

85981

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İ. HALİL BAŞMAN

Turunçgil Ağaçlarına İlaç Uygulamada Kullanılan
Pülverizatörün Yardımcı Hava Akımı Ünitesinin
Geliştirilmesi ve Bahçe Denemeleri

T-85981

TARIM MAKİNALARI ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIM MAKİNALARI ANA BİLİM DALI
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

ADANA, 1999

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TURUNÇGİL AĞAÇLARINA İLAÇ UYGULAMADA KULLANILAN
PÜLVERİZATÖRÜN YARDIMCI HAVA AKIMI ÜNİTESİNİN
GELİŞTİRİLMESİ VE BAHÇE DENEMELERİ

İ. HALİL BAŞMAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIM MAKİNALARI ANA BİLİM DALI

Bu Tez 26/3/1999 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
oybirliği/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.

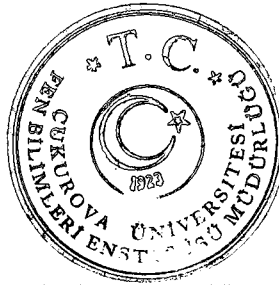
İmza.. 
Doç. Dr. Ali BAYAT
DANIŞMAN

İmza.. 
Prof. Dr. Fahri DELİGÖNÜL
ÜYE

İmza.. 
Doç. Dr. M. Tunc ÖZCAN
ÜYE

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Kod No: 1605




Prof. Dr. Melih BORAL
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu Tez Ç. Ü. Araştırma Fonu Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No:FBE.97.YL.29

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. MATERYAL VE METOD.....	8
3.1. Materyal.....	8
3.1.1.Araştırma Yerleri ve Turunçgil Çeşitlerine Ait Bazı Özellikler.....	8
3.1.2. Prototip Pülverizatör Dizaynı.....	8
3.1.2.1. Pompa Dizaynı.....	8
3.1.2.2. Kumanda Gurubu, Hava Tüpü ve Depo Seçimi	10
3.1.2.3. Şase Dizaynı.....	11
3.1.2.4. Pülverizatör Hava Debisi İhtiyacı ve Fan Seçimi.....	12
3.2. Metod.....	13
3.2.1. Mukavemet Testleri.....	13
3.2.2. Bahçe Denemeleri ve Pülverizatör İşletme Koşulları.....	13
3.2.3. İlaç Kaplama Değerlendirmesi ve Ağaç Üzerinde Örnekleme Yöntemi.....	15
3.2.4. Pülverizatöre Ait İşletme Karakteristiklerinin Saptanması.....	17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	19
4.1. Pompa Dizayn Hesapları ve Montajı.....	19
4.2. Şase Dizayn Hesapları.....	22
4.3. Hava Debisi Hesapları.....	26
4.4 Hava Yönlendirme Kanalları ve Güç İletimi Dizaynı.....	27
4.5. İlaçlama Memelerinin Yerleşimi.....	30

4.6. Depo, Pompa, Hava Tüpü, Regülatör ve Kumanda Gurubu Dizaynı.....	31
4.7. Montaj	32
4.8. Ölçüm Sonuçları ve Dizayn Değerleri İle Karşılaştırılması.....	33
4.8.1. Sıvı Debisi Ölçüm Sonuçları ve Karşılaştırmalar.....	33
4.8.2. Hava Debisi Ölçüm Sonuçları ve Karşılaştırmalar.....	34
4.9. Bahçe Denemeleri ve Karşılaştırmalar	34
5. SONUÇLAR.....	39
KAYNAKLAR.....	40
ÖZGEÇMİŞ.....	43



ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TURUNÇGİL AĞAÇLARINA İLAÇ UYGULAMADA KULLANILAN
PÜLVERİZATÖRÜN YARDIMCI HAVA AKIMI ÜNİTESİNİN
GELİŞTİRİLMESİ VE BAHÇE DENEMELERİ

İ. HALİL BAŞMAN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNALARI ANA BİLİM DALI

Danışman : Doç. Dr. Ali BAYAT
Yıl: 1999, Sayfa: 41
Jüri : Prof. Dr. Fahri DELİGÖNÜL
: Doç. Dr. Ali BAYAT
: Doç. Dr. M. Tunç ÖZCAN

Bu çalışmada, gelişmiş turuncgil ağaçlarına ilaç uygulamada kullanılabilecek bir yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörünün hava ünitesi geliştirilip, bahçede bazı etkinlik testleri yapılmıştır. Dizayn edilen hava ünitesinin, 40-50 m/s hava hızı, 50.000-70.000 m³/h hava kapasitesi ve ağaç başına 20-30 l' ye kadar uygulama hacmi sağlaması hedeflenmiştir. Ayrıca uygulama hacminin, ağaç üzerindeki farklı noktalarda sağlanan kaplama değerleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmada belirtilen hedeflere uygun olarak, dizayn edilen hava ünitesi ile; ortalama hava hızı 53.83 m/s, hava debisi 71.000 m³/h ve ağaç başına 29 l'lik uygulama hacmine ulaşılmıştır. Ağaç başına 29.3 l (4396 l/ha), 17.6 l (2648 l/ha) ve 13.2 l (1983 l/ha) uygulama hacimleri ile yapılan pülverizasyonlarda, en yüksek uygulama hacmi en yüksek kaplamayı sağlamıştır. En yüksek uygulama hacmi ile yapılan uygulamada, ağaç taç dış kısmında yaprak üst yüzeylerinde %96, yaprak alt yüzeylerinde %86 kaplama oranı sağlanırken bu değerler taç iç kısmında sırasıyla %87 ve %62 olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yardımcı hava akımlı pülverizatör, Hava debisi, Hava hızı, Uygulama hacmi, Kaplama oranı, Turuncgil ağaçları

ABSTRACT
MASTER of SCIENCE THESIS

IMPROVEMENT OF AIR BLAST UNIT OF A SPRAYER FOR CITRUS TREES
AND EXPERIMENTATIONS

İ. HALİL BAŞMAN

DEPARTMENT OF AGRICULTURAL MACHINERY

INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Ali BAYAT
Year: 1999, Pages: 41
Jury : Prof. Dr. Fahri DELİGÖNÜL
: Assoc. Prof. Dr. Ali BAYAT
: Assoc. Prof. M. Tunç ÖZCAN

The objective of this study was to improve air blast unit of a sprayer that can be used for mature citrus trees. Sprayer should have 40 - 50 m/s air velocity, 50.000 - 70.000 m³/h air outlet capacity and 20 - 30 l application volume per tree. Coverage rate of different application volumes are also studied during the tests. The improved air blast unit has reached an air velocity of 53.83, air outlet capacity of 71.000 m³/h and 29 l application volume per tree as mentioned in the objective. Application volumes of 29.3 l/tree (4396 l/ha), 17.6 l/tree (2648 l/ha) and 13.2 l/tree (1983 l/ha) are tested during the experiment and it was observed that the greater coverage rate are obtained with the greater application volume. With highest application volumes, although coverage rates were 96 % on the upper surface of leaves and 86 % on lower surface of leaves at the exterior of the tree canopy, 87 % and 62 % coverage rates were obtained at the interior of the tree canopy, respectively.

Key Words: Air Blast Sprayer, Air Capacity, Air Velocity, Application Volume, Coverage Rate, Citrus Trees

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması ve imalatı esnasında hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Ali BAYAT'a, Yüksek Lisans Tez Jürisinde görev alan Sayın Prof. Dr. Fahri DELİGÖNÜL ve Sayın Doç. Dr. M. Tunç ÖZCAN'a, çalışmalarım boyunca desteğini esirgemeyen Kemal BAŞMAN'a, bölüm atölye olanaklarını kullanmama imkan sağlayan Tarım Makinaları Bölüm Başkanlığına, bölüm akademik, idari ve atölye personeline ve emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Şubat, 1999

Mak. Müh. İ. Halil BAŞMAN

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge No:

Sayfa:

3.1. Pülverizatör Çalışma Koşulları.....	14
4.1. Hava Çıkış Ağzlarında Elde Edilen Hava Hızları Ve Hava Debileri	34
4.2. 4396 L/Ha Uygulama Hacminde Suyu Duyarlı Kartlar Üzerindeki Kaplama Değerleri.....	35
4.3. 2648 l/ha Uygulama Hacminde Suyu Duyarlı kartlar Üzerindeki Kaplama Değerleri.....	36
4.4. 1983 l/ha Uygulama Hacminde Suyu Duyarlı kartlar Üzerindeki Kaplama Değerleri.....	37
4.5. Uygulama Hacmine Göre Ortalama Kaplama Değerleri.....	38

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No:

Sayfa:

3.1. Bahçe Deneme Alanında Kullanılan Örnekleme Planı.....	15
3.2. Referans Yüzeyler Ve Kaplama Oranları.....	15
3.3. Ağaç Üzerinde Seçilen Bölgelere Göre Örnek Alma Yerleri.....	17
3.4. Manifold Çıkışlarında Hava Hızı Ölçme Yerleri.....	18
4.1. 4 Pistonlu Pompanın Montaj Çizimi.....	21
4.2. Şase Ölçüleri ve Yüklerin Şematik Gösterimi.....	22
4.3. Kesme Kuvveti - Eğme Momenti Diyagramı.....	25
4.4 Hava Yönlendirme Kanallarının Şekli, Ölçüleri ve Yerleşimi.....	28
4.5 Üst Hava Yönlendirme Kanallarının Şekli ve Ölçüleri.....	28
4.6 Üst Hava Yönlendirme Kanalları ve Hareket Mekanizması.....	29
4.7 Güç İletimi ve Ölçüler.....	30
4.8 İlaçlama Memelerinin Hava Yönlendirme Kanallarındaki Yerleşimleri.....	31
4.9 Sıvı İletim ve Kontrol Sisteminin Şematik Gösterimi.....	32
4.10 Prototip Pülverizatörün Montaj Şekli.....	33

1. GİRİŞ

Son yıllarda ülkemizde tarım sektörü daha önceki yıllara göre hızlı bir şekilde bilinçlenmekte ve sorunlara çözüm bulmak üzere çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar ve bilinçli tarım yapılması sayesinde Türkiye genelinde birim alandan daha fazla ürün alınmaya başlanmıştır.

Türkiye genelinde turunçgil ilaçlaması Türk narenciyesinin dünya piyasasındaki büyüyen pazar payı ile birlikte önem kazanmaktadır. Türkiye’de özellikle Çukurova Bölgesinde son yıllarda tarla bitkileri üretim alanları yavaş yavaş turunçgil üretim alanlarına dönüştürülmektedir (Bayat,1991). Bu şartlar altında turunçgil ağaçlarına yapılan ilaç uygulamaları ve pülverizatörler önem kazanmış, iş başarısı yüksek ve hızlı ilaçlama teknikleri talep edilmeye başlanmıştır. Mücadelenin istenilen zaman diliminde yapılması uygulama sonucunu direk olarak etkilediğinden ağaç sayısı fazla olan bahçelerde ilaçlama tabancalı pülverizatörlere olan talep ilaçlama süresinin uzamasından dolayı azalmaktadır.

Turunçgil ilaçlamasında pülverizatör çeşidi olarak ilaçlama tabancalı, yardımcı hava akımlı (tepe aparatlı ve standart) ve elektrostatik yüklemeli yardımcı hava akımlı pülverizatörler sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak çok hızlı tepe ilaçlaması gereken durumlarda nadiren tarım uçakları ile de ilaç uygulamaları yapılmaktadır. Bu çeşitlerin arasında en yüksek bağıl tutunma oranı püskürtme tabancası ile yapılan ilaçlamalarda sağlanmaktadır (Bayat, 1997). Bayat’ın (1991)gerçekleştirdiği denemeler sonunda hava hızı 28 m/s olan 20.000 m³/h hava debili ve 1031 l/ha sıvı debili yardımcı hava akımlı pülverizatör Hamlin tipi narenciye ilaçlamasında %19, W. Navel tipi narenciye ilaçlamasında ise %8 tutunma sağlamıştır. Aynı ağaçlarda hava hızı 45 m/s olan 20.000 m³/h hava debili ve 617 l/ha sıvı debili yardımcı hava akımlı pülverizatör denenmiş ve sırayla %27.5 ve %19 tutunma sağlanmıştır. Hava hızı 78 m/s olan 13.000 m³/h hava debili ve 2140 l/ha sıvı debili yardımcı hava akımlı pülverizatör denemesinde ise aynı ağaçlarda sırayla %25 ve %9.5 tutunma sağlanmıştır. Yine bu pülverizatörün elektrostatik yüklü uygulamasında ise sırayla %30 ve %16.5 tutunma sağlanmıştır. Bununla beraber ilaçlama tabancası ile yapılan

uygulamalarda Hamlin narenciye ağaçlarına 4080 l/ha uygulama hacmi ile %43.5, W. Navel narenciye ağaçlarında 3060 l/ha uygulama hacmi ile %44.5 bağıl tutunma sağlanmıştır.

Bayat (1996) yaptığı başka bir araştırmada ilaçlama tabancası, standart yardımcı hava akımlı pülverizatör ve tepe aparatlı yardımcı hava akımlı pülverizatör ile yapılan uygulamalarda kaplama oranları ve biyolojik etkinliği tespit etmiş ve yine en yüksek etkinlik ilaçlama tabancası ile elde edilmiştir. Biyolojik etkinlik kontrolü esnasında kırmızı kabuklu bit için yapılan sayımlarda ağaç tacı dış yüzünde yardımcı hava akımlı pülverizatörlerin biyolojik etkinlikleri ilaçlama tabancasına yakın çıkmasına rağmen, ağaç tacı iç yüzünde ilaçlama tabancasının başarısı yardımcı hava akımlı pülverizatörlere göre daha çok yüksek olmuştur. Yardımcı hava akımlı pülverizatörlerle sağlanan biyolojik etkinlik değerinin kabul edilebilir değerlerde olmadığı ifade edilmiştir. Bunun yanında turuncgil beyaz sineği için yapılan sayımlarda standart tip yardımcı hava akımlı pülverizatör ve tepe aparatlı yardımcı hava akımlı pülverizatör ile yapılan uygulamalarda taç iç kısmında biyolojik etkinlik düşük olmasına rağmen, zararlı popülasyonunun ekonomik zarar eşiğinin altına (yaprak başına < 5 adet) çekildiği gözlenmiştir.

Özellikle kırmızı kabuklu bit ile mücadelede yardımcı hava akımlı pülverizatörlerin bu yetersizliği turuncgil üreticilerini püskürtme tabancalı pülverizatör kullanmaya mecbur etmektedir. Püskürtme tabancalı pülverizatörlerin turuncgil ağaçlarının altlarında ve bitişik iki ağaç arasındaki boşlukta oluşan ilaç kayıpları diğer pülverizatörlere göre 3 - 5 kat daha fazladır (Bayat,1991). Bu kayıplarla beraber 5 kişilik bir takımla uzun bir iş günü sonunda 3-4 ha alan ilaçlanabilmektedir (Carman,1975). Püskürtme tabancalı pülverizatörlerin bu dezavantajları araştırmacıları ve çiftçilerimizi yeni arayışlara itmiştir.

Bu araştırmanın amaçları;

- (1) Hava debisi ve hava hızı yüksek bir hava ünitesi geliştirmek ve
- (2) Bu yardımcı hava akımlı pülverizatörün bahçe denemelerini gerçekleştirip etkinliklerini tespit etmektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

RANDALL (1971)'n bildirdiğine göre FLEMING (1962), belirli bir mesafeye taşınacak sıvı miktarının taşıyıcı hava akımı taşıma gücü ile orantılı olduğunu bulmuştur. Aynı çalışmada $Q_{\text{hava}}/V_{\text{hava}}$ (hava debisi/hava hızı) oranının değişik büyüklükteki damlalar üzerinde farklı etkiye sahip olduğu ve daha büyük damlaların belirli bir mesafede havada tutulabilmesi için daha büyük başlangıç hava hızına gereksinim duydukları belirtilmiştir.

RANDALL (1971), meyve ağaçlarında ilaç dağılımı üzerine hava debisi, hava hızı, ilerleme hızı ve rüzgarın etkisini araştırmıştır. Çalışmada, radyal hava çıkışına sahip üç adet çıkış sistemi, iki ilerleme hızında elma ağaçları üzerinde denemeye alınmıştır. Her sistemde $Q_{\text{hava}}/V_{\text{hava}}$ (hava debisi/hava hızı) oranı farklı tutularak, taşıyıcı havanın çıkışta aynı miktarda enerji taşınması sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; en yüksek hava debili fakat, düşük hava hızı ile yapılan uygulama düşük ilerleme hızında ağaç üzerinde daha üniform bir ilaç dağılımı sağlamıştır. Ayrıca yaprakların minimum hava hızına (elma için 12.2 m/s) maruz bırakılabilmesi için hava hacminin (debisinin) mümkün olduğunca büyük olması gerektiği bulunmuştur.

MILES ve ark. (1975), 4.57 m/s hava hızında 200 µm çapındaki damlalarla sabit düşey hedef üzerinde sağlanan ilaç tutunma etkinliğinin %91 olduğu fakat, damla çapının 20 µm olması halinde ise tutunma etkinliğinin %11'e düştüğünü bildirmiştir. Bunun tamamen yüzey özellikleri ve damlaya uygulanan hava taşıma kuvvetinden kaynaklandığı belirtilmiştir.

HALL ve ark. (1975), elma ağaçlarının ilaçlamasında yüksek hava debili, düşük hava hızlı pülverizatörlerin yüksek hava hızlı düşük hava debili pülverizatörlere göre ağaç üzerinde daha üniform ilaç dağılımı ve ağacın tepesinde daha fazla ilaç tutunması sağladığını bulmuşlardır. Ayrıca düşük hava debili, yüksek hava hızlı pülverizatörlerin ağacın alt bölgesinde daha fazla ilaç tutunması sağladığı belirtilmiştir.

REICHARD ve ark. (1977), üç ayrı yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörlerinde sağlanan damla büyüklükleri ve dağılımını ölçmek için bir özel optik spektrometre probu kullanmışlardır. Bu prob pülverizatör üzerindeki her bir memenin sağladığı hüzmenin ortasına gelecek şekilde memeden 46 cm uzaklığa yerleştirilerek ölçüm yapılmıştır. Çalışma sonucuna göre damla dağılımının çok değişken olduğu görülmüştür.

REICHARD ve ark. (1979), yüksek, orta ve düşük hava debili üç değişik tip yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörü kullanarak ilerleme hızı (4; 6; 8 km/h) hava çıkışından yatay (1.5; 3.1; 4.6 m) ve düşey (1.22; 3.35; 5.49 m) uzaklıkların hava hızı değişimi üzerine etkisini belirlemek için regresyon eşitlikleri geliştirmişlerdir. Elde edilen regresyon eşitliklerine göre; ilerleme hızı arttıkça değişik yatay mesafelerde ölçülen hava hızı azalmakta, fakat hava hızındaki azalma yüksek hava debili pülverizatörlerde daha az olmaktadır.

LOCHER ve MOSER (1981), klasik tip hidrolik ve yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörleri kullanarak şerbetçi otunda ilaç tutunmasına etkili faktörleri araştırmışlardır. Gerçek bitki yerine yaprak alanı indeksi 3 ve 6 olan model bitkiler ($YAI = \text{yaprak alanı} / \text{toprak alanı}$) kullanılarak ilaç tutunması ve kayıplar belirlenmiştir. Aynı çalışma koşullarında $YAI = 6$ olması durumunda tutunma $YAI = 3$ 'e göre artarken aynı zamanda kayıpların azaldığı görülmüştür. Klasik tip hidrolik pülverizatörlerle ilaçlamada ilaç tutunması % 42-59 iken yardımcı hava akımlı uygulamalarda ilaç tutunması % 78-92 olmuştur.

BRAZEE ve ark. (1981), yardımcı hava akımlı pülverizatörlerde hava jetinin herhangi bir noktasındaki hava hızı eşitliklerini hava çıkış hızı ve çıkış şeklinin fonksiyonu olarak yeniden düzenlemişlerdir. Bu eşitlikler iki adet pülverizatöre uygulanarak ölçülen sonuçlarla hesaplanan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Teorik olarak hesaplanan hızlarla ölçülen hızlar arasında büyük benzerlik görülmüştür. Ayrıca denemeye alınan pülverizatörler çıkışta eşit hava gücüne sahip olmalarına rağmen jet bölgesinde çıkıştan 1 m uzaklıkta yüksek hava debili-düşük hava hızlı pülverizatör, düşük hava debili-yüksek hava hızlı pülverizatöre göre daha büyük hava hızı sağlamıştır.

FOX ve ark. (1982), bir hava jetinin herhangi bir kesintisindeki taşıma gücünün hesaplanması için fan jeti teorisindeki hava hızları eşitlikleri kullanılmıştır. Çalışmada iki yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörünün hava jetindeki güç ölçülmüş ve teorik eşitliklerden hesaplanan güçle karşılaştırılmıştır. Pülverizatörlerden birisinde ana jet bölgesinde ölçülen hava gücü, ideal gücün yaklaşık % 30'dan daha küçük iken, diğerinde ise ölçülen hız profillerinin çoğu için ideal gücün % 5'i sınırları içerisinde olmuştur.

MOSER (1984), meyve bahçelerinin ilaçlanmasında yıllık minimum-maksimum zaman tüketimini farklı sıra araları ve farklı uygulama tekniklerine bağlı olarak araştırmıştır. Çalışmada yumuşak çekirdekli meyvelerde ilaçlama için harcanan zaman 8 h/ha-yıl, taş çekirdeklielerde 3-5 h/ha-yıl, Ahududu da 5-11 h/ha-yıl, çilekte 2,5 h/ha-yıl ve bağlarda 3-18 h/ha-yıl bulunmuştur.

CARROL ve LUCK (1984 a)'nın Kaliforniya'da turunçgiller üzerinde yaptığı çalışmalarda, önemli bir turunçgil zararlısı olan kırmızı kabuklu bit'in (*Aonidiella aurantii*) meyve ve gövde üzerinde yaprak ve sürgüne göre daha yoğun bir popülasyon oluşturduğu, ağaçların yön (doğu, batı, kuzey, güney) ve yüksekliği dikkate alındığında da yaz ve sonbahar aylarında güney yönler ile üst kısımlarda popülasyonun daha düşük olduğunu bulmuşlardır.

CARROL ve LUCK (1984 b), turunçgillerde kırmızı kabuklu bit'in (*Aonidiella aurantii*) ağacın alt kısımlarında üst kısımlara göre daha çok popülasyon oluşturduğunu işaret etmektedirler.

DORRIES ve GÖHLICH (1984), yardımcı hava akımlı pülverizatörlerde sıvı düşey dağılımını belirlemek için sıvıyı fanın sağladığı havadan ayırarak tutan özel bir set (4.5 m yükseklikte ve 1.6 m genişlikte) geliştirmişlerdir. Bu çalışmada yüksekliğe bağlı olarak damla büyüklüğünde değişimi ölçmek için farklı yüksekliklere yerleştirilen suya duyarlı kağıtlar kullanmışlardır.

FOX ve ark. (1985) bir rüzgar tüneli içerisinde yardımcı hava akımlı pülverizatörle yaptıkları çalışmada rüzgar hızı ve ilerleme hızının pülverizatör tarafından üretilen hava jeti üzerinde önemli etkisi olduğunu bulmuşlardır. Çalışmada yüksek ilerleme hızı ve rüzgar hızlarında hava jetinde meydana gelen büyük

türbülanslardan dolayı ağacın bütün kısımlarında iyi bir hava akımı penetrasyonunun sağlanamayacağı belirtilmiştir.

TRAVIS ve ark. (1987), ilerleme hızının ilaç tutunmasına etkisini araştırmak için 2.4; 3.2; 4.0 ve 4.8 km/h ilerleme hızlarında elma ağaçlarını ilaçlamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre düşük hızlarda daha büyük ilaç tutunması ve yüksek hızlarda ise en büyük ilaç tutunma değişkenliği meydana geldiği saptanmıştır.

SALYANI ve ark. (1987) ve SALYANI (1988), bir damla jeneratörü kullanarak yaptıkları laboratuvar çalışmasında turuncgil ilaçlamasında en yüksek tutunmanın 240-340 µm damla çapı aralığında sağlandığını bulmuşlardır.

GILES (1988), basınçla oluşturulan damlaların taşıdığı faydalı enerjinin (yüzey ve kinetik) damlaları oluşturmak için uygulanan enerjiden % 15 daha az olduğunu, ancak büyük damlaların küçük damlalara göre daha fazla kinetik enerji taşıdığını belirtmiştir.

WHITNEY ve ark. (1989), greyfurt ağaçlarına metalik bakır uygulamak için iki tip pülverizatör (A ve B) kullanılmıştır. Güç gereksinimini 97 kW olan A pülverizatörü ile güç gereksinimi 37.3 kW olan B pülverizatörü 1.6, 2.8 ve 4.0 km/h ilerleme hızlarında ve 1170, 2340, 4680 L/ha ilaç normlarıyla hektara 4.4 kg metalik bakır düşecek şekilde tesadüfi bloklar deneme planına göre uygulanmıştır. Bakırın ağaç üzerindeki kalıntı miktarını belirlemek için ağaç düşey olarak 8 eşit bölgeye ayrılmış ve bu bölgelerin biri üzerinden üç yükseklikte (1.5; 3.2 ve 4.9 m) iki yüzey (taç dış yüzeyi ve iç yüzeyi) traktör ilerleme doğrultusuna göre üç açıda (90°, 45° ve 0°) örnekler alınmıştır. Çalışma sonuçları aşağıda özetlenmiştir. Bunlar;

- 1- Yaprak alt yüzeyi üzerinde tutunan ortalama bakır miktarı pülverizatör tipi, ilerleme hızı ve uygulanan ilaç normuyla (su miktarı) değişmemiştir.
- 2- Yaprak üst yüzeyinde en büyük ortalama tutunma B pülverizatörüyle 2340 L/ha ve 4.0 km/h ilerleme hızında elde edilmiştir.
- 3- Toplam yaprak yüzeyi (alt yüzey + üst yüzey) üzerinde en büyük ortalama tutunma B pülverizatörüyle (2340 L/ha ve 4.0 km/h hızda) sağlanmıştır.
- 4- Ortalama tutunma; örnekleme yüksekliği, taç yüzeyi (iç ve dış) ve ilerleme doğrultusuna göre değişmiştir. En büyük tutunma taç dış yüzeyinde ve

ilerleme doğrultusuna göre 90°'lik açıda, yaprak alt yüzeylerinde en büyük tutunma 3.2 m yükseklikte ve yaprak üst yüzeylerinde en büyük tutunma 1.5 m yükseklikte sağlanmıştır.

KARACA (1990), limon, portakal, altıntop ve mandalina ağaçlarında yaptığı çalışmalarda kırmızı kabuklu bitin en fazla meyvelerde, orta düzeyde yaprak ve sürgünde, en az ise gövde üzerinde bulunduğunu saptamıştır. Ağaç yönleri dikkate alındığında popülasyonun en yoğun olduğu yönün kuzey olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

SALYANI ve McCAY (1990), kule tipi yardımcı hava akımlı bir pülverizatörle değişik ilaç normları (470, 949, 2350, 4700 ve 9400 L/ha) kullanarak Valensia portakalları üzerinde ilaç dağılımını belirlemişlerdir. Deneme 6 x 6'lık dikimde tesadüfi bloklar deneme planına göre 4 tekerrürlü olarak düzenlenmiş, iz maddesi olarak 359-7181 ppm'lik metalik bakır ve analizler için kolorimetre kullanılmıştır. Örnekler her parselin merkezindeki iki ağaçtan ilerleme yönüne göre üç açı (0°, 45°, 90°) üzerinden 1.2, 2.4 ve 3.6 m düşey yükseklikten alınmıştır. İlaç normuna bağlı olarak farklı bölgelerde sağlanan ilaç dağılım düzgünlüğü varyasyon katsayısı (CV) kullanılarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre en fazla tutunma en düşük ilaç normuyla yapılan uygulamada sağlanmıştır.

KHDAIR ve ark. (1994), bir rüzgar tüneli kullanarak çeşitli rüzgar hızlarında 119 µm'lik hacimsel orta çapa sahip damlalarda ilacın penetrasyonu ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Denek olarak taç genişliği 60 cm, yüksekliği 82 cm olan yoğun yapraklı Poinsettia bitkisi seçilmiştir. 7 adet bitki tünele yerleştirilmiş ve bitkilerin 25 cm üzerinden ilaçlama yapılmıştır. 0, 10, 13 ve 16 m/s rüzgar hızları ile yapılan denemeler sonunda en yüksek tutunma 16 m/s hız ile yapılan ilaçlamada elde edilmiştir.

ZHU ve ark. (1996), dik bir hedefe damla tutunumunu etkileyen faktörleri test etmiştir. Denemelerde damla çapı 10 µm ile 600 µm arasında, rüzgar hızı 0.5 m/s ile 8 m/s arasında, dikey hedefin eni 6.35 mm ile 50.8 mm arasında değiştirilmiştir. Damla tutunumu; artan damla çapı, rüzgar hızı ve hedef eni ile artmıştır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu araştırmada bir çok meyve ağaçları ile karşılaştırıldığında son derece yüksek ağaç yüksekliği ve yoğun yaprak yapısına sahip turunçgil ağaçlarının ilaçlanması hedeflendiğinde;

1. yapımı düşünülen prototip pülverizatör sağlı-sollu olarak toplam 6 manifoldlu olarak düşünülmüş,
2. Ağaç etek kısımlarının daha fazla yaprak alanına sahip olduğu varsayılarak, püskürtme hacminin büyük bir bölümü ağacın ilk ½'lik kısmına yönlendirilmiş,
3. Ağaç yüksekliklerinin değişebileceği varsayılarak, üst manifoldların ayarlanabilir özelliğe sahip olması amaçlanmıştır.

3.1.1. Araştırma Yerleri ve Turunçgil Çeşitlerine Ait Bazı Özellikler

Araştırmada hedeflenen prototip pülverizatörün imalat BAŞMAN Ziraat Aletleri imalathanesinde gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar çalışmaları Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri bölümü Püskürtme laboratuvarı, bahçe çalışmaları ise, Çukurova Üniversitesi Döner Sermaye İşletmesi turunçgil üretim alanlarında gerçekleştirilmiştir

Bahçe denemeleri, yaşları 22 olan, 8 x 8 m dikimli, ortalama 5.3 m yüksekliğinde ve 6.4 m taç genişliğine sahip greyfurt parselinde yürütülmüştür. Bahçe denemeleri 4 Ocak 1999 tarihinde gerçekleştirilmiş olup, deney sırasında ortalama sıcaklık 17 °C ve bağıl nem % 52 olarak ölçülmüştür.

3.1.2. Prototip Pülverizatör Dizaynı

3.1.2.1. Pompa Dizaynı

Türkiye' de turunçgil ağaçlarında ve meyvesinde zarar yapan zararlılara karşı mücadelede, en yaygın olarak yazlık beyaz yağlar kullanılmaktadır. Ancak yazlık beyaz yağ uygulamalarında yüksek hacimli uygulamalara gereksinim olmaktadır. Bu nedenle pompa dizaynında yüksek debinin sağlanması temel amaç olmuştur

Pompa dizaynında ağaç başına maksimum 20 l sıvı püskürteceği ve pülverizatörün 3 km/h hızla çekileceği varsayılarak dizayn yapılmıştır.

Pompa dizayn edilirken Başman Ziraat Aletleri A.Ş.'nin 4 pistonlu Süper tip pompasının üzerinde bazı modifikasyonlar yaparak imalat yapılmıştır. Pompa piston çapında, piston sayısında ve devir seçiminde Başman Ziraat Aletleri A.Ş.'nin standartlarına bağlı kalınmıştır. Dolayısıyla piston çapı 56 mm, piston adedi ise 4 olmuştur.

İlaçlama için ihtiyaç duyulan sıvı miktarı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$Q_{sıvı} = V_{pülve.} * v_{teorik ağaç} / L \quad \text{Formül 3.1}$$

Burada;

$$V_{pülve.} = \text{Pülverizatör çekilme hızı (km/h)}$$

$$v_{teorik ağaç} = \text{Ağaç başına hedeflenen uygulama hacmi (l)}$$

$$L = \text{Ağaçlar Arasındaki Ekim Mesafesi (m)}$$

Pompa ile hedeflenen debinin sağlanması için gerekli strok şu şekilde hesaplanmıştır; sıkıştırılabilir sıvılar için yoğunluğun sabit olduğu varsayılırsa,

$$Q_{teorikpompa} = \frac{\dot{m}}{\rho} = \int_A \vec{V} \cdot \vec{n} dA = V \cdot A \quad \text{Formül 3.2}$$

Burada pistonlu pompalar için;

$$V = S * n \quad \text{dir.} \quad \text{Formül 3.3}$$

Burada;

$$S = \text{Strok, (mm)}$$

$$n = \text{Pompa mili devri, d/min'dır}$$

$$Q_{teorikpompa} = A * S * n * z \quad \text{Formül 3.4}$$

$$Q_{teorikpompa} = \frac{\pi * D^2}{4} * S * n * z \quad \text{Formül 3.5}$$

$$Q_{Gerçek} = Q_{teorikpompa} * \eta_{volumetric} \quad \text{Formül 3.6}$$

Burada;

$$z = \text{Piston sayısı, (adet)}$$

$$\eta_{volumetric} = \text{Volumetrik randıman, (\%)}$$

Buradan S (strok) çekilirse:

$$S = \frac{Q_{Gerçek} * 4}{\pi * D^2 * n * z * \eta_{volumetric}}$$

Formül 3.7

3.7 Nolu bağlantı kullanılarak S (strok) hesaplandıktan sonra, Süper 4 pistonlu pompanın krankı bu stroğa göre işlenmiştir. Motor bloğu, rulman yatakları, rulmanlar, biyel kolları, dış gömlekler, pistonlar, piston lastikleri ve kafaları Süper 4 pistonlu pompanın mevcut parçalarıdır. Pompada stroğa göre değişen diğer bir parça ise Krom Gömlektir. Strok belirlendikten sonra bu parçanın boyu değişen strok miktarı kadar uzatılmıştır.

3.1.2.2. Kumanda Gurubu, Hava Tüpü ve Depo Seçimi

Pompadan çıkan sıvıyı kontrollü olarak kullanabilmek için bir kumanda gurubuna ihtiyaç duyulmaktadır. Kumanda gurubunun istenilen her türlü kontrolü yapabilmesi kullanıcıya kolaylık sağlayacaktır. Bunun için her çıkışa ayrı ayrı kumanda edebilecek küresel vanalar ile kontrol edilen bir kumanda tüpü hazırlanmıştır. Bu kumanda tüpünden önce basınç dalgalanmalarını düzenleyecek hava tüpü ve basınç ayarlaması yapılmasını sağlayacak regülatör sistemi yerleştirilmiştir.

Hava tüpü 4" borudan 40 cm uzunluğunda hazırlanmış ve kullanılmıştır. Bu hacim 3241 cm³'tür. Kullanılan pompa 4 pistonlu olduğundan dolayı hava tüpü hacmi ihtiyacı çok fazla değildir ve hava tüpü için hiçbir hesaplama yapılmamıştır.

Ağaç başına 20 l sıvı püskürtülmesi hedeflendiğinden dolayı depo seçimi yapılırken piyasada mevcut olan depoların arasından en büyük hacimli olanı araştırılmıştır. Bulunan depo 2000 l hacmindedir. Bu deponun dışında özel bir depo yaptırılması ihtimali hem fiyat hem de ölçülerin büyüyüp manevra yeteneğinin azalması ihtimalinden dolayı mümkün olmamıştır. Daha küçük bir depo seçildiği takdirde deponun boşalma zamanı çok kısa olacağından depoyu doldurmak için gidip gelmeden dolayı kaybedilecek zaman artacaktır.

3.1.2.3. Şase Dizaynı

Şase dizayn edilirken prototip pülverizatörün şasesinin teknik resmi çizilmiş, yükler tahmini olarak yerleştirilmiş ve hesaplamaları yapılmıştır. Hesaplamalarda dingil mesafesini belirlemek için kullanılan formüller:

$$\sum F_y = 0 \quad \text{Formül 3.8}$$

$$\sum M = 0 \quad \text{dir} \quad \text{Formül 3.9}$$

Dingil yeri tespit edildikten sonra Kesme Kuvveti-Eğme Momenti diyagramı çizilmiş ve şasenin hassas noktaları tespit edilmiştir. Hesaplamalar bu noktalara göre yapılmıştır. Hesaplamalar için izlene işlem adımları aşağıda verilmiştir.

1. Türk Standartları Enstitüsünün U Profilleri için malzeme özelliklerini belirten St44-2 standardından tahmini olarak bir malzeme seçilmiş (NPU100) ve bu malzemenin kopma kuvvetinden σ_{em} (normal gerilme) ve τ_{em} (kayma gerilmesi) değerleri hesaplanmıştır.
2. Yükler, Kesme kuvveti-Eğme momenti diyagramı üzerine yerleştirilip en büyük kesme kuvveti ve eğme momenti değerleri tespit edilmiştir.
3. Şase dizaynının maksimum eğme momenti olan noktada normal stres ile kontrol edildiğini kabul ederek izin verilen en düşük w (mukavemet momenti) değeri bulunmuştur. Dizayn güvenlik faktörü (s) 2.5 olarak alınmıştır.

$$w_{\max} = \frac{M_{\max}}{\sigma_{em}} \times s \quad \text{Formül 3.10}$$

Burada;

$w_{\max}$ = Maksimum Kopma Mukavemeti (mm^3)

$M_{\max}$ = Maksimum Moment (Nm)

σ_{em} = Çekme mukavemeti (N/mm^2)

s = güvenlik faktörü

4. $w_{\max}$ değeri, seçilen malzemenin w değeri ile kontrol edilmiştir.
5. Malzemenin statik olarak ihtiyaçlarımızı karşılayıp karşılamadığını anlamak için τ değerine göre de kontrol yapılmıştır.

3.1.2.4. Pülverizatör Hava Debisi İhtiyacı ve Fan Seçimi

Yardımcı hava akımlı bir pülverizatör ile ilaçlama esnasında gerekli olan hava miktarının tespiti için aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır (IRLA,1986).

$$Q_T = \frac{B * H * V_h}{C_p} \quad \text{Formül 3.11}$$

Burada;

Q_T = Hava debisi (m³/h)

B = Sıra arası mesafe (m)

H = Ağaç yüksekliği (m)

V_h = İlerleme hızı (m/h)

C_p = Püskürtme katsayısı

Püskürtme katsayısı için 2 ile 3 arası bir değer alınması gerektiği yine aynı kaynakta belirtilmiştir. Ağaç yaprak yoğunluğu fazla ise 2 az ise 3 değeri seçilmelidir. Bu denemede seçilen hedef ağaçlar narenciye olduğundan ve yaprak yoğunluğu fazla olduğundan püskürtme katsayısı 2 seçilmiştir.

Bu değer hesaplandıktan sonra çeşitli fan imalatçıları ile görüşülmüş, minimum güç çeken ve gerekli debiyi sağlayabilecek bir fan için taramalar yapılmıştır.

Üntes (Ankara) gereken debiyi sağlayabilecek ve 18 kW güç ile çalışabilecek bir fan imal edebileceğini bildirmiştir. Verilen sipariş sonucunda gelen fan ağırlığından ve hava debisinin yetersizliğinden dolayı kullanılamamış, iç pazardan bu debiyi sağlayabilecek düşük güçlü bir fan bulunamayınca dış pazar taramalarına girilmiş ve Selanik'te A.M.E. isimli bir firma ile yapılan görüşmeler sonucunda istenilen hava debisine sahip, düşük güçlü (19 kW) bir fan temin edilmiştir.

Fanın ihtiyacı olan devri sağlayabilmek için, kullanılacak olan şanzıman İtalya'daki Comer Group Spa. Şirketinden temin edilmiştir. Bu şanzıman giriş devrinin 1:4.53 artırımına olanak sağlamaktadır. Bu şanzımanın seçimindeki önemli faktörler; firmanın ISO 9001 ve 9002 belgelerinin olması, şanzımanların tek tek test

ediliyor olması, güvenlik faktörlerinin yüksek olması, şanzımanın sessiz olması ve tarımsal aletler için imal ediliyor olmasıdır.

3.2. Metod

3.2.1. Mukavemet Testleri

Prototip olarak imal edilen pülverizatörün mukavemet testleri için özel testler yapılamamış olup, pülverizatör sabit pozisyonda uzun süre 540 d/min' lik kuyruk mili devrinde çalıştırılmıştır. Ayrıca bahçe ve yol koşullarındaki sağlamlığı depo tamamen su ile doldurularak (2000 l) pülverizatör işletilmiş ve şase üzerinde incelemeler yapılmıştır. Yapılan incelemelerde olumsuz bir durumla karşılaşılmamıştır.

3.2.2.Bahçe Denemeleri ve Pülverizatör İşletme Koşulları

Bahçe denemeleri 8x8 m'lik dikime göre düzenlenmiş bahçede üç farklı uygulama hacmi için 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sadece su püskürtülerek yapılan çalışmalarda, su püskürtülen her ağaç bir tekerrür olarak değerlendirilmiştir. Ancak farklı uygulama hacimlerine geçişte, bitişik deneme alanları arasında en az bir ağaç boş bırakılmıştır (Şekil 3.1).

Şekil 3.1 de de gösterildiği gibi, her bir uygulama hacmi ile yapılan testlerde, ağaçlar sağlıklı-sollu ilaçlandıktan sonra örnekler alınmıştır.

Araştırmada farklı uygulama hacimlerinin sağlanması için, aynı işletme basıncında, pülverizatörün ilerleme hızı değiştirilmiştir. Uygulama hacmi hesabında 3.12 Nolu bağıntı kullanılmıştır (Zeren ve Bayat, 1995)

$$N = \frac{600 Q}{V.B}$$

Formül 3.12

Burada;

N= Uygulama hacmi (l/ha)

Q= Toplam meme debisi (l/min)

V= Pülverizatör ilerleme hızı (km/h)

B= Sıralar arası mesafe (m)

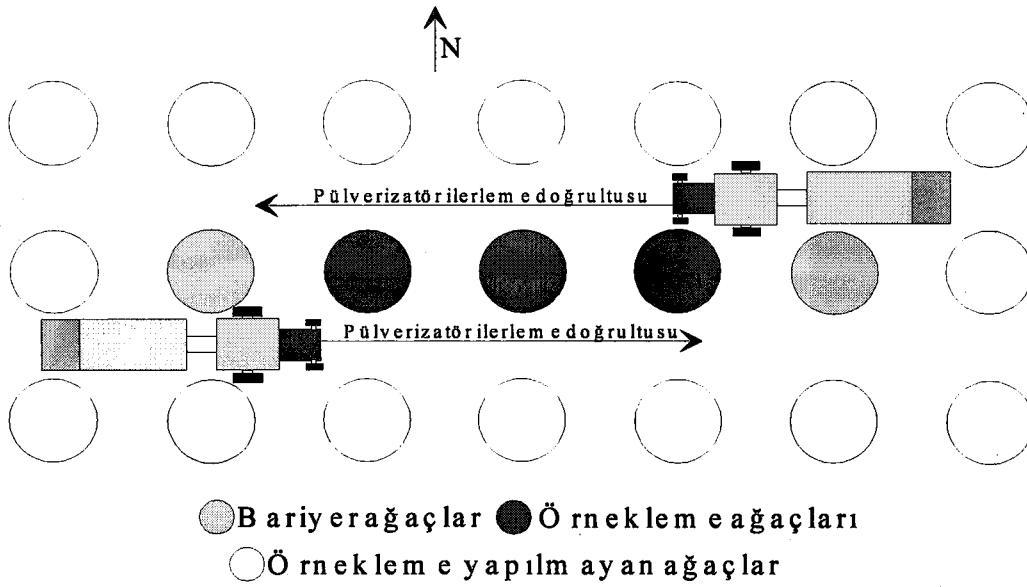
Araştırmada pülverizatör 2.03 km/h, 3.37 km/h ve 4.5 km/h hızlarında işletilerek üç ayrı uygulama hacmi sağlanmıştır. Bu hızlar traktörün 1 takviye, 2 takviye ve 3 takviye viteslerdeki hızlarıdır. Araştırmada 12 bar işletme basıncında pülverizatör üzerindeki toplam 36 adet memenin debisi 119 l/min olarak ölçülmüştür. Çizelge 3.1.'de pülverizatör çalışma koşulları verilmiştir.

Çizelge 3.1. Pülverizatör çalışma koşulları

Pülverizatör hızı (km/h)	Püskürtme basıncı (bar)	Uygulama hacmi (l/ha)	Ağaç başına uygulama hacmi (l/ağaç)*
2.03	12	4396	29.3
3.37	12	2648	17.6
4.5	12	1983	13.2

(*): hektar başına 150 ağaç esas alınmıştır.

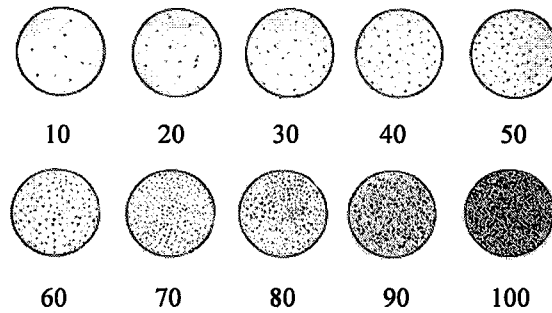
Şekil 3.1 de pülverizatörün deneme parselleri içindeki hareketine ait şematik gösterim verilmiştir.



Şekil 3.1. Bahçe deneme alanında kullanılan örneklem planı

3.2.3. İlaç Kaplama Değerlendirmesi ve Ağaç Üzerinde Örnekleme Yöntemi

Pülverizatörün bahçe koşullarında etkinliğinin saptanması için, hedef yüzeylerin püskürtülen sıvıyla kaplanması oranları saptanmıştır. Kaplama oranlarının saptanmasında Derksen ve Breth (1994) tarafından da kullanılan yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde daha önceden bilinen kaplama oranlarına sahip yüzeyler üretilmekte, pülverizasyon sonrası alınan örnekler üzerindeki dağılım değerleri referans yüzeye göre değerlendirilmektedir. Bu araştırmada kullanılan referans yüzeyler ve bu yüzeylere göre saptanan kaplama değerleri Şekil 3.2.'de verilmiştir.



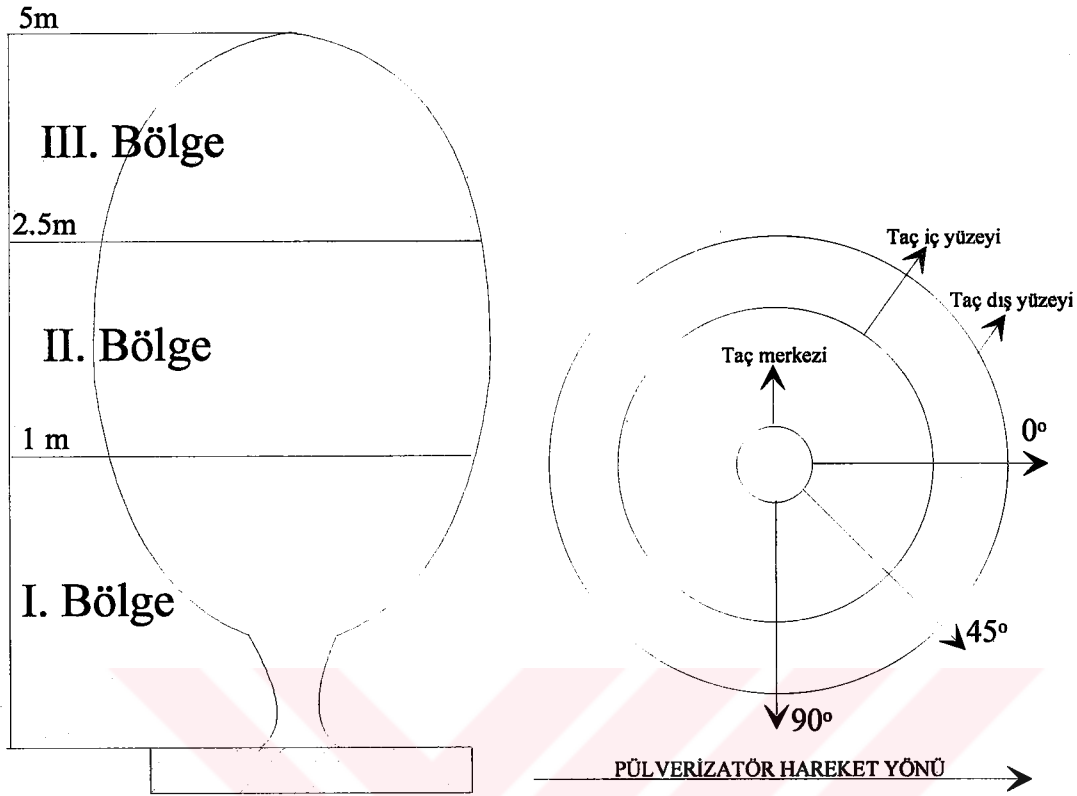
Şekil 3.2. Referans yüzeyler ve kaplama oranları(Fisher ve ark.,1996;Derksen ve Breth,1994'den)

Ağaç üzerinde örnekleme yüzeyi olarak suya duyarlı kağıtlar (25mmx20mm, Novartis-Water Sensitive Paper) kullanılmış olup, suya duyarlı kağıtlar yaprak alt ve üst yüzeyine zımbalanarak yaprak yüzeyine tutturulmuştur.

Ağaç üzerindeki örnekleme yerlerinin tespitinde Whitney ve ark. (1989) da belirtilen yöntemle benzer bir yöntem kullanılmıştır (Şekil 3.3.). Ağaç yükseklik olarak 3 bölgeye ayrılmış ancak örnekleme ağacın 1/4' lük bölümünde farklı pozisyonlarda yapılmıştır. Örnekleme yerden 1m, 2.5m ve 5m yüksekliklerde yapılmıştır. Örnekleme yükseklikleri orantılı gibi görünmese de bu yüksekliklerin seçilme sebebi narenciye ağaçlarının yaprak yoğunluğunun çoğu tacın 1/3'lük kısmında olması ve hastalıklar da genelde bu 1/3'lük kısımda görülmesidir. Örnekleme ağaç tacı dış yüzeyinde, taç iç kısmında (yaklaşık 1 m içe doğru) yapraklar üzerinde ve ağaç tacı merkezi boyunca gövde üzerinde yapılmıştır. Belirtilen yüksekliklerde üç pozisyon da aynı örnekleme yöntemi uygulanmıştır. Böylece ilerleme doğrultusuna paralel (0°), dik konumda (90°) ve her iki pozisyonun orta doğrultusunda (45°) örnekleme yapılmıştır. Denemelerde ağaç başına dış yüzeylerde toplam 9, iç yüzeylerde 9 ve gövde üzerinde 9 olmak üzere toplam 27 noktada örnekleme yapılmıştır. Taç dış ve iç yüzeyinde suya duyarlı kağıtlar yaprak alt ve üst yüzeyine yapıştırılırken, taç merkezinde doğrudan gövdeye yapıştırılmıştır.

Suya duyarlı kağıtlar hedef yüzeyler üzerine tutturulduktan sonra, pülverizatörle istenen işletme koşullarında su püskürtülmüştür. Püskürtme işleminden yaklaşık 30 dakika sonra suya kağıtlar alındıkları yer ve pozisyona göre uygun bir şekilde numaralandırılarak, kağıt zarflar içerisine alınmıştır.

Suya duyarlı kağıtların üzerinde sağlanan kaplama değerleri Şekil 3.2'deki referans lekeli yüzeylere göre görsel olarak değerlendirilerek puanlanmıştır.



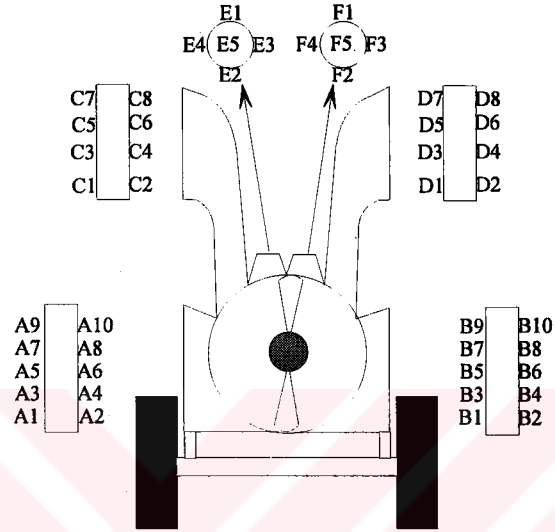
Şekil 3.3. Ağaç üzerinde seçilen bölgelere göre örnek alma yerleri ve pozisyonları

3.2.4. Pülverizatöre Ait İşletme Karakteristiklerinin Saptanması

Bu çalışmada yardımcı hava akımlı pülverizatörün her bir memesinin debisini ölçmek için pülverizatör standart kuyruk mili ve 12 bar işletme basıncında çalıştırılarak memelerden akan sıvı meme başlarına yerleştirilmiş hortumlarla ölçekli cam tüplere alınmıştır. Böylece pülverizatör sabit bir pozisyonda çalışırken birim zamanda her bir memeden akan su miktarı ölçülerek toplam meme debisi hesaplanmıştır.

Hava hızı (m/s) ölçümleri için pülverizatör açık alanda 500 devir/min ile çalıştırılmış ve pitot tüpü kullanılarak hız ölçümleri yapılmıştır. Her bir çıkış ağzından ölçüm alınmış ve ortalaması hesaplanmıştır. Bu ortalamalar ve çıkış ağız alanları kullanılarak hava debisi (m^3/h) hesaplanmıştır. Ağaçlar arasında hava hızı ölçümü yapmak zor olduğundan ve ölçüm tam yapılmadığı takdirde hava debisi doğru hesaplanamayacağından hava hızı ölçümleri açık alanda yapılmıştır. Bayat'ın

(1991)'de de hava hızı ölçümleri aynı şekilde açık havada gerçekleştirilmiştir. Hava hızı ölçümlerinde, çıkış ağızlarından toplam 46 ölçüm alınmış, ortalamaları hesaplanıp hava debileri bulunmuştur (Şekil 3.4.). Burada A, B, C, D, E ve F birer manifoldu göstermektedir ve bu ağızlardan yapılan ölçümler için harflerden sonra birer rakam verilmiş ve değerlendirilmiştir.



Şekil 3.4. Manifold çıkışlarında hava hızı ölçme yerleri

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Pompa Dizayn Hesapları ve Montajı

Pompa dizaynı yapılırken ilk etapta pompa debisi tespit edilmiştir (Formül 3.1).

$$Q_{sivi} = V_{traktör} * Q_{teorik\ ağaç} / L \quad \text{Formül 3.1}$$

$$V_{traktör} = \text{Traktör hızı} = 2.03 \text{ km/h} = 2030 \text{ m/h (1 takviye ile 500 d/min)}$$

$$Q_{teorik\ ağaç} = \text{Ağaç başına püskürtülecek sıvı miktarı} = 20 \text{ l/ağaç}$$

$$L = \text{Ağaçlar arasındaki dikim mesafesi} = 8 \text{ m}$$

Formül 3.1’de değerler birimleri ile yerlerine konulduğunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

$$Q_{sivi} = \frac{2030 \frac{m}{h} * 20l}{8m}$$

$$Q_{sivi} = 5075 \frac{l}{h}$$

$$Q_{sivi} = 84.58 \frac{l}{min}$$

Tespit edilen Q_{sivi} pompanın gerçek verdisi olan $Q_{gerçek}$ ile aynı değerdir. Buradan elde edilen 84.58 l/min. değer Formül 3.7’de yerine konularak S değeri elde edilmiştir. Süper 3 ve Süper 2 tip pompalarda yapılan ölçümler sonucunda $\eta_{volumetric}$ (Hacimsel Verim) 0.54 olarak tespit edilmiştir. Bu verimi etkileyen temel sebep klape denilen check-valve’lerdir. Diğer tip pompalarda değişik klapeleler kullanıldığı için hacimsel verim 0.48 civarındadır (Başman, 1993). Süper 4 Pistonlu Pompa için:

$$z = \text{Piston Sayısı} = 4$$

$$\eta_{volumetric} = \text{Hacimsel Verim} = 0.54$$

$$Q_{sivi} = 0.08458 \frac{m^3}{min}$$

Buradan S (strok) çekilirse:

$$S = \frac{Q_{Gerçek} * 4}{\Pi * D^2 * n * z * \eta_{volumetric}}$$

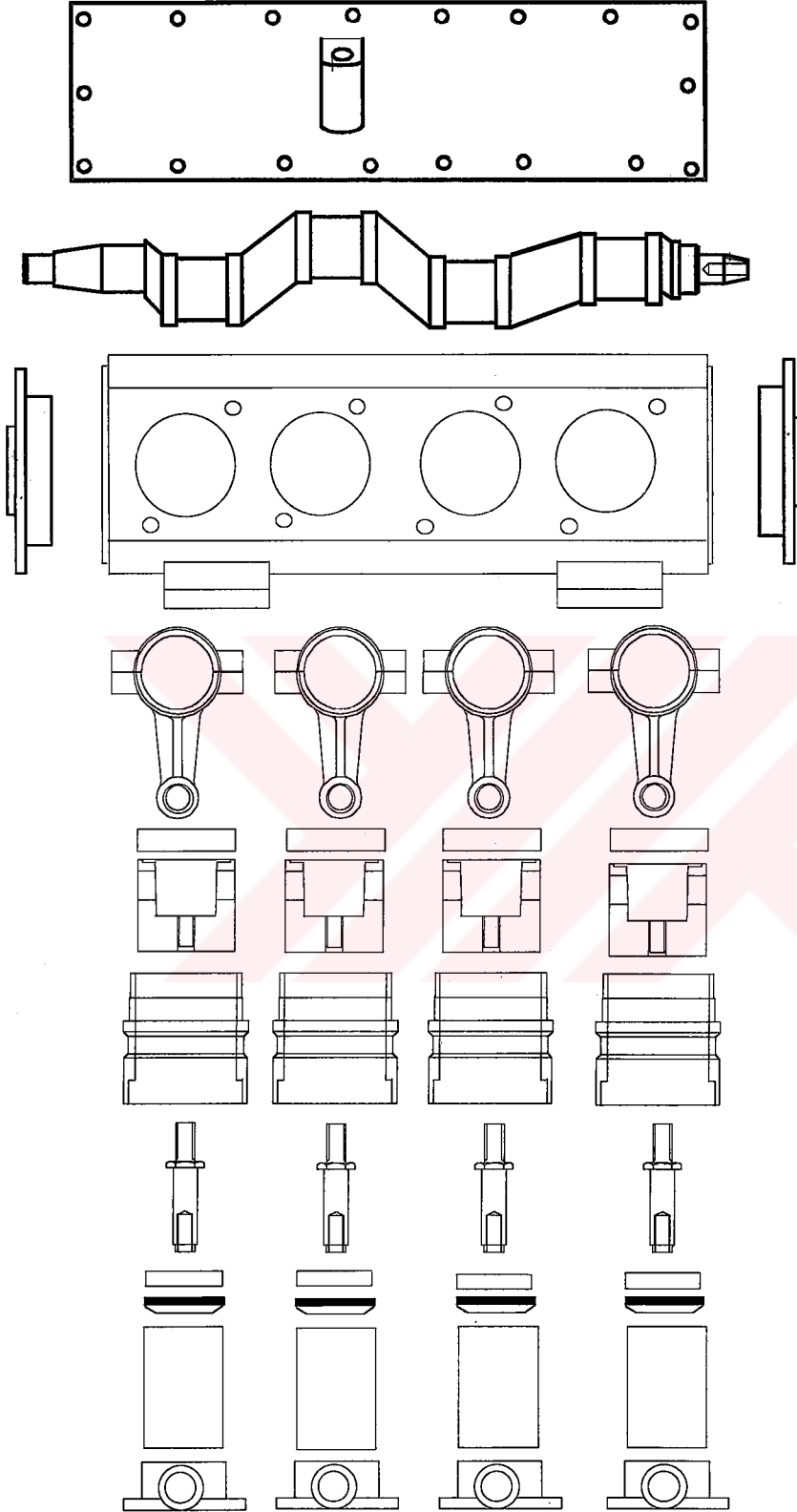
Formül 3.7

$$S = 0.296 \text{ m}$$

$$S = 29.6 \text{ mm}$$

Krank 40 mm strokla imal edilmiş ve pompaya monte edilmiştir. Bu durumda daha fazla debiye ihtiyaç duyulduğunda da bu pompa kullanılabilecek istenildiğinde ise regülatör sayesinde debi düşürülebilecektir. Daha önceki strok 28 mm olduğundan Krom Gömleğin boyunda 15 mm'lik bir uzatma yapılmıştır. Stroğun ve dolayısıyla debinin değişmesinden dolayı pompanın rulmanlarının üzerine binen yük artışına rağmen rulman değiştirilmemesinin sebebi ise bu pompanın ilk dizaynı esnasında tarım aletleri için SKF (1994) tarafından verilen ortalama ömür 300-3.000 saat olarak olmasına rağmen dizaynın 20.000 saat üzerinden yapılmış olması ve s'in (güvenlik faktörünün) 6 seçilmiş olmasıdır (Başman, 1993).

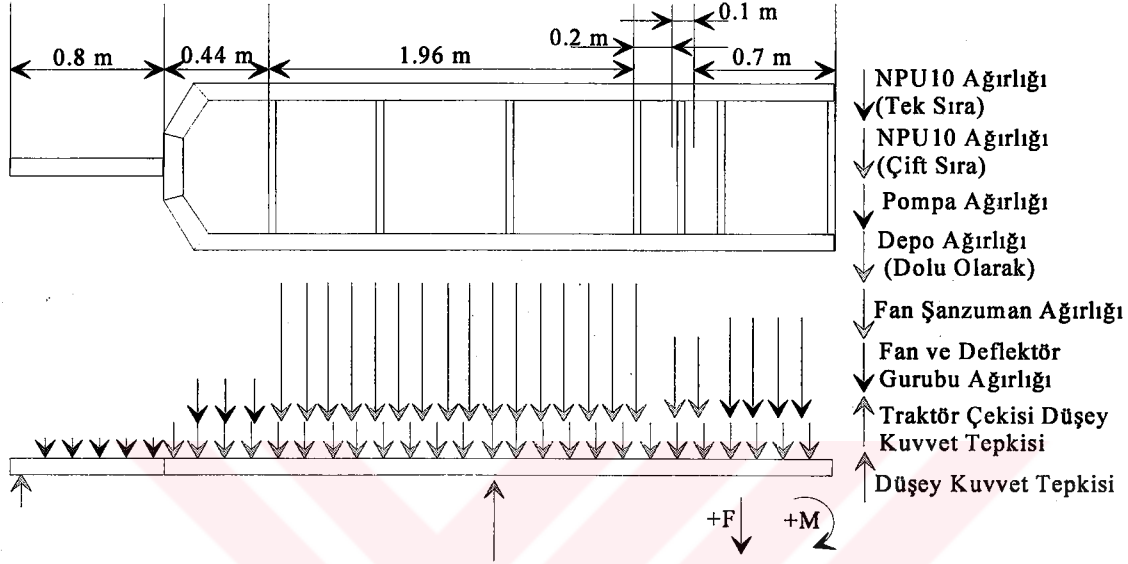
Pülverizatörde kullanılan pompa Süper 4 pistonlu pompanın modifiye edilmiş hali olduğundan pompanın birçok parçası Süper 4 pistonlu pompa ile aynıdır. Gövde, motor yan kapakları, biyel kolları, pernolar, pistonlar, pik gömlekler, gömlek kapakları, dış gömlekler ve klapeler Süper 4 pistonlu pompa ile aynı, krank, krom gömlekler ve piston saplamaları özel imalattır. Pompa aşağıda çizimi verildiği şekilde toplanmıştır.



Şekil 4.1. 4 Pistonlu pompanın montaj çizimi

4.2. Şase Dizayn Hesapları

Şase şekli ve yükleri aşağıda gösterilmiştir. Bu yüklere göre dingil mesafesi tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Şase Ölçüleri ve Yüklerin Şematik Gösterimi

Yukarıda gösterilen kuvvetlerin değerleri aşağıda hesaplanmış ve pülverizatörün üzerine etki eden kuvvetlerin toplamının 0 ($\sum F_y = 0$) olduğu (Formül 3.8) hesabına göre dingile etki eden kuvvet hesaplanmıştır. Traktör çekisi düşey kuvvet tepkisi Başman Turbo 2000 ile aynı değerde alınmıştır (3550 N). Bu kuvvet engebeli arazide pülverizatörün arkaya doğru yatmasını engellemekte aynı zamanda traktöre bir ek ağırlık yarattığından traktörün sürtünme kuvvetini artırarak patinajı ve kaymayı engellemektedir.

$$\mu_{10} = 10.6 \text{ kg/m (tek sıra)}$$

$$f_{u100} = 10.6 \text{ kg/m} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$f_{u100} = 103.99 \frac{\text{kgxm}}{\text{s}^2} \times \frac{1}{\text{m}} \cong 104 \text{ N/m}$$

$m'_{u100} = 21.2 \text{ kg/m}$ (çift sıra, aralara destek olarak konulan köşebentlerin ağırlıkları göz ardı edilmiştir)

$$f'_{u100} = 21.2 \text{ kg/m} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$f'_{u100} = 207.97 \frac{\text{kgxm}}{\text{s}^2} \times \frac{1}{\text{m}} \cong 208 \text{ N/m}$$

$$M_{\text{pump}} = 40 \text{ kg}$$

$$m_{\text{pump}} = 40 \text{ kg} / 0.44 \text{ m}$$

$$m_{\text{pump}} = 90.91 \text{ kg/m}$$

$$f_{\text{pump}} = 90.91 \text{ kg/m} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$f_{\text{pump}} = 891.83 \text{ N/m}$$

$$M_{\text{depo}} = 2089 \text{ kg}$$

$$m_{\text{depo}} = 2089 \text{ kg} / 1.96 \text{ m}$$

$$m_{\text{depo}} = 1065.81 \text{ kg/m}$$

$$f_{\text{depo}} = 1065.81 \text{ kg/m} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$f_{\text{depo}} = 10455.6 \text{ N/m}$$

$$M_{\text{şanzuman}} = 20 \text{ kg}$$

$$m_{\text{şanzuman}} = 20 \text{ kg} / 0.1 \text{ m}$$

$$m_{\text{şanzuman}} = 200 \text{ kg/m}$$

$$f_{\text{şanzuman}} = 200 \text{ kg/m} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$f_{\text{şanzuman}} = 1962 \text{ N/m}$$

$$M_{\text{FDG}} = 150 \text{ kg} \text{ (Fan - Deflektör Gurubu)}$$

$$m_{\text{FDG}} = 150 \text{ kg} / 0.7 \text{ m}$$

$$m_{\text{FDG}} = 214.29 \text{ kg/m}$$

$$f_{\text{FDG}} = 214.29 \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$f_{\text{FDG}} = 2102.1 \text{ N/m}$$

$$F_{\text{TDK}} = 3550 \text{ N} \text{ (Traktör Çekisi Düşey Kuvvet Tepkisi)}$$

$$\sum F_y = 0 \quad \text{Formül 3.8}$$

$$\begin{aligned} \sum F_y = 0 = & f_{u100} * x_{u100} + f'_{u100} * x'_{u100} + f_{\text{pump}} * x_{\text{pump}} + f_{\text{depo}} * x_{\text{depo}} + \\ & f_{\text{şanzuman}} * x_{\text{şanzuman}} + f_{\text{FDG}} * x_{\text{FDG}} - F_{\text{TDK}} - F_{\text{dingil}} \\ \sum F_y = 0 = & 104 \text{ N/m} * 0.8 \text{ m} + 208 \text{ N/m} * 3.51 \text{ m} + 891.83 \text{ N/m} * 0.44 \text{ m} + \\ & 10455.6 \text{ N/m} * 1.96 \text{ m} + 1962 \text{ N/m} * 0.1 \text{ m} + 2102.1 \text{ N/m} * 0.7 \text{ m} \\ & - 3550 \text{ N} - F_{\text{dingil}} \end{aligned}$$

$$F_{\text{dingil}} = - 19816.33 \text{ N}$$

Dingilin yerini belirlemek için pülverizatöre etki eden toplam momentin 0 olduğu (Formül 3.9) esasından yola çıkarak bir uçtan moment alıp yeri tespit edilmiştir.

$$\sum M = 0 \quad \text{Formül 3.9}$$

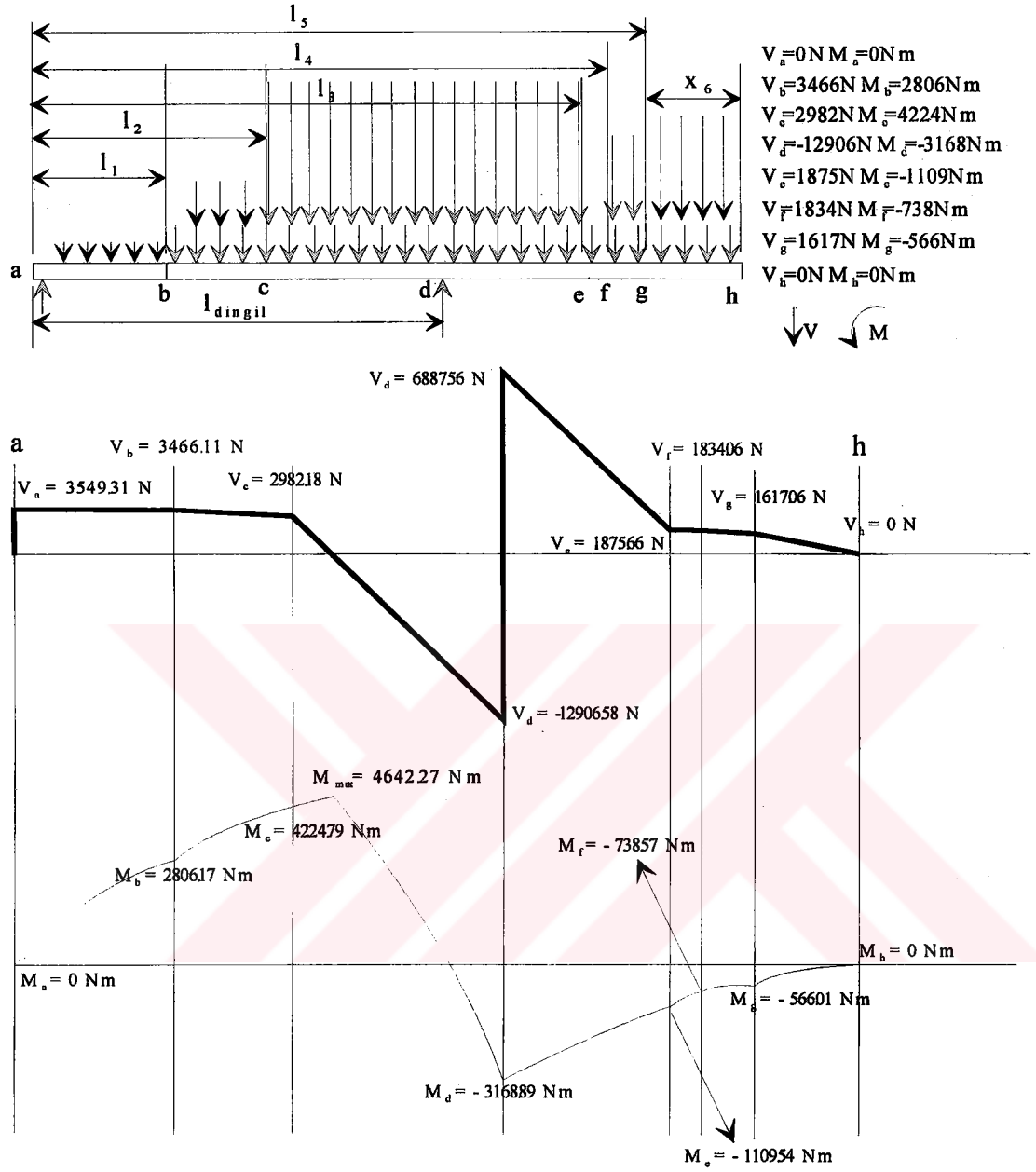
$$\begin{aligned} \sum M_A = 0 = & (f_{u100} * x_{u100}) * (0.8 / 2) + (f'_{u100} * x'_{u100}) * (0.8 + 3.40 / 2) \\ & + (f_{\text{pump}} * x_{\text{pump}}) * (0.8 + 0.44 / 2) + (f_{\text{depo}} * x_{\text{depo}}) * ((0.8 + 0.44) \\ & + 1.96 / 2) + (f_{\text{şanzuman}} * x_{\text{şanzuman}}) * ((0.8 + 0.44 + 1.96 + 0.2) + \\ & 0.1 / 2) + (f_{\text{FDG}} * x_{\text{FDG}}) * ((0.8 + 0.44 + 1.96 + 0.2 + 0.1) + 0.7 / 2) - F_{\text{TBK}} \\ & * 0 - F_{\text{dingil}} * x_{\text{dingil}} \end{aligned}$$

$$\sum M_A = 0 = 54037.99 - F_{\text{dingil}} * x_{\text{dingil}}$$

$$x_{\text{dingil}} = 54037.99 \text{ Nm} / F_{\text{dingil}} \text{ N}$$

$$x_{\text{dingil}} = 2.7269 \text{ m} \cong 2.73 \text{ m}$$

Bu etaptan sonra şasenin en hassas olduğu noktayı tespit etmek için kesme kuvveti eğme momenti diyagramı çizilmiştir. Her kuvvet değişikliği olan bölge için bir formül ve değerler tespit edilmiş buna göre de diyagram oluşturulmuştur.



Şekil 4.3. Kesme Kuvveti - Eğme Momenti Diyagramı

Şekil 4.3.'ten de anlaşılacağı gibi en yüksek kesme kuvveti değeri dingil bağlantı noktasında, en büyük eğme momenti değeri ise pompa bitiş - depo başlangıç (c) noktasından 28 cm sonra oluşmuştur. Dizayn bu iki noktadaki değerlere göre kontrol edilecektir.

$$M_{max} = 4642.27 \text{ Nm}$$

$$V_{\max} = 12906.58 \text{ N}$$

Bu malzeme için St 44 - 2'de verilen minimum kopma mukavemeti 410 - 540 N/mm², minimum kesme mukavemeti 270 N/mm²'dir. Çentik faktörü (K_ç) 0.95 alınmıştır. Buradan σ_{em} ve τ_{em} hesaplanırsa:

$$\sigma_{em} = \frac{\sigma_{ak}}{K_{\text{ç}} \times s} = \frac{450 \text{ N / mm}^2}{0.95 \times 2.5} = 189.47 \text{ N / mm}^2$$

$$\tau_{em} = \frac{\tau_{ak}}{K_{\text{ç}} \times s} = \frac{270 \text{ N / mm}^2}{0.95 \times 2.5} = 113.68 \text{ N / mm}^2$$

Bu değerler kullanılarak w (mukavemet momenti) değerlerinin maksimum miktarı tespit edilir. Hesaplama esnasında momentin ve kuvvetin iki U profiline etki ettiği ve profil başına bu yüklerin yarısının düştüğü unutulmamalıdır. Dizayn esnasında güvenlik faktörü 2.5 olarak alınmıştır.

$$w_{\max} = \frac{\frac{M_{\max}}{\sigma_{em}}}{2} \times s = \frac{\frac{4642.27 \text{ Nm}}{189.47 \text{ N / mm}^2}}{2} \times 2.5 = 30.63 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 30.63 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

Standartlarda 100 mm'lik U profili için w değeri $37.5 \times 10^3 \text{ mm}^3$ olarak verilmiştir. $w_{\max}$ değeri, $37.5 \times 10^3 \text{ mm}^3$ değerinden küçük olduğu için malzeme normal gerilme değeri açısından ihtiyaçları karşılamaktadır.

Aynı malzeme kesme değeri için değerlendirilirse:

$$\tau_{\max} = \frac{\frac{V}{A}}{2} \times s = \frac{\frac{12906.58 \text{ N}}{0.001374 \text{ m}^2}}{2} \times 2.5 = 11741794 \text{ Pa} = 11.74 \text{ MPa}$$

Burada da görüldüğü gibi $\tau_{\max} < \tau_{em}$. Bu değer in küçüklüğü dizaynın kesme kuvveti açısından emniyetini belirtmektedir.

4.3. Hava Debisi Hesapları

Teorik hava debisi ihtiyacı Formül 3.11 ile hesaplanmıştır. Burada Hız 3,37 km/h (3000 m/h), ağaç yüksekliği 5.3 m, püskürtme katsayısı 2 ve sıra arası mesafe 8 m olarak alınmıştır.

$$Q_T = \frac{B \times H \times V_h}{C_p}$$

Formül 3.11

$$Q_T = 8 \text{ m} \times 5.3 \text{ m} \times 3370 \text{ m/h} / 2$$

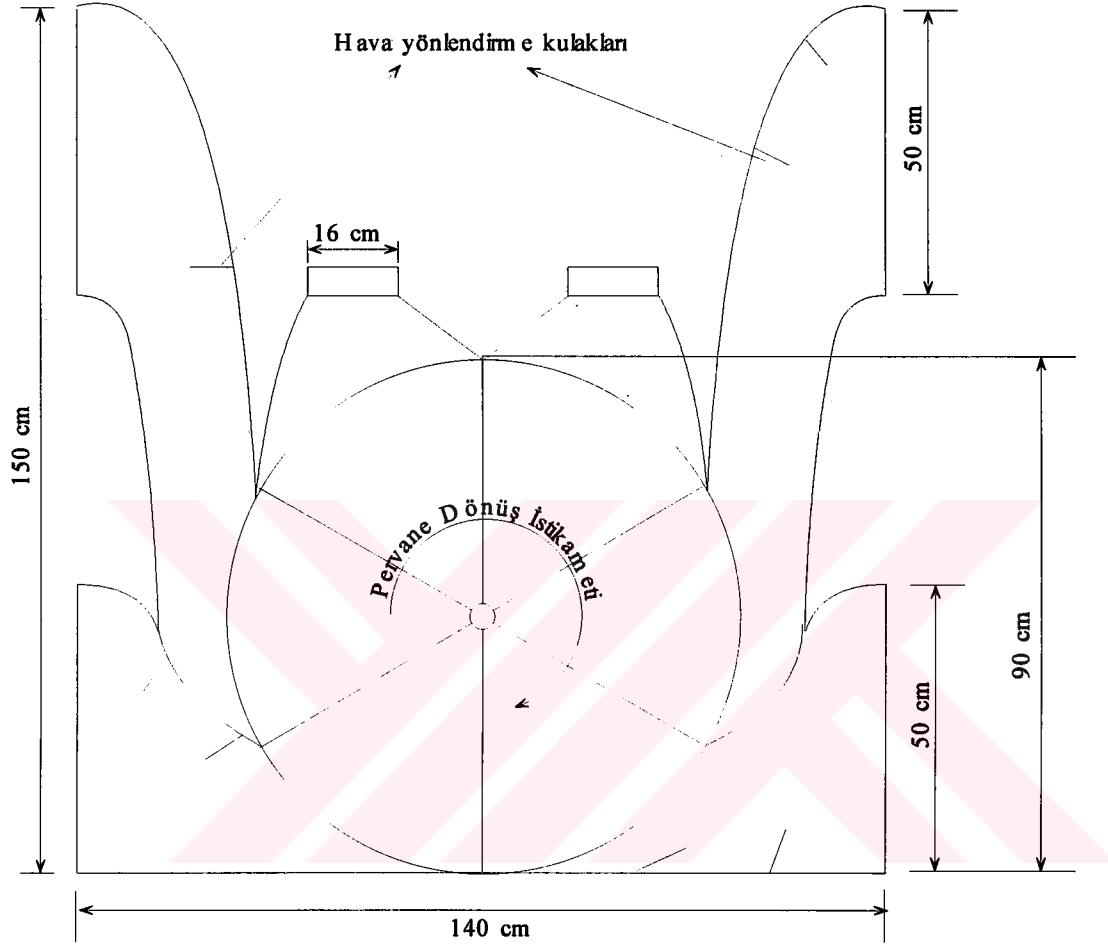
$$Q_T = 71.444 \text{ m}^3/\text{h}$$

Bu miktarda hava ağaçlara gönderildiği zaman ağacın içinde yerleşik havayı yer değiştireceği düşünülmüş ve fan seçiminde bu hava miktarını sağlayacak 85 cm çapında 8 kanatlı bir fan tercih edilmiştir.

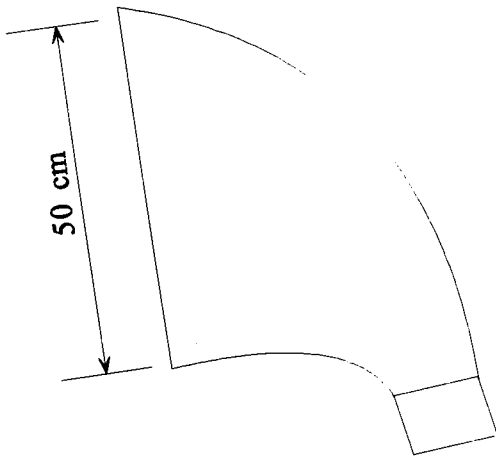
4.4. Hava Yönlendirme Kanalları ve Güç İletimi Dizaynı

Hava, fandan çıktıktan sonra ağaçlara doğru ve eşit bir şekilde yönlendirildiği takdirde ilaçlamanın düzgün olması sağlanacaktır. Üretilen havanın 3 sağ, 3 sol olmak üzere toplam 6 kanaldan çıkmasına karar verilmiştir. Bu sayede ağaç üzerinde düzgün hava dağılımı sağlamak mümkün olacaktır. Pervanenin saat yönünde dönmesinden dolayı havada saat yönünde dönmektedir. Yer ile ilgili sıkıntının olmadığı durumlarda hava bir kanal içinde toplanıp bir miktar yol aldıktan sonra akışı düzenlemek için 2 - 3 cm aralıklarla yerleştirilmiş birbirine paralel kanatlardan oluşan bir düzenleyiciden geçirilir yada fanın hemen arkasına statör denilen sabit bir parça yerleştirilir. Bu sistemler pahalı ve hassas sistemler olduğundan bu tezde kullanılması uygun görülmemiştir. Bunun yerine fanın hemen çıkışında hava 6 eşit parçaya bölünerek taşınması uygun bulunmuştur. Şekil 4.4.'te görüldüğü üzere sağa ve sola yönlendirilmiş alt ve orta kanallarda havanın dönüş istikametine göre yerleştirilmiş ikişer adet kulak mevcuttur. Bu kulaklar havanın bir tarafa yığılıp kalmasını engellemek ve akışı bir miktar düzenlemek için yapılmıştır. Hava yönlendirme kanallarının genişliği 16 cm'dir. Üst tarafa iletilecek havaların taşınmasında 6" hortum kullanılmıştır. Üst taraftaki hava yönlendirme kanalları ve ölçüleri Şekil 4.5.'te gösterilmiştir. Bu dizayn, şasenin üzerine yerleştirildiği zaman alt kanalların yerden yüksekliği 1 m olmaktadır. Her ne kadar hava yönlendirme kanalları ağaç yüksekliği boyunca eşit dağılmamış gibi görünse de ağaç tacının alt taraflarının daha yoğun olduğu unutulmamalıdır. Böylece ağaç tacının yaprak

açısından yoğun olan alt seviyedeki 1/3'lük bölümüne daha fazla hava gitmekte ve ilacın penetrasyonunu arttırmaktadır.

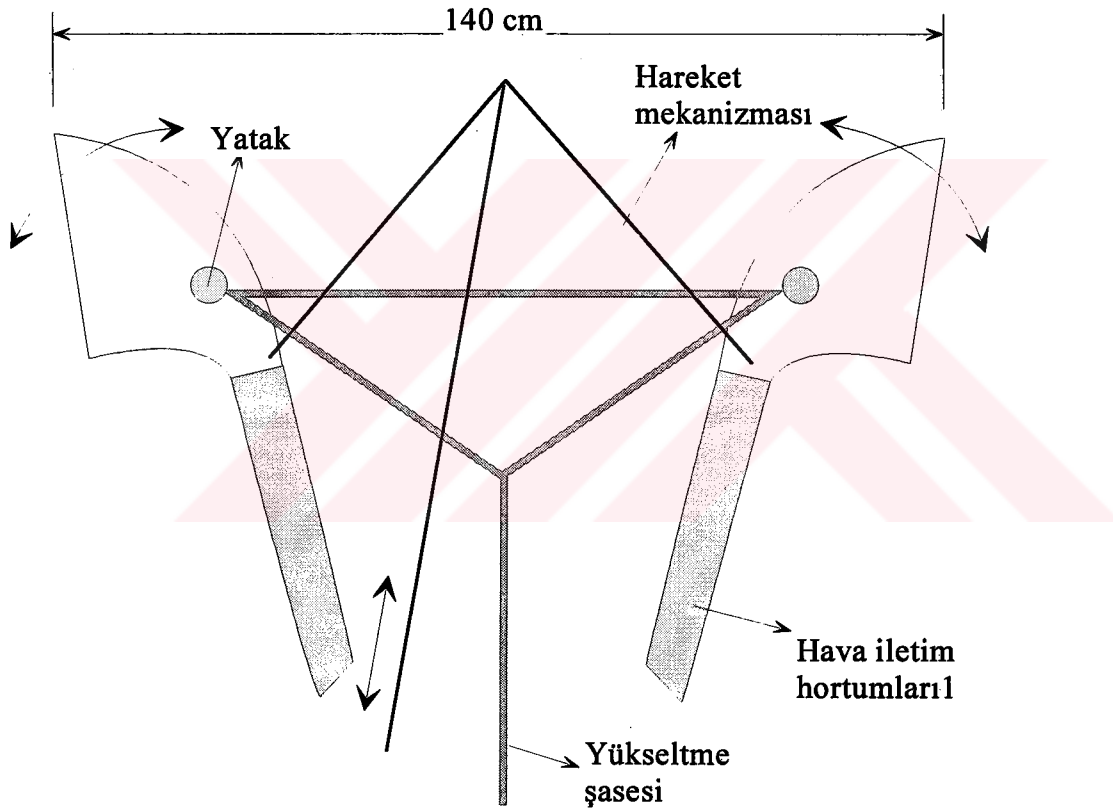


Şekil 4.4. Hava yönlendirme kanallarının şekli, ölçüleri ve yerleşimi



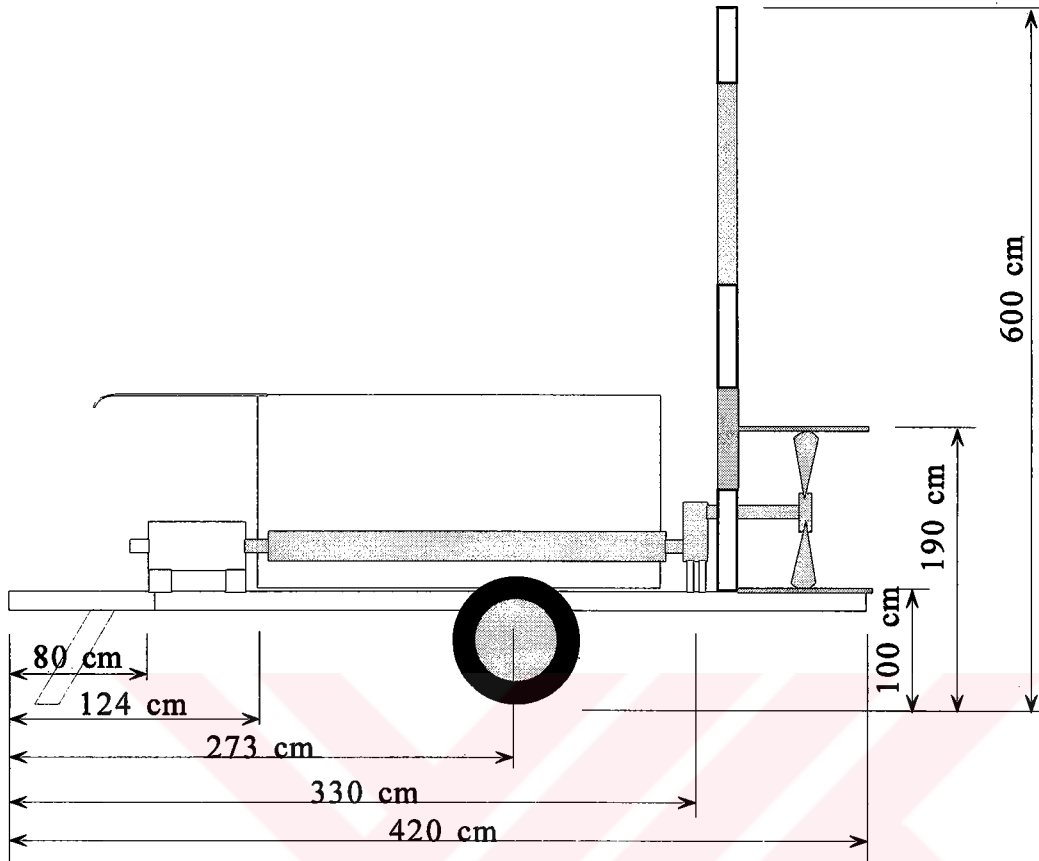
Şekil 4.5. Üst hava yönlendirme kanallarının şekli ve ölçüleri

Üst kanallar ağaç yüksekliğine göre aşağı ve yukarı doğru yönlendirilebilmelidir. Bunun için iki kanal da orta yerlerinden yataklanmış ve basit bir mekanizma ile ayarlanabilme özelliği verilmiştir. Bu mekanizmanın detayı Şekil 4.6.da gösterilmiştir. Hareket mekanizmasının kolu aşağı doğru çekildiğinde hava yönlendirme kanalları yukarı doğru hareket etmekte, kol yukarı doğru itildiğinde ise kanallar aşağı doğru yatmaktadır. Üst hava yönlendirme kanalları ve hareket mekanizması bir yükseltme şasesi sayesinde makineye monte edilmiştir. Toplam yüksekliği 6 m olacak şekilde ayarlanan bu sabit şasenin yerini daha sonra hidrolik olarak yüksekliği ayarlanabilen bir şase alacaktır.



Şekil 4.6. Üst hava yönlendirme kanalları ve hareket mekanizması

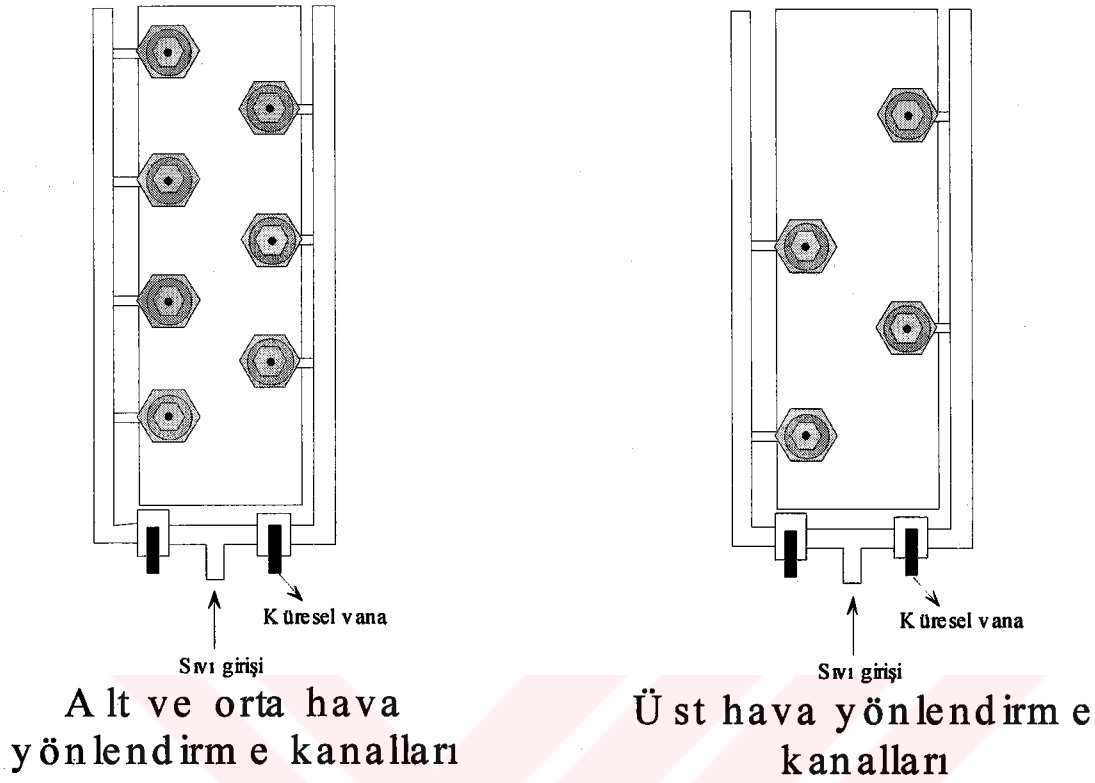
Hava yönlendirme mekanizmalarının tamamlanmasından sonra fan ve şanzıman yerlerine yerleştirilmiştir. Şanzımana devir, krankın arka tarafından bir şaftla taşınarak getirilmiştir. Şanzımanın yüksekliğinden dolayı şaft deponun içinden geçirilmiş ve pompa seviyesi de bu yüksekliğe göre ayarlanmıştır. Yerleşimin detayı ve ölçüler Şekil 4.7. de verilmiştir.



Şekil 4.7. Güç iletimi ve ölçüler

4.5. İlaçlama Memelerinin Yerleşimi

İlaçlama memeleri türbülans odası yüksekliği ayarlanabilir tipte seçilmiştir. Böylece istenildiğinde konik açısı 140° 'ye varabilen bir ilaçlama, istenildiğinde ise konik açısı 5° civarında sivri bir ilaçlama elde edilmiştir. İlaçlama memeleri, alttaki ve ortadaki hava yönlendirme kanallarında 7şer adet üst hava yönlendirme kanallarında 4er adet olmak üzere toplam 36 adettir. İlaçlama memeleri hava yönlendirme kanallarının içine yerleştirilmiş ve bu sayede ilacın hava ile taşınımı kolaylaştırılmıştır. Alt, orta ve üst kanallardaki ilaçlama memelerinin yerleşimi Şekil 4.8.de gösterilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi meme boruları hava yönlendirme kanallarının sağından ve solundan geçmektedir. Bu boruların uçlarına küresel vana yerleştirilerek istenildiğinde değişken debiler alınabilmektedir.

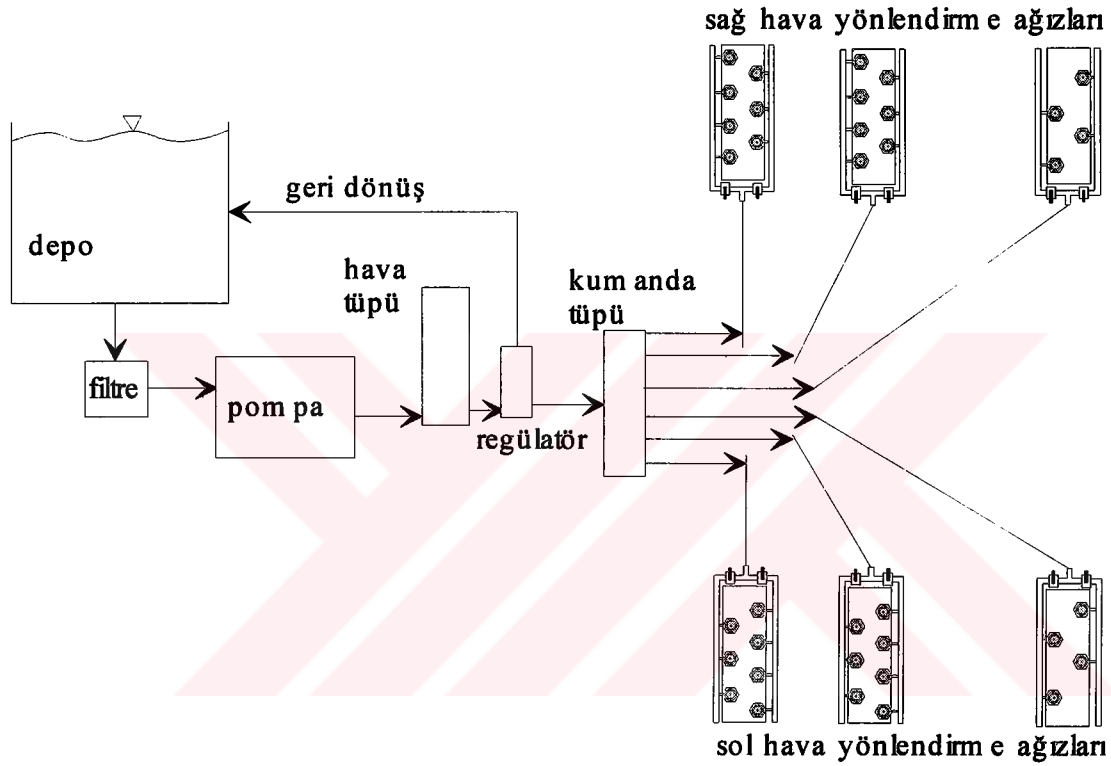


Şekil 4.8. İlaçlama memelerinin hava yönlendirme kanallarındaki yerleşimleri

4.6. Depo, Pompa, Hava Tüpü, Regülatör ve Kumanda Gurubu Dizaynı

Pülverizatörlerde pompanın, filtrenin, hava tüpünün ve regülatörün yerleşimleri genel olarak birbirlerine benzer özellikler gösterir. Bu pülverizatörde de bu sistemlerin yerleşimleri diğerleri ile aynıdır. Farklı olan tek sistem kumanda gurubudur. Depodan alınan sıvı filtre edildikten sonra pompaya gelir. Pompa tarafından basınçlandırılan sıvı, basınçtaki dalgalanmaların alınması için hava tüpüne girer. Hava tüpünden sonra regülatör sayesinde basınç ayarlanır. Basınç fazlası regülatör tarafından tekrar depoya atılır. İstenilen basınçtaki sıvı ise ilaçlama hattında yoluna devam eder ve kumanda gurubuna girer. Kumanda gurubunda 1 adet giriş ve 6 adet çıkış vardır. Girişin ve çıkışların önüne ise birer adet küresel vana yerleştirilmiştir. Bu sayede girişin vanası kapatılınca tüm ilaçlama kesilmektedir. Çıkışlardan hangisinin vanası kapatılırsa o vanaya bağlı olan yönlendirme

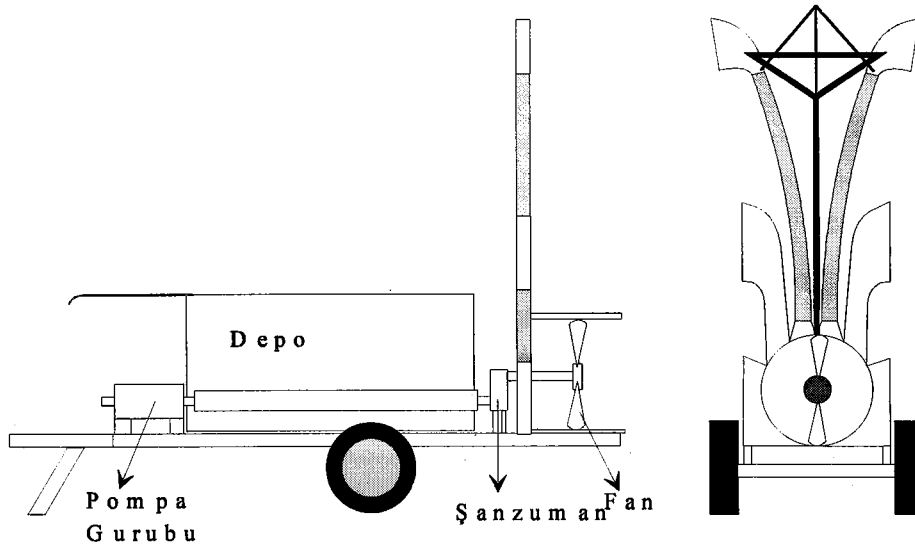
kanalındaki ilaçlama memeleri ilaçlamayı keser. Kumanda tüpünden arkadaki hava yönlendirme kanallarına birer adet hortum ile sıvı taşınmaktadır. Bu kanallar Şekil 4.8.de gösterildiği gibi iki adet küresel vana ile kontrol edilebilmektedir. Alt ve orta kanallardan istenirse 3, 4 yada 7 ilaçlama memesi ile ilaçlama yapılabilmektedir. Üst kanallardan ise 3 yada 4 ilaçlama memesi ile ilaçlama yapma imkanı vardır. Bu sistemin şematik gösterimi Şekil 4.9.da verilmiştir.



Şekil 4.9. Sıvı iletim ve kontrol sisteminin şematik gösterimi

4.7. Montaj

Pompa gurubu, şase gurubu ve fan gurubu imal edildikten sonra bunların montajına geçilmiştir. Montaj esnasında herhangi bir sorun ile karşılaşılmanıştır. Bu guruplar Şekil 4.10.da gösterildiği gibi monte edilmiştir.



Şekil 4.10. Prototip pülverizatörün montaj şekli

Montaj sonunda pülverizatör denemeye hazır hale getirilmiştir.

4.8. Ölçüm Sonuçları ve Dizayn Değerleri İle Karşılaştırılması

4.8.1. Sıvı Debisi Ölçüm Sonuçları ve Karşılaştırmalar.

Sıvı debisi ölçümleri pülverizatör ilaçlama yapar pozisyonda iken meme başlarına yerleştirilen hortumlarla sıvının kalibreli tüplere alınarak ölçülmesi ile gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sonunda pülverizatörün 119 l/min sıvı debisine sahip olduğu görülmüştür.

Ağaç başına 20 l. su püskürtebilmek için gerekli pompa debisi 84.58l/min olarak hesaplandığından, pompanın bu şartları karşıladığı ve deneme için uygun olduğuna karar verilmiştir.

4.8.2. Hava Debisi Ölçüm Sonuçları ve Karşılaştırmalar

Hava debisi ölçümleri pitot tüpü kullanılarak yapılmış ve çıkış ağızlarından 46 ölçüm alınarak her ağız için ortalama hava hızı hesaplanıp hava debileri ayrı ayrı bulunmuştur.

Çizelge 4.1 de hava çıkış ağızlarında ölçülen hava hızları, her kesitteki hava hızı değişimi , kesit alanı ve toplam hava debisi verilmiştir.

Çizelge 4.1. Hava Çıkış Ağızlarında Elde Edilen Hava Hızları ve Hava Debileri

M a n i f o l d	Ölçüm Konum No										Ortalama hava hızı m/s	Hava hızı değişimi % CV	Kesit alanı m ²	Hava debisi m ³ /h
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
A	32	36	43	52	58	60	69	67	72	70	55.9	26.15	0.0825	16602
B	74	72	67	65	58	58	52	42	35	33	55.6	26.61	0.0825	16513
C	72	76	70	68	48	40	33	32			54.8	33.82	0.0825	16298
D	74	71	66	69	47	42	34	31			54.2	32.53	0.0825	16112
E	49	43	41	37	46						43.2	10.66	0.020096	3125
F	50	44	38	37	45						42.8	12.52	0.020096	3096
TOPLAM HAVA DEBİSİ 71746														

Çizelge 4.1 de de görüldüğü gibi yardımcı hava akımlı pülverizatör, oldukça yüksek ve büyük taç genişliğine sahip, turuncgil ağaçları için de gereksinim duyulan hava debisini sağlayabilmektedir .Ancak fan imalatçısı firmanın bildirdiği 78000 - 80000 m³/h'lik fan hava kapasitesi değerlerine sürtünme kayıplarından dolayı ulaşamadığı görülmektedir.

4.9.Bahçe Denemeleri ve Karşılaştırmalar

Şekil 3.2. de verilen suya duyarlı kağıtları üzerindeki kaplama oranı (Rating) değerleri dikkate alınarak yapılan değerlendirme sonuçları Çizelge 4.2, 4.3 ve 4.4 de verilmiştir.

Çizelge 4.2. 4400 l/ha Uygulama Hacminde Suya Duyarlı Kartlar Üzerindeki Kaplama Değerleri

Örnek yeri ve tekrarlar	Ağaç tacı dış yüzeyi						Ağaç tacı iç yüzeyi						Taç merkezi		
	Yaprak alt yüz.			Yaprak üst yüz.			Yaprak alt yüz.			Yaprak üst yüz.			Ağaç Gövdesi		
	0*	45*	90*	0	45	90	0	45	90	0	45	90	0	45	90
I. Tekrar															
I. Bölge	100	90	100	100	100	100	80	100	90	95	50	100	90	100	100
II. Bölge	90	80	90	100	100	100	10	20	30	90	80	95	60	90	70
III. Bölge	100	70	80	60	100	100	50	60	60	90	80	100	80	80	40
II. Tekrar															
I. Bölge	90	100	100	100	100	100	100	90	100	90	100	100	100	100	100
II. Bölge	100	100	95	100	95	100	40	30	60	80	70	100	90	90	80
III. Bölge	30	10	30	90	95	95	30	20	50	80	95	60	50	70	60
III. Tekrar															
I. Bölge	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100	95	90	100	100
II. Bölge	100	100	100	100	90	100	40	40	80	60	70	90	70	80	90
III. Bölge	95	90	80	90	90	100	60	70	70	100	90	80	80	70	70
ORTALAMALAR															
I. Bölge Ort.	97	97	100	100	100	100	93	97	93	95	83	98	93	100	100
II. Bölge Ort	97	93	95	100	95	100	30	30	57	77	73	95	73	87	80
III. Bölge Ort	75	57	63	80	95	98	47	50	60	90	88	80	70	73	57
Bölgesel Ortalama	89	82	86	93	97	99	57	59	70	87	82	91	79	87	79
Pozisyon Ortalama	86			96			62			87			81		

(*:0;45;90): Pülverizatör çekilme doğrultusuna göre örnekleme pozisyonları

Çizelge 4.3. 2648 l/ha Uygulama Hacminde Suya Duyarlı Kartlar Üzerindeki Kaplama Değerleri

Örnek yeri ve tekrarlar	Ağaç tacı dış yüzeyi						Ağaç tacı iç yüzeyi						Taç merkezi		
	Yaprak alt yüz.			Yaprak üst yüz.			Yaprak alt yüz.			Yaprak üst yüz.			Ağaç Gövdesi		
	0*	45*	90*	0	45	90	0	45	90	0	45	90	0	45	90
I. Tekrar															
I. BÖLGE	100	60	90	100	100	95	50	90	80	70	60	100	95	100	100
II. BÖLGE	100	50	70	100	100	100	30	40	60	50	60	70	30	40	60
III. BÖLGE	90	70	100	90	100	100	60	40	60	95	95	60	40	80	95
II. Tekrar															
I. BÖLGE	100	100	100	100	100	100	60	90	90	100	100	95	90	100	100
II. BÖLGE	100	90	80	100	100	100	70	60	40	90	90	90	60	70	70
III. BÖLGE	95	100	100	95	100	90	50	70	60	100	80	90	30	60	50
III. Tekrar															
I. BÖLGE	60	90	100	100	100	100	90	100	70	30	90	90	30	70	90
II. BÖLGE	100	80	80	100	100	100	10	10	20	60	100	95	30	30	50
III. BÖLGE	90	80	30	100	100	100	10	30	30	90	100	100	20	30	30
ORTALAMALAR															
I. Bölge Ort.	87	83	97	100	100	98	67	93	80	67	83	95	72	90	97
II. Bölge Ort	100	73	77	100	100	100	37	37	40	67	83	85	40	47	60
III. Bölge Ort	92	83	77	95	100	97	40	47	50	95	92	83	30	57	58
Bölgesel Ortalama	93	80	83	98	100	98	48	59	57	76	86	88	47	64	72
Pozisyon Ortalama	85			99			54			83			61		

(*:0;45;90): Pülverizatör çekilme doğrultusuna göre örnekleme pozisyonları

Çizelge 4.4. 1983 l/ha Uygulama Hacminde Suya Duyarlı Kartlar Üzerindeki Kaplama Değerleri

Örnek yeri ve tekrarlar	Ağaç tacı dış yüzeyi						Ağaç tacı iç yüzeyi						Taç merkezi		
	Yaprak alt yüz.			Yaprak üst yüz.			Yaprak alt yüz.			Yaprak üst yüz.			Ağaç Gövdesi		
	0*	45*	90*	0	45	90	0	45	90	0	45	90	0	45	90
I. Tekrar															
I. BÖLGE	100	70	100	100	100	100	40	40	30	70	90	50	50	50	40
II. BÖLGE	70	70	80	100	100	100	20	30	20	60	80	40	20	20	30
III. BÖLGE	40	95	90	90	100	100	10	10	30	90	100	90	80	90	90
II. Tekrar															
I. BÖLGE	80	90	100	100	100	90	30	40	80	80	90	90	60	80	50
II. BÖLGE	20	90	80	80	70	100	30	20	10	40	30	90	80	30	70
III. BÖLGE	40	30	50	50	50	70	20	10	30	30	40	90	70	40	60
III. Tekrar															
I. BÖLGE	80	100	40	100	80	40	70	80	60	70	50	70	90	100	60
II. BÖLGE	70	80	70	95	100	20	20	40	10	10	30	20	80	60	30
III. BÖLGE	50	40	20	90	100	95	20	10	10	20	40	30	70	60	40
ORTALAMALAR															
I. Bölge Ort.	87	87	80	100	93,3	77	47	53	57	73	77	70	67	77	50
II. Bölge Ort	53	80	77	92	90	73	23	30	13	37	47	50	60	37	43
III. Bölge Ort	43	55	53	77	83,3	88	17	10	23	47	60	70	73	63	63
Bölgesel Ortalama	61	74	70	89	89	79	29	31	31	52	61	63	67	59	52
Pozisyon Ortalama	68			86			30			59			59		

(*:0;45;90): Pülverizatör çekilme doğrultusuna göre örnekleme pozisyonları

Çizelge 4.2., 4.3. ve 4.4. incelendiğinden de görüleceği üzere üç farklı uygulama hacminde de en yüksek ortalama kaplama değerleri ağaç tacı dış yüzeylerinde sağlanmıştır. Ayrıca yüksek uygulama hacimleri en düşük uygulama hacmine (1983 l/ha) göre daha fazla kaplama oranı sağlamıştır.

Tüm uygulama hacimleri ile yapılan çalışmalarda genellikle ağaç üzerindeki I. bölgede sağlanan kaplama oranları, II ve III. Bölgeye göre daha yüksek olmuştur. Genellikle, yaprak üst yüzeylerinde sağlanan kaplama oranı, yaprak alt yüzeylerine göre daha yüksek olmuştur.

Çizelge 4.5. de uygulama hacmine bağlı olarak yaprak alt ve üst yüzeylerinde sağlanan ortalama kaplama oranları verilmiştir.

Çizelge 4.5. Uygulama Hacmine Göre Ortalama Kaplama Değerleri

Uygulama hacmi, (l/ha)	Yaprak üst yüzeyi		Yaprak alt yüzeyi		Ağaç tac merkezi
	Taç dış yüz.	Taç iç yüz.	Taç dış yüz.	Taç iç yüz.	
4396	96	87	86	62	81
2648	97	83	85	54	61
1983	86	59	68	30	59

Çizelge 4.5. incelendiğinde de görüleceği üzere, uygulama hacminin azaltılması özellikle ağaç tacı iç kısmında yaprak alt yüzeylerinde önemli düzeyde kaplama oranında azalmaya neden olmaktadır. Uygulama hacminin azaltılması taç merkezinde de kaplama oranında azalmaya neden olmaktadır. Turunçgil ağaçlarında, son derece zarara neden olan kabuklu bitle mücadelede %100'lük kaplama oranı arandığı göz önüne alınırsa, yapılacak beyaz yağ uygulamalarında 4396 l/ha 'lık uygulama hacminin daha uygun olduğu söylenebilir.

5. SONUÇLAR

- Pülverizatör pompası ağaç başına 29.5 l (4396 l/ha) gibi, son derece yüksek bir uygulama hacmini sağlayabilmektedir.
- Pülverizatörün püskürtme ünitesinin fazla sayıda manifold içermesi, ağaç yüksekliğine bağlı olarak taşıyıcı havayı yönlendirmede olanak sağlamaktadır.
- Püskürtme ünitesinin sağlı-sollu üçer adet manifolddan oluşması, ağaç düşey yüksekliği boyunca daha tek düze bir kaplama oranı sağlamaktadır. 4396 l/ha uygulama hacminde yapılan denemede I. bölgeler ortalaması 96, II. bölgeler ortalaması 79 ve III. bölgeler ortalaması 72 olarak hesaplanmıştır.
- 4396 l/ha uygulama hacminde elde edilen kaplama değerleri ağaç tacı dış kısmında yaprak alt yüzeylerinde 86, yaprak üst yüzeylerinde 96, taç iç kısmında yaprak alt yüzeyinde 62, yaprak üst yüzeylerinde 87, ağaç gövdesinde ise 81'dir. 2648 l/ha uygulama hacminde elde edilen kaplama değerleri ağaç tacı dış kısmında yaprak alt yüzeylerinde 85, yaprak üst yüzeylerinde 99, taç iç kısmında yaprak alt yüzeyinde 54, yaprak üst yüzeylerinde 83, ağaç gövdesinde ise 61'dir. 1983 l/ha uygulama hacminde elde edilen kaplama değerleri ağaç tacı dış kısmında yaprak alt yüzeylerinde 68, yaprak üst yüzeylerinde 86, taç iç kısmında yaprak alt yüzeyinde 30, yaprak üst yüzeylerinde 59, ağaç gövdesinde ise 59'dur. Yüksek uygulama hacmi ile çalışmada elde edilen kaplama değerleri, düşük uygulama hacimlerine göre daha yüksek olmuştur.
- Bir çok yardımcı hava akımlı pülverizatörde de olduğu gibi, imal edilen pülverizatörde de ağaç tacı dış kısmında, taç iç kısmına göre daha yüksek kaplama oranı sağlanmıştır. Ancak önceki araştırmalarda saptanan kaplama oranı değerleri göz önüne alındığında, geliştirilen pülverizatörde taç dış kısmında sağlanan kaplama oranı ile taç iç kısmında sağlanan kaplama oranı farkı daha küçük olmuştur.

6. KAYNAKLAR

- BAŞMAN, İ.H., 1993. Design And Experimentation Başman A Type Positive Displacement Pump Without Gearbox. Bitirme Tezi, Ankara.
- BAYAT, A., 1991. Turunçgil İlaçlamasında Klasik Püskürtme Yöntemleri ve Elektrostatik Yükleme Yöntemi Etkinliğinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Adana, 177s.
- BAYAT, A., 1996. Turunçgil Ağaçlarına İlaç Uygulamada Kullanılan Pülverizatörler, Mevcut Sorunlar ve Çözüm Önerileri. II. Turunçgil Sempozyumu, Adana (basımda).
- BERNACKI, H., HAMAN, J., KANAFOJSKI, Cz. 1972. Agricultural Machines, Theory and Construction. Vol. 1. Walsaw, Polland.
- BRAZEE, R.D., FOX, R.D., REICHARD, D.L., HALL, F.R., 1981. Turbulent Jet Theory Applied to Air Sprayer. Trans. of The ASAE. 24 (2), 266-272.
- CARMAN, C.E., 1975. Spraying Procedures For Pest Control on Citrus. CIBA-GEIGY Agrochemicals. Technical Monograph No. 4, 28-34.
- CARROLL, D.P., LUCK, R.F., 1984 a. Within-Tree Distribution of California Red Scale *Aonidiella Aurantii* (Maskell) (Homoptera: Diaspididae) and Its Parasitoid *Comperiella Bifasciata* Howard (Hymenoptera. Encyrtidae) On Orange Trees in The San Joaquin Valley, Environ. Entomol. 13. 179-183.
- CARROLL, D.P., LUCK, R.F., 1984 b. Bionomics of California Red Scale *Aonidiella Aurantii* (Maskell) (Homoptera: Diaspididae) on Orange Fruits, Leaves and Wood in California's San Joaquin Valley. Environ. Entomol. 13. 847-853.
- DERKSEN, R.C., BRETH, D.I., 1994. Orchard Air-carrier Sprayer Application Accuracy and Spray Coverage Evaluations. Transactions of The ASAE, Vol. 10(4):463-470.
- DORRIES, U., GÖHLICH, H., 1984. Prüfstand für Geblasesprühgeräte (Vertical Distribution Analyser). 7. Pflanzenschutztechnisches Seminar-Meßtechnik in Der Applikation. Technische Universität Berlin. 152-159.
- FISHER, R.W., MENZIES, D.R., HIKICHI, A., 1976. Orchard Sprayers. Pub. No. 373. Ontario Ministry of Agriculture and Food.
- FLEMING, G.A., 1962. The Relationship of Air Volume, Air Velocity and Droplet Size to The Efficiency of Spray Transport in Airblast Spraying. Cornell University Ph. D. Thesis, 1-66.
- FOX, R.D., BRAZEE, R.D., REICHARD, D.L., HALL, F.R., 1982. Power in An Air Sprayer Jet. Trans. of The ASAE. 1181-1184, 1188.
- FOX, R.D., BRAZEE, R.D., REICHARD, D.L., 1985. A Model Study of The Effect of Wind on Air Sprayer Jets, Transactions of The ASAE, 28(1).83-88.
- GILES, D.K., 1988. Energy Conversion and Distribution in Pressure Atomisation. Transactions of The ASAE. Vol. 31 (6), 1668-1673.
- HALL, F.R., REICHARD, D.L., KRUEGER, H.R., 1975. Dislodgeable Azinphosmethyl Residues From Air Blast Spraying of Apple Foliage in Ohio. Archives of Environmental Contamination and Toxicology Vol. (3),

352-363.

- IRLA, E., 1986. Vergleichsprüfung Geblase-Baumspritzen 1985. Edig Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Lantechneik Berichte, 1-14.
- KARACA, I., 1990. Doğu Akdeniz Bölgesi Turuncgillerinde Zararlı Olan Aonrdiella (Homoptera: Diaspididae) Türleri, Yayılışları ve Değişik Turuncgil Çeşitlerinde Aonrdiella aurantii (Maskell) nin Populasyon Gelişmesinin Saptanması. Doktora Tezi. Adana. (152) S.
- KHDAIR, A.I., CARPENTER, T.G., REICHARD, D.L., 1994. Effects Of Air Jets On Deposition Of Charged Spray In Plant Canopies. Transaction of The ASAE Vol. 37(5), 1423-1429.
- LOCHER, B., MOSER, E., 1981. Pflanzenschutz im Hopfenbau Wodurch Werden Durchströmung und Abdrift Beeinflußt. Landtechnik (36). 467-472.
- MILES, G.E., THREADGILL, D.E., THOMPSON, J.F., WILLIAMSON, R.E., 1975. Simulation of Droplet Deposition on Bodies With Rectangular Boundaries. Transaction of The ASAE 18. 1. 77-78.
- MOSER, E., 1984. Ermittlung, von Expositionszeiten Beim Ausbringen von Pflanzenbehandlungsmitteln im Obst-und Weinbau. Grundl. Lantechneik Bd. 34-Nr. 2, 104-106.
- RANDALL, J.M., 1971. The Relationships Between Air Volume and Pressure on Spray Distribution in Fruit Trees. J. Agric. Engng. Res. 16(1), 1-13.
- REICHARD, D.L., RETZER, L.A., LILJEDAHN, L.A., HALL, F.R., 1977. Spray Droplet Size Distributions Delivered by Airblast Orchard Sprayers. Transactions of The ASAE, 20 (2), 232-237, 242.
- REICHARD, D.L., FOX, R.D., BRAZEE, R.D., HALL, F.R., 1979. Air Velocities Delivered by Orchard Air Sprayers. Transactions of The ASAE. Vol. 22, No. 1, 69-74.
- SALYANI, M., HEDDEN, S.L., EDWARDS, G.J., 1987. Deposition Efficiency of Different Droplet Sizes For Citrus Spraying. Transaction of The ASAE Vol. 30 (6), 1595-1599.
- SALYANI, M., 1988. Droplet Size Effect on Spray Deposition Efficiency of Citrus Leaves. Transactions of The ASAE Vol. 31 (6), 1680-1684.
- SALYANI, M., McCAY, C., 1990. Spray Deposition in Citrus For Different Spray Volumes. AG ENG 90, 24-26 October, Berlin, Germany.
- SKF, 1994. Genel Rulman Kataloğu. İstanbul, 30s.
- TRAVIS, J.W., SKROCH, W.A., SUTTON, T.B., 1987. Effects of Travel Speed Application Volume, and Nozzle Arrangement on Deposition and Distribution of Pesticides in Apple Trees. Plant Dis. 71 (7): 606-612.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ, 1986. TS912, Ankara.
- WHITNEY, J.D., SALYANI, M., CHURCHILL, D.B., KNAPP, J.L., WHITESIDE J.O., LITTELL, R.C., 1989. A Field Investigation to Examine The Effects of Sprayer Type, Ground Speed, and Volume Rate On Spray Deposition in Florida Citrus.
- ZEREN, Y., BAYAT, A., 1995. Tarımsal Savaş Mekanizasyonu. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:108, Ders Kitapları Yayın No:27. Adana.

ZHU, H., REICHARD, D.L., FOX, R.D., BRAZEE, R.D., OZKAN, H.E., 1996.
Collection Efficiency Of Spray Droplets On Vertical Targets. Transaction of
The ASAE Vol. 39(2), 415-422.



ÖZGEÇMİŞ

1968 yılında Adana'da doğdum. İlk, orta ve lise öğretimimi Adana'da tamamladım. Üniversite öğretimimi Orta Doğu Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde tamamladım. 1995 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Ana Bilim Dalında yüksek lisansa başladım.

Aynı zamanda Başman Ziraat Aletleri A.Ş.'nin yöneticiliğini yapmaktayım.



YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
YERİNE KURULAN KURULU