



**KAVUN VE KARPUZ BİTKİLERİNİN  
MİKRODALGA ENERJİSİ ALTINDA  
İNCELENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

**Cemer ERKEN**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Doç. Dr. İlker Hüseyin ÇELEN  
2017**

**T.C.  
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KAVUN VE KARPUZ BİTKİLERİNİN MİKRODALGA ENERJİSİ  
ALTINDA İNCELENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

**Cemer ERKEN**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Doç. Dr. İlker Hüseyin ÇELEN**

**TEKİRDAĞ-2017**

**Her hakkı saklıdır**

Doç. Dr. İlker Hüseyin ÇELEN danışmanlığında, Cemer ERKEN tarafından hazırlanan “Kavun ve Karpuz Bitkilerinin Mikrodalga enerjisi Altında İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Doç. Dr. İlker Hüseyin ÇELEN (Danışman)

*İmza:*

Üye: Doç. Dr. Fulya TAN

*İmza:*

Üye: Yrd. Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

**Enstitü Müdürü**

# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

## KAVUN VE KARPUZ BİTKİLERİNİN MİKRODALGA ENERJİSİ ALTINDA İNCELENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

**Cemer ERKEN**

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İlker Hüseyin ÇELEN

Tarımsal mücadele, verim ve kaliteyi arttırmak amacıyla, bitkilerin hastalık, zararlı ve yabancı otların olumsuz etkilerinden korunmasıdır. Pestisit kullanımı en etkili ve en yaygın yöntemdir. Tarımsal mücadelede insan ve çevre sağlığına en az zararı olan uygulamalar tercih edilmelidir. Kavun ve karpuz dünyada ve Türkiye’de en çok üretilen sebzelerin başında gelmektedir. Çalışmalarda, Kavun ve Karpuz sebzelerinde zararlı kontrolü uygulamasında, hangi güç, mesafe ve sürede mikrodalga enerjisine maruz kalması gerektiği belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla öncelikle bir deney düzeneği hazırlanmıştır. Bu düzenekte, bitkilerin etkilendiği mikrodalga enerjisi gücü, bu güce maruz kalma süresi ve sistemin uygun ilerleme hızının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bitkiler mikrodalga enerjisine maruz kaldığında, belirlenen özelliklerinin nasıl değiştiği incelenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Mikrodalga, karpuz, kavun, renk, ağırlık

**2017, 80 sayfa**

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

### **A STUDY ON THE INVESTIGATION OF UNDER MICROWAVE ENERGY OF MELON AND WATERMELON PLANTS**

**Cemer ERKEN**

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Main Sciences Division of Biosystems Engineering

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. İlker Hüseyin ÇELEN

The agricultural struggle is to protect plants from the adverse effects of diseases, harmful and weeds in order to increase yield and quality. Pesticide use is the most effective and most common method. In agricultural struggle, practices which are least harmful to human and environmental health should be preferred. Melon and watermelon are the most produced vegetables in the world and in Turkey. In studies, it has been tried to determine what power, distance and time should be exposed to microwave energy in harmful control of Melon and Watermelon vegetables. For this purpose, an experimental device was prepared first. In this device, it is aimed to determine the microwave energy power to which plants are affected, the duration of this exposure and the appropriate rate of advance of the system. When the plants were exposed to microwave energy, the changes in the specified properties were examined.

**Key words:** Microwave, watermelon, melon, renk, weight

**2017, 80 pages**

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iii
<b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....	v
<b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....	vii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1. Mikrodalga Enerjisi .....	8
<b>2.KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	10
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	16
3.1. Materyal .....	16
3.1.1. Karpuz ( <i>Citrullus lanatus</i> ) .....	16
3.1.2. Kavun ( <i>Cucumis melo</i> ) .....	17
3.1.3. Mikrodalga test ünitesi .....	18
3.1.3.1. Magnetron .....	18
3.1.3.2. Elektrik aksamı .....	19
3.1.3.3. Şasi .....	20
3.1.4. Hassas Terazı .....	20
3.1.5. Renk ölçüm cihazı .....	21
3.2. Yöntem .....	22
3.2.1.Bitki materyali üretimi .....	23
3.2.2.Mikrodalga enerjisi uygulaması .....	23
3.2.3. Bitkilerde ağırlık ölçümü .....	24
3.2.4. Bitkilerde renk ölçümü .....	25
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI</b> .....	27
4.1. Bitki materyallerinin ağırlık ve renk değişimleri .....	27
4.1.1. Karpuz .....	27
4.1.2. Kavun .....	38
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ</b> .....	50

<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	52
<b>EK 1.</b> Karpuz bitkisi için güç yükseklik ve zamana göre ağırlık değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler .....	55
<b>EK 2.</b> Karpuz bitkisi için güç yükseklik ve zamana göre L değeri değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler .....	58
<b>EK 3.</b> Karpuz bitkisi için güç yükseklik ve zamana göre a değeri değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler .....	61
<b>EK 4.</b> Karpuz bitkisi için güç yükseklik ve zamana göre b değeri değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler .....	64
<b>EK 5.</b> Kavun bitkisi için güç yükseklik ve zamana göre ağırlık değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler .....	67
<b>EK 6.</b> Kavun bitkisi için güç yükseklik ve zamana göre L değeri değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler .....	70
<b>EK 7.</b> Kavun bitkisi için güç yükseklik ve zamana göre a değeri değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler .....	73
<b>EK 8.</b> Kavun bitkisi için güç yükseklik ve zamana göre b değeri değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler .....	76
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	79
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	80

## ÇİZELGE DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. Türkiye' de tarım alanlarının yıllara göre dağılımı .....	2
Çizelge 1.2. Dünyada karpuz üretimi .....	4
Çizelge 1.3. Türkiye' de kavun ve karpuz ekilen alan ve üretim miktarları .....	6
Çizelge 1.4. Ülkemizde yıllara göre pestisit tüketimi ve birim alana düşen etkili madde miktarları .....	7
Çizelge 3.1. Deneme deseni .....	26
Çizelge 4.1. Karpuz bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen Ağırlık değişimine ilişkin varyans analiz tablosu .....	29
Çizelge 4.2. Karpuz bitkisinde L değeri değişimleri istatistik sonuçlarına göre grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testi .....	30
Çizelge 4.3. Karpuz bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen L değeri değişimine ilişkin varyans analiz tablosu .....	32
Çizelge 4.4. Karpuz bitkisinde L değeri değişimleri istatistik sonuçlarına göre Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testi .....	32
Çizelge 4.5. Karpuz bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen a değeri değişimine ilişkin varyans analiz tablosu .....	34
Çizelge 4.6. Karpuz bitkisinde a değeri değişimleri istatistik sonuçlarına göre Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testi .....	35
Çizelge 4.7. Karpuz bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen b değeri değişimine ilişkin varyans analiz tablosu .....	37
Çizelge 4.8. Karpuz bitkisinde b değeri değişimleri istatistik sonuçlarına göre Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testi .....	38
Çizelge 4.9. Karpuz bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen ağırlık değişimine ilişkin varyans analiz tablosu .....	39

Çizelge 4.10. Kavun bitkisinde ağırlık değişimleri istatistik sonuçlarına göre Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testi .....	41
Çizelge 4.11. Kavun bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen L değeri değişimine ilişkin varyans analiz tablosu .....	43
Çizelge 4.12. Kavun bitkisinde L değeri değişimleri istatistik sonuçlarına göre Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testi .....	43
Çizelge 4.13. Kavun bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen a değeri değişimine ilişkin varyans analiz tablosu .....	45
Çizelge 4.14. Kavun bitkisinde a değeri değişimleri istatistik sonuçlarına göre Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testi .....	46
Çizelge 4.15. Kavun bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen b değeri değişimine ilişkin varyans analiz tablosu .....	48
Çizelge 4.16. Kavun bitkisinde b değeri değişimleri istatistik sonuçlarına göre Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testi .....	49

## ŞEKİL DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 1.1. Karpuz bitkisi .....	3
Şekil 1.2. Kavun bitkisi .....	5
Şekil 3.1. Karpuz Bitkisi .....	17
Şekil 3.2. Kavun Bitkisi .....	18
Şekil 3.3. Mikrodalga test ünitesi .....	19
Şekil 3.4. Elektrik Şeması .....	20
Şekil 3.5. Hassas Terazı .....	21
Şekil 3.6. Renk Ölçüm Cihazı (HP 200) .....	22
Şekil 3.7. Yetiştirilen fideler .....	23
Şekil 3.8. Mikrodalga test ünitesi .....	24
Şekil 3.9. Renk uzayı .....	25
Şekil 4.1. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Karpuz bitkileri üzerindeki ağırlık değişimi (G1:90W, G2:350W, G3:700W; H1:15cm, H2:25cm, H3:35cm).....	28
Şekil 4.2. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Karpuz bitkileri üzerindeki L değeri değişimi (G1:90W, G2:350W, G3:700W; H1:15cm, H2:25cm, H3:35cm).....	31
Şekil 4.3. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Karpuz bitkileri üzerindeki a değeri değişimi (G1:90W, G2:350W, G3:700W; H1:15cm, H2:25cm, H3:35cm).....	33
Şekil 4.4. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Karpuz bitkileri üzerindeki b değeri değişimi (G1:90W, G2:350W, G3:700W; H1:15cm, H2:25cm, H3:35cm) .....	36

Şekil 4.5. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Kavun bitkileri üzerindeki ağırlık değişimi (G1:90W, G2:350W, G3:700W; H1:15cm, H2:25cm, H3:35cm) .....	39
Şekil 4.6. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Kavun bitkileri üzerindeki L değeri değişimi (G1:90W, G2:350W, G3:700W; H1:15cm, H2:25cm, H3:35cm) .....	42
Şekil 4.7. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Kavun bitkileri üzerindeki a değeri değişimi (G1:90W, G2:350W, G3:700W; H1:15cm, H2:25cm, H3:35cm) .....	44
Şekil 4.8. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Kavun bitkileri üzerindeki b değeri değişimi (G1:90W, G2:350W, G3:700W; H1:15cm, H2:25cm, H3:35cm) .....	47



## 1. GİRİŞ

Tarımda verimliliği artırmak, ilk zamanlardan beri insanoğlunun hedefleri arasındadır. Verimi arttırmaya yönelik metot ve maddeler tarih boyunca sürekli araştırılmıştır. 19. Yüzyılın başlarında gübrenin bitkiler üzerindeki etkisini inceleyen ilk deneyler gerçekleştirilmiştir. Kimya ve biyoloji alanlarındaki hızlı ilerleme bu tarihten sonra tarım uygulamalarında da etkisini göstermiş, ayrıca buna ek olarak 1920'lerden itibaren genetik biliminin gelişmesiyle bitki ıslahı sonucu hedeflenen verim ve kaliteye ulaşmaya çalışılmıştır. Bitki ıslahı çalışmalarıyla kültür bitkilerinde kalite ve verimin yanında, hastalıklara ve zararlılara karşı dayanıklılıkları da yükseltilmiştir. Bilimdeki bu gelişmelerin yardımıyla tarım teknolojisi 20. Yüzyılda, önceki dönemlerin hepsinden daha hızlı bir gelişme göstererek, bitkilerin verimi, kalitesi ve dayanıklılığı arttırılmıştır. Dünya nüfusbüyük bir hızla artmakta ancak tarım alanları çeşitli nedenlerle daralmaktadır. Bu nedenle artan nüfusun ihtiyacını karşılamak üzere yeterli gıda maddesi üretebilmek için birim alandan alınan verimin mutlaka artırılması gerekmektedir. Ekilebilir alanlardan daha yüksek verim elde etmek, ancak geleneksel tarım yöntemlerinin yerine modern tarım yöntemlerinin uygulanmasıyla mümkündür (Anonim 2014).

Türk ekonomisinde önemli bir yer teşkil eden tarımsal ürünlerin üretiminde uluslararası rekabet açısında en önemli konu maliyetlerin azaltılması ve veriminin arttırılmasıdır. Özellikle tarımsal ürünlerde, verim ve kalite açısından yabancı ot kontrolü tarımsal üretim maliyetlerini doğrudan etkilemektedir. Yapılan araştırmalara göre, başlıca endüstriyel bitkilerimizden olan pamuk ve mısır üretiminde yabancı otların verimi % 21-61 oranında azalttığı saptanmıştır. Yabancı otlar ile olan mücadelede ilaç kullanımı, hem doğayı tahrip etmekte hem de maliyetleri arttırmaktadır.

Türkiye'nin ekonomik yapısı ve teknoloji kullanım düzeyi, tarımsal üretimin önemli ölçüde doğa koşullarına açık olarak sürdürülmesine neden olmaktadır. Başka bir deyişle, ülkemiz tarımı, doğa koşullarından bağımsız üretim yapabilen gelişmiş ülkelere farklı, geniş oranda doğanın belirlediği kurallara uyan çevre ülkelere benzer bir yapı sergilemektedir (Günaydın 2006).

Ülkemizde son yıllara kadar genel olarak tarım alanlarında düşüş olmuştur. Tarla bitkileri ekim alanları daralırken, meyve ve sebze ekim alanlarında artış olmuştur. Türkiye' de tarım alanlarındaki yıllara göre değişim Çizelge 1.1.' de gösterilmiştir.

Türkiye'de hemen her türlü sebze yetiştirilmektedir. Sebze tarımı diğerlerinden farklı olarak sulama gerektirir ve yoğun emek harcanarak yapılır. Sebze üretimi Akdeniz, Ege, Marmara, Güneydoğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgeleri'nde sulanabilen alanlarda yapılır. Doğu Anadolu'nun yüksek kesimlerinde ve Karadeniz'in aşırı yağış alan bölgelerinde sebze tarımı yapılamaz. Sebzeler en erken Akdeniz kıyılarında en geç Doğu Anadolu'da hasat olgunluğuna gelir (Anonim, 2016a).

**Çizelge 1.1.**Türkiye' de tarım alanlarının yıllara göre dağılımı (Anonim 2015)

Tarım Alanı	1990		2002		2012		2013		2014	
	(Bin ha)	%	(Bin ha)	%	(Bin ha)	%	(Bin ha)	%	(Bin ha)	%
Tarla Bitkileri	18.868	68	17.935	68	15.464	65	15.613	66	15.789	66
Nadas	5.324	19	5.040	19	4.286	18	4.147	17	4.108	17
Sebze	635	2,3	930	3,5	827	3,5	808	3,4	804	3,4
Meyve	3.029	11	2.674	10	3.201	14	3.232	14	3.238	14
TOPLAM	27.856	100	26.579	100	23.782	100	23.800	100	23.939	100

Kavun ve karpuz dünyada ve Türkiye'de en çok üretilen sebzelerin başında gelmektedir. Her iki sebze de tek yıllık, sıcak ve ılıman iklim bitkisidir. Kavun ve karpuz açıkta yetiştirilmekle birlikte örtü altında da üretilmektedir. Kavunun örtü altında üretimde payı %3, karpuzun ise %2'dir (Anonim, 2001). Karpuzun %95'i sudur ve besin değeri birçok besinde olduğu gibi kabuğunda saklıdır. Bu nedenle olabildiğince kırmızı etli kısmın altındaki beyazımsı kısım tüketilmelidir. Tarım ürünlerini çekirdeğinden kabuğuna kadar değerlendirmek mümkündür. Gıda, ilaç (doğal ilaçlar) ve kozmetik sektöründe kullanılan kavun ve karpuz kabuğu ise özellikle son yıllarda önem kazanmıştır. Türkiye, kavun ve karpuz kabuğu ihracatını en çok Almanya,

Fransa, İtalya ve Yunanistan'a yapmaktadır. Dönem dönem de ABD, Arnavutluk, İspanya ve Ukrayna'ya da ihracat yapılmaktadır. Kavun ve karpuz kabuğunun en büyük alıcısı ise İtalya ve Almanya'dır. Kavun karpuz kabuğu nem ve hava değişimlerinden olumsuz etkilendiği için ihracatta riskli ürün grubuna girse de sağladığı yüksek kazançla girişimcileri cezbetmektedir (Taşkaya ve Keskin, 2004).

Ülkemizde en fazla üretilen 2. sebze olankarpuz, 2014 yılında 3.885.617 ton üretilmiştir (Anonim 2016b). Karpuz (*Citrullus lanatus*) kabakgiller familyasında yer alan ve dünyanın özellikle sıcak ve ılıman bölgelerinde yetişen tek yıllık bir sebzedir. Ülkemiz, karpuz üretiminde dünyada2. sıradadır. Taze tüketim başta olmak üzere meyve suyu üretimi, şurup, turşu, reçel ve konserve üretiminde de kullanılmaktadır. Kabukları hayvan beslenmesinde kullanılabilen, çekirdekleri ise kozmetik ve ilaç sanayinde değerlendirilmektedir (Güneş ve Aşkın, 2016).



**Şekil 1.1.** Karpuz bitkisi

Dünyada domatesten sonra en çok üretilen sebzedir. 2012 yılında 3,6 milyon ha alandan 105,4 milyon ton karpuz elde edilmiştir. Dünyada sırasıyla; Çin 70 milyon ton, Türkiye 4 milyon ton, İran 3,8 milyon ton, Brezilya 2 milyon ton, Mısır 1,9 milyon ton ile önemli üretici ülkelerdir. Çin dünya rekoltesinin %66'sını üretir, ikinci Türkiye'nin payı %3,8 düzeyindedir (Anonim 2015)

Kavun (*Cucumis melo*) ülkemizde kabakgiller familyası içerisinde karpuzdan sonra en fazla üretilen türdür. 2014 yılında 1.707.302 ton üretilmiştir (Anonim 2016b). Akdeniz

bölgesinde kavun üretimi sera, yüksek tünel ve alçak tünellerde yapılmaktadır. Serada kavun üretimi Antalya ilimizde yoğunlaşırken, alçak tünelde yetiştiricilik Adana ve Hatay'da yoğunlaşmıştır.

**Çizelge 1.2.** Dünyada karpuz üretimi (Anonim, 2015)

Dünya Karpuz Üretimi	2012 (ton)
Çin	70.000.000
Türkiye	4.044.184
İran	3.800.000
Brezilya	2.079.547
Mısır	1.874.710
Dünya Toplamı	95.211.432

Ülkemiz kavunun önemli gen merkezlerinden birisidir. Dünya toplam kavun üretimi içinde Türkiye, Çin' den sonra ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye' de yaklaşık 2.000.000 ton kavun üretilmektedir. Üretimin en fazla gerçekleştiği ilk üç bölge sırası ile; İç Anadolu, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgeleridir. Manisa ili toplam üretimi; 125.000 ton, Manisa ili içindeki Kırkağaç ilçesinin rolü büyüktür. Ülkemizde kavun genelde iç piyasa için üretilmektedir. Ancak son yıllarda iç piyasa yanında Avrupa ülkeleri ve Orta Doğu ülkelerine ihraç edilmeye de başlanmıştır.

Yıllara göre Ülkemizde kavun ve karpuz ekim alanları ve üretilen miktarlar Çizelge1.3. de gösterilmiştir.

Türkiye'de insektisit üretimi 1990'da 14.285.786 kg civarında iken, 1991 yılında %37'lik bir düşüşle 9.064.829 kg düzeyine inmiştir. Bu ani düşüşün nedenleri ise ilaç üretiminde kullanılan hammaddelerin çoğunun yurtdışından ithal edilmesi ve ithalat fiyatlarında meydana gelen artışlardır. Bunun yanı sıra 1991-1994 yılları arasında insektisit kullanımını gerektirecek böcek salgınlarının olmaması üretimin düşmesine neden olmuştur. 1997 yılında %3'lük bir artışla 14.701.777 seviyesine çıkan üretim miktarı, 1999 yılında yaşanan ekonomik krizin etkisi

nedeniyle %33'lük bir azalışla 9.515.782 kg miktarına düşmüştür. Herbisit üretimi ise 10 yıllık süreçte ekonomik duruma, hastalık ve zararlıların artışlarına bağlı olarak üretim bazı iniş çıkışlar göstermekle birlikte, üretimde 1993 yılında %60'lara varan artışlar olmuştur. 1990 yılında 5.670.583 kg düzeyinde olan herbisit üretimi 1993 yılındaki salgınından dolayı 9.145.150 kg seviyesine çıkmıştır. 1998 yılında %20'lik bir azalış gösteren üretim, 2000 yılında artarak %6'lık bir azalış göstermiştir. Diğer bir pestisit çeşidi olan fungusitlerin üretimi ise 1990-1994 yılları arasında sabit kalmış, 1994 yılından sonra alınan 5 Nisan kararlarının etkisiyle yaşanan ekonomik krizden dolayı %20'lik bir azalışla 3.656.429 kg seviyelerine düşmüştür. 1996 yılında zararlıların ani artış göstermeleri fungusit ihtiyacını artırmıştır ve üretim %133'lük bir artışla 10.465.157 kg seviyelerine çıkmıştır. Üretimde 2000 yılına kadar azalmalar olmuş ve 6.000.012 kg düzeyine inmiştir (Yavuz 2005).



**Şekil 1.2.** Kavun bitkisi

Ülkemizde birim alana kullanılan pestisit miktarı yıldan yıla artmaktadır. Çizelge 1.4.'te de görüldüğü gibi 1979 yılında hektara 506 g etkili madde kullanılmışken, 2008 yılına gelindiğinde bu miktar yaklaşık 2.5 kat artışla 1209 g olmuştur (Delen ve ark. 2010).

Toplam pestisit tüketimimiz gelişmiş ülkelere göre çok düşük seviyelerde olsa da, seralarımızda kullanılan pestisit miktarının seviyesi ne yazık ki çok yüksektir (Anonim 1988).

**Çizelge 1.3.** Türkiye' de kavun ve karpuz ekilen alan ve üretim miktarları (Anonim 2016b)

Yıllar	Kavun		Karpuz	
	Ekilen Alan (Dekar)	Üretim (Ton)	Ekilen Alan (Dekar)	Üretim (Ton)
2005	925.430	1.825.000	1.165.460	3.970.000
2006	887.144	1.765.605	1.090.219	3.805.306
2007	849.185	1.661.130	1.082.076	3.796.680
2008	854.895	1.749.935	1.096.112	4.002.285
2009	826.373	1.679.191	997.205	3.810.205
2010	795.713	1.611.695	956.598	3.683.103
2011	800.794	1.647.988	979.644	3.864.489
2012	796.417	1.688.687	977.322	4.022.296
2013	787.687	1.699.550	979.458	3.887.324
2014	791.488	1.707.302	954.627	3.885.617

Seralarda hastalık ve zararlıların etkisini en aza indirebilmek için, seraların yapısal olarak iyileştirilmesi, dayanıklı tür ve çeşitlerin seçimi, ürün rotasyonu (seraların %70'inden fazlasında ard arda aynı türün yetiştiriciliğine devam edilmektedir), solarizasyon, bitki çevresinde yararlı organizmaları arttıracak bir ekosistemin yaratılması ve biyolojik mücadele kullanılması tavsiye edilir (Lampkin 1990).

Tarımsal mücadele, bitkilerin hastalık, zararlı ve yabancı otların olumsuz etkilerinden ekonomik ölçütler içinde korunması, ürünün ve kalitenin artırılmasıdır. Tarımsal mücadelede bilinen tüm yöntemlerden yararlanarak, insan ve çevre sağlığına olumsuz etkileri en az olan uygulamalar, bu amaca ulaşabilmek için kullanılmaktadır. Bilindiği üzere tarımsal mücadele çok farklı yöntemler içermektedir. Pestisitlerin kullanıldığı bu yöntem en etkili ve en yaygın yöntemdir (Arıkan,2006).

Pestisitlerin bilinçsiz ve kontrolsüz kullanımı sonucu, zararlı organizmalarda dayanıklılık oluşturabilme riskleri ve kalıntılar yoluyla insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkileri kesinlikle göz ardı edilmemelidir. Modern dünyada insan sağlığı ve çevre büyük önem kazanmıştır.

**Çizelge 1.4.** Ülkemizde yıllara göre pestisit tüketimi ve birim alana düşen etkili madde miktarları (Delen ve ark. 2010)

Yıllar	Pestisit tüketimi (L veya g)	Birim alana tüketim (g/ha)
1980	8.159.334	498
1981	8.517.688	510
1982	8.930.952	526
1983	12.145.612	708
1984	13.646.783	782
1985	10.298.414	575
1986	12.139.843	669
1987	12.112.267	645
1988	12.020.048	633
1989	10.874.657	571
1990	11.665.239	618
1991	10.223.108	544
1992	10.856.628	577
1993	12.566.217	663
1994	10.871.792	583
1995	11.516.005	624
1996	13.797.490	740
1997	13.082.576	703
1998	12.328.408	649
1999	12.291.941	666
2000	12.458.015	683
2001	11.324.131	626
2002	12.198.917	673
2004	13.146.176	726
2006	18.257.637	1047
2007	18.944.452	1118
2008	20.032.411	1209

Ülkemizin Avrupa Birliği' ne girme girişimlerinin yoğunluk kazandığı ve birçok gelişmiş ülkeye ciddi ölçülerde tarım ürünü dış satımımız sürdüğü günümüzde, sağlığı, çevreyi ve dış ticaretimizi koruyabilmek amacıyla, tarım ilacı kullanımı ortadan kaldırılmalıdır.

Son yıllarda kimyasal kullanımını ortadan kaldırmak için araştırmacılar arayış içindedir. Bu amaçla çeşitli termal denemeler yapılmaktadır. Bunların yanında özellikle depolarda radyo frekansı ve mikrodalga enerjiden faydalanılarak çeşitli yöntemler geliştirilmeye başlanmıştır.

### **1.1.Mikrodalga enerjisi**

Mikrodalgalar evlerimize kadar girmiş durumdadır. Onları göremiyoruz ama onlar sayesinde radyo dinliyoruz, televizyon izliyoruz, cep telefonu ile konuşabiliyoruz ve yemek pişirebiliyoruz. Mikrodalgalar en basit tanımıyla, ışık hızında hareket eden kısa dalga boyu (1 mm - 1 m) ve yüksek frekansa sahip (300 MHz - 300 30 GHz) elektromanyetik bir enerjidir. Mikrodalga fırınlarda kullanılan yüksek ısı enerjisi taşıyan dalga boyu S bandı adı verilen 2 ila 4 GHz'lik frekansa sahip ışınlardır (Pozar, 2012).

Mikrodalğanın günümüzde yaygın olarak kullanılmasının temeli II. Dünya Savaşı yıllarına dayanmaktadır. II. Dünya Savaşı sırasında askeri amaçla radar vakum tüpleri için araştırma yapan Dr. Percy Spencer tesadüfen mikrodalğanın yiyecek ısıtmak için kullanılabileceğini bulmuştur. Mikrodalğanın plastik, cam, kâğıt gibi maddelerden geçebilme, metallere yansıma ve bünyesinde su molekülleri barındırdığı için gıdalar tarafından emilme gibi özellikleri yiyecekleri pişirme imkânı sunmuştur. Mikrodalğanın tüm bu özellikleri ve yiyecekleri çok kısa sürede pişiriyor olması yabancı ot kontrolünde de kullanılabilmek olasığını akıllara getirmiş ve bu alanda çalışmalar başlamıştır (Osepchuk, 1984).

Mikrodalgalar gerek toprak yüzeyine yakın yabancı ot tohumlarına gerekse genç fidelere uygulanabilmektedir. Çıkış sonrası uygulamalarda mikrodalga yayan sistemin hedefe doğru odaklanması önemlidir. Işınımına maruz kalan yabancı otlarda, mikrodalgalar ilk olarak hücre duvarını geçmekte ve daha sonra yabancı otun bünyesinde barındırdığı su molekülleri tarafından emilmektedir. Bunun sonucunda bitkinin su içeren dokuları aşırı şekilde ısınmakta ve sitoplâzma

hücre duvarını yıkarak dışarı çıkmaktadır. Diğer taraftan aşırı ısınma nedeniyle yabancı otun bünyesindeki proteinler denatüre olarak işlevlerini yitirmektedir (Brodie vd., 2012).

Mikrodalga enerji belli bir frekansta yüzdelik bir dönüşüm verimiyle elektrik enerjisinden elde edilir. Mikrodalgalar görünür ultraviyole gibi elektromanyetik enerji şekillerinden daha yüksek dalga boylarına ve daha düşük enerji miktarına sahiptirler (Kutbay ve Kuşkonmaz, 2004). Mikrodalga enerji ısıtma, kurutma, liç işlemi, kavurma, ergitme, oksitli minerallerin karbotermik redüksiyonu, hasat sonrası üründe zararlı kontrolü gibi işlemlerin uygulanmasında kullanılmaktadır.

Mikrodalga enerjisinin kaybının iki önemli mekanizması vardır; iyonik iletim ve polar rotasyon. Buna göre dielektrik sabiti ve dielektrik kaybının oranı cismin tükenme faktörünü verir. Dielektrik sabiti, cismin mikrodalga enerjisinin iç kısımdan geçmesi sırasında absorbe etme yeteneğinin bir ölçüsüdür. Kayıp faktörü ise giren mikrodalga enerjisinin malzeme içerisinde ısı olarak tüketilmesiyle kayıp olma miktarını vermektedir. Bu nedenle yüksek kayıp faktörlü bir malzeme mikrodalga enerjisiyle kolaylıkla ısıtılabilir. Bu özelliğinden faydalanılarak depolanmış ürünlerde zararlı kontrolünde kullanılmaktadır. Kimyasal uygulamalara göre daha avantajlıdır.

Bu çalışmanın amacı, kimyasal savaşımı azaltmak için yürütülen çalışmalardan birisi olan mikrodalga enerjisinin kullanımı ile bitkiler üzerinde bu enerji dalgasının nasıl bir etki yaratacağı konusunda bilgi toplamak ve değerlendirmektir. Bu amaçla seçilen Kavun ve Karpuz sebzelerinde zararlı kontrolü uygulanma durumunda, uygulamada hangi güçte ve hangi mesafelerde mikro dalga enerjisine maruz kalması gerektiği üzerinde durulmuştur. Mikrodalga enerjisine maruz kaldığında bazı özelliklerinin nasıl değiştiği incelenmiştir. Bu amaçla öncelikle bir deney düzeneği hazırlanarak bu düzenekte, bitkilerin etkilendiği mikrodalga enerjisi gücü, bu güce maruz kalma süresi ve sistemin uygun ilerleme hızının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmalar sırasında bitkilerin ne şekilde zarar gördükleri de takip edilmiştir.

## 2.KAYNAK ÖZETLERİ

Kamuoyunda oluşan yaygın inancın tersine, Dünya Sağlık Örgütünün yaptığı çalışmalara göre, RF vericilerinin oluşturduğu manyetik alan ile kanser arasında doğrudan bir ilişki ortaya konulamamış, hayvanlar üzerinde yapılan denemelerde RF vericilerin oluşturduğu manyetik alanda bulunmanın kanser riskini arttırmadığı gözlenmiştir (Anonim 2006).

Büyüme noktası bir kınla korunduğu için monokotil türlerin dikotil türlere oranla daha dayanıklı olduğunu anlaşılmıştır. Elektromanyetik Işınlarla Yabancı Ot Kontrolünde toprak içindeki tohumlara da etki edilebilmiştir. Toprak üzerinden uygulama yapıldığı zaman toprağın birkaç cm altına kadar inebilmektedir. Bu bölgelerde bulunan yabancı ot tohumlarına zarar görmektedir. Bazen tersi durumlarda olabilmektedir. Bazı türlerde dormansinin kırılmasını sağlayarak tohumun çimlendiği görülmektedir. Bu da bazı türlerin topraktaki tohum popülasyonunun azaltılması için yeni bir uygulamadır. Toprağa yapılacak uygulamalarda toprak yapısı ve su içeriğinin önemi bileşenleri olarak saptanmıştır (Brodie, 2007; Brodie vd., 2007a). Çim bitkileri (Poaceae) ile yapılan bir denemede tohumu saran toprak sıcaklığı 65°C - 80°C'de iken 5-6 cm derindeki tohumların çimlenmesi inhibe olduğu gözlenmiştir (Brodie vd., 2007b). Ortalama tane ağırlığı 41.7 mg olan buğday tohumlarının, tane ağırlığı 7.2 mg olan yabani yulafa göre daha hassas olduğu, yabani yulafın da ortalama tane ağırlığı 2.1 mg olan İngiliz çimine göre daha hassas olduğu belirlenerek, tohum büyüklüğünün de mikrodalga uygulamalarında sonucu etkilediği ortaya konmuştur (Brodie vd., 2007c). Bu kütlesi küçük tohumların mikrodalga uygulamasına daha dayanıklı olduğunu ortaya koymuştur. *Raphanus raphanistrum* L. (yabani turp) 60 J/cm<sup>2</sup> 'lik mikrodalga uygulaması ile %100 oranında kontrol edilebilirken, *Lolium rigidum* Gaudin (ince delice)'u tamamen öldürebilmek için gerekli enerji değeri 370 J/cm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir (Brodie ve Hollins, 2015).

Mikrodalga enerjinin termal olmayan etkisinin birçok farklı biyolojik materyale uygulandığı farklı uygulamalar mevcuttur. Son çalışmalar mikrodalga enerjisinin mikroorganizmaları engellediği veya öldürdüğünü göstermiştir. Mikrodalga enerjiye maruz kaldığında virüs ve enzimler inaktive olmuş ve proteinler normal sıcaklığın altında bozunma

göstermiştir. Mikrodalga enerjiye maruz bırakılan mesophilic bakteri popülasyonunun %99 oranında azaldığı görülmüştür. Penicilium, Aspergillus, Rhizopus gibi çeşitli mantar sporlarının popülasyonunda da azalma görülmüştür. Mikrodalga enerjisinin efektifliği ile mikroorganizmanın boyutları arasında ters orantı bulunmuştur (Carl M. ve ark. 1966).

Birçok tarımsal üretimde, özellikle açık alan tarımsal üretiminde zararlıların olumsuz etkisi büyüktür. Üretim sürecinde etkili oldukları gibi, hasattan, hatta satıştan sonra bile ekonomik kayıplara neden olabilirler. Mikrodalga enerjisini bitkilere istenilen güç, süre ve mesafe ayarlamak suretiyle uygulanabilmesi için oluşturulan bir test ünitesinde, serada yetiştirilen fasulye, salatalık ve patlıcan bitkilerinin mikrodalga enerjisine maruz kaldıklarında ağırlık ve renk değişimleri gözlenmiş, sonuç olarak uygulamalarda uygulama süresi artıp, uygulama mesafesi azaldığında bitkilerde ölüm oranı, renk ve ağırlık kaybı artmıştır. Mikrodalga enerji gücü arttırıldığında incelenen bütün değerlerde artış meydana gelmiştir (Çelen ve ark. 2016).

Engelder ve Buffer (1991), eşeksenli prob tekniğini kullanarak dielektrik özelliklerini saptamışlardır. Örnek sıcaklık kontrolü için özel bir dahili test hücresi (iç çapı 20 mm ve yüksekliği 25 mm) empedans/malzeme analizörüne bağlanmıştır. Örnek eşeksenli prob hücreye uyum sağlamak için ve örnek ile yakın temasta olmasını sağlamak için bir paslanmaz çelik hücrede sınırlandırılmıştır. Örnek sıcaklığı hücre çeperi içinden su dolaşan bir sıcaklık kontrollü bir su banyosu tarafından kontrol edilmiştir. Örnek sıcaklığı T tipi termokupl (çap 0.8mm ve tepki süresi 0.8s) ile ölçülmüştür ve su banyosu için bir geri besleme olarak kullanılmıştır. Dolaşan su 15 lt/dk bir orana ayarlanmıştır, ve örnek sıcaklığı 10 dakika içinde her aşamada istenilen seviyeye yükseltilmiştir. Dielektrik özellikleri ölçümleri yapmadan önce, empedans analizörü standart bir hava-kısa-üçlü deiyonize su kalibrasyon prosedürü ile kalibre edilmiştir. Sistemin tipik hatası % 5'tir. Bu çözeltinin dielektrik özellikleri çok iyi bilindiğinden, 20 ° C'de butil alkolün dielektrik özellikleri sisteminin doğruluğunu teyit etmek için ölçülmüştür. Böcekler, gellan jel ve ceviz çekirdeklerinin dielektrik özellikleri ölçümleri yapılmadan önce, tarafından elde edilen butil alkolün dielektrik sabiti ve kayıp faktörü ile bu çalışmada 20°C'de elde edilen değerler karşılaştırılmıştır.

Ernieenor ve ark. (2012)'na göre evlerde bulunan en önemli ev tozu akarları olan *Dermatophagoides pteronyssinus* ve *Dermatophagoides farinae*' nin insanlar üzerindeki etkisi astım ve alerjidir. Akarlar ile genel olarak kimyasal mücadele edilmektedir. Ancak bu akarların zamanla kimyasal ilaçlara karşı direnç gösterdikleri gözlemlenmiştir. Bu çalışmada, akarlarla mücadele için uygulanan akarisitlere alternatif olarak mikrodalga enerjisi (2450 MHz) kullanılmıştır. Uygulamalarda 3 farklı mikrodalga fırın kullanılmıştır. Akarlar, ölüm oranlarının belirlenmesi için 10, 30, 60, 120 ve 300 sn sürelerde ve mikrodalga fırınların düşük, orta ve yüksek güç seviyelerine maruz bırakılmışlardır. Her iki akar türü için de %100 ölüm oranı 300 sn sürede, orta ve yüksek güç seviyelerinde tespit edilmiştir.

Kılıç ve ark. (2016)' nın yaptıkları çalışmada, uygulanan mikrodalga enerjisinin serada fasulye, salatalık ve patlıcan bitkilerine ve bu bitkilere karşı ekonomik zararlı olan *Tetranychus urtica*' ya etkilerini ortaya koymuşlardır. Mikrodalga enerjisi gücü ve uygulama zamanı artırıldığında, zararlının ölüm oranı, bitkilerin renk değişim oranı ve bitkilerin ağırlık kaybı artmıştır. Laboratuvar şartlarında, mikrodalga enerjisi zararlı üzerine 15 cm mesafede, 700 W güçte, 20 saniye süreyle uygulandığında zararlının ölüm oranı  $65 \pm 5,8$  olarak gözlemlenmiştir.

Yoğun pestisit kullanımının bir sonucu olarak son yıllarda artan çevre ve sağlık sorunlarıyla birlikte, tarımda kimyasal mücadeleye alternatif yöntemlerin de önemi artmıştır. Tüm dünyada en fazla kullanılan pestisit grubunu herbisitlerin oluşturması, yabancı otlara karşı alınacak alternatif önlemlerin değerini bir kat daha artırmaktadır. Bu alternatif uygulamalardan biri de elektromanyetik ışınların yabancı ot mücadelesi amacıyla kullanılmasıdır. Gerek tarla tarımında, gerekse tarımsal üretimin önemli bir bileşeni olan meyvecilik ve bağ alanlarında ve gerekse tarım dışı alanlarda bu uygulamalardan bir bölümü pratiğe aktarılmışken, bir bölümü henüz araştırma safhasındadır. Yabancı ot kontrolünde araştırma ve uygulamaya konu olan elektromanyetik ışınlar altı grupta incelenmektedir. Dalga boyu ve frekanslarıyla birbirinden ayrılan bu ışınlar; UHF, mikrodalga, kızılötesi, morötesi, gama ve lazer ışınlarıdır. Üzerinde araştırmaların devam ettiği bu konu hakkında yapılan çalışmalar, etki mekanizmaları, sahadaki uygulamalar ve elde edilen sonuçlara ait bilgiler derlenerek, ülkemiz için de yeni olan bu konuda yapılacak çalışmalara ve araştırmacılara kaynak olması amaçlanmıştır (Kitiş ve Çavuşoğlu, 2016).

Mikrodalga enerjisinin; ıslak, nemli ve az nemli toprak katmanı üzerinde havada kurutulmuş toprak katmanı bulunduğu durumda, parazitik nematodların kontrolü üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Toprak numunesi, 12 cm yükseklik ve 10 cm genişliğinde ve  $1.4 \text{ g/cm}^3$  yoğunluğunda oluşturulmuştur. Havada kurutulmuş toprağın nem içeriği % 0,75, az nemli toprağın % 4,50, nemli toprağın % 6,00 ve ıslak toprağın %10,30 olarak ölçülmüştür. Üstte bulunan, havada kurutulmuş toprak kalınlığı 4 cm, alttaki toprak katmanı ise 8 cm dir. Alt ve üst katmandaki sıcaklık ve termal radyasyon emilim verileri takip edilmiştir. Sonuçlar, üstte bulunan kurutulmuş toprağın uygulanan mikrodalga enerjisinin iç katmanlara geçişini ve enerjinin toprağın daha alt katmanlarında emilimini arttırdığını göstermiştir. Toprak sıcaklığı 65 sn süreyle mikrodalga enerjisi uygulandığında nematod popülasyonunun ortadan kaldırılması için gerekli sıcaklığa ulaşmıştır. Bu sonuçlar uygulanan yöntemin sera ve fidanlıklarda toprağın arındırılmasına yardımcı olduğunu göstermiştir (Rahi ve Rich 2011).

Yabancı ot türlerinin mikrodalga uygulamasına karşı reaksiyonları birbirinden farklı olmaktadır. Aynı büyüklük ve yoğunluktaki, *Abutilon theophrasti* Medik. (imam pamuğu) ve *Panicum miliaceum* L. (Arnavut darısı)'a uygulanan, mikrodalga enerjisinin kontrolü aynı olamamıştır. *A. theophrasti*'nin kuru ağırlığını %90 oranında azaltabilmek için  $1015 \text{ kJ/m}^2$  enerji, *P. miliaceum* için ise  $3433 \text{ kJ/m}^2$  enerji gerekmiştir (Sartorato vd., 2006).

Tere ve roka tohumlarıyla yapılan bir laboratuvar çalışmasında farklı sürelerde uygulanan mikrodalga'nın etkisi ve 1 cm derinlikteki tohumların 126 saniyelik uygulamayla hangi oranda ( % 100 ) kontrol edildiği araştırılmıştır (Şahin, 2014).

Vadivambal ve ark. (2010), depoda saklanan mısırdaki (14,16 ve %18 nem içeriğinde) zararlı 3 tür böceği (*Sitophilus zeamais-mısır biti*, *Tribolium castaneum-un biti* and *Plodia interpunctel-kuru meyve güvesi*) larva ve erişkin dönemlerinde mücadele için pestisit yerine alternatif olarak mikrodalga enerjisi (2450 MHz) kullanmıştır. Düzenek olarak endüstriyel mikrodalga sistemi (23A, 230 VAC, 60 Hz işletilen sürekli, pilot ölçekli) kullanılmıştır. Zararlılar, 14 ve 28 saniye süreyle, 300, 400, 500, 600 W güç seviyelerine maruz bırakılmışlardır. Sonuç olarak depoda saklanan mısırdaki zararlı böcekleri öldürmek için mikrodalga kullanımının etkili olduğu gözlenmiştir. Mikrodalga enerjisinin mısır yüzeyinde oluşturduğu sıcaklık kızıl

ötesi termal kameralar yardımıyla ölçülmüş(52-55 °C) ve sıcaklık dağılımının homojen olmadığı belirlenmiştir.

Velázquez-Martí ve Gracia-López (2004) toprak dezenfeksiyonu amacıyla kimyasal işlemlerin yerine mikrodalgalar enerjisinin kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Bu amaçla mikrodalga aplikatörlerinin tasarımındaki en önemli sorun yüzeydeki enerji dağılımının homojenliğini sağlamaktır. Bu sorunu çözebilecek olan iki sistemden birincisi, yarıklı dalga yönlendiricilerinden oluşmakta, ikincisi ise birkaç magnetronu aynı anda çalıştırarak radyasyonun üst üste örtmesini sağlamaktadır. Çalışmanın sonucunda, geniş radyasyon alanlarında sıcaklık dağılımındaki homojenliği iyileştirmek için yarıklı dalga yönlendirici sistemin yeniden tasarlanması gerektiğine karar verilmiştir. Birkaç magnetronu aynı anda çalıştırarak radyasyonun üst üste örtmesini sağlayan sistemin kullanımında yeterli homojenlik sağlanmıştır.

Velázquez-Martí ve ark. (2008), tarım topraklarında yetişmesi istenmeyen 2 çeşit yabancı ota (Perennial ryegrass(*Lolium perenne*) ve Oilseed rape(*Brassica napus var. oleifera*)) mücadele etmek için gerekli olan mikrodalga enerjisini belirlemek için çalışmışlardır. Testler, laboratuvar ortamında, prototip olarak geliştirilen mikrodalga aplikatöründe, 2.45 GHz frekansında gerçekleştirilmiştir. Bitkilerin 7 cm yükseklikte etkilendiğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak, tarlada çimlenmiş olan bu iki yabancı otun mikrodalga enerjisi kullanılarak yok edilmesinin teknik olarak mümkün olduğunu, en iyi sonuçların ise traktör hızının 0,2 m/sn ve gücünün 48 kw seviyesinde elde edildiğini, bu koşullar altında 1ha lık arazideki yabancı otların yok edilmesi için gerekli olan zamanın 9,26 saat olacağını bildirmişlerdir.

Wang ve ark. (2001) fındık üretim ve depolanmasındaki en önemli zararlı böceklerin elma kurdu, kuru meyve güvesi ve iç kurdu olduğunu belirtmişlerdir. Günümüzde bu zararlılara karşı koruma ve mücadele uygulamaları; kimyasal fumigasyon, iyonize radyasyon, kontrollü atmosfer şartlarında uygulamalar, soğuk uygulamaları, sıcak hava veya sıcak su uygulamaları ve radyo frekansı ve mikrodalga enerjisi kullanarak dielektrik ısıtma gibi yöntemleri içerir. Bu yöntemler karşılaştırılmış ve fındıktaki koruma uygulamalarına yeni teknik olan radyo frekansı ve mikrodalga ısıtma tekniği alternatif olarak değerlendirilmiştir. Bu yöntemin yüksek maliyet,

düzgün olmayan ısı ve hasar dağılımı problemleri çözüldükten sonra endüstriyel kullanımdaki yeri artacaktır.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Amaca uygun olarak tez çalışmaları, Namık Kemal Üniversitesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tarım Alet ve Makinaları Atölyesi, Mikrodalga Laboratuvarında yapılmıştır.

Araştırmada kullanılmak üzere materyal olarak Karpuz (*Citrullus lanatus*) ve Kavun (*Cucumis melo*) uygulama bitkisi olarak seçilmiştir. Yetiştirilen bitkiler laboratuvarında hazırlanan test ünitesinde mikrodalga enerjisine maruz bırakılmıştır. Renk ve ağırlık değişimleri saptanmıştır.

##### 3.1.1. Karpuz (*Citrullus lanatus*)

Karpuz tek yıllıktır ve yerde sürünerek gelişir. Gövde yayılarak gelişir, merkezden etrafa doğru 2-4 m arasında yayılabilir. Ana gövde kendi haline bırakılıp 80-100 cm olunca, dipten 4-5 adet yan sürgün gelişir.

Yuvarlak gövde ve üzeri hafif tüylü, gövde rengi yeşil ve yeşilin tonlarındadır. Yaprakları kısa, orta bazen de uzunca bir sapla gövdeye bağlı, yaprakları oldukça derin, dilimli 3-5 loptan oluşur (Anonim, 1990). Yaprak rengi açık yeşil, yeşil ve koyu yeşil olurken, yaprak altı daha mat bir renktedir (Şekil 3.1.).



**Şekil 3.1.** Karpuz Bitkisi

### **3.1.2. Kavun (*Cucumis melo*)**

Kavun kısa ve kalın bir kazık köke sahiptir. Başlangıçta zayıf olan kökler ileri devrede daha belirgin ve kuvvetli yapı kazanır. Kazık kök toprak seviyesinden 20-30 cm derinliğe ulaştığında yan kökler oluşur. Yan köklerin bir kısmı derinliğine, bir kısmı ise yanlara doğru gelişir. Bazı şartlarda kavun kökleri 100 cm' den daha fazla derinliğe inebilir. Kavunlar 3-5 ana sürgüne sahiptir. 3-3,5 m kadar bir uzunluğa erişebilen bu sürgünler, çiçek ve meyvelerin oluştuğu yan kollar verir. Kavun bitkisinin gövdesi başlangıçta otsu, yuvarlak ve üstü sert tüylerle kaplıdır. Gövde daha sonra kısmen odunlaşır, çok köşeli bir görünüm alır, tüyler azalır. Kavunlarda yapraklar oldukça büyüktür. Yaprakların şekli yuvarlak veya kısmen kalp şeklindedir. Yaprakların alt ve üst yüzü tüylüdür. Yaprakların kenarlarında keskin dişler bulunur . Yaprakların renkleri yeşil ve koyu yeşile kadar değişir (Anonim, 2011). Yaprak sapı uzun ve ortası olukludur (Şekil 3.2.).



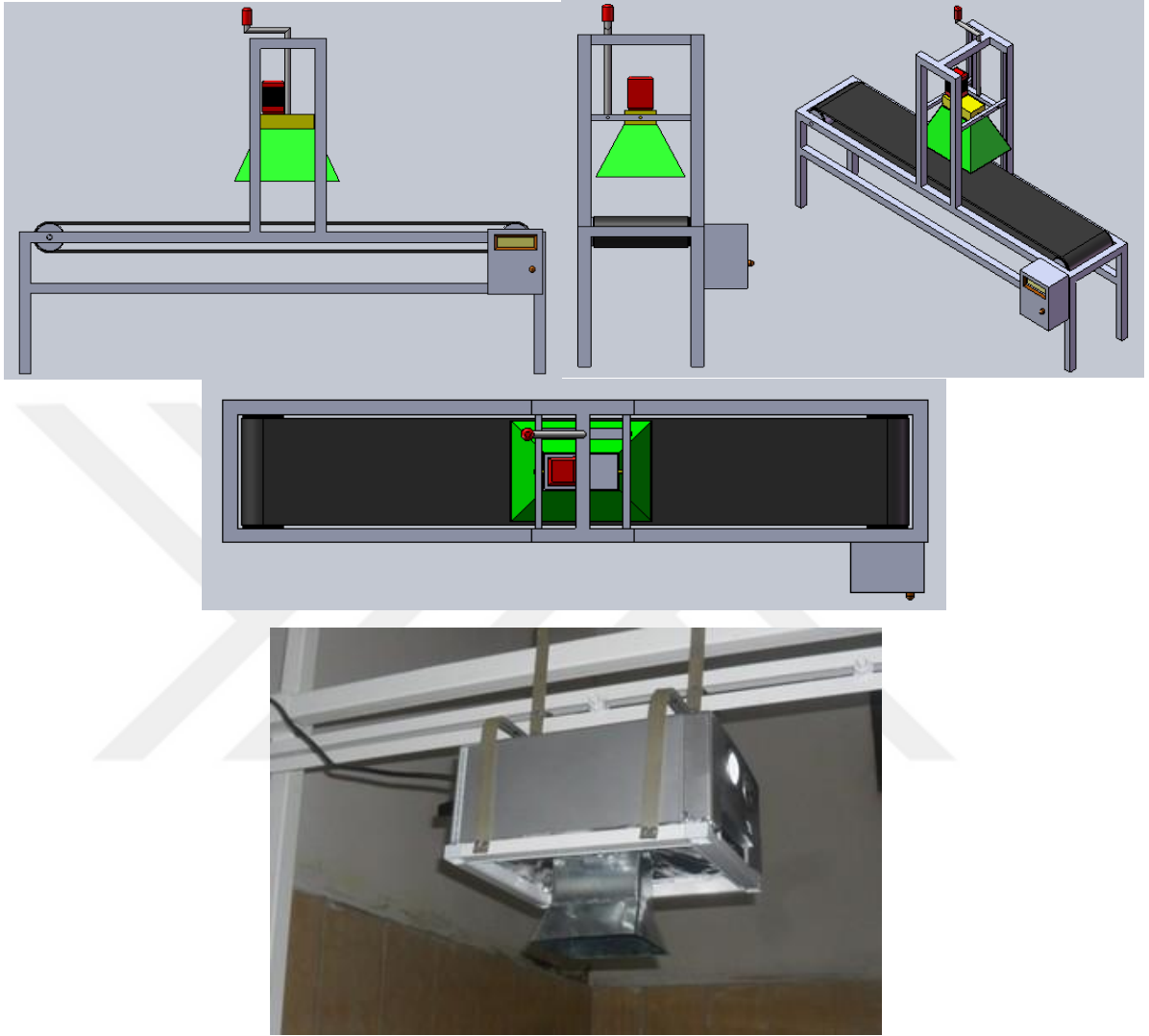
**Şekil 3.2.** Kavun Bitkisi

### **3.1.3. Mikrodalga test ünitesi**

Test ünitesi, bitkilere farklı güç, mesafe ve sürelerde mikrodalga enerjisi uygulanabilen bir sistemdir. Sistemin üç boyutlu çizimi (Şekil 3.3.) te görülmektedir. Mikrodalga enerjisi yayan magnetron, elektrik aksamı ve bu sistemi üzerinde taşıyan ve hedef yüzeye olan uzaklığı ayarlama olanağı veren şasiden oluşmaktadır. Ünite maksimum 700 W, minimum 90 W ve orta 350 W güç değerleri sağlanabilmektedir. Magnetronun bitkiye uzaklığı istenilen şekilde ayarlanabilmektedir.

#### **3.1.3.1. Magnetron**

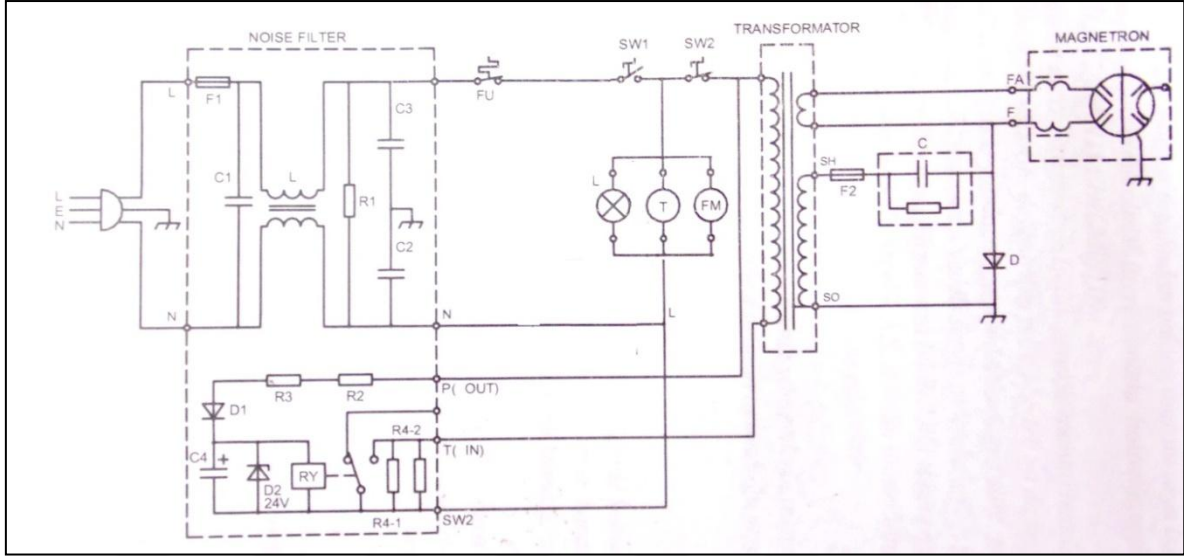
Mikrodalga enerjisi yayan magnetronun sahip olduğu bir kontrol çıkış gücü min 90 W, max 700 W olmak üzere arzu edilen değerde değiştirilebilmektedir. Şebeke gerilimi 220 V AC ile çalıştırılabilmektedir. Elektrik devresi 1 adet transformatör, şebekeden gelecek elektriksel gürültüyü azaltacak gürültü filtresi, süre ve güç ayarını yapabilmeye olanak sağlayan 2 adet farklı ayar düğmeleri, sistemin aktif olduğunu gösteren bir lambadan oluşturulmuştur. Güç ayar düğmesi sayesinde magnetron 90 W, 350 W ve 700 W çıkış güçlerine ayarlanabilmektedir. Magnetronun oluşturduğu mikrodalga frekansı 2450 Mhz' tir.



Şekil 3.3. Mikrodalga test ünitesi

### 3.1.3.2. Elektrik aksamı

Tasarlanan mikrodalga üreten sistemin elektrik şeması ve elemanları görülmektedir (Şekil 3.4.).



SW1: Süre ayar düğmesi

SW2: Güç ayar düğmesi

L: Lamba

T: Zamanlama motoru

Şekil 3.4. Elektrik Şeması

### 3.1.3.3. Şasi

Tüm sistemi üzerinde taşıyan şasi, hareketlendirilebilen bir banda sahip olup, sabit kullanılmıştır. Bu şasi üzerine kavun ve karpuz bitkileri yerleştirilerek, belirlenen güç ve sürelerde mikrodalga enerjisi uygulanmıştır. Magnetronun içinde bulunduğu kutu, iki ayaklı ve yüksekliği ayarlanabilir bir çatı üzerine monte edilmiştir. Bu çatı, sistemi taşıyan ana şasinin üzerinde yer almaktadır.

### 3.1.4. Hassas Terazi

Kavun ve karpuz bitkilerinin ağırlık ölçümlerinde RADWAG AS 220 / C / 2 marka hassas terazi kullanılmıştır. Minimum 10 mg tartabilen terazinin Maksimum kapasitesi 220 g, hassasiyeti 0.1 mg' dır (Şekil 3.5.).



**Şekil 3.5.** Hassas Terazi

### **3.1.5. Renk ölçüm cihazı**

Denemelerde incelenen bitki materyallerinin renk ölçümlerinde HP 200 model taşınabilir renk ölçüm cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.6.). Renk ölçüm cihazı, kamera ile elde edilen değerlerin karşılaştırılması amacıyla kullanılmıştır. Bu cihaza ait teknik özellikler aşağıda verilmiştir.

- Standart sapma:  $\Delta E^*ab$  0.08 içinde olmalı (Beyaz tabula ayarından sonra 30 ara test)
- Işık kaynağı: D65, D50 ve F11
- Her ışık kaynağı pürüzsüz ve dağınık yüzey içerir.
- Etkili test aralığı(ışık aralığı):  $\phi 8$  mm
- Binlerce renk farkının testi
- R,G,B'nin test alanı: 24 bit
- X,Y,Z'nin doğruluğu: 0,05
- Test koşulları: Dikey yerleştirme
- 12 çeşit örnek saklanır. Her örnek 30 takımın test bilgisini kaydedebilir.
- Güç kaynağı: 4 adet 1.5 V pil yada adaptör alternatifi kullanılabilir.

- Boyut: 77 x 86 x 210 mm
- Operasyonun sıcaklık aralığı: 0 ~ 70 °C, bağıl nem %80'nin altında ve artmıyor.
- Saklama sıcaklık aralığı: 0 ~ 40 °C, bağıl nem %80'nin altında ve artmıyor.
- Aletler arası uyuşma:  $\Delta E^*ab$  0.5 içinde olmalı(HP 200' ün ana gövdesi esas alındı) BCRA II 12 testinin ortalaması 23 °C



**Şekil 3.6.** Renk Ölçüm Cihazı (HP 200)

### 3.2. YÖNTEM

Denemelerde kullanılmak üzere orta erkenci, oval şekilli karpuz olan “crimson tide” ve erkenci, Kırkağaç tipi kavun “natalya” çeşitleri yetiştirilmiştir.

Çalışmalar bitki materyalinin üretilmesi, mikrodalga enerjisinin uygulanması ve ölçümlerin yapılması olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.1. Bitki materyali üretimi

Çalışmada uygulanacak testlerde kullanılmak üzere ihtiyaç duyulan fideler, laboratuvarında, viyollerin içine ekilmek suretiyle, ihtiyaç olandan daha fazla sayıda yetiştirilmişlerdir. Yetiştirilmek üzere ekilen tohumlardan 150' şer adet karpuz ve kavun bitkileri üretilmiştir (Şekil 3.7.). Bitkiler 5 yapraklı dönemdekken ölçümler mikrodalga enerjisine maruz kalmadan önce ve maruz kaldıktan sonra ayrı ayrı yapılmıştır. Söküm ve ölçüm süreleri çok kısa tutulmuştur. İsteklerine uygun ortam oluşturulmuş, test anında ortalama beş yapraklı dönemde olmaları sağlanmıştır. Test anında viyolden çıkarılmış, torftan arındırılmışlardır.



Şekil 3.7. Yetiştirilen fideler

### 3.2.2. Mikrodalga enerjisi uygulaması

Magnetron maksimum 700 W, minimum 90 W ve ortalama 350 W güç değerlerine göre değiştirilebilmektedir. Ayrıca bitkiye uzaklığı ayarlanabilmektedir (Şekil 3.8.).



**Şekil 3.8.** Mikrodalga test ünitesi

Hazırlanan test ünitesinde bitkilere ait zarar görme eşiklerini belirlemek için ön çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla farklı uygulama yüksekliği ve süresi ve uygulanan enerji gücü yönünden denemelerde kullanılacak sınırlar belirlenmiştir. Bu denemeler sonucunda magnetron ve bitkiler arasındaki mesafe 15cm-25cm-35cm ve uygulama süresi olarak 10sn-15sn-20sn-25sn süreler uygun görülmüştür. Bitkilerin bu süre ve mesafede etkilendiği mikrodalga güçleri olarak denemelerde kullanılmak üzere 90 W, 350W ve 700 W değerleri altındaki değişiklik oranları saptanmıştır. Belirlenen bu değerler kullanılarak tüm denemeler, test ünitesinde, üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

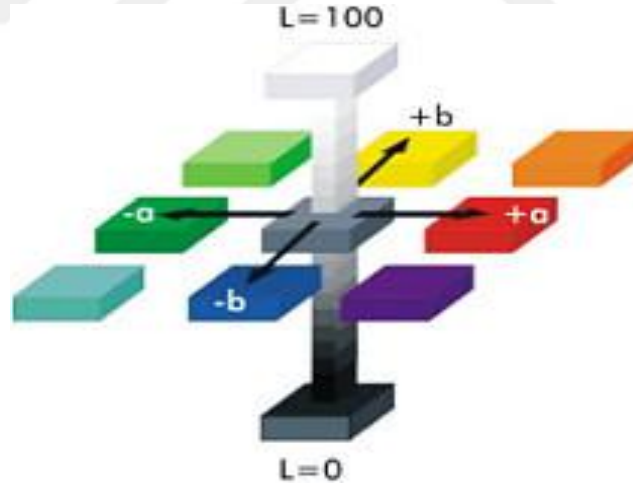
### **3.2.3. Bitkilerde ağırlık ölçümü**

Karpuz ve kavun 5 yapraklı oldukları dönemde viyollerden çıkarılarak ve üzerlerindeki tof temizlenerek, mikrodalga enerjisine maruz kalmadan ve kaldıktan sonraki ağırlık ölçümleri yapılmıştır.

Ölçümler sırasında bitkilerin mikrodalga enerjisine maruz kalmadan önce ve kaldıktan sonraki ağırlık, renk değerleri (L,a,b) ayrı ayrı ölçülmüştür. Ayrıca bitkilerin fotoğrafları alınmıştır.

#### 3.2.4. Bitkilerde renk ölçümü

Denemelerde kullanılan tüm bitkiler mikrodalga enerjisine maruz bırakılmadan önce ve sonrasında ayrı ayrı, renk ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Her yaprakta en az üç noktadan ölçüm alınmıştır. Ölçülen değerler L, a, b cinsinden hesaplanmıştır. L\*a\*b\* renk uzayının iyi dengelenmiş yapısı, bir rengin aynı zamanda hem yeşil hem kırmızı veya hem mavi hem sarı olamayacağı teorisine dayanmaktadır. Bunun sonucunda, kırmızı/yeşil ve sarı/mavi sıfatlarını tarif etmek için basit değerler kullanılabilir. CIE L\*a\*b\*'da ; L\* Parlaklık, a\* kırmızı/yeşil, b\* sarı/mavi değerini göstermektedir (Köse ve Şahinbaşkan 2008) (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Renk uzayı

Mikrodalga enerjisinin etkisini araştırmak üzere hazırlanan deneme deseni Çizelge 3.1.'de verilmiştir. SPSS istatistik programı ve ANOVA yöntemi kullanılarak veriler değerlendirilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Deneme deseni

700 W				350 W				90 W											
15 cm		25 cm		35 cm		15 cm		25 cm		35 cm		15 cm		25 cm		35 cm			
10 s	15 s	20 s	25 s	10 s	15 s	20 s	25 s	10 s	15 s	20 s	25 s	10 s	15 s	20 s	25 s	10 s	15 s	20 s	25 s

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. Bitki materyallerinin ağırlık ve renk değişimleri

Bitki materyalleri üzerinde belirlenen yükseklik, süre ve güç değişimi uygulamaları ve bunların bitkilere olan etkisi ölçülmüştür.

Laboratuvarda bitkilerin mikrodalga enerjisine maruz kalmadan önce ve kaldıktan sonraki ağırlık, renk değerleri (L, a, b) ayrı ayrı ölçülmüştür. Mikrodalgaya maruz kalmadan önceki ve kaldıktan sonraki ölçüm değişimleri arasındaki ilişki % olarak ifade edilmiştir. Elde edilen tüm değişimler, ayrı ayrı grafikler halinde verilmiştir. Bu değerler her bir grafikte farklı güç, yükseklik ve ağırlık değişimi olarak görülmektedir.

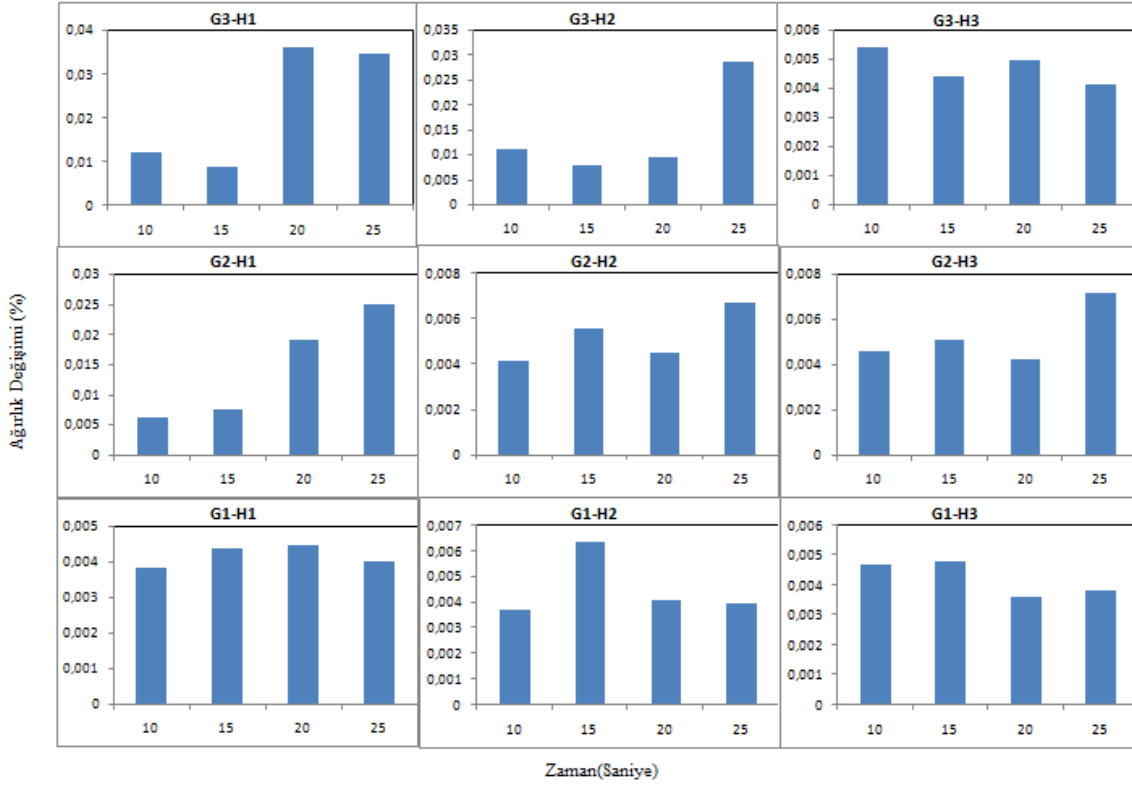
#### 4.1.1. Karpuz

Karpuz bitkisinde G3 (700W) gücünde yükseklik arttıkça diğer bir deyişle bitkiye olan mesafe arttıkça ağırlık değişimi azalmıştır. Mesafeye göre en fazla değişim, H1(15 cm) mesafede %3,6 H2(25 cm) mesafede %2,8 H3(35 cm) mesafede %0,5 tespit edilmiştir. Süre açısından grafikler incelendiğinde uygulama süresi arttırıldığında bitkilerin ağırlığında değişim gözlenmiş fakat doğrusal bir değişim görülmemiştir. Sonuç olarak bitkilerde değişim oranı %4' ü geçmemiştir. H3 (35cm) mesafede ağırlık değişim oranı çok az miktarda gerçekleşmiştir.

G2 (350W) gücünde yapılan uygulamada ağırlık değişimi yükseklik arttıkça azalmıştır. Tüm mesafelerde süre arttıkça ağırlık değişim oranı genel olarak artış göstermiştir.

G1 (90W) gücünde yapılan uygulamada süre arttıkça ağırlık değişimi de farklılıklar göstermiştir. Ancak bu farklılıklar genel olarak çok düşük olmuştur. Bütün süre ve mesafelerde değişim %1' in altında olmuştur (Şekil 4.1.).

Karpuz bitkisi için Güç yükseklik ve zamana göre Ağırlık değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Ek 1.'de verilmiştir.



**Şekil 4.1.** Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Karpuz bitkileri üzerindeki ağırlık değişimi (G1:90W, G2:350W, G3:700W; H1:15cm, H2:25cm, H3:35cm)

Karpuz bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen Ağırlık değişimine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.1. de görüldüğü gibidir. Güç, yükseklik ve Zaman özellikleri bakımından istatistik farklılık olduğu gözlenmiştir ( $p < 0.01$ ). Aynı zamanda özellikler arasında ikili ve üçlü etkileşimler değerlendirilmiş ve Güç\*Yükseklik, Güç\*Zaman, Yükseklik\*Zaman ve Güç\*Yükseklik\*Zaman için  $P < 0.01$  önem seviyesinde farklılık olduğu belirlenmiştir.

Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testine ( Çizelge 4.2. ) göre güç bakımından tüm ağırlık ortalamaları arasında fark olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Yükseklik bakımından ağırlık ortalamaları arasındaki farklılık değerlendirildiğinde tüm gruplar arasında önemli düzeyde farklılık olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Grupların ağırlık ortalamaları arasındaki farklılık süre bakımından değerlendirildiğinde 1 ve 3. sürelerde elde edilen ağırlık ortalamaları arasında

istatistik fark gözlenmediği ( $p>0.05$ ) ancak 2. süre için grup ortalamasının diğer grup ortalamaları ile benzerlikler gösterdiği belirlenmiştir ( $p<0.05$ ).

**Çizelge 4.1.** Karpuz bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen Ağırlık değişimine ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	Genel Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Intercept	.009	1	.009	737.884	.000
Güç	.002	2	.001	73.903	.000
Yükseklik	.002	2	.001	66.911	.000
Zaman	.001	3	.000	27.021	.000
Güç * Yükseklik	.001	4	.000	24.783	.000
Güç * zaman	.001	6	.000	11.118	.000
Yükseklik * zaman	.001	6	.000	14.929	.000
Güç * Yükseklik * zaman	.001	12	6.82E-005	5.890	.000
Hata	.001	72	1.16E-005		
Genel	.017	108			
a R Squared = .905 (Adjusted R Squared = .859)					

Karpuz bitkisinde G3 (700W) gücünde L değeri (parlaklık) değişimi süreye bağlı olarak düzensiz bir değişim göstermiştir. En fazla değişim H1(15 cm) mesafede 25 sn sürede %2,4 olarak gerçekleşmiştir.

**Çizelge 4.2.**Karpuz bitkisinde L değeri değışimleri istatistik sonuçlarına göre Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testi

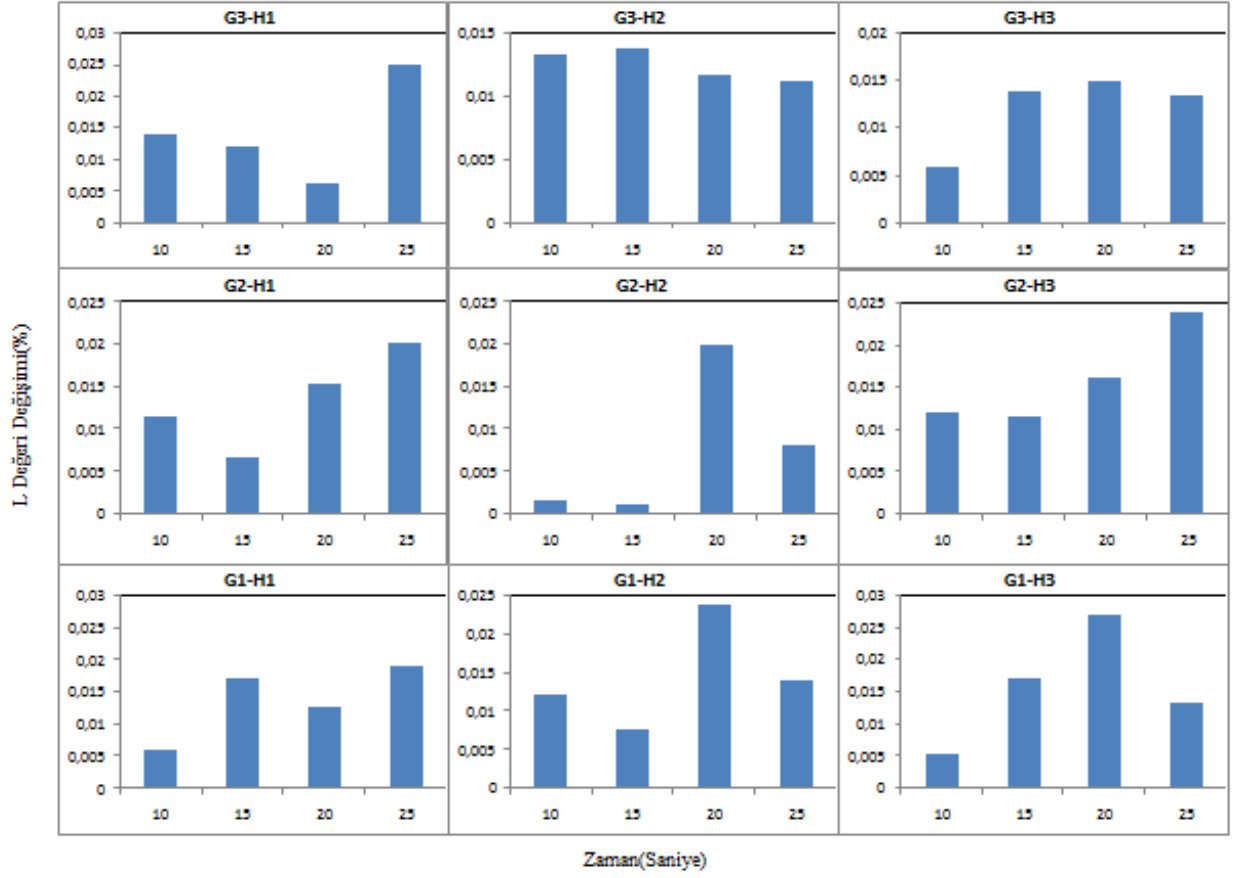
Güç	Grup Ortalamaları	Yükseklik	Grup Ortalamaları	Zaman	Grup Ortalamaları
1	.0043149a	1	.0047622 a	1	.0061010 a
2	.0083501b	2	.0080101 b	2	.0062120 ab
3	.0140210c	3	.0139138 c	3	.0100915 b
				4	.0131769 c

G2 (350W) gücünde maksimum L değeri değışimi %2'dir ve H1(15 cm), H2(25 cm), H3(35 cm) tüm mesafelerde %2 değışiklik gözlemlenmiştir.

G1 (90W) gücünde yapılan uygulamalarda L değerinde en çok H3 mesafesinde yaklaşık %3 değışim olmuş, mesafe ve süreyle ilgili belirgin bir bağlantı gözlemlenememiştir (Şekil 4.2.).

Karpuz bitkisi için Güç yükseklik ve zamana göre L değeri değışimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Ek 2'de verilmiştir.

Karpuz bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen L değeri değışimine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.3. de görüldüğü gibidir. Güç, yükseklik ve Zaman özellikleri bakımından istatistik farklılık olduğu gözlenmiştir ( $p < 0.01$ ). Aynı zamanda özellikler arasında ikili ve üçlü interaksyonlar değerlendirilmiş ve Güç\*Yükseklik, Güç\*Zaman, Yükseklik\*Zaman ve Güç\* Yükseklik\*Zaman için  $P < 0.01$  önem seviyesinde farklılık olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 4.2.** Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Karpuz bitkileri üzerindeki L değeri değişimi (G1:90W, G2:350W, G3:700W; H1:15cm, H2:25cm, H3:35cm)

Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre Güç bakımından tüm L değeri değişimleri ortalamaları arasında fark olmadığı belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Yükseklik bakımından L değeri değişimleri ortalamaları arasındaki farklılık değerlendirildiğinde tüm gruplar arasında önemli düzeyde farklılık olmadığı belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Grupların L değeri değişimleri ortalamaları arasındaki farklılık süre bakımından değerlendirildiğinde tüm sürelerde elde edilen L değeri değişimleri ortalamaları arasında istatistik fark gözlenmiştir ( $p > 0.05$ ). Ancak 1. ve 2. arasında ayrıca 2., 3. ve 4. arasında benzerlikler olduğu söylenebilir (Çizelge 4.4) ( $p < 0.05$ ).

**Çizelge 4.3.** Karpuz bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen L değeri değişimine ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	Genel Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Intercept	.019	1	.019	125.153	.000
Güç	9.54E-005	2	4.77E-005	.315	.731
Yükseklik	.000	2	8.66E-005	.571	.567
zaman	.001	3	.000	2.473	.068
Güç * Yükseklik	.000	4	7.37E-005	.486	.746
Güç * zaman	.001	6	.000	.832	.549
Yükseklik * zaman	.001	6	.000	.947	.467
Güç * Yükseklik * zaman	.001	12	5.61E-005	.370	.970
Hata	.011	72	.000		
Genel	.034	108			
a R Squared = .267 (Adjusted R Squared = .089)					

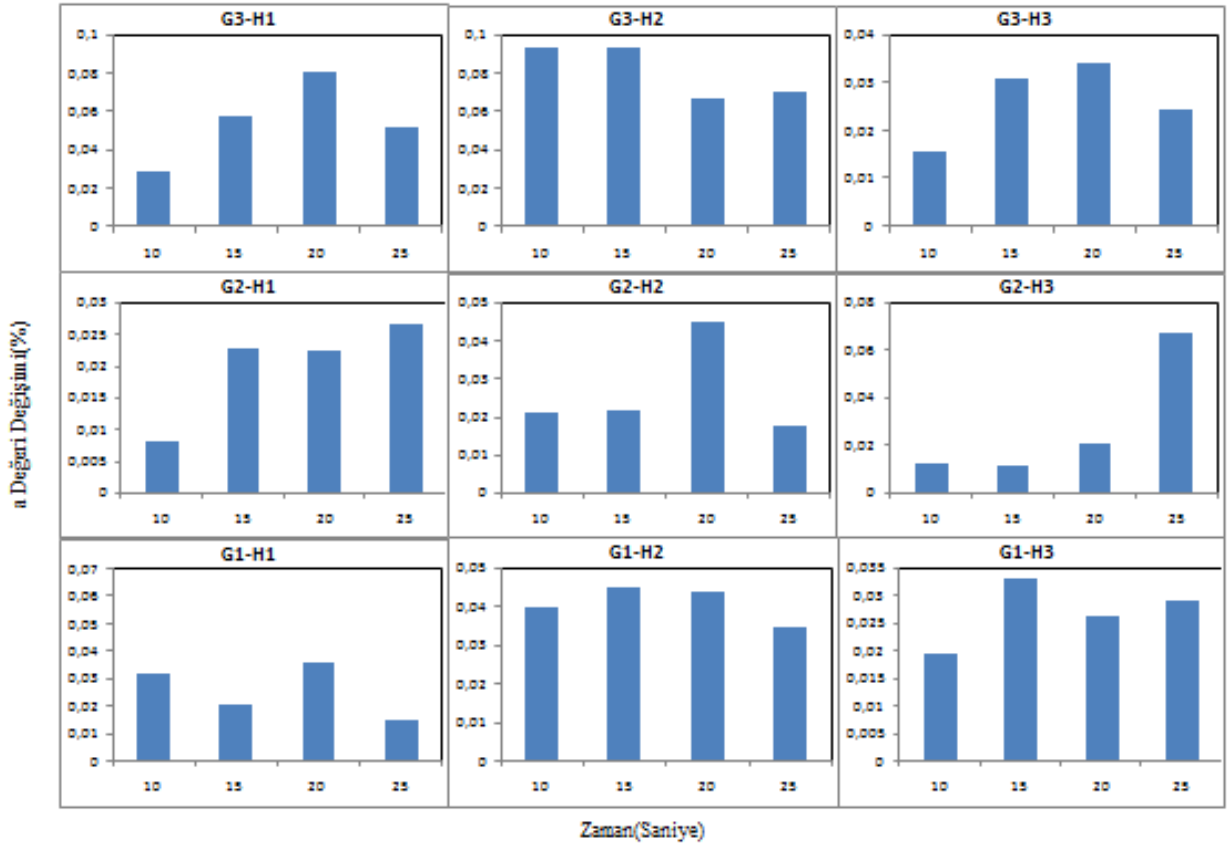
**Çizelge 4.4.**Karpuz bitkisinde L değeri değişimleri istatistik sonuçlarına göre Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testi

Güç	Grup Ortalamaları	Yükseklik	Grup Ortalamaları	Zaman	Grup Ortalamaları
1	.01233219a	1	.01151386 a	1	.00904500a
2	.01288697a	2	.01376103a	2	.01119052ab
3	.01454489a	3	.01448917a	3	.01637174b
				4	.01641148c

Karpuz bitkisinde G3 (700W) gücünde a değeri değişimi en fazla H1(15 cm) mesafesinde %8, H2(25 cm) mesafesinde %9, H3(35 cm) mesafesinde %3, en az ise H3(25cm) mesafesinde %1 olarak gözlemlenmiştir.

G2 (350W) gücünde ise değişim en çok H3 (35cm) mesafesinde en az değişim ise H1 (15cm) mesafesinde olmuştur.

G1 (90W) gücünde yapılan uygulamalarda en az değişim H1 (15cm) mesafesinde ve 25 sn sürede ölçülmüştür (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Karpuz bitkileri üzerindeki a değeri değişimi (G1:90W, G2:350W, G3:700W; H1:15cm, H2:25cm, H3:35cm)

Karpuz bitkisi için Güç yükseklik ve zamana göre a değeri değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Ek 3'te verilmiştir.

Karpuz bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen a değeri değişimine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.5. de görüldüğü gibidir. Güç, yükseklik ve Zaman özellikleri bakımından istatistik farklılık olduğu gözlenmiştir ( $p < 0.01$ ). Aynı zamanda özellikler arasında ikili ve üçlü interaksyonlar değerlendirilmiş ve Güç\*Yükseklik, Güç\*Zaman, Yükseklik\*Zaman ve Güç\* Yükseklik\*Zaman için  $P < 0.01$  önem seviyesinde farklılık olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.5.** Karpuz bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen a değeri değişimine ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	Genel Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Intercept	.144	1	.002	1.032	.444
Güç	.017	2	.144	97.667	.000
Yükseklik	.010	2	.009	5.773	.005
zaman	.002	3	.005	3.239	.045
Güç * Yükseklik	.011	4	.001	.427	.734
Güç * zaman	.003	6	.003	1.788	.141
Yükseklik * zaman	.004	6	.001	.348	.909
Güç * Yükseklik * zaman	.007	12	.001	.479	.822
Hata	.106	72	.001	.391	.963
Genel	.304	108	.001		
a R Squared = .334 (Adjusted R Squared = .010)					

Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre Güç bakımından tüm a değeri değişimleri ortalamaları arasında farklılıklar olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Yükseklik bakımından a değeri değişimleri ortalamaları arasındaki farklılık değerlendirildiğinde 1.yükseklikte ve 3. Yükseklikte farklılıklar olurken 2. Yükseklik diğer ikisine göre benzerlikler göstermiştir. ( $p<0.05$ ). Grupların a değeri değişimleri ortalamaları arasındaki farklılık süre bakımından değerlendirildiğinde tüm sürelerde elde edilen a değeri değişimleri ortalamaları arasında istatistik tüm gruplar arasında farklılıklar görülmemiştir. ( $p<0.05$ ).

**Çizelge 4.6.**Karpuz bitkisinde a değeri değişimleri istatistik sonuçlarına göre Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testi

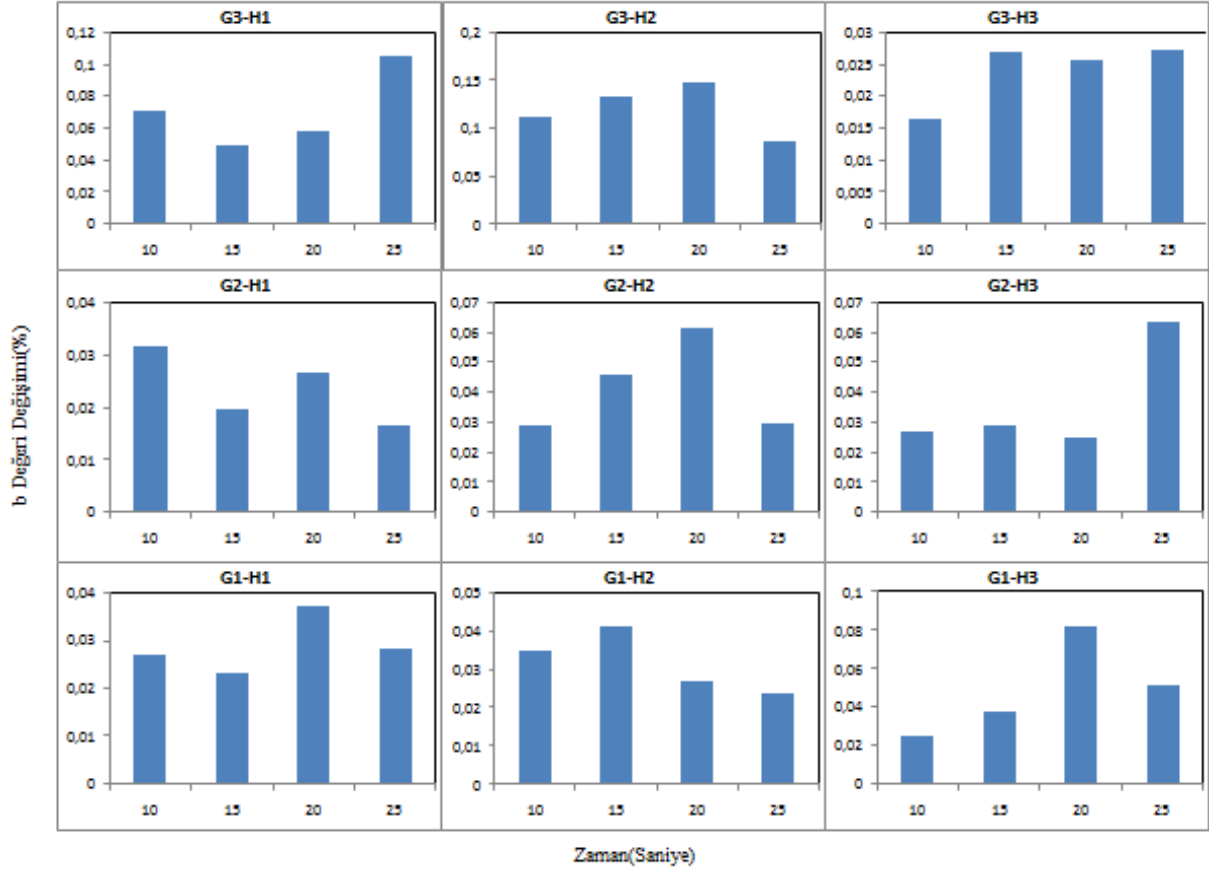
Güç	Grup Ortalamaları	Yükseklik	Grup Ortalamaları	Zaman	Grup Ortalamaları
1	.0245479 a	1	.0268758 a	1	.0299772 a
2	.0311994 a	2	.0334679 ab	2	.0372354 a
3	.0539033 b	3	.0493069b	3	.0373619 a
				4	.0416263 a

Karpuz bitkisinde G3 (700W) gücünde genel olarak süreye bağlı b değeri değişimi artış göstermiştir. H1(15 cm) mesafede ve 25 sn sürede %10 oranında bir değişim varken, H3(35 cm) mesafede ve 10 sn sürede %1 oranında değişim gerçekleşmiştir.

G2 (350W) gücünde ise b değeri değişimi belirgin bir düzen göstermezken, en yüksek H3 (25cm) mesafesinde, 25 sn sürede, en düşük ise H1 (15 cm) mesafede 25 sn sürede ölçülmüştür.

G1 (90W) gücünde b değeri H3 (35 cm) mesafede ve 20 sn sürede %8 olarak gözlemlenmiştir (Şekil 4.4.).

Karpuz bitkisi için Güç yükseklik ve zamana göre b değeri değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Ek 4’de verilmiştir.



**Şekil 4.4.** Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Karpuz bitkileri üzerindeki b değeri değişimi (G1:90W, G2:350W, G3:700W; H1:15cm, H2:25cm, H3:35cm)

Karpuz bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen b değeri değişimine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.7. de görüldüğü gibidir. Güç, yükseklik ve Zaman özellikleri bakımından istatistik farklılık olduğu gözlenmiştir ( $p < 0.01$ ). Aynı zamanda özellikler arasında ikili ve üçlü interaksiyonlar değerlendirilmiş ve Güç\*Yükseklik, Güç\*Zaman, Yükseklik\*Zaman ve Güç\*Yükseklik\*Zaman için  $P < 0.01$  önem seviyesinde farklılık olduğu belirlenmiştir.

Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre Güç bakımından tüm b değeri değişimleri ortalamaları arasında 1. ve 3. güçlerde değişim oranları farklı olurken 2. güçte değişim değerinin diğerlerine benzer olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Yükseklik bakımından b değeri değişimleri

ortalamları arasındaki farklılık değerlendirildiğinde 1.yükseklikte ve 2. yükseklikte benzerlikler olurken 3. Yükseklik diğer ikisine göre farklılıklar göstermiştir. ( $p<0.05$ ). Grupların bdeğeri değişimleri ortalamları arasındaki farklılık süre bakımından değerlendirildiğinde tüm sürelerde elde edilen b değeri değişimleri ortalamları arasında istatistik tüm gruplar arasında farklılıklar görülmemiştir. ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.8.).

**Çizelge 4.7.** Karpuz bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen b değeri değişimine ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	Genel Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Intercept	.240	1	.240	258.013	.000
Güç	.031	2	.016	16.902	.000
Yükseklik	.016	2	.008	8.416	.001
Zaman	.002	3	.001	.843	.475
Güç * Yükseklik	.044	4	.011	11.733	.000
Güç * zaman	.001	6	8.39E-005	.090	.997
Yükseklik * zaman	.008	6	.001	1.508	.188
Güç * Yükseklik * zaman	.012	12	.001	1.090	.381
Hata	.067	72	.001		
Genel	.422	108			
a R Squared = .630 (Adjusted R Squared = .451)					

**Çizelge 4.8.**Karpuz bitkisinde b değeri değışimleri istatistik sonuçlarına göre Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testi

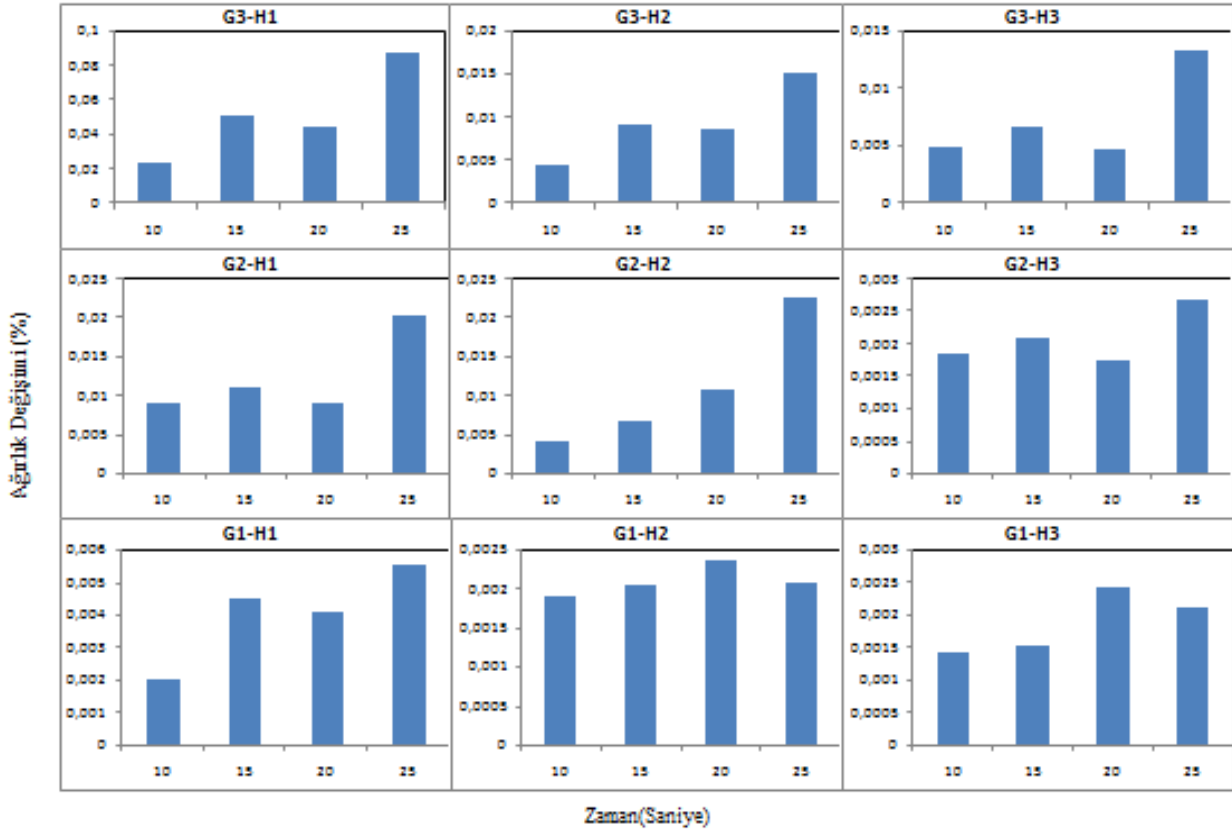
Güç	Grup Ortalamaları	Yükseklik	Grup Ortalamaları	Zaman	Grup Ortalamaları
1	.03364647a	1	.03648789a	1	.04152841a
2	.03661831ab	2	.04102686a	2	.04499619a
3	.07126489b	3	.06401492b	3	04793437a
				4	.05424726a

#### 4.1.2. Kavun

Kavun bitkisinde G3 (700W) gücünde yükseklik arttıkça diğer bir deyişle bitkiye olan mesafe arttıkça ağırlık değışimi oranı azalmıştır. H1(15 cm) mesafede en fazla %9, H2(25 cm) mesafede en fazla %1,4 H3(35 cm) mesafede en fazla %1,3 değışim olmuş, her mesafede maksimum değışiklikler en uzun süre 25 sn de gerçekleşmiştir. Süre açısından grafikler incelendiğinde, uygulama süresi arttırıldığında bitkilerin ağırlığında değışim gözlenmiş, doğrusal bir artış olduğu görülmüştür. Süre arttıkça ağırlık değışim oranı artmıştır. Sonuç olarak bitkilerde değışim oranı yaklaşık % 9 a kadar çıkmıştır.

G2 (350W) gücünde ise ağırlık değışimi maksimum %2 oranında olmuştur. Yine tüm maksimum değışiklikler en uzun süre 25 sn de gerçekleşmiştir. H2 (25 cm) mesafesinde süreye bağılı olarak tam bir doğrusal artış olmuştur.

G1 (90W) gücünde ağırlık değışimi en fazla H1 (15cm) mesafesinde 25 sn sürede görülmüştür. H2(25 cm) ve H3(35 cm) mesafelerinde ağırlık değışimi H1(15 cm) mesafesine oranla çok az miktarda gerçekleşmiştir (Şekil 4.5.).



**Şekil 4.5.** Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Kavun bitkileri üzerindeki ağırlık değişimi (G1:90W, G2:350W, G3:700W; H1:15cm, H2:25cm, H3:35cm)

Kavun bitkisi için Güç yükseklik ve zamana göre ağırlık değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Ek 5'te verilmiştir.

Kavun bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen ağırlık değişimine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.9. da görüldüğü gibidir. Güç, yükseklik ve Zaman özellikleri bakımından istatistik farklılık olduğu gözlenmiştir ( $p < 0.01$ ). Aynı zamanda özellikler arasında ikili ve üçlü interaksyonlar değerlendirilmiş ve Güç\*Yükseklik, Güç\*Zaman, Yükseklik\*Zaman ve Güç\*Yükseklik\*Zaman için  $P < 0.01$  önem seviyesinde farklılık olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.9.** Karpuz bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen ağırlık değişimine ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	Genel Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Intercept	.014	1	.014	732.525	.000
Güç	.008	2	.004	202.311	.000
Yükseklik	.007	2	.004	189.731	.000
Zaman	.002	3	.001	44.434	.000
Güç * Yükseklik	.008	4	.002	112.261	.000
Güç * zaman	.002	6	.000	15.578	.000
Yükseklik * zaman	.001	6	.000	12.002	.000
Güç * Yükseklik * zaman	.002	12	.000	9.178	.000
Hata	.001	72	1.86E-005		
Genel	.045	108			
a R Squared = .958 (Adjusted R Squared = .918)					

Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre Güç bakımından tüm ağırlık değişimleri ortalamaları arasında farklılıklar olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Yükseklik bakımından ağırlık değişimleri ortalamaları arasındaki farklılık gözlenmiştir. ( $p<0.05$ ). Grupların ağırlık değişimleri ortalamaları arasındaki farklılık süre bakımından değerlendirildiğinde 2. ve 3. kendi aralarında benzerlik gösterirken diğerleri ile aralarında farklılıklar vardır. ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4.10.).

**Çizelge 4.10.**Kavun bitkisinde ağırlık değişimleri istatistik sonuçlarına göre Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testi

Güç	Grup Ortalamaları	Yükseklik	Grup Ortalamaları	Zaman	Grup Ortalamaları
1	.. 0026569 a	1	.0037698a	1	.0058088a
2	.0084851b	2	.0074546b	2	.0097005b
3	.0225334c	3	.0224509c	3	0104548b
				4	. 0189364c

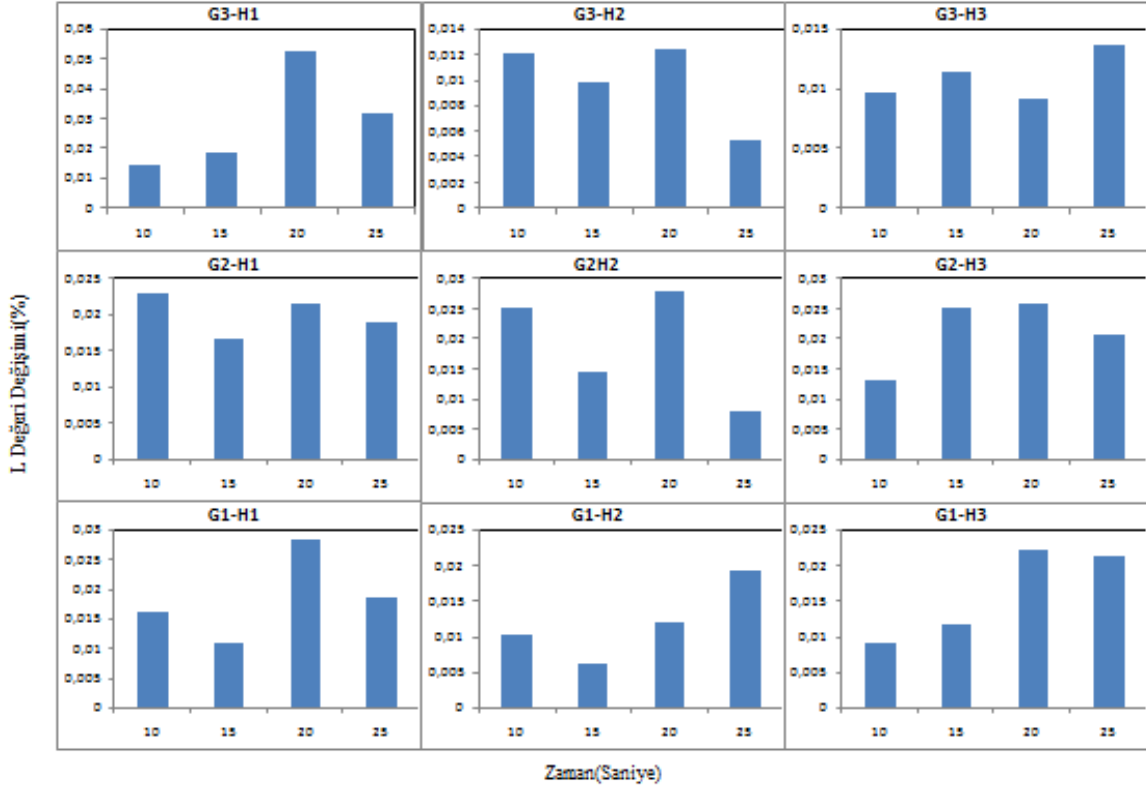
Kavun bitkisinde G3 (700W) gücünde L değeri (parlaklık) değişimi incelendiğinde, en fazla değişim, H1 (15cm) mesafesinde 20sn 'de %5, en az değişim ise H2 (25cm) mesafesinde 25 sn 'de %1' in altında olarak görülmüştür.

G2 (350W) gücünde değişim oranları her yükseklik mesafesinde yaklaşık aynı oranda gerçekleşmiştir. En yüksek değişim oranı H2(25 cm) mesafesinde 20 sn sürede gözlemlenmiştir.

G1 (90W) gücünde L değeri değişimi en fazla H1(15 cm) 20 sn sürede, en az değişim ise H2(25 cm) mesafede 15 sn sürede gerçekleşmiştir (Şekil 4.6.).

Kavun bitkisi için Güç yükseklik ve zamana göre L değeri değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Ek 6'da verilmiştir.

Kavun bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen L değeri değişimine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.11. de görüldüğü gibidir. Güç, yükseklik ve Zaman özellikleri bakımından istatistik farklılık olduğu gözlenmiştir ( $p < 0.01$ ). Aynı zamanda özellikler arasında ikili ve üçlü interaksyonlar değerlendirilmiş ve Güç\*Yükseklik, Güç\*Zaman, Yükseklik\*Zaman ve Güç\* Yükseklik\*Zaman için  $P < 0.01$  önem seviyesinde farklılık olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 4.6.** Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Kavun bitkileri üzerindeki L değeri değişimi (G1:90W, G2:350W, G3:700W; H1:15cm, H2:25cm, H3:35cm)

Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre Güç bakımından tüm L değeri değişimleri ortalamaları arasında benzerlikler vardır ( $p < 0.05$ ). Yükseklik bakımından L değeri değişimleri ortalamaları arasındaki farklılık değerlendirildiğinde 1.yükseklikte ve 2. yükseklikte benzerlikler olurken 3. yükseklik diğer ikisine göre farklılıklar göstermiştir. ( $p < 0.05$ ). Grupların Ldeğeri değişimleri ortalamaları arasındaki farklılık süre bakımından değerlendirildiğinde 1., 2. ve 3. Sürelerde değişimler benzer olurken 4. süredeki değişimler diğerlerinden farklı olmuş ve 3. Süre ile benzerliklerolmuştur. ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.12.).

**Çizelge 4.11.**Kavun bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen L değeri değişimine ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	Genel Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Intercept	.034	1	.034	206.193	.000
Güç	.001	2	.000	1.579	.213
Yükseklik	.002	2	.001	5.647	.005
Zaman	.002	3	.001	3.157	.030
Güç * Yükseklik	.001	4	.000	2.161	.082
Güç * zaman	.000	6	7.19E-005	.442	.848
Yükseklik * zaman	.001	6	.000	1.143	.347
Güç * Yükseklik * zaman	.002	12	.000	1.024	.437
Hata	.012	72	.000		
Genel	.054	108			
a R Squared = .430 (Adjusted R Squared = .153)					

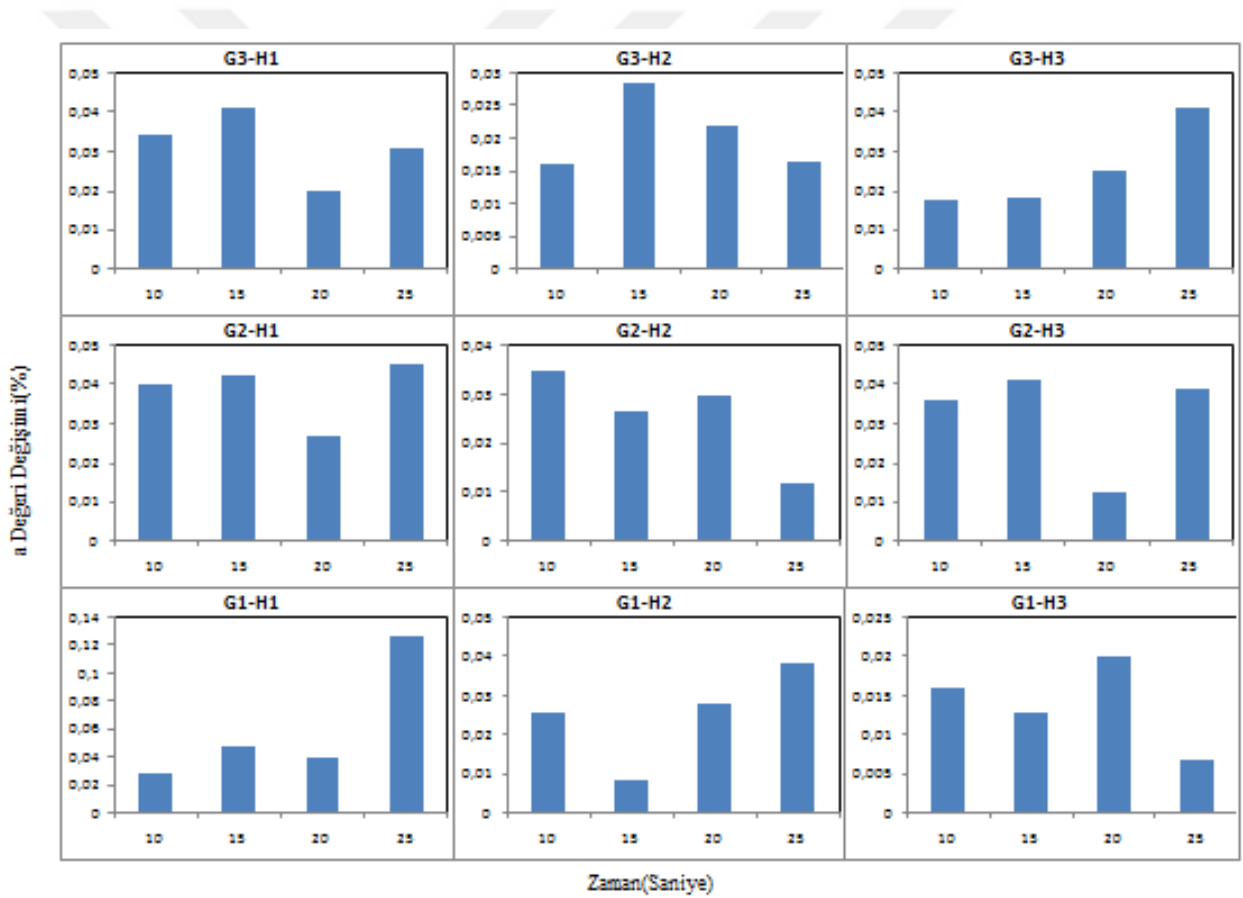
**Çizelge 4.12.**Kavun bitkisinde L değeri değişimleri istatistik sonuçlarına göre Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testi

Güç	Grup Ortalamaları	Yükseklik	Grup Ortalamaları	Zaman	Grup Ortalamaları
1	.. 01545934a	1	.01354764a	1	.01389457a
2	.. 01678264a	2	..01602994a	2	.01477493a
3	.02060069a	3	.02326508b	3	01828644ab
				4	.02350096 b

Kavun bitkisinde G3 (700W) gücünde a değeri, en az H3 (35cm) mesafede, 10 sn sürede değişim göstermiştir. H3(35 cm) mesafede a değeri süreyle doğru orantılı olarak değişmiştir.

G2 (350W) gücünde en fazla değişim H1 (15cm) mesafesinde 25 sn süresinde %4 olarak gözlemlenmiştir.

G1 (90W) gücünde a değeri değişimi en fazla H1 (15cm) mesafesinde 25 sn sürede gerçekleşmiştir (Şekil 4.7.).



**Şekil 4.7.** Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Kavun bitkileri üzerindeki a değeri değişimi (G1:90W, G2:350W, G3:700W; H1:15cm, H2:25cm, H3:35cm)

Kavun bitkisi için Güç yükseklik ve zamana göre a değeri değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Ek 7’de verilmiştir.

Kavun bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen a değeri değişimine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.13. da görüldüğü gibidir. Güç, yükseklik ve Zaman özellikleri bakımından istatistik farklılık olduğu gözlenmiştir ( $p < 0.01$ ). Aynı zamanda özellikler arasında ikili ve üçlü interaksiyonlar değerlendirilmiş ve Güç\*Yükseklik, Güç\*Zaman, Yükseklik\*Zaman ve Güç\* Yükseklik\*Zaman için  $P < 0.01$  önem seviyesinde farklılık olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.13.**Kavun bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen a değeri değişimine ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	Genel Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Intercept	.101	1	.101	110.760	.000
Güç	.001	2	.001	.599	.552
Yükseklik	.009	2	.005	5.072	.009
Zaman	.003	3	.001	1.158	.332
Güç * Yükseklik	.007	4	.002	1.803	.138
Güç * zaman	.005	6	.001	.978	.447
Yükseklik * zaman	.005	6	.001	.927	.481
Güç * Yükseklik * zaman	.011	12	.001	.977	.478
Hata	.066	72	.001		
Genel	.209	108			
a R Squared = .386 (Adjusted R Squared = .087)					

Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre Güç bakımından tüm a değeri

değişimleri ortalamaları arasında tüm grupların benzer olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Yükseklik bakımından a değeri değişimleri ortalamaları arasındaki farklılık değerlendirildiğinde 1. yükseklikte ve 2. yükseklikte benzerlikler olurken 3. Yükseklik diğer ikisine göre farklılıklar göstermiştir. ( $p < 0.05$ ). Grupların a değeri değişimleri ortalamaları arasındaki farklılık süre bakımından değerlendirildiğinde tüm sürelerde elde edilen a değeri değişimleri ortalamaları arasında istatistik tüm gruplar arasında farklılıklar görülmemiştir. ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.14.).

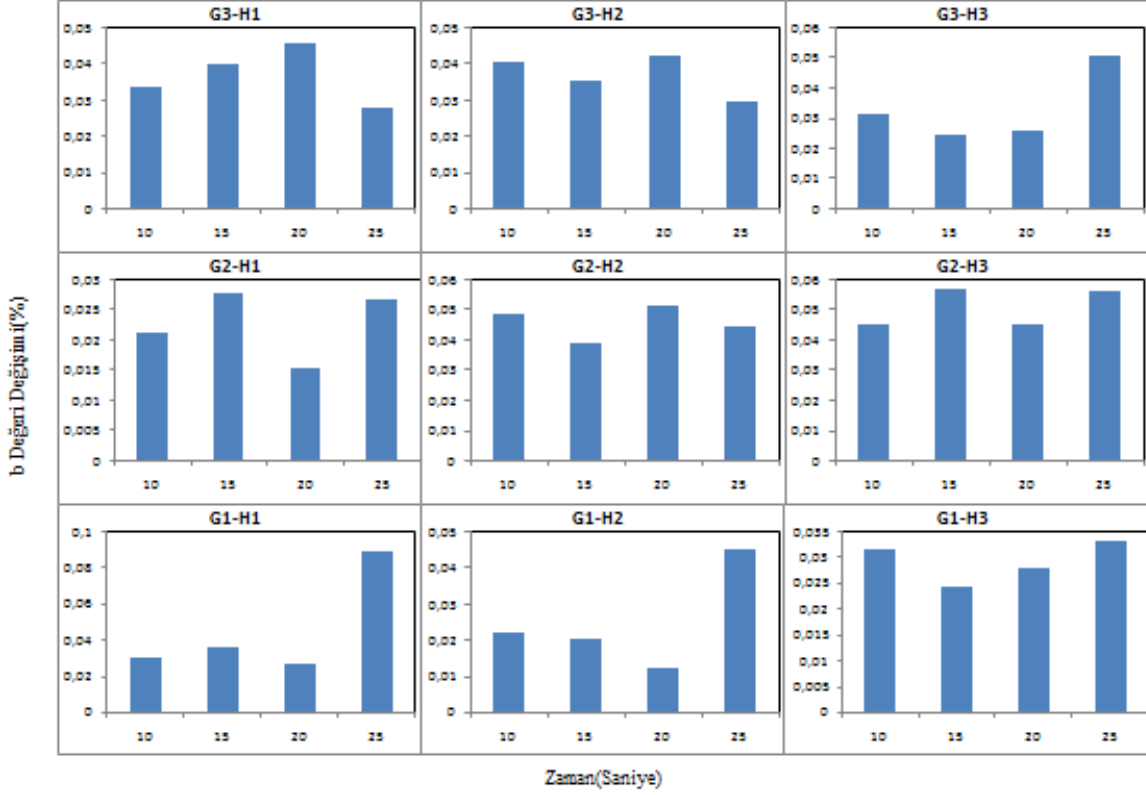
**Çizelge 4.14.** Kavun bitkisinde a değeri değişimleri istatistik sonuçlarına göre Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testi

Güç	Grup Ortalamaları	Yükseklik	Grup Ortalamaları	Zaman	Grup Ortalamaları
1	.0261756a	1	.0240909a	1	.0252149a
2	.0324285a	2	.0240959a	2	.0280091a
3	.0333548a	3	.0437721b	3	.0297594a
				4	.0396283a

Kavun bitkisinde G3 (700W) gücünde b değeri en fazla %4, en az %2 oranında değişmiş, süreye bağlı olarak b değeri değişimi ise düzensiz bir değişim göstermiştir.

G2 (350W) gücünde en fazla değişim H3 (35cm) mesafede 15 sn ve 25 sn sürelerde görülmüştür.

G1 (90W) gücünde b değeri mesafe arttıkça daha düşük oranlarda değişim göstermiştir. H1 (15cm) mesafede 25 sn sürede en fazla değişim gerçekleşmiştir. Her mesafede en fazla değişim 25 sn sürelerde gözlemlenmiştir (Şekil 4.8.).



**Şekil 4.8.** Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Kavun bitkileri üzerindeki b değeri değişimi (G1:90W, G2:350W, G3:700W; H1:15cm, H2:25cm, H3:35cm)

Kavun bitkisi için Güç yükseklik ve zamana göre b değeri değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Ek 8’de verilmiştir.

Kavun bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen b değeri değişimine ilişkin varyans analiz tablosu Çizelge 4.15. da görüldüğü gibidir. Güç, yükseklik ve Zaman özellikleri bakımından istatistik farklılık olduğu gözlenmiştir ( $p < 0.01$ ). Aynı zamanda özellikler arasında ikili ve üçlü interaksyonlar değerlendirilmiş ve Güç\*Yükseklik, Güç\*Zaman, Yükseklik\*Zaman ve Güç\*Yükseklik\*Zaman için  $P < 0.01$  önem seviyesinde farklılık olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.15.**Kavun bitkisi mikrodalga enerjisi etkisinde kaldıktan sonra meydana gelen b değeri değişimine ilişkin varyans analiz tablosu

Kaynak	Genel Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Intercept	.143	1	.143	276.820	.000
Güç	.001	2	.000	.827	.441
Yükseklik	.000	2	6.72E-005	.130	.878
Zaman	.003	3	.001	1.771	.160
Güç * Yükseklik	.008	4	.002	4.002	.005
Güç * zaman	.004	6	.001	1.275	.280
Yükseklik * zaman	.001	6	.000	.284	.943
Güç * Yükseklik * zaman	.006	12	.000	.897	.554
Hata	.037	72	.001		
Genel	.203	108			
a R Squared = .376 (Adjusted R Squared = .072)					

Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre Güç bakımından tüm b değeri değişimleri ortalamaları arasında tüm grupların benzer olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Yükseklik bakımından b değeri değişimleri ortalamaları arasındaki farklılık değerlendirildiğinde tüm gruplar arasında benzerlikler görülmüştür ( $p < 0.05$ ). Grupların b değeri değişimleri ortalamaları arasındaki farklılık süre bakımından değerlendirildiğinde tüm sürelerde elde edilen b değeri değişimleri ortalamaları arasında istatistik tüm gruplar arasında farklılıklar görülmemiştir. ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 4.16.).

**Çizelge 4.16.**Kavun bitkisinde b değeri değışimleri istatistik sonuçlarına göre Grup ortalamaları arasındaki farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma testi

<b>Güç</b>	<b>Grup Ortalamaları</b>	<b>Yükseklik</b>	<b>Grup Ortalamaları</b>	<b>Zaman</b>	<b>Grup Ortalamaları</b>
1	.03328839a	1	.03518292a	1	.03260074a
2	.03581728a	2	.03614942a	2	.03392226a
3	.04010672a	3	.03788006a	3	.03400811a
				4	.04508541a

## 5.TARTIŞMA VE SONUÇ

Tez kapsamında ele alınan Karpuz ve Kavun fideleri 5 yapraklı dönemde farklı güç (90-350-700 W), farklı yükseklik (10-15-25-35 cm) ve farklı sürelerde (10-15-20-25 sn) mikrodalga enerjisine maruz kalmışlardır. Bu uygulamalar sonunda bitkilerdeki ağırlık ve renk özellikleri olan L, a, b değerlerinin nasıl değiştiği gözlemlenmiştir.

Genel olarak tüm uygulamalarda güç değeri, yükseklik ve uygulama süreleri arttıkça değişim oranı artmaktadır. İlk anlık değişimden sonra sap kısmında patlak oluştuğunda ortaya çıkan suyun hızla buharlaşması sonucu solma daha hızlı olmaktadır. Bazı durumlarda değişim durmakta ve kuruma başlamaktadır.

En fazla ağırlık değişimi (%4) Karpuz bitkisinde 20-25 sn sürelerde maksimum güç ve minimum yükseklikte görülmüştür. Güç arttıkça ve yükseklik azaldıkça ağırlık değişim oranı artmıştır. 35 cm yükseklikte uygulanan mikrodalga enerjisinin etkisiyle ağırlık değişimi çok farklılıklar göstermemiştir.

Karpuz bitkisinde renk özelliklerinden L değerinin değişimi incelendiğinde 35 cm yükseklik ve 700 W güç değerinde mikrodalga enerjisinin etkisiyle %3 den az olmuştur. Güç arttıkça ve yükseklik azaldıkça L değeri değişim oranı artmıştır. Genel olarak 20 sn süre ile süren uygulamada L değeri değişimlerinde anlık artışlar gözlenmiştir.

Renk özelliklerinden a değerinde Karpuz bitkisi mikrodalga enerjisine maruz kaldığında genel olarak 15. sn de ani değişimler ortaya çıkmıştır. 700 W güç ve 15 cm yükseklikte yapılan uygulamada bu değer 20. saniyede %11 civarında olmuştur. Güç arttıkça ve yükseklik azaldıkça a değeri değişim oranı artmıştır.

Güç arttıkça ve yükseklik azaldıkça renk özelliklerinden olan b değerinin değişim oranı artmıştır Karpuz bitkisinde artış göstermiştir. Maksimum güçte ve minimum yükseklikte 25. saniyede b değeri değişimi %11 olmuştur. Güç azaldıkça b değeri azalmıştır. Genel olarak uygulamalarda %4 civarında b değeri değişimi gözlenmiştir. Uygulama süresi arttıkça b değeri değişim oranları da artmıştır.

Ağırlık değişimi Kavun bitkisine yapılan mikrodalga uygulamalarında maksimum güç ve minimum yükseklikte 25 saniye sonrası yapılan ölçümlerde %10 dan küçük olmuştur. Genel olarak uygulamalarda 25. saniyelerde ağırlıkta hızlı bir değişim gözlenmiştir.

Renk özelliklerinden L değeri, Kavun bitkisi mikrodalgaya maruz kaldığında, 25 saniye süre ile maksimum güç ve minimum yükseklik uygulamasında %6 dan küçük değişim gözlenmiştir. Güç arttıkça L değeri değişiminde artışlar olmuştur. Yükseklik arttıkça ise bu değerlerde azalmalar olmuştur.

Kavun bitkisinin a değeri mikrodalgaya 15 saniye maruz kaldıktan sonra %4 maksimum değişim gözlenmiştir. Güç arttırıldığında a değerindeki değişimler de artış göstermiştir. 10. saniyeden sonra genel olarak değişimler anlık olarak hız kazanmıştır.

Renk özelliklerinden b değeri maksimum güç ve minimum yükseklikte yapılan uygulamalarda 20. Saniyelerde %5 değişim izlenmiştir. Güç arttıkça ve yükseklik azaldıkça değişimlerde hız kazanmıştır. 10. saniyede ortaya çıkan değişim genel olarak artış şeklinde olurken düşük oranlarda değişerek devam etmiştir.

Bu tezde elde edilen değerler ışığında, Kavun ve Karpuz bitkisinin, güç ve mesafeye bağlı olarak farklı yüksekliklerde mikrodalga enerjisine maruz kaldığında, ağırlık ve renk değişiminin ne şekilde olabileceği konusunda fikirler elde edilmiştir. Bu bitkilere zarar veren canlılara mikrodalga enerjisi uygulanmak istediğinde bu veriler güç, mesafe ve uygulama süresi ayarlamasının yapılmasını kolaylaştıracaktır.

## 6. KAYNAKLAR

- Anonim (1988). VI. Beş Yıllık Kalkınma Planı Örtüaltı Sebze Yetiştiriciliği Özel İhtisas Grubu Komisyonu Raporu, Antalya.
- Anonim (1990). Karpuz yetiştiriciliği. TC Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara.
- Anonim (2001). DPT, 8.Beş yıllık kalkınma planı, Bitkisel üretim, Özel ihtisas komisyonu raporu, Sebzeçilik, Ankara
- Anonim (2006). World Health Organization. Electromagnetic Fields and Public Health. Base Stations and Wireless Technologies. WHO Research Agenda for Radio Frequency Fields. May 2006 No:304.
- Anonim (2011). Sebzeçilik-Kavun yetiştiriciliği. TC Milli Eğitim Bakanlığı, MEGEP yayınları, Ankara.
- Anonim (2014). Tarımda Makineleşme. [http://www.ankaratb.org.tr/lib\\_upload/148\\_Tar%C4%B1mda%20Makinele%C5%9Fme\\_11\\_09\\_2014.pdf](http://www.ankaratb.org.tr/lib_upload/148_Tar%C4%B1mda%20Makinele%C5%9Fme_11_09_2014.pdf) Erişim Tarihi: 02/11/2016
- Anonim (2015). Yaş meyve ve sebze sektör raporu. TMMOB, Aralık.
- Anonim (2016a). Türkiye’ de Tarım. <http://www.bilgiustam.com/turkiyede-tarim/> Erişim Tarihi: 02/11/2016
- Anonim (2016b). <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim Tarihi: 01.02.2016)
- Arıkan DS (2006). Quizalofop-p-etilherbisitin allium cea L.ök meristem hücreleri üzerine sitogenetik etkileri. Doktora Tez, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Brodie G (2007). Simultaneous Heat and Moisture Diffusion During Microwave Heating of Moist Wood. Applied Engineering in Agriculture, 23(2):179-187.
- Brodie G, Pasma L, Bennett H, Harris G, Woodworth J (2007a). Evaluation of Microwave Soil Pasteurization for Controlling Germination of Perennial Ryegrass (Lolium perenne) Seeds, Plant Protection Quarterly, 22:150-154.
- Brodie G, Hamilton S, Woodworth J (2007b). An Assessment of Microwave Soil Pasteurization For Killing Seeds and Weeds. Plant Protection Quarterly, 22(4): 143-149.
- Brodie G, Botta C, Woodworth J (2007c). Preliminary Investigation Into Microwave Soil Pasteurization Using Wheat as a Test Species. Plant Protection Quarterly, 22(2):72-75.

- Brodie G, Ryan C, Lancaster C (2012). Microwave Technologies as Part of an Integrated Weed Management Strategy: A Review. *International Journal of Agronomy*, 2012: 1-14.
- Brodie G, Hollins E (2015). The Effect of Microwave Treatment on Ryegrass and Wild Radish Plants and Seeds. *Global Journal of Agricultural Innovation, Research & Development*, 2:16-24.
- Carl M, Olsen, Clifford L, Drake, Stuart L, Bunch (1966). Some Biological Effects of Microwave Energy. Presented by the Author at the Symposium on Microwave Power. University of Alberta, March 24th 1966.
- Çelen İ. H., Çelen S., Önler E., Durgut M. R., Kılıç E., Kama N., Colour And Weight Changes Of Aubergine, Bean, Cucumber By The Effects Of Microwave Energy, *International Journal of Current Research* , vol. 8, pp. 36870-36874, 2016.
- Delen N, Kınay P, Yıldız F, Yıldız M, Altınok H, Uçkun Z (2010). Türkiye Tarımında Kimyasal Savaşımın Durumu ve Entegre Savaşım Olanakları. VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, Bildiriler Kitabı 2:609-625, 11-15 Ocak 2010.
- Engelder DS, Buffer CR (1991). Measuring Dielectric Properties of Food Products at Microwave Frequencies. *Microwave World*, 12 (2) : 6-15.
- Ernieenor F, Raja NAR, Ho MT (2012). Effect of Germicidal UV-C Light (254 nm) on Eggs and Adult of House Dustmites, *Dermatophagoides Pteronyssinus* and *Dermatophagoides Farinae* (Astigmata: Pyroglyphidae). Document Heading Doi:10.1016/S2221-1691(12)60209-3 2012. By the Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, *Asian Pac J Trop Biomed* 2012; 2(9):679-683.
- Günaydın G,(2006). Türkiye Tarım Sektörü. *Tarım ve Mühendislik*. Sayı :76-77 Sayfa:12.
- Güneş R, Aşkın B, (2016). Karpuz Çekirdeği Yağının Kimyasal Özellikleri ve Besin İçeriği. *Gıda*, 41, 1, 37-44.
- Kılıç E., Çelen S., Önler E., Durgut M. R., Çelen İ. H., Kılıç N., Kama N., Effectiveness of Microwave Energy as a Tool for Red Spider (*Tetranychus urticae*) Control and Their Side Effects on Some Vegetable Plants, *Asian Journal of Agriculture and Food Sciences*, vol. 4, pp. 18-25, (2016).
- Kitiş YE, Çavuşoğlu O (2016). Elektromanyetik ışınlarla yabab kontrolü. *Meyve Bilimi*, Sayı: 3(1):29-36.
- Kutbay I, Kuşkonmaz N (2004). Mikrodalga enerjisinin seramik üretiminde kullanılması. *Metalurji Dergisi*, Sayı 137.

- Köse E, Şahinbaşkan T (2008). Renk Yönetiminde Kullanılan Standart ICC Profillerinin Türkiye’de Oluşturulmuş Bazı Profiller ile Karşılaştırılması. *Politeknik Dergisi, Journal of Polytechnic* Cilt:11 Sayı: 4 s.365-371, 2008.
- Lampkin N, (1990). *Organic Farming*. Farming Press Books, UK.
- Osepchuk JM (1984). A History of Microwave Heating Applications. *Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 32(9): 1200-1224.
- Pozar DM (2012). *Microwave Engineering*. 4th Edition. Hamilton Printing, Wiley Inc. 732 pp, ABD.
- Rahi GS, Rich JR. (2011). Effect of Moisture on Efficiency of Microwaves to Control PlantParasitic Nematodes in Soil. *Journal of Microwave Power Electromagn Energy*, Vol45(2):86-93.
- Sartorato I, Zanin G, Baldoin C, De Zanche C (2006). Observations on the Potential of Microwaves for Weed Control. *Weed Research*, 46,1-9.
- Şahin H (2014). Effects of Microwaves on the Germination of Weed Seeds. *J. of Biosystems Eng*. 39(4):304-309.
- Taşkaya B, Keskin G (2004). *Kavun-Karpuz*. T.E.A.E-Bakış, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Sayı: 6(9).
- Vadivambal R, Deji OF, Jayas DS, (2010). 3 White, N.D.G. Disinfestation of Stored Corn Using Microwave Energy. *Agriculture and Biology Journal of North America* ISSN Print: 2151-7517, ISSN Online: 2151-7525.
- Velázquez-Martí B, Gracia-López C (2004). Evaluation of Two Microwave Surface Distribution Systems Designed for Substratum and Agricultural Soil Disinfection. *Spanish Journal of Agricultural Research* (2004) 2 (3), 323-331.
- Velázquez-Martí B, Gracia-López C, de la Puerta R (2008). Work Conditions for Microwave Applicators Designed to Eliminate Undesired Vegetation in a Field. *Biosystems Engineering*, vol.100(1), p31-37.
- Wang S, Tang J, Ikedia JN (2001). Combined Radio Frequency and Hot Air Treatments For Insect Control and Drying of in Shell Walnuts. In *ASAE Annual International Meeting*. Sacramento, CA, July 30-August 1. Paper No. 016170. ASAE, St. Joseph, M1, 16p.
- Yavuz, F.(2005) Türkiye’ de Tarım. Tarım ve Köyışleri Bakanlığı Yayınları. S:38



12	3	3	3	3	3	12	3	3	3	3
<b>35 cm</b>										
<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>	<b>10 sn</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>	<b>10 sn</b>	<b>15 sn</b>
.0042355	.0038233	.0036117	.0047857	.0047213	.0045475	.0039863	.0040850	.0063703		
.00136777	.00080663	.00087054	.00202655	.00176842	.00159935	.00214098	.00118022	.00028108		
.0052977	.0072300	.0042510	.0051307	.0045790	.0052306	.0067193	.0044733	.0056000		
.00134186	.00007312	.00090678	.00010965	.00100144	.00189439	.00280156	.00174300	.00070638		
.0047534	.0041713	.0049703	.0044370	.0054350	.0142521	.0286283	.0093677	.0079497		
.00080011	.00031110	.00046768	.00088251	.00100041	.00915262	.00584557	.00217797	.00062809		
.0047622	.0050749	.0042777	.0047844	.0049118	.0080101	.0131113	.0059753	.0066400		
.00124439	.00168031	.00089232	.00114658	.00120023	.00695541	.01218559	.00296566	.00114856		

36	9	9	9	9	9
<b>Toplam</b>					
<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>	<b>10 sn</b>	
.0043149	.0039319	.0040567	.0051678	.0041032	
.00142333	.00184944	.00090134	.00144156	.00120144	
.0083501	.0130192	.0093221	.0060683	.0049908	
.00699279	.01014410	.00787746	.00145032	.00165262	
.0140210	.0225794	.0168958	.0070669	.0095419	
.01232510	.01526034	.01511592	.00365711	.00460205	
.0088953	.0131769	.0100915	.0061010	.0062120	
.00907444	.01282836	.01088515	.00245492	.00370066	

**EK2.** Karpuz bitkisi için güç yükseklik ve zamana göre L değeri değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler aşağıda görülmektedir.

		<b>GÜÇ</b>								
		<b>90 W</b>		<b>350 W</b>		<b>700 W</b>		<b>Toplam</b>		
<b>N</b>	<b>Yükseklik</b>	<b>Süre</b>	<b>Ort.</b>	<b>Std. Sapma</b>	<b>Ort.</b>	<b>Std. Sapma</b>	<b>Ort.</b>	<b>Std. sapma</b>	<b>Ort.</b>	<b>Std. Sapma</b>
3	3	10 sn	.00583933	.00273650	.01153233	.01816339	.01394433	.01202039	.01043867	.01155256
3	3	15 sn	.01700000	.008309916	.00665767	.004732508	.01205533	.007732371	.01190433	.007607810
3	3	20 sn	.01273200	.006549752	.01541500	.021821962	.00618700	.004935473	.01144467	.012359732
3	3	25 sn	.01900000	.003663675	.02004300	.031295931	.02472633	.015807000	.02125644	.017822915
12	12	<b>Toplam</b>	.01364283	.007203613	.01341200	.018846960	.01422825	.011661982	.01376103	.013069450
3	3	10 sn	.01200000	.002970114	.00165067	.001092919	.01325467	.004729368	.00896844	.006205861
3	3	15 sn	.00756800	.006222004	.00112600	.000730000	.01377000	.002837779	.00748800	.006465614

9	12	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Toplam</b>	<b>35 cm</b>								
<b>10 sn</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>	<b>10 sn</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	
.00771811	.01565775	.01341867	.02676167	.01713567	.00531500	.01433408	.01403300	.0237353	
.004324297	.011273009	.017026677	.005034878	.003233661	.004126611	.013314507	.016357563	.0212217	
00839433	.01581433	.02368700	.01601900	.01155133	.01200000	.00777025	.00827900	.0200253	
.010809289	.013656310	.023970181	.013755775	.009275977	.005811373	.012756851	.011572709	.0202814	
.01102256	.01199542	.01339367	.01486867	.01385067	.00586867	.01243725	.01112267	.0116016	
.008303793	.007849546	.007192139	.005086606	.011647619	.006988029	.006674005	.007828267	.0120820	
.00904500	.01448917	.01683311	.01921644	.01417922	.00772789	.01151386	.01114489	.0184541	
.008064163	.011005434	.015983587	.009611591	.007996856	.005935656	.011343927	.011040966	.0167604	

36	9	9	9
<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>
.01454489	.01548389	.02107633	.01390122
.010615214	.012237238	.013058922	.007219509
.01233219	.01733633	.01715311	.00644500
.015267211	.021693725	.016549870	.006902730
.01288697	.01641422	.01088578	.01322533
.008778722	.011425773	.007966950	.007186697
.01325469	.01641148	.01637174	.01119052
.011798426	.015219888	.013212469	.007639512

**EK 3.** Karpuz bitkisi için güç yükseklik ve zamana göre a değeri değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler aşağıda görülmektedir.

		GÜÇ					90 W		350 W		700 W		Toplam	
N	Yükseklik	15 cm					Ort.	Std. Sapma	Ort.	Std. Sapma	Ort.	Std. sapma	Ort.	Std. Sapma
		10 sn	15 sn	20 sn	25 sn	Toplam								
3	25 cm	.0450377	.0397000	.0148690	.0356540	.0209647	.0321000	.01548098	.0081003	.00851300	.0285123	.02313205	.0229042	.01837101
3	25 cm	.00936846	.00436227	.01167412	.04478707	.01564225	.01548098	.01548098	.0225650	.01274809	.0580360	.03965311	.0338552	.02871011
3	25 cm	.0215697	.0211553	.0263683	.0223937	.0225650	.0081003	.0081003	.0225650	.01274809	.0580360	.03965311	.0338552	.02871011
3	25 cm	.01131905	.02147802	.01327097	.02206450	.01274809	.00851300	.00851300	.01274809	.01274809	.0580360	.03965311	.0338552	.02871011
3	25 cm	.0931737	.0936683	.0520873	.0799637	.0580360	.0285123	.0285123	.0580360	.0580360	.0580360	.03965311	.0338552	.02871011
3	25 cm	.11793341	.12130641	.05169336	.04683118	.03965311	.02313205	.02313205	.03965311	.03965311	.03965311	.03965311	.0338552	.02871011
3	25 cm	.0532603	.0515079	.0311082	.0460038	.0338552	.0229042	.0229042	.0338552	.0338552	.0338552	.0338552	.0338552	.02871011
3	25 cm	.06730835	.06973681	.03150402	.04304831	.02871011	.01837101	.01837101	.02871011	.02871011	.02871011	.02871011	.02871011	.02871011

9	12	3	3	3	3	3	3	3	12	3	3	3
<b>35 cm</b>												
<b>Toplam</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>	<b>10 sn</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>10 sn</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>
.0303820	.0269051	.0288873	.0264000	.0329870	.0193460	.0407963	.0288873	.0264000	.0193460	.0407963	.0345443	.0439030
.01374825	.02556482	.02134082	.00213278	.05298224	.01341686	.02827802	.02134082	.00213278	.01341686	.02827802	.03490975	.05450388
.0136781	.0276163	.0668143	.0208487	.0110233	.0117787	.0261705	.0668143	.0208487	.0117787	.0261705	.0172687	.0446883
.01404572	.02565516	.00660150	.01185854	.01239952	.01092750	.02326067	.00660150	.01185854	.01092750	.02326067	.01555007	.03797214
.0458714	.0261062	.0242797	.0338113	.0309000	.0154337	.0809539	.0242797	.0338113	.0154337	.0809539	.0700000	.0669737
.07171350	.02377171	.00964525	.00708348	.05111723	.00724269	.07427335	.00964525	.00708348	.00724269	.07427335	.00385060	.02762131
.0299772	.0268758	.0399938	.0270200	.0249701	.0155194	.0493069	.0399938	.0270200	.0155194	.0493069	.0406043	.0518550
.04336741	.02429518	.02359282	.00897548	.03877743	.00993534	.05202765	.02359282	.00897548	.00993534	.05202765	.03018027	.03771686

36	9	9	9	9
<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>	
.0311994	.0261002	.0353190	.0329964	
.02604449	.02301208	.03609405	.02989230	
.0245479	.0368171	.0293102	.0183860	
.02136713	.02524000	.02551095	.01190688	
.0539033	.0487890	.0602496	.0607032	
.05422945	.03306169	.03429844	.07248818	
.0365502	.0372354	.0416263	.0373619	
.03863404	.02800851	.03390281	.04748867	

**EK 4.** Karpuz bitkisi için güç yükseklik ve zamana göre b değeri değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler aşağıda görülmektedir.

		<b>GÜÇ</b>												
							<b>90 W</b>		<b>350 W</b>		<b>700 W</b>		<b>Toplam</b>	
<b>N</b>	<b>Yükseklik</b>						<b>Ort.</b>	<b>Std. Sapma</b>	<b>Ort.</b>	<b>Std. Sapma</b>	<b>Ort.</b>	<b>Std. sapma</b>	<b>Ort.</b>	<b>Std. Sapma</b>
		<b>15 cm</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>	<b>10 sn</b>	<b>Süre</b>								
3	25 cm	3	3	3	3	12	3	3	3	3	3	3	3	3
		<b>15 sn</b>	<b>10 sn</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>	<b>10 sn</b>	<b>Toplam</b>	<b>Ort.</b>	<b>Std. Sapma</b>	<b>Ort.</b>	<b>Std. sapma</b>	<b>Ort.</b>
		.04100033	.03500000	.02887475	.02826600	.03710533	.02312767	.02700000	.02887475	.02700000	.002689806	.03167367	.036831984	.04315944
		.002338331	.005453888	.013974939	.023273007	.015376255	.011483111	.002689806	.013974939	.002689806	.002689806	.03167367	.036831984	.04315944
		.04551833	.02905200	.02368358	.01668267	.02676233	.01961567	.03167367	.02368358	.03167367	.002689806	.03167367	.036831984	.04315944
		.013340479	.017570312	.023236766	.017552501	.025587695	.015173381	.039602232	.023236766	.039602232	.002689806	.03167367	.036831984	.04315944
		.13259033	.11117367	.07052225	.10459933	.05749467	.04919033	.07080467	.07052225	.07080467	.002689806	.03167367	.036831984	.04315944
		.091837663	.062291490	.035061543	.013084487	.020600510	.046150743	.036831984	.035061543	.036831984	.002689806	.03167367	.036831984	.04315944
		.07303633	.05840856	.04102686	.04984933	.04045411	.03064456	.04315944	.04102686	.04315944	.002689806	.03167367	.036831984	.04315944
		.064445577	.051258116	.032702744	.044345442	.022633657	.028614302	.034161859	.032702744	.034161859	.002689806	.03167367	.036831984	.04315944

9	12	3	3	3	3	3	3	3	12	3	3	3
<b>35 cm</b>												
<b>Toplam</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>	<b>10 sn</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>20 sn</b>
.02918100	.04941925	.05210267	.08215500	.03787633	.02554300	.03156092	.02347600	.02676733	.03156092	.02347600	.02676733	.02676733
.015018296	.039333656	.052097556	.040315898	.026628357	.028061327	.015833527	.030342564	.011792282	.015833527	.030342564	.011792282	.011792282
.02925389	.03604133	.06318633	.02484800	.02909500	.02703600	.04121450	.02928767	.06100000	.04121450	.02928767	.06100000	.06100000
.023258460	.024508517	.024088309	.030683798	.004913860	.016448360	.018874931	.018788661	.008336760	.018874931	.018788661	.008336760	.008336760
.06615033	.02400308	.02714167	.02544633	.02695167	.01647267	.11926933	.08666700	.14664633	.11926933	.08666700	.14664633	.14664633
.055277518	.019774601	.027798590	.010650397	.030624438	.014513458	.055871859	.028946960	.030557180	.055871859	.028946960	.030557180	.030557180
.04152841	.03648789	.04747689	.04414978	.03130767	.02301722	.06401492	.04647689	.07813789	.06401492	.04647689	.07813789	.07813789
.038611042	.030145696	.035671144	.038504739	.021045181	.018484244	.052516384	.037984353	.056083360	.052516384	.037984353	.056083360	.056083360

36	9	9	9	9
<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>	
.03661831	.03461489	.04867589	.03400144	
.026681906	.034934824	.033922444	.016731381	
.03364647	.03638556	.03753678	.03140967	
.022936490	.027279337	.026959006	.015391652	
.07126489	.07280267	.07652911	.06957744	
.055194721	.040969970	.057671117	.072122685	
.04717656	.04793437	.05424726	.04499619	
.041179864	.037981820	.043362814	.045546103	

**EK5.** Kavun bitkisi için güç yükseklik ve zamana göre ağırlık değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler aşağıda görülmektedir.

		GÜÇ				90 W		350 W		700 W		Toplam								
N	Yükseklik	15 cm				10 sn	15 sn	20 sn	25 sn	Toplam	10 sn	15 sn	20 sn	25 sn						
		Süre	Ort.	Std. sapma	Ort.										Std. Sapma	Ort.	Std. sapma	Ort.	Std. sapma	
3	3	10 sn	.0020000	.00056693	.0090000	.00096595	.0228597	.00499419	.0112866	.00954338	12	Toplam	.0040214	.00148060	.0123271	.00519569	.0510043	.02598772	.0224509	.02554504
3	3	15 sn	.0045000	.00016078	.0110000	.00328729	.0504327	.01975542	.0219776	.02374135	3	10 sn	.0019000	.00023293	.0040953	.00165643	.0043417	.00176092	.0034457	.00168224
3	3	20 sn	.0040780	.00102855	.0090000	.00208971	.0438833	.00386161	.0189871	.01892819	3	15 sn	.0020327	.00011988	.0067000	.00024145	.0091270	.00064439	.0059552	.00314205
3	3	25 sn	.0055077	.00092784	.0203083	.00098315	.0868413	.00965334	.0375524	.03783334	3	25 sn	.0019000	.00023293	.0040953	.00165643	.0043417	.00176092	.0034457	.00168224
3	3	Toplam	.0040214	.00148060	.0123271	.00519569	.0510043	.02598772	.0224509	.02554504	12	Toplam	.0040214	.00148060	.0123271	.00519569	.0510043	.02598772	.0224509	.02554504

12	3	3	3	3	3	12	3	3	3
<b>35 cm</b>									
<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>	<b>10 sn</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>		
.0018618	.0021000	.0024000	.0015240	.0014230	.0020874	.0020700	.0023470		
.00049311	.00027205	.00018030	.00040483	.00029557	.00035977	.00043650	.00054224		
.0020917	.0026733	.0017297	.0021000	.0018637	.0110366	.0226807	.0106703		
.00080686	.00114552	.00095462	.00016239	.00074065	.00853955	.00852137	.00464837		
.0073561	.0132850	.0046667	.0066767	.0047960	.0092399	.0149617	.0085293		
.00373907	.00109960	.00072487	.00102406	.00009657	.00444107	.00434523	.00045451		
.0037698	.0060194	.0029321	.0034336	.0026942	.0074546	.0132374	.0071822		
.00336130	.00551397	.00146422	.00250763	.00163785	.00667284	.01020997	.00442011		

36	9	9	9	9
<b>Toplam</b>				
<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>	<b>10 sn</b>
.0026569	.0032259	.0029417	.0026856	.0017743
.00133132	.00179170	.00103584	.00139693	.00043251
.0084851	.0152208	.0071333	.0066000	.0049863
.00727429	.01040853	.00486511	.00419288	.00332442
.0225334	.0383627	.0190264	.0220788	.0106658
.02530477	.03675355	.01882173	.02347933	.00952315
.0112251	.0189364	.0097005	.0104548	.0058088
.01725089	.02589997	.01283806	.01576208	.00673774

**EK6.** Kavun bitkisi için güç yükseklik ve zamana göre L değeri değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler aşağıda görülmektedir.

		GÜÇ					90 W		350 W		700 W		Toplam	
N	Yükseklik	15 cm					Ort.	Std. Sapma	Ort.	Std. Sapma	Ort.	Std. sapma	Ort.	Std. Sapma
		10 sn	15 sn	20 sn	25 sn	Toplam								
3	25 cm	.00616177	.01018467	.007402124	.01860300	.02839700	.01078833	.004900758	.02300000	.001723737	.01477333	.005414902	.01797400	.013934251
3	25 cm	.005268528	.007402124	.007402124	.021074991	.004118518	.004900758	.004900758	.02600000	.013914462	.014958535	.001912029	.01547511	.008736610
3	25 cm	.01446700	.02518233	.02518233	.02600000	.02164633	.01659933	.01659933	.02600000	.013914462	.014958535	.001912029	.01547511	.008736610
3	25 cm	.001640003	.026717296	.026717296	.003312868	.013914462	.014958535	.014958535	.003312868	.013914462	.014958535	.001912029	.01547511	.008736610
3	25 cm	.00988367	.01200000	.01200000	.03192067	.05226667	.01903767	.01903767	.03192067	.05226667	.01903767	.001912029	.01547511	.008736610
3	25 cm	.003124075	.002854225	.002854225	.027315123	.017293526	.001912029	.001912029	.027315123	.017293526	.001912029	.001912029	.01547511	.008736610
3	25 cm	.01017081	.01578900	.01578900	.02550789	.03410333	.01547511	.01547511	.02550789	.03410333	.01547511	.01547511	.01547511	.008736610
3	25 cm	.004799089	.015634510	.015634510	.018267535	.017931182	.008736610	.008736610	.018267535	.017931182	.008736610	.008736610	.008736610	.008736610

9	12	3	3	3	3	3	3	3	12	3	3	
<b>Toplam</b>	<b>35 cm</b>											
<b>10 sn</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>	<b>10 sn</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>10 sn</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>
.01177778	.01597492	.02121367	.02205667	.01162933	.00900000	.01191885	.01932897	.01191885	.00900000	.01191885	.01932897	.01200000
.014042451	.013443778	.019730065	.017164329	.010410510	.001956134	.008380546	.012720506	.008380546	.001956134	.008380546	.012720506	.002307092
.02039122	.02116192	.02068733	.02579500	.02517400	.01299133	.01882875	.00779433	.01882875	.01299133	.01882875	.00779433	.02787133
.016305025	.012870179	.018841254	.008903677	.010004460	.014827403	.015254226	.008961814	.015254226	.014827403	.015254226	.008961814	.009413063
.01215578	.01095300	.01368067	.00912733	.01131000	.00969400	.00989533	.00534933	.00989533	.00969400	.00989533	.00534933	.01234833
.005231003	.007713214	.006108392	.009896457	.010984203	.007251310	.006358710	.003933487	.006358710	.007251310	.006358710	.003933487	.011930388
.01477493	.01602994	.01852722	.01899300	.01603778	.01056178	.01354764	.01082421	.01354764	.01056178	.01354764	.01082421	.01740656
.012934349	.012059330	.014445060	.013241096	.011368882	.008513258	.011088641	.010305650	.011088641	.008513258	.011088641	.010305650	.010985839

36	9	9	9	9
<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>	
.01545934	.01971521	.02081789	.00952648	
.012934367	.015816837	.011423638	.006821966	
.02060069	.01816056	.02510422	.01874678	
.012469153	.013315706	.009894823	.010282174	
.01678264	.01698356	.02458078	.01341044	
.015788554	.018391390	.023831519	.007191000	
.01761422	.01828644	.02350096	.01389457	
.013853408	.015391783	.015773889	.008808888	

**EK 7.** Kavun bitkisi için güç yükseklik ve zamana göre a değeri değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler aşağıda görülmektedir.

		GÜÇ				90 W		350 W		700 W		Toplam	
N	Yükseklik	15 cm				Ort.	Std. Sapma	Ort.	Std. Sapma	Ort.	Std. sapma	Ort.	Std. Sapma
		10 sn	15 sn	20 sn	25 sn								
3	3	10 sn	15 sn	20 sn	25 sn	Toplam	10 sn	15 sn	20 sn	25 sn	Toplam	10 sn	15 sn
		.0087340	.01113745	.0269243	.02040994	.0284717	.00977622	.0213767	.01579250	.0087340	.01113745	.0269243	.02040994
		.0259697	.01896841	.0350000	.00335036	.0163190	.01883237	.0257629	.01571237	.0259697	.01896841	.0350000	.00335036
		.0606594	.07150624	.0388563	.02664898	.0318007	.02157542	.0437721	.04617013	.0606594	.07150624	.0388563	.02664898
		.1261153	.13161850	.0453231	.03177306	.0308467	.02391233	.0674284	.08187077	.1261153	.13161850	.0453231	.03177306
		.0403187	.03234650	.0272050	.00710034	.0203730	.00960151	.0292989	.01934643	.0403187	.03234650	.0272050	.00710034
		.0472970	.02028528	.0425310	.01562522	.0412570	.02866440	.0436950	.01941454	.0472970	.02028528	.0425310	.01562522
		.0289067	.02266142	.0403660	.04808122	.0347260	.02702563	.0346662	.03022509	.0289067	.02266142	.0403660	.04808122

9	12	3	3	3	3	3	3	3	12	3	3	
<b>Toplam</b>	<b>35 cm</b>											
<b>10 sn</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>	<b>10 sn</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>10 sn</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>
.0236697	.0140281	.0068947	.0201447	.0129403	.0161327	.0253769	.0068947	.0201447	.0161327	.0253769	.0383927	.0284113
.01647447	.01206576	.00403221	.01970435	.01331581	.00883220	.01877256	.00403221	.01970435	.00883220	.01877256	.01231971	.02487366
.0372892	.0324276	.0391090	.0127633	.0413363	.0365017	.0260018	.0391090	.0127633	.0365017	.0260018	.0120000	.0300827
.02769440	.02333097	.03211873	.00487654	.02063041	.02686818	.01924231	.03211873	.00487654	.02686818	.01924231	.00430570	.03388733
.0230686	.0258319	.0413257	.0254980	.0183433	.0181607	.0208941	.0413257	.0254980	.0181607	.0208941	.0166480	.0221377
.02132721	.01741886	.02340241	.00430872	.01199433	.02064092	.01449249	.02340241	.00430872	.02064092	.01449249	.01445305	.01868594
.0280091	.0240959	.0291098	.0194687	.0242067	.0235983	.0240909	.0291098	.0194687	.0235983	.0240909	.0223469	.0268772
.02245521	.01928150	.02602705	.01176078	.01890033	.02002283	.01727598	.02602705	.01176078	.02002283	.01727598	.01561016	.02328547

36	9	9	9
<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>
.0333548	.0571342	.0296249	.0229904
.04657252	.08506166	.02429924	.02266845
.0324285	.0321440	.0233503	.0369306
.02321569	.02739365	.01924154	.01811545
.0261756	.0296068	.0226696	.0293573
.01811414	.02114570	.01095735	.01908290
.0306530	.0396283	.0252149	.0297594
.03167610	.05248825	.01851264	.02012092

**EK 8.** Kavun bitkisi için güç yükseklik ve zamana göre b değeri değişimine ilişkin tanımlayıcı istatistikler aşağıda görülmektedir.

		GÜÇ		90 W		350 W		700 W		Toplam	
N	Yükseklik	Süre	Ort.	Std. Sapma	Ort.	Std. Sapma	Ort.	Std. sapma	Ort.	Std. Sapma	
											15 cm
3	3	10 sn	.03029933	.021086923	.02135000	.003980658	.03400000	.010806760	.02854978	.013268327	
3	3	15 sn	.03604000	.038752331	.02801733	.008226304	.04012000	.017066496	.03472578	.022217237	
3	3	20 sn	.02619667	.023617518	.01539300	.020358196	.04585500	.009561048	.02914822	.021090331	
3	3	25 sn	.09000000	.005637174	.02704767	.008925309	.02787600	.020470113	.04830789	.033324170	
12	12	Toplam	.04563400	.034498984	.02295200	.011527362	.03696275	.014703564	.03518292	.023949746	
3	3	10 sn	.02200000	.002606886	.04900000	.006881168	.04100000	.012379170	.037333333	.014003483	
3	3	15 sn	.02021933	.016496644	.03919933	.023217539	.03576067	.028383384	.03172644	.021929483	

9	12	3	3	3	3	3	3	3	3	12	3	3	3				
<b>35 cm</b>																	
<b>Toplam</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>	<b>10 sn</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>	<b>10 sn</b>	<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>				
.02800767	.02931575	.03317533	.02796900	.02439500	.03172367	.02491542	.04527533	.01216700	.016347938	.019848099	.027004809	.023168881	.017196844	.023126554	.015533362	.006605746	.009648658
.03855000	.05106833	.05636333	.04557733	.05703267	.04530000	.04629983	.04500000	.05200000	.013903543	.029395604	.052309416	.029851151	.030008484	.005842125	.012316732	.009921983	.003417000
.03546667	.03325608	.05121967	.02588867	.02451600	.03140000	.03723300	.02981133	.04236000	.019007301	.024936413	.031634669	.022619325	.011014748	.033183130	.027707690	.045542940	.032292889
.03400811	.03788006	.04691944	.03314500	.03531456	.03614122	.03614942	.04002889	.03550900	.016529207	.026132910	.035039821	.023929764	.024386718	.021557503	.021066311	.024754769	.024714422

36	9	9	9	9
<b>Toplam</b>	<b>25 sn</b>	<b>20 sn</b>	<b>15 sn</b>	
.03328839	.05615022	.02211089	.02688478	
.025600874	.029548890	.018791745	.023828983	
.04010672	.04280367	.03765678	.04141644	
.022721337	.029873867	.024816485	.023182497	
.03581728	.03630233	.03803456	.03346556	
.022539872	.031612623	.022287695	.018792765	
.03640413	.04508541	.03260074	.03392226	
.023610004	.030358469	.022542245	.022031804	

## **TEŐEKKÖR**

Yüksek lisans eğitimim süresince, bilgi ve deneyimlerini bana aktaran, bilimsel ilkeler ışığında, hoşgörü ve sabırla eğitimimi tamamlamamı sağlayan değerli hocam Doç. Dr. İlker Hüseyin ÇELEN' e ve Araştırma Görevlisi Eray ÖNLER' e saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Bu süreçte sabırla, destekle yanımda duran eşim Sezen ERKEN' e, çocuklarım Kağan ve Koray' a, anne ve babama sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

**Ocak, 2017**

**Cemer ERKEN**

## ÖZGEÇMİŞ

Cemer ERKEN 1977 yılında Bursa' da doğdu. İlkokulu Gelibolu' da, ortaokul ve liseyi Niksar' da bitirdi. 1994 yılında girdiği Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü' nden 2001 yılında mezun oldu. 2013 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek lisans yapmayı başlandı. 2001 yılında başladığı memuriyet hayatına, halen Karacabey İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü' nde devam etmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.

