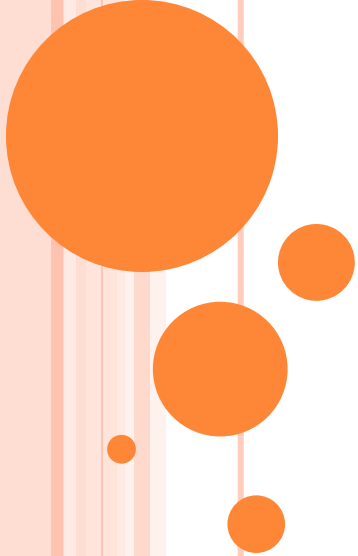


JEOTERMAL KAYNAKLARIN OLUŞUMLARI İLE BUNLARIN KİMİ FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Prof. Dr. Ünal ALTINBAŞ

**Ege Üniversitesi (E.)
Türkiye Sağlıklı Kentler Birliği Danıőma Kurulu Üyesi**



Yeryüzü doğal kaynakları; toprak, biyolojik çeşitlilik (Flora_Bitki, Fauna_Hayvan ve mikroorganizmalar), hava, kayalar_taşlar ve maden ile sudur. Çevremizde bulunan ırmak, çay, dere vb. akarsular ile gölet ve göller, gereksinme duyulan içme ve sulama suyu yanında, yeraltı ve toprak suyu rezervlerinin kaynağını oluştururlar. Canlı yaşamı önce suda başlamış ve daha sonra karasal alanlara doğru bir geçiş göstermiştir.



Dünyamıza veya yeryüzüne mavi gezegen denilmesinin nedeni alansal olarak % 70.78'nin sularla örtülü olmasındandır ve yeryüzünde mevcut suların da % 97'si okyanuslarda bulunmaktadır ve bu sular tuzludur. Geriye kalan % 3 su ise tatlı sudur ve bu bağlamda temiz, içilebilir konumdadır ve bizler ancak bunun % 1'ine ulaşabilmekteyiz, çünkü bunun % 79'u kutuplardaki buz dağlarında, % 20'si derin yeraltı suları şeklinde, % 1'lik dilimi de göller, akarsular ve tatlı su rezervuarlarında bulunmaktadır.



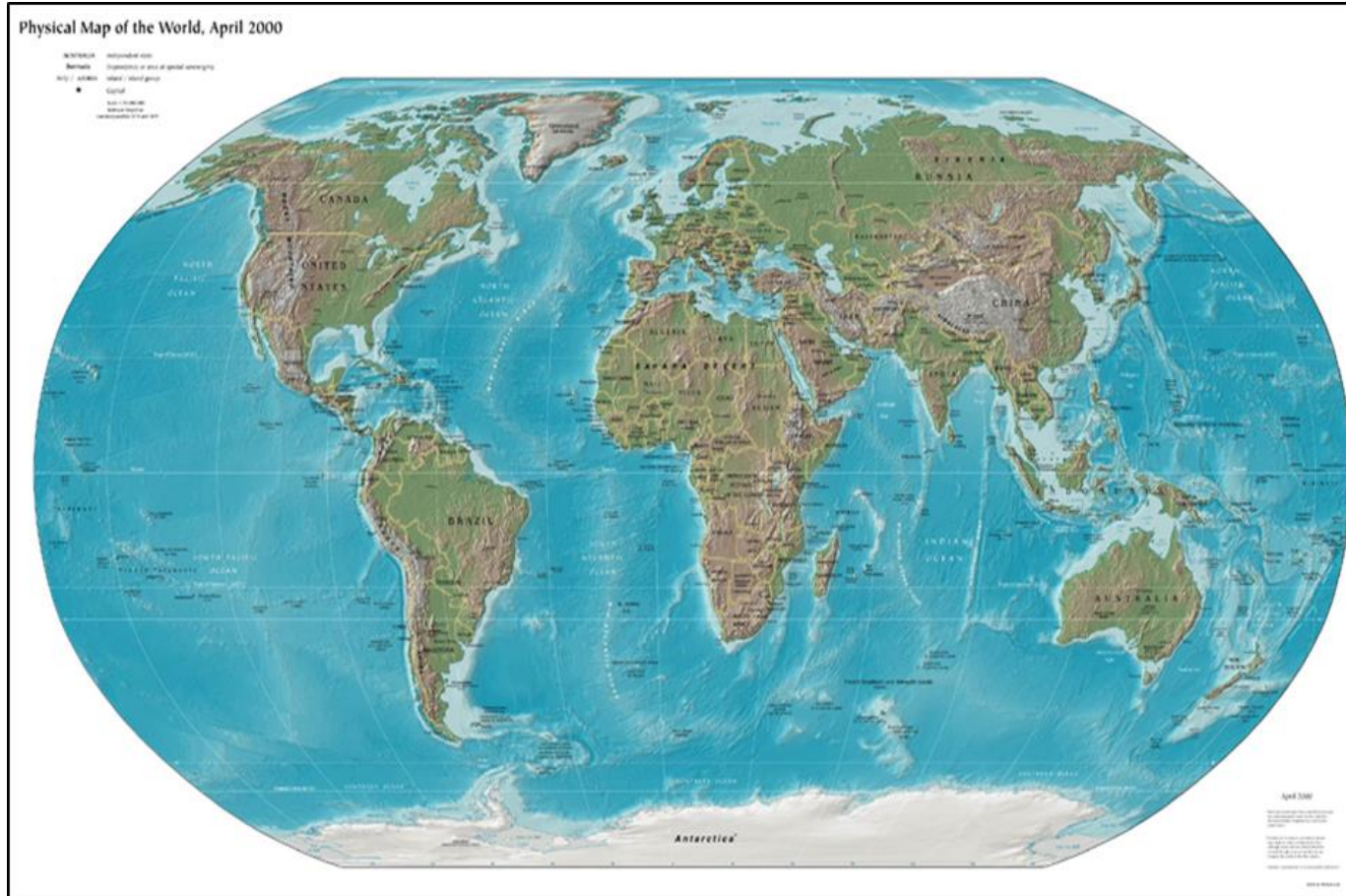
Beynimizin % 70'i, kanımızın % 80'i, bitkilerde ise % 95'e varan bölümü sudur ve insan vücudu da genelde bir haftalık susuzluğa dayanamaz. Temelde oksijensiz yaşam canlılar için (Anaerobik bakteriler) söz konusu iken, ancak susuz yaşam hiçbir canlı için söz konusu değildir.



Bu gün mutlak olan, yaşadığımız dünyada susuz yaşamın düşünölemeyeceğidir. Saf su veya damıtık su, merkezde bir hacim oksijen ve bununla da yaklaşık 104.45° açı oluşturan iki hacim hidrojeniyle dipol _iki kutuplu özellikli olarak betimlenirler ve sular fiziksel olarak saydam, renksiz, tatsız, kokusuzdurlar ve Aristoteles_Aristo (MÖ. 384–322)'in tanımı ile dünyanın temel elemanlarından birisi olarak kabul edilir.



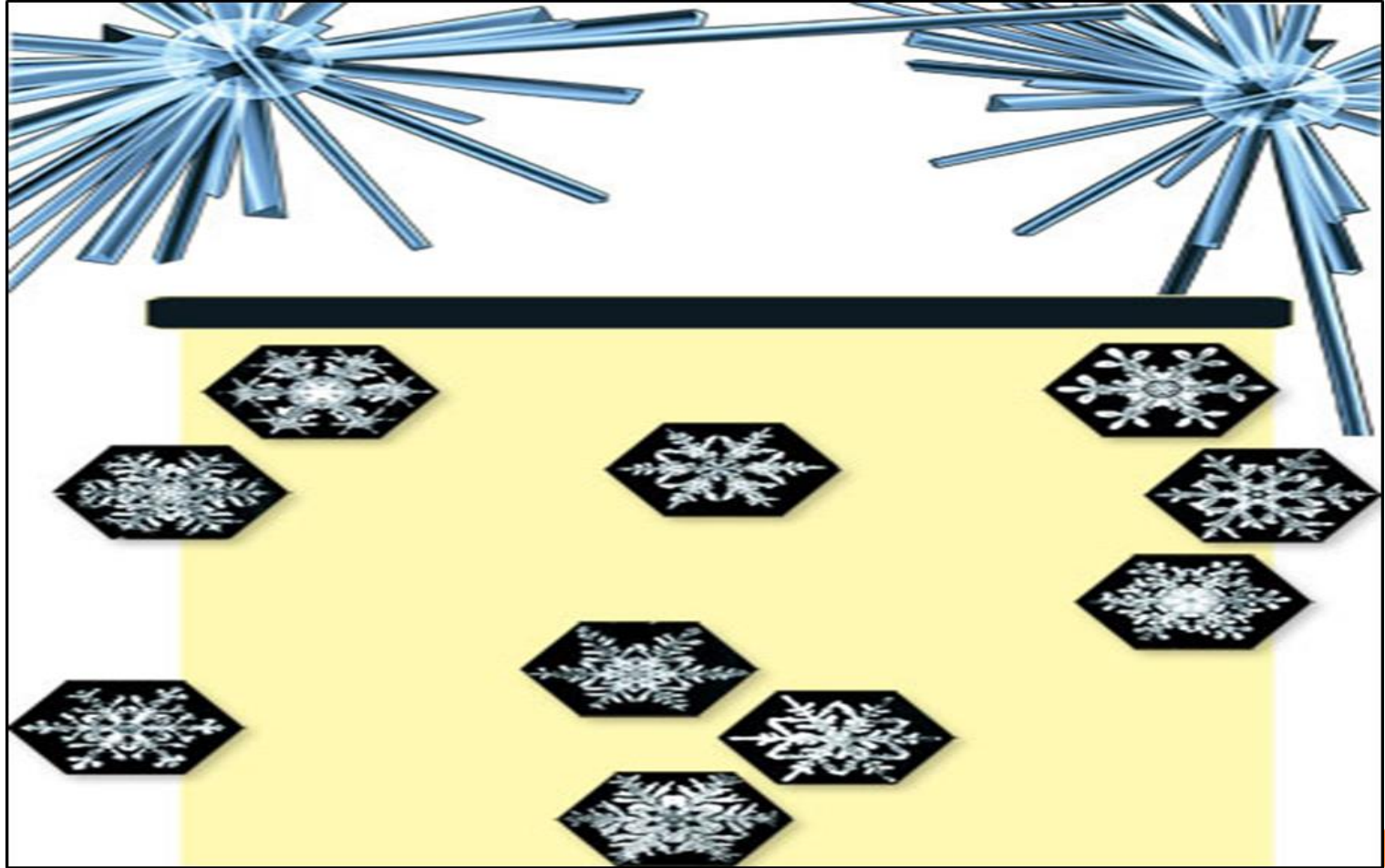
GALAKSİMİZİN MAVİ GEZGENİ_YERYÜZÜ



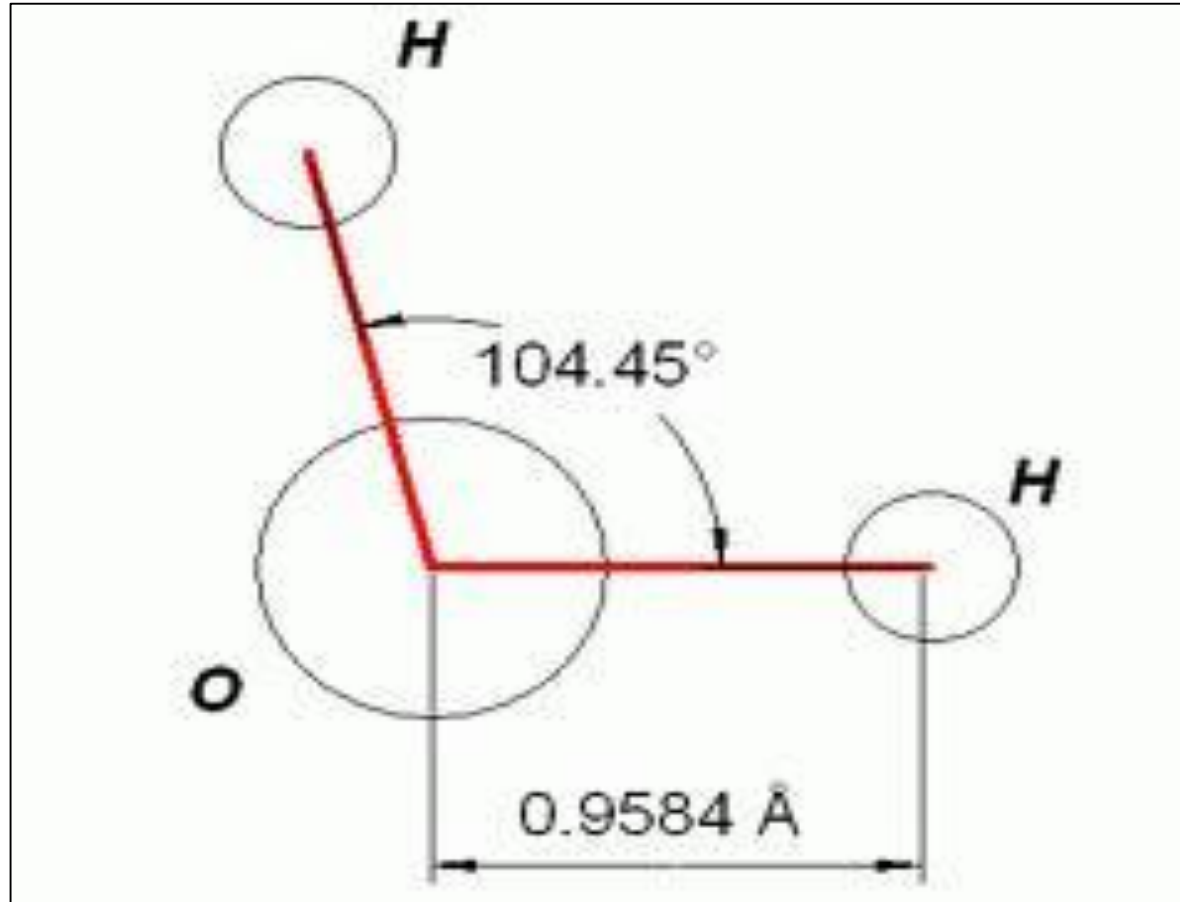
Su molekülleri kimyasal olarak dissosiye olduklarında H^+ ve $(OH)^-$ iyonlarına iyonize olurlar. Hidrojen iyonları çözeltilerde pH yönünden asitlik, hidroksil iyonları ise bazik özellik verirler. İçeriğinde sadece hidrojen ve hidroksil iyonlarını içeren temiz, damıtık_saf sular $0^{\circ}C$ de donma ve $100^{\circ}C$ de kaynama özelliği gösterirler. Sular, katı_buz ve kar (kristal su_hegzagonal), sıvı (H_2O) ve gaz (HOH) şeklinde bulunurlar ve su molekülleri birbirleri ile kohezif_kohezyon güçleri ile tutulurlar.



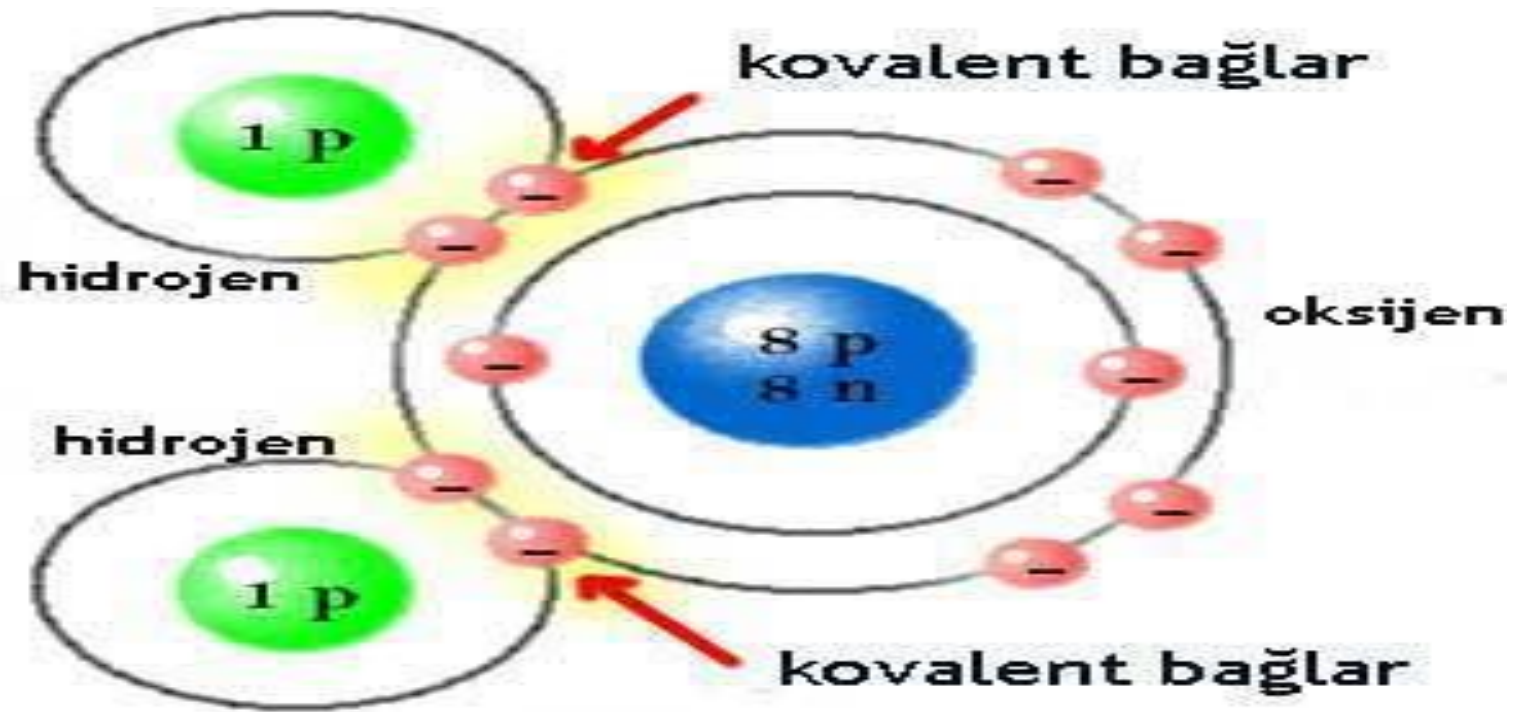
KATI SUYUN_BUZ'UN HEGZAGONAL GEOMETRİK ŞEKLİ



SUYUN MERKEZDE OKSİJEN VE BUNUNLA 104.45° AÇI OLUŞTURAN HİDROJEN ATOMLARI İLE KOVALENT BAĞLANIMLAR VE SONUÇTA DİPOL YAPİ



DİPOL YAPININ KOVALENT ELEKTRİKSEL BAĞLARI



Doğada bulunan sular saf_damıtık şekilde (H_2O) değildirler ve içeriğinde değişik oranlarda kimyasal şekilde çözünebilir tuzları yani iyonize katyonlar , ($Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Na^+, Ba^{2+}, (NH_4-N)^+, Si^{4+}, Al^{3+}, Fe^{2+,3+}, Ti^{2+,3+,4+}, Hg^{2+}, Li^+, Sr^{2+}, Mo^{2+,6+}, Po^{2+}, Se^{2+,4+,6+}, Cu^{+,2+}, Cd^{2+}, Cr^{2+,3+,6+}, Pb^{2+,4+}, Zn^{2+}, Mn^{2+,3+,4+,7+}, Ra^{2+}, Ni^{2+}, As^{3+,5+}, Co^{2+,3+}, U^{4+,6+}$ vb) ve anyonlar (Cl^-), (SO_4) $^{2-}$, (CO_3) $^{2-}$, (HCO_3) $^-$, (PO_4) $^{3-}$, (NO_3-N) $^-$, F^- , I^- , Br^- , (BO_3) $^{3-}$ vb ile suda disperse olmuş askıda inorganik (kil kolloidleri, seski oksitler) ve organik maddeler (organik kolloidler) yanında bakteri, mantar vb. mikroorganizmalar ile kimi gazları, radyoaktif maddeleri içeriğinde bulundurlar ve bu bağlamda da sular hidrojen iyonu yoğunluğunu gösteren pH, elektriksel geçirgenlik, geçici ve devamlı sertlik vb. özellikler gösterirler.



Sudaki çözünebilir iyonların yoğunlukları üzerine arazinin jeolojik yapısı, kaya ve minerallerin ayrışma dereceleri, toprakların oluşum basamakları, suyun sıcaklığı, yeryüzü şekilleri, yağış şekilleri ve niceliği ile toprak özelliği ve Antropojen (insan oluşumlu) şekiller vb özellikler su kimyasının bileşimi üzerine doğrudan etkili olmaktadır.



Sular kendi doğal özelliğinin bir sonucu olarak çok iyi dispers edici-askıda (kolloidler_kil mineralleri ve organikler, seski oksitler_Fe,Al,Mn, oksit ve hidroksitleri), taşıyıcı (damarlarda kan, bitkilerde ksilem dokulardaki bitki özsuğu) işlevleri yanında, güneş enerjisi varlığında CO₂ ile tepkimeye girerek yeşil bitkilerde fotosentez olayında aktif rol oynarlar ve sonuçta organik bileşikleri oluştururlar. Bu arada kimyasal olarak çok iyi çözügendirler ve sonuçta evsel, kentsel ve teknolojik kimyasallardan kaynaklanan çözünmüş iyonlar ve iyon gurupları yanında, ağır metaller (özüöl ağırlığı 5 g/cm³ den fazla doğada 60'dan fazla ağır metal bulunmaktadır) yoğunlaşarak, suların rengi, kokusu, tadı, bulanıklık, sıcaklık, tuzluluk, alkalilik vb. veriler yoğunlaşır ve sularda yapısal bozulmalara ve şekilsel değişimlere neden olunur.



Suyun kimyasal bileşimindeki Jeotermal kaynaklar, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısıнын oluşturduğu ve bu koşullarda çözünmüş veya iyonize olmuş kimyasalları içeren sıcak sular, buhar ve gazlarıdır. Jeotermal kaynaklar, genelde taraçalarda konumlanmış olan arazilerin horst ve grabenleri arasındaki fay (çatlak,kırık) çizgilerinden kaynaklanırlar ve arazi topografyasına bağımlı olarak drenaj ağlarıyla antiklinallerden (yüksek veya yükselen araziler) senklinal görünümündeki depresyonik_çukur alanlara doğru akarlar.



Jeotermal kaynak suları, yeraltı suyunun yeryüzüne çıkarak akan bir bölümünü oluştururlar ve bunlar köken aldıkları yer altı suyunun sıcaklığı ile özdeşirler. Jeotermal kaynaklar 1 km. derinlikteki kaynağın sıcaklığına bağlı olarak, 1. Rezervuar sıcaklığı 150°C nin altında olduğu koşullarda düşük sıcaklık sistemleri olarak isimlendirilirler ve bunlar yeryüzüne ulaşmış doğal sıcaklıkları tanımlarlar. 2. Rezervuar sıcaklığı 200°C nin üzerinde olduğu konumda yüksek sıcaklık ve bunlar fümerol (buhar)'ler ve kaynayan çamur göletleri şeklinde kendini gösterirler.



Jeotermal kaynaklar hazne kayadaki kökenine göre 1. magmatik (jüvenil), 2. fosil (depo sistemi), ve 3. meteorik (devirli sistem) şeklinde sınıflandırılır. Bu sıcak sular veya ısı yüklü akışkanlar, fay çizgilerinin bulunduğu yörelerde çok derinlerden gelirler ve bunlar magmatik kontakt kökenli jüvenil suların yani jeotermal kaynakların kökenini oluştururlar ve bu kaynaklar çok iyi bir çözen olduklarından köken aldığı jeolojik yapının mineral bileşimine ve geldiği alanın derinliğine bağlı olarak değişik sıcaklıklarda ve içeriğinde çözünebilir tuzları (jeolojik yerel oluşum özelliklerine göre,



yoğun olarak NaCl , CaSO_4 ve Na_2CO_3) ile çözünmüş yoğun ağır metaller ile jeotermal suların sıcaklıkları ve yüksek tuz yoğunluklarına göre yeraltı derinliklerindeki çözünürlüklerini kolaylaştırdığı kimi radyoaktif maddelerden olan Sr_{90} , U_{234} , $_{235}$ ve $_{238}$, Pb_{210} , Th_{230} , Po_{210} , Se_{135} , radyum (Ra_{226} , 228) vb yanında, çözünmüş gazlar olan ve sıvı ortamında çözünürlükleri basınçla artan CO_2 , H_2S , CH_4 , NH_3 , flor (F), arsenik (As), argon (Ar) yanında, Ra_{226} nın 1620 yıllık yarı ömrü ile bozunarak Rn (Radon) vb. gazları içeriğinde yeryüzüne ulaşırlar. Toryum $_{232}$ 'in bozunumu ile gaz şeklindeki radon ve toron vb radyo izotoplar radyasyon oranını arttırırken, Po_{238} , Pb_{214} , Bi_{214} vb. radyoaktif maddeler alfa ışınımı yayılımı oluştururlar.



Bu arada asal bir gaz olan radon (Rn) bozunma ürünü olarak Po_210 ile Pb_210'u da oluştururlar. Radyonüklidlerin ve ağır metallerin temel kaynağı magmadır. Nüklidler (atom numarası ve kütle sayısı ile nitelendirilen atom türü) kendiliğinden tanecik, gama ve X-ışınımı yayılımı yanında fisyon (kütle numarası büyük olan atom çekirdeğinin parçalanarak kütle numarası küçük çekirdeğe dönüşümüdür) yapabilme özelliğine sahiptirler.



Bu oluşum özellikleri nedeniyle başat olarak Denizli, Pamukkale de bikarbonat (HCO_3^-) ve sülfat (SO_4^{2-}), İzmir, Balçova Agamemnon da bor (BO_3^{2-}), (HCO_3^-), Cl^- , Manisa, Salihli Kurşunlu da kurşun (Pb^{2+}), (HCO_3^-), F^- , İzmir, Seferihisar Karakoç, Cumalı ve Ilica da bikarbonat ve klor (HCO_3^-), (Cl^-) iyonlarının yoğunluğu yanında radyoaktif maddeler, Bursa_ekirge de kükürt ve radyoaktif maddeler, Afyon il merkezi ve ilçelerinde bikarbonatlı, sülfatlı, hidrojen sülfürlü, Aydın ili, Alangll de Ra_226, Th_232, K_40 vb. radyoaktif maddelerine koşut olarak, termal kaynakların dış yüzeylerindeki sıcaklıkların ise 25-66 $^{\circ}\text{C}$ arasında değişen özellikleri gösterdiği görülmüştür.



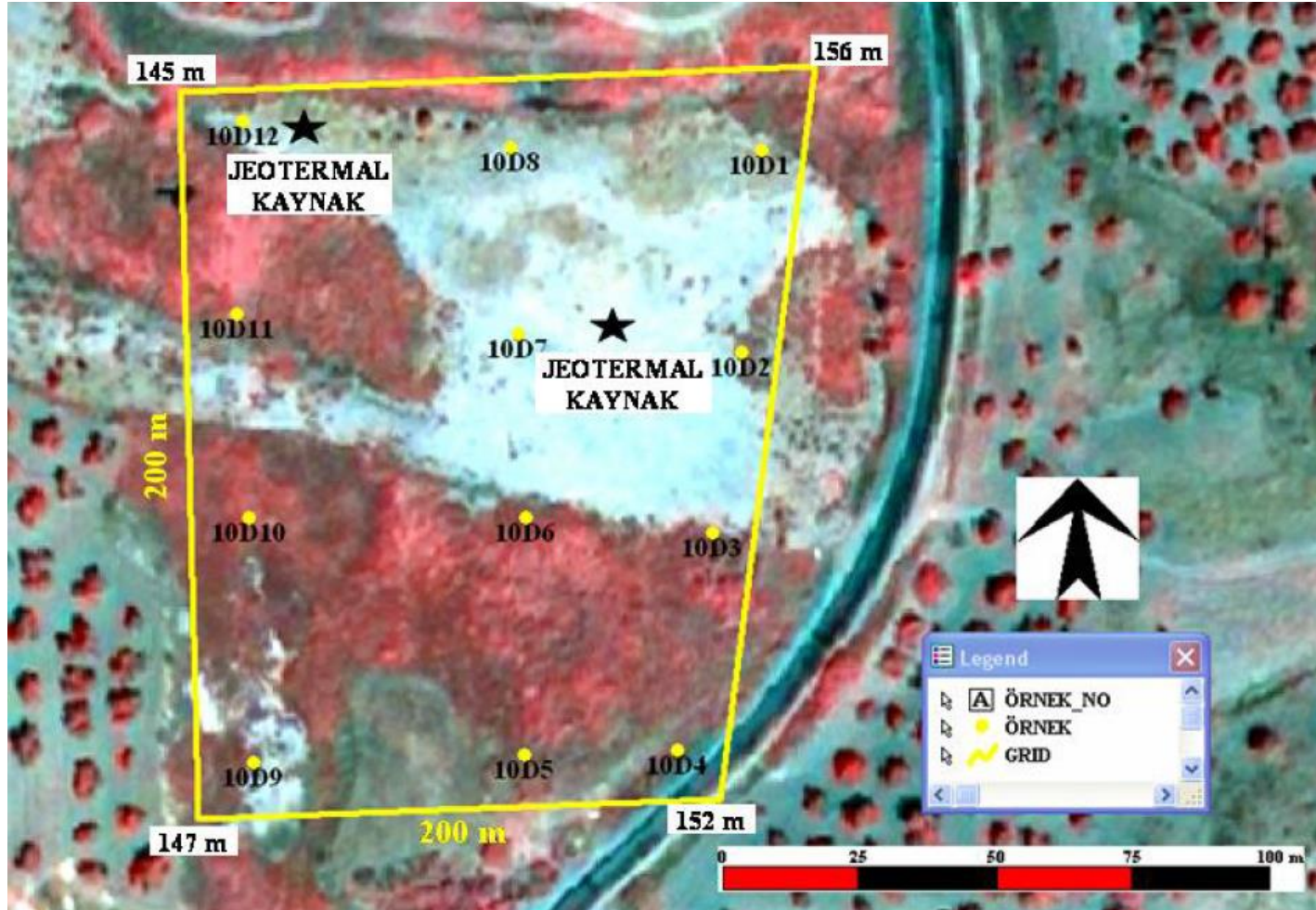
Jeotermallerde çözünmüş toplam madde içeriği veya buharlaşma bakiyesi 1 gr/litreden fazladır. Ki bu içerik Pamukkale jeotermallerinde (Özel İdare, Karahayıt, Traverten, Termal otel ve Çamur hamamlarında) 1.10-3.35 g/litre, yüzeysel sıcaklıkları ise 27-65 °C arasında değişmektedir.



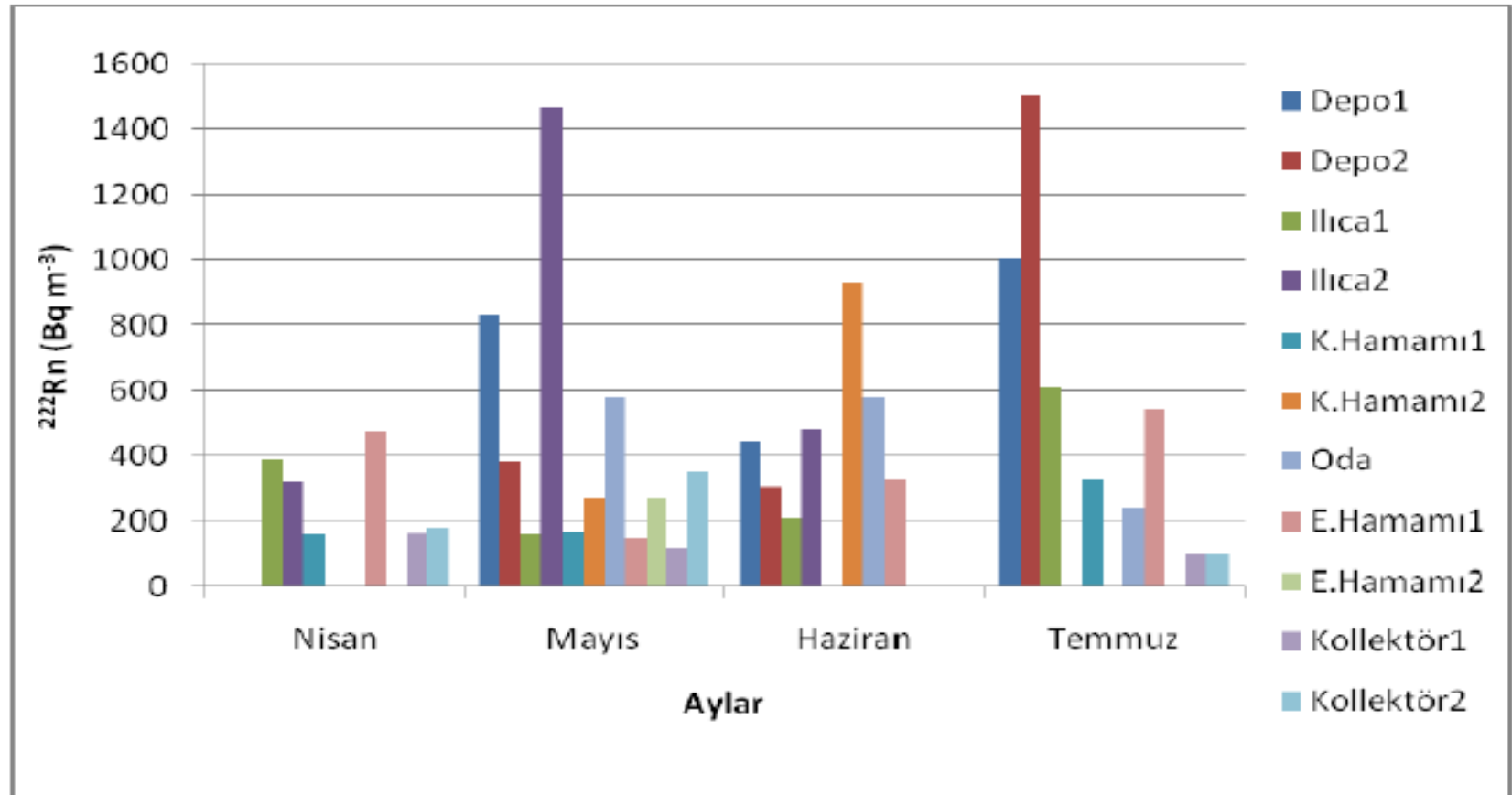
AYDIN İLİ, ALANGÜLLÜ YÖRESİ YÜKSEK SICAKLIK DERECESİNE
SAHİP VE YOĞUN GAZ ÇIKIŞI OLAN ÇAMUR ILICASI (BOLCA, M.,
Ü. ALTINBAŞ, VE ARK. 2010)



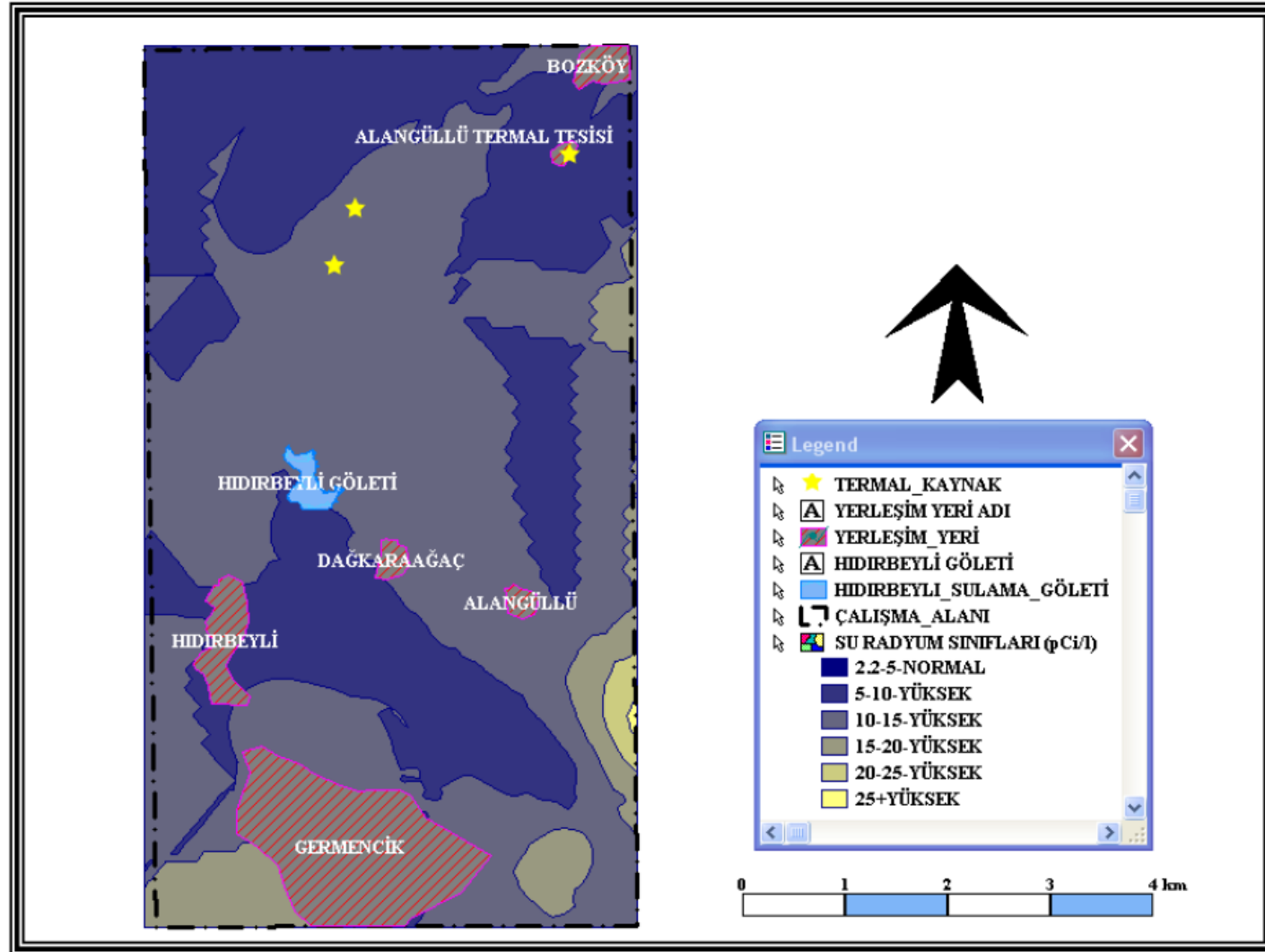
AYDIN İLİ, JEOTERMAL KAYNAK OLAN ÇAMUR İLİCASI'NIN QUICKBİRD UYDU GÖRÜNTÜSÜ (BOLCA, M., Ü. ALTINBAŞ VE ARK., 2010)



AYDIN İLİ, ALANGÜLLÜ YÖRESİ TERMAL TESİSLERİNDEKİ KAPALI ALANLARDA DEĞİŞİK AYLARDA RADON GAZI _ ^{222}Rn (BQM^3 -) ÖLÇÜMLERİ (BOLCA, M., Ü. ALTINBAŞ VE ARK., 2010)



AYDIN İLİ, ALANGÜLLÜ TERMAL KAYNAK ÇEVRESİNDE RADYUM ELEMENTİ (RA_226) DAĞILIMI (pCi/L) (BOLCA, M., Ü. ALTINBAŞ VE ARK., 2010)



Jeotermal kaynakların sıcaklıkları üzerine 1. Jeotermal kaynağın geldiği yerdeki taşların cinsi, 2. Arazinin jeolojik yapısı, 3. Yer derinliğindeki jeolojik tabakalanmalar, 4. Yer altı jeolojik yapının ısı iletkenlikleri, 5. Fayların (kırık, çatlak) konumu, 6. Kimyasal tepkimeler vb. özellikler etkili olur. Litosfer yüzeyinden yerin derinliklerine doğru 30 m. de sıcaklık 1°C artış gösterir ki bu özellik jeoterm olarak tanımlanır ve bu bağlamda 60 km. sonra jeoterm 2000°C ' e ulaşır ki bu sıcaklıktaki karışımlar magma olarak tanımlanır. Ancak kimi yer derinliklerinde bu artışlar, 3-5 m. de 1°C ' de olabilmektedir.



Jeotermal kaynakların içeriğindeki çözünmüş şekilde bulunan tuzlar, bu kaynakların çıkış derinlikleriyle ilgili ayrımlı yoğunluk gösterirler. Bu bağlamda 500 m.'e kadar olan jeotermal sularda $(\text{SO}_4)^{2-}$, 500-700 m.de $(\text{HCO}_3)^-$, ve 700 m. derinliklerden sonra ise Cl^- iyonu başat olarak ortaya çıkarlar. Benzer şekilde jeotermallerin $(\text{B}_4\text{O}_7)^{2-}$, Cl^- nicelikleri ile Na^+/K^+ iyon oranlarının yüksek oluşu yanında, sıcak suda çözünmüş olan maddelerin toplam içeriğini tanımlayan buharlaşma bakiyelerinin ağırlık olarak % sel şekilde artışları, böyle termal kaynakların köken aldığı hazne kaya sıcaklığının yüksek olabileceği hakkında bir gösterge olarak ortaya çıkabileceği bilinmektedir.



Derin jeotermal sularda $(SO_4)^{2-}$ içeriği 50 ppm den azdır. Ancak yüzeye yakın yerlerde ise H_2S oksitlenmesi ile bu iyonunda bir artış saptanır. Benzer şekilde jeotermallerde yoğun Cl^- iyonu artışı bu kaynağın derinden ve yüksek debili olduğunu tanımlar. Bu arada jeotermal kaynağı asıl nitelendiren ısı ve ısı taşıyan akışkanda yüklü basınçtır. Isı yüklü bu akışkanların genelde bu basınç bağlamında yeryüzüne doğru yol almasına neden olunur ve sonuçta jeotermal sular, doğal veya mekanik yollarla yeryüzüne ulaşır. Benzer şekilde jeotermallerde CO_2 , H_2S ve NH_3 gazlarının sıvı ortamlardaki çözünürlükleri basınçla artmaktadır.



Büyük Menderes masifi metamorfikleri, paleozoik yaşlıdırlar ve bunlar derinliklerden yüzeye doğru gnays, mikaşist, mermer, kalk şist, ardalanması yanında, metamorfiklerin üzerinde miyosen yaşlı çakıl taşı, kumtaşı, kil taşı, mil taşına koşut olarak grabenleri ise yamaç molozları ile alüvyonlar'dan ibarettirler.



JEOTERMAL KAYNAK SULARINDAN OLUŞAN PAMUKKALE TRAVERTENLERİ, DENİZLİ (ÖZGÜN, Ü.ALTINBAŞ, 2009)



UNESCO’NUN “DÜNYA KÜLTÜR MİRASI LİSTESİ”NDE YER ALAN PAMUKKALE_HIERAPOLİS



Jeotermal kaynaklar, jeolojik yapının ayrımlı derinliklerinden ve kimi yerlerde kızgın buharlar (fümeroller) şeklinde yeryüzüne çıkarlar ve beraberinde yerin derinliklerindeki kayalardan çözdükleri metalik bileşikler çıkış bölgeleri olan fay çizgileri yörelerinde yoğunlaştırırlar.



FAY ÇİZGİLERİNDEN KAYNAKLANAN JEOTERMAL KAYNAKLI SICAK SU BUHARLARI_FÜMEROLLER, KOMAGATAKE_JAPONYA (ÖZGÜN, Ü.ALTINBAŞ, 2010)



Yer kabuğu (SiAl) içerisinde, yüksek basınç ve sıcaklık etkisinde bulunan hidrotermal sular, yeryüzüne doğru yükselirken basınç ve sıcaklıkları azalır. İçeriğindeki çözünmüş maddeler yüzeye doğru ve yüzeyde çökelmeye başlar ve yeryüzünde çıkan gazlar uçar şekildedir. Denizli jeotermalleri, Büyük Menderes grabeninde yer alırlar ve bunlar, meteorik kökenli, orta ısı yüklü, bikarbonat bileşimli, CO₂ içerikli, rezervuar sıcaklığı 120-240 °C arasında değişmektedir.



Pamukkale jeotermal suları, yerin derinliklerinde geçtikleri yörelerdeki kireç taşları yanında, ayrımlı mineral bileşimindeki kayaları çözerek yoğun biçimdeki $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 'ı, kükürt ve demir bileşiklerini, litosfer yüzeyine taşıyarak atmosfer sıcaklığının litosfer yüzeyinde düşmesi ile buralarda çökelererek çevrede karstik (yağışlar ve yer altı suları, kalker, jips, kaya tuzu, dolomit vb. çözünebilen, kırık ve çatlakların çok olduğu taşların bulunduğu yerlerde, kimyasal aşınım sonunda oluşan şekillerdir) şekilde oluşum gösteren travertenler (Kalsiyum biokarbonatlı yer altı sularının mağara boşluklarında veya yeryüzüne çıktıkları yerlerde içlerindeki kalsiyum karbonatın çökmesi sonucu oluşan kimyasal tortullar) de CaCO_3 yanında, kükürt (ortalama 10.50 me/litre SO_4^{2-} ile Karahayıt da kükürt (29.70 me/litre SO_4^{2-} çökeltilerin yoğunlaşmasına neden olmuştur.



Denizli'nin 20 km. kuzeyinde, 8 km² lik bir alanda ve Büyük Çökelez Dağının güney eteklerinde, Denizli düz ovasının 100 m. yüksekliğindeki plato görünümlü taraçalar üzerinde ve yaklaşık 84 m. kalınlığında bulunan Pamukkale travertenleri, kirli beyaz, sarımsı, bu alanın 5 km. kuzeyinde konumlanan Karahayıt da ki oluşumları ise yoğun bulunan demir ve mangan'ın oksidasyonu ile kırmızımsı, açık kahverengi bir renkte tanımlanırlar.



Pamukkale jeotermal kaynaklarındaki kalsiyum ve bikarbonat iyon çözünürlüğü, sıcaklık, basınç ve CO₂ gazı yoğunluğuna doğrudan bağlıdır. Yeryüzü derinliklerindeki yüksek basınç, suda çözünen CO₂ gazı ve CaCO₃ çökmesini önlerken, suların yüzeye çıkması ile CO₂ gaz basıncının azalması ile sudan ayrılarak atmosfere geçer. Bu durum PH yükselmesine koşut olarak, CaCO₃ çökmesi izler ve sudaki iyon şeklindeki Ca²⁺ azalır.



Çamur hamamlarındaki yüksek sülfatın, derinlerden gelen H_2S gazının oksitlenmesi sonucu yoğunlaştığıdır. Benzer şekilde bor yoğunlukları Pamukkale termal sularında bor içerikleri 1.10-2.40 ppm. Karahayıt da kaynağında ise 7.30 ppm olarak belirlenmiştir. Doğal olarak bu durum jeolojik fay hatlarından kaynaklanan jeotermallerin sıcaklıkları nedeniyle, yerin derinliklerindeki alanlarda var olan mevcut bor minerallerinin çözünürlüğünü arttırmamasından kaynaklanmaktadır.



Jeotermal kaynak sularının içeriğindeki yoğun iyonlar, ağır metaller ve çevrede oluşturacağı çevresel radyasyon ile radyonüklitler'in insan ve hayvan sağlığı ile toprak, su ve bitkilerde yaratacağı kimi olumsuzlukları nedeniyle, bunların kullanımı ile ilgili Dünya Sağlık rgt (World Health Organization_WHO), Birleşmiş Milletler Radyasyon Güvenliği (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation_UNSCEAR), Türk Standartlar Enstitüsü (TSE), Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) belirli kullanım ve kontrol ltleri ortaya koymuşlardır.



SONUC



Jeotermal kaynaklar, yerkabuğunun-litosfer (SiAl) çeşitli derinliklerinde birikmiş olan ısıнын oluşturduğu ve bu koşullarda çözünmüş veya iyonize olmuş kimyasalları içeren sıcak sular, buhar ve gazlar şeklindeki tanımıdırlar. Yerin derinliklerinde 150 °C nin üzerindeki sıcaklıklarda bulunan su buharları, taşıyıcı borular kullanılarak elektrik enerjisi üretimi için jeotermal enerji santrallerinin türbinlerini harekete geçirme işlevidir.



Bu arada jeotermal sular, içeriğindeki çözünmüş çeşitli iyonlar ve gazlarla, sağlıkta tedavi ve turizmde termal amaçlı kullanımı yanında, ısı yüklü akışkanlar olması nedeniyle, cadde ve konutları ısıtılması, yüzme havuzları şeklinde kullanımı, tarımsal amaçlı olarak toprak, sera ve organik ürün ısıtmacılığı ile endüstride proses ısısı sağlanması, kimyasal ve mineral madde üretimi yanında, CO₂, lityum, ağır su (D₂O), hidrojen elde edilmesi,



düşük sıcaklıklarda (30°C) kültür balıkçılığı, içme suyu, maden suyu vb işlerliklerde kullanılırlar ve sonuçta bu enerji şekli yenilenebilir_ renewable, erneuerbare , sürdürülebilir_sustainable, nachhaltige enerji veya iklim-çevre (doğa) dostu enerji şeklinde tanımlanırlar ve bunlar, ucuz, dışa bağımlı olmayıp yerli, güvenilir, yeşil, temiz, vb. özelliklerle de tanımlanırlar ve bu Jeotermal enerjiler patlama, yangın, zehirlenme vb. olumsuzluklar göstermezler.



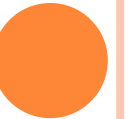
Ancak bunların kullanımından sonra ve uzun vadeli önlem olarak, bu atık sıcak suların yerin derinliklerine (hazneye) tekrar geri gönderilmesi (reenjeksiyon_reinjektion), çevre kirliliği ile ısı kaybının ve enerjinin devamlılığı yönünden mutlak zorunlu olmalıdır.



BENİ DİNLEME NEZAKET
VE
SABRINIZ İÇİN HEPİNİZE
YÜREKTEN TEŞEKKÜRLER



YAZINSAL KAYNAKLAR



- Altınbaş, Ü., Y.Kurucu, M.Bolca, T.Türk, 1997. Karakoç ve Cumalı (İzmir) Jeotermal Kaynaklarının Nicel İçerikleri İle Bunların Kuşadası Körfezi Üzerine Olan Çevresel Etkileri. Kıyı Sorunları ve Çevre Sempozyumu. 14-16.11. 1997, Kuşadası/Aydın.
- Altınbaş., 2006. Toprağın Elementel Analizleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü. Bornova_İZMİR.
- Altınbaş, Ü. 2014. Yirmibirinci Yüzyıl Modern Kentlerin Çevresel Sorunları Bağlamında Küresel Isınma Çıkmazı. Türkiye Sağlıklı Kentler Birliği 10. Yıl Kırşehir Konferansı. Küresel Isınma ve Kentlerimizin Geleceği.10-12.09.2014, Kırşehir.



- Bolca, M., R.Kılınç,Ü.Altınbaş, M.M.Saç, M.N.Kumru, B.Çolak Esetlili, M.Tolga Esetlili,F.Özen.2010. Alangüllü (Aydın) Bölgesindeki Jeotermal Kaynakların Kimyasal Özelliklerinin ve İçerdikleri Radyoaktif Maddelerin – Su Kaynakları, Tarım Toprakları ve Kültür Bitkilerine Etkilerinin Multidisipliner Yaklaşımla Saptanması Üzerine Araştırmalar. TÜBİTAK, Proje No.107-0-085.,Ankara. Altınbaş, Ü. 2012. Yaşam Kaynağı Suyun Kimyasal Sırrı. Tarım Gözlem Dergisi. Yıl: 3, Sayı: 18, İzmir.



- Saatçı,F.,Ü. Altınbaş, H.Tunçay, 1973. İzmir ve Balçova Bölgesinde Sulamada Kullanılan Bazı Kuyu, Arteziyen, Kaynak, ve Dere Sularının Sulama Yönünden Kalitelerinin Tespiti Üzerine Araştırmalar. Ege Üni.Ziraat Fak. Yayınları, No:197,Bornova/İzmir.
- Şimşek, Ş., Anatolia Turizm Araştırmaları Dergisi. www.anatoliajournal.com.
- T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü, Ankara.



- Uzunoğlu, A., Ü.Altınbaş,1994. Denizli İli Termal Kaynakları (Pamukkale ve Karahayıt) İle Organize Sanayii Atık Sularının Toprak ve Su Kirliliğine Olan Etkileri Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova/İzmir.
- <https://www.turkcebilgi.com/pamukkale>
- www.jeofizik.org.tr
- www.izmirjeotermal.com.tr
- <http://www.saturk.gov.tr/images/pdf/tyst/07.pdf>
Türkiye de Termal Sağlık Turizmi.

