

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**FARKLI TİP MEMELERLE BAĞ İLAÇLAMASINDA
PÜLVERİZATÖR PERFORMANSININ
VE
SÜRÜKLENMENİN BELİRLENMESİ**

Erkan URKAN

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Müjdat TOZAN

İkinci Danışman: Prof. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU

Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 501.08.00

Sunuş Tarihi: 12 Mart 2012

Bornova-İZMİR

2012

Zir. Yük. Müh. Erkan URKAN tarafından Doktora tezi olarak sunulan “**Farklı Tip Memelerle Bağ İlaçlamasında Pülverizatör Performansının ve Sürüklenmenin Belirlenmesi**” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve **12.03.2012** tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

İmza

Jüri Başkanı	: Prof. Dr. Müjdat TOZAN	
Raportör Üye	: Yrd. Doç. Dr. Hüseyin GÜLER	
Üye	: Prof. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU	
Üye	: Prof. Dr. Semih ERKAN	
Üye	: Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN	

ÖZET**FARKLI TİP MEMELERLE BAĞ İLAÇLAMASINDA
PÜLVERİZATÖR PERFORMANSININ
VE
SÜRÜKLENMENİN BELİRLENMESİ**

URKAN, Erkan

Doktora Tezi, Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Müjdat TOZAN

İkinci Danışman: Prof. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU

Mart 2012, 118 sayfa

Bu çalışmanın amacı, asma bitkisi içindeki en iyi birikimi sağlamanın yanında yere ve havaya olan ilaç sürüklenmesini en aza indiren meme tipinin hava debisi ve uygulama normuna bağlı olarak belirlenmesi ve çevreye duyarlı ilaçlamanın yapılabilmesini sağlamaktır.

Çalışmalar iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk bölümde, nispeten kontrollü koşulların sağlandığı kapalı alanda koruk dönemini temsil eden yapay asma bitkisi ile çalışmalar yapılmıştır. İkinci bölümde ise en uygun sonuçları veren meme tipi, hava debisi ve uygulama normu kullanılarak arazi çalışmaları yapılmıştır. Denemeler yerli imalat geleneksel (içi boş konik hüzmeli), Teejet XR (geleneksel yelpaze hüzmeli), AIXR (geleneksel hava emişli yelpaze hüzmeli) ve AI (hava emişli) tip püskürtme memeleriyle, 3 farklı uygulama normunda (60, 90, 115 Lda⁻¹) ve 3 farklı hava debisinde (32000, 45000, 55000 m³h⁻¹) 4'er tekerrürlü olarak yapılmıştır. Bitki içindeki belirli bölgelerdeki (merkez ve girişim) iz maddesi birikim miktarının belirlenmesi için filtre kağıtları, kaplama oranlarının ve damla çaplarının belirlenmesi için ise suya duyarlı kağıtlar yerleştirilmiştir. Bitki altındaki sürüklenme ölçümleri için filtre kağıtları bitkinin altına, bitki arkasındaki sürüklenme ölçümleri için filtre kağıtları 18 m uzaklığa kadar belirli aralıklarla dizilmiş direklerin (6 m yüksekliğindeki) üzerlerine yerleştirilmiştir. Bitki içi birikim miktarları ve sürüklenme kayıpları bulunmuş ve sonuçlar

istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Kapalı alan denemeleri sonunda en uygun bitki içi birikim değerlerini veren, yere ve havaya en az sürüklenen meme tipi AIXR, uygulama normu 90 Lda^{-1} , hava debisi $45000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. AIXR tip memeyle birlikte pratikte yaygın olarak kullanılan geleneksel tip meme ile arazi çalışmalarında belirlenen uygulama normu ve hava debisinde çalışılmıştır.

Arazi çalışmalarında geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda AIXR'a göre bitki içinde daha fazla birikim ve kaplama oranı lmesine karşın damlacıkların geleneksel tip memede 18 m, AIXR tip memede 7,5 m uzaklığa kadar sürüklendiği belirlenmiştir. Bu sonuçla AIXR tip memelerin kullanılmasının tampon bölge mesafesini 2,5 katına kadar kısaltılmasını sağlayabileceği belirlenmiştir. Su kaynakları gibi hassas bölgelerde ilaçlama yapılırken AIXR tip meme tercih edilmesiyle uzak mesafelere olan sürüklenmenin azaltılacağı ve çevrenin korunmasına önemli katkıda bulunulacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Drift, Hava Emişli Meme, Geleneksel Hava Emişli Yelpaze Hüzmeli Meme, Geleneksel Yelpaze Hüzmeli Meme, İçi Boş Konik Hüzmeli Meme, Kaplama Oranı, İz Maddesi

ABSTRACT

DETERMINATION OF SPRAY PERFORMANCE AND DRIFT

USING DIFFERENT TYPES OF NOZZLES IN VINEYARD

URKAN, Erkan

PhD in Agricultural Machinery

Supervisor: Prof. Dr. Müjdat TOZAN

Co-Supervisor: Prof. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU

March 2012, 118 pages

The objective of this study was to determine nozzle type, air flow and application rate in order to provide the best coverage on the vineyard canopy and reduce airborne drift and ground sedimentation.

In order to meet the above objectives, experiments were conducted in two steps. The first step included the experiments in an indoor area under relatively controlled conditions using the artificial vine representing unripe period of a real vine plant. In the second part, experiments were held in the field with the suitable nozzle type, air flow rate and application rate which provided the best results in the first part. Domestically manufactured conventional (hollow cone), Teejet XR (conventional Flat fan), AIXR (conventional air induction flat fan) and AI (air induction) nozzles were used in the experiments at application rates of 60, 90, 115 Lda⁻¹ and at the air flow rates of 32000, 45000, 55000 m³h⁻¹. Each experiment was replicated four times. Filter papers and water sensitive papers were placed at 6 different locations in the plant to determine the tracer deposit, coverage and droplet size. For drift measurements filter papers were placed at the bottom of the plants and on vertical towers (6 m height) which were placed at certain intervals along 18 m distance from the plant. Deposit on the artificial plant and drift losses were determined and statistically evaluated. In indoor studies, AIXR provided the best deposit on plant canopy and the least drift losses at 90 Lda⁻¹ application rate and 45000 m³h⁻¹ air flow rate. Therefore, AIXR nozzles were compared with the conventional hollow cone nozzle at a certain application rate and air flow rate in the field trials.

In field studies conventional hollow cone nozzle provided the more deposit and the higher coverage rate than AIXR nozzle. However, while the droplets from the conventional hollow cone nozzle drifted up to 18 m from the target, the drift distance for AIXR types was 7.5 m. This result showed that, when AIXR type nozzle is used, buffer zone distance may be reduced almost 2.5 times as compared to the conventional hollow cone nozzle.

Keywords: Drift, Air Induction Nozzle, Conventional Air Induction Flat Fan Nozzle, Conventional Flat Fan Nozzle, Hollow Cone Nozzle, Coverage, Tracer

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının çeşitli aşamalarında değerli katkılarıyla bana yol gösteren sayın hocalarım Prof. Dr. Müjdat TOZAN'a, Yrd. Doç. Dr. Hüseyin GÜLER'e, Prof. Dr. Abdülkadir YAĞCIOĞLU'na, Prof. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU'na, Prof. Dr. Semih ERKAN'a, Prof. Dr. Nafiz DELEN'e, çalışma dostum Uzm. Dr. Mehmet EVRENOSOĞLU'na, kapalı alan ve arazi denemelerinde yardımda bulunan Zir. Müh. Talha SEVER'e, deneme düzeninin hazırlanmasında emeği geçen Tarım Makinaları bölüm personelleri Teknisyen Recep DİNDAR'a, Makinist Çetin UYAR'a, arazi denemelerinin yapıldığı bahçenin ve traktörün kullanımına izin veren sayın Haşim AKÇURA'ya, desteklerinden ötürü Bornova Zirai Mücadele Araştırma İstasyonu Zirai Mücadele Alet ve Uygulama Teknikleri Şube Şefi Dr. Öncül CANER'e, ilaçlama makinasını yenileyen Agrotek firma yetkilisi Zir. Müh. Bülent UMUTLU'ya, 2009 yılında Tarım Makinaları Bölümünde staj yapan öğrencilere, çok kıymetli Annem ve Babama, sevgili Eşim Gıda Müh. Bilge URKAN'a ve kızım Esin URKAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tezin hazırlanmasında maddi desteği sağlayan Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Şube Müdürlüğü'ne ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	ix
İÇİNDEKİLER.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xxii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxvi
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM	17
3.1 Materyal.....	17
3.1.1 İlaçlama Makinası.....	17
3.1.2 Traktör	18
3.1.3 İlerleme hızı ölçüm cihazı	18
3.1.4 Püskürtme memeleri.....	18
3.1.5 Yapay asma bitkisi.....	21
3.1.6 Suya duyarlı kağıtlar ve filtre kağıtları.....	22

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.1.7 İz maddesi	23
3.1.8 Diğer laboratuvar araç ve gereçleri	23
3.1.9 Saf su üretim cihazı	23
3.1.10 Orbital çalkalayıcı	24
3.1.11 Dijital florimetre	24
3.1.12 Dijital kameralı mikroskop	25
3.1.13 Görüntü analiz programı”	25
3.1.14 Termo-Anemometre	26
3.1.15 Meteorolojik ölçüm seti	26
3.2 Yöntem	27
3.2.1 Kapalı alan çalışmaları	27
3.2.2 Arazi çalışmaları	32
3.2.3 Laboratuvar analizlerinin yapılması	36
3.2.4 Damla çapı ve kaplama oranı ölçümlerinin yapılması	36
3.2.5 İstatistik analizlerin yapılması	37
3.2.6 Yaprak alan indeksinin hesaplanması	37
4. GENEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA	38

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.1. Kapalı Alan Çalışmalarının Sonuçları	38
4.1.1. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışma sonuçları	38
4.1.2. XR tip meme ile yapılan çalışma sonuçları	42
4.1.3. AIXR tip meme ile yapılan çalışma sonuçları	46
4.1.4. AI tip meme ile yapılan çalışma sonuçları	50
4.2. Kapalı Alan Çalışmalarına Ait İstatistiksel Analiz Sonuçları	54
4.2.1. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi içindeki MYÜ bölgesinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları	54
4.2.2. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi içindeki MYA bölgesinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları	56
4.2.3. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi içindeki GYÜ bölgesinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları	58
4.2.4. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi içindeki GYA bölgesinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları	60
4.2.5. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi altında yerde ölçülen toplam sürüklenme miktarlarıyla ilgili istatistiksel analiz sonuçları	62

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.2.6. Bütün meme tipleri ile çalışmada, yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direk diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları	64
4.3. Bitki İçi Toplam Birikim, Yere ve Havaya Oluşan Toplam Sürüklenme Miktarları İle İlgili Değerlendirmeler	66
4.3.1. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisi içinde ölçülen toplam birikim miktarlarıyla ilgili genel değerlendirmeler	66
4.3.2. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda yere oluşan toplam sürüklenme miktarlarıyla ilgili genel değerlendirmeler	67
4.3.3. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda havaya olan toplam sürüklenme miktarlarıyla ilgili genel değerlendirmeler	67
4.4. Kapalı Alan Çalışmalarına Ait Genel İstatistiksel Analiz Sonuçları	68
4.4.1. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisi içinde ölçülen toplam birikim miktarlarıyla ilgili istatistiksel analiz sonuçları	68
4.4.2. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda yere oluşan toplam sürüklenme miktarlarıyla ilgili istatistiksel analiz sonuçları	71
4.4.3. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi arkasında bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarında ölçülen havaya olan toplam sürüklenme miktarları ile ilgili istatistiksel analiz sonuçları	73
4.5. Kapalı Alan Çalışmalarına Ait VMD ve Ortalama Kaplama Oranı Değerleri İle İlgili Sonuçlar	75
4.6. Kapalı Alan Çalışmaları İle İlgili Bitki İçi Dağılım Düzensizliği	79
4.7. Kapalı Alan Çalışma Sonuçlarının Genel Değerlendirilmesi	80

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.8. Meme Tiplerine Göre Bulunan Sürüklenme Modelleri.....	83
4.8.1. AI tip meme için sürüklenme modeli	84
4.8.2. AIXR tip meme için sürüklenme modeli.....	85
4.8.3. XR tip meme için sürüklenme modeli	86
4.8.4. Geleneksel tip meme için sürüklenme modeli.....	88
4.9. Arazi Denemeleri.....	89
4.9.1. Arazi denemelerinin yapılması.....	89
4.9.2. Arazi denemelerinin sonuçları.....	91
4.9.3. Arazi çalışmalarına ait istatistiksel analiz sonuçları.....	96
4.9.4. Arazi çalışmalarına ait VMD ve kaplama oranı değerleri ile ilgili sonuçlar.....	99
4.9.5. Arazi çalışma sonuçlarının genel değerlendirilmesi.....	100
5. SONUÇ.....	103
6. ÖNERİLER	108
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	111
ÖZGEÇMİŞ.....	118
EK ÇİZELGELER.....	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Yardımcı hava akımlı bağ-bahçe pülverizatörü	17
3.2. Hız ölçümü için kullanılan GPS.....	18
3.3. Denemelerde kullanılan püskürtme memeleri	18
3.4. Yardımcı hava akımlı bağ-bahçe pülverizatöründe bulunan meme gövdesinin görünümü.	19
3.5. AIXR tip meme kesiti (a), AI tip meme kesiti (b)	19
3.6. Yapay asma bitkisinin görüntüsü.....	22
3.7. Denemelerde kullanılan filtre kağıdı ve suya duyarlı kağıt	22
3.8. Saf su üretme cihazı.	24
3.9. Orbital çalkalayıcı.	24
3.10. Florimetre.....	25
3.11. Dijital kameralı mikroskop ve dizüstü bilgisayar	25
3.12. Termo-anemometre.....	26
3.13. Meteorolojik ölçüm seti	26
3.14. Yapay asma bitkisi içindeki ve altındaki örnekleme noktalarının yerleri.....	28
3.15. Kapalı alan deneme düzeninin yandan görüntüsü.....	30
3.16 Kapalı alan deneme düzeninin üstten görüntüsü.....	31
3.17. Direk ve üzerindeki ölçüm noktalarının yerden yükseklikleri.....	32

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.18. Direklerin toprak üstünde dik olarak durmasını sağlayan ayakların görüntüsü	32
3.19. Arazi çalışmalarındaki deneme düzeninden bir görüntü.	33
3.20. Arazi çalışmasında filtre kağıdı ve suya duyarlı kağıdın bitki içinde kıskaçlarla tutturulmuş görüntüsü.	33
3.21. Arazi çalışması deneme düzeninin yandan görünüşü.	34
3.22. Arazi çalışması deneme düzeninin üstten görünüşü.	35
4.1. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi içindeki örnekleme bölgelerinde (MYÜ, MYA, GYÜ, GYA) ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları.	39
4.2. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisinin altında yerde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.	39
4.3. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları.	40
4.4. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarında ölçülen havaya olan toplam sürüklenme miktarları.	41
4.5. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında bulunan direklerin belirlenen yüksekliklerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.	42

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Sekil

Sayfa

- 4.6. XR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi içindeki örnekleme bölgelerinde (MYÜ, MYA, GYÜ, GYA) ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları.43
- 4.7. XR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisinin altında yerde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.43
- 4.8. XR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları.....44
- 4.9. XR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin üzerindeki örnekleme bölgelerinden ölçülen havaya olan toplam sürüklenme miktarları.45
- 4.10. XR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında bulunan direklerin belirlenen yüksekliklerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.....46
- 4.11 AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi içindeki örnekleme bölgelerinde (MYÜ, MYA, GYÜ, GYA) ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları.47
- 4.12. AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisinin altında yerde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.47
- 4.13. AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları.....48

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

4.14. AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarında ölçülen havaya olan toplam sürüklenme miktarları.....	49
4.15. AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında bulunan direklerin belirlenen yüksekliklerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.....	50
4.16. AI tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi içindeki örnekleme bölgelerinde (MYÜ, MYA, GYÜ, GYA) ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları....	51
4.17. AI tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisinin altında yerde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.....	51
4.18. AI tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları	52
4.19. AI tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarında ölçülen havaya olan toplam sürüklenme miktarları.....	53
4.20. AI tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında bulunan direklerin belirlenen yüksekliklerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları	53
4.21. Dört meme tipi ile üç hava debisi ve üç uygulama normunda yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi içindeki örnekleme bölgelerinden (MYÜ, MYA, GYÜ, GYA) ölçülen toplam iz maddesi birikim miktarları.....	66

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.22. Dört meme tipi ile üç hava debisi ve üç uygulama normunda yapılan çalışmalarda, yere oluşan toplam sürüklenme miktarları.....	67
4.23. Dört meme tipi ile üç hava debisi ve üç uygulama normunda yapılan çalışmalarda, havaya oluşan toplam sürüklenme miktarları	68
4.24. Farklı meme tipleri için farklı hava debilerinde ve 60 Lda ⁻¹ uygulama normunda yapılan çalışmalarda hesaplanan ortalama kaplama oranı değerleri.....	78
4.25. Farklı meme tipleri için farklı hava debilerinde ve 90 Lda ⁻¹ uygulama normunda yapılan çalışmalarda hesaplanan ortalama kaplama oranı değerleri.....	78
4.26. Farklı meme tipleri için farklı hava debilerinde ve 115 Lda ⁻¹ uygulama normunda yapılan çalışmalarda hesaplanan ortalama kaplama oranı değerleri.....	79
4.27. AI meme tipi için ölçülen sürüklenme mesafeleri.	84
4.28. AI meme tipi için hassasiyet analizi	85
4.29. AIXR meme tipi için ölçülen sürüklenme mesafeleri.....	86
4.30. AIXR meme tipi için hassasiyet analizi	86
4.31. XR meme tipi için ölçülen sürüklenme mesafeleri	87
4.32. XR meme tipi için hassasiyet analizi	88
4.33. Geleneksel meme tipi için ölçülen sürüklenme mesafeleri.....	89
4.34. Geleneksel meme tipi için hassasiyet analizi	89

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

4.35. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda ⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m ³ h ⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi içindeki örnekleme bölgelerinde (MYÜ, MYA, GYÜ, GYA) ölçülen ortalama iz maddesi miktarları.	91
4.36. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda ⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m ³ h ⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi içindeki örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam iz maddesi miktarları	92
4.37. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda ⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m ³ h ⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisinin altında yerde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.	92
4.38. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda ⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m ³ h ⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları	93
4.39. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda ⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m ³ h ⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda yere giden toplam sürüklenme miktarları	94
4.40. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda ⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m ³ h ⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarında ölçülen havaya olan toplam sürüklenme miktarları	94
4.41. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda ⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m ³ h ⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarında ölçülen toplam havaya olan sürüklenme miktarları.	95

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge

Sayfa

4.42. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda ⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m ³ h ⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi arkasında bulunan direklerin belirlenen yüksekliklerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.....	96
1.1. Dünya’da tüketilen tarım ilaçlarının değeri (Milyon \$).....	2
1.2. Türkiye’deki etki ettikleri canlı gruplarına göre 1979-2007 yılları arasında etkili madde olarak tarım ilacı tüketimi (Ton).....	3
1.3. Ülkelere göre etkili madde tüketimi (Kantarıcı, 2007).	3
1.4. AB Ülkeleri’ne tarım ürünleri ihraç eden bazı ülkelerin 2007, 2008 ve 2009 yıllarında gönderdikleri partilerden uygun bulunmayanların sayıları.....	5
1.5. Dünya’da 2007 yılına ait bağ alanları.....	6
1.6. Dünya’da çekirdeksiz üzüm üretim miktarları (Bin Ton).....	6
3.1. Standart kuyruk mili devrinde (540 min ⁻¹) farklı fan ve transmisyon kademelerinde ölçülen hava debileri.....	17
3.2. Meme tiplerine göre çalışılan parametreler	21
4.1. Yapay asma bitkisi içindeki MYÜ bölgesindeki örnekleme bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarına ilişkin varyans analiz sonuçları	54
4.2. Meme tipi*Uygulama normu*Hava debisi interaksiyonuna ilişkin gruplandırma (MYÜ bölgesi için)	55
4.3. Yapay asma bitkisi içindeki MYA bölgesindeki örnekleme bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarına ilişkin varyans analiz sonuçları ...	56

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.4. Meme tipi*Uygulama normu*Hava debisi interaksyonuna ilişkin gruplandırma (MYA bölgesi için)	57
4.5. Yapay asma bitkisi içindeki GYÜ bölgesindeki örnekleme bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarına ilişkin varyans analiz sonuçları... 58	58
4.6. Meme tipi*Uygulama normu*Hava debisi interaksyonuna ilişkin gruplandırma (GYÜ bölgesi için).....	59
4.7. Yapay asma bitkisi içindeki GYA bölgesindeki örnekleme bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarına ilişkin varyans analiz sonuçları... 60	60
4.8. Meme tipi*Uygulama normu*Hava debisi interaksyonuna ilişkin gruplandırma (GYA bölgesi için).....	61
4.9. Yapay asma bitkisi altında yerde ölçülen toplam iz maddesi birikim miktarına ilişkin varyans analiz sonuçları	62
4.10. Meme tipi*Uygulama normu*Hava debisi interaksyonuna ilişkin gruplandırma (Yapay asma bitkisi altı için)	63
4.11. Direk diplerindeki örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarlarına ilişkin varyans analiz sonuçları	64
4.12. Meme tipi*Uygulama normu*Hava debisi interaksyonuna ilişkin gruplandırma (Direk dipleri için)	65
4.13. Yapay asma bitkisi içindeki örnekleme noktalarında ölçülen toplam iz maddesi birikim miktarına ilişkin varyans analiz sonuçları	68
4.14. Meme tipi*Uygulama normu*Hava debisi interaksyonuna ilişkin gruplandırma (Bitki içi toplam birikim)	70

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

4.15. Yapay asma bitkisi altında yerde ve direk diplerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarlarıyla ilgili varyans analiz sonuçları	71
4.16. Meme tipi*Uygulama normu*Hava debisi interaksyonuna ilişkin gruplandırma (Toplam yere sürüklenme)	72
4.17. Yapay asma bitkisi arkasındaki direklerin üzerinde ölçülen toplam havaya olan sürüklenme miktarlarıyla ilgili varyans analiz sonuçları	73
4.18. Meme tipi*Uygulama normu*Hava debisi interaksyonuna ilişkin gruplandırma (Havaya olan toplam sürüklenme).....	74
4.19. Bütün meme tipleri için, farklı uygulama normlarında ve hava debilerinde hesaplanan hacimsel ortalama çap (VMD) değerleri	76
4.20. Bütün meme tipleri için, farklı uygulama normlarında ve hava debilerinde hesaplanan ortalama kaplama oranı değerleri	77
4.21. Kapalı alan denemelerinde ölçülen bitki üstü birikim miktarları ile ilgili varyasyon katsayı değerleri	79
4.22. Arazi denemelerine ait çalışma parametreleri	90
4.23. Denemeler sırasında ölçülen ortalama hava sıcaklığı, bağıl nem, rüzgar hızı ve yönü	90
4.24. Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-MYÜ için)	90
4.25. Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-MYA için)	96
4.26. Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-GYÜ için)	97
4.27. Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-GYA için)	97

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.28. Meme tiplerinin toplam gruplandırılması (Arazi-bitki içi için).....	97
4.29. Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-bitki altı için).....	98
4.30. Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-direk dipleri için)	98
4.31. Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-toplam yer için).....	99
4.32. Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-havaya sürüklenen için)	99
4.33. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda ⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m ³ h ⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi içinde ölçülen VMD değerleri.....	99
4.34. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda ⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m ³ h ⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi içinde ölçülen kaplama oranı değerleri	100

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklamalar</u>
AI	Hava emişli
AIXR	Geleneksel hava emişli yelpaze hüzmeli
D_{AI}	AI tip meme için sürüklenme modeli
D_{AIXR}	AIXR tip meme için sürüklenme modeli
$D_{GELENEKSEL}$	Geleneksel tip meme için sürüklenme modeli
D_{XR}	XR tip meme için sürüklenme modeli
Geleneksel	İçi boş konik hüzmeli
GYA	Girişim yaprak altı
GYÜ	Girişim yaprak üstü
MYA	Merkez yaprak altı
MYÜ	Merkez yaprak üstü
N	Uygulama normu
Q	Hava debisi
VMD	Hacimsel ortalama çap
X	Uzaklık
XR	Geleneksel yelpaze hüzmeli
YAI	Yaprak alan indeksi

1. GİRİŞ

Çevre sorunları insanların yaşadığı en önemli problemlerden biridir. Ekosistemin bozulmasına sebep olan bu sorunların bir kısmı doğal yolla, bir kısmı da insan etkisiyle oluşur. İnsanlara ve ekosisteme zarar veren doğal kaynaklı bozulmalar su, toprak ve hava hareketleriyle oluşan seller, depremler, kuraklıklar, kasırgalar vb. doğal sebeplerdir. İnsanlar, ekosistemlerdeki doğal varlıklarla iç içe yaşarken zamanla teknolojinin gelişmesi ve doğal kaynakların bilinçsiz kullanılması sonucu doğanın dengesi bozulmuş ve birçok çevre sorunu ortaya çıkmıştır. Hızlı nüfus artışı, bilinçsiz sanayileşme, düzensiz şehirleşme, doğal kaynakların bilinçsiz kullanılması, orman tahribatları gibi olaylar doğal denge üzerinde olumsuz etkiler yaparak çevre kirliliğine sebep olarak ekosistemlerin zarar görmesine yol açan insan kaynaklı faktörlerdir.

Her geçen gün artan dünya nüfusunun beslenmesi çok önemli bir problemdir. Artan nüfusun beslenmesinin sağlanması için bilim adamları tarafından aynı alandan daha fazla ürün elde etmek için tohumların genleri ile oynanmasından, daha güçlü tarım ilaçlarının geliştirilmesine kadar birçok yöntem kullanılmaktadır.

Çevre felaketlerinin sebeplerinden biri de bilinçsiz ve kontrolsüz kullanılan tarım ilaçlarıdır. Tarım ilaçları toprağı, yer üstü ve yer altı su kaynaklarını kirleterek düzeltilmesi çok zor çevre felaketlerine sebep olabilmektedir. Tarım ilaçları atmosfere, suya ve toprağı karışarak diğer canlı türlerine de zarar verebilmektedir. Her geçen yıl çevre kirliliğinin olumsuz sonuçlarının ortaya çıkmasıyla bu sorunun büyüklüğü daha da artmaktadır.

Farklı agro-ekolojik bölgelere ve buna bağlı olarak da çok zengin bir bitki çeşidine sahip olan Türkiye’de, ekonomik öneme sahip çok sayıda kültür bitkisi yetiştirilmektedir. Ülkemizde yetiştirilen kültür bitkilerinde ekonomik olarak zarara neden olan toplam 528 hastalık etmeni, zararlı ve yabancı ot bulunmaktadır. Bunlarla gerekli mücadele çalışmaları yapılmadığında ürün kaybı ortalama %35 dolaylarında olmaktadır. Bu kaybın kültür bitkisine, zararlının tür ve yoğunluğuna bağlı olarak % 100’lere ulaşabilmesi mümkün olabilmektedir (Anonymous, 2011a).

Tarım ürünlerine zarar veren unsurlara karşı uygulanabilecek birçok yöntem vardır. Ancak uygulama kolaylığı, etki süresinin hızlı ve ekonomik olmasından

dolayı kimyasal savaş genelde ilk sırada tercih edilmektedir. Günümüzde tarımsal savaş aslında birçok savaş yönetiminin genel adı olmasına karşın çiftçiler arasında kimyasal savaş ile eşdeğer olarak kullanılmaktadır. Ancak, tarım ilaçları ne kadar doğru uygulanırsa uygulansın doğanın zarar görmesine ve buna bağlı olarak da diğer canlı organizmaların olumsuz etkilenmesine sebep olabilmektedirler. Bu sebeple tarım ilaç uygulamalarının oldukça dikkatli, doğru bir şekilde ve eğitilmiş kişilerce yapılması oldukça önemlidir (Yağcıoğlu, 2008).

Her geçen yıl Dünya’da tüketilen tarım ilacının ekonomik değeri artmaktadır. Çizelge 1.1’de görüldüğü gibi 2006 ve 2007 yıllarında en fazla herbisitler için para harcanırken bunu insektisitler ve fungusitler izlemektedir (Anonymous, 2011b).

Çizelge 1.1. Dünya’da tüketilen tarım ilaçlarının değeri (Milyon \$).

		Dünya’da Tüketilen Tarım İlacı Değeri (Milyon \$)	Toplam Tüketim İçindeki % Oranları
2006	Herbisit*	14247	40
	İnsektisit	10259	29
	Fungisit	7987	22
	Diğerleri**	3320	9
	Toplam	35814	100
2007	Herbisit*	15512	39
	İnsektisit	11158	28
	Fungisit	9216	23
	Diğerleri**	3557	9
	Toplam	39443	100

*Bitki gelişim düzenleyicilerini de kapsamaktadır.

**Nemotisit, fumigant, diğer çeşitli geleneksel tarım ilaçları ve diğer kimyasalları (sülfür ve gaz yağı) da kapsamaktadır.

Türkiye’de etkili madde miktarı olarak toplam tarım ilacı tüketimi, 1979 yılından 2007 yılına kadar geçen zamanda yaklaşık 3 kat bir artış göstermiştir. 2007 yılında Türkiye’de en fazla sırasıyla insektisitler, fungusitler ve herbisitler kullanılmıştır (Çizelge 1.2). Aynı çizelgeden etki ettikleri canlı gruplarına göre 1979-2007 yılları arasında etkili madde olarak kullanılan tarım ilacı miktarlarının bazı yıllarda ve bazı gruplarda azalma görülse de genel olarak tarım ilacı tüketiminin arttığı görülmektedir (Durmuşoğlu vd., 2010).

Çizelge 1.2. Türkiye’deki etki ettikleri canlı gruplarına göre 1979-2007 yılları arasında etkili madde olarak tarım ilacı tüketimi (Ton).

Tarım İlaç Grupları	Türkiye’de yıllara göre etkili madde olarak tarım ilacı tüketimi (Ton)						
	1979	1987	1994	1996	2002	2006	2007
İnsektisitler	2288	3303	2065	3027	2251	3406	7301
Akarisitler	203	240	192	223	297	219	315
Yağlar	1595	2147	2147	2871	2428	2144	2447
Fumigant ve Nematisitler	316	322	531	1077	1559	2650	3031
Rodentisit ve Mollusisitler	5,6	2,1	2,5	3,3	1,8	6,7	11,0
Fungisitler	1537	2612	2201	2951	1964	4432	4945
Herbisitler	2452	3495	3903	3644	3697	5400	4638
TOPLAM	8396	12112	10872	13797	12199	18258	22681

* Bakır ve kükürt dışında

Bu artışa karşın Türkiye’de tarım ilacı kullanımı gelişmiş ülkelere göre oldukça düşüktür. Ülkemizde hektara ortalama 0,598 kg etkili madde düşmektedir (Anonymous, 2006). Kantarcı (2007) ise yaptığı çalışmada hektara düşen etkili madde miktarını 0,47 kg olarak bildirmiştir. Türkiye’deki tarım ilacı kullanımı, Avrupa Ülkelerinde’nde kullanılan miktar ile kıyaslandığında, hektara düşen tarım ilacı miktarı olarak çok gerilerde kaldığımız görülmektedir (Çizelge 1.3). Avrupa Ülkeleri içinde en yoğun tarım ilacı kullanan ülkeler Hollanda, Portekiz, İtalya, en az kullananlar ise Avusturya, Macaristan, Danimarka olduğu Çizelge 1.3’ten görülmektedir. Hektara kullanılan etkili madde miktarları bakımından Türkiye diğer Avrupa Ülkeleri ile kıyaslandığında çok gerilerde kalmaktadır.

Çizelge 1.3. Ülkelere göre etkili madde tüketimi (Kantarcı, 2007).

Ülkeler	Etkili Madde Miktarı (kg ha^{-1})
Türkiye	0,47
Hollanda	10,23
Portekiz	8,36
İtalya	5,25
Yunanistan	4,41
Fransa	4,24
İngiltere	3,57
İspanya	3,09
Almanya	2,42
Avusturya	2,06
Macaristan	1,75
Danimarka	1,18

Ancak, buradan Türkiye’de çok az tarım ilacı kullanıldığı sonucu çıkarılmamalıdır. Bilindiği gibi, bitki desenine bağlı olarak Türkiye’de oldukça heterojen bir tarım ilacı tüketimi vardır. Tarım ilacı kullanımı yoğun tarım yapılan Akdeniz, Ege gibi bölgelerde Türkiye ortalamasının çok üzerindedir. Seracılığın yoğun olduğu bu bölgelerde tarım ilacı tüketimi ülke tüketiminin 2/3’ü kadardır (Delen vd., 2005).

Tarım ilaçlarının çevreye verdiği zararın yanında insanlara da zarar verebilmektedir. İnsanlara verilen zarar, ilacın sürüklenmesiyle ve bitki üzerinde izin verilen sınırın üzerinde kalıntı kalmasıyla olabilmektedir. Kalıntı miktarı limitlerin üzerinde olan bir tarımsal ürünün tüketilmesi insan sağlığı açısından çok önemli bir risk oluşturmaktadır. Avrupa Birliği (AB) tarafından üye ülkelerde yaşayan insanları korumak amacıyla 1979 yılında AB Hızlı Uyarı Sistemi (Rapid Alert System-RASFF) kurulmuştur. Bu sistem AB’ye giren ürünlerde kalıntı açısından uygun olmayan ürünleri belirleyerek internetten yayımlamak suretiyle kamuoyu ile paylaşmaktadır.

AB Hızlı Uyarı Sistemi tarafından hazırlanan ve AB Ülkeleri’ne gıda ihraç eden ülkelerin ürünlerinin uygun olmayan parti sayıları Çizelge 1.4’te görülmektedir (Anonymous, 2009a). Türkiye’den AB Ülkeleri’ne ihraç edilen tarımsal ürünlerin standartlara uygun olmayan parti sayısı oldukça yüksektir. 2008 yılında 2007 yılına göre uygun olmayan parti sayısının az da olsa bir artış gösterdiği görülmektedir. Türkiye uygun bulunmayan parti sayısı bakımından 125 ülke arasında 2. sırada yer almaktadır..

Türkiye’de yetiştirilen birçok üründe izin verilen sınırların üzerinde kalıntı olması çok önemli bir problemdir. Bağcılık, Türkiye ekonomisi için oldukça önemli bir yere sahiptir. Bağdaki hastalık ve zararlılara karşı yapılan yanlış, bilinçsiz ilaçlama sonucu ürünlerde ilaç kalıntısı görülmesi ürünün kalite ve güvenilirliğini azaltmaktadır. Bunun sonucunda da Türkiye’den ihraç edilen ürünlerin denetimler sonucunda geri gönderilmesine neden olmaktadır (Anonymous, 2011c).

Çizelge 1.4. AB Ülkeleri'ne tarım ürünleri ihraç eden bazı ülkelerin 2007, 2008 ve 2009 yıllarında gönderdikleri partilerden uygun bulunmayanların sayıları.

Ülke	Yıllara göre uygun olmayan parti sayıları (adet)		
	2009	2008	2007
Çin	345	500	355
Türkiye	275	308	294
ABD	237	153	191
Hindistan	165	159	86
Almanya	163	137	122
Arjantin	124	58	48
Fransa	113	94	109
Tayland	110	106	93
İspanya	106	115	178
İtalya	103	104	74
Vietnam	100	56	45
Brezilya	85	62	58
Kanada	81	10	12
Polonya	76	73	77
Hollanda	75	63	52
İran	69	174	133
İngiltere	61	51	52

Her tarım ürününde farklı sayılarda ve dozlarda ilaçlar kullanılır. Bağcılıkta ise bir ilaçlama sezonunda yapılan ilaçlama sayısı oldukça fazla olup yaklaşık 20-25 seferdir (Urkan et al., 2011). Çok sayıda olan bu ilaçlamalarda yapılan hatalar bitki üzerinde çok fazla miktarda ilacın birikmesine ve sürüklenmenin fazla olmasına sebep olmaktadır.

Bağcılık için yerkürenin en elverişli iklim kuşağı üzerinde bulunan Türkiye, asmanın gen merkezi olmasının yanında, çok eski bir bağcılık kültürüne de sahiptir. Bağcılık Türkiye'nin tarımsal yapısında çok büyük bir öneme sahip olup Türkiye ekonomisine de büyük katkılar sağlamaktadır. Dünya'da bağ alanı açısından İspanya ilk sırada yer alırken bunu sırasıyla Fransa, İtalya ve Türkiye takip etmektedir. (Çizelge 1.5) (Çelik vd., 2010).

Çizelge 1.5. Dünya’da 2007 yılına ait bağ alanları.

Ülke	Alan (ha)
İspanya	1.157.853
Fransa	827.561
İtalya	770.000
Türkiye	484.610
Çin	433.266
ABD	379.000
İran	315.000
Portekiz	222.600
Arjantin	220.000
Romanya	187.629

Türkiye’de birçok çeşit üzüm yetiştirilmekte olup pazar değeri ve alan bakımından çekirdeksiz üzüm büyük bir öneme sahiptir. Çizelge 1.6’dan 2009/2010 sezonu verilerine göre, Dünya çekirdeksiz üzüm üretiminin %35,17’sinin Türkiye tarafından gerçekleştirildiği görülmektedir. Türkiye’yi sırasıyla ABD (%33,38), İran (%13,79) ve Şili (%8,8) izlemektedir (Anonymous, 2011c).

Çizelge 1.6. Dünya’da çekirdeksiz üzüm üretim miktarları (Bin Ton).

Ülkeler	Ülkelerin yıllara göre çekirdeksiz üzüm üretim miktarı (Bin ton)										2010 yılı (%)
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010*	
Türkiye	285	205	231	214	295	225	256	244	349	255	35,17
ABD	413	350	319	239	175	231	208	240	255	242	33,38
İran	102	102	107	95	90	90	-	70	50	100	13,79
Şili	42	30	34	48	44	44	44	25	50	64	8,8
Arjantin	-	-	-	-	-	-	-	27	26	28	3,86
G. Afrika	34	35	33	27	37	29	31	29	28	17	2,35
Avustralya	14	25	29	30	24	25	23	14	9	14	1,93
Yunanistan	28	40	20	15	35	30	25	5	0,4	5	0,69
TOPLAM	918	787	773	668	700	674	587	654	767,4	725	100

*2009/10 sezonuna ilişkin rekolte miktarı 2010 yılı Haziran ayı sonu tesciline göredir.

Türkiye’de 2007 yılı itibariyle en fazla bağ alanı Ege Bölgesi’nde (151.400 ha) bulunmaktadır. Bu alan Türkiye’deki toplam bağ alanlarının %33’ü kadardır. Yaş üzüm üretim miktarında Ege Bölgesi 1.583.133 ton ile birinci ve Akdeniz Bölgesi 677.079 ton ile ikinci sırada gelmektedir (Çelik vd., 2010).

Türkiye’de bağcılık yapılan bölgelerdeki önemli zararlılar, salkım güvesi, maymuncuk, thrips, kırmızı örümcek; hastalıklar ise, külleme, kurşuni küf, ölükol ve mildiyödür (Anonymous, 2011d).

Türkiye’de hastalık etmenleri ve zararlılara yönelik olarak yapılan bağ ilaçlamalarında, sırt pülverizatörleri, sırt atomizörleri, püskürtme tabancalı ve yardımcı hava akımlı hidrolik pülverizatörler yaygın olarak kullanılmaktadır. Yardımcı hava akımlı bağ-bahçe pülverizatörünün aksiyal fanının oluşturduğu hava hareketi, geniş ve yoğun yapraklara sahip asma bitkisinin yapraklarını hareket ettirerek ilacın, bitkinin iç kısımlarına kadar girmesini sağlamaktadır. Svensson and Fox (2002) ve Matthews (2000b) ilaçlama makinalarında kullanılan hava akımının dağılım düzgünlüğünde ve birikim miktarında çok önemli rol oynadığından bahsetmiştir. Hofman and Solseng (2001) hava akımının damlacık parçalanmasını, penetrasyonu ve bitki üstünde birikimi arttırdığını bildirmişlerdir. Manor and Gal (2002) yaptıkları çalışmada, bağ ilaçlamasında kullanılan ilaçlama makinasının oluşturduğu hava akımının görevinin yeterli miktardaki ilacı, homojen bir şekilde ve en az sürüklenme oluşturarak hedefe ulaştırmak olduğunu bildirmişlerdir.

Özellikle son yıllarda artan çevre bilinci, çevrenin korunması ve daha sağlıklı gıda tüketim eğilimi nedeniyle kullanılan tarım ilaçlarının mümkün olduğunda doğru bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Bir ilaçlama sırasında ya da sonrasında oluşabilecek önemli olumsuzluklardan birisi de sürüklenmedir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Örgütü (EPA) sürüklenmeyi “tarım ilacı parçacıklarının ya da damlacıklarının uygulama sırasında ya da sonrasında hedef alandan hedef dışı alana doğru, fiziksel hareketi” şeklinde tanımlamaktadır.

İlaç damlacıklarının atmosfer içindeki sürüklenmesi, bazı durumlarda çiftlik sınırları içinde kalırken bazı koşullarda tarla veya çiftlik sınırlarından çok uzak mesafeleri etkileyebilmektedir. Böylelikle oluşan sürüklenme hedef dışı organizmalara zarar vermekte, ayrıca yer altı ve yer üstü sularına karışarak ciddi sağlık ve güvenlik problemleri yaratmaktadır. Sürüklenme ekolojik dengenin bozulmasına sebep olarak, çevre üzerinde giderilmesi mümkün olmayan olumsuz etkiler ortaya çıkarabilmektedir. Bu sebeple ilaçlama sırasında oluşan sürüklenme çok önemli bir konu olup göz ardı edilmemelidir. Pergher and Gubiani (1995) bağda tam olum döneminde 2 farklı uygulama normunda (135 ve 25 gpa) 3 farklı yardımcı hava akımlı pülverizatörü sürüklenme oranları bakımından karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak her 3 makinanın da atılan ilacın %64’ten fazlasını hedefe ulaştırdıklarını ancak %36’ya varan oranda ilacın ise sürüklendiğini belirtmişlerdir. İlaç sürüklenmesinin azaltılması, yalnızca

uygulama etkinliğini iyileştirmekle kalmamakta, aynı zamanda çevre kirliliğini ve ilaç uygulama maliyetlerini azaltmaktadır.

Sürüklenmeyi azaltmak için birçok yol vardır. Bunlar kısaca şu şekildedir (Yağcıoğlu, 2008; Wolf, 2000; Jordan et al., 2009).

- Büyük damla oluşturan meme seçilmelidir. Seçim sırasında yeterli kaplama oranını sağlayacak ama aynı zamanda da daha büyük damla oluşturan meme seçilmelidir.
- Yüksek çalışma basıncından kaçınılmalıdır.
- Rampa mümkün olduğunca hedefe yakın ayarlanmalıdır.
- Rüzgar hızı 16 kmh^{-1} 'in altında olduğunda ilaçlama yapılmalıdır. Ozkan (2000) ise bu rüzgar hızının 8 kmh^{-1} üzerinde olmaması gerektiğini bildirmiştir.
- Hakim rüzgar yönünün hassas alanlara doğru olmadığı durumda ilaçlama yapılmalıdır.
- Sakin havada ilaçlamadan inversiyon sebebiyle mümkün olduğunca kaçınılması gerekmektedir.
- İhtiyaç olduğu durumda depo içine sürüklenme önleyici katkı maddeleri katılmalıdır.

İlaçlama uygulamalarında kullanılan püskürtme memesinin doğru seçilmesi sürüklenme ve dağılım düzgünlüğü açısından önemlidir. Günümüzde meme üreten firmalar çeşitli amaçlar için birçok püskürtme memesi üretmektedirler. Bu projede kullanılan meme tiplerinden biri olan hava emişli memeler 90'lı yılların ortalarında üretilmeye başlanmıştır. Bu tip memeleri diğer geleneksel memelerden ayıran en önemli özellik aynı basınçta, geleneksel memelere göre daha iri damlacık oluşturmalarıdır. Oluşan pülverizasyon içindeki sürüklenme eğilimi fazla olan küçük çaplı damla oranının azaltılması ve büyük çaplı damla oranının artırılmasıyla olmaktadır. Ancak, birçok araştırmacının belirttiği gibi iri damlanın da bazı olumsuz yanları bulunmaktadır. İri damlalar yaprak üstünden yuvarlanıp yere düşerek sürüklenmeye sebep olmakta ve toprağı kirletmektedir (Heijne, 2000). Bu durum, bitki üstünde daha az ilaç birikimine ve dolayısıyla parasal kayba sebep olmaktadır (Landers, 2000).

Mücadele yöntemlerinden biri olan kimyasal mücadele şu andaki mevcut yöntemlere göre daha fazla tercih edilebilmektedir. Bunun sebebi, kimyasal mücadelenin yüksek etkinliğe sahip hızlı sonuç alınan bir yöntem olmasının yanında ekonomik bir yöntem olmasıdır. Ancak, diğer mücadele yöntemlerine göre kimyasal mücadelenin doğru yapılması büyük önem taşımaktadır. Çünkü bu yöntemde kullanılan tarım ilacı sürüklenme ve kalıntı yoluyla insanlara çok büyük

zararlar verebilmektedir. Tarım ilaçları yanlış kullanım sonucu insan dahil doğadaki bütün canlılara zarar verebilmekte, yer altı ve yer üstü sularına ulaşarak geri dönüşü olmayan sorunlara yol açabilmektedir. Bu sebeplerden dolayı tarım ilaçlarının çok dikkatli kullanılması büyük önem taşımaktadır. Gelişmiş tarımsal mücadelede, tarım ilaçlarının çevreye zarar vermeyecek düzeyde ve gerçekten gerekli olduğunda kullanılması benimsenmiştir. Bunun bir sonucu olarak başta ABD olmak üzere, gelişmiş ülkelerde “düşük risk” ya da “doğa dostu” tarım ilaçları adı altında bir kategori oluşmuştur. Örneğin ABD Çevre Koruma Örgütü (EPA), bu tip ilaçların hem ruhsatlandırılmasını kolaylaştırmış ve hem de kullanılmalarını teşvik etmeye başlamıştır (Delen vd., 2005).

Ege Bölgesi’nde yaygın olarak yapılan bağcılık, kimyasal mücadelenin yoğun olarak kullanıldığı bir tarım koludur. Bağ ilaçlamasında çiftçiler genelde çok yüksek hava hızı sağlayan makinaları yüksek çalışma basınçlarında kullanarak daha başarılı bir ilaçlama yaptıklarını düşünmektedirler. Makina üreticileri de çiftçinin isteklerine göre daha yüksek hava hızları sağlayan makinalar piyasaya sunmaktadırlar. Kullanılan tarım ilaçlarının yan etkilerini en aza indirebilmek, ancak ayarları doğru yapılmış bir makinanın yetkili kişiler tarafından kullanılmasıyla mümkün olabilmektedir.

Literatürde dağılım düzgünlüğü ve sürüklenme ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak konunun çok güncel olması ve insan sağlığı ile doğrudan ilişkili olması sebebiyle bu konuda yapılan çalışmaların gelecekte de devam edeceği öngörülmektedir.

Bu tez projesinde, literatürde nispeten daha az çalışma yapılan püskürtme memeleri ile geleneksel tip memeler üç farklı uygulama normunda karşılaştırılmıştır. Uygulama normlarının belirlenmesinde bağın gelişim dönemi dikkate alınmıştır. Bu sebeple çiçeklenme, koruk ve olgunlaşma dönemlerine uygun düşük, orta ve yüksek uygulama normları belirlenmiştir. Kapalı alan denemelerinde kullanılan yapay asma bitkisi ve arazi çalışmalarının yapıldığı bağ, koruk dönemini temsil etmektedir. Farklı meme tipleri ile aynı uygulama normlarının sağlanabilmesi için farklı basınçlarda çalışılmıştır. Çalışmalarda en uygun birikim miktarları, kaplama oranları ve düşük sürüklenme miktarları açısından seçilen memeler karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada yardımcı hava akımlı bağ-bahçe pülverizatörünün en uygun kullanım koşullarını sağlayan verilerin ortaya konularak, öncelikle çevre korunmasına katkıda bulunulacağı, daha sonra da başarılı bir ilaçlama ile ilaçlama etkinliğinin artırılacağı düşünülmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dünya’da yardımcı hava akımlı pülverizatör ile yapılan ilaçlamalarda oluşan sürüklenme, bitki üzerinde birikim, ilaç dağılım düzgünlüğü ve hava debisi ile ilgili birçok araştırma vardır.

Salyani and Whitney (1990), iki farklı yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörü ile 4 farklı ilerleme hızlarında (1,6-2,8-4,0 ve 6,4 kmh⁻¹) çalışarak bitki üzerindeki kalıntı miktarlarını incelemişlerdir. Denemelerde ilaç olarak bordo bulamacı kullanmışlardır. Çalışmaları iki yıl üst üste farklı meme büyüklükleri ve debilerinde (24, 42, 60 ve 96 Lmin⁻¹) tekrarlamışlardır. Yapılan analizler sonucunda bitki üzerinde oluşan kalıntı miktarını, ilerleme hızının ve örnekleme noktalarının yerinin önemli ölçüde etkilediğini saptamışlardır. Ayrıca yaprak alan indeksi büyük bitkilerde daha az ilacın bitkinin iç taraflarına ulaşabildiğini bildirilmişlerdir.

Johnson (1997), rüzgarlı koşullarda yapılan ilaçlama ile damla büyüklüğünün sürüklenme üzerine etkisini incelemiştir. Bu araştırma sonucunda sürüklenme miktarını en aza indirmek için, zararlı kontrolü sağlayabilecek en büyük damla çapı ile çalışılmalı ve uygulamaların mümkün olduğunca kararlı yöndeki rüzgar koşullarında yapılması önerilmiştir.

Vanucci et al. (1998) bağda yaptığı çalışmada iki farklı formülasyon ve basınç (25 ve 40 bar) kullanarak sürüklenme miktarlarını incelemişlerdir. Araştırma sonucunda düşük basınçta yapılan çalışmalarda sürüklenmenin düşük olduğunu ve formülasyonun sürüklenme üzerinde etkisinin olmadığını açıklamışlardır.

Derksen et al. (1999), tünel tipi ve geleneksel tip yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörünün karşılaştırılmasıyla ilgili yaptıkları çalışmada yalnızca bitki üzerindeki birikim miktarına göre değil aynı zamanda operatör bulaşmasıyla ilgili sonuçlar ortaya koymuşlardır. Denemelerde 2 farklı uygulama normu (748 ve 467 Lha⁻¹) kullanarak ölü kol ve külleme hastalıklarına karşı biyolojik etkinlik araştırması yapmışlardır. Çalışmalarda aynı hacimsel ortalama çap değerine sahip (VMD=190 µm) içi boş konik hüzmeli memelerin kullanıldığını bildirilmişlerdir. Araştırma sonunda, aynı bitki koşullarında bitki üstünde ortalama birikim, kaplama oranı, sürüklenme ve operatör bulaşması bakımından tünel tipi yardımcı hava akımlı pülverizatörün standart yardımcı hava akımlı pülverizatöre göre

oldukça başarılı olduğunu belirtilmişlerdir. Ancak iki makina arasında hastalıkla savaşıma bakımından herhangi bir fark ortaya çıkmadığı da ayrıca bildirilmiştir.

Vercruysse et al. (1999), bodur meyve bahçesinde yardımcı hava akımlı hidrolik pülverizatör ve 4 adet Albuz (AMT 220) marka meme ile yapılan fungisit uygulamasında bahçe içinde ve dışında toprağa giden sürüklenme miktarlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Çalışmalarda uygulama normu 500 Lha^{-1} , çalışma basıncı 8 bar ve ilerleme hızı 5 kmh^{-1} almışlardır. Çalışma sonucunda yapılan değerlendirmede hedeften 5 m uzakta ölçülen kalıntı miktarının 40 m'de ölçülen miktardan 20 kat daha fazla olduğu bildirmişlerdir. Toplam kalıntı miktarları dikkate alındığında kayıpların yüksek olduğunu ve seçilen yöntemlerin tarım ilacı kullanımının azaltılması yönünden önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Jensen and Arvidsson (2000), damlacık büyüklüğünün havaya olan sürüklenme ile yere olan sürüklenmeyi aynı oranda etkileyip etkilemediği konusunda çalışmışlardır. Sürüklenme ölçümlerinde standart yelpaze hüzmeli ve sürüklenmeyi önleyici tip memeler ile farklı basınçlarda çalışmışlardır. Havaya giden 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 sürüklenmeyi azalttığı bildirilmiştir.

Salyani (2000), John Bean Marka FMC 9100 model yardımcı hava akımlı ilaçlama makinasında birikim etkinliğinin optimizasyonu hakkında bir çalışma yapmıştır. Araştırma sonucunda, birikim miktarına memenin büyüklüğü, sayısı ve ilerleme hızının etkilerinin uygulama normuna bağlı olduğunu bildirilmiştir. Düşük uygulama normları için ($<900 \text{ Lha}^{-1}$), meme sayısını ve büyüklüğünü azaltmak daha yüksek ilerleme hızında püskürtmeye göre birikim miktarını arttırdığını belirtmiştir. Ancak, yüksek uygulama normları için ($>2500 \text{ Lha}^{-1}$), meme delik çapını arttırmak yerine daha yüksek ilerleme hızlarında çalışmak ve meme sayısını arttırmak birikim miktarını arttırdığını bildirmiştir. Orta seviye uygulama normlarında ($900 \text{ ila } 2500 \text{ Lha}^{-1}$) ise birikim miktarının değişimi önemli ölçüde uygulama değişkenlerinden etkilenmemiştir.

Pezzi and Rondelli (2000) yaptıkları çalışmada, bitki üzeri kaplama oranının aksiyal fanın hızıyla doğrudan ilişkili olduğunu açıklamışlardır. Çalışmalarında üç farklı fan devir sayısı ($1400, 2000 \text{ ve } 2500 \text{ min}^{-1}$) ve iki farklı hava akım

doğrultusu (90° ve 120°) kullanarak bitki üzeri kaplama oranını ve sürüklenme kayıplarını incelemişlerdir. Araştırmalarının sonucunda 1400 ve 2000 min^{-1} fan devirlerinin hem bitki üstünde birikim hem de sürüklenme miktarı bakımından en iyi sonuçları verdiği bildirmişlerdir. Bunun yanında fan hızının etkisinin hava akım yönüne oranla daha önemli olduğunu ve yüksek fan hızının bitki üstündeki dağılımı olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

Cross et al. (2003), farklı boylardaki bodur elma bahçesinde yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörü kullanarak yaptıkları çalışmalarda farklı hava debilerinin ($11,3-7,5-4,1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) ağaçlardaki ilaç birikimi ve sürüklenme kayıpları üzerine etkisi incelenmiştir. Hava debisi, araştırma parametrelerindeki en düşük değer olan $4,1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak ayarlandığında sürüklenmeyi önemli düzeyde azaltırken bitki üstünde birikim miktarını da arttırdığı belirtilmiştir. Bitki üstündeki birikim miktarlarına bölgesel olarak bakıldığında hava debisinin azaltılması pülverizatöre yakın olan kısımların uzak olan kısımlara göre daha fazla birikim oluşturmaya ancak bitki içinde ise herhangi bir farkın oluşmamasına sebep olduğu bildirilmiştir. Bütün sonuçlar değerlendirildiğinde, hava debisinin azaltılmasının, sürüklenmeyi %55-93 azaltması ve ayrıca birikim miktarını arttırması konuları üzerinde önemli rol oynadığını gözlemlemişlerdir. Ancak bu azaltmanın hüzmenin rüzgara karşı çok kırılgan olmasına ve bitki yoğunluğunun fazla olduğu durumlarda penetrasyon problemine sebep olacağını da belirtmişlerdir.

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

Balsari and Marucco (2004), şaraplık çeşitler olan Shiraz ve Sangiovese bağlarındaki bitki kanopisinin sürüklenmeye etkisi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Denemelerde yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatöründe Albuz marka geleneksel içi boş konik hüzmeli memeler ile Lechler marka hava emişli memeler kullanılmıştır. Yaklaşık 1000 m^2 büyüklüğündeki bir bağın ilaçlanması sırasında bağ alanının 20 m uzağına kadar olan mesafede sürüklenme ölçümleri yapmışlardır. Çalışmalar dar sıra aralı ve geniş sıra aralı bağlarda, bitkinin çiçeklenme ve meyve oluşum dönemlerinde yapılmıştır. İlerleme hızının 6 kmh^{-1}

olarak belirledikleri çalışmalarda iz maddesi olarak da “Tartrazine E 102” kullanmışlardır. 2 farklı hava debisinde (10000 ve $20000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$) ve 2 farklı uygulama normunda (330 ve 450 Lha^{-1}) yapılan denemelerde yüksek hava debisinde geniş sıra aralıklı ve küçük kanopili bitkilerin olduğu bağda daha fazla sürüklenmenin oluştuğunu açıklamışlardır. Ayrıca hava emişli memelerin %37'lere varan oranlarda sürüklenmeyi azalttığını da bildirmişlerdir.

Lesnik et al. (2004), yaptıkları çalışmada iki farklı arazide bulunan elma bahçelerindeki bazı zararlılara karşı Albuz ve Lechler marka içi boş konik hüzmeli memeler ile hava emişli tip memeleri biyolojik etkinlik bakımından karşılaştırmışlardır. İki farklı bahçede yapılan çalışmalarda, ilerleme hızlarını $6,5$ ve $4,5 \text{ kmh}^{-1}$, uygulama normunu ise 355 Lha^{-1} olarak belirlemişlerdir. Hava emişli tip memelerle yapılan ilaçlamalarda biyolojik etkinliğin, elma iç kurdu zararlısında içi boş hüzmeli meme ile yapılan uygulamalara göre önemli ölçüde düştüğünü, kırmızı örümcek zararlılarında ise uygulamalar arasında herhangi bir fark ortaya çıkmadığını belirtmişlerdir.

Panneton and Lacasse (2004) yaptıkları çalışmada, elma bahçesi için tasarlanmış geri dönüşümlü pülverizatör (Yarım tünelli pülverizatör) ile referans olarak kullanılan geleneksel yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörünü bağ ilaçlamasında kullanarak değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Denemeler 50 m uzunluğundaki sıra arası 3 m olan 5 sıranın her iki yanından geçilerek yapılmıştır. Yere olan sürüklenmenin ölçülmesi için yuvarlak filtre kağıtlarını belirli aralıklarla bitkilerin altına ve sıra aralarına yerleştirilmiştir. Hakim rüzgar yönünde ve son sıradan 10 m uzaklığa 3 adet 10 m yüksekliğinde direkler ve bu direkler üzerlerinde 10 'ar adet ölçüm noktası yerleştirmişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar, elma bahçesi için tasarlanmış geri dönüşümlü pülverizatörün bağda kullanılmasıyla yere ve havaya olan sürüklenmenin azaltılabileceğini buna bağlı olarak da tampon bölgelerin daraltılabileceği bildirmişlerdir.

Landers and Gil (2006), yaptıkları çalışmada New York ve Pensilvanya Bölgeleri'nde bulunan bağların %50'sinde yüksek hava debisi üretmesi sebebiyle kullanılan Kinkelder marka yardımcı hava akımlı pülverizatör için yeni bir hava yönlendirme sistemi geliştirmişlerdir. Araştırmacılar beklentinin aksine piyasada mevcut olan pülverizatör ile çalışmada sürüklenmenin fazla olduğunu bitki içine penetrasyonun da düşük olduğunu belirtmişlerdir. Bununun sebebi olarak yüksek hava hızı sayesinde damlacıkların hedefi aştığını buna bağlı olarak da sürüklenme miktarını arttırdıklarını bildirmişlerdir. Araştırmacıların yaptıkları hava

yönlendirme başlıkları sayesinde ise püskürtülen sıvının bitki üzerine doğru daha fazla gittiğini ve %25 oranında bitki üstünde daha fazla birikimin sağlandığını ayrıca sürüklenmenin de önemli ölçüde azaltıldığını açıklamışlardır. Araştırmacılar, gelecekte dizayn ettikleri başlığın takılı olduğu makina ile biyolojik etkinlik testlerinin de yapılması gerektiğini önemle vurgulamışlardır.

Derksen et al. (2007) bodur elma bahçesinde yardımcı hava akımlı geleneksel bir makina kullanarak bir araştırma yapmışlardır. Denemelerde Teejet marka geleneksel ve Greenleaf marka hava emişli tip memelerin kaplama oranı ve sürüklenme potansiyelleri üzerine değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Sürüklenme ölçümlerini 256 m uzaklığa ve 10 m yüksekliğe kadar yapmışlardır. Çalışma sonucunda damlacık çapının sürüklenme üzerinde doğrudan etkisi olmasına rağmen, kaplama oranında damlacık çapının etkisinin tek başına çok fazla etkili olmadığını, fan debisinin ve sıvının formülasyonu kaplama oranında etkili olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar hava emişli memelerin bağ ve meyve bahçesinin ilaçlanmasında geleneksel yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatöründe kullanılmasının uygun olabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmayı tamamlayıcı farklı formülasyonlar ve uygulama normlarında yeni çalışmalar yapıldıktan sonra daha doğru karar verilebileceği de vurgulamışlardır.

Ade et. al (2007), bitki yoğunluğu ve uygulama normunun bitki üstündeki birikimi ve sürüklenme üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar kullandıkları tünel tipi yardımcı hava akımlı pülverizatörün en önemli farkının bitkiden süzülen ilaç dışında kalan fazla ilacı toplayarak tekrar depoya göndermesi olduğunu belirtmişlerdir. Denemeler tele alınmış ve budanmış bir bağda aynı uygulama normunda (667 Lha^{-1}) fakat 3 farklı büyüme evresinde yapılmıştır. Çalışma sonuçlarında, bütün uygulama normlarında ve bitki büyüme evrelerinde yere olan sürüklenmenin püskürtülen iz maddesinin (Tartrazine) en fazla %2'si kadar olduğu açıklanmıştır.

Nuytens et al. (2009), yaptıkları çalışmada Hardi marka standart yelpaze hüzmeli, düşük sürüklenme (low drift) sağlayan ve hava emişli olmak üzere 3 farklı tipteki 13 meme ile farklı basınçlarda iklimlendirilebilen bir odada çalışmışlardır. Bu memeler için hacimsel ortalama çap değerlerini ve damlacıkların hızlarını doppler fazlı parçacık analiz cihazı (PDPA) kullanarak belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda damlacık hızlarına 2 ila 4 bar arasındaki çalışma basıncının etkisi, $200 \mu\text{m}$ 'ye kadar hacimsel ortalama çapa sahip damlacıklarda oldukça sınırlı olduğunu bildirmişlerdir. $200 \mu\text{m}$ 'den büyük

damlacıklarda ise çalışma basıncının artması damlacıkların hızlarının da artmasını sağladığı görülmüştür. Bu sonuçların bitki içine penetrasyonun, sürüklenmenin, bitki üzerindeki kaplama oranının ve birikim miktarının belirlenmesinde oldukça önemli olduğundan bahsetmişlerdir.

Sürüklenmenin mevcut ölçüm prosedürlerine göre ölçümü oldukça zordur, masraflıdır ve uzun zaman alabilmektedir (Balsari et al., 2005). Bu sebeple modeller ve simülasyonlar sayesinde laboratuvarda ya da arazide yapılacak deneme sayılarının azaltılması sağlanabilmektedir. Pülverizasyon konusu oldukça karmaşık ve kontrol edilmesi zor bir konu olmasından dolayı gelecekte de bu konuda çalışmaların süreceği birçok yayın sonucunda belirtilmektedir. Bu konu hakkında yapılan bazı matematiksel modelleme ve simülasyon çalışmaları şu şekildedir.

Smith et al. (2000) tarla pülverizatörü ile yaptıkları çalışma sonucunda Missouri ve Illinois adlı iki sürüklenme modeli oluşturmuşlardır. Missouri Modelinde hacimsel ortalama çap değerleri ile yüzdesel püskürtülen hacmin ($105 \mu\text{m}$ 'den küçük damlacıkların) sürüklenme miktarına önemli düzeyde etkili olmadığını buna karşın hakim rüzgar doğrultusu, rüzgar hızı ve memenin yerden yüksekliğinin önemli düzeyde sürüklenmeye etkili olduğunu bildirmişlerdir. Illinois Model'inde ise meme debisi, çalışma basıncı ve sıcaklık değişkenler olarak modele girdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, her iki modelde de hesaplanan ve tahminlenen sürüklenme miktarları arasında bir uyum olduğunu belirtmişlerdir.

Farooq and Salyani (2004) narenciye bahçesinde kule tipi yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörüyle yaptıkları çalışmada bitki içinde birikim ve bitki içine penetrasyonu bir simülasyon modeliyle ortaya koymuşlardır. Modelin duyarlılığı debi, yaprak alan indeksi, ilaçlama makinası ile ağaçlar arası mesafe, bitki kanopisinin çapı, ağaç yüksekliği, hava debisi ve ilerleme hızları konularında değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar denemeleri yapılarak ölçülen birikim miktarı ile modelin hesapladığı birikim miktarı arasında genel olarak bir uyum olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar birikim miktarının debi ile arttığı ancak bitki yüksekliğinin ve ilerleme hızının artmasıyla ise düştüğünü bildirmişlerdir.

Tozan vd. (2005), yaptıkları çalışmadan farklı meme delik çaplarında ve çalışma basınçlarında elde edilen hacimsel ortalama çap değerlerini tahminleme modeli geliştirmişlerdir. Yapay bir asma bitkisi üzerinde yapılan çalışmalarda 3

farklı model oluşturulmuştur. Bu modeller ölçülen hacimsel ortalama çap değerlerini tahminlemedeki hassasiyetleri açısından kıyaslanmıştır. Kıyaslama sonucunda Boyutsal Analiz Prensibine dayalı olarak geliştirilen ve boyutsuz terimler olan Reynolds ve Weber sayılarını içeren modelin diğer iki modele göre daha iyi tahminlemelerde bulunduğu saptanmıştır.

Zhu et al. (2005) ise DRIFTSIM adını verdikleri ve damlacıkların sürüklenme mesafelerini hedeften 200 m uzaklığa kadar tahminleyen bir program geliştirmişlerdir. Araştırmacılar, arazi çalışmalarında kontrol edilemeyen faktörler yüzünden sürüklenme ölçümlerinin tam olarak yapılamadığından bahsetmişlerdir. DRIFTSIM Programı'nın ise memeden çıkan damlacıkların sürüklenme mesafelerini belirli koşullar altında tahminlediğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, bu programın bir hesaplamalı akışkanlar dinamiği olan Fluent adlı programa göre daha ucuz, kullanımı kolay, yavaş ve düşük belleğe sahip bir bilgisayar ile çalışabilmesinin en önemli avantajları olduğunu bildirmişlerdir. Programın sürüklenme mesafesinin bulunabilmesi için damlacık büyüklüğü, memeyi terk ettiği andaki hızı ve yüksekliği, rüzgar hızı, bağıl nem ve sıcaklık değerlerinin bilgisayara girilmesi gerektiğini belirtilmiştir. Programın en önemli eksikliği ise büyük damlacıkların sürüklenme mesafelerini son derece iyi tahminlemesine karşın, buharlaşma sebebiyle küçük damlacıklarda aynı başarıyı gösterememesi olduğu vurgulanmıştır.

Nuyttens et al. (2007), meme tipinin, büyüklüğünün ve basıncın damlacık karakteristiğine etkisi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar, özel iklimlendirme odasında doppler fazlı parçacık analiz cihazını kullanarak 32 adet meme-basınç kombinasyonunda çalışmışlardır. Denemelerde 110 ve 80° yelpaze hüzmeli standart memeler ve hava emişli memeler ile 80° konik hüzmeli memeler kullanmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda meme büyüklüğünün damlacık büyüklüğüne ve hızına önemli bir etkisinin olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu sonuçların gelecekte farklı meme-basınç kombinasyonlarının sürüklenme potansiyellerinin belirlenmesinde kullanılabilecek hesaplamalı akışkan dinamik (computational fluid dynamics) sürüklenme modeline önemli bir veri kaynağı olacağını vurgulamışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. İlaçlama Makinası

Kapalı alan ve arazi çalışmalarında Ege Bölgesi'nde yaygın olarak kullanılan kuyruk milinden hareketli asılır tip yardımcı hava akımlı hidrolik bağ-bahçe pülverizatörü kullanılmıştır (Şekil 3.1). Agrotek İlaçlama Mak. ve Tar. Tek. Ltd. Şti. (Manisa) tarafından imal edilen makinanın depo hacmi 400 L'dir. İlaçlama makinasının pirinç borulardan imal edilmiş sağ ve sol rampasında 5'er adet püskürme memesi bulunmaktadır. Traktör kuyruk milinden gelen dönü hareketi makina üzerindeki 2 kademeli şanzımana oradan da kanat açıları değiştirilebilir aksiyal fana iletilmektedir. Aksiyal fan göbeğinde kanat açılarının 5 farklı kademede ayarlanabilmesine olanak sağlayan bir mekanizma bulunmaktadır. Standart kuyruk mili devir sayısı olan 540 min^{-1} 'de, gerekli şanzıman ve fan kademeleri seçilerek hava debisi $55000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ 'e kadar çıkarılabilmektedir (Çizelge 3.1).



Şekil 3.1. Yardımcı hava akımlı bağ-bahçe pülverizatörü.

Çizelge 3.1. Standart kuyruk mili devrinde (540 min^{-1}) farklı fan ve transmisyon kademelerinde ölçülen hava debileri.

Traktör Kuyruk Mili Devri (min^{-1})	Fan Kademesi	Transmisyon Kademesi	Hava Debisi (m^3h^{-1})
540	3	Yavaş	32000
540	2	Hızlı	45000
540	5	Hızlı	55000

3.1.2. Traktör

Kapalı alan denemelerinde 68 BG gücünde John Deere marka 2030 model traktör kullanılmıştır. Arazi denemelerinde ise 55 BG gücünde John Deere marka 1040 model traktör kullanılmıştır.

3.1.3. İlerleme hızı ölçüm cihazı

Traktörün ilerleme hızının belirlenmesi için Garmin International, Inc. (ABD) tarafından üretilen Forerunner 101 model GPS cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.2). Kapalı alan ve arazi denemelerinde ilerleme hızı ortalama $6,5 \text{ kmh}^{-1}$ olarak ölçülmüştür.



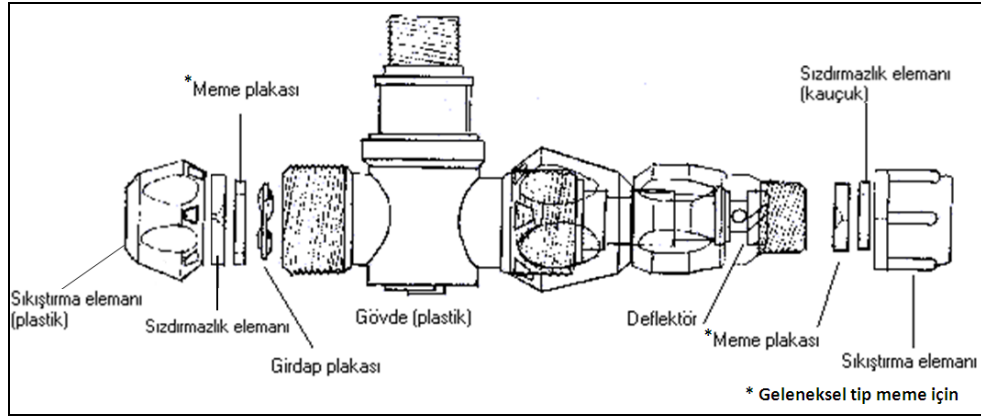
Şekil 3.2. Hız ölçümü için kullanılan GPS.

3.1.4. Püskürtme memeleri

Kapalı alan ve arazi denemelerinde bağın gelişme dönemine göre 3 farklı uygulama normunu sağlayacak püskürtme memeleri seçilmiştir. Düşük, orta ve yüksek uygulama normları için sırasıyla 60, 90 ve 115 Lda^{-1} uygulama normu sağlayan Geleneksel (içi boş konik hüzmeli), XR (geleneksel yelpaze hüzmeli), AIXR (geleneksel hava emişli yelpaze hüzmeli) ve AI (hava emişli) tip püskürtme memeleri kullanılmıştır (Şekil 3.3). Bu memeler Şekil 3.4'te görülen meme gövdesine yerleştirilerek püskürtme rampasına bağlanmışlardır. Denemelerde kullanılan yelpaze hüzmeli tip memelerin püskürtme açıları 110° 'dir.

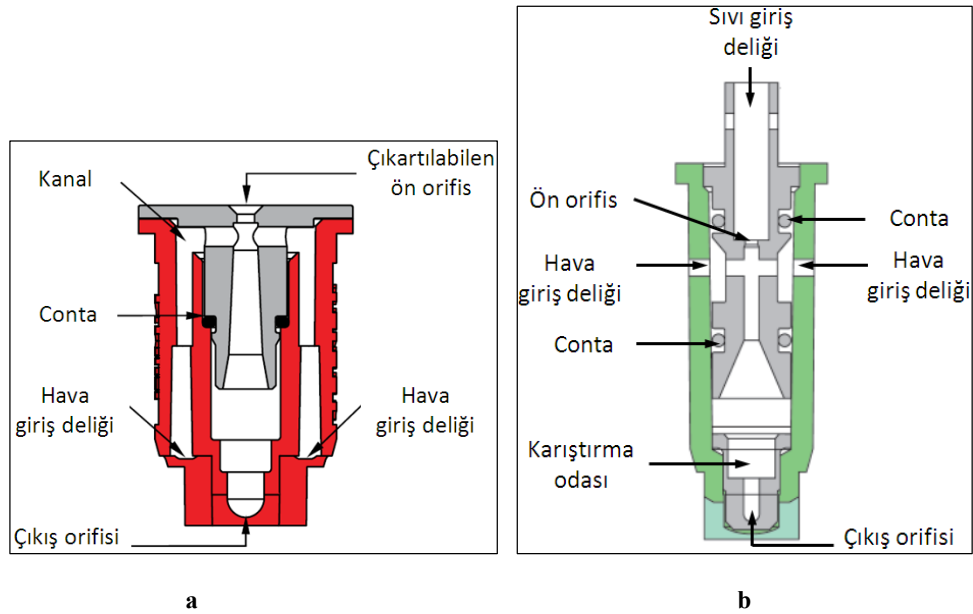


Şekil 3.3. Denemelerde kullanılan püskürtme memeleri.



Şekil 3.4. Yardımcı hava akımlı bağ-bahçe pülverizatöründe bulunan meme gövdesinin görünümü.

Denemelerde kullanılan seramik malzemeden yapılmış Geleneksel tip içi boş konik hüzmeli meme, bağ ilaçlamasında yaygın olarak yüksek basınçta kullanılan bir meme tipidir. Çalışmalarda kullanılan diğer meme tipleri olan XR, AIXR ve AI Spraying Systems Co. Illinois (ABD) tarafından imal edilmiştir. Firma katalog bilgilerine göre XR tip meme 1-4, AIXR tip meme ise 1-6, AI tip meme ise 2-8 bar tavsiye edilen çalışma basınçlarında kullanılabilirler. XR ve AIXR tip memeler korozyona dayanıklı plastik malzemeden, AI tip memenin sıvı ile temas eden kısımları paslanmaz çelik malzemeden imal edilmiştir. AIXR ve AI tip memelerin kesit görüntüleri Şekil 3.5'te görülmektedir.



Şekil 3.5. AIXR tip meme kesiti (a), AI tip meme kesiti (b).

Hava emişli tip memelerde iki orifis bulunmaktadır. Birinci orifis sıvı akış miktarını belirler. Çıkış orifisi olarak adlandırılan ikinci orifis birinciden daha büyük kesitli olup pülverizasyonun dağılımını belirler. Bu iki orifisin arasında bir ventüri kanalı bulunur. Birinci orifisten geçen ince film tabakası halindeki basınçlı sıvı, ventüri bölgesinden geçerken, bu bölgedeki kesit değişimlerine bağlı olarak basıncı bir miktar azalır ve bir vakum bölgesi oluşturur. Oluşan düşük basınç bölgesi nedeniyle meme içine, dış ortamdan, hava çekilir. İçeri giren hava, birinci orifisten gelen sıvıyla buradaki düşük basınç şartlarında karışır ve ikinci orifisten çıkan sıvının hava kabarcıklı iri damlalı bir hüzmeye oluşturmalarını sağlar. Geniş açılı yelpaze bir hüzmeye oluşturan bu memelerle ilaçlanan alan üzerinde iyi bir kaplama sağlanabilir. Bu tip memeler çıkış sonrası ilaçlamasında sistemik herbisit, insektisit ve fungusit uygulamaları için önerilebilirler (Yağcıoğlu, 2008).

Hava emişli memeler büyük çaplı damlacık oluştururken içinde bulunan hava baloncukları sayesinde aynı damla çapını oluşturan geleneksel bir memeye göre daha iyi bir kaplama oranı sağlamaya yardımcı olabilmektedir. Bununla birlikte sistemik ilaçlarda çok iyi bir dağılıma ihtiyaç yoktur. Ancak kontak etkili insektisitlerde iyi bir dağılıma gerek duyulmaktadır (Lesnik et al., 2004). Hava emişli tip memeler üzerinde sürüklenmeyi azaltıcı özellikleri yüzünden birçok araştırmacı tarafından çalışmalar yapılmaktadır. Ozkan 2005 yılında Ohio State Üniversitesi'nde (ABD) hava emişli ve geleneksel yelpaze hüzmeli memeler ile aynı çalışma basıncı ve debide (276 kPa , $0,75 \text{ Lmin}^{-1}$) yaptığı çalışmalarda hava emişli memelerin $100 \mu\text{m}$ 'den küçük damla oranını 10 kat azalttığı bildirmiştir.

Bu tez kapsamında yapılan çalışmalar için seçilen memelerle 3 farklı uygulama normunun sağlanabilmesi için farklı basınçlarda çalışılmıştır (Çizelge 3.2). Farklı basınçlarda damla çapının değiştiği birçok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (Yağcıoğlu, 2008; Çilingir ve Dursun, 2002; Kaşkaloğlu ve Türkmenoğlu, 1962). Ancak bu çalışmanın amaçlarından biri de, aynı uygulama normunda çalışılan memelerin oluşturduğu, bitki içinde birikim miktarlarının, kaplama oranlarının ve sürüklenme değerlerinin birbirleriyle karşılaştırılmasıdır.

Ülkemizde özellikle bağ ilaçlamasında yerli imalat geleneksel tip içi boş konik hüzmeli memeler tercih edilmektedir. Bunun sebebi, bu memeler ile yüksek basınçta çalışıldığında oluşturdukları küçük damlacıkların yaprak üstü ve altında iyi bir kaplama sağlamasıdır. Hastalık ve zararlılarda kaplama oranının yüksek olması tarımsal mücadelenin başarıya ulaşma olasılığını arttırmaktadır. Ancak geleneksel tip memeler yüksek sürüklenme oluşturmalarından dolayı çevre ve insan

sağlığı açısından büyük bir risk oluşturmaktadır. Bu projede düşük basınçla çalışan yelpaze hüzmeli memeler ile sürüklenmeyi azaltıcı yelpaze hüzmeli hava emişli memeler kullanılmıştır. Bu tip memelerle çalışılarak kaplama oranı, bitki içinde birikim miktarı ve sürüklenme değerlerinin değişim miktarları kendi aralarında ve yaygın kullanılan geleneksel tip içi boş konik hüzmeli meme ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3.2. Meme tiplerine göre çalışılan parametreler.

Meme Tipleri	Çalışma Basıncı (bar)	Uygulama Normu (Lda^{-1})	Hava Debileri (m^3h^{-1})
Geleneksel 1,2 mm	16	60	32000–45000–55000
Geleneksel 1,2 mm	20	90	32000–45000–55000
Geleneksel 1,5 mm	16	115	32000–45000–55000
XR 11008	1	60	32000–45000–55000
XR 11008	2,5	90	32000–45000–55000
XR 11008	4	115	32000–45000–55000
AIXR 11004	4	60	32000–45000–55000
AIXR 11006	4	90	32000–45000–55000
AIXR 11006	6	115	32000–45000–55000
AI 11005	3	60	32000–45000–55000
AI 11006	4	90	32000–45000–55000
AI 11006	6	115	32000–45000–55000

3.1.5. Yapay asma bitkisi

Çalışmalarda hava koşullarının etkisini en aza indirerek nispeten kontrollü koşullarda denemeleri yapmak için yapay asma bitkisi kullanılmıştır (Şekil 3.6). Yapay asma bitkisinin çatısı, 6 m uzunluğunda ve 1,6 m yüksekliğinde 40x30x3 mm'lik kutu profil kullanılarak imal edilmiştir. Bitkide 3 adet gövde bulunmaktadır. Ortadaki bitki tam, bu bitkinin sağındaki ve solundaki gövdelere ait kısımlar ise yarım bitki olarak imal edilmiştir. Yapraklar 220 μm kalınlığında polietilen sera örtü malzemesinden yapılmıştır. Bitki üzerinde bulunan yaprak sayısı ve büyüklükleri asma bitkisinin koruk dönemini temsil etmektedir (Caner, 2007).

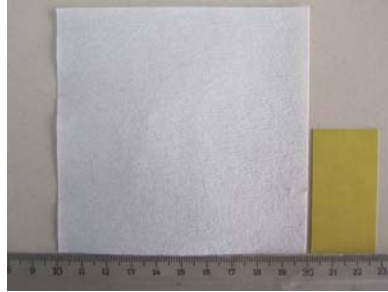


Şekil 3.6. Yapay asma bitkisinin görüntüsü.

3.1.6. Suya duyarlı kağıtlar ve filtre kağıtları

Denemelerde, hacimsel ortalama $\bar{c}$ ap değerleri ile kaplama oranlarının belirlenmesi için suya duyarlı kağıtlar (Syngenta Crop Protection, İsviçre) kullanılmıştır. Suya duyarlı kağıtlar, bitki merkez kısmında ve girişim bölgelerinde bulunan üst, orta ve alt kısımlara 5x2,6 cm ölçülerinde kesilerek kısıkaçlar ile tutturulmuştur (Şekil 3.7).

Filtre kağıtları (Filtrak GmbH, Almanya) ise kalıntı miktarının belirlenmesinde kullanılmıştır (Şekil 3.7). Bu kağıtlar 10x10 ve 30x10 cm ölçülerinde kesilerek bitki içindeki ve girişim bölgesindeki üst, orta, alt kısımlarda, bitki altında, direklerde ve direk diplerinde kullanılmıştır. Havaya olan sürüklenmenin ölçülmesi zordur. Bunun için havaya giden ilaç damlacıklarının tutulması için çeşitli araçlar ve gereçler kullanılabilir. Bu tip ölçümlerde plastik ya da pamuk ipler, plastik bantlar, teller, ağlar vb. çeşitli pasif toplayıcılar kullanılmıştır (Bui et al., 1998, Fritz and Hoffman, 2008). Panneton et al (2006) elma bahçesinde yaptıkları çalışmada, yere oluşan sürüklenmenin ölçülmesi için yuvarlak filtre kağıtlarını belirli aralıklarla bitkilerin altına ve sıra aralarına yerleştirilmiştir.



Şekil 3.7. Denemelerde kullanılan filtre kağıdı ve suya duyarlı kağıt.

3.1.7. İz maddesi

Denemelerde kalıntı miktarlarının belirlenmesi için iz maddesi olarak Merck KgaA (Almanya) firması tarafından üretilen “Sodium Fluorescein” kullanılmıştır. Pülverizatör deposunun içine 1 gL⁻¹ iz maddesi koyulmuştur.

Literatürde iz maddesi olarak birçok kimyasalın farklı oranlarda kullanıldığı görülmektedir. Kullanılan iz maddelerinin bazıları şu şekildedir; Rhodamine (Salyani and Cromwell, 1992) Caracid brilliant flavine FFS (Kirk et al., 2001), Tartrazine E 102 (Balsari ve Marucco, 2004), Pyranine, Brillantsulfoflavine (Herbst, 2006), Green S (Costa et al., 2006).

Fox et al. (1998) sürüklenme ölçümleri için en iyi iz maddesinin tarım ilacının kendisinin olduğunu ancak denemeleri yapanların sağlığı 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.

3.1.8. Diğer laboratuvar araç ve gereçleri

Toplanan örneklerin laboratuvarında analiz edilmesinde 2, 5 ve 10 ml’lik otomatik mikropipetler, 3,5 ml’lik tek kullanımlık pastör pipetler, 4 ml’lik florimetre küveti, 1 L’lik mezürler, çeşitli beherler ve erlenler gibi değişik laboratuvar araç ve gereçleri kullanılmıştır. Ayrıca suya duyarlı kağıtların ve filtre kağıtlarının bitki üzerine tutturulması için kısıkaçlar, toplanan örnek kağıtlarının içine konulacağı kodlanmış poşetler ve cam kavanozlar kullanılmıştır.

3.1.9. Saf su üretim cihazı

Denemelerde kullanılan saf su, Elektro-Mag (İstanbul) marka M3 model cihazdan elde edilmiştir (Şekil 3.8). Bu cihaz distilasyon yöntemini kullanarak saf su üretebilmektedir. Elde edilen saf su “Sodium Fluorescein” iz maddesinin çözgeni olarak kullanılmıştır.



Şekil 3.8. Saf su üretme cihazı.

3.1.10. Orbital çalkalayıcı

Denemelerde Biosan (Letonya) marka OS-10 model orbital çalkalayıcı kullanılmıştır (Şekil 3.9). Filtre kağıtları kavanozlara konulduktan sonra üzerlerine iz maddesi miktarına göre 30-50 ya da 80 ml saf su konularak 300 min^{-1} devrinde ve 5 dakika süreyle orbital çalkalayıcıda tutulmuştur. Böylece filtre kağıtlarında bulunan iz maddesinin saf suyun içine geçmesi her örnekte standart bir şekilde sağlanmıştır. Cihazın üzerinde bulunan platforma her seferinde 12 adet kavanoz koyularak çalkalanma işlemi yapılmıştır.



Şekil 3.9. Orbital çalkalayıcı.

3.1.11. Dijital florimetre

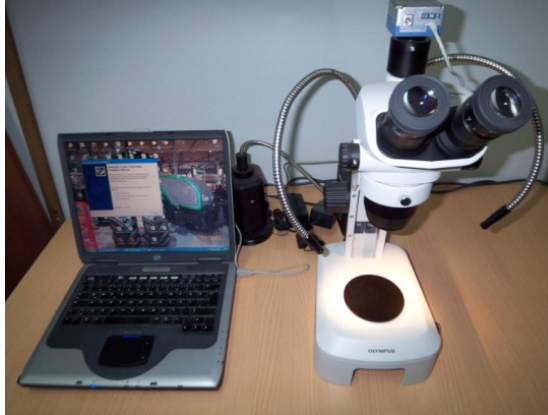
Filtre kağıtları üzerindeki iz maddesi miktarları Turner Quantech (Barnstead Thermolyne, ABD) marka dijital florimetre cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Florimetre.

3.1.12. Dijital kameralı mikroskop

Suya duyarlı kağıtların bilgisayar ortamına aktarılması için MotiC (Çin) marka MotiCam 2000 2,0 mega piksel dijital kameralı Olympus (ABD) marka SZ61 model mikroskop kullanılmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Dijital kameralı mikroskop ve dizüstü bilgisayar.

3.1.13. Görüntü analiz programı

Suya duyarlı kağıtlar üzerindeki oluşan damlaların çapları ve yüzey kaplama oranları görüntü analiz yazılımı (Image Tool for Windows Version 3.0) kullanılarak belirlenmiştir.

3.1.14 Thermo-Anemometre

İlaçlama makinasının aksiyal fanının oluşturduğu hava hızının ölçülmesinde Dwyer Instruments Inc. (ABD) tarafından üretilen Series 471 model termo-anemometre kullanılmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Thermo-anemometre.

3.1.15. Meteorolojik ölçüm seti

Kapalı alan denemeleri sırasında sıcaklık ve bağıl nem değerleri, arazi denemelerinde bunlara ek olarak rüzgar hızı ve yönü Oregon Scientific (ABD) Marka WMR928NX model meteorolojik ölçüm seti kullanılarak ölçülmüştür (Şekil 3.13). Arazi çalışmalarında meteorolojik ölçüm seti 2 m uzunluğunda demir bir çubuğa monte edilmiş ve yerden 2 m yükseklikteki rüzgar hızı ölçülmüştür.



Şekil 3.13. Meteorolojik ölçüm seti.

3.2. Yöntem

Denemelerin ilk bölümü kapalı alanda kontrollü şartlar altında gerçekleştirilmiştir. İkinci bölümde ise kapalı alan çalışmalarında seçilen meme tipi, hava debisi ve uygulama normu ile arazide çalışılmıştır. Arazide pratikte yaygın olarak kullanılan meme tipi olan Geleneksel içi boş konik hüzmeli meme ile kapalı alan denemelerinde seçilen meme karşılaştırılmıştır.

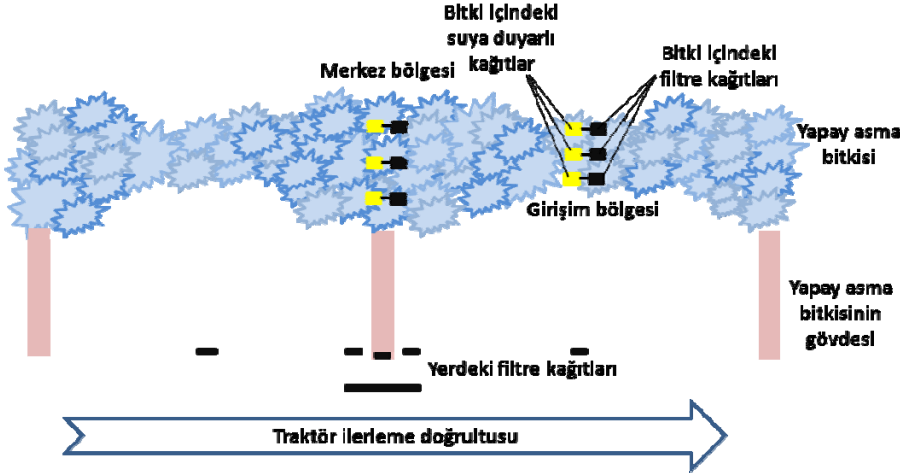
3.2.1. Kapalı alan çalışmaları

Kapalı alan denemeleri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü'nde bulunan kapalı alanda yapılmıştır. Müze, çalışmanın yapılabilmesi için özel olarak düzenlenmiştir. Denemelerin kapalı alanda yapılmasıyla rüzgarın etkisi ortadan kaldırılarak, her uygulamanın mümkün olduğunca aynı şartlar altında yapılması sağlanmıştır. Kapalı alan denemeleri 25-31 °C arası sıcaklıklarda ve % 39-45 arası bağıl nem şartlarında yapılmıştır.

Kapalı alanda, YAI koruk dönemine uygun olarak hazırlanmış olan yapay asma bitkisi kullanılarak 4 meme tipi, 3 hava debisi ve 3 uygulama normunda 4'er tekerrürlü olarak toplam 144 adet deneme yapılmıştır. Kapalı alan denemeleri sonucunda en uygun meme tipi, hava debisi ve uygulama normu belirlenmiştir. Bunların belirlenmesinde bitki üzerindeki iz maddesi birikim miktarı, kaplama oranları ile yere ve havaya sürüklenen iz maddesi miktarı dikkate alınmıştır.

Pochi et al. (1998) 3 m sıra arası olan bir bağda sürüklenme ölçümü üzerine bir araştırma yapmışlardır. Yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörünün hava debisini $3,06 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ olarak ölçtükleri çalışmada, 45 m uzunluğunda 3 sırada 400 Lda^{-1} uygulama normunda 2 farklı formülasyondaki ilaç ile çalışmalar yapmışlardır. Çalışma basıncı olarak çok yüksek değerler olan 25 ve 40 bar'ı tercih etmişlerdir. Son sıradan 20 m mesafeye kadar sürüklenme ölçümleri yapmışlardır. Çalışma sonucunda toz ilacın 25 bar çalışma basıncında püskürtülmesine karşın 40 bar'da püskürtülen sıvı ilahtan daha fazla miktarda sürüklenme oluşturduğu belirtmişlerdir.

Yapay asma bitkisi içindeki merkez ve girişim bölgelerinde bulunan üst, orta, alt kısımlara suya duyarlı kağıtlar ve filtre kağıtları, bitki altına ise sadece filtre kağıtları yerleştirilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Yapay asma bitkisi içindeki ve altındaki örnekleme noktalarının yerleri.

Bitki içindeki iz maddesi birikim miktarı ve kaplama oranının belirlenmesi için ana gövdenin ve girişim bölgesinin iç tarafına hem 10x10 cm ölçülerinde filtre kağıtları hem de 5x2,5 cm ölçülerinde suya duyarlı kağıtlar yerleştirilmiştir. Bu kağıtlar kısıkaçlarla bitkinin üst, orta ve alt kısımlarına gelecek şekilde bitki iç kısımlarındaki yerlere tutturulmuştur. Bitki merkez bölgesindeki yaprak üstü için (MYÜ), yaprak altı için (MYA), bitki girişim bölgesindeki yaprak üstü için (GYÜ), yaprak altı için (GYA) şeklinde kısaltmalar kullanılmıştır.

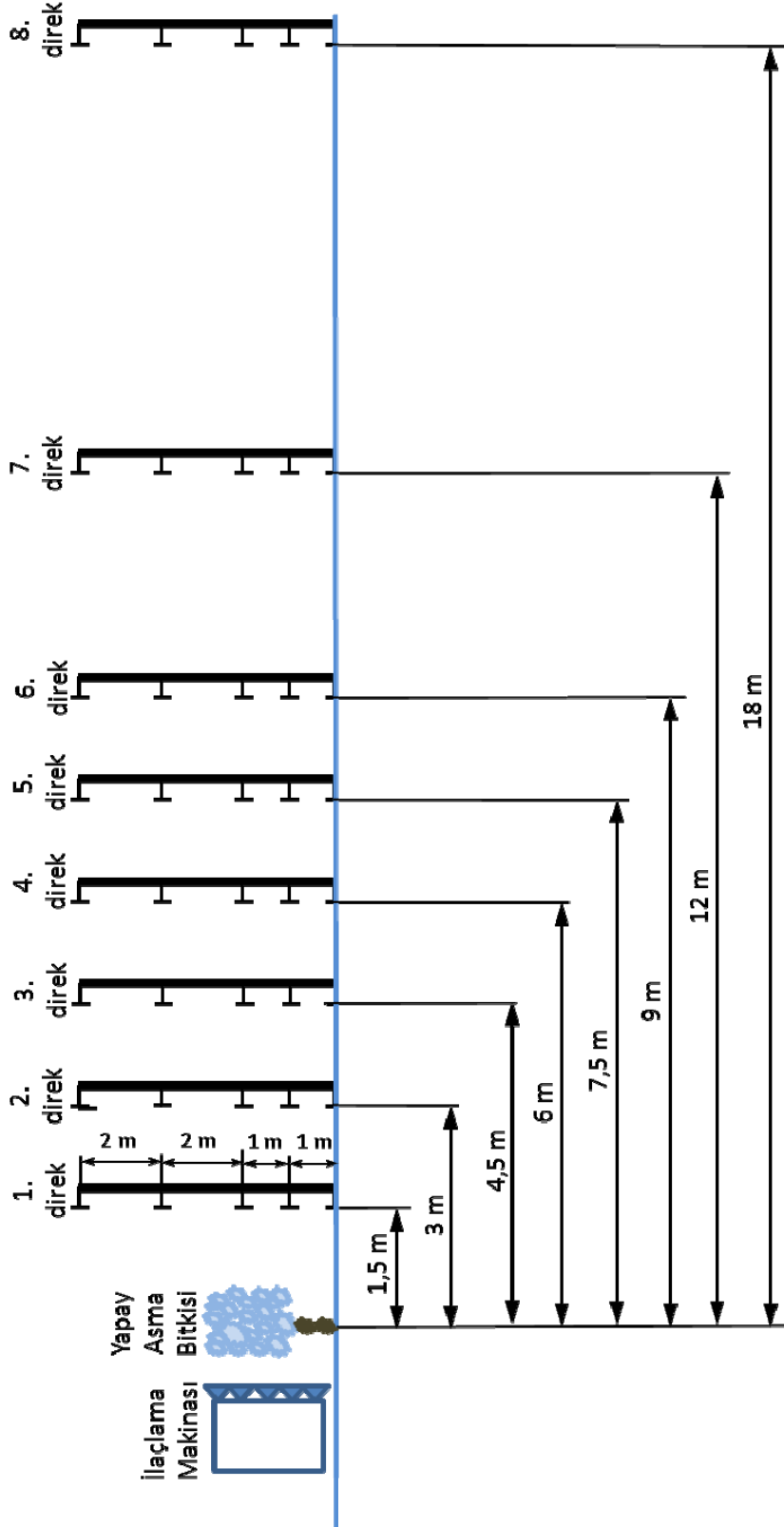
Bitki altındaki yere olan sürüklenmenin ölçülebilmesi için bitki iz düşümünde 30x10 cm ölçüsünde 1 adet, bitki gövdesi etrafında her biri 10x10 cm ölçüsünde 3 adet ve bitki sıra üzerinde her biri 10x10 cm ölçüsünde 2 adet filtre kağıdı koyulmuştur.

Sürüklenme ölçümlerinin yapılabilmesi için yapay asma bitkisi arkasına direkler Şekil 3.15'teki ölçülerde yerleştirilmiştir. Deneme düzeninin üstten görünüşü Şekil 3.16'da görülmektedir. Şekillerden görüldüğü gibi sürüklenme ölçümleri hedef bitki olan yapay asma bitkisi ekseninden 18 m uzaklığa kadar yapılmıştır.

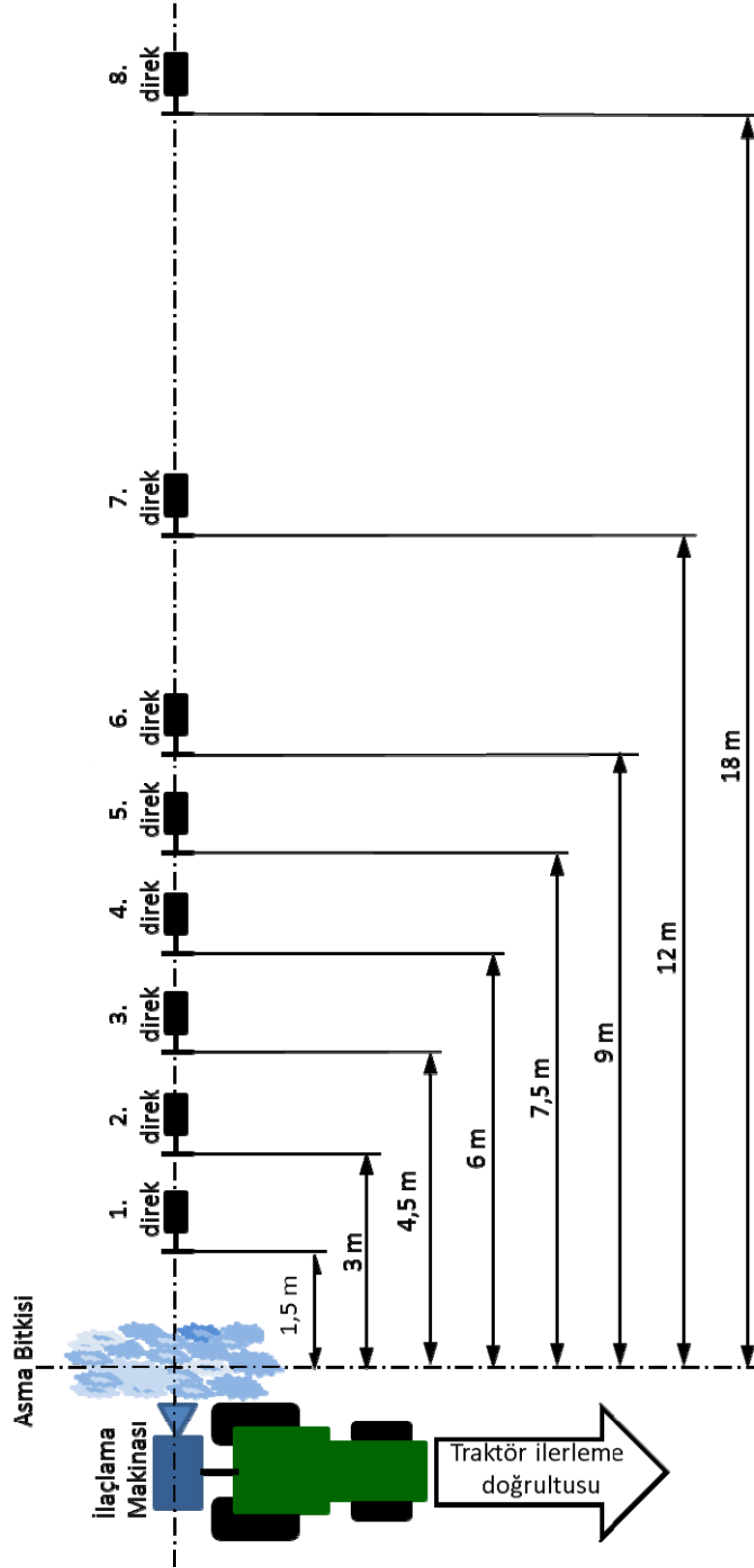
Bitkinin orta eksenine ve traktör ilerleme eksenine dik olarak belirli aralıklarda dizilmiş 6 m yüksekliğindeki 8 adet direğin diplerine her biri 30x10 cm ölçüsünde ve 1., 2., 4., 6. m'lerine her biri 10x10 cm ölçüsünde filtre kağıtları yerleştirilmiştir (Şekil 3.17). Direklerin kapalı alanda ve toprak üstünde dik olarak durmasını sağlayan özel ayaklar yapılmıştır (Şekil 3.18). Direkler yardımıyla havaya oluşan sürüklenme miktarları ayrı ayrı ölçülmeye çalışılmıştır. Jensen and

Arvidsson (2000) havaya giden sürüklenmenin ölçülmesi için 6 m yüksekliğinde ve üzerlerinde belli mesafelerde ölçüm noktası olan direkler kullanılmıştır. Panneton et al (2006) yaptıkları çalışmada, sürüklenme ölçümleri için 10 m yüksekliğinde direkler ve bu direkler üzerlerine 10'ar adet ölçüm noktası yerleştirerek denemeleri yapmışlardır.

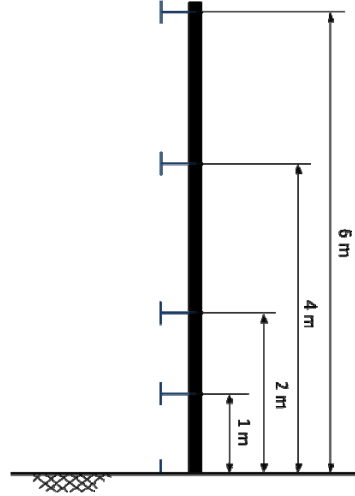
Çalışmalarda püskürtme işlemi yapay asma bitkisinden yaklaşık 3 m önce başlatılmış ve yine yaklaşık 3 m geçinceye kadar sürdürülmüştür. Böylece oluşan türbülansın etkisinin azaltılması hedeflenmiştir. Püskürtme işleme bitkinin sadece bir tarafına doğru yapılmış ve en az 15 dakika suya duyarlı kağıtların kurumasi için beklenilmiştir. Filtre kağıtları, kasalardaki kodlanmış cam kavanozların içine, suya duyarlı kağıtlar ise şeffaf torbalara koyularak toplanmıştır. Laboratuvar analizleri yapıncaya kadar filtre kağıtları güneş ışığından etkilenmemesi için siyah renkli torbalar içinde tutulmuştur.



Şekil 3.15. Kapalı alan deneme düzeninin yandan görüntüsü.



Şekil 3.16. Kapalı alan deneme düzeninin üstten görüntüsü.



Şekil 3.17. Direk ve üzerindeki ölçüm noktalarının yerden yükseklikleri.



Şekil 3.18. Direklerin toprak üstünde dik olarak durmasını sağlayan ayakların görüntüsü.

3.2.2. Arazi çalışmaları

Denemelerde kapalı alanda en uygun sonucu veren meme tipi, uygulama normu ve hava debisi değerleri belirlenmiştir. Bunların belirlenmesinde istatistik analiz sonuçlarından ve grafiklerden yararlanılmıştır. Daha sonra arazi çalışmalarında seçilen meme ile Geleneksel tip içi boş konik hüzmeli meme kapalı alan denemelerinde belirlenen uygulama normunda ve hava debisinde 4'er tekerrürlü olarak denenmiştir. Geleneksel tip içi boş konik hüzmeli meme pratikte yaygın olarak kullanılmasından dolayı kapalı alan denemelerinde seçilen meme tipi ile arazi çalışmalarında karşılaştırılmıştır.

Arazi çalışmaları 12-16 Temmuz 2010 tarihleri arasında Güzelköy Kasabası-Manisa'da bulunan "T" tipi telli terbiye sisteminde ve kuzey-güney doğrultusunda yetiştirilmiş koruk dönemindeki çekirdeksiz üzüm bağında

yapılmıştır (Şekil 3.19). Deneme yapılan parselde sıra arası mesafe 3 m ve sıra üzeri mesafe 2 m olarak ölçülmüştür. Arazi denemeleri sırasında ortalama hava sıcaklığı, bağıl nem, 2 m yükseklikteki rüzgar hızı ve yönü ölçülmüştür. Bu değerlerin kapalı alan denemelerinde ölçülen değerlerden çok farklı olmaması için günün erken saatlerinde çalışmalar yapılmıştır.

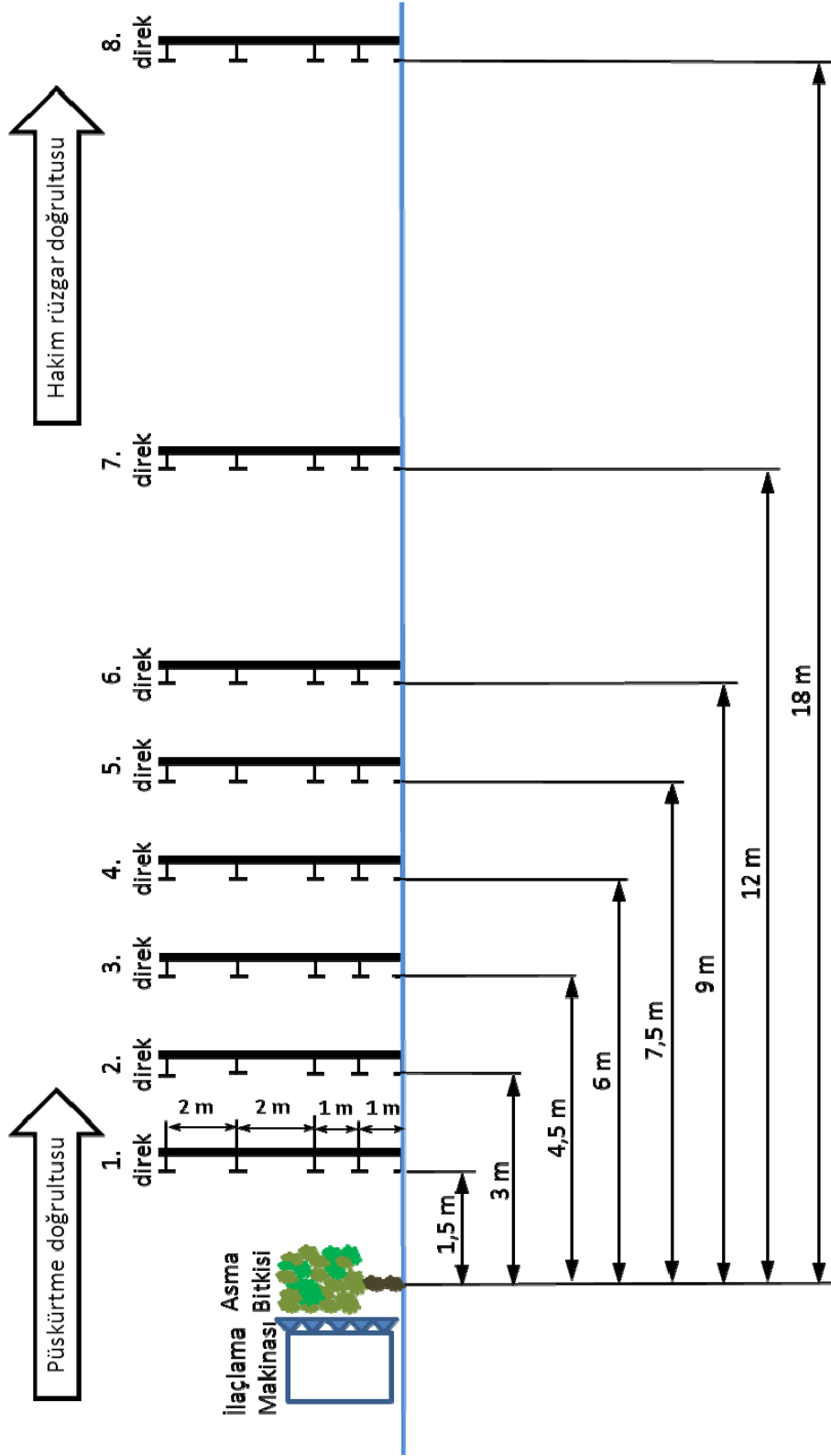
Arazi çalışmalarında örnekleme noktalarının belirlenmesinde mümkün olduğunca kapalı alan denemeleri dikkate alınmıştır. Gerçek asma bitkisinin merkez ve girişim bölgelerindeki yerlere suya duyarlı kağıtlar ile filtre kağıtları kısıkaçlarla tutturulmuştur (Şekil 20). Asma bitkisinin arkasındaki bölgeye Şekil 3.21 ve 3.22’de gösterildiği şekilde bitkinin orta eksenine ve traktör ilerleme eksenine dik olarak belirli aralıklarda dizilmiş 6 m yüksekliğindeki 8 adet direk yerleştirilmiştir. Bu direklerin diplerine ve 1., 2., 4., 6. m’lerine filtre kağıtları yerleştirilmiştir.



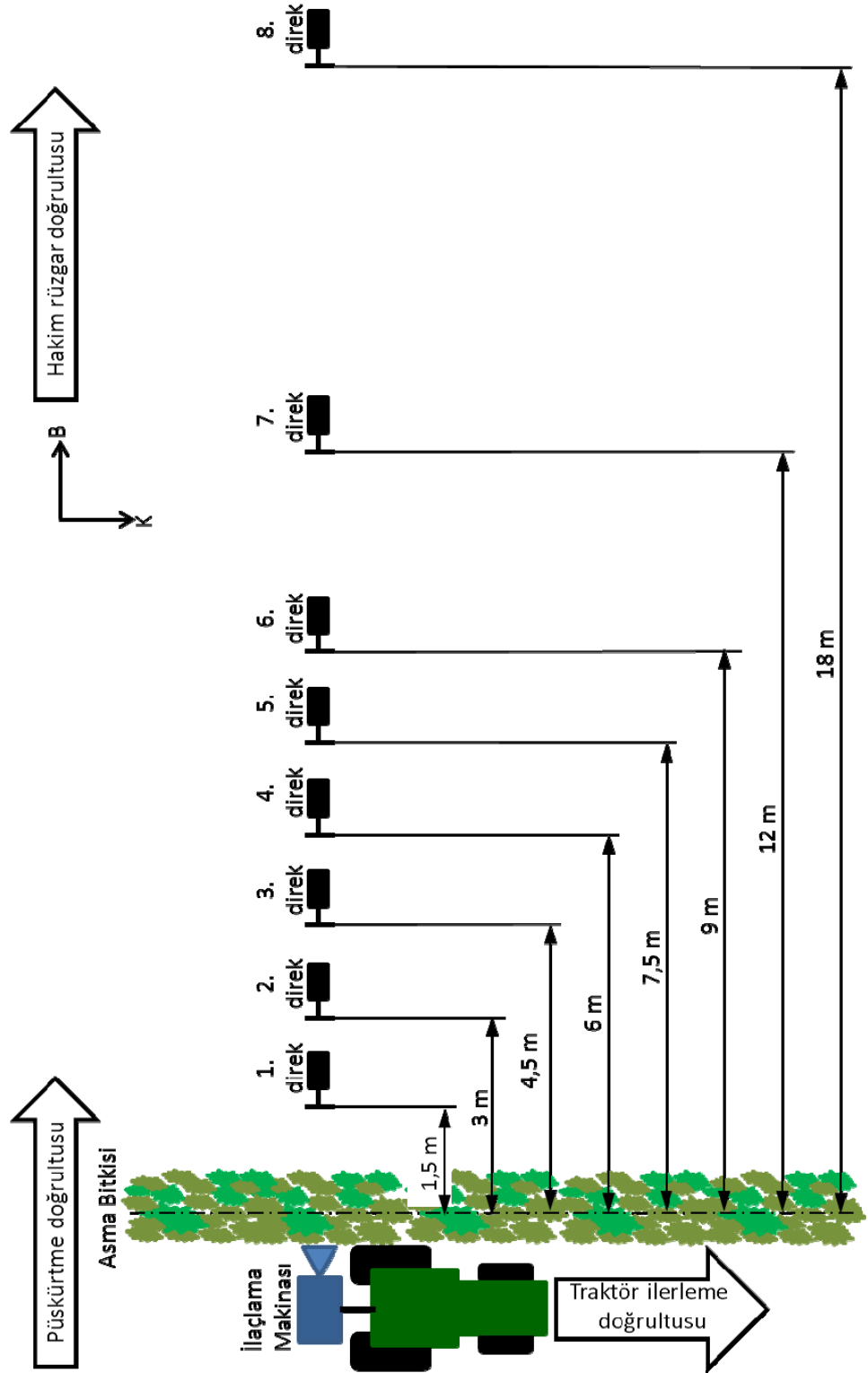
Şekil 3.19. Arazi çalışmalarındaki deneme düzeninden bir görüntü.



Şekil 3.20. Arazi çalışmasında filtre kağıdı ve suya duyarlı kağıdın bitki içinde kısıkaçlarla tutturulmuş görüntüsü.



Şekil 3.21. Arazi çalışması deneme düzeninin yandan görünüşü.



Şekil 3.22. Arazi çalışması deneme düzeninin üstten görünüşü.

3.2.3. Laboratuvar analizlerinin yapılması

Florimetre cihazında ölçümler yapılmadan önce kalibrasyon işlemi yapılmıştır. Bu işlem için otomatik mikro pipetler kullanılarak 1 gL⁻¹'lik çözeltiden belirli miktarlarda (20, 40, 60, 80, 100, 120 ve 140 µl) örnekler alındıktan sonra her bir örneğe 30 ml saf su eklenerek standart seri hazırlanmıştır. İçindeki iz maddesi miktarları bilinen seyreltilmiş örnekler florimetre cihazında okutulmuştur. Okunan değerler cihazın hafızasına kayıt edilmiştir. Denemelerde elde edilen ve içindeki iz maddesi miktarı bilinmeyen filtre kağıtları üzerindeki iz maddesinin az ya da çok olmasına göre belirli miktarlarda saf suyun içine konularak orbital karıştırıcıda çalkalanmıştır. Daha sonra bu örneklerden tek kullanımlık pipetler yardımıyla alınan sıvılar küvetlere konularak florimetre cihazında okutulmuştur. Cihazın okuduğu değerler, standart seriden elde edilen kalibrasyon grafiğine yerleştirilerek örnek sıvı içindeki iz maddesi miktarları bulunmuştur. Daha sonra filtre kağıdı alanına bölünmesiyle birim alana düşen iz maddesi değerleri hesaplanmıştır.

3.2.4. Damla çapı ve kaplama oranı ölçümlerinin yapılması

Mikroskop altında suya duyarlı kağıtların (5x2,5 cm) 5 cm²'lik alanları büyütülmüş ve bu görüntüler mikroskoba bağlı bulunan dijital kamera yardımıyla fotoğrafları çekilerek bilgisayara kayıt edilmiştir. Damlalar suya duyarlı kağıt üzerine düştüğünde belli miktarlarda kağıt üzerine yayılmaktadırlar. Bu sebeple programın bulduğu çap değerleri yayılma faktörü dikkate alınarak hesaplanmıştır. Düzeltilecek çap değerleri için Excel programında 1 numaralı eşitlikteki hacimsel ortalama çap formülü kullanılarak hacimsel ortalama çap değerleri bulunmuştur. Bu program kullanılırken %40'ın üzerinde kaplama oranı oluşan kağıtlar hesaplamaya katılmamıştır. Bunun sebebi, kağıt üzerinde %40'dan daha fazla kaplama olduğunda görüntü analiz programının hassasiyetinin düşük olmasıdır. (Fox et al., 2003).

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

Yukarıdaki eşitlikte;

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

n_i = (i) çap grubuna giren damla sayısı (adet)

d_i = (i) çap grubu orta değeri (µm)

n = toplam damla sayısı (adet).

3.2.5. İstatistik analizlerin yapılması

Kapalı alan denemelerinden elde edilen veriler, SAS Campus Drive Building Inc. tarafından geliştirilen “JMP version 5.0.1A” istatistik programında analiz edilmiştir. Denemelerde kullanılan parametrelerin her biri değişken olarak alınmıştır. Değişkenler arasındaki fark ve değişkenlerin birbiriyle olan etkileşimini çoklu karşılaştırma testleri ile değerlendirilmiştir. Gruplandırmalarda ise Tukey HSD testi uygulanmıştır.

3.2.6. Yaprak alan indeksinin hesaplanması

Bir ortamdaki toplam yaprak alanının büyüklüğü Yaprak Alanı İndeksi (YAI) ile tanımlanır. İlaçlanacak ortamdaki toplam yaprak alanı, uygulama norm değerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bitkilere göre değişmekle birlikte, bitkinin gelişmesini tamamladığı dönemlerde YAI, genellikle 6-7 değerine ulaşır. YAI değeri küçük olduğunda uygulama normu azaltılır; büyük olduğunda ise artırılır (Yağcıoğlu, 2008). Bu sebeple ilaçlama yapılacak bağın YAI'nin belirlenmesi oldukça önemlidir. Kapalı alan denemeleri ile arazi çalışmalarında yaprak alan indeksleri arasında çok büyük fark olmamasına dikkat edilmiştir.

Kapalı alan denemelerinde kullanılan yapay asma bitkisinin yaprak alan indeksi 4,85 olarak alınmıştır (Tozan vd., 2005). Bağın yaprak alan indeksinin hesaplanması için 12 Temmuz günü yaklaşık 90 adet yaprak toplanmıştır. Aşağıda görülen 2 numaralı eşitlik yardımıyla yaprak alan indeksi değeri 5,37 bulunmuştur.

$$YAI = \frac{\sum a_i}{A} \quad (2)$$

Yukarıdaki eşitlikte;

YAI=Yaprak alan indeksi

$\sum a_i$ = Birim alandaki toplam yaprak alanı (m²)

A= Birim alan (m²)

4. GENEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1. Kapalı Alan Çalışmalarının Sonuçları

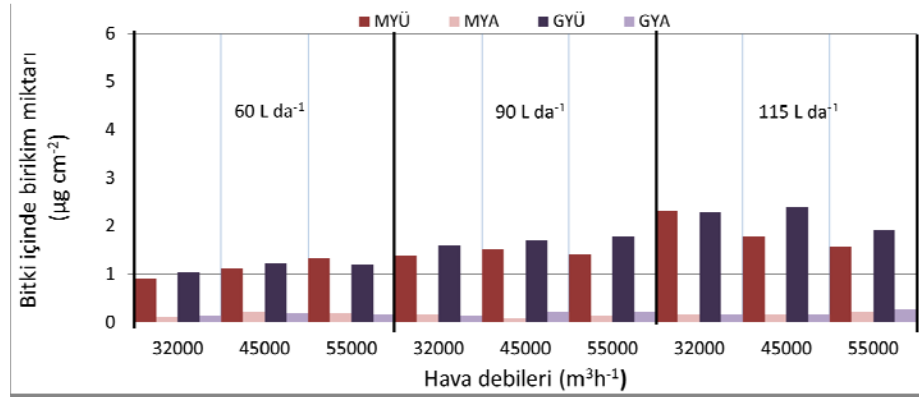
Bu bölümde kapalı alanda yapılan denemelerde elde edilen sonuçlar verilmiştir. Yapay asma bitkisi içindeki ve altındaki örnekleme noktalarından ölçülen iz maddesi birikim miktarları, bitki arkasındaki direklerde ölçülen sürüklenme miktarları, bitki içindeki kaplama oranları ve hacimsel ortalama çap (VMD) değerleri hem tek tek hem de toplam grafikler ve çizelgeler halinde verilerek açıklanmıştır. Kapalı alan denemelerine ait ham veriler ek çizelgelerde verilmiştir.

4.1.1. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışma sonuçları

Geleneksel tip meme ile kapalı alanda yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

4.1.1.1. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi içindeki MYÜ, MYA, GYÜ ve GYA bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları ile ilgili sonuçlar

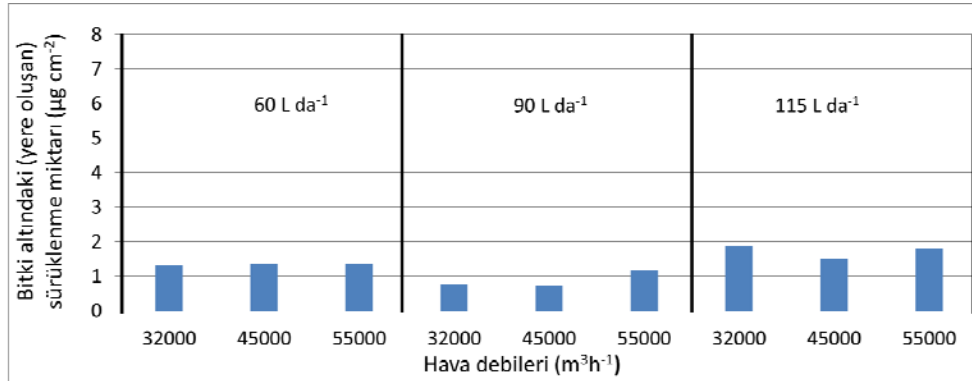
Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisi içindeki MYÜ, MYA, GYÜ ve GYA bölgelerinde ölçülen iz maddesi birikim miktarları Şekil 4.1’de görülmektedir. Yapay asma bitkisinin sadece bir tarafından geçilerek çalışmalar yapılmıştır. Genel olarak yaprak altında çok az miktarda iz maddesi ölçülürken yaprak üstlerinde daha fazla iz maddesi ölçülmüştür. Fanın hava debisinin artmasıyla 60 Lda⁻¹ uygulama normunda MYÜ bölgesinde ve 90 Lda⁻¹ uygulama normunda GYÜ bölgesinde ölçülen birikim miktarlarının arttığı görülmektedir.



Şekil 4.1. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi içindeki örnekleme bölgelerinde (MYÜ, MYA, GYÜ, GYA) ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları.

4.1.1.2. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisinin altında yerde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

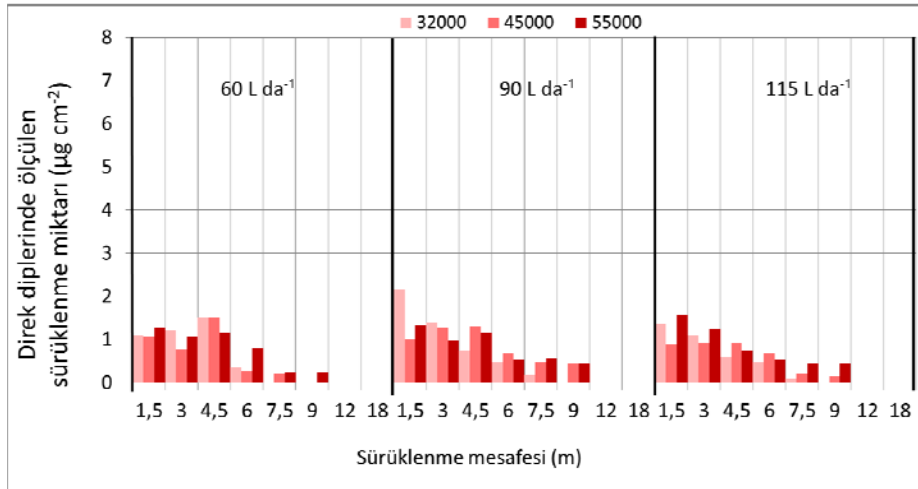
Geleneksel tip meme ile çalışmada yapay asma bitkisi altındaki örnekleme bölgesinde ölçülen diğer bir ifade ile yere sürüklenen toplam iz maddesi miktarları Şekil 4.2’de görülmektedir. Yapay asma bitkisi altında ölçülen iz maddesi miktarı en az olarak 90 Lda⁻¹ uygulama normunda ve bütün hava debilerinde yapılan uygulamalarda ölçülmüştür. En fazla yere sürüklenmenin ise 115 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 32000 m³h⁻¹ hava debisinde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.2. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisinin altında yerde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.

4.1.1.3. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisinin arkasında belirli mesafelerde (1,5; 3; 4,5; 6; 7,5; 9; 12 ve 18 m) bulunan direk diplerinde (yerde) ölçülen sürüklenme miktarları Şekil 4.3'te görülmektedir. Şekil 4.3'te en yüksek sürüklenme miktarı 90 Lda⁻¹ uygulama normunda 32000 m³h⁻¹ hava debisinde 1,5 m uzaklıktaki direklerin diplerinde ölçülmüştür. Damlacıkların bütün uygulama normunda 9. m'ye kadar ulaştığı görülmektedir. 90 ve 115 Lda⁻¹ uygulama normlarında 45000 ve 55000 m³h⁻¹ hava debilerinde, 60 Lda⁻¹ uygulama normunda ise sadece 55000 m³h⁻¹ hava debisinde damlacıklar 9. m'ye kadar ulaşmışlardır.

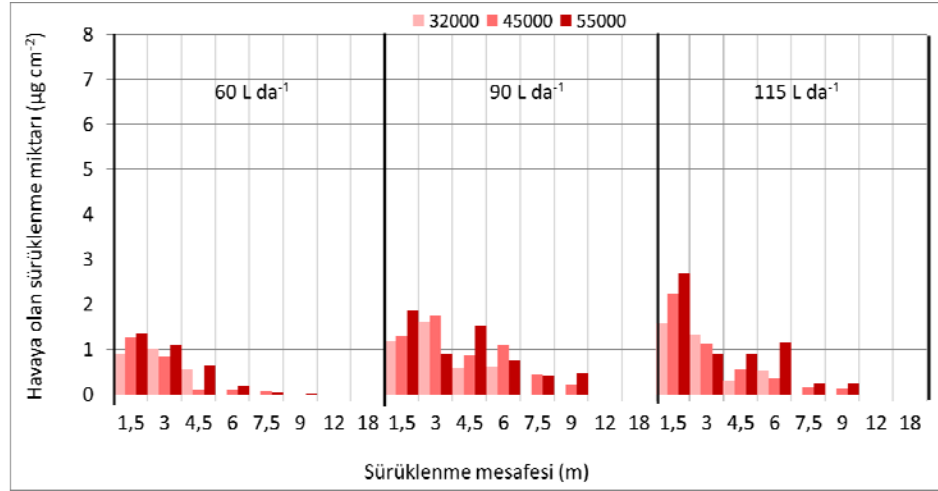


Şekil 4.3. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları.

4.1.1.4. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi arkasında bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarında ölçülen toplam havaya olan sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisinin arkasında bulunan direklerde ölçülen toplam sürüklenme miktarları Şekil 4.4'ten görülmektedir. Şekilde 1,5 m uzaklıktaki en yüksek sürüklenme miktarı 60 Lda⁻¹ uygulama normunda 55000 m³h⁻¹ hava debisinde, 90 Lda⁻¹ uygulama normunda 55000 m³h⁻¹ hava debisinde, 115 Lda⁻¹ uygulama normunda 55000 m³h⁻¹ hava debisinde olduğu görülmektedir. Bütün uygulama normlarında yapılan

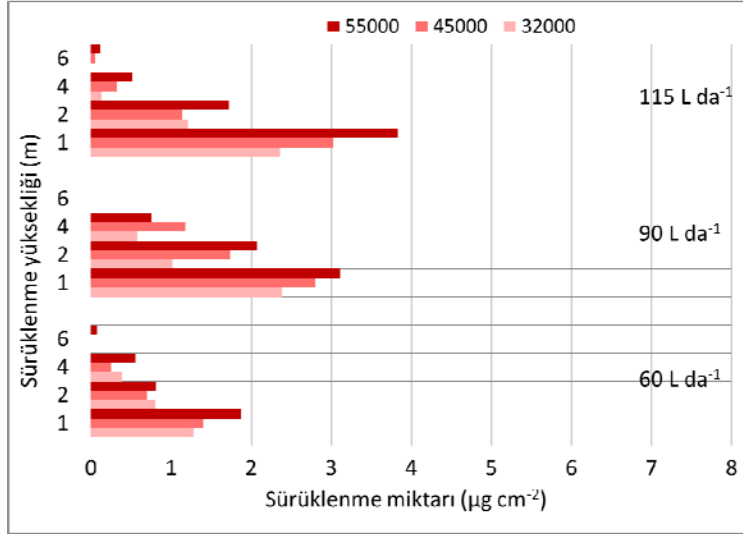
çalışmalarda damlacıkların en fazla 9. m'ye kadar ulaştığı görölmektedir. Bu mesafede en düşük sürüklenme $55000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ hava debisinde ve 60 Lda^{-1} uygulama normunda ölçölürken, en yüksek sürüklenme ise aynı hava debisinde 90 ve 115 Lda^{-1} uygulama normlarında yapılan çalışmalarda ölçölmüştür.



şekil 4.4. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarında ölçölen havaya olan toplam sürüklenme miktarları.

4.1.1.5. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi arkasında bulunan direklerin belirlenen yüksekliklerinde ölçölen toplam sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

Geleneksel tip meme ile yapılan denemelerde yapay asma bitkisinin arkasında bulunan her bir direğin 1.; 2.; 4. ve 6. m'lerinde ölçölen toplam iz maddesi miktarları şekil 4.5'te görölmektedir. En yüksek sürüklenme değeri yerden 1 m yükseklikte ölçölmüştür. Bu yükseklikte, 115 Lda^{-1} uygulama normunda ve $55000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ hava debisinde yapılan çalışmalarda en yüksek, 60 Lda^{-1} uygulama normunda ve $32000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ hava debisinde yapılan çalışmalarda ise en düşük sürüklenme değeri ölçölmüştür.



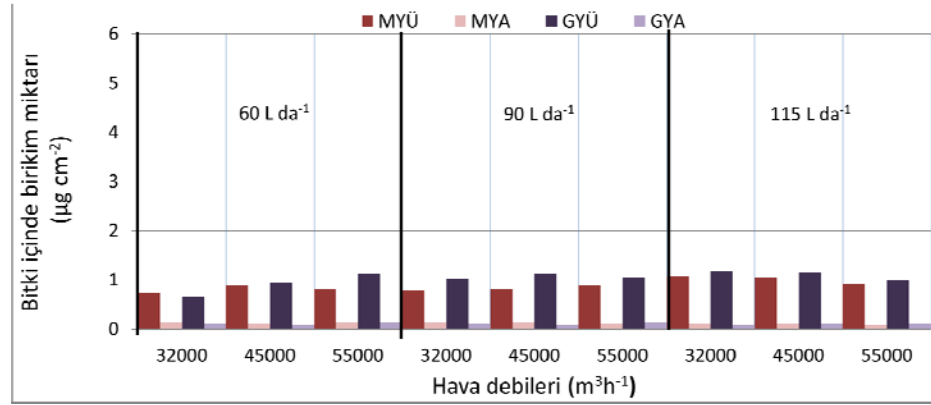
Şekil 4.5. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında bulunan direklerin belirlenen yüksekliklerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.

4.1.2. XR tip meme ile yapılan çalışma sonuçları

XR tip meme ile kapalı alanda yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

4.1.2.1. XR tip meme ile çalışmada, yapay asma bitkisi içindeki MYÜ, MYA, GYÜ ve GYA bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları ile ilgili sonuçlar

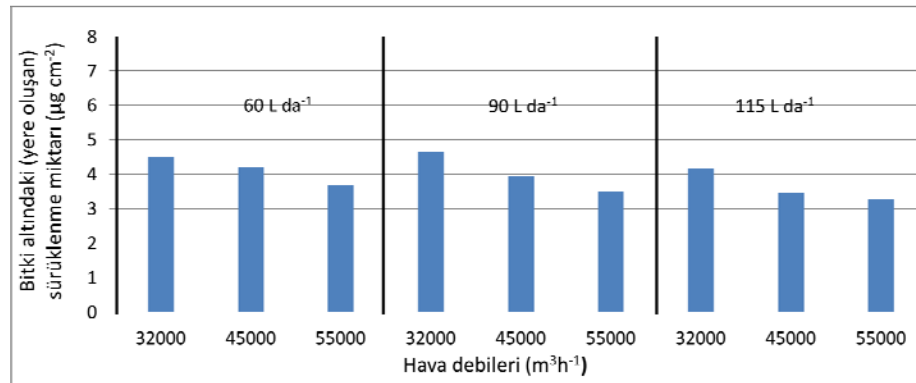
XR tip meme ile yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisi içindeki MYÜ, MYA, GYÜ ve GYA bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları Şekil 4.6'dan görülmektedir. Yapay asma bitkisinin sadece bir tarafından geçilerek çalışmalar yapılmıştır. Genel olarak yaprak altında çok az miktarda iz maddesi ölçülürken yaprak üstlerinde daha fazla iz maddesi ölçülmüştür. Fanın hava debisinin artmasıyla 60 Lda⁻¹ uygulama normunda GYÜ bölgesinde ve 90 Lda⁻¹ uygulama normunda MYÜ bölgesinde ölçülen birikim miktarlarının arttığı görülmektedir.



Şekil 4.6. XR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi içindeki örnekleme bölgelerinde (MYÜ, MYA, GYÜ, GYA) ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları.

4.1.2.2. XR tip meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisinin altında yerde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

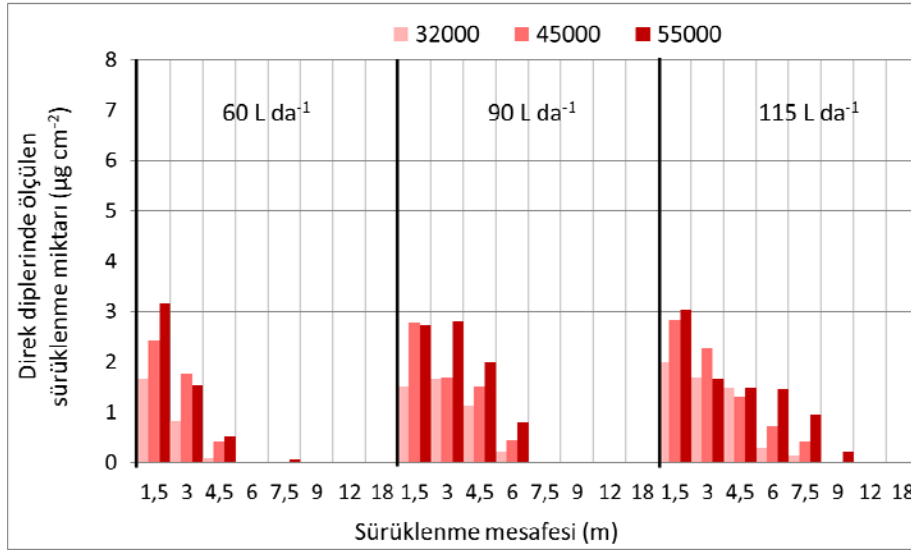
XR tip meme ile çalışmada yapay asma bitkisi altındaki örnekleme bölgelerinde ölçülen diğer bir ifade ile yere sürüklenen toplam iz maddesi miktarları Şekil 4.7’de görülmektedir. Yapay asma bitkisi altında 60, 90 ve 115 Lda⁻¹ uygulama normlarında ölçülen iz maddesi miktarlarının hava debisinin artmasıyla azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Bitki altında en fazla sürüklenme 32000 m³h⁻¹ hava debisinde ve 60 ile 90 Lda⁻¹ uygulama normlarında yapılan denemelerde ölçülmüştür.



Şekil 4.7. XR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisinin altında yerde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.

4.1.2.3. XR tip meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

XR tip meme ile yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisinin arkasında belirli mesafelerde (1,5; 3; 4,5; 6; 7,5; 9; 12 ve 18 m) bulunan direk diplerinde (yerde) ölçülen sürüklenme miktarları Şekil 4.8’de görülmektedir. Uygulama normunun artmasıyla yere doğru olan sürüklenmenin artma eğiliminde olduğu aynı şekilden görülmektedir. En yüksek uygulama normu olan 115 Lda⁻¹ ve en yüksek hava debisi olan 55000 m³h⁻¹’de yapılan çalışmalarda damlacıkların 9. m’ye kadar sürüklendiği görülmektedir. 60 Lda⁻¹ uygulama normunda ise damlacıkların en fazla 7,5. m’ye kadar ulaştığı görülmektedir.

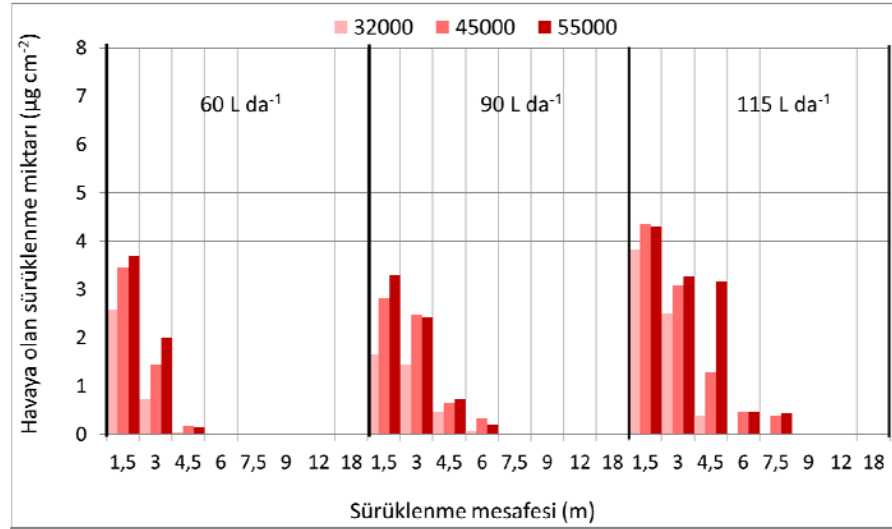


Şekil 4.8. XR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları.

4.1.2.4. XR tip meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi arkasında bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarında ölçülen havaya olan toplam sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

XR tip meme ile yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisinin arkasında bulunan direklerde ölçülen toplam sürüklenen iz maddesi miktarları Şekil 4.9’den görülmektedir. Hedef bitkiden uzaklaştıkça sürüklenme değerlerinin azaldığı görülmektedir. Bu mesafelerde ölçülen toplam sürüklenme miktarları incelendiğinde en fazla sürüklenmenin 115 Lda⁻¹ uygulama normunda olduğu

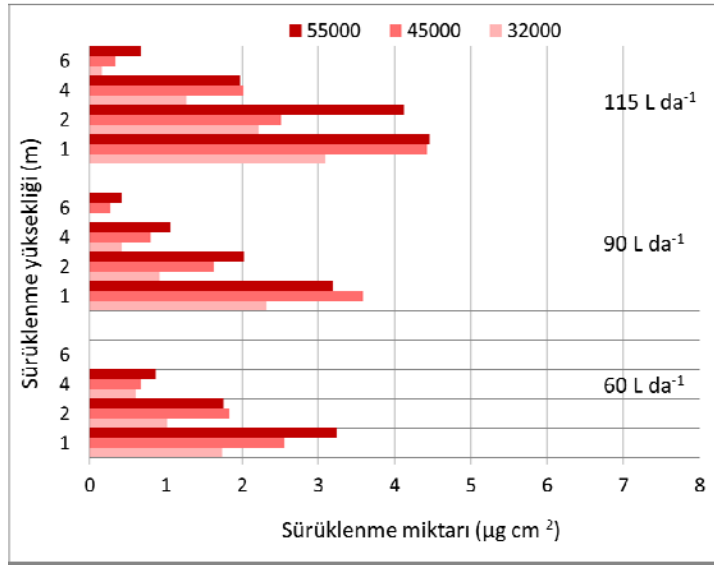
görülmektedir. Oluşan damlacıklar, en fazla 115 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 45000 ile 55000 m³h⁻¹ hava debilerinde yapılan çalışmalarda 7,5. m'ye kadar ulaşmışlardır. Her üç uygulama normunda da yapay asma bitkisinden 1,5 m uzaklıkta en fazla sürüklenme değerleri ölçülmüştür. Bu mesafedeki en yüksek sürüklenme değeri 115 Lda⁻¹ uygulama normunda 45000 ve 55000 m³h⁻¹ hava debilerinde ölçülmüştür.



Şekil 4.9. XR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarından ölçülen havaya olan toplam sürüklenme miktarları.

4.1.2.5. XR tip meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi arkasında bulunan direklerin belirlenen yüksekliklerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

XR tip meme ile yapılan denemelerde yapay asma bitkisinin arkasında bulunan her bir direğin 1.; 2.; 4. ve 6. m'lerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları Şekil 4.10'da görülmektedir. Damlacıkların 90 Lda⁻¹ uygulama normunda 45000 ve 55000 m³h⁻¹ hava debilerinde, 115 Lda⁻¹ uygulama normunda ise 32000, 45000 ve 55000 m³h⁻¹ hava debilerinde 6. m'ye kadar ulaştığı görülmektedir. Buna karşın 60 Lda⁻¹ uygulama normunda en yüksek 4. m'ye kadar sürüklenme olmuştur. En yüksek toplam sürüklenme 115 Lda⁻¹ uygulama normunda bütün hava debilerinde yapılan çalışmalarda ölçülmüştür. En fazla sürüklenme ise yerden 1 m yükseklikte ölçülmüş olup 115 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 55000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda elde edilmiştir.



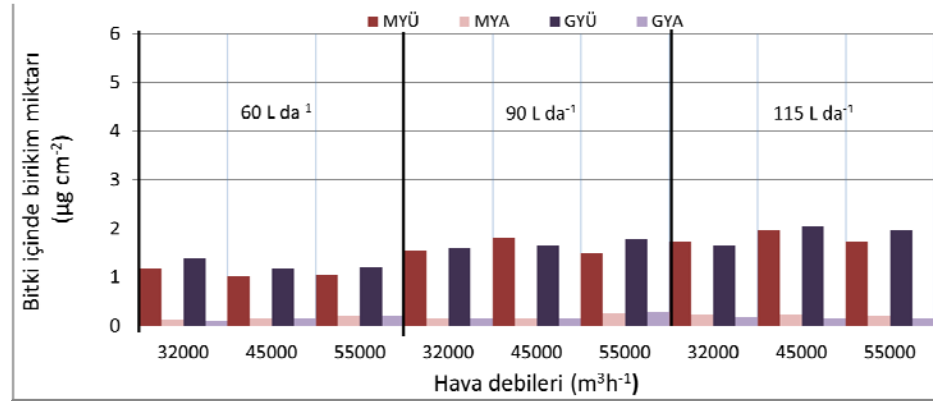
Şekil 4.10. XR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında bulunan direklerin belirlenen yüksekliklerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.

4.1.3. AIXR tip meme ile yapılan çalışma sonuçları

AIXR tip meme ile kapalı alanda yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

4.1.3.1. AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi içindeki MYÜ, MYA, GYÜ ve GYA bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları ile ilgili sonuçlar

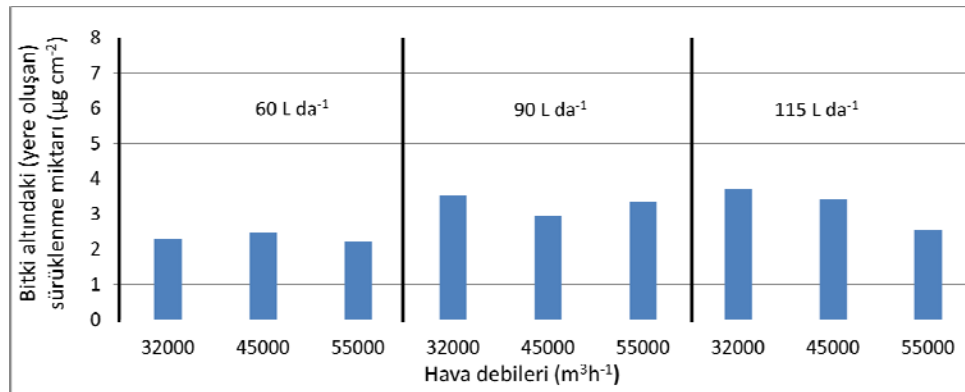
AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisi içindeki örnekleme noktaları olan MYÜ, MYA, GYÜ ve GYA bölgelerinden ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları Şekil 4.11'den görülmektedir. Yapay asma bitkisinin sadece bir tarafından geçilerek çalışmalar yapılmıştır. Genel olarak yaprak altında çok az miktarda iz maddesi ölçülürken yaprak üstlerinde daha fazla iz maddesi ölçülmüştür. Uygulama normunun artması bitki üzerine ulaşan toplam birikim miktarını arttırdığı görülürken en yüksek birikim en yüksek uygulama normu olan 115 Lda⁻¹ uygulama normunda yapılan denemelerde ölçülmüştür.



Şekil 4.11. AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi içindeki örnekleme bölgelerinde (MYÜ, MYA, GYÜ, GYA) ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları.

4.1.3.2. AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisinin altında yerde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

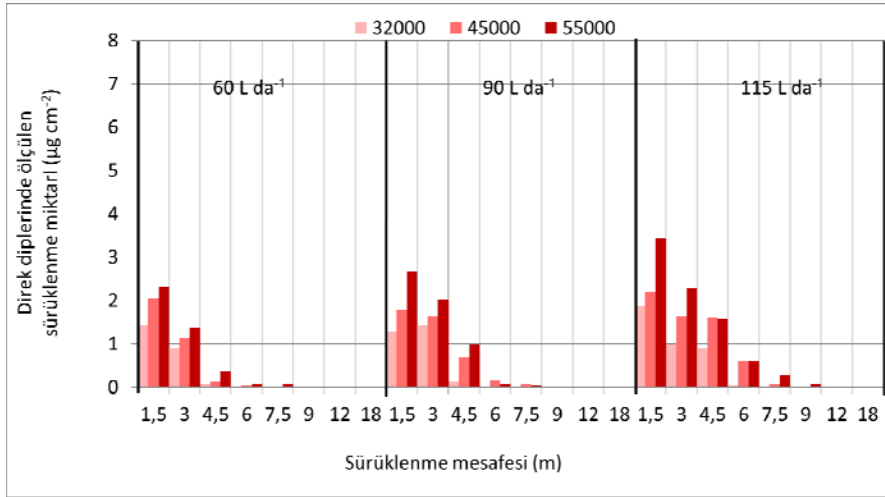
AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisinin altındaki örnekleme bölgelerinde ölçülen diğer bir ifade ile yere sürüklenen toplam iz maddesi miktarları Şekil 4.12’de görülmektedir. Yapay asma bitkisi altında ölçülen en düşük toplam iz maddesi miktarı 60 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 55000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda ölçülmüştür. En yüksek sürüklenme değerleri 90 ve 115 Lda⁻¹ uygulama normlarında 32000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda ölçülmüştür.



Şekil 4.12. AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisinin altında yerde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.

4.1.3.3. AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisinin arkasında belirli mesafelerde (1,5; 3; 4,5; 6; 7,5; 9; 12 ve 18 m) bulunan direk diplerinde (yerde) ölçülen sürüklenme miktarları Şekil 4.13'te görülmektedir. Uygulama normunun artmasıyla direk diplerinde ölçülen yere doğru olan sürüklenmenin de artma eğiliminde olduğu aynı şekilden görülmektedir. En yakın ölçüm mesafesi olan 1,5 m'de en yüksek sürüklenme değerleri ölçülmüştür. Bu mesafedeki en yüksek sürüklenme değeri 115 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 55000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda ölçülmüştür. Damlacıkların en fazla 9. m'ye kadar 115 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 55000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda sürüklenildiği görülmektedir. Aynı şekilden diğer uygulama normlarında damlacıkların en fazla 7,5. m'ye kadar ulaştığı görülmektedir.

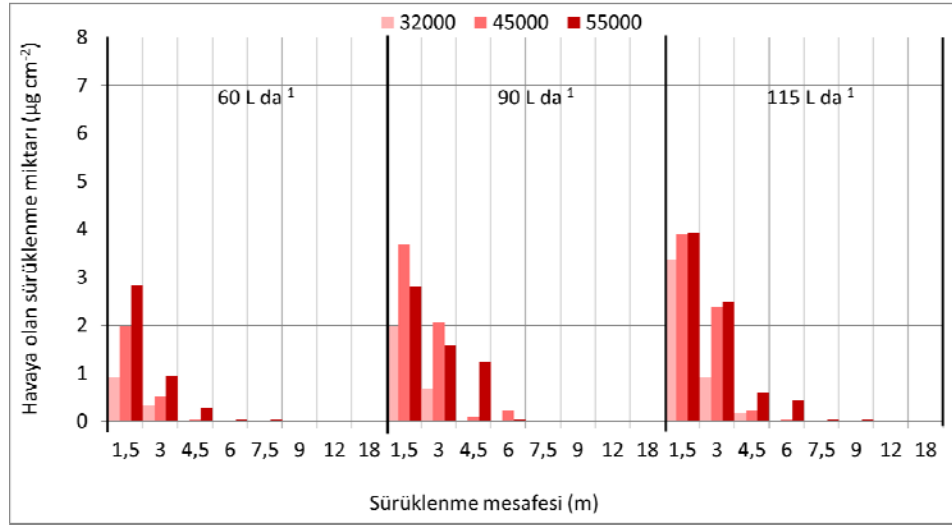


Şekil 4.13. AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları.

4.1.3.4. AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi arkasında bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarında ölçülen havaya olan toplam sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisinin arkasında bulunan direklerde ölçülen toplam sürüklenme miktarları Şekil 4.14'ten görülebilmektedir. Bu mesafelerde ölçülen toplam sürüklenme miktarları incelendiğinde en fazla sürüklenme miktarının 115 Lda⁻¹ uygulama normunda,

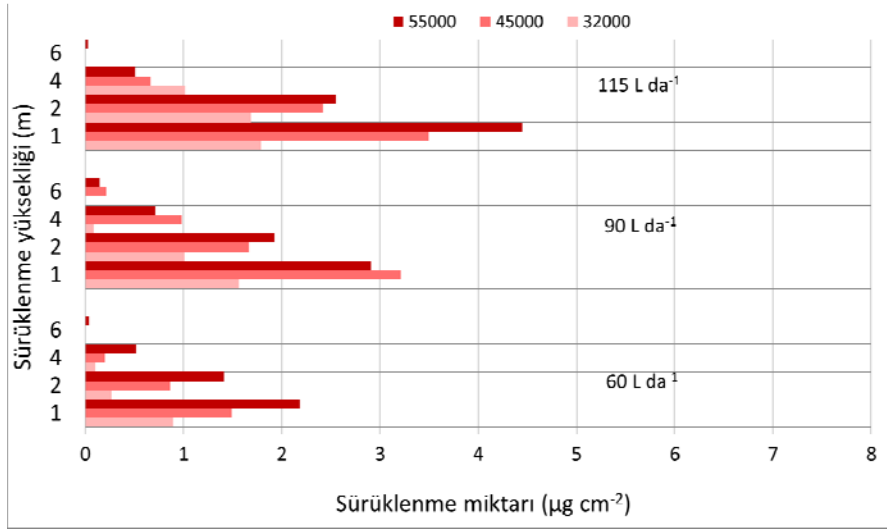
45000 ve 55000 m³h⁻¹ hava debilerinde yapılan çalışmalarda elde edildiği görülmektedir. Damlacıkların 115 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 55000 m³h⁻¹ hava debisinde 9. m'ye kadar ulaştığı görülmektedir. Yapay asma bitkisinin 7,5 m arkasındaki direk üzerinde 55000 m³h⁻¹ hava debisinde, 60 Lda⁻¹ uygulama normunda yapılan çalışmalarda çok az miktarda iz maddesi ölçülmüştür.



Şekil 4.14. AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarında ölçülen havaya olan toplam sürüklenme miktarları.

4.1.3.5. AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi arkasında bulunan direklerin belirlenen yüksekliklerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

AIXR tip meme ile yapılan denemelerde yapay asma bitkisinin arkasında bulunan her bir direğin 1.; 2.; 4. ve 6. m'lerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları Şekil 4.15'te görülmektedir. Bu şekilden uygulama normunun artmasıyla bütün direklerde ölçülen toplam sürüklenme miktarlarının da arttığı görülmektedir. Damlacıklar 55000 m³h⁻¹ hava debisinde 60 ve 115 Lda⁻¹ uygulama normlarında yapılan çalışmalarda 6. m'ye ulaşmışlardır. Ayrıca damlacıkların 45000 m³h⁻¹ hava debisinde 90 Lda⁻¹ uygulama normunda da 6. m'ye kadar ulaştığı görülmektedir. En fazla sürüklenme, yerden 1 m yükseklikte ölçülmüş olup, 115 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 55000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda oluşmuştur.



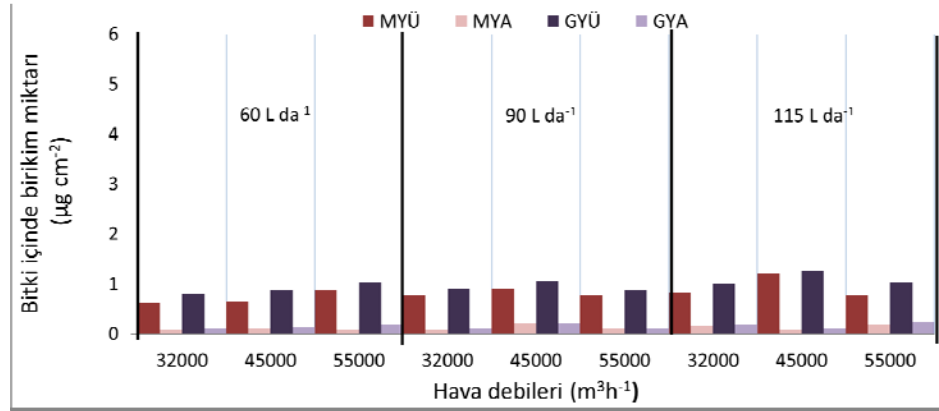
Şekil 4.15. AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında bulunan direklerin belirlenen yüksekliklerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.

4.1.4. AI tip meme ile yapılan çalışma sonuçları

AI tip meme ile kapalı alanda yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

4.1.4.1. AI tip meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi içindeki MYÜ, MYA, GYÜ ve GYA bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları ile ilgili sonuçlar

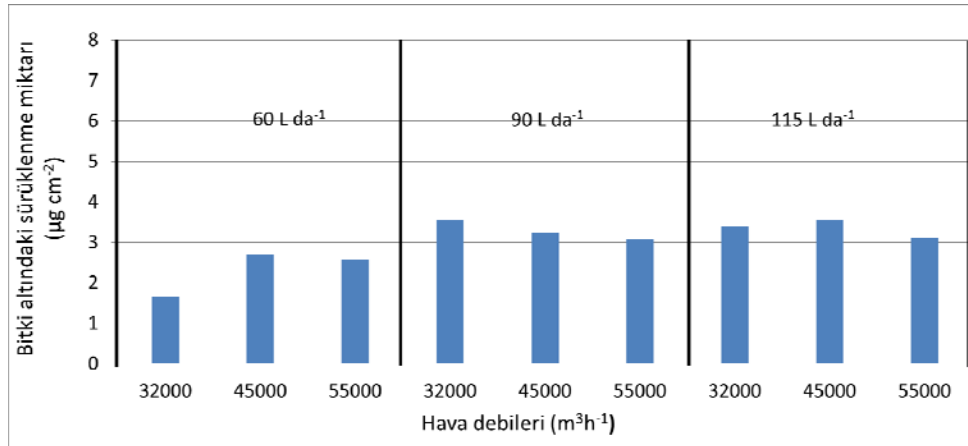
AI tip meme ile yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisi içindeki örnekleme noktaları olan MYÜ, MYA, GYÜ ve GYA bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları Şekil 4.16'dan görülmektedir. Yapay asma bitkisinin sadece bir tarafından geçilerek çalışmalar yapılmıştır. Genel olarak yaprak altında az miktarda çok iz maddesi ölçülürken yaprak üstlerinde daha fazla iz maddesi ölçülmüştür. En yüksek birikim miktarı 115 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda GYÜ bölgesinde ölçülmüştür. Sadece 60 Lda⁻¹ uygulama normunda yapılan çalışmalarda hava debisinin artmasıyla MYÜ ve GYÜ bölgelerinde ölçülen birikim miktarı artmıştır.



Şekil 4.16. AI tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi içindeki örnekleme bölgelerinde (MYÜ, MYA, GYÜ, GYA) ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları.

4.1.4.2 AI tip meme ile çalışmada, yapay asma bitkisinin altında yerde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

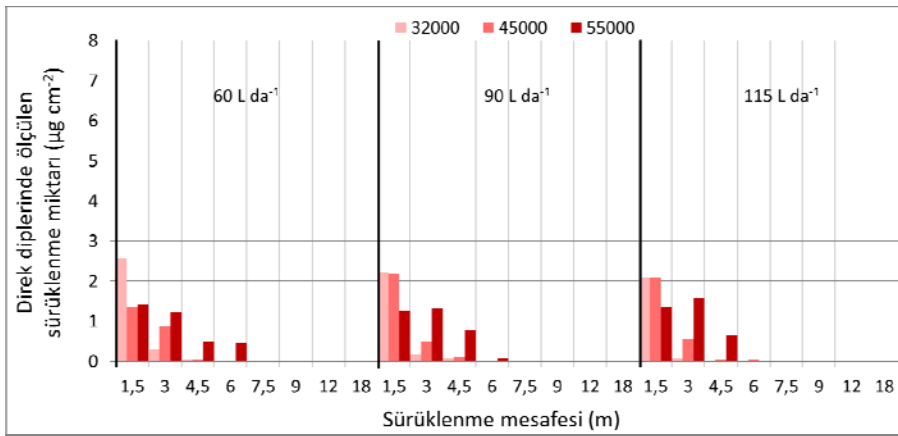
AI tip meme ile yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisinin altındaki örnekleme bölgelerinde ölçülen diğer bir ifade ile yere sürüklenen toplam iz maddesi miktarları Şekil 4.17’de görülmektedir. Yapay asma bitkisi altında ölçülen iz maddesi miktarı 60 Lda⁻¹ uygulama normunda ve bütün hava debilerinde en az olurken 90 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 32000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda en fazla olmuştur.



Şekil 4.17. AI tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisinin altında yerde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.

4.1.4.3. AI meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

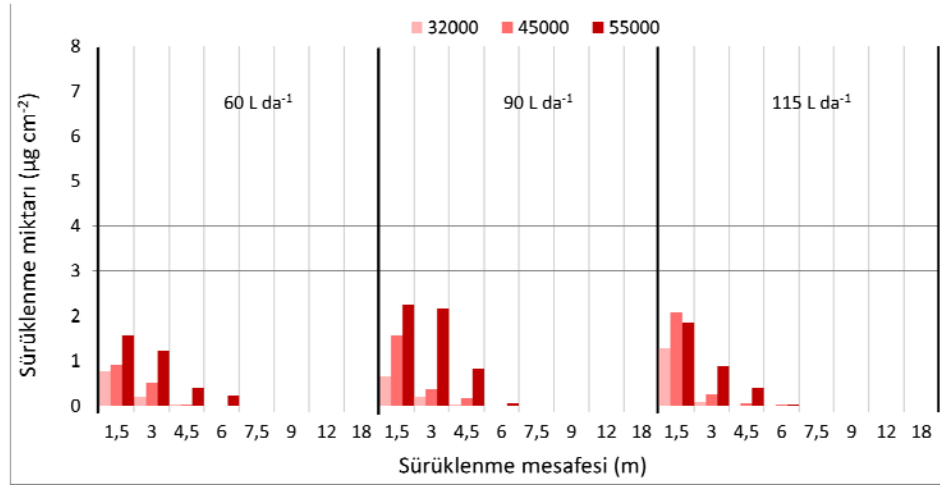
AI tip meme ile yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisinin arkasında belirli mesafelerde (1,5; 3; 4,5; 6; 7,5; 9; 12 ve 18 m) bulunan direk diplerinde (yerde) ölçülen sürüklenme miktarları Şekil 4.18’de görülmektedir. Az miktarda iz maddesinin 60 ve 115 Lda⁻¹’de uygulama normlarında ve 55000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan denemelerde 7,5. m’ye kadar sürüklendiği görülmektedir. 90 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 55000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda ise damlacıkların en fazla 6. m’ye kadar ulaştığı görülmektedir.



Şekil 4.18. AI tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları.

4.1.4.4. AI tip meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi arkasında bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarında ölçülen havaya olan toplam sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

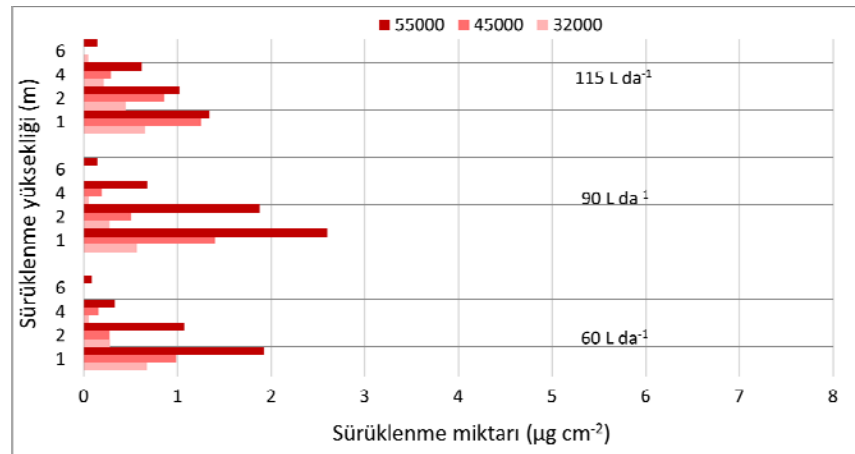
AI tip meme ile yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisinin arkasında bulunan direklerde ölçülen toplam sürüklenme miktarları Şekil 4.19’den görülebilmektedir. Bütün uygulama normlarında damlacıkların 6. m’ye kadar ulaştığı görülmektedir. En yüksek sürüklenme değeri 1,5 m uzaklıkta ölçülmüştür. Bu mesafede oluşan en yüksek sürüklenme 90 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 55000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan denemelerde ölçülmüştür.



Şekil 4.19. AI tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarında ölçülen havaya olan toplam sürüklenme miktarları.

4.1.4.5. AI tip meme ile yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi arkasında bulunan direklerin belirlenen yüksekliklerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

AI tip meme ile yapılan denemelerde yapay asma bitkisinin arkasında bulunan her bir direğin 1.; 2.; 4. ve 6. m'lerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları Şekil 4.20'de görülmektedir. Şekilden damlacıkların 55000 m^3h^{-1} hava debisinde ve bütün uygulama normlarında 6. m'ye kadar ulaştığı görülmektedir. En fazla sürüklenme yerden 1 m yükseklikte 90 L da^{-1} uygulama normunda ve 55000 m^3h^{-1} hava debisinde yapılan çalışmalarda ölçülmüştür.



Şekil 4.20. AI tip meme ile yapılan çalışmalarda, farklı hava debilerinde ve uygulama normlarında yapay asma bitkisi arkasında bulunan direklerin belirlenen yüksekliklerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.

4.2. Kapalı Alan Çalışmalarına Ait İstatistiksel Analiz Sonuçları

Bu bölümde kapalı alanda yapılan denemelerden elde edilen verilerin istatistiksel analiz sonuçları verilmiştir.

4.2.1. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi içindeki MYÜ bölgesinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları

Yapay asma bitkisi içindeki MYÜ bölgesinde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarının meme, norm (uygulama), debi (hava) ve birbirleri ile olan interaksyonlarının etkileri Çizelge 4.1’de görülmektedir. Çizelgedeki son sütundan görüldüğü gibi birikim miktarları üzerinde meme tipinin ve uygulama normunun etkilerinin istatistiksel olarak %99 düzeyinde önemli olduğu görülürken, hava debisinin ve meme*norm*debi interaksyonunun ise istatistiksel yönden önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir ($\alpha < 0,01$).

Çizelge 4.1. Yapay asma bitkisi içindeki MYÜ bölgesindeki örnekleme bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarına ilişkin varyans analiz sonuçları.

Kaynak	Nparm	Ser. Der.	Kareler Toplamı	F	P
Meme	3	3	14,879694	80,274	<.0001
Norm	2	2	5,496816	44,4819	<.0001
Debi	2	2	0,213455	1,7273	0,182
Meme*Norm*Debi	12	12	1,499596	2,0225	0,0274

Yapay asma bitkisi içindeki MYÜ bölgesinde ölçülen ortalama birikim miktarları istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.2). En yüksek MYÜ bölgesinde birikim sağlayan Geleneksel*115*32000 kombinasyonunda sağlanmıştır. Bu kombinasyonunda oluşan birikim miktarı AIXR*115*45000, AIXR*115*55000, Geleneksel* 115*45000, AIXR*90*45000, Geleneksel*90*45000, AIXR*115*32000 ve Geleneksel*115*55000 kombinasyonlarında oluşan birikim miktarlarından istatistiksel olarak farklı değilken, geriye kalan diğer bütün kombinasyonlardan istatistiksel olarak önemli derece farklıdır. En az birikim değerlerinin ölçüldüğü AI*60*32000, AI*60*55000, AI*60*45000 ve XR*60*55000 kombinasyonlarının aynı istatistiksel grupta yer alan AI*115*32000, XR*90*55000, AI*90*32000, XR*90*32000, XR*90*45000, AI*90*45000, XR*60*45000, AI*90*55000, ve XR*60*32000 kombinasyonlarından istatistiksel olarak farklı olmamasına

karşın, diğer bütün kombinasyonlardan istatistiksel olarak önemli derecede farklıdır.

Çizelge 4.2. Meme tipi*Uygulama normu*Hava debisi interaksiyonuna ilişkin gruplandırma (MYÜ bölgesi için).

[illegible]

4.2.2. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi içindeki MYA bölgesinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları

Yapay asma bitkisi içindeki MYA bölgesinde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarının meme, norm (uygulama), debi (hava) ve birbirleri ile olan etkileşimlerinin etkileri Çizelge 4.3'te görülmektedir. Çizelgedeki son sütundan görüldüğü gibi birikim miktarları üzerinde meme tipinin etkisi istatistiksel olarak %99 düzeyinde önemli olduğu görülürken, uygulama normunun, hava debisinin ve meme*norm*debi etkileşiminin ise istatistiksel yönden önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir ($\alpha < 0,01$).

Çizelge 4.3. Yapay asma bitkisi içindeki MYA bölgesindeki örnekleme bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarına ilişkin varyans analiz sonuçları.

Kaynak	Nparm	Ser. Der.	Kareler Toplamı	F	P
Meme	3	3	0,124261	9,656	<.0001
Norm	2	2	0,014501	1,6903	0,1887
Debi	2	2	0,0062	0,7226	0,4875
Meme*Norm*Debi	12	12	0,101677	1,9753	0,0319

Yapay asma bitkisi içindeki MYA bölgesinde ölçülen ortalama birikim miktarları istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.4). En yüksek birikim AIXR*115*45000 kombinasyonunda ölçülmüştür. Bu kombinasyonda oluşan yaprak altındaki birikim miktarı AI*60*45000, AI*115*45000, XR*60*45000 ve AI*90*32000 kombinasyonlarında oluşan birikim miktarları hariç geriye kalan diğer bütün kombinasyonlarda oluşan birikim miktarları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır.

Çizelge 4.4. Meme tipi*Uygulama normu*Hava debisi interaksyonuna ilişkin gruplandırma (MYA bölgesi için).

Meme tipi, uygulama normu, hava debisi	Gruplar				Ort.
AIXR,115,45000	A				0,245252
AIXR,90,55000	A	B			0,243948
AIXR,115,32000	A	B	C		0,213519
Geleneksel,115,55000	A	B	C	D	0,209172
Geleneksel,90,32000	A	B	C	D	0,203583
AIXR,60,55000	A	B	C	D	0,201085
Geleneksel,60,45000	A	B	C	D	0,193831
AI,90,45000	A	B	C	D	0,186238
AI,115,55000	A	B	C	D	0,182935
AIXR,60,32000	A	B	C	D	0,182607
AIXR,60,45000	A	B	C	D	0,172708
AIXR,90,32000	A	B	C	D	0,171784
AIXR,115,55000	A	B	C	D	0,170184
Geleneksel,115,45000	A	B	C	D	0,168862
AIXR,90,45000	A	B	C	D	0,165534
Geleneksel,90,55000	A	B	C	D	0,156884
Geleneksel,115,32000	A	B	C	D	0,156767
AI,115,32000	A	B	C	D	0,155939
Geleneksel,60,55000	A	B	C	D	0,155008
XR,115,45000	A	B	C	D	0,153017
XR,115,55000	A	B	C	D	0,140526
AI,60,32000	A	B	C	D	0,13545
XR,60,55000	A	B	C	D	0,132902
Geleneksel,90,45000	A	B	C	D	0,126647
XR,90,32000	A	B	C	D	0,120961
XR,90,55000	A	B	C	D	0,119892
XR,90,45000	A	B	C	D	0,118516
AI,90,55000	A	B	C	D	0,118508
AI,60,55000	A	B	C	D	0,117081
XR,115,32000	A	B	C	D	0,113515
Geleneksel,60,32000	A	B	C	D	0,113407
XR,60,32000	A	B	C	D	0,111536
AI,60,45000		B	C	D	0,107175
AI,115,45000			C	D	0,093388
XR,60,45000			C	D	0,090064
AI,90,32000				D	0,079828

4.2.3. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi içindeki GYÜ bölgesinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları

Yapay asma bitkisi içindeki GYÜ bölgesinde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarının meme, norm (uygulama), debi (hava) ve birbirleri ile olan etkileşimlerinin etkileri Çizelge 4.5’de görülmektedir. Çizelgedeki son sütundan görüldüğü gibi birikim miktarları üzerinde meme tipinin ve uygulama normunun etkisi istatistiksel olarak %99 düzeyinde önemli olduğu görülürken, hava debisinin ve meme*norm*debi etkileşiminin ise istatistiksel yönden önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir ($\alpha < 0,01$).

Çizelge 4.5. Yapay asma bitkisi içindeki GYÜ bölgesindeki örnekleme bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarına ilişkin varyans analiz sonuçları.

Kaynak	Nparm	Ser. Der.	Kareler Toplamı	F	P
Meme	3	3	15,111766	69,194	<.0001
Norm	2	2	6,451287	44,3089	<.0001
Debi	2	2	0,361917	2,4857	0,0874
Meme*Norm*Debi	12	12	1,106004	1,266	0,247

Yapay asma bitkisi içindeki GYÜ bölgesinde ölçülen ortalama birikim miktarları istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.6). En yüksek birikim sırasıyla Geleneksel*115*45000, Geleneksel*115*32000, AIXR*115*45000, AIXR*115*55000, Geleneksel*90*55000, Geleneksel*115*55000, Geleneksel*90*45000, AIXR*90*45000, AIXR*90*55000, AIXR*115*32000, Geleneksel*90*32000, AIXR*90*32000 ve Geleneksel*60*45000, kombinasyonlarında ölçülmüştür. Bu kombinasyonlarda oluşan birikim değerleri arasında istatistiksel bir fark yokken, diğerleri bütün kombinasyonlar ile aralarında istatistiksel olarak önemli fark vardır.

Çizelge 4.6. Meme tipi*Uygulama normu*Hava debisi interaksiyonuna ilişkin gruplandırma (GYÜ bölgesi için).

[illegible]

4.2.4. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi içindeki GYA bölgesinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları

Yapay asma bitkisi içindeki GYA bölgesinde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarının meme, norm (uygulama), debi (hava) ve birbirleri ile olan etkileşimlerinin etkileri Çizelge 4.7’de görülmektedir. Çizelgedeki son sütundan görüldüğü gibi birikim miktarları üzerinde sadece meme tipinin etkisi istatistiksel olarak %99 düzeyinde önemli olduğu görülürken uygulama normunun, hava debisinin ve meme*norm*debi etkileşiminin ise istatistiksel yönden önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir ($\alpha < 0,01$).

Çizelge 4.7. Yapay asma bitkisi içindeki GYA bölgesindeki örnekleme bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarına ilişkin varyans analiz sonuçları.

Kaynak	Nparm	Ser. Der.	Kareler Toplamı	F	P
Meme	3	3	0,128657	9,9254	<.0001
Norm	2	2	0,015408	1,783	0,1724
Debi	2	2	0,068278	7,9011	0,0161
Meme*Norm*Debi	12	12	0,110828	2,1375	0,0189

Yapay asma bitkisi içindeki GYA bölgesinde ölçülen ortalama birikim miktarları istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.8). Çizelgenin en üst satırından AI*60*45000 etkileşimine kadar A grubunda bulunan bütün kombinasyonlarda oluşan fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.8. Meme tipi*Uygulama normu*Hava debisi interaksyonuna ilişkin gruplandırma (GYA bölgesi için).

Meme tipi, uygulama normu, hava debisi	Gruplar						Ort.
Geleneksel,115,55000	A						0,263591
AI XR,90,55000	A						0,262161
AI,115,55000	A	B	C				0,225637
Geleneksel,90,55000	A	B	C				0,221558
AI XR,60,55000	A	B	C	D			0,208506
AI,90,45000	A	B	C	D			0,208052
AI XR,115,45000	A	B	C	D			0,205675
Geleneksel,90,45000	A	B	C	D	E		0,200443
AI XR,115,32000	A	B	C	D	E	F	0,193253
AI,60,55000	A	B	C	D	E	F	0,183309
Geleneksel,60,45000	A	B	C	D	E	F	0,181173
Geleneksel,60,32000	A	B	C	D	E	F	0,172658
AI XR,60,45000	A	B	C	D	E	F	0,168202
Geleneksel,90,32000	A	B	C	D	E	F	0,166173
Geleneksel,60,55000	A	B	C	D	E	F	0,16367
XR,90,55000	A	B	C	D	E	F	0,161498
Geleneksel,115,45000	A	B	C	D	E	F	0,159973
AI XR,90,32000	A	B	C	D	E	F	0,158301
AI XR,115,55000	A	B	C	D	E	F	0,158119
XR,115,45000	A	B	C	D	E	F	0,15476
Geleneksel,115,32000	A	B	C	D	E	F	0,153516
AI XR,90,45000	A	B	C	D	E	F	0,14768
AI,115,32000	A	B	C	D	E	F	0,144526
AI,90,32000	A	B	C	D	E	F	0,140249
AI,90,55000	A	B	C	D	E	F	0,140247
XR,60,55000	A	B	C	D	E	F	0,135749
AI,60,45000	A	B	C	D	E	F	0,126619
XR,115,55000		B	C	D	E	F	0,123324
AI XR,60,32000		B	C	D	E	F	0,120761
XR,90,32000		B	C	D	E	F	0,112112
AI,60,32000		B	C	D	E	F	0,107946
AI,115,45000		B	C	D	E	F	0,107291
XR,90,45000				D	E	F	0,086315
XR,60,32000						F	0,081239
XR,60,45000						F	0,072266
XR,115,32000						F	0,070748

4.2.5. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi altında yerde ölçülen toplam sürüklenme miktarlarıyla ilgili istatistiksel analiz sonuçları

Yapay asma bitkisi altında yerde bulunan örnekleme bölgeleri üzerindeki filtre kağıtlarının analiz edilmesi sonucu ölçülen toplam sürüklenme miktarının meme, norm (uygulama), debi (hava) ve birbirleri ile olan interaksiyonlarının etkileri Çizelge 4.9’da görülmektedir. Çizelgedeki son sütundan görüldüğü gibi yere oluşan toplam sürüklenme miktarları üzerinde meme tipinin, uygulama normunun ve hava debisinin istatistiksel olarak %99 düzeyinde önemli etkisinin olduğu görülürken, meme*norm*debi interaksiyonunun etkisinin ise istatistiksel yönden önemli görülmemiştir ($\alpha < 0,01$).

Çizelge 4.9. Yapay asma bitkisi altında yerde ölçülen toplam iz maddesi birikim miktarına ilişkin varyans analiz sonuçları.

Kaynak	Nparm	Ser. Der.	Kareler Toplamı	F	P
Meme	3	3	130,9602	129,7469	<.0001
Norm	2	2	5,85092	8,6951	0,0003
Debi	2	2	4,425	6,576	0,0019
Meme*Norm*Debi	12	12	6,10377	1,5118	0,1284

Yapay asma bitkisi altındaki yere oluşan sürüklenme değerleri ile ilgili istatistiksel analiz tablosu Çizelge 4.10’da görülmektedir. En yüksek sürüklenme değeri XR*90*32000 kombinasyonunda ölçülmüştür. XR tip meme ile (XR*115*55000 hariç) her üç uygulama normu ve hava debisinde yapılan çalışmalarda istatistiksel olarak fark önemli bulunamamıştır. Ancak bu kombinasyonların diğer bütün kombinasyonlar (AIXR*115*32000 hariç) ile aralarında oluşan fark istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Buna karşın en düşük bitki altındaki yere sürüklenme miktarları geleneksel tip meme ile her üç uygulama normu ve hava debisinde yapılan çalışmalarda ölçülmüş olup bu kombinasyonların diğer bütün kombinasyonlarla aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli düzeyde farklıdır.

Çizelge 4.10. Meme tipi*Uygulama normu*Hava debisi interaksiyonuna ilişkin gruplandırma (Yapay asma bitkisi altı için).

[illegible]

4.2.6. Bütün meme tipleri ile çalışmada, yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direk diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları

Bu bölümde yapay asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde (1,5., 3., 4,5., 6., 7,5., 9., 12. ve 18. m'lerinde) bulunan direk diplerindeki örnekleme bölgelerinde ölçülen sürüklenme miktarları ile ilgili istatistiksel analiz sonuçları açıklanmıştır. Bitki arkasında bulunan direklerin diplerinde bulunan örnekleme noktaları üzerindeki filtre kağıtlarının analiz edilmesi sonucu ölçülen iz maddesi miktarının meme, norm (uygulama), debi (hava), mesafe ve birbirleri ile olan interaksiyonlarının etkileri Çizelge 4.11'de görülmektedir. Çizelgedeki son sütundan görüldüğü gibi direk dibindeki sürüklenme miktarları üzerinde meme tipinin, uygulama normunun ve hava debisinin etkileri istatistiksel olarak %99 düzeyinde önemli bulunmuştur ($\alpha < 0,01$).

Çizelge 4.11. Direk diplerindeki örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarlarına ilişkin varyans analiz sonuçları.

Kaynak	Nparm	Ser. Der.	Kareler Toplamı	F	P
Meme	3	3	171,9173	45,3223	<.0001
Norm	2	2	56,44554	22,321	<.0001
Debi	2	2	101,7126	40,2215	<.0001
Meme*Norm*Debi	12	12	9,15379	0,6033	0,836

Direk diplerinde oluşan sürüklenme değerleri ile ilgili istatistiksel analiz tablosu Çizelge 4.12'de görülmektedir. En yüksek sürüklenme sırasıyla XR*90*55000, XR*115*55000, AIXR*115*55000, XR*115*45000, GELENEKSEL*115*55000, XR*60*5500, AIXR*90*55000, XR*115*32000 ve XR*90*45000 kombinasyonlarında oluşmasına karşın aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ancak bu kombinasyonların diğer bütün kombinasyonlar ile aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark vardır.

Çizelge 4.12 Meme tipi*Uygulama normu*Hava debisi interaksiyonuna ilişkin gruplandırma (Direk dipleri için).

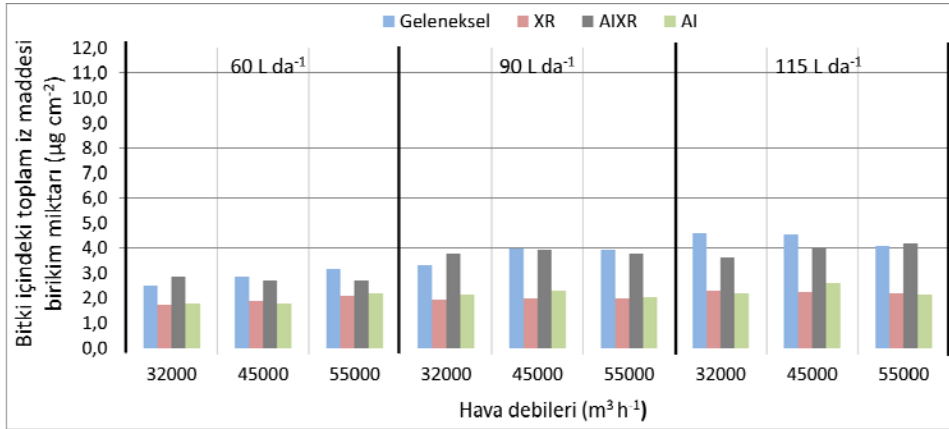
[illegible]

4.3. Bitki İçi Toplam Birikim, Yere ve Havaya Oluşan Toplam Sürüklenme Miktarları İle İlgili Değerlendirmeler

Daha önceki bölümlerde bitki üstündeki birikim ve sürüklenme değerleri için üç farklı hava debisinde ve üç farklı uygulama normunda yapılan çalışmalar ile ilgili ölçüm sonuçları detaylı olarak açıklanmıştır. Bu bölümde ise genel olarak meme tiplerinin karşılaştırılması amacıyla yapay asma bitkisi üstünde ölçülen toplam iz maddesi birikim miktarları ile yere ve havaya giden toplam sürüklenen toplam iz maddesi miktarları ile ilgili sonuçlar verilmiştir.

4.3.1. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisi içinde ölçülen toplam birikim miktarlarıyla ilgili genel değerlendirmeler

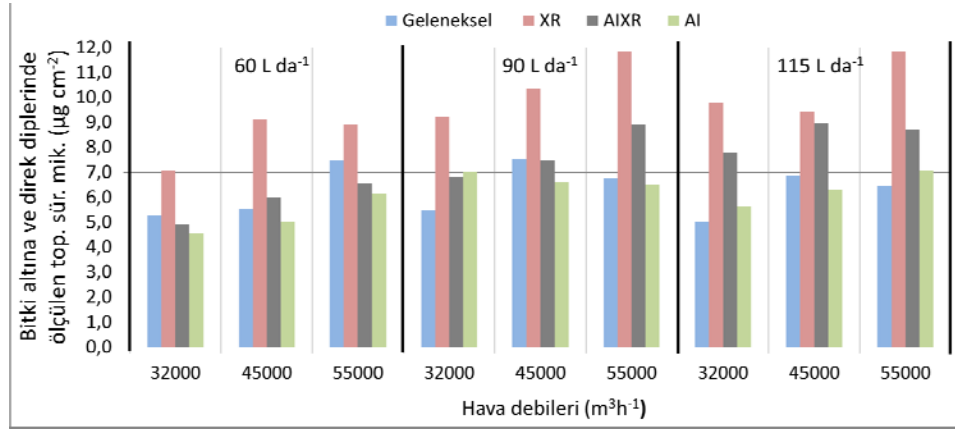
Yapay asma bitkisi içindeki ölçüm bölgelerinden (MYÜ, MYA, GYÜ, GYA) ölçülen toplam iz maddesi birikim miktarları Şekil 4.21’de verilmiştir. Bu şekil incelendiğinde, bütün hava debileri ve uygulama normlarında Geleneksel ve AIXR tip memelerde elde edilen toplam birikim miktarlarının XR ve AI tip memelerde elde edilen toplam birikimden daha fazla olduğu görülmektedir. Tüm memeler ile yapılan çalışmalarda uygulama normunun artmasıyla bitki içinde birikim miktarının da artma eğiliminde olduğu aynı şekilden görülmektedir. Geleneksel tip memeden sonra en yüksek bitki içinde birikim AIXR tip meme için 55000 m³h⁻¹ hava debisinde ve 115 Lda⁻¹ uygulama normlarında yapılan çalışmalarda elde edilmiştir.



Şekil 4.21. Dört meme tipi ile üç hava debisi ve üç uygulama normunda yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi içindeki örnekleme bölgelerinden (MYÜ, MYA, GYÜ, GYA) ölçülen toplam iz maddesi birikim miktarları.

4.3.2. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda yere oluşan toplam sürüklenme miktarlarıyla ilgili genel değerlendirmeler

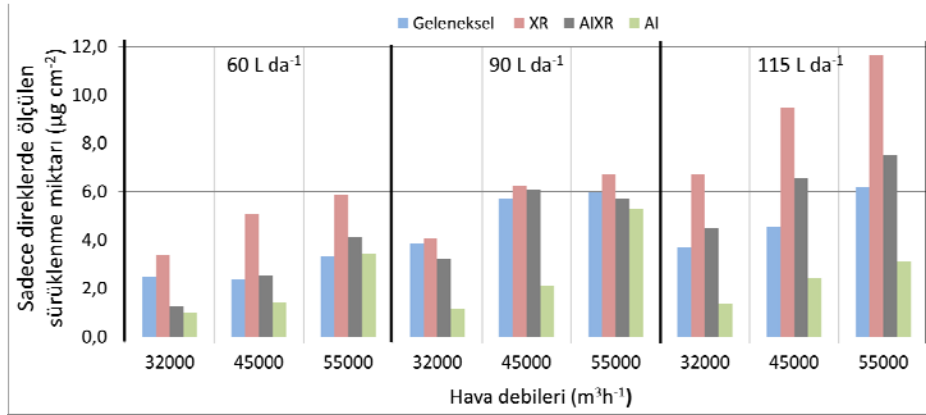
Dört meme tipi ile yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisi altına sürüklenen ve direk diplerinde ölçülen toplam iz maddesi miktarları ile ilgili toplam yere sürüklenme değerleri Şekil 4.22’de gösterilmiştir. XR tip meme ile yapılan çalışmalarda toplam yere sürüklenme miktarlarının en fazla olduğu aynı şekilden görülmektedir. En fazla toplam sürüklenme değeri XR tip meme ile 90 ve 115 Lda⁻¹ uygulama normunda 55000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda elde edilmiştir.



Şekil 4.22. Dört meme tipi ile üç hava debisi ve üç uygulama normunda yapılan çalışmalarda, yere oluşan toplam sürüklenme miktarları.

4.3.3. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda havaya olan toplam sürüklenme miktarlarıyla ilgili genel değerlendirmeler

Dört tip meme ile yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisinin arkasında belirli mesafelerde (1,5; 3; 4,5; 6; 7,5; 9; 12 ve 18 m) bulunan direklerin üzerinden havaya olan toplam sürüklenme miktarları Şekil 4.23’te gösterilmiştir. XR tip meme ile yapılan çalışmalarda 60, 90 ve 115 Lda⁻¹ uygulama normunda hava debisinin artmasıyla yapay asma bitkisi arkasında ölçülen toplam havaya olan sürüklenme miktarlarının da arttığı görülmektedir. En fazla toplam havaya olan sürüklenme XR tip meme ile 55000 m³h⁻¹ hava debisinde ve 115 Lda⁻¹ uygulama normunda yapılan çalışmalarda elde edilmiştir.



Şekil 4.23. Dört meme tipi ile üç hava debisi ve üç uygulama normunda yapılan çalışmalarda, havaya oluşan toplam sürüklenme miktarları.

4.4. Kapalı Alan Çalışmalarına Ait Genel İstatistiksel Analiz Sonuçları

Bu bölümde kapalı alanda yapılan denemelerden elde edilen verilerin genel istatistiksel analiz sonuçları verilmiştir. Kapalı alan denemelerine ait veriler için yapılan genel varyans analiz tabloları ve Tukey HSD testi çıktıları ekler kısmında verilmiştir.

4.4.1. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisi içinde ölçülen toplam birikim miktarlarıyla ilgili istatistiksel analiz sonuçları

Yapay asma bitkisi içinde bulunan örnekleme bölgeleri üzerindeki filtre kağıtlarının analiz edilmesi sonucu ölçülen toplam iz maddesi miktarının meme, norm (uygulama), debi (hava) ve birbirleri ile olan etkileşimlerinin etkileri Çizelge 4.13'te görülmektedir. Çizelgedeki son sütundan görüldüğü gibi bitki içi toplam birikim miktarları üzerinde meme tipinin ve uygulama normunun etkisi istatistiksel olarak %99 seviyesinde önemli bulunurken, debinin ve meme*norm*debi etkileşiminin etkileri önemli bulunmamıştır. ($\alpha < 0,01$)

Çizelge 4.13. Yapay asma bitkisi içindeki örnekleme noktalarında ölçülen toplam iz maddesi birikim miktarına ilişkin varyans analiz sonuçları.

Kaynak	Nparam	Ser. Der.	Kareler Toplamı	F	P
Meme	3	3	69,821538	94,6698	<.0001
Norm	2	2	26,007113	52,8939	<.0001
Debi	2	2	1,076052	2,1885	0,1164
Meme*Norm*Debi	12	12	3,435799	1,1646	0,3158

Yapay asma bitkisi içindeki ölçülen toplam birikim miktarları istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.14). Bitki içi birikim en fazla sırasıyla Geleneksel*115*32000, Geleneksel,115,45000, AIXR*115*55000, Geleneksel*115*55000, AIXR,115,45000, Geleneksel*90*55000, Geleneksel*90*45000, AIXR*90*45000, AIXR*90*55000, AIXR*115*32000, AIXR*90*32000 ve Geleneksel*90*32000 kombinasyonlarında olmasına karşın bu kombinasyonlar arasında istatistiksel olarak fark önemli bulunmamıştır. Ancak bu kombinasyonların diğerleri ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmıştır.

Çizelge 4.14. Meme tipi*Uygulama normu*Hava debisi interaksiyonuna ilişkin gruplandırma (Bitki içi toplam birikim).

[illegible]

4.4.2. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda yere oluşan toplam sürüklenme miktarlarıyla ilgili istatistiksel analiz sonuçları

Dört tip meme ile yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisinin altında ve arkasında belirli mesafelerdeki (1,5; 3; 4,5; 6; 7,5; 9; 12 ve 18 m) direk diplerinde ölçülen toplam yere sürüklenen iz maddesi miktarları ile ilgili istatistiksel analiz sonuçları açıklanmıştır. Bitki altındaki ve bitki arkasındaki direk diplerinde bulunan örnekleme noktaları üzerindeki filtre kağıtlarının analiz edilmesiyle meme, norm (uygulama), debi (hava) ve birbirleri ile olan interaksiyonlarının etkileri Çizelge 4.15'te görülmektedir. Çizelgedeki son sütundan görüldüğü gibi yere oluşan toplam sürüklenme miktarları üzerinde meme tipinin, uygulama normunun ve hava debisinin etkileri istatistiksel olarak %99 düzeyinde önemlidir ($\alpha < 0,01$).

Çizelge 4.15. Yapay asma bitkisi altında yerde ve direk diplerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarlarıyla ilgili varyans analiz sonuçları.

Kaynak	Nparm	Ser. Der.	Kareler Toplamı	F	P
Meme	3	3	389,0149	125,1638	<.0001
Norm	2	2	94,45162	45,5841	<.0001
Debi	2	2	64,06536	30,9191	<.0001
Meme*Norm*Debi	12	12	10,99024	0,884	0,565

Yere oluşan toplam sürüklenme miktarları istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.16). Yere en fazla sırasıyla XR*90*55000, XR*115*55000, XR*115*45000, XR*90*45000 ve XR*115*32000 kombinasyonlarında sürüklenme olmasına karşın bu kombinasyonlar arasında istatistiksel olarak fark önemli bulunmamıştır. Ancak bu kombinasyonların diğerleri ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Yere en az sırasıyla Geleneksel,60,45000, Geleneksel*60*55000, Geleneksel*60*32000, AI*60*45000, Geleneksel*115*32000 ve AIXR*60*32000 kombinasyonlarında sürüklenme olmasına karşın bu kombinasyonlar arasında istatistiksel olarak fark önemli bulunmamıştır. Ancak bu kombinasyonların diğerleri ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmıştır.

Çizelge 4.16. Meme tipi*Uygulama normu*Hava debisi interaksiyonuna ilişkin gruplandırma (Toplam yere sürüklenme).

[illegible]

4.4.3. Dört meme tipiyle ilgili yapılan çalışmalarda, yapay asma bitkisi arkasında bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarında ölçülen havaya olan toplam sürüklenme miktarları ile ilgili istatistiksel analiz sonuçları

Dört tip meme ile yapılan çalışmalarda yapay asma bitkisinin arkasında belirli mesafelerde (1,5; 3; 4,5; 6; 7,5; 9; 12 ve 18 m) bulunan direklerin üzerlerinde ölçülen havaya olan toplam sürüklenme miktarları ile ilgili istatistiksel analiz sonuçları açıklanmıştır. Bitki arkasında bulunan direklerdeki örnekleme noktaları üzerindeki filtre kağıtlarının analiz edilmesi sonucu ölçülen iz maddesi miktarının meme, norm (uygulama), debi (hava) ve birbirleri ile olan interaksiyonlarının etkileri Çizelge 4.17’de görülmektedir. Çizelgedeki son sütundan görüldüğü gibi havaya oluşan toplam sürüklenme miktarları üzerinde meme tipinin, uygulama normunun ve hava debisinin etkileri istatistiksel olarak %99 düzeyinde önemlidir ($\alpha < 0,01$).

Çizelge 4.17. Yapay asma bitkisi arkasındaki direklerin üzerinde ölçülen toplam havaya olan sürüklenme miktarlarıyla ilgili varyans analiz sonuçları.

Kaynak	Nparm	Ser. Der.	Kareler Toplamı	F	P
Meme	3	3	318,923	83,3129	<.0001
Norm	2	2	168,1	65,8697	<.0001
Debi	2	2	185,257	72,5925	<.0001
Meme*Norm*Debi	12	12	18,9156	1,2353	0,2666

Havaya olan sürüklenme miktarları istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.18). Havaya en fazla sırasıyla XR*115*55000, XR*115*45000 ve XR*115*32000 kombinasyonlarında sürüklenme olmasına karşın bu kombinasyonlar arasında istatistiksel olarak fark önemli bulunmamıştır. Ancak bu kombinasyonların diğerleri ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Yere en az sırasıyla AIXR*60*32000, Geleneksel*60*32000, AI*60*45000, AI*90*32000 ve AI*60*32000 kombinasyonlarında oluşurken bunlar arasında istatistiksel olarak önemli fark çıkmamıştır.

Çizelge 4.18. Meme tipi*Uygulama normu*Hava debisi interaksiyonuna ilişkin gruplandırma (Havaya olan toplam sürüklenme).

Meme tipi, uygulama normu, hava debisi	Gruplar																				Ort.
XR,115,55000	A																				10,72349
XR,115,45000	A	B																			8,482144
XR,115,32000	A	B	C																		7,398629
AIXR,115,55000		B	C	D	E																7,034564
XR,90,55000		B	C	D	E	F															6,764501
AIXR,115,45000		B	C	D	E	F	G														6,503566
XR,90,45000		B	C	D	E	F	G	H													6,491711
GELENEKSEL,115,55000		B	C	D	E	F	G	H	I												6,419567
AIXR,90,45000		B	C	D	E	F	G	H	I												6,392298
GELENEKSEL,90,55000		B	C	D	E	F	G	H	I												6,250651
XR,60,55000			C	D	E	F	G	H	I												6,200239
AIXR,90,55000				D	E	F	G	H	I												6,11217
XR,90,32000				D	E	F	G	H	I	J											5,996013
XR,60,45000				D	E	F	G	H	I	J											5,945778
GELENEKSEL,115,45000					E	F	G	H	I	J	K										5,807241
AIXR,60,55000						F	G	H	I	J	K	L	M								5,386091
GELENEKSEL,90,45000						F	G	H	I	J	K	L	M								5,231234
AI,90,55000							G	H	I	J	K	L	M								5,215929
AIXR,115,32000							G	H	I	J	K	L	M	N							4,955816
AI,115,45000								H	I	J	K	L	M	N	O						4,611373
GELENEKSEL,60,55000								H	I	J	K	L	M	N	O						4,425847
AI,115,55000								H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q				4,351848
GELENEKSEL,115,32000								H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q				4,303609
XR,60,32000								H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q				4,15517
AIXR,90,32000									J	K	L	M	N	O	P	Q	R				3,531955
AIXR,60,45000										K	L	M	N	O	P	Q	R	S			3,269597
GELENEKSEL,60,45000											L	M	N	O	P	Q	R	S			3,263461
GELENEKSEL,90,32000											L	M	N	O	P	Q	R	S			3,217781
AI,115,32000												M	N	O	P	Q	R	S			2,810272
AI,60,55000													N	O	P	Q	R	S			2,494345
AI,90,45000														O	P	Q	R	S			2,192529
AIXR,60,32000															P	Q	R	S	T		1,774618
GELENEKSEL,60,32000															P	Q	R	S	T		1,712336
AI,60,45000																R	S	T			1,326112
AI,90,32000																		S	T		0,842266
AI,60,32000																			T		0,729273

4.5. Kapalı Alan Çalışmalarına Ait VMD ve Ortalama Kaplama Oranı Değerleri İle İlgili Sonuçlar

Çalışmalarda kullanılan meme tipleri ile uygulama normlarını sabit tutabilmek için farklı işletme basınçlarında çalışılmıştır. Ancak, çalışma basıncının değiştirilmesi hacimsel ortalama çap (VMD) değerinin değişmesine sebep olabilmektedir. Çalışma basıncının artması ya da meme plaka delik çapı 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; Çilingir ve Dursun, 2002; Kaşkaloğlu ve Türkmenoğlu, 1962).

VMD değeri, meme delik çapı ile doğru ancak basınç ile ters orantılıdır. Diğer bir deyişle, daha büyük delik çaplı meme kullanımı sonucunda VMD değeri büyümekte, buna karşın püskürtme basıncı artırıldığında aynı meme delik çapı kullanımında VMD değeri küçülmektedir (Tozan vd., 2005).

Tez çalışmalarına başlanmadan önce meme tipi, uygulama normu ve hava debisi belirlenmiştir. Belirlenen uygulama normlarına uygun meme seçimi yapılmıştır. Bunun için mümkün olduğunca yakın çalışma basınçlarında istenen normu sağlayacak meme büyüklükleri belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 3.2).

Belirli uygulama normlarında ve hava debilerinde her bir meme tipi için yapay asma bitkisi MYÜ ve GYÜ kısımlarında hesaplanan VMD değerleri Çizelge 4.19'da verilmiştir. MYA ve GYA bölgelerinden çok az damla gelmesi sebebiyle VMD ölçümleri yapılamamıştır.

Çizelge 4.19'da yıldız (*) işareti ile gösterilen hücrelerde VMD değeri verilmemiştir. Bunun sebebi hesaplama yapılırken kullanılan suya duyarlı kağıt üstündeki kaplama oranının %40 ve daha fazla olmasıdır. Fox et al. (2003), yardımcı hava akımlı bir pülverizatör ile kaplama oranının ve damla sayısının belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmanın sonuç kısmında, suya duyarlı kağıtların üzerinde %40 ve daha fazla kaplama oranı olduğu durumlarda yapılan VMD ölçümlerinin hatalı sonuç vereceğini belirtmişlerdir. Bu sebepten dolayı Çizelge 4.21'de yıldız (*) işareti ile belirtilen hücrelerde kaplama oranı %40 ve daha fazla olduğu için VMD değerleri ölçülmemiştir.

Damla sınıflandırmasında 2009 yılında yayımlanan ASAE S572.1 Standardı Dünya’da yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sınıflandırma meme seçiminde kullanıcıya damlacık çapı ile ilgili bilgi vermektedir. Standartta damlacıklar VMD değerlerine göre, Extremely fine (XF), Very fine (VF) , Fine (F), Medium (M), Coarse (C), Very coarse (VC), Extremely coarse (XC) ve Ultra Coarse (UC) olmak üzere 8 sınıfa ayrılmışlardır (Anonymous, 2009b). Buna göre Çizelge 4.19’da ölçülen VMD değerleri ASAE standartlarına göre Geleneksel tip meme için VF, F; XR tip meme için C, VC; AIXR tip meme için C ve AI tip meme C, VC damla sınıflarında çıkmıştır.

Çizelge 4.19. Bütün meme tipleri için, farklı uygulama normlarında ve hava debilerinde hesaplanan hacimsel ortalama çap (VMD) değerleri.

Meme Tipi	Konum	Uygulama Normu (Lda ⁻¹)	VMD Değerleri (µm)		
			Hava Debileri (m ³ h ⁻¹)		
			32000	45000	55000
GELENEKSEL	MYÜ	60	152	115	*
		90	*	106	111
		115	*	*	186
	GYÜ	60	152	149	121
		90	151	*	*
		115	167	*	*
XR	MYÜ	60	412	298	220
		90	395	*	294
		115	391	*	*
	GYÜ	60	387	326	312
		90	421	315	*
		115	*	*	*
AIXR	MYÜ	60	301	289	*
		90	341	274	*
		115	*	*	*
	GYÜ	60	*	*	*
		90	*	*	*
		115	*	*	*
AI	MYÜ	60	414	307	*
		90	385	344	*
		115	*	*	*
	GYÜ	60	*	*	*
		90	*	*	*
		115	*	*	*

Her bir meme tipleri için farklı uygulama normlarında ve hava debilerinde yapılan denemeler sonucunda yapay asma bitkisinin MYÜ ve GYÜ kısımlarında hesaplanan kaplama oranı değerleri Çizelge 4.20’de verilmiştir. En yüksek

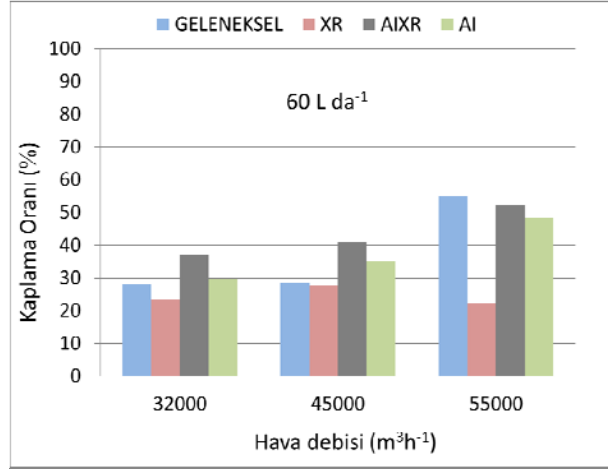
kaplama oranı %81 olarak Geleneksel tip meme ile 32000 m³h⁻¹ hava debisinde ve 115 Lda⁻¹ uygulama normunda yapılan çalışmalarda elde edilmiştir.

Çizelge 4.20. Bütün meme tipleri için, farklı uygulama normlarında ve hava debilerinde hesaplanan ortalama kaplama oranı değerleri.

Meme Tipi	Konum	Uygulama Normu (Lda ⁻¹)	Ortalama Kapsama Oranı (%)		
			Hava Debileri (m ³ h ⁻¹)		
			32000	45000	55000
GELENEKSEL	MYÜ	60	30	26	75
		90	74	37	29
		115	81	75	38
	GYÜ	60	26	31	35
		90	28	76	85
		115	38	80	78
XR	MYÜ	60	18	21	15
		90	25	48	29
		115	32	44	41
	GYÜ	60	29	34	30
		90	36	32	62
		115	42	43	68
AIXR	MYÜ	60	12	30	48
		90	33	25	59
		115	42	42	46
	GYÜ	60	48	41	49
		90	44	49	58
		115	49	51	46
AI	MYÜ	60	25	29	47
		90	31	27	44
		115	44	46	46
	GYÜ	60	49	54	54
		90	52	44	74
		115	48	48	50

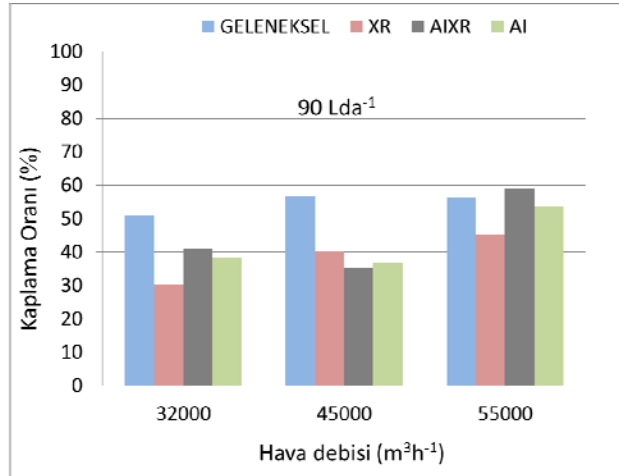
Yapay asma bitkisi içindeki merkez ve girişim bölgelerinde bulunan yaprak üstü bölgelerindeki suya duyarlı kağıtların analiz edilmesi sonucu 60, 90 ve 115 Lda⁻¹ uygulama normları için hesaplanmış kaplama oranı değerleri Şekil 4.24, 4.25 ve 4.26’da gösterilmiştir.

Şekil 4.24’te hava debisinin artmasıyla Geleneksel, AIXR ve AI tip memelerle çalışmalarda ölçülen ortalama kaplama oranı değerleri artmaktadır. 60 Lda⁻¹ uygulama normunda en yüksek ortalama kaplama oranı değeri 55000 m³h⁻¹ hava debisinde Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda ölçülmüştür.



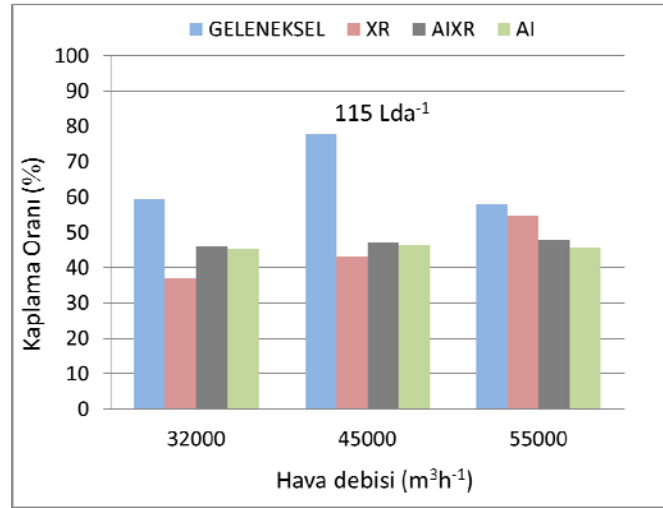
Şekil 4.24. Farklı meme tipleri için farklı hava debilerinde ve 60 Lda⁻¹ uygulama normunda yapılan çalışmalarda hesaplanan ortalama kaplama oranı değerleri.

Şekil 4.25'te hava debisinin artmasıyla XR tip meme ile çalışmalarda ölçülen ortalama kaplama oranı değerleri de artmaktadır. 90 Lda⁻¹ uygulama normunda en yüksek ortalama kaplama oranı değeri 55000 m³h⁻¹ hava debisinde AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda ölçülmüştür.



Şekil 4.25. Farklı meme tipleri için farklı hava debilerinde ve 90 Lda⁻¹ uygulama normunda yapılan çalışmalarda hesaplanan ortalama kaplama oranı değerleri.

Şekil 4.26'da hava debisinin artmasıyla XR ve AIXR tip memelerle çalışmalarda ölçülen ortalama kaplama oranı değerleri de artmaktadır. 115 Lda⁻¹ uygulama normunda en yüksek ortalama kaplama oranı değeri 45000 m³h⁻¹ hava debisinde Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda ölçülmüştür.



Şekil 4.26. Farklı meme tipleri için farklı hava debilerinde ve 115 Lda⁻¹ uygulama normunda yapılan çalışmalarda hesaplanan ortalama kaplama oranı değerleri.

4.6. Kapalı alan çalışmaları ile ilgili bitki içi dağılım düzgünlüğü

Kapalı alan denemelerinde bitki üst, orta ve alt bölgelerinden ölçülen birikim miktarları ile ilgili dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi için varyasyon katsayı değerleri hesaplanarak çizelge 4.21’de verilmiştir. Bu çizelgeden dağılım düzgünlüğünün, varyasyon katsayısının düşük hesaplandığı kombinasyonlarda yüksek hesaplanana göre daha homojen olduğu söylenebilmektedir.

4.21. Kapalı alan denemelerinde ölçülen bitki üstü birikim miktarları ile ilgili varyasyon katsayı değerleri.

Meme Tipi	Uygulama Normu (Lda ⁻¹)	Varyasyon Katsayısı (%)		
		Hava Debileri (m³h ⁻¹)		
		32000	45000	55000
GELENEKSEL	60	15,02	14,10	18,04
	90	24,56	8,04	13,29
	115	17,26	31,54	30,54
XR	60	3,98	15,18	10,43
	90	5,53	7,66	11,37
	115	4,77	10,60	8,00
AIXR	60	15,53	17,51	22,08
	90	9,65	16,42	28,22
	115	13,70	7,16	6,89
AI	60	23,89	27,05	17,40
	90	16,40	19,59	33,89
	115	30,31	6,34	27,53

4.7. Kapalı Alan Çalışma Sonuçlarının Genel Değerlendirilmesi

Bu bölümde kapalı alan deneme sonuçları incelendikten sonra en uygun meme tipi, hava debisi ve uygulama normu belirlenmiştir. Belirleme işleminde bitki içi birikim miktarı, kaplama oranı ve sürüklenme kayıpları dikkate alınmıştır. Arazide, pratikte en yaygın kullanılan meme tipi olan Geleneksel içi boş konik hüzmeli meme ile kapalı alan denemelerinde uygun bulunan meme tipi ile çalışılmıştır. Daha sonra gerçek asma üzerinde yapılan denemeler sonucunda bu iki meme tipi ile belirlenen hava debisi ve uygulama normunda çalışılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Yapay asma bitkisi içindeki belirli bölgelerdeki toplam iz maddesi birikim miktarlarına bakıldığında, Geleneksel ve AIXR tip meme ile çalışmalarda yapay asma bitkisi içinde XR ve AI tip memelere göre daha fazla iz maddesinin toplandığı görülmektedir (Bkz. Şekil 4.21). İki meme tipinde oluşan bitki içi toplam birikim 45000 ile 55000 m³h⁻¹ hava debilerinde ve 90 ile 115 Lda⁻¹ uygulama normlarında istatistiksel olarak da diğerlerinden farklı bulunmuştur (Bkz. Çizelge 4.14).

Yapay asma bitkisi içindeki ortalama kaplama oranları incelendiğinde en yüksek kaplama oranı (yaklaşık olarak %80) Geleneksel tip meme ile 115 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda ölçülmüştür (Bkz. Şekil 4.26). İkinci en yüksek kaplama oranı (yaklaşık olarak %60) yine Geleneksel tip meme ile çalışmada 115 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 32000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda elde edilmiştir (Bkz. Şekil 4.26). AIXR tip meme ile çalışmada en yüksek kaplama oranı (yaklaşık olarak %60) 90 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 55000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda elde edilmiştir (Bkz. Şekil 4.25).

Toplam yere oluşan sürüklenme miktarları incelenecek olursa, en fazla sürüklenmenin bütün uygulama normlarında ve hava debilerinde XR tip meme ile yapılan çalışmalarda olduğu belirlenmiştir (Bkz. Şekil 4.22). XR tip meme ile yapılan çalışmalarda istatistiksel olarak, 115 Lda⁻¹ uygulama normunda 32000, 45000 ve 55000 m³h⁻¹ hava debilerinde, 90 Lda⁻¹ uygulama normunda 45000 ve 55000 m³h⁻¹ hava debilerinde oluşan sürüklenme değerleri diğer kombinasyonlardan önemli derecede farklıdır. En az sürüklenmenin ise istatistiksel olarak da diğerlerinden farklı olan Geleneksel*115*32000, Geleneksel*60*55000, Geleneksel*90*32000, AI*60*45000, Geleneksel*60*45000, AI*60*32000 ve Geleneksel*60*32000

kombinasyonlarında ölçülmüştür (Bkz. Çizelge 4.16). Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmaların hepsinde en az bitki altına sürüklenme oluşmuştur. Bunun sebebi, oluşan damlacıkların ASAE damla sınıflandırmasına göre ince-çok ince (Fine-Very Fine) damla sınıfına girmesi olduğu düşünülmektedir. Hedefe ulaşır tutunabilen Geleneksel meme tipi ile oluşan küçük damlacıkların yaprak üzerinden kayarak düşme olasılıkları, iri damlalara göre daha az olması sebebiyle yere oluşan kayıpların daha az olduğu düşünülmektedir. Hedef üzerinde kalan damla oranının fazlalaşması ilaçlama etkinliğinin de artmasını sağlamaktadır (Çilingir ve Dursun, 2002).

Yapay asma bitkisi arkasındaki direklerde ölçülen havaya olan toplam sürüklenme miktarları incelendiğinde, Geleneksel*60*45000 ve AIXR*90*55000 kombinasyonları hariç geriye kalan bütün kombinasyonlarda hava debisinin artmasıyla havaya sürüklenmenin arttığı görülmüştür (Bkz. Şekil 4.23). En fazla havaya sürüklenme sırasıyla XR*115*55000, XR*115*45000 ve XR*115*32000 kombinasyonlarında ölçülürken bu kombinasyonların diğerleri ile arasındaki fark istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur. Landers ve Gil (2006), yaptıkları çalışmada yardımcı hava akımlı makinalarda yüksek hava hızının sürüklenmeyi arttırdığını bildirmişleridir. Bu sebeple bu sonuç literatürle de uyumlu gözükmektedir.

Sürüklenme miktarı kadar sürüklenme yüksekliği ve uzaklığı da önemlidir. Damlacıkların ulaştıkları yükseklik ne kadar fazla olursa o kadar uzağa sürüklenme riskleri oluşmaktadır. Aynı şekilde damlacıklar uzak mesafelere ulaşarak önemli çevre sorunları ortaya çıkarabilmektedirler. Deneme sonuçlarından sürüklenme yükseklikleri incelendiğinde Geleneksel tip meme ile 90 Lda⁻¹ uygulama normunda ve XR tip meme ile 60 Lda⁻¹ uygulama normunda yapılan çalışmalar dışında kalan bütün uygulamalarda damlacıkların 6 m yüksekliğe kadar ulaştığı görülmektedir (Bkz. Şekil 4.5, 4.10, 4.15 ve 4.20). Sürüklenme uzaklıkları incelendiğinde sadece Geleneksel meme ile yapılan tüm çalışmalarda damlacıkların en fazla 9. m'ye kadar ulaştığı görülmektedir. Geleneksel tip meme ile 9. m'de yapılan ölçümlerde en yüksek sürüklenme değerleri 90*45000, 90*55000 ve 115*55000 parametrelerinde yapılan çalışmalarda ölçülmüştür (Bkz. Şekil 4.3).

Yukarıda yapılan genel değerlendirmeler göre arazideki denemelerde kullanılan Geleneksel tip meme dışında meme tipi, hava debisi ve uygulama normu değerleri belirlenmiştir.

Toplam bitki üstü birikim miktarları incelendiğinde; en fazla bitki içi birikim sırasıyla Geleneksel, AIXR, AI ve XR olarak görülmektedir. Bunun yanında genel olarak en yüksek uygulama normu ve hava debisinde birikim miktarı en fazla olurken, en düşük uygulama normu ve hava debisinde en düşük olmuştur.

Yere oluşan toplam sürüklenme kayıpları incelendiğinde; en fazla yere sürüklenme sırasıyla XR, AIXR, AI ve Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda ölçülmüştür. En yüksek toplam yere sürüklenme oluşturan XR tip meme ve arazide kullanılacak olan Geleneksel tip meme dışında kalan AIXR ve AI tip memeler birbirileri ile karşılaştırıldığında, toplam yere sürüklenme değerleri bakımından AIXR tip meme ile çalışmalarda daha fazla iz maddesinin yere sürüklendiği belirlenmiştir.

Havaya oluşan sürüklenme değerleri incelendiğinde ise; en fazla havaya sürüklenme sırasıyla XR, AIXR, Geleneksel ve AI tip meme ile çalışmalarda ölçülmüştür. En yüksek sürüklenme sağlayan XR tip meme ile arazide kullanılacak olan Geleneksel tip meme değerlendirmeden çıkarıldığında yine AIXR ile AI arasında seçim yapılması gerektiği görülmektedir. Bu iki meme tipi ile çalışmalarda ölçülen havaya sürüklenme değerleri AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda daha fazla olmuştur.

Düşük sürüklenme değerleri sağlayan AI tip memenin AIXR tip memeye göre tercih edilmemesinin en önemli sebebi çok az bitki üzeri birikim sağlaması ve kaplama oranının düşük çıkmasıdır. Sonuç olarak bir ilaçlama işleminde sürüklenmenin düşük, bitki üstü birikimin yüksek olması istenmektedir. Biyolojik etkinliğin sağlanabilmesi için yeterli miktardaki ilacın bitki üstüne ulaşmaması ilaçlamanın tekrarlanmasına sebep olabilmektedir. Bu sebeplerden dolayı en az sürüklenme oluşturan meme tipi yerine nispeten biraz daha fazla sürüklenme sağlayan ama bitki üstünde çok daha fazla birikim sağlayan meme tipi tercih edilmiştir.

Yüksek hava debileri damlacıkların hava akımı ile uzaklara taşınmasına sebep olduğundan kayıplar da artırmaktadır. Balsari and Marucco (2004) yüksek hava debisinin ($5,6 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) düşük hava debisine göre ($3,1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) geniş sıra aralıklı ve küçük bitki kanopisine sahip bağlarda sürüklenmeyi arttırdığı için tercih edilmemesinin gerektiğini belirtmişlerdir. Kapalı alan çalışmalarında uygulamaların çoğunluğunda en düşük hava debisi ve uygulama normu

değerlerinde en düşük sürüklenme sağlanırken bitki içinde birikim de en az olmuştur. Aynı şekilde en yüksek hava debisi ve uygulama normu değerlerinde en yüksek sürüklenme oluşurken, bitki içinde birikim de en fazla olmuştur. Bu sebeplerden dolayı hem sürüklenmenin en düşük olduğu hem de bitki üstünde en fazla birikimin sağlandığı parametreler aynı anda seçilmesi mümkün olmamıştır.

İlaçlama işleminin başarısı sadece bitki üstüne ulaşan ilaç miktarının artırılmasına bağlı değildir. İlaçlama işleminde amaç hem bitki üstündeki ilaç miktarını arttırmak hem de sürüklenme kayıplarını en az seviyelere indirmek olmalıdır (Yağcıoğlu, 2008). Bu tez çalışmasının amaçlarından biri sadece bitki içi birikim miktarının iyileştirilmesi değil aynı zamanda sürüklenmenin azaltılmasını sağlamaktır. Bu değerlendirmelere göre sürüklenme kayıplarının nispeten az olduğu, bitki üstü birikim ve kaplama oranının yüksek olduğu meme tipi ve çalışma parametreleri belirlenmiştir. Arazi çalışmaları için AIXR tip meme, $45000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ hava debisi ve 90 Lda^{-1} uygulama normu seçilmiştir.

4.8. Meme Tiplerine Göre Bulunan Sürüklenme Modelleri

Bu bölümünde yapay asma bitkisi arkasındaki direklerde elde edilen toplam sürüklenme miktarlarını hesaplayan modeller oluşturulmuştur. Sürüklenme modellerinin hesaplanmasında Minitab (Version 16) ve SigmaPlot (Version 10) programları kullanılmıştır. Kapalı alan denemelerine ait veriler için yapılan istatistik analiz çıktıları ekler kısmında verilmiştir.

Literatürde ilaç sürüklenmesi konusunda çeşitli araştırmacıların matematiksel model çalışmaları bulunmaktadır. Fox et al. (1998) yaptıkları çalışmada sürüklenme ölçümlerinin çok sayıda kişinin yardımıyla yapılması gereken zor bir iş olduğundan bahsetmişlerdir. Her denemeden sonra çok fazla sayıda örneğin toplanması ve yerine yeni örneklerin koyulması gerektiğini ve tekerrürler arasında farkın çok olması sebebiyle de çok sayıda tekrarın yapılması gerektiğini bildirmişlerdir. Pahalı ve zor olan sürüklenme ölçümleri için yakın gelecekte daha başarılı yeni yaklaşımlar ve sürüklenme modelleri ortaya konulacağını düşündüklerini belirtmişlerdir. Ancak yine de geliştirilen modellerin arazi çalışmaları ile desteklenmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Modeller ve simülasyonlar sayesinde laboratuvarda ya da arazide yapılacak deneme sayılarının azaltılması sağlanabilmektedir. Pülverizasyon konusu oldukça karmaşık ve kontrol edilmesi zor bir konu olmasından dolayı gelecekte de bu konuda çalışmaların süreceği düşünülmektedir.

Bu bölümdeki AI, AIXR, XR ve Geleneksel tip memeler için oluşturulan sürüklenme modelleri belirtilen kısıtlar içinde geçerli olmaktadır. Ayrıca sürüklenme modellerinin doğruluğu arazi şartlarında yapılmamıştır. Model denklemlerinde belirli aralıktaki uygulama normu, debi ve mesafe değerleri girildiğinde istenilen uzaklıktaki tahminlenen sürüklenme miktarı bulunabilmektedir.

4.8.1. AI tip meme için sürüklenme modeli

AI tip meme için bulunan sürüklenme modeli hava debisine ve uzaklığa bağlı ancak uygulama normundan bağımsız olarak aşağıdaki şekilde verilmiştir. Modelin R^2 'si 0,798 olarak belirlenmiştir.

$$D_{AI} = -1,24278 + 1,018 \cdot 8,4385 \cdot (e^{-0,6267 \cdot X}) + 0,00003 \cdot Q$$

$$Q = \text{Debi (m}^3\text{h}^{-1}\text{)}$$

$$X = \text{Uzaklık (m)}$$

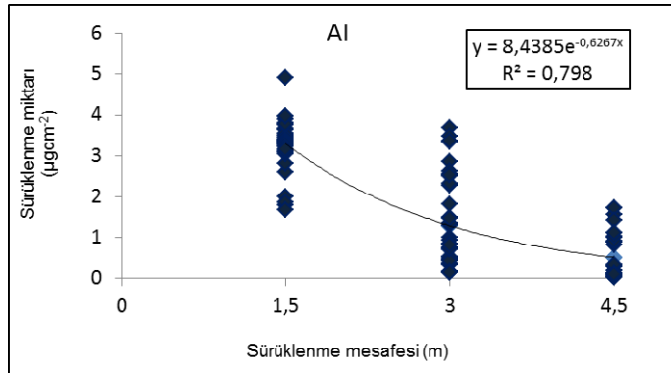
AI tip meme için bulunan sürüklenme modeli, aşağıda verilen sınırlar içinde kullanıldığında geçerlidir.

Model kısıtları

$$32000 \leq Q \leq 55000$$

$$1,5 \leq X \leq 4,5$$

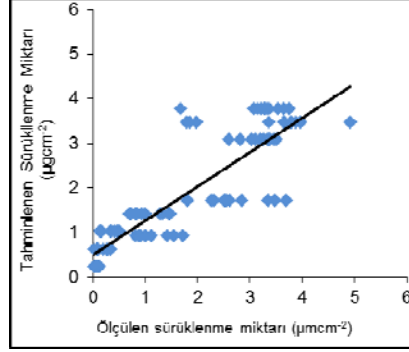
AI tip meme ile çalışma bitki arkasındaki 1,5, 3 ve 4,5 m mesafelerde ölçülen sürüklenme miktarları Şekil 4.27'de görülmektedir.



Şekil 4.27. AI meme tipi için ölçülen sürüklenme mesafeleri.

AI tip meme için hassasiyet analizi

Geliştirilen modelin, deneysel verileri tahminlemedeki hassasiyeti kabul edilebilir düzeydedir (Şekil 4.28). Modelden elde edilen sonuçlarla deneysel veriler arasında bazı noktalarda farklılıklar gözlemesine karşın verilerin $r=1$ doğrusu üzerinde toplandığı görülmektedir.



Şekil 4.28. AI meme tipi için hassasiyet analizi.

4.8.2. AIXR tip meme için sürüklenme modeli

AIXR tip meme için bulunan sürüklenme modeli uygulama normu, hava debisine ve uzaklığa bağlı olarak aşağıdaki şekilde verilmiştir. Modelin R^2 'si 0,819 olarak belirlenmiştir.

$$D_{AIXR} = -2,5007 + 1,039 \cdot 8,362 \cdot (e^{0,4893 \cdot X}) + 0,00003 \cdot Q + 0,0114 \cdot N$$

N = Norm ($L \cdot da^{-1}$)

Q = Debi ($m^3 \cdot h^{-1}$)

X = Uzaklık (m)

AIXR tip meme için bulunan sürüklenme modeli, aşağıda verilen sınırlar içinde kullanıldığında geçerlidir.

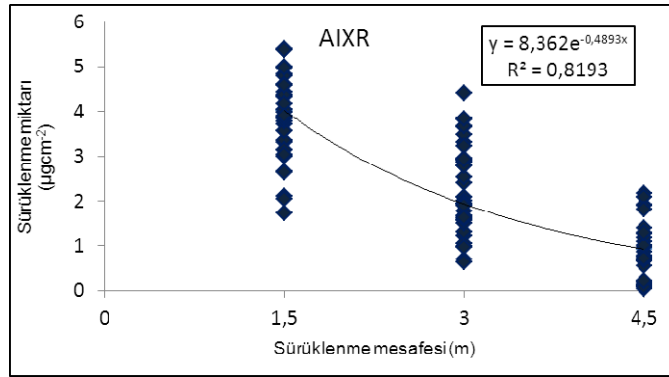
Model kısıtları

$$60 \leq N \leq 115$$

$$32000 \leq Q \leq 55000$$

$$1,5 \leq X \leq 4,5$$

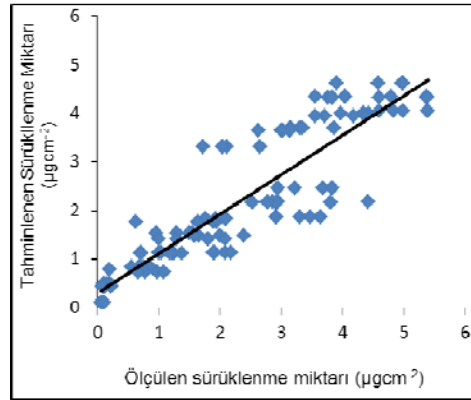
AIXR tip meme ile çalışma bitki arkasındaki 1,5, 3 ve 4,5 m mesafelerde ölçülen sürüklenme miktarları Şekil 4.29’da görülmektedir.



Şekil 4.29. AIXR meme tipi için ölçülen sürüklenme mesafeleri.

AIXR tip meme için hassasiyet analizi

AIXR tip meme için bulunan sürüklenme modelin, deneysel verileri tahminlemedeki hassasiyeti kabul edilebilir düzeydedir (Şekil 4.30). Modelden elde edilen sonuçlarla deneysel veriler arasında bazı noktalarda farklılıklar gözlemesine karşın verilerin $r=1$ doğrusu üzerinde toplandığı görülmektedir.



Şekil 4.30. AIXR meme tipi için hassasiyet analizi.

4.8.3. XR tip meme için sürüklenme modeli

XR tip meme için bulunan sürüklenme modeli uygulama normu, hava debisine ve uzaklığa bağlı olarak aşağıdaki şekilde verilmiştir. Modelin R^2 'si 0,799 olarak belirlenmiştir.

$$D_{XR} = -4,2769 + 1,049 \cdot 10,78 \cdot (e^{-0,3965 \cdot X}) + 0,00005 \cdot Q + 0,022 \cdot N$$

$N = \text{Norm (L da}^{-1}\text{)}$

$Q = \text{Debi (m}^3 \text{ h}^{-1}\text{)}$

$X = \text{Uzaklık (m)}$

XR tip meme için bulunan sürüklenme modeli, aşağıda verilen sınırlar içinde kullanıldığında geçerlidir

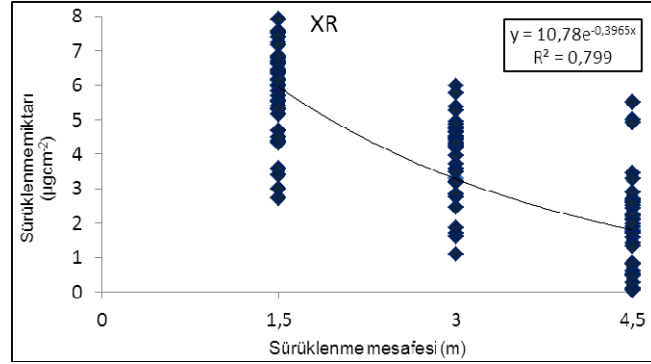
Model kısıtları

$$60 \leq N \leq 115$$

$$32000 \leq Q \leq 55000$$

$$1,5 \leq X \leq 4,5$$

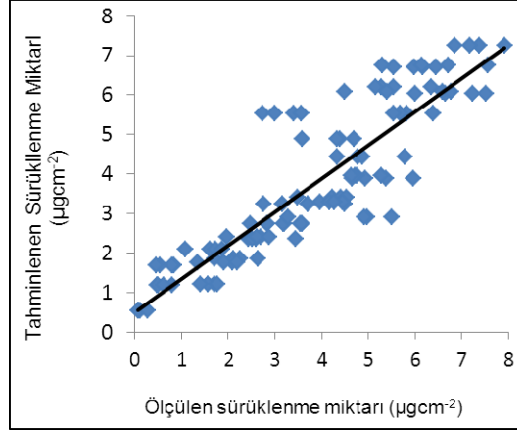
XR tip meme ile çalışma bitki arkasındaki 1,5, 3 ve 4,5 m mesafelerde ölçülen sürüklenme miktarları Şekil 4.31’de görülmektedir.



Şekil 4.31. XR meme tipi için ölçülen sürüklenme mesafeleri.

XR tip meme için hassasiyet analizi

XR tip meme için bulunan sürüklenme modelinin, deneysel verileri tahminlemedeki hassasiyeti kabul edilebilir düzeydedir (Şekil 4.32). Modelden elde edilen sonuçlarla deneysel veriler arasında bazı noktalarda farklılıklar gözlemesine karşın verilerin $r=1$ doğrusu üzerinde toplandığı görülmektedir.



Şekil 4.32. XR meme tipi için hassasiyet analizi.

4.8.4. Geleneksel tip meme için sürüklenme modeli

Geleneksel tip meme için bulunan sürüklenme modeli uygulama normu, hava debisine ve uzaklığa bağlı olarak aşağıdaki şekilde verilmiştir. Modelin R^2 'si 0,782 olarak belirlenmiştir.

$$D_{\text{GELENEKSEL}} = -3,8103 + 1,036 \cdot 10,82 \cdot (e^{0,4978 \cdot X}) + 0,00004 \cdot Q + 0,0196 \cdot N$$

$$N = \text{Norm (L da}^{-1}\text{)}$$

$$Q = \text{Debi (m}^3 \text{ h}^{-1}\text{)}$$

$$X = \text{Uzaklık (m)}$$

Geleneksel tip meme için bulunan sürüklenme modeli, aşağıda verilen sınırlar içinde kullanıldığında geçerlidir.

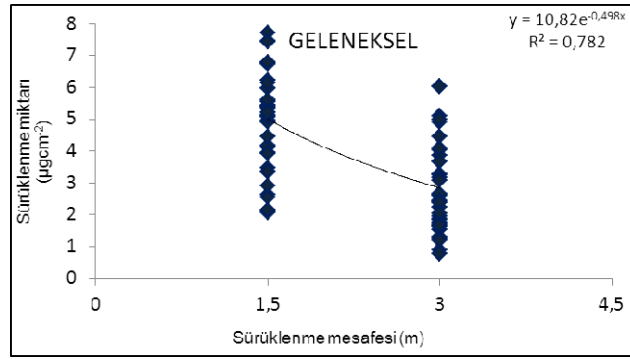
Model kısıtları

$$60 \leq N \leq 115$$

$$32000 \leq Q \leq 55000$$

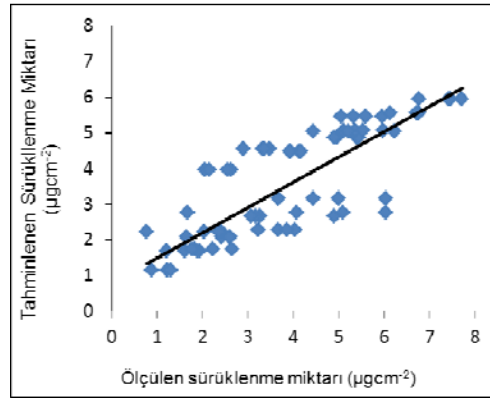
$$1,5 \leq X \leq 3$$

Geleneksel tip meme ile çalışma bitki arkasındaki 1,5 ve 3 m mesafelerde ölçülen sürüklenme miktarları Şekil 4.33'te görülmektedir.



Geleneksel tip meme için hassasiyet analizi

Geleneksel tip meme için bulunan sürüklenme modelin, deneysel verileri tahminlemedeki hassasiyeti kabul edilebilir düzeydedir (Şekil 4.34). Modelden elde edilen sonuçlarla deneysel veriler arasında bazı noktalarda farklılıklar gözlenmesine karşın verilerin $r=1$ doğrusu üzerinde toplandığı görülmektedir.



4.9. Arazi Denemeleri

4.9.1. Arazi denemelerinin yapılması

Kapalı alan denemelerinde AIXR, XR ve AI tip memeleri içinden en iyi sonuçları veren AIXR tip meme seçilmiştir. Bu seçim en fazla bitki içi birikimi sağlayan, en az bitki altına ve arkasına sürüklenme sağlayan meme tipi, hava debisi ve uygulama normu dikkate alınarak yapılmıştır. Arazi denemelerine ait ham veriler ek çizelgelerde verilmiştir.

Kapalı alan denemelerinde en uygun sonuçları veren AIXR tip meme, pratikte en çok kullanılan meme tipi olan Geleneksel tip (İçi boş konik hüzmeli

meme) ile karşılaştırılmıştır. AIXR ve Geleneksel tip memeler ile aynı uygulama normu ve hava debisinde çalışılmıştır. Bu memeler için çalışma parametreleri Çizelge 4.22’de verilmiştir. Çalışmalar kapalı alan çalışmalarındaki gibi 4’er tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.22. Arazi denemelerine ait çalışma parametreleri.

Meme Tipleri	Çalışma Basıncı (bar)	Uygulama Normu (Lda ⁻¹)	Hava Debisi (m ³ h ⁻¹)
AIXR 11006	4	90	45000
Geleneksel 1,2 mm	20	90	45000

Kapalı alan denemeleri büyük ölçüde kontrol edilebilir bir ortamda yapılmıştır. İçeride rüzgarın olmayışı, sıcaklık ve bağıl nemin belirli sınırlar içinde kalması yapılan denemelerin mümkün olduğunca dış ortamdan etkilenmeden gerçekleşmesine olanak tanımıştır.

Ancak arazi çalışmalarında rüzgar hızının, bağıl nemin, sıcaklığın ve bitki gelişim döneminin kontrolleri pratikte mümkün olamamaktadır. Bu sebepten denemeler kısa süre içinde bitirilmeye çalışılmıştır. Çalışmalara günün erken saatlerinde başlanmış ve sıcaklık 30°C’yi geçtiğinde sonlandırılmıştır. Denemeler sırasında hava durumu istasyonu ile ölçülen sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı ve yönü ile ilgili bilgiler Çizelge 4.23’te verilmiştir.

Çizelge 4.23. Denemeler sırasında ölçülen ortalama hava sıcaklığı, bağıl nem, rüzgar hızı ve yönü.

Meme Tipleri	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Rüzgar Hızı* (m/s)	Rüzgar Doğrultusu
AIXR 11006	26,4-29,3	42,3-45,7	1,0-1,3	Doğu-batı
Geleneksel 1,2 mm	27,2-27,8	46,1-46,6	0,7-1,1	Doğu-Batı

*2 m yükseklikteki

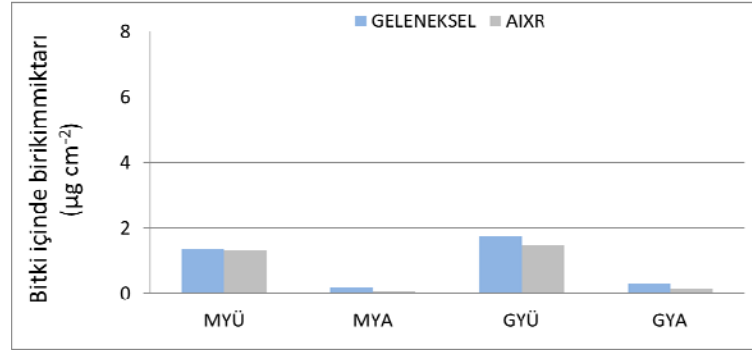
Denemeler boyunca rüzgar sabit bir şiddet aralığında ve Doğu-batı doğrultusunda esmiştir. Hakim rüzgar yönüne göre direklerin doğrultusu belirlenerek rüzgarın etkisi dikkate alınmıştır. Çünkü bitki arkasına oluşan sürüklenmenin belirlenmesinde rüzgar hızıyla birlikte rüzgar yönünün de çok önemli etkisi olabilmektedir. Bayat (1993) ve Jordan et al. (2009) sürüklenme üzerinde rüzgarın ve doğrultusunun önemi olduğu bildirilmişlerdir.

4.9.2. Arazi denemelerinin sonuçları

Kapalı alanda yapılan denemelerden elde edilen sonuçlara göre en uygun meme tipi, hava hızı ve uygulama normu belirlenmiştir. Geleneksel tip meme ile karşılaştırılarak sonuçlar aşağıda açıklanmıştır.

4.9.2.1. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile yapılan arazi çalışmalarında, asma bitkisi içindeki MYÜ, MYA, GYÜ ve GYA bölgelerinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları ile ilgili sonuçlar

Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda^{-1} uygulama normunda ve $45000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi içindeki örnekleme bölgeleri olan MYÜ, MYA, GYÜ ve GYA bölgelerinde ölçülen iz maddesi birikim miktarları Şekil 4.35'te görülmektedir. MYÜ bölgesinde her iki memede de hemen hemen aynı miktarlarda iz maddesi birikimi olurken, GYÜ bölgesinde Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda daha fazla iz maddesi birikimi olduğu görülmektedir. MYA ve GYA bölgelerinde ise MYÜ ve GYÜ bölgelerine göre çok daha az iz maddesi birikimi oluşmuştur. Bu bölgelerde Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda ölçülenden daha fazla iz maddesi birikimi ölçülmüştür.

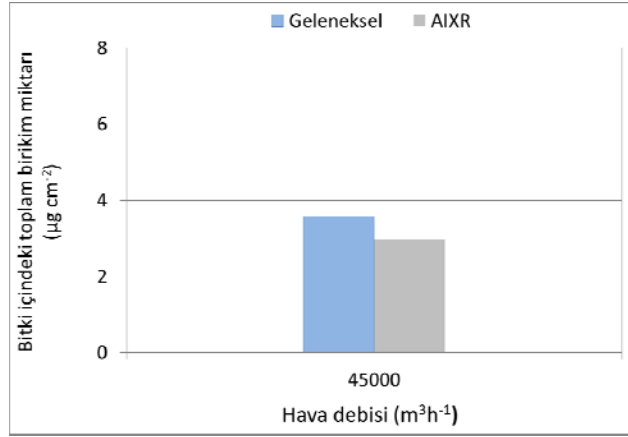


Şekil 4.35. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda^{-1} uygulama normunda ve $45000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi içindeki örnekleme bölgelerinde (MYÜ, MYA, GYÜ, GYA) ölçülen ortalama iz maddesi miktarları.

4.9.2.2. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile yapılan arazi çalışmalarında, asma bitkisi içinde ölçülen toplam iz maddesi birikim miktarları ile ilgili sonuçlar

Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda^{-1} uygulama normunda ve $45000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi içinde ölçülen toplam iz maddesi birikim miktarları Şekil 4.36'da görülmektedir. Bitki içinde Geleneksel

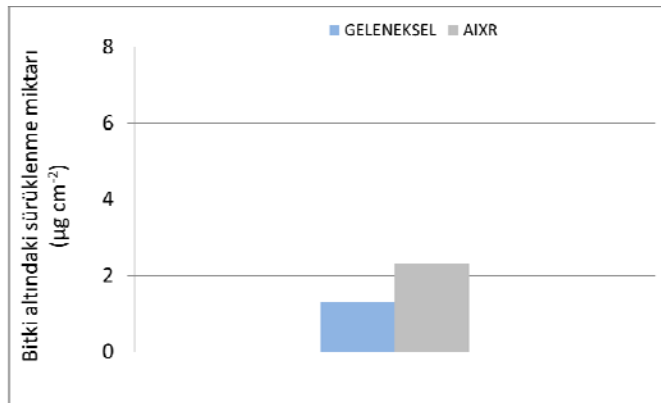
tip meme ile yapılan çalışmalarda AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda ölçülenden daha fazla iz maddesi birikimi olmuştur.



Şekil 4.36. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi içindeki örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam iz maddesi miktarları.

4.9.2.3. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile yapılan arazi çalışmalarında, asma bitkisinin altında yerde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

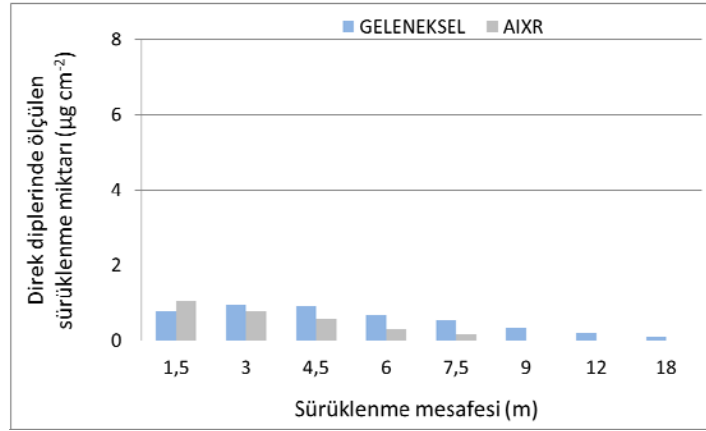
Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi altındaki örnekleme noktalarından ölçülen diğer bir ifade ile yere sürüklenen toplam iz maddesi miktarları Şekil 4.37’de görülmektedir. Asma bitkisi yaprakları üzerinden akarak yere sürüklenen iz maddesi miktarının AIXR tip meme ile çalışmada daha fazla olduğu aynı şekilden görülmektedir.



Şekil 4.37. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisinin altında yerde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.

4.9.2.4. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile yapılan arazi çalışmalarında, asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

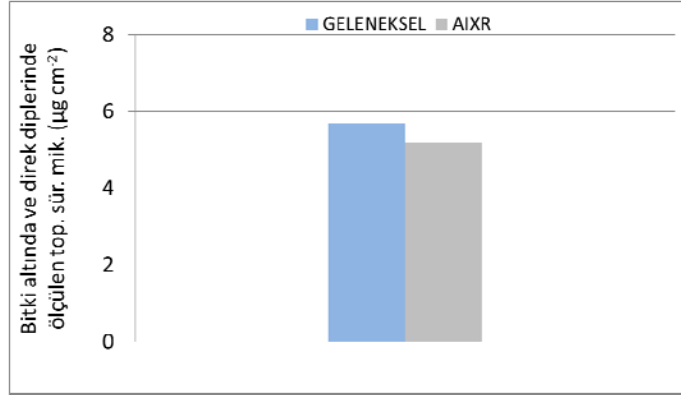
Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda^{-1} uygulama normunda ve $45000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisinin arkasında belirli mesafelerde (1,5; 3; 4,5; 6; 7,5; 9; 12 ve 18 m) bulunan direklerin diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları Şekil 4.38’de görülmektedir. AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda damlacıkların 7,5. m’ye kadar, Geleneksel tip meme ile çalışmalarda ise damlacıkların 18. m’ye kadar sürüklendiği görülmektedir. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda 1. direk hariç diğer bütün ölçüm yapılan direk diplerinde daha fazla iz maddesinin ölçüldüğü aynı şekilde görülmektedir.



Şekil 4.38. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda^{-1} uygulama normunda ve $45000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları.

4.9.2.5. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile yapılan arazi çalışmalarında, yere oluşan toplam sürüklenme miktarlarıyla ilgili sonuçlar

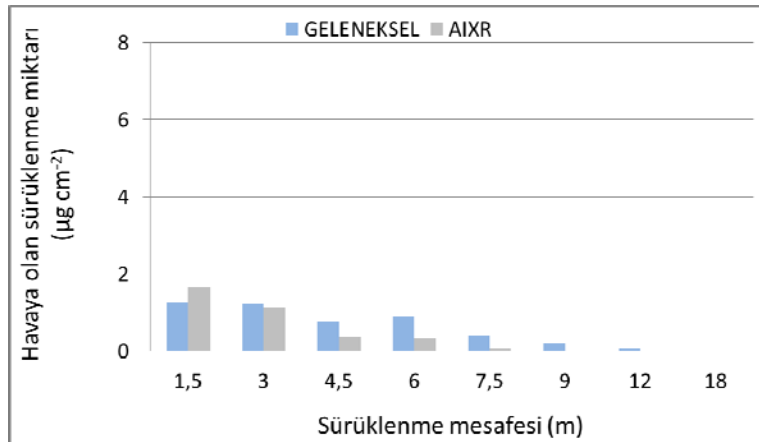
Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda^{-1} uygulama normunda ve $45000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ hava debisinde yapılan çalışmalarda toplam yere giden iz maddesi değerleri Şekil 4.39’da gösterilmiştir. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda toplam yere sürüklenme miktarlarının daha fazla olduğu aynı şekilde görülmektedir.



Şekil 4.39. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda yere giden toplam sürüklenme miktarları.

4.9.2.6. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile yapılan arazi çalışmalarında, asma bitkisi arkasında bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarından ölçülen havaya olan toplam sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

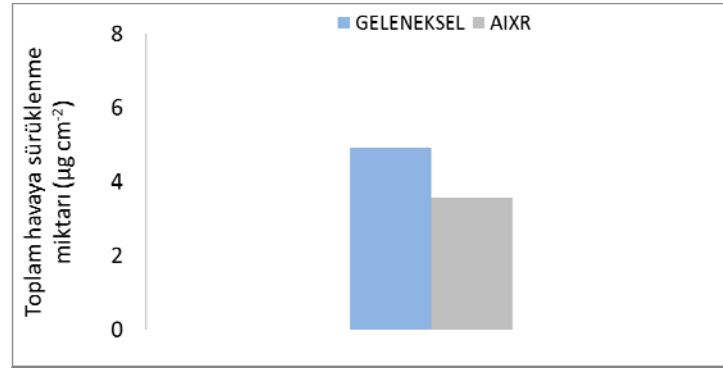
Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisinin arkasında belirli mesafelerde (1,5; 3; 4,5; 6; 7,5; 9; 12 ve 18 m) bulunan direklerde ölçülen toplam havaya olan sürüklenme miktarları Şekil 4.40'den görülebilmektedir. AIXR tip meme ile çalışmada hedef bitkinin 1,5 m arkasında bulunan 1. direkte ölçülen toplam iz maddesi miktarı Geleneksel tip meme ile çalışmada ölçülen miktardan daha fazla olmakla birlikte sonraki direklerde bu durumun tersinin gerçekleştiği aynı şekilde görülmektedir.



Şekil 4.40. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarından ölçülen havaya olan toplam sürüklenme miktarları.

4.9.2.7. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile yapılan arazi çalışmalarında, asma bitkisi arkasındaki direklerin üzerindeki örnekleme noktalarından ölçülen havaya olan ve mesafeden bağımsız olarak hesaplanan toplam sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

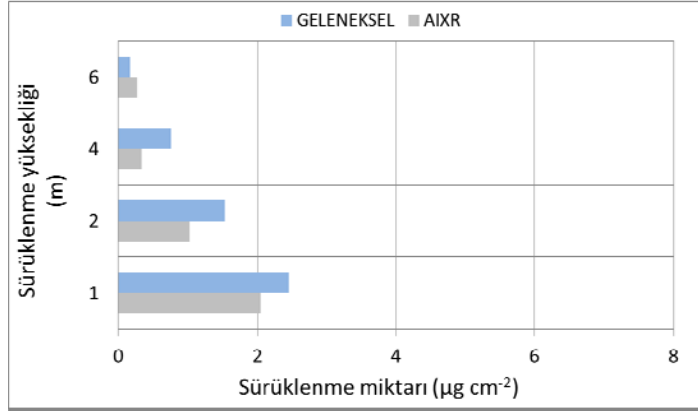
Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda^{-1} uygulama normunda ve $45000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisinin arkasında bulunan direklerde ölçülen toplam sürüklenme miktarları Şekil 4.41’de görülmektedir. Geleneksel tip meme ile çalışmalarda AIXR tip meme ile çalışmalara göre daha fazla sürüklenme oluşmuştur.



Şekil 4.41. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda^{-1} uygulama normunda ve $45000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarından ölçülen toplam havaya olan sürüklenme miktarları.

4.9.2.8. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile yapılan arazi çalışmalarında, asma bitkisi arkasında bulunan direklerin belirlenen yüksekliklerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda^{-1} uygulama normunda ve $45000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisinin arkasında bulunan direklerin 1.; 2.; 4. ve 6. m’lerinde ölçülen sürüklenme miktarları Şekil 4.42’de görülmektedir. Ölçüm yapılan 1., 2. ve 4. m’lerde Geleneksel tip meme ile çalışmada daha fazla sürüklenme olurken, 6. m’de AIXR tip meme ile çalışmada daha fazla sürüklenme olduğu aynı şekilden görülmektedir.



Şekil 4.42. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi arkasında bulunan direklerin belirlenen yüksekliklerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları.

4.9.3. Arazi çalışmalarına ait istatistiksel analiz sonuçları

Bu bölümde arazide yapılan denemelerden elde edilen verilerin istatistiksel analiz sonuçları verilmiştir. Asma bitkisi içindeki birikim miktarları ve sürüklenme miktarları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.9.3.1. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile yapılan arazi çalışmalarında, asma bitkisi içindeki MYÜ bölgesinden ölçülen toplam iz maddesi birikim miktarları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları

Arazi denemelerinde kullanılan meme tiplerinin oluşturduğu MYÜ bölgesindeki ortalama iz maddesi birikim miktarları için yapılan istatistik analiz sonucu Çizelge 4.24'te gösterilmiştir. Bu çizelgeden iki meme tipi arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.24. Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-MYÜ için).

Meme tipi	Gruplar	Ort.
Geleneksel - arazi	A	1,3595
AIXR - arazi	A	1,3085

4.9.3.2. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile yapılan arazi çalışmalarında, asma bitkisi içindeki MYA bölgesinden ölçülen toplam iz maddesi birikim miktarları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları

Arazi denemelerinde kullanılan meme tiplerinin oluşturduğu MYA bölgesindeki ortalama iz maddesi birikim miktarları için yapılan istatistik analiz

sonucu Çizelge 4.25'te gösterilmiştir. Bu çizelgeden iki meme tipi arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı görülebilmektedir.

Çizelge 4.25. Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-MYA için).

Meme tipi	Gruplar	Ort.
Geleneksel - arazi	A	0,18225
AIXR - arazi	A	0,0695

4.9.3.3. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile yapılan arazi çalışmalarında, asma bitkisi içindeki GYÜ bölgesinden ölçülen toplam iz maddesi birikim miktarları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları

Çizelge 4.26 incelendiğinde, Geleneksel tip meme ile çalışmada bitki içindeki GYÜ bölgesinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları AIXR tip meme ile çalışmada ölçülenden daha fazla olduğu görülmektedir. Ancak aynı çizelgeden bu iki meme tipi arasındaki oluşan farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.26. Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-GYÜ için).

Meme tipi	Gruplar	Ort.
Geleneksel - arazi	A	1,734125
AIXR - arazi	A	1,455

4.9.3.4. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile yapılan arazi çalışmalarında, asma bitkisi içindeki GYA bölgesinden ölçülen toplam iz maddesi birikim miktarları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları

Çizelge 4.27 incelendiğinde, Geleneksel tip meme ile çalışmada bitki içindeki GYA bölgesinde ölçülen ortalama iz maddesi birikim miktarları AIXR tip meme ile çalışmada ölçülenden daha fazla olduğu görülmektedir. Ancak aynı çizelgeden bu iki meme tipi arasındaki oluşan farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.27. Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-GYA için).

Meme tipi	Gruplar	Ort.
Geleneksel - arazi	A	0,306635
AIXR - arazi	A	0,1315

4.9.3.5. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile yapılan arazi çalışmalarında, asma bitkisinin içinde ölçülen toplam birikim miktarlarıyla ilgili yapılan istatistiksel analiz sonuçları

Çizelge 4.28 incelendiğinde, Geleneksel tip meme ile çalışmada bitki içindeki ölçüm bölgelerindeki toplam birikim AIXR tip meme ile çalışmada ölçülenden daha fazla olduğu görülmektedir. Aynı çizelgeden bu iki meme arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.28. Meme tiplerinin toplam gruplandırılması (Arazi-bitki içi için).

Meme tipi	Gruplar	Ort.
Geleneksel - arazi	A	3,58251
AIXR - arazi	B	2,9645

4.9.3.6. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile yapılan arazi çalışmalarında, asma bitkisinin altında yerde ölçülen toplam iz maddesi miktarları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları

AIXR tip meme ile çalışmada daha fazla iz maddesinin asma bitkisinin altına doğru sürüklendiği görülmektedir (Çizelge 4.29). İki meme arasında oluşan fark ise istatistiksel olarak önemli olmuştur.

Çizelge 4.29. Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-bitki altı için).

Meme tipi	Gruplar	Ort.
AIXR - arazi	A	2,311538
Geleneksel - arazi	B	1,3125

4.9.3.7. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile yapılan arazi çalışmalarında, asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin diplerinde ölçülen sürüklenme miktarları ile ilgili sonuçlar

Bu kısımda asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde (1,5., 3., 4,5., 6., 7,5., 9., 12. ve 18. m'lerinde) bulunan direklerin diplerindeki örnekleme bölgelerinden ölçülen, bir başka ifade ile yere olan sürüklenme miktarları ile ilgili istatistiksel analiz sonuçları açıklanmıştır. Yere sürüklenen iz maddesi miktarı Geleneksel tip meme ile çalışmada daha fazla olurken, AIXR tip meme ile çalışmada ölçülen sürüklenme miktarı ile arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-direk dipleri için).

Meme tipi	Gruplar		Ort.
Geleneksel - arazi	A		4,393
AIXR - arazi		B	2,853621

4.9.3.8. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile yapılan arazi çalışmalarında, yere giden toplam sürüklenme miktarları için yapılan istatistiksel analiz sonuçları

Geleneksel tip meme ile çalışmada daha fazla iz maddesinin yere sürüklendiği görülmektedir (Çizelge 4.31). İki meme arasında oluşan fark ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.31. Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-toplam yer için).

Meme tipi	Gruplar		Ort.
Geleneksel - arazi	A		5,706014
AIXR - arazi		B	5,165158

4.9.3.9. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile yapılan arazi çalışmalarında, havaya olan toplam sürüklenme miktarlarıyla ilgili yapılan istatistiksel analiz sonuçları

Asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde (1,5.; 3.; 4,5.; 6.; 7,5.; 9.; 12. ve 18. m'lerinde) bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarından ölçülen, bir havaya olan sürüklenme miktarları ile ilgili istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.32'den görülmektedir. Direklerde toplanan iz maddesi miktarı Geleneksel tip meme ile çalışmada daha fazla olmuştur. AIXR tip meme ile çalışmada ölçülen iz maddesi miktarı ile Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda ölçülen iz maddesi arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemli çıkmıştır.

Çizelge 4.32. Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-havaya sürüklenen için).

Meme tipi	Gruplar		Ort.
Geleneksel - arazi	A		4,904565
AIXR - arazi		B	3,6685

4.9.4. Arazi çalışmalarına ait VMD ve kaplama oranı değerleri ile ilgili sonuçlar

Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan denemelerde bitki içine yerleştirilmiş MYÜ ve GYÜ

bölgelerindeki suya duyarlı kağıtların analiz edilmesiyle VMD ve kaplama oranı değerleri hesaplanmıştır.

AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda MYÜ ve GYÜ bölgelerinde ölçülen VMD değerlerinin Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda elde edilen değerden daha büyük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.32). Kapsama oranlarına bakıldığında GYÜ bölgesinde Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda daha yüksek bir kapsama oranının ölçülürken MYÜ bölgesinde AIXR tip meme ile çalışmada %1 daha yüksek bir kapsama oranı ölçülmüştür (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.33. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi içinde ölçülen VMD değerleri.

Meme Tipi	Konum	Hacimsel Ortalama Çap (µm)
GELENEKSEL	MYÜ	134
	GYÜ	158
AIXR	MYÜ	260
	GYÜ	388

Çizelge 4.34. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda asma bitkisi içinde ölçülen kapsama oranı değerleri.

Meme Tipi	Konum	Kapsama Oranı (%)
GELENEKSEL	MYÜ	30
	GYÜ	34
AIXR	MYÜ	31
	GYÜ	27

4.9.5. Arazi çalışma sonuçlarının genel değerlendirilmesi

Arazi çalışmalarının sonuçları bitki içi birikim, kapsama oranı ve sürüklenme değerleri bakımından incelenmiştir.

Asma bitkisi içindeki MYÜ ve GYÜ bölgelerindeki birikim, MYA ve GYA bölgelerinde birikimden çok daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bunun sebebi bağ sırasının tek bir tarafından geçilerek püskürtme işleminin yapılması olduğu düşünülmektedir. Buna benzer sonuçlar kapalı alan denemelerinde de elde edilmiştir. Asma bitkisi içindeki MYÜ, MYA, GYÜ ve GYA bölgelerinde, Geleneksel tip meme ile çalışmada daha fazla birikim sağlanmasına karşın AIXR ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Bkz. Çizelge 4.24,

4.25, 4.26 ve 4.27). Ancak bitki içindeki toplam birikime bakıldığında Geleneksel tip meme ile AIXR tip meme arasındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmıştır (Bkz. Çizelge 4.28).

Gerçek asma bitkisi üzerinde ölçülen kaplama oranı ve VMD değerleri incelendiğinde GYÜ bölgesinde daha küçük VMD değerine sahip olan Geleneksel memenin oluşturduğu damlaların, AIXR’da oluşanlara göre daha iyi bir kaplama sağladığı belirlenmiştir. Buna karşın MYÜ bölgesinde ölçülen kaplama oranları arasında çok az fark görülmektedir (Bkz. Çizelge 4.33 ve 4.34).

Asma bitkisi altındaki yere sürüklenen iz maddesi miktarı AIXR tip meme ile çalışmada daha fazla olmuştur (Bkz. Şekil 4.37). İstatistiksel olarak da Geleneksel meme ile oluşan sürüklenme miktarları arasındaki fark önemli bulunmuştur (Bkz. Çizelge 4.29).

Direk diplerinde ölçülen sürüklenme değerleri incelendiğinde Geleneksel meme tipi ile çalışmada daha fazla sürüklenme olduğu görülürken istatistiksel olarak da AIXR tip meme ile arasındaki fark önemli bulunmuştur (Bkz. Çizelge 4.30). AIXR tip meme ile en uzak sürüklenme mesafesi 7,5 m olurken, Geleneksel meme ile damlacıklar 18. m’ye kadar ulaşmıştır (Bkz. Şekil 4.38). Asma bitkisi arkasında 1,5 m uzaklıkta bulunan direk üzerinde AIXR tip meme ile çalışmada daha fazla sürüklenme olurken diğer direklerde Geleneksel tip meme ile çalışmada daha fazla sürüklenme değerleri ölçülmüştür.

Hacimsel ortalama çap değerleri incelendiğinde, daha küçük VMD değerine sahip Geleneksel tip memede ile daha fazla miktarda sürüklenme miktarı ölçülmüştür. Bu açıdan incelendiğinde sonuçların genel literatür bilgisi ile de uyumlu olduğu görülmektedir.

Toplam yere sürüklenme bakımından iki meme tipi incelendiğinde Geleneksel tip meme ile çalışmalarda daha fazla iz maddesinin yere sürüklendiği görülürken iki meme tipi arasındaki fark istatistiksel olarak da önemli çıkmıştır (Bkz. Şekil 4.39, Çizelge 4.31).

Havaya oluşan sürüklenme incelendiğinde Geleneksel meme tipi ile çalışmada daha fazla sürüklenme olduğu görülürken istatistiksel olarak da AIXR tip meme ile arasındaki fark önemli bulunmuştur (Bkz. Şekil 4.41, Çizelge 4.32). Asma bitkisi arkasında 1,5 m uzaklıkta bulunan direk üzerinde AIXR tip meme ile çalışmada daha fazla sürüklenme olurken diğer direklerde Geleneksel tip meme ile çalışmada daha fazla sürüklenme değerleri ölçülmüştür (Bkz. Şekil 4.40).

Yüksekliklere göre yapılan ölçümlerde her iki meme tipi ile çalışmada damlacıklar 6. m'ye kadar ulaşmışlardır (Bkz. Şekil 4.42). Bu yükseklikte AIXR tip meme ile çalışmada daha fazla sürüklenme miktarı ölçülmüştür. Diğer bütün yüksekliklerde Geleneksel tip meme ile çalışmada daha fazla sürüklenme miktarları ölçülmüştür.

Çizelge 4.35'te arazi çalışmalarında elde edilen sonuçlar toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 4.35. Geleneksel ve AIXR tip memeler ile 90 Lda⁻¹ uygulama normunda ve 45000 m³h⁻¹ hava debisinde yapılan çalışmalarda elde edilen ölçüm sonuçları.

	Geleneksel	AIXR
* Asma bitkisi içindeki örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam iz maddesi miktarları ($\mu\text{g cm}^{-2}$)	3,58	2,97
* Asma bitkisinin altında yerde bulunan örnekleme bölgelerinde ölçülen toplam sürüklenme miktarları ($\mu\text{g cm}^{-2}$)	1,31	2,31
* Yere giden toplam sürüklenme miktarları ($\mu\text{g cm}^{-2}$)	5,70	5,17
* Asma bitkisi arkasında belirli mesafelerde bulunan direklerin üzerindeki örnekleme noktalarında ölçülen toplam havaya olan sürüklenme miktarları ($\mu\text{g cm}^{-2}$)	4,90	3,55
En yüksek sürüklenme mesafesi (m)	6	6
En uzak sürüklenme mesafesi (m)	18	7,5
Kaplama oranı (%)	32	29

* İki meme tipi arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

Genel olarak bitki içi birikim miktarı, kaplama oranı ve bitki altına sürüklenme değerleri bakımından Geleneksel tip meme daha iyi çıkmıştır. AIXR tip meme ise yere, havaya ve toplam yere sürüklenme bakımından daha iyi sonuçlar vermiştir. Bu çizelgede dikkat edilmesi gereken bir konu da sürüklenme uzaklıklarıdır. Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda AIXR tip meme ile yapılan çalışmalara göre 2,5 kat daha uzağa damlacıkların sürüklendiği görülmektedir. Denemelerin yapıldığı sıradaki düşük rüzgar hızı dikkate alındığında Geleneksel tip meme ile oluşan sürüklenme mesafesinin çok önemli olduğu görülmektedir.

5. SONUÇ

Tarımsal mücadele yöntemlerinden biri olan kimyasal mücadele, diğer yöntemlere göre uygulamasının kolay, ucuz ve etkisinin çok hızlı olması nedeniyle ilk sırada tercih edilmektedir. Bunun sonucunda yoğun olarak kullanılan tarım ilaçları çevre ve dolayısıyla insan sağlığını doğrudan veya dolaylı yoldan olumsuz etkilemektedir. Ancak, tarım ilaçlarının bilinen zararlarını azaltmak mümkündür. Tarım ilaçlarının zararlarının azaltılması düzenli bakımları yapılmış bir ilaçlama makinasının uzman kişiler tarafından doğru ayarlarla kullanılmasıyla mümkün olabilmektedir. Başarılı yapılan kimyasal mücadele ile tarım ilaçlarının bilinen olumsuzlukları en alt seviyeye indirilebilmektedir.

İlaç sürüklenmesinin matematiksel modelleme çalışmalarıyla belirlenmesi konusunda literatürde birçok araştırma bulunmaktadır. Bu çalışmalar genellikle tamamen rüzgar tüneli gibi kontrollü koşullarda yapılmıştır. Denemelerin kapalı alanda yapılması sadece rüzgarın ortadan kaldırılmasını sağlamıştır. Ancak, bağıl nem ve sıcaklık değerlerine herhangi bir şekilde müdahale edilmemiştir. Bu sebepten dolayı tez projesindeki sürüklenme modelleri kısmen kontrollü şartlar sağlanarak oluşturulmuştur. Oluşturulan modeller belirtilen kısıtlarda sürüklenme miktarlarının hesaplanmasında kullanılabilmektedir. Sürüklenme modelleri, ölçümü yapılmayan mesafelerdeki sürüklenme miktarlarını tahminlemede kullanılabilmektedir. Ancak, bu modellerin doğruluğunun arazi koşullarında yapılan denemelerle kontrol edilmesi gerekmektedir.

İlaçlama işleminde başarıyı etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörler yardımcı hava akımının kullanıldığı ilaçlama makinalarında; uygulama normu, çalışma basıncı, meme tipi, meme plaka delik çapı, ilerleme hızı ve hava debisidir. Gil et al. (1998) ise uygulamanın başarısını etkileyen faktörlerin, ilaçlama yöntemi, uygulama dozu ve ilerleme hızı olduğunu bildirmişlerdir. İlaçlama başarısının belirlenmesinde bitki üzerindeki kaplama oranı, bitki üzerinde birikim ve sürüklenme kayıplarının önemli yeri vardır. Genel olarak her ilaçlamada bitki üzerinde yüksek birikim miktarı ve kaplama oranı olması istenirken, hedef dışına giden ilaç miktarının da mümkün olduğunca düşük olması istenmektedir (Gil and Badiola, 2007; Pezzi and Rondelli, 2000; Pergher and Gubiani, 1995).

Gerek kapalı alan ve gerekse arazi denemelerinde bitkinin iç kısımlarında bulunan yaprak altlarındaki örnek noktalarından ölçülen iz maddesi değerleri oldukça düşük çıkmıştır. Denemelerin tamamında yaprak altında biriken iz

maddesi miktarlarının düşük çıkmasının sebebi, püskürtme işleminin yapay ya da gerçek asma bitkisinin sadece bir tarafından geçilerek yapılmasından dolayı olduğu düşünülmektedir. Çünkü, normal bir ilaçlama sırasında bağ sırasının her iki tarafından geçilmektedir. İlk geçişte ilacın çok az ulaştığı bitki iç kısımlardaki yaprak altları, diğer taraftan geçişte yaprak üstü haline gelerek tekrar ilaçlanabilmektedir. Böylece bağ sırasının her iki tarafından geçilerek yapılan ilaçlamanın yaprak altı kısımlarda daha fazla iz maddesi birikimine sebep olacağı düşünülmektedir. Güler vd. (2009) bağda yaptıkları çalışmada asmanın sadece bir tarafından geçerek ilaçlama yaptıkları için araştırma sonuçlarında sadece yaprak üstlerini dikkate aldıklarını bildirmişlerdir.

Kapalı alan çalışmalarında bitki içindeki birikim miktarı en fazla Geleneksel ve AIXR tip memeleriyle 32000 ve 55000 m³h⁻¹ hava debilerinde, 115 Lda⁻¹ uygulama normunda yapılan çalışmalarda elde edilmiştir. İstatistiksel olarak bu kombinasyonlardaki birikim miktarları arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Ancak, diğer iki meme tipi olan XR ve AI ile karşılaştırıldıklarında bitki içinde oluşan birikim miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli düzeyde olmuştur.

En yüksek uygulama normu olan 115 Lda⁻¹'de bitki içinde birikimin yüksek çıkmasına karşın bitki altına oluşan sürüklenme kayıpları da çoğunlukla fazla olmuştur. Matthews (2000b), uygulama normunun arttırmasıyla damlacıkların üst üste gelerek birleşmesi sonucunda, fazla ilacın bitkinin alt yapraklarına oradan da yere damladığını bildirmiştir. Pergher and Gubiani (1995) de bu konuyla ilgili olarak uygulama normunun artmasıyla damlaların yaprak üzerinden akarak yere olan sürüklenmeyi arttıracağını bildirmişlerdir. Ayrıca uygulama normunun azalması ilaçlama makinasının iş başarısının (depo doldurma için geçen sürenin azalması sebebiyle) yükselmesine sebep olabileceğini belirtmişlerdir (Gil et al., 1998). Bitki altındaki yere sürüklenme bakımından bulunan sonuçlar bahsedilen çalışmalar ile de uyumluluk göstermiştir.

Ülkemizde yapılan bağ ilaçlamalarında genel olarak çok yüksek çalışma basınçları ve hava debileri tercih edilmektedir. Yüksek çalışma basınçlarında damlacık çapı küçülerek kaplama oranını iyileştirir. Ancak, oluşan küçük damlaların sürüklenme potansiyeli yüksek olur. Derksen et al. (2007) ise sürüklenmenin azaltılması için en yaygın önerinin damlacıkların çapını arttırarak uzağa sürüklenmesini engellemek ve aynı zamanda küçük damla sayısını azaltmak olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, bu yöntemin tarım ilacının etkinliğinin

azalmasına sebep olabildiğini de vurgulamışlardır. Buradan kaplama oranının veya bitki üzerinde birikimin en iyi olduğu koşullarda sürüklenmenin de fazla olacağı anlaşılmaktadır. Kaplama oranının %100 olması bazı problemler ortaya çıkarabilmektedir. Matthews (2000a), %100 kaplama olduğunda ilacın yere damlayacağını bunun sonucunda da önemli miktardaki tarım ilacının boşa gideceğinden ve böylece hedef dışındaki organizmaların zarar göreceğinden bahsetmiştir. Kapalı alan çalışmalarında bitki içindeki kaplama oranı değerleri incelendiğinde, Geleneksel tip meme ile çalışmalarda %26 ile %81 arasında, AIXR tip meme ile çalışmada ise %12 ile %59 arasında kaplama oranı değerleri ölçülmüştür. Kapalı alan çalışmalarında arazi denemelerinin yapıldığı parametreler olan $45000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ hava debisi ve 90 Lda^{-1} uygulama normunda ölçülen kaplama oranı değerleri Geleneksel tip meme ile MYÜ ve GYÜ bölgelerinde sırasıyla %37 ve %76, AIXR tip meme ile %25 ve %49 ölçülmüştür. Aynı parametrelerde yapılan arazi çalışmalarında ise Geleneksel tip meme ile %30 ve %34, AIXR tip meme ile %31 ve %27 ölçülmüştür. Arazi çalışmalarında aynı parametrelerdeki kapalı alan çalışmalarına göre daha düşük kaplama oranı ölçülmüştür. Bununla birlikte arazide her iki meme tipinde de daha düşük bitki üstü birikim değerleri elde edilmiştir. Gerçek asma bitkisinin yapısal özellikleri (yaprak yapısı, şekli, yüzeyi ve konumu gibi) ile yapay asma bitkisinin yapısal özelliklerinin farklı olması, kaplama oranı değerlerinin ve bitki üstü birikim değerlerinin farklı olmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Bunların yanında yapay asma bitkisi üstündeki örnekleme yerleri ile gerçek asma bitkisi üstündeki örnekleme yerleri birebir aynı yerler olmaması sebebiyle bir başka ifade ile örneklerin tutturulduğu dalların her iki bitkide de farklı yerler olması bitki üstü birikim ve kaplama oranları arasında da fark olmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Bunların dışında kapalı ve açık alandaki meteorolojik koşulların aynı olmaması, paralel sonuçların oluşmamasına sebep olduğu tahmin edilmektedir.

Kapalı alanda yapılan çalışmalarda toplam yere sürüklenme incelendiğinde en yüksek sürüklenmenin XR tip meme ile yapılan çalışmalarda elde edildiği görülmektedir. Yere oluşan toplam kayıpların Geleneksel ve AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda hava debisinin artmasıyla arttığı belirlenmiştir. Pochi et al. (1998) $250-400 \text{ Lha}^{-1}$ uygulama normlarında Albuz marka memelerle farklı basınçlarda yaptıkları çalışmalarda basıncın 10 bar'dan 15 bar'a çıkarılmasının bir başka ifade ile uygulama normun arttırılmasının yere olan sürüklenmeyi de arttırdığını bildirmişlerdir.

Balsari et al. (2008) ise çalışmalarında yüksek hava debisi ve çalışma basıncında kullanılan içi boş konik hüzmeli meme ile yere olan sürüklenmenin arttığını, düşük çalışma basıncında kullanılan hava emişli memelerle ise %37'ye varan oradan sürüklenmenin azaldığını bildirmişlerdir. Bahsedilen çalışma sonuçları ile bu tez sonuçları benzer özellikler göstermemektedir. Uygulama normunun artmasıyla AIXR tip meme ile yapılan çalışmalarda yere olan toplam sürüklenme Geleneksel tip meme ile çalışmaya göre daha yüksek olmuştur.

Havaya giden sürüklenme incelendiğinde XR tip meme ile yapılan çalışmalarda en yüksek uygulama normu olan 115 Lda^{-1} ve $55000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ hava debisi değerlerinde en fazla sürüklenmenin olduğu görülmüştür. En uzak mesafeye sürüklenme miktarları incelendiğinde, kapalı alan denemelerinde hem AIXR ve hem de Geleneksel tip meme ile çalışmada damlaların 9. m'ye, arazi çalışmalarında ise Geleneksel meme ile çalışmalarda damlacıkların 18. m'ye, AIXR tip meme ile çalışmada ise 7,5. m'ye kadar ulaştığı görülmektedir. Arazi çalışmalarında ölçülen VMD değeri AIXR'a göre küçük olan Geleneksel tip meme ile yapılan çalışmalarda oluşan damlacıkların daha uzağa sürüklendiği belirlenmiştir. Hava akımıyla küçük damlaların uzak mesafelere taşınması beklenen bir sonuçtur. Matthews (2000b), hava akımıyla yapılan ilaçlamalarda büyük damlaların yer çekiminden etkilenmesiyle yakına düştüğünü, küçük damlacıkların ise hava akımı içinde kalarak uzak mesafelere sürüklendiğini bildirmiştir. Bu sebepten dolayı da bahçe ilaçlamalarında çevrenin korunması için daha büyük çaplı damla tercih edildiğini belirtmiştir. İlaçlama yapılan arazinin yakınında insanların yerleşim alanlarının bulunması, üstü açık su kaynaklarının bulunması veya kullanılan kimyasal ilaca hassas bitkilerin bulunması gibi faktörler dikkate alındığında sürüklenen tarım ilacının mümkün olduğunca azaltılması gerektiği daha belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır. Geleneksel meme tipi ile çalışmada çok düşük rüzgar şartlarında damlacıkların 18 m uzaklığa kadar gittiği düşünüldüğünde, rüzgarın daha şiddetli olduğu durumlarda ilaçlamanın çevre ve insan sağlığı için çok önemli bir problem olabileceği göz ardı edilmemelidir.

Yüksekliklere göre oluşan sürüklenme incelendiğinde Geleneksel*90 ve XR*60 parametreleri hariç geriye kalan bütün çalışmalarda damlacıkların 6. m'ye kadar ulaştığı görülmüştür. Bu yükseklikteki en fazla sürüklenme miktarı 115 Lda^{-1} uygulama normu ve $55000 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ hava debisi değerlerinde XR tip meme ile yapılan çalışmalarda ölçülmüştür. İlaç sürüklenmesinde sürüklenme mesafesi ve yüksekliği oldukça önemlidir. Yüksekliklere ulaşan damlacıkların uzak mesafelere

sürüklenmesi daha kolay olmaktadır. Güler (2002) bitki arkasına giden ilacın azaltılması için geleneksel yardımcı hava akımlı ilaçlama makinası için özel bir yönlendirme başlığı tasarlamıştır. Bu başlık kullanıldığında geleneksel makinaya göre havaya olan sürüklenmeyi istatistiksel olarak da önemli ölçüde azalttığı belirtilmiştir. Jensen and Arvidsson (2000), sürüklenen ilaç damlacıklarının komşu tarladaki ürünlere, akarsulardaki organizmalara, doğal bitki örtüsüne ve içme sularına önemli zararlar verebileceğini belirtmiştir. Bu sebeple ilacın uzak mesafelere sürüklenmesi önemli bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Sürüklenme zararlarını en aza indirmek için tarla kenarlarında ilaçlanmayan tampon bölgeler bırakılması kullanılan yöntemlerden biri olabilmektedir. Bırakılacak tampon bölgenin ölçüleri tarla kenarında bulunan su kaynağının ve çalıların özellikleriyle birlikte ilaçlama makinasının özelliklerine (sürüklenmeyi azaltıcı meme tipi, yardımcı hava akımı, çalışma basıncı gibi) bağlıdır (Anonymous, 2012).

Bu tez projesinde pratikte yaygın olarak kullanılan Geleneksel (İçi boş konik hüzmeli) meme tipinin hem bitki üstü birikimi bakımından hem de bitki altına sürüklenme bakımından oldukça iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Ancak, düşük rüzgar şartlarında bile AIXR tip memeye göre 2,5 kat daha fazla uzağa sürüklenmesi mutlaka üzerinde düşünülmesi gereken bir konudur. Özellikle bağın son sırasının ilaçlanması sırasında oluşabilecek sürüklenmeyi azaltmak AIXR tip memenin uygun hava debisi ve uygulama normunda kullanılmasıyla mümkün olabilmektedir.

6. ÖNERİLER

Göhlich et al. (1996) yardımcı hava akımlı bağ-bahçe pülverizatörlerinin çok gelişmiş makinalar olduklarını ve gereksinimlerinin oldukça karmaşık olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanında çevre duyarlılığı yönünden bakıldığında mutlaka geliştirilmesi gereken makinalar olduklarını bildirmişlerdir. Gil and Badiola, (2007) ise meyvedeki ve bağdaki bitki yapısının heterojen olması sebebiyle homojen bir ilaçlamanın yapılmasının zor olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanında laboratuvar koşullarında yapılan çalışmaların arazide benzer sonuçları vermesi beklemenin doğru olmadığını bildirmişlerdir. Gil et al. (1998) ise hava yönlendirmeli makina ve tünel tipi makinanın geleneksel yardımcı hava akımlı makinaya göre gerek bitki içinde birikim miktarı gerekse sürüklenme miktarı olarak çok daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Ancak, mevcut makinalar ile uygun meme tipinin, uygulama normunun ve hava debisinin seçimi yapılarak mümkün olduğunca başarılı bir uygulama yapmak mümkün olabilmektedir. Yukarıda bahsedilen sonuçlar ışığında ilaçlama etkinliğinin iyileştirilmesi ve sürüklenmenin azaltılması açısından yapılan öneriler şu şekildedir.

- Bütün meme tipleri için oluşturulan sürüklenme modellerinin mutlaka doğruluğunu diğer bir ifade ile geçerliliğini saptamak amacıyla ek denemeler yapılmalı ve daha sonraki aşamalarda bu modellerin geliştirilmesi gerekmektedir.
- Denemelerde Geleneksel tip içi boş konik hüzmeli meme yüksek çalışma basıncı sebebiyle ince ve çok ince damla sınıfında damlalar oluşturarak iyi bir kaplama oranı ve bitki üstü birikim oluşturmuştur. Ancak, küçük damlalar hava şartlarına da bağlı olarak çok uzak mesafelere kadar sürüklenmiştir. Bu sebeple Geleneksel tip meme ile çalışmalarda düşük çalışma basınçları ya da büyük meme delik çapının tercih edilmesi sürüklenmenin azaltılmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir.
- Birçok çalışmada da belirtildiği gibi hava yönlendirme başlığı ya da tünel tipi bir ilaçlama makinasının kullanılması sürüklenmeyi önemli ölçüde azaltacağı düşünülmektedir.
- Kaplama oranının düşük olması o ilaçlamanın başarısız olduğu anlamına gelmemektedir. Tarım ilaçlarının yeterli biyolojik etkinliği sağlayabilmesi

için çok iyi bir kaplama oranına her zaman gerek olmayabilir. Düşük kaplama oranı da bazı zararlılarla mücadelede yeterli olabilmektedir. Yeterli kaplama oranının belirlenmesi ancak biyolojik etkinliğin kontrol edilmesi ile mümkün olabilmektedir. Özellikle gereğinden fazla kaplama oranı sağlanan durumlarda ilacın yaprak üstünden akarak sürüklenmeye sebep olabileceği göz ardı edilmemelidir.

- Genel olarak yüksek hava debilerinde kaplama oranı daha iyi olsa da, yere ve havaya sürüklenme de fazla olmaktadır. Bu sebeple ilaçlama işleminde mümkün olduğunca düşük hava debisi önce insan sağlığı sonra da ekosistemin korunması için oldukça önemli bir tercih olabilmektedir. Bağıın son sıranın ilaçlanmasında hava debisinin düşürülmesi ya da tamamen kapatılması sürüklenmenin özellikle mesafe bakımından azaltılmasında önemli yarar sağlayacağı düşünülmektedir.
- Yüksek uygulama normlarının yerine daha düşük uygulama normlarının tercih edilmesi hem bitki içinde birikimin uygun olması açısından hem de sürüklenen ilaç miktarının azalması açısından son derece önemlidir. Ayrıca, düşük uygulama normu ile depo doldurma zamanının kısaltılması ve böylece iş başarısının artması sağlanabilmektedir.
- İlaçlama yapılacak tarlanın kenarında akan ya da durgun su kaynağının olması, ilaçlamanın çok daha dikkatli yapılmasına sebep olmalıdır. Su kaynağı yakınlarında ilaçlama yapılacaksa ilaçlanmamış tampon bölgeler bırakılmalıdır. Eğer su kaynağı kenarında doğal bitkilerden oluşan bir duvar var ise bu duvarın mümkün olduğunca yüksek olmasına dikkat edilmelidir.
- Özellikle hassas bölgelere yakın bağlarda geleneksel yardımcı hava akımlı bir makina ile çalışılacaksa seçilecek meme tipi mutlaka sürüklenmeyi azaltıcı tip meme olmalıdır. Çünkü, AIXR tipindeki farklı üreticilerin piyasaya sunduğu sürüklenmeyi azaltıcı memeler kullanılmasıyla sürüklenme mesafesi azaltılabilmekte ve böylece riskin alt seviyelere inmesi sağlanabilmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Ade, G., Molari, G. and Rondelli, V., 2007, Recycling Tunnel Sprayer for Pesticide Dose Adjustment to The Crop Environment, Transactions of the ASAE, Vol. 50(2): 409–413-ISSN 0001–2351.

Anonymous, 2006, Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013) Kimya Sanayii Özel İhtisas Komisyonu Tarım İlaçları Çalışma Grubu Raporu Ocak 2006 Ankara, 54s.

Anonymous, 2009a, Annual report, The Rapid Alert System for Food and Feed ISSN1830-7302, http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/docs/report2009_en.pdf, erişim tarihi: 22.10.2009.

Anonymous, 2009b, Spray Nozzle Classification By Droplet Spectra, ANSI/ASAE S572.1 MAR2009.

Anonymous, 2011a, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Bağ Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele. Ankara – 2011, 56s.

Anonymous, 2011b, 2006 and 2007 Market Estimates, Pesticides Industry Sales and Usage Report, Biological and Economic Analysis Division Office of Pesticide Programs Office of Chemical Safety and Pollution Prevention U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC 20460 February 2011, 33p.

Anonymous, 2011c, 2010 Yılı Üzüm Raporu Ocak – T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Teşkilatlandırma Genel Müdürlüğü, 13s.

Anonymous, 2011d, Kurutmaya Yönelik Sultani Çekirdeksiz Üzüm Yetiştiriciliği El Kitabı. Bornova Zirai Mücadele ve Araştırma Enstitüsü Yayınları, Mayıs 2011, 104s.

Anonymous, 2012, <http://www.pesticides.gov.uk>, erişim tarihi: 17.01.2012

Balsari, P. and Marucco, P., 2004, Influence of Canopy Parameters on Spray Drift in Vineyard, Aspects of Applied Biology 71, Volume-2, International Advances in Pesticide Application, 157-164pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Balsari, P., Marucco, P. and Tamagnone, M., 2005, A System to Assess the Mass Balance of Spray Applied to Tree Crops, ASAE, Vol. 48(5): 1689-1694pp.

Balsari P., Marucco P., Oggero G. and Tamagnone M., 2008, Reduction of the Pesticide Losses and The Improvement of Spray Deposit Through the Study of Sprayer Optimal Air Velocities in Vineyard. International Conference: September 15-17, 2008 Ragusa – Italy “Innovation Technology to Empower Safety, Health and Welfare in Agriculture and Agro-food Systems”.

Bayat. A., 1993, Pestisit Uygulamalarında Drift Oluşumu ve Driftin Azaltılmasına Yönelik Görüşler. 5th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, 11-14 October 1993, Kuşadası, Türkiye.

Bui, Q.D., Womac, A.R., Howard, K.D., Mulrooney, J.E. and Amin, M.K., 1998, Evaluation of Samplers for Spray Drift, Transactions of the ASAE, Vol. 41(1):37-41 0001-2351 / 98 / 4101-37.

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, Bornova, İzmir (Yayınlanmamış Tez).

Costa, A.G.F., Miller, P.C.H. and Tuck, C. R., 2006, The Development of Wind Tunnel Protocols for Spray Drift Risk Assessment, Aspects of Applied Biology 77, International Advances in Pesticide Application.

Cross, J.V., Walklate, P.J., Murray, R.A. and Richardson, G.M., 2003, Spray Deposits and Losses in Different Sized Apple Trees from an Axial Fan Orchard Sprayer: 3. Effects Of Air Volumetric Flow Rate, Crop Protection 22 (2003) 381-394pp.

Çelik, H., Kunter, B., Söylemezoğlu, G., Ergül, A., Çelik, H., Karataş, H., Özdemir, G. ve Atak, A., 2010, Bağcılığın Geliştirilmesi Yöntemleri ve Üretim Hedefleri, Türkiye Ziraat Mühendisliği 7. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara. Bildiriler Kitabı-1, 493-513s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Çilingir, İ. ve Dursun, E., 2002, Bitki Koruma Makinaları, Ders Kitabı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1531 , Bornova-İzmir, 248s.

Delen, N., Durmuşoğlu, E., Güncan, A., Güngör, N., Turgut, C. ve Burçak, A., 2005, Türkiye’de Pestisit Kullanımı, Kalıntı ve Organizmalarda Duyarlılık Azalışı Sorunları, Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongresi, 21s.

Derksen, R.C., Coffman, C.W., Jiang, C. and Gulyas, S.W., 1999, Influence Of Hooded and Air-Assist Vineyard Applications on Plant and Worker Protection, Transactions of the ASAE, 42(1): 31-36pp.

Derksen, R.C., Zhu, H., Fox, R.D. , Brazee, R.D. and Krause, C.R., 2007, Coverage and Drift Produced by Air Induction and Conventional Hydraulic Nozzles Used for Orchard Applications, Published in Transactions of the ASAE, 50(5): 1493-1501pp.

Durmuşoğlu, E., Tiryaki, O. ve Canhilal, R., 2010, Türkiye’de Pestisit Kullanımı, Kalıntı ve Dayanıklılık Sorunları. Türkiye Ziraat Mühendisliği 7. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara. Bildiriler Kitabı-2, 589-607s.

Farooq, M. and Salyani, M., 2004, Modeling of Spray Penetration and Deposition on Citrus Tree Canopies, 47(3): 619–627, 2004 ASAE ISSN 0001–2351.

Fox, R.D., Derksen, R.C., Brazee, R.D. and Ozkan, H.E., 1998, Drift Measurement: Methods and Techniques. FAFE Department, The Ohio State University, 16p

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 19(5): 549–552pp. 2003 ASAE, ISSN 0883–8542.

Fritz, B.K. and Hoffmann, W.C., 2008, Development of a System for Determining Collection Efficiency of Spray Samplers. Applied Engineering in Agriculture Vol. 24(3): 285–293pp. 2008 ASAE, ISSN 0883-8542.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Gil, E. and Badiola J., 2007, Design and Verification of a Portable Vertical Patternator for Vineyard Sprayer Calibration, Vol. 23(1): 35-42pp. ASAE, ISSN 0883-8542.

Gil, E., Barrufet, J.M., Cluet, M and Teruel, J.A., 1998, Improvement of the Pesticide Applications in Vineyard. Relationship between Methodology of Application and Quality Parameters, Paper No: 98-A-015 EurAgEng.

Göhlich, H., Ganzelmeier, H. and Backer, G., 1996, Air-Assisted Sprayers for Applications in Vine, Orchard and Similar Crops. EPPO Bulletin, (26): 53-58pp.

Güler, H., 2002, Değişken Hava Akımı ve İlaç Püskürtme Yöntemlerinin Tele Alınmış Bağlarda İlaç Dağılım Düzgünlüğüne Olan Etkileri, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bornova, İzmir.

Güler, H., Urkan, E., Caner, Ö. ve Tozan, M., 2009, Prototip Bir Hava Akımı Yönlendirme ve İlaç Püskürtme Ünitesinin Bağlarda İlaç Dağılım Düzgünlüğüne Olan Etkileri. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Raporu. Proje No: 20006-ZRF-019.

Heijne, B., 2000, Fruit Tree Spraying with Coarse Droplets and Adjuvants. Aspects of Applied Biology 57, Pesticide Application, 279-283pp.

Herbst, A., 2006, Evaluation of a New Tracer Dye for Measurement of Spray Deposits and Drift, Aspects of Applied Biology 77, International Advances in Pesticide Application, 155-162pp.

Hofman, V. and Solseng, E., 2001, Reducing Spray Drift. AE-1210, Agricultural and Biosystems Engineering.

Jensen P.K. and Arvidsson, T., 2000. Does droplet size affect airborne drift and sedimentation drift to the same extent? Aspects of Applied Biology 57, 2000 Pesticide Application, 91-96pp.

Johnson, D., 1997, A Summary of Ground Application Studies, Spray Drift Task Force.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Matthews, G. A., 2004, How was the pesticide applied?, Elsevier Crop Protection 23, 651-653pp.

Nuyttens, D., Baetens, K., De Schamphelre M. and Sonck, B., 2007, Effect of Nozzle Type, Size and Pressure on Spray Droplet Characteristics, Science Direct Biosystems Engineering, 97 (2007) 333-345pp.

Nuyttens, D., De Schamphelre, M., Verboven, P., Brusselman, E. and Dekeyser, D., 2009, Droplet Size and Velocity Characteristics of Agricultural Sprays, Transactions of the ASAE 52(5): 1471-1480-ISSN 0001-2351.

Ozkan, H. E., 2000, Reducing Spray Drift. Bulletin 816-00, Extension Bulletin, Food, Agricultural, and Biological Engineering, Ohio State University.

Ozkan, H. E., 2005, Recent Developments in Pesticide Application Technology, 9. International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, Izmir, 61-66pp.

Panneton, B. and Lacasse, B. 2004, Effect of Air-Assistance Configuration on Spray Recovery and Target Coverage for a Vineyard Sprayer. 46 Canadian Biosystems Engineering.

Panneton, B., Lacasse, B., Piche and Theriault, M.R., 2006, Pollution Reduction from a Spray Recovery Sprayer, ASAE Meeting Presentation Paper Number: 061123.

Pergher, G. and Gubiani, R., 1995, The Effect of Spray Application Rate and Airflow Rate on Foliar Deposition in a Hedgerow Vineyard, J. Agric. Engng. Res., (61): 205-216pp.

Pezzi, F. and Rondelli, V., 2000, The Performance of an Air-Assisted Sprayer Operating in Vines. J. Agric. Eng. Res. 76, 331-340pp.

Pochi, D., Vannucci, D. and Raparelli, E., 1998, Spraying in a Vineyard: Evaluation of Airborne Spray by Aspirated Air Sampler. AGENG – International Conference on Agricultural Engineering-Oslo.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Salyani, M., 2000, Optimization of Deposition Efficiency For Airblast Sprayers. ASAE 0001-2351 / 00 / 4302-247 VOL. 43(2): 247-253pp.

Salyani, M. and Cromwell, R.P., 1992, Spray Drift From Ground and Aerial Applications Vol. 35(4): July-August, ASAE 0001-2351 / 92 / 3504-1113

Salyani, M. and Whitney, J.D., 1990, Ground Speed Effect on Spray Deposition inside Citrus Trees. ASAE Vol. 33(2) 0001-2351 / 90 / 3302-0361

Smith, D.B., Bode, L.E. and Gerard, P.D., 2000, Predicting Ground Boom Spray Drift, Transactions of the ASAE VOL. 43(3): 547-553pp., American Society of Agricultural Engineers 0001-2351 / 00 / 4303-547

Svensson, S., A. and Fox, R.D., 2002, Measuring Air Velocities and Forces Caused by Orchard Fan Sprayers. Aspects of Applied Biology 66, 2002 International Advances in Pesticide Application, 443-450pp.

Tozan, M., Değirmencioğlu, A., Güler, H. and Saraçoğlu, T., 2005, Prediction Models of Droplet Size from Air-Assisted Sprayer at Different Nozzle Diameters and Working Pressures. Journal of Aegean Agricultural Research Institute. Vol. 15(2): 68- 86pp.

Urkan, E., Herbst, A. and Guler, H., 2011, Drift Potentials of Domestic Manufactured Hollow Cone Nozzles in the Wind Tunnel, 20. International Students Scientific Conference, 25 May 2011. Warsaw, Poland.

Vanucci, D., Pochi, D. and Raparelli, E., 1998, Spraying in Vineyard: Evaluation of Air-Borne Spray by Aspirated Air Sampler. Agricultural Mechanization Research Institute-Operative Machinery Division, Rome/Italy.

Vercruysse, F., Steurbaut, W., Drieghe, S., W. and Dejonckheere, 1999, Off Target Ground Deposits from a Semi-Dwarf Orchard, Crop Protection, (8):565-570pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Wolf, R.E., 2000, Strategies to Reduce Spray Drift. Application Technology Series, Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service.

Yağcıoğlu, A., 2008, Bitki Koruma Makinaları, Ders Kitabı, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 508, Bornova-İzmir, 256s.

Zhu, H., Reichard, D.L., Fox, R.D., Ozkan, H.E. and Brazee, R.D., 2005, Driftsim, a Program to Estimate Drift Distances of Spray Droplets, Applied Engineering in Agriculture. 1 (3): 365-369pp.

ÖZGEÇMİŞ

Erkan URKAN, 1978 yılında İzmir’de doğdu. İlköğrenimini Alsancak Gazi İlkokulunda, orta öğrenimini Bornova Anadolu Lisesi İngilizce Bölümünde tamamladı. 2002 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi (EÜZF) Tarım Makinaları Bölümünde lisans eğitimini, 2005 yılında Tarım Makinaları Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimini tamamladı. Aynı yıl EÜZF Tarım Makinaları Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 2005 yılında doktora eğitimine başlayan URKAN, iyi derecede İngilizce ve temel seviyede Almanca bilmektedir.

EKLER

- Çizelge 1.** AI tip meme ile çalışmada bitki içi ve altında ölçülen ham veriler
- Çizelge 2.** AI tip meme ile çalışmada direklerde ölçülen ham veriler.
- Çizelge 3.** AIXR tip meme ile çalışmada bitki içi ve altında ölçülen ham veriler.
- Çizelge 4.** AIXR tip meme ile çalışmada direklerde ölçülen ham veriler.
- Çizelge 5.** XR tip meme ile çalışmada bitki içi ve altında ölçülen ham veriler.
- Çizelge 6.** XR tip meme ile çalışmada direklerde ölçülen ham veriler.
- Çizelge 7.** Geleneksel tip meme ile çalışmada bitki içi ve altında ölçülen ham veriler.
- Çizelge 8.** Geleneksel tip meme ile çalışmada direklerde ölçülen ham veriler
- Çizelge 9.** AIXR ve Geleneksel tip memeler ile arazi çalışmalarında bitki içi ve altında ölçülen ham veriler
- Çizelge 10.** AIXR ve Geleneksel tip memeler ile arazide çalışmada direklerde ölçülen ham veriler
- Çizelge 11.** Yapay asma bitkisi içindeki örnekleme noktalarına ilişkin varyans analiz sonuçları.
- Çizelge 12.** Yere toplam sürüklenme ile ilgili varyans analiz sonuçları.
- Çizelge 13.** Havaya toplam sürüklenme ile ilgili varyans analiz sonuçları.
- Çizelge 14.** Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-Bitki içi toplam).
- Çizelge 15.** Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-Toplam hava ve yere giden).
- Çizelge 16.** AI tip meme için yapılan Sigma Plot analiz çıktısı.
- Çizelge 17.** AIXR tip meme için yapılan Sigma Plot analiz çıktısı.
- Çizelge 18.** XR tip meme için yapılan Sigma Plot analiz çıktısı.
- Çizelge 19.** Geleneksel tip meme için yapılan Sigma Plot analiz çıktısı.
- Çizelge 20.** AI tip meme için yapılan Minitab analiz çıktısı.
- Çizelge 21.** AIXR tip meme için yapılan Minitab analiz çıktısı.
- Çizelge 22.** XR tip meme için yapılan Minitab analiz çıktısı
- Çizelge 23.** Geleneksel tip meme için yapılan Minitab analiz çıktısı.

Çizelge 1. AI tip meme ile çalışmada bitki içi ve altında ölçülen ham veriler.

AI11005												
Uygulama Normu: 60 Lda ⁻¹												
Hava Debileri (m ³ h ⁻¹)												
32000				45000				55000				
1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	
I2	0,87	0,45	0,53	0,58	0,97	0,80	0,87	0,98	1,31	1,18	1,14	1,51
SU1	0,03	0,24	0,41	0,20	1,17	0,88	1,34	0,98	0,47	0,26	0,09	0,58
SU3	0,26	0,32	0,13	0,30	0,21	0,26	0,23	0,16	0,54	0,19	0,51	0,32
G1	0,02	0,15	0,20	0,31	0,21	0,25	0,15	0,32	0,22	0,27	0,15	0,24
G2	0,15	0,27	0,23	0,25	0,14	0,11	0,08	0,16	0,13	0,18	0,31	0,18
G3	0,22	0,15	0,20	0,17	0,17	0,11	0,08	0,22	0,06	0,19	0,08	0,12
MÜÜ	0,60	0,67	0,53	0,61	0,54	0,45	0,59	0,44	0,81	0,98	0,60	0,85
MÜA	0,06	0,05	0,10	0,07	0,12	0,09	0,14	0,14	0,07	0,13	0,02	0,05
MOÜ	0,88	1,10	0,60	0,69	0,78	0,61	0,73	1,03	1,13	1,23	0,60	1,09
MOA	0,32	0,09	0,07	0,12	0,04	0,05	0,05	0,02	0,15	0,09	0,28	0,05
MAÜ	0,66	0,54	0,29	0,42	0,47	0,55	0,77	0,79	0,95	0,58	0,78	1,01
MAA	0,09	0,15	0,05	0,07	0,17	0,25	0,16	0,11	0,07	0,04	0,13	0,05
GÜÜ	0,92	1,33	1,52	0,83	1,17	1,31	1,24	0,98	1,14	1,25	1,39	1,32
GÜA	0,09	0,02	0,05	0,19	0,29	0,25	0,08	0,13	0,19	0,43	0,27	0,38
GOÜ	1,24	1,23	0,78	1,00	0,81	1,03	0,81	0,98	1,00	1,22	1,01	0,55
GOA	0,20	0,02	0,01	0,01	0,21	0,15	0,22	0,20	0,19	0,08	0,22	0,15
GAÜ	0,65	0,58	0,89	0,95	0,60	0,71	0,57	0,51	0,69	0,81	0,89	0,97
GAA	0,05	0,01	0,09	0,04	0,07	0,01	0,05	0,03	0,06	0,05	0,03	0,02

AI11006												
Uygulama Normu: 90 Lda ⁻¹												
Hava Debileri (m ³ h ⁻¹)												
32000				45000				55000				
1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	
I2	0,97	0,90	0,98	0,87	0,73	0,77	0,75	0,74	0,80	0,90	0,80	0,78
SU1	0,97	0,94	0,90	0,94	0,75	0,69	0,68	0,72	0,57	0,48	0,45	0,47
SU3	0,89	0,92	0,94	0,91	0,61	0,68	0,65	0,62	0,24	0,44	0,30	0,32
G1	0,47	0,56	0,55	0,51	0,51	0,54	0,49	0,53	0,83	0,54	0,62	0,63
G2	0,66	0,63	0,62	0,66	0,83	0,63	0,74	0,78	0,39	0,48	0,47	0,43
G3	0,57	0,63	0,61	0,58	0,38	0,58	0,52	0,46	0,34	0,36	0,34	0,36
MÜÜ	0,65	0,64	0,73	0,80	0,60	0,80	0,72	0,67	0,59	0,74	0,60	0,62
MÜA	0,07	0,06	0,08	0,05	0,16	0,06	0,09	0,13	0,14	0,24	0,21	0,12
MOÜ	0,98	0,85	0,96	0,89	1,32	1,13	1,16	1,22	0,59	0,52	0,33	0,48
MOA	0,11	0,12	0,09	0,06	0,22	0,20	0,21	0,24	0,04	0,18	0,04	0,08
MAÜ	0,79	0,77	0,65	0,72	0,73	0,82	0,72	0,80	1,29	1,02	1,28	1,19
MAA	0,07	0,14	0,10	0,16	0,23	0,35	0,26	0,33	0,20	0,04	0,13	0,05
GÜÜ	1,07	1,02	1,04	1,06	1,25	1,14	1,22	1,17	0,82	1,16	0,80	0,99
GÜA	0,07	0,20	0,13	0,16	0,11	0,11	0,12	0,12	0,14	0,19	0,14	0,14
GOÜ	1,27	1,38	1,33	1,40	0,90	1,14	0,97	1,06	0,98	0,78	0,84	0,62
GOA	0,11	0,12	0,13	0,10	0,09	0,05	0,08	0,06	0,23	0,14	0,32	0,16
GAÜ	0,89	1,02	0,98	0,97	1,14	1,03	1,10	1,05	1,20	1,22	1,10	1,19
GAA	0,22	0,18	0,21	0,18	0,08	0,05	0,10	0,06	0,23	0,12	0,14	0,17

Çizelge 2. AI tip meme ile çalışmada direklerde ölçülen ham veriler.

[illegible]

Çizelge 3. AIXR tip meme ile çalışmada bitki içi ve altında ölçülen ham veriler.

AIXR11004												
Uygulama Normu: 60 Lda ⁻¹												
Hava Debileri (m ³ h ⁻¹)												
	32000				45000				55000			
	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek
I2	0,58	0,62	0,69	0,51	0,51	0,54	0,56	0,53	0,37	0,32	0,42	0,36
SU1	0,33	0,37	0,24	0,27	0,42	0,56	0,41	0,46	0,16	0,63	0,18	0,28
SU3	0,31	0,58	0,19	0,16	0,44	0,48	0,32	0,3	0,43	0,2	0,41	0,44
G1	0,29	0,34	0,32	0,36	0,53	0,25	0,68	0,18	0,41	0,2	0,55	0,51
G2	0,35	0,36	0,37	0,35	0,45	0,46	0,33	0,44	0,44	0,42	0,13	0,21
G3	0,34	0,4	0,39	0,42	0,23	0,24	0,26	0,4	0,36	0,55	0,38	0,52
MÜÜ	1,43	0,71	0,86	0,78	0,84	1,48	0,59	0,52	0,80	1,31	0,75	0,69
MÜA	0,19	0,20	0,07	0,10	0,20	0,01	0,06	0,11	0,06	0,00	0,01	0,01
MOÜ	1,20	1,38	1,30	1,94	0,97	0,99	1,63	1,41	1,03	0,72	0,88	0,96
MOA	0,06	0,14	0,16	0,09	0,40	0,39	0,10	0,20	0,36	0,49	0,44	0,38
MAÜ	1,11	1,19	1,17	1,22	1,01	0,98	1,08	0,92	1,48	1,25	1,44	1,34
MAA	0,04	0,25	0,20	0,14	0,04	0,16	0,03	0,18	0,09	0,22	0,15	0,17
GÜÜ	0,95	1,72	2,10	1,52	1,96	1,20	1,11	0,97	1,13	1,55	1,60	1,10
GÜA	0,05	0,07	0,01	0,02	0,07	0,08	0,17	0,11	0,02	0,01	0,02	0,30
GOÜ	1,17	1,40	1,22	1,88	1,61	1,68	1,69	1,68	1,48	1,48	2,12	1,49
GOA	0,05	0,11	0,01	0,03	0,10	0,04	0,17	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05
GAÜ	1,34	0,43	1,43	1,97	1,43	1,48	1,04	1,07	0,90	1,84	1,22	0,68
GAA	0,04	0,32	0,13	0,17	0,05	0,13	0,08	0,09	0,34	0,04	0,04	0,04

AIXR11006												
Uygulama Normu: 90 Lda ⁻¹												
Hava Debileri (m ³ h ⁻¹)												
	32000				45000				55000			
	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek
I2	0,72	0,68	0,84	0,69	0,54	0,17	0,29	0,3	0,77	0,62	0,61	0,52
SU1	0,9	0,68	0,73	0,51	0,74	0,46	0,59	0,7	0,65	0,27	0,79	0,56
SU3	0,59	0,67	0,39	0,36	0,85	0,84	0,34	0,39	0,52	0,53	0,67	0,6
G1	0,59	0,72	0,77	0,69	0,4	0,42	0,55	0,6	0,5	0,68	0,28	0,56
G2	0,33	0,36	0,36	0,63	0,18	0,34	0,69	0,6	0,48	0,52	0,76	0,43
G3	0,6	0,66	0,76	0,66	0,38	0,34	0,61	0,58	0,58	0,5	0,2	0,85
MÜÜ	1,31	1,84	1,78	1,15	1,31	1,96	1,74	2,54	1,17	1,16	1,01	0,96
MÜA	0,12	0,20	0,32	0,28	0,12	0,07	0,09	0,34	0,20	0,30	0,30	0,18
MOÜ	2,05	1,51	2,02	1,30	1,42	1,50	2,39	2,70	1,75	1,46	1,27	0,77
MOA	0,10	0,09	0,24	0,22	0,18	0,10	0,18	0,11	0,29	0,28	0,41	0,29
MAÜ	1,58	1,44	1,38	1,33	1,37	1,93	1,27	1,59	1,74	2,31	2,20	2,21
MAA	0,11	0,09	0,16	0,11	0,20	0,09	0,18	0,33	0,23	0,30	0,19	0,22
GÜÜ	1,41	1,58	1,60	2,02	1,79	1,93	1,49	0,66	1,77	2,75	1,67	1,27
GÜA	0,11	0,14	0,28	0,20	0,17	0,18	0,17	0,19	0,12	0,35	0,27	0,57
GOÜ	2,19	1,57	2,19	1,95	1,93	2,89	2,05	1,88	1,31	1,27	1,39	1,40
GOA	0,22	0,35	0,15	0,24	0,29	0,35	0,17	0,09	0,54	0,07	0,26	0,39
GAÜ	1,62	1,86	2,35	2,02	2,06	1,82	2,54	1,52	2,96	1,29	1,91	1,88
GAA	0,17	0,05	0,11	0,12	0,12	0,02	0,04	0,36	0,24	0,12	0,18	0,06

Çizelge 4. AIXR tip meme ile çalışmada direklerde ölçülen ham veriler.

[illegible]

Çizelge 5. XR tip meme ile çalışmada bitki içi ve altında ölçülen ham veriler.

XR11008												
Uygulama Normu: 60 Lda ⁻¹												
Hava Debileri (m ³ h ⁻¹)												
	32000				45000				55000			
	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek
I2	0,91	0,51	0,68	0,69	0,42	0,61	0,52	1,20	0,40	1,13	1,18	1,24
SU1	0,93	1,09	1,26	0,72	0,57	0,53	0,52	0,55	1,18	0,24	0,35	0,37
SU3	0,67	1,29	0,39	1,08	1,45	1,13	1,43	0,77	0,42	0,69	0,81	0,75
G1	0,44	0,77	1,05	0,67	0,63	0,67	0,88	0,86	0,40	0,78	0,40	0,51
G2	0,66	0,83	0,67	0,73	0,80	0,54	0,69	0,66	0,36	0,64	0,98	0,66
G3	0,31	0,71	0,43	0,48	0,75	0,56	0,64	0,70	0,24	0,21	0,48	0,25
MÜÜ	0,60	0,82	0,78	0,76	1,04	1,1	1,02	0,99	0,71	0,77	0,72	0,76
MÜA	0,13	0,16	0,10	0,12	0,13	0,07	0,2	0,12	0,03	0,08	0,17	0,18
MOÜ	0,91	0,60	0,66	0,76	0,69	0,77	0,64	0,8	0,70	0,65	0,91	0,76
MOA	0,08	0,24	0,09	0,12	0,02	0,16	0,15	0,02	0,14	0,03	0,19	0,22
MAÜ	0,52	0,63	0,89	0,72	0,76	1,08	0,72	0,92	0,87	1,12	0,93	0,95
MAA	0,17	0,11	0,11	0,13	0,17	0,19	0,03	0,2	0,14	0,02	0,22	0,20
GÜÜ	0,62	0,86	0,63	0,66	1	1,01	0,68	0,94	1,09	0,77	1,36	0,99
GÜA	0,15	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,05	0,04	0,08	0,04	0,21	0,04
GOÜ	0,56	0,62	0,89	0,67	0,76	1,01	0,76	0,91	1,15	1,27	1,03	1,15
GOA	0,02	0,04	0,04	0,29	0,03	0,04	0,08	0,14	0,09	0,16	0,21	0,15
GAÜ	0,58	0,70	0,66	0,63	1,13	1,05	1,09	1,09	1,02	1,33	1,12	1,20
GAA	0,09	0,21	0,27	0,19	0,11	0,03	0,19	0,21	0,22	0,27	0,13	0,18

XR11008												
Uygulama Normu: 90 Lda ⁻¹												
Hava Debileri (m ³ h ⁻¹)												
	32000				45000				55000			
	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek
I2	1,39	0,58	1,26	1,42	1,20	0,46	1,25	1,19	0,50	0,48	1,27	0,75
SU1	0,72	1,06	0,71	0,75	0,61	0,72	0,53	0,51	0,55	1,17	0,51	0,65
SU3	0,72	1,06	0,53	0,55	0,50	0,88	0,52	0,65	1,22	0,55	0,42	0,66
G1	0,75	0,43	1,10	0,52	0,46	0,46	0,45	0,44	0,29	0,28	0,43	0,55
G2	0,67	0,57	0,61	0,71	0,46	1,02	0,49	0,59	0,55	0,40	0,46	0,44
G3	0,74	0,55	0,72	0,49	0,61	0,60	0,58	0,54	0,42	0,40	0,46	0,59
MÜÜ	0,69	0,82	0,57	0,81	0,91	0,79	0,90	0,72	0,61	0,66	0,83	0,77
MÜA	0,14	0,05	0,14	0,17	0,28	0,06	0,03	0,10	0,04	0,14	0,26	0,04
MOÜ	0,65	0,67	0,86	0,97	0,92	0,72	0,65	0,77	0,91	0,91	0,96	1,14
MOA	0,15	0,30	0,14	0,21	0,04	0,18	0,29	0,12	0,11	0,29	0,14	0,04
MAÜ	0,69	0,95	0,98	0,75	0,92	0,76	0,60	1,20	1,04	0,77	1,05	0,86
MAA	0,17	0,11	0,08	0,15	0,13	0,04	0,18	0,17	0,03	0,05	0,15	0,10
GÜÜ	1,17	0,85	0,84	1,12	1,37	0,93	1,37	1,11	0,75	1,05	1,53	1,14
GÜA	0,03	0,32	0,20	0,16	0,17	0,03	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04	0,04
GOÜ	1,02	1,03	1,01	1,16	1,18	1,08	1,06	1,31	1,06	0,97	0,99	0,92
GOA	0,04	0,07	0,03	0,03	0,17	0,02	0,04	0,03	0,20	0,05	0,29	0,01
GAÜ	0,79	1,21	1,14	0,88	1,01	0,96	1,08	1,00	0,98	0,90	0,96	1,18
GAA	0,12	0,21	0,04	0,15	0,11	0,03	0,01	0,32	0,38	0,23	0,27	0,20

Çizelge 6. XR tip meme ile çalışmada direklerde ölçülen ham veriler.

[illegible]

Çizelge 7. Geleneksel tip meme ile çalışmada bitki içi ve altında ölçülen ham veriler.

1,2												
Uygulama Normu: 60 Lda ⁻¹												
Hava Debileri (m ³ h ⁻¹)												
32000				45000				55000				
1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	
I2	0,34	0,29	0,25	0,29	0,21	0,19	0,30	0,22	0,20	0,18	0,21	0,18
SU1	0,25	0,16	0,15	0,19	0,19	0,30	0,31	0,27	0,17	0,16	0,27	0,17
SU3	0,29	0,23	0,19	0,25	0,18	0,19	0,26	0,22	0,23	0,25	0,27	0,23
G1	0,33	0,12	0,15	0,16	0,21	0,24	0,33	0,28	0,27	0,24	0,14	0,23
G2	0,32	0,17	0,13	0,16	0,16	0,15	0,22	0,19	0,18	0,24	0,26	0,25
G3	0,26	0,19	0,18	0,20	0,14	0,27	0,20	0,23	0,28	0,26	0,26	0,25
MÜÜ	1,02	0,72	0,72	0,75	0,81	0,50	1,51	0,97	1,45	2,03	1,53	1,78
MÜA	0,01	0,09	0,01	0,01	0,08	0,26	0,26	0,37	0,38	0,44	0,06	0,05
MOÜ	0,86	0,72	1,11	0,76	1,16	1,18	1,11	0,82	1,20	0,74	1,14	1,20
MOA	0,01	0,15	0,18	0,23	0,14	0,33	0,34	0,26	0,34	0,04	0,05	0,49
MAÜ	1,22	0,96	1,25	0,96	1,48	1,35	1,33	1,29	0,83	1,14	1,05	1,94
MAA	0,24	0,26	0,20	0,03	0,19	0,05	0,04	0,31	0,04	0,03	0,06	0,34
GÜÜ	1,57	1,05	1,36	0,68	1,54	0,81	1,38	1,27	1,08	1,11	1,50	1,31
GÜA	0,03	0,27	0,02	0,02	0,05	0,18	0,01	0,35	0,06	0,33	0,05	0,06
GOÜ	2,06	1,63	1,50	0,83	1,06	1,06	1,81	1,73	1,73	1,56	1,97	1,06
GOA	0,03	0,23	0,15	0,07	0,21	0,13	0,04	0,26	0,14	0,27	0,36	0,19
GAÜ	1,02	1,31	1,71	1,26	1,40	1,35	1,75	1,49	1,00	1,58	1,38	1,82
GAA	0,03	0,04	0,25	0,25	0,11	0,00	0,05	0,06	0,10	0,44	0,21	0,04

1,2												
Uygulama Normu: 90 Lda ⁻¹												
Hava Debileri (m ³ h ⁻¹)												
32000				45000				55000				
1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	
I2	0,25	0,25	0,30	0,26	0,25	0,34	0,20	0,27	0,37	0,31	0,31	0,28
SU1	0,10	0,10	0,15	0,10	0,08	0,06	0,10	0,07	0,45	0,10	0,15	0,17
SU3	0,07	0,09	0,11	0,09	0,14	0,10	0,13	0,13	0,10	0,32	0,14	0,13
G1	0,11	0,12	0,10	0,11	0,07	0,10	0,10	0,09	0,11	0,07	0,17	0,13
G2	0,08	0,13	0,06	0,09	0,06	0,10	0,07	0,09	0,18	0,06	0,18	0,14
G3	0,10	0,12	0,11	0,11	0,09	0,08	0,09	0,12	0,17	0,32	0,10	0,21
MÜÜ	1,24	1,07	0,79	0,85	1,26	1,02	1,78	1,43	1,52	0,49	1,30	1,37
MÜA	0,39	0,05	0,05	0,04	0,05	0,36	0,04	0,06	0,22	0,21	0,05	0,38
MOÜ	2,21	2,11	2,00	2,04	1,25	1,79	1,22	1,72	0,91	1,56	1,67	1,46
MOA	0,05	0,07	0,15	0,39	0,04	0,05	0,15	0,04	0,17	0,16	0,05	0,09
MAÜ	1,33	0,84	0,88	1,15	1,48	1,69	1,83	1,85	1,48	1,74	1,74	1,58
MAA	0,14	0,24	0,28	0,21	0,04	0,05	0,14	0,00	0,04	0,04	0,03	0,24
GÜÜ	1,37	1,91	1,63	1,90	2,13	2,22	1,94	1,36	2,76	2,02	2,16	2,30
GÜA	0,02	0,04	0,05	0,01	0,05	0,91	0,78	0,53	0,98	0,15	0,50	0,28
GOÜ	1,91	1,51	1,58	1,37	1,80	2,22	1,60	2,78	1,86	2,10	2,24	1,37
GOA	0,06	0,00	0,37	0,05	0,09	0,21	0,18	0,25	0,17	0,17	0,15	0,16
GAÜ	1,82	1,39	1,99	1,67	2,11	1,97	2,14	1,98	1,55	2,32	2,31	2,53
GAA	0,36	0,04	0,05	0,02	0,19	0,19	0,26	0,24	0,04	0,01	0,30	0,06

Çizelge 8. Geleneksel tip meme ile çalışmada direklerde ölçülen ham veriler.

[illegible]

Çizelge 9. AIXR ve Geleneksel tip memeler ile arazi çalışmalarında bitki içi ve altında ölçülen ham veriler

	AIXR				Geleneksel			
	Uygulama Normu: 115 Lda ¹							
	Hava Debisi: 45000 m ³ h ⁻¹							
	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek	1. tek	2. tek	3. tek	4. tek
I2	0,94	0,92	0,97	0,87	0,49	0,39	0,38	0,37
SU1	0,52	0,14	0,98	0,13	0,10	0,12	0,31	0,21
SU3	0,68	0,66	1,21	0,70	0,31	0,21	0,15	0,24
G1	0,81	0,92	0,87	0,71	0,20	0,08	0,22	0,12
G2	0,91	0,65	0,88	0,94	0,07	0,26	0,05	0,26
G3	0,61	0,91	0,83	0,76	0,21	0,23	0,14	0,17
MÜÜ	1,22	1,42	1,16	0,97	1,26	1,59	1,22	0,90
MÜA	0,07	0,05	0,11	0,07	0,31	0,14	0,34	0,07
MOÜ	1,69	1,45	1,18	1,19	1,34	1,15	1,61	1,78
MOA	0,11	0,05	0,02	0,02	0,02	0,04	0,09	0,02
MAÜ	1,29	1,30	1,61	1,22	1,38	1,28	0,92	1,87
MAA	0,10	0,13	0,05	0,05	0,02	0,05	0,31	0,19
GÜÜ	1,75	1,21	1,51	1,31	1,84	0,86	1,41	1,85
GÜA	0,19	0,09	0,13	0,05	0,40	0,07	0,33	0,04
GOÜ	1,35	1,81	1,46	1,70	1,86	1,03	2,68	1,80
GOA	0,13	0,05	0,10	0,08	0,04	0,02	0,05	0,06
GAÜ	1,34	1,27	1,44	1,31	1,18	2,05	1,75	2,36
GAA	0,05	0,10	0,08	0,54	0,38	0,06	0,06	0,46

Çizelge 10. AIXR ve Geleneksel tip memeler ile arazide çalışmada direklerde ölçülen ham veriler

[illegible]

Çizelge 11. Yapay asma bitkisi içindeki örnekleme noktalarına ilişkin varyans analiz sonuçları.

Response TOPLAM					
Whole Model					
Actual by Predicted Plot					
Summary of Fit					
RSquare	0,766983				
RSquare Adj	0,731279				
Root Mean Square Error	0,495825				
Mean of Response	2,814955				
Observations (or Sum Wgts)	144				
Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	
Model	19	100,3405	5,28108	21,4816	
Error	124	30,48446	0,24584		Prob > F
C. Total	143	130,82496		<.0001	
Lack Of Fit					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	
Lack Of Fit	16	12,938364	0,808648	4,9774	
Pure Error	108	17,546093	0,162464		Prob > F
Total Error	124	30,484457		<.0001	
					Max RSq
				0,8659	
Parameter Estimates					
Term		Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept		2,814955	0,041319	68,13	<.0001
MEME[AI]		-0,720349	0,071566	-10,07	<.0001
MEME[AIXR]		0,6876594	0,071566	9,61	<.0001
MEME[GELENEKSEL]		0,7045216	0,071566	9,84	<.0001
NORM[60]		-0,532128	0,058434	-9,11	<.0001
NORM[90]		0,0241199	0,058434	0,41	0,6805
DEBI[32000]		-0,105712	0,058434	-1,81	0,0729
DEBI[45000]		0,1060312	0,058434	1,81	0,072
MEME[AI]*NORM[60]*DEBI[32000]		0,0541868	0,143132	0,38	0,7056
MEME[AI]*NORM[60]*DEBI[45000]		-0,159715	0,143132	-1,12	0,2666
MEME[AI]*NORM[90]*DEBI[32000]		0,0709374	0,143132	0,5	0,621
MEME[AI]*NORM[90]*DEBI[45000]		0,1209036	0,143132	0,84	0,3999
MEME[AIXR]*NORM[60]*DEBI[32000]		0,3635439	0,143132	2,54	0,0123
MEME[AIXR]*NORM[60]*DEBI[45000]		-0,130252	0,143132	-0,91	0,3646
MEME[AIXR]*NORM[90]*DEBI[32000]		-0,055383	0,143132	-0,39	0,6995
MEME[AIXR]*NORM[90]*DEBI[45000]		-0,024792	0,143132	-0,17	0,8628
MEME[GELENEKSEL]*NORM[60]*DEBI[32000]		-0,27031	0,143132	-1,89	0,0613
MEME[GELENEKSEL]*NORM[60]*DEBI[45000]		0,1672932	0,143132	1,17	0,2447
MEME[GELENEKSEL]*NORM[90]*DEBI[32000]		-0,084266	0,143132	-0,59	0,5571
MEME[GELENEKSEL]*NORM[90]*DEBI[45000]		-0,033143	0,143132	-0,23	0,8173
Effect Tests					
Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
MEME	3	3	69,821538	94,6698	<.0001
NORM	2	2	26,007113	52,8939	<.0001
DEBI	2	2	1,076052	2,1885	0,1164
MEME*NORM*DEBI	12	12	3,435799	1,1646	0,3158

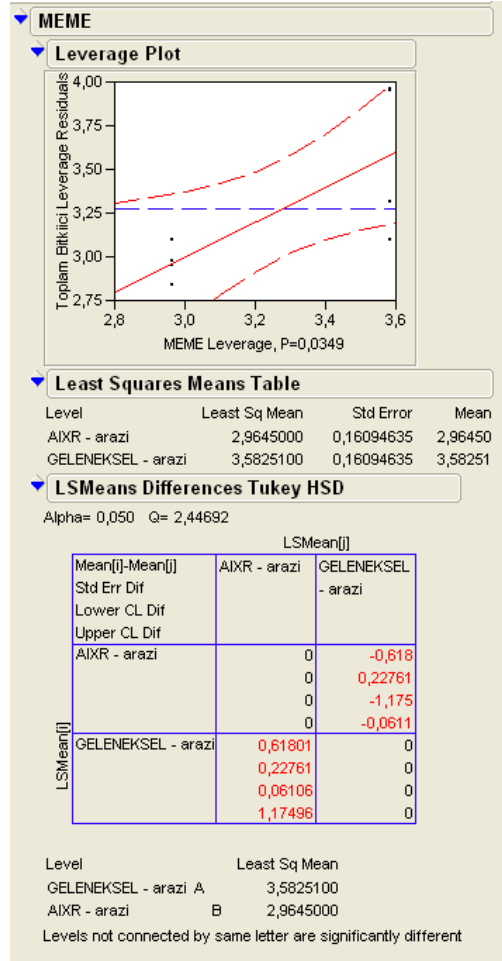
Çizelge 12. Yere toplam sürüklenme ile ilgili varyans analiz sonuçları.

Response Toplam Yer					
Whole Model					
Actual by Predicted Plot					
Summary of Fit					
RSquare	0,813001				
RSquare Adj	0,784348				
Root Mean Square Error	1,017849				
Mean of Response	7,295768				
Observations (or Sum Wgts)	144				
Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	
Model	19	558,52215	29,3959	28,374	
Error	124	128,46597	1,036		Prob > F
C. Total	143	686,98812		<.0001	
Lack Of Fit					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	
Lack Of Fit	16	57,82528	3,61408	5,5254	
Pure Error	108	70,64069	0,65408		Prob > F
Total Error	124	128,46597		<.0001	
					Max RSq
				0,8972	
Parameter Estimates					
Term		Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept		7,2957676	0,084821	86,01	<.0001
Meme[AI]		-1,239407	0,146914	-8,44	<.0001
Meme[AIXR]		0,2638424	0,146914	1,8	0,0749
Meme[GELENEKSEL]		-1,600802	0,146914	-10,9	<.0001
Norm[60]		-1,132839	0,119955	-9,44	<.0001
Norm[90]		0,4202104	0,119955	3,5	0,0006
Debi[32000]		-0,817033	0,119955	-6,81	<.0001
Debi[45000]		0,0002394	0,119955	0	0,9984
Meme[AI]*Norm[60]*Debi[32000]		-0,304034	0,293828	-1,03	0,3028
Meme[AI]*Norm[60]*Debi[45000]		-0,274893	0,293828	-0,94	0,3513
Meme[AI]*Norm[90]*Debi[32000]		0,3896702	0,293828	1,33	0,1872
Meme[AI]*Norm[90]*Debi[45000]		0,1303369	0,293828	0,44	0,6581
Meme[AIXR]*Norm[60]*Debi[32000]		0,3787835	0,293828	1,29	0,1998
Meme[AIXR]*Norm[60]*Debi[45000]		0,0454875	0,293828	0,15	0,8772
Meme[AIXR]*Norm[90]*Debi[32000]		-0,067389	0,293828	-0,23	0,819
Meme[AIXR]*Norm[90]*Debi[45000]		-0,234295	0,293828	-0,8	0,4267
Meme[GELENEKSEL]*Norm[60]*Debi[32000]		-0,016902	0,293828	-0,06	0,9542
Meme[GELENEKSEL]*Norm[60]*Debi[45000]		-0,204629	0,293828	-0,7	0,4875
Meme[GELENEKSEL]*Norm[90]*Debi[32000]		0,0040073	0,293828	0,01	0,9891
Meme[GELENEKSEL]*Norm[90]*Debi[45000]		0,252156	0,293828	0,86	0,3925
Effect Tests					
Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Meme	3	3	389,0149	125,16	<.0001
Norm	2	2	94,45162	45,584	<.0001
Debi	2	2	64,06536	30,919	<.0001
Meme*Norm*Debi	12	12	10,99024	0,884	0,565

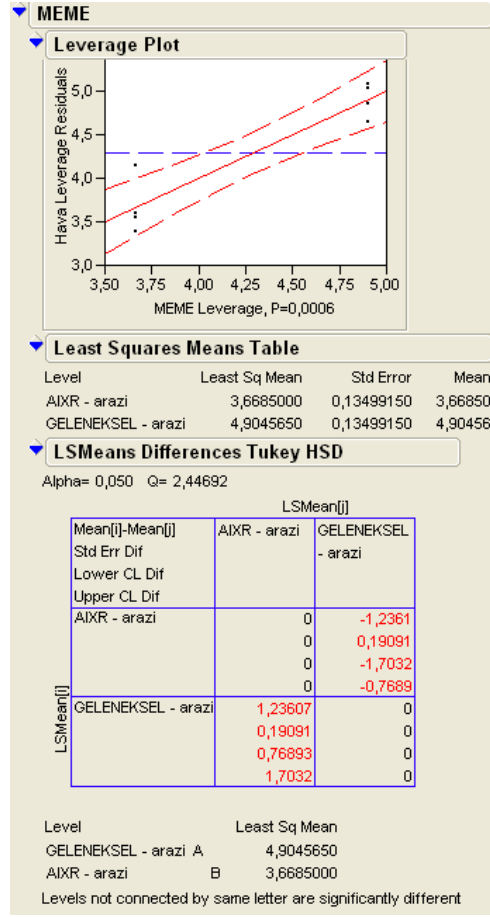
Çizelge 13. Havaya toplam sürüklenme ile ilgili varyans analiz sonuçları.

Response Hava					
Whole Model					
Actual by Predicted Plot					
Summary of Fit					
RSquare	0,813726				
RSquare Adj	0,785184				
Root Mean Square Error	1,129604				
Mean of Response	4,41832				
Observations (or Sum Wgts)	144				
Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	
Model	19	691,1956	36,3787	28,51	
Error	124	158,22463	1,276		Prob > F
C. Total	143	849,42024		<.0001	
Lack Of Fit					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	
Lack Of Fit	16	124,47272	7,77955	24,893	
Pure Error	108	33,75191	0,31252		Prob > F
Total Error	124	158,22463		<.0001	
					Max RSq
				0,9603	
Parameter Estimates					
Term		Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept		4,4183201	0,094134	46,94	<.0001
Meme[AI]		-2,083431	0,163044	-12,78	<.0001
Meme[AIXR]		0,1405453	0,163044	0,86	0,3903
Meme[GELENEKSEL]		-0,171171	0,163044	-1,05	0,2958
Norm[60]		-1,398167	0,133125	-10,5	<.0001
Norm[90]		0,1653305	0,133125	1,24	0,2166
Debi[32000]		-1,449051	0,133125	-10,88	<.0001
Debi[45000]		0,1287517	0,133125	0,97	0,3354
Meme[AI]*Norm[60]*Debi[32000]		-0,150646	0,326089	-0,46	0,6449
Meme[AI]*Norm[60]*Debi[45000]		0,1400823	0,326089	0,43	0,6682
Meme[AI]*Norm[90]*Debi[32000]		-0,285472	0,326089	-0,88	0,383
Meme[AI]*Norm[90]*Debi[45000]		-0,635763	0,326089	-1,95	0,0535
Meme[AIXR]*Norm[60]*Debi[32000]		-0,098359	0,326089	-0,3	0,7634
Meme[AIXR]*Norm[60]*Debi[45000]		-0,317089	0,326089	-0,97	0,3327
Meme[AIXR]*Norm[90]*Debi[32000]		-0,064277	0,326089	-0,2	0,8441
Meme[AIXR]*Norm[90]*Debi[45000]		0,426362	0,326089	1,31	0,1935
Meme[GELENEKSEL]*Norm[60]*Debi[32000]		0,1567371	0,326089	0,48	0,6316
Meme[GELENEKSEL]*Norm[60]*Debi[45000]		-0,010952	0,326089	-0,03	0,9733
Meme[GELENEKSEL]*Norm[90]*Debi[32000]		-0,038174	0,326089	-0,12	0,907
Meme[GELENEKSEL]*Norm[90]*Debi[45000]		0,2144355	0,326089	0,66	0,512
Effect Tests					
Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Meme	3	3	318,9231	83,313	<.0001
Norm	2	2	168,1003	65,87	<.0001
Debi	2	2	185,2567	72,593	<.0001
Meme*Norm*Debi	12	12	18,91557	1,2353	0,2666

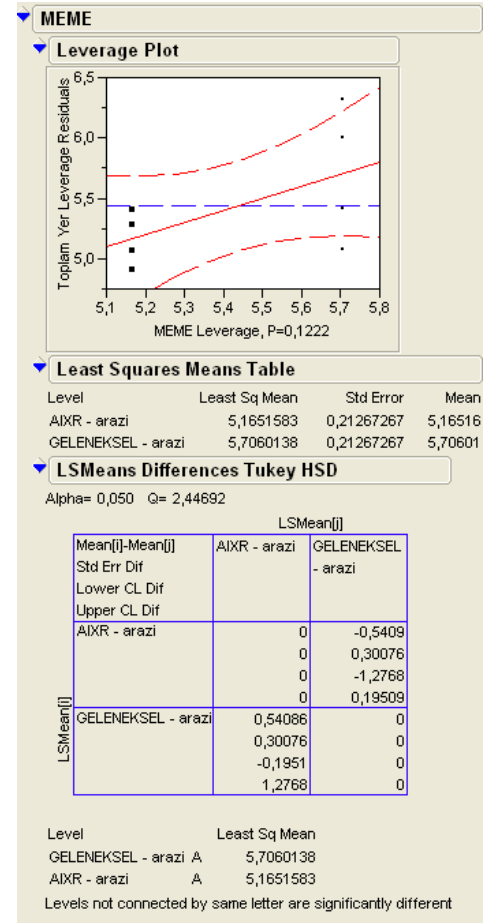
Çizelge 14. Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-Bitki içi toplam).



Çizelge 15. Meme tiplerinin gruplandırılması (Arazi-Toplam hava ve yere giden).



a- Toplam havaya giden



b- Toplam yere giden

Çizelge 16. AI tip meme için yapılan Sigma Plot analiz çıktısı.

Nonlinear Regression

Data Source: Data 1 in Notebook1

Equation: Exponential Decay; Single, 2 Parameter

$$f = a \cdot \exp(-b \cdot x)$$

R	Rsqr	Adj Rsqr	Standard Error of Estimate
0,8988	0,8078	0,8069	0,5752

	Coefficient	Std. Error	t	P	VIF
a	8,4385	0,6215	13,5786	<0,0001	7,5673<
b	0,6267	0,0388	16,1679	<0,0001	7,5673<

Analysis of Variance:

Uncorrected for the mean of the observations:

	DF	SS	MS
Regression	2	461,5510	230,7755
Residual	214	70,7917	0,3308
Total	216	532,3427	2,4645

Corrected for the mean of the observations:

	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	297,5858	297,5858	899,5880	<0,0001
Residual	214	70,7917	0,3308		
Total	215	368,3775	1,7134		

Çizelge 17. AIXR tip meme için yapılan Sigma Plot analiz çıktısı.

Nonlinear Regression

Data Source: Data 1 in Notebook1

Equation: Exponential Decay; Single, 2 Parameter

$$f = a \cdot \exp(-b \cdot x)$$

R	Rsqr	Adj Rsqr	Standard Error of Estimate
0,9052	0,8194	0,8185	0,6700

	Coefficient	Std. Error	t	P	VIF
a	8,3574	0,4730	17,6678	<0,0001	5,5454<
b	0,4890	0,0262	18,6658	<0,0001	5,5454<

Analysis of Variance:

Uncorrected for the mean of the observations:

	DF	SS	MS
Regression	2	753,4444	376,7222
Residual	214	96,0669	0,4489
Total	216	849,5113	3,9329

Corrected for the mean of the observations:

	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	435,7438	435,7438	970,6689	<0,0001
Residual	214	96,0669	0,4489		
Total	215	531,8107	2,4735		

Çizelge 18. XR tip meme için yapılan Sigma Plot analiz çıktısı.

Nonlinear Regression

Data Source: Data 1 in Notebook1

Equation: Exponential Decay; Single, 2 Parameter

$$f = a \cdot \exp(-b \cdot x)$$

R	Rsqr	Adj Rsqr	Standard Error of Estimate
0,8940	0,7992	0,7982	1,0345

	Coefficient	Std. Error	t	P	VIF
a	10,7751	0,5477	19,6720	<0,0001	4,4174<
b	0,3962	0,0208	19,0528	<0,0001	4,4174<

Analysis of Variance:

Uncorrected for the mean of the observations:

	DF	SS	MS
Regression	2	1829,3579	914,6790
Residual	214	229,0101	1,0701
Total	216	2058,3680	9,5295

Corrected for the mean of the observations:

	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	911,2532	911,2532	851,5267	<0,0001
Residual	214	229,0101	1,0701		
Total	215	1140,2633	5,3036		

Çizelge 19. Geleneksel tip meme için yapılan Sigma Plot analiz çıktısı.

Nonlinear Regression

Data Source: Data 1 in Notebook1

Equation: Exponential Decay; Single, 2 Parameter

$$f = a \cdot \exp(-b \cdot x)$$

R	Rsqr	Adj Rsqr	Standard Error of Estimate
0,8843	0,7820	0,7810	0,9615

	Coefficient	Std. Error	t	P	VIF
a	10,8159	0,6980	15,4951	<0,0001	5,5000<
b	0,4976	0,0302	16,4828	<0,0001	5,5000<

Analysis of Variance:

Uncorrected for the mean of the observations:

	DF	SS	MS
Regression	2	1220,7373	610,3686
Residual	214	197,8282	0,9244
Total	216	1418,5655	6,5674

Çizelge 20. AI tip meme için yapılan Minitab analiz çıktısı.

Stepwise Regression: suruklenme versus norm; debi; exp. Model

Alpha-to-Enter: 0,15 Alpha-to-Remove: 0,15

Response is suruklen on 3 predictors, with N = 216

Step	1	2
Constant	-0,04333	-1,24278
exp. mod	1,018	1,018
T-Value	30,05	33,56
P-Value	0,000	0,000
debi		0,00003
T-Value		7,34
P-Value		0,000
S	0,574	0,514
R-Sq	80,85	84,71
R-Sq(adj)	80,76	84,57
C-p	54,0	2,3

Çizelge 21. AIXR tıp meme için yapılan Minitab analiz çıktısı.

Stepwise Regression: sürüklenme versus norm; debi; exp

Alpha-to-Enter: 0,15 Alpha-to-Remove: 0,15

Response is sürüklenme on 3 predictors, with N = 216

Step	1	2	3
Constant	-0,1080	-1,4956	-2,5007

exp	1,039	1,039	1,039
T-Value	31,40	35,04	38,76
P-Value	0,000	0,000	0,000

debi	0,00003	0,00003
T-Value	7,32	8,09
P-Value	0,000	0,000

norm	0,0114
T-Value	6,97
P-Value	0,000

S	0,666	0,596	0,539
R-Sq	82,17	85,75	88,41
R-Sq(adj)	82,08	85,61	88,24
C-p	114,1	50,6	4,0
C-p	123,5	56,8	4,0

Çizelge 22. XR tip meme için yapılan Minitab analiz çıktısı.

Stepwise Regression: suruklenme versus norm; debi; exp. model

Alpha-to-Enter: 0,15 Alpha-to-Remove: 0,15

Response is suruklen on 3 predictors, with N = 216

Step	1	2	3
Constant	-0,1920	-2,1323	-4,2769
exp. mod	1,049	1,049	1,049
T-Value	29,48	33,59	39,05
P-Value	0,000	0,000	0,000
norm		0,0220	0,0220
T-Value		8,06	9,37
P-Value		0,000	0,000
debi			0,00005
T-Value			8,71
P-Value			0,000
S	1,03	0,900	0,775
R-Sq	80,24	84,86	88,85
R-Sq(adj)	80,14	84,71	88,69
C-p	163,7	77,8	4,0

Çizelge 23. Geleneksel tip meme için yapılan Minitab analiz çıktısı.

Stepwise Regression: suruklenme versus norm; debi; exp. model

Alpha-to-Enter: 0,15 Alpha-to-Remove: 0,15

Response is suruklen on 3 predictors, with N = 216

Step	1	2	3
Constant	-0,1254	-1,8593	-3,8103
exp. mod	1,036	1,036	1,036
T-Value	27,87	31,38	36,02
P-Value	0,000	0,000	0,000
norm		0,0196	0,0196
T-Value		7,63	8,76
P-Value		0,000	0,000
debi			0,00004
T-Value			8,29
P-Value			0,000
S	0,957	0,850	0,741
R-Sq	78,41	83,04	87,19
R-Sq(adj)	78,30	82,88	87,01
C-p	145,4	70,7	4,0