

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI
2014-YL-050

SİMÜLASYONLA PAMUK BİTKİSİNDE DEFOLYANT
UYGULAMASINDA PÜSKÜRTME MEMESİNİN
FARKLI KONUMLARINDA BAZI PÜLVERİZASYON
KARAKTERİSTİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Keziban YALÇIN

Tez Danışmanı:
Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN

AYDIN

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Keziban YALÇIN tarafından hazırlanan “Simülasyonla Pamuk Bitkisinde Defolyant Uygulamasında Püskürtme Memesinin Farklı Konumlarında Bazı Pülverizasyon Karakteristiklerinin Karşılaştırılması” başlıklı tez, 16/09/2014 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan : Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN	ADÜ Ziraat Fak.	
Üye : Yrd. Doç. Dr. Erkan ŞİMŞEK	ADÜ Aydın MYO	
Üye : Yrd. Doç. Dr. Taner AKBAŞ	ADÜ Aydın MYO	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu yüksek lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun sayılı kararıyla/...../2014 tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN
Enstitü Müdürü

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

/ /2014
Keziban YALÇIN

ÖZET

SİMÜLASYONLA PAMUK BİTKİSİNDE DEFOLYANT UYGULAMASINDA PÜSKÜRTME MEMESİNİN FARKLI KONUMLARINDA BAZI PÜLVERİZASYON KARAKTERİSTİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Keziban YALÇIN

Yüksek Lisans Tezi, Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN

2014, 55 sayfa

Bu çalışmada, pamukta makinalı hasattan önce uygulanan yaprak döktürücü (defolyant) kullanımında sınır doz değerleri ve farklı meme konumlarının oluşan damla çapı, yüzey kaplama ve birikim miktarlarına etkileri tespit edilmiştir.

Çalışmalar kapalı alan denemeleri ve laboratuvar analizleri olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarda yapay pamuk bitkileri kullanılmıştır. Kapalı alan denemeleri GKH ile 2 farklı normda (20-40 L/da) ve 3 farklı meme konumunda (GM, SGM ve GMYA) gerçekleştirilmiştir. Girişim bölgesindeki bitkiler üzerinde bitki yan tarafları ve merkezinin üst-orta-alt olmak üzere 27 adet örnekleme bölgesi belirlenmiştir. Bitkilerin girişim noktalarındaki etkinliğini görebilmek için ise 6 girişim noktası seçilmiştir. Örnekleme bölgelerine birikim miktarı tespiti için birer adet filtre kağıdı, kaplama oranı ve damla çapı tespiti için suya duyarlı kağıtlar yerleştirilmiştir. Yere sürüklenen ilaç miktarını belirlemek için zeminde bitkinin yanlarına ve sıra üzerine örnekleme yüzeyi oluşturulmuştur. Yüzeylerdeki kalıntı miktarları laboratuvar koşullarında analizleri yapılarak spektrofotometre okumasıyla belirlenmiştir. Damla çapları ve kaplama oranları tespiti, görüntü analiz programında gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre defolyant uygulamalarında yaygın olarak kullanılan GMYA meme konumunun 40 L/da ilaç normunda en iyi birikim ve kaplama oranı değeri sağladığı, ayrıca sadece bu meme konumunda yaprak altına ilacın ulaştığı belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Defolyant, geleneksel içi boş konik hüzmeli meme, kaplama oranı, damla çapı ölçümü, sürüklenme, kalıntı miktarı

ABSTRACT

COMPARISON OF SOME SPRAYING CHARACTERISTICS FOR DIFFERENT SPRAY NOZZLE POSITIONS ON APPLICATION OF DEFOLIANT BY SIMULATION TECHNIQUE

Keziban YALÇIN

MSc. Thesis, Department of Agricultural Machinery

Supervisor: Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN

2014, 55 pages

In this study, limit dosage figures and drop diameter, effects on surface coverage and deposition quantities in different spray nozzle positions which were taken place were determined of application defoliating agent before machine harvest on cotton plant. Experiments were carried on two phase as indoor area trials and laboratory analysis. In these researches, artificial cotton plants were used. Indoor area trials were conducted 2 different application norms (20-40 L/da) and 3 different in spray nozzle positions (GM, SGM and GMYA) with GKH. 27 pieces of sampling area were determined that they were included the two sides of the plant and plant centre position of the upper-middle-lower in initiative area on plants. Six initiative areas were determined in order to record efficiency in initiative area on plants. For the purpose of deposition of trace amounts of substances were determined in sampling area; water-sensitive paper is placed on top that included both over the leaves and beneath the leaves in order to detect each filter paper, and drop diameter, rate of coverage. In order to determine the amount of pesticide drift to the ground, sampling area was made up of with filter paper on near the plant and plant rows. The amount of deposit on areas that were done analysis in laboratory conditions was determined to with spectrophotometer. Drop diameters and coverage rate detection were done analysis on image analysis. In analysis conclusions is determined that GMYA which is used generally in 40 L/da norm provide the best deposition and coverage rate on applications of defoliant, in addition to pesticide reach on leaf beneath in merely this spray nozzle position.

Key words: Defoliant, conventional hollow cone, coverage rate, droplet size, drift, tracer deposit

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının her aşamasındaki değerli katkılarından dolayı bana yol gösteren hocalarım, Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN'a, Dr. Türker SARAÇOĞLU'na, Ege Üniversitesi Tarım Makinaları Bölümündeki hocalarım Yrd. Doç. Dr. Hüseyin GÜLER'e, Dr. Erkan URKAN'a, suya duyarlı kağıtların temininde yardımcı olan Namık Kemal Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. İlker Hüseyin ÇELEN'e, laboratuvar analizlerinde bana yol gösteren Bornova Zirai Mücadele Araştırma İstasyonu Zirai Mücadele Alet ve Uygulama Teknikleri Şube Şefi Dr. Öncül CANER'e, ilaçlama makinasına eklediğimiz boom düzeneğinin imalatında emeği geçen Zir. Müh. Talha SEVER'e, laboratuvar analizlerinde yardımda bulunan Adnan Menderes Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü laborantı Ersin KARADEMİR'a, tez süresince maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca bu tezin hazırlanmasında maddi desteği sağlayan Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	ii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI.....	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	ix
ÖNSÖZ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xxi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Dünya’da ve Türkiye’de Pamuk.....	1
1.2. Makinalı Hasat ve Türkiye’deki Durumu.....	4
1.3. Defolyant ve Uygulama Amacı.....	5
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
3.1. Materyal.....	12
3.1.1. Yapay Pamuk Bitkisi.....	12
3.1.2. İlaçlama Makinesi ve Traktör.....	13
3.1.3. Püskürtme Memeleri ve Farklı Meme Konumları.....	13
3.1.4. Suya Duyarlı Kağıtlar ve Filtre Kağıtları.....	14
3.1.5. İz Maddesi ve Çözgen	15
3.1.6. Orbital Çalkalayıcı (Shaker).....	16
3.1.7. Spektrofotometre ve Spektrofotometre Küvetleri	16
3.1.8. Scanner.....	17
3.1.9. Görüntü Analiz Programı.....	18
3.1.10. Termohigrometre.....	19

3.1.11. Diğer Laboratuvar ve Gereçleri.....	19
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Kapalı Alan Denemeleri.....	20
3.2.2. Laboratuvar Analizleri.....	24
3.2.2.1. Spektrofotometre Kalibrasyonu.....	24
3.2.2.2. Örnekleme Bölgelerinde Filtre Kağıtlarındaki İz Maddesinin Saf Suya Aktarılması.....	27
3.2.2.3. Spektrofotometre Çalışmaları.....	27
3.2.3. Kaplama Oranı ve Damla Çapı Ölçümleri.....	28
3.2.3.1. Kaplama Oranı Ölçümleri.....	29
3.2.3.2. Image Tool Kalibrasyonu.....	32
3.2.3.3. Damla Çapı Ölçümleri.....	32
4. BULGULAR.....	36
4.1. İlaç Birikim Miktarı Bulguları.....	36
4.1.1. 20 L/da İlaç Normunda GM-SGM-GMYA İlaçlamasına Ait Bulgular.....	36
4.1.2. 40 L/da İlaç Normunda GM-SGM-GMYA İlaçlamasına Ait Bulgular.....	38
4.2. Toprağa Sürüklenme Bulguları.....	40
4.2.1. 20 L/da İlaç Normunda GM-SGM-GMYA İlaçlamasına Ait Sürüklenme değerleri.....	40
4.2.2. 40 L/da İlaç Normunda GM-SGM-GMYA İlaçlamasına Ait Sürüklenme değerleri.....	42
4.3. Kaplama Oranı Bulguları.....	43
4.3.1. 20 L/da İlaç Normunda GM-SGM-GMYA İlaçlamasında Oluşan Kaplama Oranları.....	43
4.3.2. 40 L/da İlaç Normunda GM-SGM-GMYA İlaçlamasında Oluşan Kaplama Oranları.....	44
4.4. Hacimsel Ortalama çap.....	45
4.4.1. 20 L/da İlaç Normunda Oluşan VMD Değerleri.....	45

4.4.2. 40 L/da İlaç Normunda Oluşan VMD Değerleri.....	46
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	48
KAYNAKLAR.....	51
ÖZGEÇMİŞ.....	55

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

d_i	i. Gruptaki Ortalama Damla Çapı
$D_{v0,5}$	Hacimsel Ortalama Çap
GKH	Geleneksel İçi Boş Konik Hüzmeli Meme
GM	Geleneksel Meme
GMYA	Geleneksel Meme ve Yaprak Altı Kombinasyonu
N	İlaç Normu
n_i	i. Gruptaki Damla Sayısı
Q	Meme Verdisi
SGM	Sık Geleneksel Meme
VMD	Hacimsel Ortalama Çap
WSP	Suya Duyarlı Kağıt
YA	Yaprak Üstü
YÜ	Yaprak Altı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Yapay pamuk bitkisi ve deneme düzeni .	12
Şekil 3.2. Sıra üzeri ve yaprak altı memelerinin üç boyutlu çizimi	13
Şekil 3.3. Konik hüzmeli meme ve yaprak altı ikili ilaçlama memesi üç boyutlu çizimi.....	14
Şekil 3.4. Filtre kağıdı ve suya duyarlı kağıdın zemine ve bitki üzerinde konumlandırılması.....	14
Şekil 3.5. İz maddesi tartrazine	15
Şekil 3.6. Orbital çalkalayıcı (Shaker)	16
Şekil 3.7. Spektrofotometre	17
Şekil 3.8. Spektrofotometre kuvvetleri	17
Şekil 3.9. Canon pixma MP280	18
Şekil 3.10. Program çalıştırıldığında ekrana gelen tanıtım görüntüsü	18
Şekil 3.11. Termo-Higrometre	19
Şekil 3.12. Laboratuvar araç ve gereçleri.....	19
Şekil 3.13. Traktör ilerleme yönündeki bitkinin ve örnekleme bölgelerinin önden görünüşü.....	21
Şekil 3.14. Traktör ilerleme yönündeki bitkinin ve örnekleme bölgelerinin yandan görünüşü.....	21
Şekil 3.15. Yere sürüklenme bölgelerinin üstten görünüşü.....	23
Şekil 3.16. 1gL^{-1} 'lik tartrazine saf su çözeltisi	25
Şekil 3.17. Spektrofotometre kalibrasyon eğrisi	26
Şekil 3.18. Spektrofotometre okumalarının yapılışı.....	28
Şekil 3.19. Denemelerde elde edilen suya duyarlı kağıt örnekleri.....	28
Şekil 3.20. Image Tool 'Open Image' komutu ekran görüntüsü.....	29

Şekil 3.21. Image Tool ‘Prossessing-Color to Grayscale’ komutu ekran görüntüsü	30
Şekil 3.22. Image Tool ‘Prossessing-Threshold’ komutu ekran görüntüsü.....	30
Şekil 3.23. Image Tool ‘Threshold’ komutu eşik değeri seçimi ekran görüntüsü	31
Şekil 3.24. Image Tool ‘Analysis-Count Black and White Pixels’ komutu ekran görüntüsü	31
Şekil 3.25. Image Tool ‘Analysis-Count Black and White Pixels’ komutu sonuç görüntüleri	32
Şekil 3.26. Image Tool ‘Analysis-Find Objects’ komutu görüntüleri.....	33
Şekil 3.27. Image Tool ‘Analysis-Find Objects’ komutu sonucu bulunab iz görüntüleri.....	33
Şekil 3.28. Image Tool ‘Analysis-Analysis-Analyze’ komutu ile Roudness ve Feret Diameter.....	34
Şekil 4.1. 20 L/da ilaç normu- GM ilaçlamada kalıntı miktarları	36
Şekil 4.2. 20 L/da ilaç normu-SGM ilaçlamada kalıntı miktarları	37
Şekil 4.3. 20 L/da ilaç normu-GMYA ilaçlama kalıntı miktarları	37
Şekil 4.4. 40 L/da ilaç normu- GM ilaçlamada kalıntı miktarları	38
Şekil 4.5. 40 L/da ilaç normu-SGM ilaçlamada kalıntı miktarları	39
Şekil 4.6. 40 L/da ilaç normu-GMYA ilaçlamada kalıntı miktarları.....	39
Şekil 4.7. 20 L/da ilaç normu- GM ilaçlamada yere drift miktarları.....	40
Şekil 4.8. 20 L/da ilaç normu- SGM ilaçlamada yere drift miktarları.....	41
Şekil 4.9. 20 L/da ilaç normu- GMYA ilaçlamada yere drift miktarları	41
Şekil 4.10. 40 L/da ilaç normu- GM ilaçlamada yere drift miktarları.....	42
Şekil 4.11. 40 L/da ilaç normu- SGM ilaçlamada yere drift miktarları.....	42
Şekil 4.12. 40 L/da ilaç normu- GMYA ilaçlamada yere drift miktarları	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Dünya pamuk ekim alanları (Bin Ha).....	2
Çizelge 1.2. Dünya lif pamuk verimleri (kg/ha).....	2
Çizelge 1.3. Dünya lif pamuk üretimi (1.000 Ton).....	3
Çizelge 1.4. Türkiye’de pamuk ekim alanı, üretimi, verimi.....	3
Çizelge 1.5. Aydın iline ait yıllara göre pamuk hasat makinası sayısı.....	4
Çizelge 3.1. Denemelerde kullanılan ilaç normu ve basınç değerleri.....	20
Çizelge 3.2. Bitki üzerindeki örnekleme bölgeleri kodları.....	22
Çizelge 3.3. Yere sürüklenme bölgeleri kodları ve açıklaması	24
Çizelge 3.4. Spektrofotometre kalibrasyonunda kullanılan çözelti miktarları.....	25
Çizelge 3.5. Konsantrasyon değerlerine karşılık okunan spektrofotometre değerleri.....	26
Çizelge 3.6. Leke çaplarına göre yayılma faktörleri.....	34
Çizelge 4.1. 20 L/da GM, SGM ve GMYA’da oluşan kaplama oranı değerleri (%).....	44
Çizelge 4.2. 40 L/da GM, SGM ve GMYA’da oluşan kaplama oranı değerleri (%).....	45
Çizelge 4.3. 20 L/da ilaç normunda oluşan VMD değerleri (μ m).....	46
Çizelge 4.4. 40 L/da ilaç normunda oluşan VMD değerleri (μ m).....	47

1. GİRİŞ

1.1. Dünya’da ve Türkiye’de Pamuk

Takımı Columnifera, familyası Malvaceae, cinsi *Gossypium*, türü *Gossypium hirsutum* L. olan ve endüstri bitkileri içerisinde yer alan pamuk, ülkemiz için önemli bir lif ve yağ bitkisidir (Yalçın, 1999).

Dünyanın nüfus artışı ve yaşam standartlarının yükselmesi gıda maddeleriyle birlikte pamuğun da önemini her geçen gün arttırmaktadır. Oldukça farklı kullanım alanlarına sahip olan pamuk, tekstil endüstrisi yanında, yağ ve diğer birçok endüstri kollarının da hammaddesini oluşturan, dünya tarımı ve ticaretinde başta gelen önemli tarımsal ürünlerden biridir. Pamuk, esas olarak lif üretmek amacıyla yetiştirilmekteyse de aynı zamanda, tohumundan elde edilen bitkisel yağ ve hayvan beslemede kullanılan küspe nedeniyle ekonomik değeri yüksek olan bir tarım ürünüdür. Günümüzde pamuk lifleri, çeşitli bez, kumaş, tül, çeşitli giyim eşyası, iplik, sicim, yatak, yorgan, dumansız barut gibi bir çok sanayi kollarında hammadde olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, hasat sonrası tarlada kalan sapların yonga levha, ham selüloz ve yakacak olarak değerlendirme imkanları da dikkate alındığında pamuğun önemi daha iyi anlaşılmaktadır (Denizdurduran, 2008).

Çizelge 1.1’de görüldüğü gibi Uluslararası Pamuk Danışma Kurulu (ICAC) verilerine göre; 2003/04 dönemi ile 2009/10 dönemi arasında dünyada ortalama 33 milyon hektar alanda pamuk üretimi yapıldığı, 2008/09 ile 2009/10 dönemlerinde yaklaşık 30 milyon hektar ekim alanı ile ortalamanın altındadır (Anonim, 2012).

Dünya pamuk ekim alanlarının en geniş olduğu ülke yaklaşık 11 milyon hektar alan (%29) ile Hindistan’dır. Onu sırasıyla Çin, ABD, Pakistan, Özbekistan, Brezilya, Türkmenistan ve Burkina Faso izlemektedir. Türkiye’nin ekim alanları tablodaki beş dönemin ortalaması göz önüne alındığında onuncu sırada yer almaktadır.

Çizelge 1.2’de görüldüğü gibi altı dönemin ortalamalarına göre Türkiye Dünya pamuk verimi sıralamasında altıncı, önemli pamuk üretici ülkeler arasında ise verim yönüyle Çin’den sonra ikinci konumdadır (Anonim, 2014a).

Çizelge 1.1. Dünya pamuk ekim alanları (1.000 Ha)

Ülkeler	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11
Hindistan	9.144	9.439	9.373	10.120	11.142
Çin	6.199	6.317	6.317	5.419	5.166
ABD	5.152	4.245	3.063	3.112	4.330
Pakistan	3.075	3.055	2.850	3.110	2.800
Özbekistan	1.432	1.450	1.391	1.317	1.330
Brezilya	1.097	1.077	840	836	1.400
Türkmenistan	600	642	674	607	550
Burkina Faso	716	407	466	420	374
Tanzanya	409	450	400	348	460
Türkiye	630	500	365	280	380
Myanmar	310	310	310	310	349
Zimbabve	400	308	375	340	390
Arjantin	400	304	285	430	550
Diğer	5.126	4.332	3.947	3.644	4.109
DÜNYA	34.690	32.836	30.656	30.293	33.330

Çizelge 1.2. Dünya lif pamuk verimleri (kg/ha)

Ülkeler	2008/09	2009/10	2010/11
Avustralya	2.006	1.861	1.522
İsrail	1.667	1.762	1.860
Brezilya	1.439	1.429	1.475
Meksika	1.235	1.313	1.357
Çin	1.311	1.300	1.226
Türkiye	1.333	1.357	1.184
Suriye	1.263	1.206	1.071
Yunanistan	960	919	720
ABD	911	871	910
Mısır	795	785	869
Pakistan	683	666	636
Özbekistan	719	645	684
Türkmenistan	441	412	562
Hindistan	524	489	475
Arjantin	410	510	509
Burkina Faso	390	362	380
Dünya Ort.	770	733	734

Çizelge 1.1, Çizelge 1.2 ve Çizelge 1.3'teki değerlere bakıldığında Dünya'da ortalama 33 milyon hektar alanda pamuk ekimi yapılmakta ve ortalama 23.705.000 ton lif pamuk üretilmektedir. Ortalama lif verimi ise 74,6 kg/da'dır. Ülkemizde ise son yıllarda ortalama 431 bin hektar alanda pamuk üretimi yapılmakta ve 531.000 ton lif üretilmektedir. Ortalama lif verimi ise 129 kg/da'dır.

Çizelge 1.3. Dünya lif pamuk üretimi (1.000 ton)

Ülkeler	2008/09	2009/10	2010/11
Çin	8.025	6.925	6.400
Hindistan	4.930	5.285	5.865
ABD	2.790	2.654	3.942
Pakistan	1.926	2.070	1.907
Brezilya	1.214	1.194	1.960
Avustralya	329	389	898
Özbekistan	1.000	850	910
Türkiye	500	475	618
Türkmekistan	297	250	360
Yunanistan	240	215	180
Diğer	2.252	2.040	2.325
TOPLAM	23.503	22.247	25.365

Çizelge 1.4. Türkiye'de pamuk ekim alanı, üretimi, verimi (Anonim 2014b)

Yıllar	Ekim alanı (da)	Hasat alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)
2009	4.200.000	4.198.730	638.250	152
2010	4.806.500	4.804.393	816.705	170
2011	5.420.000	5.419.523	954.600	176
2012	4.884.963	4.884.963	858.400	176
2013	4.508.900	4.508.900	877.500	195

Türkiye'deki pamuk ekim alanı yıllar itibariyle giderek artmış, 2009'da 4.200.000 dekar iken 2013 yılında 4.508.900 dekara yükselmiştir. Pamuk üretimindeki verilere gelindiğinde 2009'da 638.250 tondan 877.500 tona çıkmıştır. Birim alandan elde edilen verim bu verilerde doğru orantılı olarak artmıştır (Çizelge 1.4).

1.2. Makinalı Hasat ve Türkiye'deki Durumu

Aydemir, (1982) yapmış olduğu çalışmada pamuğun makine ile toplanma düşüncesi 1850'li yıllarda pratiğe geçirildiğini belirtmiştir. İlk pamuk hasat makinesi, ABD'de, Rambert ve Prescott tarafından yapılmıştır. Ancak, elle pamuk toplama işçiliğinin ucuz ve temininin kolay olması nedeni ile hasat makineleri geniş bir uygulama alanı bulamamıştır. Daha sonraki yıllarda, gelişmiş ülkelerde toplama işçisi teminindeki sorunların büyümesi sonucu, özellikle 1950'li yıllardan sonra hasat makinelerinin kullanılması yaygın hale gelmiştir (Denizdurduran, 2008).

Chaundhry, (1997)'de Dünya geneline bakıldığında ABD, Avustralya ve İsrail gibi ülkelerde pamuk hasadının tamamı makine ile gerçekleştirilmektedir. Bunun yanı sıra Arjantin'de %75; Brezilya'da %5-10; Yunanistan'da %92; Özbekistan'da %30-40 oranında makine ile hasat yapılmaktadır (Denizdurduran, 2008).

Çizelge 1.5'e bakıldığında son 5 yıl içinde Türkiye'deki pamuk hasat makinalarının sayısı yaklaşık 450 adet artmıştır. Bu, pamukta makinalı hasadın gittikçe yaygınlaştığı ve buna bağlı olarak da makinalı hasat öncesi uygulanan defolyantın kullanımında bir artışa neden olduğu sonucunu doğurmaktadır.

Çizelge 1.5. Aydın iline ait yıllara göre pamuk hasat makinası sayısı (Anonim, 2014b)

Yıllar	Pamuk Hasat Makinası Sayısı	
	Türkiye	Aydın
2003	31	12
2004	56	18
2005	128	44
2006	349	129
2007	500	146
2008	520	156
2009	508	153
2010	595	161
2011	730	172
2012	910	172
2013	950	176

Çizelge 1.5’te Türkiye ve Aydın’da yıllara göre pamuk hasat makinaları sayıları verilmiştir. 2003 yılında Türkiye’deki pamuk hasat makinası sayısı 31 iken 2013 yılına gelindiğinde 950 pamuk hasat makinası sayısı ile yaklaşık olarak 30 kat artış gözlenmiştir. Aynı şekilde Aydın ili pamuk hasat makinası sayısı 12 iken 2013’te bu değer 176 olmuş ve sayının 14 kat arttığı görülmüştür.

1.3. Defolyant ve Uygulama Amacı

Sokat (1998); Ökten (1999)’in de belirttiği gibi, pamuk yaprak, çiçek ve koza oluşturarak sürekli bir büyüme özelliğine sahip bir bitkidir. Bundan dolayı pamuk hasadı 2 veya 3 elde yapılmaktadır. Elle toplamada işçiye ihtiyaç duyulmakta ve bu da işçi temini zorlaştırmaktadır. İşçi teminindeki zorluk, özellikle kötü hava koşulları ile birleştiğinde önemli sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Bu sorunların ortadan kaldırılması ve el emeğinin en aza indirilmesi nedeni ile ülkemizde makineli hasat uygulanmaya başlamıştır. Hasatta makine kullanımı ile beraber kütlü pamuğun daha temiz toplanması ve hava koşullarının elverişsiz gittiği durumlarda hasadın erkene alınması amacıyla hasada yardımcı olan, pamuğun yapraklarını döktürerek koza açılmasını teşvik eden ‘defoliant’ adı verilen kimyasal maddelerin kullanımı da gündeme gelmiştir (Denizdurduran, 2008).

Pamuk lif kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden birisi kütlüye karışmış yabancı materyallerdir ve bunların büyük bir kısmını da yaprak ve yaprak sapları oluşturmaktadır. Hasattan önce yaprakları bitkiden uzaklaştırmak kalitenin artmasına neden olacaktır. Çiçek (2000), yaprak döktürmek için yakma, mekanik olarak sıyırma ya da kesme gibi yöntemlerin kullanılmasıyla birlikte, ‘defoliant’ adı verilen kimyasal yaprak döktürücü madde uygulamasının daha pratik ve uygulanabilir olması nedeniyle daha çok tercih edildiğini vurgulamıştır. Kimyasal yaprak döktürücüler, yaprakların stomalarından emdiği ilaç etkisiyle yaprak sapının dal veya ana sapa birleştiği yerde ayrılma tabakasının oluşumunu teşvik ederek yaprak dökümüne neden olmaktadır (Denizdurduran, 2008).

Edmisten (1998)’de belirtildiği gibi defolyantın birçok yararı bulunmaktadır. Yabancı madde (çepel) ve beneklerin ana kaynağının ortamdaki uzaklaştırılmasıyla daha iyi derecelerin elde edilmesi, hızlı ve verimli toplama işlemi, çiğnin daha hızlı kurumması ve bu sayede daha erken toplama, rüzgar nedeniyle yere yatmış bitkilerin dikleşmesi, tohum kabuğu çürümesinin gecikmesi ve koza açımının teşvik edilmesi şeklinde özetlenebilir.

Pamukta suni olarak yaprak dökütülmesi ilk olarak Güney Carolina'da uygulanmaya başlanmıştır. Makinalı hasadın yaygınlaşmasıyla birlikte, daha temiz ve kolay bir toplama işlemine olanak sağlaması açısından, yaprak dökütülmesinin değeri de anlaşılmaya başlanmıştır. Yaprak dökütürücüleri uygulanmayan pamuklarda yapraklar yeşil, nem içeriği de yüksektir. Toplama esnasında veya daha sonraki aşamalarda kütlüler yeşil yapraklar ile temas etmekte ve lif üzerinde oluşan yeşil lekeler de lifin kalitesini düşürmektedir. Yaprak dökütürücülerin uygulandığı alanlarda pamuk yaprakları kuruyup sertleştiğinden, lifler lekelenmemektedir (Mert vd.,1999).

Bainer vd. (1977)'e göre, makinalı pamuk hasadında defolyant uygulama işleminin aşağıda belirtilen belirli amaçları olmalıdır. Bunlar;

- a) Generatif gelişmeyi hızlandırmak,
- b) Makina ile hasatta güçlük oluşturan yaprakları yok etmek,
- c) Yeşil aksamın elyafı boyamasını engellemek,

d) Çırçırلامada kütlü içerisinden ayrılması çok güç olan kuru yaprak parçacıklarını ortadan kaldırmak ve çırçırلامa yükünün azaltılmasını sağlamaktır (Demirtaş, 2006).

Denizdurduran (2008), bazı ülkelerin hasat öncesi dökütürme işlemi uygulamaları yüzdesini şöyle belirtmiştir;

Amerika	: 100
Avustralya	: 100
Brezilya	: 80
Arjantin	: 95
Yunanistan	: 23
İsrail	: 100
Meksika	: 50
Güney Afrika	: 70
İspanya	: 93
Özbekistan	: 75

Bu tez projesinde, iki farklı ilaçlama normunda geleneksel tip konik hüzmeli meme kullanılarak üç farklı meme pozisyonunda pülverizasyon karakteristikleri karşılaştırılmıştır. Uygulama normları pamukta uygulanan Dropp Ultra (yaprak dökütürücü)'nin sınır doz değerleri olan 20-40 L/da olarak belirlenmiştir (Anonim, 2011).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bilinçsiz ve kontrolsüz tarım ilacı uygulamaları çeşitli olumsuzluklara neden olmaktadır. Bu sorunlar çevre kirliliği ve sağlık yönünden çok önemlidir. Tarım ilaçlarının çevreye bulaşmaları sonucunda hedef dışı organizmalar da zarar görmektedir. Ayrıca yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kirlenmesiyle doğrudan ya da dolaylı yollardan insanlar da zarar görmekte ve hatta ekolojik dengenin bozulmasıyla, çevre üzerinde giderilmesi mümkün olmayan etkiler ortaya çıkmaktadır (Güler, 2002).

Pestisitler modern bitkisel ürün üretiminde önemli bir rol oynamaktadır fakat aynı zamanda da ekonomik ve çevresel problemler ortaya çıkarmaktadırlar. Pestisit uygulamalarında uygun ekipman seçimi uygulama etkinliğine doğrudan etkilidir. Pamuk bitkisinde zararlılarla mücadelede, hedef bitki bölgelerine damlacık penetrasyonunun az olması ve hedef yüzeylere damlacıkların iletilmesi zordur. Bitki zararlılarının genellikle yaprak altlarına tutunması nedeniyle pamuk bitkisinde ilaçlamada hedef belirlemek karmaşık hale gelmektedir (Tücer, 2004).

Türkiye’de kültür bitkilerine zarar veren etmenlerin mücadelesinde çoğunlukla konvansiyonel tarla pülverizatörleri kullanılmaktadır. Yüzeysel püskürtme yapan bu pülverizatörlerde, yaygın olarak içi boş konik hüzmeli ve yelpaze hüzmeli standart hidrolik memeler kullanılmaktadır. Srivastava vd. (1993), konik hüzmeli hidrolik memelerin hedef yüzeyde yüksek oranda kaplama sağlamak için tasarlanmış olduğunu belirtmişlerdir. Zhu vd. (2004), konik hüzmeli memeye ekimden 104 gün sonra yapılan yer fıstığı ilaçlamasında bitkinin alt bölgesine ulaşan ilaç miktarının standart yelpaze hüzmeli memeye göre 1.7 kat daha fazla olduğunu belirlemişlerdir (Sayıncı ve Bastaban, 2011).

Pülverizasyon başarısının değerlendirilmesinde dağılım düzgünlüğü, hedef üzerinde tutunma ve hedefi kaplama oranları ile birim alandaki damla sayıları önem kazanır. Hedef bitkinin dış yaprakları ile iç yapraklarında oluşan kalıntının eşit olması istendiği gibi, bitkinin üst, orta ve alt bölümlerindeki ilaç kalıntıları da tekdüze olmalıdır. Ayrıca yaprakların alt ve üst yüzeylerdeki kalıntı miktarları da eşit olmalıdır. Pratikte bu değerlerin birbirine eşit olması mümkün değildir. Bu nedenle dağılıma ait varyasyon katsayısının olabildiğince düşük olması istenir. Varyasyon katsayısının düşüklüğü makinenin iyiliğinin bir göstergesidir. Hedef üzerindeki tutunma oranı ise ilaçlamada kullanılan ilacın ne kadarının hedef

üzerinde kaldığının ifadesidir. Hedefteki kalıntı ne kadar fazlaysa (aynı uygulama normunda) hedef dışına sürüklenen ilaç miktarı da o kadar azdır. Buradan da anlaşılacağı gibi, uygulama hacminde bir artış olmaksızın hedef üzerindeki kalıntının artması makinenin iyiliğini gösterir. Uygulama başarısı açısından önemli diğer unsur kaplama oranıdır. Kaplama oranı, biyolojik etkinlik üzerine doğrudan etkilidir. Kaplama oranının artması biyolojik etkinliği de artırır. Özellikle sabit hedeflerde önemi daha da artmaktadır.

Vannuci vd. (1998), yaptıkları çalışmada iki farklı ilaç normunda ve iki farklı basınçta çalışarak, bu faktörlerin sürüklenmeye olan etkilerini araştırmışlardır. Güler (2002), sürüklenmenin (drift) ölçülmesi için, hava selüloz filtrelerden geçirilmiş ve daha sonra filtrelerdeki kalıntı miktarları gaz kromatografisi cihazında ölçülmüştür. Sonuçta, çalışma basıncı azaldıkça, formülasyondan bağımsız olarak, sürüklenmenin de azaldığını belirtmişlerdir (Güler, 2002).

Yağcıoğlu (1993), pamuk gibi bol yapraklı ve yüksek bitkilerde, pülverizasyon etkinliği bakımından ilacın yalnız üstten aşağıya doğru püskürtülmesi yeterli olmamaktadır. Klasik tarla pülverizatörleriyle yapılan ilaçlamalarda, altta kalan dal ve yapraklara, yaprakların alt bölgelerine ilacın ulaşmadığı görülmektedir. Altta kalan dal ve yapraklara, yaprakların alt bölgelerine ilacın ulaşması için ilacın aşağıdan yukarıya doğru püskürtülmesine olanak sağlayan yaprak altı ilaçlama memelerinin kullanılması gerekmektedir.

Matthews (1979)'un çalışmasında belirttiği gibi, tarla pülverizatörlerinde, meme yüksekliği, drift (sürüklenme) açısından önemlidir. Meme yüksekliğindeki artışa bağlı olarak rüzgar yönünde toplanan küçük damlaların kalıntısı da artmaktadır. Drift, büyük hacimsel çapa sahip pülverizasyon oluşturan memelerin kullanılmasıyla minimize edilir. Drifte neden olan küçük damlaların sayısındaki azalma, minimum basınç ve geniş bir meme deliğiyle elde edilmektedir (Nerse, 2006).

Matthews (2004), tarım ilaçlarının nasıl uygulanması gerektiği konusunda yapmış olduğu çalışmada, büyük damla seçiminin sürüklenmeyi azalttığını ancak ilaçlama etkinliğini de düşürdüğünü bildirmiştir. Araştırmacı, sürüklenmenin zararlarını azaltabilmek için iri damla seçiminin arazi kenarlarının ilaçlaması sırasında yapılması ve tampon bölgelerin bırakılmasını önermektedir. Böylece su kanalları ve kaynaklarının korunması da sağlanmış olacağını bildirmiştir.

Jensen ve Arvidsson (2000), damlacık büyüklüğünün havaya olan sürüklenmeyi aynı oranda etkileyip etkilemediği konusunda çalışmışlardır. Sürüklenme ölçümlerinde standart yelpaze hüzmeli ve sürüklenmeyi önleyici tip memeler ile farklı basınçlarda çalışmışlardır. Havaya olan sürüklenmenin ölçülmesi için 6 m yüksekliğinde ve üzerlerinde belli mesafelerde ölçüm noktası olan direkler kullanılmıştır. Çalışma sonucunda hava emişli memenin küçük delik çaplı memeye göre yere olan sürüklenmeden daha çok havaya olan sürüklenmenin azalttığı bildirilmiştir (Urkan, 2012).

Salyani and Whitney (1988), arazi koşullarında yapılan ilaçlama çalışmalarında, ilaçlama etkinliğinin göstergelerinden birinin kalıntı analizi olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, ilaç kalıntı miktarlarını belirlemede kullanılan farklı yöntemleri ele aldıkları çalışmalarında, fluorometrik ve kolorimetrik yöntemlerden yararlandığını ve uygulamalarda floresans iz maddelerinin kullanılabileceğini bildirmişlerdir. İz maddesi birikim miktarını tespit etmek amacıyla doğrudan yapraklardan örnek alınabileceği gibi, filtre kağıtları yardımıyla da örnek alınabilir (Caner, 2007).

Tarımsal ilaçlama konularında yapılan çalışmaların geneline bakıldığında pülverizatörler tarafından oluşturulan damlaların fiziksel özelliklerinin, sayılarının ve bitki üzerindeki kaplama oranlarının belirlenmesinde bilgisayar ortamında kullanılan görüntü analiz programlarının kullanımı giderek yaygınlaşmıştır. Geniş kapsamlı çalışmalarda çok fazla damla çapı analizi gerektiğinden mikroskop altında analiz edilmesi oldukça yorucu ve zaman alıcı bir iştir. Bu nedenle son yıllarda bir çok araştırmacı görüntü analiz programlarını tercih ederek damla çapı ve kaplama oranı analizlerini gerçekleştirmektedir (Caner, 2007).

Deligönül ve Sağlam (1991), damla karakteristiklerinden hacimsel ortalama çap değerinin, damlaların alan ve hacim büyüklüklerini birlikte ifade etmesi yönünden, damla dağılımını daha iyi karakterize ettiğini ve diğer çaplara oranla daha gerçekçi olduğunu belirtmektedirler. Pülverizatör memeleri tarafından oluşturulan damlaların çaplarının ve sayılarının belirlenmesinde, mikrometrelili mikroskop, leke yöntemi, yağ banyolu yöntem, fotoğraflama ve lazerli optik gibi yöntemler kullanılmaktadır. Son yıllardaki çalışmalarda suya duyarlı kağıtlar üzerindeki damlaların çözümlenmesinde bilgisayar ortamında görüntü analiz programlarının kullanıldığı görülmektedir. Yöntemin hızlı olması ve kabul edilebilir sınırlar

içerisinde hata payında çalışabilmesi araştırmacılar tarafından tercih edilmesini sağlamıştır.

Karahan ve Sağlam (1997), damla dağılımının farklı yöntemlerle saptanması üzerine yaptıkları çalışmada, örnekleme yüzeyi olarak suya duyarlı kağıtlar kullanmışlardır. Fiziksel damla analizi için, mikrometreli mikroskop, tepegöz ve bilgisayarda çalıştırılan bir görüntü analiz programından yararlanmışlardır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda mikrometreli mikroskopla yapılan ölçüm ve analizlerin daha güvenilir olduğu ortaya çıkmış, tepegözle büyütme ise fotokopiden dolayı hassas bir ölçüm sağlayamamıştır. Görüntü analiz programı ile bilgisayarda yapılan analizler ise oldukça kısa sürede tamamlanabilmekte ve suya duyarlı kağıdın tüm yüzeyi hakkında karakteristik değerler elde edilebilmektedir. Bu durum diğer iki damla çözümüleme yöntemine göre avantaj sağlamaktadır.

Güler (2002), çalışmasında ilaçlama çalışmalarının, hava koşullarından kolay etkilenen hassas çalışmalar olduğundan ve çalışmanın başarısının, rüzgar hızı, hava sıcaklığı, bağıl nem gibi meteorolojik koşullarla çok yakından ilgili olduğundan bahsetmiştir. Bu nedenle çalışmasında gerek ilaçlama üzerine sadece makine ayarlarının etkili olmasını sağlamak ve gerekse çalışılabilir zamanı arttırabilmek için, gerçek asma bitkisiyle birebir aynı ölçülere sahip olan yapay asma bitkileri hazırlamıştır.

Deligönül (1984), pamuk ekilişlerinde uçakla sulandırılmış ilaçlamaya ilişkin optimum uygulama koşullarının saptanması üzerinde yaptığı araştırmada, sulandırılmış ilaç yerine su ve disodyum fluorescein iz maddesi kullandığını belirtmiştir. Kalıntı dağılımını saptamak için Turner model 111-000 filtreli fluorometre kullanarak fluorometrik çözümüleme yönteminden yararlanmıştır (Bozdoğan, 2005).

Manor vd. (1987), yapmış oldukları denemede pamuk ilaçlamasında yardımcı hava akımlı ve hava akımsız hidrolik memeli tarla pülverizatörü kullanmışlardır. Yardımcı hava akımlı tarla pülverizatörü ile pamuk bitkisinin yaprak altı penetrasyonunun, hidrolik memeli tarla pülverizatörlerine göre daha iyi elde edildiği belirlenmiştir. Fakat biyolojik etkinlik açısından her iki alet için herhangi bir farklılık bulunmamıştır.

Deligönül ve Moser (1998), uçakla pamuk ilaçlamalarında atomizörlerin kullanımı üzerine yaptıkları çalışmada; fiziksel damla analizi ve fluorometrik çözümleme yönteminden yararlanmışlardır. Fluorometrik çözümleme yöntemi için iz maddesi olarak disodyum fluorescein maddesi kullanmışlardır. Örnekleme sehpaları ve bitki üzerinden alınan örnekleri disodyum fosfat çözeltisi ile yıkamış ve filtrelili fluorometrede okuyarak dağılımı belirlemişlerdir.

Bayat ve Zeren (1994), pamuk ilaçlamasında farklı ilaç uygulama yöntemlerinin ilaç tutunması ve ilaç kayıpları açısından değerlendirilmesi üzerine yaptıkları araştırmada; klasik, yaprak altı memeli klasik, mekanik bitki yatırıcı, pnömatik, hava akımlı bitki yatırıcı ve taşıyıcı hava akımlı uygulamaların etkinliği saptamışlardır. I. İlaç uygulamasında (afit dönemi) en fazla kalıntı, yaprak altı memeli klasik uygulama, mekanik bitki yatırıcı ve taşıyıcı hava akımlı yöntemle sağlanmış, II. Uygulamada (beyaz sinek dönemi) ise en fazla kalıntının, mekanik bitki yatırıcı uygulama yöntemi ile sağlandığı görülmüştür. Her iki uygulamada en az kalıntı miktarı, pnömatik uygulama yöntemiyle elde edilmiştir. Rüzgarla tarla dışına sürüklenen ve bitkinin diğer aksamaları üzerindeki kalıntı miktarı en fazla pnömatik uygulamada oluşmuştur. Ayrıca, pnömatik uygulamada oluşan damla çapının diğer yöntemlere göre daha düşük olması nedeniyle buharlaşmadan dolayı ilaç kayıplarının fazla olduğu bildirilmiştir.

3. MATERYAL YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Yapay Pamuk Bitkisi

Denemeler esnasında çeşitli hava koşullarının etkisini en aza indirerek kontrollü koşullar sağlamak için yapay bitki kullanımına gerek duyulmuştur. Yapay pamuk bitkisi oluşturmak amacıyla, *Gossypium hirsutum* L. Çeşidi pamuk bitkilerinin defolyant uygulama zamanında tarladan sökülüp yaprak alanları hesaplanarak şablonlar oluşturulmuştur. Bu şablonlar sayesinde sera naylonundan birebir yaprak ölçülerinde yapay yapraklar kesilmiştir. Oluşturulan bu yapraklara kablo bağlarından yaprak sapları sıcak silikon yardımıyla yapıştırılmış ve gerçek bitki gövdesine bitkinin fizyolojik yapısına uygun olarak konumlandırılmıştır.

Her sırada 5 adet pamuk bitkisi olacak şekilde 3 sıralı yapay pamuk bitkisi deneme düzeneği oluşturulmuştur. Makinalı hasatta kullanıma uygun olması açısından sıra arası 75 cm, sıra üzeri 15 cm olacak şekilde ayarlanmıştır (Şekil 3.1).



a)

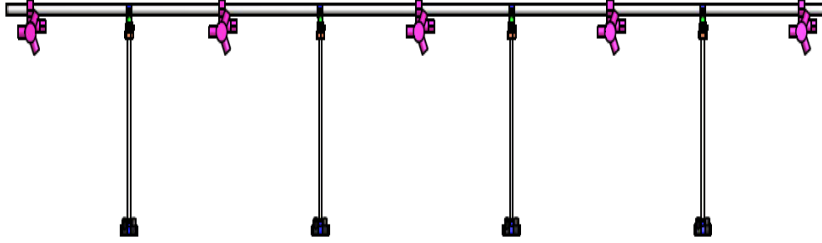


b)

Şekil 3.1. a) Yapay pamuk bitkisi b) Deneme düzeneği

3.1.2. İlaçlama Makinesi ve Traktör

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma Çiftliği bünyesinde bulunan kuyruk milinden hareketli asılır tip geleneksel tarla pülverizatörü kullanılmıştır. 800 L depo kapasiteli tarla pülverizatörü üzerine 380 mm uzunluğunda özel tasarlanmış boom kullanılarak denemeler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.2).



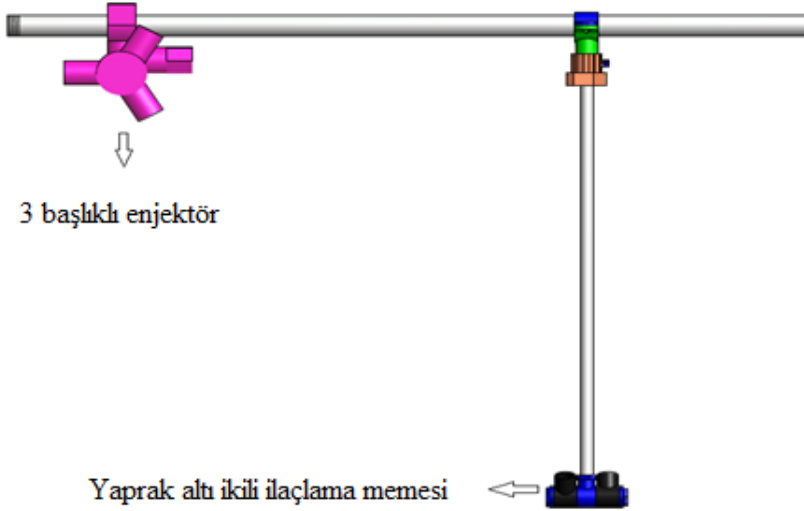
Şekil 3.2. Sıra üzeri ve yaprak altı memelerinin üç boyutlu çizimi

Denemeler esnasındaki basınç farkını belirlemek amacıyla makine üzerine ve boom sağ uç noktasına olmak üzere iki adet manometre bağlanmıştır. Tasarlanan boom üzerinde yaprak altı memeleri vida ile monte edilmiştir.

3.1.3. Püskürtme Memeleri ve Farklı Meme Konumları

Denemeler üç farklı meme konumunda gerçekleştirilmiştir. Bunlar;

- Geleneksel (GM): 75 cm aralıklarla yerleştirilmiş 5 adet konik hüzmeli geleneksel sıra üzeri meme
- Sık Geleneksel (SGM): 37,5 cm aralıklarla yerleştirilmiş 9 adet konik hüzmeli geleneksel sıra üzeri meme
- Geleneksek+Yaprak Altı (GMYA): 75 cm aralıklarla yerleştirilmiş olan GM aralarına yerleştirilmiş yaprak altı memeleri kombinasyonu (Şekil 3.3)



Şekil 3.3. Konik hüzmeli meme ve yaprak altı ikili ilaçlama memesi

3.1.4. Suya Duyarlı Kağıtlar ve Filtre Kağıtları

Denemelerde, hacimsel ortalama çap değerleri ile kaplama oranlarının belirlenmesi için suya duyarlı kağıtlar, kalıntı miktarının belirlenmesinde ise filtre kağıtları kullanılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. a) Filtre kağıdı b) Suya duyarlı kağıt

Suya duyarlı kağıtlar, bitkinin sol yan, merkez ve sağ yan bölgelerinde; üst, orta ve alt pozisyonlarında konumlandırılmış olup 5x2,6 cm ölçülerinde kesilerek ataşlarla yaprak üzerine tutturulmuştur. Suya duyarlı kağıtlar yaprak altı ve yaprak üstü olmak üzere belirlenen her bölgeye ikişer adet yerleştirilmiştir. Ayrıca 3 bitkinin

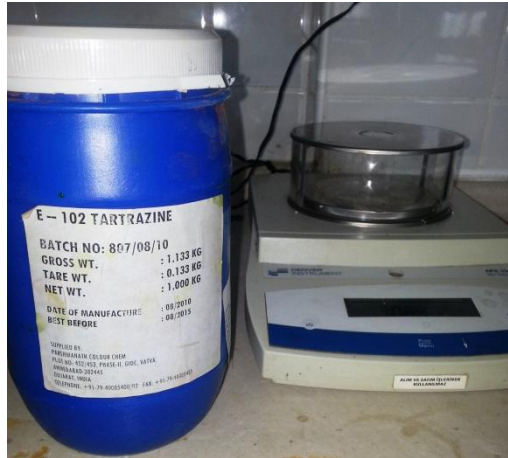
arasında kalan 6 adet girişim bölgesi seçilmiş, bu girişim bölgelerine de kağıtlar yerleştirilmiştir.

Filtre kağıtları, daire şeklinde ve 10 cm²'lik alana sahiptir. Filtre kağıtları, suya duyarlı kağıtlarda olduğu gibi bitkinin sol yan, merkez ve sağ yan bölgelerinde üst, orta ve alt kısımlarında 9 bölgeye yerleştirilmiştir.

Ayrıca 3 bitkinin arasında kalan 6 adet girişim bölgesinde filtre kağıtları yerleştirilmiştir. Yere driftin ölçülebilmesi için ise bu girişim bölgelerinin alt kısmında zemine 2 adet ve örnek alınan 3 bitkinin yanlarında (zemine) 6 adet filtre kağıdı yerleştirilmiştir.

3.1.5. İz Maddesi ve Çözgen

Denemelerde filtre kağıtlarında iz bırakarak kalıntı miktarının belirlenmesini sağlayan sarı gıda boyası (Tartrazine) (Şekil 3.5) iz maddesi olarak kullanılmıştır. Pülverizatör deposu içerisine 1gL⁻¹ iz maddesi koyulmuştur.



Şekil 3.5. İz maddesi tartrazine

Literatürde iz maddesi olarak bir çok kimyasalın farklı oranlarda kullanıldığı görülmektedir. Kullanılan iz maddelerinin bazıları, Rhodamine, Caracid brilliant flavine FFS, Tartrazine E 102, Pyranine, Brillantsulfoflavine, Green S (Urkan, 2012).

Fox vd., (1998), sürüklenme ölçümleri için en iyi iz maddesinin tarım ilacının aslı olduğunu fakat denemeleri gerçekleştiren insanların sağlıkları açısından hem de kimyasalın analizinin pahalı olması sebebiyle çeşitli bakırlı, manganezli metal bileşimler, gıda boyaları, tuz solüsyonları ve floresan maddelerin kullanımının tercih edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir (Urkan, 2012).

3.1.6. Orbital Çalkalayıcı (Shaker)

Denemelere WiseShake marka 20 adet 100 cc'lik kavanoz kapasiteli orbital çalkalayıcı kullanılmıştır (Şekil 3.6). Kapalı alan denemelerinde kullanılmış iz maddeli filtre kağıtları 100 cc'lik kavanozlara yerleştirilip üzerine 30 ml saf su eklenerek 210 min^{-1} devirde ve 5 dakika süreyle orbital çalkalayıcıda tutulmuştur. Böylece iz maddesinin saf suya geçişi her örnek için standart bir şekilde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.6. Orbital çalkalayıcı (Shaker)

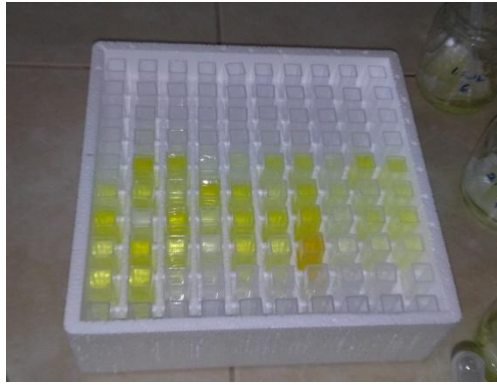
3.1.7. Spektrofotometre ve Spektrofotometre Küvetleri

Laboratuvar analizlerinde UV160-A marka spektrofotometre kullanılmış olup 400 nm dalga boyunda okumalar gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7). Kavanozlardaki saf su gıda boyası çözeltisindeki iz maddesi miktarlarını belirlemek için, 4,5 ml'lik

spektrofotometre küvetlerine aktararak spektrofotometre okumaları yapılmıştır (şekil 3.8).



şekil 3.7. Spektrofotometre



şekil 3.8. Spektrofotometre küvetleri

3.1.8. Scanner

Denemelerde kullanılan suya duyarlı kağıtların Image Tool programındaki analizlerinin gerçekleştirilebilmesi için gerekli taramalar Canon Pixma MP280 marka Printer-Scanner ile gerçekleştirilmiştir (şekil 3.9).



Şekil 3.9. Canon Pixma MP280

3.1.9. Görüntü Analiz Programı

Kapalı alan denemeleri sonucunda suya duyarlı kağıtlar üzerinde oluşan damlaların sayılarının, hacimsel ortalama çaplarının ve yüzey kaplama değerlerinin ve kaplama oranları belirlenmesi için Don Wilcox ve arkadaşları tarafından geliştirilen görüntü analiz programı “Image Tool version 3.0” kullanılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Program arayüzü

3.1.10. Termohigrometre

Denemelerde sıcaklık ve bağıl nem ölçümü termohigrometre ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Termohigrometre

3.1.11. Diğer Laboratuvar Araç ve Gereçleri

Toplanan örneklerin laboratuvar analizlerinin yürütülmesinde otomatik mikropipetler, 3,5 ml'lik tek kullanımlık pastör pipetleri, 4 ml'lik tek kullanımlık plastik spektrofotometre küvetleri, çeşitli beherler vb. laboratuvar araç ve gereçleri kullanılmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Laboratuvar araç ve gereçleri

3.2.Yöntem

Denemeler iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşama kapalı alan denemelerini ve ikinci aşama ise laboratuvar analizlerini kapsamaktadır.

3.2.1. Kapalı Alan Denemeleri

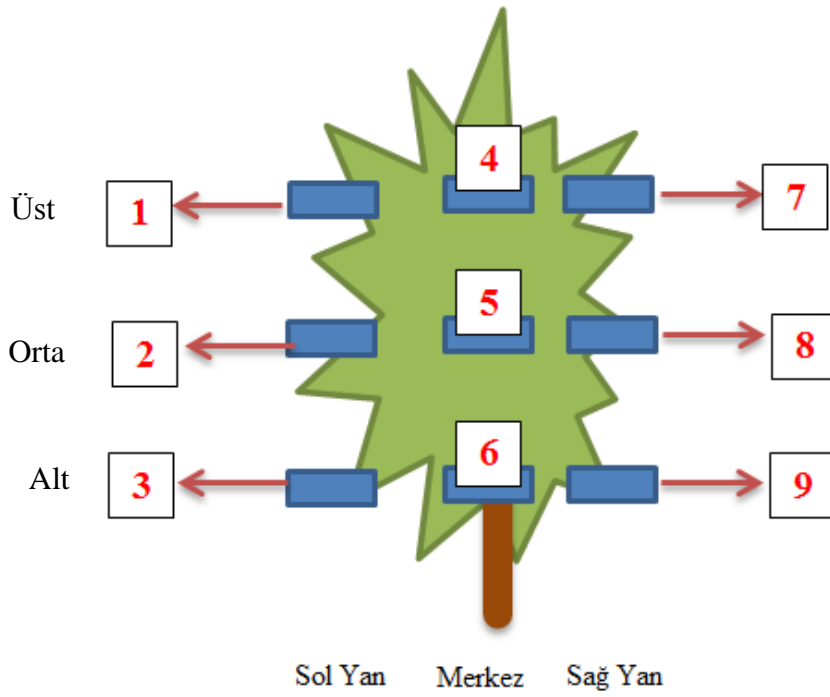
Kapalı alan denemeleri Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama ve Araştırma Çiftliği Atölyesi'nde gerçekleştirilmiştir. Bu alanda hazırlanan yapay bitkiler 3×5'lik sistemde sıra üzerinde 5 bitki olmak üzere 3 sıra halinde konumlandırılmıştır. Makinalı hasada uygun olarak sıra arası 75 cm ve sıra üzeri 15 cm olarak düzenlenmiştir.

Kapalı alan denemeleri 17-22 °C arası sıcaklıklarda ve %55-80 bağıl nem şartlarında gerçekleştirilmiştir. Denemeler yapay pamuk bitkisi kullanılarak, 2 farklı ilaç normunda, 3 farklı meme konumunda ve 3 adet bitki (merkez sıra 2., 3. ve 4.) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma hızı 3,6 km/h olarak sabit tutulmuştur. Denemelerde kullanılan ilaç normları ve ölçülen basınç değerleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

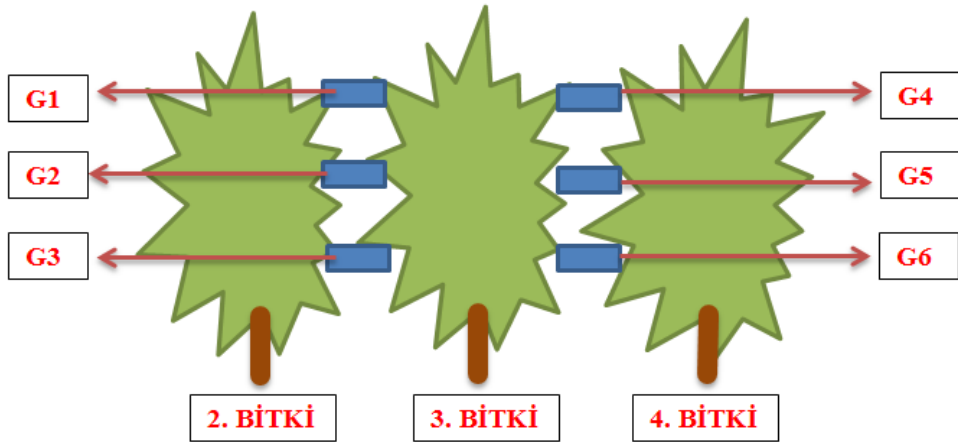
Çizelge 3.1. Denemelerde kullanılan ilaç normu ve basınç değerleri

Meme Konumu	İlaç Normu (L/da)	Basınç (bar)
GM	20	7
	40	8
SGM	20	3,5
	40	5
GMYA	20	3
	40	5

Yapılan her bir denemede 27 bitki bölgesi YÜ ve YA (Şekil 3.13); 6 girişim bölgesi YÜ ve YA (Şekil 3.14) olmak üzere 66 ayrı bölgeye suya duyarlı kağıt yerleştirilmiştir. Bitki üzerindeki iz maddesi dağılımının tespiti için de aynı bölgelere YÜ'ye filtre kağıtları kullanılmıştır (Çizelge 3.2).



Şekil 3.13. Traktör ilerleme yönündeki bitkinin ve örnekleme bölgelerinin önden görünüşü

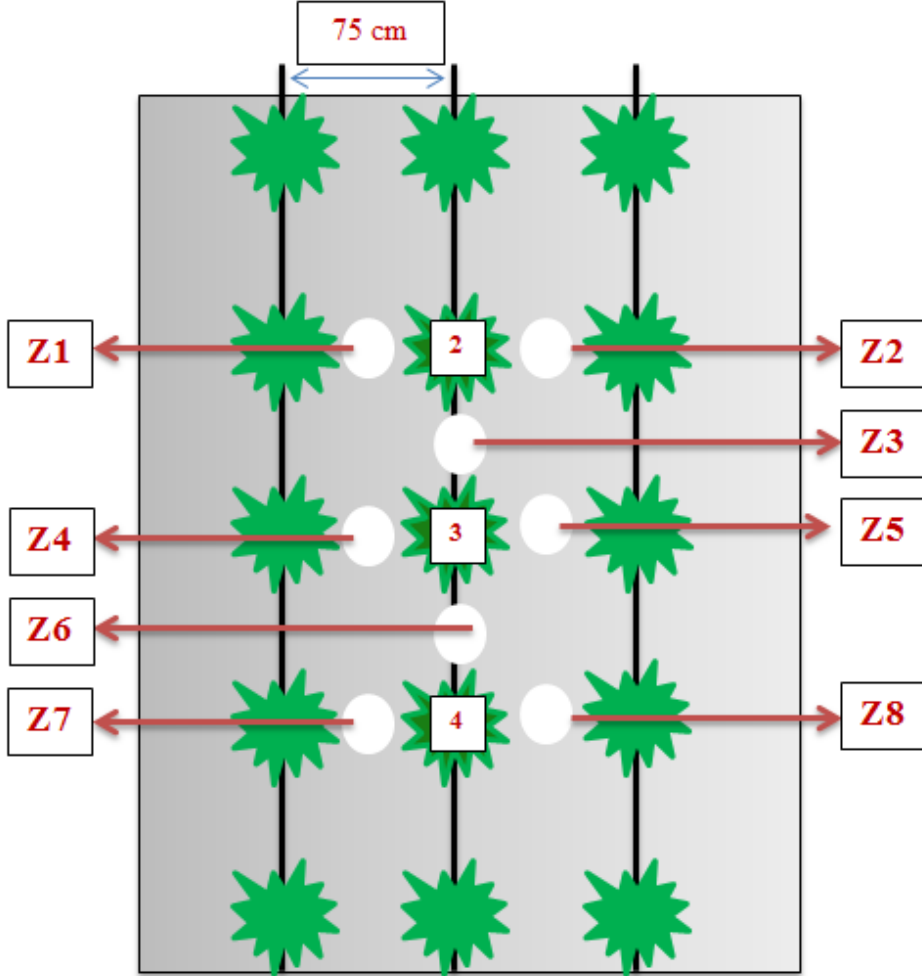


Şekil 3.14. Traktör ilerleme yönündeki bitkinin ve örnekleme bölgelerinin yandan görünüşü

Çizelge 3.2. Bitki üzerindeki örnekleme bölgeleri kodları

NUMARA		AÇIKLAMA
1	YÜ	Bitki Sol Yan-Üst Bölgesinde Yaprak Üstü
	YA	Bitki Sol Yan-Üst Bölgesinde Yaprak Altı
2	YÜ	Bitki Sol Yan-Orta Bölgesinde Yaprak Üstü
	YA	Bitki Sol Yan-Orta Bölgesinde Yaprak Altı
3	YÜ	Bitki Sol Yan-Alt Bölgesinde Yaprak Üstü
	YA	Bitki Sol Yan-Alt Bölgesinde Yaprak Altı
4	YÜ	Bitki Merkezi-Üst Bölgesinde Yaprak Üstü
	YA	Bitki Merkezi-Üst Bölgesinde Yaprak Altı
5	YÜ	Bitki Merkezi-Orta Bölgesinde Yaprak Üstü
	YA	Bitki Merkezi-Orta Bölgesinde Yaprak Altı
6	YÜ	Bitki Merkezi-Alt Bölgesinde Yaprak Üstü
	YA	Bitki Merkezi-Alt Bölgesinde Yaprak Altı
7	YÜ	Bitki Sağ Yan-Üst Bölgesinde Yaprak Üstü
	YA	Bitki Sağ Yan-Üst Bölgesinde Yaprak Altı
8	YÜ	Bitki Sağ Yan-Orta Bölgesinde Yaprak Üstü
	YA	Bitki Sağ Yan-Orta Bölgesinde Yaprak Altı
9	YÜ	Bitki Sağ Yan-Alt Bölgesinde Yaprak Üstü
	YA	Bitki Sağ Yan-Alt Bölgesinde Yaprak Altı
G1	YÜ	2. Bitki ile 3. Bitki Arası Girişim Üst Bölgesi Yaprak Üstü
	YA	2. Bitki ile 3. Bitki Arası Girişim Üst Bölgesi Yaprak Altı
G2	YÜ	2. Bitki ile 3. Bitki Arası Girişim Orta Bölgesi Yaprak Üstü
	YA	2. Bitki ile 3. Bitki Arası Girişim Orta Bölgesi Yaprak Altı
G3	YÜ	2. Bitki ile 3. Bitki Arası Girişim Alt Bölgesi Yaprak Üstü
	YA	2. Bitki ile 3. Bitki Arası Girişim Alt Bölgesi Yaprak Altı
G4	YÜ	3. Bitki ile 4. Bitki Arası Girişim Üst Bölgesi Yaprak Üstü
	YA	3. Bitki ile 4. Bitki Arası Girişim Üst Bölgesi Yaprak Altı
G5	YÜ	3. Bitki ile 4. Bitki Arası Girişim Orta Bölgesi Yaprak Üstü
	YA	3. Bitki ile 4. Bitki Arası Girişim Orta Bölgesi Yaprak Altı
G6	YÜ	3. Bitki ile 4. Bitki Arası Girişim Alt Bölgesi Yaprak Üstü
	YA	3. Bitki ile 4. Bitki Arası Girişim Alt Bölgesi Yaprak Altı

Toprağa sürüklenmeyi ölçmek için ise bitki yanları zeminine ve girişim noktaları zeminine olmak üzere 8 ayrı örnekleme bölgesi belirlenmiştir (Çizelge 3.3). Sıra arası mesafe 75 cm ve sıra üzeri mesafe 15 cm'dir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Yere sürüklenme bölgelerinin üstten görünüşü

Çizelge 3.3. Yere sürüklenme bölgeleri kodları ve açıklaması

NO	KOD	AÇIKLAMA
1	Z1	Merkez 2. bitki zemin sol yanı
2	Z2	Merkez 2. bitki zemin sağ yanı
3	Z3	Merkez 2. ve 3. bitki arası girişim zemini
4	Z4	Merkez 3. bitki zemin sol yanı
5	Z5	Merkez 3. bitki zemin sağ yanı
6	Z6	Merkez 3. ve 4. bitki arası girişim zemini
7	Z7	Merkez 4. bitki zemin sol yanı
8	Z8	Merkez 4. bitki zemin sağ yanı

Kapalı alan denemeleri sonunda boyanmış olan suya duyarlı kağıtlar kurumuş olan bitki üzerinden titiz bir şekilde alınıp kilitli plastik poşetler içerisine konulmuştur. Her bir tekerrür için ayrı ayrı kodlanarak hazırlanmış olan ince şeffaf torbalara bu örnekler yerleştirilmiştir. Bütün örnekler alındıktan sonra suya duyarlı kağıtların güneş ışığından etkilenmemesi için siyah plastik poşetler yardımıyla laboratuvar ortamına taşınmıştır.

Aynı şekilde boyanmış filtre kağıtları da 100 cc'lik cam kavanozlara konularak her bir tekerrür örnekleri ayrı ayrı plastik kasalara yerleştirilip güneş geçirmeyen siyah poşetler içinde laboratuvara taşınmıştır.

3.2.2. Laboratuvar Analizleri

Kapalı alan denemelerinde elde edilen boyanmış filtre kağıtlarının üzerindeki iz maddesi miktarlarını hesaplamak için spektrofotometre kullanılmıştır.

3.2.2.1. Spektrofotometre kalibrasyonu

Spektrofotometre cihazında ölçümler yapılmadan önce kalibrasyon işlemi yapılmıştır. Bu işlem denemelerde kullanılan 1g/L'lik çözelti (Şekil 3.16) hazırlanıp bu çözülden otomatik mikropipet yardımıyla Çizelge 3.4'deki miktarlarda (20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 ve 200 µl) alınan örneklerin her birine 30 ml saf su ilave ederek standart bir seri hazırlanmıştır. İçerisindeki iz maddesi miktarları bilinen örnekler spektrofotometre cihazında okutulmuştur.



Şekil 3.16. 1gL^{-1} 'lik tartrazine saf su çözeltisi

Çizelge 3.4. Spektrofotometre kalibrasyonunda kullanılan çözelti miktarları

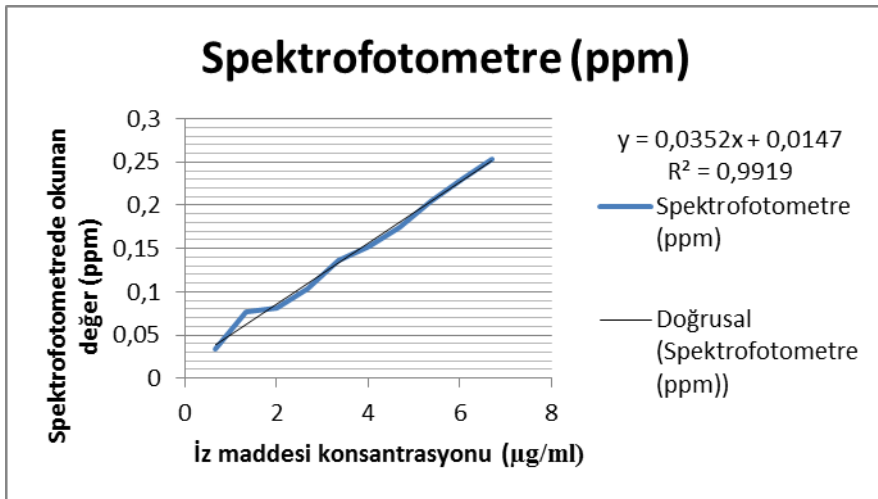
1 g/L'lik çözeltiden mikropipet ile alınan madde miktarı (μL)	Eklenen saf su miktarı (ml)
20	29,948
40	29,895
60	29,829
80	29,803
100	29,836
120	29,89
140	29,851
160	29,903
180	29,765
200	29,873

Hazırlanan çözelti konsantrasyonları ve spektrofotometrede okunan değerleri Çizelge 3.5'te verilmektedir.

Çizelge 3.5. Konsantrasyon değerlerine karşılık okunan spektrofotometre değerleri

Konsantrasyon ($\mu\text{g/ml}$)	Spektrofotometre (ppm)
0,668	0,034
1,338	0,077
2,011	0,081
2,684	0,103
3,352	0,136
4,015	0,152
4,69	0,175
5,351	0,204
6,047	0,23
6,695	0,254

Cihazın okuduğu değerler, Şekil 3.17'deki standart seriden elde edilen kalibrasyon eğrisinde elde edilen denklemde yerine konularak örnek çözelti içerisindeki iz maddesi miktarları saptanmıştır. Daha sonra filtre kağıdı alanına (10 cm^2) bölünerek birim alana düşen iz maddesi miktarları $\mu\text{g/cm}^2$ cinsinden hesaplanmıştır.



Şekil 3.17. Spektrofotometre kalibrasyon eğrisi

3.2.2.2. Örnekleme bölgelerindeki filtre kağıtlarındaki iz maddesinin saf suya aktarılması

Örnek alma noktalarından toplanan filtre kağıtları kapaklı 100 cc'lik kavanozlara konularak laboratuvara taşınmıştır. Laboratuvara taşınan bu kavanozların içerisine hassas enjektörler yardımıyla 30 ml'lik saf su ilave edilip orbital çalkalayıcıda 20'li gruplar halinde yerleştirilerek iz maddesinin çözünmesi ve okuma hassasiyetini arttırmak amacıyla 5 dakika boyunca 210 min^{-1} titreşimde çalkalanmıştır.

3.2.2.3. Spektrofotometre çalışmaları

Orbital çalkalayıcıda iz maddesinin homojen dağılımının sağlandığı örnek kavanozlardan tek kullanımlık pastör pipetleriyle spektrofotometre küvetlerine okuma yapmak için numuneler alınmıştır.

Spektrofotometrelerin temel mantığı, hazırlanan çözeltilerden belirli spektrumlarda ışık geçirilmesi ve bu ışığın ne kadarının çözelti tarafından absorblandığını (soğurulduğunu) bulması esasına dayanır. İz maddesi absorbans değerleri ppm cinsinden elde edilebilir. Bu esasa dayanarak iz maddesi analizlerinde kullanmak için spektrofotometre seçilmiş ve 400 nm dalga boyunda analizler gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.18).

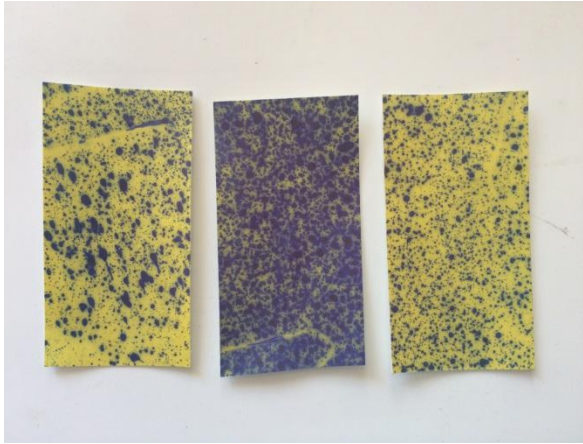
Okumalar esnasında tek kullanımlık plastik spektro-küvetleri kullanılmış ve iz maddeleri ölçümlerinde esas olan sıvı içinde yabancı madde ve kabarcık oluşturmamaya dikkat edilmiştir. Küvetlerin okuma yapılacak olan pürüzsüz kısmına hiçbir şekilde dokunulmamış ve sıvı kaçıışı olmamasına dikkat edilerek yerleştirilmiştir. Aksi takdirde, ışık kırılmalarına sebep olunarak yanlış değerler elde edilmesi söz konusu olabilmektedir.



Şekil 3.18. Spektrofotometre okumalarının yapılması

3.2.3. Kaplama Oranı ve Damla Çapı Ölçümlerinin Yapılması

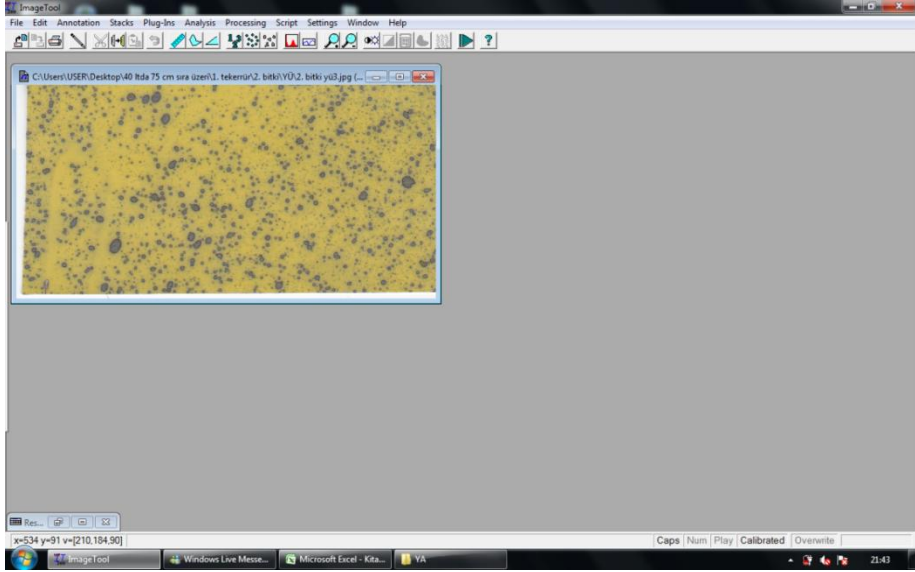
Denemelerde elde edilen suya duyarlı kağıtlar (Şekil 3.19) scannerdan geçirilerek görüntüler elde edilmiştir. Elde edilen bu görüntüler üzerindeki leke izleri Image Tool programı yardımıyla analiz edilmiş ve kaplama oranı değerleri ve leke çapları hesaplanmıştır.



Şekil 3.19. Denemelerde elde edilen suya duyarlı kağıt örnekleri

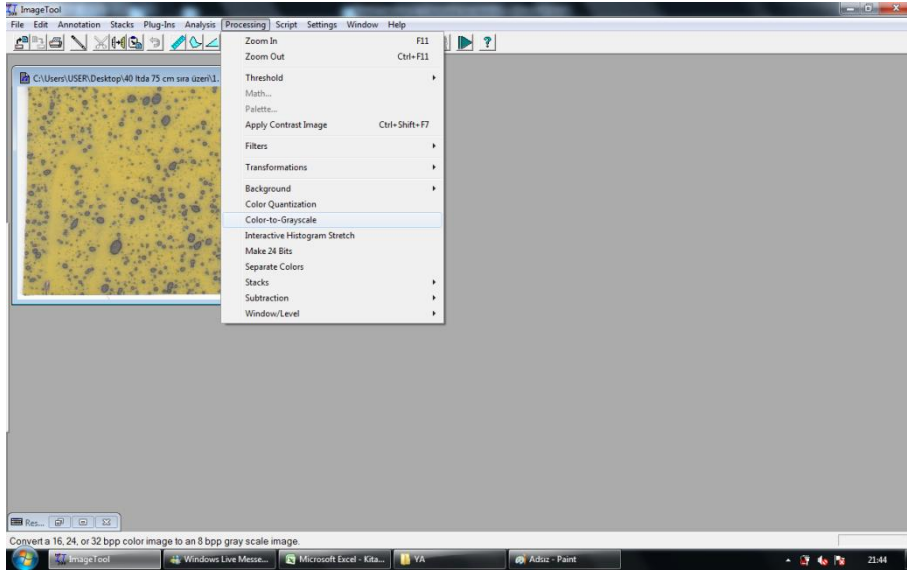
3.2.3.1. Kaplama oranı ölçümleri

Image Tool version 3.0 programında ilk olarak Şekil 3.20’de görüldüğü gibi File komutundan ‘Open Image’ ile analiz yapılacak olan suya duyarlı kağıdın görüntüsü açılmaktadır.

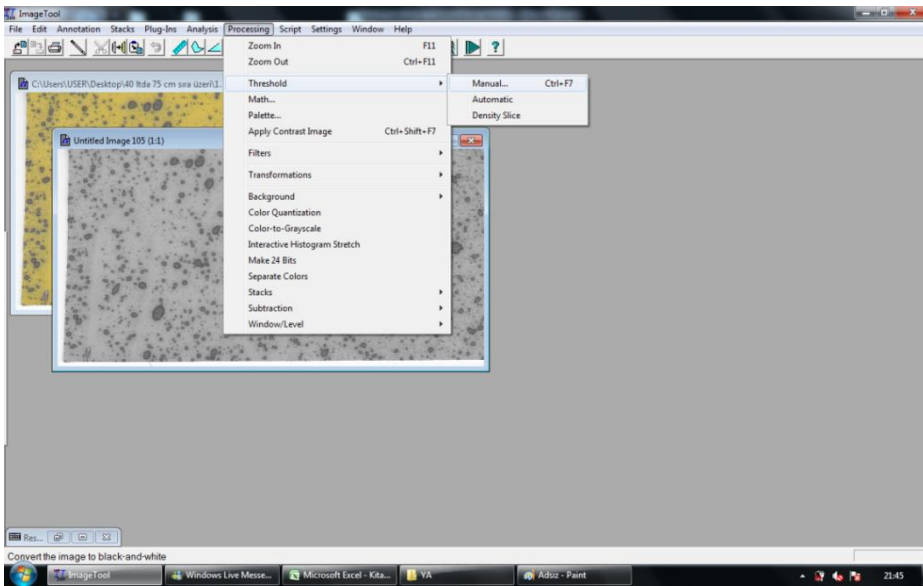


Şekil 3.20. Image Tool ‘Open Image’ komutu ekran görüntüsü

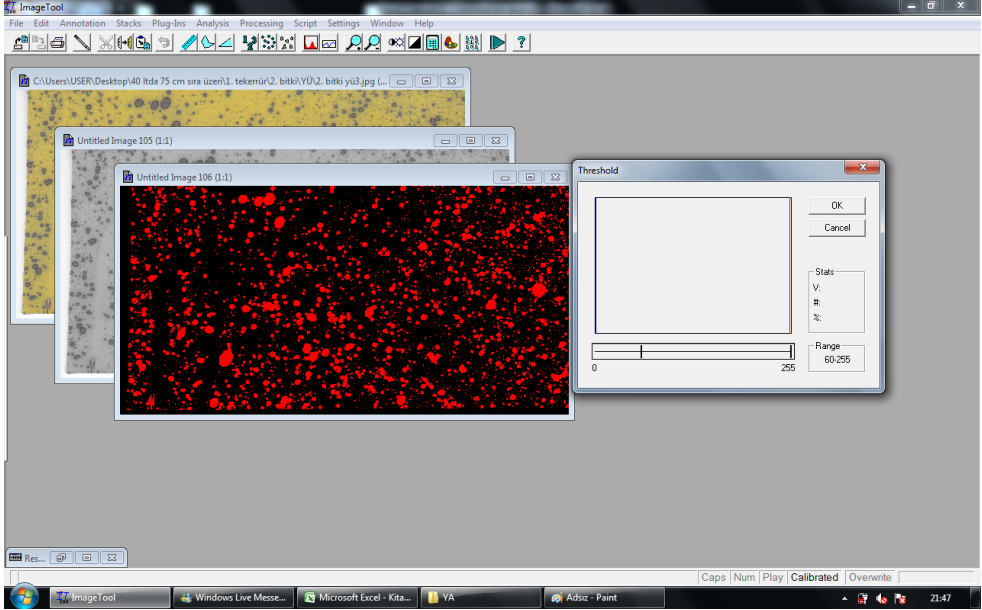
Görüntü dosyası açıldıktan sonra Processing menüsünden Color to Grayscale ile görüntü siyah beyaz renge dönüştürülmektedir (Şekil 3.21). Daha sonra Threshold komutundan (Şekil 3.22) manuel olarak eşik değeri 60 olacak şekilde damlalar ortaya çıkartılmaktadır (Şekil 3.23).



Şekil 3.21. Image Tool 'Processing-Color to Grayscale' komutu ekran görüntüsü

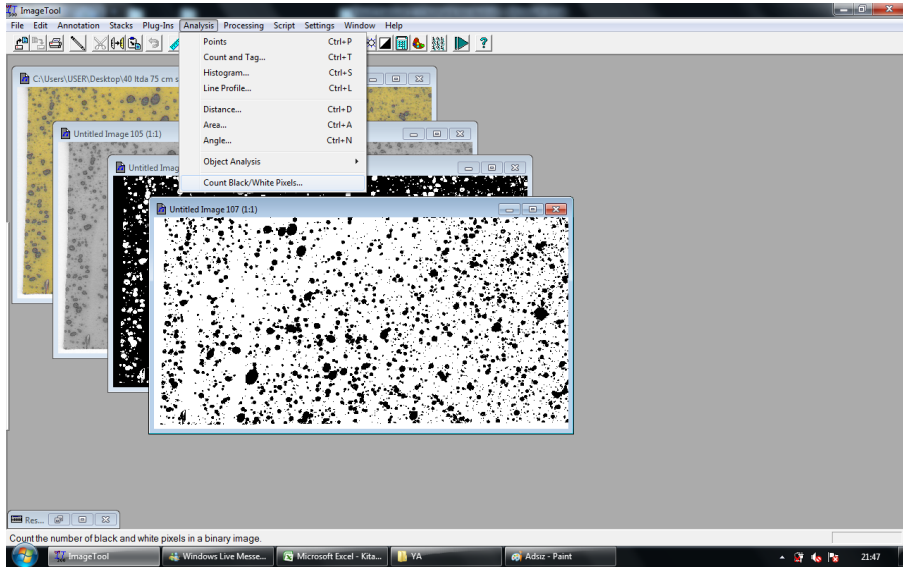


Şekil 3.22. Image Tool 'Processing-Threshold' komutu ekran görüntüsü

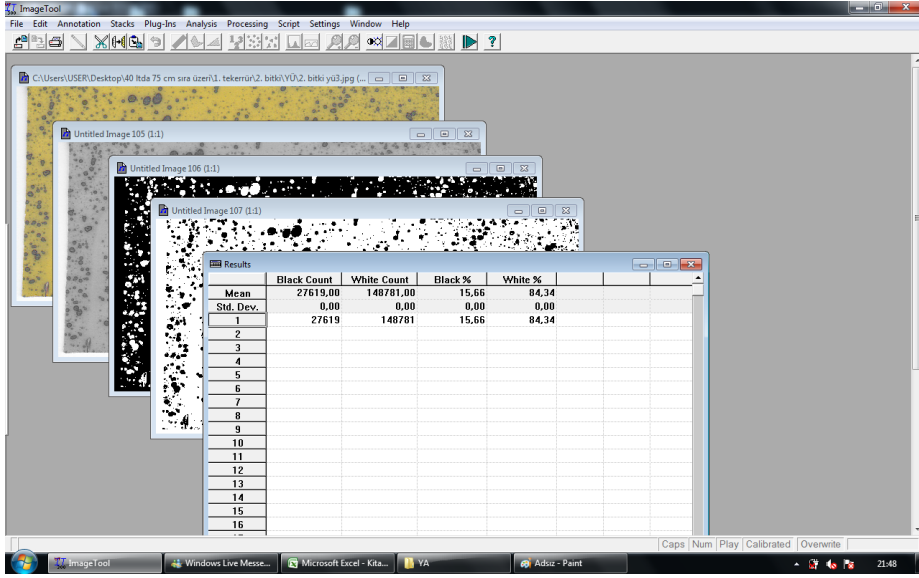


Şekil 3.23. Image Tool ‘Threshold’ komutu eşik değeri seçimi ekran görüntüsü

Bu belirlenmiş olan siyah ve beyaz alanların oranlarını çıkarmak için “Analysis” menüsünden “Count Black/White Pixels” seçilerek kaplama oranı değerleri bulunmaktadır (Şekil 3.24, Şekil 3.25).



Şekil 3.24. Image Tool ‘Analysis-Count Black and White Pixels’ komutu ekran görüntüsü



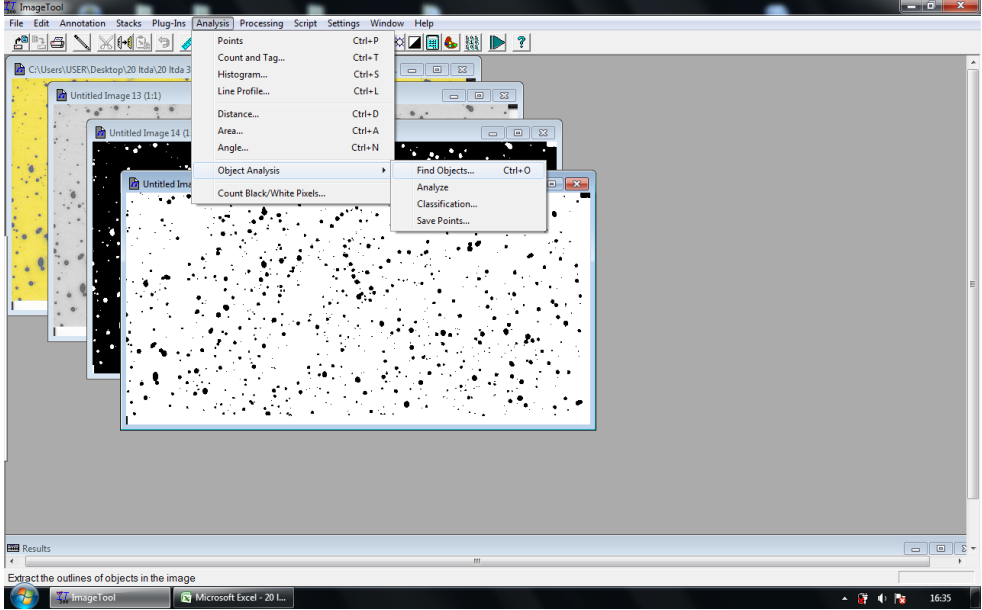
Şekil 3.25. Image Tool ‘Analysis-Count Black and White Pixels’ komutu sonuç görüntüleri

3.2.3.2. Image Tool kalibrasyonu

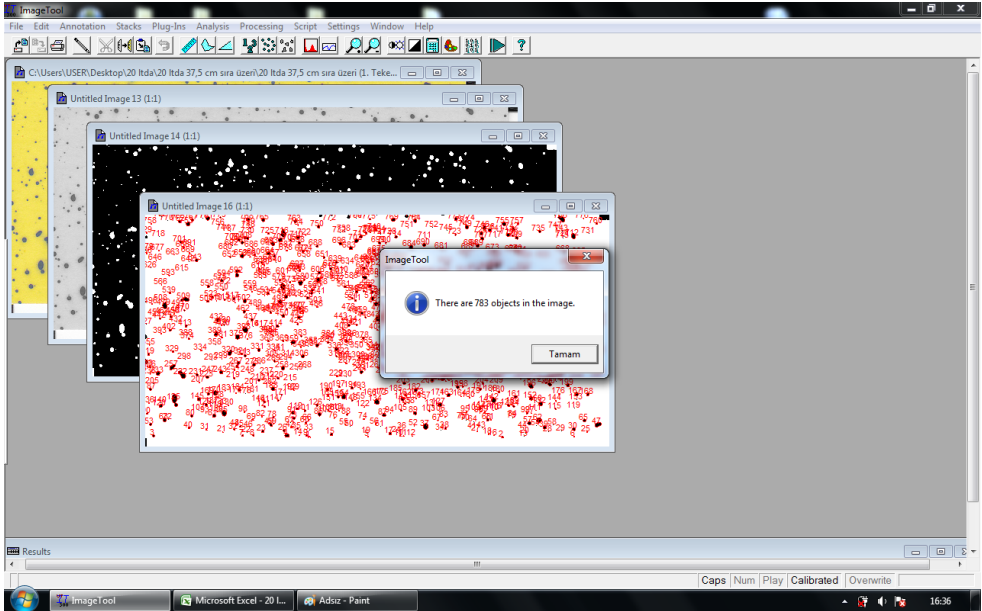
Program kalibrasyonu 10 mm²’lik bir kağıdı scannerden geçirerek Image Tool yazılımında bir kenarı 10 mm kabul etmesi için ayarlanmıştır. Daha sonra hacimsel ortalama çapı hesaplamada gerekli leke alanları ve en geniş çap değerlerini bulmamıza olanak sağlayan değerler seçilmiştir. Bu işlem Program içerisindeki ‘Setting-Preferences’ ve menüdeki ‘Object Analysis’ içindeki gerekli ‘Area’, ‘Roudness’ ve ‘Feret Diameter’ değerleri seçilmiştir.

3.2.3.3. Damla çapı ölçümleri

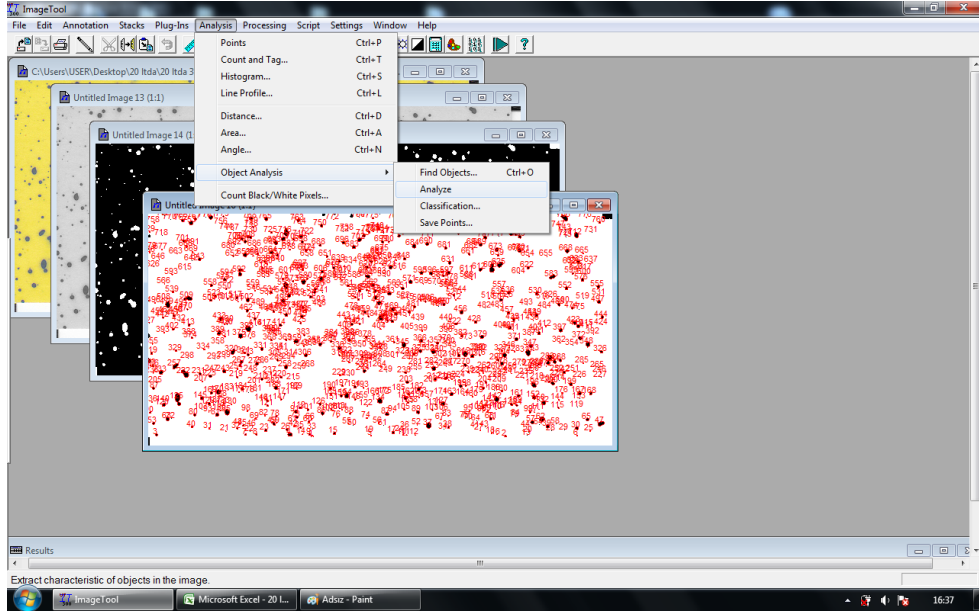
Kaplama oranı değerleri %40’ın altında olan kağıtlarda damla ölçümü yapılmıştır. Damla çapı ölçümünde Analysis menüsünde bulunan ‘Find Objects’ komutundaki ‘Automatic’ seçeneğinden bulunan bütün lekeler seçilmektedir (Şekil 3.26; Şekil 3.27). Daha sonra yine aynı menüde bulunan ‘Analysis’ komutuyla ‘Image Tool’ programının kalibrasyonu esnasında seçtiğimiz ‘Area’, ‘Roudness’ ve ‘Feret Diameter’ değerleri VMD hesaplarken kullanılacak değerlerdir (Şekil 3.28).



Şekil 3.26. Image Tool ‘Analysis-Find Objects’ komutu görüntüleri



Şekil 3.27. Image Tool ‘Analysis-Find Objects’ komutu sonucu bulunan iz görüntüleri



Şekil 3.28. Image Tool ‘Analysis-Object Analysis-Analyze’ komutu ile Area, Roudness ve Feret Diameter değerleri

Image Tool analizi sonucunda bulunan 0,75 ve üzeri küreselliğe sahip olan leke çapları Çizelge 3.6’daki yayılma faktörlerine bölünerek gerçek çap hesaplanmıştır. Bulunan bu değerler, Microsoft Excel programında 1 numaralı eşitlikteki hacimsel ortalama çap formülü kullanılarak hacimsel ortalama çap değerleri bulunmuştur. Bu programda %40’ın üzerinde kaplama oranına sahip olan kağıtlar hesaplamaya katılmamıştır. Bunun sebebi, kağıt üzerinde %40’tan fazla damla olduğu durumlarda görüntü analiz programının hassasiyetinin düşük olmasıdır (Fox vd., 2003).

Çizelge 3.6. Leke çaplarına göre yayılma faktörleri

Leke Çapları (μm)	Yayılma Faktörü
100	1,7
200	1,8
300	1,9
400	2,0
500	2,1
600	2,1

$$D_{V0,5} = \sqrt[3]{\frac{\sum d_i^3 \cdot n_i}{n}} \quad (1)$$

Yukarıdaki eşitlikte;

$D_{V0,5}$ = Hacimsel ortalama çap (μm)

n_i = (i) ap grubuna giren damla sayısı (adet)

d_i = (i) ap grubu orta değeri (μm)

n = toplam damla sayısı (adet).

4. BULGULAR

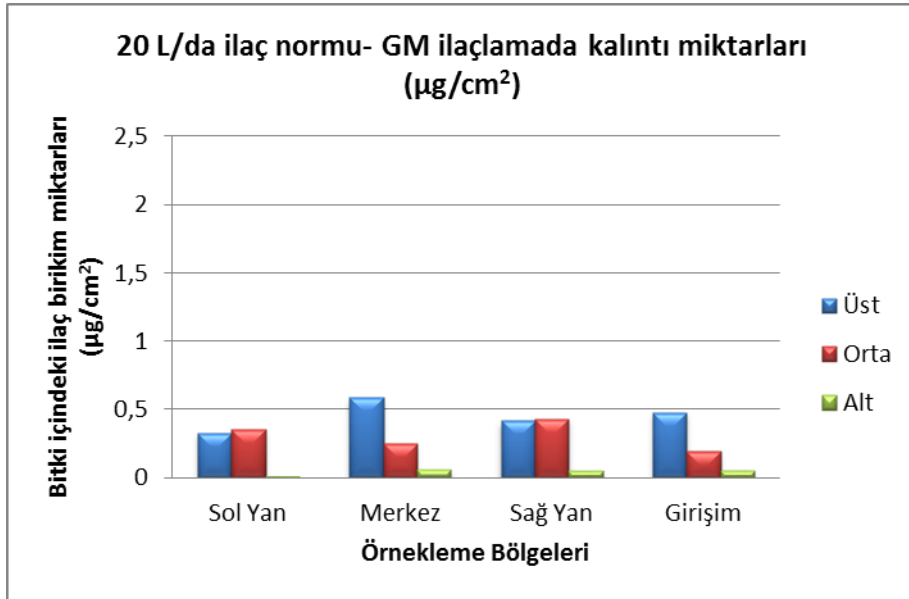
4.1. İlaç Birikim Miktarı Bulguları

Bu bölümde yapay pamuk bitkileri üzerine yerleştirilmiş olan filtre kağıtlarında oluşan iz maddesi birikim miktarları verilmiştir.

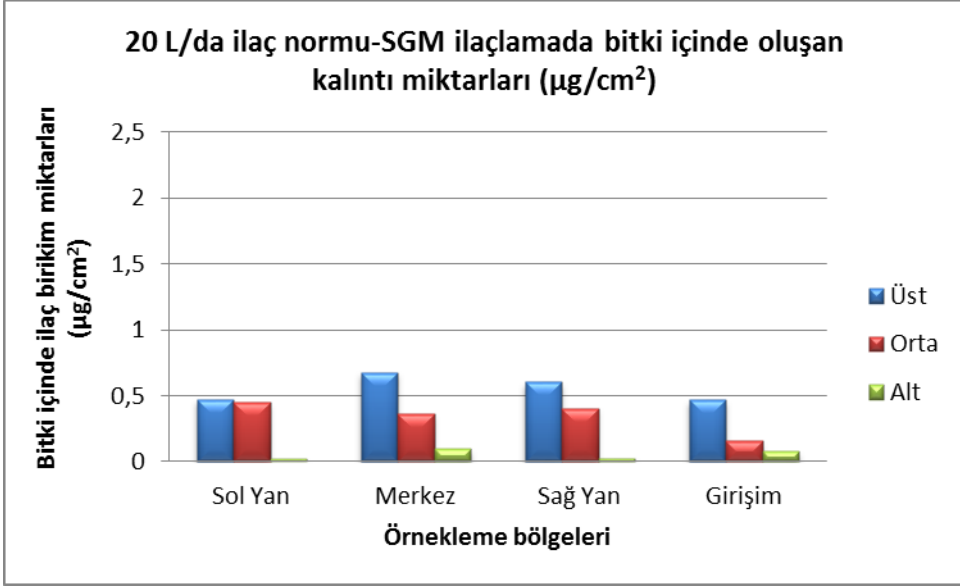
4.1.1. 20 L/da İlaç Normunda GM-SGM-GMYA İlaçlamasına Ait Bulgular

20 L/da ilaç normunda GM, SGM ve GMYA meme konumlarında yapılan denemelerin yapay bitki içerisindeki sol yan, merkez, sağ yan ve girişim bölgelerinde; üst, orta ve alt pozisyonlarında bulunan filtre kağıtları üzerinde oluşturdukları iz maddesi birikim miktarları verilmiştir.

Şekil 4.1. ve Şekil 4.2 incelendiğinde bitki içinde GM-SGM meme konumlarında bitki yaprak altlarına çok düşük miktarda ilaç ulaştığı görülmüştür. Bitki merkez bölgesi üst pozisyonlarında yaklaşık $0,6 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ birikim ile en çok ilaç kalıntısının olduğu bölge olarak ortaya çıkmaktadır.

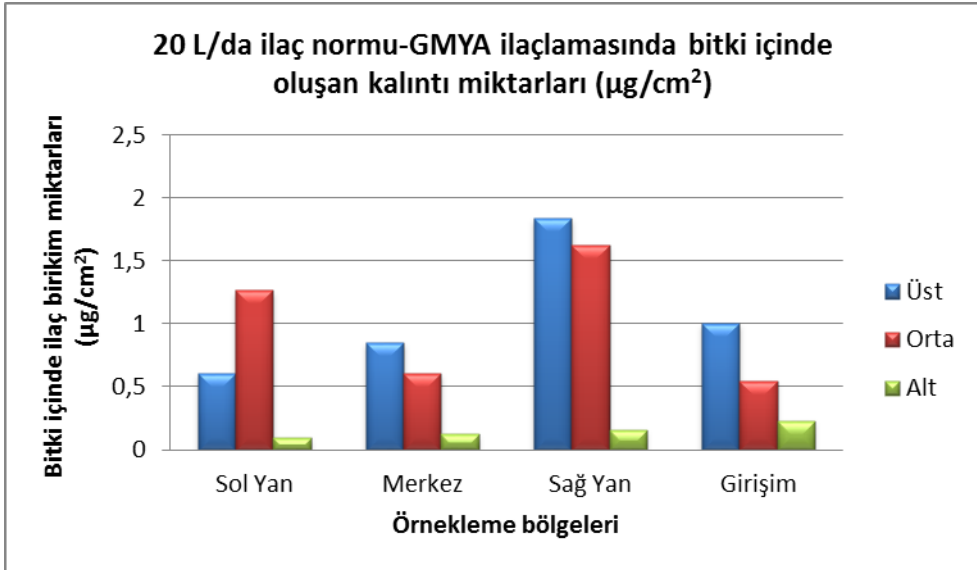


Şekil 4.1. 20 L/da ilaç normu- GM ilaçlamada kalıntı miktarları



Şekil 4.2. 20 L/da ilaç normu-SGM ilaçlamada kalıntı miktarları

Şekil 4.3'te görüldüğü gibi bitki sağ yan bölgesinin üst ve orta pozisyonları en çok ilaç kalıntısına sahip bölgelerdir. Diğer bitki bölgelerinde iz maddesi birikim miktarlarının $1,3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 'nin altında olduğu görülmektedir. GMYA meme konumunda ilaç kalıntısı miktarında, bitki genelinde diğer meme konumları ile kıyaslandığında ciddi bir artış olduğu ve bunun yanında da bitki sağ yan

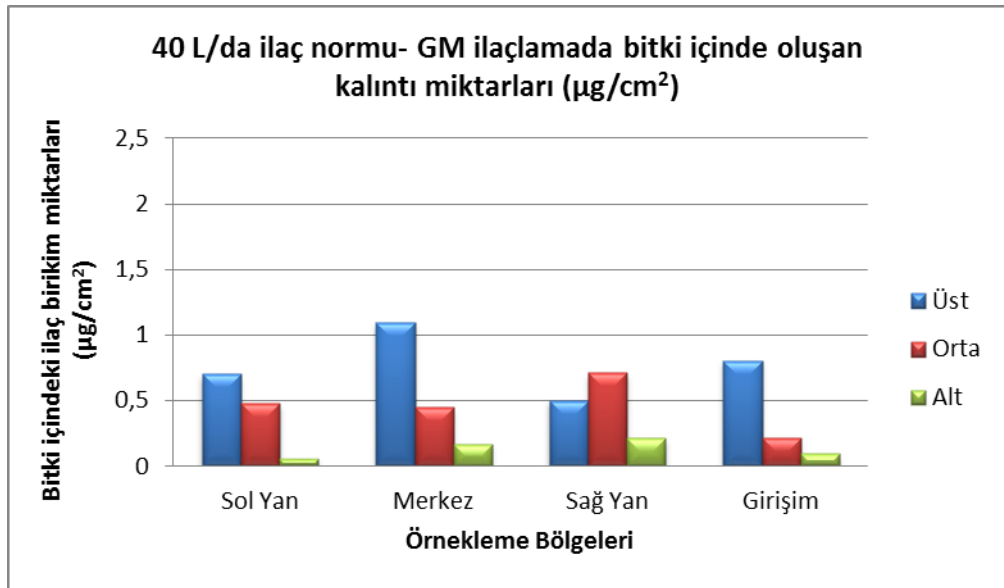


Şekil 4.3. 20 L/da ilaç normu-GMYA ilaçlama kalıntı miktarları

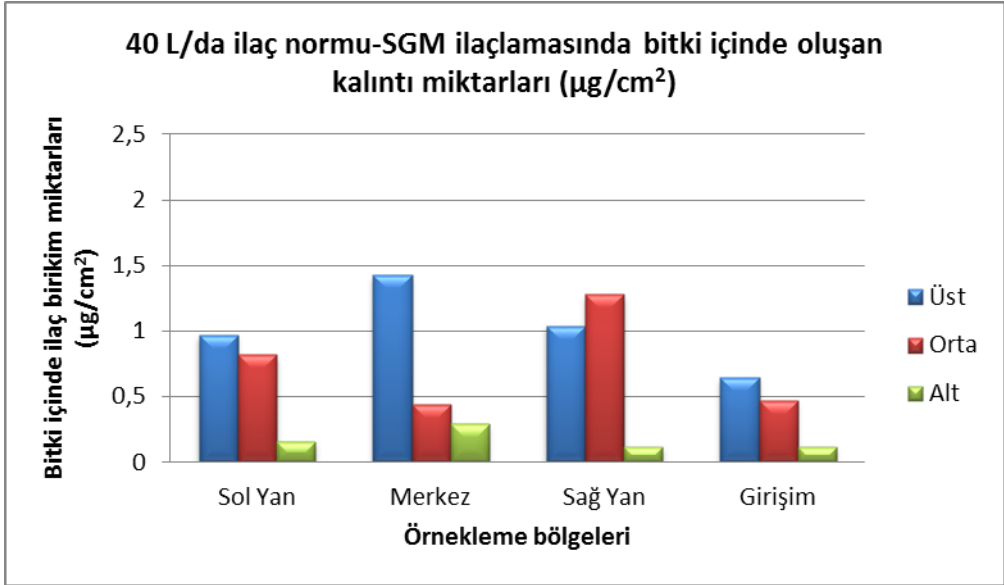
kısımındaki ilaç kalıntısının diğer bölgelere nazaran daha fazla olduğu görülmektedir.

4.1.2. 40 L/da İlaç Normunda GM-SGM-GMYA İlaçlamasına Ait Bulgular

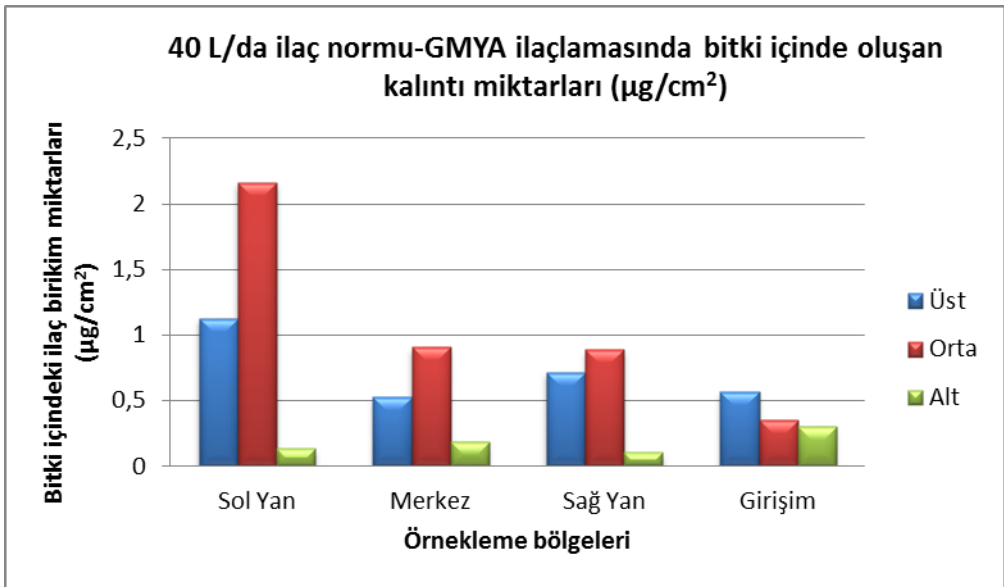
40 L/da ilaç normunda GM, SGM ve GMYA meme konumlarında yapılan denemelerin yapay bitki içerisindeki sol yan, merkez, sağ yan ve girişim bölgelerinde; üst, orta ve alt pozisyonlarında bulunan filtre kağıtları üzerinde oluşturdukları iz maddesi birikim miktarları verilmiştir (Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6).



Şekil 4.4. 40 L/da ilaç normu- GM ilaçlamada kalıntı miktarları



Şekil 4.5. 40 L/da ilaç normu-SGM ilaçlamada kalıntı miktarları



Şekil 4.6. 40 L/da ilaç normu-GMYA ilaçlamada kalıntı miktarları

Şekil 4.6 incelendiğinde 40 L/da ilaç normunda GM-SGM-GMYA karşılaştırıldığında GMYA meme konumunda bitki sol yanındaki kalıntı miktarında ciddi bir artış gözlenmektedir. Bu değerlerin fazla olması deneme esnasında yaprak altı borusunun bitki dallarına çarparak yıkanmaya yol açması olarak açıklanabilir.

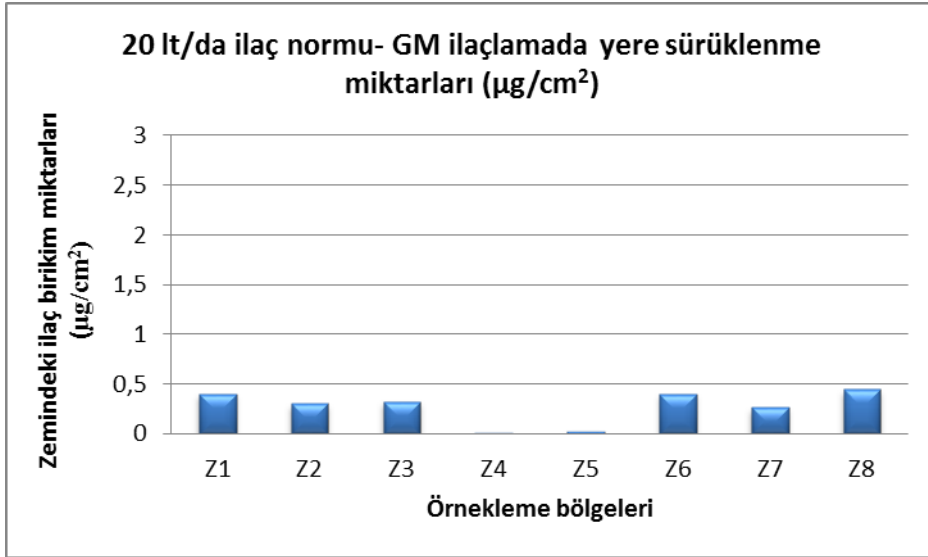
GMYA’da diğerk bitki bölgelerinde ise üst pozisyonlara daha az ilaç nüfuz ettiği görülmektedir. Fakat yaprak altı ilaçlama yapılmasına rağmen bitkinin alt pozisyonlarına ulaşan ilaç miktarında etkili bir değişim olmadığı göze çarpmaktadır.

4.2. Toprağa Sürüklenme Bulguları

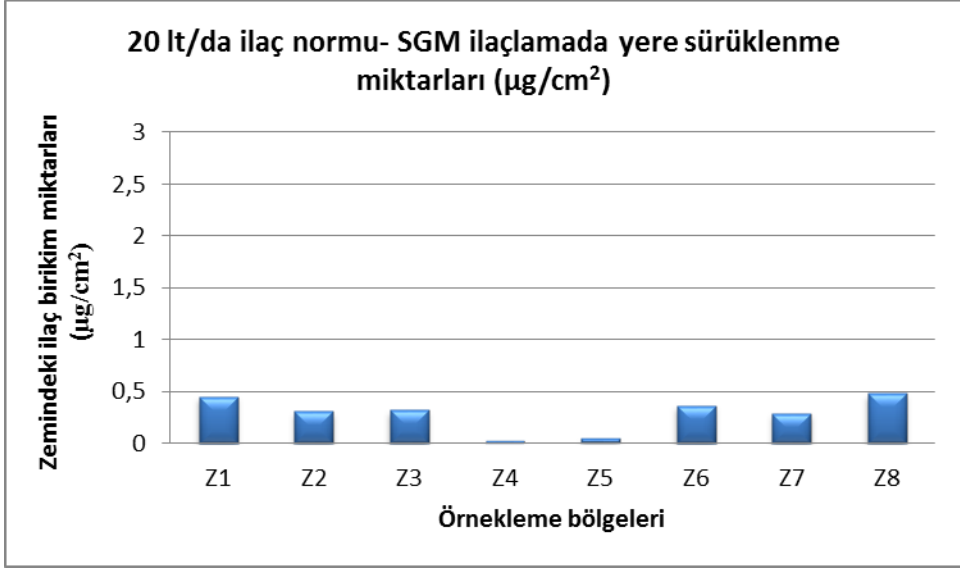
Bu bölümde zemin bölgelerine yerleştirilen filtre kağıtları üzerinde sürüklenmeden dolayı oluşan ilaç kalıntılarına ait bulgular verilmiştir.

4.2.1. 20 L/da İlaç Normunda GM-SGM-GMYA İlaçlamasına Ait Sürüklenme Değerleri

Şekil 4.7’deki değerlere bakıldığında GM konumundaki bütün sürüklenme değerlerinin 0 ile 0,4 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ arasında değiştiği ve ciddi bir sürüklenme bulgusuna rastlanmadığı görülmektedir. Aynı şekilde SGM konumundaki değerler de bu aralıkta olup ciddi bir sürüklenme gözlenmemektedir (Şekil 4.8).

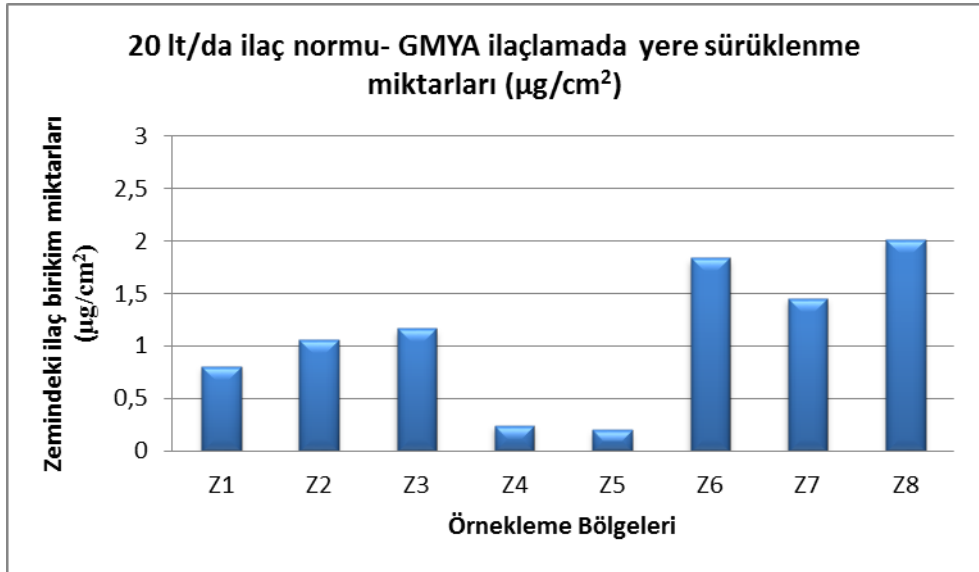


Şekil 4.7. 20 L/da ilaç normu- GM ilaçlamada yere sürüklenme miktarları



Şekil 4.8. 20 L/da ilaç normu- SGM ilaçlamada yere sürüklenme miktarları

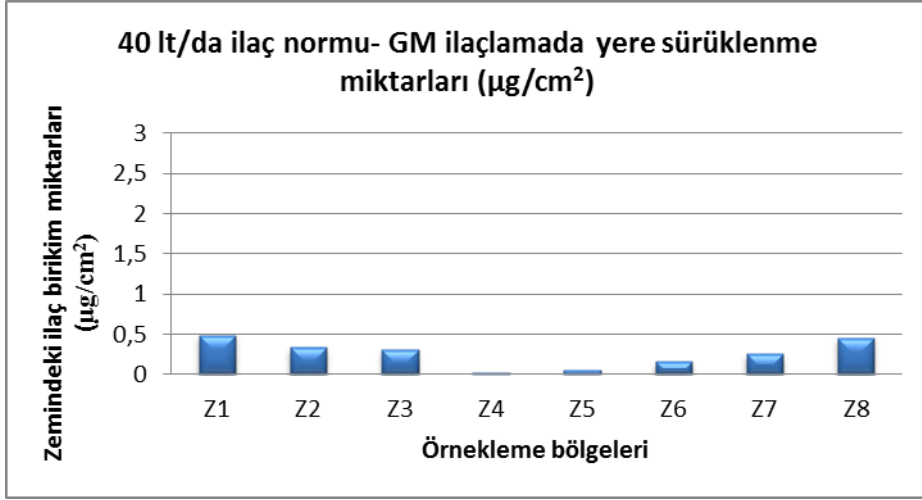
Yere sürüklenme bulguları incelendiğinde en çok sürüklenmenin GMYA meme konumunda ortaya çıktığı gözlenmektedir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. 20 L/da ilaç normu- GMYA ilaçlamada yere sürüklenme miktarları

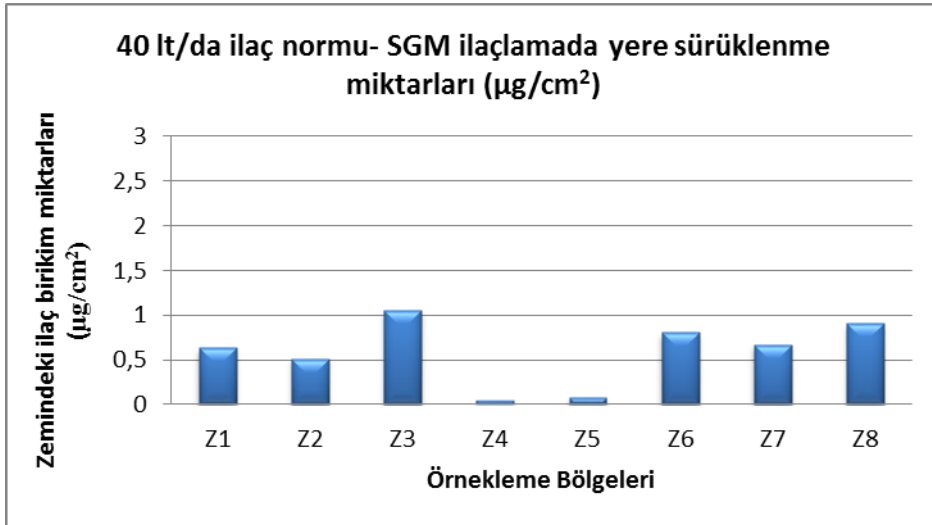
4.2.2. 40 L/da İlaç Normunda GM-SGM-GMYA İlaçlamasına Ait Sürüklenme Değerleri

GM meme konumundaki yere sürüklenme değerleri 0-0,5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ arasında olduğu Şekil 4.10'da görülmektedir.



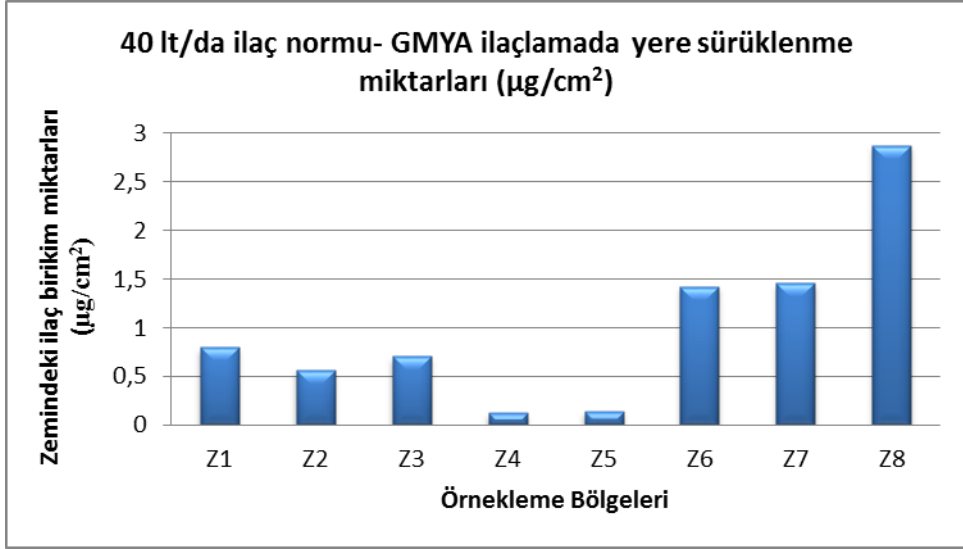
Şekil 4.10. 40 L/da ilaç normu- GM ilaçlamada yere sürüklenme miktarları

SGM meme konumundaki ilaçlamada ise GM'nin yaklaşık 2 katı oranında bir artış olduğu görülmektedir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. 40 L/da ilaç normu- SGM ilaçlamada yere sürüklenme miktarları

40 L/da ilaç normunda GMYA ilaçlamasında Z8 bölgesinde oluşan yere drift miktarının yaklaşık $2,8 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ile oldukça yüksek bir değer sergilediği Şekil 4.12'de görülmektedir.



Şekil 4.12. 40 L/da ilaç normu- GMYA ilaçlamada yere drift miktarları ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

Z4 ve Z5 orta bitkinin yan zeminlerini temsil etmekte ve genel olarak bütün meme konumlarında düşük sürüklenme aldığı görülmektedir.

4.3. Kaplama Oranı Bulguları

Bu bölümde 20 L/da ve 40 L/da ilaç normunda GM-SGM-GMYA meme konumlarındaki denemelerde kullanılan suya duyarlı kağıtlar üzerinde oluşan kaplama oranı değerleri verilmektedir.

4.3.1. 20 L/da İlaç Normunda GM-SGM-GMYA İlaçlamasında Oluşan Kaplama Oranları

Yaprak üstü kaplama oranları incelendiğinde ise SGM'nin yüksek değerleri göze çarpmakta ve en yoğun yaprak üstü kaplamasının ortaya çıktığı görülmektedir.

GM meme konumunda yaprak üstü kaplama oranları %64'e, SGM meme konumunda ise %77'e ulaştığı, GMYA meme konumunda ise yaprak üstü kaplamanın en yüksek değerinin %79 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1).

GM-SGM meme konumlarında bitki merkez bölgesi üst pozisyonlarına en çok ilacın ulaştığı, fakat yaprak altına çok düşük ilaç nüfuz ettiği görülmektedir.

GM ve SGM meme konumlarında yaprak altı kaplama oranları incelendiğinde değerlerin birbirine yakın olduğu ve etkili bir kaplamanın gerçekleşmediği görülmektedir. Fakat GMYA'ya bakıldığında ise yaprak altı kaplama oranlarının oldukça yüksek olduğu ve yaprak altında da etkili bir kaplamaya olanak verdiği görülmektedir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. 20 L/da GM, SGM ve GMYA'da oluşan kaplama oranı değerleri (%)

20 L/da		GM		SGM		GMYA	
		YA	YÜ	YA	YÜ	YA	YÜ
Sol Yan	Üst	0,40	38,16	2,38	74,97	30,08	11,42
	Orta	0,77	8,83	1,84	52,14	20,11	38,87
	Alt	0,3	7,39	1,11	10,82	1,66	51,73
Merkez	Üst	0,21	64,29	0,41	75,81	1,84	34,90
	Orta	0	17,37	0,79	34,83	1,75	34,90
	Alt	1,55	11,91	2,02	7,89	0,98	13,81
Sağ Yan	Üst	0,22	6,95	0,64	77,87	21,23	33,34
	Orta	0	40,04	0,16	83,02	41,28	79,49
	Alt	0	8,37	0,44	17,79	0,62	12,46
Girişim	Üst	1,06	20,93	1,47	29,86	20,59	29,38
	Orta	0	14,76	0,7	18,68	61,48	20,18
	Alt	0	3,36	0	7,64	0	13,09

4.3.2. 40 L/da İlaç Normunda GM-SGM-GMYA İlaçlamasında Oluşan Kaplama Oranları

Çizelge 4.2 incelendiğinde GM meme konumunda en yüksek kaplama oranı %76,43 ile bitki sol yan-üst pozisyonunda görülmektedir. SGM meme konumunda ise en yüksek kaplama oranı %84,23 ile bitki sağ yan-üst pozisyonunda olduğu göze çarpmaktadır. GMYA meme konumunda bu değer az olduğu, en yüksek kaplamanın %54,81 ile bitki sağ yan-orta pozisyonunda olduğu görülmektedir.

GM yaprak altı kaplama oranı değerlerine bakıldığında en yüksek değer %6,22 ile bitki sol yan-üst pozisyonunda, SGM yaprak altı kaplama oranlarında ise en yüksek değer %13,19 olduğu göze çarpmaktadır. GMYA'daki en yüksek kaplama oranı değeri %41,05 ve GMYA'da oluşan bütün kaplama oranlarına bakıldığında yaprak altı kaplama üstünlüğünün bariz ortaya çıktığı görülmektedir.

Çizelge 4.2. 40 L/da GM, SGM ve GMYA'da oluşan kaplama oranı değerleri (%)

40 L/da		GM		SGM		GMYA	
		YA	YÜ	YA	YÜ	YA	YÜ
Sol Yan	Üst	6,22	76,43	13,19	57,39	21,35	22,68
	Orta	1,62	14,16	1,68	61,56	29,22	46,64
	Alt	0,31	5,22	0,41	26,99	1,25	17,61
Merkez	Üst	0,25	27,94	7,58	64,36	6,15	36,50
	Orta	0,13	30,38	0,12	48,33	6,30	18,08
	Alt	0,123	18,43	0,11	49,67	11,35	28,49
Sağ Yan	Üst	1,47	6,66	0,66	84,23	21,15	50,18
	Orta	0,23	62,65	2,04	50,11	41,05	54,81
	Alt	0,146	13,51	0,34	77,53	0,77	18,11
Girişim	Üst	0,45	62,24	9,06	56,53	7,91	45,14
	Orta	0	31,11	0,37	50,73	30,37	39,81
	Alt	0	25,62	0,45	10,82	27,35	15,07

4.4. Hacimsel Ortalama Çap (VMD) Bulguları

Bu bölümde makinanın iki farklı ilaç normu ve üç farklı meme düzeneğinde bitkinin hem yaprak üstü hem yaprak altında oluşturduğu hacimsel ortalama çap (VMD) bulguları sunulmaktadır.

4.4.1. 20 L/da İlaç Normunda Oluşan VMD Değerleri

Yapılan denemeler sonucunda 20 L/da ilaç normunda GM-SGM ve GMYA meme konumlarında suya duyarlı kağıtlar üzerinde oluşan lekelerden hesaplanan hacimsel ortalama çap değerleri Çizelge 4.3'de verilmektedir.

Çizelge 4.3 incelendiğinde GM meme konumunda yaprak altı VMD değerlerinin 111,90-180,65 µm, SGM meme konumunda 133,65-233,44 µm ve GMYA meme konumunda ise 181,88-383,20 µm arasında olduğu görülmektedir.

Yaprak üstü değerlerine bakıldığında GM meme konumunda VMD değerleri 177,90-334,19 µm, SGM meme konumunda 207,96-296,69 µm ve GMYA meme konumunda ise 156,28-340,47 µm arasındadır.

Çizelge 4.3. 20 L/da ilaç normunda oluşan VMD değerleri (µm)

20 L/da		GM		SGM		GMYA	
		YA	YÜ	YA	YÜ	YA	YÜ
Sol Yan	Üst	177,06	278,63	209,45	*	258,08	266,23
	Orta	159,55	223,55	191,61	*	211,87	266,64
	Alt	144,34	196,35	191,22	235,86	189,96	*
Merkez	Üst	127,15	*	155,11	*	321,42	266,52
	Orta	0	241,46	189,54	207,96	383,20	340,47
	Alt	180,65	222,47	223,70	254,07	338,42	340,47
Sağ Yan	Üst	111,90	177,90	152,61	*	355,22	156,28
	Orta	0	229,53	151,13	*	*	*
	Alt	0	232,27	168,76	238,72	296,62	264,27
Girişim	Üst	172,08	334,19	133,65	296,69	181,88	258,55
	Orta	0	253,62	233,44	232,88	*	320,43
	Alt	0	221,22	0	258,74	0	248,69

*Kaplama oranı %40'tan fazla olan suya duyarlı kağıtlardır.

4.4.2. 40 L/da İlaç Normunda Oluşan VMD değerleri

40 L/da ilaç normuna ait VMD değerleri Çizelge 4.4'te verilmektedir. Bu çizelge incelendiğinde GM meme konumu yaprak altında oluşan VMD değerleri 116,99-369,80 µm, SGM meme konumunda 109,93-251,91 µm ve GMYA meme konumunda ise 145,45-396,93 µm olduğu görülmektedir.

GMYA meme konumuna bakıldığında yaprak altı ve yaprak üstündeki VMD değerlerinin birbirine yakın olduğu homojen bir damla çapının oluştuğu görülmektedir.

Çizelge 4.4. 40 L/da ilaç normunda oluşan VMD değerleri (μm)

40 L/da		GM		SGM		GMYA	
		YA	YÜ	YA	YÜ	YA	YÜ
Sol Yan	Üst	146,01	*	251,91	427,78	221,81	264,44
	Orta	177,44	329,74	225,16	*	177,22	294,30
	Alt	369,80	232,59	163,52	267,31	251,61	230,94
Merkez	Üst	156,311	109,92	120,28	143,18	240,09	260,82
	Orta	116,99	331,75	121,48	441,48	205,65	274,59
	Alt	130,23	312,69	109,93	363,77	178,24	231,41
Sağ Yan	Üst	162,58	140,51	117,62	*	276,76	277,48
	Orta	185,08	534,30	148,11	*	396,93	*
	Alt	253,07	303,85	243,28	270,44	145,45	214,01
Girişim	Üst	118,44	407,49	218,89	373,19	217,49	256,70
	Orta	0	292,18	227,08	526,83	369,53	*
	Alt	0	247,83	225,22	324,47	275,01	241,63

*Kaplama oranı %40'tan fazla olan suya duyarlı kağıtlardır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmalarda uygulama normlarını sabit tutabilmek için farklı işletme basınçlarında çalışılmıştır. Ancak, çalışma basıncının değiştirilmesi hacimsel ortalama çap (VMD) değerinin değişmesine sebep olmaktadır. Çalışma basıncının artması ya da meme plaka delik çapını sabit tutularak uygulama normunun azalması VMD değerini küçültmektedir. VMD değeri, kaplama oranı ve sürüklenme üzerinde önemli rol oynaması sebebiyle oldukça önemlidir. VMD değerini değiştirmek için diğer yollardan biri de meme delik çapını değiştirmektir (Yağcıoğlu, 2008).

İlaçlama işinde başarıyı etkileyen birçok unsur vardır. İlaçlama makinesinin başarısını ifade etmede kullanılan başlıca kriterler; hedef bitki üzerindeki kalıntı miktarı, yüzey kaplama oranları, hedef bitki üzerindeki dağılım düzgünlüğü, birim alandaki damla sayısı ve damla çaplarıdır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda bu kriterlerin biri ya da bir kaçını kullanarak ilaçlama işinin kalitesi hakkında karar vermektedirler.

Bu çalışmada yapay bitki üzerinde çalışıldığından ve çalışmanın konusu gereği değinilmemiş bulunan biyolojik etkinlik değeri de çok önemli bir kriterdir.

Güler (2002), çalışmasında hedef dışına sürüklenme, hedef üzerindeki kalıntı miktarları, hedef üzerindeki dağılım düzgünlüğü ve kaplama oranlarını ön plana çıkarmış ve bu kriterlerin ortak etkisi ile makine başarısı hakkında karar vermiştir.

Bu tez çalışmasının sonuçlarına bakıldığında GM ve SGM meme konumlarında norm artışının bitki üzerindeki birikim miktarı ve yaprak üstü kaplama oranı değerlerini artırdığı gözlenmiştir. GMYA meme konumunda norm artışının ise yaprak üstü kaplama oranına çok etkisinin olmadığı ve kalıntı miktarında azalışa neden olduğu gözlemlenmiştir.

Denizdurduran, (2008)'a göre, pamuk bitkisinde defolyant bitki yapraklarında bulunan stomalardan emilerek yaprak sapının dal veya ana sapa birleştiği yerde ayrılma tabakasının oluşumunu teşvik ederek yaprak dökümüne neden olmaktadır. Ayrıca bitkide stomaların en yoğun olduğu yer ise yaprak altlarıdır. Bu yüzden defolyantın yaprak altlarına nüfuz etmesi bizim için önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, GMYA meme konumunun her iki ilaç normunda (20-40 L/da) da yaprak altında iyi bir kaplama yapabildiği görülmüştür. Ancak GMYA 20 L/da ile 40 L/da ilaç normları kıyaslandığında yere sürüklenmenin 20 L/da normda daha fazla olduğu gözlenmiştir. Basıncın düşük olması, damla çaplarının büyümesine ve bu yüzden damlaların yere sürüklenmesine neden olmuştur.

Çizelge 4.3 incelendiğinde 20 L/da ilaç normunda GMYA meme konumundaki hacimsel ortalama çap değerleri ile Çizelge 4.4.'teki 40 L/da ilaç normunda GMYA meme konumunda oluşan hacimsel ortalama çap değerleri karşılaştırıldığında 40 L/da ilaç normundaki VMD değerlerinin fazla olduğu görülmektedir. Denemeler esnasında her iki norm değerlerinde de geleneksek içi boş konik hüzmeli püskürtme memesi ve 1 mm'lik plaka çapı kullanıldığından basınç düşürülerek norm ayarlanmıştır ve buna bağlı olarak da damla çaplarında bir artış gözlenmiştir. Damla çapı büyüdüğü için buna bağlı olarak da yere sürüklenme değerlerinin arttığı gözlenmiştir.

Şekil 4.6'da GMYA'ya bakıldığında ise dağılımın düzgün olmadığı görülmüştür. Bitki sol yan bölgesinde ciddi bir kalıntı olduğu görülmektedir. Denemeler esnasında yaprak altı memelerinin bitkiye takılması nedeniyle sol yanda böyle bir kalıntı artışı olmuştur.

Bu tez çalışmasında, GMYA meme konumunun 20 L/da ilaç normunda en iyi birikim ve kaplama oranı değerini sağladığı görülmüştür. Yaprak altı ilaçlamasında en iyi kaplama oranı değerleri de GMYA meme konumunda olmuştur. Ayrıca, defolyantın bitki yaprak altlarına nüfuz etmesinin ilaç etkinliğini artırması, bu meme konumunun defolyant ilaçlaması için vazgeçilmez olduğu sonucunu çıkarmaktadır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2011. Bayer Crop Science Türkiye [www.bayercropscience.com.tr/urun_detay], Erişim Tarihi: 24.03.2011.
- Anonim, 2013. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü 2012 Yılı Pamuk Raporu.
- Anonim, 2014a. International Cotton Advisory Committee (ICAC) [http://www.icac.org/], Erişim Tarihi: 30.07.2014.
- Anonim, 2014b. Türkiye İstatistik Kurumu [http://www.tuik.gov.tr/], Erişim Tarihi: 11.08.2014.
- Bayat, A., Zeren, Y. 1994. Pamuk ilaçlamasında farklı ilaç uygulama yöntemlerinin ilaç tutunması ve ilaç kayıpları açısından değerlendirilmesi. **Tarımsal Mekanizasyon**, 15: 20-22.
- Bozdoğan, N. Y. 2005. Turbofan ve Yardımcı Hava Akımlı Döner Diskli Memelerin (Micromax III, Tarp-2383) Farklı İşletme Koşullarında Sağladıkları Kalıntı ve Sürüklenme Boyutlarının Saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- Caner, Ö. 2007. Yardımcı Hava Akımlı Hidrolik Pülverizatörle Bağ İlaçlamasında Toprak Yüzeyine Sürüklenmeyi Azaltmaya Yönelik En Uygun Kullanım Koşullarının Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.
- Deligönül, F., Sağlam, R., 1991. Klasik uçak püskürtme düzenlerinde meme konumu açılarının dağılıma olan etkilerinin araştırılması, **13. Tarımsal Mekanizasyon Sempozyumu**, pp. 298-311, Konya.
- Deligönül, F., Moser, E., 1988. Uçakla pamuk ilaçlamasında optimizasyon ve atövizörlerin kullanımı. **I. Tarımsal Havacılık Sempozyumu Bildirileri**, (14-15 Ocak), THK, Ankara.

- Demirtaş, M. 2006. Traktöre Monte Edilebilir Tip Pamuk Hasat Makinasının Bazı Pamuk Çeşitleri Üzerindeki Performansının Belirlenerek Ekonomik Analizinin Yapılması. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Denizdurduran, N. 2008. Kahramanmaraş Koşullarında Yaprak Döktürücü Uygulama Zamanlarının Pamukta (*G. hirsutum* L.) Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Fox, R.D., Derksen, R.C., Cooper, J.A., Krause, C.R. and Ozkan, H.E. 2003. Visual and image system measurement of spray deposits using water-sensitive paper, applied engineering in agriculture. **American Society and Agricultural Engineers (ASAE)**, 19(5): 549-552.
- Güler, H. 2002. Değişik Hava Akımı ve İlaç Püskürtme Yönlerinin Tele Alınmış Bağlarda İlaç Dağılım Düzgünlüğüne Olan Etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.
- Karahan, Y., Sağlam, R., 1997. Buğdayda uçakla yabancı ot ilaçlamasında damla dağılımının farklı yöntemlerle saptanması üzerine bir araştırma. **Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi**, pp. 566-574, Tokat.
- Manor, G., Hofner, A., R., Phishler, G., Epstein, Y., 1987. Air sleeves field sprayer for cotton. **An ASAE Meeting Presentation**, pp. 87-89, ABD.
- Mathews, G. A. 2004. How was the pesticide applied?. **Elsevier Crop Protection** 23: 651-653.
- Mert, M., Çalışkan, M. E., Günel, E. 1999. Yaprak döktürücü uygulamasının pamuğun (*G. Hirsutum* L.) verim ve lif özelliklerine etkisi. **Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi** 4:1-12.

- Nerse, Ü. 2006. Pülverizasyonda Damla Çapı ve Damla Sayısının Farklı Yöntemlerle Saptanması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Sayınacı, B., Bastaban, S. 2011. Patates ilaçlamasında farklı tip püskürtme memelerinin damla taşınma etkinlikleri. **Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi** 1(1):81-90.
- Sokat, Y. 2008. İkinci Ürün Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Tarımında Defoliant Uygulamalarının Verim, Lif ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.
- Tücer, A., Tezcan, F., Güler, H., Koçer, H, Erkal, N. 2004. A comparison of different sprayer in term of pesticide deposition and biological efficacy against leaf hopper (*Empoasca decipens* and *asymetrasca decedens*) in cotton. **Agriculture (Pol'nohospodárstvo)**, 50(4-5): 57-66.
- Urkan, E. 2012. Farklı Tip Memelerle Bağ İlaçlamasında Pülverizatör Performansının ve Sürüklenmenin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.
- Yağcıoğlu, K., 1993. Bitki Koruma Makinaları Ders Kitabı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Bornova-İzmir, 508s.
- Yağcıoğlu, K., 2008. Bitki Koruma Makinaları Ders Kitabı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Bornova-İzmir, 256s.
- Yalçın, İ. 1999. Değişik Toprak İşleme ve Pamuk Ekim Tekniklerini Aydın Yöresi Koşullarına Uygulama Olanakları. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Keziban Yalçın
Doğum Yeri ve Tarihi : 28 Haziran 1989'da Muğla

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi :2006 yılında Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünü kazandı. 2010 yılında bölüm birinciliğiyle mezun oldu.

Yüksek Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 2010 yıl içerisinde bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı.

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

İŞ DENEYİMİ:

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : 2009 yılında Aydın ilinde bulunan Polat Group Redüktör firmasında stajını tamamladı.

2013 yılında YÖK'ün Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı kapsamında Selçuk Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümüne Araştırma Görevlisi olarak atandı.

İLETİŞİM

E-posta Adresi :

Tarih :