

KENT JEOKİMYASI HARİTALAMA ÇALIŞMASI VE ÜLKEMİZDEKİ DURUM

Doç. Dr. Nuray KARAPINAR *

ÖZ : Bu çalışmada kent jeokimyası haritalama çalışmasının önemi, dünyadaki gelişimi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nde bu alanda yapılmış çalışmalar ve kirlenmiş alanların yönetimine dair ülkemizdeki yasal ve idari durum hakkında bilgi verilerek bazı değerlendirilmelere yer verilmiştir.

Başlangıçta maden arama amaçlı geliştirilen jeokimyasal haritalama tekniği günümüzde çevre ve sağlık ile ilgili birçok alanda dünya genelinde uygulama bulmuştur. Bunlardan biri de Kentsel Çevre (urban environment) alanında yapılan çalışmalardır.

Dünya nüfusunun artışı, sanayileşme, kentleşme, kırsal alanlardan şehirlere göç ve buna bağlı şehirlerde yaşayan nüfus oranının artışı, kentsel çevrenin jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesinin önemini artırmıştır. Çünkü kentsel çevre, insan kaynaklı birçok faaliyetten etkilenir ve potansiyel olarak birçok kirlenmeye maruz kalır. Kentsel çevrenin de kentte yaşayanların sağlıkları üzerine muhtemel etkileri olabilir. Dolayısıyla, gelecek nesiller için sürdürülebilir bir kentsel çevre bırakmak için, toksik olan kimyasal elementler ve bunların bileşiklerinden nüfusun olumsuz etkilenmesini önleyecek şekilde kentlerin planlanması ve yönetilmesi gerekir. Bu bağlamda, şehirlerin gelişimi ve yeni konut alanlarının belirlenmesi ihtiyacı, şehir plancılarının şehir arazisi kalitesi ile ilgilenmesi ve kirlenmiş alanların yönetimi gibi konular dünya genelinde kentlerin jeokimyasal çevresine olan ilgiyi artırmıştır. Sanayileşme ve kentleşmeye bağlı kentsel çevredeki kirlenmiş alanların bulunduğu gerçeği, gelişmiş AB ülkelerinde mevzuat anlamında olumlu gelişmelere yol açmış (kirlenmiş alanlara dair yasal düzenleme) bu da kent jeokimyası

haritalama çalışmaları için itici bir kuvvet olmuştur.

Maden arama amaçlı dünya genelinde 1950'li yıllarda başlatılan bölgesel jeokimya haritalama çalışmalarında, maden anomalilerini belirlemek için insan kaynaklı kirliliğin sözü konusu olduğu kentsel alanlardan doğal olarak uzak durulmuştur. Ancak, 1980'li yıllarda kent alanlarında çevrenin kirlenmesine bağlı gelişen sağlık riski ile ilgili farkındalığın artması, kent jeokimya haritalama çalışmalarını günümüzde jeokimya çalışmalarının önceliklerinden biri haline getirmiştir (Johnson ve Demetriades, 2011).

Sürdürülebilir bir kentsel çevre için, öncelikli olarak bu çevredeki toksik kimyasal elementlerin varlığı ve önceki doğal değerlerine göre nasıl değiştiği bilgisine ihtiyaç vardır. Kentsel çevrenin kimyasal temel değerleri tanımlandıktan sonra gelecekte oluşabilecek değişimler izlenebilir, kirlilik kaynağı anlaşılabilir ve epidemiyoloji ve sağlık verileri ile bunların insan sağlığı üzerine zararlı etkileri daha iyi anlaşılabilir. Bu bağlamda kentsel çevre jeokimya etütleri, kent ekosistemindeki potansiyel toksik elementlerin mobilitesi, dağılımı, birikimi ve yayılımı hakkında bilgi sağlamak için kullanılacak bir araçtır.

Kentsel çevredeki potansiyel zararlı elementlerin artışı;

- Atmosferik ve karasal kirlilik
- Kent zemini özelliği –çoğu zaman bozulmuş ve doldurulmuş, toprak ve ana kayaç ile çok az ilişkisi olan ve kent etrafındaki bölgelerden rastgele alınmış ve kent içine yerleştirilmiş örtülerden kaynaklı olabilir.

Parklar gibi bozulmamış alanlarda bile atmosferik kirlilik, sulama, şehir yüzey suları ve diğer faktörlere bağlı olarak doğal arka plan (background) değerlerinin üzerinde seviyeler görülebilir. Dolayısıyla, kentin tüm parmak

* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Deniz ve Çevre Araştırmaları Dairesi Başkanlığı, Ankara.

izinin sistematik jeokimyasal etütler ile çıkarılması gerekir. Ancak bu şekilde kent içinde, kirlenmiş alanların belirlenmesi, detay saha çalışmaları ve kirlilik çalışmaları gerektiren alanların kentin jeokimyasal arka plan profili temelinde değerlendirilmesi yapılabilir (Fordyce vd., 2005). Burada, sistematik kentsel jeokimya etütlerinin sahaya özgü kirlenmiş alan araştırmalarının yerini alamayacağı, bilakis, detaylı araştırma yapılması gereken alanların belirlenebileceğinin altı çizilmektedir.

Dünya literatüründe bu alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde, kentsel jeokimya etüt çalışmalarının ağırlıklı olarak Avrupa kökenli olduğunu görmekteyiz. Bu durum Avrupa'nın çok eskiye dayanan endüstrileşmesi ve sonucunda miras kalan kirlenmiş alanların çokluğu ve de buna bağlı gelişen yasal mevzuat ile ilgilidir. Ancak, sanayileşme ve gelişmeye bağlı olarak Asya kökenli çalışmalarda literatürde yer almaya başlamıştır.

Kentsel çevre ve beraberindeki sağlık etkileri üzerine çalışmalar, kentlerdeki insan kaynaklı Pb kirliliği ile birlikte 1960'lı yıllarda başlamıştır (Patterson, 1965). Kurşunun yanı sıra diğer bazı elementler için (Cu, B ve Zn) de çalışmalar literatürde yer almaktadır (Purves, 1966 ve 1968; Purves ve Mackenzie, 1969 ve 1970). 70'li yıllarda ise çoklu element yaklaşımının kentsel çevre jeokimya çalışmalarında yer aldığı görülmektedir (Klein, 1972). 1970 ve 80'li yıllarda Kuzey Amerika ve Avrupa'daki büyük kent merkezleri için jeokimya haritalama çalışmaları yürütülmüştür (ör. Thornton ve Webb, 1979; Thornton ve Plant, 1980; Carey vd., 1980). 1980'li yılların sonuna gelindiğinde, gelişen bazı bölgelerin hızlı kentleşme ve endüstrileşme ile karşı karşıya kalmasıyla kentsel çevrede potansiyel toksik element kirliliği giderek dikkat çekici olmaya başlamıştır. 1990'lı yıllarda ise kirlenmiş alanların yönetimi ve sağlık risk değerlendirmesi ihtiyacı ortaya çıkmış ve buna bağlı kent jeokimyası haritalama proje ve programları Jeolojik Araştırma Kurumları tarafından başlatılmıştır (Wong vd., 2006). Kent alanlarında çevrenin kirlenmesine bağlı gelişen sağlık riski ile ilgili farkında-

lığın artmasının yanı sıra bu tür çalışmalara yapılan finansal desteklerin artması ve maden aramacılığına olan ilginin azalması da Avrupa ülkelerinde kent alanlarında yapılan jeokimyasal haritalama çalışmalarını artıran faktör olarak gösterilmektedir (Fordyce vd., 2005; Johnson ve Ander, 2008).

Örneğin 1990'lı yılların sonunda İsveç Jeoloji Araştırma Kurumunda jeoloji haritalama programı çevre amaçlı kullanımını da içerecek şekilde yeniden düzenlenmiş ve kent jeokimyası projeleri başlatılmıştır. Gothenburg şehri için başlatılan pilot projede; yüzey toprağı, derinlerdeki toprak, su ve diğer ortamlardan örnekler toplanmıştır. Her tipteki jeolojik bilgi haritalanmış ve bu programda kullanılmıştır. Şehir plancıları, şehir çevre otoritesi projeye dahil edilmiş ve sonuçlar plancıların ihtiyaçlarına göre adapte edilmiştir. Bu proje şehir konseyi ve karar vericiler ile sıkı işbirliği içerisinde yapılmıştır. Proje sonuçları atlas şeklinde yayınlanmış (Selinus vd., 2001), bu atlas farklı örnekleme ortamlarındaki ağır metal iyonları, organik bileşikler ve doğal arka plan değerleri hakkında bilgi içermektedir. Bu çalışmalar diğer büyük şehirler içinde devam ettirilmiştir (Lax ve Selinus, 2007).

Benzer şekilde Finlandiya'da da büyük kentlerin çevresi için Fin Jeolojik Araştırma Kurumu'nca jeokimyasal temel (baseline) üretmeye yönelik program başlatıldığı görülmektedir (Peltola ve Aström, 2005).

British Jeoloji Araştırma Kurumunda ise G-BASE projesinin (Geochemical Baseline Survey of the Environment) bir alt dalı olarak 1992 yılında kentsel çevre jeokimyasal etüt projesi GSUE (Geochemical Survey of the Urban Environment) başlatılmıştır. GSUE projesi kapsamında 21 kent alanı için haritalar oluşturulmuş ve bu haritalama çalışmasında topraktaki toplam metal konsantrasyonu ve insan maruziyetinin potansiyel olarak yüksek olduğu "hotspot" lara odaklanılmıştır (Fordyce vd., 2005; Thornton vd., 2008).

Norveç şehirleri için 1994'ten beri yüzey

toprağının (0-2 cm) örnekleme ve analizi ile sistematik jeokimyasal haritalama çalışmalarının yürütüldüğü belirtilmektedir (Salminen vd., 2008).

Kent jeokimyası haritalama programı diğer Avrupa ülkeleri jeolojik araştırma kurumları tarafından da başlatılmıştır. Ancak, burada hepsine yer verilmemiştir.

Kent jeokimyası disiplini, kimyasal elementler ve bunların bileşikleri arasındaki karmaşık etkileşim ve birbirleri arasındaki ilişkiyi,

geçmişteki ve günümüzdeki insan ve sanayi faaliyetlerinin bunlar üzerindeki etkisi ile kent jeokimyasal parametrelerin bitki, hayvan ve insan sağlığı üzerine etkisini inceler (Thornton vd., 2008).

Bu alanda yapılan çalışmaları iki gruba ayrılmaktadır (Çizelge 1).

- Kentsel çevre sistematik jeokimyasal haritalama.
- Kentsel çevre hedef alan haritalama.

Çizelge 1- Kentsel çevre jeokimya haritalama çalışmaları (Johnson ve Ander, 2008).

Sistematik Araştırma	Hedef Araştırma
Tüm şehir alanı Bölgesel temel bağlamında yorumlanır Genel örnekleme ortamı 100'lerce - 1000'lerce örnek Tüm elementler +/- organikler 1-4 örnek/km ² Ulusal/Kamu organizasyonları	Hedef alanlar Kılavuz değerler bağlamında yorumlanır Çoklu örnek ortamı Birkaç - 10'larca örnek Belirli elementler inorganik/organik 4-50 örnek/km ² Araştırma enstitüleri/üniversiteler

Kent jeokimya haritalama çalışmalarında kullanılan örnekleme, analitik ve haritalama yöntemlerinin farklı olduğu ve bölgesel jeokimya haritalama tekniğinden modifiye edilerek kullanıldığı görülmektedir. Aslında kent jeokimya haritalama için jeokimyasal yöntem geliştirilmesi jeokimya bilim dalında günümüzde de devam eden ilgi alanlarından biridir (Lax ve Selinus, 2005). Genel olarak belirtmek gerekirse, kent jeokimya programı ağırlıklı olarak toprak örnekleme odaklıdır. Toprak örneklemesinin yanı sıra su ve diğer ortamlardan da örnekleme (biyojeokimyasal örnek) yapılabilmektedir. Bozulmamış doğal topraktan hem C-horizon (>0,6 m) hem de top soil (5-25 cm) örneklemesine odaklıdır. Örnekleme yoğunluğu yüksek olup, şehirlerin büyüklüğüne, jeolojisine ve örnekleme ortamına göre değişmektedir (Peltola ve Aström, 2003; Lax ve Selinus, 2005; Fordce vd., 2005).

Kent jeokimya haritalama çalışmalarının amaç ve hedefleri;

1. Kent çevresinin jeokimyasal temel değerlerini belirlemek,
2. Kentlerin kimyasal çevresi hakkında mevzuatın gerektirdiği jeokimyasal bilgi talebini karşılamak,
3. Kirlenmiş alanları tanımlamak/belirlemek,
4. Doğal jeolojik ortam ve insan kaynaklı faaliyetlerin jeokimyasal temele (geochemical baseline) olan katkısını değerlendirmek,
5. Kent çevresinde yer alan diğer bileşenlere olan riski değerlendirmek (ör. Yer altı suyu),
6. Potansiyel toksik elementlerin kaynaklarını tanımlamak,

olarak belirtilmektedir (Johnson ve Ander, 2008).

ÜLKEMİZDEKİ MEVZUAT

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından “Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik” 8 Ağustos 2010 tarih ve 27605 no’lu Resmi Gazete’de yayımlanmıştır.

Yönetmelik toprak kirliliğinin önlenmesi, kirlenmenin mevcut olduğu veya olması muhtemel sahaların ve sektörlerin tespiti, kayıt altına alınması, kirlenmiş toprakların ve sahaların temizlenmesi ve izlenmesine ilişkin teknik ve idari usul ve esasları kapsamaktadır. Kirlenmiş sahaların tespiti, İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü denetimi, afet ve kaza bildirimleri ve faaliyet sahibi tarafından beyan edilen faaliyet ön bilgi formu kayıtları üzerinden İl Çevre ve Şehircilik Müdürlükleri’nce yapılan değerlendirme ile belirlenmekte ve kayıt altına alınmaktadır. İl Çevre ve Şehircilik Müdürlükleri tarafından kirlenmiş olduğu belirlenen saha için “Saha Durum ve Risk Değerlendirme Raporu” ve “Temizleme Faaliyet Planlama ve Değerlendirme Raporu” saha/tesis sahibi tarafından yetkili otorite tarafından belirlenen şart ve formatta hazırlanır. İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüklerine sunulan raporlar, İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü başkanlığında kurulan Komisyon (İl Tarım Müdürlüğü, İl Sağlık Müdürlüğü, İl Sanayi ve Ticaret Müdürlüğü, Devlet Su İşleri Bölge Müdürlüğü, İl Özel İdaresi ile komisyonca gerekli görülmesi durumunda üniversite ve uygun görülecek diğer kurum ve kuruluşların temsilcilerinden oluşan) marifeti ile değerlendirilir ve onaylanır.

Saha Örnekleme ve Analiz Planı, Saha Durum ve Risk Değerlendirme Ön ve Nihai Raporları, Temizleme Faaliyet Planlama ve Değerlendirme Raporu ve Temizleme Faaliyeti Uygulama, İzleme ve Sonlandırma Raporu hazırlayacak kurum ve kuruluşların Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş olması zorunludur (Şekil 2). 2010 yılında yayımlandığında yönetmeliğin kirlenmiş alanların yönetimine dair maddelerin yayımı tarihinden itibaren 2 yıl sonra yani 08.06.2012 tarihinde yürürlüğe girmesi ön görülmüş-

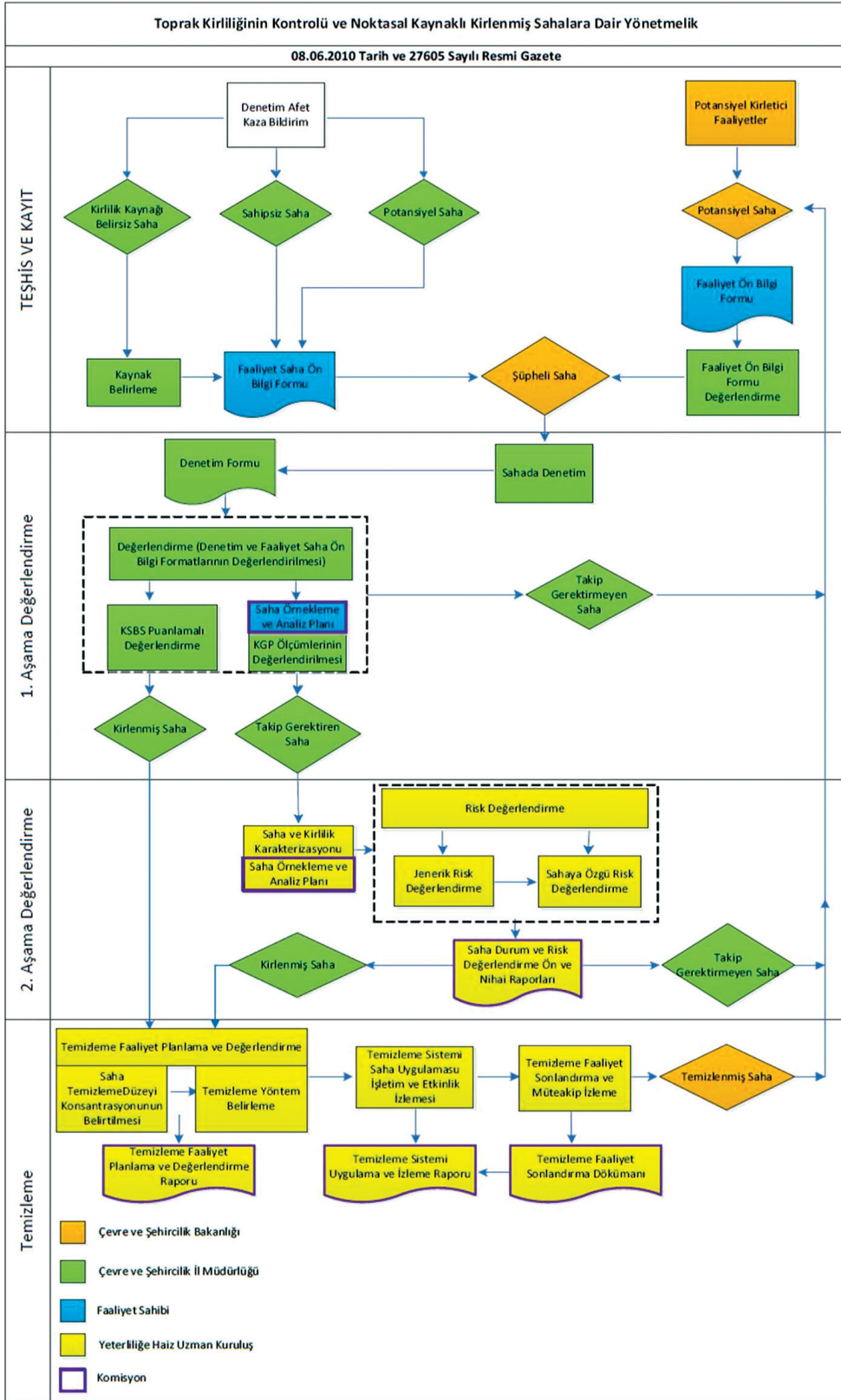
ken, 11.7.2013 tarih ve 28704 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan yönetmelikle 8.6.2015 tarihine ötelenmiştir. Bu durum bize uygulamaya geçişte sıkıntıların olduğunu göstermektedir.

GENEL DEĞERLENDİRME

Dünya genelinde yürütülen çalışmalar kent alanları için jeokimyasal veri tabanı oluşturulmasının, artan nüfus oranı ve sanayileşme ile birlikte sürdürülebilir ve sağlıklı bir kent planlaması için önemini ortaya koymaktadır.

Avrupa’daki kadar uzun bir geçmişe dayanmasa da kentleşme ve sanayileşme ile birlikte kentsel çevre jeokimyasının, insan sağlığına oluşturduğu tehdit anlamında, ülkemizde de önemli hale geldiği söylenebilir. Özellikle sanayinin yoğun olarak yer aldığı bazı bölgelerde kirlilik yükünün fazla olduğu hatta insan sağlığı açısından risk oluşturduğu, birçok platformda belirtilmektedir. En azından bu bölgeleri içeren kentler ve sanayinin yoğunlaşmaya başladığı kentler için öncelikli olarak sistematik jeokimyasal etüt çalışmalarının başlatılması yerinde olacaktır. Ancak, kentsel jeokimya veri tabanı oluşturma programı planlanırken jeokimyasal arka plana bağlı doğal bir kirlilik olabileceği ve kentsel alanların izlenmesi ve kirliliğin tespitinin arka plan değerlerin bilinmesine dayandığı gerçeğinin de unutulmaması gerekir. Dolayısıyla, kentsel çevre jeokimyasal etüt programları planlanırken bu durumun dikkate alınması gerekir. Mekânsal planlar oluşturulurken jeolojik veri kadar jeokimyasal verinin de sürdürülebilir sağlıklı bir kent planlaması için güvenilir bir temel sağlayacağı bilinmelidir.

Belki de sadece kurumumuz için değil bu alanda yetkili olan otorite kurumlar için de yeni olan bu konu üzerine farkındalığın artırılması gerekir. Ülkemiz mevzuatına bakıldığında “kirlenmiş alanların belirlenmesi” ve bunu müteakip “sağlık risk değerlendirmesi ve rehabilitasyon” ihtiyacının mevzuat ile belirlendiği görülmektedir. İlgili yönetmeliğin çoğu maddelerin henüz yürürlüğe girmemiş olması uy-



Şekil 2- Toprak kirliliğinin kontrolü ve noktasal kaynaklı kirlenmiş sahalara dair yönetmelik işlem algoritması (www.cygm.gov.tr).

gulamada karşılaşılan sıkıntıların bir sonucu olabilir. Avrupa ülkelerinde jeolojik araştırma kurumlarının bu süreç içerisinde aktif yer alması, buna karşın ülkemizde bu durumun ihmal edilmesi uygulamada karşılaşılan sorunların bir gereği olabilir mi?

Ayrıca, yönetmelikte belirtilen etüt çalışması çizelge 1'de verilen hedef etüt kapsamında değerlendirilebilecek çalışmalar olabilir. Kirlenme açısından şüpheli bulunan sahalara için saha durum tespiti, risk değerlendirmesi, temizleme ve iyileştirme gibi her türlü çalışmayı faaliyet sahibinin Çevre Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş kurum ve kuruluşlar eliyle yapması beklenmektedir. Ancak doğal arka plan değerleri yüksek olabilir (jeojenik kirlilik); insan kaynaklı kirlenme için kirlilik kaynaktan uzağa taşınabilir; kirlenmiş bir alan için birden fazla sorumlu olabilir ve/veya kimin sorumlu olduğu açık ve net olmayabilir. Ayrıca, insan faaliyeti kaynaklı bir kirlilik tespiti öncelikli olarak sahanın jeokimyasal arka plan değerlerinin bilinmesi ilkesine dayanır. Dolayısıyla, sistematik kentsel çevre jeokimyasal etüt çalışmalarının yapılması gerekir.

MTA Genel Müdürlüğünde kentler için yürütülen arazi kullanımı planlama etüt çalışmalarının jeokimyasal etütleri içermediği görülmektedir. Avrupa Birliği'nde olduğu gibi ülkemizde de sistematik kent jeokimyası haritalama programının başlatılması gerekir. Bunu yapacak kurum da Türkiye'nin jeolojik araştırma kurumu Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğüdür. Avrupa Birliği'nde olduğu gibi ülkemizde de ilgili tüm taraflar dahil edilerek ve çıktılarını plancılar tarafından kullanılabilecek şekilde adapte edilerek planlanmalıdır. Bu da ilgili taraflarla sıkı bir iş birliği ve koordinasyonu gerektirecektir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Andiç, T., Baykul, A., Lengereanlı, Y. 1997. İzmir İli metropolitan alanının çevre amaçlı jeokimyası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 10024 Ankara (yayımlanmamış).

Carey, A.E., Gowen, J.A, Forehand, T.J., Tai, H., Wiersma, G.B. 1980. Heavy metal concentrations in oils of 5 United States cities, 1973 urban soils-monitoring program. *Journal of Pesticide Monitoring* 13, 150-154.

Fordyce, F.M., Brown, S.E., Ander, E.L., Rawlins, B.G., O'Donnell, K.E., Lister, T.R., Breward, N., Johnson, C.C. 2005. GSUE: Urban geochemical mapping in Great Britain. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 5:325-336.

Johnson, C.C., Ander, E.L. 2008. Urban geochemical mapping studies: how and why we do them. *Environ geochem Health*, 30: 511-530.

Johnson, C.C., Demetriades, A. 2011. Urban geochemical mapping: a review of case studies in this volume. In *Mapping the chemical Environment of Urban Areas*. Eds: C.C. Johnson, A. Demetriades, J. Locutura ve R.T. Ottesen, Wiley-Blackwell.

Klein, D.H. 1972. Mercury and other metals in urban soils. *Environmental Science and Technology* 6, 560-562.

Lax, K., Selinus, O. 2005. Geochemical mapping at the Geological Survey of Sweden. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 5: 337-346.

Ottesen, R.T., Langedal, M. 2001. Urban geochemistry in Trondheim, Norway. *NGU-BULL* 438: 63-69.

Patterson, C.C. 1965. Contaminated and natural lead environments of man. *Archives of Environmental Health*, 11, 344-360.

Purves, D. 1966. Contamination of urban garden soils with copper and boron. *Nature*, 210, 1077.

Purves, D. 1968. Trace elements contamination of urban soils. *Transactions 9th International Congress of Soil Science*, 2,351-355.

- Purves, D., Mackenzie, E.J. 1969. Trace element contamination of parklands in urban areas. *Journal of soil science* 20, 288-290.
- Purves, D., Mackenzie E.J. 1970. Enhancement of trace element content of cabbages grown in urban areas. *plant and soil* 33, 483-485.
- Peltola, P., Aström M. 2003. Urban geochemistry: a multimedia and multielement survey of a small town in northern europe. *Environ geochem Health*, 25: 397-419.
- Salminen R., Kousa A., Ottesen R.T., Selinus O., Steinnes E., Tarvainen T., Öhlander B. 2008. *Episodes*, 31(1),155-162.
- Selinus O., Rundqvist R., Johansson P. 2001. Göteborgsprojectet. *Geokemi Göteborgs kommun. Geological Survey of Sweden*.
- Şemalarla Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü mevzuatı, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Şubat 2012, www.cygm.gov.tr, erişim tarihi 2014.
- Thornton, I., Farago, M.E., Thums, C.R., Parrish, R.R., McGill, R.A.R., Breward, N., Forty, N.J., Simpson, P., Young, S.D., Tye, A.M., Crout, N.N.J., Hough, R.L., Watt, J. 2008. Urban geochemistry: research strategies to assist risk assesment and remediation of brownfield sites in urban areas. *Environ geochem Health*, 30: 565-576.
- Thornton I., Webb J.S. 1979. Geochemistry and health in the United Kingdom. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London-Series B: Biological Sciences* 288 (1026), 151-168.
- Thornton I., Plant J. 1980. Regional geochemical mapping and health in the United Kingdom. *Journal of the Geological Society* 137, 575-586.
- Timur E. 2011. Ülkemizde yerbilimlerinin gelişiminde Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün yeri ve Rolü, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, 11,
- Toprak kirliliğinin kontrolü ve noktasal kaynaklı kirlenmiş sahalara dair yönetmelik, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 08/06/2010 tarih ve 27605 sayılı Resmi Gazete.
- Toprak kirliliğinin kontrolü ve noktasal kaynaklı kirlenmiş sahalara dair yönetmelikte değişiklik yapılmasında dair yönetmelik, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 11/07/2013 tarih ve 28704 sayılı Resmi Gazete.
- Wong C.S.C., Li X., Thornton I. 2006. Urban environmental geochemistry of trace metals: A review. *Environmental pollution*, vol.142(1), 1-16.
- <http://www.mta.gov.tr/v2.0/daire-baskanliklari/bdt/kutuphane/> son erişim tarihi: 01 Ağustos 2014