

17 AĞUSTOS 1999 DEPREMİ SONRASI ADAPAZARI CADDE TOZLARINDA AĞIR METAL KİRLİLİĞİ

Mustafa Şahin DÜNDAR, M. Fatih PALA

Özet – 17 ağustos 1999 depremi sonrası Adapazarı cadde ve sokak tozlarındaki bazı ağır metal (Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, Cd) derişimlerinin Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrometresi (FAAS) ile tayin edilmesine yönelik olarak yapılan bu çalışmada örnekler İzmit, Adnan Menderes, Çark, Bankalar, Eski Hendek caddeleri, Atatürk Bulvarı, Eski Reji sokak ve Erenler Gemi sokaktan Mayıs 2000 ile Ekim 2000 arası 15 gün arayla alındı. Uygun çözündürme işlemlerinden sonra analiz edilen çözeltilerde Ni, Cr, Cd, Zn ve Pb düzeylerinin standartların üzerinde olduğu gözlenirken Cu düzeyinin kabul edilebilir değerde olduğu anlaşıldı. Ağustos ayında Çark caddesi en fazla kirliliğin olduğu bölge olurken en düşük kirlilik ise Eski Hendek caddesinde gözlemlendi. Süreç olarak Mayıs ayının geneli ve Eylül ayının ikinci yarısı kirliliğin en düşük olarak gözlemlendiği aylar oldu.

Anahtar Kelimeler: Ağır Metal, Toz, Adapazarı, Deprem.

Abstract - In this work, some heavy metals (Ni, Cu, Pb, Zn, Cr, Cd) in street dust samples of Adapazarı city were determined by using Flame Atomic Absorption Spectrometer (FAAS). The dust samples were collected from İzmit Caddesi, Atatürk Bulvarı, Çark Caddesi, Adnan Menderes Caddesi, Bankalar Caddesi, Eski Reji Sokak, Erenler Gemi Sokak and Eski Hendek Caddesi between May 2000 and October 2000. Metals in final solution were analysed by Flame Atomic Absorption Spectrophotometer (FAAS). According to the results, Ni, Cr, Cd, Zn and Pb concentrations were observed above the standards. However, Cu concentration is within the acceptable limit values. In August, highest level of heavy metal contamination was observed in Çark Caddesi, whereas in May and September minimum heavy metal concentrations were obtained for Eski Hendek Caddesi.

Key words: Heavy Metal, Dust, Adapazarı, Earthquake.

I.GİRİŞ

Son yıllarda hızla artış gösteren çevre kirliliğinin temelinde insanoğlunun sanayileşmeye verdiği önem yatmaktadır. Hızlı sanayileşme beraberinde çok hızlı bir şekilde çevre kirliliğini de getirmiştir. Bu kirlilik doğal çevreye ve insan sağlığına doğrudan yada dolaylı zarar vermektedir. Kirlilik problemi son yıllarda had safhaya ulaşmıştır.

Genelde durum bu iken 17 Ağustos depremi sonrası Adapazarı için durum biraz farklı olmuştur. Birincil kirlilik deprem sonrası enkazlardan kaynaklanan kirliliktir; ve bu kirlilik evlerimize kadar çok bariz bir şekilde girmiş ve sağlığımızı tehdit eder duruma gelmiştir. İkincil kirlilik ise; enkazların kaldırılması esnasında meydana gelmiştir. Gerek enkaz kümeleri, gerekse enkazların kaldırılmasında had safhadaki toz yığınları enkaz çevresinde kalın bir bulut tabakası oluşturmuştur. Bu kirlilik birincil kirlilikten belki de daha fazla kirlilik kaynağı olmuştur. Üçüncül olarak sayabileceğimiz kirlilik kaynağı ise altyapı çalışmalarıdır. Yer altı çalışmalarında çıkan kirli toprağın sıcak havalarda kurumması neticesi meydana gelen tozlarında çevre kirliliğinde rolü büyüktür. Özellikle taşıt trafiği, rüzgar ve yağış etmenlerinin de hesaba katılması ile bu kirliliğin kent genelinde etkin ve hissedilir olması kaçınılmaz olmuştur.

Gerek havada gerekse suda oluşacak kirliliğin bulunulan ortamdaki tozlarda da olabileceği katidir. Havayı ve suyu kirleten tüm kirleticiler dolayısı ile buldukları ortamdaki tozu da kirleteceklerdir. Tozda bulunabilecek ağır metaller toksik etki gösterecekler ve toz yoluyla girdikleri canlı bünyeye toksik etkide bulunacaklardır [1].

Tozdaki ağır metallere Cd, Pb, Ni toksik elementlerdir. Cu, Mn, Zn nin aslında normal değerde iken besleyici oldukları bilinmektedir. Tozda bu eser düzeydeki elementlerin derişimlerinin artmasında

önemli etkenlerin hava kirliliği, trafik, altyapı çalışmalarıdır. Karayolu trafiğinin, demiryolunun, sanayi bölgelerinin bu metal konsantrasyonları üzerine etkileri de inkar edilemez boyuttadır. Canlı organizmalar toksik yapıdaki bu ağır metal iyonlarına karşı savunmasızdırlar ve bu toksik etkiyi ortadan kaldıracak yapıya da sahip olmadıkları bilinmektedir [2].

Bu ağır metal iyonları canlı bünyesine üç yoldan girebilirler. Bunlar; deri yoluyla, besinler yoluyla ve son olarak da solunum yoluyla olmaktadır. En etkili bünyeye giriş yolu solunum ile olmaktadır [2].

Ağır metal konsantrasyonu belirli değerin üzerine çıkarsa canlı organizmada toksik etki yapar. Bazı durumlarda; ağır metal konsantrasyonu belirli düzeyin üzerine çıkarsa organizmanın ölümüne neden olabilirler. Yüksek dozun altındaki konsantrasyonlarda ise davranış bozukluğuna ve genetik yapının bozulmasına sebebiyet verebilirler. İnsan ve hayvan bünyesine giren ağır metal iyonları öncelikle üst solunum yollarını tehdit etmektedirler. Boğaz ve gırtlak kanseri, akciğer kanseri, bronş kanseri hastalıklarında ağır metallerin direkt yada dolaylı etkisinin olduğu bilinmektedir. Bunlardan başka kanser, erken yaşlanma, kemik zayıflaması, çocuklarda zayıf kemik oluşumu, sinirsel bozukluklar, kas zayıflaması ve kaslarda ağrı, iştahsızlık, anemi, alzheimer hastalığı, erken doğum, erken ölüm ve doğum anormalliklerine yol açtıkları da literatüre geçen önemli bulgulardır [2].

Egzoz gazından çıkan partikülleri aerodinamik çaplı ve aerodinamik çaplı olmayanlar olmak üzere iki ana gruba ayırmak mümkündür. Çapı $< 1\mu\text{m}$ olanlar aerodinamik ; çapı 5 ile 50 μm arası olanlar ise aerodinamik olmayanlar partiküllerdir. 10 μm den büyük çaplı tanecikler yerçekimi etkisiyle yere inerler ve zemindeki tozun bünyesine dahil olurlar. Atmosferde asılı kalan partikülleri yere indiren iki ana faktör vardır ki bunlar partiküllerin oksitlenmeleri ve yağmurdur [2].

Adapazarı sanayi kentidir. Fabrika bacalarından çıkan gazların bünyesindeki partiküller ve ağır metaller rüzgarla beraber kente kadar taşınabilmekte ve olası yağmurlarla şehir cadde ve sokaklarına inebilmektedirler.

Deprem sonrası kaldırılan enkazlarda toz kaynağı olmuşlardır. Enkazları kaldıran ağır iş makineleri enkazları un ufak etmişler ve olabilecek en küçük halleriyle enkazları taşıyıcılara yüklemişlerdir. Bu esnada enkaz çevresinde çok yüksek miktarda toz oluşmuş, bu tozlar hem buldukları ortamı ve hem

taşınımları neticesinde gittikleri bölgeyi de kirlenmişlerdir.

Alt yapı çalışmaları şehirdeki yüksek toz kirliliğinde önemli paya sahiptir. Deprem sonrası bozulan su ve kanalizasyon şehir yer altı sularını ve toprağını önemli ölçüde kirlenmiştir. Altyapı çalışmalarında kirlenmiş olan su ve toprak yeryüzüne çıkmış ve şehrin tamamında kirliliğe sebep olmuştur.

Bu kirliliklerin tespiti amaç edinildi ve Mayıs 2000 den başlayarak Ekim 2000 tarihine kadar 15 gün arayla İzmit Caddesi, Atatürk Bulvarı, Çark Caddesi, Ankara Caddesi, Adnan Menderes Caddesi, Eski Hendek Caddesi, Eski Reji Sokak , Erenler Gemi Sokaktan 1.5 m² lik alanlardan sokak tozları toplandı. Alınan bu toz numuneleri polietilen poşetlerde saklandı. Örneklere uygun çözündürme işlemi uygulandı ve elde edilen çözeltilerde Pb , Cu , Zn , Ni, Cr ,Cd tayinleri yapıldı.

II. ENSTRUMENTAL METOD

II.1. Atomik Spektroskopisi

Atomik spektroskopinin temelini şu şekilde özetlemek mümkündür : $h\nu$ enerjili bir foton atom tarafından soğurulduğunda temel enerji seviyesindeki atomlar uyarılırlar ve baş kuant sayısı daha yüksek yörüngelere çıkarlar. Uyarılmış atomlar kararsızdırlar. 10^{-10} sn kadar üst yörüngede kalırlar ve tekrar temel hale dönerler [3].

Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi tekniğinde atom buharı elde etmek için kullanılan alevin sıcaklığı 2000-3000 °C civarındadır. Bu sıcaklıkta atomların uyarılmaları sağlanır. 2000-3000 °C de atomlar ancak 480 nm den daha uzun dalga boylarında uyarılırlar [3].

Işın kaynağı olarak oyuk katot lambası kullanılmaktadır. Bu lamba düşük basınçta inert bir gazla doldurulmuş katot ve anot içeren cam bir lambadır. Cihazda hangi elemente ait spektrum alınacaksa o elementin oyuk katot lambası kullanılır[3].

Çözelti aleve püskürtülerek çözelti içindeki iyonların atomlaşmaları sağlanır. Aleve püskürtülen çözeltilerde önce çözücü buharlaşır. Buharlaşma hızı çözeltilerin cinsine ve damlacıkların boyutuna bağlıdır. Çözelti içerisindeki organik bileşikler alevin etkisiyle yanarlar. Bu esnada gerek organik yapıların yanmalarından, gerekse anorganik yapılardan kaynaklanabilecek girişimler olabilir. Girişimler hata getirebilirler [3].

Girişimlerin ilki kimyasal girişimdir. Elementlerin nicel olarak atomlaşmalarını önleyen herhangi bir bileşik

oluşumdur. Yüksek sıcaklıkta metal atomunun da içinde bulunabileceği kararlı bir bileşik oluşabilir. Yada atomlaşacak metal atomları ortamdaki radikallerle bileşik verebilir. Kimyasal girişim atomlaşmayı önler ve hata getirir. Kimyasal girişimi önlemenin en verimli yolu alev sıcaklığını yükseltmektir. Girişim yapan iyon standart çözeltilere eklenebilir. Girişim yapan anyon ise başka bir kationla bağlanabilir. Tayini yapılacak kation kompleks içersinde tutulabilir [3].

Fiziksel girişimler ise çözeltinin viskozitesi, yoğunluğu, yüzey gerilimi gibi fiziksel özelliklerine bağlı girişimlerdir. Viskozite, yoğunluk ve yüzey geriliminin fazla olması ile örnek az emilir. Damlacık boyutu büyür, alev ulaşan numune miktarı azalır. Bu girişimi önlemek için çözelti yoğunluğu mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır [3].

Üçüncü bir girişim ise iyonlaşma girişimidir. Yüksek sıcaklıkta atomlar az yada çok iyonlaşırlar. Önlemek için iyonlaşma daha düşük sıcaklıkta yapılmalıdır [3].

Kullanılan monokromatör kullanılan dalga boyunda dar bir bant sağlar. Optik ağ ve çeşitli ayna sistemleriyle gelen ışının istenen dalga boyunda eldesi sağlanır [3].

Fotodedektör gelen ışınları alır ve daha sonra bu sinyaller elektrik enerjisine dönüştürülürler. Bilgisayar ünitesinde kantitatif analiz yapılarak veriler elde edilir [3].

II.2. Tozdaki Ağır Metal Kirliliği

II.2.1. Kurşun

Kurşun; yumuşak, dayanıksız, gri renkli ve ağır bir metaldir. Oksijenden ve sudan etkilenmez fakat nitrik asitte çözünür. Genelde maden yataklarında çinko ile birleşmiş halde yada iyice karışmış vaziyette bulunur. Kurşunun en bol bulunan mineralleri galen (PbS), serüzit (PbCO₃), anglezit (PbSO₄), krokoit (PbCrO₄), promorfit (n PbO) tir. Kurşun hem elementel hem de bileşik halde iken toksik etkiye sahiptir [4].

Kurşun yer kabuğunda 2.200 mg/kg civarında bulunur. Deniz suyunda ise bu değer 0.0003 mg/L mertebesidir [2].

Toplam kurşun tüketiminin % 44 ü elektriği depolayan bataryalar için yapılmaktadır. %12 lik kısım ise benzinin içinde anti - knock madde olarak ilave edilen alkali kurşun bileşikleri şeklinde olmaktadır. Bunların haricinde kurşun mermi yapımında, su borusu yapımında, H₂SO₄ (sülfirik asit) eldesinde, matbaalarda, kablo, lehim ve boya yapımında kullanılmaktadır [2].

Kurşun kirliliğinin % 95'i kurşun katkılı benzin tüketen motorlu taşıtlardan kaynaklanmaktadır. Benzindeki alkali kurşunun %70 i yanmadan egzost gazı vasıtasıyla havaya atılmaktadır. Havadaki kurşun partiküllerinin 7- 30 gün ömürleri vardır. Bu süre zarfında yüzlerce kilometre yol alabilirler. Doğal olarak atmosferdeki kurşun miktarı 0.0005 g/m³ tür [2].

Kurşunun bitkiler üzerine toksik etkisi mevcuttur. Bitki bünyesinde belirli bir konsantrasyona ulaşmadan kurşun toksik etkisini göstermez. Halbuki aynı miktar insan ve hayvan için toksik sınırın üzerindedir. İnsan bünyesinde normalin üzerinde kurşun birikimi olduğu zaman karaciğer, böbrek ve bağırsaklarda bazı rahatsızlıkların olduğu saptanmıştır. Buna ilaveten vücuda giren kurşunun büyük kısmı kemiklerde zor çözünen kurşun fosfat şekline dönüşmektedir. Bu durum kemik yapısında bozukluklara ve tedavisi mümkün olmayan rahatsızlıklara yol açmaktadır. Kurşunun kan oluşumu ve hemoglobin sentezini de durdurduğu klinik çalışmalarla tespit edilmiştir. Ortam şartlarına bağlı olarak yiyeceklerden alınan kurşun miktarı 300 µg /gün civarlarındadır. İnsan bünyesindeki kurşun ise çok az miktarda atılabilmektedir. Atılabilen bu kurşun miktarı yaklaşık olarak 30 -40 µg/gün dür [2].

II.2.3. Bakır

Kırmızımsı, dövülebilir, kübik sistemli, ısı ve elektriği iyi ileten bir geçiş metalidir. Hava ve suya karşı dayanıklılığı yüksektir. Bakır özellik olarak gümüş, altın ve talyumla benzer özelliktedir. Alaşımlarının korozyona dayanıklı olması, sıcakta ve soğukta iyi işlenebilmesi, rengi parlak ve hoş oluşu, fiziksel özelliklerinin iyi oluşu, elektriksel ve termal dayanıklılığının yüksek olması sebebiyle bakırın endüstriyel önemi fazladır [4].

Bakır yerkürede 2,300 mg /kg civarında bulunur. Taşıtların motor aksamında bulunan alaşımlar bakır ihtiva etmektedirler. Yüksek sıcaklıkta bu bakır aşınır ve egzost gazlarıyla ve diğer partiküllerle beraber çevreye atılmaktadır [2].

Bütün canlı dokularda azda olsa bakır mevcuttur. Bakır bazı enzimlerin yapısında bulunmaktadır. Ayrıca metalloflavo proteinlerin yapısında da bulunabilmektedir. Birçok aminoasit transferinide katalizlemesi sebebiyle bakır farklı organizmalarda farklı zehirlenmelere yol açabilmektedir [2].

Az miktardaki bakır insan için toksik değildir. Ancak 10 gram bakır sülfat insan için öldürücüdür [2].

II.2.3. Çinko

Çinko doğada çok dağılmış vaziyette bulunur ve volkanik kayaların hemen hemen hepsinde azda olsa mevcuttur. Beyazımsı ve kırılmalı yapıdadır. Başlıca mineralleri çinko blend (ZnS) ve kalamın ($ZnCO_3$) dir. Çinko havada kararır. Alkali ve amfoter yapıdadır. Çinko demirin galvanizlenmesinde, alaşımlarda, bataryalarda ve lastik imalatında kullanılmaktadır [4].

Çinko yer kabuğunda yaklaşık olarak 130 mg /kg olarak mevcuttur [2]. Toz için bulunan ortalama değer ise 500 mg/g dır [1].

Çinkonun insan sağlığındaki önemi büyüktür. Ortalama bir insanda 1.4 - 2.4 gram çinko mevcuttur. İnsan bunyesine çinko yiyecek ve içecek maddelerinden günde ortalama olarak 10 -15 mg girer[2]. Kandaki çinko konsantrasyonu ise 0.14 mg/100 ml olarak tespit edilmiştir [2].

Çinko ; alkol, dehidrojenaz, glutamik dehidrojenaz, ürikaz, böbrek fosfatı ,karboksi peptitaz ve eritrosit karbonik anhidraz enzimlerinin yapı taşlarıdır, ki bu enzimler canlı organizmanın düzenli olarak büyümesi ve işleyişinde etkendirler. Bundan başka olarak saç, kemik, göz, prostat, pankreas salgıları da çinko ihtiva etmektedirler [2].

Topraktaki çinko birikiminin kaynağı hem endüstriyel atıklar hem de bol miktarda çinko ihtiva eden doğal ham fosfat gübrelerinin olduğu bilinmektedir [2]. Cadde ve sokak tozlarındaki çinkonun kaynağı ise motor alaşımları ve oto lastiklerindeki çinko içeren katkı maddeleridir [5].

II.2.4. Nikel

Beyaz renkli yumuşak ve işlenebilir bir metal olan nikel ferromanyetik özelliğe sahiptir ve değişik ortamlarda korozyona dayanıklıdır. Orta kuvvette ve sertlikindedir. Elektriksel iletkenliği yüksektir. Nikel alaşımlarda, madeni paralarda, metal levha yapımında ve sık olarak da katalizör yapımında kullanılmaktadır [4].

Nikelin yer kabuğundaki miktarı 10 -1000 mg /kg olarak belirtilmiştir[2]. Toz için ise bu değer dünya normlarında 50-100 µg/g dır [1].

Nikel araçlarda krom aksam ile beraber bulunmaktadır. Krom aksamın aşınması ile beraber yapıdaki nikelde aşınacaktır. Hava eğer 0.001 mg /m³ mertebesinde nikel içerir ve nikel bu konsantrasyonda akciğere girerse akciğer kanserine neden

olabilmektedir. Nikelin organizmadaki karbon ile 12 - 36 saat direkt teması bulantı ve kusmalara neden olabilir. Maruz kalımdan 4 - 12 gün içerisinde ölüm dahi olabileceği saptanmıştır [2].

II.2.5. Krom

Krom doğada serbest halde değildir ama çok dağılmış halde ve çok miktarda bulunur. Canlı organizmada ne gibi bir rol üstlendiği tam olarak bilinmemekle beraber bazı bitki ve hayvan küllerinde kroma eser miktarda rastlanmıştır. Krom metalik halde mavimsi beyaz renkte ve serttir [4]. Alaşım ve metal sanayii kromun başlıca kullanım sahalarıdır. Bazı motorlu taşıtların kaplamasında krom kullanılmakta ve bu krom korozyon neticesi toza karışabilmektedir [5]. Yer kabuğunda 112 mg/kg mertebesinde bulunan kromun toz numunede ki kabul edilebilir değeri 20-200 µg/g dır [2, 5]. Kromun oksitleri toksik etki göstermektedir [2].

II.2.6. Kadmiyum

Kadmiyum yumuşak, gümüş beyazlığında, oldukça elektro pozitif ve işlenebilir bir metaldir. Doğada çinko ile assosiyeye halde bulunur. Birçok özelliği ile çinkoya benzer [5]. Kadmiyum özellikle yeniden şarz edilebilen bataryalarda ve bu cihazların ilgili aksamalarında bulunur [2]. Kadmiyum yer kabuğunda 1 mg /kg dan daha az miktarda bulunur [2]. Toz içinse kabul edilen değer 0.5-4 µg/g dir [5].

Çinko, kurşun, bakır, demir ve çelik üretimi sırasında bu cevherlerin temizlenmesi ve saflaştırılması için uygulanan işlemlerin hepsi kadmiyum kirliliğinin başlıca nedenidir. PVC türü plastik aksam, aşınan lastikler, fosil yakıtlar ve metal atıkların yakılması atmosferdeki kadmiyum miktarının artmasında etkendirler. Atmosfere ulaşan kadmiyum çok çabuk oksitlenir ve serpinti yoluyla yeryüzüne iner. Kadmiyumun insanlardaki yarı ömrü 16 -- 33 yıl olarak saptanmıştır. Bünyeye giren kadmiyum özellikle böbrek ve karaciğerde birikmektedir [2].

III. ÖRNEKLERİN HAZIRLANMASI

Numunelerin toplanması için seçilen bölgeler sırasıyla Atatürk Bulvarı , Çark Caddesi , İzmit Caddesi , Adnan Menderes Bulvarı , Bankalar Caddesi , Erenler Gemi Sokak , Eski Hendek Caddesi ve Eski Reji Sokaktır . Bu cadde ve sokaklardan Mayıs 2000 tarihinden Eylül 2000 tarihine kadar 15 günde bir yaklaşık 2.5 gramlık toz örnekleri toplandı. Alınan örnekler plastik torbacıklara konularak labratuara getirildi. Labratuarda bu örnekler içinde olabilecek küçük taş parçacıkları ve organik atıklar

ayıklandı. Elde kalan toz numunelerine uygun çözündürme işlemleri uygulandı.

III.1. Örneklerin Çözünürleştirilmesi

Toz örneklerindeki ağır metallerin analizinin yapılabilmesi için gerekli bileşenlerin sulu faza alınmaları gerekmektedir. Bu amaçla numunelere uygulanan çözünürleştirme işlemleri aşağıda belirtildi [1].

Tüm toz numuneleri 110°C de 24 saat bekletildi. Ardından 1.0 gr toz numunesi tartıldı ve pyrex tübe alındı. Tüp içindeki toz numunesi üzerine 10 ml kral suyu ilave edildi. (Kral suyu: 1 hacim HNO₃ - 3 hacim HCl). Ardından numune çeker ocağa alındı ve 6 saat zarfında 110°C de ısıtıldı. HNO₃ ün tamamen uzaklaştırılması için kuruyan örnekler az bir miktar derişik HCl katıldı ve kuruluğa kadar tekrar ısıtma işlemi yapıldı. Soğuyan karışıma seyreltik HCl katıldı ve manyetik karıştırıcıda 10 dakika ısıtıldı. Sonra bu karışım siyah bant süzgeç kağıdı ile süzüldü ve üzerine ultradestile su (Kimyasal dayanıklılık: 18 MΩ cm⁻¹) ilave edilerek hacim 25 ml'ye tamamlandı.

Böylece tüm numunelere uygulanan bu yöntemle toz numunelerindeki ağır metal iyonları sulu faza alındılar ve alevli AAS'de okunabilecek hale getirildiler. Bu çözeltilerdeki metal iyon derişimleri Shimadzu AA-6701F marka ve bilgisayar destekli bir cihazla yapıldı.

IV. DEĞERLENDİRME ve SONUÇ

IV.1. Değerlendirme

Yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen sonuçlar incelendiğinde ağır metal kirliliği açısından en fazla kurşun kirliliğinin Çark caddesinde olduğu gözlenirken en düşük kirlilik Bankalar caddesi ile Eski Reji sokakta bulundu. Kurşun kirliliğinin en yüksek değerlere ulaştığı dönem 15-30 Ağustos arası olarak belirlenirken en düşük okunduğu zaman dilimi ise 15-30 Mayıs tarihleri arasında olmuştur. Çinko kirliliğinin en fazla olduğu cadde Çark Caddesi, en az olduğu cadde ise Eski Hendek Caddesidir. Çinko kirliliğinin en fazla olduğu dönem 15-30 Ağustos, en az olduğu dönem ise 15-30 Eylül tarihleri arasındadır.

En yüksek okunan kadmiyum derişimi Çark caddesinde iken kirliliğin en az olduğu yerler ise Eski Reji sokak, Bankalar ve Adnan Menderes caddeleridir. Kadmiyum kirliliğinin en fazla olduğu dönem 15-30 Ağustos, en az

olduğu dönem ise Eylül ayının tamamı ile 1-15 Haziran tarihleri arasındadır.

Nikel konsantrasyonunun en yüksek okunduğu yer Çark ve İzmit caddeleridir. Ortalama değerler hesaplandığında nikel kirliliği en fazla İzmit Caddesindedir. Ortalama değerler alınırca nikel kirliliğinin en az olduğu cadde Eski Reji sokaktır. Nikel kirliliğinin en fazla olduğu dönem 15-30 Ağustos, en az olduğu dönem ise 15-30 Eylül tarihleri arasındadır.

En yüksek bakır düzeyi Çark caddesinde okunurken en düşük bakır miktarı ise Bankalar caddesinden elde edildi. Kirliliğin en fazla olduğu dönem 1-15 Ağustos, en az olduğu dönem ise 15-30 Mayıs tarihleri arasındadır.

En yüksek krom derişimi Atatürk Bulvarında okunurken en düşük değer ise Erenler Gemi Sokakta tespit edilmiştir. Krom kirliliğinin en fazla olduğu dönem 15-30 Ağustos, en az olduğu dönem ise 15-30 Eylül tarihleri arasındadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde inceleme konusu olan tüm elementler için kirliliğin en fazla gözleendiği cadde Çark caddesi 15-30 ağustos tarihleri arasındadır. olarak gözükmektedir.

Kirliliğin en az olduğu nokta Eski Hendek caddesi ve mayıs ayının geneli ile 15-30 Eylül tarihleri arasındadır. Çark caddesinin özellikle trafik yönünden yoğun olması kirlilik kaynakları arasında gösterilebilir. Yine bu caddede deprem sonrası yıkımın fazla olması kirlilik kaynağı olarak gösterilebilir.

Ağustos ayının genel olarak en az yağış alan ay olması tozlaşma ile kirliliğin yayılmasını artırıcı etki yapabilir. Özellikle mayıs ve eylül aylarında yağmurların etkisiyle cadde ve sokak tozlarındaki ağır metal kirliliği azaldığı gözlenmiştir. Eski Hendek caddesinde trafik yoğunluğunun az olması çalışmanın yapıldığı diğer caddelere göre daha düşük değerler elde edilmesine neden olmuştur. Alt yapı ve enkaz kaldırma çalışmalarının eski hendek caddesinde çok yoğun olmayışı da kirliliğin düşük çıkmasında etkindir.

IV. 2. Sonuç

Yapılan analiz sonucu çalışmalarında elde edilen sonuçlar incelendiğinde ortalama nikel derişimi 31.8 µg/g olarak bulunmuştur. Bu değer dünya standartlarına göre 50-100 µg/g dır [1]. Ortalama nikel derişimi dünya standartlarının altında çıkmıştır. Krom için elde edilen ortalama değer 7.9 µg/g dır. Dünya standartlarına göre kabul edilebilir değer 20-100 µg/g dır [1]. Krom için elde edilen bu değer standartların altındadır. Kadmiyum için okunan ortalama değer 0.5 µg/g dır. Bu değer dünya

standardı olarak kabul edilen 0,5-4 µg/g değeri aralığındadır[1]. Çinko için okunan ortalama değer 158.3 µg/g 'dır. Bu değer standartlara ait olan 2500 µg/g 'ın altındadır [1]. Kurşun için standart değer 50-200 µg/g iken [1] okunan değer 16.8 µg/g olarak dünya normlarının altında olduğu sonucuna varılmıştır. Bakır için kabul edilebilir değer 100-300 µg/g[1] aralığında olurken ortalama okunan değer 11.6 µg/g olarak tespit edilmiştir. Bu değer bakır için kabul edilebilir değer aralığının çok altındadır.

Cadde ve sokak tozu örnekleri için analiz edilen tüm metaller standart değerlerin altında bulunmuştur. Ancak bakır için ölçülen değer standart aralığın çok altında kalırken kadmiyum düzeyi kabul edilebilir aralığın alt sınır değerinde tespit edilmiştir.

Enkaz kaldırma ve yer altı çalışmalarının devam ettiği ille özellikle yaz mevsiminde bu çalışmaların çok daha yoğun bir şekilde devam ettiği düşünülürse tozlara bağlı olarak gelişen kirlilik insan sağlığı açısından zararlı olabilecek düzeylerde olmamasına karşılık kadmiyum açısından alt sınır değerdedir. Özellikle yaz aylarındaki kirlilik göz önünde bulundurularak mümkün ölçüde solunum yolu hastalıklarına yakalanma riskini düşürmek için sokaklarda tozlaşmanın yoğun olarak gözleendiği anlarda çok fazla gerekmedikçe dolaşılmamalı, açıkta satılan gıdaların tüketiminin yapılmamasına özen gösterilmelidir.

KAYNAKLAR

1. İ. Narin, M. Soylak. Monitoring Trace Metal Levels in Niğde, Turkey : Nickel, Copper, Manganese, Cadmium and Cobalt Contents of the Street Dusts Samples. Trace Elements and Electrolytes, Vol: 16 No:2 pp: 99-103 , 1999
2. İ. Şişman. Sapanca Bölgesinde TEM Otoyolundan Kaynaklanan Ağır Metal Kirliliği. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniv. FBE, Sakarya, 1997
3. Gündüz T. Enstrumetal Analiz. Ankara, 1997
4. Ün, R. Metal Kimyası. s.220-627, 1968.
5. J.E. Fergusson, N.D. Kim. Trace Elements in Street and House Dusts : Sources and Speciations. The Science of the Total Environment 100, pp: 125- 150. Elsevier Science Publishers b.v. 1991 Amsterdam .