ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tamer ATCIOĞLU

YERLİ YAPIM BİR TARLA PÜLVERİZATÖRÜNE ELEKTRONİK KONTROL SİSTEMİNİN UYGULANMASI VE ETKİNLİĞİNİN SAPTANMASI

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

ADANA, 2006

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YERLİ YAPIM BİR TARLA PÜLVERİZATÖRÜNE ELEKTRONİK KONTROL SİSTEMİNİN UYGULANMASI VE ETKİNLİĞİNİN SAPTANMASI

Tamer ATCIOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Bu tez 22/12/2006 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oy Birliği ile Kabul Edilmiştir.

İmza	İmza	İmza .....
Prof. Dr. Ali BAYAT	Yrd.Doç.Dr. A. Musa BOZDOĞAN	Yrd.Doç.Dr. Murat AKSOY
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu tez Enstitümüz Tarım Makinaları Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu çalışma Ç.Ü.Bilimsel Araştırma Projeleri Destekleme Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: ZF2006YL48

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.

ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

YERLİ YAPIM BİR TARLA PÜLVERİZATÖRÜNE ELEKTRONİK KONTROL SİSTEMİNİN UYGULANMASI VE ETKİNLİĞİNİN SAPTANMASI

Tamer ATCIOĞLU

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Ali BAYAT
Yıl: 2006 Sayfa: 49
Jüri : Prof. Dr. Ali BAYAT
Yrd. Doç. Dr. A. Musa BOZDOĞAN
Yrd. Doç. Dr. Murat AKSOY

Bu çalışmada Bravo 180 otomatik kontrol sistemi yerli yapım bir tarla pülverizatörüne adapte edilmiştir. Kontrol sisteminin etkinliğini belirlemek için 100, 150, 200, 250, 300 l/ha uygulama hacimlerinde sistem işletilmiş ve elde edilen sonuçlara göre hedeflenen uygulama hacimlerinden sapma oranı hesaplanmıştır. Ayrıca sistemin püskürtme boyunca uygulama hacmindeki ve hızındaki değişmeler her 20 m ara ile ölçülerek ilaçlama boyunca uygulama hacmindeki ve hızındaki değişimler hesaplanmıştır.

Elde edilen verilere göre araştırmada kullanılan otomatik kontrol ünitesi uyarıları dikkate alındığında, sistemin uygulama hacminde ± % 10'dan daha düşük düzeylerde sapma yarattığı ve dolayısıyla kabul edilebilir sınırlar içinde çalıştığı görülmüştür. Ancak sistem uyarıları dikkate alınmadığında otomatik kontrol ünitesi kendi başına yeterli hassasiyeti sağlayamamaktadır. Bu verilere göre sistemin yerli yapım tarla pülverizatörlerine adapte edilmesi önemli oranda ilaç tasarrufu sağlayacağı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Kontrol Sistemi, Uygulama Hacmi, Sistem Performansı

ABSTRACT

MSc. THESIS

ADAPTATION AN ELECTRONIC SPRAYER CONTROLLER TO A DOMESTIC FIELD SPRAYER AND DETERMINATION OF ITS PERFORMANCE

Tamer ATCIOĞLU

DEPARTMENT OF AGRICULTUREL MACHINERY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF CUKUROVA

Supervisor : Prof. Dr. Ali BAYAT
Year: 2006 Page: 49
Jury : Prof. Dr. Ali BAYAT
Asist. Prof. A. Musa BOZDOĞAN
Asist. Prof. Murat AKSOY

In this study, a sprayer control unit of Bravo-180 was adapted to a domestic field sprayer. In order to determine the effectiveness of the control unit in the field conditions, it was tested under 100, 150, 200, 250 and 300 L/ha application rates, and for these results te deviation rates of desired application rates are calculated. In addition, the changes in application rate and in speed of the system are measured in every 20 m distances and during spraying the changes in applivation rate and in speed were calculated.

According to results, sprayer control unit tested was performed a variation in desired application rate with a range of ± 10%, if the worn sigs of control unit are concerned. The efficiency of the control unit was unacceptable level, if the signs are not concerned. According to these results, control unit can save chemicals when it is adapted to a home product field sprayer.

Key Words: Sprayer Controller, Application Rate, System Performance

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmamın yürütülmesinde her türlü ilgi, bilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Ali BAYAT'a, tez jürimde görev alan değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. A. Musa BOZDOĞAN'a, Yrd. Doç. Dr. Murat AKSOY'a, her zaman güler yüzlü Tarım Makinaları Bölüm Başkanı Prof. Dr. Emin GÜZEL'e ve tüm bölüm hocalarına, ilgisinden ve bilgisinden dolayı Arş. Gör. Nigar YARPUZ BOZDOĞAN'a, projeme katkılarından dolayı Başman Ziraat Aletleri İmalat Sanayi Müdürü Halil BAŞMAN'a, proje denemelerinde bana her zaman yardımcı olan bölüm atölyesi personeli olan Fevzi ŞAHBAZ'a, teşekkürlerimi sunarım.

Diğer tüm öğretim üyeleri gibi örnek aldığım Prof. Dr. Veyis TANSI'ya, Prof. Dr. Rüştü HATİPOĞLU'na ve Doç. Dr. Salih KAFKAS'a teşekkür ederim.

Yüksekokulda her zaman bana yardımcı olan akademik ve idari personel arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca beni her zaman destekleyen sevgili annem Bilgi ATCIOĞLU'na ve babam İsmail ATCIOĞLU'na teşekkür ederim.

Ayrıca, manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili eşim öğretmen Neslihan ATCIOĞLU'na teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ..... I

ABSTRACT..... II

TEŞEKKÜR..... III

İÇİNDEKİLER..... IV

ÇİZELGELER DİZİNİ..... VI

ŞEKİLLER DİZİNİ..... VII

1. GİRİŞ..... 1

1.1. Genel..... 1

1.2. Otomatik Kontrol Sistemleri..... 2

1.2.1. Temel Kavramlar ve Tanıtımlar..... 2

1.2.2. Denetim Sistemleri ve Türleri..... 8

1.2.3. Denetim sistemlerinin Yapısı ve Kullanım Alanları.... 10

1.2.4. Otomatik Denetim Sistemi Uygulamaları..... 11

1.2.5. Kontrol sistem Uygulamalarına İlişkin Örnekler..... 12

1.2.5.1. Güneş Yansıtıcılarında Güneş İzleme Kontrolü. 12

1.2.5.2. Büyükbaş Hayvan Beslenmesinde Oto. Kontrollü Yemleme Sistemi..... 13

1.3. Pülverizatörler..... 15

1.3.1.Tarla Pülverizatörleri..... 16

1.3.2. Pülverizatörlerin Parçaları..... 17

1.3.2.1.Depo..... 17

1.3.2.2. Karıştırıcı..... 18

1.3.2.3. Süzgeçler-Filtreler..... 18

1.3.2.4. Pompa..... 18

1.3.2.5. Regülatör ve Manometreler..... 19

1.3.2.6. Püskürtme Çubuğu..... 20

1.3.2.7. Memeler..... 20

1.3.2.8. Hava Deposu..... 21

1.4. Tarla Pülverizatörleriyle Tarlada Çalışma..... 21

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR..... 24

3. MATERYAL VE METOD……..... 29
3.1. Materyal……..... 29
3.1.1. Araştırmada Kullanılan Yerli Yapım Pülverizatör..... 29
3.1.2. Kontrol Ünitesinin Çalışma Prensibi ……..... 30
3.1.3.Kontrol Sistemini Oluşturan Üniteler..... ….... 31
3.2. Metod..... 38
3.2.1. Traktör İlerleme Hız Verisinin Saptanması……..... 38
3.2.2. Pülverizatörle Uygulama Hacimlerinin Saptanması…..... 38
3.2.3. Kontrol Sisteminin Etkinliğinin Saptanması……..... 39
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA……..... 40
5. SONUÇLAR..... 47
KAYNAKLAR……. 48
ÖZGEÇMİŞ.....49

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1.	Temel tanımları gösterilen genelleştirilmiş geri beslemeli sistem blok şeması.....	3
Şekil 1.2.	Açık döngü denetim sistemi.....	4
Şekil 1.3.	Kapalı Döngü denetim sistemi.....	5
Şekil 1.4.	Güneş izleme kontrolü.....	12
Şekil 1.5.	Güneş İzleme kontrol sisteminin önemli bileşenleri.....	13
Şekil 1.6.	Yemleme kabini.....	13
Şekil 1.7.	Yemleme algoritması.....	14
Şekil 1.8.	Mekanik tarla pülverizatörü.....	17
Şekil 1.9.	Manometre.....	19
Şekil 1.10.	Püskürtme çubuğu.....	20
Şekil 2.1.	Akış Tabanlı Kontrol Sistemi.....	24
Şekil 2.2.	Direkt Enjeksiyon Sistemi.....	25
Şekil 2.3.	Taşıyıcı Kontrollü Direkt Enjeksiyon Modeli ...….....	26
Şekil 3.1.	Yerli yapım pülverizatöre kontrol sisteminin montajlanmış hali.....	29
Şekil 3.2.	Kontrol kumandası ve diğer ekipmanların bağlantıları.....	30
Şekil 3.3.	İndüktif sensor ve manyetik alanı.....	32
Şekil 3.4.	İndüktif algılayıcının iç yapısı.....	33
Şekil 3.5.	İndüktif Algılayıcının Montajı.....	33
Şekil 3.6.	Traktörün ön lastik jantına monte edilen algılama noktaları ve sensör sabitleme düzeneği.....	34
Şekil 3.7.	Akış metre genel görüntüsü.....	35
Şekil 3.8.	Manyetik Akış Metre…….....	35
Şekil 3.9.	Elektrik Motorlu Üç Yönlü Toplu Valf.....	36
Şekil 3.10.	Pülverizatör üzerine yerleştirilmiş vanalar.....	37
Şekil 4.1.	100 l/ha Uygulama Hacmi için Başlangıç ve Bitiş Mesafesi Arasında Oluşan Değişimler.....	42
Şekil 4.2.	100 l/ha Uygulama Hacmi için Başlangıç ve Bitiş Mesafesi Arasında İlerleme Hızı Değişimler.....…..	42

Şekil 4.3. 150 l/ha Uygulama Hacmi için Başlangıç ve Bitiş Mesafesi Arasında Oluşan Değişimleri..... 43
Şekil 4.4. 150 l/ha Uygulama Hacmi için Başlangıç ve Bitiş Mesafesi Arasında İlerleme Hız Değişimleri..... 43
Şekil 4.5. 200 l/ha Uygulama Hacmi için Başlangıç ve Bitiş Mesafesi Arasında Oluşan Değişimleri..... 44
Şekil 4.6. 200 l/ha Uygulama Hacmi için Başlangıç ve Bitiş Mesafesi Arasında İlerleme Hızı Değişimleri..... 44
Şekil 4.7. 250 l/ha Uygulama Hacmi için Başlangıç ve Bitiş Mesafesi Arasında Oluşan Değişimleri..... 45
Şekil 4.8. 250 l/ha Uygulama Hacmi için Başlangıç ve Bitiş Mesafesi Arasında İlerleme Hızı Değişimleri..... 45
Şekil 4.9. 300 l/ha Uygulama Hacmi için Başlangıç ve Bitiş Mesafesi Arasında Oluşan Değişimler..... 46
Şekil 4.10. 300 l/ha Uygulama Hacmi için Başlangıç ve Bitiş Mesafesi Arasında İlerleme Hızı Değişimleri..... 46

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 4.1. Operatörün kontrol ünitesinin uyarılarına göre ilaçlama yapması sonucu sistemin performansı..... 40

Çizelge 4.2. Operatörün kontrol ünitesinin uyarılarını dikkate almayarak İlaçlama yapması sonucu sistemin performansı..... 41

Çizelge 4.3. Uygulama Hacminin 100 l/ha olarak hedeflendiği test verileri 42

Çizelge 4.4. Uygulama Hacminin 150 l/ha olarak hedeflendiği test verileri.. 43

Çizelge 4.5. Uygulama Hacminin 200 l/ha olarak hedeflendiği test verileri 44

Çizelge 4.6. Uygulama Hacminin 250 l/ha olarak hedeflendiği test verileri 45

Çizelge 4.7. Uygulama Hacminin 300 l/ha olarak hedeflendiği test verileri 46

1. GİRİŞ

1.1. Genel

Günümüzde bir çok sektörde kullanılan makinaları ve cihazları incelediğimizde, daha az enerji ve daha az hammadde kullanılarak daha fazla verim elde etmek için mikro denetleyicili otomatik kontrol sistemlerinin kullanıldığını görmekteyiz.

Bir çok sektörde olduğu gibi tarım sektöründe çalışanların işlerini kolaylaştırmak ve hızlandırmak için çeşitli tarım makinaları üretilip kullanıcıların hizmetine sunulmaktadır. Bu makinalarda amaç yine daha az enerji ve daha az hammadde kullanarak aynı işi daha kısa sürede doğru bir şekilde tamamlamaktır.

Çağımızda, bilgisayar ve elektronik teknolojisinin gelişmesiyle ortaya çıkan mikro denetleyicili kontrol sistemleri, tarım ilaçlarının püskürtülmesinde kullanılan makinalara da uyarlanabilmektedir. Günümüzde kullanılan yerli yapım tarla pülverizatörleriyle, çoğu kez 100-200 L/ha düzeylerinde uygulama hacimleri kullanılmaktadır. Hedeflenen uygulama hacmi ile ilaçlama yapılırken, ilerleme hızı ve püskürtme basıncındaki değişimler birim alana atılan ilaç miktarını değiştirmektedir. Böylece iyi bir ilaç seçilmesine rağmen tarlada tek düze ve yeterli bir zararlı kontrolü sağlanamamaktadır.

Tarlada yetiştirilen bitkilerin ilaçlanmasında kullanılan ve tarla pülverizatörü olarak adlandırılan tarım makinası, deposunda bulunan kimyasal karışımı traktörün kuyruk milinden aldığı basınçla kanatlarda bulunan püskürtme aparatlarına (memelere) gönderir, buradan bitkilerin üzerlerine kimyasal karışım püskürtülür. Yukarıda basitçe açıklanan sistem ülkemizdeki tüm tarla pülverizatörlerinde kullanılan sistemdir. Bu sistemin çalışmasında en önemli faktör traktör kullanıcısının uyguladığı ve tarlanın durumuna göre farklılık gösteren ilerleme hızıdır. Mevcut pülverizatörlerde hızın kontrol edilememesinden dolayı tarladaki bitkiler üzerine homojen bir şekilde ilaç dağılımı yapılamamaktadır.

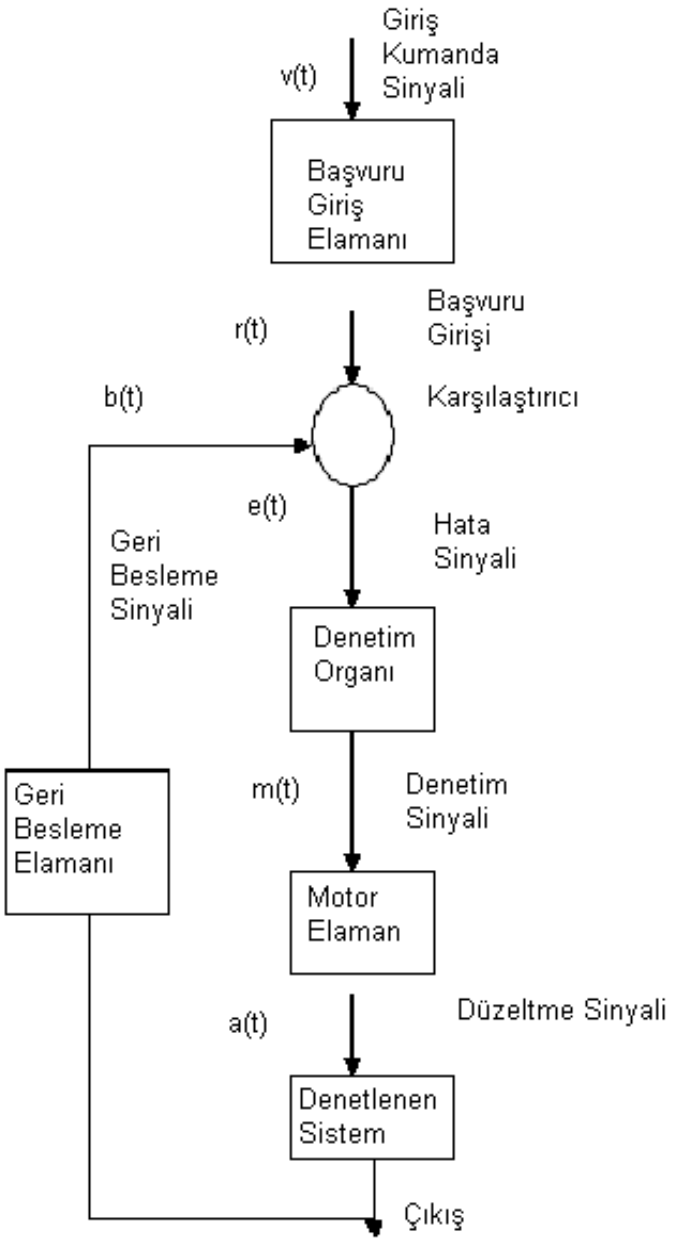
1.2.Otomatik Kontrol Sistemleri

Otomatik kontrol sistemleri veya kısaca denetim sistemleri, günümüzde ileri toplumların günlük yaşantısına girmiş ve hemen hemen her alanda kullanılmaktadır. Endüstriyel ve araştırma alanında kullanılan robotlar, mikro işlemciler, bilgisayarlar, uzay taşıtları v.b. denetim sistemleri üretim ve üretim kalitesini sürekli olarak arttırmakta olup, yaşam biçimimize etki etmektedirler. Denetim sistemleri herhangi bir endüstri toplumunun tamamlayıcı bir parçası olup artan dünya nüfusunun ihtiyaç malzemelerini üretmek için gereklidirler.

Denetim sistemleri; kısaca enerji, malzeme veya diğer kaynakların akışını düzenleyen aygıtlar olarak tanımlanır. Bunların düzenlenmesi, karmaşıklığı, görünüşü, kullanım amaçları ve işlevlerine göre değişir. Denetim sistemleri denetlenen niceliklerin değerlerini sabit tutar veya bu değerlerin, önceden belirlenmiş biçimde değişimini sağlar (Kuşçu, 1999).

1.2.1.Temel Kavramlar ve Tanıtımlar

Bir denetim sistemi bir takım elamanların karşılıklı şekilde birbirine bağlanmasından meydana gelmiştir. Bu sistem elamanları birbirine giriş ve çıkışlar yolu ile bağlanmıştır. Sistem elamanlarının işlevleri, bireysel giriş ve çıkışları, sistem elamanları arasındaki bilgi akışı, işlevsel blok şemaları ile gösterilir. Bu şemalar sistem elamanlarının etki ve neden-sonuç ilişkilerine göre sıralanmalarını, sistemin yapısının incelenmesini sağlar. İşlevsel bloklar bir kara kutu elamanı olarak ele alınır ve bir sistem elamanını temsil eden bir kara kutunun davranışı, giriş çıkış bağıntısı ile belirlenir. Burada giriş neden, çıkış ise girişin neden olduğu bir sonuçtur. Bu nedenle giriş-çıkış bağıntısı elamanın neden-sonuç davranışı olarak ifade edilir. Örneğin bir elektrik direncine bir gerilim uygulandığında bu nedenin sonucu olarak dirençte bir akım oluşur (Kuşçu, 1999).



Şekil 1.1.Temel tanımları gösterilen genelleştirilmiş geri beslemeli sistem blok şeması (Kuo, 1995)

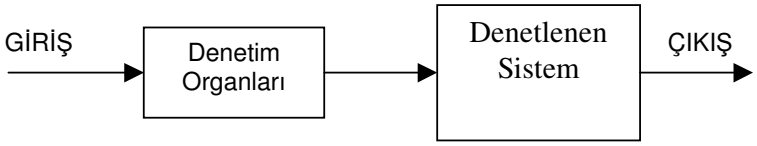
Yapılan tanımlara esas teşkil etmek üzere, Şekil 1.1. 'de genelleştirilmiş kapalı döngü bir sistemin işlevsel blok şeması verilmiştir. Burada verilen tanımların bir

kısmı blok şema üzerinde gösterilen elaman ve işaretlerin işlevlerin tanımı, bir kısmı da konu ile ilgili genel ifadelerin tanımı olacaktır.

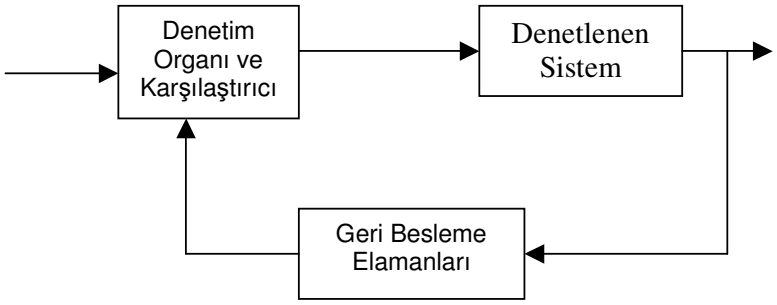
-Sistem : Genel anlamda; bir bütün oluşturacak şekilde karşılıklı olarak birbirine bağlı elamanlar toplamıdır. Fiziksel anlamda; bir amacı gerçekleştirmek için düzenlenmiş ve bütün bir birim olarak hareket etmek üzere birleştirilen etkileşimli yada ilişkili fiziksel elamanlar düzenidir.

-Denetim (Kontrol) : Denetim kelimesi genellikle ayarlamak, düzenlemek, yöneltmek veya kumanda etmek anlamlarına gelir. Tanım olarak; bir değişken niceliğin ya da değişken nicelikler kümesinin önceden belirlenmiş bir koşula uyumunu sağlamaya yönelik olarak gerçekleştirilen işlemler bütünüdür.

-Denetim Sistemi : Kendisini veya diğer bir sistemi kumanda etmek, yönlendirmek veya ayarlamak üzere birleştirilen organlar kümesidir.



Şekil 1.2. Açık döngü denetim sistemi (Kuo, 1995)



Şekil 1.3. Kapalı döngü denetim sistemi (Kuo, 1995)

-Otomatik Denetim (Otomatik Kontrol) : Bir sistemde denetim faaliyetlerinin insan girişimi olmaksızın önceden belirlenen bir amaca göre denetimi ve yönlendirilmesidir. Genel anlamda otomatik denetim, doğrudan insan girişimi olmaksızın çalışan aygıtların, makinelerin ve sistemlerin çalışması ve gelişmesi ile

ilgilenen bir bilim dalıdır. Uygulamada denetim veya denetim sistemi denilince daha çok otomatik denetim anlaşılır. Günümüzde insan girişimi ile yapılan denetim hemen hemen yok sayılır.

-Tesisat veya Denetlenen Sistem : Amacı özel bir işlemi yerine getirmek olan birlikte çalışan makine parçaları takımı veya bir cihaz, tesisat adını alır.

-Giriş : Denetim sisteminden belli bir cevap almak üzere bir dış enerji kaynağından sisteme uygulanan uyarıdır.

-Çıkış : Denetim sisteminden sağlanan gerçek cevaptır. Çıkış, girişin öngördüğü cevaba eşit olur veya olmayabilir. Bir sistemin denetim amacını giriş ve çıkışların türü belirler. Örneğin; bir sıcaklık denetim sisteminde, giriş arzu edilen sıcaklık, çıkış ise sistemde gerçeklenen ve ölçülen sıcaklıktır.

-Ayar Noktası ve Ayar Değeri : Denetim sistemlerinde sabit bir kumanda değerinin ayarlandığı nokta ve ayarlanan değerdir. Örneğin; sıcaklık denetim sistemlerinde arzu edilen sıcaklığın ayarlandığı nokta bir ayar noktası ve ayarlanan sıcaklık ayar değeridir.

-Kumanda Girişi veya Arzu Edilen Giriş ; v(t) : Sisteme uygulanan sevk edici giriş olup sistemin çıkışından bağımsızdır.

-Başvuru Giriş Elamanı : Başvuru giriş değerini saptayan birimdir. Başvuru giriş sistem elamanı sistem çıkışının arzu edilen birimleri cinsinden ayar edilir.

-Başvuru Girişi; r(t) : Denetlenen sistemin belirlenen bir eylemini kumanda etmek üzere denetin sistemine uygulanan giriş sinyalidir. Başvuru giriş elamanının sağladığı bu sinyal sistem tarafından doğrudan doğruya kullanılabilir biçimde bir kumanda olarak ifade edilir. Denetim sistemi için gerçek sinyal girişi olup çoğunlukla ideal sistemin çıkış davranışını temsil eder.

-Karşılaştırıcı veya Hata Seçici : Başvuru giriş sinyali ile geri besleme sinyalini karşılaştırıp mukayese eden ve bu iki sinyal arasındaki farka eşit bir hata sinyali üreten elamandır.

-Hata ve Sapma; e(t) : Çıkışın herhangi bir anda, arzu edilen değere göre farkına hata denir. Hata sinyali, başvuru girişi ile geri besleme sinyali arasındaki farka eşittir. Karşılaştırma elamanı, çıkışı arzu edilen değerle karşılaştırarak hata değişimlerini belirler. Hata sinyali, sistemin çıkışından arzu edilen değeri sağlamak üzere denetim

organını hareket ettirir. Denetim organı bu değişimlerini giriş olarak alır ve kendi yapısınada bağlı olarak son denetim organı (motor elaman) için uygun bir denetim sinyali üretir. Denetlenen değişkenlerin belirli değerler etrafında değişimleri sapma olarak ifade edilir.

-Denetim Organı (Kontrol Edici) : Denetlenen sisteme uygulanacak uygun bir denetim sinyali sağlayan elamandır.

-Son Denetim Elamanı (motor elaman) : Denetim organından alınan sinyale göre belli bir fiziksel yapıda güç sağlayan elamandır. Bu elaman denetlenen sistemde meydana gelen hatayı veya sapmayı düzeltmek için gerekli hareketi sağlayan elamandır.

-Denetim Sinyali; m(t) : Denetim elamanları grubunun denetlenen sisteme uyguladıkları nicelik veya koşuldur. Bu sinyal denetim organı çıkışında denetim sinyali olarak son denetim elamanına gönderilir. Burada yeteri kadar kuvvetlendirilerek denetlenen sistemin denetlenen değişkenini değiştirecek şekilde bir düzeltme işlemi meydana getirir.

-Denetlenen Sistem : Özel bir niceliğin denetlendiği tesisat, süreç veya bir makinedir.

-Çıkış veya Denetlenen Değişken; c(t) : Denetlenen sistemin niceliği veya koşuludur. Bu niceliğin, sistemin bozucu girişlerden etkilenmeksizin kumanda girişini izleyecek şekilde önceden tanımlanan bir değerde sabit tutulması gerekir.

-Bozucu Girişler : Sistemin denetlenen çıkışı üzerinde arzu edilmeyen yönde etki yapan girişlerdir. Eğer bozucu etkiler sistem içinden meydana geliyorsa iç bozucular, sistemin dışından geliyorsa dış bozucular adını alır ve her ikisi de sistem için bir giriştir.

-Geri Besleme Sinyali; b(t) : Denetlenen değişkenin bir fonksiyonu olup, başvuru girişi ile karşılaştırılarak hata sinyalinin elde edilmesini sağlar.

-Geri Besleme Elamanı : Denetlenen çıkış sinyali ile geri besleme sinyali arasında işlevsel bağıntı kuran elamandır. Geri besleme elamanları özellikle denetlenen değişken ile başvuru giriş sinyalinin farklı fiziksel yapıda olduğu durumlarda bir

dönüştürgeçten (transducer) ibarettir. Geri besleme elamanı, denetlenen değişkenin ölçülen değerini sağlar. Genellikle geri besleme elamanı bir ölçü elamanı biçimindedir.

-Geri Besleme Yolu : Denetlenen çıkış sinyalinden geri besleme sinyaline kadar uzanan iletim yoludur.

-İleri Besleme Elamanları : Arzu edilen çıkışı sağlamak üzere hata sinyaline tepki gösteren birimdir.

-İleri Besleme Yolu : Hata sinyalinden denetlenen çıkış sinyaline kadar uzanan iletim yoludur.

-Düzenleyici Denetim : Başvuru girişinin uzun zaman aralıkları içerisinde belli bir çalışma koşulu için, değişmez veya sabit tutulduğu geri beslemeli denetim sistemidir. Düzenleyici denetimde sisteme etki eden bozucu girişlere rağmen sistem çıkışının arzu edilen değerde tutulması esastır. Bu tür denetimde sabit bir sinyal girişi ile sabit kalıcı-durum çıkışı elde edilir.

-Servo Mekanizma veya Servo : Çıkışı mekaniksel konum, hız veya ivme olan geri beslemeli denetim sistemidir.

-Süreç Denetim Sistemi : Çıkışı sıcaklık, basınç, akış, seviye ve pH gibi değişkenler olan düzenleyici denetim türünde geri beslemeli denetim sistemidir.

-Uzaktan Kumanda : Bir sistemde donanımı, aygıtları ve işlemleri belli bir uzaklıktan çalıştırma imkanı sağlayan denetim türüdür. Endüstriyel denetim sistemlerinin büyük bir oranı bu sınıfa girmektedir. Bu tür denetimde gösterge, kaydetme ve denetim aygıtları denetlenen sistemden birkaç yüz metre mesafeye yerleştirilebilinirler. Böylece bir sistemde kumanda odasından denetlenen işleme veya sisteme ve sistemden kumanda odasına sinyal aktarımı ya pnömatik yada elektriksel biçimde olmaktadır.

-Duyarga (Sensör) : Ölçülen ve dolayısıyla denetlenen niceliğin değerini algılayan veya seçen bir aygıttır. Duyarga elaman veya algılama organı ölçme sistemi zincirinin ilk halkası olup duyarga ifadesi bazen sezici veya dönüştürgeç (transducer) yerinede kullanılmaktadır.

-Dönüştürgeç (Transducer) : Genel olarak herhangi bir enerji biçimini diğer bir enerji biçimine dönüştüren aygıt olarak tanımlanır. Özellikle; ölçme sistemi

açısından bir enerji dönüştürme aygıtı olarak çalışan dönüştürgeç, uyarıyı fiziksel ortamdan alır ve bu uyarıyı bir ölçme sistemi girişine daha uygun olan bir sinyale dönüştürür.

-Robot: İnsan müdahalesi gerektirmeden otomatik olarak hizmet görmek üzere tasarımlanmış programlı bir aygıttır. Endüstriyel bir robot bir insanın bel, omuz, dirsek, ve bilek hareketlerine denk serbestlik dereceleri içeren bir kol ve elden ibaret olup, ulaşma mesafesi içerisindeki herhangi bir noktaya uzanabilir ve iş parçalarını veya aletleri kolayca yakalayabilir. Robot, endüstride özellikle malzeme aktarma işlevlerinin yerine getirilmesinde çok kullanılır. Robotlar endüstriyel uygulamalarda büyük bir potansiyel arz etmekle beraber günümüzde daha çok, makinaların yüklenmesi ve boşaltılması, parçaların konumlandırılması, aktarılması, kaynak, boyama işlemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Kuşçu, 1999).

1.2.2.Denetim Sistemleri ve Türleri

Denetim sistemlerini ve işlemlerinin, bilinçli veya bilinçsiz günlük yaşantımızın her anında kullanırız. Endüstriyel anlamda bir sıcaklık denetim sistemi bir kez ayarlandıktan sonra bizim müdahalemiz olmaksızın ortamın sıcaklığını otomatik olarak belli bir değerde tutmak için sürekli olarak çalışabilirler.

Türü ne olursa olsun bir denetim sisteminde mutlaka denetleyen ve denetlenen olmak üzere iki temel unsur vardır. Bu anlamda üç temel denetim sistemi vardır.

- Doğal denetim sistemleri,
- Endüstride kullanılan insan yapısı denetim sistemleri,
- Hem doğal ve hem de insan yapısı unsurlar içeren karma denetim sistemleri.

Denetim sistemleri denetim etkisi bakımından iki ana sınıfa ayrılır. Bunlar;

- Açık döngü denetim sistemleri,
- Kapalı döngü denetim sistemleri.

Açık döngü denetim sistemlerinde denetim eylemi sistem çıkışından bağımsızdır. Açık döngü sistemlerde çıkışın ölçülmesi ve geri beslenmesi söz konusu değildir. Dolayısıyla sistemin girişi - çıkış bilgisinden haberdar olmaz. Uygulamada

açık döngü denetim sistemleri giriş-çıkış bağlantıları önceden belli olan ve iç veya dış bozuculara maruz kalmayan sistemlerde kullanılır. Çıkış ve girişin bir karşılaştırılması yapılmadığından sistemin çalışma doğruluğu yapılan kalibrasyonun derecesine bağlıdır. Açık döngü denetim sistemleri ya zamanlama ya da sıralama esasına göre çalışırlar. Örneğin otomatik çamaşır makinelerinde olduğu gibi ,sistem girişi bir program şeklinde verilir ve sistem program sırasını izler.

Kapalı döngü denetimde denetim etkisi sistem çıkışına bağlıdır. Sistemin çıkışı ölçülüp geri beslendikten sonra arzu edilen giriş değeri ile karşılaştırılır. Böylece sistemin girişi çıkıştan haberdardır. Sistem çıkışı geri beslenerek girişe uygulandığından bu tür sistemlere aynı zamanda geri beslemeli sistemlerde denir. Açık döngü sistem ile kapalı döngü sistemi birbirinden ayıran en önemli unsur geri besleme etkisidir. Geri besleme etkisi ise, negatif geri besleme ve pozitif geri besleme olmak üzere iki şekilde olur.

Negatif geri beslemede, çıkıştaki değişimler girişe ters yönde etki eder. Böyle bir sistemde çıkış, arzu edilen değere göre bir artış gösterecek olursa denetim etkisinin azaltılarak çıkışın istenen değere geri dönmesi sağlanır. Aksi bir durumda, eğer çıkış arzu edilen değere göre bir azalma (negatif değişme) gösterirse denetim etkisi arttırılarak çıkışın istenen değere yükselmesi sağlanır. Negatif geri beslemede daima giriş ile çıkışın bir farkı alınır ve bu fark negatif veya pozitif değerli olabilir. Denetim organına bir hata girişi olarak iletilen bu değer, yukarıda da açıklandığı gibi, çıkışın istenen değere getirilmesini ve bu değerde sabit tutulmasını sağlar. Negatif geri besleme endüstriyel sistemlerin en önemli özelliğidir ve daima hatayı en küçük değerde tutmaya veya sıfır yapmaya çalışır.

Pozitif geri beslemede, çıkış girişe aynı yönde etki eder. Buna göre çıkışta herhangi bir artış meydana gelecek olursa bu giriş ile toplanarak hata sinyalinde bir artış ve dolayısıyla da denetim sinyalinde bir artış meydana getirir. Bu, sistemde çıkışı daha da arttıracak yönde bir etki yaratır. Sonuçta artış sistemin fiziksel sınırlamalarına kadar devam eder ve sistem denetlenebilirliğini kaybeder. Pozitif geri besleme iç döngüler hariç bir kapalı döngü denetim sisteminde kullanılmaz.

Denetim sistemleri uygulama alanları ve çalışma biçimlerine göre;

- Düzenleyici denetim,
- İzleyici Denetim,
- Servomekanizma denetim gibi isimlerde alırlar. Endüstriyel alanda kullanılan bu sistemlerin tümü negatif geri beslemedir.

Düzenleyici denetim, sabit bir ayar değeri esasına göre çalışan ve sistem çıkışını, tüm bozucu girişlerin varlığına rağmen sabit değerde tutmaya çalışan denetim sistemi çalışmasıdır. Sıcaklık, seviye, debi, basınç v.b. değişkenlerin denetiminde kullanılırlar.

İzleyici denetimde giriş değişken olup, sistem çıkışı bu girişi izlemeye çalışır. Burada sistem çıkışının hem başvuru girişi ve hem de bozucu girişten doğan değişmeleri izlemesi ve arzu edilen değere getirilmesi esastır. Bu tür denetim daha çok imalat endüstrilerinde kullanılır. Örneğin; takım tezgahlarında kesici bıçağın bir şablonu izleyerek istenen parça biçimini işlemesi bu türden çalışmadır.

Servomekanizma, mekaniksel çıkışlı güç yükseltmesi gerekli sistemlerde kullanılır. Yerine göre izleyici türde, yerine göre de düzenleyici türde çalışabilir. Örneğin, büyük güç yükseltmesi gereken izleyici servomekanizması düzenleyici türde, buna karşılık bir hız denetim servomekanizması düzenleyici türde denetim çalışması gösterir. Endüstriyel alanda ise örneğin; sıcaklık yanında, basınç , debi, seviye gibi diğer değişkenlerin denetimi de gerekebilir. Böyle bir durumda tek girişli-tek çıkışlı bir denetim sistemi yeterli olmaz. Modern endüstriyel sistemler daha çok çok girişli-çok çıkışlı sistemlerdir ve hatta bu giriş ve çıkışlar arasında karşılıklı etkileşimler de mevcut olabilir. Bu tür denetim sistemlerinin temel yapısı yinede geri beslemeli biçimde olmakla beraber sistem içinde birden fazla döngü yer alır. Çeşitli giriş ve çıkışlar arasında en uygun denetim sinyalini sağlamak için daha çok bilgisayarlardan ve mikroişlemcilerden yararlanılır (Kuşçu, 1999).

1.2.3. Denetim Sistemlerinin Yapısı ve Kullanım Alanları

Endüstriyel anlamda bir denetim sistemi; denetlenen sistem veya süreç ve denetim elamanları donanımı olmak üzere iki ana kısımdan ibarettir. Denetim organları donanımı ise ölçme sistemi, karşılaştırma elamanı, denetim organı, sürücü veya kumanda elamanından meydana gelir (Şekil 1.4.). Denetlenen sistem ve

denetim elamanları donanımı birbirlerine karşılıklı olarak bir takım hatlarla bağlanmıştır. Bunlar; süreç ürünlerinin aktığı enerji ile ilişkili olanı, süreç hattı, ölçme ve denetim sinyalleri aktığı hat, bilgi veya sinyal hattı, denetim elamanları ve sistemi çalıştıran cihazlar için gerekli gücün aktığı, güç hattı isimlerini alırlar.

Genellikle karşılaştırma elamanını da içine alan denetim organı; sistem çıkışının denetim amaçlarına uygunluğunun saptanması ve sistemi denetim amaçları doğrultusunda yönetmek için gerekli denetim değişimlerinin belirlemek gibi işlevleri yürütür. Denetim organının temel görevi karşılaştırıcıdan kendisine hata veya sapma olarak iletilen giriş bilgisine göre denetim sinyali şeklinde uygun karar üretmektir.

Son denetim organı veya motor elaman adlarını da alan kumanda elamanı, denetlenen sistemi doğrudan etkileyen sürücü bir elamandır. Son denetim elamanı denetim organından aldığı denetim sinyaline bağlı olarak dış enerji kaynağından aldığı güçle bir hareket üretir. Bu hareket denetlenen değişkenin enerji akışını modüle eder. Kullanılan enerjinin biçimine bağlı olarak motor elamanı, elektriksel, pnömatik veya hidrolik yapıda olabilir. Uygulamada genellikle motor elamanın yapısına bağlı olarak denetim elamanları da elektriksel, pnömatik veya hidrolik denetim elamanı isimlerini alırlar. Çok küçük hacimlerde büyük güçler sağlayan hidrolik sistemlerin özel kullanım alanları mevcuttur. Elektrik enerjisinin her yerde kolaylıkla sağlanabilir olması ve elektronik teknolojisindeki gelişmeler günümüzde elektriksel sistemleri çok yaygın olarak kullanılır hale sokmuştur. Pnömatik sistemler, özellikle yangın tehlikesi olan yerlerde kullanılmaktadır. Ayrıca bu sistemlerin bileşimi olan karma sistemler de yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlardan çoğunlukla denetim sistemi döngüsünün ölçme sistemi ve karşılaştırma elamanları elektrik-elektronik olarak çalışmakta, motor elamanı ise elektriksel pnömatik veya hidrolik yapıdadırlar (Kuşçu, 1999).

1.2.4.Otomatik Denetim (Kontrol) Sistemi Uygulamaları

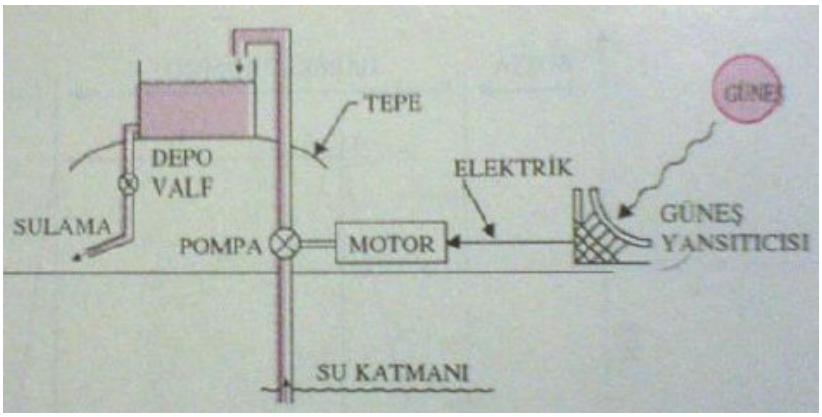
Doğada, çevremizde, günlük işlerimizde ve endüstriyel alanda kullandığımız sınırsız sayıda kontrol sistemi örneklerine rastlamak mümkündür. Doğadaki örneklerini, ekolojik denetim sistemi, kan basıncı denetim sistemi, solunum denetim sistemi, adrenalin denetim sistemi v.s, çevremizdeki örneklerini, ekonomi, sosyoloji

denetim sistemi v.s, günlük işlerimizdeki örneklerini, ütü, buzdolabı, banyo, sıcak su kazanı gibi yerlerde kullanılan sıcaklık denetim sistemleri ve endüstriyel alanındaki örneklerinin ise, süreç ve imalat endüstrilerinde kullanılan sıcaklık, basınç, debi, pH, konsantrasyon, konum, hız v.b. denetim sistemleri olarak sayabiliriz (Kuşçu, 1999).

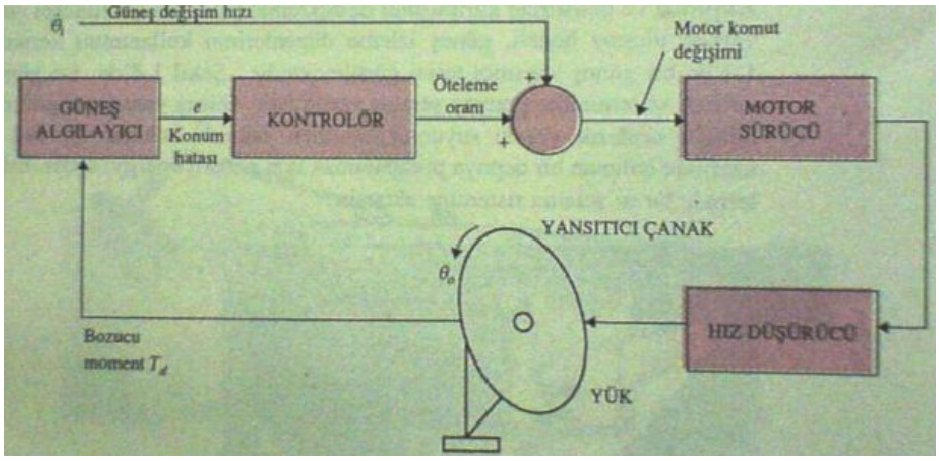
1.2.5.Kontrol Sistem Uygulamalarına İlişkin Örnekler

1.2.5.1. Güneş Yansıtıcılarında Güneş İzleme Kontrolü

Kontrol sisteminin temel felsefesi önceden belirlenen değişim hızının güneş algılayıcılarının ölçtüğü gerçek konum hatalarına bağlı olarak değiştirilmesi yada düzeltilmesi prensibine dayanır. Kontrolör yansıtıcının sabahleyin güneşe yönlenmesini sağlar ve bir "izlemeye başlama " komutu verir. Gün boyunca kontrolör güneşin değişim hızını her iki eksende sürekli hesaplar. Kontrolör yansıtıcıyı saptırmak için gerekli motor komutlarını oluştururken güneş değişim hızı ve güneş algılayıcı bilgilerinden yararlanır (Kuo, 1995).



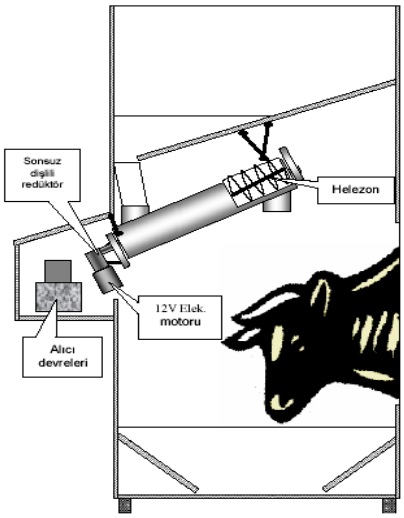
Şekil 1.4. Güneş izleme kontrolü



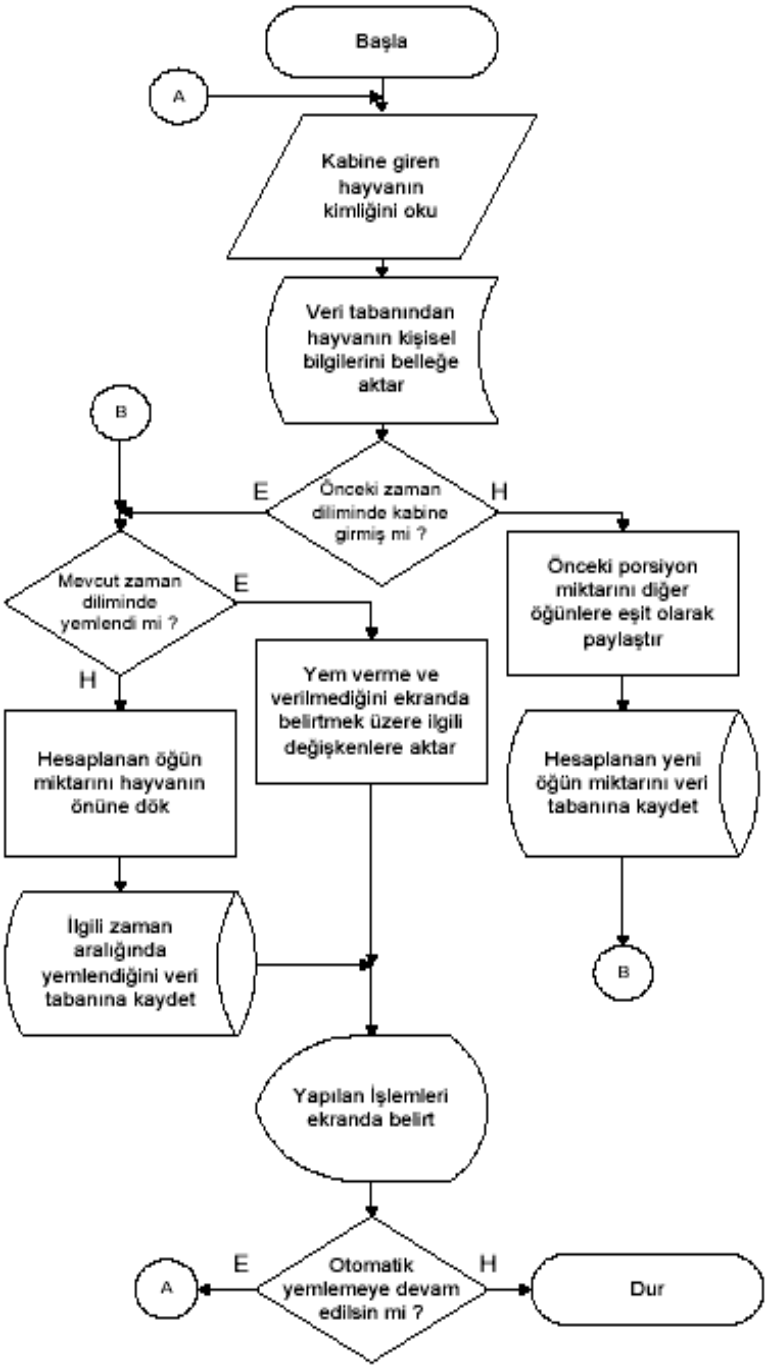
Şekil 1.5. Güneş izleme kontrol sisteminin önemli bileşenleri (Kuo, 1995)

1.2.5.2. Büyükbaş Hayvan Beslenmesinde Otomatik Kontrollü Yemleme Sistemi

Bu uygulamada yemleme kabinine giren hayvan öncelikle üzerinde taşıdığı verici kimlik sinyali ile sistem tarafından algılanır. Veri tabanından hayvana ait veriler taranır. Daha önce hangi zaman sürelerinde yem verildiği öğrenilir ve duruma göre hayvan yemlendirilir veya yemlendirilmez (Kuşçu, 1999) .



Şekil 1.6. Yemleme kabini



Şekil 1.7. Yemleme algoritması (Kuşçu, 1999)

1.3.Pülverizatörler

Sıvı haldeki etkili maddeyi, taşıyıcı bir sıvı ile karışmış olarak damlalar halinde bitkiye ulaştıran pülverizatörler, tüm bitki koruma makineleri içinde en yaygın olarak kullanılan makinelerdir.

Pülverizatörler mekanik ilaçlama makinalarıdır. Genel olarak çalışma sistemleri aşağıdaki gibi açıklanabilir.

Depoya konulan sıvı ilaç bir pompa ile emilir ve basınç altında memelere iletilir. Yüksek basınçlı sıvı, meme deliğinden geçerken hızı artar ve parçalanarak ince zerreler (damlacıklar) halinde bitkiler üzerine püskürtülür.

Bir pülverizatör tarım tekniği açısından aşağıda verilen koşulları sağlayabilmelidir. Bu koşullar (Tezer ve Zeren, 1986):

1. İlaç yeknesak olarak ince zerreler halinde bitkiler üzerine dağılmalı, püskürtme kesiksiz olmalı,
2. Süspansiyon veya emülsiyon haldeki ilacın dozu daima sabit kalmalı,
3. İlaçla temas eden pülverizatör parçaları korozyona dayanıklı olmalı,
4. Hortumlar ilacın etkisine karşı dayanıklı olmalı ve kolayca kıvrılabilmeli,
5. Pülverizatörler çeşitli bitkilere ilaç uygulama olanağına sahip olmalı
6. Çalışma sırasında kolay dümenlenebilmeli, el pülverizatörleri kolay taşınabilmelidir.

Pülverizasyon da istenilen yararların sağlanabilmesi, aşağıda açıklanan koşulların yerine getirilmesine bağlıdır.

-Uygun ilaç normunun seçilmesi: Birim alan veya bitkiye atılması gereken ilaç miktarına ilaç normu veya doz adı verilir. İlaç normunun belirlenmesinde; zararlının cinsi, kullanılacak ilacın özellikleri, ilaçlanacak bitki, bitkinin gelişme durumu ve kullanılacak makinenin özellikleri dikkate alınır (Tezer ve Zeren, 1986).

-Uygun damla büyüklüğünün belirlenmesi: Sıvı ilacın pülverizasyonu esnasında değişik büyüklükte damlalar elde edilmektedir. Küçük çaplı damlaların hedef üzerindeki dağılımı daha iyi olmakta ancak çevre koşullarından daha fazla

etkilenmeleri nedeniyle hedefe ulaşma olasılıkları düşük olmaktadır. Genellikle böceklere karşı kullanılan damla çapları küçük yabancı otlara karşı kullanılan damla çapları büyük olmaktadır (Tezer ve Zeren, 1986).

-Bitkiler üzerinde yeterli bir ilaç örtüsü sağlanması: İlaçlama sırasında hedef üzerinde yaratılmak istenen ilaç örtüsü, kullanılan ilacın ve savaşılan hastalık veya zararlının özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterir. Örneğin, gezici böceklere karşı yapılan savaşta tüm bitki yüzeyinin ilaçlanması gerekmediği halde mantar enfeksiyonları için tüm yüzeyin ilaçlı sıvı ile kaplanması gerekmektedir. Sıvı ilaçların püskürtülmesinde kullanılan pülverizatörler, çok çeşitli yapı ve özelliklerde olup değişik şekillerde sınıflandırmaktadır. Günümüzde tarla ve bahçe bitkilerinin ilaçlanmasında çoğunlukla; Basınçla hareketlendirilen sıvı hüzmesinin küçük çaplı bir delikten büyük bir hızla geçirilerek pülverizasyonun sağlanması prensibine göre çalışan pülverizatörler (mekanik pülverizatörler),

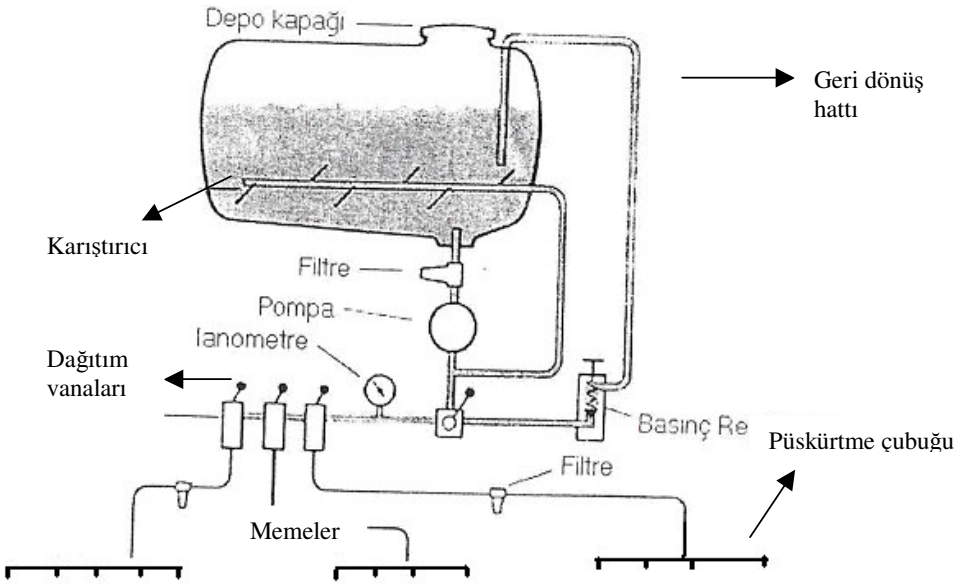
Mekanik pülverizatörlerde uygulanan yöntemle oluşturulan damlaların, bir fan tarafından yaratılan kuvvetli bir hava akımı etkisiyle biraz daha parçalanması ve daha uzağa taşınması prensibine göre çalışan pülverizatörler (hava akımlı mekanik pülverizatörler),

Damlanın oluşması ve taşınmasının bir fanın yarattığı hava akımı ile sağlanması prensibine göre çalışan pülverizatörler (pnömatik pülverizatörler), kullanılmaktadır.

Bitki korumanın amacı, bitkilere zarar veren böcek, mantar ve yabancı otları öldürerek, virüslerin neden olduğu hastalıkları yok ederek bol ve kaliteli bir ürün alınmasını sağlamaktır. Bitki koruma makinelerinin görevi de; mantarlar, böcekler, diğer hayvani zararlılar ve yabancı otların mücadelesinde kullanılan kimyasal mücadele ilaçlarını tekdüze olarak bitkilere veya toprağa dağıtmaktır.

1.3.1. Tarla Pülverizatörleri

Pülverizatörlerin görevi, sıvı ilacı devamlı aynı konsantrasyonda ve eşit basınç altında ileterek bitki koruma işlemini mümkün kılmaktır.



Şekil 1.8. Mekanik tarla pülverizatörü (Anonymous, 1994)

Pülverizatörlerin Çalışma Prensibi; Püskürtme sıvısı depo içindeki bir karıştırıcı tarafından karıştırılır ve kuyruk milinden hareket alan bir pompa tarafından ilaçlama borularına oradan da memelere basınçla gönderilerek tarlaya püskürtülür.

1.3.2.Pülverizatörlerin Parçaları

1.3.2.1. Depo

Deponun görevi; sıvı ilaç taşımaktır. Depolar silindirik veya dikdörtgen prizma şeklinde imal edilmektedir. Başlangıçta depolar sac malzeme kullanılarak imal edilmelerine rağmen, son yıllarda ilaçların korozif etkileri de göz önüne alınarak plastik ya da fiberglas malzemeden imal edilmektedirler. Plastik depolar ucuz, korozyona dayanıklı ve UV ışığına karşı dayanımları nedeniyle daha çok tercih edilmektedir. Ancak. bazı imalatçılar

krom sac malzemeden de depo imal edebilmektedir. Depolarda doldurma ve boşaltma kolay olmalı, depo kapağı emniyetle kapatılabilmektedir. Asma Pülverizatörlerde 200-500 litre, traktörle çekilenlerde 1000-2000 litre kapasiteli depolar kullanılmaktadır (Tezer ve Zeren, 1986).

1.3.2.2. Karıştırıcı

Karıştırıcının görevi, depodaki ilacın konsantrasyonunu ilaçlama süresince yeknesak olarak korumaktır. Sıvı ilaçlarda özellikle süspansiyon olanlarda bu gerekmektedir. Bunun için özellikle büyük depolu olan Pülverizatörlerde karıştırıcı kullanılır. Uygulamada hidrolik, mekanik ve pnÖmatik tip karıştırıcılar yaygın olarak kullanılmaktadır (Tezer ve Zeren, 1986).

1.3.2.3. Süzgeçler – Filtreler

Süzgeçler, pülverizatörde pompa ve vanalardaki geçitlerle meme deliklerinin tıkanmasını önler. Süzgeçler depo ağzında ve memeden önce sıvının süzülmesini sağlar. Depo ağzında genellikle 25 mesh'lik süzgeç kullanılır. Pompa ile depo arasında süzgeç kullanıldığında 50 mesh' lik olmalıdır, süzgeç delikleri toplam alanı emme borusu kesit alanının l0 katı olmalıdır. Memeden önce 100 mesh'lik süzgeç kullanılır. Süzgeçler kolay bir şekilde sökülüp temizlenebilmelidir (Tezer ve Zeren, 1986).

1.3.2.4. Pompa

Pompanın görevi, gereği kadar püskürtme sıvısını yeteri miktarda bir basınçla ve sabit bir akış hızıyla memelerden atmaktır. Pompalar değişik ilaç konsantrasyonlarına, su kalitesine ve aşınmaya karşı dayanıklı olmalı aynı zamanda gerektiği kadar suyu da emebilmelidir.

Pülverizatörlerde pompa, sıvıya basınç sağlar. Pülverizatörlerde genellikle pistonlu, piston membranlı, dişli, rulolu ve santrifüj tipte yüksek basınçlı pompalar kullanılır. Başlangıçta daha çok yüksek basınç elde etmek için pistonlu pompalar kullanılmış olmasına rağmen, son yıllarda yüksek

basıncın sakıncaları bilindiğinden daha çok piston membranlı ve diğer düşük basınçlı pompalar kullanılmaktadır. Pistonlu pompalar 30 bar ve üzerindeki basınç gereksinimleri, piston membranlı pompalar <30 bar, rulolu pompalar <l0 bar ve santrifüj pompalar <5 bar basınç gereksinimleri için kullanılmaktadır.

Santifürüj pompalarda ise ilaç, dönerek çalışan bir çarkın kanatları arasından geçerken kazandığı kinetik enerji ile basınç kazanmaktadır. Santrifüj pompalar yüksek uygulama hacimlerine ihtiyaç duyulduğunda kullanılmaktadır. Bazen de sadece depo doldurma amaçlı olarak pülverizatörler üzerinde kullanılırlar (Tezer ve Zeren, 1986).

1.3.2.5. Regülatör ve Manometreler

Pülverizatörlerin basma hattında bir regülatör bulunur. Bu ünitenin görevi basıncı ayarlamak ve aynı zamanda bir emniyet subapı gibi çalışarak tıkanma halinde sistemin zarar görmesini önlemektedir. Pülverizatörle hedeflenen ilaç normunun ilaçlama boyunca korunmasında regülatörün önemi büyüktür. Regülatörle pompanın bastığı ilacın bir bölümü depoya geri yönlendirilir, böylece püskürtme basıncı ayarlanmış olunur.

Regülatörle ayarlanan basınç miktarı manometre aracılığı ile gözlenir.

İlaçlama boyunca operatör manometreyi izleyerek basınçtaki değişimleri kontrol eder. Pülverizatörler üzerinde değişik hassasiyete sahip manometreler kullanılmaktadır (Tezer ve Zeren, 1986).

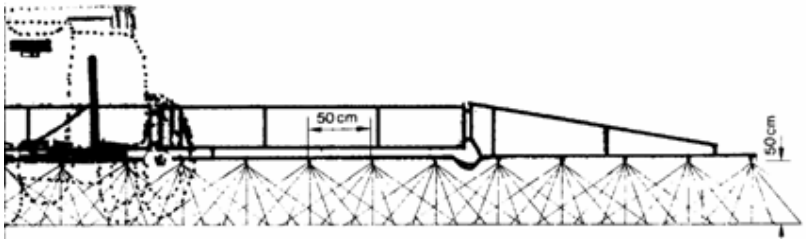


Şekil 1.9. Manometre

1.3.2.6. Püskürtme Çubuğu

Püskürtme çubuğu memelerin üzerine belirli aralıklarla dizildiği ünitedir.

Tarla pülverizatörlerinde yüksek iş genişliklerinde çalışabilmek için püskürtme çubukları çok parçalı olar imal edilir. Böylece yol konumunda çubuk katlanır, ancak ilaçlama sırasında kanatlar açılır. Püskürtme çubuğunun her bir parçasına ayrı bir kontrol vanası ile komuta edilerek, gerektiğinde bazı parçalara ilaç akışı önlenmektedir. Püskürtme çubuğu yüksekliği ayarlanabilir olmalı. Ayrıca, çubuk tarla yüzeyine daima paralel olarak işletilmelidir. Son yıllarda elektro-hidrolik olarak açılıp kapanabilen püskürtme çubukları geliştirilmiştir. Asılır ve çekilir tip pülverizatörlerde 24 m kanat açıklığına sahip pülverizatörlerin imalatı yaygınlaşmaktadır. Ancak kendi yürür tip pülverizatörlerde daha büyük kanat açıklığı kullanılabilmektedir (Anonymous,1998).



Şekil 1.10. Püskürtme çubuğu

1.3.2.7. Memeler

Pülverizatörde memelerin görevi, basınçla gelen sıvıyı parçalamak ve damlacıklar halinde bitkiye sevk etmektir. Memelerde parçalanma mekanik pülverizatörlerde sıvı basıncı ile sağlanır. Basınçlı sıvı küçük delikten geçerken

dağılır. Sadece pnömatik pülverizatör/erde ise meme içindeki dağılmaya ek olarak meme çevresinden gelen yüksek hızlı hava akımı parçalanmayı arttırır.

Memeler, tarla pülverizatörlerinde püskürtme çubuklarına takılır. Püskürtme çubuğuna memelerin hangi aralıklarla bağlanacağı, memenin hüzme açısı ve püskürtme yüksekliğine bağlı olarak değişir. Mekanik tarla pülverizatörlerinde kullanılan hidrolik memeler 65°, 80° ve 110° ‘ lik hüzme (püskürtme açısı) açılarıyla imal edilmekte olup, birçok imalatçı 50 cm meme aralığı ile memeleri püskürtme çubuğuna monte etmektedir (Anonymous,1998).

1.3.2.8. Hava Deposu (Hava Tüpü)

Tarla pülverizatörlerinde pülverizasyon sistemindeki akışın ve basıncın sürekliliğini sağlayabilmek için pülverizatör pompaları üzerine bir hava deposu yerleştirilmiştir. Pülverizatörlerle ilaçlamaya başlamadan önce hava deposuna mutlaka gerekli olan hava, hava doldurma supabından doldurulmalıdır.

1.3. Tarla Pülverizatörleriyle Tarlada Çalışma

Tarla pülverizatörlerinde ilaç normu, pülverizatörün ilerleme hızına ve meme sayısı ile memelerin verdisine bağlıdır. İlaç normu (N) aşağıdaki eşitlikten (1.1) hesaplanabilir.

$$N = 600.Q / V.B \quad \text{..... (1.1)}$$

Burada;

N= İlaç normu (I/ha),

Q= Toplam meme verdisi (L/min),

V= Pülverizatör çekilme hızı (km/h), ve

B= İş genişliğidir (m).

Toplam meme verdisi; tek bir memenin verdisi ile toplam meme sayısı çarpılarak, pülverizatör iş genişliği ise meme sayısı ve memeler arası uzunluk çarpılarak hesaplanmaktadır. Hızın değişmesi ilaç normunu önemli oranda etkiler. Eğer ilerleme hızı 4 km/h' den 8 km/h hıza çıkarılırsa, belli bir mesafe için memeler bu mesafeyi daha çabuk kat edecekler ve memelerin

verdisi sabit kaldığına göre ilaç normu yarıya düşecektir. İlerleme hızının sabit olarak tutulması özellikle yüksek konsantrasyonlu ilaçların uygulanmasında önemlidir. Yüksek konsantrasyonlu ilaçlar, düşük ilaç normu ile verildiğinde hızdaki değişme sonunda ilaç konsantrasyonu diğer deyişle bitkilere gelen ilaç miktarı farklı olacaktır.

Belli bir traktör gaz kolu düzenlenmesi için, meyilli olmayan arazilerde traktörün ilerleme hızı oldukça sabit kalır. Eğimli arazilerde ise bu hız eğim aşağı ve meyil yukarı hareketlerde daima değişecektir. Traktörle çekilen pülverizatörlerde, traktör hız göstergesi kontrol edilerek aşırı veya düşük dozla ilaçlama sonunda ortaya çıkabilecek zararların önlenmesi gerekir

Rüzgar hızı 2,5 km/h 'den fazla olduğunda tarla pülverizatörü ile etkili bir ilaçlama yapılamaz. Bu bakımdan ilaçlamaya başlamadan önce rüzgar hızının kontrol edilmesi gerekir

Pülverizatörlerdeki meme sayısı sabit olarak düşünüldüğünde, memelerin verdisi belli sınırlar içinde basıncı azaltıp, çoğaltarak düzenlenebilir veya meme plakaları dolayısıyla memenin delik çapı değiştirilerek de memelerin verdisi ayarlanabilir. Basıncın değiştirilmesinde belirli sınırlar vardır. Basıncın artması verdiyi, artışın karekökü ile (ortalama olarak) orantılı olarak artırır. Basınç artışı sonunda püskürtmeden elde edilen damlaların çapı küçülür, bu damlaların rüzgarla sürüklenmesi problemini ortaya çıkarır. Bunun dışında memelerde sıvının dağılışı da değişir. Genel olarak basınç, meme yapısına uygun, optimum basınç değerine göre en çok ±%25 oranında değiştirilmelidir. Şayet basıncın bu sınırlar içinde kalan değişimi istenilen ilaç normunu sağlamaz ise, o takdirde meme plakaları veya helis gövdeleri değiştirmek gerekir. Bazı ilaçlar da, ilaçlama çubuğu üzerinde meme sayısının değiştirilmesi tercih edilebilir. Bu suretle özellikle bazı çapa bitkilerinde, her bir bitki sırasına düşen meme sayısı 3 veya daha fazla sayıya yükseltilerek, gelişen

bitkide yaprakların meydana getireceği geniş alan etkili bir şekilde ilaçlanabilmesi sağlanır.

İlaç normuna etki eden bu faktörler arasında uygun bir düzenlemenin sağlanması için, pülverizatörün tarlada kalibre edilmesi gerekir.

İlaçlamaya başlamadan önce, kullanılacak pülverizatörün, ilacı şartlara uygun bir ilaç normu ile püskürttüğü kontrol edilmelidir. Daha önce belirtildiği gibi ilaç normu memelerin verdisi ve ilerleme hızı ile ilgilidir.

Eğer pülverizatör üzerindeki memeler uygun ölçüde ise ve basınç yeterli değerde bulunuyorsa, pülverizatörün ilerleme hızının kalibrasyonu gerekir. Hızın ayarlanmasında traktörün hız göstergesi uygun bir kontrol sağlar.

Kalibrasyon yapılmasında aşağıdaki yol uygulanabilir (Tezer ve Zeren, 1986):

-Tarlada 200 m ara ile iki işaret çubuğu dikilir.

-Pülverizatör deposu su ile doldurulur. Pülverizatör çalıştırılarak, makine üzerindeki hortum, pompa ve hava deposu gibi kısımların su ile tamamen dolması sağlanır. Daha sonra depo tamamen boşluksuz olarak su ile doldurulur.

-İki işaret çubuğu arasında bir gidiş-geliş yapılarak 400 m yol alınır. Bu sırada pülverizatör belirli bir basınçta çalışmaktadır. İlerleme hızı belli bir değerde sabit tutulur. Püskürtme çubuğunun vanaları tam çubuklar hizasından geçerken açılır veya kapatılır. Gaz kolunun durumu işaretlenir.

-Depodan eksilen su miktarı, eklenen su miktarı dikkatle ölçülerek saptanır. Su ilavesi sırasında pülverizatör ilk doldurmada olduğu gibi yatay bir yerde bulunmasına dikkat edilmelidir.

Buna göre pülverizatör iş genişliği (B) , alınan yol (L) ve sarf edilen ilaç miktarı (Q) ise ilaç normu;

$$N = Q.l000/B.L \quad (1.2)$$

Burada:

N= İlaç normu (L/da),

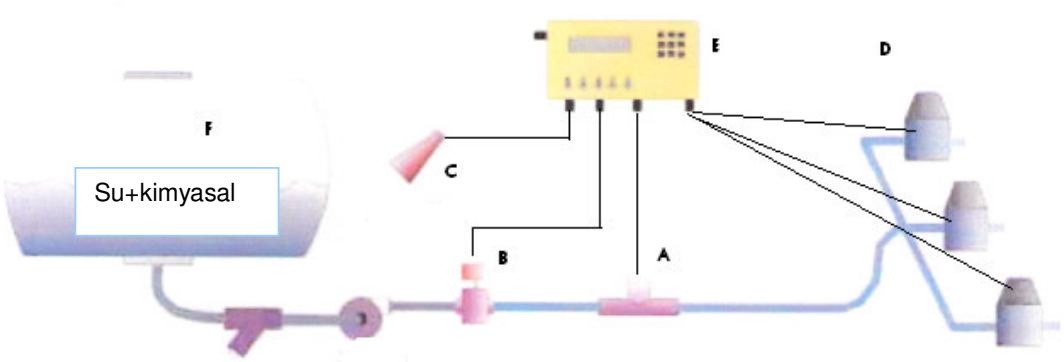
B= İş genişliği (m) ve

L= Alınan yol (m) dur.

Elde edilen değer, istenen değeri karşılamazsa basınç, meme çapı, ilerleme hızı belirli sınırlar içerisinde değiştirilerek yeniden kontrol yapılmalıdır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Humburg (1993), üç değişik özellikte kontrol ünitesine sahip pülverizatör ile yapmış olduğu araştırmada, planlanan uygulama oranına basınç ve araç hızının etkilerini incelemiştir. Araştırmasında öncelikle akış tabanlı kontrol sistemini incelemiştir. Bu sistem birer adet akış metre, hız sensörü (graund speed sensor) ve kontrol edilebilir bir valf (servo valve) dan oluşmaktadır. Akış tabanlı kontrol sisteminin en büyük avantajının sade olması ve istendiği an uygulama oranında değişiklik yapılmasına imkan vermesi bakımından kullanışlı olduğunu fakat çok yüksek yada çok düşük basınç uygulamalarının büyük değişikliklere neden olduğunu yapmış olduğu incelemesinde hesaplamıştır.

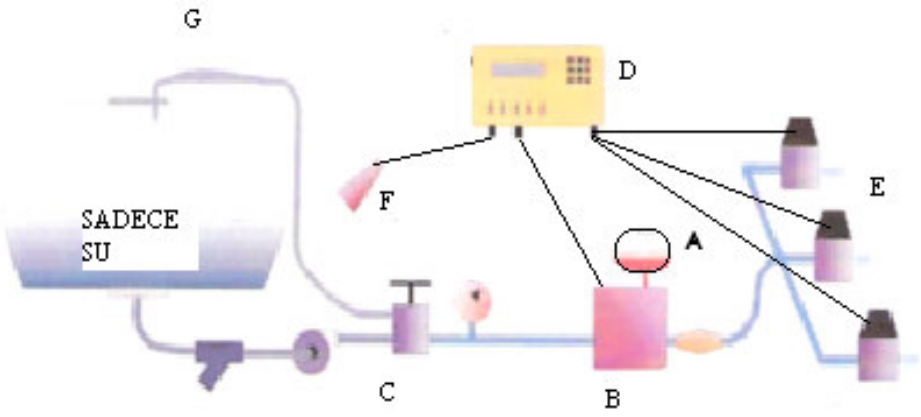


Şekil 2.1. Akış tabanlı kontrol sistemi

A Akış Metre (Flow Meter)
B Kontrol Vanası (Control Valve)
C Radar Hız Sensörü (Radar Ground Speed Sensor)
D Püskürtme Çubukları (Boom Sections)
E Kontrol Ünitesi (Sprayer Controler Unit)
F Depo

İkinci olarak direkt enjeksiyon sistemi üzerinde araştırma yapmıştır. Bu sistemde farklı olarak depoda sadece taşıyıcı olarak su kullanılmaktadır. Kimyasal

madde ise bir kimyasal pompanın deposunda tutulmaktadır. Bu sayede taşıyıcı suyun akış oranı sabitlenmiştir. Enjeksiyon oranı ise hız sensörün (Radar Ground speed Sensor) den alınan hız bilgisine göre değişiklik göstermektedir. Taşıyıcı suyun akış oranının sabitlenmesiyle, akış tabanlı sistemin yarattığı problemi ortadan kaldırdığını fakat bu sistemle yapılan ilaçlama esnasında verilecek yeni uygulama oranının memelerden püskürtülmesini çok geciktirdiğini hesaplamıştır.

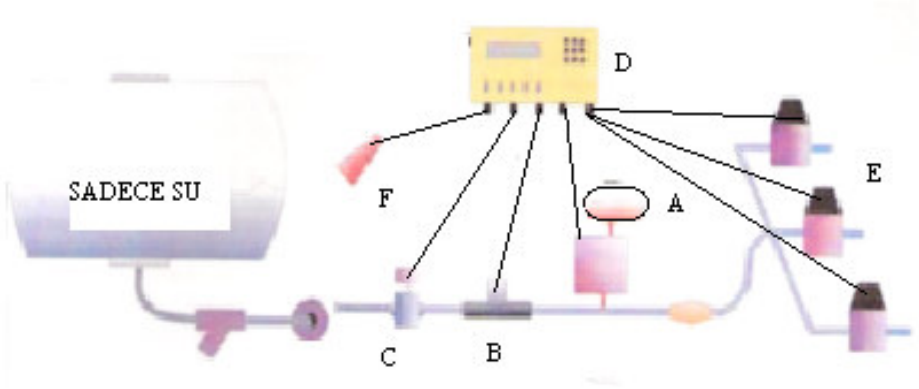


Şekil 2.2. Direkt enjeksiyon sistemi

A Kimyasal Deposu
B Elektrikli Enjeksiyon Pompası
C Manuel Valf
D Kontrol Ünitesi
E Püskürtme Çubukları (Boom Sections)
F Radar Hız Sensörü (Radar Ground Speed Sensor)
G Geri Dönüşüm Borusu

Üçüncü olarak ise, taşıyıcı kontrollü direkt enjeksiyon modelini incelemiştir. Bu araştırmada, enjeksiyon oranının ve su taşıma oranının uygulanan hıza ve uygulama oranına bağlı olarak değiştiğini incelemiştir. Kontrol valfi istenilen

miktardaki suyun akışını ayarlarken, enjeksiyon pompası istenilen oranda kimyasalı pompalamaktadır. Böylece sabit miktardaki karışım memelerden püskürtülür. Ayrıca istenildiği anda uygulama oranındaki değişiklikler hiçbir gecikme olmadan anında ilaçlama işlemine yansıtılmaktadır. Fakat bu sistemin diğer sistemlere göre oldukça pahalı ve daha karmaşık bir sistem olduğunu belirtmiştir.



Şekil 2.3. Taşıyıcı kontrollü direkt enjeksiyon modeli

A Kimyasal Deposu
B Akış Metre (Flow Meter)
C Kontrol Vanası (Control Valve)
D Kontrol Ünitesi
E Püskürtme Çubukları (Boom Sections)
F Radar Hız Sensörü (Radar Ground Speed Sensor)

Gaadi ve Ayers (1994), yaptıkları araştırmada elektronik kontrollü ve elektronik kontrolsüz pülverizatörleri incelememişlerdir. İnceledikleri Elektronik kontrollü pülverizatör (basınç tabanlı elektronik pülverizatör modelini tercih etmişlerdir) ve normal pülverizatöründe akış oranı ve hıza bağlı olarak uygulama oranındaki hataları hesaplamışlardır. Yaptıkları testlerde, ilerleme hızında yapılan değişiklikler nedeniyle sabit bir uygulama oranı elde edememişler, normal pülverizatör ile yaptıkları incelemede ise uygulama oranındaki hataların %5 olduğunu hesaplamışlardır. Her iki sistem karşılaştırıldığında elektronik kontrollü pülverizatör deki uygulama oranı hata payı %1 olarak ortaya çıkmıştır.

Rockwell ve Ayers (1996), basınç tabanlı kontrol sistemi ile yaptıkları incelemede, uygulama oranı değişebilir sistemlerin performansını test etmek için dört uygulama için beş kez uygulama oranında değişiklik yapmışlardır. Araştırmada her deneme için sabit uygulama mesafesi (m) ve sabit ilerleme hızını (8 km/h) kullanmışlardır. Yaptıkları araştırma sonunda motor torkundan ve valf pozisyonundan kaynaklanan sebeplerden dolayı ortalama uygulama oranında bazı hataları görmüşlerdir.

Rietz ve Arkadaşları (1997), tarla pülverizatörleri için hazırlanmış elektronik kontrol sistemlerinin performansları üzerine bir araştırma yapmışlardır. Yaptıkları araştırmada farklı firmalara ait tarla pülverizatörleri için üretilmiş on (10) adet kontrol sistemlerini arazi şartlarında test etmişlerdir. Yapılan testler sonucunda kontrol ünitelerinin doğru kullanıldığı takdirde çok iyi sonuçlar elde edileceğini tespit etmişlerdir.

Anonymous (2001), Pülverizatörler üzerinde kullanılan otomatik kontrol üniteleri ile uygulama hacmindeki hatalar önlenmesine rağmen, özellikle basınç kontrollü sistemlerde otomatik kontrol sistemlerinin bitki yaprağı üzerinde sağladığı ilaç kaplamasını olumsuz etkilediğini belirtmiştir. Ayrıca otomatik kontrol sisteminin pahalı olması nedeni ile küçük işletmelere sahip üreticiler tarafından henüz benimsenmediği belirtilmiştir.

Vogel ve Dille (2005), yabani ot kontrolü için değişebilir oranlarda uygulama hacmi (VRA) sağlayan bir sistemin performansını belirlemek için Raven SCS 440 seri bağlantılı otomatik kontrol sistemini kullanmışlardır. Bu sistemde akışı otomatik

kapatıp-açmak için akış metreden sonra yerleştirilen bir hızlı kapama-açma valfi ve hız bilgisini bir radar sensörü aracılığı ile alarak sistemi çalıştırmışlardır. Sonuçta test edilen basınç esaslı bu sistemin tarla koşullarında başarılı kullanılabileceği belirtilmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

Araştırmada ARAG (İtalya) Firmasına ait Bravo 180 model akış tabanlı kontrol ünitesi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan kontrol ünitesi ile 100, 150, 200, 250, 300 l/ha uygulama hacimleri hedeflenmiştir.

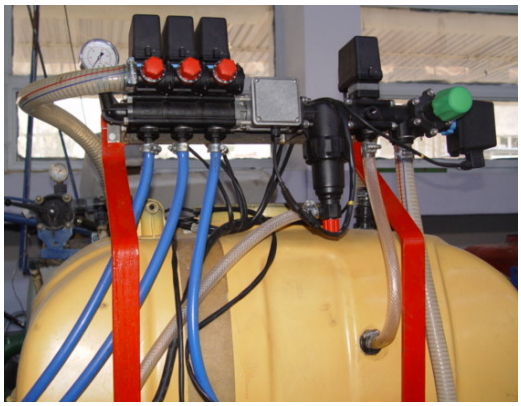
3.1. Materyal

3.1.1. Araştırmada Kullanılan Yerli Yapım Pülverizatör

Araştırmada Taral – İstanbul Firmasına ait 400 l depo kapasiteli asılır tip pülverizatör kullanılmıştır. Kullanılan pülverizatör üzerinde bulunan pompa piston memranlı olup, standart kuyruk mili devrinde (540 d/min) sağladığı verdi 60 l/min olarak ölçülmüştür.

Pülverizatörün standart hali ile pompası tarafından basınçlandırılan sıvı öncelikle bir regülatöre gelmekte ve ayarlanan basınçtan sonra ilacın bir kısmı püskürtülmek üzere memelere ve bir kısmı ise geri dönüş hattından depoya geri gönderilmektedir. Standart donanımlı bu pülverizatör üzerine kontrol sisteminin adapte edilmesi için, pülverizatörün standart regülatör ve bağlantıları tamamen iptal edilmiştir. Kontrol sistemine ait valfler, basınç vanası, akış metre, filtre, manometre, ve bağlantı hortumları pülverizatörün uygun bölümüne monte edilmiştir.

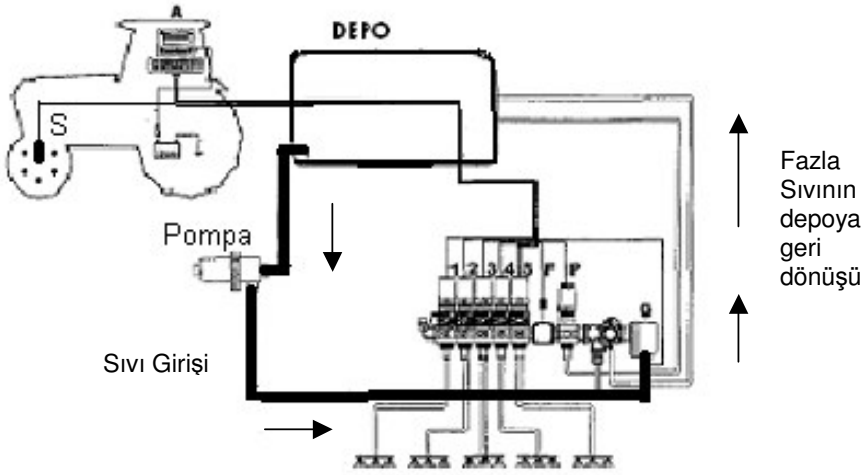
Standart tip pülverizatör üzerine adapte edilen Arag – Bravo 180 kontrol sistemi Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Yerli yapım pülverizatöre kontrol sisteminin montajlanmış hali

3.1.2. Kontrol Ünitesinin Çalışma Prensibi

Yerli üretim tarla pülverizatörüne uyarlanan kontrol sistemi; genel olarak traktörün hız bilgisini ve pompadan gelen sıvının akış değerini alarak bu verilere göre elektrikli vanaları uygun oranda açıp kapayarak ilaçlamayı kontrol etmektedir (Şekil 3.2).



A	Kontrol kumandası	G	Ana Vana (Main Valve)
S	Hız sensörü (Speed Sensor)	P	Kontrol Vanası (Control Valve)
F	Akış Metre (Flow Meter)	1-5	Bölüm Vanaları (Section Valves)

Şekil 3.2. Kontrol kumandası ve diğer ekipmanların bağlantıları (Anonymous, 2006)

Yukarıdaki Şekil 3.2'de tarla pülverizatöre monte edilmiş kontrol sistemi ve sistemin temel malzemeleri görülmektedir. Traktörün kuyruk mili sayesinde elde edilen basınç ile depodan gelen sıvı ana valf'e gelir. Bu elektrik motorlu valf depodan gelen tüm sıvıyı kabul etmeyi yada etmemeyi sağlar, yani kısaca sistem için gerekli sıvı girişine izin verir veya vermez. Ana vana dediğimiz valf kapalı olduğunda, depodan basınçla gelen sıvı geri dönüşüm boruları ile tekrar depoya gönderilir.

Kontrol vanası ise, ana vanadan farklı olarak püskürtme çubuklarında bulunan memelere gidecek olan sıvının miktarındaki ayarlama için kullanılır. Bu

ayarlama için borudan geçmekte olan sıvının hız bilgisi gereklidir. Bu yüzden sistemde bir adet akış metre kullanılmıştır. Akış metreden alınan sıvı hızı kontrol vanasının istenilen ölçüde kapanmasını veya açılmasını sağlar. İstenilen orandan daha fazla veya az sıvı girişi olduğunda kontrol vanası mikrodenetleyici kontrolünde uygun oranda kapatılır/açılır, bu esnada gelen sıvının fazlası depoya hemen kontrol valf' in altına monte edilmiş olan geri dönüşüm boruları ile depoya geri gönderilir.

Bölüm valfleri ise pülverizatördeki memelerin bulunduğu püskürtme çubuklarına gönderilecek sıvı miktarını kontrol etmeyi ve memelerden bitkiler üzerine püskürtülecek sıvının basıncını ayarlamayı sağlar.

3.1.3. Kontrol Sistemini Oluşturan Üniteler

-Hız Sensörü

Otomatik kontrol cihazlarının kullanıldığı sistemlerin vazgeçilmez parçalarından bir tanesi algılayıcılardır. Günümüzde insan hayatını kolaylaştıran, çeşitli işleri doğru ve daha çabuk bitiren birçok elektronik cihazlar üretilmektedir. Bu aletlerin büyük bir kısmında çeşitli tiplerde ve analog verileri algılayıp kontrol / kumanda sistemindeki mikro denetleyicinin anlayacağı sayısal veriye dönüştüren sensörler kullanılmaktadır. Genel olarak bilgisayar ve elektronik teknolojisindeki gelişmeler sayesinde artık bir çok veri sensörler tarafından algılanmaktadır. Bu veriler :

- Akım,
- Isı ve sıcaklık,
- Nem ,
- Sıvı Basıncı,
- Ani Sarsıntı,
- Ses,
- Sıvı Seviyesi,
- Işık,
- Radyasyon ve
- Kütle sensörleridir.

Algılayıcılar tarafından algılanan değerler ham verilerdir. Yani algılayıcıların algıladığı bilgiler başka elemanlarla sayısal veriye dönüştürülür.

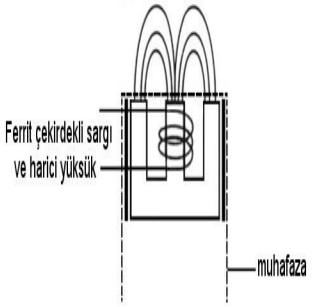
Bu araştırmada kullanılan Arag-Brawo 180 model kontrol sisteminde kullanılan hız sensörü indüktif olup, hız verisini almak için traktörün ön tekerleğine monte edilmiştir.

-İndüktif Algılayıcılar

İndüktif ve kapasitif algılayıcılar çok geniş bir malzeme çeşidini dokunmadan algılamak için uygun sensörlerdir.

İndüktif yaklaşım anahtarı, iletken malzeme içerisinde girdap akımı kayıplarının neden olduğu bir rezonans devresinin kalite faktöründeki değişikliğin fiziksel etkisinden yararlanır. Bir LC osilatörü 100 kHz. ile 1 MHz. arasında yüksek frekanslı bir elektromanyetik alan oluşturur. Şekil 3.3'de görüldüğü gibi alan herhangi bir yöne yönelmeden sargı eksenine göre simetrik biçimlenir. Bununla beraber gerçekte, yalnızca akım taşıyan iletkenden oluşan bir sargı kullanılmaz ve yüksek geçirgenliği olan Ferit malzeme yardımıyla elektromanyetik alana istenilen doğrultuda bir yön vermeye çalışılır.

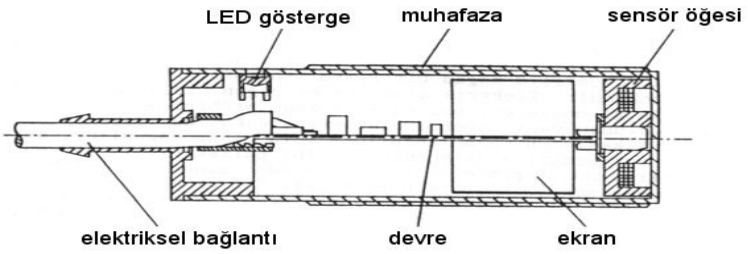
Şekilde 3.3'de görüldüğü gibi ferit çekirdek üzerine yerleştirilen sargının manyetik alanı sensör etrafında yoğunlaşmış olur. Özellikle duyarlı bir hale gelen sensörün etkin alanının ön tarafında meydana gelir. Eğer sargı ve Ferit çekirdek ayrıca bir metal ekranla çevrilmiş ise şekilde görüldüğü gibi manyetik alan tümüyle sensörün ön tarafındaki alanda sınırlanmış olur. Böylece sensörün kenarları anahtarlama özelliğini etkilemeden tümüyle metalle çevrilebilir. (Anonymous, ...)



Şekil 3.3. İndüktif sensor ve manyetik alanı

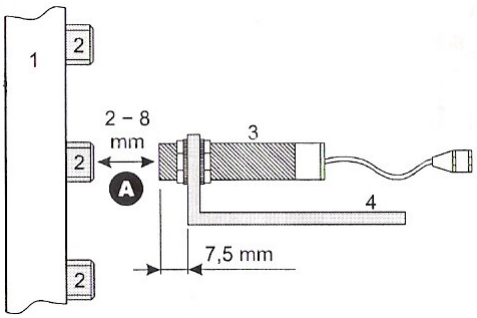
Bir indüktif sensor tüm iletken malzemeleri algılayabilir. çalışması ne mıknatıslanabilir malzemelerle nede metallerle sınırlıdır. Salınan elektromanyetik

alana dayalı çalışma ilkesinden dolayı yaklaşım anahtarı, cisimlerin hareket edip etmemelerine bakmadan onları algılar. İndüktif sensor birkaç mikrowat'lık bir elektrik enerjisi ile çalıştığından yarattığı yüksek frekanslı alan radyo gürültüsünü artırmaz. Şekil 3.4'de bir indüktif algılayıcının iç yapısı verilmiştir. (Anonymous,.)



Şekil 3.4. İndüktif algılayıcının iç yapısı

Şekil 3.5'de araştırmada kullanılan kontrol ünitesine ait hız sensörünün traktör ön tekerleğine montajı verilmiştir.



1	Jant	A	İndüktif Sensör ile Bijon arası mesafe
2	Bijon Somunları		Min 2 mm – Max 8 mm
3	İndüktif Sensör		
4	Sabitleme Aparatı		

Şekil 3.5. İndüktif algılayıcının montajı (Anonymous, 2006)

Şekil 3.5'de görüldüğü üzere, traktör hareket ettiğinde jant üzerindeki bijon somunlarının çok kısa sürelerle indüktif sensörün algılama alanına girip çıktıkları görülmektedir. İndüktif sensör saliseler içerisinde algıladığı verileri, hız verisini elde

etmesi için kontrol kumandasında bulunan mikrodenetleyiciye iletir. Mikrodenetleyici ise aldığı bu verileri yüklenen program doğrultusunda sürücünün anlayacağı şekilde kontrol ünitesinin ekranında gösterir.

Araştırmada traktörün hız verisini alabilmek için kullanılan traktörün sağ ön tekerlek jantına monte edilen algılama noktaları ve sensörü sabitleyici Şekil 3.6' da gösterilmiştir. Hız verilerinin alınması için toplam 8 adet algı noktası oluşturulmuştur.



Şekil 3.6. Traktörün ön lastik jantına monte edilen algılama noktaları ve sensör sabitleme düzeneği

-Akış Metre

Akış metreler içerisinden geçen sıvı veya gaz miktarlarını hesaplamak amacı ile kullanılan mekanik veya elektronik cihazlardır. Günümüzde elektronik teknolojisindeki gelişmeler sayesinde elektronik akış metreler sanayi de üretim sistemlerinin kontrol edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

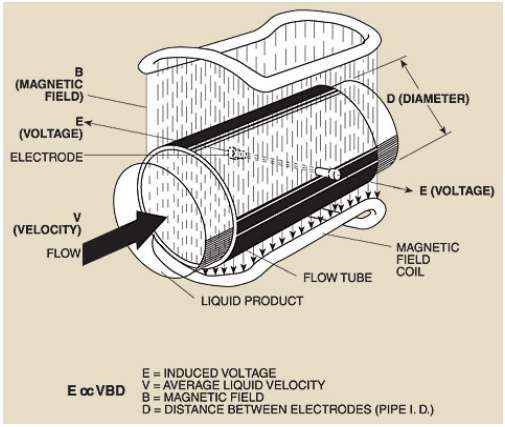
Akış metrelerin çalışma prensipleri temel olarak, iç kısmında bulunan bir tribünü, çubuğu veya sensörü gelen sıvının veya gazın döndürmesi, itmesi veya voltajla oluşturulan manyetik alan sayesinde bu alandan geçmekte olan sıvının miktarı hesaplanmaktadır (Şekil 3.7). Araştırmada kullanılan akış metre manyetik

akış metredir (Şekil 3.8). Manyetik akış metrelere içerisinde hareketli hiçbir parçası olmayan hacimsel akış metrede denilmektedir. Orion firmasının üretmiş olduğu akış metrenin teknik özellikleri aşağıda verilmiştir.

Çalışma Basıncı (Max)	:	40 Bar
Voltaj	:	12 Vdc
Hata Oranı	:	0,5 %



Şekil 3.7. Akış metre genel görüntüsü (Anonymous, 2006)



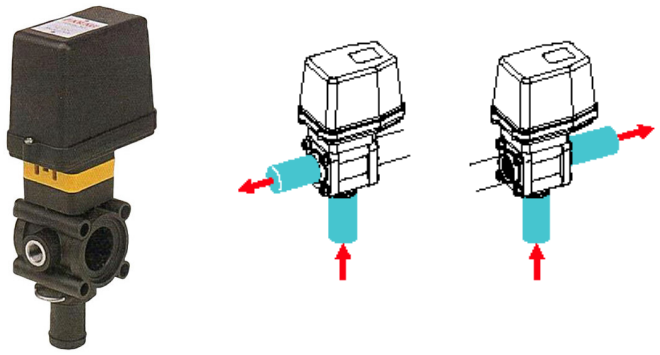
Şekil 3.8. Manyetik akış metre (Anonymous, 2006)

-Kontrol Vanaları

Günümüzde birçok sıvı kontrol sisteminde sıvı akışkanlarının kontrolünü doğru yapabilmek için değişik özelliklerde vanalar kullanılmaktadır. Genel olarak otomasyon sistemlerinde çeşitli tiplerde elektrik motorlu vanalar kullanılmaktadır.

Kontrol vanalarının en büyük özelliği sıvı geçişini kontrol altında tutmaktır. Vanaların bu kontrolü yapabilmeleri için tamamen açma / kapama veya oransal olarak açma / kapama yapması gerekmektedir. İşte bu açma / kapama işlemleri yönünden çeşitlilik gösterirler. Genel olarak kelebek (butterfly) tipli veya toplu (ball) tiplerdeki vanalar sıklıkla sıvı akışı kontrol sistemlerinde kullanılırlar.

Araştırmada iki tipte toplam beş adet elektrik motorlu valf kullanılmıştır. Bunlardan toplu olan valf sisteme sıvı girişine izin veren veya istendiğinde sıvı girişini engelleyen bir adet üç yönlü ana valf ve püskürtme çubuklarına sıvı gönderimine izin veren üç adet aynı özellikte üç yönlü bölüm valfleri (Şekil 3.9) ile püskürtme çubuklarına gidecek olan sıvının miktarını sağlayan bir adet üç yönlü oransal valf kullanılmıştır (Şekil 3.10).



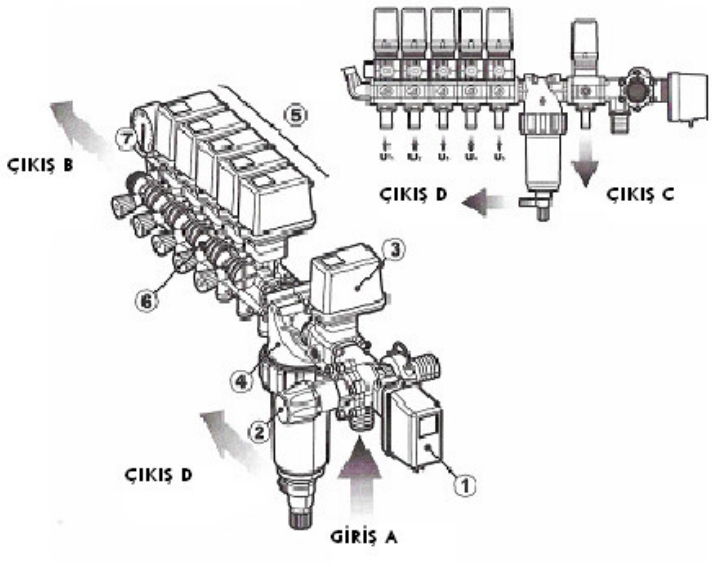
Şekil 3.9. Elektrik motorlu üç yönlü toplu valf (Anonymous, 2006)

Kontrol sisteminde kullanılan valflerin teknik özellikleri aşağıda verilmiştir.

Max Basınç : 40 Bar Ana Valf, 12 Bar Bölüm Valfler ve Oransal Valf

Voltaj : 12 Vdc

Akış Oranı : 480 l/min Ana Valf , 290 l/min Bölüm ve oransal Valfler



1 Elektrik Motorlu Ana Kontrol Vanası
2 Manuel Basınç Vanası
3 Elektrik Motorlu Oransal Kontrol Vanası
4 Elektrik Motorlu Bölüm Kontrol Vanaları

Şekil 3.10. Pülverizatör üzerine yerleştirilmiş vanalar (Anonymous, 2006)

3.2. Metod

3.2.1. Traktör İlerleme Hız Verisinin Saptanması

İlaçlamaya başlamadan önce hız verisinin doğru bir şekilde hesaplanması için tekerlek sabitinin hesaplanması gereklidir. Bunun için janta monte edilen sensörün algılama oranını tespit etmek için, orta sertlikte 100 m'lik arazi yolunda traktör hareket ettirilir, hareket halinde jant döndükçe ilerleme hızına bağlı olarak sensör jant üzerine yerleştirilen bijon vidalarından algı yapmaya başlar. Bu sayede aşağıdaki eşitlikten (3.1.) tekerlek sabiti hesaplanır. (Anonymous, 2006)

Tekerlek Sabiti= Alınan Yol (cm) / (Algılama nokta adeti* Dönüş Sayısı) (3.1.)

Burada;
Algılama nokta adeti : Jant üzerindeki bijon vida sayısı,
Dönüş Sayısı : 0-100 m arasında tekerleğin tur sayısıdır.

3.2.2. Pülverizatörle Uygulama Hacimlerinin Saptanması

Kontrol sisteminin hedeflenen uygulama hacimlerini ne düzeyde sağladığını belirlemek için; pülverizatörün 400 litrelik deposu tamamen su ile doldurulup tarla koşullarında 180 m'lik bir mesafede başlangıç ve bitiş noktaları arasında püskürtme işlemi yapılarak püskürtülen su ölçülmüştür. Eksilen su miktarına göre aşağıdaki eşitlikle (3.2.) gerçek uygulama hacmi hesaplanmıştır.

$$N = (10000 * Q) / (B * 180) \quad (3.2.)$$

Burada;

N : Gerçek Uygulama Hacmi (l/ha)

Q : Püskürtülen Su Miktarı (l)

B : Pülverizatör İş Genişliği (m)

Bu çalışmada kullanılan pülverizatörün iş genişliği (B = Toplam Meme Sayısı * Memeler Arası Mesafe) 5 m olarak hesaplanmıştır.

3.2.3. Kontrol Sisteminin Etkinliğinin Saptanması

Kontrol sisteminin etkinliğinin saptanması için iki yöntem kullanılmıştır. Birinci yöntemde hedeflenen uygulama hacmi girildikten sonra kontrol sisteminin uyarı bilgileri dikkate alınmaksızın sürücünün isteği doğrultusunda traktör işletilerek püskürtme işlemi tamamlanmış ve yukarıda belirtilen eşitlikle gerçek uygulama hacmi hesaplanmıştır.

İkinci yöntemde ise birinci yönteme benzer olarak hedeflenen uygulama hacmi girildikten sonra kontrol sisteminin uyarıları (ilerleme hızı ve uygulama hacmi) dikkate alarak sürücü püskürtme işlemini tamamlamıştır.

Her iki yöntemde hedeflenen uygulama hacminde oluşabilecek sapma oranı aşağıdaki eşitlikle (3.3.) hesaplanmıştır.

$$\text{Sapma Oranı (\%)} = \frac{\text{Gerçekleşen Uyg. Hacmi-Hed. Uyg. Hacmi}}{\text{Hedeflenen Uyg. Hacmi}} \times 100 \qquad (3.3.)$$

Kontrol sistemiyle çalışmada ilerleme hızı ve uygulama hacmindeki değişimleri belirlemek için, püskürtme mesafesi (180 m) boyunca her 20 m'de bir monitördeki veriler kayıt edilmiştir. Bu veriler kullanılarak ilaçlama mesafesi boyunca traktör ilerleme hızı ve uygulama hacmindeki değişimlere ait %CV (Varyasyon Katsayısı) değerleri hesaplanmıştır. %CV'nin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik (3.4.) kullanılmıştır.

$$\%CV = \frac{S}{\overline{X}} \times 100 \qquad (3.4.)$$

Burada;

S : Standart Sapma

$\overline{X}$: Aritmetik Ortalama

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Çizelge 4.1'de otomatik kontrol ünitesiyle yapılan uygulamalarda 100, 150, 200, 250, 300 l/ha uygulama hacimlerinde sistem etkinlikleri verilmiştir.

Çizelge 4.1.Operatörün Kontrol Ünitesinin Uyarılarına Göre İlaçlama Yapması Sonucu sistemin Performansı

Hedeflenen Uygulama Hacmi (L/ha)	Tekrar Sayısı	Püskürtülen su (L)	Ortalama Püskürtülen Su (L)	Gerçekleşen Uygulama Hacmi (L/ha)	Hedeften Sapma Oranı (%)
100	1	10,8	9,65	107,22	+ 7,22
	2	9,4			
	3	8,75			
150	1	13,2	13,86	154,07	+ 2,71
	2	14,6			
	3	13,8			
200	1	17	18,2	202,22	+ 1,11
	2	18,5			
	3	19,1			
250	1	23	23,21	257,96	+ 3,18
	2	22,65			
	3	24			
300	1	27,5	27,5	305,55	+ 1,85
	2	26,7			
	3	28,3			

Çizelge 4.1'de de görüldüğü üzere farklı uygulama hacimlerinde sistemin hedeflenen uygulama hacmindeki sapma oranı % 8'in altında olmuştur. Bu tip sistemlerde mümkün olduğunca hata oranının ± % 10 sınırları içinde olması

arzulanmaktadır. (Bayat ve arkadaşları, 1997). Bu kriter esas alındığında sistemin tüm uygulama hacimlerinde yeterli hassasiyeti sağladığı söylenebilir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, farklı uygulama hacimleri kullanılsa bile hedeflenen uygulama hacminden sapma oranı % 8'in altında kalmaktadır. Bu oran bile otomatik kontrol sisteminin kullanılmasının kontrolsüz ilaçlamaya göre önemli oranda ilaçlama etkinliğini arttıracağı söylenebilir.

Çizelge 4.2'de ise ilaçlama yapan operatörün kontrol sistemi uyarılarını göz ardı etmesi sonucu gerçekleşen uygulama hacmi ve sapmaları verilmiştir.

Çizelge 4.2. Operatörün Kontrol Ünitesinin Uyarılarını Dikkate Almayarak İlaçlama Yapması Sonucu Sistemin Performansı

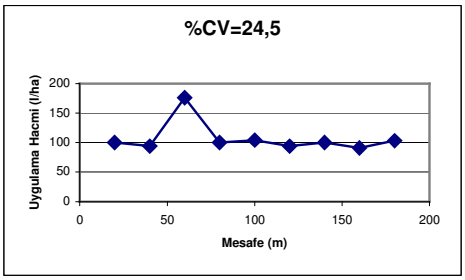
Hedeflenen Uygulama Hacmi (L/ha)	Tekrar Sayısı	Püskürtülen su (L)	Gerçekleşen Uygulama Hacmi (L/ha)	Hedeften Sapma Oranı (%)
100	1	10,5	72,91	- 27,09
150	1	20	125	- 16,6
200	1	28,3	176,87	- 11,6
250	1	28,75	199,65	- 20,14
300	1	33,5	232,63	- 22,46

Çizelge 4.2'de de görüldüğü üzere operatörün alışageldiği şekilde ilaçlama yapmasıyla hedeflenen uygulama hacminden sapma oranının % 27,09'ya kadar ulaştığı görülmektedir. Bu verilere göre Bravo 180 otomatik kontrol sisteminin mutlak suretle ekran uyarılarının izlenerek ilaçlamayı kontrol altına aldığı söylenebilir.

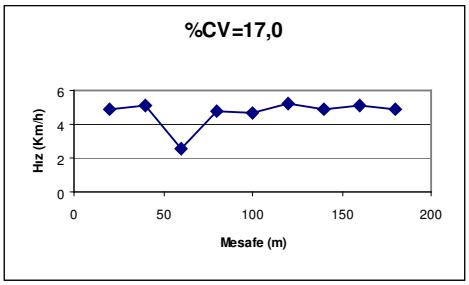
Araştırmada 100 L/ha uygulama hacmi için kontrol sisteminin performans değerleri çizelge 4.3 ve bu değerlerin püskürtme mesafesi boyunca değişimi Şekil 4.1. ve Şekil 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Uygulama Hacminin 100 L/ha Olarak Hedeflendiği Test Verileri

Mesafe (m)	Uygulama Hacmi (L/ha)	İlerleme Hızı (Km/h)
20	100	4,9
40	94	5,1
60	176	2,6
80	100	4,8
100	104	4,7
120	94	5,2
140	100	4,9
160	91	5,1
180	103	4,9



Şekil 4.1. 100 L/ha Uygulama hacmi için başlangıç ve bitiş mesafesi arasında oluşan değişimler



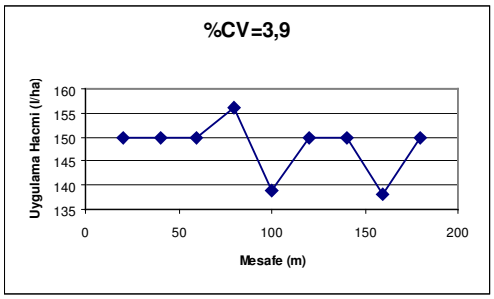
Şekil 4.2. 100 L/ha Uygulama hacmi için başlangıç ve bitiş mesafesi arasında oluşan değişimler

Şekil 4.1 ve 4.2'de de görüldüğü üzere 100 L/ha uygulama hacmi için sistemin işletilmesinde %17,0 lık hız değişimi, uygulama hacminde %24,5 lik bir değişim olmuştur.

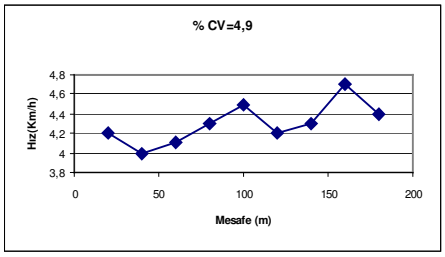
Araştırmada 150 L/ha uygulama hacmi için kontrol sisteminin performans değerleri Çizelge 4.4 ve bu değerlerin püskürtme mesafesi boyunca değişimi Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Uygulama Hacminin 150 L/ha Olarak Hedeflendiği Test Verileri

Mesafe (m)	Uygulama Hacmi (L/ha)	İlerleme Hızı (Km/h)
20	150	4,2
40	150	4
60	150	4,1
80	156	4,3
100	139	4,5
120	150	4,2
140	150	4,3
160	138	4,7
180	150	4,4



Şekil 4.3. 150 L/ha Uygulama hacmi için başlangıç ve bitiş mesafesi arasında oluşan değişimler



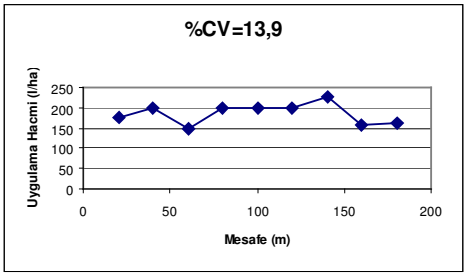
Şekil 4.4. 150 L/ha Uygulama hacmi için başlangıç ve bitiş mesafesi arasında oluşan değişimler

Şekil 4.3 ve 4.4'de de görüldüğü üzere 150 L/ha uygulama hacmi için sistemin işletilmesinde % 4.9'luk hız değişimi, uygulama hacminde %3,9'luk bir değişim olmuştur.

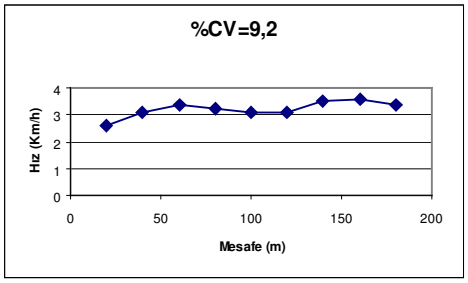
Araştırmada 200 L/ha uygulama hacmi için kontrol sisteminin performans değerleri Çizelge 4.5 ve bu değerlerin püskürtme mesafesi boyunca değişimi Şekil 4.5 ve Şekil 4.6' da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Uygulama Hacminin 200 L/ha Olarak Hedeflendiği Test Verileri

Mesafe (m)	Uygulama Hacmi (L/ha)	İlerleme Hızı (Km/h)
20	177	2,6
40	200	3,1
60	147	3,4
80	200	3,2
100	200	3,1
120	200	3,1
140	226	3,5
160	159	3,6
180	161	3,4



Şekil 4.5. 200 L/ha Uygulama hacmi için başlangıç ve bitiş mesafesi arasında oluşan değişimler



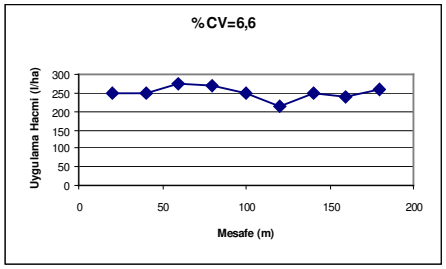
Şekil 4.6. 200 L/ha Uygulama hacmi için başlangıç ve bitiş mesafesi arasında ilerleme hızı değişimleri

Şekil 4.5 ve 4.6'de de görüldüğü üzere 200 L/ha uygulama hacmi için sistemin işletilmesinde % 9.2'lik hız değişimi, uygulama hacminde %13,9'luk bir değişim olmuştur.

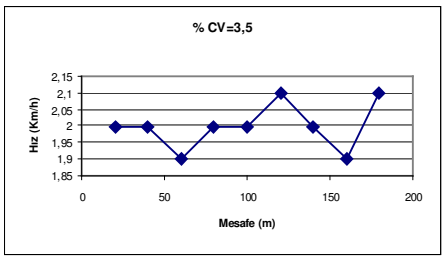
Araştırmada 250 L/ha uygulama hacmi için kontrol sisteminin performans değerleri Çizelge 4.6 ve bu değerlerin püskürtme mesafesi boyunca değişimi Şekil 4.7 ve Şekil 4.8' de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Uygulama Hacminin 250 L/ha Olarak Hedeflendiği Test Verileri

Mesafe (m)	Uygulama Hacmi (L/ha)	İlerleme Hızı (Km/h)
20	250	2
40	250	2
60	274	1,9
80	269	2
100	250	2
120	216	2,1
140	250	2
160	241	1,9
180	258	2,1



Şekil 4.7. 250 L/ha Uygulama hacmi için başlangıç ve bitiş mesafesi arasında oluşan değişimler



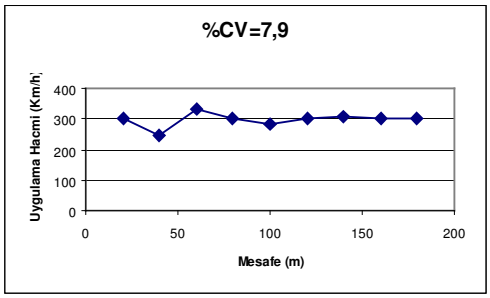
Şekil 4.8. 250 L/ha Uygulama hacmi için başlangıç ve bitiş mesafesi arasında ilerleme hızı değişimleri

Şekil 4.7 ve 4.8'de de görüldüğü üzere 250 L/ha uygulama hacmi için sistemin işletilmesinde % 3,5'lik hız değişimi, uygulama hacminde %6,6'lık bir değişim olmuştur.

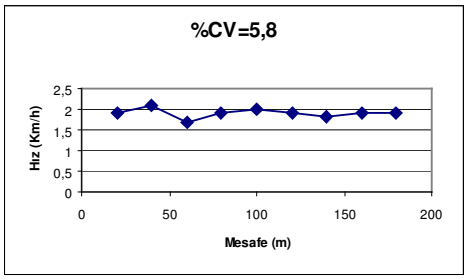
Araştırmada 300 L/ha uygulama hacmi için kontrol sisteminin performans değerleri Çizelge 4.7 ve bu değerlerin püskürtme mesafesi boyunca değişimi Şekil 4.9 ve Şekil 4.10' da verilmiştir.

Çizelge 4.7. Uygulama Hacminin 300 L/ha Olarak Hedeflendiği Test Verileri

Mesafe (m)	Uygulama Hacmi (L/ha)	İlerleme Hızı (Km/h)
20	300	1,9
40	245	2,1
60	335	1,7
80	300	1,9
100	285	2,0
120	300	1,9
140	310	1,8
160	300	1,9
180	300	1,9



Şekil 4.9. 300 L/ha Uygulama hacmi için başlangıç ve bitiş mesafesi arasında oluşan değişimler



Şekil 4.10. 300 L/ha Uygulama hacmi için başlangıç ve bitiş mesafesi arasında ilerleme hızı değişimleri

Şekil 4.9. ve 4.10'da da görüldüğü üzere 300 L/ha uygulama hacmi için sistemin işletilmesinde % 5,8'lik hız değişimi, uygulama hacminde %7,9'luk bir değişim olmuştur.

5. SONUÇLAR

Günümüzde hassas tarımın artan önemi karşısında tohum ekme, gübreleme, ilaçlama, sulama ve hasat işlemleri elektronik aygıtlar yardımıyla yapılmaktadır.

Özellikle kimyasal mücadelenin bilinçsiz olarak yapılması, çevre kirlenmesine ve ekolojinin bozulmasının yanı sıra üretim maliyetlerini arttırmaktadır. Bu zararları en az seviyelere çekmek için kimyasal ilaç uygulamalarında mekanik aksamların yanı sıra elektronik kontrol sistemlerinin beraber kullanılması gerekmektedir. Bu araştırmada kullanılan elektronik kontrol ünitesi ile;

1. Operatörün kontrol sisteminin uyarılarına göre hareket etmesi halinde hedeflenen tüm uygulama hacimlerindeki hata oranı ± % 10'un altında olmaktadır.
2. Kontrol sistemi uyarıları dikkate alınmadığında ise hata oranı % 27 düzeylerine çıkabilmektedir.
3. Püskürtme mesafesi boyunca uygulama hacmindeki en düşük değişim (%CV) 3.9 olarak 150 l/ha uygulama hacminde, en yüksek değişimde 100 l/ha uygulama hacminde sağlanmıştır.

Sonuç olarak, otomatik kontrol ünitesi kabul edilebilir sapma oranları içerisinde çalışmakta olup, bu sistemin yerli yapım pülverizatörlere uygulanması halinde önemli oranda ilaç tasarrufu sağlanabileceği söylenebilir. Ancak sistem bu haliyle yurt dışından ithal edilirse sistemin maliyeti, pülverizatör maliyetinin birkaç katından daha fazla olduğundan, küçük işletmelerin bu sistemi kullanmaları ekonomik görünmemektedir.

KAYNAKLAR

AL-GAADI, A., AYERS, D., 1994. Monitoring Controller-Based Field Sprayer Performance, 1994.

ANONYMOUS, 1998. Tarla Pülverizatörleri ve çeşitleri. Online: http://www.osmaniyetarim.gov.tr

ANONYMOUS,.....İndüktif algılayıcılar ve Özellikleri. Online: http//www.voltam.com.tr

ANONYMOUS, 2001. Pressure Based Electronic Control Systems.

ANONYMOUS, 2006. Bravo 18x Series Computers, User Manual. Online: http://www. Aragnet.com

BAYAT, A.,YARPUZ, N., SOYSAL, A., 1997. Tarla Pülverizatörleri ile yapılan ilaç uygulamalarında Doğruluk Düzeyinin Saptanması, Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, Tokat. Ss:537-546

BAYAT, A.,YARPUZ, N., 2002. Pülverizatörlerde Kullanılan Otomatik Kontrol Sistemleri 2002.

HUMBURG, D., 1993. Variable Rate Equipment-Technology for Wed Control. Foundation for Agronomic Reserch (FAR). 1993.

KUO, C. B., 1995. Automatic Control Systems. Litereatür Yayınları, İstanbul, 1995.

KUŞÇU, H., 1999. Otomatik Kontrol Sistemlerine Giriş. http://hilmi.trakya.edu.tr/

ROCKWELL, A., AYERS, D., 1996. Variable Rate, Direct Nozzle Injection Field Sprayer American Society of Agricultural Engineers, 1996.

RIETZ, S., PALYI, B., GANZELMEIER, H., LASZLO, A., 1997. Performance of Elecktronic Controls for Field Sprayers, 1997.

TEZER, E., ZEREN, Y., 1986. Tarımsal Mekanizasyon II. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notu Yayınları No:107. Adana.

VOGEL, J., DİLLE, J., 2005. Evaluation of a Variable Rate Application System For Site-Specific Weed Management, 2005.

ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Tarsus' ta doğdum. İlk, orta ve lise eğitimimi Adana' da tamamladım. Doğu Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümünü kazandım. 1998 yılında Bilgisayar Mühendisi olarak mezun oldum. Key-Net Bilgisayar Ltd.Şti Yazılım ve Teknik servisinde üç yıl çalıştım. 2001 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitütüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalında Yüksek lisans eğitimine başladım. Halen Çukurova Üniversitesi Kadirli Meslek Yüksekokulunda Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktayım.

Evliyim ve üç çocuk babasıyım.

Tamer ATCIOĞLU