 2012 yılı verilerine göre Muğla ilin'de toplam 28 arıtma tesisi bulunmakta olup 102.450 m³ toplam kapasiteye sahip tesisler atıksuların %62'sini arıtmışlardır. 2012 yılında, arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfus ise belediye nüfusunun %60'ını oluşturarak 359.470 kişiye hizmet vermektedir. Kanalizasyon şebekesi bulunmayan alanlarda atıksular fosseptik çukurlarında bertaraf edilmektedir. Ancak sağlıklı inşa edilmeyen fosseptikler ve vidanjörlerle çekilen atıksuların gelişigüzel alanlara boşaltılması risk unsuru oluşturmaktadır. Bodrum, Dalaman, Datça, Fethiye, Köyceğiz, Marmaris, Milas, Ortaca ve Ula'da atıksu arıtma tesisleri bulunmaktadır. Bölge'de atıksu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun belediye nüfusu içindeki oranına bakıldığında %68 olan Türkiye ortalamasının gerisinde kaldığı görülmektedir.



Şekil 5 Muğla da bulunan ATT'lerinin sayısı ve Kapasiteleri

2.3 Muğla ili içerisindeki alt havzaların değerlendirilmesi

2.3.1 Eşen Çayı Alt Havzası

Eşen Çayı alt havzası içerisinde Fethiye ili değerlendirilmiştir. Fethiye İli 145.643 kişilik nüfusu ile Muğla'nın en kalabalık ilçelerinden birisidir. Turizm yoğunluğuna baktığımızda, sadece Fethiye'de belediye belgeli 493 tesis bulunmakta olup bunun içine işletme belgeli 60 otel dahil değildir. Özellikle yaz aylarında bu oteller tamamen dolu olup, Fethiye'nin nüfus yoğunluğu oldukça artmaktadır. Turizmin yanı sıra ilçede tarım ve hayvancılık faaliyetleri de ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır.

Kargı ve Eşen Fethiye'den geçen önemli akarsulardan olup, Eşen Çayı Muğla İli'nin de en önemli 3 akarsuyundan¹¹ birisidir. Eşen Çayı, çevre dağlardan ve Yazır Gölünden inen derelerle beslenerek Seki Ovasından geçer, burada Sekir Çayı adını alır ve Akdeniz'e dökülür. Eşen çayının su potansiyeli 1.800 m³/yıldır. Eşen Çayının doğduğu Akdağların bol kar alması ve çayın sularının toplandığı bölgede karstik kaynaklarının çokluğu Eşen Çayında yaz ve kış mevsimlerinde bol miktarda su mevcudiyeti sağlar.

Eşen Çayı sulama, içme suyu ve enerji amacıyla kullanılmaktadır. Sulama için brüt kullanılan alan 5.749 ha olup, net olarak 4.155 ha alan sulanmaktadır. Eşen Çayı üzerindeki tarım, alabalıkçılık ve HES faaliyetleri suyun miktarında değişikliklere neden olmakta, azot&fosfor ve organik kirlilik yaratarak su kalitesini etkilemektedir.

Yeraltı Su Kaynaklarının Kullanımı

2013 Yılı Muğla İl Çevre Durum Raporu'nda paylaşılan yeraltı su rezervi envanterine göre Fethiye ilçesinin 20 hm³/yıl yeraltı suyu potansiyeli bulunmaktadır. Havza planlarına göre Fethiye ilinde 25.894x10³ m³ su kaynaktan, 120 x10³ m³ su kuyudan içme amaçlı çekilmektedir.

¹¹ Muğla ilinin 3 önemli akarsuyu: Çine Çayı, Eşen Çayı ve Dalaman Çayıdır.

Atık su Arıtma Tesisleri

Eşen Çayı Alt Havzası'nda bulunan atıksu arıtma tesislerinin arıtım kapasiteleri ve parametrelerine dair veriler Tablo 4 ve Tablo 5 de gösterilmektedir.

Tablo 4 Fethiye İli'nde bulunan atıksu arıtma tesisleri

NO	AAT Hizmeti Verilen İlçe	Atıksu arıtma tesisi	Kapasite (m ³ /gün)	Deşarj Noktası	Teknoloji	İlçenin Toplam Nüfusu	Kanalizasyon Sisteminin Hizmet Ettiği Nüfus	Hizmet Verilen Nüfus/Toplam Nüfus
1	Fethiye	Göcek AAT	4.500	Kuru Dereye Deşarj	Biyolojik ve Fiziksel	4.363	5.500	1,26
2		Fethiye AAT	25.000	Mut Deresi	Biyolojik ve Fiziksel	145.643	110.000	0,76
3		Ölüdeniz AAT	3.500	Derin Deniz Deşarjı	Biyolojik ve Fiziksel	4.662	5.000	1,07

Tablo 5 Fethiye İli'nde bulunan atıksu arıtma tesislerinin kalite değerlendirmesi

NO	AAT Hizmeti Verilen İlçe	Atıksu arıtma tesisi	Giriş Değerleri			Çıkış Değerleri		
			KOI (mg/L)	BOI (mg/L)	AKM (mg/L)	KOI (mg/L)	BOI (mg/L)	AKM (mg/L)
1	Fethiye	Göcek AAT	300	40	100	40	-	10
2		Fethiye AAT	350	200	175	19	7	7
3		Ölüdeniz AAT	350	200	175	16	-	10

2.3.2 Köyceğiz - Dalaman Alt Havzası

Dalaman, Köyceğiz ve Ortaca İlçeleri Köyceğiz-Dalaman Alt havzası içerisinde değerlendirilmiştir. Köyceğiz Türkiye'nin Rize'den sonra en fazla yağış alan ilçesidir. Köyceğiz ilçe sınırları içerisinde **Namnam Çayı, Yuvarlak Çay ve Dalaman Çayı** geçer.

Ortaca ekonomisi tarıma dayanmaktadır ve sulama suyu oldukça zengindir.

Alt havzada Belediye belgeli ait toplam 153 otel bulunmakta olup, 14 tane de işletme belgeli otel buna dahil edilmelidir.

Yeraltı Su Kaynaklarının Kullanımı

2013 Yılı Muğla İl Çevre Durum Raporu'nda paylaşılan yeraltı su rezervi envanterine göre Ortaca ilçesinin 80 hm³/yıl yeraltı suyu potansiyeli bulunmaktadır.

Dalaman Çayı

Köyceğiz sınırları içerisinde bulunan en önemli çaydır. Debisi en yüksek çaylardan biri olan Dalaman Çayı tarımsal faaliyetler, alabalık çiftlikleri ve kanalizasyon atıkları nedeni ile kirlilik tehdidi altındadır. Çevresinde birçok tarım arazisi bulunan çayın, sebze ve meyve yetiştiren birçok çiftçinin de ürünlerinin kalitesinde etkisi büyüktür. Nitrit parametresi açısından su kalitesi 4. Sınıf olarak belirlenmiştir. Bunun en önemli nedenlerinden birisi de civar tarım arazilerinde gübre ve zirai ilaç kullanımının fazla olmasıdır.

Namnam Çayı

324 hm³ su potansiyeline sahip olan Namnam çayı, Köyceğiz gölüne dökülür. İçme ve kullanma suyu amaçlı kullanılan kaynak bölgenin önemli 2. Akarsuyudur. Kış ve ilkbahar aylarında taşan çayın yaz aylarında su seviyesi oldukça düşmektedir. Çay üzerinde yapılması planlanan sulama ve HES projeleri bulunmaktadır.

Yuvarlak Çay

Tarımsal sulama amaçlı kullanılan çaylardan birisidir ve tarımsal amaçlı kullanılan gübreler ve evsel atıksu deşarjları çayda kirlilik oluşturmakta ve Köyceğiz gölüne kirlilik taşımaktadır.

Atık su Arıtma Tesisleri

Köyceğiz-Dalaman Alt Havzası'nda bulunan atıksu arıtma tesislerinin arıtım kapasiteleri ve parametlerine dair veriler Tablo 6 ve Tablo 7' de gösterilmektedir.

Tablo 6 Köyceğiz-Dalama alt havzasında bulunan atıksu arıtma tesisleri

NO	AAT Hizmeti Verilen İlçe	Atıksu arıtma tesisi	Kapasite (m3/gün)	Deşarj Noktası	Teknoloji	İlçenin Toplam Nüfusu	Kanalizasyon Sisteminin Hizmet Ettiği Nüfus	Hizmet Verilen Nüfus/Toplam Nüfus
1	Köyceğiz	Köyceğiz AAT	5.115	Göl	Biyolojik ve Fiziksel	12.000	8.907	0,74
2	Ortaca	Ortaca AAT	8.640	DSİ Sulama Kanalı	Biyolojik ve Fiziksel	44.827	22.000	0,49
3		Dalyan AAT	4.320	Gölet	Biyolojik ve Fiziksel	4.951	8.000	1,62

4	Dalaman	Dalaman AAT	9.000	Ters Akan Çayı	Biyolojik ve Fiziksel	35.362	20.000	0,57
---	---------	-------------	-------	----------------	-----------------------	--------	--------	------

Tablo 7 Köyceğiz-Dalama alt havzasında bulunan atıksu arıtma tesisleri kalite parametreleri

NO	AAT Hizmeti Verilen İlçe	Atıksu arıtma tesisi	Giriş Değerleri			Çıkış Değerleri		
			KOI (mg/L)	BOI (mg/L)	AKM (mg/L)	KOI (mg/L)	BOI (mg/L)	AKM (mg/L)
1	Köyceğiz	Köyceğiz AAT	230	75	51,5	24	-	2,8
2	Ortaca	Ortaca AAT	164	80	38,5	48	-	8,8
3		Dalyan AAT	190	45	45	30	-	10
4	Dalaman	Dalaman AAT	110	33	55	25	-	5

2.3.3 Milas – Bodrum Alt Havzası

Bu alt havza altında Bodrum yarımadası ve Milas ilçeleri değerlendirilmiştir. Havza içme ve kullanma su kaynakları açısından genel olarak değerlendirildiğinde diğer havzalara göre daha fazla su sıkıntısı çekmektedir. Gerek endüstriyel faaliyetler gerekse şehirleşme ve turizmin nüfus üzerindeki arttırıcı etkisi zaten kısıtlı olan su kaynaklarında, suyun tedarik edilmesinde ve ihtiyaçların karşılanmasında sorunlar doğurmaktadır. Özellikle su ihtiyacının arttığı yaz aylarında Bodrum Yarımadasına su kamyonlarla taşınarak talep karşılanmaya çalışılmakta, turizm tesisleri ise ihtiyaçlarını kendi kuyularından tedarik edebilmektedirler.

Havza da içme ve kullanma suyu ihtiyacı barajlardan ve yeraltı su kaynaklarından sağlanmaktadır. Yüzeysel su kaynakları yönünden zayıf olan alt havzada su ihtiyacının karşılanmasında zorluklar yaşanmakta ve talep yeraltı su kaynakları üzerinden sağlanmaya çalışılmaktadır. Alt havzanın en önemli yeraltı su kaynağı Acil İçme Suyu Projesi ile gündeme getirilmiş olan ve 4,72 milyon m³ su sağlayan Çamköy kaynaklarıdır. Projenin Bodrum İlçe Merkezi, Konacık, Bitez, Ortakent, Turgutreis, Gümüşlük, Yalıkavak, Gündoğan, Göltürbükü ve Yalı Çiftliği yerleşim yerlerine 2020 yılına kadar içme, kullanma ve endüstri suyu temin etmesi planlanmaktadır.

Çevresel boyutta su kaynakları üzerinde yaratılan antropojenik baskılar değerlendirildiğinde aşırı ve kontrolsüz yeraltı su çekimi, yeraltı su kaynaklarında tuzluluk sorunu yaratarak su kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Sorunlara ek olarak, Milas-Bodrum alt havzası turizm, kontrolsüz atık su

deşarjları, balık işletme tesisleri, tarım ve hayvancılık faaliyetleri gibi endüstriyel faaliyetler kaynaklı olarak da çevresel baskı altında olan bir alt havzadır.

Havzanın önemli içme ve kullanma suyu sağlayan barajları Mumcular, Geyik ve Akgedik Barajlarıdır. Bu 3 barajda gerek tarımsal gerekse evsel kaynaklı çevresel baskılar nedeni ile su kalitesi düşüktür. Bununla birlikte yakın çevrelerde bulunan katı atık depolama alanları (Bodrum, Turgutreis, Gündoğan, Yalıkavak ve Mumcular) oluşan sızma suyu nedeni ile su kaynakları üzerinde baskılar oluşturmaktadır.

Milas-Bodrum havzası 152.969 kişi kanalizasyon hizmeti almaktadır. 132.756 kişi atıksu arıtma hizmetinden yararlanmaktadır. Fakat tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin bölgede önemli geçim kaynağı olması, özellikle Milas ilçesinde tarım, hayvancılık, zeytincilik ve kültür balıkçılığı faaliyetleri yoğun olarak devam etmesi çevre su kaynaklarında havzada azot ve fosfor yükünü arttırmaktadır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde Milas-Bodrum Alt Havzasının en fazla azot ve fosfor yükü bulunduran havza olduğu göze çarpmaktadır. Bu sorunların en önemli nedenleri alt havza düzeyinde fazlasıyla tarım ilaçlarının kullanılması, hayvan ve diğer atıklarının kontrolsüz yönetilmesi gösterilebilir.

Yeraltı su kaynaklarının kullanımı

2013 yılı İÇDR'na göre Milas ve Bodrum da sırasıyla mevcut işletme rezervi 18 hm³/yıl ve 10 hm³/yıl'dır.

Tablo 8 Milas-Bodrum alt havzasında çekilen yeraltı suyu miktarları

2012-2013-2014 Yıllarına ait Yer altı Su Kaynakları ve Tüketim Miktarları, Kayıp/Kaçak Miktarı				
MİLAS	Şebekeye verilen ortalama su miktarı (m ³ /Ay)	Tahakkuk eden su miktarı (m ³ /Ay)	Kayıp-kaçak miktarı (m ³ /Ay)	Kayıp-kaçak oranı
2012	209,192	150,618	58,584	28%
2013	260,658	185,067	75,591	29%
2014	347,76	240,638	107,122	30%

Yüzeysel Su Kaynakları

Mumcular Barajı

Bodrum yarımadasının önemli su kütlelerinden biri olan Mumcular Barajı içme suyu ve sulama amaçlı kullanılmaktadır. Barajdan yıllık ortalama yaklaşık 6.5 milyon m³ su çekilmektedir. Barajın su kalitesi Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliğine göre 3. Sınıf su olarak değerlendirilmektedir. Mumcular Barajı çıkışlarında su kalitesi değerlendirmeleri sonucunda organik madde kirliliğini gösteren KOI ve BOI, inorganik kirlilik ve PH parametreleri açısından 3. Sınıf su kalitesine sahiptir. Baraj tarımsal faaliyetler

ve 300 ile 500 m uzaklığında bulunan evsel katı atık depolama alanlarından dolayı çevresel baskı altındadır. Mumcular Barajının çevresindeki zeytinyağı üretim tesislerinin de karasu deşarj ederek baraj çıkışındaki su kalitesini olumsuz etkilediği söylenebilir. Zeytinyağı endüstrilerinden çıkan atıksuların genel kirletici özellikleri göz önüne alındığında (Yüksek KOİ ve BOİ), bu çevresel baskı kaçınılmazdır.

Akgedik Barajı

Sarıçay üzerinde bulunan sulama amacıyla kullanılan Akgedik Barajı, Milas İlçesine içme suyu sağlamak maksatıyla da kullanılmaktadır.

Geyik Barajı

Geyik Barajı EÜAŞ'ın Milas Yeniköy Termik Santraline Soğutma suyu sağlamak ve Bodrum yarımadası içme suyu temini sağlamak üzere işletmeye açılmıştır. Barajdan yıllık ortalama yaklaşık 28 milyon m³ su çekilmekte olup, bunun 5 milyon m³lük Bodrum Yarımadasına içme suyu temin etmektedir.

İçme Suyu Arıtma Tesisleri

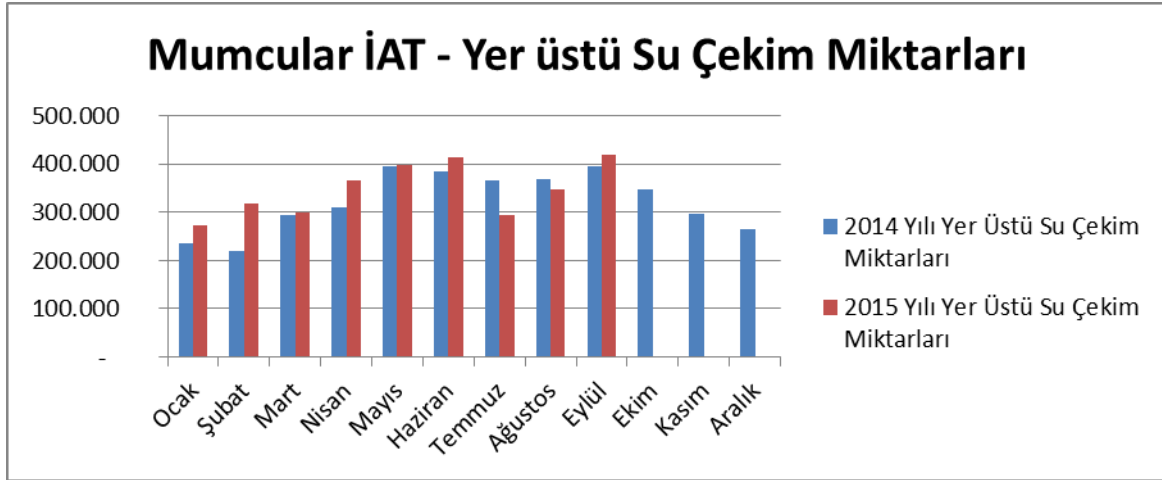
Tablo 9 Milas-Bodrum alt havzasında bulunan içme suyu arıtma tesislerinin profili

Hizmet Verilen İlçe	İçme suyu arıtma tesisi	Suyun çekildiği kaynak	
Bodrum	Güvercinlik İAT	Geyik Barajı	Yüzeysel Su Kaynağı
	Mumcular İAT	Mumcular Barajı	Yüzeysel Su Kaynağı
Bodrum	Güvercinlik İAT	Çamköy Derin Sondaj Kuyuları	Yeraltı Su Kaynağı
	Mumcular İAT	Mumcular Ovası Derin Sondaj Kuyuları	Yeraltı Su Kaynağı

Şekil 10 Geyik Barajından Güvercinlik İAT için çekilen su miktarları (m³/yıl)



Şekil 11 Mumcular Barajından Güvercinlik İAT için çekilen su miktarları (m³/yıl)

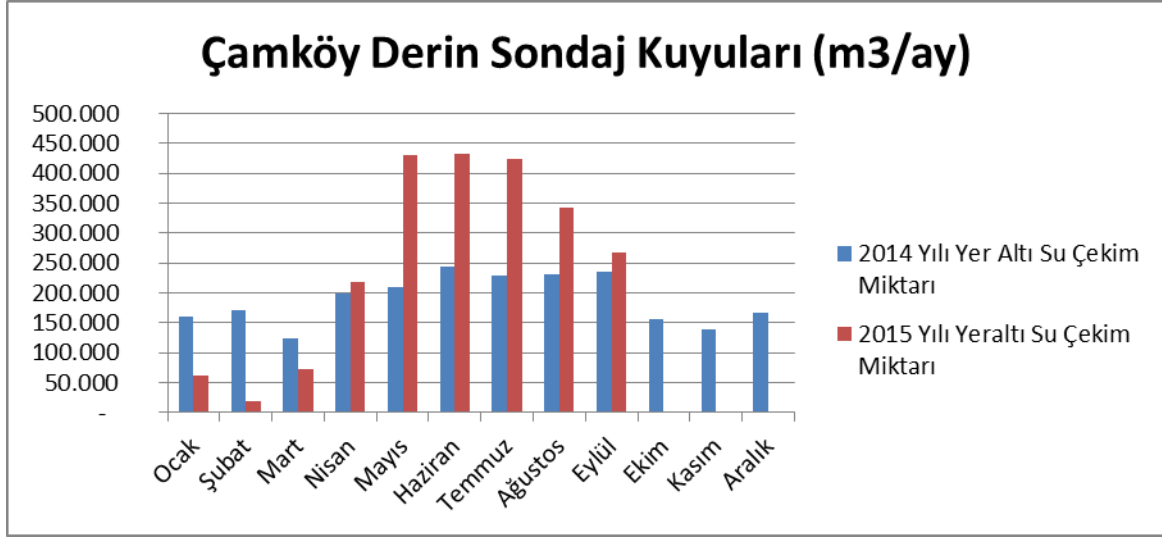


Tablo 12 Milas –Bodrum alt havzasında bulunan atıksu arıtma tesislerinin kalite parametreleri

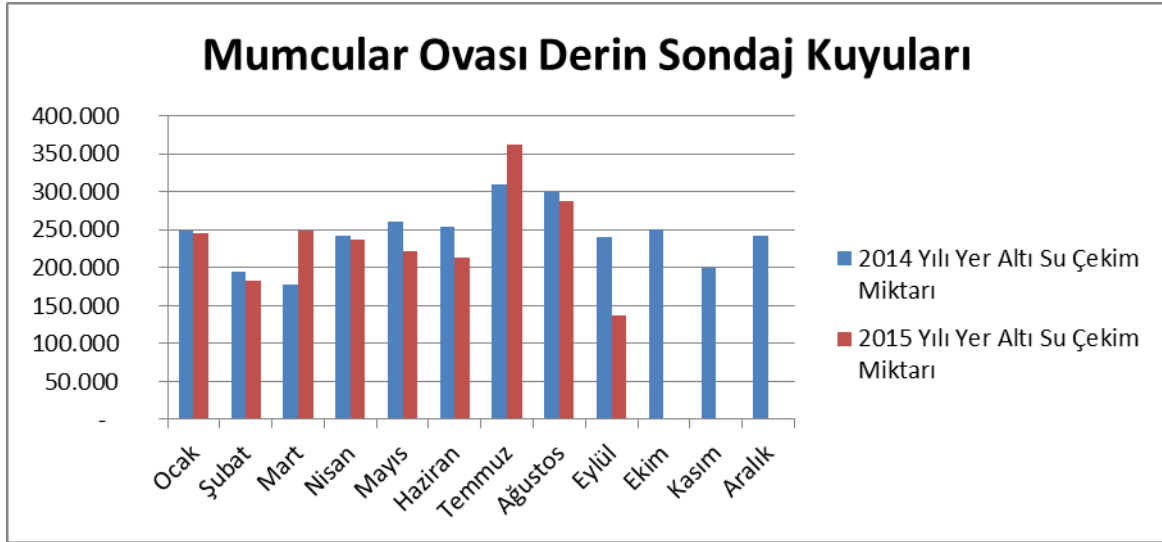
NO	AAT Hizmeti Verilen İlçe	Atıksu arıtma tesisi	Kapasite (m³/gün)	Deşarj Noktası	Teknoloji	İlçenin Toplam Nüfusu	Kanalizasyon Sisteminin Hizmet Ettiği Nüfus	Hizmet Verilen Nüfus/Toplam Nüfus
1	Milas	Milas AAT	10.800	Sarıçay Deresi	Biyolojik ve Fiziksel	129.128	40.000	0,31
2		Güllük AAT	1.250	Park-Bahçe Sulaması	Biyolojik ve Fiziksel	6223	4600	0.74
3	Bodrum	Güvercinlik AAT	2.500	Kuru Dere	Biyolojik ve Fiziksel	152.440	10.000	1,34
4		Mumcular AAT	500	Karakova Sulaması T2 Tahliye Kanalı (Mazı Çayı ile birleşiyor)	Biyolojik ve Fiziksel		2.000	
5		İçmeler AAT	10.000	DDD (İnceburun Mevkii)	Biyolojik ve Fiziksel		50.000	
6		Gümbet AAT	9.600	DDD(Kızılburun Mevkii)	Biyolojik ve Fiziksel		48.000	
7		Konacık AAT	3.000	Çukur Deresi	Fiziksel-Biyolojik-MBR		15.000	
8		Bitez AAT	2.500	Dağ	Biyolojik ve Fiziksel		12.500	
9		Ortakent Paket AAT	1.000	Dağ	Paket Arıtma		5.000	
10		Gümüslük AAT	2.000	Karakova Deresi	Biyolojik ve Fiziksel		10.000	
11		Yalıkavak AAT	6.000	Bayramini Deresi	İleri Biyolojik		30.000	
12		Gündoğan AAT 1	400	Kuru Dere	Paket Arıtma		2.500	
13		Gündoğan AAT 2	1.800	Dağ	Paket Arıtma		9.000	

14	Göltürbükü AAT	3.000	Ormanlık Alana Deşarj	Biyolojik ve Fiziksel	15.000
15	Turgutreis DDD (AAT Olmadan DDD yapılmaktadır)	10.000	DDD	Arıtma Yok	-

Şekil 13 Çamköy Derin Sondaj Kuyularından Güvercinlik İAT için çekilen su miktarları (m³/yıl)



Şekil 14 Mumcular Ovası Derin Sondaj Kuyuları Mumcular İAT için çekilen su miktarları (m³/yıl)



Arıtma Tesisleri

Tablo 15 Milas-Bodrum alt havzasında bulunan atıksu arıtma tesislerinin kalite parametreleri

NO	AAT Hizmeti	Atıksu arıtma tesisi	Deşarj Noktası	Giriş Değerleri	Çıkış Değerleri
----	-------------	----------------------	----------------	-----------------	-----------------

	<u>Verilen İlçe</u>			<u>KOİ (mg/L)</u>	<u>BOİ (mg/L)</u>	<u>AKM (mg/L)</u>	<u>KOİ (mg/L)</u>	<u>BOİ (mg/L)</u>	<u>AKM (mg/L)</u>
1	Milas	Milas AAT	Sarıçay Deresi	680		184	22	15	25
2		Güllük AAT	Park-Bahçe Sulaması	-	-	-	-	-	-
3	Bodrum	Güvercinlik AAT	Kuru Dere	506	-	194	22	12	10
4		Mumcular AAT	Karakova Sulaması T2 Tahliye Kanalı (Mazı Çayı ile birleşiyor)	309		120	25	15	12
5		İçmeler AAT	DDD (İnceburun Mevkii)	400		200	45	20	10
6		Gümbet AAT	DDD(Kızılburun Mevkii)	300	170	140	39	15	12
7		Konacık AAT	Çukur Deresi	626		136	12	8	6
8		Bitez AAT	Dağ	362		154	12,5	8	15
9		Ortakent Paket AAT	Dağ	500		178	55	30	40
10		Gümüslük AAT	Karakova Deresi	680		595	23	10	10
11		Yalıkavak AAT	Bayramini Deresi	645		240	30	18	20
12		Gündoğan AAT 1	Kuru Dere	541		248	20	11	13
13		Gündoğan AAT 2	Dağ	600		366	25	18	36
14		Göltürbükü AAT	Ormanlık Alana Deşarj	547		230	45	25	20
15		Turgutreis DDD (AAT Olmadan DDD yapılmaktadır)	DDD	-	-	-	-	-	-

2.3.4 Muğla-Marmaris Alt Havzası

Bölge belediyeleri tarafından kişi başı çekilen günlük su miktarı turizmin etkisiyle Muğla'da gerek Bölge (Aydın, Denizli, Muğla) gerekse ülke ortalamasından yüksektir. Muğla'da arazinin kalkerli yapısı içme suyu teminini diğer illere kıyasla zorlaştırmaktadır.

Bu alt havzada madencilik faaliyetleri, tarımsal faaliyetler, evsel atık su, katı atık düzensiz depolama alanları ve turizm su kaynakları üzerinde baskılar oluşturmaktadır.

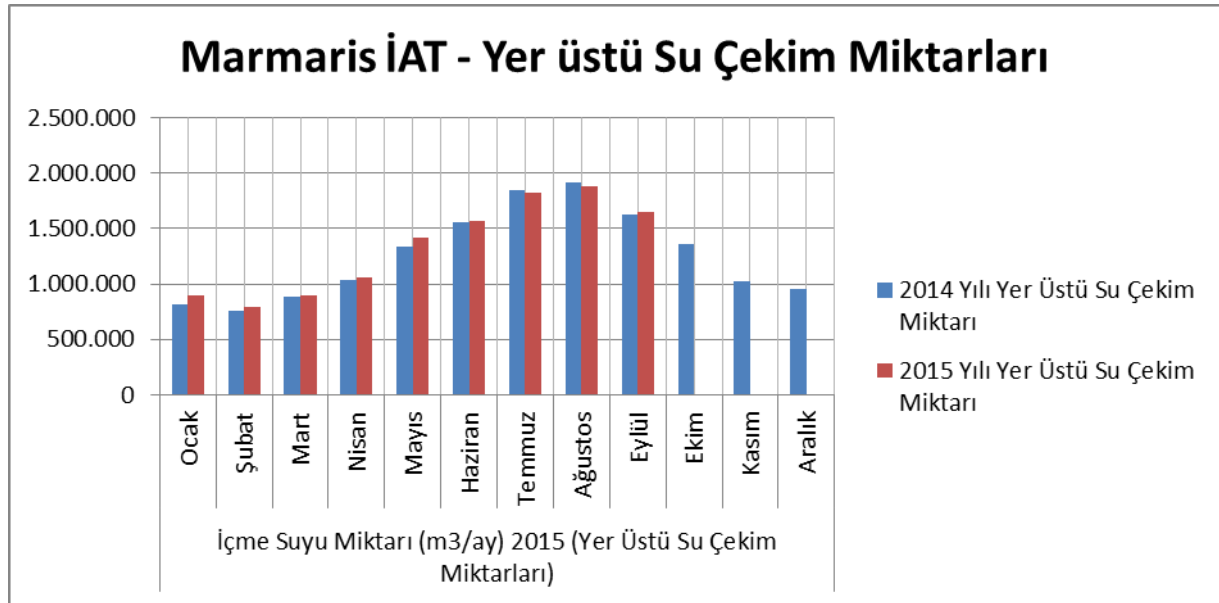
2013 İÇDR'na göre Muğla Merkez de 30 hm³/yıl, Yatağan'da 11 hm³/yıl ve Datça'da 13 hm³/yıl yeraltı suyu işletme rezervi bulunmaktadır.

İçme Suyu Arıtma Tesisleri

Tablo 16 Muğla-Marmaris alt havzasında bulunan içme suyu arıtma tesisinin profili

<u>Hizmet Verilen İlçe</u>	<u>İçme suyu arıtma tesisi</u>	<u>Suyun çekildiği kaynak</u>	
Marmaris	Marmaris İAT	Atatürk Barajı	Yüzeysel Su Kaynağı

Tablo 17 Atatürk Barajından Marmaris İAT için çekilen su miktarları



Atıksu Arıtma Tesisleri

Tablo 18 Muğla-Marmaris alt havzasında bulunan atıksu arıtma tesislerinin profili

NO	AAT Hizmeti Verilen İlçe	Atıksu arıtma tesisi	Kapasite (m ³ /gün)	Deşarj Noktası	Teknoloji	İlçenin Toplam Nüfusu	Kanalizasyon Sisteminin Hizmet Ettiği Nüfus	Hizmet Verilen Nüfus/Toplam Nüfus
1	Menteşe	Muğla AAT	17.111	Terk Edilmiş Çakıl Ocağı	İleri Biyolojik	102.414	99.999	0,98
2	Kavaklıdere	Kavaklıdere Doğal Arıtma Tesisi	0,15	Kuru Dereye Deşarj	Doğal Arıtma	-	-	-
3		Menteşe Doğal Arıtma Tesisi	-	Kuru Dereye Deşarj	Doğal Arıtma	-	-	-
4	Yatağan	Yeşilbağcılar Paket Arıtma Tesisi	-	Kuru Dereye Deşarj	Paket Arıtma	-	-	-
5	Ula	Akyaka Gökova AAT	4000	Kuru Dereye Deşarj	Biyolojik ve Fiziksel	4.609	3.000	0,65
6	Marmaris	Marmaris AAT	50.625	Derin Deniz Deşarjı	Biyolojik ve Fiziksel	88.621	34.047	0,38
7		Turunç AAT	1.200	Ormanlık Alana Deşarj	Biyolojik ve Fiziksel	1.654	4.000	2,42
8	Datça	Datça AAT	17.500	Derin Deniz Deşarjı	Biyolojik ve Fiziksel	17.983	8.839	0,49
9		Hızırşah Paket Arıtma	200	Kuru Dereye Deşarj	Paket Arıtma	600	600	1,00

Tablo 19 Muğla-Marmaris alt havzasında bulunan atıksu arıtma tesislerinin kalite parametreleri

NO	AAT Hizmeti Verilen İlçe	Atıksu arıtma tesisi	Deşarj Noktası	Giriş Değerleri			Çıkış Değerleri		
				KOİ (mg/L)	BOİ (mg/L)	AKM (mg/L)	KOİ (mg/L)	BOİ (mg/L)	AKM (mg/L)

1	Menteşe	Muğla AAT	Terk Edilmiş Çakıl Ocağı	972	-	346	28,87	-	2,4
2	Kavaklıdere	Kavaklıdere Doğal Arıtma Tesisi	Kuru Dereye Deşarj	-	-	-	-	-	-
3		Menteşe Doğal Arıtma Tesisi	Kuru Dereye Deşarj	-	-	-	-	-	-
4	Yatağan	Yeşilbağcılar Paket Arıtma Tesisi	Kuru Dereye Deşarj	-	-	-	-	-	-
5	Ula	Akyaka Gökova AAT	Kuru Dereye Deşarj	210	75	100	33	-	4
6	Marmaris	Marmaris AAT	Derin Deniz Deşarjı	307	153	162	15	-	3,8
7		Turunç AAT	Ormanlık Alana Deşarj	385	152	162	10	-	5,6
8	Datça	Datça AAT	Derin Deniz Deşarjı	345	155	170	6	-	8
9		Hızırşah Paket Arıtma	Kuru Dereye Deşarj	-	-	-	-	-	-

3 YÖNTEM, VERİ VE YAKLAŞIMLAR

3.1 Yöntem

3.1.1 Su Ayak İzi ve Bileşenleri

Su ayak izi (SA) kavramı su kullanımına yönelik alternatif bir göstergedir. Sistemden çekilen su miktarı yerine tüketilen su miktarını inceleyen su ayak izi, bu anlamda geleneksel su istatistiklerinden farklıdır. Mavi, yeşil ve gri su ayak izi; su ayak izinde su kullanımını ve kalitesini temsil eden üç bileşendir. Su Ayak İzi, birim zamanda harcanan (buharlaşma dahil) ve/veya kirlenilen su miktarı ile ölçülmektedir. Bir üreticinin veya tesisin su ayak izi üreticinin ürün ve hizmet üretimi için tükettiği toplam tatlı su kaynaklarının miktarıdır.¹²

¹² Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. and Mekonnen, M.M. 2011. Su Ayak İzi Değerlendirmesi Kılavuzu: Küresel Standart, Earthscan, Londra, Birleşik Krallık.

Mavi Su Ayak İzi, bir ürünü üretmek veya hizmeti sunmak için ihtiyaç duyulan yüzey ve yeraltı tatlı su kaynaklarının toplam hacmi için kullanılır ve geleneksel olarak tatlı su denildiğinde akla gelen su kaynaklarıdır.

Mavi SA yeraltı ve yerüstü su tüketilen tatlı su hacmi olarak tanımlanır. Su tüketimi aşağıda sıralanan dört farklı şekilde gerçekleşebilir:

- Suyun buharlaşması;
- Suyun üretilen ürünün içerisinde kullanılması;
- Kullanılan suyun aynı havzaya (veya alt havzaya) geri dönmemesi;
- Kullanılan suyun kaynağına aynı zaman dilimi içerisinde geri dönmemesi.

Kullanılmak üzere herhangi bir su kütlesinden çekilen suyun alındığı ve geri verildiği su kaynaklarının mavi su ayak izi üzerinde doğrudan etkisi olduğu gibi, suyun kaynağından alındığı ve geri verildiği süreçteki mevsimsel zaman farklılıkları da mavi su ayak izinin belirlenmesinde önemli değişkenlerdendir. Bir tesis için yıllık mavi su ayak izi aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanabilir.

$$Mavi SA = Buharlaşma + \text{Ürün İçerisinde Kullanılan Su} + Su Kayıpları$$

Su kayıpları olarak adlandırılan kısımda suyun alındığı kaynak ve atık suyun deşarj edildiği kaynak göz önüne alınmalıdır. Eğer alınan suyun kaynağı atık suyun verildiği kaynaktan farklı ise su kayıpları atık su miktarı kadar olacaktır. Su aynı kaynaktan alınıp aynı kaynağa deşarj ediliyorsa su kayıpları sıfır olacaktır.

Yeşil Su Ayak İzi, bir ürünün üretiminde kullanılan toplam yağmur suyudur. Ancak yeşil su ayak izinde sözü edilen yağmur suyu kaybolmaz ya da yeraltı sularına karışmaz; toprakta ya da bir süre için toprak üstünde saklanır. Yağış miktarı, yeşil su arzını ve talebini etkilediği için, bir bölgenin yeşil su gereksinimi değerlendirilirken iklim değişikliği ve değişkenliği göz önünde bulundurulmalıdır.

Yeşil su ayak izi yeşil su kullanımının (yağmur suyu) bir göstergesidir. Yeşil su yağmurun toprakta depolanan veya geçici toprak veya bitki örtüsünün üstünde kalan bölümüne denir. Bitkiler bu su kaynağını terleme yolu ile kullanırlar. Yeşil su ayak izi, üretim sürecinde tüketilen yağmur suyunun hacmini gösterir.

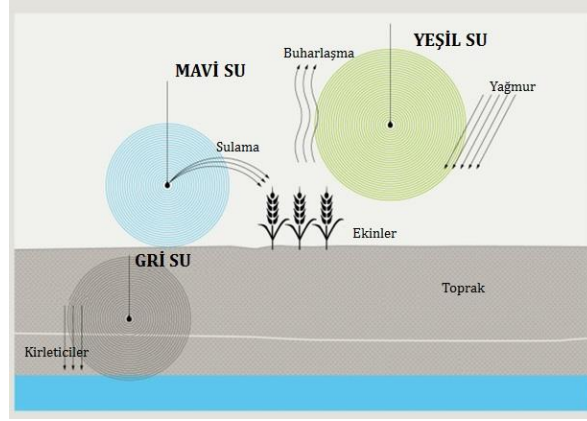
Gri Su Ayak İzi, kirliliğe yönelik bir göstergedir. Mevcut su kalitesi standartlarına dayalı olarak, kirlilik yükünün bertaraf edilmesi ya da azaltılması için kullanılan tatlı su miktarını ifade eder. Bu nedenle, gri su kavramı nüfus ve endüstriyel büyüme ile ilişkili olarak ele alınır.

Gri su ayak izi, bir ürünün tüm tedarik zincirindeki üretim süreciyle ilişkilendirilen kirliliği ifade etmek için kullanılan bir göstergedir. Mevcut su kalitesi standartları ve su kaynağının doğal konsantrasyonuna göre atıkları bertaraf etmek için gerekli tatlı su hacmi olarak tanımlanır. Kirleticileri etkisiz hale getirmek için gerekli olan toplam su hacmi, kabul gören su kalitesi standartlarının üzerinde olacak şekilde

hesaplanır. Gri su ayak izini hesaplamak için alıcı ortama verilen kirletici yükü (L) ortam su kalite standardı (C_{max}) ve alıcı su ortamındaki doğal konsantrasyon (C_{nat}) arasındaki farka bölünür:

$$Gri\ SA = L / (C_{max} - C_{nat})$$

Aşağıdaki şekilde su ayak izi kavramı ile ilişkilendirilmiş su çeşitleri gösterilmiştir.



Şekil 6- Su Ayak İzi Kavramı - Su Çeşitleri ¹³

3.1.2 Bitkisel ürün su ayak izi (tarımsal)

Bitkisel ürün (tarım) yetiştirme sürecinin toplam SA (SA_{pros}), yeşil, mavi ve gri bileşenlerin toplamıdır:

$$SA_{pros} = SA_{pros,yeşil} + SA_{pros,mavi} + SA_{pros,gri}$$

Yeşil SA ($SA_{pros, yeşil}$, m^3/ton) bitki su kullanımının ($BSK_{yeşil}$, m^3/ha) bitki verimine (Y ton/ha) bölünmesiyle hesaplanmıştır. Mavi bileşen de ($SA_{pros, mavi}$, m^3/ton) benzer bir şekilde hesaplanır:

$$SA_{pros,yeşil} = \frac{BSK_{yeşil}}{Y}$$

$$SA_{pros,mavi} = \frac{BSK_{mavi}}{Y}$$

Bir mahsul yetiştirmede su ayak izi gri bileşeni ($SA_{pros, gri}$, m^3/ton) hektar başına kimyasal uygulama miktarının (AR , kg/ha) ile sızıntı katsayısının çarpılması (α) ve daha sonra kalite standardı (C_{max} , kg/m^3)

¹³ Ercin, A. E. and A. Y. Hoekstra (2012). Carbon and Water Footprints. Concepts, Methodologies and Policy Responses. United Nations World Water Assessment Programme, UNESCO

ve alıcı su ortamındaki doğal konsantrasyon (C_{nat} , kg/m³) arasındaki farka ve bitki verimine bölünmesiyle hesaplanır.

$$Gri SA = \frac{(AR \times \alpha) / (C_{max} - C_{nat})}{Y}$$

Kirletici maddeler, genel olarak, gübre (azot, fosfor ve benzeri) ve böcek ilacı kullanımından kaynaklanır. Gri SA hesaplamasında zirai ilaç uygulamalarından kaynaklanan kirleticilerin su kaynaklarına ulaşan kısmı dikkate alınır. Gri SA'ni en yüksek su hacmine neden olan kirletici, yani kritik kirletici yükü belirler. Örneğin gübre uygulamasından azot kaynaklı gri SA 500 m³, fosfor kaynaklı gri SA 750 m³ olarak hesaplanırsa, gübre uygulamasından kaynaklı gri SA en yüksek hacim, 750 m³ olarak alınır.

Bitki su kullanımının (BSK_i, m³/ha) bitkinin büyüme ve gelişme sürecindeki (bgs) toplam terleme miktarının toplanması (ET) ile elde edilir. Her hangi bir bitkinin evapotranspirasyonunun hesaplanması, öncelikle potansiyel evapotranspirasyonun (ET_p) ya da referans bitki evapotranspirasyonunun (ET_o veya ET_r) hesaplanması ve sonra da uygun bitki katsayısı (Kc) kullanılarak gerçek bitki evapotranspirasyonunun bulunması işlemlerini kapsamaktadır.

$$BSK = 10 \times \sum_1^{bgs} ET$$

3.1.3 Hayvancılık su ayak izi

Hayvancılık mavi SA canlı hayvan sayısı (HS_i) ve hayvan türüne göre su kullanımının (HSU_i, m³ çarpılması ile elde edilir.

$$Hayvancılık Mavi SA = \sum_1^j HS_{i,j} \times HSU_{i,j}$$

Hayvancılık gri SA hayvancılık ile ilgili yayılı kirlilik yükünün (HKY, ton) sızıntı katsayısı (∞) ile çarpımının kalite standardı (C_{max} , kg/m³) ve alıcı su ortamındaki doğal konsantrasyon (C_{nat} , kg/m³) arasındaki farka bölünmesiyle hesaplanır.

$$Hayvancılık Gri SA = \sum_{i=1}^j HKY_i \times / (C_{max} - C_{nat})$$

3.1.4 Kentsel su ayak izi

Kentsel mavi SA her bir yerleşim yeri (yy) içerisinde çekilen su miktarının (ÇSM, m³) toplanması ile elde edilir.

$$Kentsel\ Mavi\ SA = \sum_1^{yy} \text{ÇSM}$$

$\text{ÇSM} = \text{Buharlaşma} + \text{Dağıtılan Su} + \text{Su Kayıpları ve Kaçakları}$

Kentsel gri SA is kentsel kirlilik yüklerinin (j adet) her bir kirletici için (KY_i, kg) kalite standardı (C_{max}, kg/m³) ve alıcı su ortamındaki doğal konsantrasyon (C_{nat}, kg/m³) arasındaki farka bölünmesiyle hesaplanır.

$$Kentsel\ Gri\ SA = \sum_{i=1}^j KY_i / (C_{max} - C_{nat})$$

3.2 Veri ve Varsayımlar

Tarımsal üretim ile su ayak izi hesapları WaterSTAT modeli kullanılarak yapılmıştır. WaterSTAT modeli ekilecek olan ekinin türü, yöresel iklim ve toprak özellikleri ve bölgesel yağış, buharlaşma, sıcaklık, bakı gibi coğrafi şartların da değerlendirilerek ekinlere verilmesi gereken su miktarını belirlemeye yarayan bir model yazılımıdır. Yazılımda ekinlerin su tüketiminin hesaplanmasında FAO Penmann-Monteith yöntemi¹⁴ esas alınmaktadır. İklim verileri Muğla ili meteorolojik verileri kullanılarak uzun yılların ortalaması alınarak elde edilmiştir. Elde edilen iklim, bitki ve toprak verileri programa girilerek yetiştirilen bitkiye istenilen aralıklarla verilmesi gereken su miktarları belirlenmiştir. Model içinde, sulama programı seçeneği kullanılarak dinamik toprak su dengesi ve toprak nem içeriği hesaplara dahil edilmiştir. Model için kullanılan sulama miktarları, üretilen bitki türleri, ekim ve hasat tarihleri, bitki ürün ekim alanları, yıllık üretim miktarları ve verimler global SA hesapları adlı yayından alınmıştır¹⁵. Tarımsal üretim miktarları 2014 yılı için Muğla Büyükşehir Belediyesi tarafından verilmiştir.

Hayvancılık ile ilgili mavi SA il ve ilçe bazındaki canlı hayvan sayıları ve hayvan türüne göre su ihtiyaçları göz önüne alınarak hesaplanmıştır. Canlı hayvan sayıları TUIK veri bankasından, hayvan cinsine göre su ihtiyaçları ise Cemek et. al (2011) tarafından Tarım Bilimleri Araştırma Dergisinde yayınlanan bir makaleden elde edilmiştir¹⁶. Hayvancılık gri SA hesabında ise Batı Akdeniz Havza Koruma Eylem Planında verilen yayılı kirlilik yükleri esas alınmıştır.

Kentsel mavi SA izi Muğla Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisindeki yerleşim yerleri tarafından yıllık su çekim miktarı göz önüne alınarak hesaplanmıştır. Su çekim miktarları Batı Akdeniz ve Büyük Menderes

¹⁴ <http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e06.htm#fao%20openman%20monteith%20equation>

¹⁵ Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2011) The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Hydrology and Earth System Sciences, 15(5): 1577-1600.

¹⁶ Bilal Cemek, Sakine Çetin, Demet Yıldırım (2011) Çiftlik ve Kümes Hayvanlarının Su Tüketimi ve Su Kalite Özellikleri, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 4 (1): 57-67ç

Havza Koruma Eylem Planlarından alınmıştır. Su çekim miktarları belediye tarafından il halkına dağıtılan su miktarından daha fazladır. Kentsel Gri SA ise aynı çalışmalarda sunulan kentsel kirlilik yükleri baz alınarak hesaplanmıştır. İlçe bazındaki hesaplarda ise ilçelerin nüfusları göz önüne alınmıştır. Bu çalışma kapsamında su kalitesi standartları belirlenirken 2004 yılında yürürlüğe girmiş olan “*Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği*” esas alınmıştır.¹⁷ Sanayi su tüketimi ve kirletici yükleri için Batı Akdeniz Havza Koruma Eylem Planında verilen bilgiler kullanılmıştır. Sanayi mavi SA atıksu miktarlarının %10 olarak varsayılmıştır.

Turizm SA’nde Muğla ilini ziyaret eden yerli ve yabancı turist sayısı ve yazlıkçılar göz önüne katılmıştır. İli ziyaret eden yerli ve yabancı turistlerin ortalama 7 gün konakladığı varsayılmıştır. Turist sayısı TUIK veri bankasından alınmıştır. Yazlıkçı sayısı da Bodrum, Dalaman, Datça, Fethiye, Ortaca ve Marmaris ilçeleri için Batı Akdeniz Havza Koruma Eylem Planında verilen katı atık için yazlık nüfus bilgilerinden temin edilmiştir.

Kurumsal su ayak izi ile ilgili veriler Muğla Büyükşehir Belediyesi tarafından sağlanmıştır. Kentsel SA’nde çalışan personel sayısı, kurumlar tarafından çekilen su miktarı ve belediyeye ait bahçeler göz önünde bulundurulmuştur. Belediye çalışanları için kişi başı SA, Muğla ili içerisi kişi başı kentsel SA izi ile aynı alınmıştır.

4 MUĞLA KENTSEL SU AYAKIZI

4.1 Üretim ve Servis Hizmetlerinden Kaynaklı Su Ayak İzi

4.1.1 Kentsel Su Ayak izi

Kentsel **Mavi** ve **Gri** su ayak izi tüketimi, alt havzalarda içme ve kullanma, sulama ve endüstriyel faaliyetler için tedarik edilen su miktarları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Muğla’nın toplam kentsel su ayak izine baktığımızda bunun %94’ünü gri su ayak izi oluşturmakta olup bunun yaklaşık %30’u Eşen alt-havzasından kaynaklanmaktadır. Kentsel su ayak izi tablolarını incelediğimizde özellikle Bodrum, Marmaris ve Fethiye’de mavi su ayak izinin diğer ilçelere göre oldukça fazla olduğu hemen göze çarpmaktadır. Burada Muğla-Marmaris alt havzasında bulunan Marmaris’te yeraltı suyu çekimi oldukça fazladır. Eşen Çayı alt havzasında bulunan Fethiye’de ise tarımsal sulama için kullanılan su tüketimi fazla olmakla birlikte çay enerji üretimi ve içme&kullanma suyu temini içinde kullanılmaktadır.

Mavi su ayak izi fazla olan bu 3 ilçenin ortak noktası yaz aylarında kış nüfusunun 3-5 katına çıkan yazlıkçı ve geçici yerli/yabancı turisti misafir etmesidir. Bu nedenlerdedir ki nüfusun fazla olduğu dönemlerde ihtiyacı karşılamak için ilçelerdeki su kaynaklarından tedarik edilen su miktarı da nüfusla aynı oranda ve bazen daha fazla artarak mavi su ayak izinin diğer ilçelere göre daha fazla olmasına neden olmaktadır.

En fazla barajdan su çekimi olan iki alt havza Muğla-Marmaris ve Milas-Bodrum alt havzalarıdır. Muğla-Marmaris alt havzasında içme ve kullanma suyu ihtiyacının %69’u Marmaris barajından sağlanırken, %26’sı kuyulardan sağlanmaktadır. Çekilen su kaynağına gönderilmediği için mavi su ayak izi en büyük olan 2. Alt havza Muğla-Marmaris Havzasıdır.

¹⁷ Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, 2004. Tablo-1

Gri su ayak izine baktığımızda ise yine aynı illerde su kalitesindeki zayıflık nedeni ile oluşan gri su ayak izi değerleri fazladır. Gri su ayak izi değerlendirmeleri yaparken kirli suyun veya arıtılan suyun deşarj edildiği nokta önemlidir. Eğer kaynak deniz veya okyanus ise bu gri su ayak izi değerini düşürür. Datça ilçesinde arıtılan sular derin deniz deşarjı yöntemi ile denize deşarj edilmektedir diğer illere kıyasla gri su ayak izi değerinin düşük olmasında bu bir etken olarak belirtilebilir.

Alt havzalardaki gri su ayak izinin oluşmasının en önemli nedenlerinden birisi de noktasal kirliliklerdir. Bunu kentsel ölçekte tetikleyen en önemli sorun yüzeysel sulara arıtılmadan veya istenilen kalite parametrelerine getirilmeden deşarj edilen kentsel atıksulardır. Örneğin, Menteşenin en önemli kirlilik sorunlarından ikisi evsel atık sular ve evsel katı atıklardır. Bununla birlikte Muğla ilinde fazlaca bulunan düzensiz katı atık sahalarından kaynaklı sızıntı sularıda yeraltı sularına ulaşarak gri su ayak izi oluşturmaktadır.

Köyceğiz-Dalaman alt havzası arazi kullanımından kaynaklı yayılı azot miktarı en fazla olan alt havzadır.

Bodrum gri ve mavi su ayak izi kirliliğinin en büyük olduğu, Fethiye'den sonra 2. İlçedir. Bunun en önemli nedenlerinden birisi arıtma tesislerinin kapasitesinin yeterli olmaması olarak düşünülebilir. Bodrum'da sadece 2 tane ileri arıtma tesisi bulunmakta ve yeterli azot ve fosfor giderimi yapamayan tesisler alıcı ortamlarda kirliliğe neden olmaktadır.

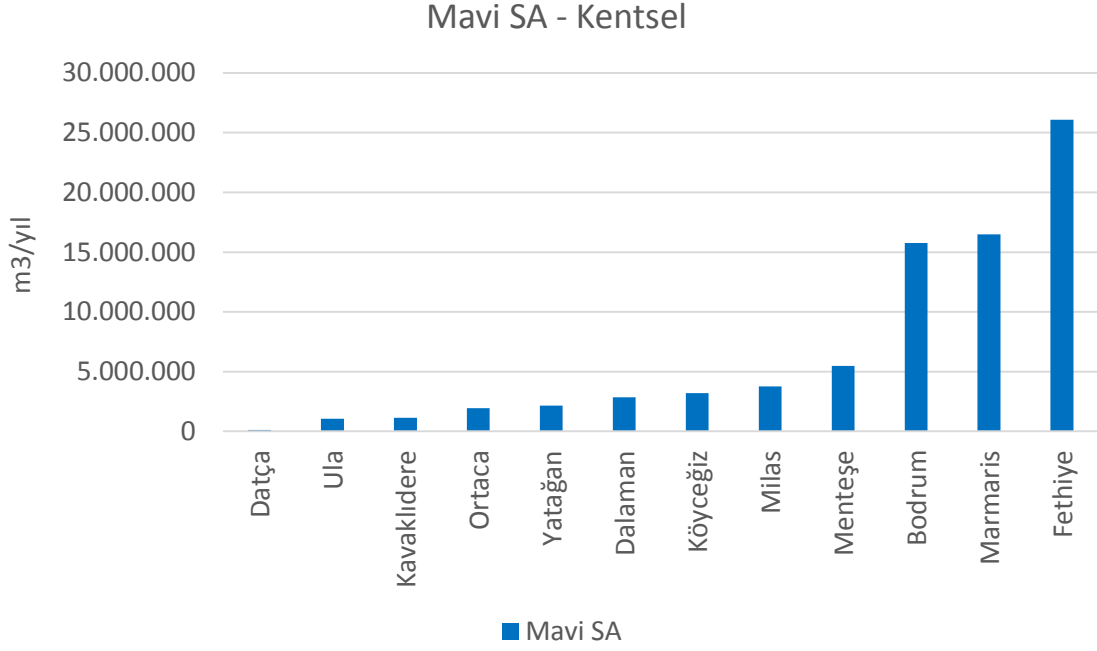
Tablo 20 İlçelerdeki kentsel su ayak izleri

İlçe/Bölge		Kentsel SA (m ³ /yıl)			
		Yeşil SA	Mavi SA	Gri SA	Toplam
Datça	Muğla-Marmaris	0	109.500	19.351.598	19.461.098
Ula	Muğla-Marmaris	0	1.062.880	17.328.969	18.391.849
Kavaklıdere	Büyük Menderes	0	1.129.895	16.086.402	17.216.297
Ortaca	Köyceğiz-Dalaman	0	1.942.165	84.332.925	86.275.090
Yatağan	Büyük Menderes	0	2.154.595	30.675.135	32.829.730
Dalaman	Köyceğiz-Dalaman	0	2.847.000	64.360.771	67.207.771
Köyceğiz	Köyceğiz-Dalaman	0	3.205.795	55.837.970	59.043.765
Milas	Milas-Bodrum	0	3.766.070	130.272.016	134.038.086
Menteşe	Muğla-Marmaris	0	5.469.890	115.130.067	120.599.957
Bodrum	Milas-Bodrum	0	15.773.208	224.040.484	239.813.692
Marmaris	Muğla-Marmaris	0	16.480.304	128.626.866	145.107.170
Fethiye	Eşen Çayı	0	26.086.840	371.400.351	397.487.191
Muğla Toplam		0	80.028.142	1.257.443.554	1.337.471.696

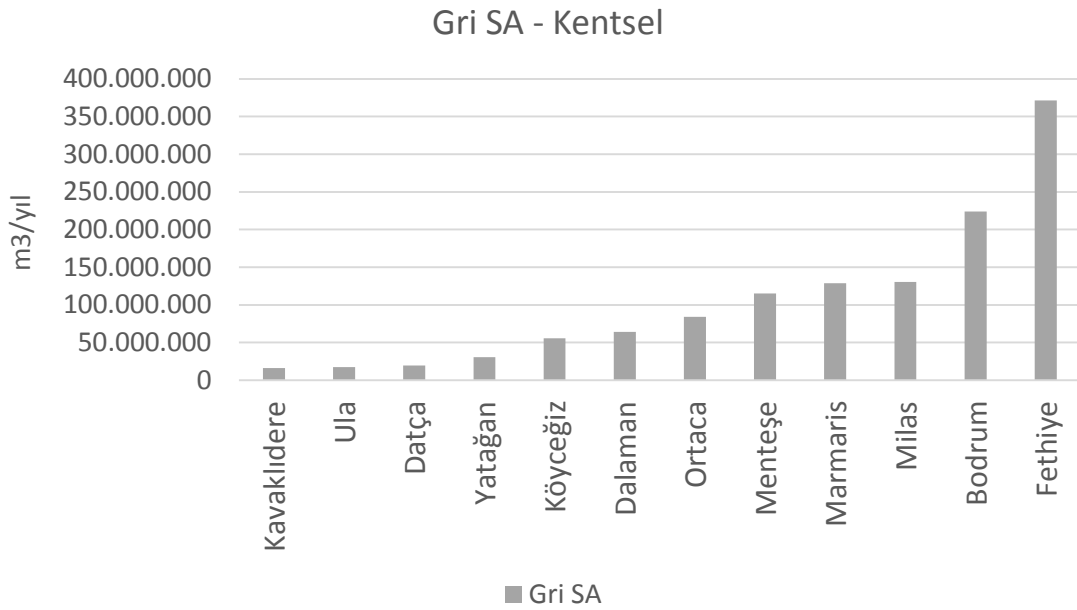
Tablo 21 Alt havzalarda kentsel su ayak izleri

Bölge	Kentsel SA (m ³ /yıl)		
	Mavi SA	Gri SA	Toplam
Büyük Menderes	3.284.490	46.761.537	50.046.027
Eşen Çayı	26.086.840	371.400.351	397.487.191

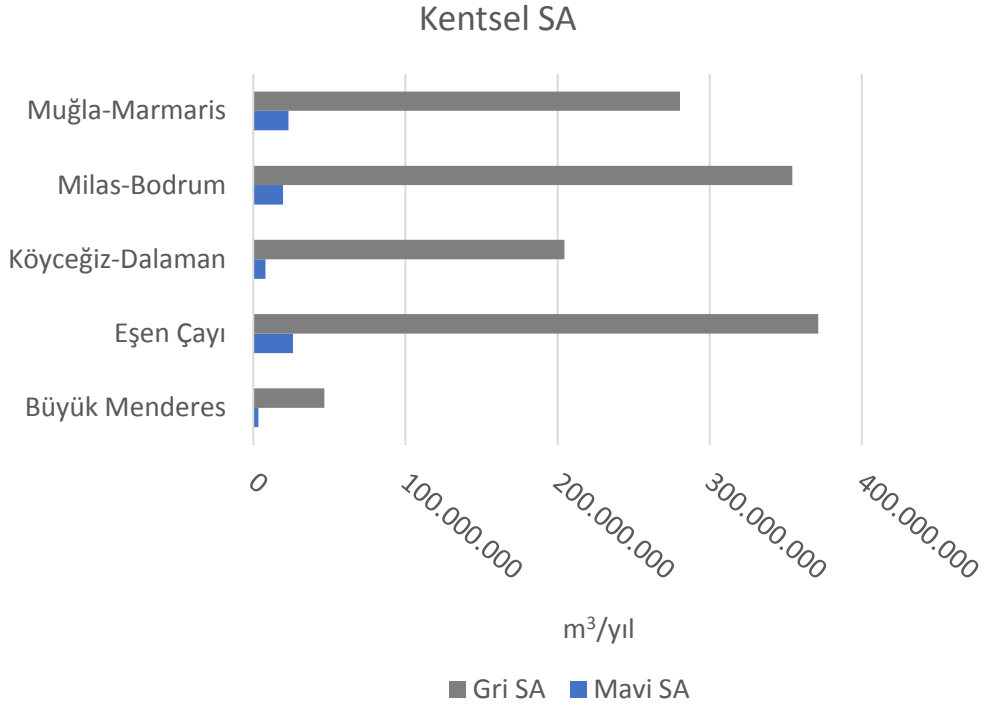
Köyceğiz-Dalaman	7.994.960	204.531.666	212.526.626
Milas-Bodrum	19.539.278	354.312.500	373.851.778
Muğla-Marmaris	23.122.574	280.437.500	303.560.074



Şekil 7 Kentsel mavi su ayak izi



Şekil 8 Kentsel gri su ayak izi



Şekil 9 Alt Havzalarda Kentsel mavi ve gri su ayak izleri

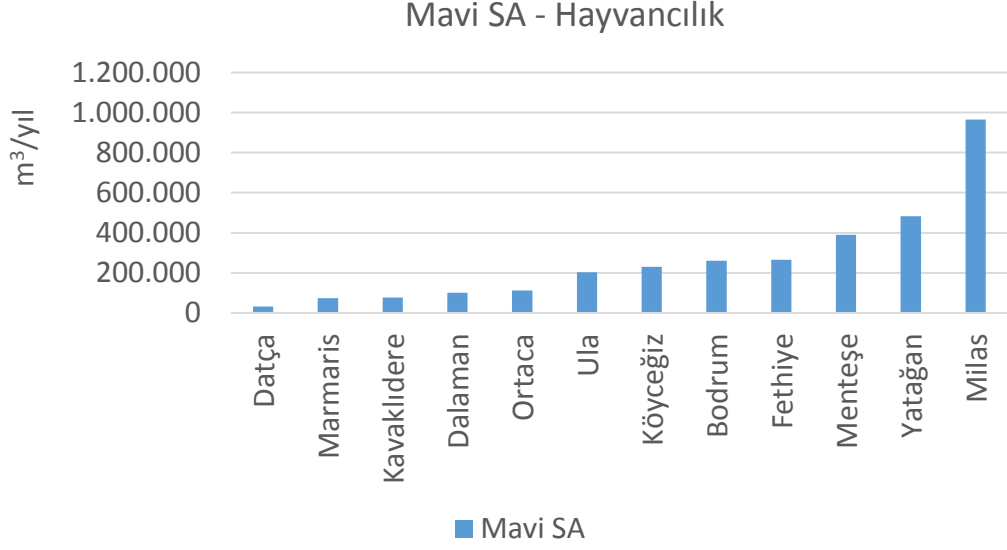
4.1.2 Hayvancılık Sektörü

Muğla İlin’de en fazla tavuk yetiştiriciliği yapılmaktadır ve hayvancılığın en yoğun olarak yapıldığı ilçe Milas’tır. Bu nedendir ki Milas’da hayvan atıkları yayılı azot ve fosfor kirliliği yaratarak bölgedeki su kaynaklarını olumsuz yönde etkilemektedir. Muğla’nın hayvancılıktan kaynaklanan toplam su ayak izini incelediğimizde toplam su ayak izinin %99’unu gri su ayak izi oluşturmaktadır. Toplam su ayak izini değerlendirdiğimizde ise %30 ile Milas, hayvancılıktan kaynaklanan su ayak izinin en fazla oluştuğu ilçedir. Su ayak izinin en az olduğu ilçe ise Datça’dır. Grafikleri incelediğimizde mavi su ayak izini Milas, Yatağan ve Menteşe oluştururken, toplam gri su ayak izinin %12’si Köyceğiz de oluşmaktadır ve Milas ve Yatağandan sonra en fazla gri su ayak izi oluşturan ilçedir.

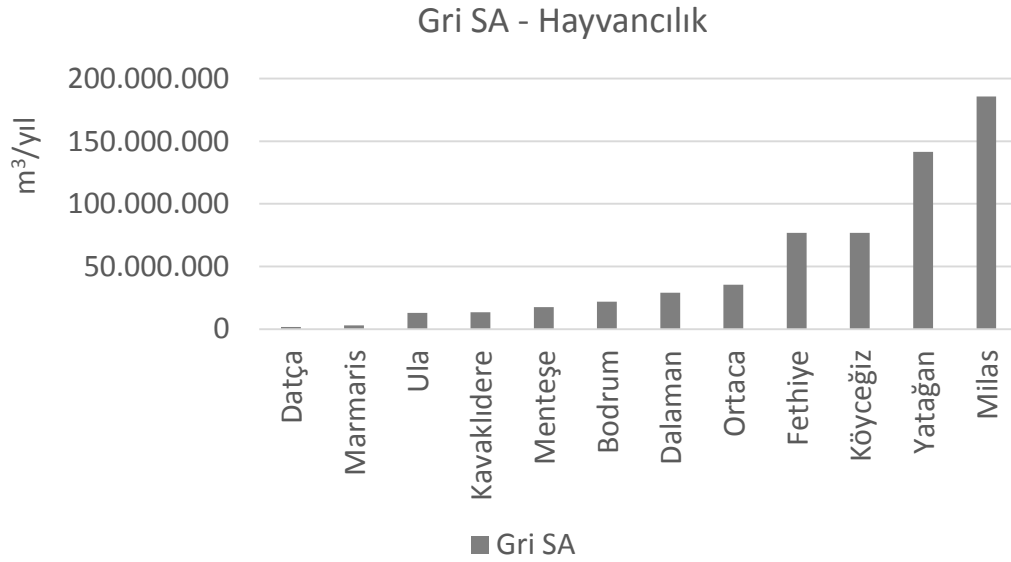
Tablo 22 Muğla ili hayvancılık sektörü su ayak izi

İlçe/Bölge		Hayvancılık Su Ayak izi (SA) (m³/yıl)			
		Yeşil SA	Mavi SA	Gri SA	Toplam
Datça	Muğla-Marmaris	0	31.968	1.701.045	1.733.013
Marmaris	Muğla-Marmaris	0	73.827	3.052.554	3.126.382
Kavaklıdere	Büyük Menderes	0	77.183	13.477.193	13.554.375
Dalaman	Köyceğiz-Dalaman	0	101.373	28.957.478	29.058.852
Ortaca	Köyceğiz-Dalaman	0	111.676	35.318.419	35.430.095
Ula	Muğla-Marmaris	0	202.875	13.022.756	13.225.630
Köyceğiz	Köyceğiz-Dalaman	0	230.127	76.724.103	76.954.230
Bodrum	Milas-Bodrum	0	260.855	21.962.533	22.223.388

Fethiye	Eşen Çayı	0	265.317	76.720.199	76.985.515
Menteşe	Muğla-Marmaris	0	389.446	17.473.645	17.863.091
Yatağan	Büyük Menderes	0	482.970	141.537.961	142.020.931
Milas	Milas-Bodrum	0	964.728	185.599.967	186.564.695
Toplam		0	3.192.345	615.547.852	618.740.197



Şekil 10 Muğla ili hayvancılık sektörü mavi su ayak izi



Şekil 11 Muğla ili hayvancılık sektörü gri su ayak izi

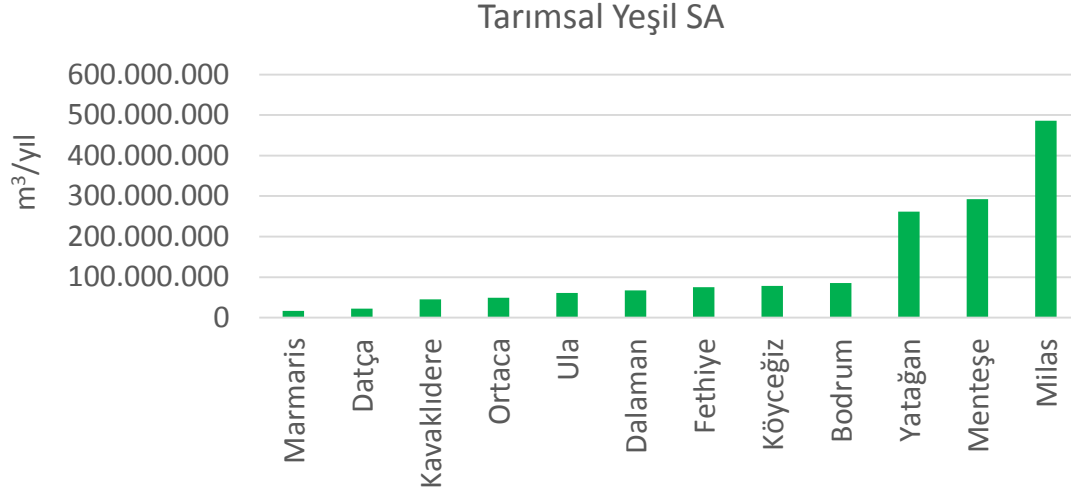
4.1.3 Tarım Sektörü

Tarım sektörünün su ayak izi, Muğla ilinde yetiştirilen 81 ürün çeşidi değerlendirilerek hesaplanmıştır. Yetiştirilen ürünlerin çeşidine ve yetiştirildikleri alana göre ürünlerin su tüketimleri yani, mavi ve yeşil su ayak izleri farklılıklar gösterir.

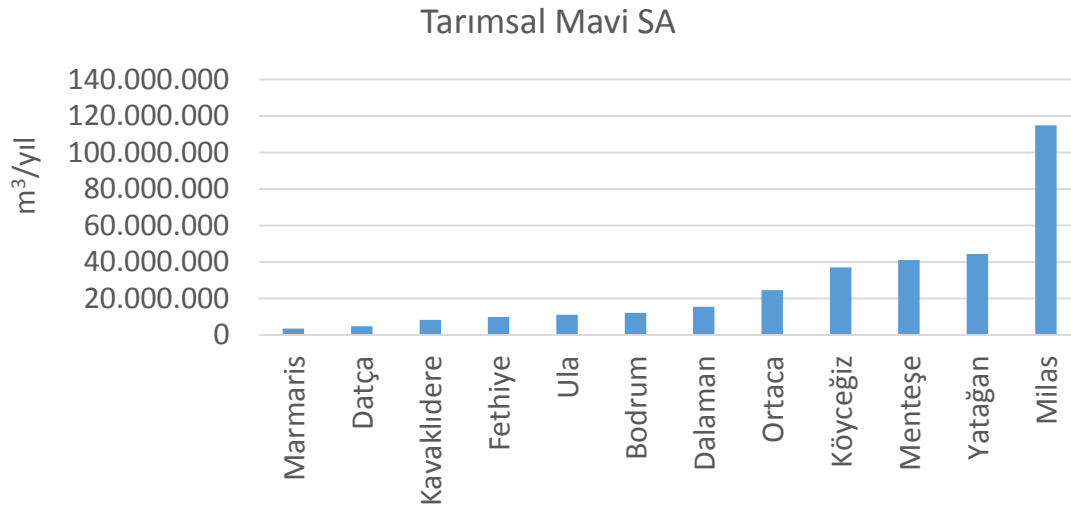
Tarımsal su ayak izinin %72'sini yeşil su ayak izi oluşturmakta bunu %15 ile mavi su ayak izi takip etmektedir. Muğla ili'nin toplam su ayak izinin %33'ü Milas İlçesinden kaynaklanmaktadır. Tarımsal su ayak izinin en düşük olduğu ilçe %1'lik oranla Marmaris İlçesidir.

Tablo 23 Muğla İlçelerin tarımsal su ayak izleri

İlçe/Bölge		Tarımsal Su Ayakizi (SA) (m ³ /yıl)			
		Yeşil SA	Mavi SA	Gri SA	Toplam
Marmaris	Muğla-Marmaris	17.091.981	3.516.300	2.523.075	23.131.355
Datça	Muğla-Marmaris	22.573.615	4.666.213	2.085.426	29.325.254
Kavaklıdere	Büyük Menderes	45.439.027	8.255.472	9.176.601	62.871.100
Ula	Muğla-Marmaris	60.725.448	11.019.316	9.134.221	80.878.985
Ortaca	Köyceğiz-Dalaman	49.505.349	24.432.279	17.342.144	91.279.773
Fethiye	Eşen Çayı	74.919.570	9.783.838	7.588.219	92.291.627
Dalaman	Köyceğiz-Dalaman	67.420.050	15.344.112	11.965.103	94.729.265
Bodrum	Milas-Bodrum	85.215.567	12.025.837	8.495.922	105.737.326
Köyceğiz	Köyceğiz-Dalaman	78.563.972	36.983.434	15.348.822	130.896.228
Yatağan	Büyük Menderes	261.872.031	44.421.129	45.064.812	351.357.972
Menteşe	Muğla-Marmaris	292.165.577	40.948.731	39.566.279	372.680.587
Milas	Milas-Bodrum	485.986.536	114.932.197	97.346.748	698.265.480
Toplam		1.541.478.723	326.328.856	265.637.372	2.133.444.951

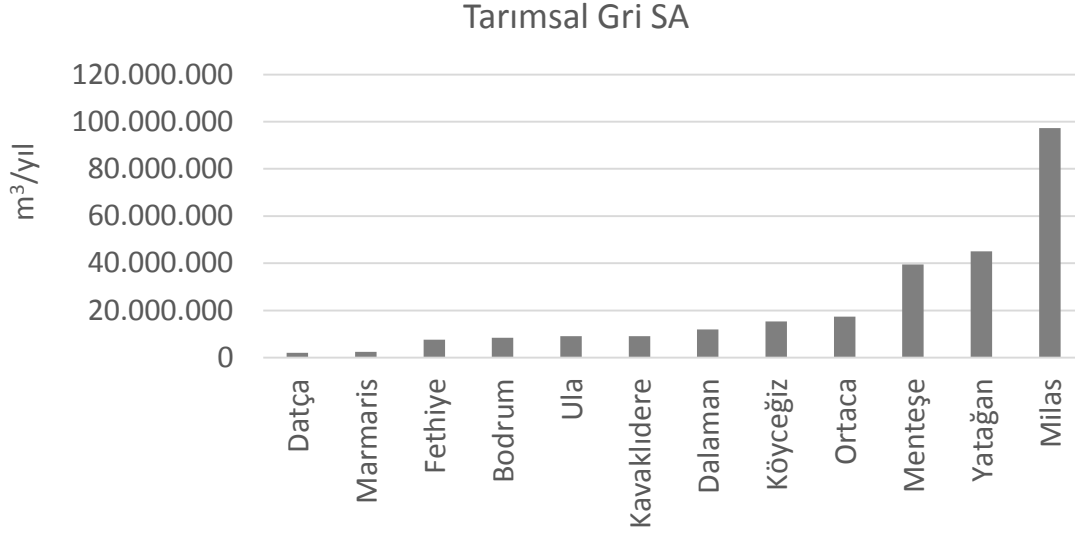


Şekil 12 Muğla İli tarımsal yeşil su ayak izi



Şekil 13 Muğla İli tarımsal mavi su ayak izi

Tarımsal gri su ayak izi tarım alanlarına uygulanan gübre sonucu yayılan azot ve fosfor değerleri dikkate alınarak hesaplanmıştır.



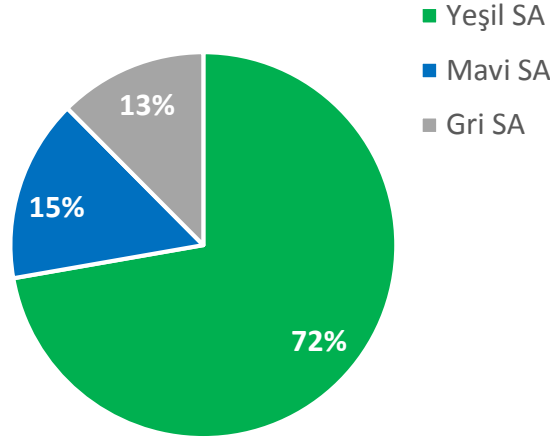
Şekil 14 Muğla İli tarımsal gri su ayak izi

Tarımsal su ayak izinin en fazla görüldüğü alt havza %38 ile Milas-Bodrum alt havzasıdır. Bunu %24 ile Muğla-Marmaris alt havzası izler. Menteşe, Muğla-alt havzasında en fazla su ayak izi oluşturan ilçedir.

Tablo 24 Alt-havza seviyesinde tarımsal su ayak izleri

Bölge	Tarımsal Su Ayakizi (SA) (m³/yıl)			
	Yeşil SA	Mavi SA	Gri SA	Tarımsal SA
Büyük Menderes	307.311.058	52.676.600	54.241.413	414.229.072
Eşen Çayı	74.919.570	9.783.838	7.588.219	92.291.627
Köyceğiz-Dalaman	195.489.372	76.759.825	44.656.069	316.905.265
Milas-Bodrum	571.202.103	126.958.033	105.842.670	804.002.806
Muğla-Marmaris	392.556.620	60.150.559	53.309.002	506.016.181

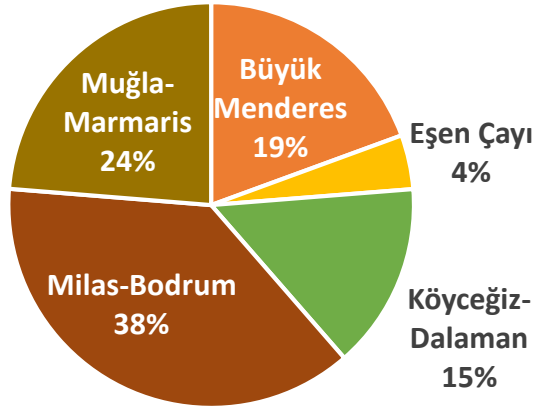
Muğla Tarımsal SA



Şekil 15 Muğla İli Yeşil, Mavi ve Gri Su Ayak İzi oranları

Milas-Bodrum alt havzası tarımsal su ayak izinin en fazla görüldüğü alt havzadır. Bu alt havzayı %24 ile Muğla-Marmaris alt havzası ve %19 ile Büyük Menderes Havzası takip eder.

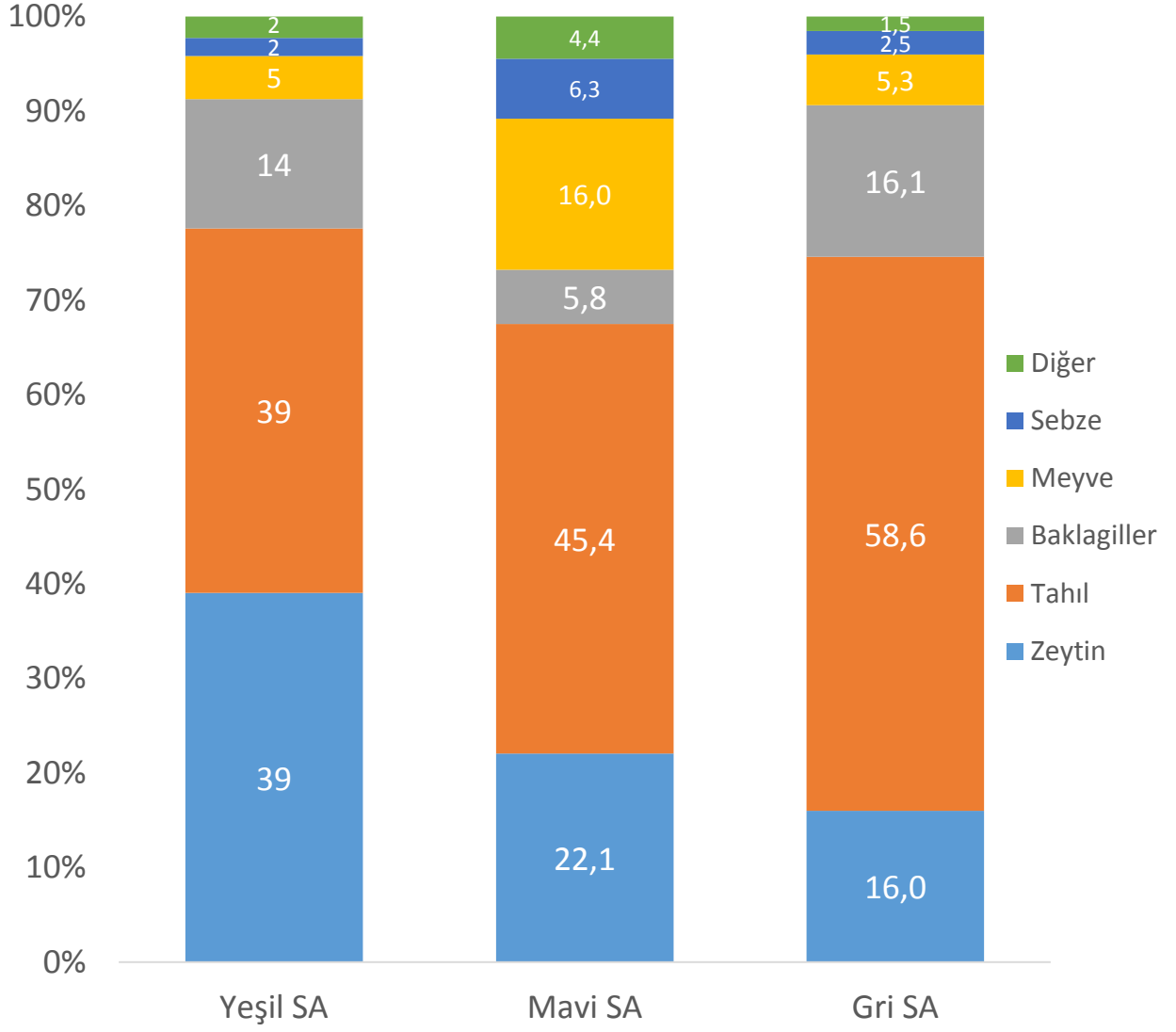
Tarımsal SA - Alt Havza



Şekil 16 Alt-havza toplam tarımsal su ayak izleri

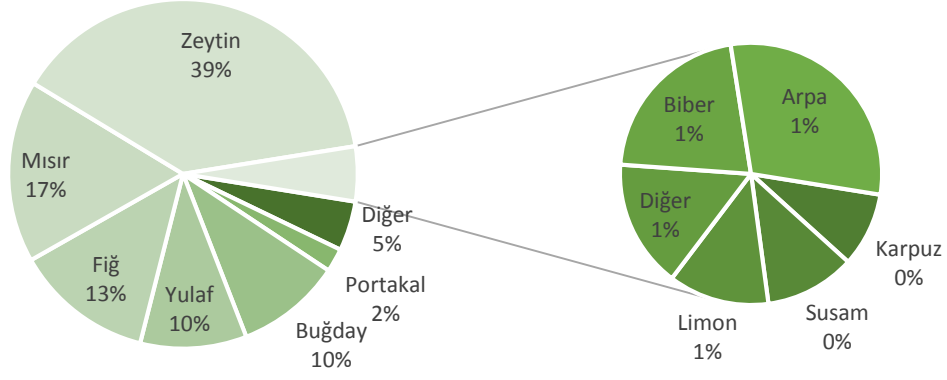
Muğla'da yetiştirilen tarım ürünlerinden zeytin ve tahıl ürünleri en fazla yeşil su ayak izi oluşturan ürünlerdir. Tahıl ürünleri diğer tarımsal ürünler içinde en yoğun yeşil ve mavi su ayak izini oluştururlar. Marmaris tarım ürünlerinin yetiştirildiği başlıca ilçelerden birisidir. Bunun dışında zeytin tarımcılığı da Muğla'da yaygın olarak yapılmaktadır ve zeytin önemli miktarda su ihtiyacı olan bir meyvedir.

Su Ayak İzi - Ürün gruplarının yüzde oranları



Şekil 17 Tarımsal ürün grupları ve oluşturdukları su ayak izleri

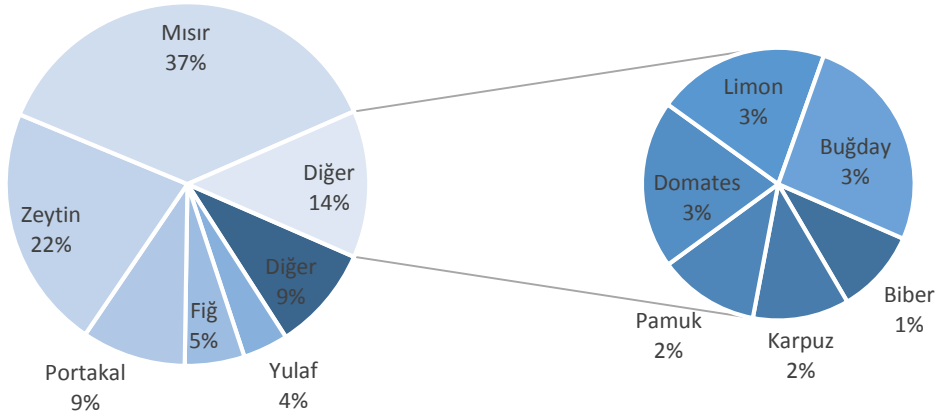
Yeşil SA - Ürün



Şekil 18 Tarımsal ürünlerin yeşil su ayak izleri

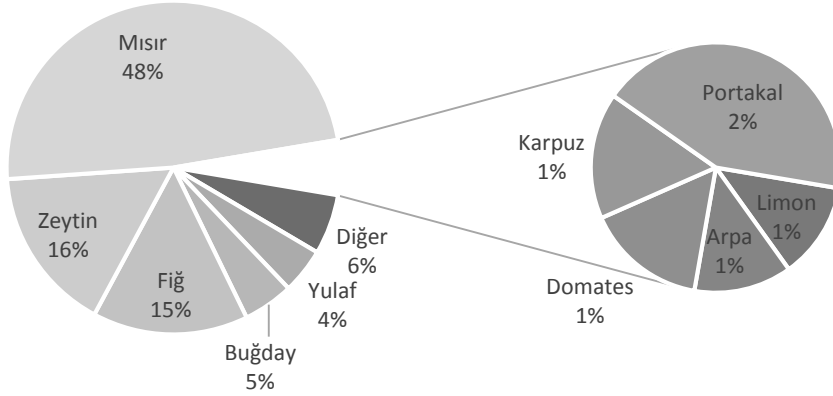
Mısır en fazla gri ve mavi su ayak izine neden olan ürün olmakla birlikte Menteşe ve Milas'ta fazlasıyla yetiştirilmektedir. Aynı şekilde zeytin yetiştiriciliğinde suya fazlasıyla ihtiyaç duyan ve kirlilik oluşturan bir faaliyettir.

Mavi SA - Ürün



Şekil 19 Tarımsal ürünlerin mavi su ayak izleri

Gri SA - Ürün



Şekil 20 Tarımsal ürünlerin gri su ayak izleri

4.1.4 Sanayi Sektörü

Alt havzalardaki sanayi ve işletmelere baktığımızda ihtiyaç duyulan verilerin toplanmasında birebir sanayi kolları ile çalışma yapılamadığından ve sanayi işletmelerinin genellikle kendi kuyularından su gereksinimlerini karşıladıklarından dolayı, havza planlarından ve il çevre durum raporlarından ulaşılan veriler esas alınarak hesaplamalar yürütülmüştür.

Su, sanayi sektöründe ürün içerisinde ve proses suyu olarak kullanılmaktadır. Çoğu sanayi kolunun şirket alanları içerisinde kendi kuyusu olup, su çekim miktarları net olarak bilinmemektedir. Bazı sektörlerde (örn. Maden ve mermer ocakları) çekilen proses suyu sistemde sirküle edilmektedir, fakat kuyulardan çekilen su miktarı izlenememekte ve kontrol edilememektedir.

Su ayak izi sonuçlarını incelediğimizde, Muğla-Marmaris alt havzasında su ayak izinin düşük olduğunu görüyoruz. Alt havza da turizmin en yoğun olduğu ilçeler bulunduğu için endüstriyel faaliyetler çok fazla bulunmamaktadır. Fakat zeytinyağı üretim faaliyetleri sanayi kaynaklı gri su ayak izinin bir sebeplerinden biri olarak sayılabilir.

Köyceğiz-Dalaman Alt havzası gri su ayak izi bakımından dikkate alınan endüstriler kapsamında en yüksek gri su ayak izine sahip olan alt havzadır. Bu alt havzada kağıt üretimi, tekstil, alabalık yetiştiriciliği ve süt üretimi gibi çok çeşitli üretim faaliyeti vardır ve bu tesislerden çıkan atık sular deşarj edildikleri noktalarda ciddi kirliliklere neden olmaktadır.

Tablo 25 Sanayinin oluşturduğu su ayak izleri

Bölge	Sanayi Kaynaklı Su Ayakizi (SA) (m ³ /yıl)		
	Mavi SA	Gri SA	Toplam
Büyük Menderes	0	0	0
Eşen Çayı	0	1.176.250	1.176.250
Köyceğiz-Dalaman	1.190.367	31.250.000	32.440.367
Milas-Bodrum	9.784.555	1.812.500	11.597.055

Muğla-Marmaris	0	98.750	98.750
Muğla toplam	10.974.922	34.337.500	45.312.422

4.1.5 Turizm Sektörü

Turizm sektörü Muğla'nın diğer bir önemli ekonomik koludur. Turizm faaliyetleri nedeniyle özellikle yaz aylarında su kaynakları oldukça yoğun bir şekilde kullanılmakta ve kirletilmektedir. Muğla ilindeki toplam gri su ayak izinin %8'ini oluştururken, turizmden kaynaklanan toplam su ayak izinin %90'ı gri su ayak izinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 26 Turizm Faaliyetlerinden Kaynaklı Su Ayak İzi

İl	Turizm Kaynaklı Su Ayakizi (SA) (m ³ /yıl)		
	Mavi SA	Gri SA	Toplam SA
Muğla	38.483.439	345.753.642	384.237.081

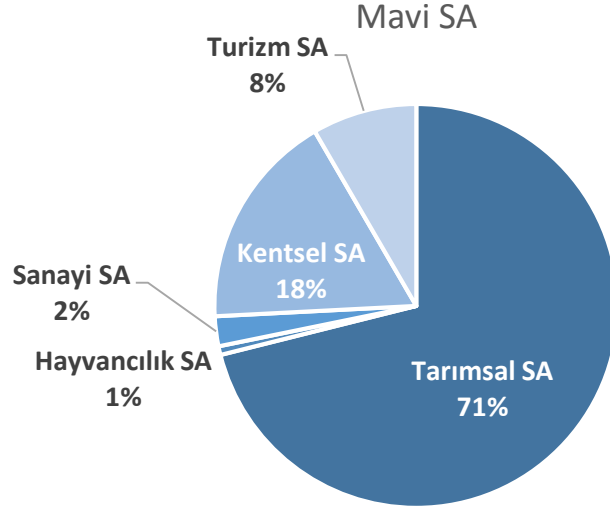
4.1.6 Muğla Geneli

Muğla'nın genel su ayak izi profiline baktığımız zaman, en fazla su ayak izi oluşturan sektörün tarım sektörü olması ortaya çıkan kritik sonuçlardan birisidir. Gri su ayak izine baktığımız zaman kentsel aktivitelerden kaynaklanan su ayak izi toplam su ayak izinin %50 sini oluşturmaktadır. Kentteki su kirliliğinin bir göstergesi olan gri su ayak izi, su kaynaklarının oluşan kirliliği asimile etme özelliğinin oldukça düşük olduğu konusunda alarm veren bir bulgudur. Bununla birlikte Muğla'nın önem verdiği hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan kirliliklerde Muğla'nın dikkat edilmesi gereken problemlerinden birisidir. Özellikle hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan atıklar su kaynakları üzerinde olumsuz etkiler yaratmakta, azımsanmayacak su kalitesi problemlerine neden olmaktadır.

Tablo 27 Muğla Geneli Su Ayak İzi Özeti

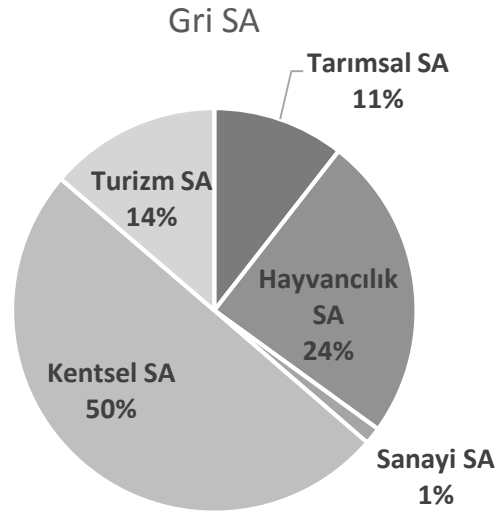
Sektör	Su Ayak İzi (m ³ /yıl)			
	Yeşil SA	Mavi SA	Gri SA	Toplam
Tarımsal SA	1.541.478.723	326.328.856	265.637.372	2.133.444.951
Hayvancılık SA	0	3.192.345	615.547.852	618.740.197
Sanayi SA	0	10.974.922	34.337.500	45.312.422
Kentsel SA	0	80.028.142	1.257.443.554	1.337.471.696
Turizm SA	0	38.483.439	345.753.642	384.237.081
Toplam	1.541.478.723	459.007.704	2.518.719.921	4.519.206.348

Muğla İl'inde Mavi su ayak izinin %71'ini tarımsal su ayak izi oluşturur. Bunu %18 ile kentsel su ayak izi ve %8 ile turizm sektörü takip eder. Tarımsal üretimin başlıca geçim kaynağı olduğu Muğla'da, sektörün su kaynakları üzerindeki baskısı mavi su ayak izi hesaplamasıyla gösterilmiştir. Burada mavi su ayak izi özellikle tarım sektöründe çekilen yeraltı ve yer üstü sularının fazlalığının bir göstergesidir.



Şekil 21 Muğla İli Geneli Mavi Su Ayak İzi Dağılımı

Muğla’da oluşan gri su ayak izinin yarısı kentsel su tüketimi kaynaklıdır. Kanalizasyona bağlı olmayan mahalleler bu kirliliğin başlıca nedeni olarak düşünülebilir. Bunu sırasıyla hayvancılık ve turizm sektörü takip eder. Burada gri su ayak izi, kirletilen su kaynaklarının oluşan bu kirliliği asimile etme gücündeki zayıflığı göstermekle birlikte kentsel atık suların oluşturduğu kirliliğin kritik olduğunun bir göstergesidir. Tarımsal gri su ayak izi her ne kadar diğer sektörler göre daha az gri su ayak izi oluşturuyor olsa da, tarımda kullanılan pestisitler ve kimyasal maddeler yayılı kirlilik problemi oluşturarak, artarak önemli bir su kalitesi sorunu haline alması muhtemeldir.



Şekil 22 Muğla İli Geneli Gri Su Ayak İzi Dağılımı

5 MUĞLA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ KURUMSAL SU AYAKIZI

Muğla Büyükşehir Belediyesine ait tesis ve binalarda çalışan personel sayısı ve bahçe sulama alanları değerlendirilerek mavi, yeşil ve gri su ayak izi hesaplamaları yapılmıştır. Tüm bu tesis ve binalara ait kullanılan su ve atıksu miktarları ile ilgili olan veriler tam olmadığından dolayı çalışan kişi sayısı ve bahçe sulama alanı temel alınarak bir yaklaşım yöntemi geliştirilmiştir. Bu yaklaşıma göre MBB'nin yaklaşık su ayak izleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 28 MBB Kurumsal Su Ayak İzi

	SA (m ³)		
	Yeşil SA	Mavi SA	Gri SA
Bahçe bakım ve sulama	134.916	2.811	0
Personel (kullanma dahil)	0	198.615	3.120.734

6 ANALİZ VE GELECEK ÇALIŞMALAR İÇİN ÖNERİLER

Bu çalışma Muğla İli'nin mevcut su potansiyeli kullanımının değerlendirilmesi için yürütülmüştür. İl turizmin kalbi olmasının yanı sıra enerji üretimi ve tarım aktivitelerinin de yoğun olarak gerçekleştiği, göç oranının Türkiye'nin diğer illerinden fazla olduğu bir bölgede yer almaktadır. Nüfusun hızla artması, özellikle yaz aylarında yazlıkçı ve turistik nüfus da ki artışla birlikte, su ihtiyacını arttırmakta ve Muğla da su kaynakları üzerinde baskılar oluşturmaktadır.

Ayrıca iklim değişikliği nedeniyle artan sıcaklıklar dikkate alındığında, il de bulunan termik santrallerin performansında düşüşler ve soğutma için gereken su miktarını artması yüksek olasılıklıdır. Artan sıcaklıklarla birlikte yükselen buharlaşma miktarı yüzeysel su kaynaklarında kayıplara neden olacaktır. Açık barajlar da meydana gelebilecek su seviyelerindeki buharlaşmadan kaynaklı düşüşler, uzun vadede yapılan su planlamalarında hesaplamalara dahil edilmelidir. Yapılacak mühendislik çalışmaları ile buharlaşmayı önleyecek uygulamalar mevcut sistemlere entegre edilmelidir. Bir başka deyişle, su kaynaklarında adaptasyon çalışmaları yürütülerek, iklim risklerine karşı önlemler alınmalı, endüstriyel aktiviteler nedeni ile su tedarikinde sıkıntıların yaşanmaması için stratejiler geliştirilmelidir.

Muğla ili su kaynakları açısından fakir olmamakla birlikte, yer altı su kaynakları yönünden potansiyeli bulunmaktadır. Yürütülen çalışmada bölgede tarımın fazla olduğu ve tarım aktivitelerinin Muğla'daki su kaynakları üzerinde aslında çok büyük baskısı olmadığı fakat tarım faaliyetlerinde kontrolsüzce kullanılan ilaçlar ve kimyasal gübrelerin su kalitesini olumsuz yönde etkilediği yapılan hesaplamalarda gösterilmiştir. Fakat bilinçsiz su tüketiminin gelecek yıllarda giderek büyüyen bir sorun olacaktır. Bu nedenle ki mevcut su kaynakları üzerinde bütçe belirleme çalışmaları yapılarak, kişi başına ve sektör başına tüketilen su miktarı izlenebilmeli ve bilinçlendirme çalışmalarına ağırlık verilmelidir.

Su alt yapıların iyileştirilmesi, su kaçaklarının önlenmesi, su arıtma teknolojilerinin geliştirilmesi akıllı su kaynakları yönetiminin önemli parçaları olmasına rağmen, Muğla da eksik olan en önemli yönetim yaklaşımı su talebi yönetimidir. Özellikle nüfusun fazlasıyla arttığı yaz aylarında su sıkıntısı yaşamamak adına tedarik edilen su miktarı ve talep arasında uygun denge bulunabilmelidir. Su kullanımında yapılacak azaltımların, yerel yönetimler tarafından geliştirilen teşvik mekanizmaları ile özendirilmesi,

bilinçlendirme çalışmalarının yayılması için kritik önem taşıyan bir uygulama olacaktır. Böylece, halk ve yerel yönetim arasındaki diyalog gelişecek ve su kullanımı için iletilmesi gereken bilgi halka direk ulaşabilecektir. Bunun için yerel yönetimlerde ayrı bir birimin kurulması, yapılan çalışmaların takip edilebilirliği açısından önemlidir.

6.1 Sıcak bölgeler ve sektörler

Su ayak izi değerlendirmelerine baktığımızda en fazla su ayak izi tarım sektöründe meydana gelirken, bu sektörü kentsel su tüketimi takip eder. Fakat Muğla genelinde gri su oluşumunun başlıca kaynağı evsel tüketimden kaynaklanan su deşarjlarıdır. Özellikle Eşen-Çayı alt havzasında kentsel gri su ayak izi değerleri diğer alt havzalara göre daha fazladır. Alt havzanın kişi başına en fazla gri su ayak izi oluşturan ilçesi Fethiye'dir. Fethiye diğer ilçelere göre en fazla nüfusa sahip olan ve yaz aylarında da turist yoğunluğunun diğer ilçelere göre en fazla olduğu bir ilçedir. Bu nedenle Fethiye'de bulunan 3 arıtma tesisinin tekrardan incelenmesi ve çevrede bulunan özellikler tarımsal faaliyetlerin kontrollü yönetilmesi; su kaynaklarında oluşan tarımsal kirlilikleri önleyici çalışmalar gerçekleştirilmelidir.

Bunlara ek olarak, Muğla-Marmaris alt havzası da su tüketimi yönünden kritik olan havzalardan biridir. Bu alt havza, Batı Akdeniz alt havzası içinde su kütlesi bakımından en fakir havzalardan olmakla birlikte, doğal su kütlesi yoktur¹⁸. Bu nedenle su ihtiyacı yönetimi bu havzada özellikle önem verilmesi gereken bir konudur.

6.2 Su Yönetimi için Öneriler

Muğla'da bulunan tüm sektörler (turizm, tarım, sanayi vb.) yönelik su yönetim sistemlerinin adapte edilmesi, su temini ve ihtiyaçları arasındaki dengenin kurulabilmesi ve korunabilmesi açısından önemli olmakla birlikte, iklim değişikliği ve kuraklık olaylarının oluşturabileceği tehlikelere karşı önlem alınabilmesi açısından da kritiktir. Su kullanımını azaltacak ve verimliliği teşvik edecek uygulamaların su yönetim sistemine başarılı bir şekilde entegre edilmesi, ileride karşılaşılabilecek su kısıtlamalarına riskini ve oluşabilecek istenmeyen durum risklerini azaltacaktır.

Bu nedenle, her bir sektör için yıllık toplam su ihtiyacı, günlük ortalama ve maksimum ihtiyaç, kişi başına düşen ihtiyaç ve yıllık pik ihtiyaç verilerinin toparlanması ve bu veriler üzerinden herkesin görebileceği ortak online bir sistemin oluşturulması, su tüketim trendinin takibini kolaylaştıracaktır. Kurulan sistem üzerinden Muğla'nın kişi başına düşen su ihtiyacı doğru bir şekilde belirlenebilecek ve su azaltım hedefleri kişi başına düşen su miktarı üzerinden değerlendirilip, oluşturulabilecektir. Böylelikle kişi başına su tüketimindeki büyüme veya azalma nüfus artışı da ele alınarak değerlendirilebilecektir. Kurulacak online sistem ayrıca tedarik edilen su ile karşılaştırılarak kullanılabilir olacak, fiziksel alt yapıdaki su kaçaklarının takibi içinde kullanılacak bir yöntem olacaktır.

Su kaynaklarının ve insan sağlığının güvenliğini sağlamak ve su temininin sürdürülebilir bir biçimde kesintisiz kullanıcılara ulaştırılmasını sağlamak için, Muğla Belediye'sinin ulusal standartlara uyumluluğu sağlamak dışında, yerelde de su kullanımı azaltım ve su kalitesi iyileştirme hedefleri

¹⁸ Batı Akdeniz Havzası Koruma Eylem Planı, Tübitak, syf. 101

koyması gerekir. Su yönetimi için oluşturulacak bütüncül yaklaşım, yani sadece suyun kaynaktan son kullanıcıya ulaşana kadar kalite parametrelerine dikkat etmek değil, su kaynaklarının buldukları çevredeki koşulları da dikkate alarak yapılan planlar uzun vadede Muğla'nın su kaynaklı oluşabilecek problemlere karşı daha dayanıklı olmasını sağlayacaktır. Su kaynakları çevresinde bulunan endüstri, turizm tesisleri ve konutların, su kaynaklarına olan etkisinin envanterinin çıkartılması, kaynaktaki suyun kalitesini ve miktarını arttıracak önlemlerin alınmasında kaynak odaklı planlamalar yapılmasına yardımcı olacaktır.

Yerelde su yönetimi uygulamalarının başarılı bir şekilde devamlılığının sağlanabilmesi için sorumlu kişilerin atanması, düzenli olarak kullanılan su ve arıtılan su verilerinin tutularak, aylık durum değerlendirilme toplantılarının yapılması, yönetim sisteminin oluşturulması için en başta yapılması gereken uygulamalardandır. Ayrıca sorumlu olan bu kişilerin kullanıcılara su tüketimlerini azaltmanın yolları ile teknik yardımda bulunmaları belediyenin su yönetimi yakından kontrol edebilmesi adına faydalı olacaktır. Bununla birlikte birimler arası iletişimi ve bilgi alışverişini güçlendirmek, belediyeye ait tüm birimleri su yönetimi planlamasına dahil etmek su yönetiminin sağlam bir zeminde ilerlemesine olanak sağlayacaktır.

6.3 SU AYAK İZİNİN AZALTILMASI İÇİN ALINABİLECEK ÖNLEMLER

Muğla İli kentsel su ayakizi sonuçları incelendiğinde, toplam su ayak izinin %57 oranında gri su ayak izinden kaynaklandığını, %33 oranında ise tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan yeşil su ayakizi oluştuğunu görmekteyiz. Gri su ayak izinin bu kadar yüksek görünmesinin en önemli nedeni, arıtılan atık su oranının halen istenilen seviyelerde olmamasıdır. Mavi su ayak izine baktığımızda ise, en önemli payın tarımsal amaçlı su kullanımından olduğunu görmekteyiz. Bu bağlamda, su ayak izinin yoğun olduğu noktalar dikkate alınarak kentsel su ayak izinin azaltılması için önerilen faaliyetler aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

6.3.1 Atık su Arıtma Tesislerinin Yaygınlaştırılması

Muğla'da gerçekleşen tarımsal faaliyetler, turizm ve evsel atıksular il çevresinde bulunan su kaynakları üzerinde ciddi baskılar oluşarak su kalitesinde düşüslere neden olmaktadır. Arıtma tesislerinin sayısının, kapasitesinin ve/ya teknolojisinin yetersiz olması arıtma verimlerini etkilemektedir. Özellikle atıksu arıtma tesislerinde azot ve fosfor konsantrasyonlarını yüzeysel su kalitesi standartlarına indirmek için gereken ünitelerin yetersiz kalması, deşarjların çevresel problemler yaratmasına neden olmaktadır.

Muğla ili ortalama atıksu arıtma oranının düşük olması, gri su ayak izinin toplam içinde yüksek bir paya sahip olmasına neden olmaktadır. Son yıllarda bu konuda yapılan çalışmalar artmakla birlikte, halen nüfusun yarısından fazlasının atık suları arıtılmamaktadır. Bu konuda yapımı devam eden ve planlama aşamasında olan tesisler devreye girmesinden itibaren, su ayak izinde önemli düşüsler meydana gelecektir.

6.3.2 Peyzaj Uygulamalarında Su yönetimi

Kentsel yeşil alanların ve bahçelerin sulanmasında kullanılan su, mavi su ayak izinin önemli miktarda artmasına neden olmaktadır. Özellikle yaz aylarında artan sıcaklıklar ile birlikte bahçe sulama sıklığında artışlar meydana gelmektedir.

Belediye'ye ait tesis ve işletmelerde bahçe sulama için harcanan su miktarının izlenilebilir olması gerekli yönetim stratejilerinin geliştirilebilmesi için önemlidir. Bunun için bahçe sulama hidroforlarına koyulacak su sayaçları bahçe sulama için tüketilen su miktarını doğru bir şekilde ölçülmesini ve önlemler geliştirilmesini sağlayacaktır.

Peyzaj uygulamalarında bölgeye uygun tasarım, sulama sürelerinin optimizasyonu ve bitki seçimi %20-%50 oranında su tasarrufu ve mavi su ayak izinin azalmasını sağlamaktadır. Özellikle bahçe sulamalarında genellikle fazla sık veya gereğinden fazla sulama yapılmakta olduğundan bitkilerin zarar görmesi de söz konusu olmaktadır. Bu konuda iyi uygulama örneklerinin ve bilinçlendirme çalışmalarının yaygınlaştırılması önemli azaltım potansiyeli taşımaktadır.

Bitki seçimi ve peyzaj tasarımı dışında, sulama sistemlerinde yağmur sensörlerinin kullanılması, yağmur sularının ve arıtılmış suyun yeşil alan sulamalarında kullanımı da, özellikle mavi su ayak izi ve su kaynaklarının sürdürülebilir tüketimi açısından önemli iyileştirme fırsatı taşımaktadır.

6.3.3 Konutlarda Su Verimliliği Çalışmaları

Muğla kentsel su ayak izinin yaklaşık %28'i kentsel mavi su ve gri su ayak izinden oluşmaktadır. Bu nedenle, binalarda kullanılan su ve üretilen atık su miktarının azaltılması hem mavi hem gri su ayak izinin azalması anlamına gelmektedir. Binalarda en önemli su ayak izi kaynağı temizlik ve hijyen amaçlı tüketim ve bunun sonunda oluşan atık sudur. Tasarruflu musluklar, duş başlıkları, rezervuarlar gibi ekipmanların tercih edilmesi, çamaşır ve bulaşık makinesi gibi cihazların seçiminde enerji ve su tasarrufu sağlayan ürünlerin tercih edilmesi mavi su ayak izini ve dolaylı olarak gri su ayak izini azaltacaktır.

Bununla birlikte yazlık konut sayısındaki belirsizlik su verimliliği çalışmalarının önünde bir engel olarak çıkabilecek bir konudur. Bu nedenle yazlık konutların sayısının belirlenmesi, su verimliliği çalışmalarının ve planlamalarının yapılmasını, il ve ilçe seviyesinde kolaylaştıracak bir girişim olacaktır. Böylelikle su dağıtımları planlanırken yazlık konutlardaki harcanan su miktarı daha doğru bir şekilde dikkate alınarak hesaplamalar yürütülebilecek ve yaz aylarında yaşanan su tedariki problemlerinin önüne geçilebilecektir.

Konutlarda uygulanabilecek akıllı sayaç uygulamalarının teşvik edilmesi ile su tüketimlerinin takip edilmesi, su kullanımı konusunda bilinci arttıracaktır. Bunun için yapılacak pilot uygulamalar geliştirilebilir.

6.3.4 Tarımda Su Verimliliği

Muğla kentsel su ayak izinin yaklaşık %50'sini (toplam su ayak izinin %32'si yeşil su ayak izi olmak üzere) tarımsal faaliyetler oluşturmaktadır. Mavi su ayak izinin ise yaklaşık %71'i tarımsal faaliyetlerden kaynaklanmakta olup, kullanılan tarım kimyasalları ve gübre nedeniyle de gri su ayak izi oluşmaktadır. Tarımsal su ayak izinin azaltılması için, suyun daha verimli tüketimi (mavi su ayak izinin azaltılması) yanı sıra kullanılan gübre ve kimyasalların azaltılması gerekmektedir.

Tarımda su verimliliğinin sağlanabilmesi için öncelikli olarak il içerisinde gerçekleşen tarımsal faaliyetlerde kullanılan yeraltı ve yüzeysel su miktarının doğru bir şekilde ölçülebilir ve izlenebilir olması şarttır. Bu nedenle tarım için kullanılan su miktarının doğru bir şekilde belirlenebilmesi ve belirsizliklerin

en aza indirilmesi gereklidir. Eğer yetiştirilen tarım ürünü için gereken su miktarı ve harcanan su miktarı bilirse bu doğrultuda gerekli önlemlerin alınması kolaylaşır, ileride tarım sektörü için su dağıtım planlamaları yaparken daha sahici stratejilerin geliştirilmesine zemin hazırlar. Özellikle Bodrum gibi nüfusun yüksek olduğu sezonlarda su sıkıntısı çeken ilçelerde tarımsal amaçlı su kullanımının yönetilebilmesi su sorununu aza indirmek için uygun bir yaklaşım olacaktır.

Bununla birlikte yetiştirilen her ürün için yapılacak olan su yoğunluğu ve suyun ekonomik üretkenliği envanterinin çıkartılması tarım sektörü için faydalı bir çalışma olacaktır. Her bir dönüm arazide yetiştirilecek olan ürün için harcanan su miktarının ve her bir dönüm üretim için bu harcanan su miktarının ekonomik değerinin bilinmesi, su yoğunluğu fazla olan ürünlerin yetiştirilip yetiştirilmemesi konusunda uzun dönemde fayda sağlayacak bir karar verme aracı olacaktır.

Planlamalara iklim değişikliği etkilerinin de dahil edilmesi ve dikkate alınması özellikle Muğla için kritik öneme sahiptir. Meteoroloji müdürlüğünün yayınladığı raporlarda ortalama sıcaklıklar 1970-2014 yılları için gösterilmiş olup, Muğla Türkiye genelinde en sıcak olan il olarak en başlarda gelmektedir. Bu nedenle iklim değişikliği kaynaklı olaylara hazırlıklı olmak ve tarım faaliyetlerini bu doğrultuda planlamak stratejik açıdan önemlidir.