

Ses Dalgalarının 1000 Hz ve Farklı Ses Şiddetlerinde Lavanta ve Biberiye Bitkileri Üzerindeki Etkileri

Halil Özkurt

Çukurova Üniversitesi, Karaisalı Meslek Yüksek Okulu, Bilgisayar Teknolojisi Bölümü Bilgisayar Programcılığı, Adana
E-mail: ozkhalil@cu.edu.tr

Özet: Abiyotik stres faktörleri arasında yer alan farklı ses dalgalarının oluşturduğu ses alanlarının meydana getirdiği ses stresleri, alternatif mekanik bir stres olarak bitkilerin büyüme ve gelişmelerine etki etmektedir. Çalışmada tıbbi amaçlı olarak değerlendirilen iki farklı tıbbi ve aromatik bitkiler (*Lavandula angustifolia*, *Rosmarinus officinalis*) sabit tutulan 1000 Hz frekans değerinde 3 farklı ses şiddeti düzeyinde (95dB, 100dB, 105dB) ses dalgalarına maruz bırakılmışlardır. Farklı şiddetteki ses stresine tabi tutulan bitkilerde; bitki boyu (cm), yaprak sayısı (adet/bitki), gövde çapı (mm), bitki taze ve kuru herba ağırlıkları (g/bitki) ile kök taze ve kuru ağırlıkları (g/bitki) ölçülmüş ve bitki kuru herbada uçucu yağ oranları (%) belirlenmiştir. Sonuç olarak; *Lavandula angustifolia*, *Rosmarinus officinalis* ses stresi bitki büyüme parametrelerini ve uçucu yağ oranlarını etkilemiştir.

Anahtar Kelimeler: *Lavandula angustifolia*, *Rosmarinus officinalis*, ses dalgaları, dB, Hz, bitki büyümesi, uçucu yağ

The Effects Of Sound Waves At 1000 Hz And Different Sound Intensities On Lavender And Rosemary 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. In this study, two medicinal and aromatic plants (*Lavandula angustifolia*, *Rosmarinus officinalis*) which have an important place in human health, were exposed to sound waves at 3 different dB values (sound intensities are 95 dB, 100dB, 105dB). During the period of application the frequency values 1000 Hz adjusted as constantly. Sound stresses that created by the sound fields in which sound waves that have different dB values affect growth and development of plants as an alternative mechanic stress. In this research, plant height (cm), number of leaves/plant, diameter of stem (mm), fresh and dry weight of root, fresh and dry weight of shoot (leaves + stem) were measured and essential oil rate (%) were determined. The results indicated that growth parameters and essential oil of, *Lavandula angustifolia*, *Rosmarinus officinalis* were affected by sound intensities.

Key words: *Lavandula angustifolia*, *Rosmarinus officinalis*, sound waves, dB, Hz, plant growth, essential oil.

Giriş

Bitkiler, doğaları gereği dış çevre ile sürekli ilişki halindedirler. İçinde buldukları çevrede uygunsuz koşullar oluşması durumunda adaptasyon eksikliğine bağlı olarak stres koşullarına maruz kalırlar. Çevre şartlarının bir bitkinin normal büyüme ve gelişmesini olumsuz yönde etkileyecek kadar değişmesi halinde bitkide meydana gelen duruma stres denir. Bir başka deyişle bitki üzerinde negatif etkileri olan dış faktörler olarak tanımlanır (Büyük ve ark., 2012). Bitkiler yaşamları sürecinde

birçok stres faktörü ile karşılaşmaktadırlar. Stres faktörleri Levitt'e (1972) göre biyotik ve abiyotik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Biyotik faktörler; mikroorganizmaların (fungus, bakteri ve virüs) enfeksiyonu ve zararlı hayvanların saldırıları sonucu oluşan stres faktörleridir. Abiyotik faktörler ise su, sıcaklık, radyasyon, kimyasallar, manyetik ve elektriksel alanlar gibi çevre faktörleridir (Lichtenhaler, 1996). Bitkilerin ortalama veriminin %50'den fazla azalmasına

neden olan abiyotik stres, dünyadaki tarımsal ürün kaybının birincil nedenidir (Bray, 2000; Yıldız ve Terzi, 2007). Abiyotik stres bitkilerde; morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler değişimlere neden olarak bitki büyüme ve verimliliğini olumsuz etkilemektedir (Wang ve ark., 2000; Taiz and Zeiger, 2008).

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., 2003).

Materyal ve Yöntem

Ses dalgaları ve ses büyüklükleri

Kulağımızı uyararak beynimizde duymalara yol açan havadaki titreşimlere ses denir. Ses ortamda dalgalar halinde yayılır. Yani madde moleküllerinin titreşimiyle oluşan bir dalga hareketidir. Ses meydana getirebilen her şey bir ses kaynağıdır. Ses dalgaları, titreşim doğrultusu ile yayılma doğrultusu aynı olan boyuna dalgalardır. Yani ses, bizim doğal ortamımız olan havada boyuna dalgalar halinde ilerler. Ses dalgaları mekanik dalgalardır. Mekanik dalgaların yayılabilmesi için maddesel bir ortama ihtiyaç vardır. Bu nedenle, ses dalgaları boşlukta yayılamazlar. Ses büyüklüklerinin en önemlilerinden biri ses basıncıdır. Ses basıncı Sesin yayılması sırasında, belirli bir zaman içinde, hava basıncında meydana gelen değişimlerdir. Ses basıncı $p(t)$; zamana göre değişir ve sinüs formundaki titreşimler ile direkt olarak karakterize edilemez bir büyüklüktür. Basitleştirilmiş formda etkin ses basıncı p daha kullanışlıdır. Gözlemin yapıldığı T süresince değişen ses basıncından ortalama değer şöyle hesaplanabilir:

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

Burada Pa birimi, Pascal'ı $\left[\frac{N}{m^2} \right]$

göstermektedir. temel ses basıncı p_0 ; 1000 Hz' de duyma sınırındaki ses basıncı $2 \cdot 10^{-5}$ Pa olarak kabul edilmektedir. Günümüzde, sayısal ses ölçüm cihazları tarafından kullanılan hesap bu şekildedir. Sesin bir diğer karakteristik büyüklüğü ses hızıdır ($v(t)$) ve zaman göre değişir. Ses basıncına benzer olarak ortalama ses hızı (v) şöyle hesaplanabilir.

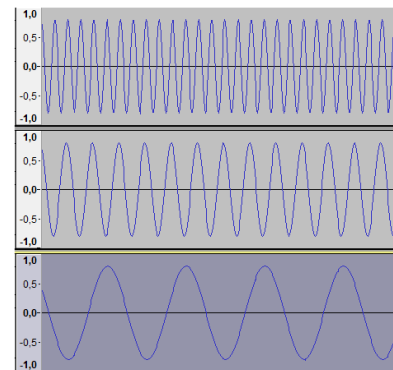
$$v = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt} \left[\frac{m}{s} \right]$$

Ses basıncı değişimi doğru ve basit bir şekilde bir mikrofona tarafından ölçülebilmesine rağmen, ses hızının ölçümü ölçme tekniği açısından oldukça zordur. Ses ölçümleri kaynaktan yeteri kadar mesafede (yaklaşık 1m) yapılır ki böylece ses basıncı ve ses hızının oranı korunmuş olur. Açık alan şartlarında yayılan ses için;

$$v = \frac{p}{\rho \cdot c} \left[\frac{m}{s} \right]$$

bağıntısı yazılabilir. Burada; ρ Sesin yayıldığı ortamın yoğunluğu, v : ses hızı ve c : Ses yayılma hızıdır. Böylece ses hızı dolaylı olarak ses basıncı yardımıyla bulunmuş olur.

Ses Frekansı



Şekil 1. Farklı frekanstaki sinüs dalgaları

Ses dalgaları sinüs dalgası şeklindedir. İki tepe arasındaki uzaklık dalga boyu olarak adlandırılır ve bir saniyede gözlenen dalga tepesi sayısına frekans denir. Bu fiziksel terim müzisyenlerin ses seviyesi dedikleri nicelik ile aynıdır. Frekansa bağlı olarak bir sesin ses basıncı seviyelerinin alınması “frekans analizi” olarak bilinir. Sonuçların grafiksel gösterimleri de “ses spektrumu” olarak isimlendirilir. İnsanın algılama sınırları birbirinden daha büyük farklı ses şiddetlerini içine alır. 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 alandır. “Ses şiddeti seviyesi” denilince bir enerji-fiziksel büyüklüğün belirli bir temel değere oranının logaritması anlaşılmalıdır. 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 sınırıdır:

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

Ses şiddeti ses basıncının karesi ile orantılıdır ($I \sim p^2$). Buradan ses basıncı seviyesi:

$$L_p = 10 \cdot \log \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \cdot \log \frac{p}{p_0} [dB]$$

bağıntısıyla bulunur. Buradaki temel ses basıncı p_0 ; 1000 Hz' de duyma sınırındaki ses basıncı $2 \cdot 10^{-5}$ Pa olarak kabul edilmektedir. Ses ölçme cihazları bu bağıntılar yardımıyla ses basıncı seviyesini doğrudan desibel biriminde

gösterirler (Çetinkaya, 2010; Özkurt ve Altuntaş, 2017).

Kullanılan Cihazlar

Yapılan çalışmada, dB göstergeli, bölgesel ayarlanabilir ve çeşitli dB değerleri ayarlayabileceğimiz “amplifikatör” (ses yükseltici) kullanılmıştır. Frekans oluşturmak için ise “sinyal jeneratörü” (ayarlanabilir frekans ösilatörü), 4 adet 2m×2m boyutlarında deney için hazırlanmış 4 tarafı açılıp kapanabilir odalar kullanılmıştır. Ayrıca ses ölçüm cihazı olarak; “sound level meter (gürültü ölçüm aleti)” ve 360° ses verebilme özelliğine sahip hoparlörler kullanılmıştır. Odalarda kullanılan camın kalınlığı 4 mm çift cam ve bu camlar arasında 10,5 mm boşluk bulunmaktadır.

Bitkisel materyal

Bitkisel materyal olarak; lavanta (*Lavandula officinalis*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*) olmak üzere tıbbi ve aromatik 2 farklı tür kullanılmıştır. Lavanta bitkileri, Fleurantalya Tarım A.Ş. den temin edilmiş Fransız lavantası ana bitkilerinden; biberiye bitkileri ise, Karaisalı yerli popülasyonu ana bitkilerinden elde edilmiştir. Deneme bitkilerinin elde edilmesi; ana bitkiden stolon şeklinde ayrılmak suretiyle yeni bitki oluşturulmuştur. Biberiye ve lavanta bitkileri ana materyalden ayrıldıktan sonra, sterilize edilmiş 1/3 Çiftlik gübresi + 2/3 Bahçe toprağı ile doldurulmuş 4 litrelik saksılarda yetiştirilmiştir. Bu işlemin üzerinden 6 ay geçmiş, köklenmesini tamamlamış bitkiler ses odalarına alınarak çalışma başlatılmıştır. Kısaca; her 2 türde de büyüme ve gelişmesini tamamlamış 6 aylık bitkiler denemede kullanılmıştır.

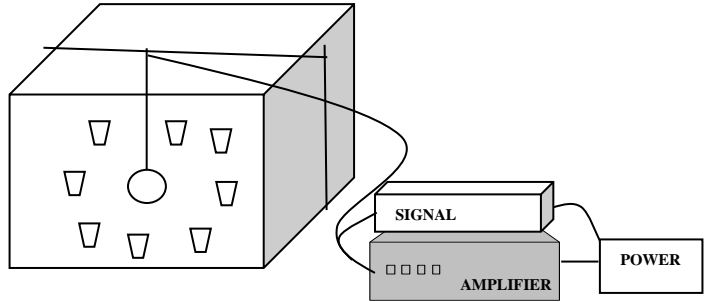
Deneme Düzeni

Araştırma; Çukurova Üniversitesi Karaisali Meslek Yüksekokulu Araştırma ve uygulama arazisindeki plastik sera içerisinde yapılmış olan 4 adet özel ses odalarında gerçekleştirilmiştir. Deneme 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 9 saksı olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Her türe ait 27 saksı olmak üzere her bir odaya toplam 54 saksı yerleştirilmiştir.

Yapılan denemede toplam 3 oda kullanılmıştır. Bu odaların her biri sadece kendi içerisindeki sesi duymakta, odalara dışarıdan herhangi bir gürültü girmesine engel olacak şekilde dizayn edilmiştir. Çünkü, deneme alanında bulunan odaların hiçbirinin kesinlikle birbirini duymaması gereklidir. Bu yüzden çalışma başlamadan önce her odanın testi yapılmıştır. Her oda içerisinde kullanılan hoparlörler 360° ses verebilme özelliğine sahip olup yerden 43 cm yükseklikte asılı ve odanın merkezine yerleştirilmiştir. Bitkilerin bulunduğu saksılar farklı ses dalgalarının gönderilerek farklı ses alanları oluşturulan bu odalara yerleştirilmiştir. Her bir saksı hoparlöre 65 cm uzaklıkta olacak şekilde ayarlanmış, böylece deneyde kullanılan bütün saksılar hoparlöre aynı uzaklıkta olmuştur. Uzaklığın 65 cm seçilmesinin sebebi ise, ses basıncı ve ses hızı oranının korunabilmesi için ses ölçümlerinin kaynaktan yeteri kadar mesafede olması gerekliliğidir.

Çalışmanın yapıldığı ses odalarının her biri için dB değeri 95 dB, 100 dB ve 105 dB düzeylerinde amplifikatörden sabit olarak ayarlanmıştır. 85 dB üzerinde sese maruz kalmanın uzmanlar tarafından tehlikeli olabileceği belirtilmektedir. Bu yüzden çalışmada dB değerleri sabit olarak 85 dB'nin üzerinde seçilmiştir. Ayrıca ses uygulamasının yapılmadığı diğer odalarla aynı özelliklere sahip ama hiç ses verilmeyen ayrı bir odaya da kontrol bitkileri

yerleştirilmiş uygulamalar kontrolle karşılaştırılmıştır.



Şekil 2. Deneme düzeneğinin şekilsel gösterimi

Çalışmada ses uygulamaları 30 gün boyunca devam etmiştir. Her oda da farklı dB şiddetlerinde (95 dB, 100 dB, 105 dB) ve referans olarak seçilen sabit frekans değeri 1000 Hz'de ses dalgası gönderilmek suretiyle farklı ses alanları oluşturulmuştur. Araştırma süresince frekans değeri sabit tutulmuştur. Yerleştirilen bitkiler 30 gün boyunca ayrı ayrı üç odada 1000 Hz sabit frekans ve farklı dB şiddetlerinde oluşturulan ses alanlarının etkisinde kalmışlardır. 4. odada ise; hiçbir ses uygulaması yapılmamıştır. Uygulamaların yapıldığı 3 odaya, ses dalgaları, günde bir defa 1 saat boyunca sabah 10:00 ile 11:00 arasında gönderilmiştir. Denemede kullanılan bitkiler sadece ses dalgaları aldıkları zamanlarda kapalı ortamda kalmışlardır. Bitkiler araştırma süresince beslenmemiş sadece 2 günde bir eşit miktarlarda sulanmıştır.

Bitkilerde Yapılan Ölçüm ve Gözlemler

Deneme 14.11.2013 tarihinde başlamış, 14.12.2013 tarihinde sona ermiştir. Bitkilere ait ölçüm ve analizler ses stresine maruz kaldıktan 10 gün sonra başlamış ve 10 günde bir olmak üzere toplamda 3 kez yapılmıştır. Ölçümler için her tekerrürden 3 bitki sökülmüş ölçümler sökülen bitkilerden alınmıştır. Bitkilerde; bitki boyu, gövde çapı, dal

sayısı, kök taze ve kuru ağırlığı, yeşil aksam taze ve kuru ağırlığı ile uçucu yağ oranı verileri alınmıştır.

Uçucu yağ analizi, Ege Üniversitesi Merkez Laboratuvarında yapılmıştır. Analiz yöntemi, bitkiler söküldükten ve yeşil aksamları taze ağırlığı alındıktan sonra 35° C'de kurutulmuştur. Kuru herba (10 g), bir Neo-Clevenger aparatı kullanılarak 3 saatlik bir su damıtma işlemine tabi tutulmuştur. Ekstre edilmiş uçucu yağlar, GC analizine kadar 4 °C'de saklanmıştır. Bitkilerde uçucu yağ oranları volumetrik (ml/100 g) kullanılarak belirlenmiştir (Wichtl, 1971).

Bitkilere ait verilerin değerlendirilmesinde, veri analizi için IBM SPSS Statistics 20 programı kullanılmıştır. Elde edilen sayısal değerler varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar ($P \leq 0.05$) önem seviyesinde Duncan testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Lavanta ve Biberiyede Bazı Bitki Büyüme Parametreleri ve Biomas Ölçüm Sonuçları

Lavantlarda yapılan bitki büyümesine ilişkin parametrelere ait ölçüm sonuçlarını incelediğimizde; büyüme ses stresine rağmen durmamış

devam etmiştir. Bitki boyu kontrol bitkilerinde belirgin artmış, ses stresine maruz bitkilerde boy olarak büyüme tüm ölçüm tarihlerinde kontrol bitkilerine oranla geri kalmıştır. Son ölçüm tarihinde ise istatistiksel anlamda önemli düzeyde kontrol bitkileri boy olarak stresine maruz kalan bitkilerden yüksek bulunmuştur. Dal sayısı bakımından kontrol bitkilerindeki dal sayısı tüm ölçüm tarihlerinde istatistiksel önemde stres uygulanan bitkilerden adet olarak daha yüksek ölçümlenmiştir. Boy olarak aradaki fark fazla bulunmamış olsa da kontrol bitkileri ses stresi uygulanan bitkilerden önemli düzeyde fazla dallanma göstermiştir. Gövde çapı değerlerine baktığımızda; her 3 ölçüm tarihinde de yüksek ses stresi uygulanan (105db) bitkilerde en yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Bitki boyu kısa olan bitkilerde gövde çapı daha yüksek ölçülmüştür (Çizelge 1,2,3).

Çizelge 1. Ses stresine maruz kalan lavantalarda 10 gün sonra (24.11.2013) yapılan ölçüm sonuçları

Uygulama	Bitki boyu (cm)	Dal sayısı (adet)	Gövde çapı (cm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)	Yeşil aksam yaş ağırlığı (g)	Yeşil aksam kuru ağırlığı (g)
95 db	9,5	12,5 b	3,21	25,25 b	5,2	31,11	7,43
100 db	9,5	15,5 ab	3,93	32,98 ab	7,05	33,79	8,68
105 db	10,5	18,5 a	4,65	24,67 b	5,19	36,86	9,27
Kontrol	11,5	17 a	4,29	37,58 a	8,16	36,32	9,75

Çizelge 2. Ses stresine maruz kalan lavantalarda 20 gün sonra (04.12.2013) yapılan ölçüm sonuçları

Uygulama	Bitki boyu (cm)	Dal sayısı (adet)	Gövde çapı (cm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)	Yeşil aksam yaş ağırlığı (g)	Yeşil aksam kuru ağırlığı (g)
95 db	12	23,5 b	4,46	30,37 b	7,39	36,19	7,25 b
100 db	12,5	21,5 b	4,28	38,32 ab	8,93	35,27	9,95 a
105 db	13,5	21,5 b	4,96	43,13 a	8,76	37,14	10,73 a
Kontrol	14,75	33,5 a	4,58	47,28 a	9,4	37,71	10,40 a

Çizelge 3. Ses stresine maruz kalan lavantalarda 30 gün sonra (14.12.2013) yapılan ölçüm sonuçları

Uygulama	Bitki boyu (cm)	Dal sayısı (adet)	Gövde çapı (cm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)	Yeşil aksam yaş ağırlığı (g)	Yeşil aksam kuru ağırlığı (g)
95 db	13,5 b	25,5 b	4,74	42,75 b	13,90 b	42,54 a	9,98
100 db	14,75 b	24 b	6,15	46,30 ab	13,44 b	43,83 a	10,82
105 db	13,5 b	25,5 b	6,04	44,59 b	10,37 c	35,21 b	11,84
Kontrol	17 a	34 a	5,43	51,45 a	17,73 a	45,66 a	12,38

Biberiyelerde bitki büyüme parametrelerini incelediğimizde; lavantalarda olduğu gibi, ses stresine rağmen büyüme devam etmiştir. Bitki boyu tüm ölçüm tarihlerinde kontrol bitkilerinde daha yüksek bulunmuştur. Fakat bu fark istatistiksel önemde değildir. Dal sayısı bakımından yine tüm ölçüm tarihlerinde kontrol bitkilerinden en yüksek sonuç alınırken, ses stresi

biberiyelerde dallanmayı fazla etkilememiştir. Yine gövde çapı değerleri de kontrol bitkilerinde tüm ölçüm tarihlerinde genelde daha yüksek bulunurken, değerler birbirine yakındır. Ses stresi bitki büyüme parametreleri açısından biberiyelerde bir miktar gerilemeye neden olsa da lavantalardaki kadar olumsuz etkilememiştir (Çizelge 4,5,6).

Çizelge 4. Ses stresine maruz kalan biberiyelerde 10 gün sonra (24.11.2013) yapılan ölçüm sonuçları

Uygulama	Bitki boyu (cm)	Dal sayısı (adet)	Gövde çapı (cm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)	Yeşil aksam yaş ağırlığı (g)	Yeşil aksam kuru ağırlığı (g)
95 db	25,5	9	5,70	20,51	4,45 b	28,75 a	12,10 a
100 db	28	10	5,87	20,06	4,79 a	25,82 b	10,86 b
105 db	27	11,5	5,67	17,92	4,22 b	23,06 b	9,60 b
Kontrol	29,5	13	6,28	19,50	4,92 a	30,06 a	13,50 a

Çizelge 5. Ses stresine maruz kalan biberiyelerde 20 gün sonra (04.12.2013) yapılan ölçüm sonuçları

Uygulama	Bitki boyu (cm)	Dal sayısı (adet)	Gövde çapı (cm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)	Yeşil aksam yaş ağırlığı (g)	Yeşil aksam kuru ağırlığı (g)
95 db	33	14	6,34	26,86 a	5,78 b	30,41	12,29 a
100 db	31	14,5	6,00	27,49 a	6,35 b	28,27	10,50 b
105 db	31	14,5	5,95	23,90 b	5,36 b	27,71	9,88 b
Kontrol	34,5	16,5	6,46	33,00 a	7,08 a	32,56	14,59 a

Çizelge 6. Ses stresine maruz kalan biberiyelerde 30 gün sonra (14.12.2013) yapılan ölçüm sonuçları

Uygulama	Bitki boyu (cm)	Dal sayısı (adet)	Gövde çapı (cm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)	Yeşil aksam yaş ağırlığı (g)	Yeşil aksam kuru ağırlığı (g)
95 db	37	19,5	7,32	30,70 b	7,60 b	34,00 b	14,41 a
100 db	35,5	16,5	7,23	31,72 b	7,01 b	32,20 b	15,11 a
105 db	35	16	6,48	29,17 b	6,55 b	31,19 b	13,33 b
Kontrol	39	20,5	7,24	39,06 a	10,81 a	42,28 a	19,73 a

Lavanta ve biberiyelerde yapılan biomas ölçüm sonuçlarında; kök taze ve kuru ağırlığı ile yeşil aksam taze ve kuru ağırlığı değerleri alınmıştır. Lavantlarda kök yaş ağırlığı değerlerine baktığımızda; kök büyümesi devam etmiş, kontrol bitkilerinin kökleri taze ağırlık bakımından ses stresine maruz kalan bitkilere göre yüksek bulunmuştur. İkinci ölçüm tarihinde 100 ve 105 db ses stresi uygulanan bitkilerin kök taze ağırlıkları kontrol bitkilerinden sonra ikinci ve üçüncü sırayı almıştır. Tüm ölçüm tarihlerinde kök taze ağırlık farkı istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Kök kuru ağırlık sonuçların incelediğimizde; taze ağırlık sonuçlarına uygun olarak benzer sonuçlar göstermiştir. Kontrol bitkilerine ait kök kuru ağırlık değerleri ses stresi uygulanan bitkilerinkinden yüksek bulunmuş, aradaki farkın son ölçüm tarihinde istatistiki önemde olduğu saptanmıştır. Lavantalarda toprak üstü yeşil aksam taze ağırlık değerlerini incelediğimizde; her üç ölçüm tarihinde kontrol bitkilerine ait değerler ses stresi uygulanan bitkilerinden daha yüksek bulunmuştur. Ancak ilk iki ölçüm tarihinde taze ağırlık değerleri birbirine yakın saptanmıştır. Üçüncü ölçüm tarihinde ise kontrol bitkileri, 95 ve 100 db ses uygulanan bitkilerin yeşil aksam taze ağırlık değeri en yüksek ses uygulanan bitkilerin yeşil aksam taze ağırlık değerinden istatistiksel anlamda belirgin olarak farklı bulunmuş ve en düşük değeri almıştır. Yeşil aksam kuru ağırlık değerleri taze ağırlıklara benzerlik göstermiştir. Kontrol bitkilerinin yeşil aksam kuru ağırlık değerleri her üç ölçümde de en yüksek sonucu almıştır. Ses stresi uygulanan bitkilerde kontrol bitkilerine yakın değerleri almış sadece ikinci ölçüm tarihinde 95 db ses uygulanan bitkilerin yeşil aksam kuru ağırlık değeri diğer uygulamalardan düşük bulunmuştur (Çizelge 1,2,3).

Biberiyelerde kök taze ağırlığı sonuçlarında ilk ölçüm tarihinde en düşük değer en yüksek ses olan 105 db uygulanan bitkilerde ölçülürken, diğer 95 ve 100 db ses uygulanan bitkiler kontrol bitkileriyle hemen hemen aynı değeri almıştır. İkinci ve üçüncü ölçüm tarihlerinde ise kontrol bitkileri kök taze ağırlık bakımından en yüksek değeri almıştır. İkinci ölçüm tarihinde kontrol, 95 ve 100 db ses uygulanan bitki köklerinin ağırlıkları 105 db ses uygulanan bitki kök ağırlığından belirgin olarak farklı bulunmuştur. Üçüncü ölçüm tarihinde ise, kontrol bitkileri ses stresi uygulamalarındaki bitkilerden istatistiki önemde farklı ölçümlenmiştir. Kök taze ağırlıklarına paralel olarak kök kuru ağırlıkları da her üç ölçüm tarihinde istatistiksel önemde farklılık göstermiştir. Kontrol bitkilerinin kök kuru ağırlık değerleri ses stresine maruz kalan bitkilerin kök kuru ağırlık değerlerine göre daha yüksek sonucu vermiştir. Biberiyelerde; kontrol bitkilerinde her üç ölçüm tarihinde de en yüksek yeşil aksam taze ağırlık değerleri ölçülmüştür. Uygulamalar arasındaki farklılık birinci ve üçüncü ölçüm tarihlerinde istatistiki önemde bulunmuştur. En yüksek ses uygulaması (105 db) bitkilerinin yeşil aksam taze ağırlık değerleri ikinci ve üçüncü ölçümlerde en düşük sonucu vermiştir. Yeşil aksam kuru ağırlık sonuçlarında ise; üç ölçüm tarihinde de istatistiksel olarak uygulamalar arasında farklılık tespit edilmiştir. Kontrol bitkileri en yüksek ses uygulanan bitkilerin yeşil aksam kuru ağırlıklarına göre belirgin düzeyde yüksek değer almıştır. İlk iki ölçüm tarihinde en düşük ses uygulaması 95 db bitkileri de kontrolle aynı grupta yer almış, son ölçüm tarihinde ise bu gruba 100 db bitkileri de katılmıştır (Çizelge 4,5,6).

Lavanta ve Biberiyelerde Analiz Edilen Uçucu Yağ Oranı

Çizelge 7. Farklı db lerde ses uygulamalarından 10 gün, 20 gün ve 30 gün sonra lavantalardaki uçucu yağ oranı (%)

Uygulama	10 gün sonra	% Değişim	20 gün sonra	% Değişim	30 gün sonra	% Değişim
95 db	0,24 ab	46	0,27	44	0,45 a	18
100 db	0,32 a	27	0,33	31	0,35 b	36
105 db	0,19 b	56	0,29	40	0,33 b	40
Kontrol	0,44 a		0,48		0,55 a	

Lavantalarda uçucu yağ miktarı ses stresi ile azalmıştır. Kontrole göre % azalma değerlerini incelediğimizde en yüksek yüzde değerler 105 db ses

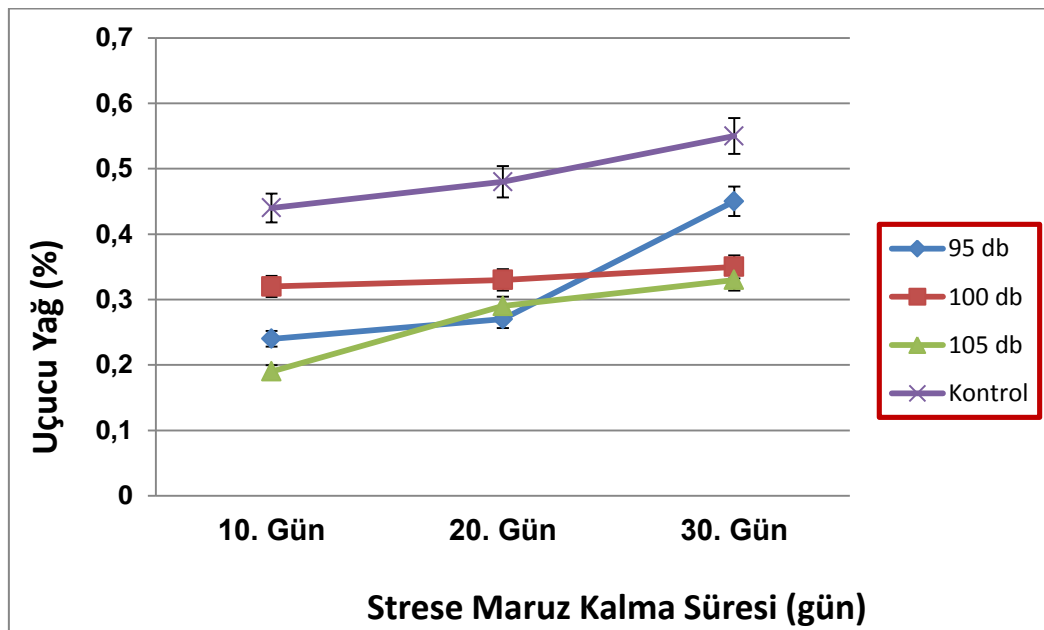
stresinde saptanmıştır. Her 3 ölçümde de kontrol bitkilerinde analiz edilen uçucu yağ oranları ses stresi uygulanan bitkilerinkinden daha fazladır (Çizelge 7, Şekil 3).

Çizelge 8. Farklı db lerde ses uygulamalarından 10 gün, 20 gün ve 30 gün sonra biberiyelerdeki uçucu yağ oranı (%)

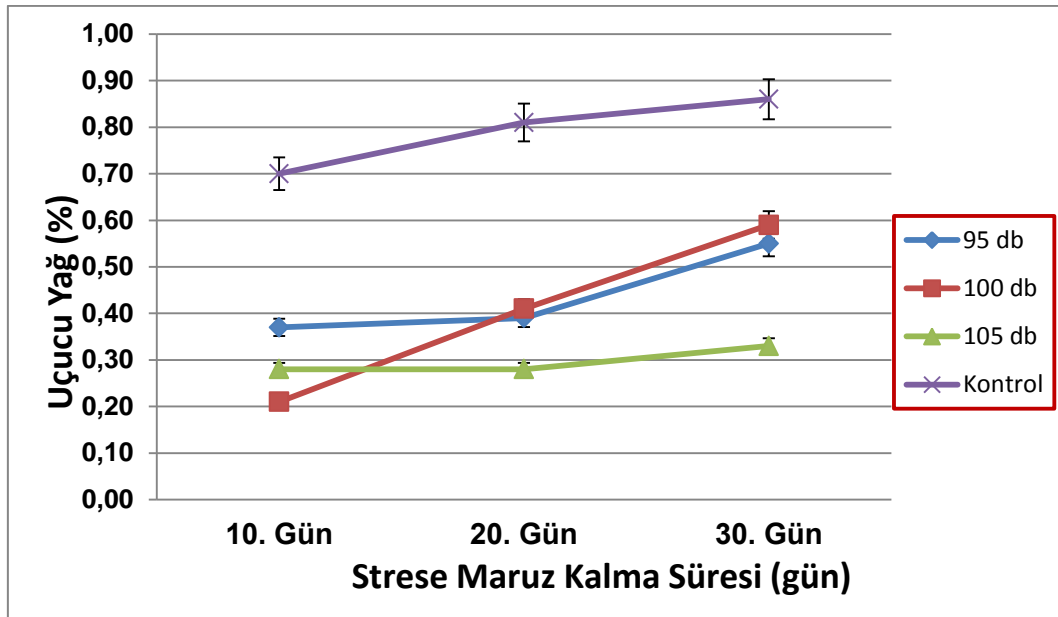
Uygulama	10 gün sonra	% Değişim	20 gün sonra	% Değişim	30 gün sonra	% Değişim
95 db	0,37 ab	47	0,39 b	52	0,55 ab	36
100 db	0,21 b	70	0,41 b	49	0,59 ab	31
105 db	0,28 ab	60	0,28 c	65	0,33 b	61
Kontrol	0,70 a		0,81 a		0,86 a	

Biberiye bitkilerinde; ses uygulamalarından sonra her 3 tarihte analiz edilen uçucu yağ oranları kontrolde yüksek bulunmuştur. Ses stresi biberiye bitkilerinde önemli düzeyde uçucu yağ oranlarının

azalmasına neden olmuştur. Özellikle en yüksek 105 db ses uygulanan bitkilerde uçucu yağ oranı kontrole göre % 65 e kadar azalmıştır (Çizelge 8, Şekil4).



Şekil 3. Farklı db lerde ses stresinin lavantalarda uçucu yağ oranına etkisi (%)



Şekil 4. Farklı db lerde ses stresinin biberiyelerde uçucu yağ oranına etkisi (%)

Xiujuan ve ark. (2003) krizantemlerde ses dalgalarının nükleik asit ve protein miktarına etkisini araştırmışlardır. 100 db ve 1000 Hz ses uygulamasından 3, 6, 9, 12 ve 15 gün sonra bitkilerdeki DNA ve RNA lardaki nükleik asit ve protein miktarı ölçülmüştür. 3,6 ve 9 gün sonra yapılan ölçümlerde kontrol bitkilerine göre artış belirlenirken, 12 ve 15 gün sonra azalma meydana gelmiştir. Stres başlangıçta kısa süreli ise olumlu etkide bulunurken strese maruz kalma süresi uzadıkça bitki olumsuz etkilenmiş, nükleik asit ve protein miktarı azalmıştır. Bizim yaptığımız çalışmada da ses uygulamasından 10, 20 ve 30 gün sonra ölçümler yapılmış ve strese maruz kalan bitkilerde ölçülen parametrelerde kontrole göre azalma belirlenmiştir. Buna göre stresin ilk günlerinde bitki bir atak yapsa da 10. Günden sonra etkisi hissediliyor ve ölçülen büyüme parametrelerinde ya da içsel organik bileşiklerde kontrole göre azalma meydana gelmektedir.

Collins ve John (2001) de fasulye ve kına çiçeği bitkilerinde yaptıkları çalışmada, tek bir ses ve karışık rastgele gürültü şeklinde sesin büyüme üzerine

etkisini araştırmışlardır. Farklı Hz lerde rastgele gürültü şeklinde verilen sesin bitkiler üzerine olumlu bir etkisi görülmezken, tek bir sesin düzenli dinletilmesi bitkilerin büyümesini kontrol bitkilerine göre arttırdığı tespit edilmiştir. Sharma ve ark. (2015) de 8 adet tıbbi ve süs bitkilerine 1 ay boyuca soft bir melodi dinletmişlerdir. 8 farklı türde de kontrole göre ses dinletilen bitkilerde bitki boyu, yaprak ve çiçek sayısı artmıştır. Ayrıca, toplam şeker, fenol, protein, nişasta ve klorofil içeriğinin de kontrol bitkilerine göre arttığı saptanmıştır. Ritmik soft bir melodi bitki büyümesi ve fizyokimyasal parametreler üzerine olumlu etki yapmıştır. Bu iki çalışmada, düzenli ve soft müziğin bitkiler üzerinde olumlu etkisi görülürken, gürültü şeklinde stres yaratacak sesin bitkiler üzerinde olumsuz etki meydana getirdiği saptanmış, bizim yaptığımız çalışma ile benzerlik göstermiştir.

El Rahman (2017) de klasik ve caz müzik dinletilmiş adaçayı bitkilerinin yapraklarındaki pigment ve uçucu yağ oranını incelemiştir. Sabah ve akşam 1 saat süreyle klasik ve caz müzik dinlemiş adaçayı bitkilerinde bitki boyu ve dal

sayısı, yapraklarda klorofil, karotenoid miktarı ve uçucu yağ oranı en yüksek klasik müzik dinleyen bitkilerde bulunurken bunu kontrol bitkileri takip etmiş, caz müzik dinleyen bitkilerde ise en düşük sonuç alınmıştır. Caz müziğin bitkiler üzerinde stres etkisi yarattığını düşünürsek, bitki büyüme parametreleri ve uçucu yağ oranının azalması bizim çalışmamızdaki sonuçlarla uyum içerisindedir.

Özkurt ve Altuntaş (2016) da paşa kılıcında, Özkurt ve ark. (2016) da aşk merdiveni iç mekan bitkilerine ses stresi uyguladıkları çalışmalarında farklı Herz lerde (600Hz, 1000Hz, 1240Hz, 1600Hz) ve sabit 90 db ses stresinin bitkilerinde besin element alımının olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir. Besin elementlerinin alımının azalması bitki büyümesini geriletecektir. Dolayısıyla yaptığımız araştırmayı desteklemektedir.

Li ve ark. 2008 de ses stresinin bir orkide türünde lipid peroksidasyonu ve antioksidatif enzim aktivitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. 100 db ve 1000 Hz deki ses hergün 60 dakika bitkilere dinletilmiştir. 0,3,6,9,12 ve 15 gün sonra yapılan ölçüm ve analizlerde lipid peroksidasyonu ve antioksidatif enzim aktivitesinin arttığı belirlenmiştir. Bu da bize yüksek frekans ve şiddetteki seslerin bitkiler için çevresel bir stres faktörü olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç

Sonuç olarak; ses stresine maruz kalma süresi ve ses şiddetinin artması lavanta ve biberiye bitkilerinde büyümeyi olumsuz etkilemekte, tıbbi ve aromatik bitkiler için oldukça önemli olan uçucu yağ oranını azaltmaktadır.

Teşekkür

Çalışmanın, analiz sonuçlarının yorumlanmasında katkılarından dolayı Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü öğretim üyelerinden Dr. Öğr. Üyesi Özlem ALTUNTAŞ'a ve uçucu yağ

analizlerinin Ege Üniversitesi Merkez Laboratuvarında yapılmasını sağlayan Dr. Hülya OKKAOĞLU'na teşekkür ederim.

Kaynaklar

- 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*, 203:35–41.
- Bray, E.A., 2000. Responses to abiotic stresses. *Biochemistry and molecular biology of plants*: 1158-1203.
- Büyük, İ., Soydam-Aydın, S., & Aras, S. (2012). Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. *Turkish Bulletin of Hygiene & Experimental Biology/Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji*, 69(2).
- Cetinkaya, A., 2010. The sound analysis of some insect species and the investigation of availability agricultural struggle [Msc thesis]. Turkey, Cukurova University
- Collins, M.E., John, E.K., 2001. The effect of sound on the growth of plants. *Canadian Acoustics*, 29:3-8.
- El-Rahman, F.A., 2017. Insight into the Effect of Types of Sound on Growth, Oil and Leaf Pigments of *Salvia officinalis*, L Plants. *Life Science Journal*, 14:4-8
- Levitt, J., 1972. Responses of plants to environmental stresses., New York, London: Academic Press, 41:697
- 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.
- Lichtenhaler, H.K., 1996. Vegetation stress: An introduction to the stress

- concept in plants. *Journal of Plant Physiology*, 148:4-14.
- 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*, 9:48-55.
- 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.
- Özkurt, H., & Altuntaş, Ö., 2017. Ses Stresinin Bazı İç Mekan Süs Bitkilerinin Potasyum, Magnezyum ve Kalsiyum Alımı Üzerine Etkileri.
- Sharma, D., Gupta, U., Fernandes, A. J., Mankad, A., Solanki, H. A., 2015. The effect of music on physico-chemical parameters of selected plants. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 5(1):282-287.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2008. *Plant Physiology*, Sinauer Associates, Inc., Publishers. pp.1-690.
- Wang, W.X., Vinocur, B., Shoseyov, O., Altman, A., 2000. Biotechnology of plant osmotic stress tolerance physiological and molecular considerations. In IV International Symposium on In Vitro Culture and Horticultural Breeding 560:285-292.
- Wang, W., Basia, V., Arie, A., 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*. 218:1-14.
- Wichtl, M., 1971. *Die Pharmakognostisch – chemische Analyse*. Band 12, Verlagsgesellschaft Frankfurt a. M.
- Xiujuan, W., Bochu, W., Yi, J., Chuanren, D., and Sakanishi, A., 2003. Effect of sound wave on the synthesis of nucleic acid and protein in chrysanthemum. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 29:99-102.
- Yıldız, M. & Terzi, H., 2016. Bitkilerin Yüksek Sıcaklık Stresine Toleransının Hücre Canlılığı ve Fotosentetik Pigmentasyon Testleri ile Belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(1-2).