

Marmara Gölü Yeraltı Suyu ve Yüzey Suyu İlişkisi *Relationship Between Groundwater and Surface Water in Marmara Lake*

A. Murathan^{1*}, D. Varlı¹, M. A. Göktaş¹, A. Kuzucu¹

¹ *Su Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi, İzmir Büyükşehir Belediyesi*
(*alim.murathan66@gmail.com)

ÖZ: Marmara Gölü, Gediz Havzası'nda bulunan, kapalı havzası içerisinde ana su kaynağı olarak yeraltı sularının boşalımı, Akpınar ve Kepekli kaynaklarından ve yüzeysel akışla gelen sular ile oluşan doğal bir göldür. Marmara Gölü'nün yerüstü suları ve yeraltı suları ile etkileşimi çok yönlü olarak araştırılarak önemli bulgulara ulaşılmıştır. Marmara Gölü 1930'lu yıllardan itibaren DSİ tarafından yapılan bir seddeleme yapısı ile tarım ve taşkın amaçlı olarak kullanılmaktadır. Marmara Gölünün Gördes Barajının yapılması ile Gölmarmara-Akpınar Kaynağı ilişkisi engellenmiş, Akpınar Kaynağı kurummuştur. Kayacık Deresi'nden Gölmarmara Gölüne yönlendirilen suyun Kum Çayı'ndaki kum ocaklarının faaliyetlerinden dolayı göle ulaşamaması, kaynağın kuruması ve aşırı tarımsal amaçlı yeraltı su çekimlerinin etkisi ile birlikte günümüzde göl tamamen kurummuştur. Göl Kuraklık analizleri için indisler ve Sentinel-2 uydu verileri kullanılmış ve kuraklığın etkileri belirlenmiştir. Marmara Gölünün tarihsel olarak kendi doğal ekosistemi içinde sürdürülebilirliğinin sağlanması için minimum su hacmi 16.8 hm³ olarak hesaplanmıştır. Gölün doğal ekosistemini sürdürülebilirliğine yönelik iki alternatif öneri geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, kuraklık, yeraltı suyu – yüzey suyu ilişkisi, su sağlama

ABSTRACT: *Marmara Lake is a natural lake located in the Gediz Basin and formed by the discharge of groundwater as the main water source in its closed basin, Akpınar and Kepekli springs and surface flow. The interaction of Marmara Lake with surface water and groundwater was investigated by multi-perspective approach and important findings were reached. Marmara Lake has been used for agriculture and flood purposes after an embankment built by DSI in the 1930s. With the construction of Gördes Dam, the Marmara Lake-Akpınar Spring relationship was prevented, and the Spring dried up. Today the lake completely dried up due to prevention of surface water coming from Kayacık Stream by the activities in Kum Stream, drying up of Akpınar Spring and the excessive groundwater withdrawals. Indices and Sentinel-2 satellite data were used for drought analysis and the effects of drought were determined. The minimum water volume was obtained as 16.8 hm³ to ensure the sustainability of the Marmara Lake within its historically natural ecosystem. Two alternative proposals were developed for the sustainability of the natural ecosystem of the lake.*

Keywords: *Sustainability, drought, groundwater – surface water relationship, water supply*

1. GİRİŞ

Marmara Gölü, Gediz Havzası'nda bulunan doğal bir göldür. Göl seddelenerek ve başka havzalardan su derive edilerek tarımsal amaçlı olarak işletilmiştir. Son yıllarda kuraklık ve daha çok insan kaynaklı müdahaleler sonucu göl tamamen kurummuştur.

Gediz Havzası'nda Orta-Üst Miosen'de akarsu ağı oluşmaya başlamıştır. Pliosen sonu, Pleistosen başlarında Ege Karası'nın çökmesi sonucunda, Gediz depresyonu Ege Denizi'ne bağlanmıştır (Gülersoy, 2013). Bu dönemde Kum Çayı'nın, Akselendi Ovası'na doğru yön değiştirmesiyle gücü azalmış ve bu durum hızlı bir birikmeye neden olmuştur. Söz konusu dönemde güneyde Gediz Nehri'nin ve kuzeyde de Kumçayı'nın getirdiği alüvyonlar bölgede çanak oluşturarak Marmara Gölü kapalı havzasını meydana getirmişlerdir. Göl kapalı havzası drenaj alanı içerisinde ana su kaynağı olarak yeraltı sularının boşalımı ile oluşmuştur. Gölün oluşumunu sağlayan temel su kaynakları,

sularını göle boşaltan Akpınar ve Kepekli kaynakları, drenaj havzası içinde göl alanını da kapsayan yeraltı su kütlesi alüvyon akiferden göle boşalan yeraltı suları ve sınırlı düzeyde göl havzasından (350 km²) yüzeysel akışla gelen sulardır. Marmara Gölü, Gediz Havzası sulamalarına su vermek için Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından 1938-1945 yılları arasında doğu ve güneydoğusunun 5750 m uzunluğunda ve 5,54 m yüksekliğindeki yapı ile seddelenecek rezervuar haline getirilmiştir. Marmara Gölü'nün mevcut durumda kendi havzası, yapılan seddeden dolayı 272 km² olarak belirlenmiştir. Gördes ve Kayacık Deresi'nden gelen suları iletmek için Çömlekçi Regülatörü ve Kumçayı Derivasyonu, Demirköprü Barajı'ndan savaklanan suları iletmek için Adala Regülatörü ve Adala Derivasyonu, Ahmetli Regülatörü membaındaki Kendirlik Pompa İstasyonu'ndan basılan suyu iletmek için Marmara Gölü Besleme Kanalı yapılmıştır. Gördes Çayı üzerinde 2012 yılında işletmeye açılan Gördes Barajı'nın su tutması ile bu tarihten itibaren dere akımları Marmara Gölü'ne ulaşmamaktadır. Marmara Gölü'ne Kum Çayı Derivasyonu ile su potansiyeli 32 hm³/yıl olan Kayacık Deresi akımları ise Kum Çayı'nın nehir yatağında kontrolsüz kum ocağı işletme faaliyetleri nedeni ile oluşan çukurlarda tutulup göle iletilmemektedir. Son yıllarda, Demirköprü Barajının doluluk oranının son derece düşük olması nedeni ile Adala Derivasyonu ile Marmara Gölü'ne su aktaramamaktadır. Marmara Gölü ve çevresinde tarımsal sulamalar, açılan yüzlerce su üretim kuyusu ile göl su kütlesinin de içinde yer aldığı alüvyon akiferden yapılmaktadır. Marmara Gölü'nün mevcut su durumunu etkileyen en önemli etken havza içerisinde ve göl çevresindeki tarım arazilerinden plansız ve kontrolsüz yapılan yeraltı suyu çekimleridir. Bu çekimlerin, göl suları ile Akpınar ve Kepekli kaynaklarının da kurumasının temel nedeni olarak belirlenmiştir.

Marmara Gölü tarih boyunca kurak ve sulak dönemlerden geçmiştir. Çelik vd. (2022) Marmara Gölü çevresinde yaşanan kuraklık nedeniyle 1893'te hazırlanan raporda göl hacminin azalmasının ekolojik durumunda kalıcı bir değişikliği temsil etmediğini, sadece mevsimlik bir geri çekilmenin vurgulandığını sunmuşlardır. Marmara Gölü için yapılan çalışmalarda göl alanındaki değişim incelenmiş (Körbalta, 2019; Gündüz vd., 2022; Cezayirlioğlu vd., 2022), Marmara Gölü'nün 2011-2019 arasında %38 küçüldüğü (Körbalta, 2019), 2016-2021 aralığında 290 cm'ye varan su kaybı yaşandığı (Gündüz vd., 2022), 2022-2025 aralığında %70 küçüleceği (Cezayirlioğlu vd., 2022) gösterilmiştir. Ayrıca 2016-2021 döneminde tarımsal arazi kullanımının %166 oranında arttığını belirtilmiştir (Gündüz vd., 2022). Körbalta (2019) son yıllarda su bütçesinde çıktılarının girdilerden fazla olduğunu göstermiş ve gölün kurumasında etkili faktörlerin yeraltı sularının aşırı kullanımı, kaçak kullanımlar ve yüzey sularındaki azalma olduğunu vurgulamıştır.

Çalışma kapsamında, Marmara Gölü'nün günümüze kadar değişimi incelenmiştir. Gölün kurumasındaki iklimsel ve insan kaynaklı nedenler ortaya konmuştur. Geçmişte yaşanan en kurak ve insani müdahalelerin en az olduğu dönem belirlenmiş ve bu döneme göre gölün doğal su bütçesi hesaplanmıştır. Gölün sürdürülebilirliği için gereken göl hacmi belirlenmiş ve bu suyu temin etmek amacıyla öneriler sunulmuştur.

2. ÇALIŞMA ALANI VE VERİLER

2.1. Çalışma Alanı

Marmara Gölü, Gediz Havzası sınırları içerisinde (Şekil 1), 38° 37' kuzey enlemleri ile 28° 00' doğu boylamları arasında kalmakta, Manisa ilinde bulunan Gölarmara, Salihli ve Ahmetli ilçeleri ile çevrelenmektedir. Havzada Akdeniz iklim tipi hakimdir. Havzanın yıllık toplam yağıışı ortalama 462 mm, ortalama sıcaklığı ise 15 °C civarındadır. Gölarmara, Gediz Nehri'nin Gördes-Gölarmara alt havzasında yer almaktadır. Gördes-Gölarmara Havzası Gediz Nehir Havzası'nın kuzey kesimlerini oluşturur. Gördes-Gölarmara Alt Havzası doğudan Menderes Masifi, kuzeybatı kesimlerinde Bornova Fliş Zonu ile sınırlı olan KD-GB uzanımlı bir yapıya sahiptir. Prekambriyen-Paleozoik yaşlı gnays, şist ve mermerlerden oluşan Menderes Masifi'ne ait kayaç grupları Marmara Gölü alt drenaj havzasının temelini oluşturmaktadır. Üst Kretase yaşlı fliş topluluğu bu kayaç grupları üzerine bindirme ile yerleşmiştir. Daha yaşlı kayaçlar da Miyosen ve Pliyosen yaşlı kırıntılı ve karbonatlı

D05A049 numaralı Kayacık Deresi-Çağlayan AGİ 2004-2015 dönemi ölçümlerinden yararlanılmıştır. AGİ ölçümleri DSİ Akım Gözlem Yıllıklarından temin edilmiştir. Akpınar kaynağına ait 1969 – 2014 yılları arası ve Kepekli kaynağına ait 1986 – 2014 yılları arası ortalama akım değerleri kullanılmıştır. Havzada tarımsal sulama suyu ihtiyacı için, Manisa Tarım İl Müdürlüğü ve Gölarmara Tarım İlçe Müdürlüğü'nden bitki deseni temin edilmiştir. Marmara Gölü'nün değışiminin gözlenebilmesi için Copernicus veri tabanında bulunan Sentinel-2 Çoklu Spektral Aracı (MSI) verileri kullanılmıştır.

3. YÖNTEM

3.1. Kuraklık Çalışmaları

Çalışmada meteorolojik kuraklığı gösteren iki kuraklık indisi kullanılmıştır. Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ), Mckee vd. (1993) tarafından geliştirilmiş olup, yağıştaki normalleştirilmiş anormallikleri ölçmek için kullanılan evrensel bir kuraklık indeksidir. Standartlaştırılmış Yağış ve Evapotranspirasyon İndisi (SYEİ) Vicente-Serrano vd. (2010) tarafından geliştirilmiş olup, yağış verilerine ek olarak sıcaklık verilerini de kullanmaktadır. Potansiyel evapotranspirasyon ve yağışla arasındaki farkı kullanarak SYİ ile benzer bir şekilde hesaplanmaktadır. SYİ ve SYEİ hesaplamaları R istatistiksel programında "SPEI" paketi kullanılarak Akhisar ve Salihli MGİ için yapılmıştır. Ayrıca Akpınar Kaynağı'nın akım değerlerinin ve Akhisar ile Salihli için hesaplanmış kuraklık indislerinin Mann-Kendall trend testi (Mann, 1945) ile eğilimleri belirlenmiştir R istatistiksel programında "trend" paketi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Marmara Gölü için 2017-2022 (son 6 yıl) aralığında sulak (Mayıs) ve kurak (Ekim) dönemler için Sentinel-2 MSI verilerinden Band4, Band3 ve Band2 ile türetilen haritalar kullanılarak gölün alansal değışimi ortaya konmuştur.

3.3. Yeraltı Su Seviye Ölçümleri

Çalışma kapsamında, ova alanında bulunan 23 kuyudan, yağışlı (2022 yılı Mart) ve kurak (2022 yılı Eylül) olmak üzere iki dönem yeraltı su seviyeleri ölçülmüştür. Ölçüm değerlerine göre hidrolik yük değerleri hesaplanmış ve yeraltı suyunun akım yönü tespit edilmiştir. Ölçüm alınan kuyuların ova alanındaki konumları ve hidrolik yük değerleri Şekil 6'da verilmiştir.

3.4. Su Bütçesi

Su bütçesine göre göl hacmi, göle gelen sularla gölden çıkan kayıplar belirlenerek Eş.1 ile hesaplanmıştır. Burada, YÜS kendi havzasından gelen yüzeysel akışı, YAS yeraltı suyu beslenimi, K Akpınar ve Kepekli Kaynaklarının su potansiyelini, Y göl yüzeyine düşen yağış, B ise göl yüzeyinden buharlaşmayı göstermektedir. Havzada, buharlaşma-terleme, yüzeysel akış ve sızma hesabı için Thornthwaite Su Dengesi Yöntemi (Thornthwaite, 1948) kullanılmıştır.

$$\text{Göl Hacmi} = \text{YÜS} + \text{YAS} + \text{K} + \text{Y} - \text{B}$$

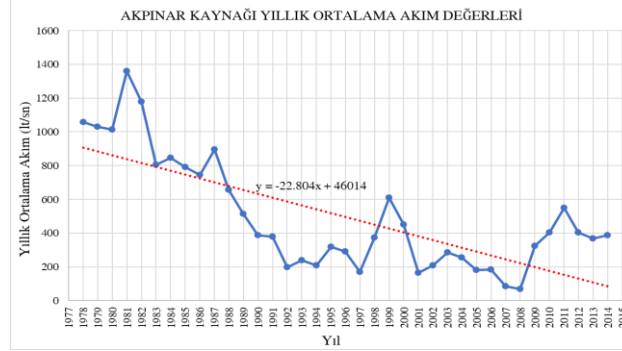
Eş.1

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

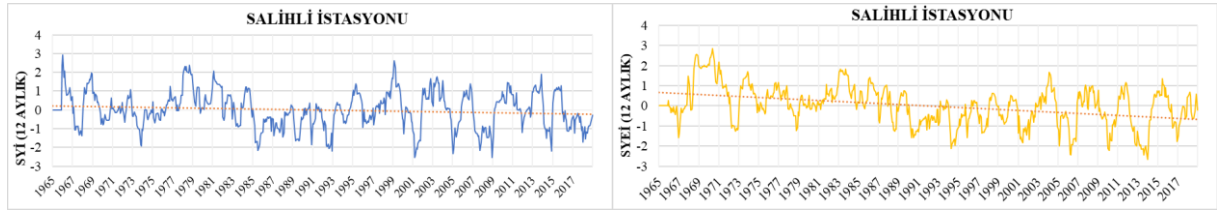
4.1. Kuraklık Çalışmaları

Marmara Gölü giriş akımları incelendiğinde, 1988-1997 aralığında ortalamanın altında olduğu görülmüştür. Gediz Havzası Master Plan Raporu'na (2019) göre 1988-1996 yılları arasında Adala Regülatörü'nden Marmara Gölü'ne su aktarılmamış, ancak 1997 yılında bir miktar aktarım olmuştur. Buna göre 1988-1996 yılları en kurak dönem olarak belirlenmiştir. Akpınar ve Kepekli kaynaklarının akım ölçümleri kullanılarak Mann- Kendall trend analizi yapılmış ve kaynak akımlarında önemli azalan trend olduğu görülmüştür (Şekil 3). İklimsel etkileri incelemek amacıyla, Akhisar ve Salihli MGİ için Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ) ve Standartlaştırılmış Yağış ve Evapotranspirasyon İndisi (SYEİ) 3 ve 12 aylık olarak hesaplanmıştır. Şekil 4'de Salihli için 12 aylık SYİ ve SYEİ grafikleri verilmiştir. Akhisar İstasyonu için 3 aylık SYİ'de zayıf azalan trend, 12 aylık SYİ'de ise

önemli azalan trend gözlenmiştir. Salihli İstasyonu 3 aylık SYİ'de trend gözlenmezken 12 aylık SYİ'de ise önemli azalan trend gözlenmiştir. Her iki istasyonda da 3 ve 12 aylık SYEİ serilerinde önemli azalan trend görülmüştür. Negatif indis değerleri kuraklığı belirttiğinden bu trendler gözlem periyodunda kuraklıkların arttığını göstermiştir.

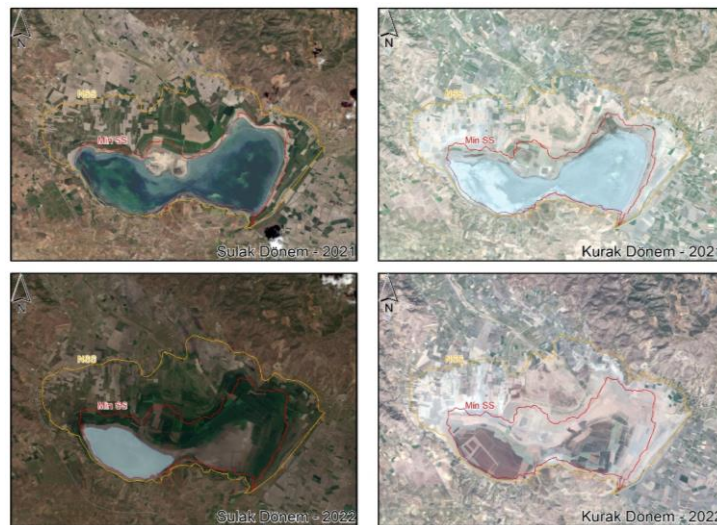


Şekil 3. Akpınar Kaynağı akımları



Şekil 4. Salihli İstasyonu için 12 aylık SYİ ve SYEİ

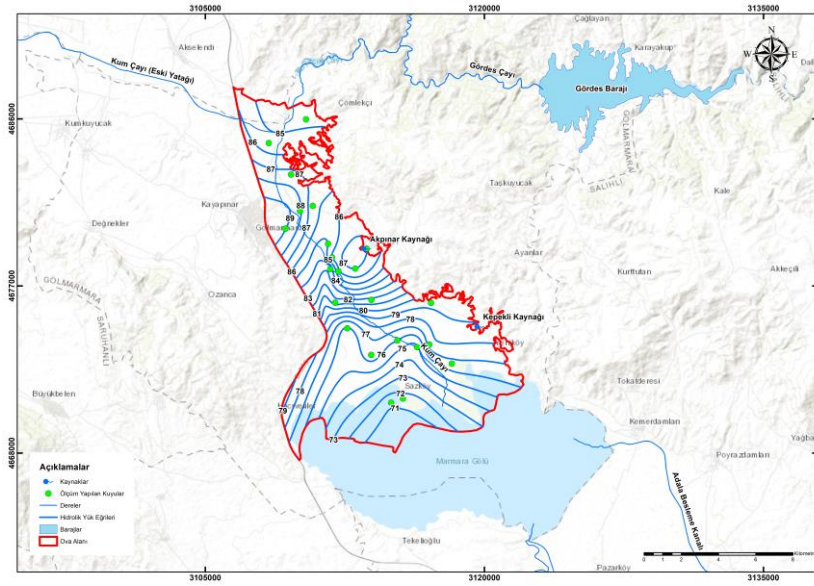
Marmara Gölü için 2017-2022 aralığında sulak ve dönemler için uydu verilerinden elde edilen sonuçlara göre 2019 yılının kurak döneminden sonra gerçekleşen sulak dönemde gölün beslenemediği gözlenmiştir. 2020 yılının kurak döneminde göl DSI'nin belirlediği minimum işletme kotunun (73.20 m) altına düşmüştür. 2022 yılı sulak döneminde ise göl alanı normal işletme kotuna (79.20 m) göre %90.1 azalmış, kurak dönemde ise tamamen kurumıştır. En kritik durum ise 2021-2022 aralığında gözlenmiştir (Şekil 5). Burada gölün sulak döneme geçse de toparlanamadığı görülmekte ve bu durumun da iklim dışında insan kaynaklı etmenlerle açıklanabileceği öngörülmektedir.



Şekil 5. Marmara gölü seviye değişimi (2021-2022)

4.2. Yeraltı Su Seviyeleri

Ölçülen yeraltı su seviyelerine göre, ovanın kuzey kısmından Marmara Gölü'ne doğru yeraltı suyu akımı ve ova alanının kuzey doğusunda yer alan metamorfizmaya uğramış Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarından ovaya doğru yeraltı suyu akımı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 6). Marmara Gölü beslenme alanı incelendiğinde ve kuyulardan yapılan ölçümler dikkate alındığında, Marmara Gölü'nün bir yeraltı suyu boşalım gölü olduğu tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında, Rhino Mühendislik (2022) tarafından FEFLOW modeli kullanılarak yeraltı suyu akım modeli oluşturulmuş ve göl ile yeraltı suyunun ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Model sonuçlarına göre, Marmara Gölü kuzeyden ve güneyden alüvyon akifer ile ilişkilidir. Mevsimsel şartlara göre alüvyonda ve Marmara Gölünde oluşan su yüklerine (kotlarına-seviyelerine) göre, yeraltı suyu gölü beslemekte ya da göl yeraltı suyunu beslemektedir.



Şekil 6. Hidrolik yük eğrileri (Eylül – 2022)

4.3. Su Bütçesi

Marmara Gölü havzasında, akım ve kaynak ölçümlerinin olduğu, yeraltı suyu çekimlerinin olmadığı, Adala Derivasyonu'ndan aktarım yapılmayan, 1988-1996 arası (kurak dönem) esas alınarak havzanın doğal minimum su potansiyeli hesaplanmıştır. Havzada, evapotranspirasyon ve sızma değerlerinin hesabında Thornthwaite Yöntemi kullanılmıştır. Havzada, düşen yağışın ortalama %57'sinin buharlaşma ve terleme yoluyla kaybolduğu hesaplanmış, %10'unun yüzeysel akışa geçtiği, %33'ünün de yeraltı suyunu beslediği belirlenmiştir. Akınar ve Kepekli Kaynağı'nın 1988-1996 dönemi için su potansiyelleri hesaplanmıştır. Yüzeysel akış, E05A027 numaralı AGİ'nin bu dönemki ölçümleri alan oranında taşınarak elde edilmiştir. Göle gelen yağış ve gölden buharlaşan su miktarları hesaplanmıştır. Eş.1'de verilen su bütçesine hesaplarına dayanarak; müdahalesiz dönem olan 1988-1996 dönemi için gölün doğal hacmi 16.81 hm^3 olarak hesaplanmış ve Çizelge 1'de verilmiştir. Bu hacme karşılık gelen su seviyesinin 73.25 m, göl alınının ise 26 km^2 olduğu hesaplanmıştır. Bu seviye gölün ekolojik olarak sürdürülebilirliğinin sağlandığı minimum seviye olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 1. Gölün su bütçesi

Su Bütçesi (Yıllık Ortalama)	1988-1996
Akpınar Kaynağı	11.18 hm ³
Kepekli Kaynağı	1.29 hm ³
Kendi Havzasından Gelen Yüzeysel Akış	11.01 hm ³
Yas Beslenimi	31.94 hm ³
Göl Yüzeyine Düşen Yağış	19.13 hm ³
Göl Yüzeyinden Buharlaştırma	57.73 hm ³
Göl Hacmi	16.81 hm ³
Su Seviyesi	73.25 m

Marmara Gölü havzasında mevcut durumda tüm su kullanımları ve ihtiyaçları yeraltı sularından sağlanmaktadır. Gölümarmara havzası ova alanında 7891 ha'lık alanda sulu tarım yapılmaktadır. Mevcut durumda bu tarım arazilerinin su ihtiyaçları yeraltı sularından sağlanmaktadır. Bitki deseni ve verilerinden tarımsal sulama suyu ihtiyacı belirlenerek yeraltı suyu çekimleri belirlenmiştir. Gölümarmara ova alanının bitki suyu ihtiyacı için yaklaşık 34.05 hm³/yıl olarak belirlenmiş olup bu miktarın tamamı yeraltı sularından karşılanmaktadır.

4.4. Su Temini

Ahmetli Regülatörü'nün 2 km menbasında bulunan 16 adet pompa kapasiteli Kendirlik pompa istasyonundan Marmara Gölü'ne, sulak dönem olan Aralık-Nisan periyodunda su verilmesi planlanmıştır. Göl çevresinde tarımsal çekimlerin devam etmesi durumunda, göldeki kayıpların (kuruyan Akpınar ve Kepekli Kaynaklarının su potansiyeli ile tarımsal yeraltı suyu çekimleri) toplamı olan 46.5 hm³/yıl suyun Marmara Gölü'ne iletilmesi planlanmıştır. Bu maksatla, 5 pompanın yılda 110 gün çalışması öngörülmüştür. Göl çevresinde tarımsal çekimlerin durdurulması durumunda, göldeki kayıpların (kuruyan Akpınar ve Kepekli Kaynaklarının su potansiyeli) toplamı olan 12.5 hm³/yıl suyun Marmara Gölü'ne iletilmesi planlanmıştır. Bu maksatla, 3 pompanın yılda 50 gün çalışması öngörülmüştür.

5. BULGULAR

Marmara Gölü'nün oluşumunu sağlayan temel su kaynakları, sularını göle boşaltan Akpınar ve Kepekli kaynakları, drenaj havzası içinde göl alanını da kapsayan yeraltı su kütlesi alüvyon akiferden göle boşalan yeraltı suları ve yüzeysel akışla gelen sulardır .Ancak mevcut durumda Göl sularını oluşturan Akpınar ve Kepekli kaynaklarının kuruması, gölün üzerinde yer aldığı yeraltı suyu kütlesi alüvyon akiferdeki yeraltı sularının boşalım kotunun gölün doğal taban kotunun altına düşmesi nedeniyle göl kurumuştur. İklimsel etkilerin yanında, insan kaynaklı etkilerin yani göl çevresindeki tarım arazilerinden kontrolsüz yeraltı suyu çekimi ve Gördes Barajı'nın yapılmasıyla Akpınar Kaynağı'na su aktarımının kesilmesi gölün kurumasında temel etkenler olarak belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında, göl çevresindeki tarımsal sulamalar nedeniyle yıllık 34.05 hm³ yeraltı suyu çekimi yapıldığı belirlenmiştir. Yeraltı su seviyelerinin, kaynakların boşalım kotlarının ve göl doğal alanının zemin kotlarının altına düşmesi nedeni ile kaynaklar ve göl suları kurumayla karşı karşıya kalmıştır. Ekim 2019- Mayıs 2020 aralığında göl hacminde azalma başladığı ve 2022 yılı yazından itibaren gölün tamamen kurduğu gözlenmiştir. Gördes ve Demirköprü Barajlarının son yıllardaki doluluk oranları dikkate alındığında kısa vadede bu barajların dolu savak akımlarından yararlanmak pek mümkün görülmemektedir. Ancak ve Gördes Çayı'nın yapılmasıyla kuruyan Akpınar Kaynağı'nın Marmara Gölü'ne aktardığı 12 hm³/yıl suyun Gördes Barajı'ndan Marmara Gölü'ne bırakılması önerilmektedir. Kayacak Deresinin 32.6 hm³/yıl su potansiyeli bulunmakta ancak bu sular

genel olarak Kumçayı derivasyon hattında yer alan kum ocakları tarafından açılan çukurlarda tutulmakta, yer altına sızmakta ve buharlaşmaktadır.

Su bütçesine hesaplarına dayanarak; müdahalesiz dönem olan 1988-1996 dönemi için gölün minimum hacmi 16.81 hm³ olarak hesaplanmış ve ekolojik olarak sürdürülebilirliğinin sağlandığı minimum hacim olarak kabul edilmiştir. Ancak, insan kaynaklı müdahaleler nedeniyle günümüzde bu hacim sağlanamadığından, Gediz Nehri'nde kirlilik açısından membadaki tedbirler alınarak, Kendirlik Pompa İstasyonu aracılığıyla Gediz Nehri'nden Marmara Gölü'ne su temini önerilmiştir. Göl çevresinde tarımsal çekimlerin devam etmesi durumunda 46.5 hm³/yıl, çekimlerin durdurulması durumunda ise 12.5 hm³/yıl suyun Marmara Gölü'ne iletilmesi planlanmıştır.

Marmara Gölü'nün sürdürülebilirliği ve ekolojik olarak korunması için doğru bir su yönetimi planlaması yapılması ve özellikle Marmara Gölü çevresindeki tarımsal sulamanın doğru yönetilmesi birincil derecede öncelik taşımaktadır. Marmara Gölü çevresindeki tüm tarım arazilerin deki yeraltı sularından yapılan tarımsal su çekimleri kontrol altına alınmalıdır. Bu çalışmalar DSİ tarafından yürütülen Gediz ovası sulama sistemleri rehabilitasyonu ile birlikte ele alınarak Gediz Havzası'nda akış düzenlemelerini de içeren yerüstü ve yeraltı sularının bütünlüklü bir su yönetim planı yapılmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Cezayirlioğlu, C., Çelik, R., Küçük Matcı, D., (2022). Landsat Verileri ve Makine Öğrenme Algoritmaları ile Su Yüzeyi Değişiminin Belirlenmesi ve Tahmini; Marmara Gölü Örneği. Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi. 4(2); 43-52.
- Çelik, S., Luke, C., Roosevelt, C.H., (2022). Ottoman Lakes and Fluid Landscapes: Environing, Wetlands and Conservation in the Marmara Lake Basin, Circa 1550–1900. Environment and History. White Horse Press.
- Güler soy, A. (2013). Marmara Gölü Yakın Çevresindeki Arazi Kullanım Faaliyetlerinin Zamansal Değişimi (1975-2011) ve göl ekosistemlerine etkileri. Türk Coğrafya Dergisi, (61), 31-44.
- Gündüz, O., Şahin, O. G. vee Kazancı, Y., (2022). Su Stresi Altındaki Marmara Gölü'nün Hidrometeorolojik Durumu ve Dinamik Arazi Kullanımının Analizi. Uluslararası Gediz ve Ege Nehir Havzaları Sempozyumu Bildiri Kitabı (GEDIZSYMP2022), 47-57.
- Mann, H.B. (1945). Non-parametric tests against trend, *Econometrica*, 13:163-17
- McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*, Vol. 17, No. 22, pp. 179-183.
- Körbalta, H. (2019). Marmara Gölü Neden Kuruyor?, Kent Akademisi, 12 (39), 3, 441-459.
- Rhino Mühendislik Müşavirlik (2022). Marmara Gölü Yeraltı Suyu Akım Modeli.
- Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., & López-Moreno, J. I. (2010). A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of climate*, 23(7), 1696-1718.
- Thornthwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geographical review*, 38(1), 55-94.