

Multi-Component Model of the Transport of Heavy Metals in the Hydrogeological System between Lake Mogan and Lake Eymir (Gölbaşı, Ankara)

Dişli, Erkan¹, Tezcan, Levent²

¹ *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Zeve Kampüsü, TR-65080 Van, Türkiye*

² *Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Hidrojeoloji Mühendisliği, Beytepe, 06800-TR Ankara, Türkiye edisli@hotmail.com, tezcan@hacettepe.edu.tr*

Groundwater contamination in the hydrogeological system because of leakage from Mogan Lake (Gölbaşı, Ankara) was investigated by modeling the groundwater flow regime, monitoring groundwater quality and studying the sorption of heavy metal contaminants by the lithologic units composed of alluvial sediments between two lakes (Lake Mogan and Lake Eymir). Based on water quality data obtained from surface and groundwater samples, two different contaminant groups comprising of heavy metals and organic nitrogen compounds have been identified. Among all contaminant, heavy metals (Cu, Zn, Ni, Mn and Fe) have been observed in all locations at varying concentrations whereas, contaminants of organic nitrogen (NO₃ ve NH₄) have only been observed at some locations. Therefore, the model, called MT3DMS program, three-dimensional multi-component solute transport, is used to estimate the behavior of heavy metals in the hydrogeological system. Solute transport models have been run first for the case without sorption then, run for the case where sorption is effective. In the first case, contaminants were found to spread spatio-temporally in the flow domain based on the prevailing advective and dispersive processes. In the second case, on the basis of K_d values, a sorption order of Cu > Zn > Mn were found to be effective under natural flow conditions for the contaminants entering the hydrogeological system from Mogan Lake. Based on a scenario that, the constant concentration of 100 gr/m³ attributed to Mogan Lake for 30 years, following a period of 30 years of zero concentration, and the spatial and temporal distribution of the concentration in the hydrogeological system is estimated for 60 years. Mass transport model infers that the amount of Cu to be sorbed in aquifer during the next 60 years will amount to 2x10⁸ gr, while the amount of Cu arriving at the Eymir Lake would be 0.062 gr. The amounts of Zn and Mn to be arrived at the Eymir Lake at the end of 60 years simulation period are found to be 4200 gr.

Key words: *Lake Mogan, heavy metal, groundwater, flow and transport model, MT3D-MS.*

Mogan ve Eymir Gölleri Arasındaki Hidrojeolojik Sistemde Çok Bileşenli Ağır Metal Taşınım Modeli

Mogan Gölü'nden meydana gelen sızma sonucunda hidrojeolojik sistemde oluşan kirlenme, iki göl arasındaki yeraltısuyu akım rejiminin modellenmesi, yeraltısuyu kalitesinin izlenmesi ve alüvyal sedimanlardan oluşan litolojik birimlerde ağır metallerin tutulma süreçlerinin belirlenmesi ile araştırılmıştır. Potansiyel su kaynaklarında mevcut su kalitesi belirlemek amacı ile yüzey ve yeraltısuyu kaynaklarından değişik aylarda örnekleme çalışmaları yapılmış ve bu örneklerde yapılan kimyasal analizler sonucunda ise su kaynaklarında ağır metaller ve azotlu organik kirleticiler olmak üzere iki farklı kirletici grubu tesbit edilmiştir. Bu kirleticilerden ağır metaller (Cu, Zn, Ni, Mn ve Fe) örnekleme yapılan bütün lokasyonlarda değişik derişimlerde gözlenirken azotlu organik kirleticiler (NO₃ ve NH₄) ise bazı lokasyonlarda kesikli olarak gözlendiği belirlenmiştir. Bundan dolayı bu çalışmada ağır matallerin hidrojeolojik sistemdeki hareketi MT3D-MS üç boyutlu, çok bileşenli kütle taşınım modeli kullanılarak kesirilmiştir. Cu, Zn ve Mn için taşınım modelleri tutulma olmaksızın ve tutulmanın gözlendiği koşullarda olmak üzere iki farklı aşamada çalıştırılmıştır. Birinci aşama sonucunda kirleticiler advectif ve dispersif süreçlere bağlı olarak hidrojeolojik istemde zaman bağlı olarak yayılım göstermişlerdir. İkinci aşama sonucunda ise

kirletici kaynak konumunda olan Mogan Gölü'nden sisteme nüfuz eden Cu, Zn ve Mn metalleri dağılım (K_d) parametresine bağlı olarak doğal akım koşulları altında hidrojeolojik sistemde Cu >Zn>Mn şeklinde bir tutulma göstermektedir. Kütle taşınım modelinde kirletici kaynak durumunda yer alan Mogan Gölü'nde kirletici derişimleri ilk 30 yıl boyunca sabit, 100 gr/m^3 ve diğer bir 30 yıllık zaman periyodunda ise 0 olarak kabul edilmiş, kirleticilerin hidrojeolojik sistemde neden olabileceği kirlenmenin konuma ve zaman göre etkisi kestirilmeye çalışılmıştır. Kütle taşınım modelinde 60 yıl içerisinde katı matris tarafından yaklaşık $2 \times 10^8 \text{ gr}$ Cu tutulmuş ve bu zaman dilimi boyunca Eymir Gölü'ne ulaşan Cu miktarı ise yaklaşık 0.062 gr olarak hesaplanmıştır. 60. yıl sonunda Eymir Gölüne ulaşan Zn ve Mn miktarları ise Cu'a göre çok daha fazla ($\sim 4200 \text{ gr}$) olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Mogan Gölü, ağır metal, yeraltısuyu, taşınım modeli, MT3D-MS.*