

## Konya Ana Tahliye Kanalının Çengilli Bölgesi Tarım Topraklarında ve Buğdayda Cu, Cr, Ni ve Pb Derişimlerinin Belirlenmesi

Mustafa KARATAŞ<sup>1</sup>, Ersin GÜLER<sup>2</sup>, Şükrü DURSUN<sup>1</sup>,  
Celalettin ÖZDEMİR<sup>1</sup>, Mehmet Emin ARGUN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Çevre Müh. Bölümü, KONYA  
<sup>2</sup> Selçuk Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, KONYA

**Özet:** Atıksulardaki ağır metaller, zehirli olmaları nedeni ile çevre sağlığı açısından oldukça önemlidir. Ağır metalleri içeren atıksular genellikle endüstrilerden kaynaklanmakta, ya bir ön arıtmadan sonra yada hiç arıtılmadan kanalizasyon sistemine deşarj edilmektedir. Özellikle kanala deşarj edilen atıksuları Konya atıksu ana tahliye kanalı civarındaki çiftçilerin tarımda sulama amaçlı kullanmaları ile verimli topraklar kirlenmekte ve bitki kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Ağır metaller gıda zinciri yolu ile insanlara ve hayvanlara kadar ulaşarak toksik etki yapmaktadır.

Bu araştırma, Konya Ana Tahliye Kanalının Çengilli bölgesinde atıksular ile sulanan arazilerdeki toprak ve bitkide ağır metal birikmesinin tespiti amacı ile yapılmıştır. Altı aylık süre ile su, toprak numunesi ve üç aylık süre ile de bitki numunesi alınarak ağır metal derişimi analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda, topraktaki ağır metal derişimi, kanal suyuna göre daha fazla olduğu, buğday bitkisindeki ağır metal derişimi ise toksik etki yapacak seviyeye ulaşmadığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır metal, kanal atıksuyu, toprak, bitki, toksik etki

## Determination of Cu, Cr, Ni and Pb Concentrations in Wheat and Agricultural Soils Collected from Cengilli Site of Konya Main Wastewater System

**Abstract:** Heavy metals in wastewater are quite important because of being toxic effect for environmental health. Wastewaters containing heavy metals are generally originated by industries discharged, either after primary treatment or even without treatment. Farmers in Konya are using discharged wastewater in to channel for irrigation of agricultural soils that this causes to pollution of productive soil also effect plant quality negatively. Heavy metals might have toxic effect to humans and animals involving food-chain.

The aim of this study was determination of heavy metal accumulation on agricultural soils and plants that were irrigated by Cengilli site waters of Konya Main Sewage System. Water and soil samples have been taken and heavy metal concentration analysed for six months time period and three months for plant samples. As the result of this study, heavy metal concentration in soil was higher than canal water and heavy metal concentrations in wheat did not reach to toxic affect level.

**Key Words:** Heavy metals, canal wastewater, soil, plant, toxic effect

\* E-mail: mkaratas@selcuk.edu.tr

## Giriş

Çevre kirliliğinin en önemli nedeni olarak endüstrileşme, yoğun nüfus artışı, toprak, su ve havanın kirlenmesine yol açan değişik tüketim mallarının bol miktarlarda kullanıma sunulması, yoğun nüfus artışı ile artan bitkisel ve hayvansal gıda ihtiyacını karşılamak için tarımsal işlemlerin fazlaşması ve üretim sınırının zorlanması gösterilebilir.

Bitkisel üretim, hayvansal üretim, deniz ve diğer doğal su kaynaklarından faydalanma gibi çeşitli faaliyetler içerisinde alan tarımsal uygulamalar, yanlış ve bilinçsiz bir biçimde yapıldığı takdirde yapıcı olduğu kadar yıkıcıda olabilmektedir. Aynı şekilde çeşitli fabrika katı ve sıvı atıklarının verimli tarım arazilerine, akarsu, göl ve nehirlere boşaltılması sonucu zararlı ağır metallerle kirlenmektedir.

Doğal ve yapay nedenlerle, ağır metallerin birikimi ve bunların nedenleri önemli çevresel sorunlar arasında yer almaktadır. Metallerin büyük bir bölümü biyolojik ortamda birikim göstermektedir. Bu birikim bir tek metal için besin zincirinin değişik kademelerinde farklı zenginleştirme faktörüyle kendini gösterir. Kirlenme açısından düşünüldüğünde ise ortamlarda ve oradan geçtikleri canlıların bünyesinde yoğunlaşan bu elementler etkili dozlarda bulduklarında ciddi hastalık hatta ölümlere yol açabilen zehirli maddelerdir. Eser miktarda bile zehir etkisi yapabilen bu metaller arasında en önemli grubu; Ag, As, Be, Cd, Cr, Pb, Mn, Hg, Ni, Se, V, Zn, gibi elementler oluşturmaktadır. Söz konusu elementlerin çoğu ağır metal grubuna girmektedir[1]. Bu metallerin sulama suyunda izin verilebilir miktarları tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1. Sulama Suyunda İzin Verilebilir Maksimum Ağır Metal Derişimi [2]**

Elementler	Her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumunda(mg/L)	Killi zeminde 20 yıldan az sulama yapıldığında(mg/L)
(Cd)	0.1	0.05
(Cr)	0.1	1.0
(Co)	0.05	5.0
(Cu)	0.2	5.0
(Pb)	5.0	10.0
(Mn)	0.2	10.0
(Ni)	0.2	2.0
(Zn)	2.0	10.0

Ülkemizde evsel ve endüstriyel atık sular çoğunlukla hiçbir arıtma yapılmaksızın tarımsal alanlarda sulama suyu olarak kullanılmaktadır. Kirlı su kaynakları ile yapılan tarımsal sulamalar nedeniyle toprak verimliliği ve bitki kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Toprakta ağır metallerin toksik düzeylerde zenginleşmesi, bitki gelişimini ve kalitesini bozmakta, gıda zinciri yolu ile insan ve hayvanlara kadar ulaşmaktadır.

Topraklar, su ve havaya oranla dış etkenlere karşı tamponlama gücü yüksek sistemlerdir. Ancak sisteme ilave edilen kirleticiler tarafından bozulmalar meydana geldiğinde karşılaşılan sorunlar da o ölçüde karmaşık, zor ve düzeltilmesi masraflı olmaktadır [1].

**Tablo 2. Toprakta Tolere Edilebilir Ağır Metal Konsantrasyonları [1]**

Elementler	Ağır Metal Konsantrasyonu(mg/kg)
(Cd)	5
(Cr)	100
(Co)	50
(Cu)	5 – 100
(Pb)	100
(Mn)	200 – 300
(Ni)	100
(Zn)	10 – 300

Endüstriyel, çiftçilik ve evsel faaliyetlerden dolayı ağır metaller yolu ile biyosferin kirlenmesi, tarımsal toprakların güvenilir şekilde kullanımı için ciddi problemler oluşturmaktadır [3]. Bitkilerin vasat gelişiminde esas kaynaklar iz elementlerdir, ağaç köklerinin yanında yapraklarında da iz element mevcuttur. Kuşkusuz iz elementler bitki beslenmesi için gereklidir fakat bitki gelişiminde yüksek derişimlerde metal birikimi çevreyi kirlitebilir, temel bitki yiyecek maddeleri tüketildiği zaman insan sağlığı için ciddi risklere neden olmaktadır [4,5].

Büyük çalışma alanlarındaki toprakları, yetişkin bitkileri ağır metaller kirlenmektedir.(Çoğunlukla lağım pisliği sulu çamurların kullanılmasından dolayı) [6]. Bu araştırmanın amacı, tarım arazisinin yoğun olduğu Konya Ana Tahliye Kanalı'nın Çengilli bölgesindeki atıksuda ağır metal derişimlerinin incelenmesidir. Konya ilinin tahıl üretiminde önemli yer tutması nedeni ile, kanal suyu ile sulanan tarlaların toprak ve bitkideki ağır metal derişimleri de incelenmiştir. Yapılan çalışma çevre sağlığı ve insan sağlığı açısından önemli ve gerekli bir çalışmadır [7].

## **Materyal ve Metod**

### **Çalışma Bölgesi**

Genel topoğrafik yapının neticesinde yerleşim alanlarının atıksularını toplayan kanallar, şehrin doğu, kuzey-doğu yönünde Aslım Bataklığı denilen alana açılmaktadır. Organize Sanayi Bölgesi, Şeker Fabrikası ve kuzeydeki yerleşim alanlarının atıksularını toplayan kanallar, Ankara asfaltı ile DSİ Keçili Kanalı kesişme noktasında bulunan köprü yanında açığa çıkmakta ve Ana Tahliye Kanalına karışmaktadırlar.

Kuzeyden güneye doğru görülen çıkışların ilki 800 mm'lik büz ile gerçekleşmektedir. Bu çıkış, çevre yoluna ulaşmadan önce açık bir kanala akmakta ve çevre yolunu geçtikten sonra açık sahada göllenmeye neden olarak yeraltı suyuna karışmaktadır. İkinci ve üçüncü kanal çıkışları ise 600 mm'lik büzlerle oluşturulmuştur. Bu çıkışlar, çevre yolunu geçmeden önce açıkta akmakta ve göllenmeye neden olmaktadır. Dördüncü kanal çıkışı şehrin en önemli kanal toplayıcısına aittir. Bu kanal Ereğli yolu kenarında açığa çıkmakta ve 1200 mm'lik bir açık kanala çevre yolunu geçmekte ve keçili kanalına ulaşmaktadır. Şehrin güneyindeki yerleşim alanlarının atıksularını toplamak üzere oluşturulan 80 mm'lik toplayıcı, trapez kesitli Konya Ana Tahliye Kanalı ile Konya-Ereğli yolunu takip ederek çevre yolunu geçmekte ve kanal ile birleşmektedir.

DSİ'nin Keçili Kanalı'na kısmen yüzeyden kısmen de yeraltı suyu vasıtası ile ulaşan atık sular Konya Ana Tahliye Kanalı ile Tuz Gölü'ne verilmektedir [8]. Çevre yolu civarındaki alanda yeraltı suyu seviyesi suya çok yakındır. Özellikle DSİ Keçili Kanalı ve bu kanala verilen atıksu bağlantılarının bu alandaki yeraltı suyu seviyesinde düşüşe neden olduğu yapılan gözlemlerden anlaşılmıştır [9].

### **Analiz yöntemi**

#### **Su analizi**

Konya ana tahliye kanalının Çengilli noktasından su numuneleri alınmıştır. 1 L'lik atıksu numunesi üzerine 2 ml derişik nitrik asit( $HNO_3$ ) ilave edilerek asitlendirme yapılmıştır ve filtre kağıdından süzülerek VISTA AX CCD Simultaneous ICP – AES cihazı ile ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerin doğruluğu için numuneden 3 adet örnek alınarak ölçüm yapılmıştır.

#### **Toprak analizi**

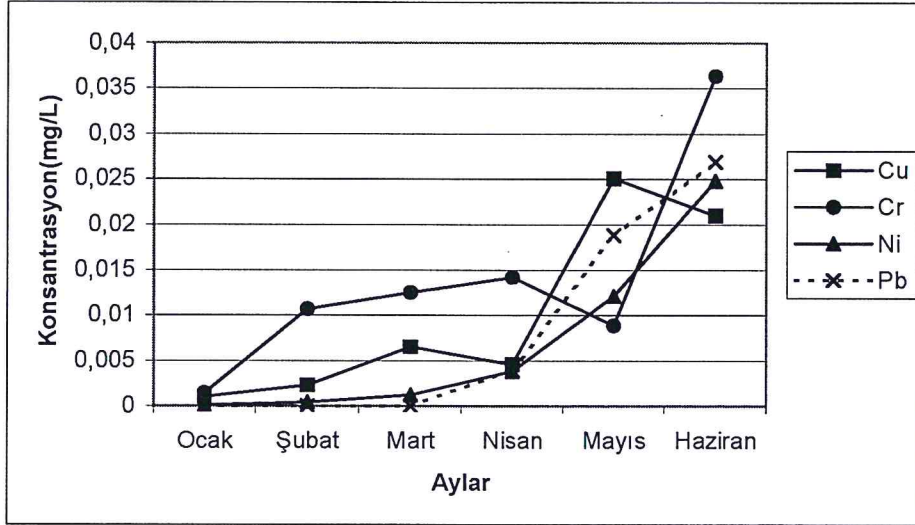
Sulamanın kanalizasyon suyu ile yapıldığı noktalardan ocak-haziran ayları arasında toprak örnekleri alınmıştır. Etüvde 105 °C'de kurutulan numunelerin her birinden 2x3 g (3 g halinde 2 örnek ) tartıp erlene koyulmuştur. Erlene bazı cam parçacıkları(kaynama taşı) ilave edildi. Numuneler bir miktar saf su ile nemlendirildi. 21 ml %37 HCl ve 7 ml %65  $HNO_3$  ilave edilir (Köpük oluşuyorsa yavaş yavaş ilave edilir). Erlendeki asit numune karışımı birkaç saat veya bir gece oda sıcaklığında bırakılmıştır. 0,5 mol/L  $HNO_3$  ile dolu absorpsiyon kabı kaynama esnasında buharı tutmak için asit numune karışımı erlenin üzerine takılmıştır. Yaklaşık 120 °C'de iki saat ısıtılmış(kaynatılır). Numune soğutulduktan sonra absorpsiyon kabının içindekiler diğer çözeltiye boşaltılmıştır ve kab bir kez 0,5 mol/L  $HNO_3$  ile yıkanmıştır. Çözelti filtre kağıdından süzüldükten sonra saf su ilavesi ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. (DIN 38414, part 7). Ölçümler VISTA AX CCD model Simultaneous ICP – AES cihazı ile yapılmıştır.

### Bitki analizi

Toprak numunelerinin alındığı noktalardan bitki numuneleri alınmıştır. Bitki örnekleri kök, gövde, yaprak ve tane şeklinde 4 kısımda incelenmiştir. Etüvde(hava sirkülasyonlu kurutma dolabı) 70 °C'de sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulan bitki kısımları mikrodalgada yakma sırasında kullanılacak linerlara aktarılmış ve ağırlıkları gram olarak 1 g tespit edilmiştir. Her bir örneğin üzerine 10 ml nitrik asit(HNO<sub>3</sub>) ilave edilerek 25 – 30 dakika kadar gaz çıkışı olması için beklemeden sonra mikrodalgaya (CEM – Mars x 5 model) yerleştirilmiştir. Yakma 200 °C'de 40 dakika 170 PSI basınç altında gerçekleştirilmiştir. Yakma işlemi tamamlanınca 25 ml'lik cam balonlara aktarılan numune mavi bant filtre kağıdıyla süzöldükten sonra, hacmi saf su ile 25 ml'ye tamamlanmıştır. VISTA AX CCD Simultaneous ICP – AES cihazı ile ölçümler yapılmıştır.

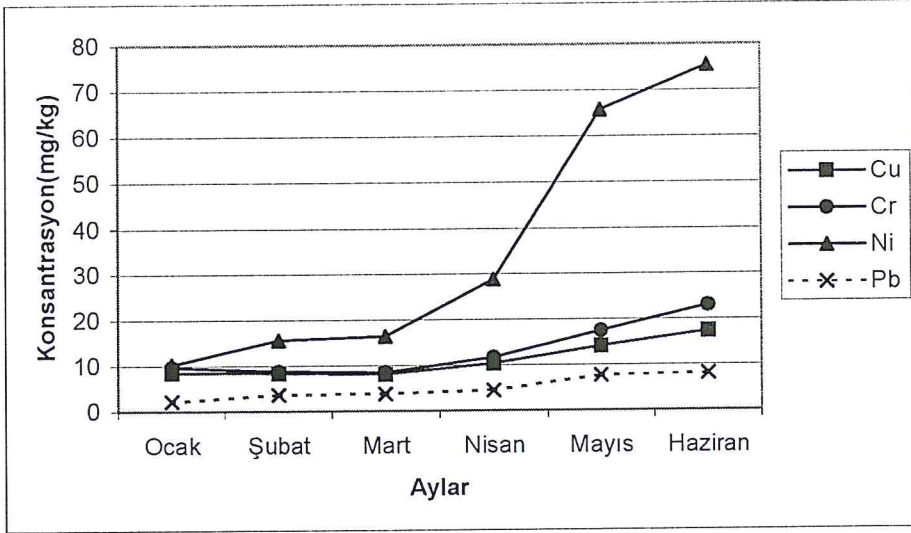
### Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Konya Ana Tahliye Kanalı'nın Çengilli bölgesinden altı aylık periyotlarda tarımsal sulamanın yapıldığı noktalardan atıksu numunesi, toprak numunesi ve bitki numuneleri alınarak ağır metal derişimleri incelenmiştir. Bitki numuneleri, yetiştirme döneminde alındığından dolayı üç aylık periyotlarda ağır metal analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucu elde edilen ağır metal derişimleri aşağıdaki grafiklerde verilmiştir.



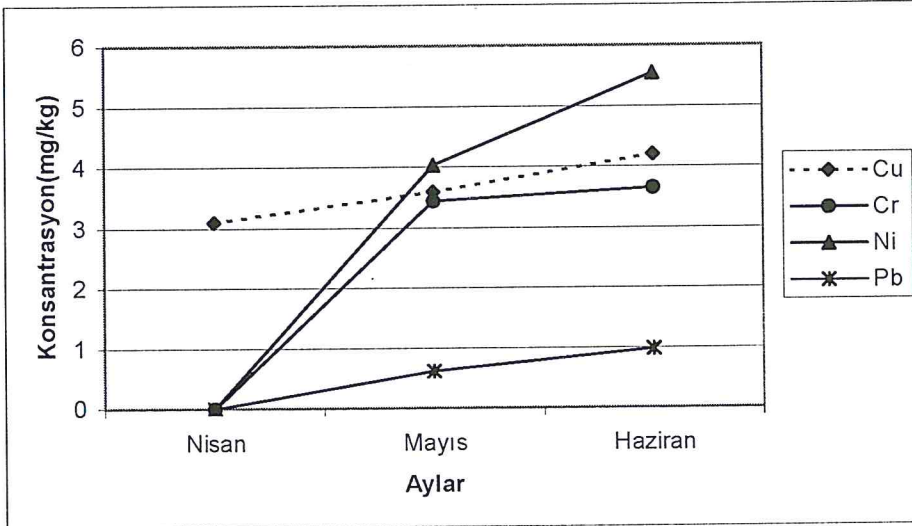
Şekil 1: Atıksu Numunesindeki Ağır Metal Derişimi

Ağır metal analiz sonuçlarına göre, krom derişimi 0.04 mg/L değeri ile en yüksek seviyesine haziran ayında ulaşmıştır. Bakır derişimi ise mayıs ayında 0.03 mg/L değeri ile maksimum seviyededir. Nikel derişimi haziran ayında 0.02 mg/L ile en yüksek değerine ulaşmıştır. Kurşun derişimi ocak, şubat ve mart aylarında sıfırdır fakat sulamanın yoğun yapıldığı haziran ayında 0.03 mg/L seviyesine yükselmiştir.

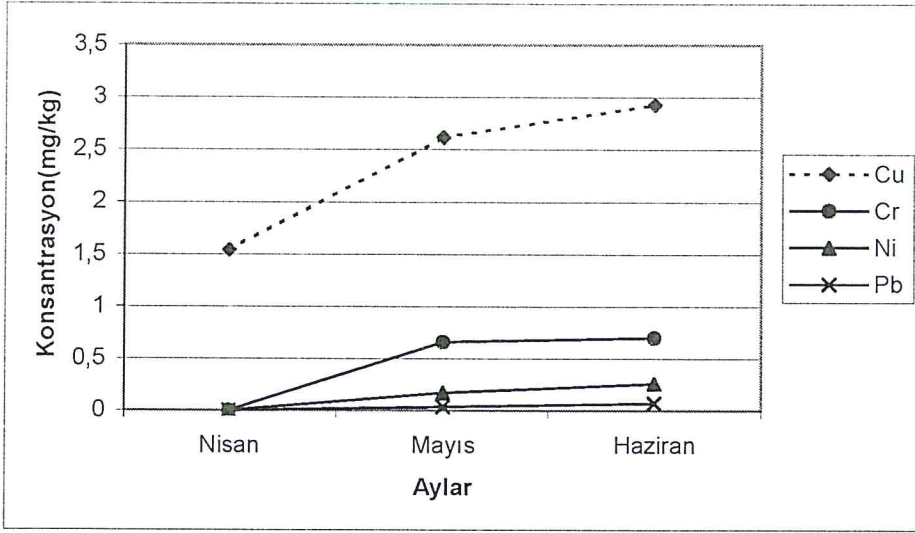


Şekil 2: Toprak Numunesindeki Ağır Metal Derişimi

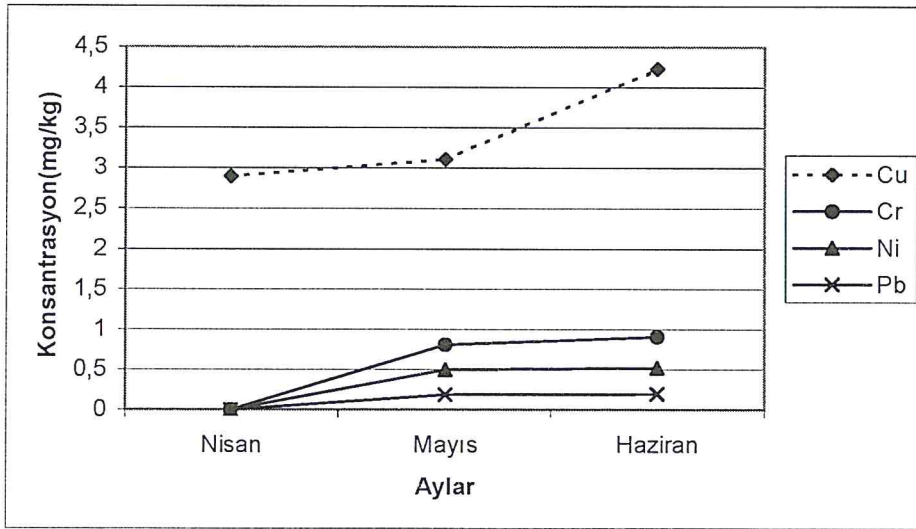
Alınan toprak örneklerinde ortalama ağır metal derişimleri tespit edilmiştir. Ağır metal derişimleri ocak, şubat ve mart aylarında oldukça düşüktür. Nikel derişimi mayıs ve haziran aylarında sırası ile 65.8 ve 75.4 mg/kg olmak üzere en yüksek derişimlerine ulaşmıştır. Diğer ağır metal derişimleri nikel'e göre düşüktür. Fakat kirlilik değerleri nikel gibi haziran ayında maksimumdur.



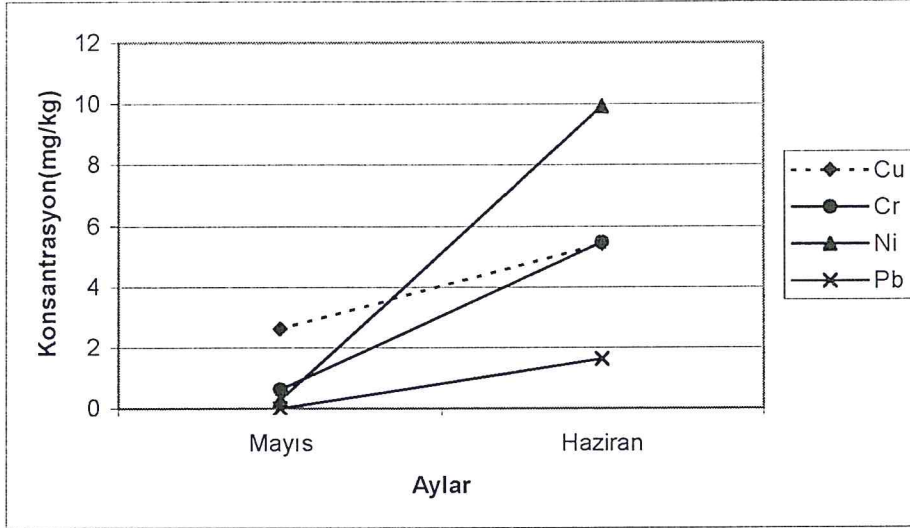
Şekil 3: Bitki Kökündeki Ağır Metal Derişimi



Şekil 4: Bitki Sapındaki Ağır Metal Derişimi



Şekil 5: Bitki Yaprığındaki Ağır Metal Derişimi



Şekil 6: Bitki Başağındaki Ağır Metal Derişimi

Kökteki bakır derişimi haziran ayında 4.2 mg/kg, değeri ile en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Sap kısmında ise 2.9 mg/kg maksimum değeridir. Yaprak kısmında ise maksimum nokta 4.2 mg/kg'dır. Başak kısmında ise en yüksek seviye haziran ayında 5.4 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Krom derişimi, bitkinin analizi yapılan dört kısmında da haziran ayın da en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Kökte 3.65 mg/kg değeri ile en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Bitkinin sap kısmında ise 0.70 mg/kg olarak maksimum seviyeye ulaşmıştır. Yaprak kısmında maksimum nokta yine 0,91 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Başak kısmında da 5.47 mg/kg ile en yüksek seviyesine ulaşmıştır.

Kökteki nikel derişimi haziran ayında 5.55 mg/kg değeri ile en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Sap kısmında ise 0.26 mg/kg maksimum değeridir. Yaprak kısmında ise maksimum 0.52 mg/kg'dır. Başak kısmında ise en yüksek seviye haziran ayında 9.92 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Kökteki kurşun derişimi maksimum 0.98 mg/kg'dır. Sapta ise 0.07 mg/kg değeri ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Yaprakta maksimum derişim 0.2 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Başak kısmında da 1.63 mg/kg ile en yüksek seviyesine ulaşmıştır.

Bazı araştırmacılar kanalizasyon suyu uygulamasının toprak ve bitki üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Yerel kanalizasyon suyuna kireç katılması ile yapılan tarla uygulamasında, topraktaki kadmiyum, krom, bakır, kurşun, civa, nikel ve çinko seviyesinin yükseldiğini ancak bu ağır metal içeriğinin bitki bünyesinde normal düzeyde bulunduğunu tespit etmişlerdir [10].

Farklı dört toprak grubu üzerinde yaptıkları araştırmalarda, bitkilerin metal derişimleri ve ürün miktarındaki azalmaya etkisinin, toprak özelliklerinin yanısıra metal birikimi ile direk bağlantılı olduğu sonucuna varmışlardır [11].

Kanalizasyon atıksuyu uygulaması ile topraktaki ve tütün bitkisinin lifindeki ağır metal birikimini incelemişler ve artan miktarda kanalizasyon suyu uygulaması sonucu topraktaki ve bitki lifindeki Zn, Cu, Mn, Ni ve Cd metallerinde önemli artışlar olduğunu, Fe miktarında ise azalmanın olduğunu belirlemişler [12].

İki yetiştirme dönemi olmak üzere 16 tarlada deneyler yaparak, tahılların ürün miktarına ve Pb, Cd, Ni, Fe, Cu içeriğine, kanalizasyon atığının etkisini araştırmışlardır. Bu araştırma sonucunda, fazla miktarda kanalizasyon atığı uygulandığında, bitkilerin Zn içeriğinin arttığını gözlemlemişler ayrıca killi-tınlı toprağın 0-10 ve 0-40 cm'lik bölümlerine çürümemiş atıklar uygulandığında bitkilerin ağır metal içeriğinin oldukça fazla miktarda yükseldiğini ve bu artışın bitki türlerine göre farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir [13].

Bahçe bitkilerinin Freiburg Kenti kanalizasyon atıklarından ağır metal alımı adlı çalışmasında, bu suyun topraktaki ağır metal miktarını artırdığı; kıvırcık, lahana, ıspanak gibi

yapraklı sebzelerde, havuç, patates, soğan gibi köklü sebzelerde, fasulye, salatalık ve domates bitkilerinde de Zn, Pb, Cd alımını arttırdığı sonucuna varmışlardır [14].

Üçgül bitkisinin kanalizasyon ve rafineri atıkları ile yapılan sulama sonucunda artan sulama miktarı ile doğrusal olmak üzere Cd, Cu, Fe, Cr, Mn, Ni, Pb ve Zn derişimlerinin yükseldiği sonucunu elde etmişlerdir [15]. Kanalizasyon suları ile sulanan mısır bitkisinin ağır metal alımı ve ürün miktarına toprak kirlenmesinin etkisi konulu çalışmalarında, toprak kirliliğindeki artışa bağlı olarak bitkinin Cd, Cu, Pb ve Zn içeriğinin de arttığı, bu artışın bakır ve kurşuna göre kadmiyum ve çinkoda daha da belirgin olduğu belirlenmiştir [16].

Kore Pb-Zn maden ocağı civarında pirinç tarlalarındaki su, bitki ve topraktaki mevsimlik metal değişimi ve çevresel kirliliği üzerine yapılan çalışmada; maden ocağı yakınlarındaki pirinç tarlaları toprağında ve sulama sularında Cd, Cu, Pb ve Zn, derişimlerinin yüksek olduğu bulunmuştur. Madencilik bölgesi civarından alınan pirinç gövdesi, yaprak ve hububatta yüksek metal seviyesi tespit edilmiştir [17].

Avusturya alplerindeki mineralli topraklarda, bitkilerde toplanan ağır metaller isimli çalışmada; Avusturya Alp'lerinde büyüyen karasal bitkilerin türlerini ve davranışlarını saptamak için gözden geçirilmiştir. Bitki filizleri içinde olağanüstü büyük derişimlerde Cd, Cu, Ni, Pb ve Zn toplanmıştır. Kökteki metal derişimi bitki filizi içindeki derişimi geçmediği tespit edilmiştir [4].

Toprak ile ilişkili endüstriyel alanlarda yetiştirilen sebzelerde ağır metallerin birikmesi ile ilgili yapılan çalışmada; kırsal ve endüstriyel alanlardan toprak ve sebzelerden 60 örnek alınarak Pb, Cd, Ni, Cu, Mn ve Zn gibi ağır metallerin ortalama derişimlerine bakılmıştır. Seralarda ve açıkta yetiştirilen yapraklı sebzelerin arasında ağır metal içeriği kırsal alanda farklılık göstermemiştir. Endüstriyel ve kırsal alanlarda yetiştirilen sebzeler arasında metal derişiminde en geniş farklar; kereviz ve havuçta bakır için, ispanakta kadmiyum için ve hindiba'da kurşun için bulunmuştur. İlaveten endüstriyel ve kırsal topraklar arasında en geniş farklılık kurşun ve çinko'da görülmüştür [3].

Diğer çalışmalarda olduğu gibi, araştırma sonucunda kanalizasyon suyunda toprak ve bitkinin kök, sap, yaprak ve başak kısımlarında Cu, Cr, Ni ve Pb tespit edilmiştir. Sulama amaçlı kullanılan Konya Ana Tahliye Kanalı atıksuyu toprakta ve buğdayın kök, sap, yaprak ve başak kısımlarında ağır metal derişiminin artmasına neden olmuştur.

Atıksuda, krom derişiminin diğer ağır metallere göre değerinin daha yüksek olmasının nedeni deri endüstrisinden gelen atıksuların kanalizasyon suyuna arıtılmadan deşarj edilmesindedir. Atıksu analiz sonuçlarına göre sulamanın yoğun olduğu aylarda ağır metal derişimini yükselmiştir. Bunun başlıca nedeni, endüstriden gelen atıksuların bu dönemlerde daha yoğun olmasıdır.

Bitki kısımlarındaki analiz sonuçlarına göre Cu derişimi diğer ağır metallere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni; sulama suyu olarak kullanılan atıksu harici gübrelemeden kaynaklanan ağır metal kirliliğinin olmasıdır.

### **Yorum ve Öneriler**

Sulama amaçlı kullanılan kanalizasyon suyu, toprak ve bitki kısımları henüz çok fazla ağır metal derişimi içermemektedir. Fakat uzun süren kanalizasyon suyu uygulamaları, toprak ve bitkide metal artışına neden olacaktır. Gerekli önlemler alınmadığı taktirde metal birikimi daha büyük boyutlara ulaşacak ve tarımsal topraklar verimsizleşecektir. Çiftçilerin gelecekte bu alanı kullanmaları zorlaşacaktır.

Türkiye'de birçok tarımsal alan arıtılmamış evsel ve endüstriyel atıksular ile sulanmaktadır. Kirli su ile sulanan topraklardaki toksik seviyeye kadar yükselen ağır metal derişimi, bitki gelişimini ve kalitesini etkilediği gibi besin zinciri yolu ile insanlara ve hayvanlara ulaşacaktır.

Atıksudaki ağır metal derişimi nüfus ve bölgedeki endüstrinin artışı ile doğru orantılı olarak artacaktır. Bu yüzden en kısa sürede atıksu arıtma tesisi yapılarak kanal suyu sulama suyu kalitesine çıkarıldıktan sonra tarımsal amaçlı kullanılmalıdır.



### Kaynaklar

1. Topbaş, M.T., Brohi, A.R., Karaman, M.R., **Çevre Kirliliği**, T.C. Çevre Bakanlığı, Ankara,(1998)
2. Anonim. 1991. Resmi Gazete, **Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Numune Alma ve Analiz Metodları Tekniği**, 7.1.1991 tarihli, Sayı: 20748, 2-39 s.
3. Fytianos, K., Katsianis, G., Triantafyllou, P., Zachariadis, G., **Accumulation of heavy metals in vegetables grown in an industrial area in relation to soil**, Bul. Environ.Con.and Toxic. 67: 423-430(2001).
4. Wenzel, W., Jackwer, F., **Accumulation of heavy metals in plants grown on mineralized soils of the Austrian Alps**, Environ. Pollut. 104 : 145-155(1999).
5. Qian, J., Shan, X., Wang, Z., Tu, Q. **Distribution and plant availability of heavy metals in different particle-size fractions of soil**, Sci. Tot. Environ. 187: 131-141(1996).
6. Gigliotti, G., Businelli, D., Ginsquioni, P., **Trace metals uptake and distribution in corn plants grown on a 6-year urban waste compost amended soil**, Agric. Ecosyst. Environ. 58: 199-206(1996).
7. Karataş, M., **Konya ana tahliye kanalında ağır metallerin incelenmesi, bitki ve topraktaki birikiminin tespiti**, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya(2004).
8. Dursun Ş., Afşin M., **Domestic and industrial waste-water of Aksaray city effects on Tuz lake in Turkey**, Mine & Environmental Engineering Congress , 29-30 July 1996. Kütahya Un., pp. 195-199. Kütahya(1996).
9. Berktaş, A., **Konya Kenti Atıksularının Ana Tahliye Kanalı Üzerine Etkisinin Araştırılması**, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya(1984).
10. Maclean, K.S., Robinson, A.R., Mac Connel, H.M., **The effects of sewage-sludge on the heavy metal content of soils and plant tissue**. Com. Soil Sci. Plant Anal. 18:11 1303-1316(1987).
11. Sanders, J.R., McGrath, S.P., Adams, T-Mcm., **Zinc, copper and nickel concentrations in soil extracts and crops grown on four soils treated with metal-loaded sewage sludge**, Environ. Pollut. 44:3 193-210(1987).
12. Adamu, C.A., Bell, P.F., Mulchi, C., Chaney, R., **Residual metal concentrations soils and leaf accumulations in tobacco decade following farmland application of municipal sludge**, Environ. Pollut. 56:2 113-126(1989).
13. Vigerust, E., Selmer-Olsen, A.R., **Basis for metal limits relevant to sludge utilization**, Factors Influencing Sludge Utilization Practices in Europe 26-41(1986).
14. Truby, P., Raba, A., **Heavy metal uptake by garden plants from Freiburg sewage farm wastewater**, Agriobiol. Research. 43:2 139-146(1990).
15. Chaudri, A.M., McGrath, S.P., Giller, K.E., **Metal tolerance of isolates of rhizobium leguminosarum biovar trifoli from soil contaminated by past applications of sewage sludge**, Soil Biol. and Biochem. 24:2 83-85(1992).
16. Metz, R., Wilke, B.M., **Influence of soil pollution in fields irrigated with sewage on growth, yield and heavy metal uptake of maize in a pot trial**, Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt Universität zu Berlin. Reihe Agrarwisserr. 41:3 29-33(1992).
17. Jung, M.C., Thornton, I., **Environmental contamination and seasonal variation of metals in soils, plants and waters in the paddy fields around a Pb-Zn mine Korea**, Sci. Tot. Environ.. 198: 105-121(1997).

Konya Ana Tahliye Kanalının engilli Bölgesi Tarım Topraklarında  
ve Buğdayda Cu, Cr, Ni ve Pb Derişimlerinin Belirlenmesi