

## VAN İLİ SU KAYNAKLARI-POTANSİYELİ VE KALİTESİ

**DR. EŞREF ATABEY**

Jeoloji Yüksek Mühendisi

Tıbbi Jeoloji Uzmanı

Van ili Türkiye su havzaları haritasındaki bölümlenmeye göre, Van Gölü Havzası (25 nolu havza) ve Orta Fırat Havzası (25 nolu havza) içinde kalır.



Türkiye akarsu havzalarını gösteren harita

## YER ÜSTÜ SU KAYNAKLARI

### Akarsular

Van Gölü havzasının akarsuları genelde Van Gölü'ne dökülür. İlin güneyinde yer alanlar Basra Körfezi'ne, doğu kısmında uzananlar ise İran'a ulaşmaktadır.

**Bendimahi Çayı:** Kuzeydere, Aladağ ve Tendürek Dağı arasında doğar, Van Gölü'ne dökülür. Uzunluğu 90 km, debisi 10,637 m<sup>3</sup>/s'dir.

**Hoşap Çayı:** Güneydoğu İspiriz Dağı'yla, Norduz Yayla'sından doğar, Van Gölü'ne dökülür.

**Karasu Çayı:** Özalp ilçesinin kuzeyindeki Pirreşit, Ahta Dağlarının sularını toplayarak doğar. Van Gölü'ne dökülür. Uzunluğu 130 km, debisi 2,754 m<sup>3</sup>/s'dir.

**Zilan Deresi:** Erciş ilçesi civarında Aladağlar'dan doğar. Van Gölü'ne dökülür.

**Memedik Çayı:** Saray ilçesi doğusunda İran sınırlarında doğar. Erçek Gölü'ne dökülür. Uzunluğu 60 km dir.

**Kotur Çayı:** Saray ilçesi güneyinde yer alır. İran'daki Urmiye Gölü'ne dökülür.

**Çatak Deresi:** Çatak ilçesinden geçer. Botan Çayı'na dökülür.

Van ili sınırları içerisinde; Dali Çayı, İrsad Çayı, Kırkgeçit Deresi, Miri Çayı ve Kurubaş Çayı küçük çaplı derelerdir.

Akarsu yüzeyleri toplamı 1,327 ha'dır.

## Barajlar

Baraj rezervuarları yüzeyleri toplamı 2,126 ha'dır.

**Zerne Barajı:** Gürpınar ilçesi Engil Çayı üzerindedir. Sulama, enerji ve taşkın koruma amaçlı 1988 yılında kurulmuştur. Gövde hacmi 2,100 hm<sup>3</sup>, normal su kotunda göl hacmi 105,76 hm<sup>3</sup>, normal su kotunda göl alanı 20,37 km<sup>2</sup>, sulama alanı 11,300 ha'dır (<http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi17/van.htm>).

**Koçköprü Barajı:** Erciş ilçesi Zilan Çayı üzerindedir. Sulama, enerji ve taşkın koruma amaçlı 1992 yılında kurulmuştur. Gövde hacmi 2,025 hm<sup>3</sup>, normal su kotunda göl hacmi 86 hm<sup>3</sup>, normal su kotunda göl alanı 21 km<sup>2</sup>, sulama alanı 9 295 ha, 8,5 MW gücündedir (<http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi17/van.htm>).

**Sarımehmet Barajı:** Erçek ilçesi Karasu Çayı üzerindedir. Sulama amaçlı 1991 yılında kurulmuştur. Gövde hacmi 115 hm<sup>3</sup>, normal su kotunda göl hacmi 133,37 hm<sup>3</sup>, normal su kotunda göl alanı 17,4 km<sup>2</sup>, sulama alanı 17,700 ha'dır (<http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi17/van.htm>).

**Morgedik Barajı:** Erciş ilçesinin 36 km kuzeydoğusu Deliçay üzerindedir. Sulama amaçlı 2003 yılında kurulmuştur. Gövde hacmi 0,71 hm<sup>3</sup>, normal su kotunda göl hacmi 97,58 hm<sup>3</sup>, normal su kotunda göl alanı 892 km<sup>2</sup>, sulama alanı 17,574 ha'dır (<http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi17/van.htm>).

## Göller

**Van Gölü:** Van Gölü, 3,713 km<sup>2</sup>lik alanı ile Türkiye'nin en büyük gölüdür. Doğu kesimi, Van ili toprakları içinde kalmaktadır. Van Gölü, aynı zamanda yeryüzündeki en büyük soda gölüdür. Kapalı göller arasında hacim bakımından (607 km<sup>3</sup>) dördüncü sırayı alır. Su seviyesi deniz seviyesine göre 1.646 m yüksekliğindedir.

Van Gölü'nün güneybatıdaki Tatvan koyu ile kuzeydoğudaki Erciş körfezi arasındaki uzun eksenini 130 km, kuzeybatıdaki Ahlat koyu ile güneydoğudaki Gevaş koyu arasındaki eksenini ise 80 km kadardır (<http://www.van.gov.tr/>). Gölün etrafı dağlarla çevrilidir. Gölün kenarındaki en alçak yer Reşadiye doğusunda olup 1800 m yüksekliğindedir. Doğu kesimi batı kesimine göre daha sığ olan gölün en sığ kesimi Van koyu ile Erciş körfezidir. Derinlik bu kesimlerde 50 m civarındadır. Ahlat ile Adilcevaz arasında ise 450 m derinlik ölçülmüştür (<http://www.van.gov.tr/>).

Van Gölü'nün suyu acı, tuzlu ve sodalıdır. Bunun başlıca sebebi, akarsuların taşıdığı tuzlu suların gölde birikmesi ve buharlaşma nedeniyle yoğunlaşmasıdır. Tuz tenorunun yüksek olması, bor ve sodyum karbonatın varlığı, volkanik kayaların etkisinden meydana gelmiştir. Tuzluluk oranı % 0,224'dür. Sudaki kimyasal bileşimlerin kendi aralarındaki oranları ise; % 42 NaCl, % 34 NaCO<sub>3</sub>, % 16 Na<sub>2</sub>S O<sub>4</sub>, % 3 KSO<sub>4</sub> ve % 2,5 MgCO<sub>3</sub>. Bu özelliği nedeniyle göl, soda üretim kaynağı olarak büyük bir rezerve sahiptir. Van Gölü çanağında yer yer su kaynakları olduğu saptanmıştır. Ayrıca göle çok sayıda dere ve küçük çay ulaşmaktadır. Göl seviyesinde yaz ayları ile kış ayları arasında 50-60 cm'lik seviye oynamaları görülmektedir. Ancak son yıllarda bu oynamalar m'lerle ifade edilmektedir (<http://www.van.gov.tr/>).

**Erçek Gölü:** Van Gölü'nün 30 km doğusunda yer alan bu göl, bir çöküntü havzası içindedir. Göl yüzeyinin yükseltisi 1803 m'dir. Yüzölçümü 99 km'dir. Lavların yığılmasıyla oluşmuştur. Erçek Gölü, doğudan Erçek Ovası, kuzeyden Şeyh Zengi Ovası, güneyden Irgat Dağları ile çevrilidir. En derin yeri 15 m'dir. Kapalı bir göl görünümünde olan Erçek Gölü'nün suyu tuzlu ve sodalıdır (<http://www.van.gov.tr/>).

**Keşiş Gölü:** Keşiş Gölü, yapay bir göl olup, Kun, Kozan ve Ereğ Dağları arasındadır. Yüzölçümü 4 km<sup>2</sup> civarındadır.

**Akgöl:** Kazgölü, Kotur Çayı'nın yukarı bölümündedir. Yüzey alanı 4 km<sup>2</sup>'dir.  
**Hasantimur Gölü:** Özalp ilçesi sınırları içindedir.

Doğal göl yüzeyleri toplamı 199,805 ha'dır.

### Göletler

Gölet rezervuar yüzeyleri toplamı 206,6 ha'dır.

**Emek Göleti:** Özalp ilçesi Emek köyü Fakir Musa Deresi üzerindedir. Sulama amaçlı 1989 yılında kurulmuştur. Depolama hacmi 940 hm<sup>3</sup>, sulama alanı 120 ha'dır (<http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi17/van.htm>).

**Morçişek Göleti:** Özalp ilçesi Kapan Deresi üzerindedir. Sulama amaçlı 1999 yılında kurulmuştur. Depolama hacmi 2,222 hm<sup>3</sup>, sulama alanı 450 ha'dır (<http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi17/van.htm>).

**Sihke Göleti:** Merkez ilçesi Akköprü Deresi üzerindedir. Sulama amaçlı 1980 yılında kurulmuştur. Depolama hacmi 9,200 hm<sup>3</sup>, sulama alanı 160,50 ha'dır  
(<http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi17/van.htm>).

**Genişgöl Göleti:** Merkez ilçesinde sulama amaçlı 1980 yılında kurulmuştur. Depolama hacmi 17 hm<sup>3</sup>, sulama alanı 704 ha'dır  
(<http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi17/van.htm>).

**Gölegen Göleti:** Özalp ilçesi Gölegen Çayı üzerindedir. Sulama amaçlı 2004 yılında kurulmuştur. Depolama hacmi 1,39 hm<sup>3</sup>, sulama alanı 349 ha'dır  
(<http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi17/van.htm>).

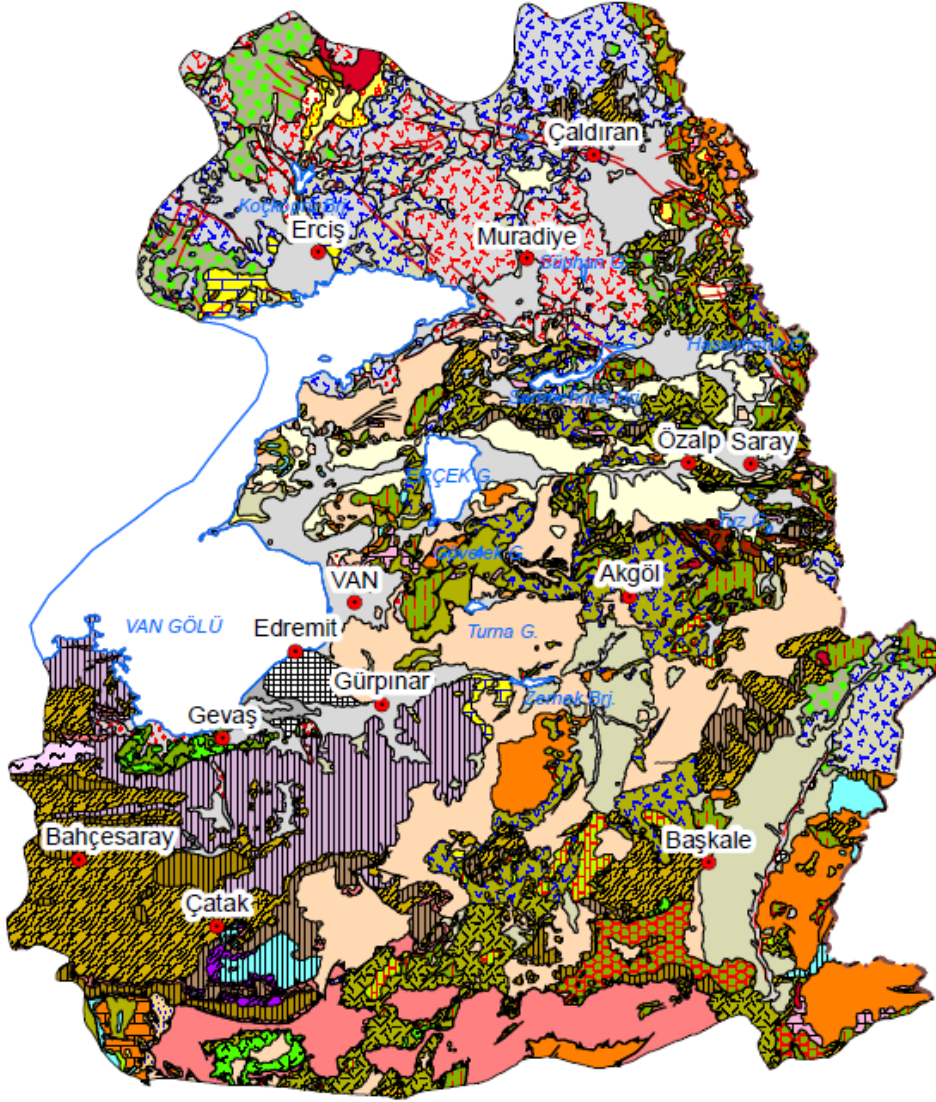
**Aşağı Tulgalı Göleti:** Özalp ilçesi Beyaz Deresi üzerindedir. Sulama amaçlı 2014 yılında kurulmuştur. Depolama hacmi 0,689 hm<sup>3</sup>, sulama alanı 169 ha'dır  
(<http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi17/van.htm>).

#### YER ALTI SUYU KAYNAKLARI

Van ili jeoloji haritasına; koyu ve açık kahverengi alanlar Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı gnays, şist, fillit, mermerden oluşan metamorfik kayaları, yeşil alanlar ofiyolitik kayaları, mavi alanlardan; Çatak güneydoğusundaki Jura-Kretase mermeri, Başkale doğusundaki alan Jura-Kretase yaşlı kireçtaşı, Gürpınar güneyindeki mor renkli dikine çizgili alanlar Paleozoyik-Mezozoyik mermerleri, turuncu alanlar Paleosen-Eosen yaşlı kırıntılılar ile karbonat kayalarını, ilin kuzeyindeki gri, yeşil renkli farklı sursajlı alanlar (Muradiye, Çaldıran ve Erciş çevresi) Miyosen-Kuvaterner aralığı piroklastik kayalar, andezit, bazalt kayaları, sarı renkli alanlar da Miyosen-Pliyosen yaşlı kırıntılı ve karbonat gölgesel kaya birimlerini, gri alanlar ise (Çaldıran, Erciş, Van Ovaları) alüvyondan oluşur (Şekil 145).

Bu kaya birimlerinden alüvyon ile birlikte diğer birimlerin kırıntılı düzeyleri geçirgen, taneli ortam akiferler, volkanik, ofiyolitik kayalar, şist, fillit, andezit, bazalt kayaları erimesiz, kaya ortam akiferlerdir. Sedimanter kayaların kireçtaşı düzeyleri erimeli, karstik kaya ortam akifer, marn ve kıltaşı düzeyleri geçirimsiz, erimesiz kaya akifer özelliği gösterirler.

Yer altı suyu potansiyeli 138,69 hm<sup>3</sup>/yıldır.



Van ili jeoloji haritası (MTA, 2009).

[www.esrefatabey.com.tr](http://www.esrefatabey.com.tr)

### Su taşıyan formasyonlar

**Pliyo-Kuvarterner göl çökelleri:** Göl çökellerinin kumlu ve çakıllı seviyelerinde serbest akifer oluşmuştur. Bu seviyeler, Toprakkale formasyonundaki kireçtaşı ve Van formasyonunun kumtaşı seviyelerinden beslenmektedir.

**Van formasyonu:** Formasyonundaki kumtaşlarının bol çatlaklı olması nedeniyle su depolayabilmektedir. Kumtaşlarından Bakraçlı grup kaynakları ve Kavurma-I kaynağı, formasyonun kumtaşı-marn ardalanmalı seviyelerin kontağında ise Kavurma-II kaynağı oluşmuştur. Yağışın etkisiyle derinlere süzülme marnlı seviyelerde çok az olduğundan su vermezler. Kumtaşlarındaki su, tabaka duruşuna ve çatlakların konumuna göre akış gösterir. Marnlı seviyelerin etkisiyle su derinlere süzulememekte, yamaçlarda küçük kaynaklar şeklinde çıkmaktadır. Uzun süreli debi ve iyon değişimi incelenen Bakacak grup kaynağı, Kavurma-I ve Kavurma-II kaynaklarının oluşumu bu şekildedir (Van Çevre Durum raporu, 2013).

**Erekdağı Ofiyoliti:** Formasyondaki bol çatlaklı gabrolar, su depolayabilmektedir. Üst Kretase yaşlı ofiyolitlerdeki geçirimsiz birimlerin varlığı, yağışın drenlere süzülmesini engellemektedir. Bu nedenle yamaçlardan küçük debili kaynaklar şeklinde çıkmaktadır. Uzun süreli debi ve iyon değişimi incelenen Çoravanis kaynağının oluşumu bu şekildedir (Van Çevre Durum Raporu, 2013).

**Toprakkale formasyonu:** Üst Paleosen yaşlı birim, kireçtaşlarından oluşmuştur. Bol çatlaklı ve erime boşluklu olmaları nedeniyle su depolama özelliğine sahiptirler. Bu özellikler nedeniyle su derinlere süzülerek yüksek debili Kale grup kaynaklarını oluşturmaktadır. Uzun süreli debi ve iyon değişimi incelenen Kale grup kaynaklarının oluşumu bu şekildedir (Van Çevre Durum Raporu, 2013).

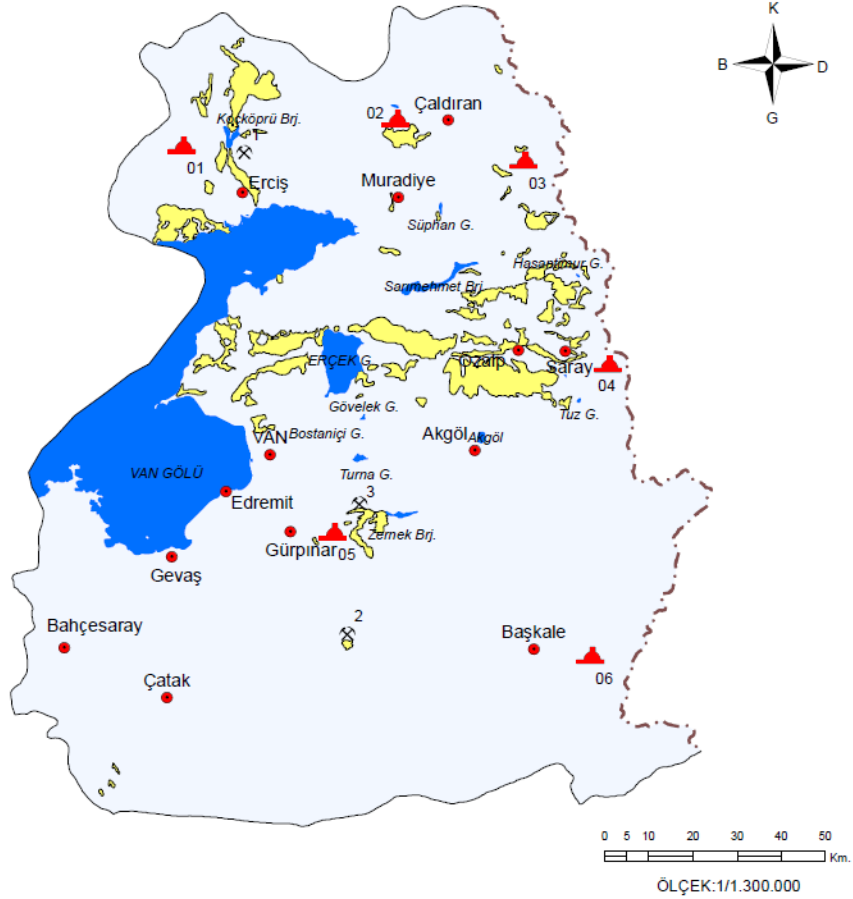
## SU KALİTESİ

Jeoloji haritasında sarı ve açık sarı ile gösterilen alanlar Miyosen-Pliyosen yaşındaki göl istifleridir. Bu kaya birimleri yer yer kömür oluşumlarını bünyelerinde barındırmaktadır. Erciş ilçesi Zilan'da, Gürpınar ilçesi Şahmanis ve Hoşap'ta linyit kömürü sahaları bulunmaktadır (MTA, 2010).

Bazı linyit kömürleri bünyesinde arsenik içermektedir. Kömür içinde bulunan arsenik yer altı sularına karışmakta ve içme-kullanma suları arsenikçe zenginleşmektedir. Şekil 146'da haritada sarı renkli alanlarda açılacak içme suyu amaçlı kuyu suları Balkan Endemik Nefropatisi yönüyle dikkat edilmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır. Volkanik türü kayalardan beslenen kaynak ve kuyu suları arsenik bakımından zengin olmaktadır. Ayrıca evaporitik sedimanter havzalardaki yer altı suları; sülfat, klorür, tuzluluk, elektrik iletkenliği yüksek olabilmektedir.

Erciş ilçesinde Zilan, Çaldıran ilçesinde Ayranklar ve Buğlu, Özalp ilçesinde Çaybağı, Gürpınar ilçesinde Seyhan, Başkale ilçesinde Çamlık sıcak su (jeotermal) kaynağı bulunmaktadır (MTA, 2009). Sıcak suların bünyesinde sınırı aştığında, sağlık için istenmeyen arsenik, bor ve florürün yer altı suları ve içme sularını kirletmemesi için, alıcı nehir, çay, derelere karışmaları önlenmelidir.

Van ili ve merkez çevresi içerisinde resmi kurumlarca açılan 12 adet sondaj kuyusundan ve 6 adet kaynaktan alınan su numunelerinin fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Sondaj kuyularından alınan su numuneleri, Pliyo-Kuvaterner yaşlı göl çökellerini, kaynak suları ise Üst Kretase yaşlı gabroları, Üst Paleosen kireçtaşlarını, Üst Oligosen-Alt Miyosen yaşlı kumtaşlarını temsil etmektedir. Fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına göre, sulara bulunan başlıca mineraller ve kökenleri belirlenerek, minerallerin, çalışma sahasındaki birimlerle olan ilişkisi araştırılmıştır (Van Çevre Durum Raporu, 2013).



#### AÇIKLAMALAR

⊗ Linyit	▲ Jeotermal Alan	■ Genç Çökel Birimler (Miyosen - Pliyosen)
1 ⊗ Erciş-Zilan	01 ▲ Erciş-Zilan	● Yerleşim merkezi
2 ⊗ Şahmanis	02 ▲ Çaldıran-Ayranklar	
3 ⊗ Hoşap	03 ▲ Çaldıran-Buğtu	
	04 ▲ Özalp-Çaybağı	
	05 ▲ Gürpınar-Seyhan	
	06 ▲ Başkale-Çamlık	

Van ili Miyosen-Pliyosen yaşında gölsel kaya birimleri ile kömür sahaları ve sıcak su kaynakları haritası (MTA, 2009).

[www.esrefatabey.com.tr](http://www.esrefatabey.com.tr)

#### Sularda bulunan başlıca katyonlar

**Kalsiyum (Ca<sup>++</sup>):** Sondaj kuyusu sularının kimyasal analiz sonuçlarına göre Ca<sup>++</sup> iyonu, toplam iyonların miliekivalen değerinin % 12,9- % 64,9'unu oluşturmaktadır. Kaynak sularındaki Ca<sup>++</sup> iyonunun % miliekivalen değeri ise, % 4,9- % 61,3 arasında değişmektedir. Sulardaki kalsiyum iyonu, kireçtaşlarının CO<sub>2</sub>'li sularda erimesiyle oluşmaktadır. Kalsiyumun kaynağı, kalsiyum silikat, aroganit, jips ve apatit mineralleridir. Sudaki kalsiyum iyonu, karbonatlı ve sülfatlı minerallerden oluşur (Van Çevre Durum Raporu, 2013).

**Magnezyum (Mg<sup>++</sup>):** Sondaj kuyusu sularının % miliekivalen değeri % 3,6- % 59,1 arasında değişmektedir. Kaynak sularında Magnezyum iyonunun 5 miliekivalen değeri ise, % 15,5- % 51,5 arasındadır. Sulardaki magnezyum iyonunun kaynağı, olivin, amfibol koyu renkli mikalar ve silikat mineralleridir (Van Çevre Durum Raporu, 2013).

**Sodyum (Na<sup>+</sup>):** Sondaj kuyusu sularının % miliekivalen değeri % 6,8-% 79,7 arasında değişmektedir. Kaynak sularında % sodyum iyonu değeri ise, % 15,1-% 77 arasındadır. Sodyum iyonu, inceleme alanındaki magmatitlerdeki sodyumlu feldispatların ayrışması sonucunda yeraltısuyuna geçmiş olmalıdır.

**Potasyum (K<sup>+</sup>):** Potasyum iyonunun sondaj kuyusu sularındaki % miliekivalen değeri % 1,1-%7,2 arasında, kaynak sularında ise % 1,5-% 2,9 arasında değişmektedir. Kaynak ve yeraltı sularındaki potasyum iyonu, potasyumlu feldispatların bozulması sonucunda yeraltı suyuna karışmış olmalıdır.

### **Sularda bulunan başlıca anyonlar**

**Klorür (Cl):** Sondaj kuyusu sularının kimyasal analiz sonuçlarına göre, klorür iyonunun miliekivalen yüzdesi % 6,1- % 22,2 arasında, kaynak sularındaki klorür iyonunun ise % 3,2- % 6,9 arasında değişmektedir. Klorür iyonunun yüksek değerlerde olması, Pliosen göl çökellerindeki tuzlu seviyelerden kaynaklanıyor olabilir (Van Çevre Durum Raporu, 2013).

**Sülfat (SO<sub>4</sub>):** Sülfat iyonunun kaynak sularındaki % miliekivalen değeri % 1,2- %11,3, sondaj kuyu sularında ise % 1,7- %12,7 arasında değişmektedir. Su numunelerindeki sülfat iyonunun kaynağı, Pliosen göl çökellerindeki jipsli seviyelerin yıkanması olmalıdır.

**Hidrokarbonat (HCO<sub>3</sub>):** Sondaj kuyusu suları ve kaynak sularında en yüksek değerde bulunan iyon hidrokarbonat iyonudur. Hidrokarbonat iyonunun % miliekivalen değeri kaynak sularında % 29,8- % 94,2 arasında, sondaj kuyusu sularında ise % 66,7-% 87,2 arasında değişmektedir. Sulardaki hidrokarbonatın çoğu, inceleme alanındaki karbonatlı kayaların, CO<sub>2</sub>'in etkisiyle eritilmesi sonucunda yeraltı suyuna geçmesiyle oluşmuştur. Havadaki CO<sub>2</sub>, yağmur suyunu CO<sub>2</sub>'ce zengin hale getirir. Yağmur suyu, yüzeysel akış sonucunda sızarak yer altı suyunu besler. Ayrıca bitki köklerinin solunumuyla ortaya çıkan CO<sub>2</sub>, yer altı suyuna taşınır (Van Çevre Durum Raporu, 2013). Tüm bu nedenler yer altı suyunun CO<sub>2</sub>'ce zenginleşen yer altı suları kireçtaşlarını aşındırabilmektedir. Karbondioksitin kireçtaşlarına olan etkisi şu kimyasal reaksiyona göredir.  $CaCO_3+H_2O+2CO_2\rightarrow Ca+2HCO_3$  (Van Çevre Durum Raporu, 2013).

Yüzeysel su kaynaklarından kullanılan su miktarı ve içmesuyu arıtım tesisi mevcudiyeti ile verilen temiz su kaynaklarının (içme suyu) kapasiteleri; Gürpınar su kaynağı kapasitesi 1,500 l/s şehir merkezi derin kuyular 300 l/s, verimlilikleri % 98, suların ihtiva ettikleri mineral miktarları bulunmamaktadır. Suların iletildiği boru kaliteleri toplamda 850 km'dir. Bunların 50 km beton boru, 30 km AÇB boru, 85 km font (pik) boru ve 400 km PVC borudur. İlin şehir su şebekesi aşağıda belirtilen şekilde sınıflandırılmıştır (Van Çevre Durum Raporu, 2013).

**Memba suyu:** Şehir İçme su şebekesi Gürpınar ilçesi Yukarı Kaymaz (Mejingir) ana mabadan 1,200 l/s su 1 nolu su deposuna ulaşmaktadır. Şehir su şebekesi 3 kademeli olup 1. kademe 400 l/sn, su almaktadır. 2. ve 3. kademeler terfi sistemi ile beslenmektedir. Bu kademeler de saniyede 400 litre kapasitededirler. Her üç kademeye ait su depoları mevcut olup, 1 No' lu su deposunda gaz klorklama sistemi ile klorklama yapılmaktadır (Van Çevre Durum Raporu, 2013).



**Derin kuyu suyu:** Derin kuyu pompaları eskiden şehri beslemiş olup, hali hazırda 3 adedi faal durumda çalışmaktadırlar. Bu kuyuların suları Sihke su deposunda klorlanmaktadır.

**Zernebat suyu:** Zernebat suyu Erek Dağı'nın doğusunda şehre 125'lik pik borularla ulaşmaktadır. Zernebat Suyu eski şebekeyi beslemekte iken, yeni şebekenin devreye girmesiyle sadece ilin muhtelif yerlerinde bulunan Zernebat Suyu hayrat çeşmelerinde akıtılmaktadır (Van Çevre Durum Raporu, 2013).

**Yer altı su kaynaklarından temin edilen su miktarı ve içme suyu arıtım tesisi mevcudiyeti:** Derin kuyu pompaları eskiden şehri beslemiş olup, hali hazırda 3 adedi faal durumda çalışmaktadırlar. Bu kuyuların suları Sihke su deposunda klorlanmaktadır.

### Yüzey suyu örneklemeleri

Tolluoğlu ve diğerleri (2005) tarafından Van Gölü Havzası'ndaki radyoaktivitenin halk sağlığı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi için kritik olan yüzey sularındaki radyoaktivite ölçümleri yapılmıştır. Su örneklerinin alımı, sistematik olarak akarsuyun sonlandığı yerlerden başlayarak kaynağa doğru taranması şeklinde yapılmıştır. Ana akarsu kollarına katılım yapan yan kollar ve ana kollar üzerindeki çatak noktaları su basmanı seviyelerinin üzerinden örneklenmiştir. Yüksek yüzey gama ( $\gamma$ ) ve doz hızı değerlerinin ölçüldüğü felsik volkanitlerin egemen olduğu akarsu kesimlerinde ise örnekleme sıklığı 2-2,5 km aralığa kadar indirgenmiştir (Tolluoğlu ve diğerleri, 2005).

Laboratuvar analizleri ile su örneklerinin uranyum konsantrasyonu (ppb), toplam Ra izotopları aktivitesi ve toplam  $\alpha$  aktivitesi (Bq/l) saptanmıştır. Arazi çalışmaları sırasında toplanan su örneklerinde uranyum konsantrasyonlarını tayin etmek için Scintrex Marka UA-3 Model lazer fluorimetrik uranyum analizörü kullanılmıştır (Tolluoğlu ve diğerleri, 2005). Laser uyarımlı uranyum analizörünün alt deteksiyon limiti 0,05 ppb ve ölçüm doğruluğu 1 ppb'den yukarı değerlerdedir. Toplam radyum izotopları aktivitesini belirlemek için alınan su örneklerine asit ve baryum taşıyıcı ilavelerinden sonra ısıtma işlemleri uygulanmış ve RaBaSO<sub>4</sub> çökeleği elde edildikten ve filtrasyon işleminden sonra Eberline SAC-4 Marka ZnS(Ag) sintilasyon alfa detektöründe çökeleğin alfa sayımı yapılmış ve sudaki radyum izotopları konsantrasyonu hesaplanmıştır (Tolluoğlu ve diğerleri, 2005).

Sularda çözülmüş halde bulunan alfa verici izotoplardan gelen toplam alfa aktivitesini belirleme amacıyla toplam alfa aktivitesi ölçümleri yapılmıştır. Bu yöntemde, belirli bir hacim su örneği asitlendirme işleminden sonra buharlaştırılmış, kuruluğa kadar getirildikten sonra elde edilen kalıntıdan alınan belli miktardaki çökelekten gelen sayımlar Eberline SAC-4 Marka ZnS (Ag) sintilasyon alfa detektörü ile saptanmıştır (Tolluoğlu ve diğerleri, 2005). Çizelge'de farklı yerlerde alınan su örneklerinde radyoaktivite ölçüm değerleri verilmiştir.

Ahlat ilçesi örnekleri analiz sonuçları (Tolluoğlu ve diğerleri, 2005).

Örnek no	Yükseklik (m)	pH	mV	İletkenlik ( $\mu$ S/cm)	Uranyum Konsantrasyonu (ppb)
AHLT-1	1648	8	-57,1	258	1,66
AHLT-2	1725	7,75	-45,5	303	1,33
AHLT-3	1732	7,65	-39	298	1
AHLT-4	1728	7,84	-52,7	300	1,33
AHLT-5	1738	7,86	-50,2	293	1,33
AHLT-6	1751	7,65	-42,7	295	0,7
AHLT-7	1829	7,76	-45,5	294	1,33
AHLT-8	1772	8,05	-60,5	391	2,7

Bendimahı çayı örnekleri analiz sonuçları (Tolluoğlu ve diğerleri, 2005)

Örnek no	Yükseklik (m)	pH	mV	İletkenlik (µS/cm)	Uranyum konsantrasyonu (ppb)
BEND-1	1671	8,15	-51	640	1,71
BEND-2	1684	8,25	-98	638	2,14
BEND-3	1741	8,08	-84	666	2
BEND-4	1795	8,03	-81	679	1,86
BEND-5	1871	7,84	-70	734	1,71
BEND-6	1861	7,7	-59	218	0,29
BEND-7	1906	7,78	-67	754	1,14
BEND-8	1932	7,75	-66	773	1,14
BEND-9	1971	7,76	-65	822	0,57

Zilan deresi örnekleri analiz sonuçları (Tolluoğlu ve diğerleri, 2005).

Örnek no	Yükseklik (m)	pH	mV	İletkenlik (µS/cm)	Uranyum konsantrasyonu (ppb)
ZİLN-1	1657	7,53	-54	362	1,14
ZİLN-2	1671	7,24	-35	307	0,7
ZİLN-3	1698	7,93	-75	291	0,71
ZİLN-4	1713	6,07	-30	--	-
ZİLN-5	1776	8,08	-84	241	0,57
ZİLN-6	1786	7,66	-59	198	-
ZİLN-7	1796	7,75	-66	91	-
ZİLN-8	1789	8,99	-136	471	0,86
ZİLN-9	1773	8,96	-134	468	0,86

[www.esrefatabey.com.tr](http://www.esrefatabey.com.tr)

Gürpınar ilçesi örneklerinin analiz sonuçları (Tolluoğlu ve diğerleri, 2005).

Örnek no	Yükseklik (m)	pH	mV	İletkenlik (µS/cm)	Uranyum konsantrasyonu (ppb)
GÜRP-1	1655	8,01	-81	737	2
GÜRP-2	1660	7,92	-75	712	2,3
GÜRP-3	1717	7,82	-74	701	2,14
GÜRP-4	1719	8,05	-82	721	1,71
GÜRP-5	1722	8,1	-86	718	2
GÜRP-6	1720	7,95	-75	698	1,71
GÜRP-7	1760	7,57	-54	770	0,29
GÜRP-8	1756	8,2	-90	543	1,57
GÜRP-9	1778	8,5	-108	368	1,14
GÜRP-10	1803	8,54	-110	362	1
GÜRP-11	1804	8,51	-107	367	1,14

Karasu Irmağı örnekleri Analiz Sonuçları(Tolluoğlu ve diğerleri, 2005).

Örnek no	Yükseklik (m)	pH	mV	İletkenlik (µS/cm)	Uranyum konsantrasyonu (ppb)
KRSU-1	1658	8,33	-103	582	2,57
KRSU-2	1660	8,41	-103	584	1,14
KRSU-3	1662	8,36	-101	579	1,71
KRSU-4	1677	8,26	-96	574	1,86
KRSU-5	1682	8,55	-113	520	1,29
KRSU-6	1689	8,27	-96	561	1,43
KRSU-7	1702	8,19	-93	567	1,57

KRSU-8	1717	8,25	-93	541	1,29
KRSU-9	1733	8,23	-93	507	1
KRSU-10	1747	8,23	-93	486	1,14
KRSU-11	1757	8,58	-111	442	1
KRSU-12	1955	8,36	-102	518	8,57
KRSU-13	1962	8,44	-107	524	2,57
KRSU-14	1964	8,45	-105	458	1,71
KRSU-15	1973	8,13	-87	431	1,14
KRSU-16	1984	8,04	-82	391	1,43

Sonuç olarak, Van Gölü Havzası yüzey sularının uranyum konsantrasyon değeri 0,29-8,57 ppb aralığında değişmektedir. Ortalama uranyum konsantrasyon değeri  $1,51 \pm 0,10$  ppb, en yüksek uranyum konsantrasyonu değeri havzanın Karasu 12 nolu su örneğinde 8,57 ppb, diğer yüzey suyu örneklerinde ise düşük düzeyde uranyum konsantrasyonları saptanmıştır (Tolluoğlu ve diğerleri, 2005).

[www.esrefatabey.com.tr](http://www.esrefatabey.com.tr)

Yüzey radyoaktivite ölçümlerinde özellikle riyolit gibi felsik volkanik kayalarda yüksek gama ( $\gamma$ ) ve doz hızı değerleri belirlenmiştir. Yapılan petrografik incelemelerde radyoaktivite özelliğine sahip zirkon mineralinin felsik volkanik kayalarda ve Bitlis metamorfik masifine ait kayalarda oldukça yüksek oranlarda bulunduğu belirlenmiştir. Zirkon minerali ayrışma ve aşınma direnci oldukça yüksek bir mineraldir. Atmosferik koşullarda çözülmesi çok zor olan zirkon minerali içerdiği katyonları hemen hemen hiçbir şekilde yüzey sularına aktarmamaktadır. Bu nedenle havza genelinde yüksek yüzey radyoaktivite değerleri belirlemiş olsa da radyoaktif elementlerin felsik volkanik kayalarının üzerinde gelişen drenaj ağındaki akarsularda nispeten düşük oranlarda belirlenmiştir (Tolluoğlu ve diğerleri, 2005). Buradaki radyoaktivitenin nedeni zirkon olmayıp, zirkon minerali içinde bulunan doğal radyoizotopları U ve Th serisinden kaynaklanmaktadır.

### Florür sorunu

Tendürek Volkanı çevresindeki yüksek flor içerikli kaynak sularının hidrojeolojisi üzerinde yapılan bir ekip çalışmasında bu suların lavlar, fliş ve ofiyolitdeki kireçtaşları ve mermerlerden çıktığı, yüksek florlu olanların  $\text{NaHCO}_3$  türü, düşük florlu olanların ise  $\text{Ca-Mg-HCO}_3$  türü sular olduğu belirlenmiştir (Oruç ve diğerleri, 1976).

Van gölü çevresinde Muradiye, Çaldıran, Tatvan ve Doğubeyazıt'tan alınan su, toprak ve bitki örneklerindeki flor düzeyleri Karaçal ve diğerleri (1995) tarafından araştırılmıştır.

Van Muradiye ve Çaldıran ilçeleri köylerindeki suların flor konsantrasyonlarını 5,7 ile 15,2 ppm olarak saptayan Şendil ve Bayşu (1973), ayrıca Doğubeyazıt ve Çaldıran yöresindeki insan ve koyunların idrarlarında flor analizi de yaparak belirlenen hastalığın flor zehirlenmesi olduğunu Muradiye ilçesi için belirlemişlerdir. Van Gölü çevresinden alınan bazı kaynak sularında Oruç (1976), tarafından yapılan flor analizlerinde Çaldıran yöresinde (Tendürek Dağı) 2,0-7,5 ppm, Tatvan yöresinde (Nemrut Dağı) 2,0-5,0 ppm ve Sarısu yöresinde (Süphan Dağı) ise 0,2-0,7 ppm dolayında flor bulunmuştur.

Oruç (1983a) tarafından Kasım 1988'de Çaldıran ilçesi köylerinde yapılan incelemede insan ve koyunlarda lekeli mine görülmüş ve ayrıca 9 adet köy çeşmesinden alınan su örneklerinde 1,2-8,25 ppm flor belirlenmiş ve yöreye en kısa sürede sağlıklı su getirilmesi önerilmiştir. Türkiye'nin doğu ve batı bölgelerinden toplanan su, toprak, bitki ve koyunlardan alınan idrar, kemik, diş ve ayrıca insanlardan alınan idrar örneklerinde flor analizi yapan Ergun ve çalışma arkadaşları, florlu suların bulunduğu Doğu Anadolu örneklerinde bu değerleri çok daha yüksek bulmuşlardır (Ergun ve diğerleri, 1987).

Bölgede yaşayan insanların ve en önemli geçim kaynakları olan hayvanların flor zehirlenmesinden kurtarılması için 25 seneyi bulan çalışmalar sonucu Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğüne Ağrı-Doğubeyazıt-Balık Gölü İçme Suyu Grubu çalışmaları ile 1992 yılında 34 adet köye, 1997 yılında ise 10 köye insan ve hayvan ihtiyaç debisi toplam 57,45 l/s olan sağlıklı su getirildiği bildirilmiştir (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 1998).

[www.esrefatabey.com.tr](http://www.esrefatabey.com.tr)

Demirel (2009) tarafından, Van ili Çaldıran ilçesinde yaptıkları çalışma sırasında diş florozisi vakası tespit etmiştir. Şekil'de Van'ın Çaldıran ilçesinde yaşayan bir çocukta tespit edilen diş florozisi vakası görülmektedir.



Bir çocukta görülen diş florozisi vakası (Çaldıran-Van) (Demirel, 2009).

**İçme suyu temin edilen kaynağın adı, mevcut durumu, potansiyeli:** Van iline verilen temiz su kaynaklarının (içme suyu) kapasiteleri Gürpınar su kaynağı kapasitesi 1.500 l/s, şehir merkezi derin kuyular 300 l/s, verimlilikleri % 98, suların ihtiva ettikleri mineral miktarları bulunmamaktadır (Van Çevre Durum Raporu, 2013).

2012 yılında Van Merkez ve ilçelerinde toplam 5,183 ton kimyevi gübre kullanılmıştır. Bunun 4,200 tonu azotlu, 610 tonu fosforlu ve geriye kalan 373 tonda kompoze gübrelerden oluşmaktadır. İlde 2012 yılına göre 6,692 kg insektisit, 8,624 kg fungusit, 80 litre herbesit, 134 litre akarisit, 16 kg rodentisit kullanılmıştır. Bu kullanılan ilaçlar toprağa ve bitkilere geçerek kirliliğe yol açmakta ve dolayısıyla canlı varlığını tehdit etmektedir. Van-Özalp Devlet yolu 8. km'de bulunan Katı atık deposu (ildeki tüm katı atıklar bu bölgede düzensiz olarak depolanmaktadır) zemininin teknik şartlara göre düzenlenmemiş olması ve çöp sızıntı suyu drenaj hattı bulunmaması nedeniyle atık sularının yeraltı sularına karışması söz konusudur (Van Çevre Durum Raporu, 2013).

#### Değerlenen Belgeler

- Atabey, E. 2015.(bas.) "Türkiye'de illere göre su kaynakları-potansiyeli ve su kalitesi"  
Demirel, Ü. 2009. Flor Elementinin Canlılar Üzerine Etkisi ve Kapadokya Bölgesinde Florosis Gerçeği. 1. Tıbbi Jeoloji Çalıştay Bildiriler Kitabı (Ed. Y. Örgün ve G. Yalçın). TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını, 186-198.  
Ergun, H.S., Rüssel-Sinn, H.A., Baysu, N. ve Dündar, Y. 1987. Studies on the fluoride contents in water and soil, urine bone and teeth of sheep, urine of human form Eastern and Western parts of Turkey, Dtsch.tierarzti.Wschr. 94, 381-440.  
<http://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi17/van.htm>  
Karaçal, İ., Kırmız, Ş., Türetken, İ., Tüfekçi, Ş.ve Cimrin, K. M., 1995. The fluoride content in soils, waters and plants around Van Lake, IX. Int. Symposium of CIEC, 25-30 Sept. 1995 Kuşadası, Turkey.

- MTA. 2009. Türkiye Yer Altı kaynakları (illere göre). Yerbilimleri ve Kültür Serisi-5, ISBN: 975-605-4075-32-4. Ankara.
- MTA. 2010. Türkiye Linyit Envanteri. Envanter Serisi-202, ISBN: 975-605-4075-76-8. Ankara.
- Oruç, N. 1976. Van Gölü çevresindeki bazı doğa sularında florür konsantrasyonu ve önemi,. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak., Ziraat Dergisi, Cilt: 7, Sayı: 3, s. 25-32.
- Şendil, Ç. ve Baysu, N., 1973. İnsan ve hayvanlarda Ağrı ili Doğubeyazıt ilçesi köylerinde görülen flor zehirlenmeleri ve bunu Van ili Muradiye ilçesi köylerinde de saptamamızla ilgili ilk tebliğ, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, Cilt: 20, No: 4.
- Tolluoğlu, A. Ü., Eral, M., Aytaş, Ş., Aykıl, S., Işık, M. A., Aslani, M. A. A., Köse, O., Türközü, D. A. ve Yüksel, A. 2005. Van Gölü Havzasında radyoaktivitenin jeokimyasal dağılımı ve halk sağlığına etkileri. 1. Tıbbi Jeoloji Sempozyum Kitabı. (Ed. Eşref Atabey), TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası yayınları, 95. 193-206. Ankara.
- Tuncalı, E., Çiftçi, B., Yavuz, N., Toprak, S., Köker, A., Gencer, Z., Ayçık, H. ve Şahin, N., 2002. Türkiye Tersiyer kömürlerinin kimyasal ve teknolojik özellikleri, MTA yayınları, 401s. Ankara.
- Van İl Çevre Durum Raporu, 2013. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Van Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. Çed. İzin ve Denetim Şube Müdürlüğü.

[www.esrefatabey.com.tr](http://www.esrefatabey.com.tr)