

**SERALARDA, MİKRODALGA ENERJİSİNDEN
YARARLANARAK KIRMIZI ÖRÜMCEK
MÜCADELESİNDE KULLANILACAK KENDİ
YÜRÜR BİR MAKİNE TASARIMI**

Nurfer KAMA

Doktora Tezi

**Tarım Makineleri Anabilim Dalı
Danışman: Doç.Dr. İlker H. ÇELEN**

2014

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**SERALARDA, MİKRODALGA ENERJİSİNDEN YARARLANARAK
KIRMIZI ÖRÜMCEK MÜCADELESİNDE
KULLANILACAK KENDİ YÜRÜR BİR MAKİNE TASARIMI**

Nurfer KAMA

TARIM MAKİNELERİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: DOÇ. DR. İLKER H. ÇELEN

TEKİRDAĞ-2014

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. İlker H. ÇELEN danışmanlığında, Nurfer KAMA tarafından hazırlanan “Seralarda, Mikrodalga Enerjisinden Yararlanarak Kırmızı Örümcek Mücadelesinde Kullanılacak Kendi Yürtür Bir Makine Tasarımı” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Tarım Makineleri Anabilim Dalında Doktora tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. Selçuk ARIN

İmza :

Üye : Doç. Dr. Türkan AKTAŞ

İmza :

Üye : Doç. Dr. İlker Hüseyin ÇELEN (Danışman)

İmza :

Üye : Doç. Dr. Gıyaseddin ÇİÇEK

İmza :

Üye : Doç. Dr. Sarp Korkut SÜMER

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

SERALARDA, MİKRODALGA ENERJİSİNDEN YARARLANARAK KIRMIZI ÖRÜMCEK MÜCADELESİNDE KULLANILACAK KENDİ YÜRÜR BİR MAKİNE TASARIMI

Nurfer KAMA

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makineleri Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. İlker H. ÇELEN

Birçok tarımsal üretimde zararlılar olumsuz etkiler yaratmaktadır. Bunlar üretim süresince etkili olabildiği gibi hasat sonrası da etkili olabilmektedir. Hatta satış sonrasında da ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. Bu zararlılardan biri de kırmızı örümceklerdir. Projeye konu olan *Tetranychus urticae Koch.* (İki noktalı kırmızı örümcek) içerisinde süs bitkileri, yumuşak ve sert çekirdekli meyveler ve sebzelerin yer aldığı yaklaşık 200 kadar konukçuya sahip tüm dünyada yaygın bir türdür. Kırmızı örümcek kontrolünde en etkili ve yaygın olan, bunun yanında insan ve çevre sağlığına zararlı etkisi olan kimyasal ilaçlar ve kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada seralarda fasulye, hıyar ve patlıcan bitkilerinde ekonomik zararı olan kırmızı örümcek zararlısı ile mücadelede mikrodalga enerjisinden faydalanmak amaçlanmıştır. Çalışmalarda gerek olacak dielektrik sabiti ve kayıp faktörleri belirlenmiştir. Bir deney düzeneği geliştirilerek bu düzende, bitkilerin ve böceklerin etkilendiği mikrodalga enerjisi güç seviyesi, bu güce maruz kalma süresi ve sistemin uygun ilerleme hızı belirlenmiştir. Bu çalışmalar sırasında bitki ve kırmızı örümceklerin ne şekilde zarar gördükleri de takip edilmiştir. Bu bilgiler toplandıktan sonra seralarda sıra arasında kendi yürür bir makine tasarlanmış, imal edilmiş ve denenmiştir.

Anahtar kelimeler: Mikrodalga, kırmızı örümcek, fasulye, patlıcan, hıyar, sera

2014, 75 sayfa

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

Nurfer KAMA

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Machinery

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. İlker H. ÇELEN

Pests cause enormous damage to agricultural production especially on open-field agriculture which affects during production process, after harvest and results in economic loss even after sales. The subject of this thesis, *Tetranychus urticae* Koch, is one of those pests and is widely prevailed among almost 200 hosts including ornamental plants, vegetable and fruits. Chemical drugs and treatments are most effective and widely used technique in pest-control. However, these include hazardous substances on human health and the environment as well. This thesis aims to develop an alternative method by using microwave energy to control *Tetranychus urticae* Koch at greenhouses in production of bean, cucumber and eggplant. Dielectric constants and loss factors have also been determined to be used in studies. To this respect, a testing apparatus has been established where the sufficient microwave power limits, exposure length and proper vehicle speed has been determined according to tests. The total damage on the plants and the red spider mite has also been followed up during test process. After all these studies and data collection, a self-propelled pest control prototype has been designed, manufactured and tested in accordance with the results of the tests.

Keywords : Microwave, red spider mite, cucumber, eggplant, bean, greenhouse

2014, 75 pages

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	v
ŞEKİL DİZİNİ	vi
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	vii
1.GİRİŞ	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ	11
3.MATERYAL VE YÖNTEM	16
3.1. MATERYAL	16
3.1.1. Laboratuar denemeleri	16
3.1.1.1. Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>)	16
3.1.1.2. Hıyar (<i>Cucumis sativus</i>)	16
3.1.1.3. Patlıcan (<i>Solanum melongena L.</i>)	18
3.1.1.4. Kırmızı örümcek (<i>Tetranychus urticae</i>)	18
3.1.1.5. Mikrodalga test ünitesi	19
3.1.1.5.1. Magnetron	20
3.1.1.5.2. Elektrik aksamı	21
3.1.1.5.3. Şasi	21
3.1.1.6. Dielektrik sabiti, kayıp faktörü ölçüm sistemi	22
3.1.1.7. Hassas Terazı	25
3.1.1.8. Renk ölçüm cihazı	25
3.1.2. Prototip Tasarımı	26
3.1.2.1. Şasi	26
3.1.2.2. Magnetron	26
3.1.2.3. Elektrik şeması	29
3.1.2.4. Ana kutu	29
3.1.2.5. Dalga yönlendirme ünitesi	29
3.1.2.6. Yürüme ve komuta organları	30
3.1.2.7. Magnetron ve Elektrik sistem bağlantı levhası	31
3.1.2.8. Akü ve kontrol ünitesi kutusu	32
3.2. YÖNTEM	33
3.2.1. Mikrodalga Etkisi ve Dielektrik Sabiti, Kayıp Faktörü Ölçüm Yöntemi	33
3.2.1.1. Bitki materyali ve zararlı örneklerinin üretimi	33
3.2.1.2. Mikrodalga etkisinin ortaya konulması	34
3.2.1.2. . Dielektrik sabiti, kayıp faktörü ölçüm yöntemi	36
3.2.1.3.Ölüm oranı	36
3.2.1.4. Bitkilerde renk ölçümü	37
3.2.2. Prototip Tasarımı	38
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	39

4.1. Dielektrik Sabiti ve Kayıp Faktörü Ölçümleri	39
4.2. Hazırlanan Test Düzeninde Bitkiler ve Zararlıya Ait Mikrodalga Ölçümleri	41
4.2.1. Kırmızı örümceğin mikrodalga enerjisi altında ölüm oranları	41
4.2.2. Bitki materyallerinin ağırlık ve renk değişimleri	42
4.2.2.1. Patlıcan bitkisinin ağırlık ve renk değişimleri	43
4.2.2.2. Hıyar bitkisinin ağırlık ve renk değişimleri	48
4.2.2.3. Fasulye bitkisinin ağırlık ve renk değişimleri	53
4.3. Prototip	59
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	61
6. KAYNAKLAR	63
EKLER	68
EK1: Kırmızı örümcek ölüm oranı varyans analizi	68
EK2: Patlıcan bitkisi varyans analizi	69
EK3: Hıyar bitkisi varyans analizi	71
EK4: Fasulye bitkisi varyans analizi	73
ÖZGEÇMİŞ	75

ÇİZELGE DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Türkiye'nin yıllara göre pestisit tüketimi ve birim alana düşen etkili madde mik.(Delen ve ark. 2010)	9
Çizelge 3.1. Network Analizör teknik özellikleri	23
Çizelge 3.2. Dielektrik probe teknik özellikleri	24
Çizelge 3.3. Deneme deseni	36
Çizelge 4.1. Bitki materyallerinde dielektrik sabiti ve kayıp faktörü ölçüm değerleri (ortalama değerleri \pm standart sapma)	40
Çizelge 4.2. Kırmızı örümcekte dielektrik sabiti ve kayıp faktörü ölçüm değerleri (ortalama değerleri \pm standart sapma)	41
Çizelge 4.3 Kırmızı örümceğin mikrodalga enerjisi altında ölüm oranları (%)	42

ŞEKİL DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Kırmızı örümcek (<i>Tetranychus urticae</i>) (Fasulo TR, 2000)	2
Şekil 1.2. Kırmızı örümceğin zarar verdiği yapraklar (Fasulo TR, 2000)	3
Şekil 1.3. Örtüaltı yetiştiriciliği (Anonim 2014a)	4
Şekil 1.4. 2013 Yılı örtüaltı alanlarımızın dağılımı (%)	5
Şekil 1.5. Seralarda ürün dağılımı (%)	5
Şekil 1.6. Seralarda yetiştirilen sebzelerin dağılımı (%)	6
Şekil 1.7. Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>) (Anonim 2014b)	7
Şekil 1.8. Hıyar (<i>Cucumis sativus</i>) (Anonim 2014b)	7
Şekil 1.9 Patlıcan (<i>Solanum melongena L.</i>) (Anonim 2014b)	8
Şekil 3.1. Fasulye fidesi	17
Şekil 3.2. Hıyar fidesi	17
Şekil 3.3. Patlıcan fidesi	18
Şekil 3.4. Kırmızı örümcek (Fasulo TR, 2000)	19
Şekil 3.5. Mikrodalga test ünitesi	20
Şekil 3.6. Elektrik şeması	21
Şekil 3.7. Network Analizör	22
Şekil 3.8. Dielektrik ölçüm probe	24
Şekil 3.9. Renk Ölçüm Cihazı (HP 200)	26
Şekil 3.10. Araca ait görünüşler ve patlatma görünümü	27
Şekil 3.11. Ana şasi	28
Şekil 3.12. Magneutron elektrik devresi ve elemanları	28
Şekil 3.13. Ana kutu	29
Şekil 3.14. Yönlendirme ünitesi	30
Şekil 3.15. Yürüme organları ve yönlendirme	31
Şekil 3.16. Elektronik sistem kutusu	31
Şekil 3.17. Elektronik sistem kutusu ana şasi bağlantısı	32
Şekil 3.18. Yetiştirme laboratuvarı	34
Şekil 3.19. Mikrodalga test ünitesi	35
Şekil 3.20. Renk uzayı	37
Şekil 4.1. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Patlıcan bitkileri üzerindeki ağırlık değişimi (G1: 90 W, G2: 350 W, G3: 700 W; H1: 15 cm, H2: 25 cm, H3: 35 cm)	44
Şekil 4.2. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Patlıcan bitkileri üzerindeki L değeri değişimi (G1: 90 W, G2: 350 W, G3: 700 W; H1: 15 cm, H2: 25 cm, H3: 35 cm)	45
Şekil 4.3. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Patlıcan bitkileri üzerindeki a değeri değişimi (G1: 90 W, G2: 350 W, G3: 700 W; H1: 15 cm, H2: 25 cm, H3: 35 cm)	46

Şekil 4.4. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Patlıcan bitkileri üzerindeki b değeri değişimi (G1: 90 W, G2: 350 W, G3: 700 W; H1: 15 cm, H2: 25 cm, H3: 35 cm)	47
Şekil 4.5. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Hıyar bitkileri üzerindeki ağırlık değeri değişimi (G1: 90 W, G2: 350 W, G3: 700 W; H1: 15 cm, H2: 25 cm, H3: 35 cm)	49
Şekil 4.6. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Hıyar bitkileri üzerindeki L değeri değişimi (G1: 90 W, G2: 350 W, G3: 700 W; H1: 15 cm, H2: 25 cm, H3: 35 cm)	50
Şekil 4.7. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Hıyar bitkileri üzerindeki a değeri değişimi (G1: 90 W, G2: 350 W, G3: 700 W; H1: 15 cm, H2: 25 cm, H3: 35 cm)	51
Şekil 4.8. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Hıyar bitkileri üzerindeki b değeri değişimi (G1: 90 W, G2: 350 W, G3: 700 W; H1: 15 cm, H2: 25 cm, H3: 35 cm)	53
Şekil 4.9. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Fasulye bitkileri üzerindeki ağırlık değeri değişimi (G1: 90 W, G2: 350 W, G3: 700 W; H1: 15 cm, H2: 25 cm, H3: 35 cm)	54
Şekil 4.10. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Fasulye bitkileri üzerindeki L değeri değişimi (G1: 90 W, G2: 350 W, G3: 700 W; H1: 15 cm, H2: 25 cm, H3: 35 cm)	56
Şekil 4.11. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Fasulye bitkileri üzerindeki b değeri değişimi (G1: 90 W, G2: 350 W, G3: 700 W; H1: 15 cm, H2: 25 cm, H3: 35 cm)	57
Şekil 4.12. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Fasulye bitkileri üzerindeki a değeri değişimi (G1: 90 W, G2: 350 W, G3: 700 W; H1: 15 cm, H2: 25 cm, H3: 35 cm)	58
Şekil 4.13. 700 W - 15 cm - 20 sn koşullarında kırmızı örümcek ve bitkilere ait ölçülmüş değerlerin grafiksel sunumu	59
Şekil 4.14. Prototipin genel görüntüsü	60

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

SAN-TEZ projesi olarak hayata geçen “Seralarda, Mikrodalga Enerjisinden Yararlanarak Kırmızı Örümcek Mücadelesinde Kullanılacak Kendi Yürür Bir Makine Tasarımı” konulu ve Sanayi, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı tarafından ödüle layık görülen tezim için; Doktora ve Yüksek Lisans eğitimim boyunca hem mesleğimize hem de hayata yaklaşımıyla örnek aldığım, araştırmamı bilimsel temeller ışığında aydınlatan, birlikte çalışmaktan onur duyduğum ve tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü ile sabırdan dolayı tez danışmanım ve değerli hocam Doç. Dr. İlker H. ÇELEN ’e; bilgisini ve deneyimlerini her zaman cömertçe paylaşan ve özveri ile tezimizin hayata geçmesinde emeği geçen proje ekibimizden Yrd. Doç. Dr. Erdal KILIÇ ’a, Yrd. Doç. Dr. SONER ÇELEN ’e, Yrd. Doç. Dr. Nihal KILIÇ ’a, Yrd. Doç. Dr. Recai DURGUT ’a, Araş. Gör. ERAY ÖNLER ’e; bana bu imkanı sağlayan, köklü bir geçmişe ve ileri mekanizasyon donanımına sahip, global tarım teknolojileriyle hızla gelişen Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri Bölümü’ne, Prof. Dr. Selçuk ARIN, Prof. Dr. Bülent EKER, Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR, Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU, Doç. Dr. Türkan AKTAŞ, Doç. Dr. Yılmaz BAYHAN, Doç. Dr. Erkan GÖNÜLOL, Doç. Dr. Fulya TORUK ’a; tez projemizin Sanayi Tezleri “SANTEZ” Programı kapsamında yürütülmesine olanak veren Sanayi Bilim ve Teknoloji Bakanlığı’na ve ödüle layık bulan Sanayi Bilim ve Teknoloji Bakanımız Sayın Fikri IŞIK ’a; proje firma ortağı olarak tezimi destekleyen, maddi olanak sağlayan Taral Tarım Makine ve Aletleri San. A.Ş.’ye, Yönetim Kurulu Başkanı Sayın Sedat SİLAHTAROĞLU, Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı Sayın Olgun DENİZ, Genel Müdür Sayın Suat SİLAHTAROĞLU, Departman Müdürüm Sayın Şafak YORULMAZ ve Sayın Sevinç AKSOY ’a; her anımda desteğini hissettiğim ve her zaman bir yukarı mertebeye gitmem için yol gösteren annem Bilnur OKUR ’a ve kardeşim Gülfer KAMA ’ya, her ne kadar artık bu dünyada olmasalar da maneviyatlarını derinden hissettiğim Cumhuriyetin ilk öğretmenlerinden olan rahmetli anneannem Zahide OKUR ve rahmetli büyükbabam Rıdvan OKUR ’a teşekkürlerimi sunarım.

1.GİRİŞ

Tarımsal savaşım, bitkilerin hastalık, zararlı ve yabancı otların olumsuz etkilerinden ekonomik ölçütler içinde korunması, ürünün ve kalitenin arttırılmasıdır. Tarımsal savaşımında bilinen tüm yöntemlerden yararlanarak, insan ve çevre sağlığına olumsuz etkileri en az olan uygulamalar, bu amaca ulaşabilmek için kullanılmaktadır. Bilindiği üzere tarımsal savaşım çok farklı yöntemler içermektedir. Pestisitlerin kullanıldığı savaşım da bunlardan biridir. Bu yöntem en etkili ve en yaygın yöntemdir.

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. Ülkemizin AB 'ye 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 azaltılmalıdır.

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

Mikrodalga enerjisi 300 Mhz ile 300 Ghz aralığında frekansa sahip iyonize olmamış elektromanyetik radyasyondur. 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. 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. Bunlar iyonik iletim ve polar rotasyondur. 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.

İki noktalı kırmızı örümcek, *Tetranychus urticae* koch (Acarina: Tetranychidae) konukçu bitkinin parankima hücreleriyle beslenerek zararlı olan polifag bir akar türüdür (Van Den Boom ve ark. 2004) (Şekil 1.1). Zararlı sera koşullarında yıl boyunca uygun yaşama ortamı bulmasından dolayı yüksek yoğunluğa ulaşarak önemli ekonomik kayıplara sebep olmaktadır (Tsagkarakou ve ark. 1999). Kırmızı örümcekler bitki özsuğunu sokup emme suretiyle yapraklarda sararma, kuruma ve dökülmeye doğrudan zarar yaparken, fotosentezin azalması ve virüs hastalıklarının nakliyle de dolaylı zarar meydana getirmektedir (Van Leeuwen ve ark. 2005) (Şekil 1.2.). Bu akarın birçok bitki türüne ve çeşidine uyum sağlayarak sağlıklı döller vermesi, bitkilerin savunma mekanizmasının temel taşlarından olan toksinler, uzaklaştırıcılar ve beslenmeyi engelleyiciler gibi birçok ikincil metaboliti etkisiz hale getirmeleri ile açıklanabilmektedir (Rosenthal ve Berenbaum 1991, Sabelis ve ark. 1999). *T. urticae*'nin savaşımında uygulamasının kolay olması, kısa sürede etki göstermesi ve çoğu zaman tür teşhisine ihtiyaç duyulmaması nedeniyle kimyasal mücadele tercih edilmektedir. Ancak *T. urticae*'nin fitofag yapısı, üreme potansiyelinin yüksek olması ve yaşam döngüsünün kısa olması birkaç uygulamadan sonra akarisitlere direnç geliştirmesini kolaylaştırmaktadır (Stumpf ve Nauen 2001, Van Leeuwen ve ark. 2006).



Şekil 1.1. Kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae*) (Fasulo TR, 2000)



Şekil 1.2. Kırmızı örümceğin zarar verdiği yapraklar (Fasulo TR, 2000)

Kırmızı örümcekler Ege, Akdeniz, Trakya ve Orta Anadolu olmak üzere ülkemizin hemen her yerinde bulunan zararlılardır. *Tetranychus* türleri Patates Y virüsü (PVY) ve tütün halka leke virüsünün (*Tobacco ring spot*) vektörüdür. Kültür bitkilerinden pamuk, fasulye, çilek, kavun, karpuz, hıyar, kabak, patlıcan, fasulye, yer fıstığı, ayçiçeği, bezelye, börülce ve süs bitkilerinde zararlıdır. Birçok yabancı ot türü de konukçudur (Anonim 2007).

Tetranychus urticae Koch. (iki noktalı kırmızı örümcek) içerisinde süs bitkileri, yumuşak ve sert çekirdekli meyveler ve sebzelerin yer aldığı yaklaşık 200 kadar konukçuya sahip, tüm dünyada yaygın bir türdür (Jeppson ve ark. 1975, Düzgüneş 1977, Herbert 1981, Krips ve ark. 1998). *T.urticae* gelişme süresinin kısa ve üreme gücünün yüksek olması nedeni ile popülasyonunu kısa sürede % 40 'a kadar arttırabilmektedir (Shih ve ark. 1976). Gelişme süresinin kısa olması ve çok döl vermesi nedeniyle bu akar ile mücadelede kullanılan tarımsal

savaş ilaçlarına karşı kısa sürede dayanıklılık kazandığı ve ilaçlamadan hemen sonra akar popülasyonunda önemli bir artış gözlemlendiği belirtilmektedir (Krips ve ark. 1998).

T.urticae' nin diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de pek çok konukçusu bulunmaktadır ve akar özellikle sebzelerin en önemli zararlılarından biridir (Düzgüneş 1977, Düzgüneş ve Çobanoğlu 1983, Kasap 2002).

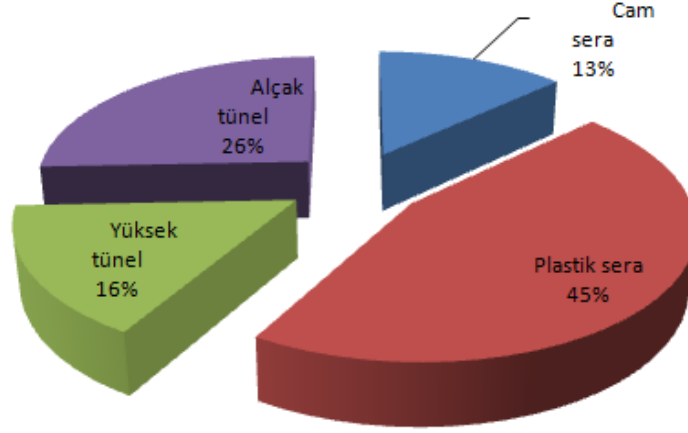
Bu zararlının mikrodalga enerjisinden ne şekilde etkilendiği üzerine herhangi bir görüş ortaya atılmamıştır. Fakat mikrodalga enerjisinden faydalanılarak depolarda zararlıların kontrolü üzerine çalışmalar vardır. Ayrıca kırmızı örümcek zararı altında bulunan bitki ve ürünler içinde benzer araştırma yapılmamıştır. Bu projenin sonuçlarından faydalanılarak yapılan çalışmalarda, açık alanda uygulamaya olanak verecek sistem geliştirilecektir.

Ülkemiz, oldukça değişik ekolojik şartlara sahip olduğundan, pek çok bahçe bitkileri türünün yetiştiriciliğine olanak sağlar. Örtüaltı yetiştiriciliği de bu grup içerisinde önemli bir yere sahiptir (Şekil 1.3.).



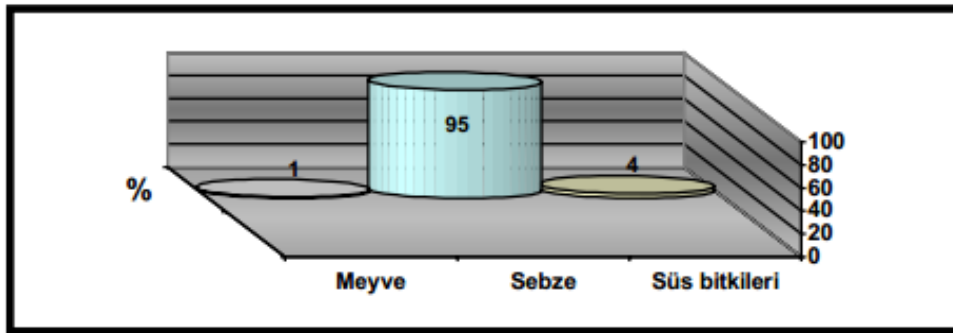
Şekil 1.3. Örtüaltı yetiştiriciliği (Anonim 2014a)

2013 yılı verilerine göre Türkiye’de örtüaltı alanı 615.124 dekara ulaşmış olup, bunun 157.737 dekarı (% 25,64) alçak tünel, 97.986 dekarı (% 15,93) yüksek tünel, geriye kalan 359.401 dekarı (% 58,43) cam ve plastik sera alanlarından oluşmaktadır (Şekil 1.4.) (Anonim 2013a).



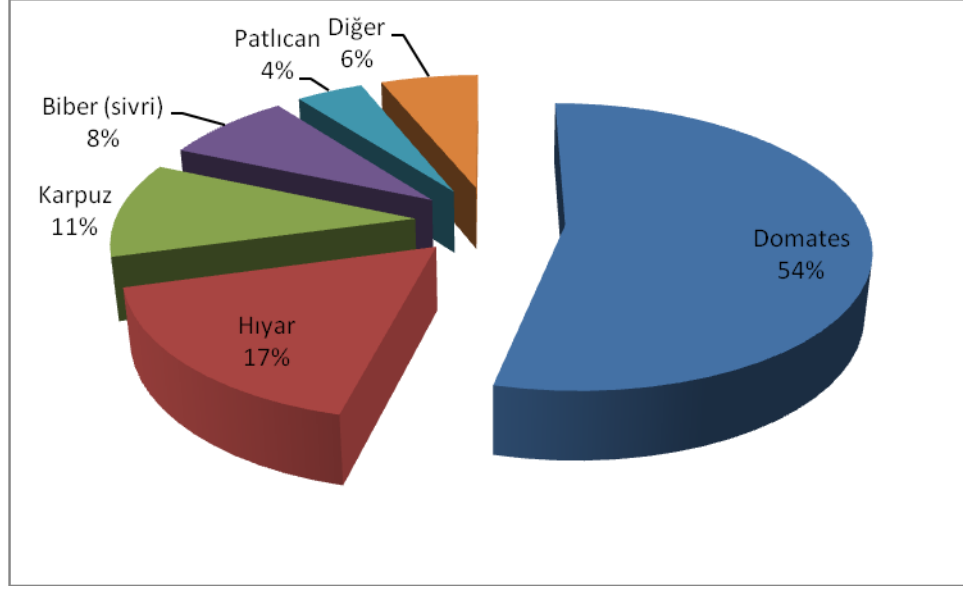
Şekil 1.4. 2013 Yılı örtüaltı alanlarımızın dağılımı (%)

2013 yılı verilerine göre sera alanlarımızda 5.940.751 ton sebze (genelde yazlık sebzeler), ve 333.176 ton meyve türleri (özellikle muz ve çilek) ve 1.140.812.426 adet süs bitkisi yetiştirilmektedir (Şekil 1.5.) (Anonim 2013).



Şekil 1.5. Seralarda ürün dağılımı (%)

Ülkemiz, sera sebze türleri arasında % 53,9 ile domates birinci sırada yer almakta, bunu % 16,9 ile hıyar, % 10,8 ile karpuz, % 8,1 ile biber ve % 4,2 ile patlıcan izlemektedir. Geriye kalan % 6,2'luk alanda da kavun, fasulye, kabak gibi diğer sebze türleri yetiştirilmektedir (Şekil 1.6) (Anonim 2013).



Şekil 1.6. Seralarda yetiştirilen sebzelerin dağılımı (%)

Fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*) baklagil grubu sebzeler içerisinde bitkisel kaynaklı proteinler açısından özel bir yeri olan ve dünyada üretimi en fazla yapılan baklagillerden birisidir (Anonim 2005a) (Şekil 1.7.). Fasulye insan beslenmesi bakımından olduğu gibi köklerinde bulunan nodüller içerisindeki nodozite bakterileri (*Rhizobium sp.*) vasıtasıyla de havanın serbest azotundan yararlanıp, toprağın azotça zenginleşmesini sağlamakta ve kendinden sonra ekilecek bitkilere azot bakımından zengin bir toprak bırakmaktadır (Sprent 2001).

Ülkemizde 2013 yılında 42.646 ton (Anonim 2013), taze fasulye üretimi yapılmıştır.



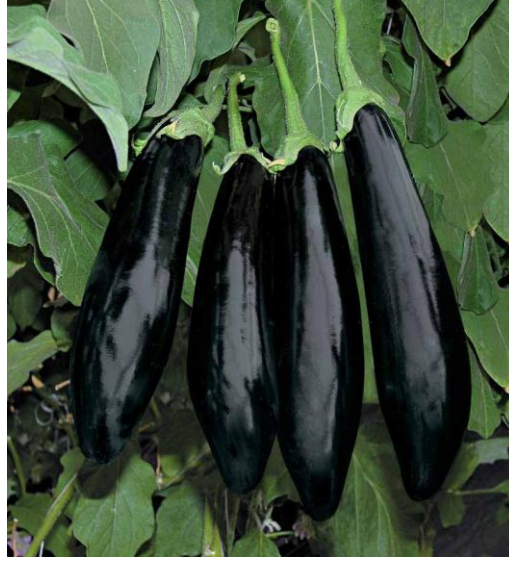
Şekil 1.7. Fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*) (Anonim 2014b)

Türkiye, yaklaşık 1.750.000 tonluk hıyar (*Cucumis sativus*) üretimi ile Çin'den sonra ikinci sırada yer almaktadır (Anonim 2013b) (Şekil 1.8.). Hıyar üretimi örtü altında ve açıkta yapılmakta olup, sofralık olarak tüketilmekte veya turşu yapımında kullanılmaktadır. Hıyar, Türkiye'de yaklaşık 150.000 ton ile en fazla ihraç edilen ikinci sebze olması nedeniyle hasat sonrası kalitenin korunması büyük önem taşımaktadır (Anonim 2013c).



Şekil 1.8. Hıyar (*Cucumis sativus*) (Anonim 2014b)

Patlıcan (*Solanum melongena L.*) ülkemizde başta Akdeniz Bölgesi olmak üzere Ege, Marmara, Karadeniz ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri'nde ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan önemli kültür bitkilerimizdendir (Şekil 1.9). FAO verilerine göre Türkiye, 31.000 hektar alandan 813.686 tonluk üretimle dünya ülkeleri arasında Çin, Hindistan ve Mısır'dan sonra dördüncü sırada yer almaktadır (Anonim 2009).



Şekil 1.9 Patlıcan (*Solanum melongena L.*) (Anonim 2014b)

Ülkemizde birim alana kullanılan pestisit miktarı ise yıldan yıla artmaktadır. Çizelge 1.1.'de de görüldüğü gibi 1979 yılında hektara 506 g etkili madde kullanılmışken, 2008 yılına gelindiğinde bu miktar yaklaşık 2,5 kat artışla 1.209 g olmuştur (Delen ve ark. 2010)

Çizelge 1.1. Türkiye'nin yıllara göre pestisit tüketimi ve birim alana düşen etkili madde miktarı
(Delen ve ark. 2010)

Yıllar	Birim alana tüketim (g/ha)
1979	506
1980	498
1981	510
1982	526
1983	708
1984	782
1985	575
1986	669
1987	645
1988	633
1989	571
1990	618
1991	544
1992	577
1993	663
1994	583
1995	624
1996	740
1997	703
1998	649
1999	666
2000	683
2001	626
2002	673
2004	726
2006	1.047
2007	1.118
2008	1.209

Her ne kadar toplam tüketimimiz gelişmiş ülkelere göre çok düşük düzeylerde kalıyorsa da, seralarımızda kullanılan pestisit miktarının seviyesi ne yazık ki çok yüksektir (Anonim 1988).

Seralarda hastalık ve zararlı çıkışını en aza indirmek amacıyla seraların yapısal olarak iyileştirilmesi, dayanıklı tür ve çeşit seçimi, rotasyon (seraların % 70 'inden fazlasında ard arda aynı türün yetiştiriciliğine devam edilmektedir), solarizasyon (bu dezenfeksiyon yöntemi patojenik fungusları, bazı bakterileri, nematodları, yabancı otları ve zararlıları öldürmekte yada etkinliklerini ve ömürlerini azaltmaktadır), bitki çevresinde yararlı organizmaları arttıracak bir ekosistemin yaratılması ve “zararlı etmenleri doğal düşmanlarını kullanarak zararsız hale getirme” prensibine dayanan biyolojik mücadele kullanılması tavsiye edilmektedir (Lampkin 1990).

Bu anlatılanların ışığında, seralarda fasulye, hıyar ve patlıcan bitkilerinde ekonomik zararı olan kırmızı örümcek zararlısıyla mücadele amacıyla mikrodalga enerjisinden faydalanılmak amaçlanmıştır. Bu amaçla öncelikle bir deney düzeneği tasarlanmış ve imal edilmiştir. Bu düzenekte, bitkilerin ve böceklerin etkilendiği mikrodalga enerjisi gücü, bu güce maruz kalma süresi ve sistemin uygun ilerleme hızının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmalar sırasında bitki ve kırmızı örümceklerin ne şekilde zarar gördükleri de takip edilmiştir. Ayrıca çalışmalarda gerek olacak dielektrik sabiti ve kayıp faktörleri de belirlenmiştir.

Bu bilgiler toplandıktan sonra seralarda sıra arasında kendi yürür bir prototip tasarımı gerçekleştirilmiştir.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

Ernieenor ve ark. (2012)'nin yaptıkları çalışmada *Dermatophagoides pteronyssinus* ve *Dermatophagoides farinae* evlerde bulunan en önemli ev tozu akarlarıdır. Bu akarların insan üzerindeki etkisi alerji ve astımdır. Genellikle bu akarlar ile yapılan mücadele kimyasal uygulamalardır. Fakat bu akarların zamanla kimyasal ilaçlara karşı direnç gösterdikleri gözlemlenmiştir. Bu çalışmada akarları öldürmek için kimyasal uygulamalara (akarisit) alternatif olarak mikrodalga enerjisi (2450 MHz) kullanılmıştır. Uygulamalar için 3 farklı mikrodalga fırın kullanılmıştır. Akarlar ölüm oranlarının saptanması için 10, 30, 60, 120 ve 300 saniye sürelerinde ve mikrodalga fırınların düşük - orta - yüksek güç seviyelerinde etki altında tutulmuşlardır. Her iki tür içinde % 100 ölüm oranı 300 saniye sürede orta-yüksek güç seviyelerinde elde edilmiştir.

Mikrodalga enerjisinin; kumlu balçık toprağın termal enerji Emilimi ile ıslak, nemli ve az nemli toprak katmanı üzerinde havada kurutulmuş toprak katmanı bulunduğu durumda, parazitik nematodların kontrolü üzerindeki etkisi incelenmiştir. Toprak 12 cm yükseklikte ve 10 cm genişliğinde ve 1,4 g/cm³ yoğunluğunda gruplar halinde paketlenmiştir. Havada kurutulmuş, az nemli, nemli ve ıslak toprağın nem içeriği sırasıyla 0,75, 4,50, 6,00 ve 10,30 % olarak alınmıştır. Üstte bulunan havada kurutulmuş toprağın kalınlığı 4 cm, alttaki toprak katmanının kalınlığı ise 8 cm kalınlığıdır. Her iki katmandaki sıcaklık ve termal radyasyon emilim verileri takip edilmiştir. Sonuçlar üstte bulunan kurutulmuş toprağın mikrodalga enerjisinin iç katmanlara geçişini ve enerjinin toprağın daha alt katmanlarında emilimini arttırdığını göstermiştir. 65 sn süreyle mikrodalga enerjisi uygulandığında toprak sıcaklığının nematod popülasyonunun ortadan kaldırılması için gerekli sıcaklığa ulaştığı görülmüştür. Bu sonuçlar uygulanan yöntemin sera ve fidanlıklarda toprağın sterilize edilmesinde yardımcı olduğunu göstermiştir (Rahi ve Rich 2011).

Vadivambal ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada depolanmış mısır taneleri aralarında (14, 16 ve 18 % nem içeriğindeki) zarar yapan 3 tür böceği (*Sitophilus zeamais*-mısır biti, *Tribolium castaneu*-un biti and *Plodia interpunctel*-kuru meyve güvesil) larva ve erişkin dönemlerinde öldürmek için pestisit kullanımına alternatif olarak mikrodalga enerjisi (2450 MHz)

kullanmıştır. Ölüm deneyleri için (23 A, 230 VAC, 60 Hz işletilen sürekli, pilot ölçekli) endüstriyel mikrodalga sistemi yapılmıştır. Zararlılar ölüm oranlarının saptanması için 14 ve 28 saniye sürelerinde ve 300, 400, 500, 600 W güç seviyelerinde etki altında tutulmuşlardır. Elde edilen sonuçlarda depolanmış mısırdaki zarar yapan böcekleri öldürmek için mikrodalga kullanımının etkili olduğu gözlenmiştir. Mikrodalga enerjisinin mısır yüzeyindeki sıcaklık (52 - 55 °C) dağılımının kızıl ötesi termal kameralar kullanılarak ölçülmüş ve sonuç olarak sıcaklık dağılımının homojen olmadığı belirlenmiştir.

Velázquez-Martí ve ark. (2008) toprak hazırlığı için mikrodalga frekansında elektromanyetik radyasyon kullanımının kimyasal işlemlere alternatif olabileceğini rapor etmişlerdir. Bu çalışmanın amacı, tarım topraklarında yetişmesi istenmeyen perennial ryegrass (*Lolium perenne*) ve oilseed rape (*Brassica napus var. oleifera*) 2 çeşit yabancı otu yok etmek için gerekli olan mikrodalga enerjisini belirlemek ve bu enerjinin daha önceki yıllarda bu amaç için patenti alınmış olan makinalarda çalışma koşullarını değerlendirmektir. Testler laboratuvar ortamında prototip olarak geliştirilen mikrodalga aplikatöründe 2,45 GHz frekansında gerçekleştirilmiştir. Bitkilerin 7 cm yükseklikte etkilendiğini belirtmişlerdir. Mikrodalga aplikatörlerinin çalışma hızı ve gücü tarla koşullarında kullanılmak üzere belirlenmiştir. Sonuçlar tarlada çimlenmiş olan yabancı otların yok edilmesinin teknik olarak mümkün olduğunu göstermiştir. En iyi sonuçların ise traktör hızının 0,2 m/sn ve gücünün 48 kW olduğunda elde edilmiştir. Bu koşullar altında 1 ha'lık arazideki yabancı otların yok edilmesi için gerekli olan zaman 9,26 saat olarak belirlemişlerdir.

Dünya Sağlık Örgütü'nün yaptığı çalışmalara göre kamuoyunda oluşan yaygın inancın tersine RF (radyo frekansı) vericilerinin oluşturduğu manyetik alan ile kanser arasında doğrudan bir ilişki ortaya konulamamıştır. Aynı şekilde hayvanlar üzerinde yapılan denemelerde RF (radyo frekansı) vericilerin oluşturduğu manyetik alanda bulunmanın kanser riskini arttırmadığı gözlenmiştir (Anonim 2006).

CENELEC (Avrupa Elektroteknik Standartlar Komitesi), Özgül soğurma hızını (SAR) söz konusu sistemlerin yarattığı elektromanyetik radyasyonun canlı doku etkileşiminin ölçüsü olarak tanımlamaktadır. SAR ifadesi düşük frekanslarda indüklenen akım yoğunluğunu

belirlemek için de kullanılmaktadır. İnsan sağlığı açısından zararlı olabilecek sınırlamaları belirlemek için “temel limitler” ve “türetilmiş limitler” tanımlanmıştır. Standartlarda temel limit olarak “ortalama insan vücudunda vücut sıcaklığını bir derece arttıracak elektromanyetik enerjinin soğrulmasının zararlı olduğu” tanımından gidilerek 4 W/kg değeri kabul edilmiştir. Bu kabule göre kilogram başına soğrulabilecek en yüksek güç değeri 4 W ’dır. Bu değer tüm vücut için 6 dakikalık maruziyet süresinde verilen SAR değeridir. 2450 MHz dikkate alındığında sürekli maruziyet durumunda referans seviyeleri: elektrik alan şiddetinin efektif değeri 137 V/m, manyetik alan şiddetinin efektif değeri 0,364 A/m, ortalama güç yoğunluğu 50 W/m dir (Anonim 2005b).

Velázquez-Martí ve Gracia-López (2004) toprak dezenfeksiyonu için kimyasal işlemlerin yerine mikrodalgalar aracılığıyla ısıl işlemler kullanılabilceği üzerinde çalışmıştır. Toprak dezenfeksiyonu için mikrodalga aplikatörlerinin tasarımındaki en baş problem yüzeydeki enerji dağılımının homojenliğini sağlamaktır. Bu alışma, bu sorunu çözebilecek olan iki sistemin değerlendirilmesi için yapılmıştır. Birinci sistem yarıklı dalga yönlendiricilerinden oluşmaktadır, ikincisi ise birkaç magnetronu aynı anda çalıştırarak radyasyonun üst üste örtmesini sağlamaktır. İlk olarak sistemin işleyişi ile ilgili genel bir bakış vermek için Maxwell denklemlerine dayanan bir algoritma kullanarak sistem modellenmiştir. İkinci aşamada modeller, deneysel olarak elde edilen termal haritalar ile karşılaştırılmasıyla doğrulanmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, geniş radyasyon alanlarında sıcaklık dağılımındaki homojenliği iyileştirmek için yarıklı dalga yönlendirici sistemin tekrardan dizayn edilmesi gerektiğine karar verilmiştir. Birkaç magnetronu aynı anda çalıştırarak radyasyonun üst üste örtmesini sağlayan sistemin ticari amaçlar için kullanımında yeterli homojenlik sağlamışlardır.

Wang ve ark. (2003) alışmalarında, radyo frekansı ve mikrodalga enerjisine dayanan hasat sonrası böcek kontrolünde termal işlemlerin geliştirilmesi için ürünlerin ve zarar yapan böceklerin dielektrik özelliklerini saptamışlardır. Altı ürün ve bunlarla ilişkili dört zararlı böceğin dielektrik özellikleri 1 ve 1800 MHz frekansında, 20 - 60 °C sıcaklıkları arasında açık uçlu koaksiyel hat prob tekniği kullanarak ölçülmüştür. Sabit sıcaklıkta artan frekansla taze meyve ve böceklerin dielektrik kayıp faktörü azalmıştır. 27 MHz radyo frekansında sıcaklığın artmasıyla taze meyve ve böceklerin dielektrik kayıp faktörü hemen hemen lineer olarak

artmıştır fakat yaklaşık 915 MHz mikrodalga frekansında sabit kalmıştır. Fındığın dielektrik sabiti ve dielektrik kayıp faktörü taze meyve ve böcekler ile karşılaştırıldığında çok düşüktür. Sıcaklığın fındığın dielektrik özelliklerinde etkisi 27 MHz frekansta kayda değer bulunmamıştır.

Wang ve ark. (2001) fındık üretim, depolama ve pazarlanmasındaki en önemli sorunların zararlı böceklerin elma kurdu, kuru meyve güvesi, iç kurdu istilası olduğunu belirtmiştir. Yurtiçi ve yurtdışı Fındık pazarındaki mevcut ve potansiyel koruma uygulamaları; kimyasal fumigasyon, iyonize radyasyon, kontrollü atmosfer şartlarında uygulamalar, soğuk uygulamaları, sıcak hava veya sıcak su uygulamaları ve radyo frekansı (RF) - mikrodalga (MW) enerjisi kullanarak dielektrik ısıtma gibi yöntemleri içerir. Yukarıdaki yöntemlerin özellikleri karşılaştırılmıştır ve fındıktaki koruma uygulamalarına yenilikçi teknik olan RF (radyo frekansı) ve MW (mikrodalga) ısıtma tekniği alternatif olarak önerilmiştir. Bu yöntemin endüstriyel kullanımdaki geleceği, yüksek maliyet, düzgün olmayan ısı ve hasar dağılımı problemleri çözüldükten sonra artacağını belirtmişlerdir.

Engelder ve Buffer (1991) eş eksenli (coaxial) 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 0,8 mm ve tepki süresi 0,8 s) 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 yapılmadan 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.

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).

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

Tez kapsamında kullanılmış olan materyaller iki grup altında toplanabilmektedir.

Birinci Aşama : Laboratuvar denemelerinde kullanılan materyaller

İkinci Aşama : Prototip tasarımında kullanılan materyaller

3.1.1. Laboratuvar denemeleri

Araştırmada kullanılmak üzere materyal olarak fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*), hıyar (*Cucumis sativus*) ve patlıcan (*Solanum melongena L.*) uygulama bitkisi olarak, kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae*) zararlı olarak seçilmiştir.

3.1.1.1. Fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*)

Bitki materyali olarak Göynük 98 fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*) çeşidi kullanılmıştır (Şekil 3.1.). Bu çeşit Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünden temin edilmiştir. Fasulyenin özellikleri bodur, dik gelişen ve 45 - 50 cm boylanan, sülüksüz, çiçek rengi beyaz bakla şekli düz, ucu kıvrık, baklada tane sayısı 3 - 5 adet olan horoz tipli beyaz renkli, tanede %23 - 26 oranında protein içeren virüs ve bakteri hastalıklarına karşı toleranslı bir genotip olmasıdır (Taşkın 2012). Denemeler sırasında bitkiler en az 5 yapraklı oldukları dönemde seçilmiştir.

3.1.1.2. Hıyar (*Cucumis sativus*)

Hıyar (*Cucumis sativus*), [kabakgiller](#) (*Cucurbitaceae*) familyasından bir [bitki](#) türüdür (Şekil 3.2.). Bu çeşit Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir. Toprak rutubetini çok sevdiğinden kökleri oldukça büyür ve uygun şartlarda 20 - 25 cm derinlikte gelişir.



Şekil 3.1. Fasulye fidesi

Hıyar gövdesi otsu olup sürümcü ve tırmanıcı karakterde köşeli ve tüylüdür. Gövde yan kolların, yaprakların ve meyvelerin ağırlığını taşıyacak ve dik duracak güçte değildir. Gövde üzerinde meydana gelen sülükler yardımıyla çevrede bulunan bitki veya nesneye sarılarak yukarı doğru tırmanır. Yapraklar gövde üzerindeki boğumlardan çıkar. Uzun bir sapla gövdeye bağlıdır. Yapraklar çeşit özelliği ve yetiştirme ortamına bağlı olarak büyür. Nemli ve ılık bir ortamda toprakta suyun istenilen düzeyde bulunması halinde 25 - 30 cm genişliğinde yaprak oluşur. Hıyarlarda meyveler çeşit özelliğine bağlı olarak farklı şekil ve formlarda olabilir. Uzun yuvarlak, silindirik, kama, tokmak ve bunların dışında farklı şekil ve formlarda meyveler gelebilir (Anonim 2013d).



Şekil 3.2. Hıyar fidesi

3.1.1.3. Patlıcan (*Solanum melongena L.*)

Patlıcan (*Solanum melongena L.*) Solanaceae familyasına aittir. Tohumun çimlenmesiyle birlikte kazık bir kök meydana gelir. Fide dikiminden 7 hafta sonra patlıcanların toprak üstü kısımları 0,15 - 0,25 m olduğu halde 0,90 m derine giden kazık kök olduğu belirlenmiştir. 4 - 5 yapraklı fide devresinden itibaren gövde odunlaşmaya başlar. Gelişmiş bitkide gövde oldukça kuvvetlidir. Bitkinin boyu ortalama 0,60-1,0 m 'dir. Yaprakları küçük, dar, ince ve uzun veya büyük ve geniştir (Şekil 3.3.). Yaprak kenarları düz olduğu gibi, parçalı, hafif yırtmaçlı da olabilir. Meyve uzunluğu çok değişiktir. Ortalama 20 - 30 cm 'dir. Meyve çapı uzun çeşitlerde 2 - 6 cm, yuvarlak çeşitlerde 8 - 12 cm 'dir (Anonim 2008).



Şekil 3.3. Patlıcan fidesi

3.1.1.4. Kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae*)

Kırmızı örümcekler elma, armut, ayva, şeftali, kiraz, vişne, erik ve kayısı gibi yumuşak ve sert çekirdekli meyve ağaçlarında zarar yaparlar. Buldukları ağaçlarda yaprakların bitki öz suyunu emerek zararlı olurlar. Bunun sonucunda yapraklarda önce beyaz, sonra sarı kahverengi lekeler meydana gelir. Daha sonra bu lekeler birleşerek yaprağın kuruyup dökülmesine,

dolayısıyla önemli derecede ürün kaybına neden olur. Kırmızı örümcekler çıplak gözle zor görülecek kadar küçüktürler. Şekilleri yumurta veya armut biçimindedir. Çoğunun üst tarafı kabarıktır, bazılarının düzdür. Deride değişik şekil ve büyüklükte tüyler, kıllar ve dikenler vardır. Yumurtadan çıkan larva 3 çift, nimf ve erginler 4 çift bacaklıdır (Keskin 2005) (Şekil 3.4.).



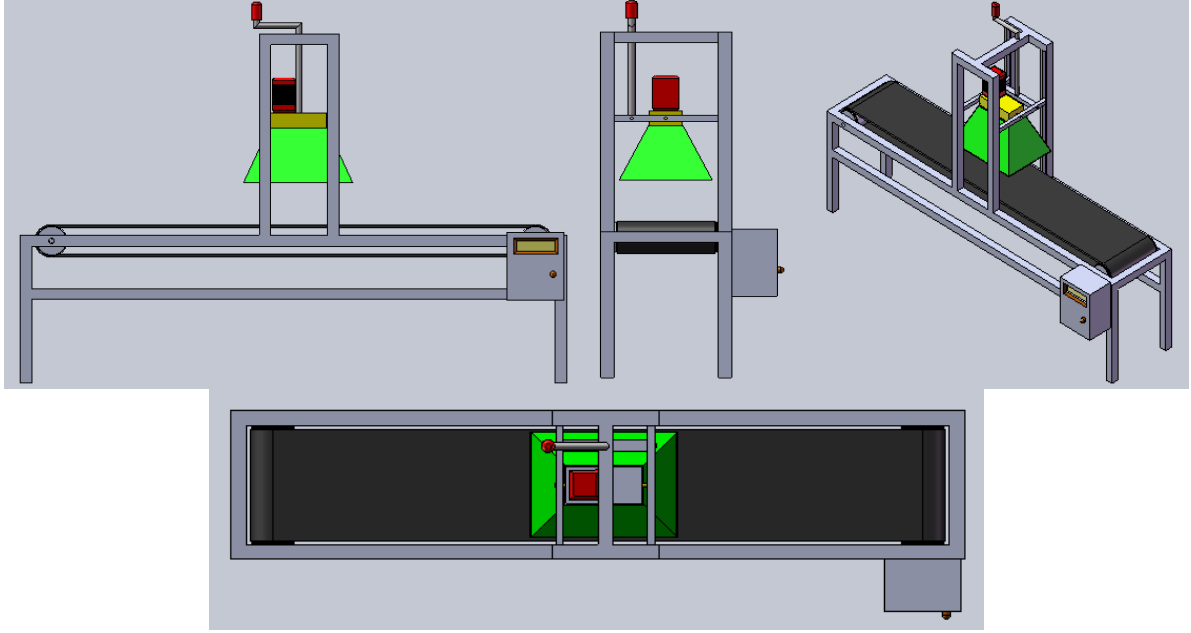
Şekil 3.4. Kırmızı örümcek (Fasulo TR, 2000)

3.1.1.5. Mikrodalga test ünitesi

Test ünitesi bitki ve ürünlerinin etkilenmeyip kırmızı örümceğin zarar gördüğü kritik noktaların, uygulama sürelerinin tespitinde kullanılmıştır. Geliştirilen bu test ünitesi daha sonraki çalışmalarda farklı ürünlerin denenmesi konusunda yeni araştırmaların yapılmasını sağlamıştır. Mikrodalga enerjisinin etkilerini incelemek için yapılacak denemelerde kullanılmak üzere bir test düzeneği tasarlanmıştır (Şekil 3.5.).

Test düzeneği mikrodalga enerjisi yayan magnetron sistemi, elektrik aksamı ve bu sistemi üzerinde taşıyan ve hedef yüzeye olan uzaklığı ayarlama olanağı veren çatıdan oluşmaktadır.

Sistem maksimum 700 W minimum 90 W ve orta 350 W güç değerlerine göre ayarlanabilmektedir. Ayrıca magnetron ağzının hedef yüzeye uzaklığı istenilen mesafeye göre yakınlaştırılıp uzaklaştırılabilmektedir.



Şekil 3.5. Mikrodalga test ünitesi

3.1.1.5.1. Magnetron

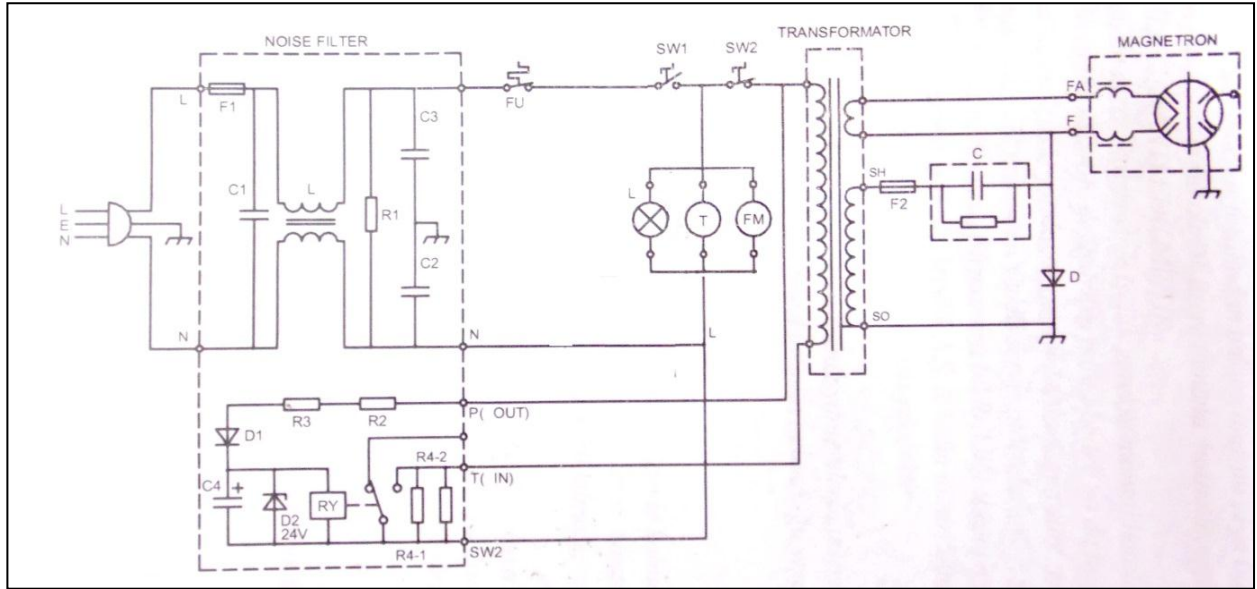
Mikrodalga enerjisi yayan magnetron (maksimum 700 W) bir kontrol ünitesine sahiptir. Kontrol ünitesinde magnetron çıkış güç değerleri değiştirilebilmektedir.

Magnetron, 220 V AC şebeke gerilimi ile çalıştırılabilmesi için 1 adet transformatör, şebekeden gelecek elektriksel gürültüyü azaltabilmesi için 1 adet noise filter (gürültü filtresi), süre ve güç ayarını yapabilmeye olanak sağlayan 2 adet ayar düğmesi, sistemin çalıştığını gösterir 1 adet lambadan oluşan güç elektroniği devresinden oluşturulmuştur. Güç ayar düğmesi sayesinde magnetron 90 W, 350 W ve 700 W çıkış güçlerine ayarlanabilmektedir.

Magnetron, elektrik şebekesinden aldığı enerji ile 2450 Mhz frekansa sahip mikrodalga oluşturmaktadır.

3.1.1.5.2. Elektrik aksamı

Tasarlanan mikrodalga üreten sistemin elektrik şeması ve elemanları aşağıdaki şekilde görülmektedir (Şekil 3.6.).



SW1: Süre ayar düğmesi

SW2: Güç ayar düğmesi

L: Lamba

T: Zamanlama motoru

Şekil 3.6. Elektrik şeması

3.1.1.5.3. Şasi

Tüm sistemi üzerinde taşıyan çatı, hareketlendirilebilen bir banda sahiptir. Bu çatı üzerine bitkiler ve böcekler yerleştirilerek belirli sürelerde mikrodalga enerjisi verilmiştir.

Magnetronun içinde bulunduğu kutu iki bacaklı ve yüksekliği ayarlanabilir bir çatı üzerine sabitlenmiştir. Bu çatı, sistemi taşıyan ana çatının üzerinde yer almaktadır.

3.1.1.6. Dielektrik sabiti, kayıp faktörü ölçüm sistemi

Fasulye, hıyar ve patlıcan bitkileri ve kırmızı örümcek zararlısına ait örnekler üzerinde yapılacak ölçümlerle sahip oldukları dielektrik sabiti ve kayıp faktörlerinin hesaplanması amaçlanmıştır.

Ürünlerin ve kırmızı örümceğin dielektrik sabiti Network Analizör (Şekil 3.7.) ve dielektrik ölçüm kiti ile ölçülmüştür. Dielektrik ölçüm kiti dielektrik ölçüm probu (Şekil 3.8.) ve yazılımından oluşmaktadır. Her bir ölçümden önce ve sonra prob ve test hücresi saf su ile yıkanıp temizlenmiştir.



Şekil 3.7. Network Analizör

Araştırmada kullanılan Network analizör cihazına ait teknik özellikler Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Network Analizörün teknik özellikleri

Frekans aralığı	9 kHz'den (typ. 5 kHz) 3 GHz/6 GHz/13.6 GHz'e
Ölçüm zamanı (100 kHz IF bant genişliğinde 201 test noktası, normalizasyon kalibrasyon ile)	<50 ms
Veri aktarımı süresi (201 test noktası) RSIB'ye göre 100 Mbit/s LAN civarında	1,5 ms
10 Hz ölçüm bant genişliğinde dinamik aralığı (20 MHz'den 3 GHz'e)	>115 dB, typ. 123 dB (ZVL3,ZVL6) > 100 dB, typ. 105 dB (ZVL13)
Çıkış güç aralığı	-50 dBm'den 0 dBm'ye, typ. -60 dBm'den +10 dBm'e (ZVL3, ZVL6 and ZVL3-75)
Bant genişlikleri ölçümü	10 Hz'den 500 kHz'e 1/2/5 adım içinde
Gürültü	< 0,005 dB (10 MHz üzerindeki rms)
Alıcı susturucular (maksimum nominal giriş gücü)	0 dB'den 30 dB'e
Kanallar, diyagramlar ve izlerin sayısı	>100
Iz başına test noktalarının sayısı	2'den 4001'e
İşletim sistemi	Windows XP Embedded
Ağırlık (Pil olmadan)	<7 kg (15,43 lb)



Şekil 3.8. Dielektrik ölçüm probu

Araştırmada kullanılan dielektrik ölçüm kiti dielektrik ölçüm probunun teknik özellikleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Dielektrik probe teknik özellikleri

Frekans aralığı	200 MHz'den 20 GHz'e
Kondüktör türü	3,5 mm erkek
Dış kondüktör iç çapı	3,5 mm
İç kondüktör çapı	0,93 mm
Flanş çapı	18 mm
Dielektrik boncuk malzemesi	Stycast ($\epsilon_r = 2,54$)
Flanş	Paslanmaz çelik
Dalgıç uzunluk	50 mm
Sağlamlık	Korozif malzemelere yüksek dayanım

3.1.1.7. Hassas Terazi

Bitki ve zararlıının ağırlık ölçümlerinde RADWAG AS 220/C/2 marka hassas terazi kullanılmıştır. Maksimum kapasitesi 220 g olup minimum 10 mg tartabilmektedir. Hassasiyeti 0,1 mg dır.

3.1.1.8. Renk ölçüm cihazı

Denemelerde ele alınan bitki materyalleri ve kırmızı örümceklerin renk ölçümlerinde HP200 model taşınabilir renk ölçüm cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.9.). Renk ölçüm cihazı, kamera ile elde edilen değerlerin karşılaştırılması amacıyla kullanılmıştır. Bu cihaza ait teknik özellikler aşağıda verilmiştir.

- Standart sapma: ΔE^*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: ΔE^*ab 0,5 içinde olmalı (HP200 'ün ana gövdesi esas alındı)
BCRA II 12 testinin ortalaması 23 °C



Şekil 3.9. Renk Ölçüm Cihazı (HP 200)

3.1.2. Prototip Tasarımı

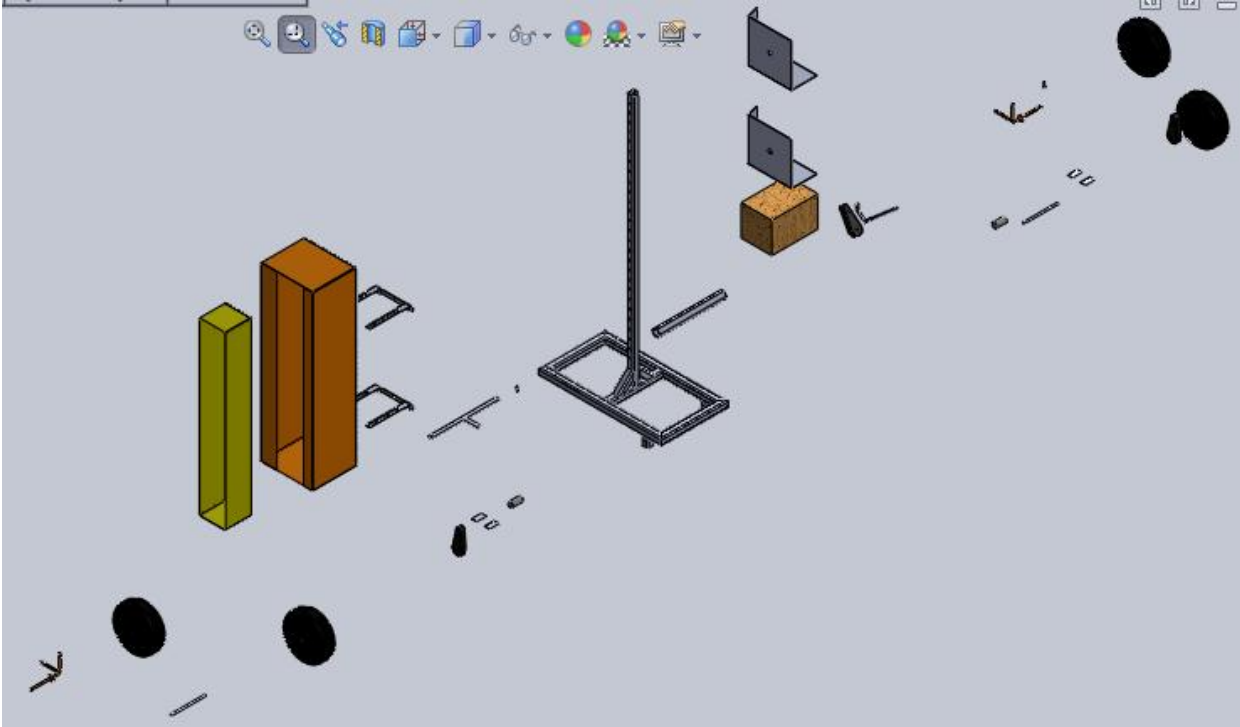
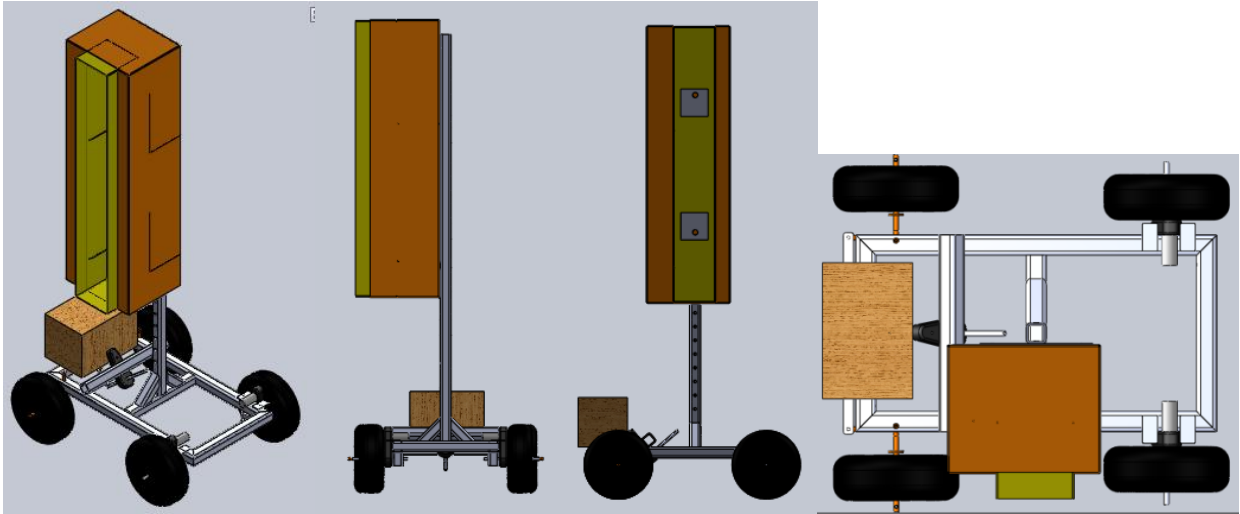
Laboratuar ölçümleri sonucunda elde edilen değerler dikkate alınarak bir prototip geliştirilmiştir. Tasarlanan araca ait görünüşler ve patlatma görünümü Şekil 3.10.'da verilmiştir. Aracın boyutları özellikle seralarda sıra aralarında hareket edebilecek şekilde hesaplanmıştır. Uzaktan kumanda ile hareket etmektedir.

3.1.2.1. Şasi

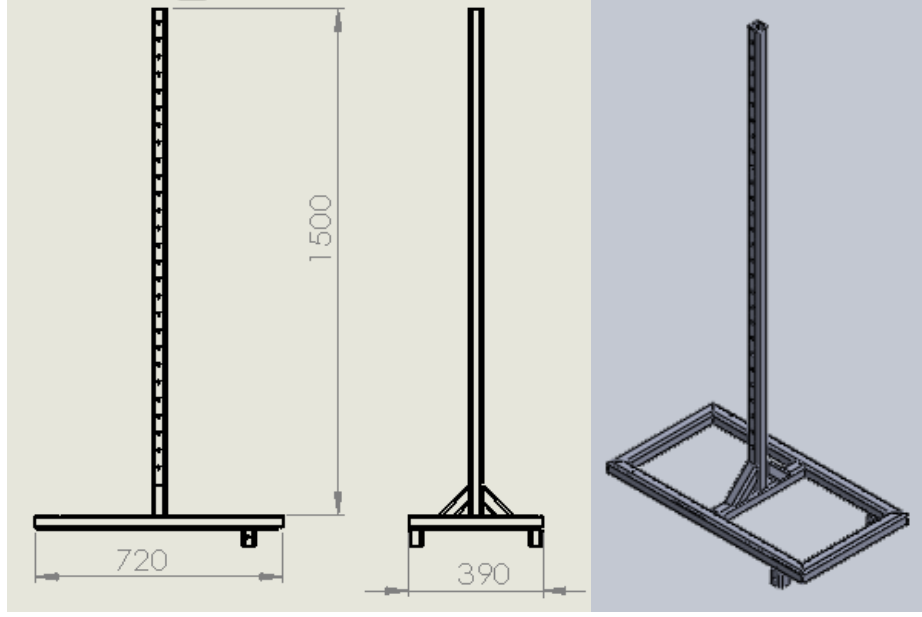
Ana şasi 40x40x2 mm kare profil kullanılarak 10 adet parçadan kaynaklı birleştirme kullanılarak imal edilmiştir. Şekil 3.11.'de gösterilen şasinin üzerine mikrodalga sisteminin istenilen yükseklikte yerleştirilebilmesi için 50 mm aralıklarla 28 adet 10 mm çapında bağlantı delikleri açılmıştır.

3.1.2.2. Magnetron

Magnetron, 220 V AC şebeke gerilimi ile çalıştırılabilmesi için 1 adet transformatör, şebekeden gelecek elektriksel gürültüyü azaltabilmesi için 1 adet noise filter (gürültü filtresi), süre ve güç ayarını yapabilmeye olanak sağlayan 2 adet ayar düğmesi, sistemin çalıştığını gösterir 1 adet lambadan oluşan güç elektroniği devresinden oluşturulmuştur. Güç ayar düğmesi sayesinde magnetron 90 W, 350 W ve 700 W çıkış güçlerine ayarlanabilmektedir. Magnetron, elektrik şebekesinden aldığı enerji ile 2450 Mhz frekansa sahip mikrodalga oluşturmaktadır (Şekil 3.12).



Şekil 3.10. Araca ait görünüşler ve patlatma görünümü



Şekil 3.11. Ana şasi



Şekil 3.12. Magnetron elektrik devresi ve elemanları

3.1.2.3. Elektrik Şeması

Tasarlanan mikrodalga üreten sistemin elektrik Şeması ve elemanları aşağıdaki Şekil 3.6. 'da görölmektedir.

3.1.2.4. Ana kutu

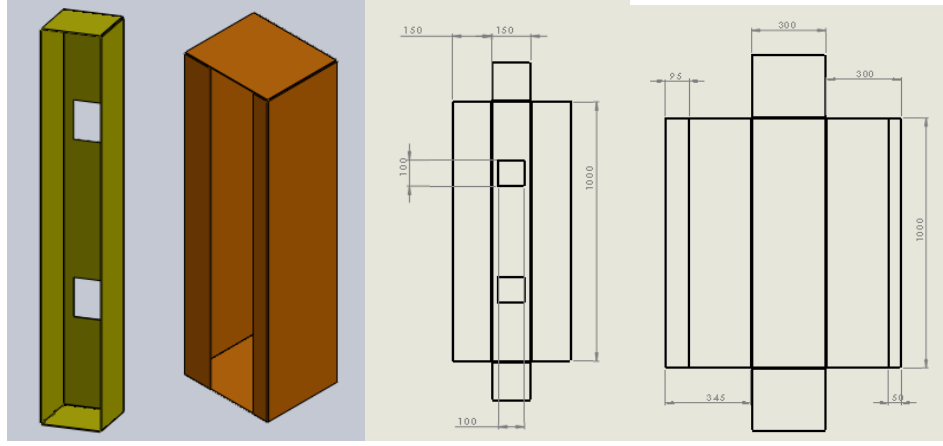
Ana kutu 5 mm kalınlığında alüminyum plakanın Şekil 3.13.'de verilen ölçülerde kesilip katlanmasıyla oluşturulmuştur. Bu kutu sayesinde makinenin tüm elektrikli aksamı kapatılmaktadır.



Şekil 3.13. Ana kutu

3.1.2.5. Dalga yönlendirme ünitesi

Sisteme takılı 2 adet magnetrondan elde edilen dalgaların bitkiler üzerindeki örümceklere ulaŐtırılması amacıyla 150x1000x150 mm boyutlarında dikdörtgen kutu Şeklinde yönlendirme ünitesi tasarlanmıştır (Şekil 3.14.).

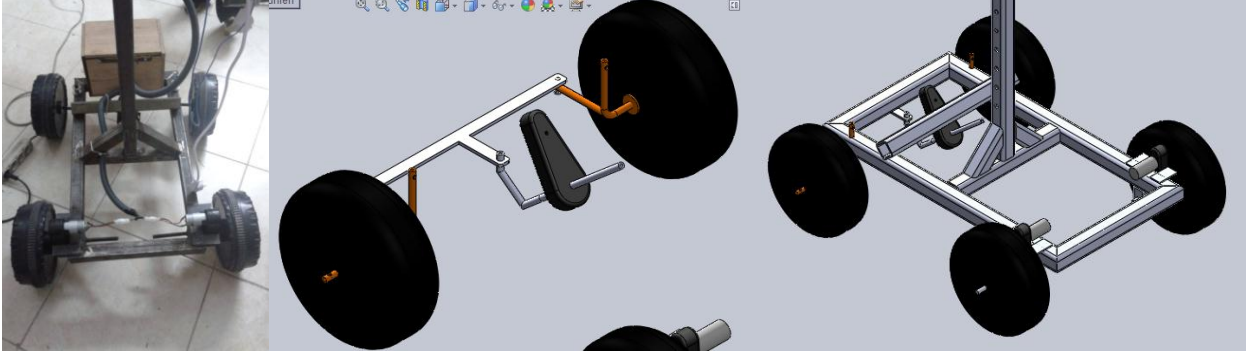


Şekil 3.14. Yönlendirme ünitesi

3.1.2.6. Yürüme ve komuta organları

Araç dört adet plastik tekerlek üzerinde hareket etmektedir. Arkadaki iki tekerleğine ayrı ayrı bağlanmış 2 adet doğru akım elektrik motoru ve 9000 d/d motor devrini 170 devir / dakikaya düşüren redüktör sayesinde tahrik edilmektedir. Aracın yönlendirilmesi öndeki iki adet tekerleğin direksiyon miline bağlı elektrik motorunun uzaktan kumanda ile kontrol edilmesiyle sağlanmaktadır (Şekil 3.15.).

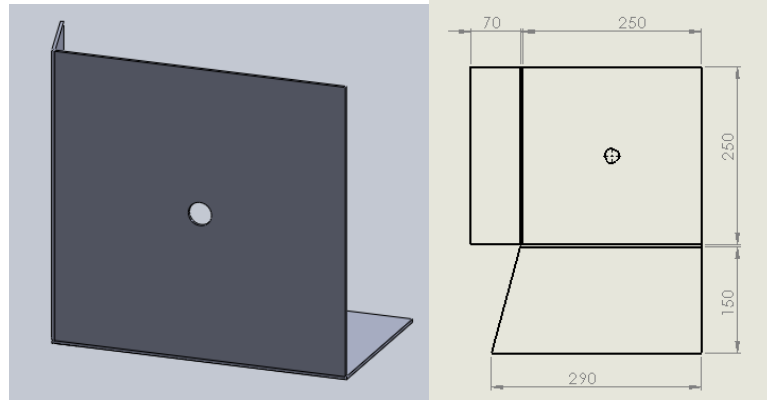
Magnetron ünitesini taşıyan araç, 433 MHz RF (radyo frekansı) sinyali ile uzaktan kontrol edilebilmektedir. Uzaktan kontrol aracın ileri ve geri gidişi ile sola ve sağa dönüşünü içermektedir. Aracın hareketi için arka iki tekerde bulunan 2 adet 25 W güce sahip 1900 rpm DC (doğru akım) motor kullanılmıştır. Motor devri dişli takımıyla düşürüldükten sonra tekerleklere aktarılmaktadır. Taşıyıcı araç enerjisini üzerine takılan 12 V DC (doğru akım), kuru tip bir aküyle sağlamaktadır. Aracın hızı mikrodenetleyici bir ünite ile ayarlanabilmektedir.



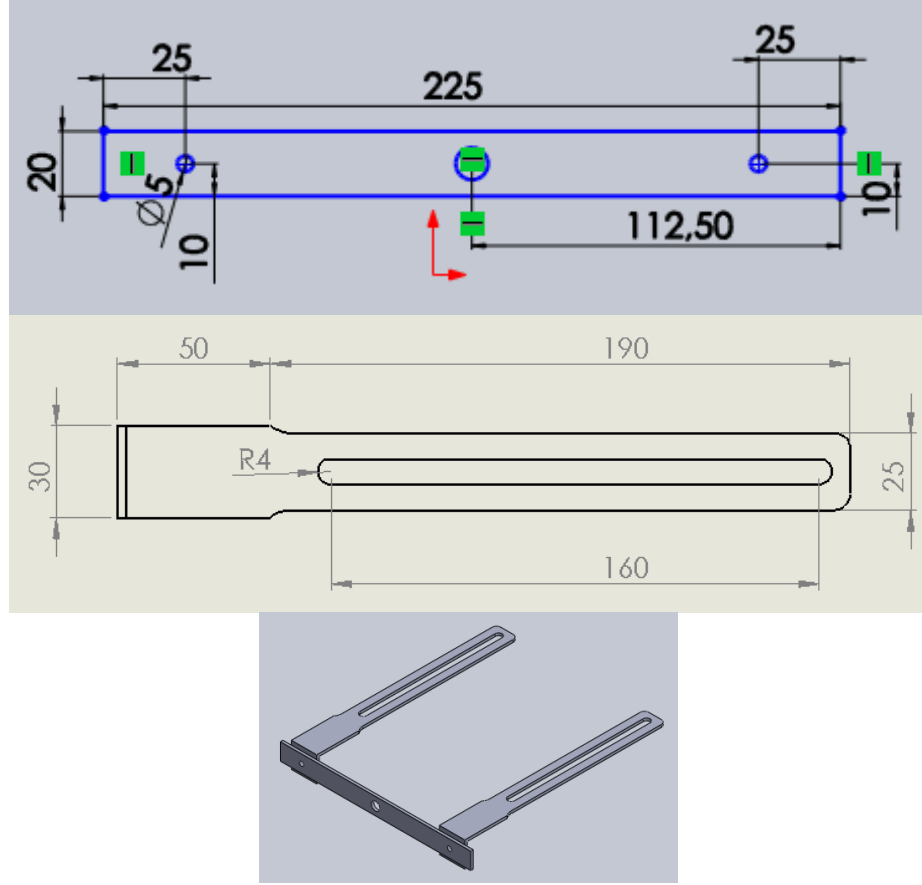
Şekil 3.15. Yürüme organları ve yönlendirme

3.1.2.7. Magnetron ve Elektrik sistem bağlantı levhası

Şekil 3.16.' da ölçüleri belirtilen levha 4 mm alüminyum plakanın kesilip katlanmasıyla oluşturulmuştur. Elektronik sistem kutusu ana şasi bağlantısı Şekil 3.17.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.16. Elektronik sistem kutusu



Şekil 3.17. Elektronik sistem kutusu ana şasi bağlantısı

3.1.2.8. Akü ve kontrol ünitesi kutusu

180x180x270 mm boyutlarında su kontrasından bir kutu yapılarak içerisine aracın aküsü, motor kontrol ünitesi, uzaktan kumanda devresi ve akü şarj ünitesi yerleştirilmiştir.

Yapılan uygulamalarda 700 Watt güç değeri max güç olarak seçilmiştir. Bu güç değerinde kırmızı örümcekler zarar görürken bitkilerin zarar görmediği saptanmıştır. Bundan sonraki uygulamalarda güç değeri arttırılabilir.

3.2. YÖNTEM

Yöntem iki aşamadan oluşmaktadır.

Birinci Aşama : Mikrodalga etkisi ve dielektrik sabiti, kayıp faktörü ölçüm yöntemi

İkinci Aşama : Prototip tasarımı, imalatı ve denemesi

3.2.1. Mikrodalga Etkisi ve Dielektrik Sabiti, Kayıp Faktörü Ölçüm Yöntemi

3.2.1.1. Bitki materyali ve zararlı örneklerinin üretimi

Projede yapılacak testlerde kullanılmak üzere ihtiyaç duyulan bitki tohumları ihtiyaç duyulandan daha fazla sayıda laboratuarda oluşturulan alanda ekilmiş ve beklenmeyen ihtiyaçlar için denemeler süresince üretime devam edilmiştir. Uygun ortam sağlanarak tohumların bu dönem içerisinde yetiştirilerek gelişimi sağlanmıştır. Bitkiler iki farklı amaç için yetiştirilmiştir (Şekil 3.18.);

1. Kırmızı örümceklerin konuklanması ve beslenmesi sağlanarak kırmızı örümceğin yetiştirilmesidir. Bu amaçla bitkiler meyve verecek büyüklüğe kadar yetiştirilmiş ve kırmızı örümceğin bulunduğu ortama taşınmışlardır.
2. Mikrodalga test ünitesinde ölçümleri yapmak üzere yetiştirmektir. Bitkiler bu amaçla beş yapraklı döneme kadar yetiştirilmiş ve ölçümler için topraktan sökülmüştür.

Kırmızı örümceğin yetiştirilmesi ve popülasyonun arttırılabilmesi için iklimik şartların kontrol edildiği laboratuvar ortamı hazırlanmıştır. Bu laboratuvar da birinci amaç için hazırlanan bitkiler yer almaktadır.

Yetiştirilmek üzere ekilen tohumlardan 300 'er adet fasulye, patlıcan ve hıyar bitkileri üretilmiştir. Bu bitkiler üzerine projede kullanılacak kırmızı örümceklerin bulaştırılarak çoğalmaları sağlanmıştır.

Bitki ve kırmızı örümceklerin uygun şartlarda gelişmelerini tamamlamasını sağlayan laboratuvar ortamı oluşturulmuştur.



Şekil 3.18. Yetiştirme laboratuvarı

Projede yapılacak testlerde kullanılmak üzere belirlenen bitki ve kırmızı örümceklerin yeterli sayıda üretimi gerçekleştirilmiştir.

3.2.1.2. Mikrodalga etkisinin ortaya konulması

Sistem maksimum 700 W, minimum 90 W ve 350 W orta güç değerlerine göre ayarlanabilmektedir. Ayrıca magnetron ağzının hedef yüzeye uzaklığı istenilen mesafeye göre yaklaştırılıp uzaklaştırılabilmektedir (Şekil 3.19.).



Şekil 3.19. Mikrodalga test ünitesi

Hazırlanan test ünitesinde bitki ve zararlıya ait zarar görme eşiklerini belirlemek için ön denemeler yapılmıştır. Bu amaçla farklı yükseklik, uygulama süresi ve verilen enerji miktarı yönünden denemelerde kullanılacak sınırlar belirlenmiştir. Bu denemeler sonucunda magnetron ağzı ve hedef yüzey arasındaki mesafe 15 cm - 25 cm - 35 cm olarak ve uygulama süresi olarak 5 sn - 10 sn - 15 sn - 20sn süreler belirlenmiştir. Bitkilerin bu süre ve mesafede etkilendiği mikrodalga güçleri olarak denemelerde kullanılmak üzere maksimum 700 W, minimum 90 W ve orta güç 350 W değerleri altındaki değişimlik oranları saptanmıştır.

Belirlenen bu değerler kullanılarak tüm denemeler, test ünitesinde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Fasulye, patlıcan ve hıyar bitkileri 5 yapraklı oldukları dönemde saksılarından sökülerek ve üzerlerindeki toprak parçacıkları temizlenerek ölçümler yapılmıştır.

Ölçümler sırasında bitkilerin mikrodalga enerjisine maruz kalmadan önce ve kaldıktan sonra ağırlık, renk değerleri (L, a, b) ayrı ayrı ölçülmüştür. Ayrıca bitkilerin fotoğrafları alınmıştır. Belirlenen yükseklik, süre ve güç değerlerinde kırmızı örümcekler üzerinde de uygulamalar yürütülmüştür.

Mikrodalga enerjisinin etkisini araştırmak üzere hazırlanan deneme deseni Çizelge 3.3.'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. 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			
5 s	10 s	15 s	20 s	5 s	10 s	15 s	20 s	5 s	10 s	15 s	20 s	5 s	10 s	15 s	20 s	5 s	10 s	15 s	20 s

3.2.1.2. Dielektrik sabiti, kayıp faktörü ölçüm yöntemi

Colpitts ve ark. (1992), Herve ve ark. (1998), Ikediala ve ark. (2000) ve Nelson ve ark. 'nın (2000) yaptıkları çalışmada uyguladıkları prensipler, ayarlar, hassasiyet ve ölçümler uygulanmıştır. Bu çalışmalara göre oda sıcaklıklarında 9 – 3000 Mhz frekanstan faydalanılmıştır. Eş eksenli (coaxial) probe tekniği kullanılarak Dielektrik özellikler saptanmıştır (Engelder ve Buffer 1991). Probe Network analiz cihazına bağlı olarak kullanılmıştır. Dielektrik prob kitinin yazılımı kullanılarak verilerin alınması ve dielektrik sabiti ile dielektrik kayıp faktörünün hesaplanması yapılmıştır. Probe sistemi standart kalibrasyon prodesürü (açık devre, kısa devre ve saf su) uygulanarak kalibre edilmiştir.

3.2.1.3. Ölüm oranı

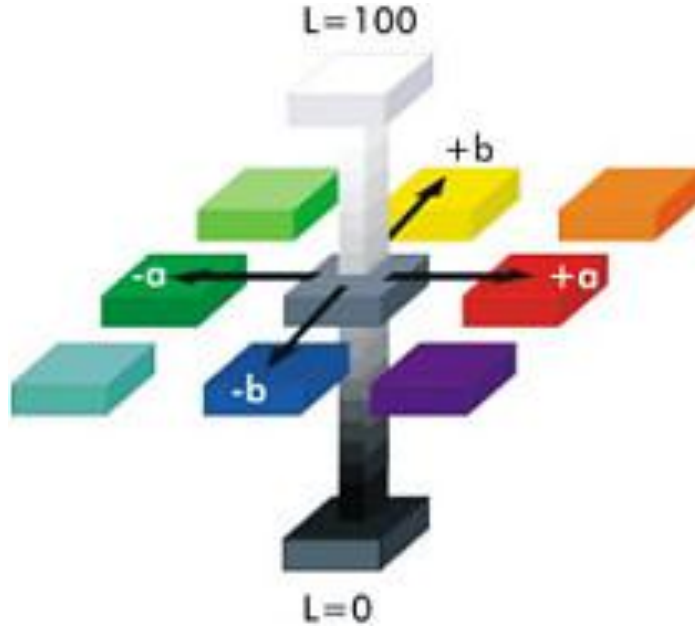
Kırmızı örümceklerin ölüm oranları hesaplanırken yöntemde belirtilen şartlarda (farklı yükseklik, farklı güç ve farklı süre) mikro dalga enerjisine maruz bırakılmıştır. Her uygulamada en az 100 zararlı petrilere yerleştirilmiş ve üç tekerrürlü olarak denemeler yürütülmüştür.

Uygulamadan önce ve sonrasında mikroskop altında sayılarak ölüm oranları ortaya konmuştur. Ölmeyip zarar görenler ölü olarak kabul edilmiştir.

3.2.1.4. Bitkilerde renk ölçümü

Denemelerde kullanılan tüm bitkiler mikrodalga enerjisine maruz bırakılmadan önce ve sonrasında ayrı ayrı renk ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. 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 gösterir (Köse ve Şahinbaşkan 2008) (Şekil 3.20.).



Şekil 3.20. Renk uzayı

3.2.2. Prototip Tasarımı

Elde edilen sonuçlar ışığında kullanılacak manyetik alanın şiddeti, magnetronun hedef bölgeden ne kadar uzaklıkta olacağı ve ilerleme hızı da dikkate alınarak prototip makinenin boyutları ortaya çıkmıştır. Buna göre gerekli çatı malzemesi temini yapılarak çatı oluşturulmuştur. Tüketilecek enerji için akü ihtiyacı belirlenmiş ve alınmıştır.

Prototipin uzaktan kumanda ile kullanımı önerileceğinden uzaktan kumanda sistemi hazırlanmış ve monte edilmiştir. Uzaktan kumanda ile kendi yürür aracın ileri ve geri gitme kontrolünün yanı sıra sağa ve sola dönüşlerde uzaktan kumanda ile kontrol edilebilecektir.

Tekerlekler ve diğer destek elemanları ile birlikte tüm sistem bir araya getirilerek aracın yürümesi sağlanmıştır. Prototip resimlerden de anlaşılacağı üzere orta kısma iki adet magnetron yerleştirilmiştir. Mikrodalga enerjisi üzerinde yarıklar bulunan metal bir profil içerisine odaklanacak şekilde magnetronlar konumlandırılmıştır. Ayrıca araç üzerine yükseklik, hedefe uzaklık ve güç ayar kontrol sistemi de monte edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Dielektrik Sabiti ve Kayıp Faktörü Ölçümleri

Yöntemde de belirtildiği gibi çalışmanın sınırlarını (güç, mesafe, süre) belirleyebilmek için ön denemeler yürütülmüştür. Ön denemelerde elde edilen aşağıda belirtilen bazı faktörler dikkate alınmıştır:

- ✓ 90-350-500-700-900 W güç uygulamaları içinde 900 W olan uygulamada bitkiler yaşam özelliklerini kaybetmişlerdir. Bu nedenle bu güç değeri çalışmada kullanılmamıştır.
- ✓ Bitkilerin farklı dönemlerinde yapılan uygulamalarda 3-5 yapraklı dönemde kullanılan güç değerlerine karşı kısa sürede ve yakın mesafede mikrodalgaya karşı zayıf oldukları belirlenmiştir.
- ✓ Kırmızı örümcekler Mart-Nisan aylarında, havalar ısınmaya başladığında ortaya çıkmaktadır. Bitkilerin hemen hemen her döneminde görülmektedir. Taze sürgünleri tercih etmektedirler (Zümbeoğlu, 1986). Ancak bitki sapları kalınlaşmaya başladığında mikrodalganın bitkiye verdiği zarar daha da azalmaktadır. Bu nedenle bitkilerin erken dönemlerinin seçilmesine karar verilmiştir.
- ✓ Mikrodalga enerjisi hücre içerisindeki su moleküllerini hareket ettirmektedir. Bu sebeple ortaya ısı çıktığından meydana gelen genleşme sonucu hücre duvarları yırtılmaktadır. Bu da canlıların ölümüne sebep olmaktadır. Bitkilerde yüksek kullanım özellikle sap kısımlarında patlama şeklinde kırılmalar görülmüştür.

Fasulye, hıyar ve patlıcan bitkilerine ve kırmızı örümcek zararlısına ait örnekler üzerinde yapılan ölçümlerle sahip oldukları dielektrik sabiti ve kayıp faktörleri hesaplanmıştır. Mikrodalgaya maruz kalacak tüm bitkiler üzerinde yapılan ölçümlerde üç farklı frekansta, frekans değeri arttıkça dielektrik sabiti artış göstermiştir. Bunun yanında genel olarak sıcaklık arttıkça dielektrik sabitinde azalma gözlenmiştir.

Kırmızı örümcek üzerinde yapılan ölçümlerde üç farklı frekansta, frekans değeri arttıkça dielektrik sabiti artış göstermiştir. Bunun yanında genel olarak sıcaklık arttıkça dielektrik sabitinde artış gözlenmiştir. Bu sonuçlar kırmızı örümceğin bitkilerden önce etkilenmeye başladığını ortaya koymuştur.

Böcek ve bitkilere ait dielektrik özellikler 3 farklı sıcaklık ve 3 frekans değerine göre ölçülmüştür. Dielektrik sabiti ve kayıp faktörünün bulunan ortalama değerleri \pm standart sapma Çizelge 4.1. ve Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Bitki materyallerinde dielektrik sabiti ve kayıp faktörü ölçüm değerleri (ortalama değerleri \pm standart sapma)

Bitkiler	Sıcaklık C	Dielektrik Sabiti ϵ'			Kayıp Faktör ϵ''		
		1 GHz	2 GHz	2.45 GHz	1 GHz	2 GHz	2.45 GHz
Fasulye	20	4.9 \pm 0.0	2.2 \pm 1.6	2.1 \pm 0.7	0.6 \pm 0.0	2.9 \pm 0.1	1.8 \pm 0,2
	40	5.0 \pm 0.1	2.1 \pm 0.3	2.7 \pm 0.2	0.5 \pm 0.1	2.6 \pm 0.1	1.6 \pm 0,2
	60	5.2 \pm 0.1	3.4 \pm 0.0	3.5 \pm 0.0	0.3 \pm 0.1	2.3 \pm 0.1	1.1 \pm 0,1
Hıyar	20	85.0 \pm 0.4	73.7 \pm 0.1	70.9 \pm 0.1	198.5 \pm 2.9	16.4 \pm 0.0	16.0 \pm 0.2
	40	84.0 \pm 0.8	72.0 \pm 0.3	69.7 \pm 0.3	245.7 \pm 7.6	17.2 \pm 0.5	15.1 \pm 0.6
	60	82.4 \pm 1.6	69.6 \pm 0.7	67.8 \pm 0.6	297.5 \pm 18	18.3 \pm 1.0	14.6 \pm 0.9
Patlıcan	20	82.7 \pm 1.8	72.7 \pm 2.5	72.1 \pm 1.2	137.8 \pm 7.0	12.1 \pm 0.0	12.6 \pm 0.1
	40	81.9 \pm 2.7	70.8 \pm 2.3	70.2 \pm 1.1	165.2 \pm 6.9	12.5 \pm 0.2	11.5 \pm 0.2
	60	81.4 \pm 4.0	68.5 \pm 2.1	68.2 \pm 1.1	198.4 \pm 7.3	13.3 \pm 0.4	10.9 \pm 0.2

Çizelge 4.2. Kırmızı örümcekte dielektrik sabiti ve kayıp faktörü ölçüm değerleri (ortalama değerleri \pm standart sapma)

Böcek	Sıcaklık C	Dielektrik Sabiti ϵ'			Kayıp Faktör ϵ''		
		1 GHz	2 GHz	2.45 GHz	1 GHz	2 GHz	2.45 GHz
Kırmızı Örümcek	20	87.2 \pm 12.1	47.3 \pm 3.5	45.5 \pm 0.4	272.2 \pm 18.2	21.3 \pm 3.9	13.9 \pm 1.9
	40	95.4 \pm 16.6	46.4 \pm 2.9	44.7 \pm 0.8	316.5 \pm 22.4	24.2 \pm 5.1	14.5 \pm 2.2
	60	102.9 \pm 20.0	45.7 \pm 2.3	44.1 \pm 1.4	370.7 \pm 33.0	26.8 \pm 5.7	15.4 \pm 2.5

4.2. Hazırlanan Test Düzenğinde Bitkiler ve Zararlıya Ait Mikrodalga Ölçümleri

Belirlenen yükseklik, süre ve güç değerlerinde bitkiler ve kırmızı örümcekler üzerinde uygulamalar yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar istatistiksel açıdan da değerlendirildikten sonra grafikler halinde sunulmuştur.

4.2.1. Kırmızı örümceğin mikrodalga enerjisi altında ölüm oranları

Belirlenen yükseklik, süre ve güç değerlerinde kırmızı örümcekler üzerinde uygulamalar yürütülmüştür. Uygulama sonrası kırmızı örümcek popülasyonu incelendiğinde bazı kırmızı örümceklerin uzuvlarını öncelikle kaybettiği ve daha sonrasında öldükleri gözlenmiştir.

Kırmızı örümceklere yapılan uygulamalarda elde edilen veriler ortalama değerleri \pm standart sapma olarak Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Denemelerde her uygulamada 100 kırmızı örümcek örnek olarak alınmıştır. Uygulama sonrası etkilenen örümceklerin sayıları hesaplanmıştır.

Ölüm oranları incelendiğinde 700 W - 15 cm - 20 sn uygulama koşullarında ölüm oranı % 65±5.8 olarak elde edildiği ve en yüksek ölüm oranı olarak kabul edilerek tasarımda parametre olarak belirlenmiştir. Vadivambal ve ark. (2005) de yaptıkları çalışmada buğday daneleri arasında görülen *Cryptolestes ferrugineus* zararlısında 28 sn süre ile 400 W mikrodalga uygulamışlar ve % 69±8.7 ölüm oranı tespit etmişlerdir. Uzun süreli uygulamalar bitkiye zarar verebileceğinden bu çalışmada yüksek güç daha az süre ile tercih edilmiştir.

Çizelge 4.3. Kırmızı örümceğin mikrodalga enerjisi altında ölüm oranları (%)

Mesafe(cm)	15			25			35		
Süre (sn)	10	15	20	10	15	20	10	15	20
90 W	5±1.1	21±8.3	38±7.1	5±1.2	18±1.3	29±5.1	2±1.0	5±0.5	11±3.6
350 W	12±2.9	29±3.7	39±3.6	10±2.2	25±3.6	36±4.1	9±1.1	13±1.9	15±2.7
700 W	31±5.5	44±5.9	65±5.8	29±2.9	21±3.1	20±3.5	12±1.3	12±1.5	15±1.3

Ölçümler tesadüf parselleri deneme deseni yöntemiyle değerlendirilmiş ve Varyans analiz tabloları EK 1 'de verilmiştir. Güç faktörünün etkisi arasındaki farklılıklar önemsiz görülmüştür. Farklı mesafelerin ve farklı sürelerin mikrodalğanın kırmızı örümceklerin ölüm oranlarına etkisinin %1 seviyesinde önemli olduğu ortaya çıkmıştır. LSD testi uygulandığında LSD : 7.138 bulunmuştur. Mesafe faktörü için 15-25-35 cm değerleri için sırasıyla F değerleri 31.963^a-21.926^b-10.593^c hesaplanmıştır. Süre faktörü için ise 20-15-10 sn değerleri için sırasıyla F değerleri 29.963^a-21.185^b-13.333^c hesaplanmıştır.

4.2.2.Bitki materyallerinin ağırlık ve renk değişimleri

Belirlenen yükseklik, süre ve güç değerlerinde bitki materyalleri üzerinde uygulamalar yürütülmüştür.

Ölçümler sırasında bitkilerin mikrodalga enerjisine maruz kalmadan önce ve kaldıktan sonra ağırlık, renk değerleri (L, a, b) ayrı ayrı ölçülmüştür. Ölçüm değerleri mikrodalgaya maruz kalmadan önceki değer ve kaldıktan sonraki değer arasındaki ilişki “ % ” olarak ifade edilmiştir. Elde edilen tüm değişim değerleri, bitkiler için ayrı ayrı grafikler halinde verilmiştir. Bu değerler her bir grafikte farklı güç, yükseklik ve ağırlık değişimi olarak sunulmuştur.

4.2.2.1. Patlıcan bitkisinin ağırlık ve renk değişimleri

Patlıcan bitkisinde G3 (700 W) gücünde yükseklik arttıkça diğer bir deyişle bitkiye olan mesafe arttıkça ağırlık değişimi azalmıştır. Süre açısından grafikler incelendiğinde uygulama süresi arttırıldığında bitkilerin ağırlığında değişim gözlenmiş fakat doğrusal bir değişim görülmemiştir. Sonuç olarak bitkilerde değişim oranı % 4 ‘ü geçmemiştir.

Ağırlık ölçümleri tesadüf parselleri deneme deseni yöntemiyle değerlendirilmiş ve Varyans analiz tabloları EK 2 ‘de verilmiştir. Güç ve mesafe faktörünün ağırlık üzerine etkisi arasındaki farklılıklar önemsiz görülmüştür. Farklı sürelerin mikrodalgaanın kırmızı örümceklerin ölüm oranlarına etkisinin %1 seviyesinde önemli olduğu ortaya çıkmıştır. LSD testi uygulandığında LSD : 5.158 bulunmuştur. Süre faktörü için ise 20-15-10 sn değerleri için sırasıyla F değerleri 19.063^a-11.185^b-3.333^c hesaplanmıştır.

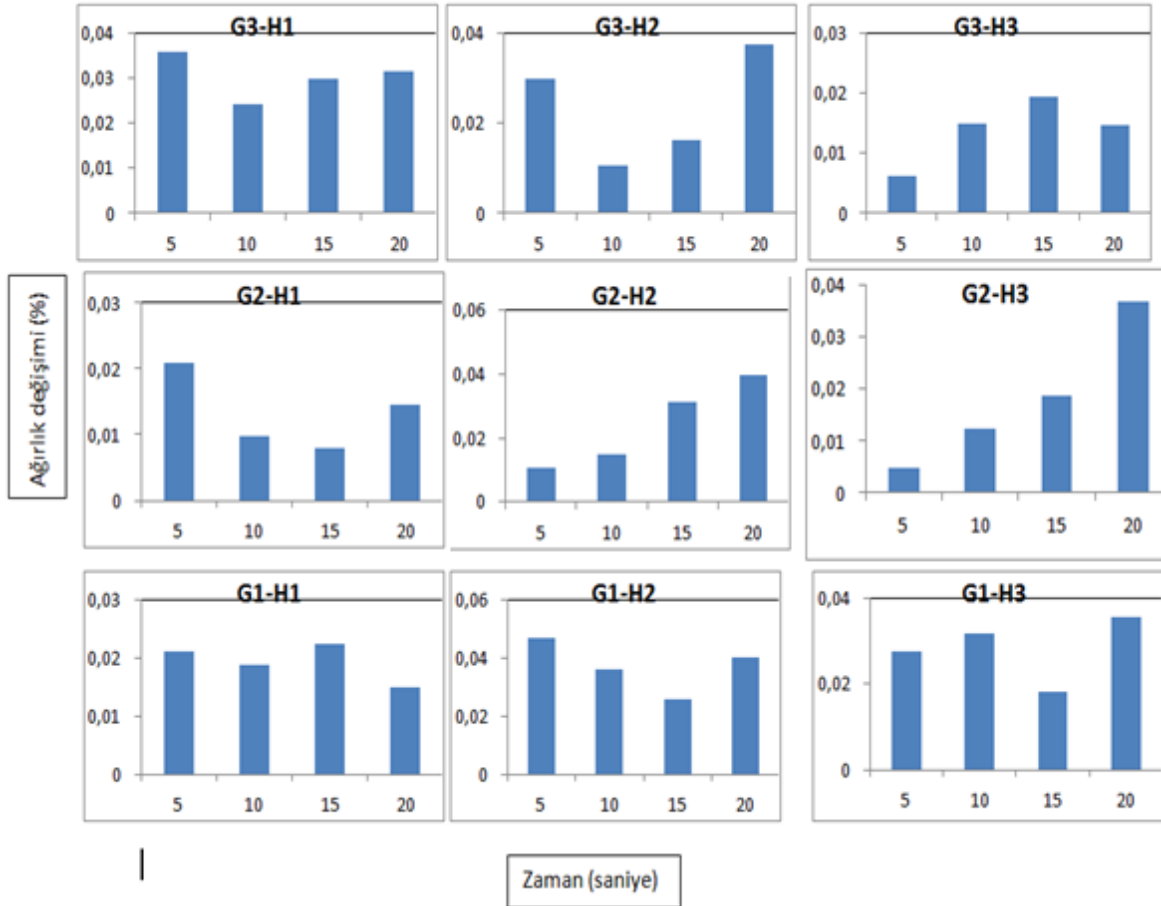
G2 (350 W) gücünde yapılan uygulamada ağırlık değişimi yükseklik arttıkça artış göstermiştir. Buna karşılık uygulama süresi arttıkça ağırlık değişimi de artış göstermiştir. Genel olarak patlıcan bitkilerinde mikrodalga etkisi ağırlık değişimi tüm şartlarda artış göstermiştir.

G1 (90 W) gücünde yapılan uygulamalarda yükseklik arttıkça ağırlık değişimi de artan bir değişim göstermiştir. Uygulama süresi arttıkça ağırlık değişimi de farklılıklar göstermiştir. Ancak bu farklılıklar genel olarak çok düşük olmuştur (Şekil 4.1.).

Patlıcan bitkisinde G3 (700 W) gücünde L değeri (parlaklık) değişimi incelendiğinde bitkiye olan uzaklık arttıkça L değeri değişiminin azaldığı gözlenmiştir. Süreye bağlı olarak L değeri değişimi ise düzensiz bir değişim göstermiştir.

G2 (350 W) gücünde maksimum L değeri değişimi %12 'dir ve H1 (15 cm) mesafesindedir. Bu oran mesafe arttıkça % 2 seviyelerine düşmüştür.

G1 (90 W) gücünde yapılan uygulamalarda L değeri değişimi en çok H1 (15 cm) mesafesinde en az H3 (35 cm) mesafesindedir. Uygulama süresi arttıkça ağırlık değişimi de farklılıklar göstermiştir (Şekil 4.2.).

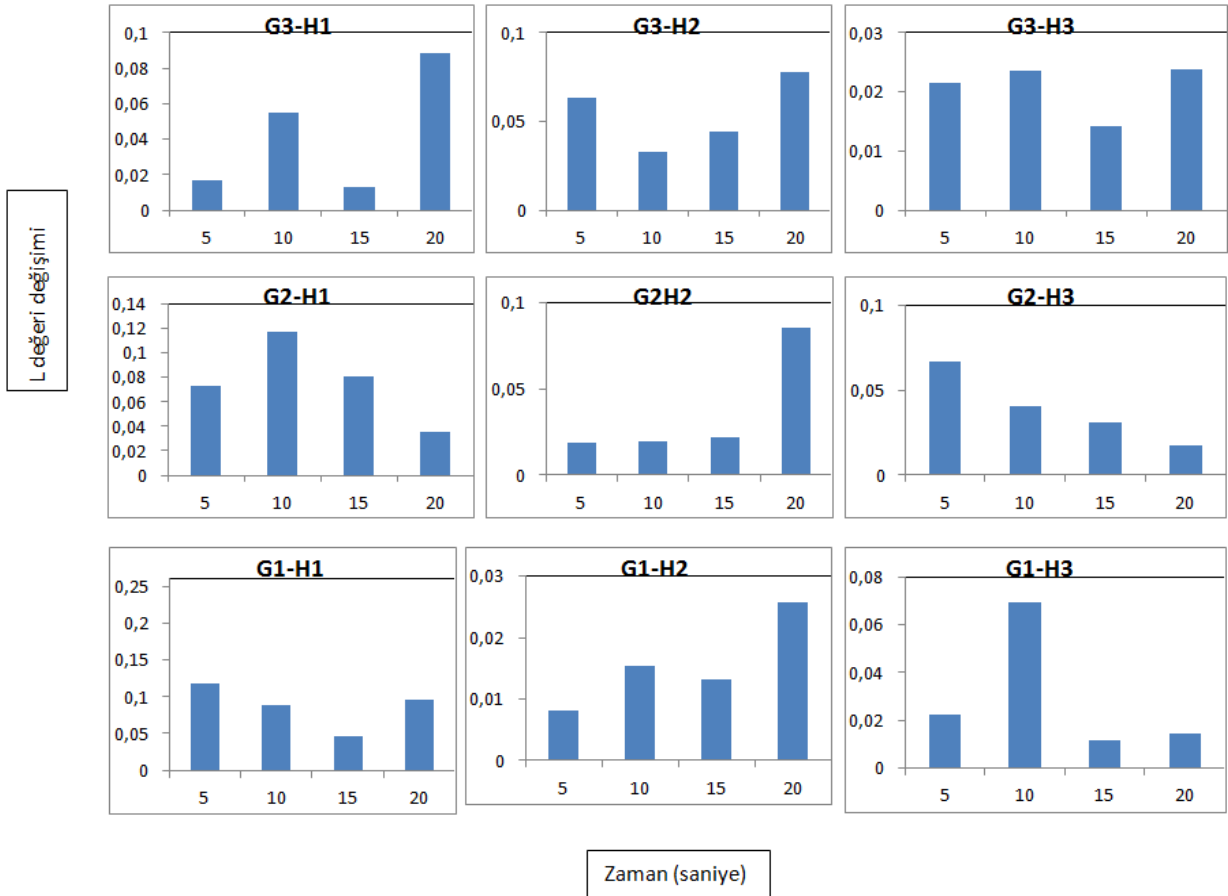


Şekil 4.1. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Patlıcan bitkileri üzerindeki ağırlık değişimi (G1:90 W, G2:350 W, G3:700 W; H1:15 cm, H2:25 cm, H3:35 cm)

L değeri ölçümleri tesadüf parselleri deneme deseni yöntemiyle değerlendirilmiş ve Varyans analiz tabloları EK 2 'de verilmiştir. Güç-Mesafe-Süre-Tekerrürler ayrı ayrı incelendiğinde ve birbirleri ile interaksiyonlarına bakıldığında faktörlerin L değeri üzerine etkileri arasındaki farklılıklar önemsiz görülmüştür.

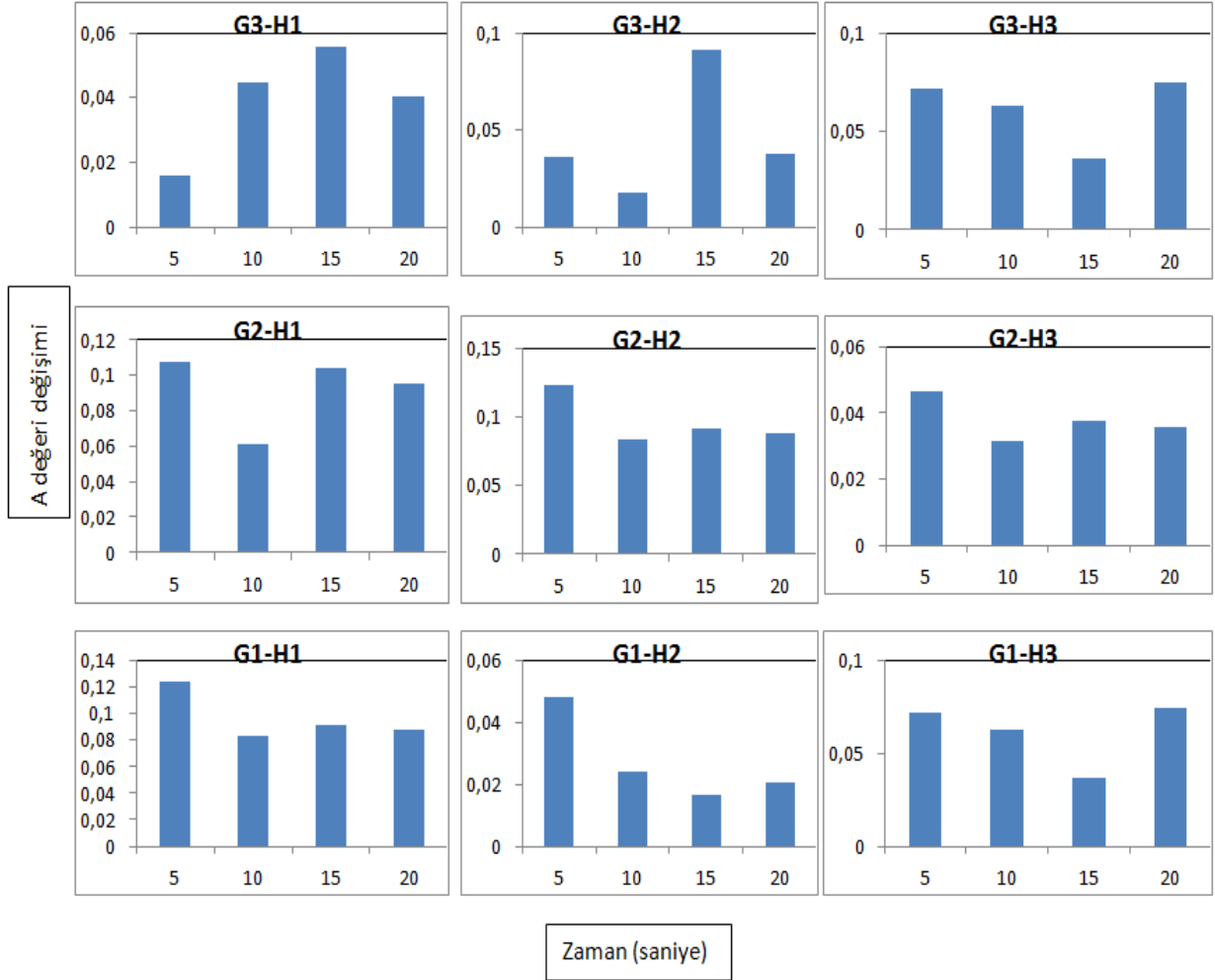
Patlıcan bitkisinde G3 (700 W) gücünde a değeri değişimi en çok H2 (25 cm) mesafesinde ve 15 sn süresinde en az değişim ise H1 (15 cm) mesafesinde ve 5 sn süresinde gözlemlenmiştir.

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



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

G1 (90 W) gücünde yapılan uygulamalarda H1 (15 cm) mesafesinde ve 5 sn sürede değişim en yüksek ölçülmüştür. Süre arttıkça a değeri değişimi değişkenlik göstermiştir (Şekil 4.3.).



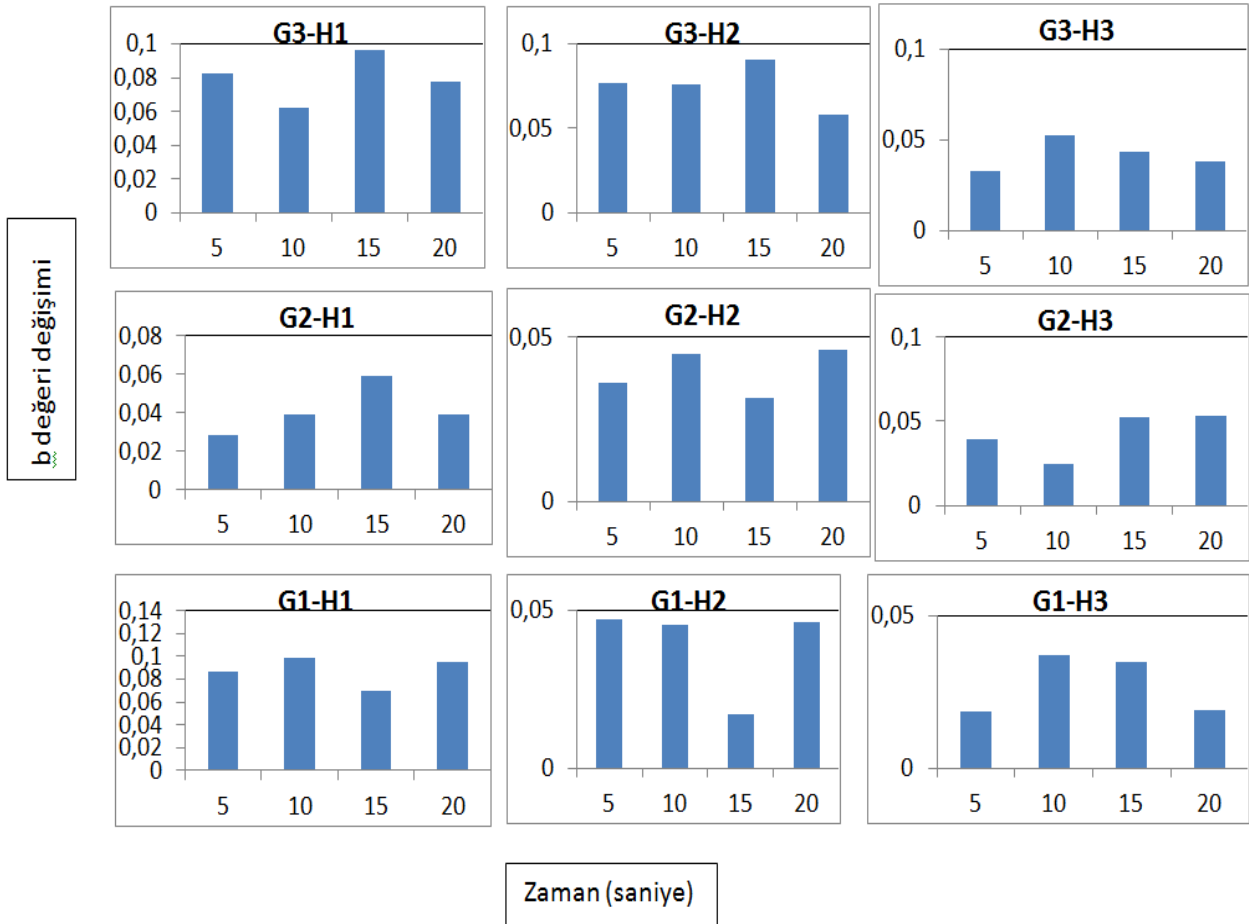
Şekil 4.3. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Patlıcan bitkileri üzerindeki a değeri değişimi (G1:90 W, G2:350 W, G3:700 W; H1:15 cm, H2:25 cm, H3:35 cm)

a değeri ölçümler tesadüf parselleri deneme deseni yöntemiyle değerlendirilmiş ve Varyans analiz tabloları EK 2 'de verilmiştir. Güç-Mesafe-Süre-Tekerrürler ayrı ayrı incelendiğinde faktörlerin a değeri üzerine etkileri arasındaki farklılıklar önemsiz görülmüştür.

Patlıcan bitkisinde G3 (700 W) gücünde b değeri değişimi mesafe arttıkça azalmıştır. Süreye bağlı olarak b değeri değişimi ise düzensiz bir değişim göstermiştir.

G2 (350 W) gücünde ise değişim H1 (15 cm) mesafesinde en yüksek iken, H2 (25 cm) ve H1 (15 cm) uzaklıklarında azalmıştır.

G1 (90 W) gücünde b değeri H1 (15 cm) uzaklığında ve 10 sn sürede %10 olarak gözlemlenmiştir. Bu değer H3 (35 cm) uzaklığında 5 sn sürede en az değişim göstermiştir (Şekil 4.4.).



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

b değeri ölçümler tesadüf parselleri deneme deseni yöntemiyle değerlendirilmiş ve Varyans analiz tabloları EK 2 'de verilmiştir. Güç-Mesafe-Süre-Tekerrürler ayrı ayrı incelendiğinde ve birbirleri ile interaksiyonlarına bakıldığında faktörlerin b değeri üzerine etkileri arasındaki farklılıklar önemsiz görülmüştür.

4.2.2.2. Hıyar bitkisinin ağırlık ve renk değişimleri

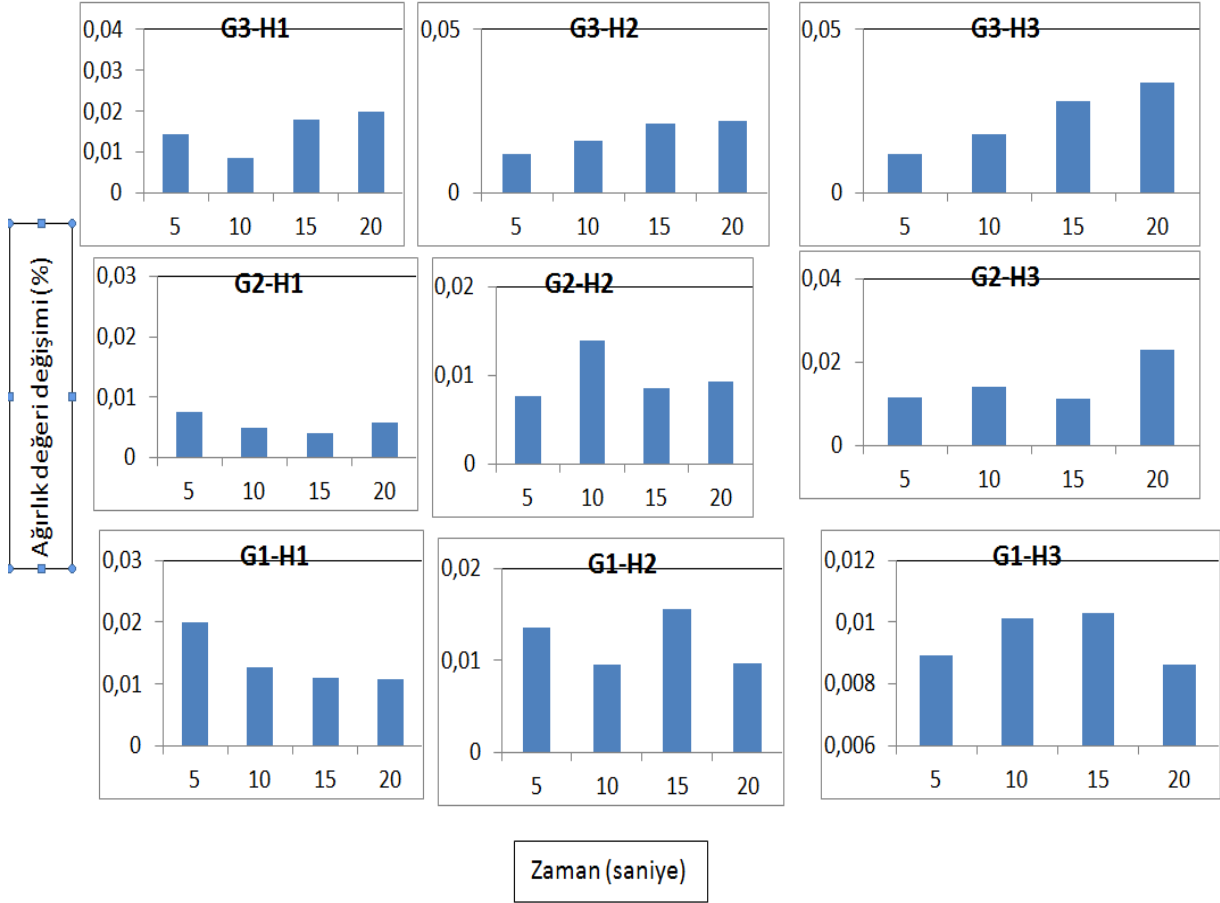
Hıyar bitkisinde G3 (700 W) gücünde yükseklik arttıkça diğer bir deyişle bitkiye olan mesafe arttıkça ağırlık değişimi aynı oranda seyretmiştir. Süre açısından grafikler incelendiğinde uygulama süresi arttırıldığında bitkilerin ağırlığında değişim gözlenmiş, doğrusal bir artış olduğu görülmüştür. Sonuç olarak bitkilerde değişim oranı % 4 'ü geçmemiştir.

G2 (350 W) gücünde ise ağırlık değişimi % 1-2 oranında olmuştur.

G1 (90 W) gücünde ağırlık değişimi en az H3 (35 cm) mesafesinde 20 sn sürede görülmüştür (Şekil 4.5.).

Ağırlık ölçümleri tesadüf parselleri deneme deseni yöntemiyle değerlendirilmiş ve Varyans analiz tabloları EK 3 'de verilmiştir. Güç-Mesafe-Süre-Tekerrürler ayrı ayrı incelendiğinde ve birbirleri ile interaksiyonlarına bakıldığında faktörlerin ağırlık değeri üzerine etkileri arasındaki farklılıklar önemsiz görülmüştür.

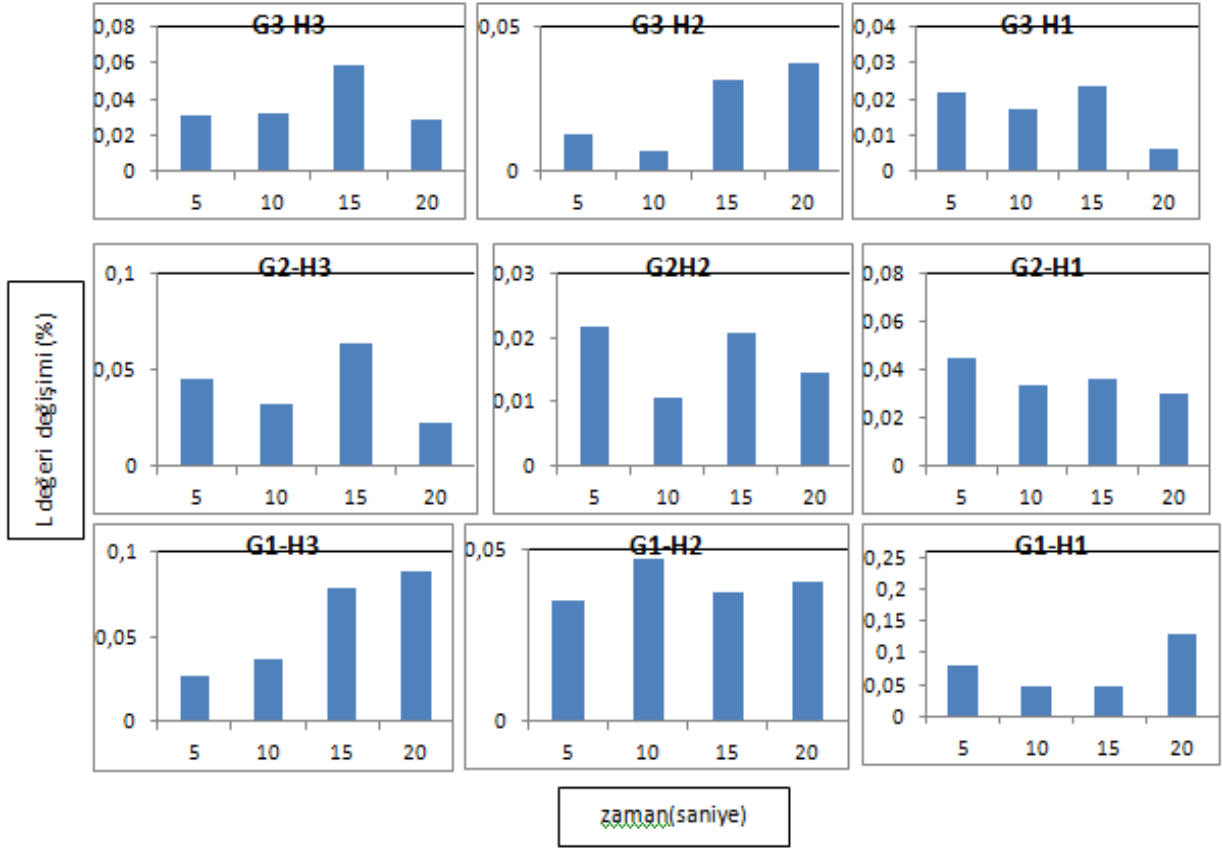
Hıyar bitkisinde G3 (700 W) gücünde L değeri (parlaklık) değişimi incelendiğinde H3 (35 cm) mesafesinde 20 sn 'de % 3, H2 (25 cm) mesafesinde 10 sn 'de % 1, H1 mesafesinde 20 sn 'de % 1 'in altında bir değişim göstermiştir.



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

G2 (350 W) gücünde en çok değişim H3 (35 cm) mesafesinde 15 sn sürede, en az değişim ise H2 (25 cm) mesafesinde 10 sn sürede görülmüştür.

G1 (90 W) gücünde en az L değeri değişimi H3 (35 cm) mesafesinde 5 sn sürede olmuştur (Şekil 4.6.).



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

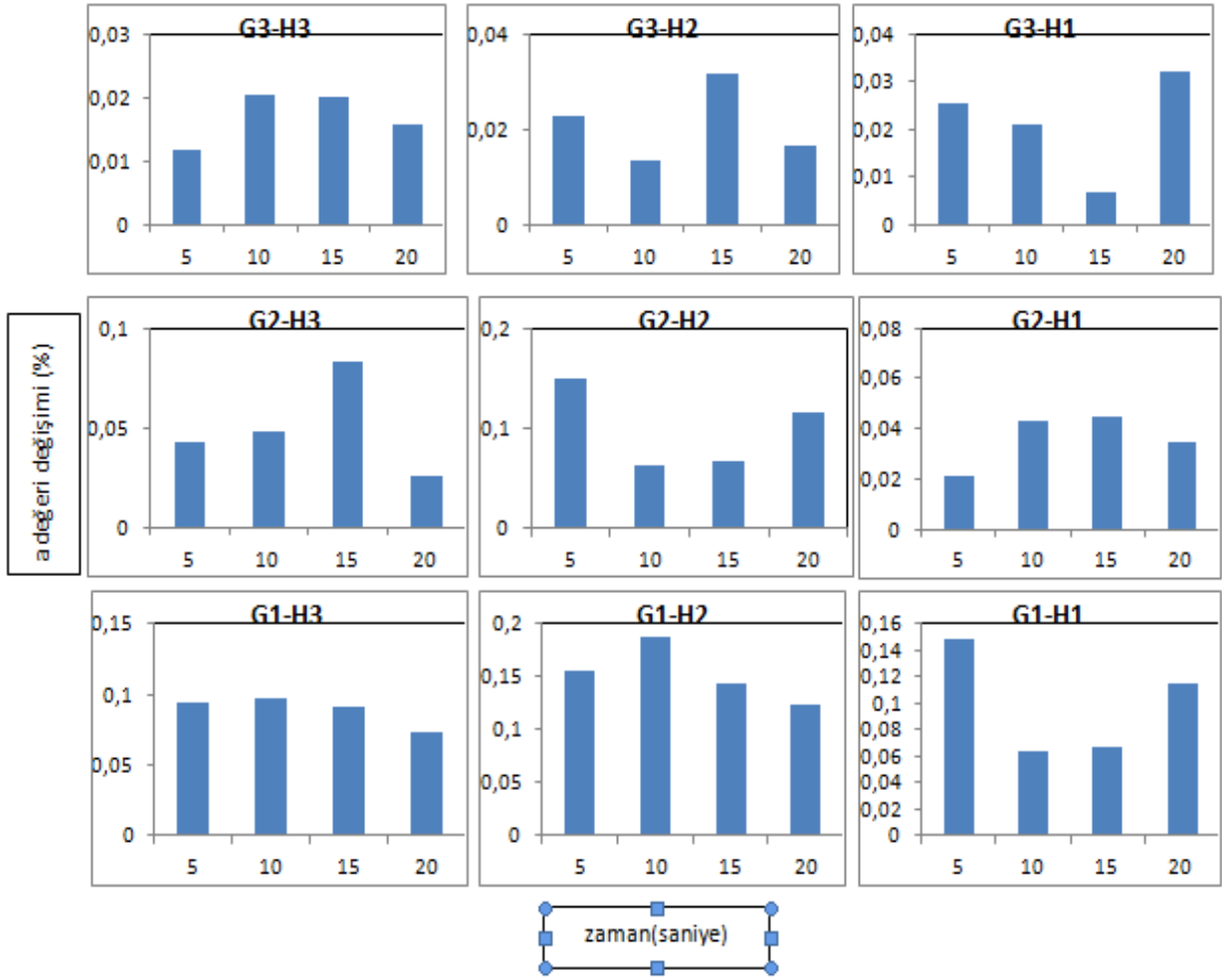
L değeri ölçümleri tesadüf parselleri deneme deseni yöntemiyle değerlendirilmiş ve Varyans analiz tabloları EK 3 'de verilmiştir. Güç-Mesafe-Süre-Tekerrürler ayrı ayrı incelendiğinde ve birbirleri ile interaksiyonlarına bakıldığında faktörlerin L değeri üzerine etkileri arasındaki farklılıklar önemsiz görülmüştür.

Hıyar bitkisinde G3 (700 W) gücünde a değeri değişimi en az H1 (15 cm) uzaklığında 15 sn sürede en az değişim göstermiştir.

G2 (350 W) gücünde en az değişim H1 (15 cm) mesafesinde 5 sn süresinde olmuştur.

G1 (90 W) gücünde a değeri değişimi en az H1 (15 cm) mesafesinde 10 sn sürede % 6 olarak kayıt edilmiştir (Şekil 4.7.).

a değeri ölçümler tesadüf parselleri deneme deseni yöntemiyle değerlendirilmiş ve Varyans analiz tabloları EK 3 'de verilmiştir. Güç-Mesafe-Süre-Tekerrürler ayrı ayrı incelendiğinde ve birbirleri ile interaksiyonlarına bakıldığında faktörlerin a değeri üzerine etkileri arasındaki farklılıklar önemsiz görülmüştür.



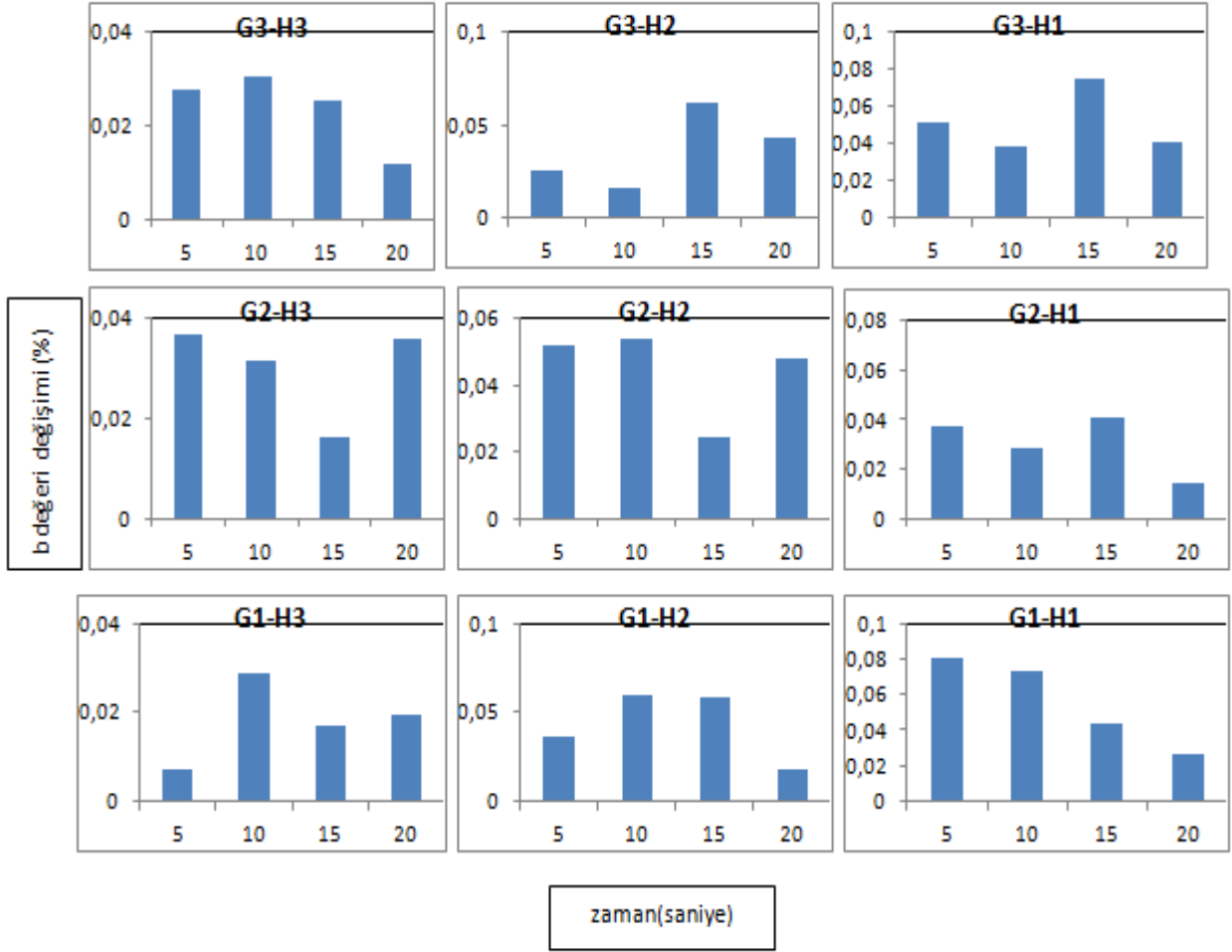
Şekil 4.7. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Hıyar bitkileri üzerindeki a değeri değişimi (G1:90 W, G2:350 W, G3:700 W; H1:15 cm, H2:25 cm, H3:35 cm)

Hıyar bitkisinde G3 (700 W) gücünde b değeri değişimi H3 (35 cm) mesafesinde 20 sn 'de en az oranda olmuştur. Süreye bağlı olarak b değeri değişimi ise düzensiz bir değişim göstermiştir.

G2 (350 W) gücünde en az değişim ise H3 (35 cm) mesafesinde 15 sn sürede görölmüştür.

G1 (90 W) gücünde b değeri H1 (15 cm) uzaklığında ve 5 sn sürede % 8 olarak gözlemlenmiştir. Bu değer H3 (35 cm) uzaklığında 5 sn sürede en az değişim göstermiştir (şekil 4.8.).

b değeri ölçümler tesadüf parselleri deneme deseni yöntemiyle değerlendirilmiş ve Varyans analiz tabloları EK 3 'de verilmiştir. Güç-Mesafe-Süre-Tekerrürler ayrı ayrı incelendiğinde ve birbirleri ile interaksiyonlarına bakıldığında faktörlerin b değeri üzerine etkileri arasındaki farklılıklar önemsiz görölmüştür.



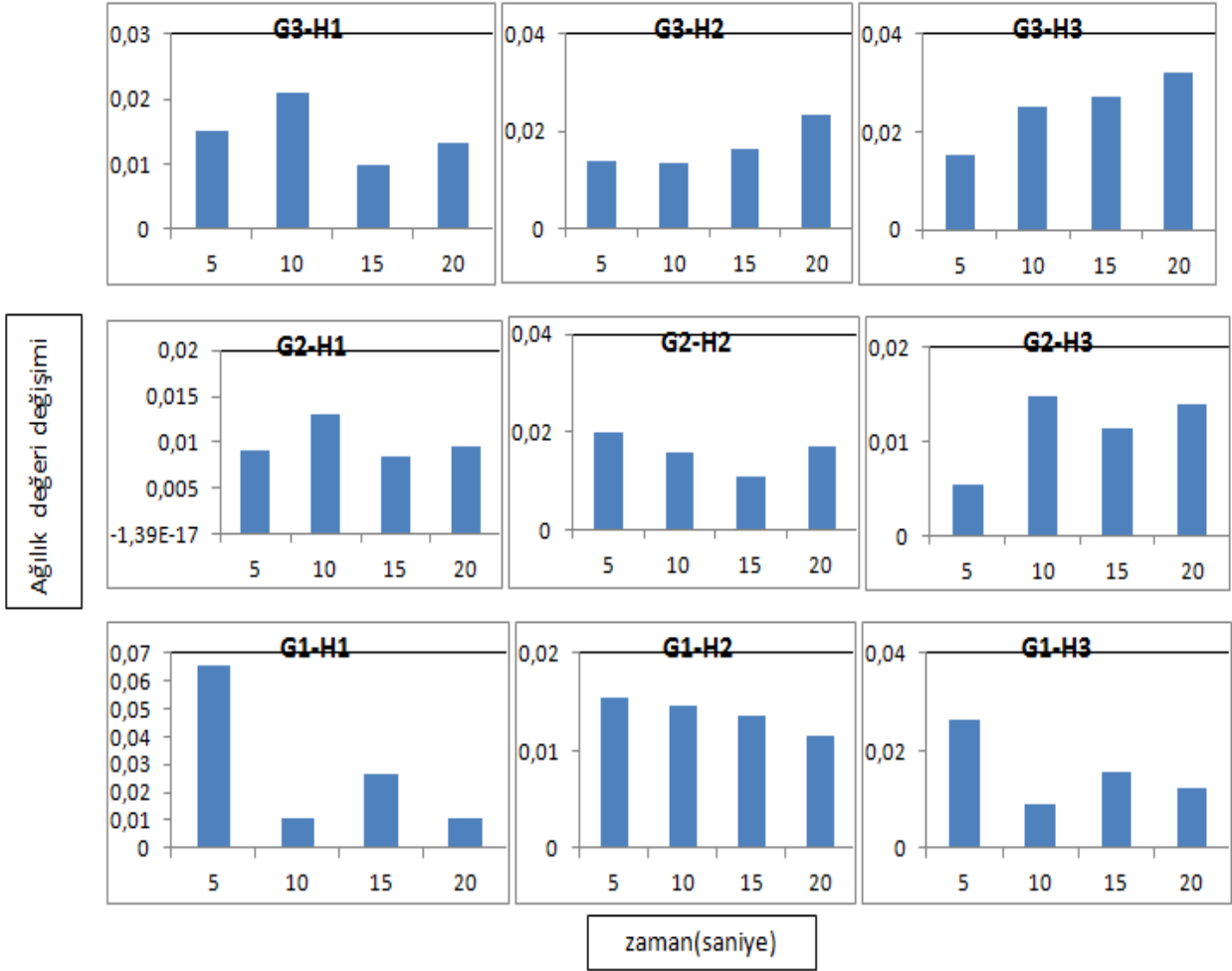
Şekil 4.8. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Hıyar bitkileri üzerindeki b değeri değişimi (G1:90 W, G2:350 W, G3:700 W; H1:15 cm, H2:25 cm, H3:35 cm)

4.2.2.3. Fasulye bitkisinin ağırlık ve renk değişimleri

Fasulye bitkisinde G3 (700 W) gücünde ağırlık değişimi genel olarak aynı oranda seyretmiştir. Süre açısından grafikler incelendiğinde uygulama süresi arttırıldığında bitkilerin ağırlığında ki değişim oranı da artmıştır. Sonuç olarak bitkilerde değişim oranı % 4 'ü geçmemiştir.

G2 (350 W) gücünde yapılan uygulamada ağırlık değişimi en az H3 (35 cm) mesafesinde 5 sn sürede görülmüştür.

G1 (90 W) gücünde yapılan uygulamalarda mesafe arttıkça ağırlık değişimi de azalan bir değişim göstermiştir. Uygulama süresi arttıkça ağırlık değişimi de farklılıklar göstermiştir. (Şekil 4.9.).



Şekil 4.9. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Fasulye bitkileri üzerindeki ağırlık değeri değişimi (G1:90 W, G2:350 W, G3:700 W; H1:15 cm, H2:25 cm, H3:35 cm)

Ağırlık ölçümler tesadüf parselleri deneme deseni yöntemiyle değerlendirilmiş ve Varyans analiz tabloları EK 4 'de verilmiştir. Güç-Mesafe-Süre ayrı ayrı incelendiğinde ve birbirleri ile interaksiyonlarına bakıldığında faktörlerin ağırlık değeri üzerine etkileri arasındaki farklılıklar önemsiz görülmüştür. Bunun yanında tekerrürler arasındaki farklılık % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. LSD testi uygulandığında LSD : 1.891 bulunmuştur. Tekerrürler arasında sırasıyla F değerleri 1.779^a-1.648^a-1.000^b hesaplanmıştır.

Fasulye bitkisinde G3 (700 W) gücünde L değeri (parlaklık) değişimi incelendiğinde değişim oranı en az H1 (15 cm) mesafesinde 20 sn sürede gerçekleşmiştir.

G2 (350 W) gücünde değişim mesafe arttıkça azalmıştır. H3 (35 cm) mesafesinde değişim oranı %5 'i geçmemiştir.

G1 (90 W) gücünde L değeri değişimi en az H3 (35 cm) mesafesinde gözlemlenmiştir (Şekil 4.10.).

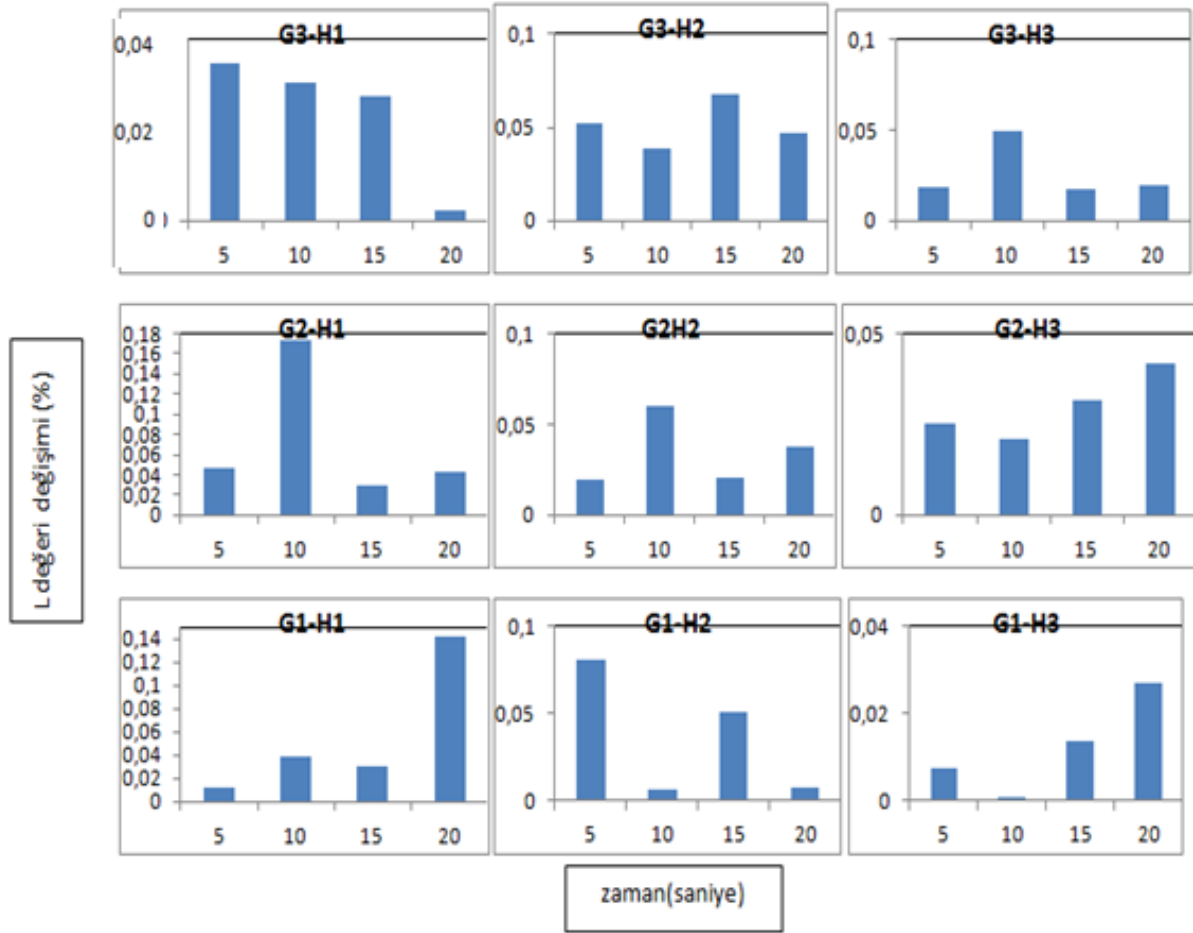
Ölçümler tesadüf parselleri deneme deseni yöntemiyle değerlendirilmiş ve Varyans analiz tabloları EK 3 'de verilmiştir. Güç-Mesafe-Süre ayrı ayrı incelendiğinde ve birbirleri ile interaksiyonlarına bakıldığında faktörlerin L değeri üzerine etkileri arasındaki farklılıklar önemsiz görülmüştür. Bunun yanında tekerrürler arasındaki farklılık % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. LSD testi uygulandığında LSD : 2.198 bulunmuştur. Tekerrürler arasında sırasıyla F değerleri 5.779^a-5.648^a-1.000^b hesaplanmıştır.

Fasulye bitkisinde G3 (700 W) gücünde b değeri en az değişimi H3 (35 cm) mesafesinde ve 20 sn sürede göstermiştir.

G2 (350 W) gücünde değişim mesafe arttıkça azalmıştır. En az değişim H3 mesafesinde (35 cm) mesafesinde 10 sn ve 20 sn sürelerinde olmuştur.

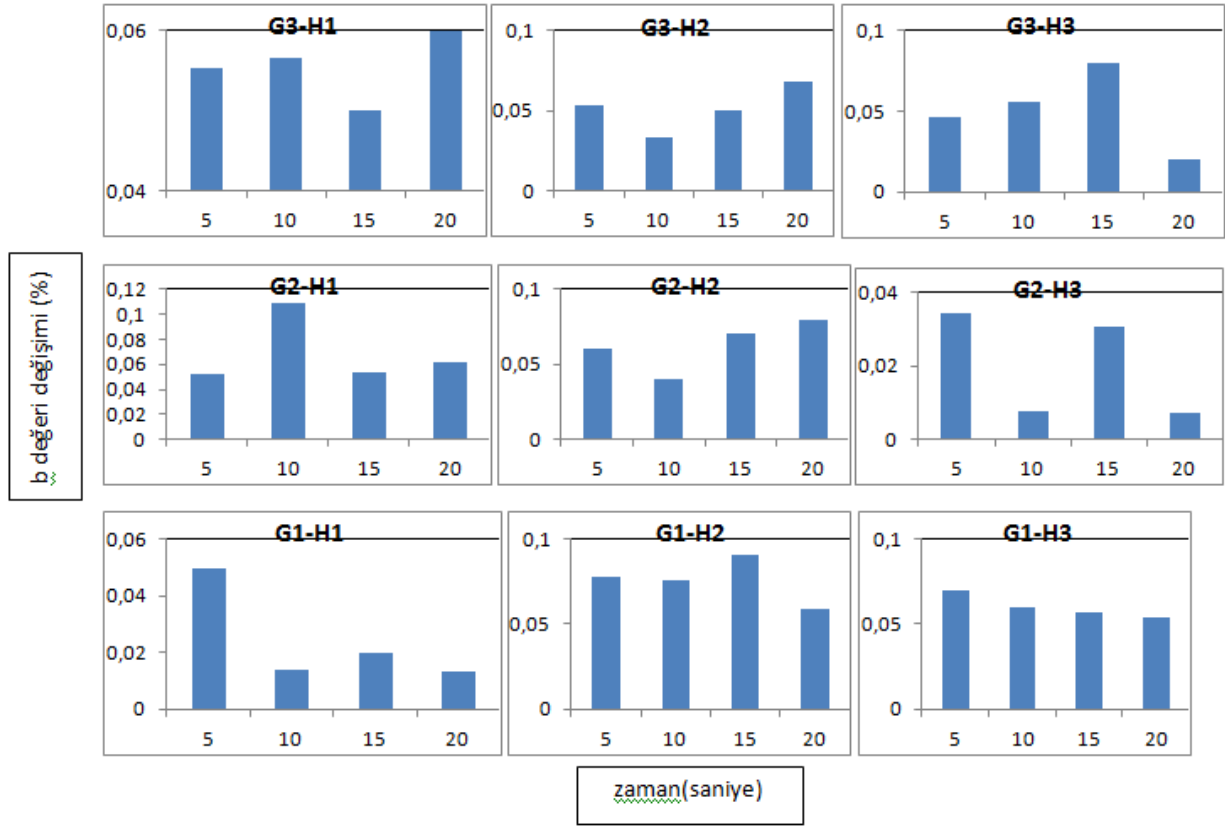
G1 (90 W) gücünde b değeri değişimi en az H1 (15 cm) seviyesinde, 10 sn ve 20 sn sürelerinde olmuştur (Şekil 4.11.).

b değeri ölçümleri tesadüf parselleri deneme deseni yöntemiyle değerlendirilmiş ve Varyans analiz tabloları EK 3 'de verilmiştir. Güç-Mesafe-Süre ayrı ayrı incelendiğinde ve birbirleri ile interaksiyonlarına bakıldığında faktörlerin b değeri üzerine etkileri arasındaki farklılıklar önemsiz görülmüştür. Bunun yanında tekerrürler arasındaki farklılık % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. LSD testi uygulandığında LSD : 2.487 bulunmuştur. Tekerrürler arasında sırasıyla F değerleri 7.654^a-6.464^a-1.000^b hesaplanmıştır.



Şekil 4.10. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Fasulye bitkileri üzerindeki L değeri değişimi (G1:90 W, G2:350 W, G3:700 W; H1: 15cm, H2: 25cm, H3: 35cm)

a değeri ölçümleri tesadüf parselleri deneme deseni yöntemiyle değerlendirilmiş ve Varyans analiz tabloları EK 3 'de verilmiştir. Güç-Mesafe-Süre ayrı ayrı incelendiğinde ve birbirleri ile interaksiyonlarına bakıldığında faktörlerin a değeri üzerine etkileri arasındaki farklılıklar önemsiz görülmüştür. Bunun yanında tekerrürler arasındaki farklılık % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. LSD testi uygulandığında LSD : 0.616 bulunmuştur. Tekerrürler arasında 2.-1.-3.sırasıyla F değerleri 1.656^a-1.633^a-1.000^b hesaplanmıştır.

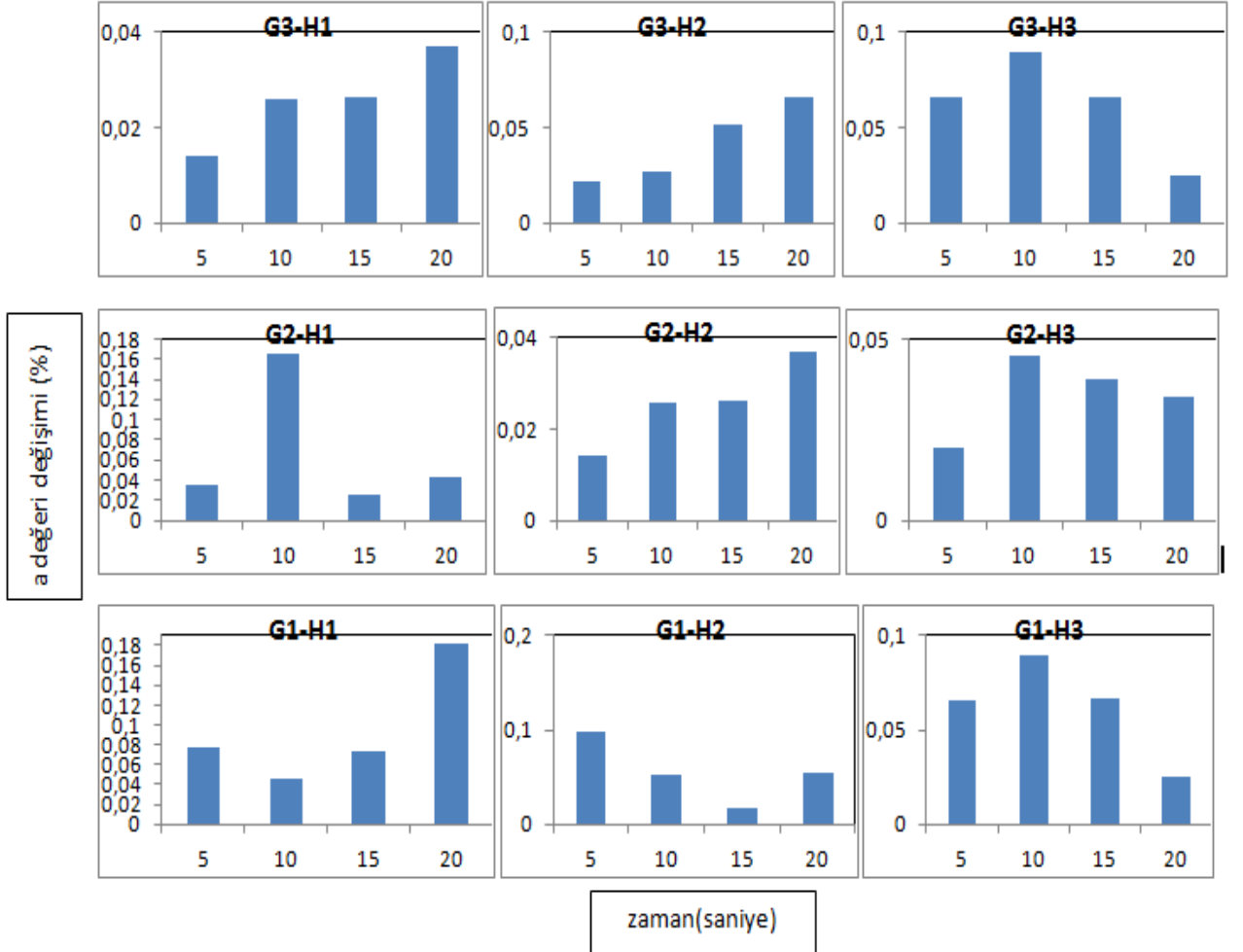


Şekil 4.11. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Fasulye bitkileri üzerindeki b değeri değişimi (G1:90 W, G2:350 W, G3:700 W; H1:15 cm, H2:25 cm, H3:35 cm)

Fasulye bitkisinde G3 (700 W) gücünde a değeri değişim oranı en az H1 mesafesinde ve 5 sn sürede gerçekleşmiştir.

G2 (350 W) gücünde en az değişim oranı H2 (25 cm) mesafesinde 5 sn sürede kayıt edilmiştir.

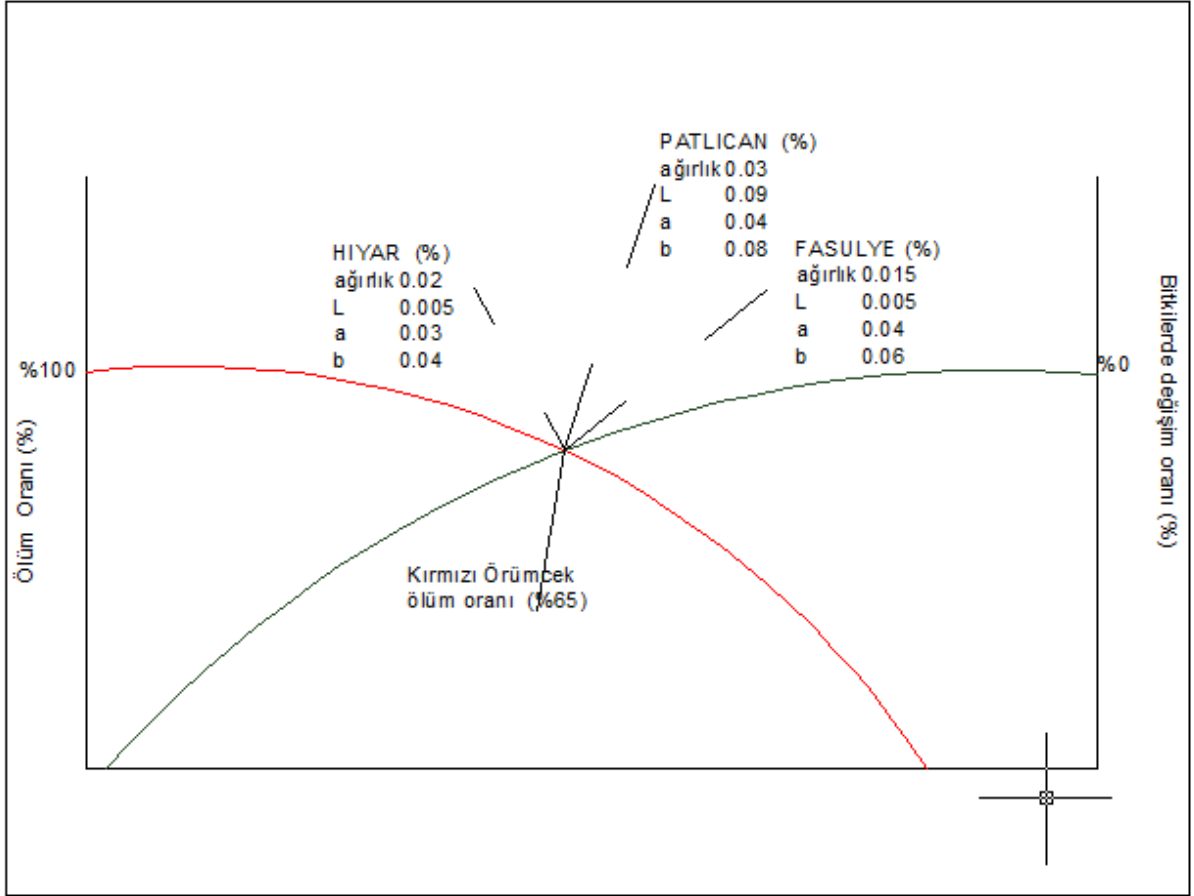
G1 (90 W) gücünde en az değişim H2 (25 cm) mesafesinde 15 sn sürede gerçekleşmiştir (Şekil 4.12.).



Şekil 4.12. Üç farklı güç değerinde ve üç farklı uzaklık değerinde uygulanan mikrodalga enerjisinin zamana bağlı olarak Fasulye bitkileri üzerindeki a değeri değişimi (G1:90 W, G2:350 W, G3:700 W; H1:15 cm, H2:25 cm, H3:35 cm)

4.3. Prototip

Denemeler süresince yapılan ölçümler 700 W - 15 cm - 20 sn koşullarında domates, patlıcan, fasulye ve kırmızı örümcek için ağırlık ve renk değişim değerlerini ortaya koymuştur. Bu değerler Şekil 4.13. 'de görülmektedir. Bu değerler dikkate alınarak prototip tasarımı yapılmıştır.



Şekil 4.13. 700 W - 15 cm - 20 sn koşullarında kırmızı örümcek ve bitkilere ait ölçülmüş değerlerin grafiksel sunumu

Seralarda sıra arasında kendi yürür bir prototip tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarımı yapılan prototipin boyutları 820x690x1800 mm ölçülerindedir. Uzaktan kumanda ile kontrol edilebilen prototip Şekil 4.14. 'de görülmektedir. Elektrik enerjisi kullanılarak 220 V ile çalışmaktadır. Magnetronların yükseklikleri ve bitkiye olan uzaklıkları ayarlanabilmektedir.



Şekil 4.14. Prototipin genel görüntüsü

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

En yüksek dielektrik sabiti fasulye için 60 °C sıcaklık ile 1 GHz frekansta ($\epsilon'=5,2\pm0,1$), hıyar için 20 °C ile 1 GHz frekansta ($\epsilon'=85,0\pm0,4$), patlıcan için 20 °C sıcaklık ile 1 GHz frekansta ($\epsilon'=82,7\pm1,8$) ve kırmızı örümcek için ise 60 °C sıcaklık ile 1 GHz frekansta ($\epsilon'=102,9\pm20,0$) elde edilmiştir.

En yüksek kayıp faktörü fasulye için 20 °C sıcaklık ile 2 GHz frekansta ($\epsilon''=2,9\pm0,1$), hıyar için 60 °C ile 1 GHz frekansta ($\epsilon''=297,5\pm18$), patlıcan için 60 °C sıcaklık ile 1 GHz frekansta ($\epsilon''=198,4\pm7,3$) ve kırmızı örümcek için ise 60 °C sıcaklık ile 1 GHz frekansta ($\epsilon''=370,7\pm33,0$) elde edilmiştir.

Hıyar bitkisinde genel olarak ağırlık, L,a,b değerleri laboratuvar denemelerinde maksimum %10 değişim göstermiş olup bitkiler için önemli bir değişiklik değildir. Buna ek olarak 700 W güç seviyesinde 15 cm mesafeden 20 sn süresince yapılan uygulamada L değeri % 12, a değeri ise % 11 değişim göstermiştir.

Fasulye bitkisinde ağırlık değişimi maksimum % 3 saptanmıştır. L, a, b değerlerinde ise genel olarak maksimum % 10 değişim göstermiş olup bitkiler için önemli bir değişiklik değildir. Sadece bir uygulamada (700 W güç seviyesinde 15 cm mesafeden 20 sn süresince yapılan uygulamada) L değeri % 14, a değeri ise % 18 değişim göstermiştir.

Patlıcan bitkisinde ağırlık değişimi maksimum % 4 saptanmıştır. L, a, b değerlerinde ise genel olarak maksimum % 10 değişim göstermiş olup bitkiler için önemli bir değişiklik değildir. Sadece bir uygulamada (350 W güç seviyesinde 25 cm mesafeden 20 sn 'de yapılan uygulamada) L değeri % 11, a değeri ise % 22 değişim göstermiştir.

Geliştirilen prototip denenmiş, kontrol ve uygulamasının kolay olduğu gözlenmiş, başarılı bir mücadele aracı olarak ifade edilmiştir.

Aşağıdaki özelliklere sahip bir prototip geliştirilmiştir :

- Uzaktan kontrol edilebilir,
- Hedefe uzaklık, yerden yükseklik ve hız ayarı yapılabilir
- Akü ile çalışabilir
- Mikrodalga güç ayarı yapılabilir
- Seralarda tarımsal mücadelede kullanılabilir
- Çevre dostu
- Uygulama ve kullanım kolaylığı

6. KAYNAKLAR

- Anonim (1988). VI. Beş Yıllık Kalkınma Planı Örtüaltı Sebze Yetiştiriciliği Özel İhtisas Grubu Komisyonu Raporu, Antalya.
- Anonim (2005a). FAO Verileri. <http://faostat.fao.org> Erişim tarihi:13.09.2007
- Anonim (2005b). CENELEC Verileri. Human Exposure to Radio Frequency Fields from Hand-held and Body-mounted Wireless Communication Devices-Human Models, Instrumentation, and Procedures. Part 1: Procedure to Determine the Specific Absorption Rate (SAR) for Hand-held Devices Used in Close Proximity to the Ear (Frequency Range of 300 MHz to 3 GHz). International Electrotechnical Commission, Genova. CEI/IEC 62209-1.
- 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 (2007). Kırmızı Örumceğin, Tanımı, Yaşayışı, Zarar Şekli, Ekonomik Önemi. <http://volkanderinbay.com/TARIMNET/bitkikor3b.asp?konuno=13#j13> Erişim Tarihi: 04.05.2014.
- Anonim (2008). MEGEP Verileri. Bahçecilik- Patlıcan Yetiştiriciliği. http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/bahcecilik/moduller/patlican_yetistiriciligi.pdf Erişim Tarihi: 04.05.2014.
- Anonim (2009). FAO Verileri. <http://www.fao.org> Erişim Tarihi:04.05.2014.
- Anonim (2013a). TÜİK Verileri. Örtü Altı Tarım Alanları, Örtü Altı Sebze ve Meyve Üretimi. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 Erişim Tarihi: 01.05.2014.
- Anonim (2013b). TÜİK Verileri. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim Tarihi: Mart, 2013.
- Anonim (2013c). Ege İhracatçı Birlikleri. <http://www.egebirlik.org.tr>. Erişim: Şubat, 2013.
- Anonim (2013d). BBTÜ Verileri. Hıyar Yetiştiriciliği. <http://tohumcu.org/index.php?page=teknikbilgi1DetayT&pid=43> Erişim Tarihi: 01.05.2014.

- Anonim (2014a). Sera sistemleri. <http://www.maycelik.net/?Syf=4&Fa=4&Id=155806> Erişim Tarihi: 25/05/2014
- Anonim (2014b). Serada askı sistemleri. <http://www.alpagut.org/?pAGER=97&tEMPLATER=1&pERMISSION=tRUE&rOLE=pUBLIC> Erişim Tarihi: 25/05/2014
- 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.
- Colpitts B, Pelletier Y, Cogswell S (1992). Complex Permittivity Measurements of the Colorado Potato Beetle Using Coaxial Probe Techniques. *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy*, 27, 175-182.
- 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.
- Düzgüneş Z (1977). The Phytophagous Mites on Different Economic Plants and Their Control in Çukurova, Turkey. *Çukurova University 100, The Public Lecture*, 91: 1-25.
- Düzgüneş Z, Çobanoğlu S (1983). *Tetranychus Urticae* Koch ve *Tetranychus Cinnabarinus* (Boisduval) (Acarina: Tetranychidae)'un Değişik Sıcaklık ve Nem Koşullarında Biyolojileri ve Hayat Tabloları. *Bit. Kor. Bült.*, 23 (4): 171-187.
- 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.
- Fasulo TR, (2000). DPI Entomology Circular 89, University of Florida, and H.A. Denmark (retired), Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, EENY-150.

- Herbert JH, (1981). Biology, Life Tables and Innate Capacity for Increase of Two Spotted Spider Mite, *Tetranychus Urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). Canadian Entomologist, 113: 371-378.
- Herve JAG, Tang J, Luedecke L, Feng H (1998). Dielectric Properties of Cottage Cheese and Surface Treatment Using Microwaves. Journal of Food Engineering, 37, 389-410.
- Ikediala N, Tang J, Drake SR, Neven LG (2000). Dielectric Properties of Apple Cultivars and Codling Moth Larvae. Transactions of the ASAE. 2000 American Society of Agricultural Engineers, 0001-2351 / 00 / 4305-1175, Vol 43(5): 1175-1184.
- Jeppson LR, Keifer HH, Baker EW (1975). Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press.
- Kasap İ, (2002). İki Noktalı Kırmızı Örümcek, *Tetranychus Urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'nin Laboratuvar Koşullarında Üç Farklı Konukçu Üzerinde Biyolojisi ve Yaşam Çizelgesi. Türkiye Entomoloji Dergisi, 26 (4): 257-266.
- Keskin M, (2005). Kırmızı Örümcekler (Akarlar) Tanımı, Yaşayışı ve Zarar Şekli. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, T.C. Samsun Valiliği Tarım İl Müdürlüğü, No:B/36 2005.
- 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.
- Krips OE, Witul A, Willems PEL, Dicke M (1998). Intrinsic Rate of Population Increase of the Spider Mite *Tetranychus Urticae* on the Ornamental Crop Gerbera: Intraspecific Variation in Host Plant and Herbivore. Entomologia Experimentalis et Applicata, 89: 159-168.
- Lampkin N, (1990). Organic Farming. Farming Press Books, UK.
- Nelson SO, Kraszewski AW, Trabelsi S, Lawrence KC (2000). Using Cereal Grain Permittivity for Sensing Moisture Content. IEEE Trans. Instrum. Meas., 49(3): 470-475.
- Rahi GS, Rich JR. (2011). Effect of Moisture on Efficiency of Microwaves to Control Plant-Parasitic Nematodes in Soil. Journal of Microwave Power Electromagn Energy, Vol45(2):86-93.

- Rosenthal GA, Berenbaum MR (1991). *Herbivores: Their Interaction With Secondary Plant Metabolites*. Vol. 2, Ecological and Evolutionary Processes. London:Academic Press.
- Sabelis MW, Janssen A, Pallini A, Venzon M, Bruin J, Drukker B, Scutareanu P (1999). Behavioral Responses of Predatory and Herbivorous Arthropods to Induced Plant Volatiles: from Evolutionary Ecology to Agricultural Implications. In AA Agrawal, S Tuzun, E Bent, eds, *Induced Plant Defenses Against Pathogens and Herbivores*. American Phytopathological Society Press, St. Paul, pp 269–296.
- Shih CT, Poe SL, Cromroy HL (1976). Biology, Lifetable and Intrinsic Rate of Increase of *Tetranychus Urticae*. *Annals of the Entomological Society of America*,69: 362-364.
- Sprent JI, (2001). *Nodulation in Legumes*, Royal Botanic Gardens, Kew, U.K.. 14-25.
- Stumpf N, Nauen R, (2001). Cross-Resistance, Inheritance and Biochemistry of Mitochondrial Electron Transport Inhibitor-Acaricide Resistance in *Tetranychus Urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology* 94(6): 1577-1583.
- Taşkın MB (2012). Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.) Bitkisinin Alüminyum İçeriği Üzerine Tavuk Gübresi Uygulamasının Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Tsagkarakou A, Navajas M, Rousset F, Pasteur N (1999). Genetic Differentiation in *Tetranychus Urticae* (Acari: Tetranychidae) from Greenhouses in France. *Experimental and Applied Acarology* 23: 365-378.
- Vadivambal R, Manickavasaga A, Jayas DS, White NDG, (2005). Thermal imaging to study the heating pattern of wheat in an industrial microwave drier. *Proc. Infram. Infrared Training Centre North Billerica MA.*, 5: 345-353.
- 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.
- Van Den Boom CEM, Van Beek TA, Posthumus MA, Groot AD, Dicke M (2004). Qualitative and Quantitative Variation Among Volatile Profiles Induced by *Tetranychus Urticae* Feeding on Plants from Various Families. *Journal of Chemical Ecology* 30(1): 69-89.

- Van Leeuwen T, Pottelberge SV, Tirry L (2005). Comparative Acaricide Susceptibility and Detoxifying Enzyme Activities in Field-Collected Resistant and Susceptible Strains of Tetranychus Urticae. *Pest Management Science* 61: 499-507.
- Van Leeuwen T, Tirry L, Nauen R (2006). Complete Maternal Inheritance of Bfenazate Resistance in Tetranychus Urticae Koch (Acari: Tetranychidae) and Its Implications in Mode of Action Considerations. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 36: 869-877.
- 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, Ikediala 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, MI, 16p.
- Wang S, Tang J, Cavalieri RP, Davis DC (2003). Differential Heating of Insects in Dried Nuts and Fruits Associated with Radio Frequency and Microwave Treatments. *Transactions of the ASAE, 2003 American Society of Agricultural Engineers* ISSN 0001-2351, Vol 46(4): 1175-1182.
- Zümbeoğlu A. (1986). Turunçgil Zararlıları ile Mücadelede Örnekleme Yöntemleri ve Ekonomik Zarar Eşikleri. *Türk bitki Koruma Dergisi*, 10(4): 245-257.

EK1: Kırmızı örümcek ölüm oranı varyans analizi

(Üç faktör Tesadüf Parselleri)

```

Kullanılan Değişkenler
Tekerrür      : GUC           Seviyesi 1 - 3
FaktorA       : MESAFE        Seviyesi 1 - 3
FaktorB       : SURE          Seviyesi 1 - 3
FaktorC       : TEKERRUR      Seviyesi 1 - 3
    
```

U A R Y A N S A N A L I Z T A B L O S U

Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	Tablo Degeri %1
Faktor-A	2	6172.914	3086.457	32.229**	3.150	4.980
Faktor-B	2	3737.210	1868.605	19.512**	3.150	4.980
A*B	4	1428.568	357.142	3.729**	2.530	3.650
Faktor-C	2	212.321	106.160	1.109ns	3.150	4.980
A*C	4	13.235	3.309	0.035ns	2.530	3.650
B*C	4	82.716	20.679	0.216ns	2.530	3.650
A*B*C	8	77.951	9.744	0.102ns	2.100	2.820
Hata	54	5171.333	95.765			
Genel	80	16896.247	211.203			

ns = önemsiz (not significant)

* = önemli %5 alfa seviyesinde (significant at alfa level %5)

** = önemli %1 alfa seviyesinde (significant at alfa level %1)

EK2: Patlıcan bitkisi varyans analizi

Kullanılan Değişkenler			
Tekerrür	: GUC	Seviyesi 1	- 3
FaktorA	: MESAFE	Seviyesi 1	- 3
FaktorB	: SURE	Seviyesi 1	- 4
FaktorC	: TEKERRUR	Seviyesi 1	- 3

Ağırlık değerleri

VARYANS ANALİZ TABLOSU							
Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	Degeri %1	
Faktor-A	2	8.145	4.073	2.176ns	3.000	4.610	
Faktor-B	3	23.050	7.683	4.106**	2.600	3.780	
A*B	6	20.138	3.356	1.794ns	2.100	2.800	
Faktor-C	2	1.643	0.822	0.439ns	3.000	4.610	
A*C	4	7.081	1.770	0.946ns	2.370	3.320	
B*C	6	2.081	0.347	0.185ns	2.100	2.800	
A*B*C	12	12.978	1.082	0.578ns	1.750	2.180	
Hata	72	134.737	1.871				
Genel	107	209.855	1.961				

ns = önemsiz (not significant)
* = önemli %5 alfa seviyesinde (significant at alfa level %5)
** = önemli %1 alfa seviyesinde (significant at alfa level %1)

L değerleri

VARYANS ANALİZ TABLOSU							
Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	Degeri %1	
Faktor-A	2	199.562	99.781	2.506ns	3.000	4.610	
Faktor-B	3	206.485	68.828	1.729ns	2.600	3.780	
A*B	6	160.842	26.807	0.673ns	2.100	2.800	
Faktor-C	2	39.496	19.748	0.496ns	3.000	4.610	
A*C	4	24.986	6.246	0.157ns	2.370	3.320	
B*C	6	416.982	69.497	1.746ns	2.100	2.800	
A*B*C	12	311.630	25.969	0.652ns	1.750	2.180	
Hata	72	2866.447	39.812				
Genel	107	4226.429	39.499				

ns = önemsiz (not significant)
* = önemli %5 alfa seviyesinde (significant at alfa level %5)
** = önemli %1 alfa seviyesinde (significant at alfa level %1)

a değerleri

U A R Y A N S A N A L I Z T A B L O S U							
Uaryasyon Kaynagi	Serbes. Derece.	Kareler Toplami	Kareler Ortalamasi	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	Tablo Değeri %1	
Faktor-A	2	40.014	20.007	1.268ns	3.000	4.610	
Faktor-B	3	41.954	13.985	0.886ns	2.600	3.780	
A*B	6	245.336	40.889	2.592*	2.100	2.800	
Faktor-C	2	0.236	0.118	0.007ns	3.000	4.610	
A*C	4	66.059	16.515	1.047ns	2.370	3.320	
B*C	6	79.278	13.213	0.838ns	2.100	2.800	
A*B*C	12	119.060	9.922	0.629ns	1.750	2.180	
Hata	72	1135.840	15.776				
Genel	107	1727.777	16.147				

ns = önemsiz (not significant)
* = önemli %5 alfa seviyesinde (significant at alfa level %5)
** = önemli %1 alfa seviyesinde (significant at alfa level %1)

b değerleri

U A R Y A N S A N A L I Z T A B L O S U							
Uaryasyon Kaynagi	Serbes. Derece.	Kareler Toplami	Kareler Ortalamasi	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	Tablo Değeri %1	
Faktor-A	2	175.331	87.666	2.286ns	3.000	4.610	
Faktor-B	3	119.696	39.899	1.040ns	2.600	3.780	
A*B	6	337.089	56.182	1.465ns	2.100	2.800	
Faktor-C	2	47.761	23.880	0.623ns	3.000	4.610	
A*C	4	23.020	5.755	0.150ns	2.370	3.320	
B*C	6	281.444	46.907	1.223ns	2.100	2.800	
A*B*C	12	465.831	38.819	1.012ns	1.750	2.180	
Hata	72	2761.280	38.351				
Genel	107	4211.452	39.359				

ns = önemsiz (not significant)
* = önemli %5 alfa seviyesinde (significant at alfa level %5)
** = önemli %1 alfa seviyesinde (significant at alfa level %1)

EK3: Hıyar bitkisi varyans analizi

Kullanılan Değişkenler			
Tekerrür	: GUC	Seviyesi 1	- 3
FaktorA	: MESAFE	Seviyesi 1	- 3
FaktorB	: SURE	Seviyesi 1	- 4
FaktorC	: TEKERRUR	Seviyesi 1	- 3

Ağırlık değerleri

VARYANS ANALİZ TABLOSU							
Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	Tablo Degeri %1	
Faktor-A	2	3.388	1.694	2.897ns	3.000	4.610	
Faktor-B	3	2.958	0.986	1.686ns	2.600	3.780	
A*B	6	5.282	0.880	1.505ns	2.100	2.800	
Faktor-C	2	0.166	0.083	0.142ns	3.000	4.610	
A*C	4	0.475	0.119	0.203ns	2.370	3.320	
B*C	6	2.789	0.465	0.795ns	2.100	2.800	
A*B*C	12	3.478	0.290	0.496ns	1.750	2.180	
Hata	72	42.106	0.585				
Genel	107	60.643	0.567				

ns = önemsiz (not significant)
* = önemli %5 alfa seviyesinde (significant at alfa level %5)
** = önemli %1 alfa seviyesinde (significant at alfa level %1)

L değerleri

VARYANS ANALİZ TABLOSU							
Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	Tablo Degeri %1	
Faktor-A	2	51.149	25.574	0.338ns	3.000	4.610	
Faktor-B	3	266.920	88.973	1.175ns	2.600	3.780	
A*B	6	532.763	88.794	1.172ns	2.100	2.800	
Faktor-C	2	146.669	73.334	0.968ns	3.000	4.610	
A*C	4	117.921	29.480	0.389ns	2.370	3.320	
B*C	6	369.241	61.540	0.813ns	2.100	2.800	
A*B*C	12	338.526	28.210	0.372ns	1.750	2.180	
Hata	72	5452.963	75.736				
Genel	107	7276.153	68.001				

ns = önemsiz (not significant)
* = önemli %5 alfa seviyesinde (significant at alfa level %5)
** = önemli %1 alfa seviyesinde (significant at alfa level %1)

a değerleri

V A R Y A N S A N A L I Z T A B L O S U						
Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	Değeri %1
Faktor-A	2	528.774	264.387	1.464ns	3.000	4.610
Faktor-B	3	293.809	97.936	0.542ns	2.600	3.780
A*B	6	1241.625	206.937	1.146ns	2.100	2.800
Faktor-C	2	52.469	26.235	0.145ns	3.000	4.610
A*C	4	861.931	215.483	1.193ns	2.370	3.320
B*C	6	893.570	148.928	0.824ns	2.100	2.800
A*B*C	12	1058.912	88.243	0.488ns	1.750	2.180
Hata	72	13006.475	180.645			
Genel	107	17937.565	167.641			

ns = önemsiz (not significant)
* = önemli %5 alfa seviyesinde (significant at alfa level %5)
** = önemli %1 alfa seviyesinde (significant at alfa level %1)

b değerleri

V A R Y A N S A N A L I Z T A B L O S U						
Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	Değeri %1
Faktor-A	2	136.077	68.039	2.532ns	3.000	4.610
Faktor-B	3	64.262	21.421	0.797ns	2.600	3.780
A*B	6	233.909	38.985	1.451ns	2.100	2.800
Faktor-C	2	94.513	47.257	1.758ns	3.000	4.610
A*C	4	38.567	9.642	0.359ns	2.370	3.320
B*C	6	202.486	33.748	1.256ns	2.100	2.800
A*B*C	12	120.861	10.072	0.375ns	1.750	2.180
Hata	72	1934.895	26.874			
Genel	107	2825.569	26.407			

ns = önemsiz (not significant)
* = önemli %5 alfa seviyesinde (significant at alfa level %5)
** = önemli %1 alfa seviyesinde (significant at alfa level %1)

EK4: Fasulye bitkisi varyans analizi

Kullanılan Değişkenler			
Tekerrür	: GUC	Seviyesi 1	- 3
FaktorA	: MESAFE	Seviyesi 1	- 3
FaktorB	: SURE	Seviyesi 1	- 4
FaktorC	: TEKERRUR	Seviyesi 1	- 3

Ağırlık değerleri

V A R Y A N S A N A L I Z T A B L O S U						
Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	%1
Faktor-A	2	0.410	0.205	0.215ns	3.000	4.610
Faktor-B	3	2.244	0.748	0.786ns	2.600	3.780
A*B	6	6.569	1.095	1.150ns	2.100	2.800
Faktor-C	2	9.969	4.984	5.236**	3.000	4.610
A*C	4	0.215	0.054	0.056ns	2.370	3.320
B*C	6	1.802	0.300	0.316ns	2.100	2.800
A*B*C	12	5.502	0.458	0.482ns	1.750	2.180
Hata	72	68.545	0.952			
Genel	107	95.255	0.890			

ns = önemsiz (not significant)
* = önemli %5 alfa seviyesinde (significant at alfa level %5)
** = önemli %1 alfa seviyesinde (significant at alfa level %1)

L değerleri

V A R Y A N S A N A L I Z T A B L O S U						
Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Degeri %5	%1
Faktor-A	2	15.842	7.921	0.654ns	3.000	4.610
Faktor-B	3	66.487	22.162	1.831ns	2.600	3.780
A*B	6	82.248	13.708	1.132ns	2.100	2.800
Faktor-C	2	532.643	266.321	22.002**	3.000	4.610
A*C	4	58.384	14.596	1.206ns	2.370	3.320
B*C	6	69.625	11.604	0.959ns	2.100	2.800
A*B*C	12	196.065	16.339	1.350ns	1.750	2.180
Hata	72	871.511	12.104			
Genel	107	1892.805	17.690			

ns = önemsiz (not significant)
* = önemli %5 alfa seviyesinde (significant at alfa level %5)
** = önemli %1 alfa seviyesinde (significant at alfa level %1)

a değerleri

VARYANS ANALİZ TABLOSU							
Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	Değeri %1	
Faktor-A	2	71.503	35.751	1.624ns	3.000	4.610	
Faktor-B	3	7.047	2.349	0.107ns	2.600	3.780	
A*B	6	55.449	9.241	0.420ns	2.100	2.800	
Faktor-C	2	742.960	371.480	16.870**	3.000	4.610	
A*C	4	98.603	24.651	1.119ns	2.370	3.320	
B*C	6	68.034	11.339	0.515ns	2.100	2.800	
A*B*C	12	53.537	4.461	0.203ns	1.750	2.180	
Hata	71	1563.455	22.020				
Genel	106	2660.587	25.100				

ns = önemsiz (not significant)
* = önemli %5 alfa seviyesinde (significant at alfa level %5)
** = önemli %1 alfa seviyesinde (significant at alfa level %1)

b değerleri

VARYANS ANALİZ TABLOSU							
Varyasyon Kaynağı	Serbes. Derece.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri %5	Değeri %1	
Faktor-A	2	78.105	39.053	2.519ns	3.000	4.610	
Faktor-B	3	26.056	8.685	0.560ns	2.600	3.780	
A*B	6	98.753	16.459	1.062ns	2.100	2.800	
Faktor-C	2	906.557	453.278	29.240**	3.000	4.610	
A*C	4	100.855	25.214	1.626ns	2.370	3.320	
B*C	6	229.226	38.204	2.464*	2.100	2.800	
A*B*C	12	155.693	12.974	0.837ns	1.750	2.180	
Hata	72	1116.160	15.502				
Genel	107	2711.405	25.340				

ns = önemsiz (not significant)
* = önemli %5 alfa seviyesinde (significant at alfa level %5)
** = önemli %1 alfa seviyesinde (significant at alfa level %1)

ÖZGEÇMİŞ

Nurfer Kama, 1982 yılında İstanbul’da doğdu. İlk öğretimini Oruçgazi İlköğretim Okulu ‘nda, Orta öğretimini Ataköy Hasan Polatkan Süper Lisesi ’nde olmak üzere İstanbul’da tamamladı. 2000 yılında Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Ziraat Mühendisliği, Tarım Teknolojisi bölümünü kazandı. 2005 yılında Tarım Teknolojisi / Tarım Makineleri bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Tekirdağ’da Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Ana Bilim Dalı ’nda Yüksek Lisans öğrenimine ve İstanbul’da Taral Tarım Makineleri ve Aletleri San. A.Ş.’de göreve başladı. 2008 yılında Yüksek lisans eğitimini tamamladıktan sonra aynı yıl Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Ana Bilim Dalı ’nda Doktora öğrenimine başladı. 2014 yılında A sınıfı İş Güvenliği Uzmanı oldu.