

## **Kütahya-Simav Ovasında Arsenik Sorunu:**

### **Mevcut Durum ve Yeni Araştırmalar**

**Orhan GÜNDÜZ**

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Buca/İZMİR*

*e-posta: [orhan.gunduz@deu.edu.tr](mailto:orhan.gunduz@deu.edu.tr)*

**ÖZ:** Yeraltı sularında gözlenen arsenik kirliliği dünya genelinde pek çok ülkede sıklıkla gözlenen bir problemdir. Arsenik kirliliği ve başta deri ve sindirim sistemi kanserleri gibi buna bağlı olarak oluşan hastalıklar, Bangladeş, Şili, Hindistan ve Tayvan gibi ülkelerde uzun yıllardır yaygın olarak görülmektedir. Son dönemde arsenik kirliliği ülkemiz gündeminde de önemli yer kaplar hale gelmiştir. Özellikle Ankara ve İzmir gibi büyük şehirlerimizde içme sularında yüksek oranda arsenik tespit edilmiştir. Tektonik özellikleri ve jeolojik yapısı dikkate alındığında, ülkemizin pek çok yöresinde arsenik içeren birimlerin bulunması ve bu formasyonlarda bulunan yeraltısuyunun da yüksek seviyelerde arsenik içermesi mümkün görünmektedir. Buna en iyi örneklerden biri de Kütahya iline bağlı Simav ilçe sınırları içinde yer alan Simav ovasıdır. Tipik bir çöküntü ovası özelliklerini gösteren bölge, aktif tektonizmanın ve buna bağlı olarak gelişen alterasyon zonlarının ve jeotermal sistemlerin yoğun olarak görüldüğü bir yerdir. Kısa bir süre önce yapılan bir ön çalışmada ovadaki yeraltı sularından alınan örneklerde ortalama 99 ppb, maksimum 561 ppb toplam arsenik değeri tespit edilmiştir. Ülkemizde halen uygulanan standart sınır değerin 10 ppb olduğu dikkate alındığında söz konusu suların çok yüksek arsenik içeriğine sahip olduğu söylenebilir. Saha çalışmaları esnasında yöre halkı ile yapılan görüşmelerde ovada bulunan köylerde kansere bağlı ölüm vakalarında da son dönemde gözle görünür bir artış olduğu ifade edilmiştir. Tüm bu bilgiler ışığında Simav ovasındaki arsenik kirlenmesinin net olarak tespit edilmesi, bunun insan sağlığı üzerinde oluşturduğu risklerin ortaya konması ve yeraltısuyundaki arseniğin giderimine yönelik alternatiflerin değerlendirilmesi amacıyla kapsamlı bir araştırmanın yapılması gerekli görülmüştür. Bu bildiri kapsamında proje sahasındaki mevcut durum anlatılacak ve yapılacak yeni çalışmaların detayları verilecektir.

**ABSTRACT:** *Arsenic pollution in groundwater is a common problem that is observed in many countries around the world. Arsenic related diseases such as dermal and gastrointestinal cancers are seen in countries such as Bangladesh, Chile, India and Taiwan. Recently, arsenic pollution has become an important topic in the agenda of our country as well. Particularly, high arsenic levels have been detected in the drinking water supply systems of large metropolitan areas such as Ankara and Izmir. Based on the tectonic characteristics and the geological structure, many parts of Turkey are likely to have arsenic containing geological formations within which groundwater is also likely to contain high arsenic levels. A good example to this generalization is the Simav Plain located in Simav District of Kütahya Province. Demonstrating the typical characteristics of a graben plain, the plain is situated in an area with active tectonics where alteration zones and geothermal systems are commonly observed. In a preliminary study conducted in the area, it has been found that the average total arsenic concentrations in samples collected from local groundwater was 99 ppb with a maximum of 561 ppb. These levels could be considered to be extremely high based on the currently effective national standard level of 10 ppb. During the field works of this preliminary study, direct interviews with locals have also revealed the fact that the number of cancer related deaths in the villages situated within the plain have increased significantly during the past few years. In the light of these findings, it is believed that a comprehensive research would need to be conducted in the area in order to clearly detect the arsenic pollution and the associated risks on human health as well as to propose alternative methods of arsenic removal. Within the scope of this proceeding, the current situation in the project area will be discussed and details of planned new studies will be given.*

## **Giriş**

Son dönemde iklim değişikliği ve bunun su kaynakları üzerindeki etkileri kamuoyu gündemini giderek daha yoğun olarak işgal etmektedir. Söz konusu etkiler arasında en önemlileri suyun miktarı ve kalitesine dönük olanlardır. Özellikle üç büyük kentimizin her yaz yaşamakta olduğu su sıkıntısı ve buna bağlı olarak gelişen su kalitesi problemleri halkın kaygı ile takip ettiği konular arasına girmiştir. Bu sıkıntılar zaman zaman yerel yönetimler ile halkı, kimi zaman ise yerel yönetimlerle

merkezi yönetimi karşı karşıya getirebilmektedir. 2008 yılı içerisinde İzmir’de yaşanan arsenik problemi bu sorunu en net biçimde ortaya koyan örneklerden biri olmuştur. Kente su temin eden yeraltısuyu kaynaklarından bazılarında yüksek arsenik seviyelerinin tespit edilmesiyle ortaya çıkan sorun, yerel boyutu kısa sürede aşmış ve ulusal gündemin önemli maddelerinden birini oluşturmuştur. Ortaya çıkan tartışma esnasında en dikkati çeken konu, yeraltı sularındaki arsenik kirliliği ile ilgili olarak yaşanan bilgi ve veri eksikliği olmuştur. Tektonik oluşumu, jeomorfolojik özellikleri ve hidrojeolojik yapısı ile Batı Anadolu’da pek çok yerleşim biriminde benzeri sorunların varlığı bilinmekteyse de, hiçbir yörede arsenik ile ilgili detaylı ve çok bileşenli bir bilimsel çalışmanın yapılmadığı görülmektedir.

Genellikle doğal bir kirlenici olan arsenik, özellikle insan sağlığı üzerindeki kanıtlanmış olumsuz etkileri nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Doğrudan kansere neden olan bir kimyasal olarak tüm dünyada dikkatle takip edilmektedir. Bangladeş, Hindistan, Amerika Birleşik Devletleri, Arjantin, Şili, Tayvan ve Çin gibi pek çok ülkede yüksek arsenik seviyelerine bağlı sağlık problemleri gözlenmektedir (Arsenic Project, 2008). Özellikle içme suyunda bulunan arseniğin, mide ve bağırsak gibi sindirim sistemi kanserlerine ve cilt bozuklukları ve deri kanserlerine neden olduğu kanıtlanmıştır. Günümüzde Bangladeş, Tayvan ve Arjantin gibi pek çok ülkede arsenik kaynaklı çok sayıda kanser vakası rapor edilmektedir. Konunun önemi itibarıyla ulusal ve uluslararası sınır değerler de giderek düşürülmektedir. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri’nde 2003 yılına kadar 50 ppb olarak uygulanan sudaki toplam arsenik standart değeri bu tarihten sonra 10 ppb’ye düşürülmüştür (EPA, 2003). Benzer şekilde ülkemizde de 2005 yılına kadar 50 ppb olarak uygulanan sınır değer 10 ppb seviyesine indirilmiştir (ITASHY, 2005). Gelişen analiz teknikleri ve yaygınlaşan laboratuvar altyapısı sayesinde oldukça hassas ölçümlerin yapılabilmesi, sınır değerlere uygunluk konusunun dünya kamuoyu tarafından çok daha yakından takip edilmesini sağlamaktadır.

Konunun önemi ve artan toplumsal duyarlılık, ülkemizin bazı yörelerinde de problemin tespit edilmesine yardımcı olmuştur. Bu yörelerden bir tanesi de Kütahya iline bağlı Simav ilçesidir. Yöre halkı ve yerel yöneticilerden gelen talep doğrultusunda yapılan bir araştırmada Simav Ovası yeraltı sularında yüksek arsenik seviyelerine rastlanmıştır (Şimşek ve Gündüz, 2007). Kısıtlı imkânlar ve sınırlı bir kapsamda yürütülen söz konusu çalışma ile Simav Ovası yeraltı sularından alınan 28 su örneğinin 22’sinde 10 ppb olan sınır değer üzerinde toplam arsenik

seviyelerine rastlanmıştır. Ölçülen en yüksek değerin 561 ppb olduğu bu çalışmada gözlenen ortalama arsenik değeri ise 99 ppb olmuştur. Benzer şekilde ovada yer alan 3 adet jeotermal sahadan çıkartılan sıcak sular da ortalama 502 ppb arsenik tespit edilmiştir. Ovada gerek sıcak gerekse de soğuk yeraltı sularında bu denli yüksek değerlerin ölçülmüş olması ve arazi çalışmaları esnasında yöre halkından gelen sağlık şikâyetleri dikkate alındığında bölgede çok ciddi bir problemin varlığı net bir biçimde ortaya çıkmaktadır.

Bu noktadan hareketle konunun detaylı olarak incelenebilmesi amacıyla TÜBİTAK'a bir bilimsel araştırma projesi teklif edilmiş ve proje desteklenmeye uygun bulunarak 2009 yılında başlatılmıştır. Söz konusu projenin ana konusu, Simav Ovası yeraltı sularındaki doğal kaynaklı arsenik kirlenmesinin araştırılması ve bunun yöre halkı üzerinde oluşturduğu sağlık risklerinin tespit edilmesidir. Daha önce yapılan çalışmalar ile varlığı kısmen belirlenen arsenik kirlenmesinin boyutunun bu çalışma ile net olarak ortaya konması hedeflenmektedir. Bölgedeki arseniğin kaynağı, kirlenme mekanizmaları, yeraltısuyunda dağılım durumu, jeotermal sahalar ve maden yatakları ile olan ilişkisi tespit edilecek; neden olabileceği halk sağlığı sorunları hastalık yükleri ve ölüm nedenleri araştırılacak ve genel bir risk değerlendirilmesi yapılacaktır. Arsenik içeren sulara uygulanabilecek pratik ve ekonomik giderim alternatifleri de proje kapsamında değerlendirilecektir. Bu bildiri de Simav ovasındaki arsenik sorununa ilişkin bilgiler verilecek ve yapılacak olan çalışma tanıtılacaktır.

## **Mevcut Durum**

Tektonik özellikleri ve jeolojik yapısı dikkate alındığında, ülkemizin pek çok yöresinde arsenik içeren birimlerin bulunması ve bu formasyonlarda bulunan yeraltısuyunun da yüksek seviyelerde arsenik içermesi mümkün görünmektedir. Buna en iyi örneklerden biri de Kütahya iline bağlı Simav ilçe sınırları içinde yer alan Simav ovasıdır. Tipik bir çöküntü ovası özelliklerini gösteren bölge, aktif tektonizmanın ve buna bağlı olarak gelişen alterasyon zonlarının ve jeotermal sistemlerin yoğun olarak görüldüğü bir yerdir. Yazar ve arkadaşları tarafından yürütülen çalışmalarda (Şimşek ve Gündüz, 2007; Gündüz ve Şimşek, 2008a ve 2008b, Gündüz vd., 2009), Simav ovası yeraltı sularında standartların üzerinde toplam arsenik değerleri tespit edilmiş ve bu durumun nedenleri araştırılmıştır.

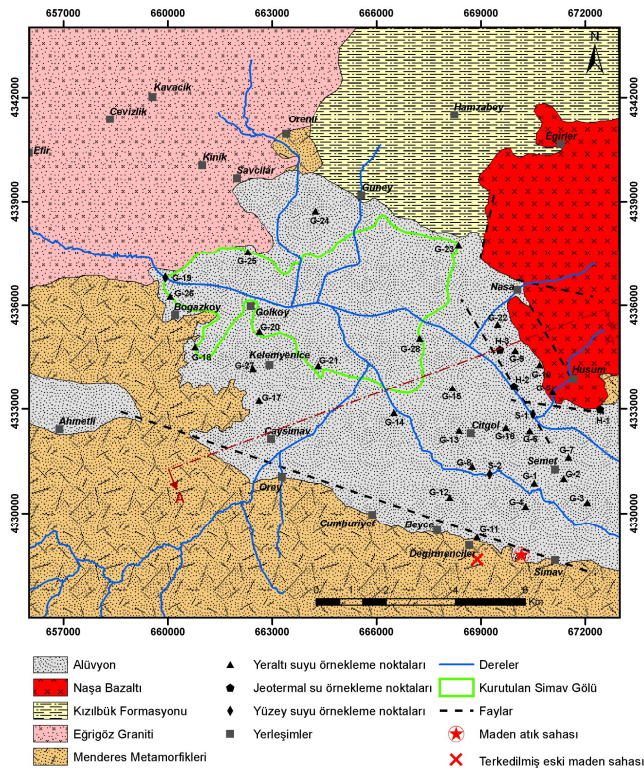
Genel jeolojik yapısı itibariyle oldukça ilginç bir bölgede bulunan Simav ovası tipik bir graben ovası özelliğindedir. Beş ana birimin gözleendiği ovada en altta Paleozoik yaşlı Menderes metamorfikleri bulunmakta, bunun üzerinde Paleosen yaşlı Eğrigöz graniti ve Neojen yaşlı Kızılbük formasyonu gelmektedir. Alt kuvaterner yaşlı bazalt ve kuvaterner yaşlı alüvyon bölgenin diğer birimlerini oluşturmaktadır (Gunduz vd., 2009). Bölgenin genel jeoloji haritası Şekil 1' ve jeolojik kesiti ise Şekil 2'de verilmektedir. Aktif fayların bulunduğu ovada halen aktif olarak işletilen 3 adet jeotermal saha (Eynal, Çitgöl ve Naşa kaplıcaları) da yer almaktadır. Bunlara ek olarak, bölgede 1960'lı yılların ortalarına kadar işletilmiş bir Cu-Pb-Zn yatağı da bulunmaktadır.

Hydrojeolojik olarak bölge değerlendirildiğinde Simav ovasında iki ana akiferin bulunduğu görülebilir. Birincisi sığ kuyuların içerisinde yer aldığı alüvyon akiferler, ikincisi ise derin kuyuların bulunduğu metamorfik birimlerdir. Eski Simav gölünü de içeren çalışma sahasında, tarımsal sulama ve içme suyu temini amacıyla genellikle yüzeysel akiferde açılan nispeten sığ kuyularla birlikte jeotermal akışkanın çıkartılması amacıyla basınçlı akiferde açılan daha derin kuyularda bulunmaktadır. Bu derin kuyular daha çok bölgedeki fay hatları yakınında ve dikeyde fayı kesecek şekilde açılmışlardır. Ancak gerek fay boyunca ve gerekse mühendislik özellikleri dikkate alınmadan yapılan sıcak su kuyuları nedeniyle sıcak suların soğuk sular ile karıştığı gözlenmektedir (Simsek ve Gunduz, 2007).

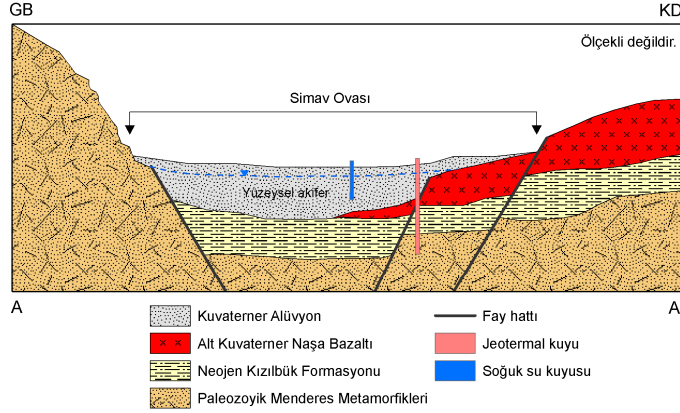
Yüksek metal içeriği olan jeotermal akışkanın soğuk sular ile karışması, bu sular için ciddi bir kirlilik nedeni olmaktadır. Buna ek olarak, bölgede yüzlek veren altere formasyonların, alüvyon birimi içinde bulunan ve güney ve kuzey yamaçlarından hem erozyon hem de tektonik hareketler nedeniyle ayrılmış kayaların taşınarak uzun yıllar içerisinde ovada biriken malzemede de yüksek arsenik değerlerine neden olabilecek arsenik mineralleri olduğu düşünülmektedir. Ayrıca arsenikçe zengin jeotermal akışkanında kaynaklanan akışkanın ovadaki yüzeysel sulara deşarjı kirlenmenin bir diğer boyutuna işaret etmektedir. Son olarak günümüzde terk edilmiş olan madenin arsenik mineralleri içeren atıklarının da ova kenarında depolanmış olmaları ovadaki yeraltı sularında gözlenen yüksek arsenik değerlerini açıklamakta kullanılan hipotezlerden bir diğeridir.

Bölgede, 27 yeraltısuyu, 3 yüzeysel su ve 3 jeotermal su örneğinde yapılan analizler sonucunda elde edilen arsenik değerlerinin dağılımı Şekil 3'de gösterilmektedir. Buna göre ovada özellikle jeotermal sahalara ve

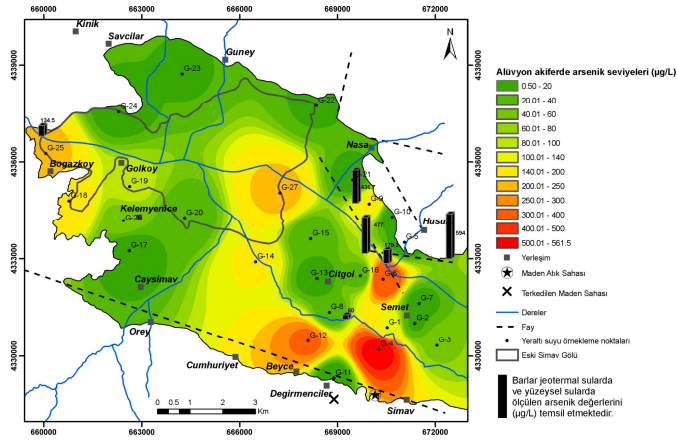
maden atıklarının depolandığı noktaların yakınlarında nispeten daha yüksek arsenik değerleri tespit edilmiştir. Ulusal ve uluslararası standart değerlerin 10 ila 50 katı üzerinde tespit edilen arsenik değerleri, bölgede ciddi bir sorunun varlığına işaret etmektedir. İnsan sağlığı açısından da büyük önem taşıyan bu sorunun daha detaylı araştırılması için TÜBİTAK destekli bir bilimsel araştırma projesine başlanmıştır. Aşağıdaki bölümlerde bu çalışmanın detaylarına ilişkin bilgiler yer almaktadır.



Şekil 1. Simav ovası genel jeolojisi haritası (Gündüz ve diğ., 2009)



Şekil 2. Simav ovası jeolojik kesiti (Gündüz ve diğ., 2009)



Şekil 3. Simav ovası yeraltısuyunda arsenik değerleri (Gündüz ve diğ., 2009)

### Planlanan Çalışmalar

Yeni başlayacak olan projenin ana konusu, daha önce Simav Ovası yeraltı sularında tespit edilen arsenik kirlenmesinin detaylı araştırılması ve bunun yöre halkı üzerinde oluşturduğu sağlık risklerinin tespit edilmesidir. Daha önce yapılan çalışmalar ile varlığı kısmen belirlenen arsenik kirlenmesinin boyutunun bu çalışma ile net olarak ortaya konması hedeflenmektedir. Bölgedeki arseniğin kaynağı, kirlenme mekanizmaları, yeraltısuyunda dağılım durumu, jeotermal sahalar ve maden yatakları ile

olan ilişkisi tespit edilecek; neden olabileceği halk sağlığı sorunları hastalık yükleri ve ölüm nedenleri araştırılacak ve genel bir risk değerlendirilmesi yapılacaktır. Arsenik içeren sulara uygulanabilecek pratik ve ekonomik giderim alternatifleri de proje kapsamında değerlendirilecektir. Bu hedef doğrultusunda yapılacak olan çalışmalar ana hatları ile aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Proje sahasının ve yakın çevresinin jeolojisinin araştırılması ve haritalanması
2. Proje sahasının hidrojeolojik etüdü ve ilgili haritalarının hazırlanması
3. Alterasyon zonlarının tespit edilmesi ve haritalanması
4. Eski ve yeni maden yataklarının tespit edilmesi ve haritalanması
5. Proje sahası genelinde araştırma sondajlarının açılması
6. Proje sahasında yüzlek veren jeolojik birimlerden ve sondaj karotlarından örneklerin alınması ve jeokimyasal analizlerinin yapılması
7. Sondajların gözlem ve örnekleme kuyularına dönüştürülmesi
8. Yüzey ve yeraltılarında su kalitesi gözlem programı uygulanması ve su örneklerinin alınması
9. Tüm su örneklerinde fiziksel parametrelerin, temel anyon ve katyonların ve başta arsenik olmak üzere çeşitli ağır metal ve eser elementlerin analizlerinin yapılması
10. Yeraltısuyunun yaşı ve kökeninin belirlenmesi amacıyla izotop örneklerinin alınması ve analiz edilmesi
11. Alınan su örneklerinde arazi ve laboratuvar koşullarında arsenik türlerinin tespiti için ayrıştırma çalışması yapılması
12. Proje sahasında bazı köylerde sağlık taraması yapılması
13. Proje sahasında son üç yıldaki tüm ölümlerinin nedenlerinin araştırılması ve sözel otopsi çalışması yapılması
14. Elde edilen tüm verilerin Coğrafi Bilgi Sistemi'nde haritalanması ve değerlendirilmesi
15. Elde edilen tüm verilerin istatistiksel analizinin yapılması
16. Halk sağlığı sonuçları ile arsenik değerlerinin ilişkilendirilmesi ve risk değerlendirilmesi
17. Arsenik giderimine yönelik alternatif tekniklerin incelenmesi ve değerlendirilmesi
18. Gerekli çözüm önerilerinin oluşturulması

### **Uygulanacak Yöntem**

Proje kapsamında beş ana aşamadan oluşan bir yöntem uygulanacaktır. Buna göre öncelikle yöredeki arseniğin kaynağını tespit etmeye yönelik olarak bölge ve saha jeolojisinin detaylı bir araştırması yapılacaktır.



Bunu takiben sahanın detaylı hidrojeolojik etütleri yapılacaktır. Proje sahasında en az 5 noktada 2 farklı derinlikte açılacak sondaj kuyuları ve bunlardan alınacak karot örneklerinin incelenmesi sonucu akifer niteliğindeki jeolojik birimlerin içerisindeki arsenikli tabakaların yatay ve düşey dağılımı ve tüm jeokimyasal özellikleri araştırılacaktır. Açılan sondajların gözlem ve örnekleme kuyularına dönüştürülmeleri sonrasında sahadan sürekli yeraltı suyu seviyesi ölçümü alınacak bir gözlem ağı kurulacaktır. Bu kuyulardan ve sahada bulunan mevcut diğer kuyulardan alınacak su örneklerinde toplam arsenik başta olmak üzere birçok ağır metal ve eser element analizi yapılacaktır. Alınan örneklerin tamamı laboratuvar ve arazi yöntemleri kullanılarak arsenik ayrıştırılmasına tabii tutulacaktır. Bu sayede mevcut arsenik seviyelerini oluşturan türlere ilişkin bilginin oluşturulması sonrasında bir risk analizi ve değerlendirilmesi yapılacaktır. Bu çalışmalara ek olarak sahada yüksek kanser ölümlerinin gözlemlendiği 3 adet köyde bir sağlık araştırması yapılacaktır. Kapsamlı bir hane halkı anketi ve son üç yıldaki tüm ölümlerinin nedenlerinin araştırılacağı bir sözel otopsi çalışmasına dayanacak olan bu araştırma ile tüketilen arsenikli suyun insan sağlığı üzerine olan etkilerinin istatistiksel olarak belirlenmesine çalışılacaktır. Son olarak, saha şartlarının net olarak ortaya konması ve baskın arsenik türlerinin tespitini takiben, arsenik giderimine dönük olarak uygulanabilecek alternatiflerden en pratik ve ekonomik olanları değerlendirilerek önerilecektir.

## **Değerlendirmeler**

Son dönemde iklim değişikliği ve bunun su kaynakları üzerindeki etkileri kamuoyu gündemini giderek daha yoğun olarak işgal etmektedir. Söz konusu etkiler arasında en önemlileri suyun miktarı ve kalitesine dönük olanlardır. Özellikle üç büyük kentimizin her yaz yaşamakta olduğu su sıkıntısı ve buna bağlı olarak gelişen su kalitesi problemleri halkın kaygı ile takip ettiği konular arasına girmiştir. Bu sıkıntılar zaman zaman yerel yönetimler ile halkı, kimi zaman ise yerel yönetimlerle merkezi yönetimi karşı karşıya getirebilmektedir. Son aylarda İzmir’de yaşanan arsenik problemi bu sorunu en net biçimde ortaya koyan örneklerden biri olmuştur. Kente su temin eden yeraltı suyu kaynaklarından bazılarında yüksek arsenik seviyelerinin tespit edilmesiyle ortaya çıkan sorun, yerel boyutu kısa sürede aşmış ve ulusal gündemin önemli maddelerinden birini oluşturmuştur. Ortaya çıkan tartışma esnasında en dikkati çeken konu, yeraltı sularındaki arsenik kirliliği ile

ilgili olarak yaşanan bilgi ve veri eksikliği olmuştur. Tektonik oluşumu, jeomorfolojik özellikleri ve hidrojeolojik yapısı ile Batı Anadolu'da pek çok yerleşim biriminde benzeri sorunların varlığı bilinmekteyse de, hiçbir yörede arsenik ile ilgili detaylı ve çok bileşenli bir bilimsel çalışmanın yapılmadığı görülmektedir.

Genellikle doğal bir kirlenici olan arsenik, özellikle insan sağlığı üzerindeki kanıtlanmış olumsuz etkileri nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Doğrudan kansere neden olan bir kimyasal olarak tüm dünyada dikkatle takip edilmektedir. Bangladeş, Hindistan, Amerika Birleşik Devletleri, Arjantin, Şili, Tayvan ve Çin gibi pek çok ülkede yüksek arsenik seviyelerine bağlı sağlık problemleri gözlenmektedir. Özellikle içme suyunda bulunan arseniğin, mide ve bağırsak gibi sindirim sistemi kanserlerine ve cilt bozuklukları ve deri kanserlerine neden olduğu kanıtlanmıştır. Günümüzde Bangladeş, Tayvan ve Arjantin gibi pek çok ülkede arsenik kaynaklı çok sayıda kanser vakası rapor edilmektedir. Konunun önemi itibarıyla ulusal ve uluslararası sınır değerler de giderek düşürülmektedir. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde 2003 yılına kadar 50 ppb olarak uygulanan sudaki toplam arsenik standart değeri bu tarihten sonra 10 ppb'ye düşürülmüştür. Benzer şekilde ülkemizde de 2005 yılına kadar 50 ppb olarak uygulanan sınır değer 10 ppb seviyesine indirilmiştir. Gelişen analiz teknikleri ve yaygınlaşan laboratuvar altyapısı sayesinde oldukça hassas ölçümlerin yapılabilmesi, sınır değerlere uygunluk konusunun dünya kamuoyu tarafından çok daha yakından takip edilmesini sağlamaktadır.

Konunun önemi ve artan toplumsal duyarlılık, ülkemizin bazı yörelerinde de problemin tespit edilmesine yardımcı olmuştur. Bu yörelerden bir tanesi de Kütahya iline bağlı Simav ilçesidir. Yöre halkı ve yerel yöneticilerden gelen talep doğrultusunda yapılan bir araştırmada Simav Ovası yeraltısularında yüksek arsenik seviyelerine rastlanmıştır. Kısıtlı imkânlar ve sınırlı bir kapsamda yürütülen söz konusu çalışma ile Simav Ovası yeraltısularından alınan 28 su örneğinin 22'sinde 10 ppb olan sınır değerinin üzerinde toplam arsenik seviyelerine rastlanmıştır. Ölçülen en yüksek değer 561 ppb olduğu bu çalışmada gözlenen ortalama arsenik değeri ise 99 ppb olmuştur. Benzer şekilde ovada yer alan 3 adet jeotermal sahadan çıkartılan sıcak sular da ortalama 502 ppb arsenik tespit edilmiştir. Ovada gerek sıcak gerekse de soğuk yeraltı sularında bu denli yüksek değerlerin ölçülmüş olması ve arazi çalışmaları esnasında yöre halkından gelen sağlık şikâyetleri dikkate alındığında bölgede çok ciddi bir problemin varlığı net bir biçimde ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, konunun daha sistematik ve tüm boyutlarıyla incelenmesi

amacıyla yeni bir çalışma planlanmış olup 2009-2012 yılları arasında yürütülecektir.

### **Kaynaklar**

*Arsenic Project 2008.*

[http://phys4.harvard.edu/%7Ewilson/arsenic/arsenic\\_project\\_introduction.html](http://phys4.harvard.edu/%7Ewilson/arsenic/arsenic_project_introduction.html).

EPA (2003). *Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma ajansı. Temel İçme Suyu Standartları.*

Gündüz, O. ve Simsek, C., 2008a, "Mechanisms of arsenic contamination of a surficial aquifer in Turkey." *Groundwater Quality: Securing Groundwater Quality in Urban and Industrial Environments, IAHS Publ. Vol. 324, pp. 170–177.*

Gündüz, O. ve Şimşek, C., 2008b, "Kütahya-Simav ovasındaki arsenik kirliliğinin insan sağlığı açısından değerlendirilmesi." *Uluslararası Katılımlı II. Tıbbi Jeoloji Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, s. 162.*

Gündüz, O., Simsek, C. ve Hasozbek, A., 2009, "Arsenic pollution in the groundwater of Simav Plain, Turkey: Its impact on water quality and human health". *Water, Air and Soil Pollution, DOI: 10.1007/s11270-009-0055-3.*

Simsek, C. ve Gündüz, O., 2007, "IWQ index: A GIS-integrated technique to assess irrigation water quality." *Environmental Monitoring and Assessment, Vol: 128, No:1-3, pp. 277-300.*