

ÇEŞİTLİ ŞİDDETEKİ GÖK GÜRÜLTÜSÜ
SESLERİNİN TOHUM ÇİMLENMESİ
ÜZERİNE ETKİLERİ
Muhsin ARSLAN
Yüksek Lisans Tezi
Biyoloji Anabilim Dalı
Ocak 2010

ÇEŞİTLİ ŞİDDETTEKİ GÖK GÜRÜLTÜSÜ SESLERİNİN TOHUM ÇİMLENMESİ
ÜZERİNE ETKİLERİ

Muhsin ARSLAN

Dumlupınar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Biyoloji Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Prof Dr. İsmail KOCAÇALIŞKAN

Ortak Danışman: Yrd. Doç. Dr. İrfan TERZİ

Ocak-2010

KABUL VE ONAY SAYFASI

Muhsin ARSLAN'ın YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırladığı “Çeşitli Şiddetteki Gök Gürültüsü Seslerinin Tohum Çimlenmesi Üzerine Etkileri” başlıklı bu çalışma, jürimizce Lisansüstü Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

.../.../2010

Üye : Prof. Dr. İsmail KOCAÇALIŞKAN (Danışman)

Üye : Yrd. Doç. Dr. İrfan TERZİ (Ortak Danışman)

Üye : Doç. Dr. Hülya ÖLÇER

Üye : Yrd. Doç. Dr. Süleyman TOPAL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Ali EBEOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../2010 gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof Dr. Atalay KÜÇÜKBURSA

ÇEŞİTLİ ŞİDDETEKİ GÖK GÜRÜLTÜSÜ SESLERİNİN TOHUM ÇİMLENMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Muhsin ARSLAN

Biyoloji Bölümü, Yüksek Lisans Tezi
Tez Danışmanı: Prof. Dr. İsmail KOCAÇALIŞKAN
Ortak Danışman: Yrd. Doç. Dr. İrfan TERZİ

ÖZET

Bu çalışmada farklı şiddetteki gök gürültüsü seslerinin mısır (*Zea mays* L. cv C955) ve fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. cv Atlanta) tohumlarının çimlenmesi üzerine etkileri araştırılmış ve iki deney grubu düzenlenmiştir. 1. Deneyde gök gürültüsü sesleri 24 °C de farklı zamanlarda ve farklı şiddetlerde uygulanmıştır. 2. Deneyde ise sabit ses şiddetinde farklı sıcaklık ve sürelerde gök gürültüsü uygulanmıştır. Sonuç olarak farklı zamanlarda ve farklı şiddetlerde uygulanan ses şiddeti mısır bitkisinin kök ve gövde uzamasını olumlu etkilemiş, fasulye bitkisini ise olumsuz etkilemiştir. Mısır tohumlarında kök ve gövde uzaması olumlu uyarılırken fasulye bitkilerinde ise olumsuz uyarılmıştır. Diğer taraftan farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan gök gürültüsü seslerinde mısır ve fasulye tohumlarında kök uzaması 25 °C de olumsuz etkilenirken 20 °C ise biraz olumlu etkilenmiştir. Genel olarak mısır tohumlarının çimlenme oranları fasulyeye göre yüksek olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Fasulye, Gök Gürültüsü Sesi, Mısır, Tohum Çimlenmesi

THE EFFECTS OF THUNDER SOUNDS OF DIFFERENT INTENSITIES ON SEED GERMINATION

Muhsin ARSLAN

Department of Biology, M. S. Thesis
Thesis Supervisor: Prof. İsmail KOCAÇALIŞKAN
Second Supervisor: Assist. Prof. İrfan TERZİ

SUMMARY

In this study, the effects of thunder sounds of different intensities on seed germination of corn (*Zea mays* L. cv C955) and bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Atlanta) were investigated. Two experimental designs were applied. In first experiment, the thunder sounds were applied on the seeds in different times and intensities at 24 °C. In second experiment, the thunder sounds were applied in constant intensity (87-95 dB) but different temperatures and durations. As a result, both root and shoot elongation were increased by thunder sounds applied at different times and intensities, but in the case of bean it was contrary. On the other hand, root elongation in both corn and bean seeds were effected negative with respect to control by thunder sounds at 25 °C but at 20 °C it was partly positive. Percent germination of corn seeds were, generally, higher than bean.

Key words: Bean, Corn, Seed Germination, Thunder Sound

TEŞEKKÜR

Bu alıőmanın yşrştşlmesinde bşyşk emeği geen, hibir zaman ilgi ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. İsmail KOCAÇALIŞKAN'a, çalıőmam sırasında her tşrlş desteğinden ve fikirlerinden yararlandığım Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. İrfan TERZİ'ye, ses şiddeti ۆlřmlerinde yardımcı olan Sayın Yrd. Doç. Dr. İsmet ÇELİK ve Yrd. Doç. Dr. M. Ali EBEOğLU'na, ayrıca çalıőmam esnasında sabır ve anlayıő gۆsteren eőime teőekkřr ederim.

Muhsin ARSLAN

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	iv
SUMMARY.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Ses Şiddeti Seviyesi.....	1
1.2. Ses Hızı.....	1
1.3. Gök gürültüsü.....	1
1.4. Sesin Canlılar Üzerine Etkisi.....	2
1.5. Tohum Çimlenmesi.....	2
1.6. Seslerin Tohum Çimlenmesi Üzerine Etkileri.....	8
1.7. Çalışmanın Amacı ve Önemi.....	16
2. MATERYAL VE METOD.....	8
3. BULGULAR.....	10
3.1. Farklı Şiddetteki Gök Gürültüsü Seslerinin Çimlenmeye Etkisi.....	11
3.2. Farklı Sıcaklık ve Sürelerde Uygulanan Gök Gürültüsünün Çimlenmeye Etkisi.....	14
4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	14
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	21
	28
	32

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Bitkilere seyyar hoparlör ile ses dinletilmesi.....	12
3.1. Mısırdaki farklı şiddetteki gök gürültüsü seslerinin çimlenme yüzdesi üzerine etkileri.....	15
3.2. Fasulyede farklı şiddetteki gök gürültüsü seslerinin çimlenme yüzdesi üzerine etkileri	16
3.3. Mısırdaki farklı şiddetteki gök gürültüsü seslerinin kök ve gövde büyümesi üzerine etkileri.....	17
3.4. Mısır bitkisi 7.gün a. Kontrol b. 87-95 dB ses uygulanan grup	18
3.5. Fasulyede farklı şiddetteki gök gürültüsü seslerinin kök ve gövde büyümesi üzerine etkileri.....	19
3.6. Fasulye tohumları 5. gün a. Kontrol b. 87-95 dB ses uygulanan grup.....	20
3.7. Mısırdaki farklı sürelerde uygulanan 87-95 dB şiddet aralığındaki gök gürültüsü seslerinin farklı sıcaklıklarda çimlenme üzerine etkileri.....	21
3.8. Fasulyede farklı sürelerde uygulanan 87-95 dB şiddet aralığındaki gök gürültüsü seslerinin farklı sıcaklıklarda çimlenme üzerine etkileri.....	23
3.9. Mısırdaki farklı sürelerde ve farklı sıcaklıklarda uygulanan 87-95 dB şiddet aralığındaki gök gürültüsü seslerinin kök uzaması üzerine etkileri.....	24
3.10. Mısırdaki farklı sürelerde ve farklı sıcaklıklarda uygulanan 87-95 dB şiddet aralığındaki gök gürültüsü seslerinin gövde uzaması üzerine etkileri.....	25
3.11. Fasulyede farklı sürelerde ve farklı sıcaklıklarda uygulanan 87-95 dB şiddet aralığındaki gök gürültüsü seslerinin kök uzaması üzerine etkileri.....	26
3.12. Fasulyede farklı sürelerde ve farklı sıcaklıklarda uygulanan 87-95 dB şiddet aralığındaki gök gürültüsü seslerinin gövde uzaması üzerine etkileri	27

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Çeşitli Ses Kaynaklarının Ortalama Ses Şiddeti Düzeyleri.....	4
3.1. Farklı şiddetteki gök gürültüsü seslerinin mısır ve fasulyede çimlenme yüzdesi ile kök ve gövde büyümesi üzerine etkileri.....	14
3.2. Gök gürültüsü ses şiddetinin (87-95 dB) farklı sıcaklıklarda ve farklı sürelerde uygulanması durumunda mısır ve fasulyede tohum çimlenmesi ile kök ve gövde büyümesi üzerine etkisi.....	21

1. GİRİŞ

1.1. Ses Şiddeti Seviyesi

Ses şiddeti, desibel cinsinden ifade edilmektedir. Desibel dB ile gösterilir. Desibel, telefonun mucidi olan Alexander Graham BELL'in (1847 - 1922) soyadından kaynaklanmıştır. Desibel belirli bir birimi ifade etmemektedir, sadece bir frekans noktasına göre şiddetin kaç kat arttığını ifade etmek için kullanılır. Desibelde referans noktası insanın duyma sınırının en alt noktasıdır. Yani 0 dB insanın duyma sınırındır ve bu sınırın üzerinde seslerin artışı dB olarak ifade edilir. Bir örnek ile açıklanacak olursa; 10 dB referans seviyesinden on kat şiddetli bir sesi ifade ederken, 20 dB ise referans seviyesinden 100 kat şiddetli olan bir ses şiddetini ifade eder. Bunun sebebi ise artışın büyük rakamlarla ifade edilmesini önlemek için logaritmik formüllerin kullanılmasıdır.

Pratikte ses şiddeti seviyesi IL (Intensity Level) simgeleriyle gösterilmektedir.

$$IL = 10 \log x I / I_0 = \text{dB}$$

IL - Ses şiddeti.

log - 10 tabanına göre logaritmadır.

I_0 - Referans olarak alınan ses şiddeti.

Ses Şiddeti (10, 100, 1000, 10000) misli artırılırsa, logaritmik birimlerde Ses Şiddeti, (10, 20, 30, 40) desibel artar. Ses Şiddetini 1dB artırmak, Ses Şiddetinin 1.26 misli artmasına (Ses Şiddetine % 26 eklemeye) eşittir.

1.2. Ses Hızı

Ses hızı havada 340 metre / saniye olarak alınır. Ses hızı formülü:

Sesin Aldığı Yol = Zaman x Ses Hızı ile hesaplanır.

Örnek:

Şimşek çaktıktan 9 saniye sonra sesi kulağımıza gelmişse, $340 \times 9 = 3060$ metre yani şimşek yaklaşık 3 km ileridedir.

Ses hızı frekansa bağlı olarak değişmez, her frekansta ses aynı hızda gider. Ses Hızı; Havanın sıcaklığına, hava basıncına (Statik Olarak), hava yoğunluğuna bağlı olarak değişir. Ses hızı sıcaklığın kareköküyle ters orantılıdır. Isı arttıkça ses hızı artacaktır. Herhangi

bir alanda, rüzgâr arkadan eserse ses zemine doğru yönelir. Rüzgâr önden eserse, ses zeminden yukarı doğru yönelir. Gündüz, zemin ısındığı için ses dalgaları ısı etkisi nedeniyle yukarı doğru yönelir. Gece, zemin soğuduğu için ses dalgaları daha uzağa gidecektir ve aşağıya doğru yönelir. Denizde suyun yapısı yansıtıcı bir yüzey oluşturmaktadır. Bu nedenle denizde ses sakin bir ortamda 4-5 km kadar uzağa gidebilir.

1.3. Gök gürültüsü

Gök gürültüsü, şimşek çakmasının peşinden hızla yer değiştiren havanın hareketinden meydana gelen sestir. Yıldırım meydana getiren çok kuvvetli elektrik akımı, kısa süre içinde çevresindeki havayı şiddetle ısıtır. Bu ısınma sonucu çok ani bir şekilde genişleyen hava, hızla daha soğuk havanın bulunduğu yerlere dalar. İşte havanın bu hareketinin meydana getirdiği dalga, gök gürlemesini veya gök gürültüsünü hâsıl eder. Gök gürültüsünün çeşitli sesleri vardır. Ağır ve derinden gelen bir ses, gök gürültüsünün uzaklardan geldiğini gösterir. Çatırtılı gök gürültüsü, yıldırımın birçok kollara ayrıldığında duyulur. Şimşek çakmasından sonra duyulan en kuvvetli sesi, yıldırımın asıl gövdesi; arkadan gelen sesi, ayrıldığı kollar meydana getirir. Ses hızı, ışık hızından çok küçük olduğundan, gök gürültüsü daima şimşek görüldükten sonra duyulur. Yapılan incelemelere göre, dağlık bölgeler hariç, gök gürültüsünün 30-40 saniyeden fazla sürdüğü pek görülmemiştir. Yapılan tetkiklerde bazı bilim adamlarına göre şimşek ve bunun sonucu gök gürültüsünün meydana gelmesi için elektrik yüklü bulutların uçlarındaki sıcaklığın 28°C' ye yükselmesi gerekmektedir. Bundan başka, bulut içinde buz parçacıkları ve su damlalarının aynı anda mevcut olmaları, şimşeğin akması için gerekli görülmektedir. Böyle bir durumda bulut içinde sıcaklık -20 °C olduğu seviye etrafında pozitif elektrik yüklü ve 0 °C ile 10 °C arasında bulunan büyük bir alanda ise negatif elektrik yüklü bir merkez bulunur. Bu merkezler esas elektrik boşalım merkezleri olup, şimşek bu merkezler arasındaki kanalda meydana gelir. Kanalın sıcaklığı bir anda hemen hemen 10.000 °C' ye yükselir. Bu ısınma sonunda süratle hacmi genişleyen havadan gürültü olarak dalgalar yayılır [1].

1.4. Sesin Canlılar Üzerine Etkisi

Geçmişten beri insanoğlu sesin canlılar üzerine çeşitli etkileri olduğunu gözlemlemiş ve sesi çeşitli amaçlar için kullanmıştır. Özellikle Osmanlı İmparatorluğu devrinde sesin hastalıkları tedavi edici özelliği tespit edilerek tıbbi alternatif bir yöntem olarak kullanılmaya başlanmış, müzik sesiyle (özellikle ney sesi) yapılan tedavi giderek yaygınlaşmıştır. Yine Osmanlı devrinde mehteran takımı kurularak, savaşlardan önce ve savaş esnasında bu takımın

söylediği marşlar kendi askerlerine cesaret verirken düşman askerlerinin cesaretini kırmada ve savaş esnasında düşmana karşı psikolojik bir üstünlük sağlamada kullanılıyordu. Sesin canlılar üzerine etkileriyle ilgili örnekleri artırmak mümkündür, ancak bilimsel olarak sesin canlılar üzerine etkilerini araştıran çalışmalar geçtiğimiz yüzyılda yaygınlaşmaya başlamış ve özellikle günümüzde giderek artmaya başlamıştır.

Sesler frekanslarına göre 3 gruba ayrılır;

- a. Infrasound (50 Hz'den düşük olan sesler-İşitme sınırının altında olan sesler)
- b. İşitilebilir sesler (20-20.000 Hz aralığındaki sesler)
- c. Ultrasound (20.000 Hz'den yüksek olan sesler)

Sesin etkileriyle ilgili günümüze kadar yapılan çalışmaların çoğu, ultrasound yani işitilebilir ses seviyesinden yukarı sesler (Ultrasound) üzerine yoğunlaşmış ve özellikle insan hastalıklarını tedavi amacına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen bulgular genellikle tıp alanında (ultrasoundla ışın tedavisi), snobioreaktörlerde, su altı radarlarında vb. sonuçlar görülmesine karşılık genel olarak tutarsız sonuçlar elde edilmiştir [2].

Sesin canlılar üzerinde etkisi hakkında yapılan çalışmaları 2 grupta ele alınabilir;

1. İşitme aralığındaki seslerin canlılar üzerine etkileri (20-20.000 Hz)
2. İşitme aralığı üzerindeki seslerin (ultrasound) canlılar üzerindeki etkileri (20.000 Hz ve üstü)

Çizelge 1.1. de çeşitli işitilebilir seslerin şiddet düzeyleri belirtilmiştir. Çizelgede en yüksek belirtilen ses düzeyi 140 dB ile kalkış yapan jet uçağın çıkardığı ses olarak belirtilmiş olup, 160 dB ve üzerindeki seslerin kulak zarına hasar yaptığı bilinmektedir.

Çizelge 1.1. Çeşitli Ses Kaynaklarının Ortalama Ses Şiddeti Düzeyleri

Ses Kaynağı	Ses Şiddeti Düzeyi (dB)
Eşik Şiddeti	0
Yaprak Hışırtısı	10
Fısıltılı Konuşma	20
Kuş Sesi	30
Kütüphane Ortamı	40
Sınıf Ortamı	50
Normal Konuşma	60
Yoğun Trafik	70
İşyeri Ortamı	70
Elektrik Süpürgesi	80
Kamyon, Tır	90
Asfalt Delme Aracı	100
Gök Gürültüsü	110
Konser	120
Kalkış Yapan Uçak	120
Tüfek Patlaması (Yakından)	130
Kalkış Yapan Jet	140

İşitilebilir ses aralığı (20-20.000 Hz), ultrasonda göre hem daha yeni bir çalışma alanı hem de bitki büyüme parametreleri üzerine daha olumlu etkiler göstermektedir. Bitkiler ve bazı küçük organizmaların çeşitli aktiviteleri üzerine işitilebilir sesin etkileri de çalışılmıştır. *Chrysanthemum*'da peroxidaz izoenzimleri [3], plazma potasyum kanalının geçirgenliği [4] H-ATPase aktivitesi [5] ve kallusun büyümesi [6], tütün hücrelerinde plazma membran proteinlerinin ikincil yapıları [7], *Actinidia chinensis*'in kallusunun enerji metabolizması [8], pirinç tohumları [9] ve yeşil fasulye, pirinç, mısır ve barbunyada müzik çeşitlerinin çimlenme oranı, klorofil konsantrasyonundaki değişim oranı, yaprak alanı, ağırlık artışı gibi parametreler üzerine [10] çalışmalar yapılmış ve sesin genel olarak olumlu etkileri gözlenmiştir. Ayrıca bitkilere uygulanan müzik sesinin domates [11], arpa [12] ve sebzelerin [13] ürün verimini ve

kalitesini artırdığı görülmüştür. Ayrıca Hou ve ark.[14] tarafından yapılan çalışmada dışarıdan ses uygulamasının domates, şalgam ve pancar gibi bitkiler ile mantar gelişimini olumlu yönde etkilediği kanıtlanmıştır.

İşitme aralığı üzerindeki seslerin (Ultrasound; 20.000 Hz Ve Üstü) genellikle hücelere zararlı olduğu düşünülür, fakat canlı hücreler tarafından kataliz edilen değişmelerle kontrol edilen seslerin yararlı etkilerinin ortaya çıktığına dair kanıtlar vardır. Ultrasound 20 KHz den büyük frekanslı seslerdir ve insan kulağı tarafından işitilemez. Ultrasoundla ışın tedavisi tıpta, sonokimyasal işlerde ve sualtı radarlarında kullanılır. Tıpta 1-10 MHz aralığı yani düşük güç kullanılır. Yüksek enerji yani ultrasound gücü 20-100 KHz aralığı sonokimyasal işlemlerde kullanılır. Su ortamında (su ile ilgili araçlarda) yüksek güçlü ultrasound muamelesi tohumların çimlenme ve balık yumurtalarının yumurtadan çıkma süresini azaltmak için kullanılır.

Ultrasound hücrelerde membran permeabilitesini artırmaktadır. Ultrasound, canlı hayvan hücrelerine ve bitki hücrelerine genetik hücrelerin sitoplazmik madde alışverişi ilişkilerini bozduğu ileri sürülmüştür. Şiddetli ultrasoundun enzimler gibi makro moleküllere zarar verdiği, muhtemelen küçük peptidleri veya radikallerin bağını kopardığı, doğal proteinlerin yapısının bozulmasına sebep olduğu bilinmektedir. Yüksek güçteki ultrasoundun, serbest radikallerin oluşmasına ve diğer mekanik ve kimyasal etkilere neden olduğu da bildirilmiş, uygun bir şekilde kontrol edilen ultrasound, canlı sistemlerin metabolik performansı üzerine yararlı etkiler göstermekte olduğu rapor edilmiştir.

Pakhamov ve ark. [15] tarafından milimetre dalgaları (MMW) ile ilgili yapılan çalışmalarda düşük yoğunluktaki MMW'nin hücre büyümesi ve çoğalması, enzim aktivitesi, membranların uyarılma fonksiyonu, periferel reseptörler ve diğer biyolojik sistemler üzerine etkilerini araştırmıştır. Hayvanlarda ve insanlarda, lokal MMW muamelesi dokunun tamir olmasını ve rejenerasyonunu uyarır, stres reaksiyonlarının azalmasını ve hastalıkların büyük oranda iyileşmesini kolaylaştırır. Kuvvetli MMW etkileri, sınırlı bir zaman için tekrarlanmakta ve daha sonra kaybolmaktadır. MMW'nin etkileri kobaylarda araştırılmıştır. MMW sağlam hayvanlarda ya çok az ya da hiç reaksiyona sebep olmaz, fakat iyonlaşmış radyasyon hareketsizliğinin etkilerini önemli derecede azaltır. Birçok klinik çalışmaları ileri sürmektedir ki, MMW terapisi sadece patolojinin bir ya da iki türü mevcut olduğu zaman etkilidir. MMW'ye artan duyarlılık ve hatta özel numunelerin hiper duyarlılığı gerçek ışıklama karakterlerine bağlılık (özellikle dalga uzunluğu düşük yoğunluktaki MMW radyasyonu), sağlıklı deneklerde %30'dan %80'e kadar algılanmıştır. Bazı klinik çalışmaların belirli bir dalga boyunda

sınırlandırılmış veya sınırlandırılmamış MMW' nin hiper duyarlılığa yol açtığı bildirilmiştir. Ayrıca bildirilen biyolojik etkilerin hiçbir çeşidinde düşük yoğunlukta MMW'nin kalp sağlığı üzerine tehlikesi olduğuna dair delil yoktur. Sonuç olarak, insan sağlığı için MMW' nin biyoetkilerinin öneminin ne çok abartılması, ne de küçük görülmesi gerektiği rapor edilmiştir.

1.5. Tohum Çimlenmesi

Çimlenme, bitkilerin neslini devam ettirmesi için önemli bir olaydır. Tohum, çiçekteki döllenmeden sonra gelişen ovulum (tohum taslağı) içerisinde meydana gelen embriyo ve etrafındaki besin dokudan (endosperm) oluşan bir yapıdır. Genellikle besin dokuda nişasta, yağ ve protein gibi organik maddeler depolanmıştır. Fakat birçok bitki tohumunda endosperm indirgenmiştir ve depo maddeleri embriyonun kotiledonlarında bulunur. Birçok fizyolojik ve biyokimyasal özelliklere sahip olan tohumda büyümeyle doğrudan ilgili olan kısım embriyodur. Embriyodaki meristem hücrelerinin bölünüp çoğalması ile yeni bir bitki oluşmaya başlar. Bu iş için gerekli yapı taşları ve enerji besin dokudaki organik maddelerden sağlanır. Tohumdan itibaren bir bitkinin oluşumunda temel basamak çimlenmedir. Tohum su alınca, solunum, protein sentezi ve diğer biyokimyasal olaylar oluşmaya başlar. Böylece embriyo gelişip radikula (kökçük) testadan çıkar ve tohum çimlenmiş olur [16;17]. Esasında çimlenme de bir büyüme olayıdır. Kökçüğün testadan çıkışı çimlenmenin gözle görülen bir belirtisidir. Bundan önce hormonlar ve enzimlerin etkisiyle tohum içerisinde gözle görülmeyen birçok biyokimyasal olaylar meydana gelmektedir. Bunlar çimlenme öncesi veya çimlenme sırasındaki büyüme olaylarıdır. Kökçüğün çıkışından sonraki fide gelişimi ise çimlenme sonrası büyüme olarak nitelendirilmektedir.

Çimlenmeyi etkileyen çeşitli faktörlerin yanı sıra bazı kimyasal maddeler de çimlenmeyi etkiler. Giberellik asit ve Sitokinin hormonları çimlenmeyi teşvik ederken Absisik asit hormonu, siyanür, dinitrofenol, kumarin gibi maddeler ise çimlenmeyi engeller [17].

Çimlenme dendiğinde genellikle uyku halindeki tohumun uyanması ve fide veya fidan adı verilen genç bitkiye dönüşmesi anlaşılır. Tohumların çimlenebilmesi için normalde morfolojik ve fizyolojik olgunluğa ulaşmış olması gerekir. Ayrıca tohumun embriyosu halen yaşamını sürdürmesi yani ölmemiş olması gerekir. Bunların dışında bazı tohumlarda bulunan dinlenme (dormansi) olayı da çimlenmeyi engellemektir. Eğer bir tohum morfolojik ve fizyolojik olgunluğa ulaşmışsa ve elverişli şartlara bırakıldığı halde çimlenemiyorsa bu tohumda dinlenme vardır. Dinlenme embriyonun kendisinden kaynaklanabileceği gibi, embriyoyu

çevreleyen dokuların baskısı nedeni ile de ortaya çıkabilir. Bu ikinci olaya inhibisyon ve engelleme denir.

Çimlenmeyen embriyolar, 20 °C yerine daha düşük sıcaklıklarda ve nemli ortamlarda bir süre bırakılırsa çimlenme yeteneğini yine kazanabilirler (katlama). Yani soğuk ve nemli ortam çimlenmeyi uyarıcı bir etki yapabilir. Dinlenme olayı, ana bitki üzerinde tohum olgunlaşması aşamasında meydana geliyorsa buna primer dormansi denir. Bazen tohumlar bitki üzerinde olgunlaşırken çimlenme yeteneğine sahip olmakla birlikte sonrada, canlı oldukları halde çimlenemezler. Buna da sekonder dormansi (zorunlu dinlenme) denir. Her iki tip dinlenmede de soğukla muamele dinlenmeyi kırabilir.

Dinlenmenin embriyoyu çevreleyen dokular su ve oksijen geçişine izin verdiği, embriyonun kendinde de dinlenme söz konusu olmadığı halde, çimlenme meydana gelmez. Burada embriyoyu çevreleyen dokuların içerdiği bazı kimyasal maddelerin engelleyici etkileri vardır. Bu tip engellemeye kimyasal engelleme adı verilmektedir.

Dinlenmenin ortadan kaldırılması ve engellemelerin kırılması amacıyla tohumlara bazı uygulamalar yapılabilmektedir. Bunlar çok çeşitli olup, sorunun kaynağına göre biri veya birkaçı uygulanabilmektedir. Tohumlarda çimlenmeyi uyarma amacıyla yapılan uygulamaları aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür.

-Tohum sert kabuklarının aşındırılması

a. Mekanik aşındırma ve kabuk kırma

b. Asitle aşındırma

-Tohumların suda ıslatılması

a. soğuk suda ıslatma

b. Sıcak suda ıslatma

-Tohumları soğuk ve nemli ortamda tutma

-Kimyasal ve büyüme düzenleyici maddelerle muamele etmek

(GA₃, Sitokinin, etilen, nitrat, nitrit, hidroksilamin, thourea, fusococcin, kotilenin, strigol, aseton, etanol, metanol, CO₂ gibi)

Bu yöntemlerden mekanik aşındırma ve kabuk kırma, asitle aşındırma ve katlama işlemleri sert kabuklu (badem, ceviz, fındık); sert çekirdekli (kiraz, vişne, erik, kayısı, şeftali) ve bazı diğer meyve türlerinin (zeytin) tohumlarının çimlendirilmelerinde sıkça kullanılır. Yumuşak çekirdekli meyve türlerinin (elma, armut, yenidünya gibi) tohumlarında ise katlama ve suda ıslatma tekniklerine başvurulmaktadır[18].

1.6. Seslerin Tohum Çimlenmesi Üzerine Etkileri

Bugüne kadar sesin bitkiler üzerine etkileri ile ilgili çok fazla çalışma yapılmamıştır. Yapılan çalışmalar da, ya farklı müzik türleri bitkiye dinlettirilerek çeşitli parametrelerine bakılmış ve kontrol bitkileriyle kıyaslaması yapılmış, ya da belirli şiddet ve belirli frekanstaki sesler verilerek çeşitli bitkilerin büyümesine, enerji metabolizması üzerine, membran proteinlerine vb. özelliklerine bakılarak sesin etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Değişik frekans ve şiddetteki ses muamelelerinin bitki grupları arasında farklı sonuçlar vermesi beklenen bir durumdur. Nitekim bir bitki türü için olumlu sonuçlar verebilen ses frekansı, diğer bitki türü için olumsuz sonuçlar verebilmektedir.

Bitki hücreleri ve organlarının büyümesi üzerine fiziksel uyarıcılar hücre biyolojisinin önemli alanlarından biridir. Bitkilerin kalsiyum iyon uyarı tarnsdüksiyonu, hücre döngüsü ve termodinamik özellikleri üzerine güçlü ses dalgalarının etkileri Wang ve ark.[3] tarafından çalışılmıştır. Bu çalışmada *Chrysantemum* fideleri (belirli yoğunlukta 100 dB ve 1000 Hz frekansta sırasıyla günde 60 dakika olmak üzere 3, 6, 9, 12 ve 15. günlerde) ses dalgalarına maruz bırakılır. Araştırma sonuçları gösterir ki, koruyucu enzimlerin ve peroxidaz izoenzimlerinin (POD) aktiviteleri değişik derecelerde artar. Kontrol grubuna kıyasla, deney grupları için POD elektrofotogramda yeni bir enzim bandı yoktur. Bu deneyde elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, 9 günlük ses dalgası altında *Chrysantemum*'da daha iyi sonuçlar elde edilmektedir . Plazma membranının potasyum kanalları üzerine ses uyarımının etkilerini analiz etmek için patch-clamp teknolojisi kullanılır. Zhao ve ark. [4]'nin yaptığı çalışmalar göstermiştir ki, plazma membranın da ses uyarımına duyarlı potasyum kanalları vardır. Bir kanalın akıntısı 42 ps'dir ve akıntı açıkça voltaja bağımlıdır ve potasyum kanallarının açılma frekansı ses uyarımı altında artar. Wang ve ark. [5]'nin çalışmalarına göre, ses uyarımı *Chrysantemum* kallusunda H-ATPase aktivitesini görünüşte artırır. Hücre duvarında kalsiyum üzerine ses uyarımının etkilerinin onların şelatları tarafından kısmen azaltılması, plazma membranında ses uyarımının ATPase aktivitesini artırdığını kanıtlar. *Chrysantemum* kallusunun

plazma membranının H-ATPase aktivitesi defosforilasyondan sonra ilk seviyesine geri dönen ses dalgası tarafından uyarılır.

Bu sonuçlar gösterir ki, muhtemelen fosforilasyona bağlı kalsiyum, ses uyarısı altında plazma membranının H-ATPase aktivitesini artırır. Ses uyarımı altında *Chrysanthemum* kallusunun büyümesi üzerine hücre duvarı etkileri de çalışılmıştır ve belirli orandaki ses dalgalarının, kültür ortamında kalsiyum bulunsun ya da bulunmasın kallusun büyümesini hızlandırdığı belirlenmiştir [5]. Yine Zhao ve ark. [7], plazma membranının protein yapısının değişmesinin, ses dalgasının şiddeti ve frekansı ile yakından ilgili olduğunu bildirmiştir. Frekansın ve şiddetin belirli bir aralığında, ses dalgası membran protein yapısı üzerine önemli değişiklikler (alfa helixte artış, beta da ise azalma sağlar) yapar. Bu membran proteininin ikincil yapısının ses dalgası uyarımına yüksek derecede hassas olduğunu gösterir. Liu ve ark. [6], laboratuvar ortamında kurulan güçlü bir ses alanı sistemiyle alternatif stres alanı oluşturulmuş ve Süperoksit Dismutaz (SOD)' in aktivitesi, çözünür protein miktarı, IAA oksidaz aktivitesi ve kalsiyum absorpsiyon oranı ölçülmüş ve ses alanı uyarımının kallus büyümesini arttırabilen veya inhibe eden iki etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Kallusun büyümesi üzerine ses alanının etkileri büyük oranda ses alanının yoğunluğuna ve frekansına bağlıdır. Kallusta SOD' nin aktivitesi, çözünür protein içeriği ve kalsiyum absorpsiyon oranı, artan frekans ve yoğunlukta artmaktadır. Bununla birlikte, bu indexler frekans ve yoğunluk 100 dB şiddet ve 800 Hz frekans sınırının ötesinde olduğu zaman azalmaya başlamaktadır. Aynı zamanda IAA oksidaz aktivitesinin değişme yönü yukarıdaki üç moleküle ters yöndedir. Özetle şu sonuca varılmıştır; kallusun optimum uyarı şartları 100 dB ve 800 Hz dir. Bu şartlar altında ses alanı açık bir şekilde kallusun büyümesini arttırabilmektedir. *A. chinensis*'in [8] sapından kültüre alınan kallusta, bitki hücresi enerji metabolizması üzerine ses uyarımı etkileri araştırılmıştır. Yang ve ark.[8]'nin araştırmasına göre yoğunluğu yaklaşık 100 dB ve frekansı yaklaşık 1000 Hz olan ses *A. chinensis*'in enerji metabolizması için optimum dış strestir. Deneysel veriler göstermiştir ki, orta seviyeli ses alanı odunsu bitkilerin büyümesi ve gelişmesi için faydalı olmaktadır.

Bitki büyümesi üzerine müziğin etkilerini araştırmak ve ses enerjisinin bitki büyümesi üzerine katkısı bulunup bulunmadığını belirlemek üzere bazı araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalarda, en büyük titreşime sahip gürültülü müzik ve bunların daha güçlü titreşimleriyle su ve minerallerin bitkide daha geniş çaplı taşınabileceği ve bu yüzden bitkinin daha hızlı çimlenmesine ve daha çok büyümesine yol açabileceği bulunmuştur [10].

Pirinç tohumlarının çimlenme belirtisi, gövde ağırlığı, taze ağırlık artış oranı, köklenme yeteneği, kök sisteminin aktivitesi ve hücre membranının geçirgenliği üzerine sesin etkilerini araştırmak için yapılan çalışmalarda Bochu ve ark. [9]'nın deney sonuçlarına göre 400 Hz ve 106 dB'in en iyi frekans ve şiddet olduğu, frekansın 400 Hz veya 111 dB den fazla olduğu zaman pirinç tohumları için zararlı olduğu gözlenmiştir.

1.7. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Yukarıda belirtildiği gibi sesin özellikle bitkiler üzerinde etkisiyle ilgili araştırmalar çok yetersizdir. Hâlbuki gürültü kirliliği günümüzün önemli çevre problemlerinden birisidir. Seslerin birleşmesiyle ortaya çıkan gürültü sesi elbette bitkileri de etkilemektedir. İnsanların sebep olduğu şehir gürültüsünden ayrı olarak tabiiatta zaman zaman meydana gelen gök gürültüsü, özellikle bahar mevsiminde sıkça vuku bulmaktadır. Bu çalışmanın amacı; Tohumların çimlenmesinin çoğunlukla bahar mevsiminde meydana gelmesi ve gök gürlemesinin de aynı mevsimde sıkça görülmesi yüzünden iki olay arasında bir ilişki var mıdır? Sorusuna cevap aramaktır. Bu paralelde çeşitli şiddette gök gürültüsü seslerinin tohum çimlenmesi üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Birisi monokotil bir bitki olan mısır, diğeri de dikotil bir bitki olan fasulyenin tohumlarına gök gürültüsü sesleri uygulanarak çimlenme parametrelerinin (% çimlenme, kök ve gövde uzaması) ölçülmesi hedeflenmiştir. Böylece hem gök gürültüsünün çimlenmeye etkisi hem de bu iki bitki grubunun sestem etkilenmelerinin mukayesesi yapılacaktır. Eğer çimlenme olumlu etkilenirse gelecekte laboratuarda gök gürültüsü uygulayarak çimlenmeyen tohumların çimlendirilmesi veya az çimlenen tohumların çimlenme oranının artırılması mümkün olacak ve bu da tarımsal gelişmemize bir katkı sağlayacaktır.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada çimlendirmek için bir monokotil bitki olan mısır (*Zea mays* L. cv C955) tohumları ile bir dikotil bitki türü olan fasulye (*Phaseolous vulgaris* L. cv Atlanta) tohumları kullanılmıştır. Tohumlar sırasıyla MONSANTO (İzmir) ve TOROS (İzmir) Firmalarından elde edilmiştir.

Çimlendirme işlemi için 12 cm.lik Petri kutuları alınıp içerilerine iki kat kurutma kâğıdı döşenmiştir. Petrilerin içlerine 13 ml saf su eklenmiştir. Tohumlar ekimden önce %1'lik sodyum hipoklorit içerisinde 5 dk. yüzeysel sterilizasyona tabi tutulmuşlardır. Daha sonra 3 kez saf su ile yıkanarak, oda şartlarında saf su içerisinde 2 saat şişmeye bırakılmışlardır. Her Petrinin içine mısır ve fasulye tohumları 20 şer adet olmak üzere, embriyo kısımları alta bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Tohumlara uygulanacak olan gök gürültüsü sesleri internetten kaydedilmiş ve seslerin şiddet seviyeleri RION marka NL-21 model ses seviyesi ölçme cihazı ile belirlenmiştir. Petrilere yerleştirilen tohumlara değişik süre ve şiddetlerde gök gürültüsü sesleri dinletilmiştir. Bu işlem için ASUS marka dizüstü bilgisayar ve Di-tech marka seyyar hoparlörler kullanılmıştır. Ses uygulamasından sonra Petri kutuları etüve yerleştirilerek 7 gün süresince tohumların çimlenmeleri izlenmiştir. Bu sürede her gün tohumlar etüvden alınarak ses uygulaması yapılmıştır. Radikulanın testayı delerek görünür hale gelmesi çimlenme kriteri olarak kabul edilmiştir. Petriler, uygulanacak farklı muameleye göre şu şekilde gruplanmıştır;

a. Deney 1: Farklı zamanlarda farklı ses şiddetleri uygulanan muamele grupları:

1. Ses dinletilmeyen grup (kontrol) (K1)
2. 87-95 dB Oranında ses dinletilen grup (D1)
3. 82-87 dB Oranında ses dinletilen grup (D2)
4. 69-76 dB Oranında ses dinletilen grup (D3)

Tohumlar ekildikten sonra çimleninceye kadar geçen 7 günlük süre içinde günde 4 defa ve 25 dakika süreyle ses dinletilmiştir (Şekil 2.1.). Ses dinletilirken petri kutularının kapakları açılmış, dinletme bittikten sonra ise kapaklar kapatılmıştır. Tohumlar 24°C sıcaklıkta çimlenmeye bırakılmıştır. Zaman zaman eksilen su yerine eşit oranlarda saf su eklenmiştir.



Şekil 2.1. Tohumlara seyyar hoparlör ile ses dinletilmesi.

b. Deney 2: 87–95 dB ses şiddetinin farklı sıcaklık ve farklı sürelerde uygulanmış muamele grupları:

- | | |
|---|------|
| 1. Kontrol | (K2) |
| 2. 20 °C 24 saatte bir olmak üzere 30 dakika ses dinletilmiş grup | (D4) |
| 3. 20 °C 24 saatte bir olmak üzere 45 dakika ses dinletilmiş grup | (D5) |
| 4. 20 °C 24 saatte bir olmak üzere 60 dakika ses dinletilmiş grup | (D6) |
| 5. 25 °C 24 saatte bir olmak üzere 30 dakika ses dinletilmiş grup | (D7) |
| 6. 25 °C 24 saatte bir olmak üzere 45 dakika ses dinletilmiş grup | (D8) |
| 7. 25 °C 24 saatte bir olmak üzere 60 dakika ses dinletilmiş grup | (D9) |

Çimlenmeye bırakılan tohumlar 7. günün sonunda Petrilerden çıkarılmış ve çimlenme yüzdesi ile kök ve gövde uzunlukları ayrı ayrı olmak üzere cetvel ile ölçülerek sonuçlar kaydedilmiştir.

3. BULGULAR

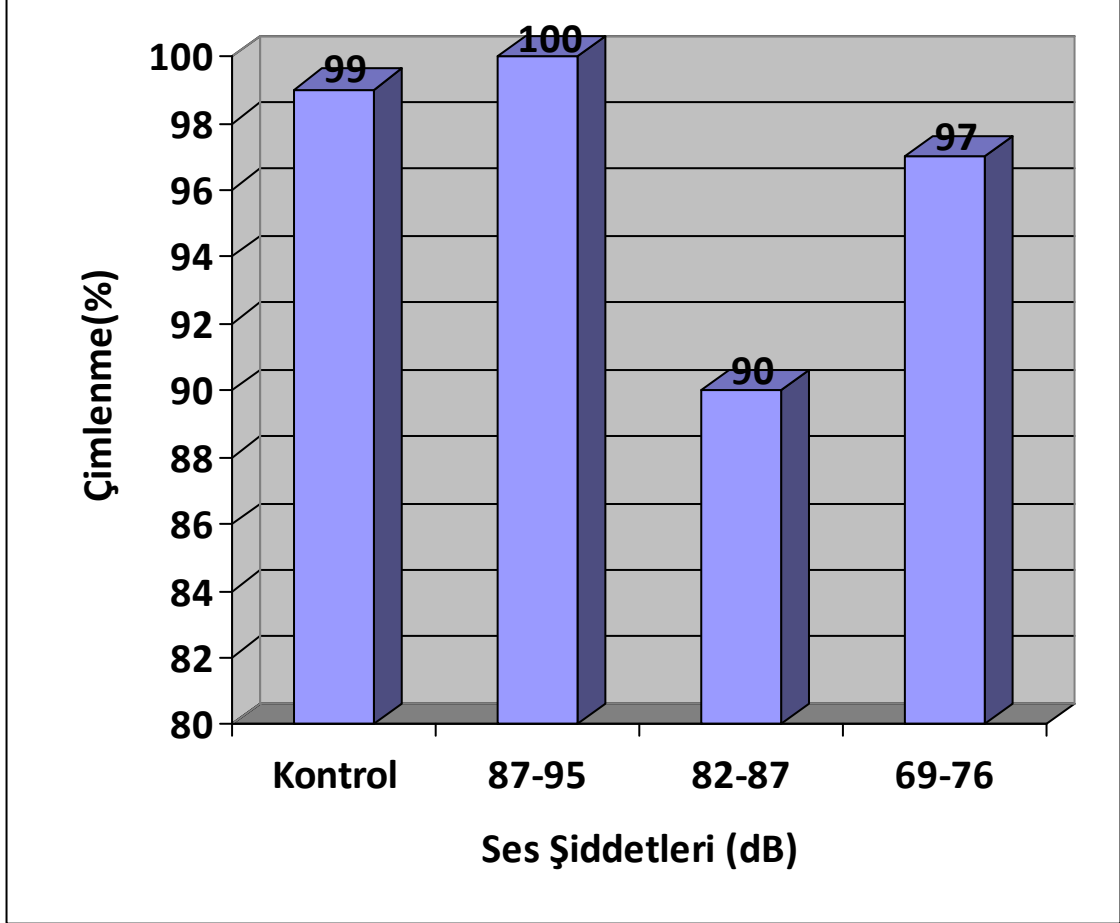
3.1. Farklı Şiddetteki Gök Gürültüsü Seslerinin Çimlenmeye Etkisi

Farklı şiddetteki gök gürültüsü sesleri uygulanan mısır bitkisinde 87-95 dB ses şiddeti uygulanan grupta çimlenme en yüksek seviyede olup, onu kontrol, 69-76 dB ve 82-87 dB takip etmiştir. Fasulyede ise 82-87 dB ses uygulanan grup en yüksek seviyede çimlenmiş, onu 69-76 dB, kontrol ve 87-95 dB takip etmiştir. Mısır tohumlarının fasulye tohumlarına göre daha yüksek oranda çimlendikleri tespit edilmiştir. Mısır bitkisinin kök uzaması; 69-76 dB de en yüksek olmak üzere 87-95 dB, kontrol ve 82-87 dB sırasıyla devam etmektedir. Fasulyede kök uzaması en yüksek 82-87 dB, sonra kontrol, 69-76 dB ve 87-95 dB sırasını izlemiştir. Mısırın gövde uzamasına en yüksek etkiyi 87-95 dB yapmış, sonra 69-76 dB, kontrol ve 82-87 dB gelmiştir. Fasulyede 7 gün boyunca önemli bir gövde gelişmesi tespit edilememiştir (Çizelge 3.1.)

Çizelge 3.1. Farklı şiddetteki gök gürültüsü seslerinin mısır ve fasulyede çimlenme yüzdesi ile kök ve gövde büyümesi üzerine etkileri. Tablodaki değerler uygulamadan sonra 7. güne ait 3 tekrarın ortalamasıdır.

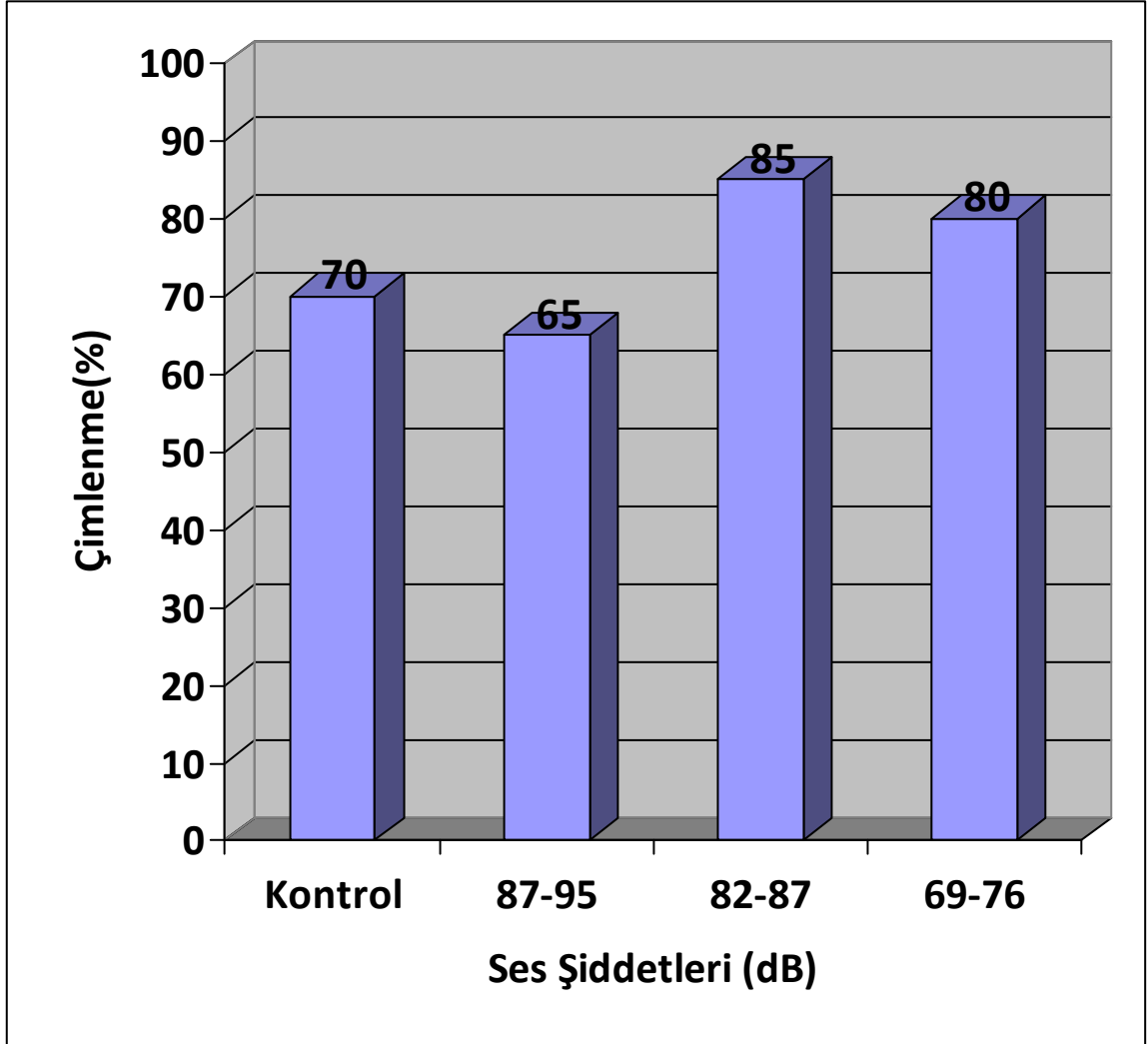
Uygulanan Ses Şiddetleri (dB)				
	0 (Kontrol)	87-95	82-87	69-76
Mısır				
Çimlenme (%)	99	100	90	97
Kök Uzaması (cm)/bitki	10,8	12,3	9,2	14,4
Gövde Uzaması (cm)/bitki	6,3	7,3	5,7	6,8
Fasulye				
Çimlenme (%)	70	65	85	80
Kök Uzaması (cm)/bitki	6,3	4,4	6,7	5,6
Gövde Uzaması (cm)/bitki	0,5	0,5	0,5	0,5

Mısırdaki 82-87 dB ses dinletilen grubun çimlenme yüzdesi diğer gruplara oranla düşük seviyede kalmıştır. Diğer gruplarda ise çimlenmenin yüksek seviyede olduğu görülmektedir. En yüksek seviye 87-95 dB ses uygulanan grupta ölçülmüştür (Çizelge 3.1.), (Şekil 3.1.).



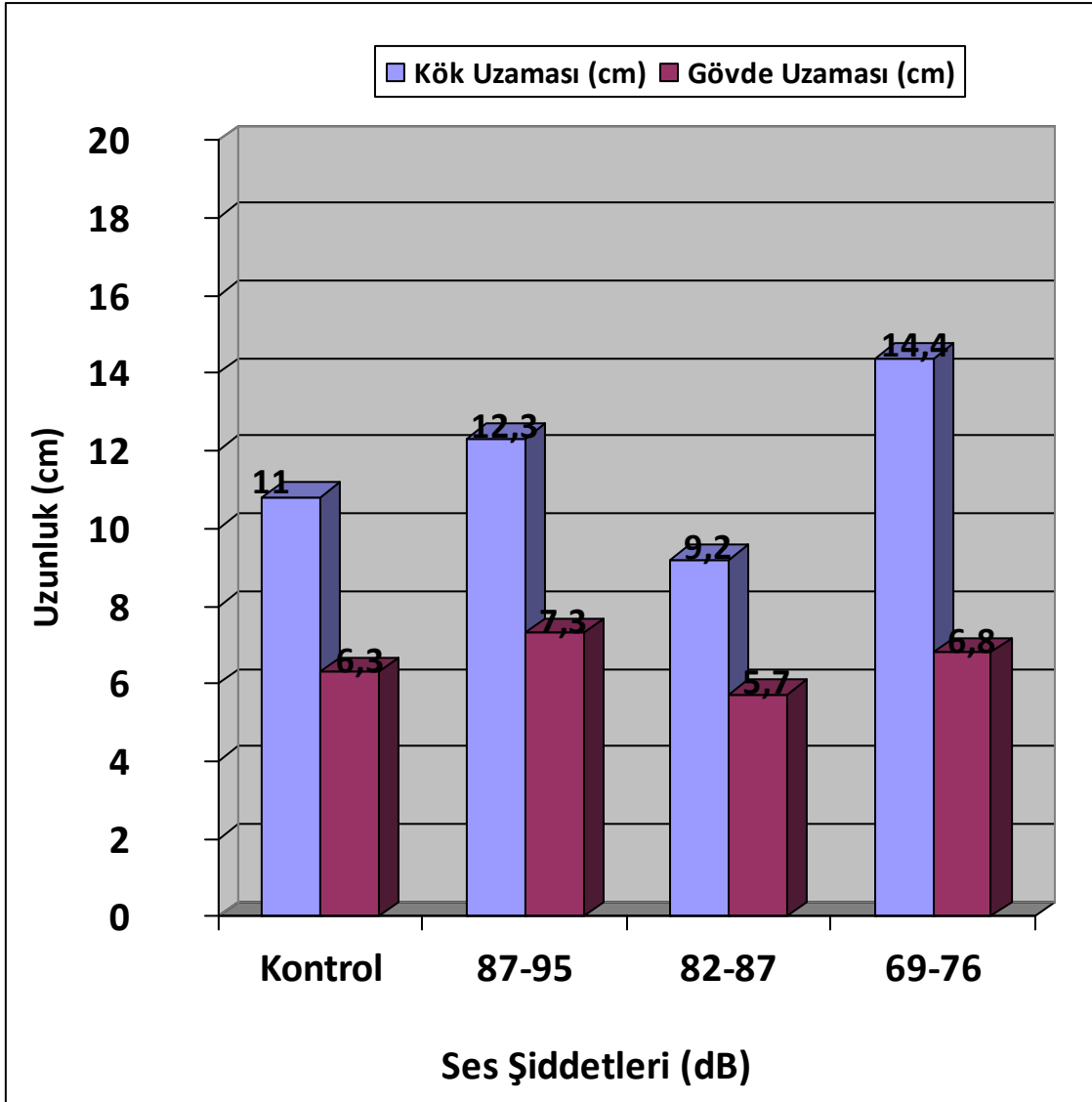
Şekil 3.1. Mısırdaki farklı şiddetteki gök gürültüsü seslerinin çimlenme yüzdesi üzerine etkileri.

Fasulyede çimlenme yüzdesi mısıra göre daha düşük seviyede olmuştur. 82-87 dB ile 69-76 dB ses dinletilen grup kontrole göre daha yüksek oranda çimlenme gösterirken, 87-95 dB ses dinletilen grup kontrolden ve diğer gruplardan daha düşük oranda çimlenme göstermiştir. En yüksek seviye 82-87 dB ses dinletilen grupta ölçülmüştür (Çizelge 3.1.), (Şekil 3.2.).

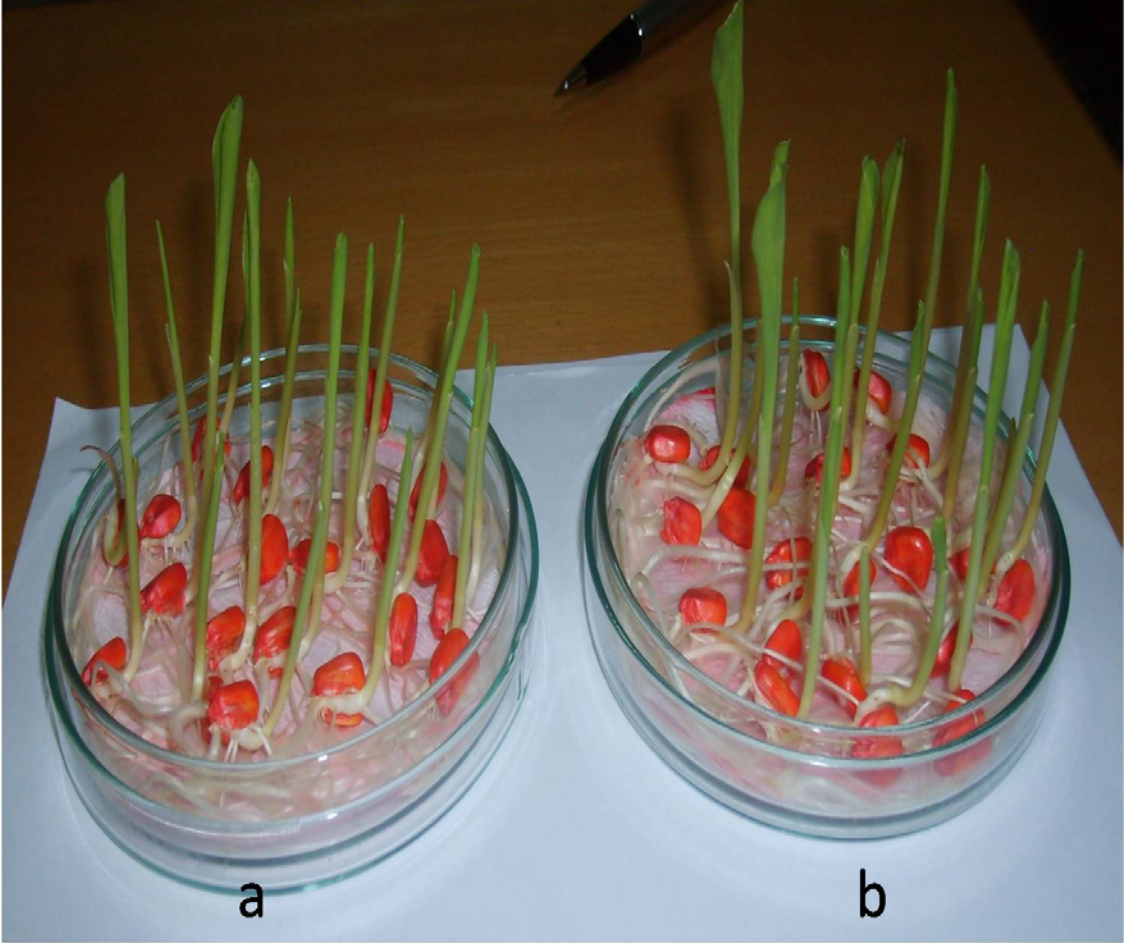


Şekil 3.2. Fasulyede farklı şiddetteki gök gürültüsü, seslerinin çimlenme yüzdesi üzerine etkileri.

Mısırdaki 87-95 dB ve 69-76 dB ses dinletilen grubun kök ve gövde uzunluklarının kontrolden daha fazla olduğu görülmektedir. 82-87 dB ses dinletilen grupta ise kontrolden daha az büyüme tespit edilmiştir. 69-76 dB ses dinletilen grubun kök uzaması kontrol grubuna göre en yüksek seviyede ölçülmüştür (Çizelge 3.1.), (Şekil 3.3.), (Şekil 3.4.).

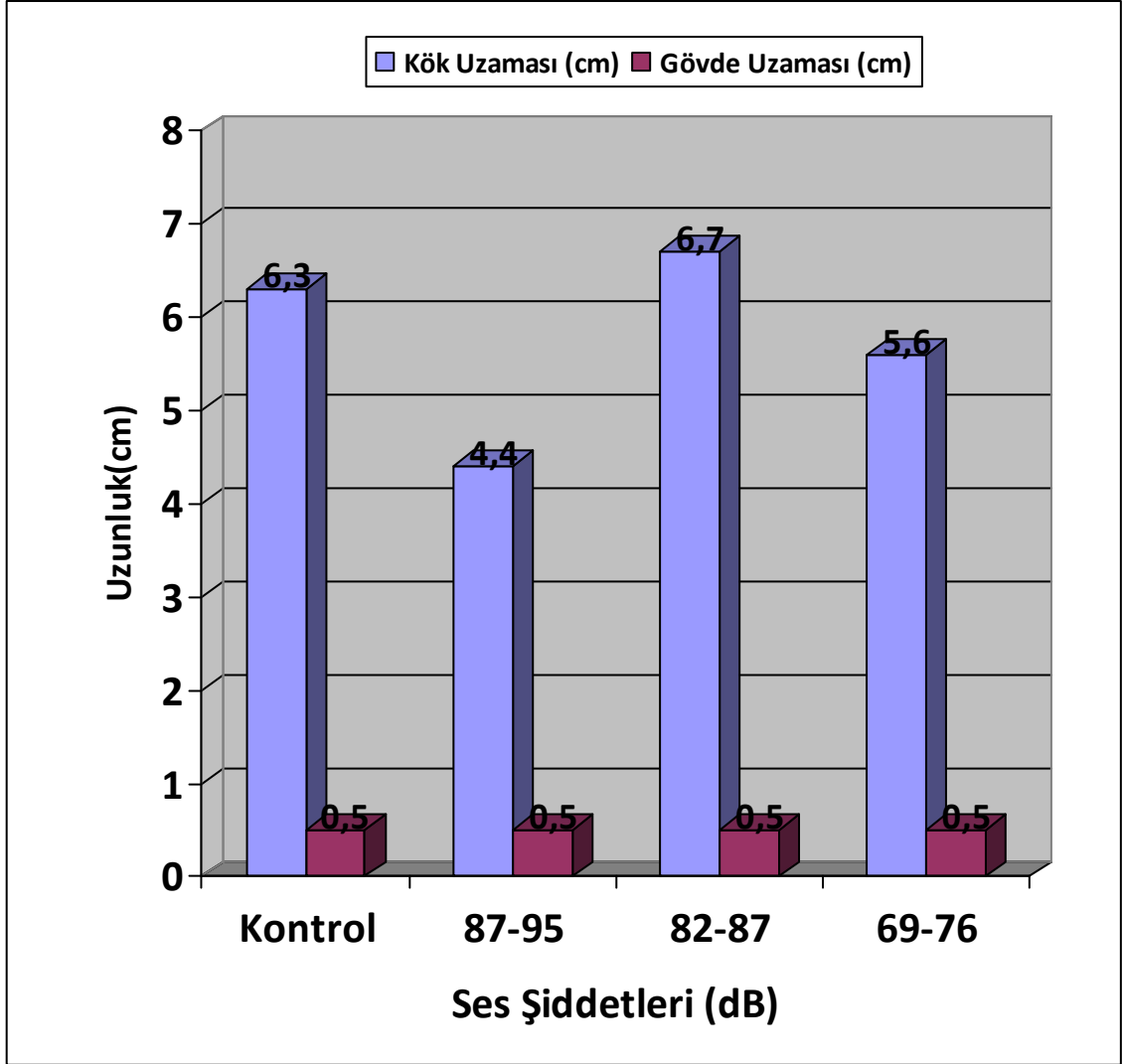


Şekil 3.3. Mısırdaki farklı şiddetteki gürültü seslerinin kök ve gövde büyümesi üzerine etkileri.



Şekil 3.4. Mısır bitkisi 7.gün a. Kontrol b. 87-95 dB ses uygulanan grup

Fasulyede 87-95 dB ve 69-76 dB ses uygulanan grupların kök uzaması kontrol grubundan daha düşük seviyede olmuştur. 82-87 dB ses dinletilen grup kontrol grubuna göre daha yüksek seviyededir. Gövde uzaması bütün gruplarda düşük seviyededir (Çizelge 3.1.), (Şekil 3.5.), (Şekil 3.6.).



Şekil 3.5. Fasulyede farklı şiddetteki gök gürültüsü seslerinin kök ve gövde büyümesi üzerine etkileri.



Şekil 3.6. Fasulye tohumları 5. gün a. Kontrol b. 87-95 dB ses uygulanan grup

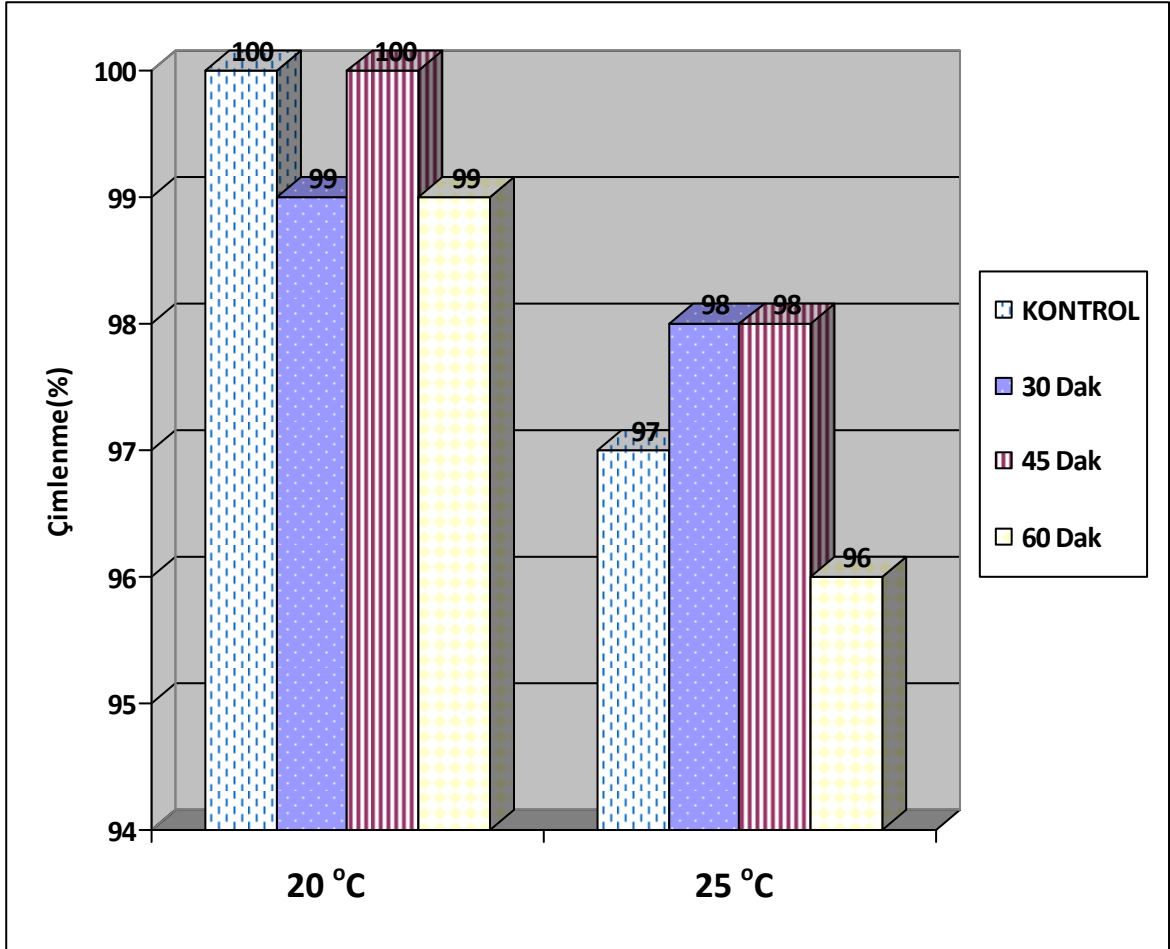
3.2. Farklı Sıcaklık ve Sürelerde Uygulanan Gök Gürültüsünün Çimlenmeye Etkisi

Ses şiddetinin sabit tutulduğu (87-95 dB), farklı sıcaklık ve sürelerde ses uygulanan gruplarda şu sonuçlara ulaşılmıştır; 20 °C de büyüme miktarı 25 °C ye göre düşük oranda gerçekleşmiştir. Çimlenme oranlarının bütün gruplarda yüksek olduğu ve birbirine yakın olduğu (% 90ın üzerinde) tespit edilmiştir. Mısırdaki 25°C de tüm gruplarda kök ve gövde uzamasının en yüksek kontrol grubunda olduğu görülmüştür. Fasulyede de 25 °C de durum buna yakın bulunmuş, kök uzaması tüm gruplarda kontrol grubunda yüksek bulunmuş, gövde büyümesi ise 30 dakika ses uygulanan grup dışında kontrol grubunda yüksek olduğu tespit edilmiştir. Mısırdaki 20 °C de kök uzamasının 30 dakika ve 45 dakika ses uygulanan gruplarda kontrolden yüksek olduğu görülmüştür. Gövde uzamasının ise 30 dakika ses uygulanan grup hariç kontrolden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Fasulyede 20 °C de kök uzamasının 30 dakika ve 45 dakika ses uygulanan gruplarda kontrolden yüksek olduğu belirlenmiştir. 20 °C de fasulyede gövde çimlenmesi çok düşük seviyede olduğu görülmektedir (Çizelge 3.2.).

Çizelge 3.2. Gök gürültüsü ses şiddetinin (87-95 dB) farklı sıcaklıklarda ve farklı sürelerde uygulanması durumunda mısır ve fasulyede tohum çimlenmesi ile kök ve gövde büyümesi üzerine etkisi.

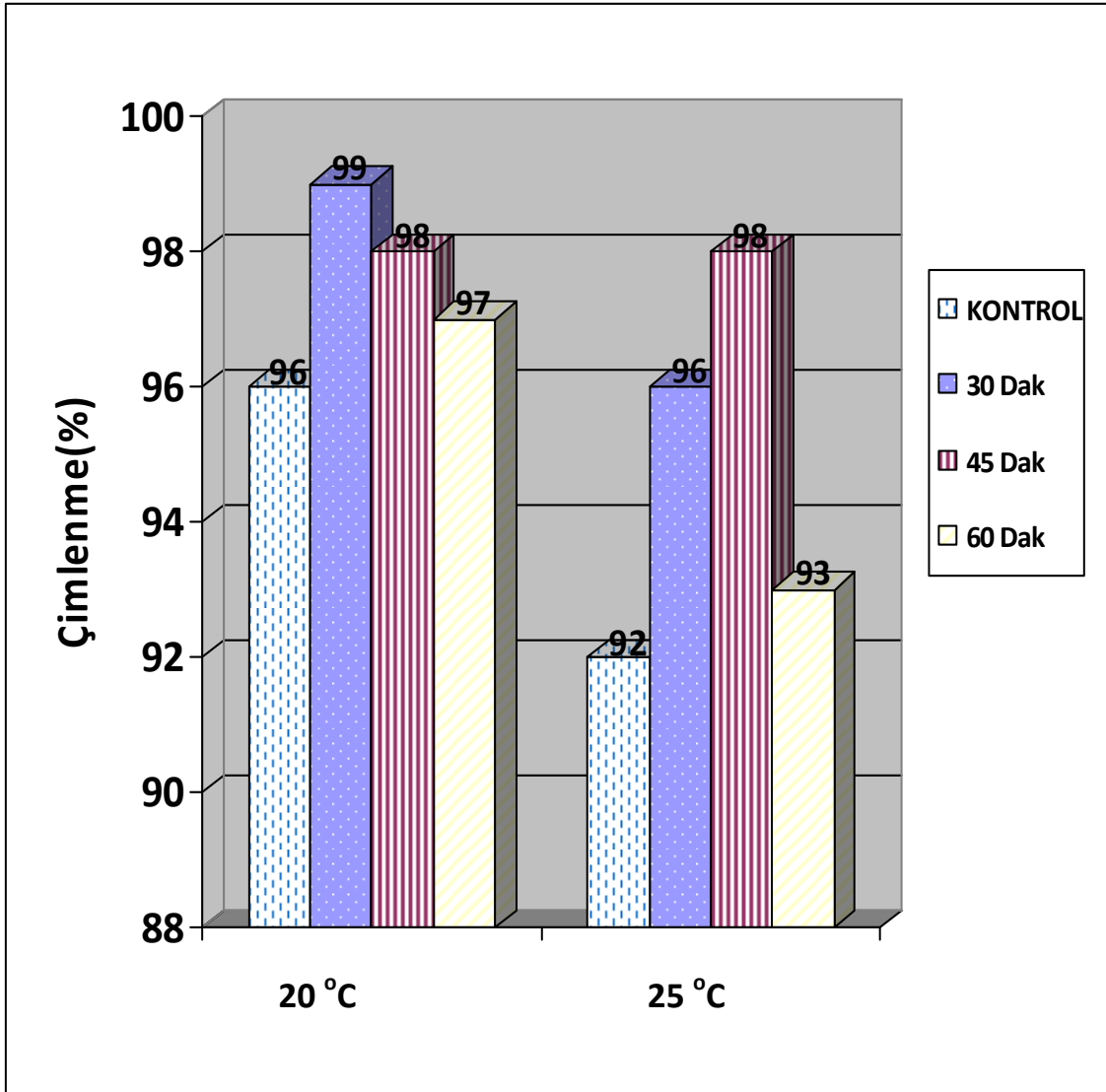
Ses Uygulama süreleri (dakika)	30		45		60		0 (Kontrol)		
	20	25	20	25	20	25	20	25	
Mısır									
Çimlenme (%)	99	98	100	98	99	96	100	97	
Kök Uzaması (cm)/bitki	5,20	14,61	5,22	13,82	4,87	14,02	4,94	14,81	
Gövde Uzaması (cm)/bitki	2,10	4,95	1,99	4,61	1,87	4,50	2,05	5,31	
Fasulye									
Çimlenme (%)	99	96	98	98	97	93	96	92	
Kök Uzaması (cm)/bitki	3,10	5,28	2,98	4,59	2,77	4,55	2,92	5,50	
Gövde Uzaması (cm)/bitki	0,50	1,67	0,50	1,50	0,50	1,52	0,50	1,63	

Mısırdaki çimlenme oranının 20°C de 25 °C 'ye göre daha yüksek oranda olduğu görülmüştür. 20 °C de çimlenme oranı bütün gruplarda yüksek seviyededir. 25 °C de 60 dakika ses uygulanan grupta çimlenme oranı diğer gruplara oranla daha düşük ölçülmüştür (Çizelge 3.2.), (Şekil 3.7.).



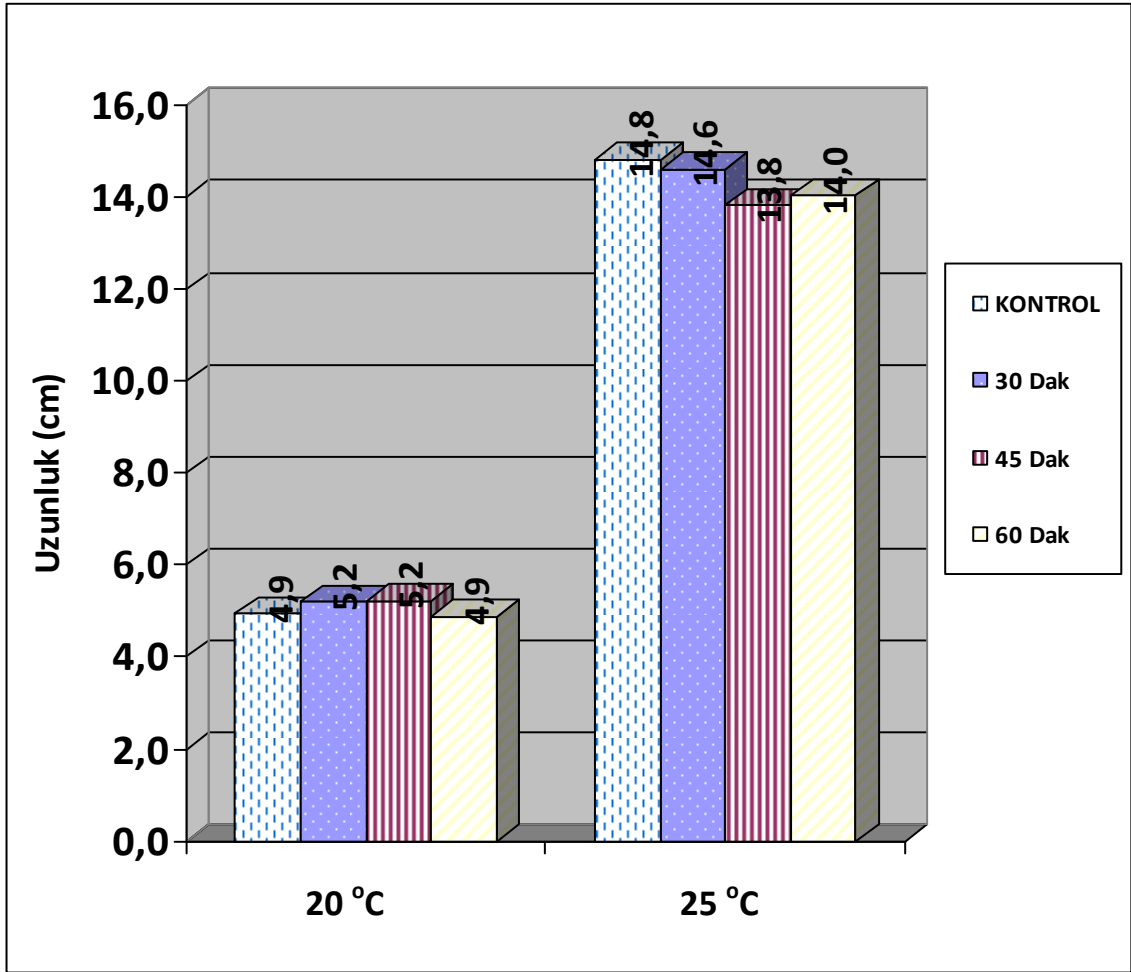
Şekil 3.7. Mısırdaki farklı sürelerde uygulanan 87–95 dB şiddet aralığındaki gök gürültüsü seslerinin farklı sıcaklıklarda çimlenme üzerine etkileri.

Fasulyede 20 °C de çimlenme yüzdelerinde çok fark görülmezken 25 °C de bazı farklılıklar ortaya çıkmıştır. 20 °C de en düşük çimlenme oranı kontrolde, en yüksek oran ise 30 dakika ses uygulanan grupta ölçülmüştür. 25 °C de kontrol grubunda çimlenme en düşük seviyede görülürken 45 dakika ses uygulanan grupta çimlenme diğer gruplara göre en yüksek seviyededir (Çizelge 3.2.), (Şekil 3.8.).



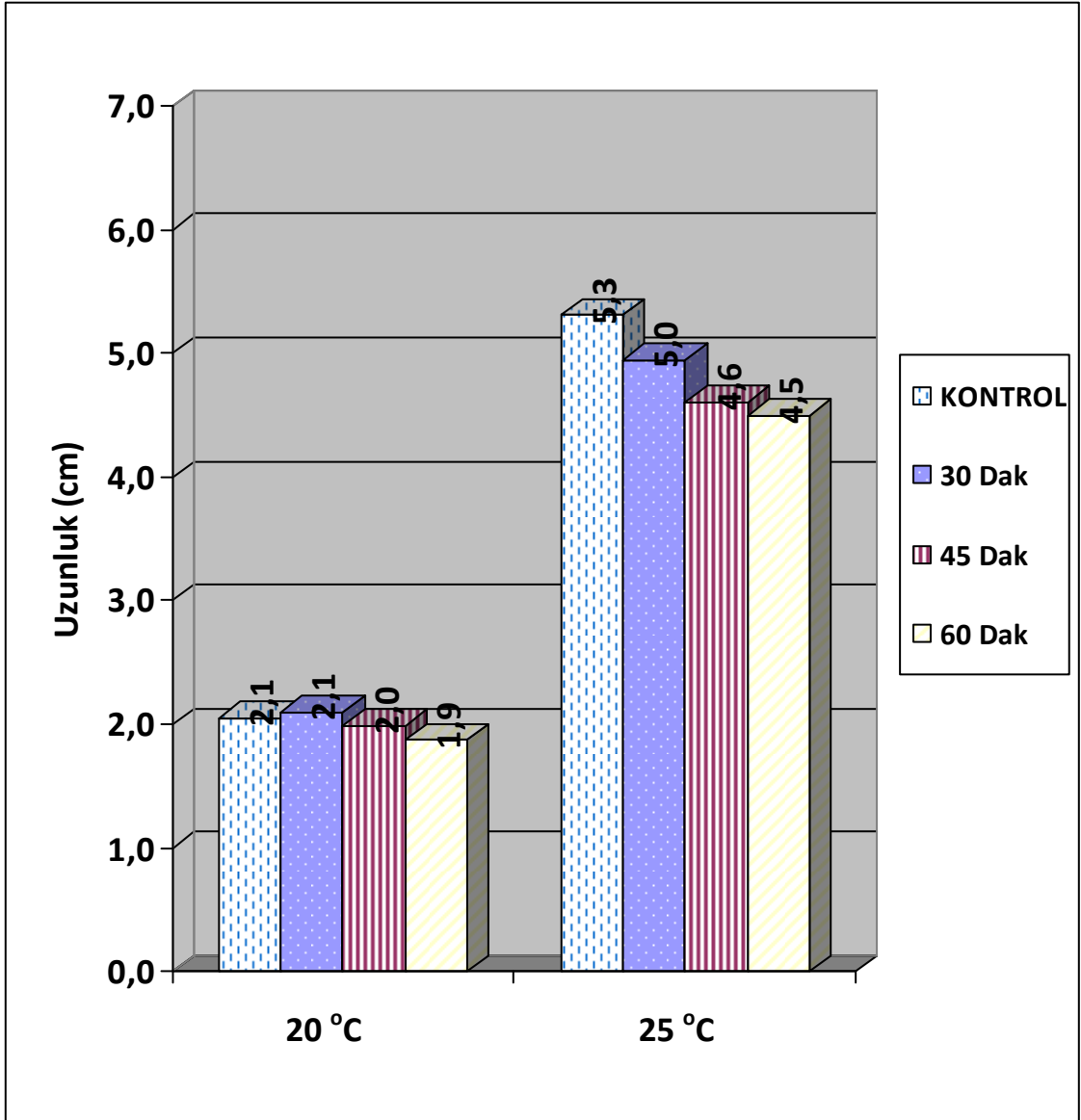
Şekil 3.8. Fasulyede farklı sürelerde uygulanan 87–95 dB şiddet aralığındaki gök gürültüsü seslerinin farklı sıcaklıklarda çimlenme üzerine etkileri.

Mısırdaki 20 °C de kök uzamasının birbirine yakın olduğu görülürken birlikte 30 ve 45 dakika ses uygulanan gruplarda kök uzaması kontrolden yüksektir. 60 dakika ses uygulanan grupta ise kontrolle aynı seviyededir. 25 °C de ise kök uzamaları 20 °C de olduğu gibi birbirine çok yakın olmakla birlikte en fazla uzama kontrol grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 3.2.), (Şekil 3.9.).



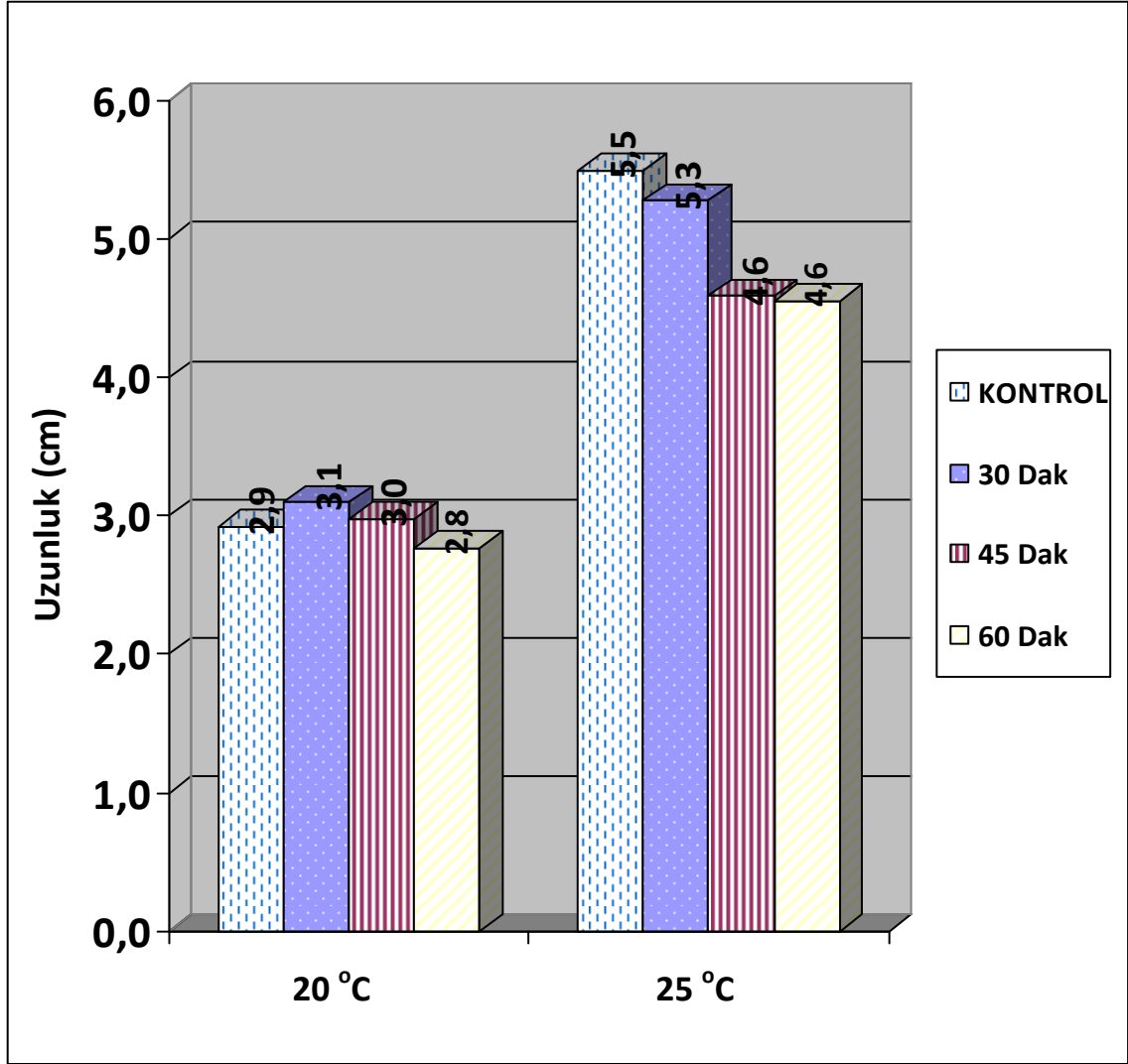
Şekil 3.9. Mısırdaki farklı sürelerde ve farklı sıcaklıklarda uygulanan 87–95 dB şiddet aralığındaki gürültü seslerinin kök uzaması üzerine etkileri.

Mısırdaki gövde uzamaları 20 °C de 25 °C ye oranla düşük seviyede olmuştur. 20 °C de kontrol grubu ile 30 dakika ses uygulanan grupta sonuçlar aynı bulunmuş, diğer gruplarda ise kontrolden düşük çıkmıştır. 25 °C de gövde uzamaları uzundan kısaya doğru sırasıyla; kontrol, 30 dakika, 45 dakika ve 60 dakika şeklinde devam etmiştir (Çizelge 3.2.), (Şekil 3.10.).



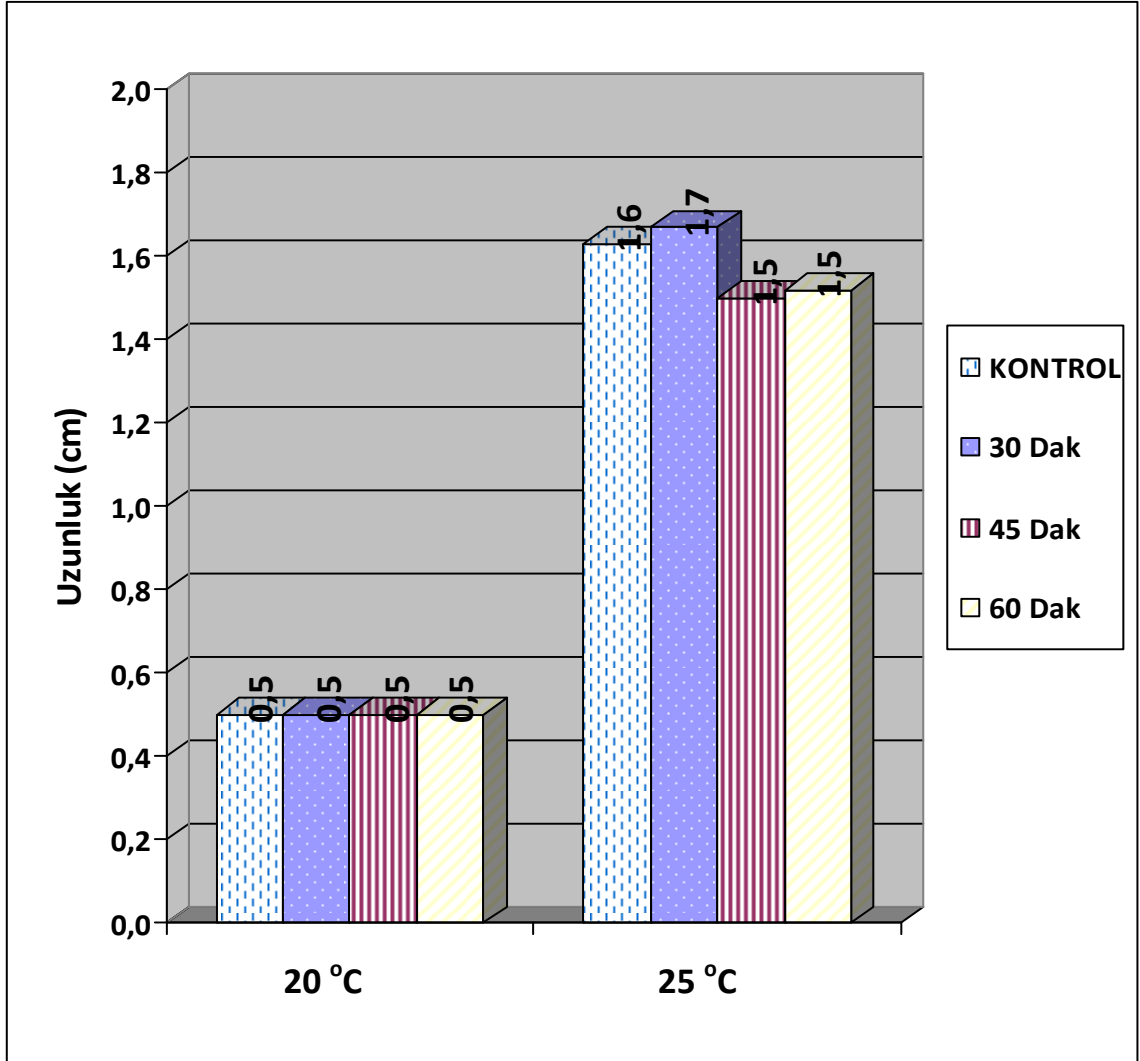
Şekil 3.10. Mısırdaki farklı sürelerde ve farklı sıcaklıklarda uygulanan 87–95 dB şiddet aralığındaki gök gürültüsü seslerinin gövde uzaması üzerine etkileri.

Fasulyede 20 °C de 30 ve 45 dakika ses uygulanan grupta kök uzaması kontrolden yüksektir. 25 °C de ise kontrol en fazla uzamaya sahiptir. Diğer gruplar ise kontrolden düşük olmuştur. 30 dakika ses uygulanan grup kontrole yakındır. 45 ve 60 dakika ses uygulanan gruplar ise kontrole göre düşük büyüme göstermişlerdir (Çizelge 3.2.), (Şekil 3.11.).



Şekil 3.11. Fasulyede farklı sürelerde ve farklı sıcaklıklarda uygulanan 87–95 dB şiddet aralığındaki gök gürültüsü seslerinin kök uzaması üzerine etkileri.

Fasulyede 20 °C de gövde uzaması çok düşük oranda gerçekleşmiştir. 25 °C de ise sonuçlar yakın olmakla birlikte 30 dakika ses uygulanan grupta gövde uzaması kontrolden yüksek, diğer gruplarda ise gövde uzaması kontrolden düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.2.), (Şekil 3.12.).



Şekil 3.12. Fasulyede farklı sürelerde ve farklı sıcaklıklarda uygulanan 87–95 dB şiddet aralığındaki gök gürültüsü seslerinin gövde uzaması üzerine etkileri.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Daha önce de bahsedildiği gibi sesin bitkilerin çimlenmesi veya gelişmesi üzerine etkisi üzerine çok araştırma yapılmamıştır. Bu durum, çimlenme üzerine sesin etkisinin yeni bir araştırma konusu olduğunu göstermektedir. Daha önce bu konu üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında genel olarak sesin bitki gelişimi üzerine olumlu etkiler gösterdiği söylenebilir. Fakat bu çalışmalar sonucunda bitkinin sese olumlu tepki vermesinin çeşitli şartlara bağlı olduğu görülmüştür. Uygulanan sesin şiddeti, süresi, frekansı ve bitkinin türü sonuçların farklı çıkmasına neden olabilmektedir. Bazı bitkiler aynı süre, şiddet ve frekansta uygulanan sese olumlu tepki verirken bazı bitkiler ise olumsuz tepki verebilmektedir. Sesin şiddeti ve frekansı için de aynı durum söz konusudur. Örneğin pirinç bitkisi için 106 dB ve 400 Hz ses şiddeti büyümeyi uyarıcı en uygun şiddet olarak tespit edilmiştir. Bu şiddetin üstündeki seslerin pirinç tohumlarının çimlenmelerini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir [9].

Sesin bitkiler üzerindeki etkileri daha önce bazı araştırmacılar tarafından çalışılmıştır. Örneğin bitkilere uygulanan müzik sesinin domates [11], arpa [12] ve sebzelerin [13] ürün verimini ve kalitesini artırdığı görülmüştür. Ayrıca Hou ve ark.[14] tarafından yapılan çalışmada dışarıdan uygulanan sesin domates, şalgam ve pancar gibi bitkiler ile mantar gelişimini olumlu yönde etkilediği kanıtlanmıştır.

Liu ve ark. [6], *Chrysantemum* bitkisinde kallusun optimum uyarı şartlarının 100 dB ve 800 Hz olduğunu bulmuştur. Bir başka çalışmada yoğunluğu yaklaşık 100 dB ve frekansı yaklaşık 1000 Hz olan sesin *Actinidia chinensis*'in enerji metabolizması için optimum dış stres olduğu bulunmuş ve deneysel veriler göstermiştir ki, orta seviyeli ses alanının odunsu bitkilerin büyümesi ve gelişmesi için faydalı olmaktadır. Buradan da anlaşılacağı gibi aynı ses şiddeti farklı frekanslar da uygulandığında da etkili olabilmektedir.

Bochu ve ark. [9] pirinç tohumlarının çimlenmesi için en uygun ses şiddetinin 400 Hz ve 106 dB olduğunu belirlemiştir. Frekans 400 Hz veya 111 dB den fazla olduğu zaman pirinç tohumlarının çimlenmesi olumsuz etkilenmiştir.

Şimdiye kadar bitkiler üzerine sesin etkisi üzerine yapılan çalışmalarda genellikle değişik türden müzikler kullanılmıştır [10; 19; 20]. Mynn ve ark.'nın yaptıkları çalışmada mısır, fasulye ve pirinç bitkisinin çimlenmesi üzerine klasik ve heavy metal müziğin etkisi araştırılmıştır [10]. Yine aynı çalışmada klasik ve heavy metal müziğin mısır bitkisinin taze ağırlığı, yaprak alanı, boy uzunluğu ve klorofil konsantrasyonu gibi parametreleri üzerine

etkileri üzerine araştırma yapılmıştır. Deneylede bitkilere düşük dB (35 ile 50 dB) ve düşükten yükseğe doğru 4 farklı frekansta (100, 200, 2.000 ve 10.000 Hz) yukarıda bahsedilen iki tür müzik uygulanmıştır. İkinci deneyde tüm gruplara bir hafta hiç ses dinletilmemiş, bir hafta sonra deney gruplarına deney sonuna kadar kesintisiz müzik dinletilmiştir. Gruplar ikiye ayrılmış, birisine yakından, diğerine ise uzaktan ses uygulanmıştır. Sonuçta ses uygulanan grupların tamamında önemli ölçüde olumlu tepkiler ölçülmüştür. Buna sebep olarak, uygulanan ses enerjisinin meydana getirdiği titreşimlerin, bitkinin mineral ve su taşıma metabolizmasını hızlandırdığı ve dolayısıyla bitkinin yukarıda sayılan parametrelerinde artış olduğu yorumu yapılmıştır. Bunu ispatlamak için orkide üzerinde bir başka deney yapılmıştır. Orkide bitkisi renkli suya konulmuş, deney grubuna klasik müzik uygulanmış, kontrol grubuna ise uygulanmamıştır. Deney grubuna 14 gün kesintisiz müzik dinletilmiş ve deney sonunda deney grubunda yine olumlu sonuçlar alınmıştır [10].

Çalışmamızda müzik sesinden ziyade gök gürültüsü sesinin bitki çimlenmesine etkisi araştırılmıştır. Bunun için bir monokotil (mısır) ve bir dikotil (fasulye) bitkisi seçilerek karşılaştırması yapılmıştır. Bunun için iki grup deney yapılmıştır. Genel itibariyle mısır tohumlarının fasulyeye göre daha olumlu sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Yani mısır tohumlarının çimlenmesi gök gürültüsü tarafından olumlu etkilenmiştir.

Birinci deneyde gök gürültüsü sesleri farklı şiddet ve sürelerde bitkilere uygulanmıştır. Çünkü tabiatta gök gürültüsü her zaman eşit aralıklarda ve eşit ses şiddetlerinde görülmemektedir. Ayrıca tabiatta tohumun üstündeki toprak tabakası tohuma ulaşan sesin şiddetini değişik oranlarda azaltmaktadır. Bu düşünceyle yapılan deneylerde kullanılan üç farklı ses şiddetinden en yüksek (87-95 dB) ve en düşük (69-75 dB) olanlar mısır tohumunun kök ve gövde uzamasını olumlu etkilemiş, orta şiddetteki ses (82-87 dB) ise olumsuz etkilemiştir. Bununla birlikte aynı şiddetteki sesler fasulyede tam tersi etki meydana getirmiş, orta şiddetteki ses olumlu, diğerleri olumsuz sonuç vermiştir. Mısırdaki kök ile gövde büyümesi kıyaslandığında, sesin kök büyümesi üzerine daha fazla olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Mısır ile fasulyede gök gürültüsünün ters etki göstermesi, bu tohumların monokotil ve dikotil olarak ayrı sınıflarda olmalarından ve dolayısıyla genetik yapılarının çok farklı olmasından kaynaklanabilir.

İkinci deneyde ise ses şiddeti en yüksek seviyede (87-95 dB) sabit tutulmuş, ses uygulanma süresi ve sıcaklık faktörleri değiştirilmiştir. Ses günde bir defa olmak üzere aynı her gün aynı saatte uygulanmıştır. Bu deneylerde 20 °C de ses uygulanan grubun 25 °C ye göre

yarıdan az oranda büyüme gösterdikleri görülmüştür. Bunun sebebi olarak düşük sıcaklık değerlerinde enzim aktivitelerinin daha yavaş olması gösterilebilir. Çünkü büyüme olabilmesi için enzimlerin aktif olması gerekir. Enzim aktivitesini etkileyen önemli bir faktör de sıcaklıktır. Bu sonuçlara göre değerlendirme her iki sıcaklık değerinde kendilerine göre yapılmış olup, karşılaştırma oransal değerler üzerinden yapılmıştır.

Mısırda 20 °C de farklı sürelerde ses uygulandığında 30 ve 45 dakika ses uygulananlarda az miktarda olumlu etki söz konusudur. Gövdede ise sonuçlar birbirlerine yakın ölçülmüştür. 60 dakika ses uygulanan grupta kök ve gövdenin olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. Fasulyede de benzer sonuçlara ulaşılmıştır. İkinci grup deneylerde sonuç olarak yüksek şiddetteki sesin uzun süre uygulanmasının hem mısır hem de fasulye üzerinde olumsuz etki gösterdiği görülmüştür. Bunun sebebi olarak, yüksek sesin uzun süre uygulanmasının bitkide strese sebep olduğu yorumu yapılabilir. Her iki deney grubunda da çimlenme parametreleri kıyaslandığında, mısır tohumlarının çimlenme oranı fasulyeden yüksek seviyede olduğu görülmüştür.

Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre gök gürültüsü seslerinin çeşitli şiddetleri yukarıdaki çalışmalarda olduğu gibi tohumlar üzerinde olumlu ya da olumsuz etki meydana getirebilmektedir. Gök gürültüsünün bahar mevsiminde çok görülmesi tohumların çimlenmesinde etkisi olduğunu düşündürmektedir. Şimşek çakması, havada bulunan serbest azotu (N_2) nitrat (NO_3^-) olarak toprağa bağlayarak dolaylı yünden bitki gelişimine etkide bulunmaktadır. Tohum çimlendikten sonra, ilk oluşan organı olan kökleriyle (radikula) bu azotu alarak büyümektedir. Tohumun testadan çıkmasını uyaran olaylardan biri de muhtemelen gök gürültüsü sesidir. Dolayısıyla şimşek çakması ve peşinden gelen gök gürültüsü sesi bitki çimlenmesi ve gelişimi olayını tamamlamaktadırlar. Gök gürültüsü sesinin ortalama şiddetinin 110 dB olması ve bu sesin şiddetinin toprak altındaki tohumlara ulaşmaya kadar azalması, tohumu uyaran gök gürültüsü seslerinin 100 dB civarında ya da biraz altında olduğunu düşündürmektedir. Çalışmamızda fasulye bitkisinde sonuçların genellikle olumsuz çıkmasının sebebi olarak, ses şiddetinin fasulyede tohumların mısıra göre daha büyük olmaları ve testanın daha kalın olması gibi faktörlerden dolayı yeterli uyarılma düzeyi oluşturmaması olduğu veya fasulyenin farklı bir tür olması sebebiyle sese olan duyarlılığının farklı olması düşünülebilir.

Çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz verilerden özellikle mısır bitkisi ile ilgili olanlar yukarıda bahsedilen çalışma [10] ile örtüşmektedir. Gök gürültüsünün mısır tohumlarının çimlenmesi ve çimlenmeden sonraki 7 gün içindeki büyümesi üzerine olumlu etkileri

görülmektedir. Bu durum gök gürültüsü sesinin, bitkinin su ve mineral taşıma mekanizmasını etkileyebileceği gibi, bitki hücrelerinde bulunan bazı enzimlerin aktivitesini etkilemesi ve membran geçirgenliğini artırması olarak da yorumlanabilir. Yapılan bir araştırmada çeşitli türden klasik müziklerin uygulandığı soğan bitkisinde kök uzaması ve mitoz bölünmenin hızlandığı tespit edilmiştir [19]. Ayrıca değişik türden müzik ve seslerin peroksidaz izoenziminin aktivitesini değiştirerek, tohum çimlenmesi ve bitki gelişimini etkilediği de yapılan başka bir araştırmada belirlenmiştir [20].

Sonuç olarak; gerek müzik olsun, gerekse gök gürültüsü olsun ses faktörünün tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi üzerinde bitki türüne göre olumlu etkileri olduğu diğer çalışmalarda olduğu gibi bizim çalışmamızda da gösterilmiştir. Yukarıda da bahsedildiği gibi bahar mevsiminde şimşek, gök gürültüsü ve yağmur beraber gelişen hadiselerdir. Tohumların çoğunun çimlenip geliştiği mevsim de yine bahar mevsimidir. Şimşekle toprağa bağlanan azot yağmur suyu ile bitki tarafından alınmaktadır. Gök gürültüsü sesiyle de tohumun uyanması ve su ve minerallerin bitkide daha iyi taşındığı düşünüldüğünde bu hadiselerin hepsinin tohum çimlenmesi ve gelişmesinde rol oynadığı kanısına varılabilir. Dolayısıyla gök gürültüsü sesinin sadece bir ses kirliliği olduğunu düşünmek yanlış olur. Halk arasında bol şimşekli ve yağmurlu geçen bahar mevsiminde verimin daha çok olduğu kanısı hakimdir. Biz de çalışma sonucumuza dayanarak bol şimşekli geçen bahar mevsiminde bazı tür bitki tohumlarının daha iyi çimleneceğini ve gelişeceğini söyleyebiliriz. Buradan hareketle seralarda yetiştirilen bitkilere gök gürültüsü veya müzik sesi dinletilmesinin bitki verimini artırabileceğini tahmin etmekteyiz. Ancak ses şiddetinin etkisi bitki türüne göre farklı olduğundan hangi tür bitkilerde hangi ses seviyelerinin olumlu etki yaptığının belirlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] tr.wikipedia.org.
- [2] Chisti, Y., 2003, Sonobioreactors: using ultrasound for enhanced microbial productivity, *Trends in Biotechnology*, 21(2): 89-93
- [3] Wang, X.j., Wang, B.C., Jia, Y., Liu, D.F., Duani, C.R., Yang, X.C., Sakanishi,A., 2003, Effects of sound stimulation on protective enzyme activities and peroxidase isoenzymes of *Chrysanthemum*, *Colloids and Surfaces B-Biointerfaces*, 27 (1):59-63.
- [4] Zhao, H.C., Wang, B.C., Liu, B.A.,Cai, S.X.,Xİ,B.S., 2002, The effects of sound stimulation on the permeability of K⁺ channel of *Chrysanthemum* Callus plasma, *Colloids and Surfaces B-Biointerfaces*, 26 (4): 329-333.
- [5] Wang, B.C., Zhao, H.C.,Wang, X.J., Duan, C.R.,Wang, D.H., Sakanishi, A., 2002, Influence of sound stimulation on plasma membrane H⁺-ATPase activity, *Colloids and Surfaces B-Biointerfaces*, 25 (3): 183-188.
- [6] Liu, Y.Y., Wang, B.C., Long X.F., Duan C.R., Sakanishi,A., 2002, Effects of sound field on the growth of *Chrysanthemum* callus, *Colloids and Surfaces B- Biointerfaces*, 24 (3-4): 321-326.
- [7] Zhao, H.C., Wu, J.,Xi, B.S., Wang, B.C., 2002, Effects of sound-wave stimulation on the secondary structure of plasma membrane protein of tobacco cells, *Colloids and Surfaces B-Biointerfaces*, 25 (1): 29-32.
- [8] Yang X.C.,Wang, B.C., Duan,C.R., 2003, Effects of sound stimulation on energy metabolism of *Actinidia chinensis* callus, *Colloids and Surfaces B-Biointerfaces*, 30 (1-2): 67-72
- [9] Bochu,W., Xin, C., Zhen, W., Qizhong, F., Hao,Z., Liang, R., 2003, Biological effect of sound field stimulation on paddy rice seeds, *Colloids and Surfaces B-Biointerfaces* 32:1,29-34.
- [10] Mynn, T.S., Jean, H.S., 1999, Investigating the effects of sound energy on plant growth, *Investigating Science*. Mentor : Dr Ong Bee Lian, TDSC2172/SP2172, a project report.
- [11] Hou, T.Z. and R.E. Mooneyham., 1999, Applied studies of Plant Meridien System: I. The Effect of Agri-wave Technology on Yield and Quality of Tomato, *Am. J. Chin Med.*, 27:1-10.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [12] Spillane, M., 1991, Brave new waves, TCl for plants. No. 6: 36.
- [13] Xiao, Hai., 1991, Vegetables and music, Pictorial Science, 6: 36.
- [14] Hou, T.Z., J.Y. Luan, J.Y. Wang and M.D. Li., 1994, Experimental evidence of a plant meridian system III: The Sound Characteristics of Phylodendron (*Alocasia*) and the Effects of Acupuncture on those Properties, Am. J. Chin Med. 22: 205-214.
- [15] Pakhomov, A.G., Akyel,Y.,Pakhomova, O.N., Stuck, B.E., Murphy, M.R., 1999, Current state and implications of research on biological effects of milimeter waves: A rewiev of the literature, Bioelectromagnetics, 19:7, 393-403.
- [16] Envari, M., 1984, Seed physilogy: from ovule to maturing seed, The Botanical Review, 50(2), 143-169.
- [17] Yentür, S., 1984, Bitki Anatomisi, İstanbul üniv. Fen Fak. Yay., s 560.
- [18] Gerçekçi. R., 1995, Ders Not.s. 68-69.Tokat.
- [19] Dane,F.,Metin,I., Mamedova,L., Huseyinov,M.,Ekici,N., 2007, The Effects of Different Musical Elements on Root Growth and Mitosis in Onion (*Allium cepa*) Root Apical Meristem (Musical and Biological Experimental Study), Asian Journal of Plant Sciences, , 6 (2); 369-373
- [20] Creath K, Schwartz GE., 2004, Measuring effects of music, noise, and healing energy using a seed germination bioassay, The Journal of Alternative and Complementary Medicine, 10:113-122.