



## Nehir yankolları sedimentlerinden mevsimsel bazlı nikel ve krom metallerinin taşınımı

**Ahmet ÇELEBİ\***

Sakarya Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Sakarya  
[ahmetc@sakarya.edu.tr](mailto:ahmetc@sakarya.edu.tr) ORCID: 0000-0002-3508-2590

**Bülent ŞENGÖRÜR**

Kırklareli Üniversitesi, Kayalı Kampüsü, Kırklareli  
[sengorur@klu.edu.tr](mailto:sengorur@klu.edu.tr) ORCID: 0000-0001-9539-4062

**Behiye Betül ADAR**

Sakarya Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Sakarya  
[bhybtlra@gmail.com](mailto:bhybtlra@gmail.com) ORCID: 0000-0002-8049-480X

Geliş: 17.06.2017, Kabul Tarihi: 17.08.2017

### Öz

*İçme suyu havzaları ve kaynakları gün geçtikçe daha değerli ve önemli olmaktadır. Bu sınırlı kaynakları korumamız ve geliştirmemiz gerekmektedir. Nehirlerin anakol su kalitesi üzerine yankollar üzerinden çeşitli etki ve kirlilik birikimleri olabilmektedir. Çalışma alanı olarak seçilen Melen Nehri, milyonlarca insanın gelecekteki su ihtiyacını karşılayacak önemde ve lokasyondadır. Çalışma boyunca nehir ve yankolları belirli sediment kirleticileri (nikel ve krom) tüm mevsimlerce izlenmiştir. Yankolların her birinin kendine özgü kirleticisi birikimi olduğu ve anakolu büyük ölçüde etkilediği sonuçları ortaya çıkarılmıştır.*

**Anahtar Kelimeler:** Sediment; izleme; kirlilik; taşınma; metal

\* Yazışmaların yapılacağı yazar

## Giriş

Metallerin sediment yüzeyine, bentik canlılara, planktonik organizmalara ve besin zincirine katılarak çoğunlukla zararlı limitlerde biyolojik birikim gösterdikleri ve bu birikimlerin sonucunda sucul organizmaların ve insanların zararlı şekilde etkilendikleri bilinmektedir. Bu nedenle biyolojik hayatın var olabilmesi ve doğanın korunabilmesi açısından sucul ortamlara deşarj edilen metallerin takibi ve toksikoloji araştırmaları büyük önem taşımaktadır (Ankley vd., 1996; Singh, 2001; Sharma, 1999; Davies, 1991, Klavins, 2000; Gonzalez, 2000; Srivastava vd. 1994). Ağır metallerin sucul ortamlarda yarattığı kirliliklerin karşılaştırılmalı olarak belirlenmesi bazı biomonitör türlerin, mevcut biota üyelerinin, su ve sedimentin analizleri aracılığı ile mümkündür (Küçüksezgin vd., 2005, Aksoy 2005).

Kirlilik parametrelerinden çok önemli olan iki tanesi krom ve nikel. Kromun glikoz ve lipit metabolizmalarında kullanılan Cr (III) formu, insanlar ve hayvanlar için gerekli bir kimyasaldır. İnsanlarda karbonhidrat metabolizmasında etkilidir. Kromun Cr (VI) formu; metalurjik süreçler, tekstil endüstrisi, boya ve pigment üretimi, metal kaplama gibi faaliyetler sonucunda doğaya karışmaktadır. Ancak bu form, yüksek oranda kanserojendir ve dozu yüksek alındığı takdirde ölümcül olabilmektedir (Zayed ve Terry 2003; Shrivastava vd. 2002; Babula vd. 2008). Bitki ve hayvanlar için temel elementlerden biri Nikel'dir. Nikel; üreaz, hidrojenaz, karbon monoksit dehidrojenaz enzimlerinin bir parçasıdır (Bradl 2005). Konsantrasyon düşük olduğu takdirde temel bir elementtir ancak konsantrasyon yüksek olduğunda toksik etkisi olabilmektedir (Welch 1981; Parida vd. 2003). Nikelin, üreme problemleri ve doğum kusurlarına etkisi olmakla birlikte insanlarda kanserojen etkisi olabileceği düşünülmektedir (Tien, 2002).

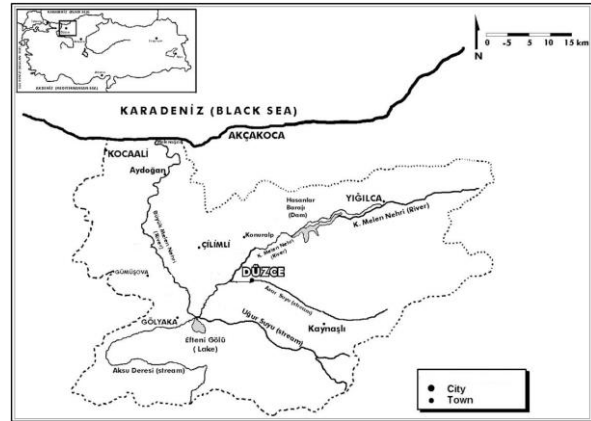
Kritik önemde olan ve içme suyu kaynağı olarak kullanılacak bir nehir havzasında krom ve nikel metallerinin nehir tüm yan kollarıyla birlikte

taşınımını ve etkilerini ortaya çıkarmak çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

## Materyal ve Yöntem

### Çalışma Alanı

Melen Nehri ve havzası çalışma alanı olarak seçilmiştir. 30°52'-31°41' Doğu ve 40°35'-41°05' Kuzey enlemlerinde olan Melen Havzası kuzeybatı Anadolu'dadır. Havzanın çok büyük kısmı Düzce ili idari sınırları içerisinde. Ortalama yükseklik 120 m olmasına karşın güney ve doğusunda 1900 metre rakıma ulaşmaktadır. Yıllık yağış ortalaması 537 mm, yıllık sıcaklık ortalaması ise 13.5 °C'dir (1975-2010). Nüfusun % 42'si kent merkezinde yaşamaktadır (Havza Koruma Planı 2008).



Şekil 1. Melen havzası (Doğan vd. 2009'dan değiştirilmiştir).

Ayları baz alarak yapılan ve uzun yıllar (1975-2010) ortalama iklim şartları Tablo 1'de görülmektedir.

Düzce Ovası, havzanın orta kesiminde bulunmaktadır. Burada jeolojik yapı holosen yani alüvyondur. Havzanın dağlık kesimlerinde ise eosen-fliş, üst kretase-fliş, üst kretase-pleosen, silurien devonien, eosen-ayrılmamış, eosen-vulkanik fasies, pliosen-karasal, devonien ve metamorfik olarak ayrılmamış jeolojik birimler bulunmaktadır. Yaygın yeraltı suyu akiferleri, çöküntü havzalarını kaplamış olan genç alüvyon alanlarda gelişme göstermiştir. Bölgedeki yüzey suları ve yüksek yağış, alüvyon akiferlerin beslenme olanaklarını arttırmaktadır.

**Tablo 1.** Havzanın uzun yıllar meteorolojik verileri (DMI)

	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ort.En Düşük Sıcaklık (°C)	Ort. Güneşlenme Süresi	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	Ortalama Yağış Miktarı (kg/m <sup>2</sup> )	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)
Ocak	3.8	8	0.5	1.8	15.3	86.4	24.5	-15
Şubat	5	9.9	1.1	2.6	14.1	70.6	25.6	-17.3
Mart	7.7	13.4	3.3	3.7	13.8	70.8	32.2	-13.6
Nisan	12.2	18.6	7.1	5.2	12.3	58.4	34.7	-3
Mayıs	16.9	22.9	10.8	7.2	11.1	58.1	37.5	0.4
Haziran	20.4	26.8	14.4	8.7	9.9	57.7	39	6.6
Temmuz	22.5	28.7	16.7	8.9	6.7	47.1	42.4	8.8
Ağustos	22.3	28.8	16.8	8.4	6.9	53	40.3	7.6
Eylül	1.5	25.5	13.1	6.6	8.1	50.6	38.3	4.5
Ekim	14.2	20.5	9.7	4.4	11.5	84	38.2	-1
Kasım	9.3	15.1	4.9	2.8	12.6	85.5	28.8	-6.8
Aralık	5.7	9.9	2.3	1.6	15.6	100.1	29.2	-16.5

Arazi kullanım yapısının türlere göre dağılımı Tablo 2’de verilmiştir (Düzce Valiliği 2004).

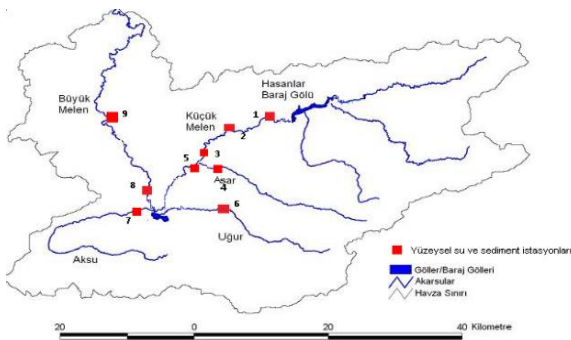
Melen Nehri il merkezine kadarki bölümü Küçük daha sonraki bölüm Büyük Melen olarak adlandırılmaktadır. 3 adet yankol (Asar, Uğur ve Aksu) özellikleri ile birlikte Tablo 3’de verilmiştir.

### Örnekleme ve Enstrümantal Analizler

6 adet ana nehir üzerinde 3 adette yankollardan sediment örneklemeleri yıl boyunca tüm mevsimlerde yapılmıştır. Örnek noktalar numaraları ile Şekil 2’de görülmektedir.

**Tablo 2.** Havzanın arazi kullanım yapısı

FAALİYET TÜRÜ	ALANI (HA.)	ORANI (%)
Zirai	253.745	22.7
Çayır - Mera	101.620	14.4
Orman	590.451	52.7
Yerleşim (Meskun)	24.557	2.2
Kullanım dışı alan (Göl, Bataklık, Taşlık)	89.073	8
Endüstri	554	-
<b>TOPLAM</b>	<b>1.120.000</b>	<b>100.00</b>



Şekil 2. Örnekleme noktaları

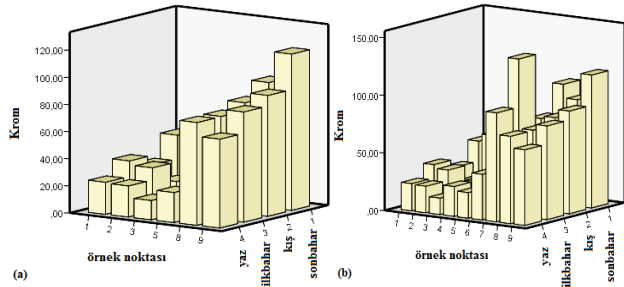
Sediment örnekleri içinde her noktadan yüzeysel tabakadan (0-5 cm) alınan yaklaşık birer kg numuneler laboratuvara getirilmiştir. 105°C’de 24 saat kurutulduktan sonra 2 mm’lik elekten geçirilip analize hazır hale getirilmiş ve ICP ile ölçümleri yapılmıştır.

**Tablo 3.** Havzanın yüzeysel su kaynakları özellikleri (DSİ)

	DRENAJ ALANI AYLIK ORT. DEBİ UZUNLUK			BAŞLANGIÇ VE BİTİŞ NOKTALARI
	(Km <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)	(km)	
KÜÇÜK MELEN	1204,75	6,57	73,34	Yığılca ilçesi dağlarından doğar,
AŞARSUYU	158,54	1,88	32,09	Bolu dağlarından doğar, Küçük Melen ile birleşir.
UĞURSUYU	288,01	5,63	31,48	Bolu Abant dağı eteklerinden doğar,
AKSU DERESİ	283,36	2,08	44,82	Elmacık dağlarından doğar
BÜYÜK MELEN	2424,75	51,23	135,53	Karadeniz'e dökülür.

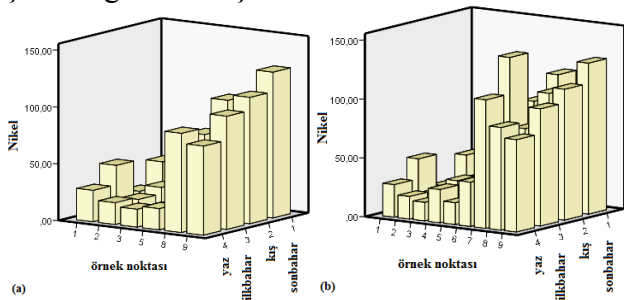
## Bulgular ve Sonuç

Hem krom hem de nikelde sistematik olarak birikim gerçekleşmiştir. Burada özellikle yankollarında kendine özgü etkileri mevsimsel olarak gözlenmiştir. Krom sediment sonuçları yalnız anakollar (a) ve anakol ve yankollar tümüyle (b) olmak üzere şekilde gösterilmiştir.



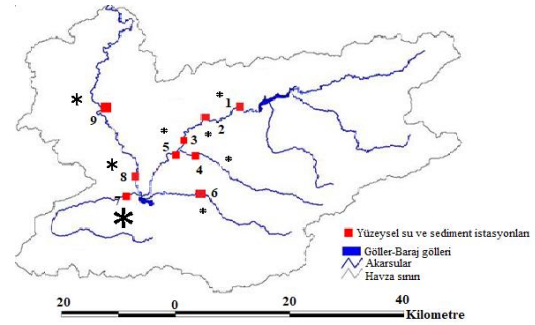
Şekil 3. Sediment yalnız anakollar (a) ve anakol ve yankollar tümüyle (b) krom miktarları

Nikel sediment sonuçları yalnız anakollar (a) ve anakol ve yankollar tümüyle (b) olmak üzere şekilde gösterilmiştir.

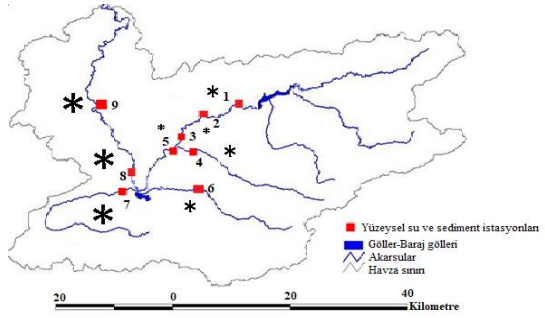


Şekil 4. Sediment yalnız anakollar (a) ve anakol ve yankollar tümüyle (b) nikel miktarları

Birikim sınıflarına göre aralıklar aşağıda şekilde gösterilmiştir. Özellikle yankollardan birinde metallerin birikme ve taşınma gösterdiği görülmektedir.



\* < 35 \* 80-90 \* > 100 (Krom)



\* < 20 \* 20-32 \* > 85 (Nikel)

Şekil 5. Krom ve Nikelin mg/kg olarak sedimentlerdeki düzeyleri

Genellikle sedimentte metal derişimi, sudaki çözülmüş metal seviyelerine göre daha yüksek seviyelerdedir. Bu durum Melen Havzası için de geçerlidir. Sedimentteki metal kirliliği uzun süreli olarak özellikle askıda katı maddelerin ve mikroorganizmaların taşınıp birikmesi ile olmaktadır.

Mevsimsel olarak büyük oranda değişiklik gözlenmese de bu oran birçok metal için %40 seviyelerini bulabilmektedir. En yüksek metal yoğunluğu kışın, en düşük yoğunluk ise yazın gözlenmiştir.

## Kaynaklar

- Aksoy, G., (2005). "Gediz nehri ağzındaki su, sediment ve planktondaki ağır metal düzeylerinin ölçülmesi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü."
- Ankley, G. T., Di Toro, D. M., Hansen, D. J., Berry, W. J., (1996). "Technical Basis and Proposal for Deriving Sediment Quality Criteria for Metals." *Environmental Toxicology Chemistry*, 15, 2056–2066.
- Bradl, H. B., (2005). "Heavy Metals in the Environment, Elsevier Academic Press First Edition, Netherlands."
- Davies, C. A. L., Tomlinson, K., Stephenson, T., (1991). "Heavy Metals in River Tees Estuary Sediments." *Environmental Technology* 12 (11), 961–972.
- Dogan, E., Sengorur, B., Koklu, R., (2009). "Modeling biological oxygen demand of the Melen River in Turkey using an artificial neural network technique." *Journal of Environmental Management*, 90 1229–1235.
- Düzce Valiliği, (2004). "Düzce İli 1/100 000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı – Araştırma raporu."
- Gonzalez, A. E., Rodriguez, M. T., Sanchez, J. C. J., Espinosa, A. J. F., De La Rosa, F. J. B., (2000). "Assessment of Metals in Sediments in a Tributary of Guadalquivir River (Spain). Heavy Metal Partitioning and Relation Between the Water and Sediment System." *Water Air Soil Pollution*, 121 (1–4), 11–29.
- Klavins, M., Briede, A., Rodinov, V., Kokorite, I., Parele, E., KIAVĪNA, (2000). "Heavy Metal in Rivers of Latvia." *The Science of The Total Environment*, Vol. 262, 175-183.
- Küçüksezgin, F., Kontas, A., Altay, O., Uluturhan, E., Darılmaz, E., (2005). "Assesment of Marine Pollution in Izmir Bay Nutrient, Heavy Metal and Total Hydrocarbon Concentrations." *Environment International*, 1-15.
- Parida, B.K., Cggibba, I.M., Nayyar, V.K., (2003). "Influence of nickel contaminated soils on fenugreek (*Trigonella corniculata* L.) growth and mineral composition." *Scientia Horticulturae*, 98: 113–119.
- Sharma, V. K., Rhhudy, K. B., Koenig, R., Vazquez, F. G., (1999). "Metals in Sediments of the Upper Languna Madra." *Marine Pollution Bulletin*, 38 (12), 1221–1226.
- Singh, M., (2001). "Heavy Metal Pollution in Freshly Deposited Sediments of the Yamuna River (the Ganga river tributary)." *A Case Study from Delhi and Agra Urban Centres India. Environmental Geology*, 40 (6), 664–671.
- Srivastava, S. K., Gupta, V. K., Anupam, Mohan, D., (1994). "Status of Some Toxic Heavy Metal Ions in the Upper Reaches of River Gnages, Indian." *Journal of the Chemical Society*, 71, 29–34.
- Tien, C.J., (2002). "Biosorption of metal ions by freshwater algae with different surface characteristics." *Procee Biochemistry*, 38: 605-615.
- Welch, R., (1981). "The biological significance of nickel." *Journal of Plant Nutrition*, 3: 345–356.
- Zayed, A.M., Terry, N., (2003). "Chromium in the environment: factors affecting biological remediation." *Plant and Soil*, 249: 139–156.

## Seasonal chromium and nickel transport from river tributaries sediments

### Extended abstract

*Drinking water basins and resources are getting more valuable and important day by day. We need to protect and improve these limited resources. The tributaries can cause various effects and accumulation on the quality of the main stream. Study area was selected because of the River has an important location and hopes of future water of millions of people.*

*Metals are usually showing biological accumulation at harmful limits when they are joined to participate in sediment surface, benthic organisms, planktonic organisms and food chain. As a result of these accumulations, it is known that aquatic organisms and humans are affected in any harmful way. Therefore, the follow-up of toxic metals and the investigation of toxicology have great importance in terms of the existence of biological life and the protection of nature. Determination of pollution caused by heavy metals in aquatic environment is comparatively possible with some types of biomonitoring, members of the existing biota, analysis of water and sediments.*

*Two of the most important pollution parameters are chromium and nickel. The Cr (III) form used in chromosome glucose and lipid metabolism is a necessary chemical for humans and animals. It is effective in carbohydrate metabolism in humans. Chromium, Cr (VI) form is mixed in nature as a result of metallurgical processes, the textile industry, paint and pigment production, metal coating, and like these activities. However, this form is highly carcinogen and can be mortal if the taken dose is high. Nickel is one of the basic elements for plants and animals. Nickel is a part of enzymes of urease, hydrogenase, carbon monoxide dehydrogenase. It is a basic element when the concentration is low, but it can be toxic when the concentration is high. Nickel can cause reproductive problems and birth defects. However, it is thought that it may have a carcinogenic effect to humans.*

*In a river basin which is a critical importance and will be used as a source of drinking water bring out the transport. Effects of chromium and nickel metals together with all this river tributaries are consisting the purpose of this study.*

*Düzce Lowland is located in the middle part of the basin. Common groundwater aquifers are has developed in young alluvial areas who has covered much of the basin depression. Surface waters in the region and high precipitation is increasing the nutritional possibilities of alluvial aquifers.*

*Sediment samplings from 3 tributaries on 6 main rivers was made throughout the year at all seasons. That received from surface layer's all point in sediment samplings (0-5 cm) were brought in laboratory approximately one of kg. Dried at 105 °C for 24 hours, passed through a 2 mm sieve, ready for analysis and measured by ICP.*

*The accumulation was realized in the both of nickel and chromium as systematical. Its unique effects are seasonally observed in here, especially in tributaries.*

*Generally, the sediment metal concentration is higher than the dissolved metal levels in the water. This also valid to the Melen Watershed. Reason of the metal pollution in sediment is transport and accumulation of suspended solids and microorganisms for a long time.*

*There is no big change observed by seasonally. However, this ratio can reach 40% for metals. The highest metal density was observed in winter and the lowest density in summer. The results showed that each of the tributaries has its own pollutant accumulation and has a large effect to the mainstream.*

**Keywords:** *Sediment, monitoring, pollution, transport, metal*