

Klima Atık Sularının Buğday ve Arpa Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması

Müjgan ELVEREN*¹, Tuğçe VAROL², Etem OSMA²

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan, Türkiye
Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Erzincan,
Türkiye

Geliş / Received: 20/03/2018, Kabul / Accepted: 13/09/2018

Öz

Bu çalışma ile günümüzde her geçen gün kullanımı artan klimalardan, ekosisteme bulaşabilecek atık suların arpa (*Hordeum vulgare* L.) ve buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkileri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışma için ekim yapılacak toprağa, kontrol grubunun haricinde sulamada kullanılan suya farklı konsantrasyonlarda (1/5, 2/5, 3/5) klima atık suları karıştırılmıştır. 650 g toprağın üzerine 5 g arpa ve 7 g buğday tohumu ekilmiş, bunun üzeri ise 100 g toprak ile örtülmüştür. Tarla kapasitesine uygun olarak buğdaylar belirli aralıklarla sulanmıştır. Buğdaylar, 15 gün, arpalar ise 11 günün sonunda hasat edilmiştir. Hasat edilen örneklerin ağırlıkları ölçüldükten sonra, ekstraksiyon işlemi uygulanarak örneklerde elektrolit sızıntı, MDA, CAT, SOD aktiviteleri belirlenmiştir. Bununla birlikte buğday ve arpa örnekleri, ön işlemlerden geçirildikten sonra metal konsantrasyonları ICP-OES cihazında analiz edilmiştir. Kontrol örnekleri ile klima atık sularının farklı konsantrasyonlarında yetiştirilen örnekler arasındaki ilişki istatistiksel olarak değerlendirilmiş, anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arpa, Buğday, Klima Atık Suyu, ICP-OES, MDA, SOD

Investigation of the Effects of Air Conditioner Waste Water on Wheat and Barley

Abstract

Herein this study, the effects of the wastewaters that transmitted to the ecosystem from the air conditioner on the barley (*Hordeum vulgare* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) plants were investigated. The soil to be planted for study was mixed at different concentrations (1/5, 2/5, 3/5) of the air conditioner wastewater except for the control group. On 650 g of soil 5 g of barley and 7 g of wheat seed were planted and covered with 100 g of soil. Wheat was irrigated at regular intervals in accordance with field capacity. The wheat was harvested after 15 days and the barley was harvested after 11 days. After weighing the harvested samples electrolyte leakage, MDA, CAT, SOD activities were determined by extraction. Along with that wheat and barley specimens were analyzed for metal concentrations in ICP-OES after pre-treatment. The relationship between control samples and samples grown at different concentrations of A/C wastewater was evaluated statistically and significant differences were determined.

Keywords: Barley, Wheat, Conditioner Waste Water, ICP-OES, MDA, SOD

1. Giriş

Nüfusun hızla artışı ve teknolojik gelişmeler, üretimin artmasına ve kaynakların daha çok kullanılmasına neden olmuştur. İnsanoğlu ihtiyaçları doğrultusunda doğal kaynakları bilinçsiz şekilde kullanarak, ekosisteme ciddi zararlar vermektedir. Ekonomik, teknolojik, sosyal vb. alanlardaki ilerlemeler çevresel değerlerin yok olmasına zemin hazırlamaya başlamıştır (Tıraş, 2012). Sanayi ve

teknolojinin gelişimi ile birlikte çevre sorunları giderek artmaktadır. Yine kentleşme ile beraber, bölgesel kuraklık ve kirlilik ciddi oranda artış göstermeye başlamıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalara göre, toksik inorganik kirleticiler, organik kirleticiler, sanayi atıkları ve patojenler artırılmamış sulara karışabilir ve bu kirleticiler genellikle biyolojik olarak aktif özelliğe sahip olup, ekosistemde önemli riskler oluşturabilmektedir (Chen vd., 2011;

Yan vd., 2013; Pan ve Chu, 2017). İnsan nüfusu sürekli artmaktadır. Dünya çapındaki insan nüfusunun yarısından fazlası bugünlerde şehirlerde yaşamaktadır ve bu şekilde devam ettiğinde önümüzdeki 25 yıl içinde hızla artması beklenmektedir (Stagoll vd., 2010; Duenas vd., 2014). Bununla birlikte, şehirler sağlıklı çevreleri temsil etmekten çok uzakta olup, nüfus artışı, su, elektrik, karayolları, telekomünikasyon vb. hizmetlerin artışı çevre problemlerini artırmaktadır. Dolayısıyla, kentsel ekosistemler kentleşme ve endüstriyel süreçlerin bir sonucu olarak ciddi oranda kirlenmektedir (Albayrak ve Mor, 2011; Duenas vd., 2014). Yaşam alanlarında konfor isteği iklimlendirme ihtiyacını artırmıştır. Dünyada iklim değişikliği ve küresel ısınmanın oluşturduğu aşırı sıcakların etkisine bağlı olarak klima sektörü önemli bir pazar haline gelmiştir. Dünyada tüketilen enerji potansiyelinin yaklaşık % 9'u iklimlendirme ve soğutma sektöründe iken, klima sektörü yaklaşık % 28'lik bir paya ulaşmıştır. Günümüzde yaklaşık olarak yıllık 60-70 milyon soğutma sistemi üretilmektedir bununla birlikte çeşitli uygulamalarda yüz milyonlarca soğutucu ve iklimlendirme ünitesi çalışmaktadır. Hem ülkemizde hem de dünyada sıcaklıkların artışına bağlı olarak klima satışları gittikçe artmaktadır (Söğüt ve Karakoç, 2013). Kapalı alan kirliliği şuan itibariyle önemli halk sağlığı problemlerinden bir tanesidir. Çünkü insanlar günün yaklaşık % 80'inden fazlasını iç mekanlarda harcamaktadır ve kapalı ortamlarda mevcut olan çeşitli kirleticiler insan sağlığına zararlı olabilmektedir (Righi vd., 2002; Özçimen vd., 2012). Genel olarak, klimalı binalarda iç hava kalitesi klima sistemlerinin düzgün kullanılmaması, mikroorganizmaların çoğalması için uygun şartlar oluşturmaktadır (Özçimen vd., 2012). Sıcaklık, nem, hava değişimi, hava hareketi, havalandırma, parçacık kirleticileri, biyolojik kirleticiler ve gaz kirletici maddeler, kapalı hava kirliliğinin kaynakları arasında yer

almaktadır (Graudenz vd., 2005; Özçimen vd., 2012). Dolayısıyla klimaya bağlı birçok hastalık ortaya çıkabilmektedir. Bunun haricinde klimaların çalışma süreçleri içerisinde ortaya çıkan atık suların hakkında çok fazla bilgi bulunmamaktadır. Şehirlerde birçok klimanın kullanımıyla birlikte oluşan atık suların ekosistem üzerindeki etkileri bugüne kadar çok fazla araştırılmamıştır. Çevre kirliliği büyük bir endişe konusu ve dünya çapında ciddi bir sorun olarak kabul edilmektedir. Her geçen gün insan sağlığı, bitkiler ve hayvanlar üzerinde olumsuz etkilerini artırmaktadır. Bitkiler, özellikle ekosistemin yaşamsal bir parçası olup, biyotik ve abiyotik faktörlere oldukça duyarlıdır. Bitkilerde stres yaratan çevresel faktörler, bitkinin büyümesini ve gelişmesini büyük oranda etkilemektedir. Sulara bulaşan kirleticiler toprağa ulaşmakta ve bitkiler tarafından rahatlıkla alınabilmektedir (Garg ve Kaushik, 2005; Khalid vd., 2013). Evsel ve kentsel atıkların karışarak oluşturduğu su kirliliği, günümüzün en önemli küresel sorunlarından biridir. Yeteri kadar arıtılmayan kirlenmiş sular canlılar üzerinde besin zinciri yoluyla ciddi problemlere yol açabilmektedir. Özellikle yarı kurak bölgelerde etkisini daha fazla göstermektedir. Atıkların uzun süreli olarak sulara karışmasıyla birlikte, bitkilerde ve topraklarda metal kirlenmesi meydana gelebilmektedir (Singh vd., 2010; Chaoua vd., 2018) Sulama suyunun kalitesi, bitkilerin gelişimi ve verimliliği açısından oldukça önemlidir (Khan vd., 2013; Qureshi vd., 2016; Tran vd., 2017). Fizyolojik ve biyokimyasal bağlamda, serbest radikaller hücre metabolizmasının yan ürünleridir ve çeşitli antioksidan elementler ile denge sağlarlar. Kirleticiler, oksidatif süreci ortaya çıkaran oksidatif antioksidan dengeyi bozabilir (Isaksson, 2010; Duenas vd., 2014). Bu nedenle, antioksidan savunmanın tepki kapasitesi, organizmaların toksik kaynaklı oksidatif strese karşı korunmasında önemli bir rol oynamaktadır. Gerçekten de,

hücrelerde yüksek bir antioksidan kapasitenin korunması, farklı çevresel stres türlerine karşı toleransı artırabilir (Koivula ve Eeva, 2010; Duenas vd., 2014).

Kirlenmeye bağlı oksidatif hasara karşı bu antioksidan kapasite tepkisi, kontaminasyonun potansiyel zararlı etkisini izlemek için güvenilir bir araç olarak kullanılabilir (Isaksson, 2010; Duenas vd., 2014). Bitkiler, tuzluluk ve su stresi gibi çevresel streslere, hücre metabolizmalarını değiştirerek ve çeşitli savunma mekanizmalarını aktive ederek tepki verir ve buna uyum sağlarlar. Savunma mekanizmaları içinde antioksidan enzimler süperoksit dismutaz (SOD), peroksidazlar (POD) ve katalaz (CAT) önemli yere sahiptir (Osma vd., 2017). Bugüne kadar farklı nitelikteki atık suların, sulamada kullanılmasıyla ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Daha önce yapılmış çalışmalardan farklı olarak, klima atık suların arpa (*H. vulgare* L.) ve buğday (*T. aestivum* L.)'ın gelişimleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışma materyali olarak klima atık suyu ile birlikte, arpa (*H. vulgare*) ve buğday (*T. aestivum* L.) bitkileri kullanılmıştır. Buğday ve arpalara verilen klima atık suyu 1/5, 2/5 ve 3/5'i olacak şekilde üç farklı oranda toprağa uygulanmıştır. Çalışmada, örnekler 3 tekerrür olarak yetiştirilerek, elektrolit sızıntı, MDA ve antioksidan enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Buğdayların ekimi için her bir saksıya 650 g toprak konularak 7 g buğday ve 5 g arpa tohumu ekilip, tohumların üzeri 100 g toprak ile kaplanmıştır. Daha sonra tarla kapasitesi hesaplanarak, ilk gün 250 ml sulama yapılmıştır. Sulama yapılırken kontrol grubu haricindeki gruplara verilen suya 1/5, 2/5, 3/5 oranında yine klima suyu eklenmiştir. Belirli aralılarla klima suyundan aynı oranlarda olacak şekilde sulamalar tekrarlanmıştır. Buğdayın 15 gün, arpanın ise

11 günün sonunda hasadı yapılmıştır. Hasat sırasında yetişen buğday ve arpaların ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra, fizyolojik ve biyokimyasal araştırmalar için yeteri kadar örnek ayrılmıştır. Yetiştirme işlemleri, bitkilerimizin ihtiyaç duyduğu sıcaklık isteği 5-10 °C'ye, nem oranı isteği ise % 60'a göre ayarlanarak laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Buğday ve arpa çimlendikten sonra ortam sıcaklığı 10-15 °C olarak ayarlanmıştır (Osma vd., 2017).

2.1. Elektrolit Sızıntı Miktarının Belirlenmesi

10 tane deney tüpü saf sudan geçirildikten sonra, 0.1 g taze bitki yaprağı konuldu. Bu tüplerin içine 4 mL saf su eklenerek 4 °C'de 24 saat bekletilmiştir. Bir günün sonunda tüplerdeki saf suya geçen iyon miktarı, elektriksel kondüktivimetre ile ölçülmüştür (Griffith vd., 1992; Osma vd., 2018).

2.2. Lipid Peroksidasyon Aktivitesinin Belirlenmesi

0.5 g bitki yaprağı, 5 mL %5 lik TCA (Trichloroacetic Acid) içerisinde homojenize edilmiştir. Homojenat 10.000 xg'de yaklaşık 15 dakika kadar santrifüj yapılmıştır. Tüpün süpernatant kısmından 4 mL alınarak üzerine 1 mL % 0.5 lik TBA çözeltisi eklenmiştir. Reaksiyon sonucunda oluşan karışım, kaynar suda 30 dakika inkübe edildi ve tüpler buz banyosuna alınarak reaksiyon durdurulmuştur. Örnekler birkez daha 10.000 xg'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Oluşan süpernatant kısmı spektrofotometrede 532 nm ve 600 nm de absorbans değeri belirlenmiştir. Lipid peroksidasyon değerinin hesaplanması için; 532 nm'de ölçülen absorbans değerinden 600 nm'de belirlenen değeri çıkarılarak ve 1 mL çözeltideki MDA (nmol/ml) hesaplanmıştır (Ananieva vd., 2002; Osma vd., 2014).

2.3. Katalaz Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi

Katalaz enzim aktivitesi, (Havir ve Mchale, 1987)'nin dayandırılarak uygulanan yöntem ile belirlenmiştir. Bu absorbans azalma değeri 240 nm'de spektrofotometrede ölçülerek hesaplanmıştır. 0.5 g yaprak örneği toz haline getirilerek 5 mL ekstraksiyon tamponunda (1 mM EDTA (0.04 gr), %1 PVP ve 5 ml 100 mM potasyum fosfat tamponunda (pH 7.0) homojenize edilmiştir. Homojenat +4⁰'de 14.000 rpm ile 20 dakika santrifüj yapılmıştır. Sonrasında, 5 mM H₂O₂ çözeltisinden 3 mL'lik spektrofotometre tüpüne sırasıyla; 0.15, 0.3, 0.45, 0.6, 0.75, 0.9, 1.05, 1.2, 1.35 ve 1.5 mL konulmuştur. Saf su ile tüpün hacmi 1.5 mL'ye tamamlanarak ve her tüpe 1.47 mL, 103,5 mM KH₂PO₄ hazırlanan substrat tamponundan (100 mL için; 1.4 g KH₂PO₄, 80 mL saf suda çözülerek 1N NaOH ile pH 7.5'a kadar titre edilerek, son hacim 100 mL'ye tamamlanmıştır) olacak şekilde 30 µL de su ilave edilmiştir. Son olarak, küvet spektrofotometreye konularak 240 nm'de absorbans azalışı, 3 dakika boyunca 15 saniye periyotlarla köre karşı okunmuştur (Osma vd., 2017).

2.4. Süperoksit Dismutaz Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi

Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi, nitro blue tetrazoliumun (NBT) fotokimyasal indirgenmesine bağlı inhibisyonunun, spektrofotometrik olarak belirlenme esasına dayanmaktadır (Agarwal ve Pandey 2004). Reaksiyon karışımını (3 mL); 50 mM KH₂PO₄ (pH: 7.8), 13 mM metiyonin, 75 M NBT, 2 M riboflavin ve 0.1 mM EDTA oluşturmaktadır. (SOD) enzim aktivitesinin ölçümünü yapabilmek için 3 mL spektrofotometre küvetine yukarıda belirtilen riboflavin içermeyen reaksiyon karışımından 2.84 mL alınıp üzerine 100 µL enzim ekstraktı eklenmiştir. Reaksiyon, tüp üzerine 100 M'lık riboflavin çözeltisinden 60 mL pipetlenip birbirine karıştırıldıktan hemen

sonra, beyaz bir ışık kaynağına maruz bırakılmak suretiyle başlatılmıştır. Hazırlan tüp, ışık kaynağında 15 dk. bekletilip oluşan reaksiyon ışık kaynağının kapatılmasıyla durdurulmuştur. 15 dk. boyunca NBT'nin renk açılma yoğunluğu 560 nm'de köre karşı okunmuştur. Kör, aynı işlemin enzimsiz şeklidir. SOD aktivitesinin 1 ünitesi, 560 nm'de gözlenen NBT indirgenmesinin % 50 inhibisyonuna sebep olan enzim konsantrasyonu, 1 enzim ünitesi olarak kabul edilerek, elde edilen veriler EU/g doku olarak tespit edilmiştir (Osma vd., 2017).

2.5. Element Analizi

Buğdaylarda 15, arpalarda 11. günün sonunda, hasat işlemi yapılarak örnekler etüvde 80⁰ C 'de 24 saat kurutulmuştur. Daha sonra havanda dövülerek toz haline getirilmiştir. Her örnekten sonra havan etil alkol ile yıkanarak kontaminasyonun engellenmesi sağlanmış olup, toz haline getirilmiş örnekler ayrı poşetlere konulup isimlendirilerek saklanmıştır. Bitki örneklerinden 0,5 gr tartılarak teflon hücrelere konulmuştur. Daha sonra, mikrodalga fırınında örnekler 10 mL % 65'lik HNO₃ eklendikten sonra Nowave SA (Kanada) mikrodalga cihazında 280 PSI basınçta ve 180 °C'de 20 dakika boyunca yakılmıştır. Hücreler mikrodalgadan çıkarıldıktan sonra soğutulmuştur. Hücreler içerisindeki numuneler, deiyonize su ile 50 mL'ye tamamlanmıştır. Filtre kağıdı ile süzülükten sonra Spectro blue marka ICP-OES cihazında uygun dalga boylarında okunması gerçekleştirilmiştir (Osma vd., 2014).

2.6. İstatistiksel Analizler

Elde edilen veriler, %95 güven aralığında istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır (Elveren vd., 2015).

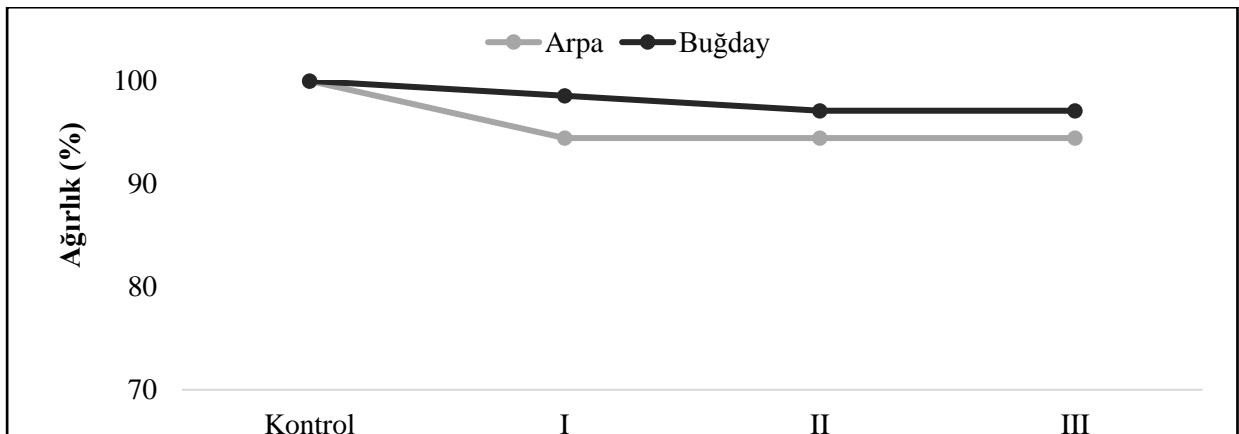
3. Bulgular

Yapılan çalışmada klima atık suyunun farklı konsantrasyonlarında buğday (*T. aestivum*) ve arpa (*H. vulgare*) üzerinde etkileri

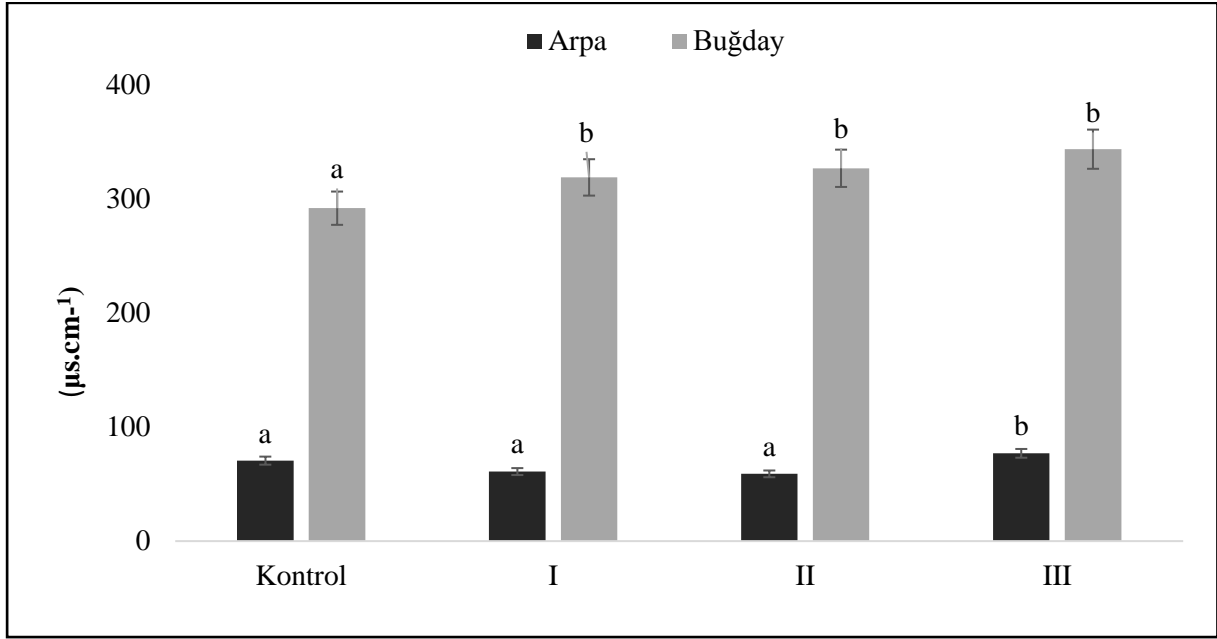
incelendi. Çalışmada hasat sonrası bitki ağırlıkları, SOD, CAT enzim aktiviteleri ile birlikte elektrolit sızıntı, MDA miktarları tespit edilerek, önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Elde edilen verilere göre, bitkinin strese girdiğinin bir göstergesi olarak, kontrol grubu örnekleri ile klima atık sularının uygulandığı örnekler kıyaslandığında hasat sonrası bitki ağırlıkları hariç elektrolit sızıntı, MDA, antioksidan enzim aktivitelerinde ciddi oranda bir artışın olduğu gözlenmiştir. Özellikle klima atık sularının konsantrasyonu arttıkça çalışılan parametrelerin de paralel olarak arttığı görülmüştür. Hasat sonrası örnekler tartılmış olup, kontrol örneklerinin klima atık sularının kullanıldığı örneklere göre daha ağır olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1). Elektrolit sızıntı ölçümlerine göre buğdayda 292.85–343.75 $\mu\text{s.cm}^{-1}$ arasında değerler alırken arpada ise 59–77 $\mu\text{s.cm}^{-1}$ değerlere sahip olduğu görülmüştür. Buğdayda, en yüksek değer 3/5 oranında, su ile karıştırılan klima atık suyunun kullanıldığı örneklerde tespit edilmiştir (Şekil 2). MDA konsantrasyonunun buğdayda 11.35–16.1 nmol.g^{-1} arasında iken arpada 2.33–4.07 nmol.g^{-1} değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Kontrol örnekleri ile diğer uygulama örnekleri arasında anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). CAT aktivitesi incelendiğinde, konsantrasyon artışı ile birlikte CAT enzim aktivitesinde de artış olduğu görülmektedir. CAT enzim aktivite değerlerinin buğdayda

4453.3–5102.2 EU g^{-1} FW arasında, arpada ise 2063–3084 EU g^{-1} FW değiştiği belirlenmiştir. Klima atık su konsantrasyonu arttıkça, buğday örneklerinde CAT aktivitesinin ciddi oranda artış olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4). SOD enzim aktivitesinde ise, eklenen klima atık sularının konsantrasyonuna bağlı olarak artış olduğu gözlenmiştir. SOD enzim aktivite değerleri buğdayda 494.00– 617.47 EU g^{-1} FW değerleri arasında olup, arpada 174.6–245.0 EU g^{-1} FW olarak belirlenmiştir. SOD enzim aktivitesi için kontrol grubu örnekleri ile diğer uygulama örnekleri arasında güçlü yönde anlamlı farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Klima atık sularının kullanıldığı örneklerde, kontrol grubu örneklerine göre MDA miktarında önemli oranda artış belirlenmiştir (Şekil 3).

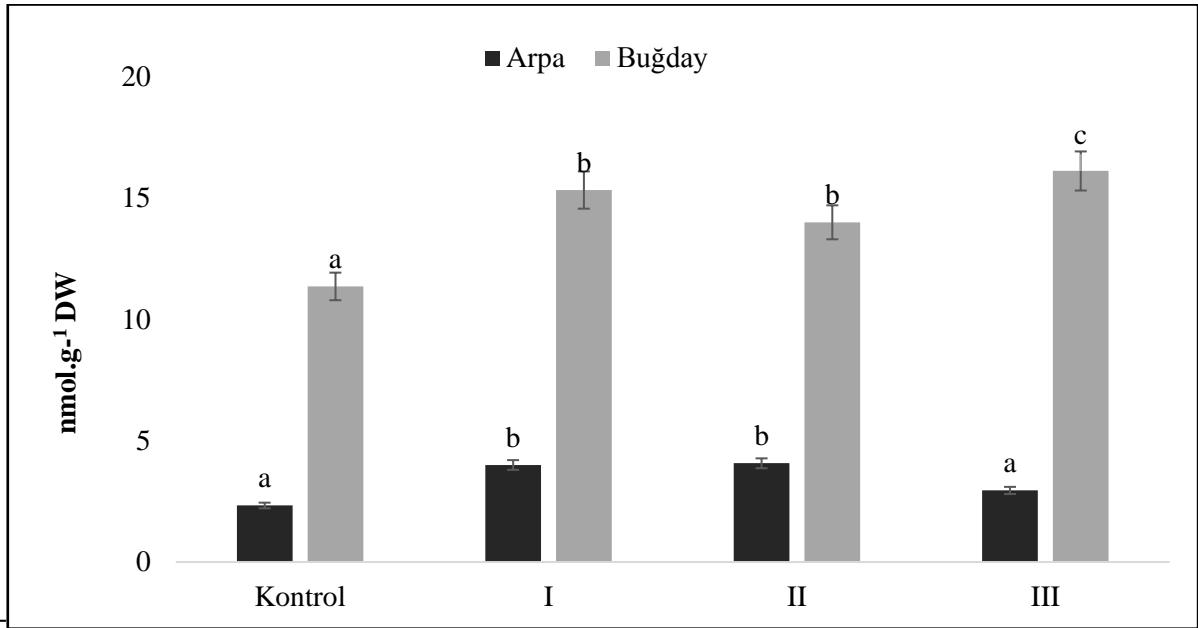
Bu çalışmada element analizler de yapılmış olup, önemli sonuçlar elde edilmiştir. Genel olarak element verileri incelendiğinde klima atık suların kullanıldığı bitki örneklerinde element konsantrasyonlarında farklılıklar görülmüştür (Tablo 1).



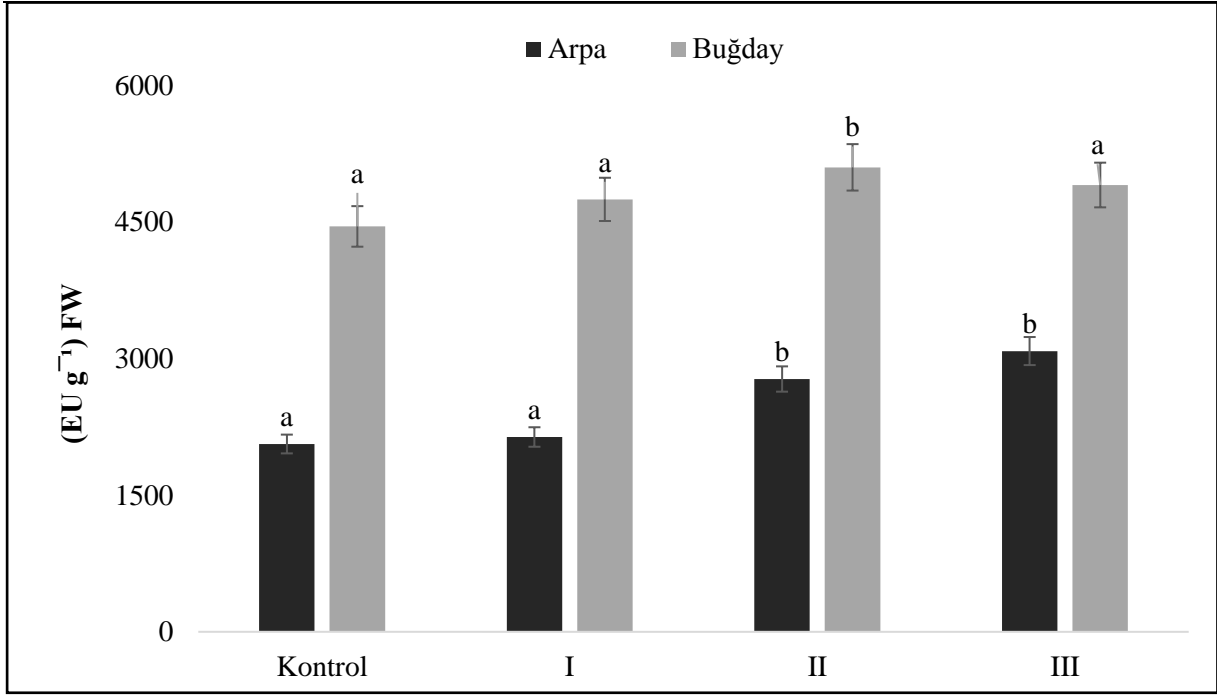
Şekil 1. Hasat sonrası *T. aestivum* ve *H. vulgare* 'nin yaş ağırlıkları (Kontrol, I = 1/5 klima suyu, II= 2/5 klima suyu, III = 3/5 klima atık suyu)



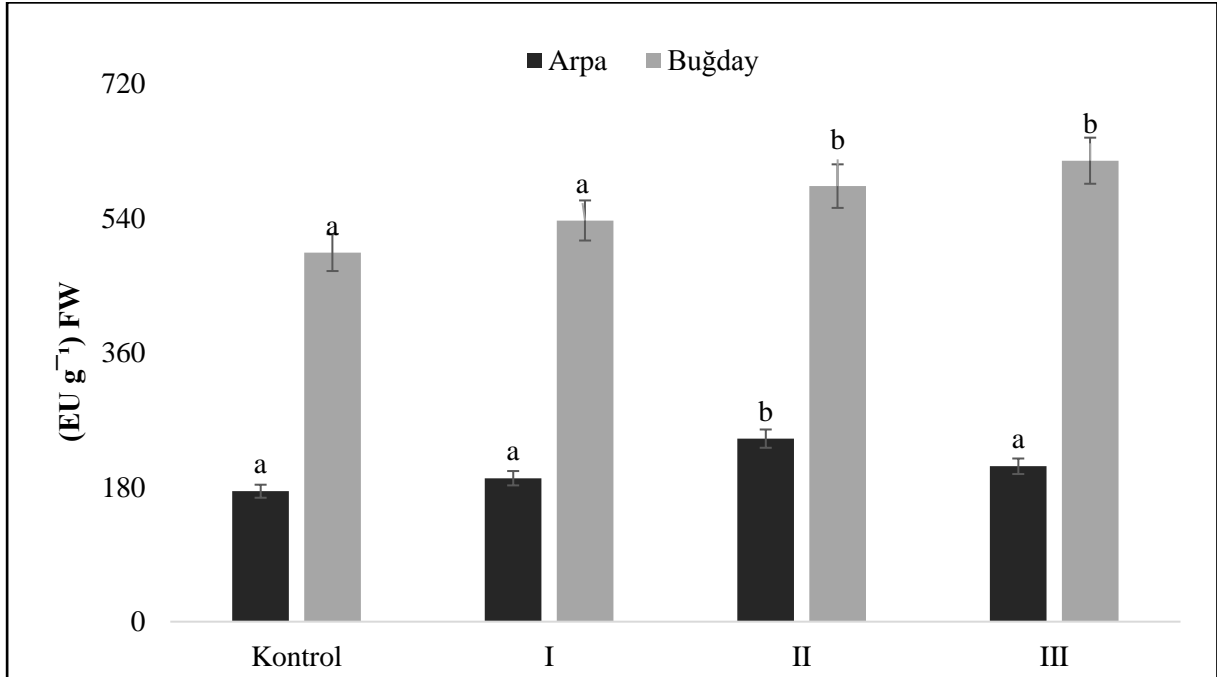
Şekil 2. Buğday (*T. aestivum*) ve arpaya (*H. vulgare*) farklı konsantrasyonlarda uygulanan klima atık suyunun Elektrolit Sızıntı üzerindeki etkisi (Kontrol, I = 1/5 klima suyu, II= 2/5 klima suyu, III = 3/5 klima atık suyu) (a, b ve c istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir)



Şekil 3. Buğday (*T. aestivum*) ve arpaya (*H. vulgare*) farklı konsantrasyonlarda uygulanan klima atık suyunun MDA üzerindeki etkisi (Kontrol, I = 1/5 klima suyu, II= 2/5 klima suyu, III = 3/5 klima atık suyu) (a, b ve c istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir)



Şekil 4. Buğday (*T. aestivum*) ve arpaya (*H. vulgare*) farklı konsantrasyonlarda uygulanan klima atık suyunun CAT enzim aktivitesine etkisi (Kontrol, I = 1/5 klima suyu, II= 2/5 klima suyu, III = 3/5 klima atık suyu) (a ve b istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir)



Şekil 5. Buğday (*T. aestivum*) ve arpaya (*H. vulgare*) farklı konsantrasyonlarda uygulanan klima atık suyunun SOD enzim aktivitesine etkisi (Kontrol, I = 1/5 klima suyu, II= 2/5 klima suyu, III = 3/5 klima atık suyu) (a ve b istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir)

Tablo 1. Klima atık suyunun farklı konsantrasyonlarına bağlı olarak buğday ve arpada bazı element miktarları ($\mu\text{g/g dw}$)

Element	Buğday				Arpa			
	Kontrol	I	II	III	Kontrol	I	II	III
Ca	1256.2	1319.4	1224.3	1282.1	1738.4	1776.8	1666.7	1100.4
Mg	2602.1	2453.2	2304.1	2312.2	3346.9	3213.3	6147.7	2742.8
K	61100	58301.9	58052.1	54946.9	56466	57912	35048.9	32249.3
Cu	15.3	11.7	12.1	12.6	16.8	13.4	13.5	14.4
Al	4.9	21.5	15.5	11.4	11.6	123.1	58.7	21.8
Cr	0.5	0.48	0.47	2.9	0.65	12.3	3.4	0.7
Cd	0.04	0.008	0.04	0.15	0.04	0.04	0.033	0.03

4. Sonuç ve Tartışma

Klima atık sularının kullanıldığı bu çalışmada kısa süreçte laboratuvar ortamında yetiştirilen arpa ve buğdaylarda farklılıklar olduğu görülmüş olup, yukarıda yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında verilerin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kentsel ve evsel atıkların karıştığı sulama sularının bitkiler üzerindeki etkilerine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Özellikle bitkilerde ağır metal birikimi ve ağır metallerin bitkiler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu çalışmalar incelendiğinde; Weihong vd. (2009) yaptıkları çalışmada buğdaygillerden olan *Vetiveria zizanioides* L. Nash kök ve filizlerinin Zn ve Cd alımlarını araştırmışlardır. Bu metallerin bitki biomasını düşürdüğü, MDA ve antioksidan enzim sistemlerini aktive ettiğini ve özellikle Cd ile Zn beraber verildiğinde aktivitenin daha fazla arttığını belirlemişlerdir. Abegunrin vd. (2016) banyo ve mezbahe atık suları ile sulanmış patlıcan ve ıspanak yetiştiriciliği üzerine bir çalışma yapmışlardır. Sonuçta atıkların karışmış olduğu sular ile yetiştirilen örneklerde farklılıklar olduğunu gözlemlemişlerdir. Sonuçta atık sulara karışan atık maddelere

göre, yetiştirilen ürünlerde büyüme ve verimliliğin değişebileceğini ortaya koymuşlardır. Khalid vd. (2013) yaptığı çalışmada işlenmiş atıksular ile işlenmemiş atık sular arasındaki farkı incelemiş ve bezelye bitkisinde işlenmiş suların daha etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Al-Othman vd. (2016) farklı su kaynaklarını buğday sulamada kullanmışlar ve buğdaylarda ağır metal birikiminde farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir. Meng vd. (2016) uzun süreli kanalizasyon sularını kullanarak yaptıkları çalışmada ağır metal birikiminin sebzelerde daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Raja vd. (2015) yaptıkları çalışmada atık sular ile sulanmış oldukları sebzelerde, özellikle yapraklı sebzelerde ağır metal birikiminin daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Ma vd. (2015) yaptıkları bir çalışmada, kömür madencilik faaliyetleri sonucu ortaya çıkan atık sular ile sulanmış topraklarda değişimler olduğu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, bu atık suların buğdaylarda da verimliliğin düşmesine ve bitki bünyesinde ağır metal birikiminin artış göstermesine neden olduğunu gözlemlemişlerdir. Balkhair ve Ashraf (2016) Suudi Arabistan'nın batı kesimlerinde kanalizasyon suları ile sulanmış bamyalarda ağır metal birikiminin arttığını

belirlemişlerdir. Klimaların avantajlarının yanında dezavantajları da olabilmektedir. Bu dezavantajları gidermek için bazı önlemler alınmalıdır. Ayrıca, küresel ısınma ve çevresel etkileri açısından, çevre dostu iklimler seçilmeli ve mümkün olduğunca yeni klima teknikleri geliştirilmelidir. Tarımsal alanda su kullanımı, topraklar, yeraltı suları ve yüzey sularının ciddi derecede kirlenmesine neden olmaktadır. Bu suların kirlenmesine neden olan kirletici unsurlar sediment, bitki besin maddeleri, eriyen ve erimeyen tuzlar, tarımda kullanılan ilaçlar, toksik iz elementler ve patojenler olarak sıralanabilir. Bazen, sulama sularına organik maddelerin karışması sonucunda bu suların, yetiştirilen ürünlerde verimliliği artırmasına karşın, sulama suyu ile birlikte taşınan kimyasal madde, gübre ve pestisitler büyük oranlarda kirlilik tehdidi oluşturabilmektedir. Dolayısıyla sulama sularına karışan maddelerin içeriğine dikkat edilmeli ve buna yönelik önlemler alınmalıdır. Sonuç olarak, yapılan çalışmada klima atık sularının sulama sularına karışmasına bağlı olarak yetiştirilecek ürünlerin verimliliğinde azalma ile birlikte, toksik maddelerin birikimine de yol açabileceği kanısına ulaşılmıştır.

5. Kaynaklar

- Abegunrin, T.P., Awe, G.O., Idowua, D.O., Adejumo, M.A. 2016. Impact Of Wastewater Irrigation On Soil Physico-Chemical Properties, Growth And Water Use Pattern of Two Indigenous Vegetables In Southwest Nigeria. *Catena*, 139, 167–178.
- Agarwal, S. and Pandey V. 2004. Antioxidant Enzyme Responses To NaCl Stress in *Cassia Angustifolia*. *Biologia Plantarum*, 48(4): 555-560.
- Ananieva, E.A., Alexieva, V.S., Popova, L.P. 2002. Treatment With Salicylic Acid Decreases The Effects of Paraquat on Photosynthesis. *Journal of Plant Physiology*, 159, 685-693.
- Albayrak, T., Mor, F., 2011. Comparative Tissue Distribution of Heavy Metals in House Sparrow (*Passer Domesticus* Aves) in Polluted And Reference Sites in Turkey. *Bulletin Environmental Contamination Toxicology*, 87, 457–462.
- Al-Othman, Z.A. Ali, R., Al-Othman, A.M., Ali, J., Habila, M.A. 2016. Assessment of Toxic Metals in Wheat Crops Grown On Selected Soils, Irrigated By Different Water Sources. *Arabian Journal of Chemistry*, 9, 1555–1562.
- Balkhair, K.S., Ashraf, M.A. 2016. Field Accumulation Risks of Heavy Metals in Soil And Vegetable Crop Irrigated With Sewage Water in Western Region Of Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23, 32–44.
- Chaoua, S., Boussaa, S., Gharmali, A.E., Boumezzough, A. 2018. Impact of Irrigation With Wastewater on Accumulation of Heavy Metals in Soil and Crops in The Region of Marrakech in Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2018.02.003>.
- Chen, F., Ying, G.G., Kong, L.X., Wang, L., Zhao, J.L., Zhou, L.J., Zhang, L.J. 2011. Distribution and Accumulation of Endocrine-Disrupting Chemicals and Pharmaceuticals in Wastewater Irrigated Soils in Hebei, China. *Environmental Pollution*, 159, 1490-1498.
- Duenas, A.H., Pineda, J., Antonio, M.T., Aguirre, J.I. 2014. Oxidative Stress of House Sparrow As Bioindicator of Urban Pollution. *Ecological Indicators*, 42, 6–9.
- Elveren, M., Osmalı, E., Karakoyun, G. 2015. Erzincan'nın Farklı Bölgelerindeki Sarıçamların (*Pinus sylvestris* L. var. *Hamata* Steven) Ağaç Bileşenleri ve Yetiştikleri Topraklarda Mineral Elementlerin Birikimi, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(2), 119-126.
- Garg, V.K., Kaushik, P. 2005. Influence of Textile Mill Waste Water Irrigation on

- Growth of Sorghum Cultivars. *Applied Ecology and Environmental Research*, 6, 1-12.
- Graudenz, G.S., Oliveira, C.H., Tribess, A., et.al. 2005. Association of Air-Conditioning With Respiratory Symptoms in Office Workers in Tropical Climate. *Indoor Air*, 15, 62–66.
- Griffith, M., Ala P., Yang D.S.C., Hon W.C., Moffatt B.A. 1992. Antifreeze Protein Produced Endogenously in Winter Rye Leaves. *Plant Physiology*, 100, 593–596.
- Havir, E.A., Mchale, N.A. 1987. Biochemical and developmental characterization of mutiple forms of catalase in tobacco leaves. *Journal of Plant Physiology*, 84, 1291-1294.
- Isaksson, C. 2010. Pollution and Its Impact on Wild Animals: A Meta-Analysis Onoxidative Stres. *EcoHealth*, 7, 342–350.
- Khalid, A., Saba, B., Kanwal, H., Nazir, A., Arshad, M. 2013. Responses of Pea and Wheat to Textile Wastewater Reclaimed by Suspended Sequencing Batch Bioreactors. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 85, 550-555.
- Khan, M.U., Malik, R.N., Muhammad, S. 2013. Human Health Risk From Heavy Metal Via Food Crops Consumption With Wastewater İrrigation Practices İn Pakistan. *Chemosphere*, 93, 2230–2238.
- Koivula, M.J., Eeva, T. 2010. Metal-Related Oxidative Stress in Birds. *Environmental Pollution*, 158, 2359–2370.
- Ma, S.C., Zhang, H.B., Mab, S.T., Wang, R., Wang, G.X., Shao, Y., XiLi, C. 2015. Effects of Mine Wastewater İrrigation on Activities of Soil Enzymes and Physiological Properties, Heavy Metal Uptake And Grain Yield in Winter Wheat. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 113, 483–490.
- Meng, W., Wang, Z., Hu, B., Wang, Z., Lic, H., Goodman, R.C. 2016. Heavy Metals in Soil and Plants After Long-Term Sewage İrrigation at Tianjin China: A Case Study Assessment. *Agricultural Water Management*, 171, 153–161.
- Osma E., İlhan V., Yalçın İ.E. 2014. Heavy metals accumulation causes toxicological effects in aquatic *Typha domingensis* Pers. *Brazilian Journal of Botany*, 37(4),461-467.
- Osma, E., Elveren, M., Türkoğlu, E., Yavuzer, H., Çığır, Y. 2017. Tıbbi İlaçlar ve Kişisel Bakım Ürünlerinin (PPCPs) *Triticum aestivum* L. Üzerinde Antioksidan Enzim Aktivitelerine Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 535-541.
- Osma E., Cigir Y., Karnjanapiboonwong A., Anderson T.A. 2018. Evaluation of selected pharmaceuticals on plant stress markers in wheat. *International Journal of Environmental Research*, 12(2), 179-188.
- Özçimen, D., Terzioğlu, P., Yücel, S. 2012. Human Health Effects of Air Conditioners. *Journal of Engineering and Natural Sciences*, Sigma 30, 56-65.
- Pan, M., Chu, L.M. 2017. Transfer of Antibiotics From Wastewater or Animal Manure to Soil and Edible Crops. *Environmental Pollution*, 231, 829-836.
- Qureshi, A.S., Hussain, M.I., Shoaib, İ.,Khan, Q.M. 2016. Evaluating Heavy Metal Accumulation and Potential Health Risks in Vegetables İrrigated With Treated Wastewater. *Chemosphere*, 163, 54-61.
- Raja, S., Masoom, H., Cheema, N., Babar, S., Khana, A.A, Murtazac, G., Aslama, U. 2015. Socio-Economic Background of Wastewater İrrigation and Bioaccumulation of Heavy Metals in Crops and Vegetables. *Agricultural Water Management*, 158, 26–34.
- Righi, E., Aggazzotti, G., Fantuzzi, G., vd. 2002. Air Quality and Well-Being Perception in Subjects Attending University Libraries in Modena (Italy).

The Science of the Total Environment, 286, 41-50.

- Singh, A., Sharma, R.K., Agrawal, M., Marshall, F.M. 2010. Risk Assessment of Heavy Metal Toxicity Through Contaminated Vegetables From Waste Water Irrigated Area of Varanasi, India. *International Society Tropical Ecology*, 51, 375–387.
- Söğüt, M.Z., Karakoç, H. 2013. Klimalarda Enerji Verimliliği Sınıflandırılmasında Farklı Bir Yaklaşım: Ekserjetik Verimlilik Oranı ve Çevresel Etki Oranı. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 859-871.
- Stagoll, K., Manning, A.D., Knight, E., Fischer, J., Lindenmayer, D.B. 2010. Using Bird–Habitat Relationships to Inform Urban Planning. *Landscape and Urban Planning*, 98,13–25.
- Tıraş, H.H. 2012. Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre: Teorik Bir İnceleme. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 2, 57-73.
- Tran, T.K., Chiu, K.F., Lin, C.Y., Leu, H.J. 2017. Electrochemical Treatment of Wastewater: Selectivity of The Heavy Metals Removal Process. *International Journal of Hydrogen Energy* 42, 27741-27748.
- Yan, C.X., Yang, Y., Zhou, J.L., Liu, M., Nie, M.H., Shi, H., Gu, L.J. 2013. Antibiotics in The Surface Water of The Yangtze Estuary: Occurrence, Distribution And Risk Assessment. *Environmental Pollution.*, 175, 22-29.
- Weihong, X.U., Wenyi, L.I., Jianping, H.E., Singh, B., Zhiting, X. 2009. Effects of Insoluble Zn, Cd, And EDTA on The Growth, Activities of Antioxidant Enzymes And Uptake of Zn And Cd in *Vetiveria zizanioides*. *Journal of Environmental Sciences*, 21, 186–192.