



Application of Totaliter Basin Management System in Van Lake Basin[#]

Unal Şirin^{1,a,*}, Sedat Karaman^{2,b}, Sefik Tufenkci^{1,c}

¹Biosystem Engineering Department, Faculty of Agriculture, Yuzuncu Yil University, 65080 Tuşba/Van, Turkey

²Biosystem Engineering Department, Faculty of Agriculture, Gaziosmanpaşa University, 60250 Tokat, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>[#]This study was presented as an oral presentation at the 1st International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology (Antalya, TURJAF 2019)</p> <p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 21/11/2019 Accepted : 27/11/2019</p> <p>Keywords: Agricultural structures Basin management Biosystem Totalitarian management Van Lake</p>	<p>Basin management is a system that evaluates in total soil, plant, water within the boundaries of the basin and affecting them climate, environment, human and animal activities. Since the early 1990s, it has been developed a new watershed management program including management efforts to protect natural resources in addition to measures to improve livelihoods and increase income. This new watershed management system, which we can call totalitarian watershed management, is based on an integrated and participatory watershed management approach. Totalitarian watershed management, which aims to increase the welfare level of the society and to provide a rich natural resource to future generations by a holistic understanding, provides absolute protection of underground and surface natural resources. In addition to it aims sufficiently to benefit from these resources, to reduce poverty by improving economic and socio-cultural life, to increase competitiveness by applied research, to promote environmentally friendly understanding, to be sustainable by following watershed management activities, to prevent the negative effects of climate change to lossless continuation of water cycle and prevent the destruction of the basin. In this study, regular and irregular relations between natural resources in the Lake Van basin and their uses are evaluated within the sub - basin and alternatives are discussed. The watershed management system that can be applied to the Lake Van basin has been explained in order to eliminate the negative consequences that may arise due to wrong practices especially in the use of water resources. Effective irrigation systems to compensate for excessive irrigation and alternative plant patterns that drought and cold-resistant less irrigation require in the basin have been proposed.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7(sp3): 17-22, 2019

Van Gölü Havzasında Totaliter Havza Yönetim Sisteminin Uygulanması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 21/11/2019 Kabul : 27/11/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Tarımsal yapılar Havza yönetimi Biyosistem Totaliter yönetim Van Gölü</p>	<p>Havza yönetimi, bir havzanın sınırları ile çevrili alan içerisinde kalan toprak, bitki, su ve bunları doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen iklim, çevre, insan ve hayvan aktivitelerinin topyekün değerlendirildiği sistemdir. 1990'lı yılların başlarından itibaren de doğal kaynakların korunmasına yönelik yapılan yönetim çalışmalarına ilaveten geçim kaynaklarını iyileştirecek ve gelir düzeyini artıracak önlemleri de kapsayan yeni bir havza yönetim programı ortaya çıkmıştır. Totaliter havza yönetimi olarak devam edilebileceğimiz bu yeni havza yönetim sistemi entegre ve katılımcı havza yönetimi yaklaşımını esas almaktadır. Bütüncül bir anlayışla toplumun refah düzeyini artırmayı ve gelecek nesillere zengin bir doğal kaynak sunmayı hedefleyen totaliter havza yönetimi, yer altı ve yerüstü doğal kaynakların mutlak korunumunun yanı sıra bu kaynaklardan yeterli düzeyde yararlanmayı, ekonomik ve sosyo-kültürel hayatı iyileştirerek yoksulluğun azaltılmasını, uygulamalı araştırma ile rekabet gücünü artırmayı, çevre dostu anlayışı teşvik etmeyi, havza yönetimi faaliyetlerinin takip edilerek sürdürülebilir olmasını, iklim değişikliklerinden kaynaklanan olumsuz etkileri engellemeyi, su döngüsünün kayıpsız olarak devam etmesini ve havzalarda ki tahribatın önüne geçilmesini amaçlar. Bu çalışmada, Van Gölü havzasındaki doğal kaynaklar ile bu kaynakların kullanımları arasındaki düzenli ve düzensiz ilişkiler alt havza bünyesinde değerlendirilerek alternatifler üzerinde durulmuş olup özellikle su kaynaklarının kullanımındaki yanlış uygulamalar nedeniyle oluşabilecek olumsuz sonuçların giderilmesi için Van Gölü havzasına uygulanabilecek havza yönetim sistemi açıklanmıştır. Havzada aşırı sulamayı dengeleyecek etkin sulama sistemleri ile kuraklığa ve soğuğa dayanıklı sulamaya daha az gereksinim duyan alternatif bitki desenleri önerilmiştir.</p>

^a sirinunal@yyu.edu.tr

^b <http://orcid.org/0000-0001-6232-0067>

^c sedat.karaman@gop.edu.tr

<http://orcid.org/0000-0003-3986-5944>

^c sefiktukenkci@yyu.edu.tr

<http://orcid.org/0000-0002-3350-1085>



Giriş

Van Gölü'ne boşalan yer altı ve yüzey sularının su toplama bölgelerini çevreleyen Van Gölü Kapalı Havzası Doğu Anadolu Bölgesi'nin güneydoğusunda bulunmaktadır. Ülkemizin Tuz Gölü Kapalı Havzasından sonra ikinci büyük içe akışlı kapalı havzası durumundaki Van Gölü Kapalı Havzası, doğuda; Doğu Van dağları ile İran sınırından, güneyde; Güneydoğu Toroslari, Sülün, Mengene, Mirömer dağları, batıda; Nemrut ve Süphan, kuzeyde ise Aladağlar ve Tendürek volkanik dağları ile Fırat-Dicle havzasından ayrılmaktadır (Alaeddinoğlu ve Yılmaz 2011) (Şekil 1).

Büyük bir bölümünde karasal iklimin hüküm sürdüğü bölgenin Van Gölü çevresi, diğer yörelere nispetle daha düşük karasal iklim özelliklerine sahiptir. Van Gölü Kapalı Havzası'na, yağışların yaklaşık %61'i bitki yetişme dönemi dışında düşmektedir. Ülkemizin tarım alanına açık 23.763.000 ha alanın yaklaşık 667 648 ha'nı Van Gölü Kapalı Havzası'nın kapsadığı alanlar oluşturmaktadır. Havzaya düşen ortalama yağış miktarı yaklaşık 475 mm/yıl'dır. Uzun yıllar yağış normallerine göre 5-10 mm arasında bir azalma görülmektedir. Bu durum bölgenin iklim karakterinin yarı kurak iklim tipinden kurak iklim tipine doğru gittiğini göstermektedir (Anonim 2019a). Türkiye'nin tarım yapılabilir arazi varlığının yaklaşık %3'ünü teşkil eden Van Gölü Kapalı Havzası Türkiye'nin kullanılabilir su kaynakları potansiyelinin %4,22'sine sahiptir. Bu nedenle bütüncül bir havza yönetim sisteminin uygulanması yörenin sosyo-kültürel yapısındaki gelişmelerde önemli rol oynayacaktır (Koyuncu ve Karakılçık 2018).

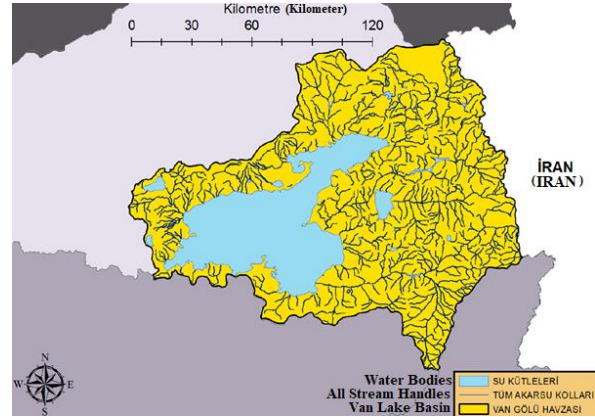
Tarımsal üretim açısından ülkemizin en önemli alanlarından birisi olan Van Gölü Kapalı Havzası Van, Bitlis, Ağrı ve Muş illerimizi kapsamaktadır. Havzanın içerisinde kalan toprakların %27'sini Bitlis, %70'ini Van, %3'ünde Ağrı ve Muş illeri oluşturmaktadır. Ağrı ve Muş illerinin bu topraklarında tarımsal faaliyet gerçekleştirilmemektedir. Havzanın Van ve Bitlis illerine ait alanlarından suladığı miktarlar Çizelge 1'de verilmiştir (Anonim 2016).

Materyal ve Metot

Yüzey Su Kaynakları

Önümüzdeki 80 yıllık süreçte sıcaklığın doğrusal olarak artacağı sürecin sonunda ise havzada yaklaşık 6,5 °C'lik ciddi bir sıcaklık artışının olacağı beklenmektedir. Yağışlarda ise bu süreç içerisinde bazı periyotlarda azalmalar bazı periyotlarda artış olacağı öngörülmekte olup sürecin sonunda yağış yönünden ciddi bir değişim beklenmemektedir (Şekil 2). Havzada yaygın olan şekerpancarı, yonca, korunga, buğday, arpa, patates gibi ürünlerin suya ihtiyaçlarında kısıtlamanın söz konusu olmayacağı buna karşın totaliter bir havza yönetimi ile daha fazla ürün yetiştirilebileceği bunun da ekonomik açıdan olumlu yönde önemli bir etki oluşturacağı öngörülmektedir (Anonim 2016).

Van Gölü Kapalı Havzasında mevcut yüzey su kaynakları depolar, göletler ve barajlar aracılığı ile sulamalarda kullanılmaktadır. Sulama projeleri arazi miktarları Çizelge 2'de verilmiştir (Çakmakçı ve ark. 2016).

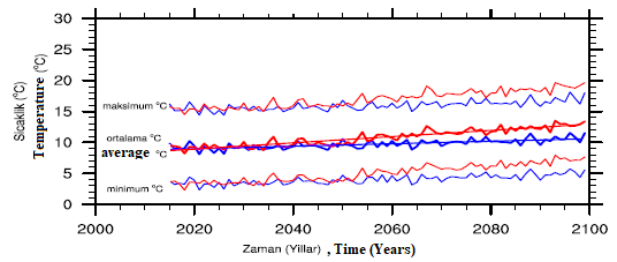


Şekil 1 Van Gölü Kapalı Havzası

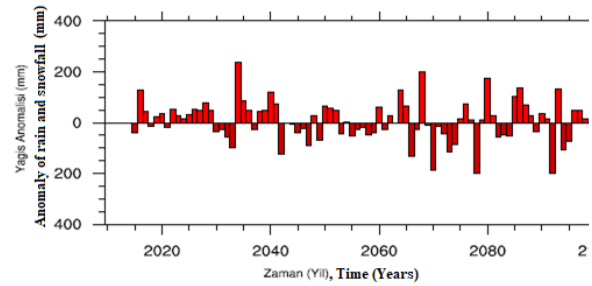
Figure 1 Van Lake Closed Basin

Çizelge 1 Van Gölü Kapalı Havzasının suladığı alanlar
Table 1 Areas covered by the Van Lake Closed Basin

İller	Toplam tarım alanı (ha)	Sulanan alan (ha)
Van	311.226	90.010
Bitlis	166.053	11.389



a. Sıcaklıktaki değişim



b. Yağıştaki değişim

Şekil 2 Van Gölü Kapalı Havzasında sıcaklık ve yağışların zamansal değişimi

Figure 2 Temporal change of temperature, rain and snowfall in Van Lake Closed Basin

Çizelge 2 Van Gölü Kapalı Havzası sulama projesi alanları
Table 2 Irrigation Project areas in Van Lake Basin

Sulama projesi alanları	Sulama alanı (ha)
Planlaması tamamlanan proje, inşaat vs.	58.748
Hâlihazırda faaliyet gösteren	8.211
Göl sulamaları	3.384
Baraj sulamaları	22.999
Depo sulamaları	8.057
Toplam	101.399

Yeraltı Su Kaynakları

Van Gölü Kapalı Havzası toplam yaklaşık 398 hm³/yıl yer altı su kaynağı potansiyeline sahiptir. Yer altı su kaynaklarından Van'ın Gürpınar ilçesindeki kaynak sular ve il merkezindeki yer altı derin kuyular ilde içme ve kullanma suyu olarak kullanılmaktadır. Yıllık ortalama yaklaşık 48 hm³'lük kapasiteye sahip Gürpınar kaynak suyu ile yıllık ortalama yaklaşık 0,160 hm³'lük kapasiteye sahip kuyular il nüfusunun yaklaşık %90'ının içme ve kullanma sularının karşılanmasını sağlamaktadır (Şekil 3). Yılda yaklaşık 350 hm³ yeraltı suyu ya kaçak olarak kullanılmakta ya da kullanılmamaktadır (Çiftçi ve ark. 2008).

Havzaların Belirlenmesi

Van Gölü Kapalı Havzasını oluşturan tali havzalar bugüne kadar ayrı ayrı ele alınarak her bir tali havza için ayrı bir yönetim sistemi belirlenmiştir. Bu çalışmalar Van Gölü Kapalı Havzasındaki toplam su potansiyelinden yeteri kadar yararlanmada etkili olamamıştır. Bu nedenle Van Gölü Kapalı Havzasını oluşturan tali havzalar bütüncül bir şekilde değerlendirilip totaliter bir yönetim sistemiyle ele alınarak yörede tarımsal faaliyetlerin ve elde edilen ürünlerin kalitesi ve miktarının artırılması gerekmektedir (Tanık 2017).

DSİ Van 17. Bölge Müdürlüğü verilerine göre Van Gölü Kapalı Havzasında yüze yağış alanı, yer altı suyu besleme alanı, jeolojik, hidrojeolojik ve akifer yapıları gibi özellikleri dikkate alınarak 7 farklı alt havza belirlenmiştir (I, II, III, IV, V, VI, VII) (Şekil 4) (Anonim 2019b).

I- Ahlat-Adilcevaz alt havzası

Toprak varlığı yaklaşık 34.400 ha olan bu havza, Van Gölü Kapalı Havzasında bulunan toplam toprakların yaklaşık %9,95'ini oluşturmaktadır. Bu toprakların 11.389 ha alanı tarımda kullanılabilir olup bununda 3.181 ha'ında sulu 8.208 ha'ında kuru tarım yapılmaktadır. Başlıca buğday, arpa, patates, şeker pancarı, ceviz, domates ve kuru fasulye bitkilerinin yetiştirildiği havzada yıllık yaklaşık 113,53 hm³ su potansiyeli bulunmaktadır. Bitlis dağlarından doğan ve Ahlat-Adilcevaz alt havzasının beslediği yaklaşık 1.653 km uzunluğundaki Yeni köprü çayı Ahlat, yaklaşık 3,5 km uzunluğundaki Adilcevaz deresi ise Adilcevaz ilçelerini geçerek Van Gölüne dökülürler (Elmastaş 2009).

II- Erciş alt havzası

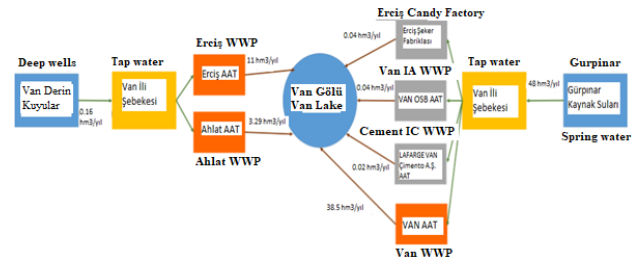
Havza, sahip olduğu 64.643,68 ha'lık toprak varlığı ile Van Gölü Kapalı Havza'sının %18,7'sini oluşturmaktadır. 15.901 ha alanda sulama yapılarak tarımsal üretim gerçekleştirilmekte olup yonca, buğday, patates, elma ve armut bitkilerinin yetiştiriciliği yaygındır. Havzanın su kaynakları potansiyeli toplam 992,33 hm³/yıl'dır (VAN/TSO 2018). Havza, Van'ın Erciş ilçesindeki Aladağlar arasında doğan yaklaşık 86 km uzunluğundaki Zilan ve kaynağını Ercişin doğusundan alan yaklaşık 100 km uzunluğundaki Deliçay akarsularını beslemektedir. Akarsular Erciş ovasını kat ederek kuzeyden Van Gölüne ulaşırlar (Anonim 2019c).

1. Yeniköprü akarsuyu (Yenikopru stream), 2. Adilcevaz akarsuyu (Adilcevaz stream), 3. Zilan akarsuyu (Zilan stream), 4. Deliçay akarsuyu (Delicay stream), 5.

Bendimahi akarsuyu (Bendimahi stream), 6. Karasu akarsuyu (Karasu stream), 7. Bizinok akarsuyu (Bizinok stream), 8. Değirmendere akarsuyu (Degirmendere stream), 9. Engil akarsuyu (Engil stream), 10. Büyükdere akarsuyu (Buyukdere stream).

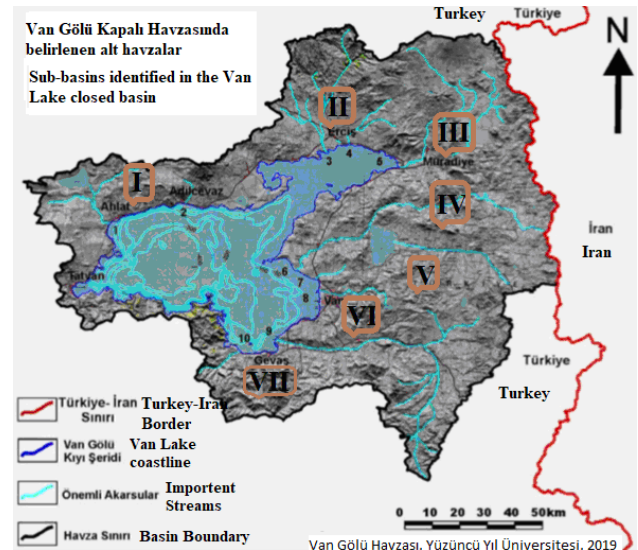
III- Çaldıran-Muradiye alt havzası

Van Gölü Kapalı Havzasının en önemli akarsularından biri olan yaklaşık 90 km uzunluğundaki Bendimahi akarsuyu havzanın kuzey kesiminde Tendürek ve Aladağ arasında doğmaktadır. Birçok kolu bulunan akarsu bu havzadan beslenmekte olup Çaldıran ve Muradiye ovalarını aşır Van Gölüne uzanır (Anonim 2019c). Yıllık yaklaşık 631 hm³'lük su kaynağı sağlayan havza 60.323,78 ha'lık toprak varlığı ile Van Gölü Kapalı Havzası toprak varlığının %17,45'ine sahiptir. Bu toprakların 20.626,50 ha'ında tarımsal üretim gerçekleştirilmekte olup arpa, buğday, kuru fasulye ve yem bitkileri gibi ürünlerin yetiştiriciliği yapılmaktadır (Anonim 2019d).



Şekil 3 Van Gölü Kapalı Havzasında içme ve kullanma suyu olarak kullanılan yer altı su kaynaklarının kullanım şeması

Figure 3 Scheme of the use of underground water resources which it is used as drinking and potable water in Van Lake Closed Basin



Şekil 4 Van Gölü Kapalı Havzası ve çevresi alt havza sınırları

Figure 4 Van Lake Closed Basin and Sub-basin boundaries

IV- Karasu alt havzası

Erçek Gölü'nün yakın çevresinden geçerek Van Gölü'ne boşalan Karasu akarsuyu yaklaşık 130 km uzunluğunda olup kaynağını bu havzanın kuzeyindeki Pirreşit ve Ahta dağlarındaki sular almaktadır (Anonim

2019c). Havzanın toplam su potansiyeli 154,53 hm³/yıl'dır. Muradiye ve Özalp ilçelerinin belli kısımlarını içine alan havza 55.691,68 ha'lık alana sahiptir. Bu alan Van Gölü Kapalı Havzası alanının %16,11'ini oluşturmaktadır. Havzanın 14.088 ha'lık alanında tarım yapılmakta olup başlıca arpa, buğday ve yem bitkileri üretimi gerçekleştirilmektedir (Çiftçi ve ark., 2008).

V- Özalp-Memedik alt havzası

Van Gölü Kapalı Havzası'nın toprak varlığının %17,85'ini içine alan Özalp-Memedik alt havzasında 61.713,03 ha'lık toplam arazinin 15.882,8 ha alanında 482,50 hm³/yıl'lık su potansiyeli ile tarımsal sulama yapılabilmektedir (Çakmakçı ve ark., 2016). Ağırlıklı olarak arpa, buğday ve yem bitkileri üretimi gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2019d). Van'ın doğusunda İran sınırına yakın olan bu havza yaklaşık 60 km uzunluğundaki Memedik akarsuyunun su potansiyelini karşılamaktadır. Akarsu batıya doğru Özalp ve Memedik vadisi üzerinden Erçek Gölü'ne akmaktadır. Havzadan beslenen Erçek Gölü altında yaklaşık 1,5 km uzunluğundaki Bizonik çayı batıya doğru giderek Van Gölü'ne, Kotur deresi ise doğuya doğru giderek İran Urumiye Gölü'ne dökülür (Anonim, 2019c).

VI- Çatak alt havzası

Sularını doğudan Van Gölü'ne boşaltan Değirmendere, Kotum, Surfesor gibi küçük dereler su kaynaklarının yaklaşık %90'ını bu havzadan karşılayarak havzaya 245,98 hm³/yıl su kaynağı sağlamaktadırlar (Anonim 2016). Havza, 39.704,28 ha'lık toprak varlığı ile Van Gölü Kapalı Havzası'nın yaklaşık %11,48'ini kapsamaktadır. Havzada 17.109,4 ha alanda tarımsal sulama yapılabilmekte olup ürün bazında buğday ve yem bitkileri üretimi yoğunluk göstermektedir (Anonim 2019c).

VII Gevaş alt havzası

Gevaş alt havzası, havzanın güneydoğusunda bulunan İspiriz dağları ve Norduz yaylası bölgesinden doğan yaklaşık 130 km uzunluğundaki Engil akarsuyu ile Van Gölü'ne güneyden dökülen yaklaşık 2,5 km uzunluğundaki

Büyükdere çayının kaynağını oluşturmaktadır (Çakmakçı ve ark. 2016). Havzanın yıllık kullanılabilir su potansiyeli 252,29 hm³'tür. Toprak varlığı açısından Van Gölü Havzasının %8,43'üne yani 29.149,58 ha'lık arazi varlığına sahiptir. Gevaş alt havzadaki toplam arazinin 6.402,3 ha'lık alanında tarımsal sulama ile arpa, buğday, kuru fasulye ve yem bitkileri üretimi yapılmaktadır (Anonim 2019d).

Devlet Su İşlerinin Van Gölü Kapalı Havzası'nda 1970'li yılların ortalarında yaptığı hidrolik ve jeolojik çalışmalar sonucu belirlediği YAS rezervleri 2014 yılına kadar Havza Koruma Eylem Planları çerçevesinde düzenlenmiş ve eski rezervlerin yaklaşık 1,3 katı kadar daha fazla yeni YAS rezervleri hesaplanmıştır. Daha sonra 2016 yılı Haziran ayında tamamlanan T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi Nihai Raporu kapsamında da yeraltı su kaynakları güncellenmiştir. Belirlenen alt havzaların YAS rezervleri Çizelge 3'te verilmiştir (Anonim 2016).

Van Gölü Kapalı Havzası sınırları içinde de sulama kooperatifleri, YAS Kullanma Belgesi ve belgesiz (kaçak) tarımsal sulama amaçlı açılmış sondaj kuyuları bulunmaktadır. İçinde bulunduğumuz yüzyılın sonuna kadar her bir alt havza için hesaplanan rezerv miktarlarının mevcut rezerv miktarlarından daha düşük olacağı düşünülmektedir. Yörede yetiştirilen temel ürünlerde kullanılan sulama suyu miktarlarının net sulama suyu gereksiniminden daha fazla olması bu öngörünün başlıca nedenlerinden birisidir.

Havzadaki Tarımsal Faaliyetler

Van tarımı, Türkiye tarımı içerisinde çok önemli bir yere sahiptir (Çizelge 4). Van Gölü Kapalı Havzasında tarımsal faaliyetlerin %58'si tarla tarımı faaliyetleri olup %31'i nadasa bırakılmakta ve %11'i tarıma elverişli olduğu halde kullanılmamaktadır. Son yıllarda su miktarındaki azalma ve kuraklık nedeniyle daha fazla alan nadasa bırakılmaktadır. 2014-2019 yılları arasında Van Gölü Kapalı Havzasında nadasa bırakılan alanlarda %10 oranında artış gözlemlenmiştir (Anonim 2019c).

Çizelge 3 Van Gölü Kapalı Havzası alt havzaları YAS rezervleri
Table 3 Van Lake Closed Basins Sub-basins underground water reserves

Alt Havzalar		1975 yılı YAS Rezervi (hm ³ /yıl)	2014-2016 yılları güncel YAS Rezervi (hm ³ /yıl)
I Ahlat-Adilceviz	Yeniköprü Akarsuyu	59,92	59,92
	Adilceviz Akarsuyu	53,61	53,61
II Erciş	Zilan Akarsuyu	539,27	573,96
	Deliçay Akarsuyu	283,82	418,37
III Çaldıran-Muradiye	Bendimahi Akarsuyu	476,08	630,72
IV Karasu	Karasu Akarsuyu	115,00	154,53
V Özalp-Memedik	Memedik Akarsuyu	176,60	428,89
	Bizonik Akarsuyu	53,61	53,61
VI Çatak	Kotum Akarsuyu	104,07	104,70
	Değirmendere Akarsuyu	66,23	66,23
	Surfesor Akarsuyu	75,69	75,69
VII Gevaş	Engil Akarsuyu	105,76	173,45
	Büyükdere Akarsuyu	78,84	78,84
Toplam		2.188,50	2.871,87

Van Gölü Kapalı Havzasında sulanan alanların yaklaşık %55,3'ünde bitki su tüketimi ve sulama ihtiyacı yüksek olan bitkiler yetiştirilmektedir. Bu bitkiler; buğday, arpa, şekerpancarı, yonca, korunga ve patatestir. Havza'da sulanan alanların yaklaşık %33,1'inde buğday ve arpa, %15'inde şekerpancarı, %20'sinde yonca, %16'sında korunga, %2'sinde patates %0,4'ünde sebze ve %13,5'inde ise diğer bitkiler (meyvecilik vs.) yetiştirilmektedir (Anonim 2019c).

Totaliter Havza Yönetim Sistemi Su Miktarı Model Çalışması

Havzada, mevcut su kaynakları ile su tüketimleri arasında şimdiki durumda ve gelecek koşullarda oluşması muhtemel denge ve/veya dengesizliklerin zamana ve mekana göre farklarının belirlenmesi için totaliter havza yönetim sistemi su miktarı model çalışması üzerinde durulmuştur. Bu amaçla WEAP (Water Evaluation And Planning system-Su Değerlendirme ve Planlama Sistemi) modeli kullanılmıştır. Bu model ile havzanın sınırları içinde yer altı ve yüzey su kaynakları, kapsamlı bir şekilde irdelenerek tarımsal faaliyetlerde, içme ve kullanma suyu sağlanmasında ve sanayide tüketilen su miktarları ile birlikte değerlendirilmiştir.

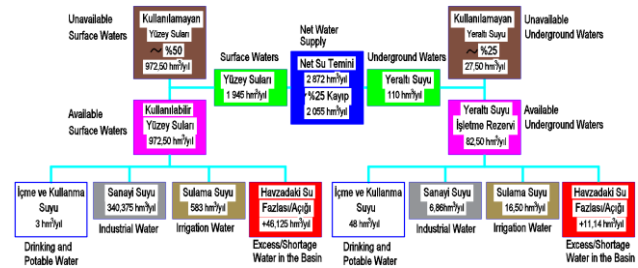
WEAP modeli; havzadaki su kaynakları ve dağılımının sınırlarını, hidrolojik yapıları ve buna bağlı gereksinimleri ölçüğünde simülasyon/optimizasyon tahminlerini değerlendirerek havza sınırları içerisindeki yer altı ve yüzey su kaynaklarının zamana ve mekana göre dağılımını hesaplayan sayısal bir sistemdir. Halihazırda var olan verilerin daha etkin bir şekilde değerlendirilebilmesi için CBS (Coğrafik Bilgi Sistemi) programı ile oluşturulan topoğrafik bilgilerin model çalışmalarına ilave edilmesine de olanak sağlar (Tunçok ve Bozkurt 2015). Van Gölü Kapalı Havzası'nda uygulanan WEAP modelinin su kaynakları aktarım şeması ve su kaynakları dağılımı sırasıyla Şekil 5'te ve Çizelge 5'te sunulmaktadır.

Van Gölü Kapalı Havzası'ndaki su potansiyeli çalışmalarında yer altı ve yüzey su kaynakları birlikte değerlendirilmiştir.

Çizelge 4 Van tarımının Türkiye tarımındaki yeri

Table 4 Place in the agriculture of Turkey of Van agriculture

Ürün Adı	Türkiye	Van (Ton)	Oran (%)
Buğday	20×10 ⁶	116×10 ³	0,58
Arpa	7,5×10 ⁶	10×10 ³	0,13
Korunga	1,5×10 ⁶	68×10 ³	4,53
Şeker Pancarı	18×10 ⁶	63×10 ³	0,35
Patates	4,5×10 ⁶	5,5×10 ³	0,12
Yonca	12×10 ⁶	830×10 ³	6,90
Elma	2,5×10 ⁶	6,5×10 ³	0,26
Armut	380×10 ³	2×10 ³	0,52
Ceviz	179×10 ³	4,5×10 ³	2,51
Kayısı	450×10 ³	10 ³	0,22
Beyaz Lahana	480×10 ³	5,5×10 ³	1,15
Fasulye	590×10 ³	1,7×10 ³	0,29
Kavun	1,7×10 ⁶	2,5×10 ³	0,15
Karpuz	4×10 ⁶	4×10 ³	0,10
Domates	10×10 ⁶	10×10 ³	0,10
Salatalık	1,74×10 ⁶	3×10 ³	0,17



Şekil 5 WEAP modeli Van Gölü Kapalı Havzası su kaynakları aktarım şeması

Figure 5 WEAP model Van Lake Closed Basin water resources transfer scheme

Van Gölü Kapalı Havzası'nda yüzyılın sonuna kadar insan popülasyonunda, sanayi suyu ve sulama suyu kullanımlarında sırasıyla %0,7, %14, %32 oranlarında artış olacağı, bununla birlikte küresel iklim değişikliğine bağlı olarak havzada sıcaklıkların 6 ila 7°C artması ve yağışların en fazla %10, yer altı sularının ise en fazla %13 oranında azalması öngörülmektedir (Anonim 2016).

Çizelge 5 WEAP modeli Van Gölü Kapalı Havzası su kaynakları dağılımı

Table 5 Distribution of WEAP model Van Lake Closed Basin water resources

Su Kaynağı	Su		İçme ve Kullanma Suyu Sağlama (hm³/yıl)	Sanayi Suları (hm³/yıl)	Sulama Suyu (hm³/yıl)	Su Fazlası /Açığı (hm³/yıl)
	Potansiyeli (hm³/yıl)	Kullanılabilir Su (hm³/yıl)				
Yüzeysel Suları	1.945	972,50	3	340,38	583	+ 46,125
Yer altı Suları	110	82,50	48	6,86	16,50	+ 11,14
Toplam	2.055	1.055	51	347,24	599,50	+ 57,27

Bulgular ve Tartışma

Mevcut koşullarda, belirlenen alt havzalardan aktarılan su kaynaklarından yüzey suları yıllık yaklaşık 1.945 hm³, yer altı suları 110 hm³ civarındadır. Gelecek yıllarda iklimsel koşullardaki değişkenlikler nedeniyle yüzey su kaynaklarındaki %10 ve yer altı su kaynaklarındaki %13 miktarsal azalmanın olması durumunda bu miktarların sırasıyla yıllık 1.750,5 hm³ ve 95,7 hm³ mertebelerine inebileceği öngörülmektedir. Buna bağlı olarak kullanılabilir toplam su potansiyeli 947,03 hm³/yıl

olacaktır. İçme ve kullanma suyu sağlanmasında görülmesi muhtemel %0,7'lik artışla birlikte bu sahaya ayrılan toplam su miktarının 51,36 hm³/yıl olacağı hesaplanmasına karşın TÜİK ve Atık su arıtma tesisleri tasarım rehberi verileri dikkate alındığında havzada gereksinim duyulan içme ve kullanma suyu miktarı 58,0 hm³/yıl olmaktadır. Sanayide kullanılan suyun %14'lük, tarımsal sulama faaliyetlerinde kullanılan suyun ise %32'lik artış göstermesi nedeniyle sanayi kullanımına aktarılan toplam

suyun 395,85 hm³/yıl, sulama suyuna ayrılacak toplam suyun 791,34 hm³/yıl olması gerekmektedir.

İçinde bulunduğumuz yüzyılın sonuna kadar Van Gölü Kapalı Havzası'nda içme ve kullanma suyunun sağlanmasında 8,00 hm³/yıl, sanayi suyu ihtiyacında 48,61 hm³/yıl ve sulama suyu gereksiniminde 191,84 hm³/yıl, toplamda ise 248,45 hm³/yıl ilave su kaynağının oluşturulması gerekecektir. Totaliter havza yönetim sisteminin Van Gölü Kapalı Havzası'nda uygulanması ile kazanılan 57,27 hm³/yıl su gereksinim duyulan ilave suyun karşılanmasında yetersiz kalmaktadır. Mevcut suyun yarısından fazlasının kullanıldığı tarımsal sulama faaliyetlerinde ciddi derecede düzenleme yapılması gerekmektedir (Ersoy 2016). Havza genelinde basınçlı sulama sistemlerinin uygulanması söz konusu olsa bile kurak koşullara dayanıklı, nispeten su tüketimi daha az olan alternatif ürünlerin yetiştirilmesi düşünülmeyen sürece Van Gölü Kapalı Havzası su kaynaklarının, gelecek yıllarda su ihtiyacını karşılamakta yetersiz kalacağı söylenebilir. Bu koşullar altında su kaynaklarının verimli kullanılabilmesi için kuraklığa dayanıklı ve daha az suya gereksinim duyan; mürdümük, Macar fiği, çayır yumağı, yem şalgamı, badem, kuşburnu, nohut, mercimek, kinoa, lavanta, aspir, ketencik, teft, kolza gibi alternatif bitki desenlerinin yetiştiriciliği önerilebilmektedir.

Havzada su ilavesine gerek duymadan ürün cinsine bağlı olarak yağmurlama sulama ve damla sulama sistemleri gibi yöntemler kullanılırsa yaklaşık %75 oranında su tasarrufu sağlanabileceği öngörülmektedir.

Kaynaklar

- Alaeddinoğlu F, Yılmaz E. 2011. Van Gölü Havzası'nda Su Potansiyelinin Tespiti ve Geleceği. Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi, Çevre, Kentleşme Sorunları ve Çözümleri Bildiri Kitabı, 1(1), 11-19, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu: Ankara.
- Anonim 2016. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi, Proje Nihai Raporu.
- Anonim 2019a. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.asp?k=A&m=VAN> (Erişim tarihi 09/09/2019)

- Anonim 2019b. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Havza Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması Ve Takibi Yönetmeliği. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/10/20171028-9.htm> (Erişim Tarihi: 08.10.2019).
- Anonim 2019c. T.C. Van İli Tarım Sektörü Yatırım Kılavuzu Projesi. Tarım ve Orman Bakanlığı, DAKA, Ankara.
- Anonim 2019d. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Van İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. <https://van.tarimorman.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 10.10.2019)
- Atık su Arıtma Tesisleri Tasarım Rehberi. 2012. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, İstanbul Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Odakent Ar-Ge Ltd. Şti.
- Çakmakkı T, Şahin Ü, Kuşlu Y, Kızıloğlu FM, Tüfenkçi Ş, Okuroğlu M. 2016. Van İli Tarım Alanlarında Temiz ve Atık Su Kaynaklarının Yönetimi. Yüzyüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 26(4): 662-667.
- Çiftçi Y, Işık MA, Alkevlı T, Yeşilova Ç. 2008. Van Gölü Havzasının Çevre Jeolojisi. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 32(2): 45-77.
- Elmastaş N. 2009. Ahlat İlçesinde Tarımsal Arazi Kullanımı. Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 7(2): 479 - 501.
- Ersoy İ. 2016. Taşkınlarla Bütüncül Havza Yaklaşımında Havza Amenajman Planlarının Önemi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Devlet Su İşleri, 4. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 23-25 Kasım 2016, Rize.
- Koyuncu B, Karakılçık Y. 2018. Van Gölü Havzası'nın Sosyo-Kültürel Yapısı. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi. 11(61): 916-922. <http://dx.doi.org/10.17719/jisr.2018.2984>
- Tanık A. 2017. Bütünleşik Havza Yönetimi Sorunlar & Yaklaşımlar. Havza Planlama Ve Yönetimi Sempozyumu. 20-22 Aralık 2017. Bursa.
- Tunçok İK, Bozkurt OÇ. 2015. Bütüncül Havza Yönetimi: Konya Kapalı Havzası Uygulaması. İMO 4. Su Yapıları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 4(1): 479-488, 19-20 Kasım 2015, Antalya.
- TÜİK 2013. 2013-2015 Yılları Arasında Van İli Nüfusuna ait Projeksiyonlar. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=15844&v=1362363401000?v=1362363401000> (Erişim Tarihi: 28 Ekim 2019).
- VAN/TSO 2018. Tarım ve Hayvancılık Sektör Raporu. Van Ticaret ve Sanayi Odası.