

JEOTERMAL AKIŞKANLARDA POTANSİYEL EMPRENYE MADDELERİNİN MİKTARI VE BUNLARIN AHŞAP EMPRENYE İŞLEMİNE UYGUNLUĞU

Ahmet Ali VAR

SDÜ Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 32260, ISPARTA
ahmetalivar@orman.sdu.edu.tr

ÖZET

Çalışmanın amacı, jeotermal akışkanlardaki potansiyel emprenye maddelerini ve bunların ahşap emprenyesi için uygunluklarını tartışmaktır. Çalışmada, sözkonusu akışkanların içerikleri ve ekolojik etkileri MTA Genel Müdürlüğü ve ilgili münferit yayınlardan temin edilmiştir. Bulgular, çevre ve kimyasal maddelerle ilgili mevzuatlarla ve geleneksel ahşap emprenye maddeleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçta, jeotermik sıvılar ahşap emprenye işlerine uygun bulunmuştur. Çünkü jeotermal akışkanlar, erimiş halde en çok bulunan kimyasallar bakımından suda çözünen emprenye maddeleri sınıfına girmektedir. Ekolojik etkileri, biyotik zararlılara karşı zehirli olabilecek niteliktedir. Ayrıca derişim, sıcaklık, basınç ve pH değerleri, sırasıyla, 0.01–23127mg/L, 30.25–130.50°C, ≥ 10 bar ve 6.50–8.77 arasında değişmiştir. Ancak ahşap emprenyesindeki kullanımları farklı deneme yöntemleriyle araştırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Ahşap, Jeotermal akışkan, Emprenye

QUANTATIVE OF POTENTIAL WOOD PRESERVATIVES IN GEOHERMAL FLUIDS AND THEIR SUITABLENESS FOR WOOD IMPREGNATION TREATMENT

ABSTRACT

The aim of this review study is to discuss potential wood preservatives in geothermal fluids and their appropriateness for wood protection. In the study, contents and ecological effects of geothermal fluids were obtained from government data source and individual publications. Data were compared with conventional preservatives and regulations in environmental protection and chemical utilization. Eventually, geothermal fluids were found to be appropriate for wood treatments. Because, geothermal fluids contain high amount of water soluble materials. Therefore, they are specified as “water-borne preservatives”. Their ecological effects can create toxicity against harmful biological agents. Moreover, concentration, temperature, pressure and pH of geothermal fluids varied between 0.01–23127mg/L, 30.25–130.50°C, ≥ 10 bar and 6.50–8.77, respectively. However, their utilization in wood preservation should be tested with different testing methods.

Keywords: Wood, Geothermal fluid, Impregnation

1. GİRİŞ

Çağımızın teknolojik yenilikleri neticesinde yaşam kalitesinin yükselmesine bağlı olarak masif ahşabın ve ahşap esaslı yapısal malzemelerin kullanımına yönelik talepler giderek çoğalmaktadır. Özellikle de dış mekan yapı elemanları olarak tek veya çift katlı binaların yapımı, bağ–bahçe uygulamaları, kent ormanı ve çevre tesisatları, deniz, plaj ve havuz donanımları, çatı–tavan dekorasyonları, karayolu bariyer direkleri gibi farklı yerlerde kullanımı her geçen gün artmaktadır.

Bu artış, ahşabın doğal ve yenilenebilir bir kaynaktan gelmesi, kendine özgü estetik ve teknik birçok faydalı özellikleri taşımasından ileri gelmektedir. Ancak en önemli sakıncası, organik ve anizotrop bir yapıya sahip olması nedeniyle biyotik ve abiyotik bozundurmaya karşı duyarlı olması ve boyutlarını değiştirmesidir. Bu yapısal değişim ve bozulum, ahşabın sahip olduğu üstün değerlerin azalmasına ve ancak 5–10 yıl gibi çok kısa bir süre kullanılmasına sebep olmaktadır. Ortalama bir asırdan fazla bir zamanda olgunlaşıp kullanılabilir hale gelebilen bu hammaddenin, bu kadar kısa sürede tahrip olması, ulusal ekonomide önemli kayıplara neden olabilmektedir. Bu nedenle masif ahşabın ve ahşap esaslı diğer malzemelerin böylesi zararlı unsurlara karşı, bilhassa kimyasal koruyucular ile muamele edilerek korunması gerekmektedir. Bu anlamda günümüz odun teknolojisi, ahşabın sakıncalı özelliklerini iyileştirici, üstün niteliklerini de koruyucu bir takım imkanlar ortaya koymuştur. Bunlar odunun yapısına, kullanıldığı ortamlara, uygulanan yöntemlerin ve emprenye maddelerinin özelliklerine göre ekonomik bir anlam taşımaktadır. Bu bakımdan uygun koruma tedbirlerinin alınması, ahşabın niteliklerinin iyi bilinmesi yanında, kullanılan emprenye kimyasallarının ucuz olması, bu maddelerin kolay ve hızlıca devreye sokulması ile ancak mümkün olabilmektedir (Berkel, 1972; Richardson, 1978).

Son yıllarda ahşap emprenye maddesi kullanımında doğal, yenilenebilir, çevre dostu zararsız kimyasal maddeler tercih edilmekte, diğerleri ise devreden çıkartılmaktadır (Bozkurt vd., 1993). Bunun en önemli nedeni, dünya genelinde gittikçe artan sağlık ve çevre sorunlarıdır. Çünkü bütün dünyada kimyasal madde kullanımının insan ve doğal çevre sağlığı üzerindeki etkileri oldukça önem kazanmıştır. Bu nedenle tüm dünya ülkeleri, kirletici etkenleri sınırlandırmak ve denetim altına alabilmek için çevre dostu, güvenilir, yenilenebilir ve sürdürülebilir doğal kaynaklara yönelmektedir. Bu kaynakların en önemlilerinden biri de, aynı zamanda yerli bir öz kaynağımız olan jeotermal kaynaklardır. Bu kaynakların ekonomik olarak işletilebilmesi için yerin derinliklerindeki ısının yüzeye taşınmasının yanında, yüksek sıcaklık ve basınçtaki su, buhar ya da buhar gazı gibi tüm jeotermik maddelerin doğrudan veya dolaylı olarak değerlendirilmesi de lazımdır (Mutlu, 2004).

Jeotermal akışkanlar yenilenebilir ve çevre dostu önemli bir doğal kaynak olup, günümüzde çeşitli ülkelerde kullanılmaktadır (İlgar, 2005). Sıcak su, ıslak veya kuru buhar halinde sunulan bu jeotermal akışkanlar yüksek oranlarda çözünmüş kimyasal maddeler ve zengin mineral tuzlar içermektedir. Ayrıca elektrik dışı kullanımlar için yüksek sıcaklık derecelerinden aşağıya doğru değişen sıcaklıklarda farklı alanlarda da doğrudan değerlendirilmektedir (Gürü, 2005).

Son çeyrek asırda jeotermal kaynakların doğrudan kullanımı sanayiden tarıma, hayvancılığa ve tıbbi tedaviye kadar önemli ölçüde genişlemiştir. Halbuki ülkemiz, jeotermal kaynaklar yönünden dünyada ilk altı ülke arasında yer almasına rağmen, bu kaynaklarımızın, özellikle ısıtma ve sağlık amaçları dışında, büyük bir kısmı henüz endüstride kullanılamamaktadır. Bu yolla önemli miktarda hammadde, enerji, zaman, emek kaybedilmiş olmakta ve dış bağımlılık artmaktadır (Gürü, 2005). Bu bakımdan jeotermal kaynakların ahşap koruma sektöründe kullanılabilirliklerinin araştırılması da gerekmektedir.

Bu çalışmada, Türkiye’de mevcut çeşitli jeotermal sahalarda kimyasal analizleri yapılan, doğal çevre üzerindeki etkileri araştırılan jeotermik akışkanların barındırdığı potansiyel ahşap emprenye maddelerinin derişim miktarlarının ve bunların, kuramsal olarak, ahşap emprenye işlemleri için uygunluklarının tartışılması amaçlanmaktadır. Çalışma, ülkemizde jeotermal kaynakların mevcut kullanım alanları dışında, farklı bir maksada yönelik uygulama potansiyelinin ilk defa ortaya konulması bakımından önem taşımaktadır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada, son çeyrek asırda, ülkemizde 30°C ve daha yüksek sıcaklıklı sıcak su+ buhar egemen kaynakların ve/veya sondaj kuyularının bulunduğu şehirlerdeki jeotermal sahalarda kimyasal özellikleri ve ekolojik etkileri araştırılan jeotermik akışkanlara yer verilmiştir. Bunların sıcaklık, basınç ve pH değerleri, içerdikleri tuzlar ve mineral maddeler, bu maddelerin derişim düzeyleri ve ekolojik etkilerine dair veriler tespit edilmiştir. Ayrıca tehlikeli kimyasal maddelerin neden olduğu çevre kirliliklerinin denetimine yönelik yasal mevzuatlar da incelenmiştir.

Kimyasal analiz verilerinde Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü kayıtları esas alınmıştır (Erişen vd, 1996). Ekolojik etkilerin tespitinde son yıllarda yapılan ilgili münferit yayınlardan faydalanılmıştır (Gemici ve Tarcan, 2002; Tarcan ve Gemici, 2003; Küçükne vd., 2004; Gemici vd., 2004; Tarcan, 2003; Tarcan, 2005; Ilgar, 2005). Çevre kirliliği yapan kimyasalların belirlenmesinde ise, resmi gazetede yayımlanan çeşitli yönetmelikler dikkate alınmıştır (RG, 1983; RG, 2003; RG., 2005).

Jeotermal kaynakların bulunduğu şehirlere göre, genel olarak, akışkanların sahip oldukları sıcaklık ve pH değerleri, barındırdıkları kimyasal maddeler ve bunların miktarları çizelge haline getirilmiştir. Bu çizelgeden, sıcaklık ve pH değerleri, kimyasal madde çeşitleri ve bunların derişimlerine göre, ahşap emprenye işleri için uygun olabilen potansiyel kimyasallar tespit edilmiştir. Jeotermal sıvılardaki potansiyel ahşap emprenye maddeleri ve bunların derişimleri için de ayrı bir çizelge oluşturulmuştur. Bu akışkanların özellikleri, Berkel (1972), Richardson (1978) ve Bozkurt vd. (1993)’e göre ahşabı koruma işlerinde bir kimyasalın veya kimyasal karışımın emprenye maddesi olarak kabul edilebilmesi için taşıması gerekli nitelikler ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca jeotermal akışkanların içerdiği kimyasal maddeler, çevre kirliliği yapan kimyasal maddeler ile karşılaştırılarak (RG, 2005), bu jeotermik kimyasalların çevre için tehlikeli olabilirlik kontrolleri yapılmıştır.

3. TARTIŞMA

3.1. Jeotermal Akışkanlarda Çözünmüş Kimyasal Maddeler

Jeotermal enerji, sahip olduğu yüksek ısının getirdiği üstünlükle magmatik kökenli kayaçları ve derinlik kayaçlarını aşındırıp eritmekte, bünyesine bu kayaçların minerallilik ve tuzluluk özelliklerini alarak, sıcak su, ıslak veya kuru buhar halinde yeryüzüne çıkmaktadır (Mutlu, 2004; Ilgar, 2005; Gürü, 2005). Sunulan bu jeotermalin kimyasal madde içeriklerinin ve bunların miktarlarının belirlenmesine yönelik yapılan araştırmalarda, jeotermal akışkanların içeriğini haznedeki kayalarda bulunan makro elementlerin ve yeraltı çevre koşullarının karakterize ettiği, barındırdığı maddelerin ve oranlarının kaynağın bulunduğu yere göre değiştiği, erimiş tuz ve mineral çeşitleri ve miktarları bakımından doğal sulardan daha zengin olup sıcaklıklarının ve basınçlarının daha yüksek olduğu, üstelik basınç altında kızgın buhar bile bulundurdıkları ifade edilmektedir (Gemici ve Tarcan, 2002; Tarcan ve Gemici, 2003; Küçükne vd, 2004; Gemici vd., 2004).

Ülkemizde Erişen vd. (1996)'ya göre, MTA tarafından gerçekleştirilen jeotermal kimyasal analiz çalışmalarında elde edilen ve jeotermal sıvılarda erimiş halde bulunup da çok sık rastlanan başlıca kimyasal maddeler ve bu maddelerin jeotermik çözültideki bulunma miktarı ppm (mg/L) cinsinden Ek 1'de çizelge halinde verilmektedir. Bu çizelge incelendiğinde, jeotermal kimyasalların jeotermik çözelti içindeki derişimlerinin, illere göre farklı olmakla beraber, 0.01–23127 mg/L arasında değiştiği görülecektir. Bu değerlerden ilki Kayseri'de arseniğe (As), diğeri Çanakkale'de klorüre (Cl) karşılık gelmektedir. Bundan başka, jeotermal kaynakların sıcaklıklarının 30.25–130.50°C arasında olduğu, pH değerlerinin ise 6.50–8.77 sınırları içinde seyrettiği gözlenmektedir. Ayrıca jeotermal akışkanlarda birincil ve ikincil olarak en çok çözünen kimyasal tuzların ve mineral maddelerin klorür (Cl), sodyum (Na), kalsiyum (Ca), sülfat (SO₄), potasyum (K), magnezyum (Mg), silisyumdioksit (SiO₂), florür (F), bor (B) ve amonyak (NH₄) olduğu da açıkça göze çarpmaktadır.

Münferit çalışmalarda ortaya konulan jeotermik kimyasal analiz sonuçlarında ise jeotermal akışkanların yüksek oranlarda çözünmüş halde sodyum (Na), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), klorür (Cl), azot (nitrojen, N₂), hidrojen (H₂), civa (Hg), bikarbonat (HCO₃), hidrojen sülfür (H₂S), sülfat (SO₄), silisyumdioksit (SiO₂), amonyak (NH₄), karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), potasyum (K), florür (F), demir (Fe), bor (B), lityum (Li), bakır (Cu), radon (Rn), mangan (Mn), nikel (Ni), kurşun (Pb), arsenik (As), çinko (Zn), karbonat (CO₃) gibi kimyasal maddeler ve zengin mineral tuzlar içerdikleri belirtilmektedir (Lund vd., 1978; Mahon vd., 2000; Akıllı ve Ersöz, 2002; Yeşin, 2003; Tarcan, 2003; Tarcan, 2005; Data ve Bahati, 2003; Mutlu, 2004).

Jeotermal akışkanların içerdiği kimyasal madde çeşitleri bakımından, MTA sonuçları ile münferit çalışmalar karşılaştırıldığında, sonuçların uyumlu olduğu görülmektedir.

3.2. Jeotermal Akışkanlardaki Potansiyel Ahşap Emprenye Maddeleri ve Bunların Miktarı

Masif ahşabın ve ahşap esaslı yapısal elamanların biyotik ve abiyotik zararlılara karşı korunması amacıyla kullanılan emprenye çözeltilerindeki koruyucu maddelerin çeşitleri ve bu maddelerin miktarları çok önemlidir. Çünkü emprenye maddesinin ahşap koruma maksatları için kullanılabilirliği, sıcakkanlılar ve memeliler dışında, diğer zararlı organizmalar için toksik olup etkisinin kalıcı olması, yanıcı olmayıp yanmayı geciktirmesi gibi önemli ölçütleri yanında, erimiş tuzlar ya da mineraller gibi toksik elementlerin içeriğine ve böylesi maddelerin derişimlerine de bağlı bulunmaktadır.

Ahşap emprenye işlerinde, toksik etkileri yönünden mineral madde oranı yüksek olan bazı emprenye çözeltileri tuzluluk oranı yönünden de uygun olabilir. Bu açıdan, emprenye akışkanlarının ahşap ve ahşap esaslı yapısal malzemeleri, olası zararlılara karşı koruyup korumayacaklarına dair bir yargıya varabilmek için kimyasal madde içerikleri ve miktarları, yani; kaliteleri üzerinde durulmaktadır (Berkel, 1972; Bozkurt vd., 1993). Söz konusu kalitenin belirlenmesi, ahşap elemanların emprenyesinde kullanılacak bütün kimyasal maddeler ya da karışımlar için geçerlidir.

Jeotermal akışkanların ahşap elemanların emprenyesinde koruyucu çözeltiler olarak uygun olup olmayacakları konusunda bir hüküm verebilmek için, bunların da kimyasal madde içeriklerinin ve miktarlarının bilinmesi gerekmektedir. Jeotermal akışkanların kalitelerinin belirlenmesi amacıyla daha önce çalışılmış ve sonuçlandırılmış jeotermal kimyasal analiz değerleri Ek 1'de verilmiştir. Bu çizelgeden, jeotermal akışkanların içerdikleri, başta birincil ve ikincil olarak çözülmüş haldekiler dahil, birçok kimyasalın ahşap koruma sektörü için önemli bir emprenye maddesi çeşidine ve miktarına sahip oldukları anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, ülkemizde illere göre jeotermal akışkanlarda çözülmüş halde bulunan potansiyel ahşap emprenye maddeleri ve bu maddelerin jeotermik çözeltilerinde bulunma miktarları, ppm (mg/L) cinsinden Ek 2'de verilmektedir. Bu çizelge incelendiğinde, jeotermal kimyasalların, jeotermik çözeltilerindeki derişimlerinin farklı olduğu, örneğin; klorür için 7.00–23127.95mg/L, sodyum için 18.25–10805.0mg/L, sülfat için 18.25–1504.5mg/L, potasyum için 0.20–1001.0mg/L, magnezyum için 0.7–939.5mg/L, silisyum dioksit için 14.75–46.5 mg/L, florür için 0.26–68.15mg/L, bor için 0.10–57.0mg/L ve amonyak için 0.10–22.52mg/L arasında değiştiği görülmektedir.

Bilindiği üzere, ahşap emprenye işlerinde esas olarak üç sınıf emprenye maddesi kullanılmaktadır. Bunlar, yağlı emprenye maddeleri, organik çözücülü emprenye maddeleri ve suda çözünen emprenye maddeleridir. Bunlardan suda çözünen emprenye maddeleri için bor (B), klorür (Cl), sodyum (Na), florür (F), potasyum (K), magnezyum (Mg), amonyak (NH₄), silisyumdioksit (SiO₂), sülfat (SO₄) gibi kimyasal madde çeşitleri koruyucu olarak ahşap emprenye işlerinde önemli bir yer tutmaktadır. Bunların emprenye çözeltilerindeki derişimleri de, uygulanan yöntem ve kullanım yerine göre farklı olmakla beraber, % 0.1 ile % 35–40 arasında değişmektedir (Berkel, 1972; Richardson, 1978; Levan ve Tran, 1990; Grigoriou ve Passialis, 1990; Fruno, 1991; Bozkurt vd., 1993; Jacob, 1998;

Turner ve Murphy, 1998; Örs vd., 1999; Kunio, 2001; Jones vd., 2001; Usta, 2004; Barnes vd., 2004).

3.3. Jeotermal Akışkanların Ahşabın Emprenyesine Uygunluğu

Dünyada jeotermal kaynaklar birçok alanda kullanılmaktadır. En büyük kullanımlardan biri de endüstriyel uygulamalardır. Jeotermal kaynak açısından ilk 6 ülke arasında yer alan ülkemizde (Mutlu, 2004; Ilgar, 2005; Gürü, 2005), Ek 2'den de anlaşılacağı üzere, önemli bir jeotermal ahşap emprenye akışkanları potansiyeli bulunmaktadır. Bunu, endüstriyel kullanım kapsamında ahşap emprenye maddesi olarak değerlendirmek mümkün olabilir. Şöyle ki; Kimyasal madde çeşitleri ve miktarları bakımından jeotermal akışkanlar ile ahşap emprenye maddeleri karşılaştırıldığında, jeotermal sıvıların emprenye işlemleri için uygun olduğu söylenebilir. Çünkü jeotermal akışkanlar yüksek oranlarda çözünmüş klorür, sodyum, sülfat, potasyum, magnezyum, bor, florür, silikat ve amonyum gibi çeşitli kimyasal maddeler ve zengin mineral tuzlar içermekte, bunların jeotermik çözeltideki derişimleri 0.10mg/L – 23126.95mg/L arasında değişmektedir (Ek 2). Ahşap emprenyesinde ise söz konusu kimyasallar suda çözünen emprenye maddeleri kapsamında önemli bir yer tutmakta, bunların emprenye çözeltisindeki derişimleri de %0.1 ile %35–40 arasında dağılım yapmaktadır. Ayrıca böylesi maddeler farklı derişimlerle ve yöntemlerle ya tek başlarına ya da karışımlar halinde, örneğin; amonyumlu, bakırlı, borlu, florürlü, kalsiyumlu, klorürlü, magnezyumlu, potasyumlu, sodyumlu, silikatlı, sülfatlı tuzlar veya bileşikler halinde kullanılmaktadır (Berkel, 1972; Richardson, 1978; Levan ve Tran, 1990; Grigoriou ve Passialis, 1990; Fruno vd., 1991; Bozkurt vd., 1993; Jacob, 1998; Turner ve Murphy, 1998; Örs vd., 1999; Kunio, 2001; Jones vd., 2001; Usta, 2004; Barnes vd., 2004).

Sıcaklık ve basınç değerleri bakımından jeotermal sıvılar ile ahşap emprenye maddeleri kıyaslandığında, jeotermal akışkanların ahşap elemanların emprenyesinde kullanılabilecek uygun sıcaklık ve basınç verilerine sahip oldukları söylenebilir. Zira ülkemizdeki jeotermik kaynakların sıcaklıkları 30.25°C–130.50°C arasında dağılım yapmaktadır (Ek 1). Buna ek olarak, jeotermal enerjinin elektrik dışı kullanımlarında yüksek sıcaklıktan aşağıya doğru bütün sıcaklığını tüketinceye kadar kullanılabildiği, örneğin; 200°C ve üzerinden 5°C'ye düşünceye dek birbirini izleyen birkaç işlemde farklı alanlarda değerlendirilebildiği ifade edilmektedir (Yeşin, 2003; Lienau, 1981; Lienau, 1989; Mertoğlu vd., 2000; Gökçen vd., 2003; Şimşek, 2003; Gürü, 2005). Ayrıca jeotermal sıcak su buharının ve gayzerlerin 10 bar (10.2kp/cm²) ve üstü bir basınç oluşturdukları ve bu değerlerin sanayi kullanımları için uygun oldukları belirtilmektedir (Ilgar, 2005). Ahşabın emprenyesinde ise, kullanılan akışkanların sıcaklıklarının 115°C'ye kadar olabildiği (Bozkurt vd., 1993; Turner ve Murphy, 1998; Usta, 2004), uygulanan basıncın 0.5kp/cm²–70kp/cm² arasında değiştiği açıklanmaktadır (Bozkurt vd., 1993; Jones vd., 2001; Usta, 2004).

Bir kimyasalın ya da kimyasal karışımın ahşap emprenye maddesi olarak kabul edilebilmesi için taşıması gerekli özellikler bakımından jeotermal akışkanlar ile ahşap emprenye maddeleri karşılaştırıldığında, jeotermal eriyiklerin ağaç malzemenin emprenyesi için uygun nitelikler taşıdıkları söylenebilir. Çünkü

kimyasal bileşimi bozulmamış ve ısıyı alın(ma)mış jeotermal sıvılar doğaya boşaltıldığı takdirde, bu akışkanların besin zinciri ve hidrolojik çevirim gibi yollarla ortamın kirlilik değerini etkileyebildikleri, barındırdıkları Na, Ca, Mg, HCO₃, CO₃, B, As, NH₄, H₂S gibi kimyasal maddelerin ve bileşiklerin sularda yaşayan canlılar için olumsuz etkiler yapabildikleri, toprağın tuzlanmasına ve çoraklaşmasına neden olup onun fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını bozabildikleri, oluşan çökeltilerinin kimyasal tepkimeye girip zehirli olabilmeleri nedeniyle bitkilerin, böceklerin ve mikrobiyolojik canlıların yaşama habitatlarını daraltabildikleri, örneğin; 1 mg/L'den fazla B bileşiğinin hassas bitkilerde gözle görülebilir zehirlenme belirtilerine yol açabildiği, 5mg/L'lik B bileşiğinin ise dayanıklı bitkileri bile olumsuz etkileyebildiği açıklanmaktadır (Karaman ve Kurunç, 2004; Ilgar, 2005). Ayrıca jeotermik sıvıların düşük viskoziteli olup doğrudan kullanıma hazır doğal bir kaynak oldukları, çalışanların sağlığına olumsuz etkiler yapmadıkları, yüzeye çıktıkları zaman içerdikleri maddelerin sıcaklık azalması ve basınç düşmesine bağlı olarak yüzeyde tutundukları, gaz halindeki maddelerin serbest kaldıkları ve böylece ortamda kalıcı bir tabaka oluşturdukları bildirilmektedir (Ilgar, 2005). Ahşabın emprenyesinde ise, kullanılacak bir kimyasalın ya da kimyasal karışımın çevreyi kirletmemesi, sıcakkanlılar ve memeliler için zehirsiz olması, viskozitesinin düşük olup daha derinlerine nüfuz etmesi ve liflere tutunucu olması, zararlı organizmalar için zehirli olup bu etkisinin kalıcı olması, emprenye çalışanlarının sağlığını olumsuz etkilememesi, yanıcı olmayıp odunun yanmasını kolaylaştırmaması, odunu ayrıştırıp fiziksel ve mekanik özelliklerini azaltmaması gibi nitelikleri taşıması gerekmektedir (Berkel, 1972; Bozkurt vd., 1993).

Kirliliğe neden olan tehlikeli kimyasal maddeler bakımından, su ve çevresini kirleten maddeler ile jeotermik maddeler karşılaştırıldığında, jeotermik akışkanlardaki çözülmüş kimyasalların, daha az tehlikeli maddeler içerisinde yer aldığı söylenebilir. Çünkü su ve çevresinde daha az kirliliğe neden olan maddelerin, alüminyum, amonyum, arsenik, bakır, baryum, bor, brom, çinko, demir, florid, hidrokarbonlar, kalay, kobalt, klorid, krom, kurşun, nikel, nitrat, sülfat, sülfid, vanadyum ve bunların bileşikler olduğu belirtilmektedir (RG, 2005). Jeotermal akışkanlar ise Ek 1'de belirtilen kimyasal madde çeşitlerini içermektedir.

Jeotermal sıvılar, ahşabın emprenyesinde kullanılacak potansiyel kimyasalların derişimleri bakımından yetersiz olması halinde, ihtiyaç duyulan derişim oranı, dışarıdan belirli miktarda jeotermal esaslı kimyasallar devreye sokularak karşılanabilir. Bu amaçla, Kimya Endüstrisi'nde jeotermal akışkanlardan değişik yöntemlerle üretilen borik asit, soydum klorür, amonyum sülfat, potasyum klorür, amonyum bikarbonat gibi maddeler kullanılabilir (Serpen, 2000; Mutlu, 2004; Ilgar, 2005). Bilindiği üzere, bu türden maddeler ahşap emprenye işlerinde suda çözünen emprenye tuzları kapsamında kullanılmaktadır. Böyle durumda, jeotermik çözeltiye yeterli miktarda yapılacak kuru madde ilavesi Berkel (1972)'ye göre aşağıdaki bağıntı yardımıyla gerçekleştirilebilir.

$$\text{İlave edilecek kuru madde miktarı (g)} = (\text{Çözelti derişimi} \times \text{Numunenin emdiği çözelti miktarı}) / 100$$

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Aşındırıp erittiği derinlik ve magmatik kökenli kayaçların mineral ve tuzluluk özelliklerini bünyesine alarak yüzeye ulaşan jeotermal akışkanlar, birincil ve ikincil olarak en fazla çözülmüş halde klorür (Cl), sodyum (Na), kalsiyum (Ca), sülfat (SO₄), potasyum (K), magnezyum (Mg), silisyumdioksit (SiO₂), florür (F), bor (B) ve amonyak (NH₄) gibi kimyasal maddeleri içermektedir. Büyük oranda suda çözünen ahşap emprenye maddeleri sınıfına giren jeotermik kimyasallar, ekolojik etkileri bakımından, ahşabı tahrip eden biyotik faktörlere karşı zehirli olabilecek bir nitelikte olup derişimleri 0.01–23127 mg/L, sıcaklıkları 30.25–130.50°C ve pH değerleri 6.50–8.77 arasında değişmektedir. Ayrıca sıcak su buharları ve gayzerleri 10 bar ve üzeri basınç oluşturan jeotermal akışkanların içerdiği kimyasal maddeler, su ve çevresi için daha az tehlikeli maddeler sınıfına girmektedir. Buna göre, jeotermal akışkanlar, ahşap emprenye işlemleri için uygun bir potansiyel durumundadır.

Böyle nitelikleri taşıyan jeotermal akışkanlar, ahşap ve ahşap esaslı yapısal elemanlara yüklenebildikleri takdirde, bu akışkanların içerdiği mineraller ve tuzlar odunsu hücre çeperlerine tutunarak ya da hücre lümenlerine ve hücrelerarası boşluklara çökelerek koruyucu bir tabaka oluşturabilir, odunda denge rutubeti halinde bulunan sıvılara karışarak onların fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapılarını bozabilir. Neticede koruyucu bir ortam oluşturarak ahşabın dayanımını azaltan mantar ve böcek gibi biyotik organizmalar için toksik etkiler yapabilir. Ancak bu akışkanları uygulamada kullanabilmek için, ağaç malzemedeki koruyucu etkileri farklı deneme yöntemleriyle araştırılmalıdır.

İnsan ve çevre sağlığını tehdit eden kimyasalların kullanımında kısıtlamaların giderek arttığı günümüzde, ahşap koruma endüstrisi için diğerlerine göre daha ekonomik ve pratik, çevre dostu doğal bir kaynağın emprenye maddesi olarak kullanımı, ülkemizde emprenye maddesi ithal yükünün ve dış bağımlılığın azaltılması bakımından önemlidir. Bu azalış yerli üretimin tüketimi karşılama derecesinin artırılması ile mümkün olabilir. Bunun için de alternatif emprenye maddesi arama çalışmaları artırılmalıdır.

Ülkemiz, jeotermal kaynak bakımından dünyada önemli bir konumda bulunmasına rağmen, bu kaynaklarımızın büyük bir kısmı henüz tam olarak kullanılmadığı için önemli miktarda kayıplar söz konusu olmaktadır. Ahşap emprenyesi gibi, uygun endüstriyel alanlarda değerlendirilmesi halinde, büyük ölçüde tasarruf sağlanacağı ve dış bağımlılığın azalacağı gözden uzak tutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

- Akıllı, H., Ersöz, M.C., 2002. The Application and The Progress of Geothermal Energy in Türkiye, (www.kgvr.s.mine.kyushu-u.ac.jp/GVR%20report/No11/turkiye.pdf), Erişim: 20 Ocak 2007.
- Barnes, HM, Stewart, H.A., Murphy, R.J., 2004. Vapor Boron Treatment of Composites Reduce Tool Wear, Technical Note, Forest Prod. J., 54 (10): 69–73.
- Berkel, A., 1972. Ağaç Malzeme Teknolojisi, İkinci cilt, İ.Ü. Yayınları No: 1745 / 183, İstanbul.
- Bozkurt, A.Y., Göker, Y., Erdin, N., 1993. Emprenye Tekniği, İÜ Yayınları No: 3779/425, İstanbul.
- Data, G., Bahati, G., 2003. The Chemistry of Geothermal Waters From Areas Outside the Active

- Volcanic Belt, Department of Geological Survey and Mines, PO Box 9, Entebbe, Uganda.
- Erişen, B., Akkuş, İ., Uygur, N., Koçak, A., 1996. Türkiye Jeotermal Envanteri, Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Fruno, T., 1991. Combinations of Wood and Silicate: I. Impregnation by Water Glass and Applications of Aluminum Sulfate and Calcium Chloride as Reactand, *Mokuzai Gakkaishi*, 37(5): 462-472.
- Gemici, Ü., Tarcan, G., 2002. Hydrogeochemistry of the Simav Geothermal Field, Western Anatolia, Turkey, *J. of Volcanology and Geothermal Research*, 116: 215-233.
- Gemici, Ü., Tarcan, G., Çolak, M., Helvacı, C., 2004. Hydrogeochemical and Hydrogeological Investigations of Thermal Water in the Emet Area (Kütahya, Turkey), *Applied Geochemistry*, 19: 105-117.
- Gokcen, G., Kocar, G., Hepbaşlı, A., 2003, Year-End Geothermal Development Status of Turkey, 2002, International Geothermal Conference, Reykjavik, Sept., Session #10, p.9-14.
- Grigoriou, A., Passialis, C., 1990. Gum Rosin as Water Repellent Additive for Particleboard, *Holzforchung und Holzverwertung*, 5: 93-94
- Gürü, M., 2005. Jeotermal Enerji Kaynaklarının Değerlendirilmesi, *Çevreye Genç Bakış*, Mart 2005/ Sayı 7.
- Ilgar, R., 2005. Ekolojik Bakışla Jeotermal Kaynaklara Dualist Yaklaşım, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, C.4, S.13: 88-98.
- Jacob, M., 1998. Reconstituted Particleboards from CCA-Treated Red Pine Utility Poles, *Forest Prod. J.*, 48(3): 55-62.
- Jones, W.A., Barnes, H.M, Murphy, R.J., 2001. Ancillary Properties of Vapor-Boron-Treated Composites, The International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 01-40210, 32nd Annual Meeting, Nara, Japan, May 20-25th.
- Karaman, S., Kurunç, A., 2004. Seraların Jeotermal ile Isıtılmasında Ortaya Çıkabilecek Çevresel Etkiler, *GOÜ Ziraat fakültesi Dergisi*, 21: 80-85.
- Kunio, T., 2001. Preservative Properties of Vapor – Boron – Treated Wood and Wood – Based Composites, *Journal of Wood Science*, 47(2); 149-153
- Küçükneane, Ö, Ertürk, F., Ekimci, E., 2004. Jeotermal Suların Taş Yapıcı Etkilerinin Önlenmesi, *Ekoloji Dergisi Resmi İnternet Sitesi (www.ekolojidergisi.com.tr/resimler/4-11.pdf)*, Erişim: 10 Ekim 2006
- Levan, S.L., Tran, H.C., 1990. The Role of Boron in Flame-Retardant Treatments, 1st International Conference on Wood Protection with Diffusible Preservatives: Proceedings 47355; 1990 November 28-30; Nashville, TN. Madison, WI: Forest Products Research Society, p.39-41.
- Lienau, P.J., Lund, J.W., 1981. Industrial Application (Geothermal Guidebook, Chapter 16), OIT Geo-Heat Center, Klamath Falls, OR 97603, p. 333-357.
- Lienau, P.J., 1989. Geothermal Direct Heat Application Potential, Annual Meeting of Interagency Geothermal Coordinating Council, Geo-Heat Center, Oregon Institute of Technology.
- Lund, J.W., Culver, G., Lienau, J., 1978. Groundwater Characteristics and Corrosion Problems Associated with the Use of Geothermal Water in Klamath Falls, Oregon, Geo-Heat Center, Oregon Institute of Technology, Klamath Falls, OR.
- Mahon, T., Harvey, C., Crosby, D., 2000. The Chemistry of Geothermal Fluids in Indonesia and Their Relationship to Water and Vapour Dominated Systems, Proceeding World Geothermal Congress, Kyushu- Tohoku, Japan, May 28-Jun 10, p.1389-394.
- Mertoglu, O. Canla, A., Bakir, N., Dokuz, I., Kaya, T., 2000. Geothermal Direct Use Applications in Turkey: Technology and Economics, Proceeding World Geothermal Congress, Kyushu-Tohoku, Japan, May 28-Jun 10, p.3505-3510.
- Mutlu, M.A., 2004. Jeotermal Enerji ve Türkiye'deki Durumu, Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Potansiyeli ve Enerji Politikaları Konferans Notları (www.turkocagi.org.tr/toa/grup-enerji), Erişim: 21 Ocak 2007

JEOTERMAL AKIŞKANLARDA POTANSİYEL EMPRENYE MADDELERİNİN MİKTARI VE
BUNLARIN AHŞAP EMPRENYE İŞLEMİNE UYGUNLUĞU

- Örs, Y., Sönmez, A., Uysal, B. 1999. Fire Retardant Chemicals Affecting Combustion Resistance of Wood, Tr.J. of Agriculture and Forest, 23, Ek sayı 2. p.389-394.
- RG, 1993. Çevre Kanunu, Resmi Gazete, Tarih: 11/08/1993, Sayı: 18132.
- RG, 2003. Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete, Tarih: 26/12/2003, Sayı: 25328.
- RG, 2005. Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik (76/464/AB), Resmi Gazete, Tarih: 26/11/2005, Sayı: 26005.
- Richardson, B.A., 1978. Wood Preservation, First edition, The Construction Press, Longman inc., New York.
- Serpen, U., 2000. Jeotermal Enerji, PMO Yayını, Ocak 2000.
- Simsek, S., 2003. Present Status and Future Development Possibilities of Aydın-Denizli Geothermal Province, International Geothermal Conference, Reykjavik, Sept., Session #5, p.11–16.
- Tarcan, G., 2003. Jeotermal Su Kimyası, Jeotermalde Yerbilimsel Uygulamalar, Yaz Okulu Ders Kitabı– JENARUM, DEÜ Mühendislik Fakültesi, İzmir, Yayın No: 306, s.198–245.
- Tarcan, G., 2005. Mineral Saturation and Scaling Tendencies of Waters Discharged from Wells (>150°C) in Geothermal Areas of Turkey, J. of Volcanology and Geothermal Research, 142: 263-283.
- Tarcan, G., Gemici, Ü., 2003. Water Geochemistry of the Seferihisar Geothermal Area, İzmir, Turkey, J. of Volcanology and Geothermal Research, 126: 225-242.
- Turner, P., Murphy, R.J., 1998. Treatment of Timber Products with Gaseous Borate Esters, Wood Science and Technology, 32: 25-31.
- Usta, I., 2004. Evaluation of Thermal Treatability of Caucasioan Fir (*Abies nordmannia* (Link.) Spach.) Treated with Heated Tanalith-C of CCA Above and Below the Fibre Saturation Point, Tr.J. of Agriculture and Forest, 29: 305–313.
- Yeşin, O., 2003. Türkiye’de Jeotermal Enerji Uygulamaları, 14. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 3–5 Eylül 2003, Isparta, s.xxi–xxxiii

Ek Çizelge 1. Ülkemizde illere göre jeotermal akışkanlarda çözünmüş kimyasal maddeler ve bunların miktarları.

Jeotermal* kaynak	Sıcaklık (°C)	pH	Jeotermik kimyasal maddeler ve miktarları (derişimler mg/L cinsindedir)																	
			Potasyum (K)	Sodyum (Na)	Amonyak (NH ₄)	Kalsiyum (Ca)	Magnezyum (Mg)	Arsenik** (As)	Bor** (B)	Lityum (Li)	Silyumdoksit (SiO ₂)	Karbon dioksit (CO ₂) ***	Bikarbonat (HCO ₃)	Karbonat (CO ₃)	Sülfat (SO ₄)	Klorür (Cl)	İyodür (I)	Florür (F)	Nitrit (NO ₂)	Nitrat (NO ₃)
Adana	33.40	6.55	9.70	101.00	1.70	313.0	100.5	-	1.01	-	26.50	1406.1	952.00	-	392.5	113.5	0.50	1.08	-	0.70
Afyon****	64.00	7.20	73.90	1059.8	0.50	191.2	88.60	13.51	6.35	2.25	73.00	265.50	1373.2	42.50	388.7	1018.	2.80	30.1	0.01	1.50
Ağrı	50.00	6.84	53.00	177.00	19.50	313.0	59.80	0.03	17.01	0.71	36.00	163.01	1447.8	-	143.3	153.0	0.26	1.26	0.01	0.51
Amasya	39.50	7.60	2.55	61.00	0.12	42.50	20.00	0.11	0.35	0.06	28.00	18.80	341.00	24.00	38.50	28.50	0.30	0.95	-	0.76
Ankara	58.50	7.29	72.40	1266.0	2.65	262.0	60.00	0.24	8.14	0.95	50.30	109.60	1835.5	7.01	1505.	652.9	1.30	1.95	0.02	1.66
Aydın	130.5	7.49	91.20	921.00	16.05	62.80	121.6	0.46	37.05	3.05	155.5	147.50	2200.0	144.5	166.0	949.0	12.5	25.2	0.14	30.05
Balıkesir	63.50	8.18	34.80	325.70	0.82	38.00	11.05	0.80	8.25	0.55	67.50	3.00	589.00	15.05	294.5	445.5	0.45	5.05	0.15	2.85
Bitlis	48.50	7.55	50.00	380.00	-	104.0	50.00	-	4.50	-	173.5	424.00	1250.0	-	18.25	-	0.11	1.93	-	-
Bolu	47.00	7.45	29.00	1102.5	0.95	275.0	72.00	0.02	25.05	1.15	81.50	-	2166.1	5.50	688.0	184.5	0.26	4.13	0.31	0.55
Bursa	56.75	7.26	9.80	109.00	0.20	97.50	19.10	-	1.60	-	33.50	86.00	368.00	10.51	133.0	9.50	0.70	2.90	0.06	3.05
Ç.Kale	62.50	7.75	1001	10805	22.52	1927.	100.9	0.03	17.10	11.55	109.0	254.79	207.50	12.50	743.5	23127	0.30	4.40	0.02	5.30
Çankırı	44.50	7.25	198.0	1775.0	2.50	122.0	74.50	3.25	26.00	1.25	48.50	50.24	4978.0	0.55	70.00	499.5	0.28	2.80	0.01	0.55
Çorum	33.50	7.42	2.90	49.50	0.10	43.50	26.50	-	0.15	0.06	14.75	14.51	259.00	6.05	74.00	33.70	0.30	0.90	-	6.70
Denizli	122.4	7.35	92.05	757.75	4.17	265.4	70.55	2.07	15.28	-	296.5	-	1343.5	356.4	1081.	80.07	1.85	12.9	0.29	0.55
Erzincan	31.25	7.05	9.30	206.50	0.16	195.5	560.5	-	16.55	0.21	139.5	150.01	3605.0	-	37.50	602.5	-	0.30	0.01	-
Erzurum	40.00	7.09	53.50	707.75	2.35	76.50	75.50	0.01	19.00	0.80	251.0	417.50	1751.0	5.01	82.50	1202.	0.30	0.65	7.01	5.90
Eskişehir	39.50	7.53	8.40	526.0	0.11	72.00	82.00	85.01	2.23	1.16	32.00	408.50	804.95	803.6	29.30	37.25	34.8	1.45	2.03	0.51
Hatay	36.00	7.61	25.95	275.50	-	146.5	21.51	-	1.03	-	35.50	-	428.20	-	325.9	342.9	0.01	2.35	0.02	0.50
İzmir	86.00	7.84	231.1	6617.5	3.60	601.7	939.5	0.25	7.95	2.10	136.5	180.45	444.00	225.1	1499.	11325	4.55	7.45	0.91	2.41
Kayseri	35.50	7.36	2.90	18.25	0.11	72.00	21.50	0.01	0.55	0.14	25.00	29.85	296.00	21.05	25.50	13.50	0.05	0.65	0.03	7.70

*: İlde ölçümleri yapılmış kaynakların ortalamasıdır (Tek kaynak bulunan şehirler çizelgeye dahil edilmemiştir).
 **** Afyon için Alüminyum, Bromür ve Demir değerler sırasıyla: 0.02, 8.2, 2.2.
 Kaynak: Erişen vd, 1996.

**: Total

***: Erişmiş

Ek Çizelge 1. (devamı)

Jeotermal kaynak*	Sıcaklık (°C)	pH	Jeotermik kimyasal maddeler ve miktarları (derişimler mg/L cinsindedir)																	
			Potasyum (K)	Sodyum (Na)	Amonyak (NH4)	Kalsiyum (Ca)	Magnezyum (Mg)	Arsenik** (As)	Bor** (B)	Lityum (Li)	Silyumdioksit (SiO2)	Karbondioksit (CO2) ***	Bikarbonat (HCO3)	Karbonat (CO3)	Sülfat (SO4)	Klorür (Cl)	iyodür (I)	Florür (F)	Nitrit (NO2)	Nitrat (NO3)
Kırşehir	50.50	7.74	16.50	577.50	0.10	155.0	28.00	0.80	1.05	0.16	53.00	244.50	491.50	15.05	661.5	643.0	0.95	3.00	0.02	2.51
Kocaeli	30.25	8.38	0.20	75.00	0.55	5.00	1.50	-	-	-	16.00	17.40	103.30	6.00	38.80	42.50	0.08	0.50	0.02	0.11
Konya	35.50	7.05	6.30	33.50	0.60	146.5	39.50	0.01	0.78	0.11	29.50	147.25	369.50	0.55	335.0	128.7	0.30	1.00	0.06	1.05
Kütahya	58.00	8.00	48.90	249.25	0.11	233.9	35.50	0.46	3.49	4.81	75.51	167.00	378.01	53.50	692.4	45.40	0.49	9.01	0.11	0.50
Manisa	58.00	7.38	56.54	987.42	13.95	196.8	87.50	1.68	49.28	1.40	114.5	-	1851.5	101.0	438.0	101.0	0.85	2.71	0.49	2.76
K.Maraş	40.50	7.79	2.05	20.00	0.11	48.85	26.20	0.60	0.11	0.06	19.50	13.60	292.50	4.55	27.50	13.50	0.26	0.53	0.02	1.05
Muğla	38.00	7.59	133.5	5058.8	0.46	603.5	421.0	0.01	1.36	0.11	53.50	-	680.91	21.35	1449.	8022.	0.26	0.86	0.80	0.55
Nevşehir	67.50	7.47	16.80	335.00	0.30	197.8	23.50	0.11	-	-	67.75	52.78	388.93	5.01	408.2	489.9	0.42	3.65	0.04	10.00
Niğde	54.50	7.32	36.90	286.50	0.15	171.0	22.60	0.02	6.15	1.60	446.5	4.09	646.50	0.55	436.0	262.5	0.45	0.26	0.01	0.51
Rize	44.00	8.77	0.65	32.50	0.11	3.50	0.70	0.01	0.10	-	53.50	-	24.00	21.00	34.50	7.00	0.10	0.50	0.01	0.55
Sakarya	62.50	7.05	21.50	406.75	2.25	100.0	19.50	0.61	14.10	18.05	96.50	234.00	979.00	0.51	36.50	214.0	0.26	3.40	0.03	0.51
Samsun	45.00	8.10	4.50	83.50	0.46	37.00	14.55	0.02	0.20	0.13	40.50	9.50	348.00	12.05	41.50	8.50	0.45	1.88	0.01	0.60
Siirt	34.00	7.40	19.20	185.00	0.98	301.0	44.75	0.10	0.35	1.00	40.00	-	436.00	-	689.0	283.0	-	68.2	-	-
Sivas	40.50	7.31	36.00	145.00	-	181.5	635.0	0.02	1.65	0.70	35.50	-	1111.0	6.05	59.50	172.5	0.50	11.2	0.15	0.10
Tokat	42.50	7.87	20.35	761.00	0.15	153.0	55.00	0.77	13.05	0.45	63.50	180.22	930.55	15.05	342.7	908.4	0.50	2.25	0.54	9.00
Ş.Urfa	45.25	7.65	4.95	61.20	0.15	78.00	20.00	0.89	0.55	0.45	27.50	-	226.00	5.50	104.0	85.50	0.35	0.80	0.05	69.05
Uşak	37.00	6.95	64.50	505.00	1.06	240.0	96.50	2.21	6.50	-	107.5	-	1715.0	-	699.5	78.50	0.21	2.31	-	1.26
Van	71.50	6.51	83.50	732.50	0.26	148.0	32.00	0.70	57.00	2.25	94.50	1139.5	975.00	0.10	386.5	837.5	0.25	0.50	-	1.00
Yozgat	52.50	6.76	12.50	335.00	0.25	197.0	30.24	0.03	3.18	5.55	55.00	92.04	405.50	9.05	670.0	483.5	0.50	3.30	0.01	2.00
Aksaray	41.00	6.50	85.00	615.50	1.00	21.00	91.00	0.95	18.70	3.65	45.50	-	894.00	-	163.5	982.5	0.50	0.50	0.10	1.00

*: İlde ölçümleri yapılmış kaynakların ortalamasıdır (Tek kaynak bulunan şehirler çizelgeye dahil edilmemiştir).
Kaynak: Erişen vd, 1996.

** : Total

***: Erimiş

Ek Çizelge 2. Ülkemizde jeotermal akışkanlarda çözünmüş potansiyel ahşap emprenye maddeleri ve bunların miktarları.

Jeotermal kaynak *	Jeotermal kimyasallar ve miktarları (derişimler mg/L cinsindedir)								
	Klorür (Cl)	Sodyum (Na)	Sülfat (SO ₄)	Potasyum (K)	Magnezyum (Mg)	Silisyum dioksit (SiO ₂)	Florür (F)	Bor (B) **	Amonyak (NH ₄)
Adana	113.50	101.00	392.50	9.70	100.50	26.50	1.08	1.01	1.70
Afyon	1018.20	1059.75	388.65	73.90	88.60	73.00	30.05	6.35	0.50
Ağrı	153.00	177.00	143.25	53.00	59.80	36.00	1.26	17.01	19.50
Amasya	28.50	61.00	38.50	2.55	20.00	28.00	0.95	0.35	0.12
Ankara	652.85	1266.00	1504.50	72.40	60.00	50.30	1.95	8.14	2.65
Aydın	949.00	921.00	166.00	91.20	121.55	155.50	25.15	37.05	16.05
Balıkesir	445.50	325.70	294.50	34.80	11.05	67.50	5.05	8.25	0.82
Bitlis	-	380.00	18.25	50.00	50.00	173.50	1.93	4.50	-
Bolu	184.50	1102.50	688.00	29.00	72.00	81.50	4.13	25.05	0.95
Bursa	9.50	109.00	133.00	9.80	19.10	33.50	2.90	1.60	0.20
Ç.Kale	23127.95	10805.0	743.50	1001.0	100.88	109.00	4.40	17.10	22.52
Çankırı	499.50	1775.00	70.00	198.00	74.50	48.50	2.80	26.00	2.50
Çorum	33.70	49.50	74.00	2.90	26.50	14.75	0.90	0.15	0.10
Denizli	80.07	757.75	1081.00	92.05	70.55	296.50	12.90	15.28	4.17
Erzincan	602.50	206.50	37.50	9.30	560.50	139.50	0.30	16.55	0.16
Erzurum	1202.00	707.75	82.50	53.50	75.50	251.00	0.65	19.00	2.35
Eskişehir	37.25	525.60	29.30	8.40	82.00	32.00	1.45	2.23	0.11
Hatay	342.85	275.50	325.85	25.95	21.51	35.50	2.35	1.03	-
İzmir	11325.00	6617.50	1499.00	231.10	939.50	136.50	7.45	7.95	3.60
Kayseri	13.50	18.25	25.50	2.90	21.50	25.00	0.65	0.55	0.11
Kırşehir	643.00	577.50	661.50	16.50	28.00	53.00	3.00	1.05	0.10
Kocaeli	42.50	75.00	38.80	0.20	1.50	16.00	0.50	-	0.55

* : İlde ölçümleri yapılmış kaynakların ortalamasıdır (Tek kaynak bulunan şehirler çizelgeye dahil edilmemiştir).
Kaynak: Erişen vd, 1996.

** : Total

Ek Çizelge 2. (devamı)

Jeotermal kaynak *	Jeotermal kimyasallar ve miktarları (derişimler mg/L cinsindedir)								
	Klorür (Cl)	Sodyum (Na)	Sülfat (SO ₄)	Potasyum (K)	Magnezyum (Mg)	Silisyum dioksit (SiO ₂)	Florür (F)	Bor (B) **	Amonyak (NH ₄)
Konya	128.65	33.50	335.00	6.30	39.50	29.50	1.00	0.78	0.60
Kütahya	45.40	249.25	692.35	48.90	35.50	75.51	9.01	3.49	0.11
Manisa	101.00	987.42	438.00	56.54	87.50	114.50	2.71	49.28	13.95
K.Maraş	13.50	20.00	27.50	2.05	26.20	19.50	0.53	0.11	0.11
Muğla	8021.65	5058.75	1448.58	133.52	421.03	53.50	0.86	1.36	0.46
Nevşehir	489.90	335.00	408.20	16.80	23.50	67.75	3.65	-	0.30
Niğde	262.50	286.50	436.00	36.90	22.60	446.50	0.26	6.15	0.15
Rize	7.00	32.50	34.50	0.65	0.70	53.50	0.50	0.10	0.11
Sakarya	214.00	406.75	36.50	21.50	19.50	96.50	3.40	14.10	2.25
Samsun	8.50	83.50	41.50	4.50	14.55	40.50	1.88	0.20	0.46
Siirt	283.00	185.00	689.00	19.20	44.75	40.00	68.15	0.35	0.98
Sivas	172.50	145.00	59.50	36.00	635.00	35.50	11.20	1.65	-
Tokat	908.44	761.00	342.71	20.35	55.00	63.50	2.25	13.05	0.15
Ş.Urfa	85.50	61.20	104.00	4.95	20.00	27.50	0.80	0.55	0.15
Uşak	78.50	505.00	699.50	64.50	96.50	107.50	2.31	6.50	1.06
Van	837.50	732.50	386.50	83.50	32.00	94.50	0.50	57.00	0.26
Yozgat	483.50	335.00	670.00	12.50	30.24	55.00	3.30	3.18	0.25
Aksaray	982.50	615.50	163.50	85.00	91.00	45.50	0.50	18.70	1.00

* : İlde ölçümleri yapılmış kaynakların ortalamasıdır (Tek kaynak bulunan şehirler çizelgeye dahil edilmemiştir).
Kaynak: Erişen vd, 1996.

** : Total