



## Siyez Buğdayına (*Triticum monococcum*) Metal İşleme Sıvısı Etkilerinin ICP-OES Yöntemiyle Değerlendirilmesi

Sefa Pekol\*

Kastamonu Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, 37200 Kastamonu, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

#### Araştırma Makalesi

Geliş 25 Temmuz 2018  
Kabul 09 Ağustos 2018

#### Anahtar Kelimeler:

Siyez buğdayı  
Metal birikimi  
Su kirliliği  
Pertübasyon  
Çevre

#### \*Sorumlu Yazar:

E-mail: spekol@kastamonu.edu.tr

### ÖZ

Atık metal işleme sıvısına maruz bırakılan siyez buğdayında metal birikim seviyeleri gövde ve kökte ICP-OES ölçümleri le ayrı ayrı belirlenmiştir. Kökte özellikle demir, manganez ve krom kontrol grubuna göre deneme gruplarında metal işleme sıvısının miktarına bağlı olarak iki katına kadar yükselmiştir. Gövdedeki demir, mangan ve alüminyum iki kat artmış, ayrıca çinko ve nikel de artış eğilimi gözlenmiştir. Siyez buğdayının büyümesi önemli derecede engellenmiştir. Metal işleme sıvısı oranı arttıkça bitkinin gelişimi azaldı, IMS/20 su deneme grubunda bitki canlılığını kaybetmiştir. Ekosistemde yağmur suyu, yüzey suları ve akiferler için atık metal işleme sıvısı ciddi bir tehdit oluşturabilir.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(9): 1297-1302, 2018

## Evaluation of the Effects of Metal Working Fluid on Siyez Wheat (*Triticum monococcum*) by ICP-OES Method

### ARTICLE INFO

#### Research Article

Received 25 July 2018  
Accepted 09 August 2018

#### Keywords:

Siyez wheat  
Metal accumulation  
Water pollution  
Perturbation  
Environment

#### \*Corresponding Author:

E-mail: spekol@kastamonu.edu.tr

### ABSTRACT

The metal accumulation levels in the Siyez wheat exposed to the waste metal processing fluid were determined separately by ICP-OES measurements on the stem and root. According to the amount of metalworking fluid in the experimental groups, the root was up to twice as high as the iron, manganese and chromium control group. The iron, manganese and aluminium in the plant stem increased twice, and also the increase tendency of zinc and nickel was observed. The growth of the Siyez wheat has been significantly inhibited. As the metal processing fluid ratio increased, the development of the plant decreased. IMS / 20 Water lost its plant viability in the experimental group. In the ecosystem, waste metal processing liquids for rainwater, surface waters and aquifers can pose a serious threat.

## Giriş

Çevre kirlenmesi sürdürülebilir ekosistemin korunmasındaki en büyük engellerden birisidir. Canlı ve cansız varlıkların oluşturduğu doğal ortamın yapısını bozucu etkileri sebebiyle kirleticiler özellikle ağır metaller canlıları etkilemektedir. Ekosistemde üretici grubunda yer alan bitkiler çevreden kaynaklanan metalik kirleticilere maruz kalmakta ve besin zinciri içinde yer alan tüketicileri ve insanları da etkilemektedir. Metal işleme sınıfları (MS); Su ile karıştırılarak hazırlanan ve metal sanayinin önemli sarf malzemelerinden birisidir.

Pratikte 5 kg'lık yoğunlaştırılmış metal kesme yağının bir tezgâh için kullanılabilir hale getirilmesi için 95 kg suyla karıştırılması gerekmektedir. Bu durum metal üretimi endüstrisi ve makine sektörü atıkları arasında başta çalışanlar olmak üzere canlıları ve çevreyi tehdit edebilecek devasa bir atık miktarını ortaya çıkarmaktadır (Clarens ark., 2006). Sulu atık ekosistemin döngülerine katılarak organizmalar üzerinde etkisini göstermektedir (Pekol, 2014). Ayrıca günümüzde kullanılan MS genellikle anti-mikrobiyal bileşikler, korozyon önleyiciler, emülgatör, basınca dayanıklılık ve köpük önleyiciler gibi katkıları içermektedir (Cyprowski ark., 2007). Katkıların varlığı atığın çok yönlü etkisini arttırmaktadır. Kullanıldıktan sonra atık haline gelen MS bertaraf edilmesi stabil yağ-su emülsiyonları nedeniyle çok yönlü yöntemler gerektirir (Sorachoti ark., 2017). Atık MS sabit yağlı-su karışımı şeklinde oluşu çevre ve geri dönüşüm probleminin yanında yüksek bertaraf maliyetine sebep olan önemli bir etkendir (Greeley ve Rajagopalan, 2004).

Geri dönüşümünden elde edilen yağ miktarı çok az olduğundan atığın ticari değeri de yoktur. Bütün bu sebeplerle kullanıcıları için muhafaza edilmesi ve elden çıkarılması maliyetli bir atık durumuna gelen MS kontrol dışı uygulamalarla doğaya, akarsulara ve tarım alanlarına boşaltılabilmekte ve bu şekilde atıktan kurtulma yoluna gidilmesi sonucu çevre problemleri meydana gelebilmektedir (Pekol, 2018). Atıkların uzaklaştırılması kanalizasyona, çoğu coğrafi alanlarda en yakın akarsulara buradan da diğer alanlara yayılmaktadır. Özellikle MS'nin yağlı yapıda olması sebebiyle yüzey suyunda su ve atmosfer arasında ince bir film tabakası oluşturarak gaz değişimini engelleyebilmekte ve sonuçta ekosistem perturbasyonlarına neden olmaktadır (Sorachoti ark., 2017). Atıktan bu şekilde kurtulma yöntemi tuzlu ve tatlısu kaynaklarını kirletirken sucul organizmaları da tehdit etmektedir. Su vasıtasıyla çevreye yayılan ve tarım alanlarına ulaşan atık, canlı hücrelerde sitogenetik etkilere sebep olmuştur (Pekol, 2014). Metal işleme sıvısının kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Buğdayın (*Triticum ssp.*) kavuzlu atalarından olan Siyez buğdayı (*Triticum monococcum spp.*) insan beslenmesi ve sağlığı açısından önemlidir (Pirgozliev ark., 2015). Ayrıca hayvancılık için kullanılan yem bitkileri arasında da yer almaktadır. Günümüzde kullanılan modern makarnalık ve ekmeklik buğdaylar kavuzlu Siyezden daha sonra kültüre alınmıştır (Salamini ark., 2002). Siyez buğdayı üretimi bugün Türkiye'de Kastamonu, Bolu, Bilecik ve Sinop illerindeki sınırlı alanlarda yapılmaktadır (Karagoz ve Zencirci, 2005).

Tablo1 Atık Metal işleme sıvısının bazı özellikler  
Table 1 Some properties of waste metal working fluid

Atığın İçeriği	Değer
Kimyasal oksijen ihtiyacı	17.950-26.300 (mg/L)
Elektiriksel iletkenlik	7,10-8,30 (ms/cm)
pH	7,2-7,5
Yağ içeriği	4.400-5.000 (mg/L)

Günümüzde eser elementleri düşük seviyelerde belirleyebilmesi ve duyarlı ölçümler yapılabilmesi sebebiyle indüktif eşleşmiş plazma-optik emisyon spektrometresi (ICP-OES) yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle metalleri belirleme için kullanılan temel spektrometrik teknikler arasında, ICP-OES çok sayıda ölçüm için hassas analizler yapılmasına imkân sağlar (Hardisson ark., 2017; Alzahrani ark., 2017).

İnsanoğlunun tarımsal faaliyetlerinde büyük bir arazi payı ve önemli bir besin kaynağı olan buğday üzerindeki potansiyel ağır metal kaynağı olarak atık MS etkisinin belirlenmesi, bitki yapısındaki değişikliklerin gözlenmesi, metal birikim kapasitesi ve beslenme bakımından farklı bir değerlendirme boyutu olacaktır. Su kaynaklarının kirlenmesinin yanı sıra su vasıtası ile bulaştığı tarım arazilerindeki etkisi ve besin zincirinde diğer tüketicilere olabilecek etkisi açısından da önemli olacaktır. Bu çalışmada atık MS'ye maruz bırakılan Siyez buğdayında ortaya çıkan metalik birikim ICP-OES ölçümleri ile ağır metal olarak kabul edilen elementlerin gövde ve kökteki miktarları tespit edilmiş ve deneme gruplarındaki MS miktarına bağlı olarak meydana gelen farklılaşma gözlenmiştir.

## Materyal ve Metot

Çalışmada kullanılan tüm çözeltiler, Mili-Q su arıtma sisteminden analitik reaktif dereceli kimyasallar ve yüksek saflıkta deiyonize sudan hazırlanmıştır. Analiz ve örnek hazırlama için %65 (v/v) nitrik asit (HNO<sub>3</sub>) kullanılmıştır. Kalıntıların yönetimi ile ilgili üreticinin talimatları takip edilmiştir. Asit kalıntıları yetkili kişiler tarafından bertaraf edilmiştir.

Yetkili satıcılardan elde edilen Siyez buğdayı musluk suyu ile yıkanıp süzülerek bir gece suda bırakıldıktan sonra üç gün süreyle ağzı tam kapalı olmayan bir kaptan 22-24°C oda sıcaklığında çimlendirilmiştir. Çimlenmiş buğdaylar altlarına kâğıt havlu yerleştirilmiş olan açık kaplara alınarak deneme grupları oluşturulmuştur. Buğdayın çimlenen kısmı araştırmada gövde olarak isimlendirilmiştir.

Deney gruplarının oluşturulmasında kullanılan MS ağırlıklı olarak çelik işleyen bir CNC tezgâhından temin edilmiş ve atık buzdolabında muhafaza edilmiştir. CNC makinasında standart kullanımını itibariyle 20 su/1 yağ olarak elde edilen MS araştırmada deney grubu olarak metal işleme sıvısı (MS) olarak isimlendirilmiştir. Bu sıvı seyreltilerek belirtilen şekilde dört farklı test grubu ve ayrıca kontrol grubu oluşturulmuştur. Çalışmada ICP-OES yöntemiyle Cu, Zn, Ni, Co, Fe, Mn, Cr, Pb, Al, Cd elementlerinin kök ve gövdedeki dağılımları belirlendi.

## Bulgular

Siyez buğdayı çiminin ikinci gündeki gövde uzunlukları Tablo 2’de verilmiştir. Meydana gelen uzunluk çimlendirme esnasında kullanılan musluk suyundan kaynaklanmıştır. Sonraki deneme zamanı içinde kontrol grubu dışında büyüme gözlenmemiştir (Şekil 2).

Tablo 2 Siyez buğdayı çim uzunlukları (48 saat)  
Table 2 Siyez wheat grass lengths (48 hours)

Oran	Ortalama Uzunluk (cm)
1MS/3Su	14
2MS/2Su	8
3MS/1Su	6,5
MS	4,5
Kontrol	17

Metal işleme sıvısına maruz kalan Siyez buğdayı genel olarak tüm deneme gruplarında büyümesi engellenecek derecede etkilenmiştir. Karışımında MS oranı arttıkça bitkinin gelişimi azalmış ve MS olarak adlandırılan deneme grubunda bitki canlılığını kaybetmiştir. MS’ nin deney gruplarında oluşturduğu etki deneyin başında ve sonunda çekilmiş fotoğraflarla tespit edilmiştir (Şekil 1 ve 2).

Atık metal işleme sıvısına maruz bırakılan Siyez buğdayında ICP-OES ölçümleri gövde ve kök de ayrı ayrı yapılmıştır (Tablo 3 ve 4). Kökte değişim özellikle kontrol grubuna göre Fe, Mn, Cr olmak üzere üç elementin miktar değişimi daha belirgin olmuştur. Atık metal işleme sıvısının içerisinde yer alan metal parçacıklarına bağlı olarak demir, manganez ve krom kontrol grubuna göre iki katına çıkmıştır. Yağ ve suyun birbirine eşit olduğu (2y/2su) deneme grubunda bazı elementlerde miktarın kontrol grubuna göre azaldığı gözlenmiştir. Alüminyum ve çinkoda görülen bu durumun bileşiklerin oluşması ya da atık işleme yağının heterojenliğine bağlanabilir.

Gövdedeki metal birikimi özellikle demir, manganez ve alüminyumda kontrol grubuna göre yaklaşık iki katı artarak diğer elementlere göre farklılık göstermişlerdir. Aynı şekilde çinko, nikel, krom ve tam yağın bulunduğu deneme gruplarında artış eğilimi gözlenmiştir. Bakırın gövde içerisindeki miktarının suyun eşit olduğu deney grubunda en az olduğu gözlenmiştir. Bu durumun suyun fazlalığına bağlı olarak taşınmasını teşvik etmesinden kaynaklanabilir.

## Tartışma ve Sonuç

Ağır metaller, renklendiriciler, pestisitler gibi endüstriyel ürünler su ve toprak kirliliğine ve çevresel bozulmaya neden olmaktadır. Biyobozunur olmayan ve oldukça zehirli olan kobalt, kurşun, manganez, bakır gibi ağır metaller çeşitli endüstriyel atık su, yüzey ve yeraltı sularında kirletici olarak bulunmaktadırlar (Kara ark., 2018). Dünya genelinde yıllık olarak kullanılan MS’nin toplam miktarı 2.000.000 m<sup>3</sup>’ten fazladır. Bununla birlikte, kullanımdan önce bu sıvıların seyreltilmesi nedeniyle atık su hacminin on kat daha fazla olması beklenmektedir (Chenga ark., 2005). Buna bağlı olarak meydana gelen sulu atığın yüksek orandaki su ve metal içerikleri sebebi ile potansiyel olarak ekosistemde su

kirleticilerinden birisidir. Kirlenmiş suyun bulaştığı topraklar da bu kirleticilerin etkisine maruz kalmaktadır. Ağır metalle kirlenmiş topraklar dünyanın birçok yerinde ciddi bir sorun haline gelmiştir (Duan ark., 2016).

Demir, bitkiler için önemli bir eser elementtir ve klorofil, katalaz, peroksidaz gibi çeşitli biyosentezler ve metabolik fonksiyonlarda önemli rol oynar. Bununla birlikte, yüksek seviyelerde, bu element bitkiler için toksik olabilir (Kampfenkel ark., 1995; Connolly ve Guerinot, 2002). Siyez buğdayının kök ve gövdesindeki artış miktarına bakıldığında MS’nin bitki yapısında birikimine neden olduğu ağır metaller arasında en fazlası demir olmuştur. Bu durum MS’nin çelik işlemede kullanılmasının bir sonucudur.

İnsan ve diğer canlıların metabolizmasında kullanılan elementler çeşitli fonksiyonların yerine getirilmesinde rol oynamaktadır. Krom canlı metabolizmasında gerekli olmasının yanında yüksek konsantrasyonlarda toksik olan bir kaynaktır (Mohanty ark., 2011). Papaioannou ve ark. (2018) yapmış olduğu çalışmada bitkiler tarafından gerekli elementlerin alınmasında toprak kirliliğinin önemli olduğu ve toprak kirliliği seviyesinin kademeli olarak artmasıyla bitkilerdeki krom ve çinko alımının azaldığını tespit etmiştir. Araştırmamızda elde edilen sonuçlar arasında kromun bitkinin kök ve gövdesinde arttığı gözlenmiştir. Bu farklılık bitki türü ve kirleticinin sıvı formundan kaynaklanabilir. Ancak kromun bulunduğu ortamlarda buğdayda birikim oluşturacağı anlaşılmıştır. Çinko ise gövdede çok değişmezken kökte artış eğilimi göstermiştir.

Manganez, insanlar ve hayvanlar için önemli bir besin maddesidir, ancak yüksek dozlara kronik maruziyet zararlı olabilir. Manganez çeşitli kaynaklardan gelebilir ve su kalitesini azaltabilir. Biyobozunur olmayan manganez, içeren su kaynaklarını kullanan canlı organizmalara yerleşebilir (Al-Wakeel ark., 2015). Paralel olarak çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre MS içerisindeki manganez bitki tarafından sıvı ortamdan direkt alınmaktadır ve birikime neden olmaktadır.

Yeryüzünde en çok bulunan üçüncü element olan alüminyum, doğada serbest element olarak bulunamaz (Abdulkadir ark., 2015). Alüminyum, demirden sonra en çok kullanılan ikinci metaldir. Marienfeld ark. (2000) buğday (*Triticum aestivum*) üzerinde yapmış olduğu çalışmada kök büyüme inhibisyonunu, bitkilerde alüminyum toksisitesinin ana cevabı olarak belirtmiştir. Silva ve ark. (2010) Al stresine maruz bırakılan buğdayda kaloz birikimi gözlemiştir. Çalışmamızda Siyez buğdayında Alüminyum MS deney grubunda kökte kontrole göre çok değişmezken, gövdenin aynı deneme grubunda artış olmuştur. Diğer deney gruplarında ise dalgalanma gözlenmiştir. Bu çalışmada MS’ye maruz kalan Siyez buğdayının kök ve gövdesinde bulunan alüminyum miktarının farklılık arz etmesi ortamda bulunan alüminyumun köklerde tutulduğunu ve iletilmediğini göstermektedir. Ağır metal kirliliği sadece atmosferin, su kütlelerinin ve gıda ürünlerinin kalitesini düşürmekle kalmaz, aynı zamanda insan sağlığına tehdit oluşturabilecek böbrek, kemik ve karaciğer gibi hayati organlarda da biriktirir (Bosch ark., 2016; Lamas ark., 2016; Ma ark., 2016). Alüminyum bir ağır metal olarak insanlarda nörotoksositeye ve beyinde birikerek demans, alzheimer gibi hastalıklara neden olduğu bilinmektedir (Al Juhaiman, 2010).

Tablo 3 Siyez buğdayı kökünde ICP-OES yöntemiyle elde edilen bulgular

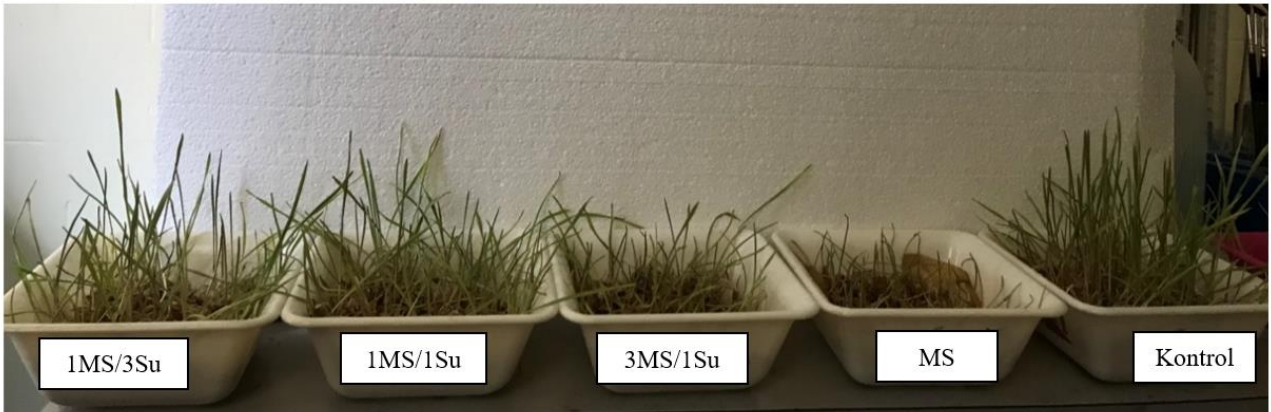
Table 3 Findings obtained by ICP-OES method in Siyez wheat root

Kök	ppb $\times 10^{-3}$	Cu	Zn	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	Pb	Al	Cd
MS	<x>	< -17,01	25,38	< -0,83	< -0,395	158,44	113,26	3,416	< -2,02	11,69	< -0,59
	sd	0,783	0,304	0,007	0,035	1,604	0,914	0,074	0,251	0,225	0,024
3MS/1Su	<x>	< -20,82	19,39	< -0,92	< -0,68	141,47	65,47	3,40	< -4,85	6,91	< -0,55
	sd	0,960	0,508	0,072	0,033	2,249	0,616	0,081	0,515	0,247	0,010
2MS/2Su	<x>	< -16,40	18,32	< -0,78	< -0,63	98,19	41,76	1,81	< -0,30	6,89	< -0,60
	sd	0,127	0,157	0,155	0,060	1,072	0,215	0,083	0,332	0,034	0,033
Kontrol	<x>	< -14,34	26,47	< -1,78	< -0,79	77,64	61,02	1,925	< -3,825	12,20	< -0,59
	sd	2,089	0,291	0,133	0,053	0,255	0,552	0,021	0,483	0,185	0,011

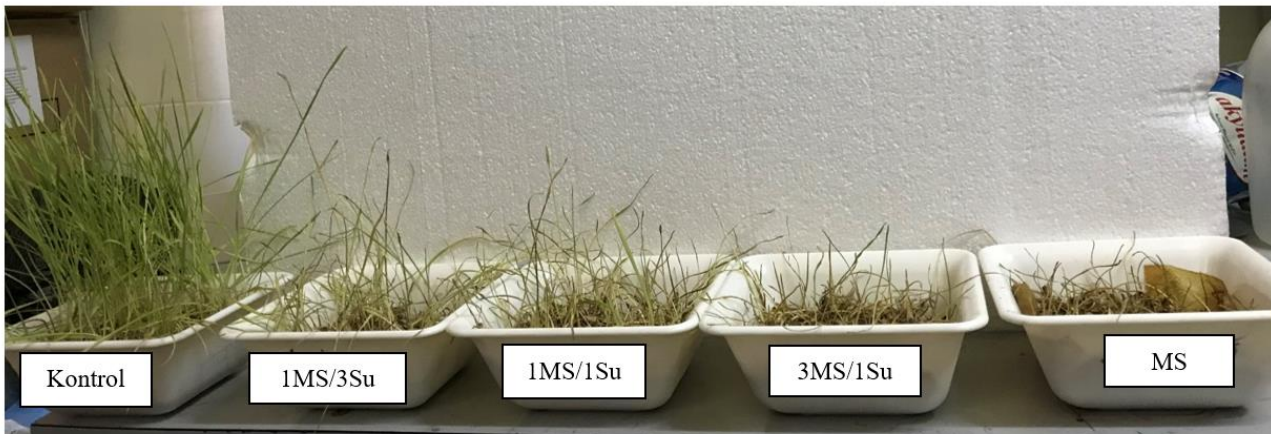
Tablo 4 Siyez buğdayı gövdesinde ICP-OES yöntemiyle elde edilen bulgular

Table 4 Findings obtained by ICP-OES method in Siyez wheat stem

Gövde	ppb $\times 10^{-3}$	Cu	Zn	Ni	Co	Fe	Mn	Cr	Pb	Al	Cd
MS	<x>	4,21	15,82	0,53	< 0,007	102,76	57,70	1,45	0,16	4,21	< -0,12
	sd	1,009	0,908	0,113	0,009	5,657	2,171	0,337	0,210	0,121	0,009
3MS/1Su	<x>	3,27	12,56	0,19	< -0,06	63,60	35,76	0,77	0,08	1,77	< -0,10
	sd	0,223	1,041	0,211	0,047	2,803	1,121	0,148	0,402	0,062	0,009
2MS/2Su	<x>	2,65	12,59	< -0,03	< -0,08	66,88	30,90	0,79	< -0,32	2,26	< -0,09
	sd	0,475	0,277	0,334	0,069	1,862	0,471	0,088	0,416	0,055	0,010
1MS/3Su	<x>	4,28	13,64	0,03	< -0,10	55,19	30,20	0,63	0,15	2,51	< -0,09
	sd	1,227	0,598	0,026	0,069	2,173	0,691	0,012	0,475	0,034	0,013
Kontrol	<x>	5,74	12,65	0,05	< -0,078	46,61	18,96	0,94	0,19	2,73	< -0,07
	sd	0,604	0,400	0,335	0,039	1,357	0,622	0,240	0,386	0,361	0,013



Şekil 1 Metal işleme sıvısı ile muamele edilen Siyez buğdayında dördüncü gün sonunda etkilenme dereceleri  
Figure 1 Influence grades at the end of fourth day in the experimental groups of the Siyez wheat treated with metalworking fluid



Şekil 2 Metal işleme sıvısı ile muamele edilen Siyez buğdayı deneme gruplarında sekiz gün sonunda meydana gelen etkilenme dereceleri  
Figure 2 Influence grades at the end of eight days in the experimental groups of the Siyez wheat treated with metalworking fluid

Grace ve MacFarlane (2016) kümes içinde ve serbest dolaşarak beslenen tavukların yumurtaları içindeki ağır metal birikimini karşılaştırmalı olarak ele almıştır. Çalışmada kirlenmiş topraklar veya yiyeceklerin hem tavuklarda hem de yumurtalarında metal birikimini arttırdığı ve insana ulaştığı tespit edilmiştir. Metaller ve metaloidler olarak adlandırılan krom, bakır, çinko, arsenik, kadmiyum, nikel ve kurşun gibi ağır metallerin topraktaki yoğunlukları  $> 5 \text{ g cm}^{-3}$  olmalıdır (Chowdhury ve MacFarlane, 2016). Bahse konu sebepler Siyez buğdayında da besin zinciri içinde ağır metal birikimi ve aktarımının olabileceğini göstermektedir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar arasında bazı metal birikimlerinin Siyez buğdayında az olduğu dikkati çekmektedir. Papaioannou ve ark. (2018) yaptığı çalışmada toprakta ağır metal kirlenmesi miktarına bağlı olarak metal transferinin azaldığını iddia etmektedir. Metal işleme sıvısı ortamının bu şekilde etki gösterdiği düşünülebilir. Transferi etkileyen sıcaklık, pH, bitki türü gibi çeşitli etmenler vardır (Wang ark., 2012). Ayrıca metalin çeşidine göre olan kirliliğe bağlı olarak bu çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir.

Kullanıldıktan sonra ortaya çıkan çok yönlü kirlenme özelliklerinin yansısı bu günkü devasa miktarı sebebiyle ekosistemde yağmur suyu, yüzey suları ve akiferler için potansiyel bir kirlenme ve ağır metal kaynağı olan atık MS'nin, Siyez buğdayının canlılığını kaybetmesine neden olduğu anlaşılmıştır. Aynı zamanda bitkinin çimlenme sonrası dönemde kök ve gövdesinde ağır metal biriktirme kapasitesinin olduğu ICP-OES yöntemi ile belirlenmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde elementler insan ve diğer canlıların besin kaynaklarında belli bir seviyededir. Ağır metal kirliliğine bağlı olarak ekosistemdeki üretici durumundaki bitkilerin bitki kaybı kirlenme maruziyetinin belki de en zararsız sonucudur. Ancak daha tehlikeli olan yapısında normal değerlerin üstünde ağır element bulunduran ve canlılıkları devam eden üretici ve diğer canlılardır. Bu durumda canlı yapısındaki ağır element birikim, beslenme zincirinde diğer canlılara aktararak biyolojik yapıyı bozacaktır. Elde ettiğimiz bu veriler gıda üretimi ve çevre kirliliği çalışmalarına katkı sağlayacaktır. Buğday çimi özütü doğal bir antioksidan kaynağıdır (Durairaj ark., 2014). Bu çalışma aynı zamanda buğday çimi ve özütü içeriğinde elementlerin nicelik ve niteliksel olarak artırılması gibi yenilikçi çalışmalara da yardımcı olacaktır.

## Kaynaklar

Abdulkadir A, Ajayi A, Hassan MI. 2015. Evaluating the chemical composition and the molar heat capacities of a white aluminum dross Energy Proced. 75: 2099-2105.

Al Juhaiman JA. 2010. Estimating Aluminum leaching from Aluminum cook wares in different meat extracts and milk. J. Saudi Chem. Soc. 14: 131-137.

Al-Wakeel KZ, Abd El Monem H, Khalil MM. 2015. Removal of divalent manganese from aqueous solution using glycine modified chitosan resin. J. Environ. Chem. Eng. 3: 179-186.

Alzahrani HR, Kumakli H, Ampiah E, Mehari T, Thornton AJ, Babyak CM, Fakayode SO. 2017. Determination of macro, essential trace elements, toxic heavy metal concentrations, crude oil extracts and ash composition from Saudi Arabian fruits and vegetables having medicinal values. Arab. J. Chem. 7: 906-913.

Bosch AC, O'Neill B, Sigge GO, Kerwath SE, Hoffman LC. 2016. Heavy metals in marine fish meat and consumer health: a review. J. Sci. Food Agric. 96: 32-48.

Chenga C, Phipps D, Alkhabdarb RM. 2005. Treatment of spent metalworking fluids. Water Res. 39: 4051-4063.

Chowdhury S, Mazumder MA, Al-Attas O, Husain T. 2016. Heavy metals in drinking water: occurrences, implications, and future needs in developing countries. Sci. Total Environ. 569: 476-488.

Clarens AF, Hayes KF, Skerlos SJ. 2006. Feasibility of Metalworking Fluids Delivered in Supercritical Carbon Dioxide. Journal of Manufacturing Processes. 8: 47-53.

Connolly EL, Guerinot ML. 2002. Iron stress in plants. Genome Biol. 3: 1024.1-1024.4

Cyprowski M, Piotrowska M, Zakowska Z, Szadkowska-Stanczyk I. 2007. Microbial and endotoxin contamination of water-soluble metalworking fluids. Int. J. Occup. Med. Environ. Health. 4: 365-371.

Duan H, Hu J, Tan Q, Liu L, Wang Y, Li J. 2016. Systematic characterization of generation and management of e-waste in China. Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 23: 1929-1943.

Durairaj V, Hoda M, Shakya G, Pajaniradje S, Babu P, Rajagopalan R. 2014. Phytochemical screening and analysis of antioxidant properties of aqueous extract of wheatgrass. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine. 7: 398-404.

Grace EJ, MacFarlane GR. 2016. Assessment of bioaccumulation of metals to chicken eggs from residential backyards. Sci. Total Environ. 563: 256-260.

Greeley M, Rajagopalan N. 2004. Impact of environmental contaminants on machining properties of metalworking fluids. Tribology International. 37: 327-332.

Hardisson A, Revert C, González-Weller D, Gutiérrez A, Paz S, Rubio C. 2017. Aluminium exposure through the diet. HSOA J. Food Sci. Nutr. 3: 1-10.

Kampfenkel K, Montagu MV, Inzé D. 1995. Effects of iron excess on *Nicotiana glauca* plants: implications to oxidative stress. Plant Physiol. 107: 725-735.

Kara I, Tunc D, Sayin F. 2018. Study on the performance of metakaolin based geopolymer for Mn(II) and Co(II) removal. Applied Clay Science. 161: 184-193.

Karagoz A, and Zencirci N. 2005. Variation in wheat (*Triticum spp.*) landraces from different altitudes of three regions of Turkey. Genetic Resources and Crop Evolution. 52: 775-785.

Lamas GA, Navas-Acien A, Mark DB, Lee KL. 2016. Heavy metals, cardiovascular disease, and the unexpected benefits of chelation therapy. J. Am. Coll. Cardiol. 67: 2411-2418.

Marienfeld S, Schmohl N, Klein M, Schroder WH, Kuhn AJ, Horst WJ. 2000. Localisation of aluminium in root tips of *Zea mays* and *Vicia faba*. J. Plant Physiol. 156: 666-671.

Mohanty ML, Pattnaik MM, Mishra AK, Patra HK. 2011. Chromium bioaccumulation in rice grown in contaminated soil and irrigated mine wastewater—a case study at South Kaliapani chromite mine area, Orissa, India. Int. J. Phytoremediation. 5: 397-409.

Papaioannou D, Kalavrouziotis IK, Koukoulakis PH, Papadopoulos F, Psoma P. 2018. Interrelationships of metal transfer factor under wastewater reuse and soil pollution. Journal of Environmental Management. 15: 328-336.

Pekol S. 2014. Ecotoxicological assessment of metalworking fluids using the Allium cepa test procedure. Chemistry and Ecology. 30: 66-75.

Pekol S. 2018. X-ray fluorescence spectrometry characteristics of oily waste water from steel processing and an evaluation of its impact on the environment. Environ Sci Pollut Res. 25: 17100-17108.

Pirgozliev V, Rose SP, Pellny T, Amerah AM, Wickramasinghe M, Ulker M, Rakszegi M, Bedo Z, Shewry PR, Lovegrove A. 2015. Energy utilization and growth performance of chickens fed novel wheat inbred lines selected for different pentosan levels with and without xylanase supplementation. Poultry Science. 94: 232- 239.

- Salamini F, Ozkan H, Brandolini A, Schafer-Pregl R, Martin W. 2002. Genetics and geography of wild cereal domestication in the near east. *Nature Reviews Genetics*. 3: 429-441.
- Silva S, Pinto-Carnide O, Martins-Lopes P, Matos M, Guedes-Pinto H, Santos C. 2010. Differential aluminium changes on nutrient accumulation and root differentiation in an Al sensitive vs. tolerant wheat. *Environ. Exp. Bot.* 68: 91-98.
- Sorachoti K, Pangkumhang B, Tanboonchuy V, Tulaphol S, Grisdanurak N. 2017. Reversible adsorption of metalworking fluids (MWFs) on Cu-BTC metal organic framework. *Chinese Journal of Chemical Engineering*. 25: 768-774.
- Wang Y, Qiao M, Liu Y, Zhu Y. 2012. Health risk assessment of heavy metals in soils and vegetables from wastewater irrigated area, Beijing-Tianjin city cluster, China. *J. Environ. Sci.* 4: 690-698.