

Ses Stresinin Bazı İç Mekan Süs Bitkilerinin Potasyum, Magnezyum ve Kalsiyum Alımı Üzerine Etkileri

Halil ÖZKURT¹, Özlem ALTUNTAŞ²

¹Çukurova Üniversitesi, Karaisalı Meslek Yüksek Okulu, Bilgisayar Teknolojisi ve Programlama, Adana

²İnönü Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Malatya

e-mail: ozkhalil@cu.edu.tr

Özet: Ses stresi, abiyotik stress faktörleri içerisinde incelenen ve bitki büyümesi ve gelişmesine etki eden alternatif bir mekanik stress faktörüdür. Özellikle iç mekan bitkileri, sabit ses stresine maruz kalma durumunda olan bitkiler içerisinde yer alırlar. Bu çalışmada, ses stresinin aşk merdiveni (*Nephrolepis exaltata*) ve paşa kılıcı (*Sansevieria trifasciata*) bitkilerinin besin elementi alımı üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, söz konusu bitkiler 3 farklı ses frekansı değerlerinden 600 Hz ile ilk hafta, 1240 Hz ile ikinci hafta, 1600 Hz ile üçüncü hafta 90 dB’de muamele edilmişlerdir. Haftalık muameleler sonunda bitki yaprakları besin element içerikleri yönünden analiz edilmiştir. Sonuç olarak, artan ses frekansları ile her iki bitkinin de yapraklarındaki besin elementleri miktarında artış gözlenmiştir. Paşa kılıcı bitkisinde K alımının 1600 Hz’de Mg ve Ca alımının 1240 Hz’de, Aşk merdiveni bitkisinde ise Mg ve Ca alımının 1240 Hz’de K alımının 600 Hz’de arttığı saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Ses stresi, besin element alımı, süs bitkileri, iç mekan, aşk merdiveni, paşa kılıcı

The Effects Of Sound Stress On Potassium, Magnesium And Calcium Uptake Of Some Indoor Ornamental Plants

Abstract: Sound stresses included in abiotic stress factors created by the sound areas in which sound waves form affect growth and development of plants as an alternative mechanic stress. Especially indoor plants are within the plants groups exposed to constant sound stress. In this work, the effects of sound stress on some nutrient elements (K, Mg and Ca) uptake of fern (*Nephrolepis exaltata*) and zamia (*Sansevieria trifasciata*) plants were investigated. For that purpose, fern and zamia plants were exposed to 3 different frequency values as 600 HZ sound wave in the first week, 1240 HZ in the second week and 1600 Hz sound waves in the third week at 90 dB adjusted as constantly. At the end of applications practiced each week, nutritional element analysis were performed in leaf samples. As result, along with the increase at frequency value at a constant sound intensity level, the zamia plants increased their nutritional element uptake when they were exposed to stress. It was determined that K uptake increased at 1600 Hz; and Mg, Ca uptake increased at 1240 HZ while Mg and Ca contents were determined as the highest at 1240 HZ sound frequency and K contents as the highest at 600 HZ sound frequency for fern plants.

Key words: Sound stress, nutrient element uptake, ornamental plants, in door, fern, zamia

Giriş

Bitkiler kendileri için optimum olan koşullarda maksimum gelişimlerini gösterirler. Normal metabolizmanın esnekliğine bağlı olarak, bitkiler günlük ve mevsimlik değişimler karşısında büyümelerini devam ettirebilmelerine rağmen, beklenmedik bir koşula sürekli veya zaman zaman maruz kalmaları sonucunda, gelişimlerini ve hayatta kalmalarını etkileyecek hastalıklar, hasarlar veya fizyolojik değişimler meydana gelebilir (Shao ve ark., 2008 ;

Shabala, 2012). Bu elverişsiz şartlara sebep olan faktörlere “stres” denir. Bitkileri etkileyen stres faktörleri biyotik (bitkiler, mikroorganizmalar, hayvanlar ve antropogenik etkiler) ve abiyotik stres faktörleri (sıcaklık, su, ses, mineraller, vb.) olmak üzere ikiye ayrılır (Larcher, 1995 ; Taiz ve Zeiger, 2008).

Abiyotik stres faktörleri arasında yer alan farklı ses şiddetleri, alternatif mekanik bir stres olarak bitkilerin büyüme ve gelişmelerine etkileri bulunmaktadır (Braam ve ark., 1997; Wang ve ark., 2002). Günümüze kadar

yapılan çalışmalarda araştırmacılar genellikle bitkiler için yarayışlı olan ses dalgaları üzerinde durmuştur (Bochu ve ark., 2001 ; Xiujuan ve ark., 2003 ; Li ve ark., 2008 ; Hongbo ve ark., 2008 ; Qi ve ark., 2009).

Ev, işyerleri büyük plazalarda yer alan iç mekan bitkileri de sürekli ses stresine maruz kalan bitki grupları içerisinde yer almaktadır. Paşa kılıcı (*Sansevieria trifasciata*), iç mekanlara oksijen sağlamada diğer bitkilerden daha çok etkilidir, havayı temizler, geceleri oksijen açığa çıkarır. Havalandırma sorunu olan ofislerde kırtasiye malzemelerinden yayılan zararlı gazları absorbe etmesi nedeniyle çok sayıda bulundurulmasında fayda vardır (Sunilson ve ark., 2009 ; Roy ve ark., 2012).

Bitki büyüme ve gelişmesinde bitki besin elementleri oldukça önemlidir. Bitkilerde, hücre büyümesi ve çoğalmasının yanında yaşamsal olaylarda da mutlak gerekli olan mikro ve makro besin elementleri kökler tarafından buldukları ortamdan alınır (Kacar ve Katkat, 2006). Stres faktörleri bitkilerin beslenmelerini de etkilemektedir. Bu çalışmada yer alan ses dalgalarının stresi de abiyotik stres faktörleri grubu içerisinde yer almaktadır. Ses dalgalarının alternatif mekanik bir stres olarak bitkilerin büyüme ve gelişmelerine etkileri bulunmaktadır (Braam ve ark., 1997; Wang ve ark., 2002). Besin elementlerinin alımı; bitkilerin beslenmesi ve bitki büyüme ve gelişmesini sağlamanın yanı sıra elementler aynı zamanda biyokimyasal olaylarda da görev almaktadır (Kacar ve Katkat, 2006). Yapılan bu çalışmada sabit bir ses şiddeti düzeyi (dB) ve 3 farklı HZ değerine sahip ses dalgalarının oluşturduğu ses alanlarındaki strese maruz bırakılmış paşa kılıcı ve aşk merdiveni bitkilerinin besin elementleri

olarak bitki büyümesi için makro düzeyde bulunması gereken K, Mg ve Ca besin elementleri alımındaki değişimleri araştırılmıştır. Örnek bitki olarak iç mekan türü seçilmesinde bu tür bitkilerin ev, işyeri gibi mekanlarda sürekli ses stresi altında yaşamlarını devam ettirmelerinden yola çıkılmıştır. Ev ve iş yerlerinde ses frekansları sabit olmadığından denemede de frekanslar değiştirilmiş ve bitkilerin belirli besin elementleri (K, Mg ve Ca) alımının etkilenme durumları incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Ses ve ses büyüklükleri

Kulağımızı uyararak beynimizde duymalara yol açan havadaki titreşimlere “ses” denir. Ses olgusundan bahsedebilmek için üç temel ölçü gerekir. Bunlar; ses kaynağı, ses kaynağının ürettiği titreşimleri kulağa taşıyacak bir iletici ortam ve bu titreşimleri algılayabilen bir işitme sistemidir. Ses dalgaları, titreşim doğrultusu ile yayılma doğrultusu aynı olan boyuna dalgalardır. Ses dalgaları mekanik dalgalar olup bu dalgaların yayılabilmesi için maddesel bir ortama ihtiyaç vardır. Bu nedenle, ses dalgaları boşlukta yayılamazlar. Sesin önemli büyüklüklerinden biri ses basıncı $p(t)$ ve ses hızıdır ($v(t)$). Her iki büyüklükte zamana göre değişen bir büyüklüktür. Basitleştirilmiş formda etkin ses basıncı p daha kullanışlıdır. Gözlemin yapıldığı T süresince değişen ses basıncından ortalama değer şöyle hesaplanabilir:

$$P = \sqrt{\frac{1}{T} \int P^2(t) dt} , [Pa]$$

Bu hesaplama , sayısal ses ölçüm cihazları tarafından kullanılmaktadır. Ses basıncına benzer olarak ortalama ses hızı (v) şöyle hesaplanabilir

$$v = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt} \left[\frac{m}{s} \right]$$

Ses basıncının ses hızına oranı bir düzlem dalgada hem bölgesel hem de zamansal olarak bir sabiti verir. Bu sabit sayı ortamın karakteristik bir büyüklüğüdür ve iç impedans veya iç direnç - dalga mukavemeti olarak anılır:

$$Z_0 = \frac{\rho}{v}$$

Burada; ρ Sesin yayıldığı ortamın yoğunluğu, v :ses hızı ve c : Ses yayılma hızıdır

İnsanın algılama sınırları içinde çeşitli büyük farklı ses şiddetleri vardır. Bu da bizi bir seviye ölçüsü olan desibel [dB] birimini kullanmaya götürür. Buradaki seviye “ses şiddeti” olarak tanımlanır ve ses şiddeti birim alandan akan ses enerjisi miktarıdır.

$$I = \frac{W(\text{watt})}{A(m^2)}$$

Bu tanımda W ses kaynağından yayılan enerji miktarı ; A ise ses enerjisinin içerisinden aktığı alan dır.Sesin seviyesi logaritmik olarak algılanmaktadır. Ses şiddet düzeyi de genellikle logaritmik olarak ifade edilir. Bu seviye bir enerji-fiziksel büyüklüğün belirli bir temel değere oranının logaritması olarak tanımlanır. Bu oranı oluşturmak için işitebildiğimiz en küçük ses enerjisi miktarını referans alınır. Bu enerji miktarı 1 picowatt/m^2 yani 10^{-12} W/m^2 dir. dB'nin başka bir anlamı algılanan ses düzeyi ya da gürültü düzeyi birimidir.

Ses şiddeti seviyesi için temel ses şiddeti değeri I_0 ; 1000 Hz' deki duyma sınırındır:

$$L_I = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0} [dB]$$

Sinüs dalgası formundaki ses dalgaları da ; İki tepe arasındaki uzaklık dalga boyu olarak adlandırılır ve bir saniyede gözlenen dalga tepesi sayısına

frekans denir. Bu bir fiziksel terim olarak müzisyenlerin ses seviyesi dedikleri nicelik ile aynı anlamı taşır. Düşük frekansla bas sesler, yüksek frekanslar tiz seslerdir.

Deneysel Düzenek

Kullanılan Cihazlar; deneyde dB göstergeli, bölgesel ayarlanabilir amplifikatör (ses yükseltici), frekans oluşturmak için (600Hz, 1000Hz, 1240Hz, 1600Hz) sinyal jeneratörü (ayarlanabilir frekans ösilatörü), 3 adet 2m×2m boyutlarında deney için hazırlanmış 4 tarafı açılıp kapanabilir odalar vesound level meter (gürültü ölçüm aleti) ve 360⁰ ses verebilme özelliğine sahip hoparlörler kullanılmıştır. Odalarda kullanılan camın kalınlığı 4 mm çift cam ve bu camlar arasında 10,5 mm boşluk bulunmaktadır.

Yapılan deneyde toplam 3 oda kullanılmıştır. Bu odaların her biri sadece kendi içerisindeki sesi duymakta, odalara dışarıdan herhangi bir gürültü girmemektedir. deney alanında bulunan odaların hiçbirinin kesinlikle birbirini duymaması gereklidir. Bu yüzden deney yapılmadan önce her odanın testi yapılmıştır. Her oda içerisinde kullanılan hoparlörler 360⁰ ses verebilme özelliğine sahiptir. Bu hoparlörler yerden 43 cm yükseklikte ve odanın merkezine yerleştirilmiştir. Bitkilerin içinde bulunduğu 2 litrelik saksılar, farklı ses dalgalarının gönderilerek ses alanları oluşturulan kabinlere yerleştirilmiştir. Üç tekerrürlü kurulan denemede 3 hafta örnekler alınacağından her kabine aynı türden 15 saksı yerleştirilmiştir. Bu saksılar her odaya daire biçiminde dizilmiştir. Her bir saksı hoparlöre 65 cm uzaklığa yerleştirilmiş böylece deneyde kullanılan bütün saksılar hoparlöre aynı uzaklıkta olmuştur. Uzaklığın 65 cm seçilmesinin sebebi ise ses basıncı ve ses hızı oranının korunabilmesi için ses ölçümleri kaynaktan yeteri kadar

mesafede yapılabilmesi ve bunun da yaklaşık 1m olmasıdır. Daha sonra sound level meter (gürültü ölçüm aleti) ile ölçülen dB değeri 90 dB düzeyinde amplifikatörden sabit olarak ayarlanmıştır. Uzmanlar 85 dB üzerinde sese maruz kalmanın tehlikeli olabileceğini belirtmektedir. Bu yüzden çalışmada, dB değeri sabit olarak 90 dB seçilmiştir. Ayrıca ses uygulamasının yapılmadığı bir kabine de kontrol bitkileri yerleştirilmiş uygulamalar kontrolle karşılaştırılmıştır.

Çalışma süresi 3 haftadır. Her kabinde 90 dB şiddetinde ve sırasıyla 1. hafta 600 Hz, 2. hafta 1240 Hz, ve 3. Hafta 1600 Hz'lik değerlerde ses dalgası gönderilmek suretiyle farklı ses alanları oluşturulmuştur. Deney süresince dB değeri sabit tutulurken uygulanan frekans miktarı her 7 gün sonunda değiştirilmiştir. Yani 3. hafta sonunda analizi yapılan bir bitki 3 farklı frekans düzeyinde oluşturulan ses alanının etkisinde kalmıştır. Kabinlere ses dalgası günde 2 kez 6 saat arayla 30'ar dakika gönderilmiştir. Bu saatler sabah 9:00 - 9:30 öğleden sonra 15:00 - 15:30 arasındadır. Çalışmada kullanılan

bitkiler sadece ses dalgaları aldıkları zamanlarda kapalı ortamda kalmışlardır. Bitkiler 3 haftalık deneme süresince beslenmemiş sadece 2 günde bir eşit miktarlarda sulanmıştır. Yaprak örnekleri, ses uygulaması başladıktan sonra 7, 14 ve 21. günlerde alınmıştır. Besin elementi (K, Ca, Mg) analizlerinde ise kuru yakma yöntemi kullanılmıştır. Örnekler kurutulup öğütülmüş, daha sonra 550 °C de yakılarak %3.3 (v/v) HCl içerisinde çözdürülmüş ve element konsantrasyonları atomik absorpsiyon spektrometrede (Varian 220 FS) emisyon modunda okunmuştur (Lichtenthaler, 1998).

Bulgular

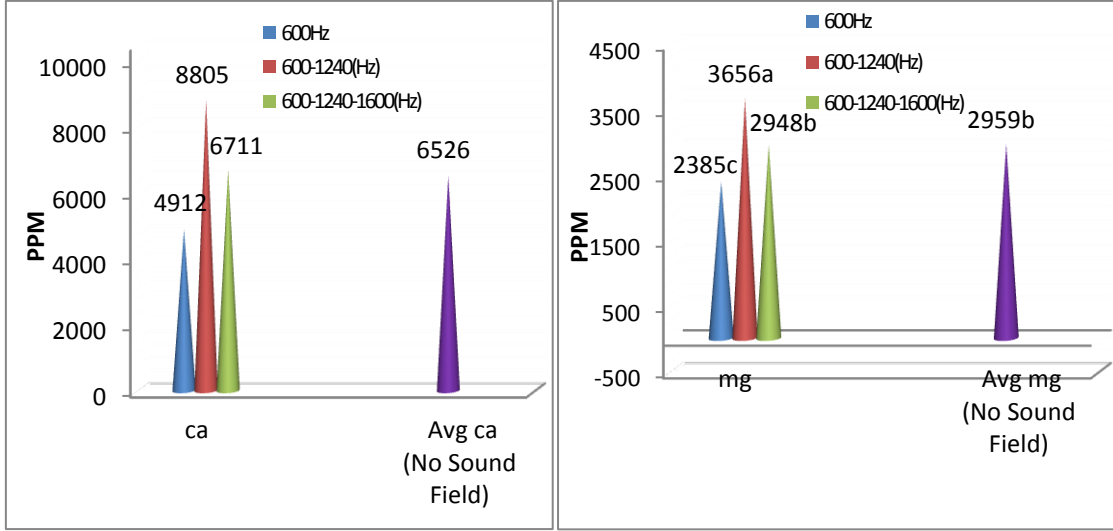
Ses stresinin aşk merdiveni bitkisinde besin elementi alımına etkisi makro besin elementlerinden magnezyum üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tablo 1'i incelediğimizde; diğer besin elementleri alımında da etki yaratmış ancak bu istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır (Özkurt ve Altuntaş, 2016).

Tablo 1. Farklı ses frekansları uygulanmış aşk merdiveni bitkilerinin yapraklarındaki bitki besin element içerikleri

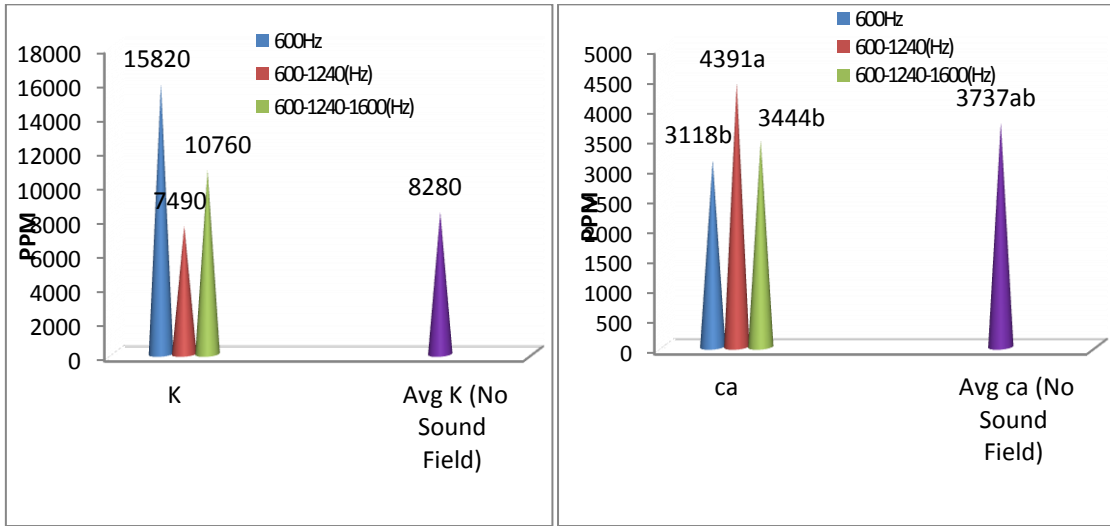
Besin elementi	Kontrol	600 Hz	1240 Hz	1600 Hz	LSD % 5
K	8280	15820	7490	10760	
Mg	2959 b	2385 c	3656 a	2948 b	517.23**
Ca	6526	4912	8805	6711	

Potasyum miktarının 600 Hz frekans değeri kontrol bitkilerine göre çok artmış olduğu görülmektedir. 1240 Hz frekans değerinde ise kontrol bitkilerine göre potasyum içeriklerinin az olduğu belirlenmiştir. 1600 Hz de ise kontrol bitkilerine göre Potasyum

miktarının arttığı saptanmıştır. Kalsiyum miktarının ise 600 Hz frekans değerinde azalmış olduğu, 1240 ve 1600 Hz düzeyinde ise bu element alımlarının kontrol bitkilerine göre artmış olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1. Farklı ses düzeylerinin Aşk Merdiveni bitkisinin Ca ve Mg elementleri alımı üzerine etkileri.

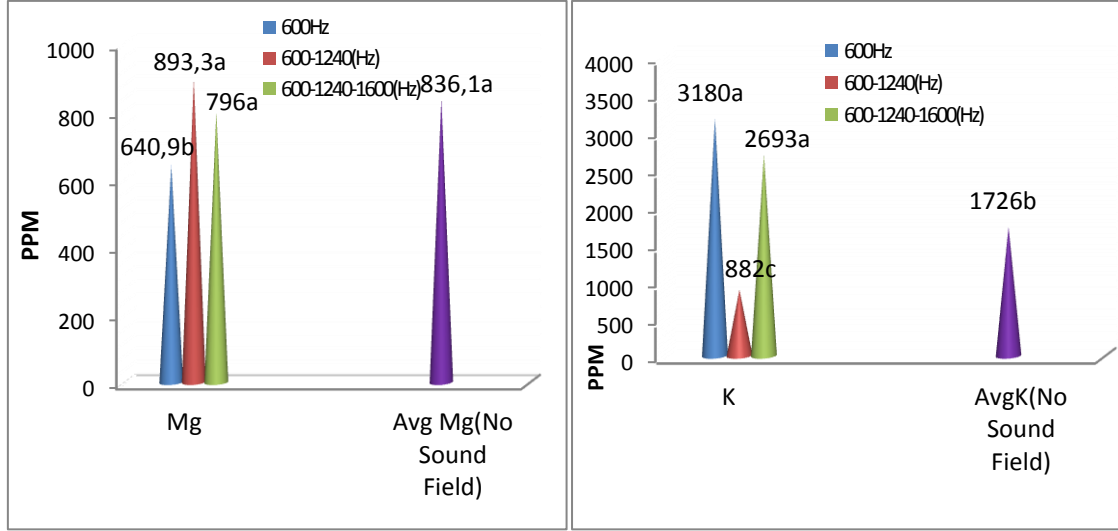


Şekil 2. Farklı ses düzeylerinin Aşk Merdiveni bitkisinde K ve Paşa Kılıcı bitkisinde Ca alımı üzerine etkileri

Farklı frekanslardaki ses stresinin paşa kılıcı bitkisinde besin elementi alımına etkisi incelendiğinde ise istatistiksel önemde fark yarattığı gözlenmiştir (Tablo2).

Tablo 2. Farklı ses frekansları uygulanmış paşa kılıcı bitkilerinin yapraklarındaki bitki besin element içerikleri

Besin elementi	Kontrol	600 Hz	1240 Hz	1600 Hz	LSD % 5
K	1726 b	3180 a	882 c	2693 a	785.76**
Mg	836.1 a	640.9 b	893.3 a	796 a	114.95**
Ca	3737 ab	3118 b	4391 a	3444 b	732.20*



Şekil 3. Farklı ses düzeylerinin Paşa Kılıcı bitkisinin Mg ve K elementleri alımı üzerine etkileri.

Araştırma süresince sabit tutulan ses düzeyi olan 90 dB ve ilk frekans değeri olan 600 Hz düzeyinde bitkiler ilk strese girdiklerinde potasyum içeriği artmıştır. Frekans değeri 1240 Hz'e yükseldiğinde potasyum miktarları kontrol bitkilerine göre belirgin seviyede azalmıştır (Özkurt ve ark., 2016). Frekans değeri 1600 Hz iken; ise potasyum içeriğinin kontrol bitkilerine göre yüksek olduğu saptanmıştır. Kalsiyum, magnezyum element içerikleri incelendiğinde; 600 Hz değerinde magnezyumun kontrol bitkilerine göre daha düşük seviyede olduğu, kalsiyumun ise kontrol bitkilerine yakın değer aldığı görülmektedir. 600 Hz 'de ile bitki ilk strese girdiğinde bu iki elementin alımını azaltmıştır. Frekans değeri 1240 Hz'e yükseldiğinde ise; kalsiyum, magnezyum en yüksek düzeyde belirlenmiş, 1600 Hz'de de yine kontrole göre bu elementlerin yapraklardaki içerik düzeyleri yüksek bulunmuştur.

Tartışma ve Sonuç

Lichtenhaler (1998), çevre faktörleri bitkilerin dayanma sınırlarının ötesinde olduğunda ve kontrol

edilmediğinde bitkinin büyümesini engellediği ve zarar verdiğini belirtmiştir. Ingber (1997), bitki büyümesi üzerinemekanik çevre faktörlerinin de hücrelerin yapısında ve büyümesinde önemli etkisi olduğunu göstermiştir. Ancak son yıllarda stres hafif ise, zararlı etkisi olmadığı hatta bu durumun avantajlı olduğu saptanmıştır.

Yapılan çalışmada paşa kılıcı bitkisinde farklı ses frekanslarının besin elementlerinin alımı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli düzeyde olmuştur. Potasyum içeriği incelendiğinde 600 Hz frekans değerinde besin alımı artmış, 1240 Hz değerinde düşmüştür. zararlanmanın başladığı ve olumsuz etkinin görüldüğü frekans ise 1240 Hz dir. Ancak 1600 Hz de potasyumun yapraklardaki içeriğinin tekrar yükseldiğini görmekteyiz. Bunun nedeni; bitkinin yüksek ses frekansında büyümeyi ve elementleri kullanacağı diğer metabolik olayları durdurmuş olabileceğidir. Mg ve Ca içeriği bakımından ise; bitkiler ilk hafta 600 Hz ses uygulamasından olumsuz etkilenmiş ancak 1240 Hz uygulamasında en yüksek değere ulaşmıştır. Mg ve Ca alımı için paşa kılıcı bitkilerinde 1240

Hz en etkili frekans değeridir. 1600 Hz frekans değerinde ise elementlerin alımının olumsuz etkilendiği, içerik değerlerinin azaldığı görülmektedir.

Aşk merdiveni bitkisinde potasyum içeriğinde 600 Hz en iyi frekans değeri olarak saptanmış, K içeriği yaklaşık iki kat fazla bulunmuştur. Ancak 1240 ve 1600 Hz de kontrol bitkilerinden daha düşük K içeriği belirlenmesi; yüksek ses frekanslarında potasyum alımının azaldığı, olumsuz etkilendiği sonucunu vermektedir. Mg ve Ca alımında frekansların etkisi hemen hemen aynıdır. Stresin ortaya çıktığı ilk hafta 600 Hz de bitkide Mg ve Ca alımı azalmış, 1240 Hz de en yüksek değeri almıştır. Frekans arttıkça alım tekrar düşmeye tekrar düşmeye başlamıştır. Ancak aşk merdiveni bitkisi için; makro besin elementlerinden Mg ve Ca için en iyi frekans değeri 1240 Hz, K için en iyi frekans değeri 600 Hz olarak belirlenmiştir. Xiunjuan ve ark. (2003), krizantemde ses dalgalarının kallus büyümesini hızlandırdığını belirlediler. Yapılan bu çalışmada, elementlere göre değişmekle birlikte belli frekans değerlerinde besin alımının ses uygulamasıyla yükseldiği tespit edilmiştir. Bochu ve ark. (2003) te çeltikte yaptıkları çalışmada ise; 106 dB ses düzeyi, 200 ve 400 Hz frekans değerinde ses dalgası altında bitkilerde gövde uzunluğu, taze ağırlık, kök sayısı ve kökün toplam uzunluğunun arttığını belirlemişlerdir

Yi ve ark. (2003) de krizantemde yaptıkları çalışmada, krizantem kallus büyümesi için en etkili frekans değerinin 1000 Hz olduğunu, ancak 2000 Hz in bitki büyümesi üzerine zararlı etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Krizantem için 1000 Hz ve 100 dB nin büyüme için olumlu etkisi olduğunu tesbit etmişlerdir. Yiyao ve ark. (2002) de yine krizantemde yaptıkları bir çalışmada;

bitki büyümesinde önemli bir element olan kalsiyum alımının en iyi 100 dB ve 800 Hz de olduğunu belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda aşk merdiveni için ise bu değer 90 dB ve 1240 Hz olarak belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Bochu W, Xin C , Zhen W, Qizhong F, Hao Z, Liang R, 2003. Biological effect of sound field stimulation on paddy rice seeds[J]. *Colloids and Surfaces: Biointerfaces*, 32(1), pp. 29-34.
- Braam J, Sistrunk M L, Polisensky D H, Xu W, Purugganan M M, Antosiewicz D M, Campbell P, Johnson K A, 1997. Plant responses to environmental stress: Regulation and functions of the Arabidopsis TCH genes. *Planta*, 203 , pp. 35–41.
- Hongbo, S., Biao, L., Bochu, W., Kun, T., Yilong, L. 2008. A study on differentially expressed gene screening of Chrysanthemum plants under sound stress. *Comptes rendus biologiques*, 331(5), 329-333.
- Ingber D, E., 1997. Tensegrity: the architectural basis of cellular mechanotransduction. *Annual Revision. Physiology*, 59(1), pp. 575 -599.
- Kacar B, Katkat A V, 2006. *Plant Nutrition. Nobel Science and Biology Print*, Ankara, Turkey, pp. 1-589
- Larcher, W., 1995. *Physiological Plant Ecology*, Published by Springer, ISBN 0-387-09795-3, New York, 506p.
- Li, B., Wei, J., Wei, X., Tang, K., Liang, Y., Shu, K., Wang, B. 2008. Effect of sound wave stress on antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation of *Dendrobium candidum*. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 63(2), 269-275.

- Lichtenthaler, H. K. 1998. The stress concept in plants: an introduction. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 851(1), 187-198.
- Lichtenthaler H K, Buschmann C, 1987. Reflectance and chlorophyll fluorescence signatures of leaves. In: *Proceedings of the Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, Michigan The University of Michigan, Ann Arbor 1, pp. 1'201-1206.
- Ozkurt, H., Altuntas, O. 2016. The Effect of Sound Waves at Different Frequencies upon the Plant Element Nutritional Uptake of Snake Plant (*Sansevieria trifasciata*) Plants. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(48).
- Ozkurt, H., Altuntas, O., Bozdogan, E. 2016. The Effects of Sound Waves upon Plant Nutrient Elements Uptake of Sword Fern (*Nephrolepis exaltata*) Plants. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 6(3)9-15
- Qi, L., Teng, G., Hou, T., Zhu, B., Liu, X. 2009. Influence of sound wave stimulation on the growth of strawberry in sunlight greenhouse. In *International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture* (pp. 449-454). Springer Berlin Heidelberg.
- Roy, J., Kuddus, M., Begum, B., Choudhury, H. 2012. Evaluation of analgesic, cytotoxic and antioxidant activities of *Sansevieria roxburghiana* Schult. and Schult. f. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(2), 723-S726.
- Shabala, S. (Ed.). 2012. *Plant stress physiology*. Cabi. ISO 690
- Shao, H-B., Chu, L-Y., Jaleel, C.A. ve Zhao, C-X., 2008. Water-deficit Stress-induced Anatomical Changes in Higher Plants, *Comptes Rendus Biologies*, 331(3), 215-225.
- Sunilson, J. A., Jayaraj, P., Varatharajan, R., Thomas, J., James, J., Muthappan, M. 2009. Analgesic and antipyretic effects of *Sansevieria trifasciata* leaves. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 6(4).
- Taiz L, Zeiger E, 2008 *Plant Physiology*, Sinauer Associates, Inc., Publishers. pp.1-690.
- Wang B C, Zhao H C, Liu Y Y., 2002. The effects of alternative stress on the cell membrane deformability of chrysanthemum cells, *Colloid. Surf.* 20 (4), pp. 321-325.
- Xiujuan W, Bochu W, Yi J, Chuanren D, Sakanishi A., 2003. Effect of sound wave on the synthesis of nucleic acid and protein in chrysanthemum. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 29 (2-3), pp. 99 -102.
- Yi, J., Bochu W., Xiujuan W., Daohong W., Chuanren D., Toyama, Y., Sakanishi, A., 2003. Effect of sound wave on the metabolism of chrysanthemum roots. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 29 115-118.
- Yiyao, W. Bochu, L. Xuefeng, D. Chuanren, A. Sakanishi, 2002. Effects of sound field on the growth of *Chrysanthemum callus*, *Colloid. Surf. B* 24, 321-326.