



Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,
The Journal of Social Sciences Institute
Yıl/Year: 2018 – Sonbahar / Autumn
Sayı/Issue: 41 - Sayfa / Page: 183-208
ISSN: 1302-6879 VAN/TURKEY

Makale Bilgisi / Article Info
Geliş/Received: 13.07.2018 Kabul/Accepted: 28.08.2018
Araştırma Makalesi / Research Article

GÖLLERDE SEVİYE DEĞİŞİMLERİ VE NEDENLERİ: VAN GÖLÜ ÖRNEĞİ¹

LEVEL CHANGES AND REASONS IN LAKES: THE EXAMPLE OF LAKE VAN

Arş. Gör. Funda ALTAN AYDIN
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Edebiyat Fakültesi
Coğrafya Bölümü
Fiziki Coğrafya ABD
fundaaltan@yyu.edu.tr

Prof. Dr. Ali Fuat DOĞU
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Edebiyat Fakültesi
Coğrafya Bölümü
Fiziki Coğrafya ABD
dogu@yyu.edu.tr

Öz

Göl seviyelerinde zaman içinde gerek doğal gerekse beşeri kökenli nedenlerden dolayı önemli değişimler yaşanmaktadır. Özellikle son yıllarda etkisini giderek daha çok hissettiğimiz küresel ısınma neticesinde göllerdeki seviye değişimleri daha fazla önem arz etmeye başlamıştır. Yağış, sıcaklık, buharlaşma gibi çeşitli iklim elemanları, genellikle hava basıncı ve rüzgarların neden olduğu seş olayı, akarsular, yer altı suları, tektonik hareketler gibi birçok doğal faktör önemli boyutlarda göl yüzü oynamalarına yol açmaktadır. Aynı

¹ Bu makale Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından “SYL-2016-519” nolu proje olarak desteklenen “Van Gölü Seviye Değişimleri ve Kıyıları Üzerindeki Etkileri” başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

zamanda göllerden sulama amaçlı faydalanma başta olmak üzere antropojenik etkiler de seviye değişimlerinde etkili olan önemli faktörlerdendir. Ülkemizdeki göl seviyelerinde de doğal ve beşeri kökenli birçok faktöre bağlı olarak salınımlar meydana gelmektedir.

Alan itibariyle ülkemizde ilk sırada yer alan ve Nemrut Volkanı'nın Kuvaterner'deki faaliyetleri ile günümüzdeki şeklini alan Van Gölü'nde oluşumundan günümüze önemli seviye değişimleri yaşanmıştır. Yapılan literatür çalışması neticesinde bu değişimlerin birçok nedene bağlandığı görülmüştür. Bu çalışmada çeşitli kurumlardan temin ettiğimiz iklim verileri ve seviye ölçüm verileri kullanılarak gölün asıl seviye değişim nedeninin ne olabileceğine dair bir görüş ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Van Gölü, Seviye değişimleri.

Abstract

There are significant changes in lake levels in time due to natural and human-driven reasons. Especially in the recent years, as a result of the global warming that we are feeling more and more, affected the level changes in the lakes. Various climate elements such as precipitation, temperature, evaporation and many natural factors as seiche event -which are usually caused by air pressure and winds- rivers, underground waters, tectonic movements lead to significantly lake face fluctuations. At the same time anthropogenic effects, mainly benefiting from the lake for irrigation purposes is one important factor in level changes. Oscillations occur due to many natural and human-driven factors in the lake levels in our country as well.

Lake Van, which has the largest lake area in our country, takes its final shape with Nemrut Volcano in the Quaternary. There has been a significant level change in Lake Van from past to present. The literature study shows that these changes are connected with several reasons. In this study, we tried to put forward an opinion about the cause of the original lake level fluctuations by using the climate data and level measurement data obtained from various institutions.

Keywords: Lake Van, Level changes.

Giriş

Çeşitli sebeplerden dolayı dünyadaki göllerin seviyelerinde zaman zaman değişimler gözlenmektedir. Bu nedenlerin başlıcaları; yağış, sıcaklık, buharlaşma gibi iklim elemanları, seş (seiche) olayı, göllere katılan yüzeysel akışlar, yeraltı suları, ve tektonik hareketler ile sulama, içme suyu gibi antropojen nedenlerden dolayı göllerden faydalanmadır.

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'deki göllerde de bahsi geçen etkenlerden dolayı seviye değişimleri gözlenmiştir. Genel olarak ülkemizin kuzeydoğusundaki göllerin seviyeleri artış eğilimindeyken güneybatısındaki göllerin seviyelerinde azalmalar tespit edilmiştir. Ayrıca Türkiye göllerinde en yüksek seviyelere ilkbahar aylarında

ulaşmaktadır. İlkbaharda kuzeybatı ve güneybatıdaki göllerde maksimum seviyelere erişilirken, yaz mevsimindeki yüksek seviyeler genellikle ülkenin doğusundaki göllerde gözlenmektedir (Cengiz & Kahya, 2006, s. 220-221). Bu mevsimsel artış ve azalışlar daha çok meteorolojik parametreler ile sulama ve içme suyu amaçlı faydalanmaların sonucudur. Gerçekten de ülkemizde Van, Beyşehir, Eğirdir, Burdur, Ladik, Konya Obruk, Marmara gibi birçok gölün seviyesinde bahsi geçen sebeplere bağlı olarak önemli salınımlar yaşanmaktadır.

Doğu Anadolu Bölgesi'nin en büyük su kütlesini oluşturan Van Gölü'nde geçmişten günümüze kadar önemli seviye değişiklikleri meydana gelmiştir. Bu değişimlerin en iyi kanıtı ise göl çevresinde çeşitli seviyelerde bulunan taraça depolarıdır.

Çok eski dönemlerden itibaren seviye değişimlerine sahne olan Van Gölü'nde şüphesiz bu farklılıkları tek bir değişkenle açıklamak mümkün değildir. Konuya ilişkin literatürler incelendiğinde seviye değişimlerinin sebebi üzerine ortak bir kanının olmadığı da görülmektedir. Bu çalışmada gerek literatür taraması gerekse DSİ ve MGM'den elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda Van Gölü'nde meydana gelen seviye değişimlerinin nedenleri incelenmiştir.

1. Göllerde Seviye Değişimlerinin Temel Nedenleri

Özellikle son yıllarda tüm dünya ile paralel olarak yaşanan iklim değişikliği nedeniyle göllerin seviyelerinde önemli değişimler olmuştur. Bu değişimler sığ göllerde ve derin çanaklı göllerde farklı sonuçlar doğurmaktadır. Küresel ısınma nedeniyle sığ göller bazen tamamen kurumakta iken derin göllerde sadece az bir kıyı çekilmesi görülmektedir.

Göllerin su miktarında meydana gelen değişimlere neden olan faktörleri *doğal* ve *beşeri* kökenli olmak üzere iki grupta incelemek mümkündür.

Göllerde seviye değişimlerine neden olan doğal faktörlerin başında şüphesiz "*iklim olayları*" gelmektedir. Yağış, sıcaklık ve buharlaşma başta olmak üzere çeşitli iklim elamanları göllerin seviyelerinde belirli dönemlerde artış ve azalmalara neden olmaktadır. Yağış, doğrudan göl yüzüne düşerek o esnada seviyenin yükselmesine yol açabilmektedir. Ayrıca gölün çevresindeki alanlar ile göle dökülen akarsulara karışan yağmur suları bir müddet sonra göle ulaşarak daha sonraki süreçte de göl seviyesinde oynamalar meydana getirmektedir. Özellikle kar şeklindeki yağışların bu oynamalardaki etkisi kayarak sonraki birkaç yılın seviye yükselmesinde kendini gösterir. Çünkü yıl

içerisinde yağın karın erimesi ve yeraltı sularına karışarak göle ulaşması bir veya bir sonraki yıla sarkabilmektedir.

Sıcaklıkların arttığı ayların veya sıcaklık ortalamasının daha yüksek olduğu senelerin göl seviye salınımlarına etkisi oldukça önemlidir. Nitekim sıcaklıkların artması ile birlikte buharlaşma da en yüksek düzeye ulaşmakta ve böyle dönemlerde göllerin kotunda alçalmalar gözlenmektedir. Rüzgârların neden olduğu değişimler ise aşağıda "seş" başlığı altında değerlendirilmektedir.

İklim elemanları dünyada olduğu gibi ülkemizdeki pek çok gölde de meydana gelen seviye oynamalarının doğal kökenli en temel nedenlerindedir. Gerçekten de Türkiye'nin ikinci büyük gölü olan Tuz Gölü'nde birtakım beşeri kökenli sebeplere bağlı olarak (tarımda sulama amaçlı yer altı sularının bilinçsiz kullanımı, yer üstü suları üzerine barajların yapımı); ancak daha çok yağışlardaki azalmalar neticesinde seviye giderek azalmaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, 2014, s. 93). Ülkemizin Beyşehir Gölü'nden sonra ikinci büyük tatlı su gölü olan Eğirdir'de ise iklimdeki değişkenlere bağlı olarak zaman zaman artış ve azalmalar gözlenmektedir (Görmüş, Uysal, & Uysal, 2010, s. 47). Kovada Gölü'nde özellikle yağış ile paralel doğrultuda seyreden göl yüzü oynamaları tespit edilmiştir. Nitekim özellikle son yıllarda sıcaklıklarda artış, yağış miktarındaki azalmaların neticesi Kovada Gölü'nde 'su kaybı' olmuştur (Bahadır, 2012, s. 451). Akşehir Gölü de yağıştaki azalmanın yanı sıra buharlaşmadaki artışla beraber alan kaybetmektedir (Bahadır, 2013, s. 258-259). Van Gölü'nün güneydoğusunda, İran sınırları içinde yer alan ve Van Gölü gibi kapalı karakterdeki Urmiye Gölü de yüzey alanının önemli bir bölümünü kaybetmiş durumdadır. 2012 yılı itibarıyla %70 oranında kuruduğu belirtilen gölün esas küçülme nedeni UNEP (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)'in çalışmalarına göre tüm dünyada olduğu gibi İran'da da etkisini gösteren küresel ısınmadır (Maden, 2013, s. 99-100). Ancak, göl üzerine yapılan bir karayolu da gölün ikiye ayrılıp daha sığ olan kuzey bölümünün kurumasını hızlandıran bir etki yaratmıştır. Sonuç olarak, meteorolojik parametrelerin göllerin seviye değişimleri üzerindeki etkileri yukarıda bahsettiğimiz örneklerde olduğu gibi alçalma ve yükselme şeklinde kendini göstermektedir.

Gölün bir yarısında yükselme, diğer yarısında alçalma şeklinde meydana gelen harekete literatürde "seiche"(Fr.) denilmektedir. Seiche hareketi uzunca bir süre tekrarlanır ve art arda ritmik dalgalanmalar meydana gelir. Salınımın neden olan seviye değişimleri bir tahterevallî hareketini andırır. Bu şekilde meydana gelen göl yüzü oynamalarına

"ilerlemeyen dalgalar", "duran dalgalar", "sabit dalgalar" da denir (İzbrak, 1990, s. 221).

Seiche olayı daha çok hava basıncı, rüzgârlar gibi meteorolojik faktörlere bağlı olarak meydana gelmekle birlikte sismik aktivite gibi iç kuvvetler de oluşumuna sebebiyet vermektedir (Rabinovich, 2009, s. 194). Seiche hareketinde hava basıncı, rüzgârlar, kasırgalar, ani fırtınalar ve sismik bir hareket gölün sadece bir bölümünde etkili olmaktadır. Bu olaylar neticesinde de gölün enine ve boyuna eksenlerinde yükselmeler ve alçalmalar meydana gelir. Gölün yarısında alçalma, diğer yarısında ise yükselme oluyor ve bu salınımlar bir orta nokta çevresinde meydana geliyorsa buna "*tek düğümlü hareket*" denir. Gölün karşılıklı olarak her iki kıyısında alçalma yaşanırken orta kesimde yükselme gözleniyorsa "*çift düğümlü hareket*" adı verilir (İzbrak, 1990, s. 221).

Seiche olayının neden olduğu yüzey salınımları birçok gölde gözlenmiştir. Çoğu kez çıplak gözle fark edilemeyen hareket "limnimetre" yardımı ile ölçülmektedir (İzbrak, 1990, s. 222). Göllerdeki seiche hareketi oldukça kısa bir sürede meydana gelebilmekte ve bu süreç zarfında göl seviyelerinde önemli derecede ani artış ve azalmalar gözlenebilmektedir. Örneğin dünyanın en büyük tatlı su havzasında yer alan ve aynı zamanda dünyanın en büyük tatlı su gölü olan Superior Gölü'nde 13 Temmuz 1995'te on beş dakika içerisinde su seviyesi 1 metre kadar düşmüş ve daha sonra yeniden yükselmiştir. Yine Büyük Göller grubunda bulunan diğer dört gölde de (Michigan Gölü, Huron Gölü, Ontario Gölü ve Erie Gölü) zaman zaman seiche hareketine bağlı olarak sadece birkaç dakika ya da saat içerisinde 4-5 metreyi bulan seviye değişimleri gözlenmiştir (www.wikipedia.com, 2016). Nitekim Erie Gölü'nde gerek sığ olduğu için gerekse göl çevresinde güçlü rüzgar faaliyetleri etkisini yoğun hissettirdiği için 1979 yılında 4.3 metreyi bulan seviye değişimleri kayıt altına alınmıştır (www.islandnet.com, 2016). K. C. Heidorn Büyük Göller'de meydana gelen seiche hareketinin kökeninin sismik aktivite ya da gel-git değil, atmosferik olduğunu belirtmiştir (Heidorn, 2016). Ancak sismik aktivite bakımından hareketli bölgelerde yer alan göllerde bu aktiviteye bağlı olarak da seiche olayı meydana gelmektedir. Örneğin tarih içerisinde Tahoe Gölü'nde seiche ve tsunamiye bağlı olarak su seviyesinde 3 metreden 10 metreye kadar değişim gözlenmiştir. Hala göl seviyesinde iki faktöre bağlı olarak ciddi değişimler gözlenebileceği için acil durumlarda uygulanabilecek planlamalar yapılmalıdır (Ichinose & Anderson, 2000, s. 1).

Bunun dışında Cenevre (Leman), Baykal, Starnberg (Würmse), Flathead, Chiemsee, Constance (Boden), Garda göllerinde

ve geçmiş dönemlerde Aral Gölü'nde seiche hareketine bağlı olarak su seviyelerinde kabarmalar ve alçalmalar gözlenmiştir (İzbırak, 1990, s. 221). Türkiye'de ise hareketin kaydedildiği veya gözleendiği herhangi bir göl bulunmamaktadır. Ancak, ölçüm yapılmısa da Van Gölü gibi alan olarak büyük ve zaman zaman şiddetli rüzgârların etkisinde kalan göllerde seş olayının teorikte var olduğunu söylemek yanlış olmaz. Yukarıda oluşumundan ve örneklerinden bahsedilen ve sularda ani dalgalanmalara neden olan *duran dalgalar* kıyıya önemli zararlar verebilmekte, özellikle gemilerin önemli hasarlar görmesine neden olmakta ve hareketin devam ettiği süreç boyunca hayatı sekteye uğratmaktadır.

İklim olayları ve seiche dışında göllere yüzeysel akış ile katılan akarsular, sızma yoluyla karışan yer altı suları, tektonik hareketler ve karstik su giriş-çıkışlarının da göl yüzü oynamalarındaki etkisi oldukça önemlidir. Nitekim "*akarsular*" göllerin hidrolojik bütçesini besleyen en önemli unsurlardandır. Özellikle yağışlı dönemlerde göl yüzüne doğrudan düşen yağışların yanı sıra bu dönemde akarsuların debilerinde meydana gelen artışların etkisiyle göllerin seviyeleri yükselmektedir. Aynı zamanda karların eridiği dönemler de akımdaki artışa dolayısıyla kabarma şeklinde kendini gösteren salınımlara yol açmaktadır. Ancak akarsuların göl seviyelerinde yükselme şeklinde yapmış olduğu değişim hemen yağışlı döneme tekabül etmeyebilir. Nitekim özellikle uzun bir yol kat ederek göle ulaşan akarsular, karların erime döneminde meydana gelen debi artışlarının etkisi göllerde gecikmeli bir seviye yükselmesine yol açmaktadır. Yağışın az, sıcaklıkların fazla olduğu kurak yıllar ya da yaz aylarında ise akarsuların taşıdığı su miktarı azalmakta, dolayısıyla hem yağış azlığına hem de akarsuların taşımış olduğu su miktarındaki azalmaya paralel olarak göllerin seviyeleri alçalmaktadır.

Türkiye'nin akarsu akımları üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde Kahya ve Kalaycı yapmış oldukları analizler doğrultusunda ülkenin batısındaki akarsularda azalma eğilimi olduğunu ifade ederken doğudaki akarsu havzalarında artış ya da azalma yönünde eğilim olmadığını belirtmişlerdir (Kahya & Kalaycı, 2004, s. 128). Yine benzer sonuçların ortaya konulduğu bir diğer çalışmada ülkemizin Trakya, batı, orta ve güney bölgelerindeki yıllık ortalama akımlar ve taşkınlarla anlamlı bir azalma saptanmıştır (Bayazit, Cıgızoğlu, & Önöz, 2002, s. 6). Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından yapılan çalışmada ise batı kesimlerdeki azalmaya karşın kuzey ve doğuda artış eğilimi tespit edilmiştir (Büyükyıldız & Yılmaz, 2011, s. 1070).

Göl seviye salınımları üzerinde etkili olan bir diğer değişken de şüphesiz "*yer altı suları*"dır. Sızma yoluyla yer altı sularına karışan

yağmur ve eriyen karların suları gölün kotunun yükselmesinde yüzey sularına göre daha gecikmeli etkiye sahiptir. Ülkemizde birçok göl çevresinde yer altı suyu seviye gözlem kuyularının eksikliği bu değişkenin göl seviyelerine olan etkisini somut ifadelerle belirtmeyi güçleştirmektedir. Yine de yeraltı suları, yağışlı dönem ve akarsularda debi artışının yaşandığı devreye kıyasla göl seviyelerinde daha gecikmeli bir artışa neden olmaktadır.

Göl salınımlarının bir diğer sebebi de "*tektonik hareketler*"dir. Gerçekten de göl tabanında veya çevresinde mevcut olan faylanma bu alanlarda yol açacağı alçalma ya da yükselme faaliyeti ile ani göl salınımlarına neden olabilir. Örneğin Bolu deprem hattı üzerinde bulunan Abant Gölü Havzası'nda bugünkü göl seviyesinin üzerinde taraçalar bulunmaktadır. Göl tabanının mevcut seviyesine kadar derinleşmesinin ve göl seviyesinin alçalmasının tektonik hareket ile bağlantılı olduğu olası ihtimaller arasındadır (E., Lahn, 1951, s. 118). Ayrıca epirojenik hareketler ile göl tabanının çanak şeklinde alçalması da seviye alçalmasına neden olabilir.

Bunun dışında litolojik farklılık, karstik yollarla göllere sağlanan girdiler ve göl tabanında karstik çıkışların bulunması da seviye değişimlerinin yaşanmasına neden olmaktadır.

Doğal faktörlerin yanı sıra beşeri kökenli faktörler de göl yüzü oynamalarında önemli değişikliklere sebebiyet vermektedir. Göllerin seviyelerini daha çok alçaltma eğiliminde olan, aynı zamanda göl ekosisteminin bozulmasına neden olan "*antropojenik etkenler*", kuşkusuz göllerdeki su bütçesinin en önemli negatif unsurlardandır. Bu etkenlerin başlıcaları ise; içme ve çeşitli amaçlarla kullanma suyu olarak göllerden yararlanma, gölü besleyen akarsular üzerine yapılan barajlar veya bu akarsuların akış güzergâhlarının değiştirilmesidir. Bunun yanı sıra yapılan müdahaleler bazen de göllerin seviyeleri yükselmektedir.

Ülkemizde yukarıda bahsi geçen sebeplere bağlı olarak birçok gölün seviyesinde değişimler kaydedilmiştir. Örneğin Göller Yöresi'nin en büyük göllerinden olan ve son 20 yılda sularını yaklaşık dörtte bir oranında kaybeden Burdur Gölü'nde bu değişiminin temel nedeni, gölü besleyen akarsuların debilerinde görülen azalmadır. Akarsu akımlarındaki bu azalma, suların önemli kısmının baraj ve göletler aracılığıyla plansız bir şekilde tarım alanlarına aktarılması ile ilgilidir (Ataol, 2010, s. 77-90). Eğirdir Gölü suları ise Kovada Kanalı boyunca sulama yapılması nedeniyle azalmıştır (Görmüş, Uysal, & Uysal, 2010, s. 52). Doğal bir set gölü olan Marmara Gölü 1932'de yapımı başlatılan yapay kanallar ve setlerle baraj gölü konumuna geçirilmiştir. Yapılan set ve kanallar kış mevsiminde göl seviyesinin yükselmesine, yaz

mevsiminde ise sulama amaçlı kullanımdan dolayı seviyenin düşmesine neden olmaktadır. Günümüzde Marmara Gölü suları daha çok DSİ tarafından hazırlanan Ahmetli Sulaması kapsamındaki tarım alanlarının önemli bölümünü sulamak için kullanılmaktadır. Aynı zamanda göl sularından başka bölümlerde de kanallar vasıtasıyla ovaları sulamak amacıyla yararlanılmaktadır. Bu şekilde yapay kanallar ve setlerle yükseltilen bununla birlikte suların büyük kısmı sulama amaçlı kullanılan ve önceden acı olan Marmara Gölü suları bu işlemler neticesinde tatlılaşmıştır (Gülersoy, 2013, s. 33-34).

Antropojenik nedenlere bağlı olarak göl seviyesinde meydana gelen alçalma doğrultusundaki değişimin dünyadaki en trajik örneği ise kuşkusuz Aral Gölü'dür. Kazakistan ve Özbekistan sınırları içerisinde kalan ve 1960'lı yıllara kadar alan itibariyle dünyada dördüncü sırada yer alan göl, günümüzde sularının %90'ını kaybetmiş durumdadır. Sovyetler Birliği döneminde Özbekistan ve Kazakistan'daki pamuk rekoltesini yükseltmek için Aral Gölü'nü besleyen Seyhun (Siri Derya) ve Ceyhun (Amu Derya) nehirlerinin suları yön değiştirilerek pamuk tarlalarına gönderilir. 1987'ye gelindiğinde azalan su varlığı nedeniyle göl, kuzey ve güney olarak ikiye ayrılmıştır. Zaman içerisinde güneydeki gölün de önemli bir kısmı tamamen kurumıştır. Son yıllarda ise kuzeydeki göl kurulan barajlar vasıtasıyla toparlanmaya başlamıştır (Synnott, 2015).

Marmara Gölü ve Aral Gölü'nün kuzey kesiminde olduğu gibi yapılan setler, kanallar veya barajlar yoluyla göllerin seviyelerinde artışlar yaşanmaktadır. Yine Samsun'da tektonik bir depresyon içerisinde yer alan ve geçmiş dönemlerde yaz mevsiminde çekilmenin olduğu Lâdik Gölü'nün de yapılan setler ve DSİ'nin müdahaleleri neticesinde bazı kesimlerinde alanı yükseltilmiştir (Bulut, 2012, s. 118-119).

2. Van Gölü Seviye Değişimleri

Van Gölü, Nemrut Volkanı'nın Kuvaterner'deki faaliyetleri sonucunda oluşan Rahva Düzlüğü'nün o dönemde birleşik durumdaki Van-Muş Depresyonu'nu ayırması ve sahada daha önceden var olan akarsu şebekesinin önünü keserek suların bu kesimde birikmesi sonucunda oluşan Van Gölü, lav seddi gölleri grubunda yer almaktadır (Eriñç, 1953, s. 66).

Van Gölü alan bakımından dünyada dördüncü, Türkiye'de ise ilk sırada gelmektedir. Ayrıca göl, dünyanın en büyük sodalı gölü olma özelliğine sahiptir. Yüzölçümü 3614 km² olan gölün hacmi 607 km³'tür. (Kempe, Khoo, & Gürleyik, 1978, s. 30). Göl, kapalı karakterdeki Van

Gölu Havzası'nın batı kesiminde bulunmaktadır. 17.902 km² lik² alanıyla havza büyük oranda Van İli sınırları içerisinde kalırken batıda dar bir kısmı Bitlis İli sınırları içerisinde yer almaktadır.

Van Gölu oluşumundan itibaren seviye değişimlerine sahne olmuştur. Bu konuda yapılan çalışmalara bakıldığında salınımların farklı birçok faktöre bağlandığı görülmektedir. Bunların başlıcaları; güneş aktivitesindeki değişim, iklim elamanları, göl tabanında sızma ve su kaçakları, tektonik hareketler, yeraltı suları olmakla beraber ağırlıklı görüş *iklim elamanları* ile *göl yüzü oynamaları* arasında sıkı bir ilişkinin olduğudur.

Nitekim Kempe ve arkadaşları tarafından yapılan araştırma neticesinde Van Gölu seviyesi ile güneş aktivitesi arasında doğrudan bir ilişki olduğu ifade edilmiştir. Çalışmaya göre güneş aktivitesinde meydana gelen artış bir sonraki yıl seviyenin yükselmesine neden olmaktadır. Ekip Tatvan'da yapmış olduğu 30 yıllık verileri kapsayan analizde (1944-1973) güneş lekelerinin sayısı ile göl seviyesi arasında paralellik tespit etmiştir (Batur, 1996, s. 79).

Kadioğlu; Van Gölu su seviyesinin yükselme nedenini yerel iklim elemanlarındaki değişime bağlamaktadır. Aynı şekilde Gürel (GÜREL, 1995, s. 45) bir istisna dışında (günümüzden 7500-4500 yıl önce iklim şartlarının seviyeyi yükseltmesi gerekirken Tatvan Baseni'nin 200 m derinlik çizgisinin altına düşmesi) göldeki seviye oynamalarının iklimin denetiminde olduğunu ortaya koymuştur (Kadioğlu, 1995, s. 21).

Kaynak; 1990'lı yıllardaki yükselimin mevsimlik salınımları içererek, fakat ondan bağımsız olarak gerçekleştiğini, bu artışın sebebinin göl suyunun bileşiminde saklı olduğunu ifade etmektedir. Bu çalışmada iklim elemanlarına bağlı kalmadan alçalıp yükselen tektonik göllerin tabanlarında tektonik su kaynaklarının bulunduğu değinmiştir. Van Gölu'nün seviyesi yükseldikçe tabanından göle basılan suyu engelleyen basınç da artmakta ve bu basınç daha az suyun yeryüzüne çıkmasına yol açmaktadır. Böylece buharlaşma ile yeraltı suyu ve akarsu katılımı, yağış, siltasyon dengelenmektedir (Kaynak, 1995, s. 93).

Tuna ise 1944-1995 arasındaki ana yükselme sebebinin volkanik araziden akarak göle karışan suların, göl suyunun kimyasal özellikleri veya volkanik bölgelerdeki su kaçaklarının bu kesimlerden sızarken kazandığı kimyasal özellikler nedeniyle zamanla sızma yollarını ve su kaçak yollarını tıkamasını şeklinde açıklamıştır (Tuna, 1995, s. 130).

² Havzanın alanı gölün hemen doğusunda yer alan Erçek Gölu Havzası da dahil edilerek hesaplanmıştır.

TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası tarafından yayınlanan raporda Van Gölü'ndeki su miktarının artması veya azalması göle gelen yüzeysel sular, göl yüzeyine düşen yağışlar, göl yüzeyindeki buharlaşmalar ile yeraltı suyu beslenme ve kaçaklarına bağlanmıştır. Raporda yağışların az, buharlaşmanın çok olduğu kurak yıllarda seviyenin düştüğüne, yağışların çok, buharlaşmanın az olduğu yıllarda ise seviyenin yükseldiğine değinilmiştir (Gürer & Yıldız, 1996, s. 27).

Batur ise özellikle 1987 ve 1988'de göle düşen yağış miktarı ile paralel olarak göl seviyesinin arttığını, 1989 ve 1990'da yağış miktarındaki azalmayla seviyenin de azaldığını belirterek meteorolojik parametreler ile göldeki salınımlar arasında bağlantı olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca kar yağışlarının tamamının yüzeysel akış ile göle ulaşmadığı, bir kısmının sızma ile yeraltı suyuna karıştığı ve o yıl olmasa da sonraki birkaç yılda mutlaka göl seviyesini artış doğrultusunda etkileyeceği değinilen diğer bir noktadır. Yine aynı çalışmada göl seviyesindeki yükselmenin tektonik hareketler veya güneş lekeleri ile ilgili olmadığı doğrultusunda değerlendirme yapılarak Kempe ve arkadaşları tarafından ortaya konulan güneş aktivitesindeki artış ile Van Gölü seviye yükselmesi arasındaki pozitif ilişki çürütülmüştür (Batur, 1996, s. 35).

Düzen, 1960-2009 yılları arasında Van Gölü'ndeki yeraltı suyu girdisini hesaplayarak gölün yıllık su seviye ve hacim farkları ile akım, yeraltı suyu ve yağış arasındaki ilişkileri sırasıyla 0.905, 0.866, 0.783 korelasyon katsayıları ile ifade etmiştir. Buharlaşma ile yıllık su seviye farkı arasındaki ilişki ise 0.306 korelasyon katsayısı ile temsil edilmektedir. Böylece Van Gölü seviye değişimlerini yağış, akarsu akımı ve yer altı sularının kontrol ettiğini belirtmiştir (Düzen, 2011, s. 100-101).

Sezen, Van Gölü seviye değişimleri ile yağışlar arasındaki ilişkiyi ortaya koyduğu çalışmasında ikili arasında pozitif bir ilişki bulunduğunu, özellikle havzaya düşen yağışın 1-2 ay sonra seviyenin yükselmesine yol açtığını ifade etmiştir (Sezen, 1996, s. 62-63).

Erol ise yapmış olduğu çalışmada gölün salınımları ile iklim arasında ilişkiye rastlanmadığını, ancak sadece 1985 -1995 yılları arasında artan yağışlara göl seviyesinin de artış şeklinde tepki verdiğini belirtmiştir (Erol, 1996, s. 51).

Yine İnandık, Saraçoğlu ve Gürbüz tarafından yapılan çalışmalarda da Van Gölü su seviyesi ile yağış, kar erimeleri ve sıcaklık arasında sıkı bir ilişki olduğu vurgulanmıştır (İnandık 1971; Saraçoğlu 1990; Gürbüz 1994).

Yapılan incelemelerde farklı görüşler olmakla birlikte Van Gölü su seviye değişimleri ile meteorolojik değişkenler arasında sıkı bir ilişki olduğu kanısı çoğunluktadır.

2.1. Pleistosen Dönemi Van Gölü Seviye Değişimleri

Oluşum bakımından 600 bin yıllık bir tarihe sahip olan Van Gölü'nün geçmişten günümüze önemli seviye değişimlerine sahne olduğu yapılan çeşitli araştırmalarda ortaya konulmuştur. Kuvaterner'de meydana gelen kısa süreli iklim salınımları tüm dünya deniz ve göllerinde olduğu gibi Van Gölü'nde de önemli salınımların yaşanmasına neden olmuştur. Özellikle Pleistosen'de son buzul çağı olan Würm'de yağışlı geçen Plüvyal Devre içerisinde Anadolu bütün göllerin seviyelerinde önemli boyutlarda artışlar gözlenmiş, hatta bazı kapalı havzalar göllerle işgal edilmiştir. Yapılan çalışmalar bu dönemde Van Gölü'nde bugünkü kotuna nazaran yaklaşık 70-72 metre artış olduğunu ortaya koymaktadır (Atalay, 1989, s. 9).

Eski dönemlerden bu yana önemli salınımların yaşandığı Van Gölü'nde bu değişimin en iyi kanıtı bugün göl çevresinde farklı seviyelerde yer alan taraça depolarıdır. Taraçalar tüm göl çevresinde mevcut olmakla beraber daha çok akarsu ağızlarında ve bazı kıyı ovalarının kenarlarında belirginlik kazanmaktadır. Sahada var olan taraçalar üzerinde birçok araştırmacı çalışmalar yapmış, farklı yaşlandırma yöntemleri kullanılarak taraçaların yaşları, dolayısıyla Van Gölü'nde meydana gelen artış ve azalışların yılları tespit edilmeye çalışılmıştır. Ağırlıklı görüş taraçaların Pleistosen'de oluştuğu doğrultusundadır. Ancak taraçaların yükseltisi konusunda oldukça farklı tespitler mevcuttur (Gürbüz, 1994, s. 14).

Nitekim Lahn, göl çevresinde bulunan taraçaların, Pliyosen ve Kuvaterner'de bu alanı işgal eden gölün izleri olduğunu ileri sürmekte ve bu taraçaların Van'ın güneyinde Edremit yolu üzerinde 1740-1750 metrelerde görüldüğünü ifade etmektedir. Dolayısıyla eski Van-Muş gölünün seviyesi Rahva Seddi ile kapalı bir özellik kazanan bugünkü Van Gölü seviyesinden daha yüksektir. J.H. Maxson gölün batı kesiminde 70, 80 metre yukarıda taraçalar bulunduğunu belirtirken F. Bobek gölün güneyinde gölden sırasıyla 15, 25 ve 75 metre yukarıda taraçaların varlığından bahseder (Lahn, 1948, s. 58-60).

F. Oswald, göl çevresinde eski kıyı çizgileri ile taraçalara rastlamıştır. Oswald'a göre bu kıyı çizgilerinin nisbi yüksekliği sırasıyla 4.50, 12.20 ve 30 metredir. Ardel ise "Van Gölü" isimli çalışmasında gölün doğusunda nisbi yüksekliği 12metre, 25-30 metrelerde taraçalar ile yine 12 metrede eski kıyı çizgisi olduğunu belirtmiştir. Bahsi geçen taraçaların her biri Pleistosen'de Plüvyal Devre içerisinde görülen

yağışlı dönemin eseridir. Ayrıca Ardel bu yağışlı dönem içerisinde gölün seviyesinin yaklaşık 45 metre daha yüksek olduğunu belirtmiştir. (Ardel, 1944, s. 214) Erinç de aynı dönemde meydana gelen seviye artışı neticesinde gölün neredeyse bütün çevresinde 10-15, 25-30 ve 45-50 metre yükseltilerde Dilüvyal(Pleistosen) taraçalar ve depoların olduğunu ifade etmiştir (Erinç, 1953, s. 66).

Schweizer göl çevresinde dört aşınım ve dolgu taraçası tespit etmiştir. Bu taraçalar gölün o dönemdeki seviyesine nazaran 12, 30, 55 ve 80 metre yüksekte bulunmaktadır. Sahada 30 ve 80 metre taraçalarına kıyasla 12 ve 55 metre taraçaları oldukça belirgindir. Schweizer belirtilen taraça kademelerinden en yüksekte yer alanın (+80 metre) Riss/Würm interglasyelinde, en alçakta yer alan (+12 metre) taraçanın ise Würm'de yaşanan seviye artışı sonucunda oluştuğunu öngörmüştür. +30 ve +55 metre taraçaları ise yine Son Buzul Çağı I ve II fazında yaşanan soğuk dönem geçişlerine tekabül etmektedir (Doğu vd., 2013, s. 727).

Valeton, 1978'de yapmış olduğu çalışmada göl çevresinde 1720-1730, 1700, 1680, 1670, 1660, 1655 metre yüksekliklerde taraçaların varlığından, en yüksek seviyedeki 1720-1730 metre taraçasının yaşının ise Üst Pleistosen olduğundan bahsetmiştir. Ayrıca aynı çalışmada göl sularında Üst Pleistosen'de meydana gelen 1720-1730 metreye kadar yükselmenin olduğu, daha sonra gölün şimdiki seviyesinde en az 340 metre alçalmanın meydana geldiği, dolayısıyla su altında da taraçaların varlığı işaret edilmektedir (Gürbüz, 1994, s. 14).

Kempe vd. tarafından 2002 yılında Güzelsu civarında yapılan çalışma ile o günkü göl seviyesinden 1674 ve 1676 metre yüksekte bulunan taraçadan alınan bitki kalıntılı kesit ¹⁴C metodu ile yaşlandırılmıştır. Alınan bu örneklerin yaşları 17.250 ve 17.550 olarak tespit edilmiştir. Bu tarihler stratigrafik sıralamayı doğru göstermediği, alınan bitki örneklerindeki yeniden tortullanmanın daha eski dönemlere ait olması gerektiği düşüncesi ile ¹⁴C metodu kalibre edilmiş ve kalibrasyon eğrisi sonucunda yeni yaş günümüzden önce 20.34 bin olarak tayin edilmiştir (Kempe, Landmann, & Müller, 2002, s. 110).

2003 yılında Wick vd. tarafından yapılan çalışmada her ne kadar seviye değişimleri ilgili pek fazla sayısal değerler verilmese de jeokimyasal ve polen verilerinden yola çıkarak iklim şartlarındaki değişimler sonucunda yaşanan alçalma ve yükselmelerden bahsedilmiştir. Buna göre Son Buzul Dönemi'nde Van Gölü çevresinde kurak koşullar hâkimdir. Bunun da en güzel kanıtı kalıntularına ulaşılan kurak iklimin bitki türlerinden olan Artemisia'dır. Lemcke'nin (1996) belirttiği üzere Pleistosen sonunda daha soğuk ve kurak koşulların

hâkim olduğu Genç Dryas içerisinde göl çevresinde daha önceki nemli dönemlere nazaran az sayıda ağaç hâkimdir ve bu dönemde göl güncel kotundan ortalama 260 metre daha aşağıda yer almaktadır (Wick, Lemcke, & Sturm, 2003, s. 673).

Ayrıca Paleovan çalışmaları kapsamında Litt ve ark. tarafından yapılan sondaj çalışmaları neticesinde 420 metre derinliğe kadar 10 farklı lokasyondan karotlar alınmış ve yaş tayini için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Yapılan bu karot daha önceki sondajlardan oldukça eskiye, Son Buzul Maksimumu'na kadar gitmektedir (Litt vd, 2009, s. 718).

Doğu vd tarafından yapılan çalışmada göl çevresinde T1, T2, T3 ve T4 olmak üzere 4 taraça sistemi ortaya konmuştur. Bunlarda T1 taraçası yapılan gruplandırma içerisinde en eski taraça olup Karasu vadisi ve Zilan vadisinin üst kesimlerinde 1755/1745 metre yükseklikte yer almaktadır. T2 taraçası Zilan, Bendimahi, Karasu ve Kotum vadilerinde 1726/1724 metre yüksekliklerde gözlenmiştir. Ayrıca 1721/1720 metrelerde de T2 taraçalarına rastlanılmaktadır. T3 taraçası iki ana taraçadan oluşmaktadır. Bu grupta daha yüksekte (1696/1693 m) yer alan taraçalar sadece Zilan ve Karasu vadilerinde gözlenmiştir. 1689)1686 metrelerde yayılım gösteren daha alçak ikinci grup ise Engil, Karasu, Bendimahi ve gölün kuzeydoğu kıyılarında bulunmaktadır. Oluşumları lokal olan ve bu gruplandırma içerisinde diğer 3 sınıfa nazaran en alçakta yer alan T4 taraçaları göl çevresindeki bütün vadi ağızlarında görülmektedir. T4'ün 1670/1667 ve 1661/1659 ile 1656/1654 metre olmak üzere iki farklı seviyesi bulunmaktadır. Bahsi geçen 4 taraça sisteminin çeşitli yöntemlerle yaşlandırılması yapılmış ve her birinin farklı tarihlerde olmakla beraber günümüzden 12 bin yıl önce, dolayısıyla Pleistosen içerisinde oluştukları ifade edilmiştir (Doğu vd, 2013, s. 745).

Kuzucuoğlu vd. Van Gölü'nde yaşanan 4 transgresyon ve her bir transgresyon evresi sonunda düşük göl seviyesi, dolayısıyla artan akarsu aşındırması ve taraça oluşumu ile sonuçlanan regresyon varlığından söz etmişlerdir. En eski transgresyon 1755 metrede bulunmuş ve yaşının da GÖ 105 bin yıl öncesine dayandığı tespit edilmiştir. GÖ 100 bin yaşında olan ikinci transgresyona ise 1730/1735 metre seviyelerinde ulaşılmıştır. 1700 ve 1705 metrelerde olan iki genç transgresyondan ilkinin yaşı GÖ 26 bin/24 bin, ikincisinin yaşı ise GÖ 21 bin/20 bin olarak tespit edilmiştir. Bu şekilde oldukça uzun bir geçmişe sahip olan Van Gölü seviye değişimleri temelde iklim salınımlarına dayanmakla birlikte tektonik, karstik kökenli faktörler ile bir volkanik akıntının akarsu vadisini doldurması veya erozyona bağlı olarak da meydana gelmiş olabilir (Kuzucuoğlu vd, 2010, s.1136).

2.2. Holosen Dönemi Van Gölü Seviye Değişimleri

Her ne kadar Van Gölü seviye değişimlerini kanıtlayan ve çeşitli yükseltilerde bulunan eski göl taraçalarının oluşumu ağırlıklı olarak Pleistosen'e dayandırılmakta ise de mevcut taraçaların bir kısmının Holosen yaşlı olduğuna dair birtakım araştırma bulguları vardır.

Nitekim Kempe ve Degens 1974 yılında göl tabanındaki 14 istasyondan alınan karotlara bağlı olarak gölün geçmişine dair yorumlamalarda bulunmuşlardır. Yapılan incelemelerde en uzun karot sadece Holosen'e dair bilgiler vermektedir (Akköprü, 2011, s. 18). Farklı istasyonlardan alınan bulgulara göre M.Ö. 6400 yılında göl seviyesi güncel kotuna nazaran ortalama 340 metre daha aşağı seviyelerde yer almaktadır. M.Ö. 4000 yılında göl seviyesi bu dönemden 500 yıl öncesine kıyasla 200 metre kadar yükselmiş, bu dönemde gölün doğu kesiminde geniş bir alan taşkına uğramıştır. Ayrıca aynı dönem gölde normal sedimantasyon sürecinin başladığı zamana tekabül etmektedir. M.S. 200'de ise göl seviyesinde günümüze göre 30-40 metre düşüş yaşanmış, daha sonraki dönemlerde iklimdeki serinlemeye bağlı olarak seviye yükselme eğilimine geçmiştir (Özdemir, Konyar, Ayman, & Avcı, 2013, s. 966).

Degens vd. (1978), Kempe ve Degens(1978) ile Van Zeist ve Woldring(1978) tarafından yapılan çalışmalarda Holosen içerisinde Van Gölü'nde yaşanan seviye değişimleri incelenmiştir. Buna göre M.Ö. 8000 yılına kadar göl seviyesi güncel kotundan 70 metre daha yüksekte yer almaktadır. Bu yıldan itibaren ani düşüşlerin yaşandığı Van Gölü'nde zaman zaman yükselmeler olsa da önceki yıllara nazaran daha alçak seviyelerin izlendiği süreç M.Ö. 4500'e kadar devam etmiştir. Göl tabanında yapılan karotlara bağlı olarak M.Ö. 4500 yılı göldeki tuzluluğun da maksimum düzeye ulaştığı dönemdir. Daha sonraki süreçte yükselme eğilimine geçen Van Gölü günümüzdeki seviyesine M.Ö. 1100 yılında ulaşmıştır (Özdemir, Konyar, Ayman, & Avcı, 2013).

1974 yılında Kempe ve Degens'ten sonra 1990da Landmann vd. göl tabanında 10 farklı noktadan karot örnekleri almıştır. 1996'da yapılan analiz sonuçlarına göre G.Ö. 10920'de göl seviyesi düşmüş, G.Ö. 9500'de ise göl alanı genişlemiştir. G.Ö. 9000-8100 arasında artış sekteye uğramış ve G.Ö. 8100'de göl seviyesi -210 metredir olarak yorumlanmıştır. Çünkü alınan karot örneğinde bu dönemde hem su içeriğinde azalma gözlenmiş hem de sedimentlerin içinde Artemisia benzeri kalıntılar tespit edilmiştir. Bu kalıntılar gerçekten var ise böyle bir tuzluluk için göl seviyesinin -200 metreye düşmesi gerekir. Bu dönemden sonra sedimentlerdeki artışa bağlı olarak yeniden seviyenin

yükseldiği söylenebilir. G.Ö. 6500-3500 yılları arasında göl seviyesi 1700 metre olarak verilmiştir. G.Ö. 4000'den sonra düşüşe geçerek 1000 yıl sonra günümüzdeki seviyesine ulaşmış ve daha sonra G.Ö. 2700'de birkaç metre yükselerek Urartu kalıntısı olan Sardur Burcu'na kadar sular ulaşmıştır. Van Gölü günümüze yakın seviyeyi ancak M.Ö. 1050'lerde yakalayabilmiştir. (Özdemir, Konyar, Ayman, & Avcı, 2013, s. 969-970).

Landmann vd.'nin çalışmasından sonra Reimer vd. tarafından yapılan çalışmada varv kalıntılarında elde edilen bulgulara dayanarak G.Ö. 15.000 yıla kadar göl seviyesinde meydana gelen değişikliklere dair izler bulunduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca eski göl taraçalarına ait sedimentler bu izlerin daha eski dönemlerde de takip edilmesine olanak tanımaktadır. Farklı özellikleri baz alınarak değerlendirilen bu sedimentler Son Buzul Maksimumu'nun bitiminden bu yana gölde yaşanan transgresyon ve regresyonlar hakkında önemli ipuçları vermektedir (Reimer, Landmann, & Kempe, 2009, s. 195).

Pickarski de Holosen'de Van Gölü'nde meydana gelen değişimlere değinmiş, Pleistosen sonunda iklimde bozulmanın meydana geldiği soğuk iklim koşulları ve kuraklığın yaşandığı Genç Dryas'ın aksine Holosen başında nemliliğin tedrici bir şekilde arttığını ifade etmiştir (N., Pickarski, 2013, s. 76). Bu görüş Litt vd. tarafından 2009'da yapılan Paleovan çalışmasında ve 2003'te Wick vd.'nin yapmış olduğu çalışmada da desteklenmektedir (Özdemir, Konyar, Ayman, & Avcı, 2013, s. 973). Nitekim Wick vd. Doğu Akdeniz'de Holosen başında artan nemliliğe bağlı olarak ve göl ve denizlerde tuz miktarında azalmanın yaşandığını belirtmiştir. Klimatik koşullardaki bu değişim ile tüm Akdeniz'de meşe ormanlarının alanı genişlemiştir. Ancak bu gelişim sadece Van Gölü ile İran'ın kuzeybatısında yer alan Zeribar Gölü'nde kıyı bölgeler ile Orta Anadolu ile kıyaslandığında 3000 yıl sonraya ertelenmiştir (Wick, Lemcke, & Sturm, 2003, s. 673). Paleovan kapsamında 2004 yılında Van Gölü'nde yapılan sondaj çalışmalarında Litt vd. bir noktadaki karot örneğinden elde ettikleri veriler Wick vd.'nin yapmış olduğu bu çalışmayı destekler mahiyettedir. Alınan sondaj verisinin oksijen izotop değerlerine bakıldığında Holosen başının nemliliğin arttığı döneme karşılık geldiği, bu sondaj verisine bağlı yapılan polen analizlerinde de yine yapraklarını döken meşelerin Van Gölü çevresinde 3000 yıl geciktiği tespit edilmiştir (Özdemir, Konyar, Ayman, & Avcı, 2013, s. 973).

Holosen'deki göl salınımlarına ışık tutan yukarıdaki bilgiler ile göl çevresinde tamamlanan arkeolojik kazılardaki bulgular kıyaslandığında Degens vd. (1978)'nin tespitleri ile kazı bulguları arasında uyum olduğu ortaya çıkmaktadır. Wick vd. (2003) ile Litt vd.

(2009)'nin çalışmaları ise Holosen'deki göl seviyeleri hakkında kesin bilgiler içermemektedir. Ancak Landmann vd. (1996) ve Reimer vd. (2009)'nin bulguları ile yapılan kazıların neticesi arasında çelişki söz konusudur. Çünkü her iki çalışmada da M.Ö. 5500-1500 yılları arasında göl seviyesi 1700 metre olarak belirtilmiştir. Bu da Urartu öncesi kıyı kesimdeki yerleşmelerin sular altında kalması anlamına gelmektedir. Ancak bu çok gerçekçi bir sonuç değildir. Nitekim 2011 yılında Robert vd.'nin Doğu Akdeniz'de Orta Holosen içerisinde iklim, vejetasyon ve kültürde yaşanan değişimleri ele aldığı çalışmada G.Ö. 5200-5100 arasında (M.Ö. 3200-3100) Doğu Akdeniz ikliminde nemlilik azalmış hatta kısa süreli de olsa şiddetli kuraklık yaşanmıştır. Bu durumu Kalkolitik sonu ve Erken Tunç Çağı öncesindeki geçişte yapılan arkeolojik kazılardaki bulgular destekler niteliktedir. Bu etkinin Van Gölü kıyılarında da yaşandığı tahmin edilmektedir. Dolayısıyla o dönemlerdeki göl seviyesi 1700 metreden hatta günümüzdeki seviyeden çok daha aşağılarda olmalıdır. Ayrıca Pleistosen başlığı altında da değinildiği gibi göl çevresindeki 1700 ve 1705 metre taraçaları Kuzucuoğlu vd. (2010) tarafından yaşlandırılmış olup, iki genç transgresyondan ilkinin yaşı G.Ö. 26 bin/24 bin, ikincisinin yaşı ise G.Ö. 21 bin/20 bin olarak tespit edilmiştir. Yani 1700 metre göl seviyesi Holosen içerisinde değil, Pleistosen içerisinde gözlenmiştir (Özdemir, Konyar, Ayman, & Avcı, 2013, s. 985).

Günümüze daha yakın döneme gelindiğinde ise Brückner 1716'dan sonra göl seviyesinde yükselmenin meydana geldiğini, 1740 yılında seviyenin yine yüksek olduğunu, 1820'de azami, 1838'de ise asgari düzeye ulaşan göl seviyesinin bu yıldan sonra artış göstererek 1841'e kadar yüksek seyrettiğini, 1850-1852 arasında alçalma yaşandığını, 1860'lı yılların başında kuvvetli bir yükselme gözlenerek bu seyrin 1870 yılında alçalma, 1880'de yeniden yükselme şeklinde devam ettiğini belirtmiştir (Erinç, 1953, s. 71-72). R. Sieger ise 1800 ve 1820 yılları arasında göl seviyesinde bir yükselme meydana geldiğini, 1820-1838 senelerinde ise bu yükselmeyi azalmanın takip ettiğini belirtmiştir. 1840 yılında ise yeniden yükselişe geçen göl suları 1850'ye kadar yüksek seviyede kalmıştır. Bu tarihten itibaren çekilme 1870'e kadar devam etmiş ve 1880'e doğru yeni bir yükselme safhasına geçilmiştir (Lahn, 1948, s. 57). Seviyenin yüksek olduğu 1841 yılı Loftus'a göre Eski Erciş'in boşaltılmasına neden olan taşkının yaşandığı senedir. 1852 yılında ise önemli bir alçalma olmuştur (Erinç, 1953, s. 71-72). 1880'li yıllardaki artışın 1892'de alçalma ile neticelendiğini belirten Lynch, 1898'de son birkaç yıldır devam eden kabarmanın bu yıl da gözlendiğini ifade etmiştir. 1909-1914 yılları arası ise seviyenin yüksek seyrettiği yıllardır (Erinç, 1953, s. 72).

2.2.1. 1944-2016 Yılları Arası Van Gölü Seviye Değişimleri

Her ne kadar geçmiş dönemlerde Van Gölü seviyesini tespit etmek için aralıklarla ölçümler yapılmış olsa da 1944 yılından itibaren E.İ.E.İ. tarafından Tatvan'daki istasyonda gölün seviyesi düzenli olarak ölçülmektedir. Aynı zamanda göl çevresinde ölçümün yapıldığı iki istasyon daha bulunmaktadır. Bunlardan Van İskele Göl Seviye Ölçüm İstasyonu 1969, Güzelkonak İstasyonu ise 1989 yılından itibaren faaliyetini sürdürmektedir. Çalışma kapsamında en eski verilere sahip olan Tatvan Göl Seviye Ölçüm İstasyonu'nun verileri kullanılacaktır. DSİ'den temin edilen veriler doğrultusunda 1944-2016 arasındaki 73 yıllık ortalama göl seviyesi *Tablo 1*'de verilmiştir.

Tablo 1: 1944-2016 yılları arası Van Gölü seviyeleri

Yıl	Ortalama	Yıl	Ortalama	Yıl	Ortalama	Yıl	Ortalama
1944	↗ 1647,30	1964	↕ 1647,35	1984	↕ 1648,24	2004	↕ 1649,20
1945	↕ 1647,34	1965	↘ 1647,20	1985	↕ 1648,25	2005	↕ 1649,29
1946	↘ 1647,23	1966	↕ 1647,22	1986	↘ 1648,17	2006	↕ 1649,34
1947	↕ 1647,44	1967	↕ 1647,34	1987	↕ 1648,19	2007	↕ 1649,38
1948	↕ 1647,53	1968	↕ 1647,73	1988	↕ 1648,65	2008	↕ 1649,57
1949	↕ 1647,54	1969	↕ 1648,44	1989	↕ 1649,15	2009	↘ 1649,35
1950	↘ 1647,40	1970	↕ 1648,79	1990	↘ 1648,99	2010	↕ 1649,55
1951	↘ 1647,21	1971	↘ 1648,54	1991	↘ 1648,94	2011	↗ 1649,55
1952	↕ 1647,22	1972	↘ 1648,46	1992	↕ 1649,01	2012	↕ 1649,64
1953	↕ 1647,23	1973	↕ 1648,69	1993	↕ 1649,36	2007	↕ 1649,38
1954	↕ 1647,24	1974	↘ 1648,60	1994	↕ 1649,87	2008	↕ 1649,57
1955	↕ 1647,28	1975	↘ 1648,41	1995	↕ 1650,19	2009	↘ 1649,35
1956	↕ 1647,50	1976	↘ 1648,28	1996	↕ 1650,26	2010	↕ 1649,55
1957	↘ 1647,49	1977	↕ 1648,34	1997	↘ 1650,16	2011	↗ 1649,55

1958	↑ 1647,53	1978	↓ 1648,22	1998	↓ 1650,09	2012	↑ 1649,64
1959	↑ 1647,55	1979	↓ 1648,20	1999	↓ 1649,81	2013	↑ 1649,61
1960	↓ 1647,51	1980	↑ 1648,22	2000	↓ 1649,37	2014	↓ 1649,39
1961	↓ 1647,33	1981	↓ 1648,21	2001	↓ 1648,87	2015	↓ 1649,27
1962	↓ 1646,97	1982	↓ 1647,95	2002	↓ 1648,63	2016	↑ 1649,34
1963	↑ 1647,02	1983	↑ 1648,20	2003	↑ 1648,89	Göl Ort.	1649,19
↑ ARTIŞ		↓ AZALIŞ					
→ SABİT							

Kaynak: DSİ verilerinden düzenlenmiştir.

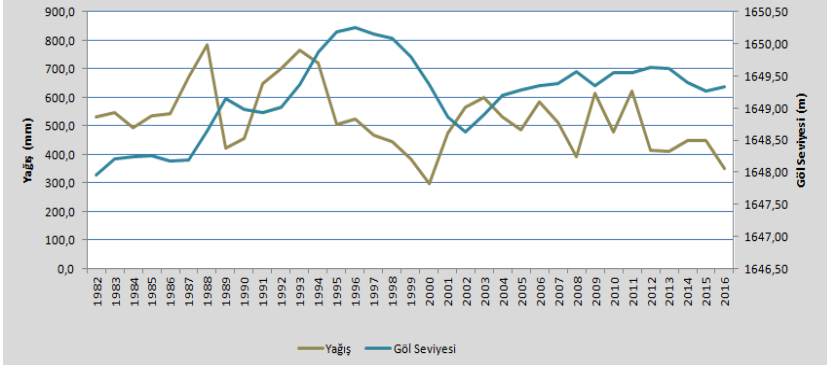
Göldeki seviye değişimlerine yıllık ortalamalar üzerinden bakıldığında genel hatlarıyla 1944-1949 yılları arasında yükselme, ardından gelen iki yılda ise alçalma görülmektedir. 1952-1959 devresinde yükselişe geçen göl sularında 1960-1962'de tedrici bir alçalma yaşanmıştır. 1963-1970 aralığında yeniden yükselme eğilimi gösteren göl, 1971-1988 arasında su kaybetmiştir. 1983-1989 arası artan göl seviyesinde birkaç yıllık düşüş yaşanmış, ardından yükselmenin afet meydana getirecek kadar önemli olduğu 1992-1996 aralığına girilmiştir. Gerçekten de bu dönemde seviye artışı dolayısıyla hem doğal hem de beşerî hayat sekteye uğramış ve göl çevresinde bazı evler, yollar ve tarım alanları sular altında kalmıştır. 1997-2002 devresinde aralıksız su kaybeden göl kabaca 2003-2013 arasında yükselmiş, takip eden iki yılda düşme eğilimine geçse de 2016'da yeniden artış meydana gelmiştir.

İncelenen yıl aralığında aylık maksimum ve minimum değerlere bakıldığında göl 1995 yılının Haziran ayında 1650,55 metreye kadar ilerleyerek en yüksek seviyeye ulaşmıştır. 1646,64 metre ile Aralık 1963 ise seviyenin en düşük olduğu dönemdir. 1944-2016 arasında yıllık ortalama seviyeler baz alındığında ise göl kotunun azami (1996) ve asgari (1962) olduğu seneler arasında 3,36 metrelik değişim söz konusudur.

Genel olarak bakıldığında göl seviyesinin ilkbahar aylarında kar erimeleri ile artışa geçtiği ve Haziran ayında yıllık maksimuma eriştiği, bu aydan itibaren seviyenin alçalarak minimum düzeye (yıllar içerisinde değişmekle birlikte) Kasım, Aralık ve Ocak aylarında ulaştığı gözlenmektedir. Şubat ise bazen kendinden önceki birkaç ay gibi düşük

değerler arz etmekle birlikte genelde seviye artışının yeniden başladığı döneme tekabül etmektedir.

Yapılan çalışmalarda kapalı bir havza içerisinde yer alan Van Gölü'nde seviye değişimleri ile iklim elemanları arasında sıkı bir ilişkinin olduğuna daha önceki bölümlerde değinilmiştir. Bu bölümde ise havza içerisinde düzenli ölçümlerin yapıldığı 7 istasyonun (Van Merkez, Erciş, Muradiye, Özalp, Gevaş, Tatvan, Ahlat) uzun yıllık (35 yıl) yağış, sıcaklık ve buharlaşma verileri ile 1982-2016 yılları arasında Tatvan İstasyonu'nda ölçülen göl seviyeleri mukayese edilecektir. Veriler karşılaştırıldığında ilk bakışta iklim elemanları ile göl seviyesi arasında sıkı bir ilişkinin olmadığı dikkati çekmektedir. Fakat gölün seviye değişimine etki eden yağış havzaya sadece o yıl içerisinde düşen yağış olmayıp bir yıl hatta birkaç yıl öncesinin yağışlarının da göz önünde bulundurulması gerekmektedir.



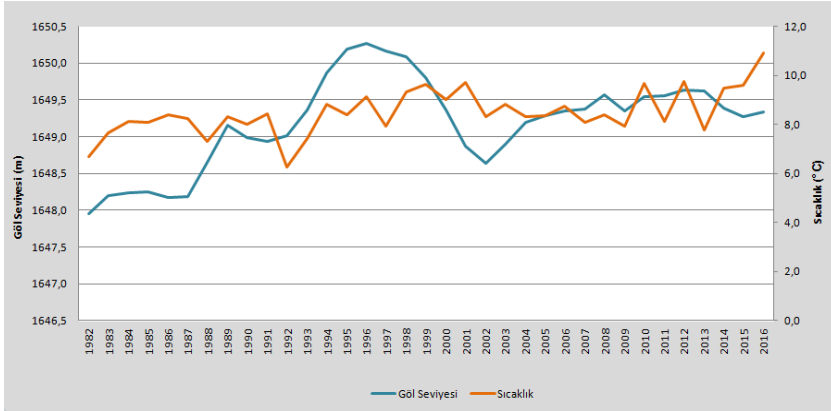
Grafik 1: 1944-2016 yılları arası yağış ve göl seviyeleri ortalamaları
Kaynak: MGM ve DSİ verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

İncelenen yıllar kapsamında göl maksimum seviyeye 1996 senesinde ulaşırken, havzaya en fazla yağışın düştüğü yıl 1993'tür. Ancak ülkenin en soğuk bölgesinde yer alan ve etrafı yüksek dağlarla çevrili olan havzaya kış mevsiminde düşen yağış kar şeklinde olduğu için bu karların eriyerek yeraltı suyuna ve yeraltı suyu vasıtasıyla göle karışması birkaç yıl sonraya ertelenmektedir. Aynı zamanda karların erimesi de bir sonraki yılın bahar aylarına kaldığından yine göl seviyesini yağışın düştüğü yılda değil, bir sonraki yılda etkilemektedir. Batur vd. bu durumu göz önüne alarak yapmış oldukları çoklu regresyon ve korelasyon analizleri bu fikri güçlendirmektedir (Batur vd, 2008, s. 14). Dolayısıyla 1996 yılındaki azami seviyenin nedeninin birkaç yıl önceki yoğun yağışta saklı olduğu söylenebilir. Grafik 2'ye genel olarak bakıldığında da göl seviyesinin arttığı yılların yoğun

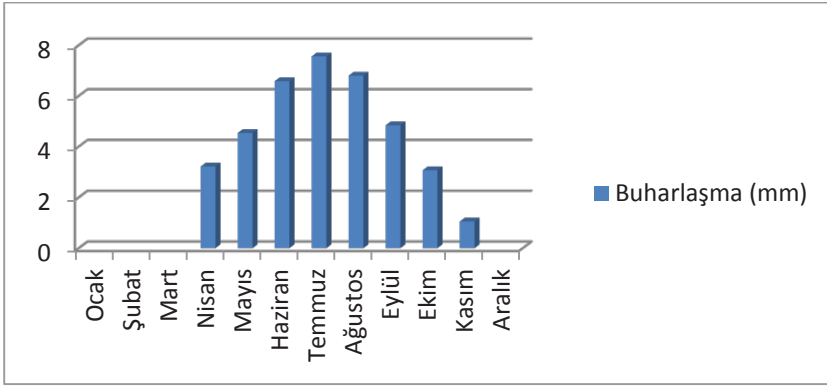
yağışların gerçekleştiği yılları takip ettiği görülmektedir. Örneğin göl seviyesinin en yüksek olduğu 1996 yılında havzaya yıllık ortalama 523,0 mm yağış düşerken 1993 yılında 763,9mm, 1994'te ise 718,8 mm yağış düşmüştür. Tüm istasyonların verileri incelendiğinde ağırlıklı olarak 1993 senesi içerisindeki en yüksek yağış payına sahip olan Kasım ayını Nisan ayı takip etmektedir. Ayrıca aynı yıl içerisinde kış aylarında da havzanın yağışının yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle havzanın yer aldığı bölge ve reliefi itibarıyla yağış şekli de göl seviyesinin yükselmesinde önemlidir ve karların özellikle yüksek irtifa alanlarında erimesi bir sonraki yıla sarkacağından seviye artışı da sonraki senelerde kendini göstermektedir.

1997-2002 aralığında göl seviyesi yeni bir düşme safhasına geçmiştir. Gerçekten de 1997-2000 arasında havzaya düşen yağışta önceki yıllara nazaran azalma olmuştur. Nitekim 1996 da 523,0 mm olan yağış sonraki 4 yılda sırasıyla 466.8, 445.5, 385.2 ve 2000 yılında 297,6 mm ye gerilemiştir. Bu 4 yılda göl seviyesi ise 1650,2, 1650,1, 1649,8, 1649,4 m olarak ölçülmüştür. Kendinden önceki birkaç yılda yağış oranındaki azalmaya paralel olarak 2001(1648,9 m) ve 2002(1648,6 m) yılında göl seviyesi daha da düşmüştür. Hatta seviyenin yüksek kotlarda setrettiği 1992-1996 arası ile 2002 arasında yaklaşık 2 metrelik kot farkı bulunmaktadır. Her ne kadar önceki yıllardaki yağış azlığına bağlı olarak göl kotu düşük olsa da 2001 (474,1 mm) ve 2002 (566,4 mm)'de yağış oranında artış yaşanmış ve bu iki yılın yağışının önemli bir kısmı sonraki dönemlere eklenerek önceki yıllara nazaran daha yağışlı koşulların hâkim olduğu 2003'ten itibaren yaşanan seviye artışını tetiklemiştir. Daha sonraki yıllarda ise yine benzer manzaralar yinelenmiştir.

Sıcaklık ile göl seviyesi arasındaki bağlantı *Grafik 1* ile *Grafik 3* karşılaştırıldığında daha iyi anlaşılacaktır. Sıcaklığın arttığı dönemlerde yağış azalmış, sıcaklığın azaldığı dönemlerde ise yağış miktarında artış yaşanmıştır. Havzada sıcaklığın en yüksek olduğu aylar olan Temmuz ve Ağustos'ta göl seviyesi asgari düzeyde olmalıyken bu dönemde eriyen karların hem sızma hem de akarsular yoluyla göle karışması dolayısıyla göl en yüksek seviyeye daha çok yaz aylarında ulaşmaktadır. En soğuk dönem olan Ocak ve Şubat aylarında ise yine yağış şekline bağlı olarak seviyenin minimumlarda seyretmektedir. Öte yandan sıcaklık ile buharlaşmanın doğru orantılı oluşu sıcaklığın arttığı dönemlerde göl seviyesinin olması gerekenden kısmen daha düşük kalmasına yol açmıştır.



Grafik 2: 1944-2016 yılları arası sıcaklık ve göl seviyeleri ortalamaları
Kaynak: MGM ve DSİ verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.



Grafik 1 : Havzada aylara göre buharlaşma miktarı
Kaynak: MGM verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Yukarıda da görüldüğü gibi iklimsel etmenlerin göl seviye değişimleri üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olduğu açıktır. Özellikle havzadaki yağışların gölü besleyen ana su kaynağını teşkil ettiğini buradan görebilmekteyiz. Bilhassa kar şeklinde gerçekleşen yağışların bahar aylarından itibaren sıcaklık faktörünün etkisiyle erimesine bağlı olarak gölün beslenme kaynakları kuvvetlenmektedir. Buharlaşma ise gölün hem doğrudan yüzeyinden hem de havzadaki gölü besleyen diğer kaynaklardan su kaybına neden olduğundan göl seviye değişimlerini azaltıcı bir etkiye sahiptir diyebiliriz.

Aynı zamanda seviyenin yükselmesinde etkili olan bir diğer faktör de göle karışan akarsulardır. Havza akarsular bakımından oldukça zengindir. Bu akarsulardan gerek havza gerekse gölün beslenmesi için en önemlileri ise Engil, Karasu, Bendimahi, Deliçay,

Zilan, Sufresor, Kotum ve Gevaş Çayı'dır. Bunlar aynı zamanda havzadaki daimi akarsulardır. Havzada yağışın ve sıcaklıkların etkisi ile kar erimelerinin de arttığı ilkbahar aylarından itibaren akarsuların debileri de yükselmekte göl seviyesinde bu süreçten itibaren artış gözlenmektedir. Ancak bu akarsuların üzerinde düzenli akım ölçümleri yapılmadığı için göle ne kadar girdi sağladığı hakkında net bir görüş belirtmek mümkün olmasa da göl salınımlarının yaşanmasında akarsuların etkisi yadsınamaz.

Sonuç

Doğal ve beşeri kökenli birçok faktörden dolayı göllerin seviyelerinde salınımlar meydana gelmektedir. Bu değişimler özellikle son yıllarda yaşanan küresel ısınmanın etkisiyle kendini daha çok belli etmektedir. Ayrıca göllerden tarımda sulama amaçlı yararlanmak da özellikle alçalma doğrultusundaki değişimlerin trajik boyut kazanmasına yol açmaktadır.

Doğu Anadolu Bölgesi'nde Van Bölümü sınırları içerisinde yer alan ve ülkemizin en büyük gölü olan Van Gölü'nde Pleyistosen'den itibaren önemli salınımlar meydana gelmiştir. Göl çevresinde farklı yükselti kademelerinde bulunan taraça depoları bu salınımların en iyi kanıtıdır. Van Gölü seviye değişimlerinin temel nedeni ise iklim elemanları, tektonik faaliyetler, akarsular, yeraltı suları, göl tabanında meydana gelen sızmalar ve su kaçakları gibi doğal faktörlerdir. Özellikle iklim elemanları ile göl seviye değişimleri arasında oldukça sıkı bir ilişki vardır. Nitekim çalışma kapsamında göl salınımları ile iklim elemanları arasındaki ilişkiyi incelemek için MGM'den havza içerisinde düzenli ölçümlerin yapıldığı 7 istasyonun uzun yıllık (35 yıl) yağış, sıcaklık ve buharlaşma verileri ile DSİ'den temin edilen yine 35 yıllık göl seviye verileri karşılaştırılmıştır.

Yağış ile göl seviye verileri karşılaştırıldığında ilk bakışta aralarında olumlu bir ilişkinin olmadığı düşünülmektedir. Ancak Doğu Anadolu gibi hem yüksek hem de karasal iklim koşullarının hakim olduğu bir bölgede bulunan Van Gölü Kapalı Havzası'na kış mevsiminde düşen yağışlar kar şeklindedir. Dolayısıyla bu karların tamamen eriyip yeraltı suyu ve sızma vasıtasıyla göle karışması birkaç yıl sonraya sarkabilmektedir. Bu nedenle göl kotunun yüksek olduğu bir yılda, bu artışa etki eden yağışı aynı yıl içerisinde değil, bir veya birkaç yıl öncesinde aramak daha doğrudur. Gerçekten de örneğin, göl seviyesinin maksimuma eriştiği 1996 senesinde yağışın az olduğu, havzaya en yüksek yağışın ise 1993 yılında düştüğü görülmektedir. Bu nedenle 1996 yılındaki artışın, 1993 senesinin yağışında saklı olduğunu söylemek yanlış olmaz.

Sıcaklığın yüksek derecelerde seyrettiği yıllarda buharlaşma da artacağı için göl seviyesinde düşüşler yaşanmıştır. Ancak kış mevsiminde yağın karların erimesi, havzanın bulunduğu bölgenin karakterine uyum sağlayarak ilkbahar ve yaz dönemine ertelendiği için özellikle Haziran ayı göl seviyesinin azami düzeye ulaştığı döneme karşılık gelmektedir. Ayrıca göle karışan akarsuların debileri kar erimeleri ile ilkbahar mevsiminde artarak göl sularına önemli miktarda girdi sağlamaktadır. Yine yeraltı suları gölü besleyen unsurlar arasında iken göl tabanındaki karstik çıkışlar ve sızma yolları göl için önemli gider unsurlarındandır.

Ayrıca son yıllarda tüm dünyada olduğu gibi Van Gölü'nde de küresel iklim değişikliğine bağlı olarak az da olsa seviyede dalgalanmalar meydana gelmiştir. Küresel ısınma sonucunda yaşanan su kaybı sığ göllerde daha fazla iken derin göllerde daha azdır. Dolayısıyla Van Gölü gibi hem derin hem de alansal olarak büyük olan bir gölde küresel ısınmanın etkileri daha az hissedilmektedir.

Kaynakça

- Akköprü, E. (2011). Van Gölü'nün Güneybatı Kısımında Jeomorfolojik Araştırmalar (Tatvan-Göllü). *Yayınlanmamış Doktora Tezi*. İstanbul.
- Ardel, A. (1944). Van Gölü. *Van Üniversite Haftasından Ayrı Basım*.
- Atalay, İ. (1989). Pleistosen Sonu ve Holosen Başlarında Anadolu'nun Paleocoğrafya Şartlarına Genel Bir Bakış. *Coğrafya Araştırmaları (Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Coğrafya Bilim ve Uygulama Kolu Yayını)*, 7-18.
- Ataol, M. (2010). Burdur Gölü'nde Seviye Değişimleri. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 77-92.
- Bahadır, M. (2012). Kovada Gölü'ndeki Seviye Değişimlerinin İstatistiksel Analizi. *International Periodical For The Languages, Literature and History of Tusrkish or Turkic, Volume:7/3*.
- Bahadır, M. (2013). Akşehir Gölü'nde Alansal Değişimlerin Uzaktan Algılama Teknikleri ile Belirlenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi, Sayı:28*.
- Batur, E. (1996, Ocak). Van Gölü'nün Su Bütçesi ve Havza İklimi. İstanbul: *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*.
- Bayazıt, M., Cıgızoğlu, H. K., & Önöz, B. (2002). Türkiye Akarsularında Trend Analizi. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 4-6.

- Bulut, İ. (2012). *Türkiye'nin Yüzen Adaları*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları.
- Büyükyıldız, M., & Yılmaz, V. (2011). Türkiye'deki Bazı Göllerin Su Seviyesindeki Değişimlerin İncelenmesi. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 1061-1073.
- Cengiz, T. M., & Kahya, E. (2006). Türkiye Göl Su Seviyelerinin Eğilim ve Harmonik Analizi. *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi/d, Cilt:5, Sayı:3*.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü. (2014). *Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi Yönetim Planı (2014-2018)*. Ankara: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Deniz, O., & Doğu, A. F. (2004). Van Gölü Kıyılarındaki Doğal Plajlar ve Onları Tehdit Eden Unsurlar. *I. Van Gölü Havzası Sempozyumu*. Van: T.C. Van Valiliği vd.
- Düzen, H. (2011). Van Gölü Su Seviye Değişimlerine Hidrojeolojik Yaklaşım. Van: *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*.
- E., Lahn. (1951). Bazı Türkiye Göllerinin Jeolojisi ve Jeomorfolojisi Hakkında. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 118-126.
- Erinç, S. (1953). *Doğu Anadolu Coğrafyası*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Erol, F. (1996). Van Gölü Seviye Değişimlerine Matematik Model Yaklaşımı. Van: *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*.
- Görmüş, M., Uysal, K., & Uysal, A. (2010). Eğirdir Gölü Kıyıları ve Kıyı Kenar Çizgisi Problemi. *SDÜ Geo Dergisi, Yıl:1, Sayı:2*, 42-53.
- Gülersoy, A. E. (2013). Marmara Gölü Yakın Çevresi'ndeki Arazi Kullanım Faaliyetlerinin Zamansal Değişim i(1975-2011) ve Göl Ekosistemine Etkileri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 31-44.
- Gürbüz, O. (1994). Van Gölü Çevresi'nin Coğrafyası (Beşeri ve İktisadi Coğrafya Açısından). İstanbul: *İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi*.
- GÜREL, N. (1995, Haziran). Van Gölü Su Seviyesi Değişimi ve Arazi Kullanımına Jeomorfolojik Yaklaşımlar. *Van Gölü'nün Seviyesinin Yükselmesi, Nedenleri, Etkileri ve Çözüm Yolları Sempozyumu* (s. 40-49). Van: T.C. Van Valiliği.
- Gürer, İ., & Yıldız, D. (1996). *Van Gölü'ndeki Ani Seviye Değişimlerini İnceleme Raporu*. Ankara: TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası.

- Heidorn, K. C. (2016). *Seiches On The Great Lakes*, <http://geo.msu.edu/extra/geogmich/-seiches.htm>, Erişim: 11 Ekim 2016
- Ichinose, G. A., & Anderson, J. G. (2000). The Potential Hazard From Tsunami and Seiche Waves Generated By Large Earthquakes Within Lake Tahoe, California-Nevada. *Geophysical Research Letters*, *Cilt:20, Sayı:10*, 1-4.
- İzbırak, R. (1990). *Sular Coğrafyası*. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- Kadıoğlu, M. (1995, Haziran). Van Gölü'nde Su Seviye Yükselmesinin Meteorolojik Faktörler İle Olan İlgisi. N. Türkelli içinde, *Van Gölü'nün Su Seviyesinin Yükselmesi Nedenleri, Etkileri ve Çözüm Yolları Sempozyumu*. Van, Van, Türkiye: T.C. Van Valiliği.
- Kahya, E., & Kalaycı, S. (2004). Trend Analysis of Streamflow in Turkey. *Journal of Hydrology*, 128-144.
- Kaynak, U. (1995, Haziran). Van Gölü Yükseliminin Düşük Hız Kanalı Bağlantısı ve Problemin Çözümü. N. Türkelli içinde, *Van Gölü'nün Su Seviyesinin Yükselmesi Nedenleri, Etkileri ve Çözüm Yolları Sempozyumu* (s. 130). Van, Van, Türkiye: T.C. Van Valiliği.
- Kempe, S., Landmann, G., & Müller, G. (2002). A Floating Varve Chronology From The Last Glacial Maximum Terrace of Lake Van/Turkey. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 97-114.
- Lahn, E. (1948). *Türkiye Göllerinin Jeolojisi ve Jeomorfolojisi Hakkında Bir Etüt*. Ankara: M.T.A. Yayınları, No:12.
- Maden, T. E. (2013). İran'ın Urmiye Gölü Sorunu. *Ortadođu Analiz*, 98-103.
- N., Pickarski. (2013, Aralık). Vegetation and Climate History During The Last Glacial-Interglacial Cycle At Lake Van, Eastern Anatolia. *Doktora Tezi*. Bonn, Almanya.
- Özdemir, H., Konyar, H., Ayman, İ., & Avcı, C. (2013). Holosen'deki Van Gölü Seviye Değişimleri ile Arkeolojik Bulguların Karşılaştırılması. *International Journal Of Human Sciences*, 959-991.
- Rabinovich, A. (2009). Seiches and Harbor Oscillations. Y. C. Kim içinde, *Handbook of Coastal and Ocean Engineering* (s. 193-231). Singapur: World Scientific Publishing.
- Reimer, A., Landmann, G., & Kempe, S. (2009). Lake Van, Eastern Anatolia, Hydrochemistry and History. *Aquatic Geochemistry*, 195-222.
- Sezen, S. G. (1996, Ocak). Van Gölü'nde Su Seviye Değişimleri ile Yağışlar Arasındaki İlişkinin Tespiiti. İstanbul: *İstanbul Teknik*

Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

Synnott, M. (2015). Aral Gölü'nün Suçu Ne? *National Geographic*(Haziran Sayısı).

Tuna, A. (1995). Van Gölü'nden Enerji Üretimi. *Van Gölü'nün Su Seviyesinin Yükselmesi, Nedenleri, Etkileri ve Çözüm Yolları Sempozyumu* (s. 129-135). Van: T.C. Van Valiliği.

Wick, L., Lemcke, G., & Sturm, M. (2003). Evidence of Lateglacial and Holocene Climatic Change and Human Impact in Eastern Anatolia: High-resolution Pollen, Charcoal, Isotopic and Geochemical Records From the Laminated Sediments of Lake Van, Turkey. *The Holocene*, 665-675.

Yararlanılan İnternet Kaynakları

www.wikipedia.com: <https://en.wikipedia.org/wiki/Seiche>,

Erişim: 13 Ekim 2016

<http://www.islandnet.com/~see/weather/almanac/arc2004/alm>

04jun.htm, Erişim: 13 Ekim 2016