ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aydın ÇELİK

TÜRKİYE'DEKİ TARIM UÇAKLARININ PÜSKÜRTME SİSTEMLERİ VE TEKNİK ÖZELLİKLERİ

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

ADANA, 2006

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DEKİ TARIM UÇAKLARININ PÜSKÜRTME SİSTEMLERİ VE TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Aydın ÇELİK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Bu tez 05/04/2006 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

İmza :.....	İmza :.....	İmza :.....
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE
Yrd.Doç.Dr.Ali Musa BOZDOĞAN	Prof.Dr.Ali BAYAT	Prof.Dr. Ramazan SAĞLAM

Bu tez enstitümüz Tarım Makinaları Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

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

TÜRKİYE'DEKİ TARIM UÇAKLARININ PÜSKÜRTME SİSTEMLERİ VE TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Aydın ÇELİK

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN

Yıl: 2006, Sayfa: 57

Jüri : Yrd. Doç. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN
Prof. Dr. Ali BAYAT
Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM

Bu araştırmada; Türkiye'deki tarım uçaklarının teknik özellikleri, bu uçaklara ait performans değerleri ve püskürtme sistemlerine ait özellikler araştırılmıştır. Türkiye'de 2005 yılında toplam 103 adet tarım uçağı bulunmaktadır. Ülkemizde 32 adet özel tarımsal havacılık şirketi vardır ve tarım uçaklarının 71 adedi bu şirketlerdedir. Türk Hava Kurumu'nda 25 adet ve Antbirlik'te 7 adet tarım uçağı bulunmaktadır. Özel şirketlerin sahip olduğu uçakların 51 adedi Çukurova Bölgesindedir. Türkiye tarım uçağı parkı, 7 marka ve 13 değişik tipten oluşmaktadır. En büyük pay, yaklaşık % 55 oranında Piper marka ve modellerine aittir. Uçakların yaklaşık % 85'i alçak ve tek kanatlıdır. Motor güçleri uçak tiplerine göre 150-1000 BG arasındadır. Tarım uçaklarının püskürtme sistemlerinde genellikle pirinç gövdeli diyaframlı teejet memeler kullanılmaktadır. Depo kapasiteleri 300-2000 kg-l arasında değişmektedir. Uçakların uygulamalar sırasındaki uçuş hızları 100-160 km/h arasındadır.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal Havacılık, Tarım Uçağı, Püskürtme Sistemi, Teknik Özellikler

ABSTRACT

TECHNICAL PROPERTIES AND SPRAYING SYSTEMS OF AGRICULTURAL AIRCRAFTS IN TURKEY

Aydın ÇELİK

DEPARTMANT OF AGRICULTURAL MACHINERY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor: Assist. Prof.Dr. Ali Musa BOZDOĞAN

Year: 2006, Page: 57

Jury : Assist. Prof.Dr. Ali Musa BOZDOĞAN
Prof. Dr. Ali BAYAT
Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM

In this research, it was aimed to determine of technique properties, performance specifications and spraying systems of aircrafts in Turkey. There are 32 number of agricultural spray company, and they have 103 agricultural aircrafts in 2005, in Turkey. Private companies have 71 aircrafts which 51 of them aircrafts are located in Çukurova. There are also 25 aircrafts in the Turkish Air Association (THK) and 7 aircrafts are in the semi private company, as Antbirlik. There are totally 7 models and 13 different type agricultural aircrafts in Turkey. Ratio of the Piper models aircrafts is approximately 55 % of total aircrafts. Ratio of monoplane and low-wing type aircrafts is approximately 85 % of total number. Engine power of aircrafts is between 150-1000 HP. Generally, teejet nozzles which have brass nozzle bodies are used in spraying systems of these aircrafts. Hopper capacities of aircrafts are between 300-2000 kg-l. Airspeed of aircrafts is between 100-160 km/h in aerial applications.

Keywords: Agricultural Aviation, Agricultural Aircraft, Spraying System, Technical Properties

ÖNSÖZ

Tarımsal mekanizasyonun bir kolunu oluşturan Tarımsal Havacılık günümüz tarımında büyük bir öneme sahiptir. Uygulama tekniği olarak kısa zamanda çok iş yapmaktadır. Tarımsal Havacılık uygulamaları çağdaş gelişmeye ve günün ihtiyaçlarına paralel olarak çeşitli alanlara yayılmaktadır.

Gelişmiş ülkelerde tarımsal havacılık alanları gün geçtikçe artmasına ve yayılmasına rağmen ülkemizde mevcut tarımsal havacılık uygulamaları bilgisizlik ve ilgisizlik nedeniyle her geçen gün daha da azalmaktadır.

Bu çalışmada; Türkiye'de resmi ve özel işletmelerde mevcut bulunan tarım uçaklarının teknik özellikleri, performans değerleri ve püskürtme sistemleri incelenmiştir.

Çalışmamın ilgililere faydalı olması dileğimle…

Adana,2006

TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminden araştırmamın yürütülmesi ve değerlendirilmesine kadar her konuda bana yardımcı olan ve yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ali Musa BOZDOĞAN'a, tarım uçaklarını araştırmam sırasında desteğini esirgemeyen Adana Ticaret Odası Başkanı Sayın Şaban BAŞ'a, ve Uçakla Zirai Mücadele İşletmeleri Derneği (UZMİDER) Başkanı Sayın Özer TARHAN'a, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü akademik ve idari personeline teşekkür ederim.

Çalışmamım her aşamasında sonsuz desteklerini gördüğüm eşime teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ ..... **I**

ABSTRACT ..... **II**

ÖNSÖZ ..... **III**

TEŞEKKÜR ..... **IV**

İÇİNDEKİLER ..... **V**

ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **VII**

ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **IX**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Tarımsal Havacılık 2

1.2. Dünya'da Tarımsal Havacılık 3

1.3. Türkiye'de Tarımsal Havacılık 4

1.4. Tarım Uçakları 4

1.4.1. Tarım Uçaklarının Yapısal Organları 5

1.4.1.1.Kanatlar 5

1.4.1.2. Gövde 5

1.4.1.3.Kuyruk Takımı 6

1.4.1.4. İniş Takımı 6

1.4.1.5. Motor 6

1.4.1.6.Pervane 6

1.4.1.7. Pilot Kabini (Kokpit) 6

1.4.2.Tarım Uçaklarında Uçuş Yeteneği 7

1.4.2.1.Yararlı Yük Performansı 7

1.4.2.2.Tırmanma Performansı 7

1.4.2.3.Güvenli Uçuş Performansı 7

1.4.2.4.Stall (P.V.) Hızı 7

1.4.2.5.Kararlı Uçuş Yeteneği 7

1.5.Tarım Uçaklarında Püskürtme Sistemi 8

1.5.1.Depo 9

1.5.2.Pompalar 10

1.5.2.1.Santrifüj Pompalar 11

1.5.2.2.Dişli Pompalar ……..…… 11
1.5.2.3.Rulolu Pompalar …… 11
1.5.3.Rüzgar Pervanesi ……. 11
1.5.4.Püskürtme Çubuğu …….. 12
1.5.5.Basınç Regülatörü …… 12
1.5.6.Manometre …….. 12
1.5.7.Üç Yollu Vana ……. 13
1.5.8.Süzgeçler ……. 13
1.5.9.Püskürtme Memeleri …… 14
1.6.Çalışmanın Önemi ve Amacı ……. 16
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR ……. 17
3.MATERYAL ve METOD ……. 21
3.1.Materyal ……. 21
3.2.Metod ……. 21
4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA …… 23
4.1.Tarım Uçaklarının Teknik ve Performans Değerleri …… 24
4.2.Tarım Uçaklarının Püskürtme Sistemlerine Ait Özellikler …….. 42
5.SONUÇ ve ÖNERİLER 50
KAYNAKLAR 52
ÖZGEÇMİŞ 57

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

1.1. Türkiye'de Tarımsal Havacılık Uygulamaları ……..……..... 4

3.1. Tarım Uçaklarına Ait Bilgiler …….. 22

4.1. Türkiye'de Kullanılan Tarım Uçakları ve Adedi …….. 23

4.2. Piper Pawnee C PA-25 Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri …….…... 25

4.3. Piper Pawnee D PA-25 Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri …… 26

4.4. Piper Pawnee Brave PA-36 Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri ……..... 28

4.5. Piper Super Cub PA 18A/150 Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri ……..... 30

4.6. Cessna Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri ……...……..…….. 33

4.7. Thrush Commander Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri …….……... 35

4.8. Grumman Super Ag Cat Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri …….…... 37

4.9. Antonov An-2M Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri …… 38

4.10. Dromader M-18 Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri …….…… 40

4.11. Fletcher FU-24 Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri ……..... 41

4.12. Piper Pawnee C PA-25 Tarım Uçağının Püskürtme Sistemine Ait Bazı Özellikler ……..…….. 43

4.13. Piper Pawnee D PA-25 Tarım Uçağının Püskürtme Sistemine Ait Bazı Özellikler …… 43

4.14. Piper Pawnee Brave PA-36 Tarım Uçağının Püskürtme Sistemine Ait Bazı Özellikler ……..…… 44

4.15. Cessna AGwagon Tarım Uçağının Püskürtme Sistemine Ait Bazı Özellikler …….. 44
4.16. Cessna AGtruck Tarım Uçağının Püskürtme Sistemine Ait Bazı Özellikler …….. 45
4.17. Thrush Commander S2R Tarım Uçağının Püskürtme Sistemine Ait Bazı Özellikler ……..…… 45
4.18. Antonov An-2M Tarım Uçağının Püskürtme Sistemine Ait Bazı Özellikler ……... 46
4.19. Dromader M-18 Tarım Uçağının Püskürtme Sistemine Ait Bazı Özellikler ……... 46

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

1.1. Uçaklardaki kanat tipleri ……...…..... 5
1.2. Tarım uçaklarında püskürtme sistemi ……..... 8
1.3. Pompalar …….. 10
1.4. Üç yollu vana ……..……. 13
1.5. Diyaframlı teejet memeler ……. 14
1.6. İçi boş konik hüzmeli meme parçaları ve püskürtme paterni .....….. 15
4.1. Piper Pawnee D PA-25 tarım uçağına ait bazı boyutlar ……..…. 27
4.2. Piper Pawnee Brave PA-36 tarım uçağına ait bazı boyutlar 29
4.3. Piper Super Cub PA 18A/150 tarım uçağına ait bazı boyutlar 31
4.4 Cessna AGtruck tarım uçağına ait bazı boyutlar ……..…… 34
4.5. Thrush Commander tarım uçağına ait bazı boyutlar ……....…… 36
4.6. Antonov An-2M tarım uçağına ait bazı boyutlar ….....…… 39

1.GİRİŞ

Ülkemizde geçimini tarımdan sağlayan nüfus yaklaşık 20 milyondur (Bayraç ve Yenilmez, 2005). Türkiye'de 2001 yılında tarımsal istihdamın toplam istihdam içindeki payı %39 iken bu değer 2004 yılında %34'e kadar inmiştir (Bayraç ve Yenilmez, 2005; DPT, 2006). Ayrıca ülkemizde tarımın GSMH'daki payı 2001 yılında %14.0 iken bu değer 2004 yılında %11.4'e kadar gerilemiştir (Bayraç ve Yenilmez, 2005; DPT, 2006).

Tarımsal ürünlerde verim artışı sağlamak için zararlıların tanınması, uygun mücadele yöntemlerinin bilinmesi ve uygulanması gerekmektedir. Zararlılara karşı yapılan mücadeleler başlıca kültürel önlemler, mekanik, fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemler olarak sınıflandırılmaktadır. Kültürel önlemde ekim nöbeti; mekanik mücadelede uygun alet-ekipman; biyolojik mücadelede parazitoit ve predatör salımı ve kimyasal mücadelede pestisit kullanımı sözkonusudur. Pestisit kullanılmadığı takdirde dünyadaki toplam ürün kaybının yaklaşık %45'lere ulaşacağı belirtilmektedir (Downer ve Hall, 1998). Kimyasal mücadelede istenen biyolojik etkinliği elde etmek için pestisitler doğru zamanda, doğru miktarda ve doğru yere uygulanmalıdır (Zeren, 1991).

Tarımda kısa sürede daha fazla iş yapmak amacıyla traktör, ekim makinaları, pülverizatör gibi çeşitli tarımsal araçlar kullanılmaktadır. Tarım uçakları da kısa sürede genellikle ilaçlama ve gübreleme amacıyla kullanılan araçlardan birisidir. Geniş alanlarda kısa süre içinde uygulama yapmak için tarım uçakları kullanılmaktadır.

Havadan yapılan uygulamalar özellikle Çukurova Bölgesi'nde yoğunlaşmıştır. Bunun yanında Güneydoğu Anadolu, Trakya ve İç Anadolu Bölgesi'nde buğdayda süne, yabancı ot ve gübreleme uygulamaları; Antalya'da pamuk, Ege Bölgesi'nde zeytin sineği ve pamuk zararlıları ve Marmara Bölgesi'nde zeytin sineği zararlısına karşı uçakla tarımsal savaş uygulamaları yapılmaktadır (Deligönül, 1997).

1.1.Tarımsal Havacılık

Tarımsal Havacılık; 1960 yılında IAAC (International Agricultural Aviation Center) tarafından askeri ve sivil havacılık dışında uçak, helikopter ve otojiroların tarımsal amaçla kullanılması olarak tanımlanmıştır (Deligönül, 1997).

Dünya ülkelerinde; orman yangınlarıyla mücadele, suni yağmur yağdırma, balık ve büyük baş hayvanları yemleme, tarım ve orman alanlarını gübreleme ve survey gibi çeşitli uygulamalar havadan uçak veya helikopterlerle yapılmaktadır (Deligönül, 2000). Havacılık uygulamalarının giderek çeşitlenmesi nedeniyle 1960 yılında IAAC tarafından tanımlanan tarımsal havacılık terimi yeterli olmamaktadır. Bu nedenle, dünya ülkelerinde tarımsal havacılık yerine "Bio-aeronautics" terimi kullanılmaktadır (Deligönül, 1998). Bio-aeronautics terimi, ilk olarak Southwell tarafından 1973 yılında tanımlanmıştır. Rowinski (1996)'nin bildirdiğine göre; Southwell; Bio-aeronautics'i "dünyada yaşayan canlıların gelişimi için değişik alanlarda yapılan havacılık uygulamaları" olarak tanımlamıştır.

IAAC, 1976 yılından itibaren tarımsal havacılık terimi yerine Bio-aeronautics teriminin kullanılmasını kabul etmiştir. IAAC, Bio-aeronautics'i "tarım, orman, hayvancılık ve halk sağlığını ilgilendiren biyolojik kaynakların korunması ve kullanılması amacıyla uçak, helikopter ve otojiroların kullanılmasını inceleyen araştırmaya dayalı, uygulamalı ve bilimsel bir çalışma alanı" olarak tanımlamıştır (Deligönül, 2000).

Geniş alanlarda, kısa zamanda daha çok iş yapma anlayışı, nüfus artışı, tarımda çalışan nüfusun azalması, sınırlı tarım alanlarından yılda birden çok ürün alma zorunluluğu tarımsal havacılık uygulamalarının önemini artırmıştır (Deligönül, 2000).

1.2.Dünyada Tarımsal Havacılık

29 Mart 1911 tarihinde Almanya'da ilk tarımsal havacılık uygulaması Alfred Zimmerman tarafından ormanlarda zararlılara karşı toz arsenat kullanılmasıyla başlamıştır. Sonradan çeşitli alanlarda ABD ve o zamanki adıyla SSCB'de bunu genişletme ve geliştirme çalışmaları ile devam etmiştir. Havadan yapılan uygulamalar II. Dünya Savaşından sonra daha da önem kazanmıştır. Daha sonraları, ülkelerin uygulama alanlarının farklı olması nedeniyle tarımsal havacılık uygulamaları daha da gelişmiş ve uçaklar değişik amaçlarla kullanılmaya başlanmıştır. Japonlar, tarım alanlarının az olması nedeniyle deniz ürünlerine yönelmiş ve denizde kurmuş oldukları balık üretme havuzlarının yemlenmesini bu uçaklarla yapmışlardır. Ayrıca, hayvancılık yapılan ülkelerde hayvanların yemlenmesi, tohum ekimi gibi işlerde de uçaklardan yararlanılmıştır. Bunun yanı sıra pamukta hasat öncesi defolyant uygulamaları, kışın narenciye bahçelerinin dondan korunması, kimyasal savaşta pestisit uygulamasında yine uçaklardan önemli ölçüde yararlanılmıştır. Ayrıca çevre sağlığı için çeçe, sivrisinek ve karasineklerle mücadele, havasal taşımacılık, tarımsal haritacılık, orman yangınlarıyla mücadelede de uçaklar kullanılmaktadır (Deligönül, 1997).

Rowinski (1996), dünya ülkelerinde Bio-aeronautics'in başlıca kullanım alanlarını; çeçe sineği gibi insan ve hayvan hastalıkları taşıyıcıların kontrolü, çekirge gibi yoğun zararlı salgınlarının kontrolü, tarım ve orman alanlarında bitki koruma ve gübre uygulamaları, arazi ıslahı, surveyi tarımsal ürün taşımacılığı ve sağlık yardımı olarak sınıflandırmıştır.

Tarımsal havacılık alanında 1950'li yıllarda 5 800 adet uçak kullanılmakta iken 1990'lı yıllarda bu rakam 34 000 adede yükselmiştir. Uçakla uygulama yapılan alan; 1950'li yıllarda 26.5 milyon ha iken 1990'lı yıllarda 370.0 milyon ha olmuştur (Rowinski, 1996). Bu rakamlar tarımsal havacılık alanındaki uygulamaların gün geçtikçe çeşitlendiğini ve geliştiğini göstermektedir.

1.3.Türkiye'de Tarımsal Havacılık

Türkiye'de tarımsal havacılık uygulamaları 1950 yılında Kaman-225 tipi bir helikopter ile Çukurova'da pamukta yeşil kurda karşı toz DDT uygulamasıyla başlamıştır. 1970'li yıllarda 350 000 ha alanda süne mücadelesi; 250 000 ha alanda pamuk ilaçlaması yapılmış, bundan önceki yıllarda 1954'te Devlet 22 000 ha arazide süne mücadelesi yapmıştır (Deligönül, 1997). Türkiye'de orman yangınlarını söndürmede 1986 yılından bu yana havacılıktan yararlanılmaya başlanmış ve bundan başarılı sonuçlar alınmıştır. Bu uygulamalar, özel ilaçlama şirketleri ve THK uçakları tarafından yürütülmektedir. Türkiye'de yapılan tarımsal havacılık uygulamaları; üretici, devlet veya her ikisinin ortaklığı ile yapılmaktadır. Türkiye'de üretim yapılabilecek sulanabilir tarım arazisi 13 milyon ha civarındadır (Deligönül, 2000). Bu 13 milyon ha'lık tarım arazisinin yapılan araştırma ve çalışmalarla özellikle projeksiyon çalışmasıyla 5.2 milyon ha'lık bölümünde tarımsal havacılık uygulamalarının yapılabileceği saptanmıştır (Deligönül, 1997; 2000). Bugün bu alanın yaklaşık 1.4 milyon ha'lık kısmında havacılık uygulamaları yapılmaktadır. Ülkemizdeki havacılık uygulama alanları ve normları Çizelge 1.1'de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Türkiye'de Tarımsal Havacılık Uygulamaları (Anonymous, 2004).

Uygulama	Uygulama Alanı	Uygulama Normu
Pamuk Zararlısı	280 bin ha	50.0 l/ha
Süne	200 bin ha	1.5 l/ha
Zeytin Sineği	650 bin ha	5.0 l /ha
Yabancı Ot	100 bin ha	15.0 l/ha
Gübre (Tahıl+Çeltik)	150 bin ha	100.0 kg/ha
TOPLAM	1 380 bin ha	

Çizelge 1.1'de görüldüğü gibi; süne mücadelesi, zeytin sineği, yabancı ot, zehirli ot serpme uygulamaları, gübreleme, pamuk zararlılarıyla mücadele, bostan zararlıları ile yapılan mücadelelerde tarımsal havacılıktan yararlanılmaktadır.

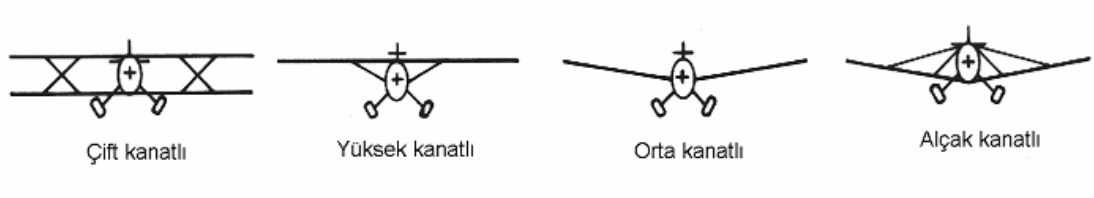
1.4. Tarım Uçakları

Dünyada 15 ülkede toplam 25 tarım uçağı imalatçısı bulunduğu ve toplam 40 değişik marka ve modelde tarım uçağı üretildiği bildirilmektedir (Deligönül, 2000). Dünyadaki tarım uçaklarının motor güçleri 235-1 000 BG ve depo kapasiteleri 300 – 2 000 kg-l arasında değişmektedir (Deligönül, 2000).

1.4.1.Tarım Uçaklarının Yapısal Organları

Tarım uçaklarının başlıca yapısal organları; kanatlar, gövde, kuyruk takımı, iniş takımı, motor-pervane grubu ve pilot kabini (kokpit) olarak ayrılır (Deligönül, 2000).

1.4.1.1.Kanatlar: Kanatların temel görevi, uçuş sırasında kaldırma kuvveti oluşturmaktır. Ayrıca üzerindeki hareketli kumanda yüzeyleri ile uçağın manevra yapması sağlanmaktadır. Tarımda kullanılan uçaklar başlıca tek ve çift kanatlı olmak üzere iki grupta toplanmaktadır (Deligönül, 2000). Ayrıca kanadın gövdeye bağlanma şekline göre yüksek, orta ve alçak kanat şeklinde sınıflandırılmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Uçaklardaki kanat tipleri (Deligönül, 2000)

1.4.1.2.Gövde: Gövde; çatı ve kaplama yüzeylerinden oluşmaktadır. Gövde çatısı; yanlarda kanatları, uzun eksene simetrik olarak yerleştirilen iniş takımını, kuyruk takımını, pilot kabinini, önde motor-pervane grubunu, kanat köklerinde veya motor-pervane grubu arkasında yakıt depolarını ve genellikle pilot kabini önünde ilaç deposunu taşımaktadır (Deligönül, 2000).

1.4.1.3.Kuyruk Takımı: Kuyruk takımı; stabilizör, istikamet dümeni, irtifa dümeni ve fletnerden oluşmaktadır. Uçağın manevraları bu organların koordineli kullanımları ile gerçekleşmektedir (Deligönül, 2000).

1.4.1.4.İniş Takımı: İniş takımı; iki ana tekerlek ve bir kuyruk veya burun tekerleğinden oluşmaktadır. Ana tekerleklerin herbirinde bağımsız çalışan bir frenleme sistemi bulunmaktadır (Deligönül, 2000).

1.4.1.5.Motor: Motor; gövdenin burun çatısına, motor sehpası aracılığıyla dört noktadan takozlarla bağlanmaktadır. Motorun arkasında genellikle yangın paneli bulunmaktadır. Yangın panelinden sonra bazı uçaklarda yakıt deposu ve ilaç deposu, bazı uçaklarda ilaç deposu ve alet panelinden sonra pilot kabini yer almaktadır. Genellikle boxer tipi motorlar kullanılmaktadır. Bu motorlar uçak gücüne göre silindir ve yıldız dizilişlidir.

1.4.1.6.Pervane: Pervane; uçmak için gerekli ilerleme ve kaldırma kuvvetlerini oluşturur. Pervaneler iki veya üç nadiren dört pallidir. Paller pervane göbeğine sabit veya pal uzun ekseni çevresinde hareket edebilecek şekilde bağlanmaktadır. Sabit bağlantılarda pal hatveleri değişmez ve sabit hatveli pervane olarak adlandırılır. Hareketli bağlantılarda her bir palin hatve açısı, diğer pallerle aynı oranda olmak üzere mekanik-hidrolik düzenlerle değiştirilmektedir. Bu pervaneler değişken hatveli pervane olarak isimlendirilmektedir (Deligönül, 2000). Sabit hatveli pervaneye sahip uçaklarda uçuş hızı sadece motor devriyle değiştirilmektedir. Buna karşın değişken hatveli pervaneye sahip uçaklarda iniş ve kalkışlardaki uçuş hızı hatve değişimiyle sağlanmaktadır.

1.4.1.7.Pilot Kabini: Pilot kabini; tarım uçaklarında genellikle bir pilot için düzenlenmiştir. Pilot kabini, genellikle uçak ağırlık merkezinin hemen arkasına yerleştirilir. Pilotun görüş açısı burun üzerinden en az 20º ve yanlardan en az 40º olacak şekilde kabin ve koltuk düzenlemesi yapılmaktadır. Pilot kabininde pilot koltuğu, emniyet kemerleri, havalandırma düzenleri, mekanik komuta organları ve çoğu elektrik ve elektronik olarak çalışan denetim organları bulunmaktadır. Standart bir tarım uçağında tarımsal ekipmanlarla ilgili komuta düzenleri de dahil en az 50 adet komuta organı ve denetim aygıtları bulunmaktadır.

1.4.2.Tarım Uçaklarında Uçuş Yeteneği

Tarım uçaklarının güvenli, etkili ve ekonomik uygulama yapabilmeleri için yararlı yük performansı, tırmanma performansı, güvenli uçuş performansı, stall (P.V.) hızı ve kararlı uçuş yeteneği gibi özelliklerin bilinmesi ve belli sınırlar içinde olması gerekmektedir.

1.4.2.1.Yararlı Yük Performansı: Uçağın sıvı veya toz materyal için yararlı yük kapasitesi, tüm uçuş ağırlığının en az %35-40'ı kadar olmalıdır. Bu nedenle uçak yeterli motor gücüne ve uygun aerodinamik özelliğe sahip olmalıdır (Deligönül, 1998; 2000).

1.4.2.2.Tırmanma Performansı: Uçak, tam yüklü, asfaltlanmamış ve tarla şartlarında hazırlanmış bir pistten, deniz seviyesinde ve standard hava koşullarında en çok 400 m içinde yerden 15 m yukarıya yükselebilmelidir (Deligönül, 1998; 2000).

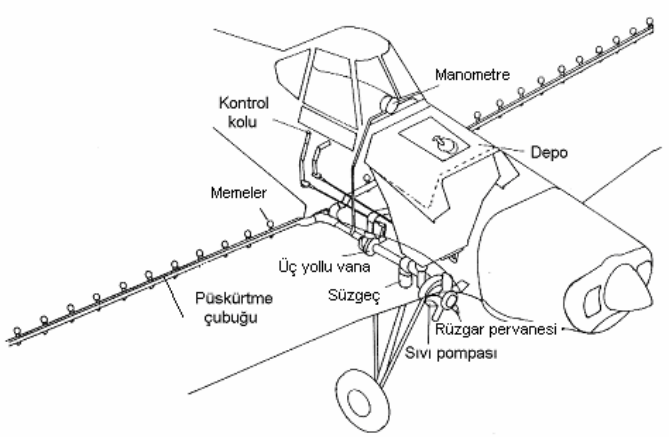
1.4.2.3.Güvenli Uçuş Performansı: Tarımsal uygulamalarda güvenli uçuş hızı uçağa bağlı olarak 100-160 km/h arasında olmalıdır (Deligönül,1998; 2000).

1.4.2.4.Stall (P.V.) Hızı: Uçağın havada en az tutunma hızıdır. Bir uçak için stall hız ne kadar düşükse o uçak o kadar güvenlidir. Tarımsal amaçlı uygulamalarda 100 km/h uçuş hızında güvenli uygulama yapabilmek için uçak stall hızının 65 km/h veya daha düşük olması gerekmektedir (Deligönül, 1998; 2000).

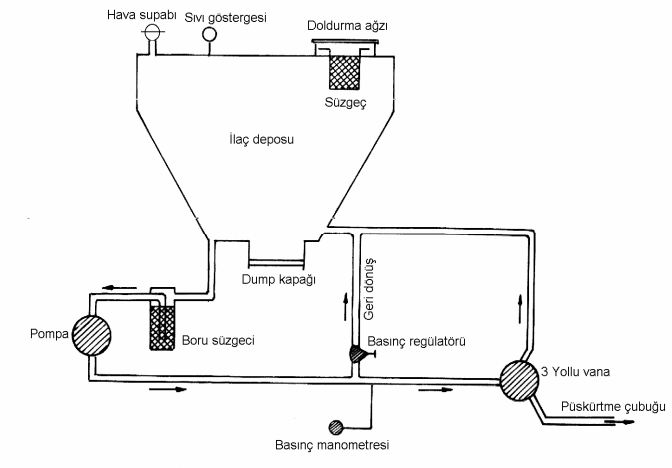
1.4.2.5.Kararlı Uçuş Yeteneği: Pilot denetimi kısa bir süre için bıraktığında uçak kendiliğinden düz uçuşa devam edebilmelidir. Uçak hızı aniden P.V. hızına düşmemelidir. Uçak bir anlık pilotaj hatasını tolere edebilmelidir (Deligönül,1998; 2000).

1.5.Tarım Uçaklarında Püskürtme Sistemi

Uçaklarda kullanılan püskürtme düzenleri temelde tarla pülverizatörleri ile aynı özelliktedir. Ancak daha ileri bir imalat teknolojisi ve daha karmaşık bir yapısı bulunmaktadır. Püskürtme sistemindeki her bir ünite, uçağın aerodinamik yapısına uygun olarak kullanılmaktadır. Uçuş sırasında uçuş güvenliğini tehlikeye sokmaması için kullanılan malzemelerin hafif ve sağlam olması gerekmektedir. Tarım uçaklarındaki püskürtme sisteminin uçak üzerinde görünümü Şekil 1.2.(a) ve prensip şeması Şekil 1.2.(b) de görülmektedir.



(a)



(b)

Şekil 1.2. Tarım uçaklarında püskürtme sistemi (Akesson ve Yates,1974; Deligönül, 2000)

Şekil 1.2.(a) ve (b)'de görüldüğü gibi tarım uçaklarının püskürtme sistemlerinde; depo, pompa, rüzgar pervanesi, püskürtme çubuğu, basınç regülatörü, manometre, üç yollu vana, süzgeçler ve püskürtme memeleri kullanılmaktadır.

1.5.1. Depo

Sıvı materyal deposunun kapasitesi, biçimi ve yeri, uçak motor gücüne ve gövde yapısına bağlı olarak değişmektedir.

Depo malzemesi olarak genellikle fiberglas kullanılmaktadır. Fiberglas depolar, hem kimyasal aşınmalara karşı dayanıklı hem de hafiftir. Son yıllarda titanyum alaşımı malzeme kullanılmaktadır. Ancak, bu malzeme pahalı ve onarımı güçtür. Depo malzemesi seçilirken temel ilke; malzemenin hafif, sağlam, korozyona karşı dirençli, kolay tamir ve temin edilebilirlik ve ucuzluktur (Deligönül, 2000).

Depo biçimi, ters dönüş prizma şeklindedir. Tarımda kullanılan uçakların depo kapasitesi, uçak motor gücüne bağlı olarak 300 - 2000 kg-l arasında değişmektedir. Orman yangınları ile savaşta kullanılan uçaklarda ise depo kapasitesi 5000 kg-l'ye kadar yükselmektedir (Deligönül, 2000).

Uçuş güvenliği açısından deponun ağırlık merkezi ile uçağın ağırlık merkezinin çakışmış durumda olması gerekmektedir. Ayrıca depo yerinin projelemesinde ilaç seviyesindeki azalmalardan dolayı uçak ağırlık merkezinin değişmemesine özen gösterilmektedir (Deligönül, 2000). İlk prototip tarım uçaklarında sağ ve sol kanat köklerinde iki tane uçak deposu kullanılırken, bugün hem katı hem sıvı materyal için bir adet depo kullanılmaktadır. Tarım helikopterlerinde ise sağ ve sol yanlarda olmak üzere iki ilaç deposu kullanılmaktadır.

Sıkıca kapanan bir doldurma kapağı, bir adet depo seviye göstergesi ve hava dengeleme subabı bulunmaktadır. Depo kapağı sızdırmaz olarak kapanır ve dikdörtgen şekillidir. Kapak menteşesi uzun kenarlıdır ve uçuş doğrultusunda bulundurulur. Depo içerisindeki ilaç miktarının takip edilmesi için deponun pilot tarafındaki yüzünde şeffaf ve dar bir pencere bulunur. Buradan depo içerisindeki ilaç

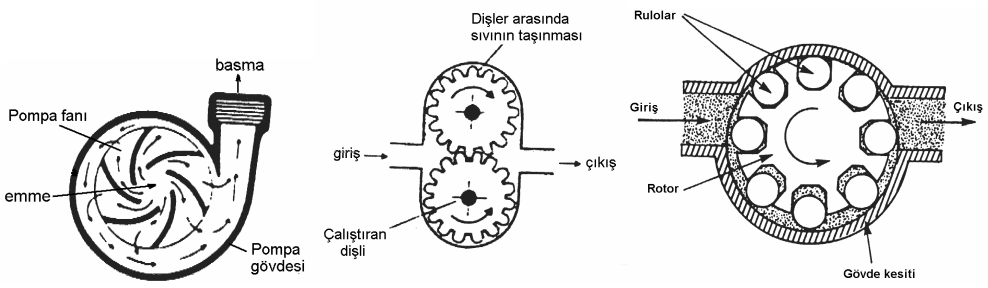
miktarı pilot tarafından doğrudan göz ile takip edilir. Modern tarım uçaklarında sıvı ilaç miktarı, elektrikle çalışan şamandıralarla göstergeye iletilmektedir.

Uçağın acil durumlarda yükünü 5 saniye içinde boşaltması için özel bir düzenle (dump düzeni) donatılması gerekmektedir (Deligönül, 1989). Dump kapağı, depo tabanında dikdörtgen şekilli ve menteşeli bir kapaktır. Mekanik bağlantı ile pilot tarafından kontrol edilir. Toz ve granül uygulamalarda materyal miktarının ayarlanmasında kullanılır. Ayrıca emergency (acil) bir durumda depo içeriğini anında boşaltmada yani dump yapmada kullanılır.

Depo ile ilgili genel olarak; yüzey eğim açısı 45° veya daha büyük olmalıdır. Kapak süzgecinde 20-50 meshlik süzgeç kullanılmalıdır. Karıştırıcı mekanizma ile rüzgar pervanesi arasındaki redüksiyon oranı i≤1/48 olmalıdır. Depo tabanından girişli hidrolik karıştırıcı kullanılmalıdır.

1.5.2.Pompalar

Sıvı materyal pompaları püskürtme sisteminin en alt noktasında bulunmaktadır. Böylece emme hatlarında ve pompa içinde sürekli sıvı bulunur. Kullanım amacı püskürtme sistemindeki sıvıya basınç kazandırmaktır. Çalışma basınçları genellikle 20-80 psi arasındadır. Uçaklarda 3 tip sıvı materyal pompası kullanılmaktadır. Bunlar; santrifüj, dişli ve rulolu pompadır (Şekil 1.3.).



(a) (b) (c)

Şekil 1.3. Pompalar (a-santrifüj; b-dişli; c-rulolu)

1.5.2.1. Santrifüj Pompalar: Uygulanacak olan sıvı, pompaya merkezden girmekte ve santrifüj etki ile kenarlara doğru savrulmaktadır. Sıvı, kenarlardaki kanallar vasıtasıyla pompa çıkışına sevk edilmektedir (Şekil 1.3.(a)). Basınç en fazla 50 psi'a kadar çıkabilir. Pompa verdisi 100-550 l/min arasında değişmektedir (Deligönül,2000).

1.5.2.2. Dişli Pompalar: Bir gövde içine ve paralel iki eksene yerleştirilmiş bir çift dişliden oluşur (Şekil 1.3.(b)). Buradaki dişlilerin, genişlikleri artırılarak temas yüzeyleri ve dişler arasındaki hacimler büyütülmüştür. Dişlinin biri, pompayı çalıştırır ikincisi de sıvıyı, teğetsel olarak diş boşluklarında ve dönme yönünde emerek dışarıya doğru basar. Dişliler, birbiri ile ters yönde ve dışarıya karşı sızdırmaz olarak çalışır. Basınç 100 psi'a kadar çıkabilir. Pompa verdisi 50-200 l/min arasında değişir (Matthews,1979, Deligönül,2000).

1.5.2.3. Rulolu Pompalar: Bir gövde içerisinde dönen eksantrik bir rotor ve rotor çevresindeki yuvalara yerleştirilmiş silindirik rulolardan oluşur (Şekil 1.3(c)). Rotorun dönmesi ile merkezkaç kuvvet, ruloları çevreye iterek bastırır. Rulolar arasında sıkıştırılan sıvı, dönme yönünde emilip basılır. Bu tip pompalar genellikle 1 000 d/min'da çalışır ve 20-140 l/min arasında verdiye sahiptir. Bu tip pompalar sıvıya max. 300 psi'e kadar basınç kazandırır (Deligönül, 2000).

1.5.3. Rüzgar Pervanesi

Pompa miline doğrudan bağlı olan rüzgar pervanesi, aerodinamik yapısı ve uçuş hızına bağlı olarak sağladığı dönü hareketi ile pompayı çalıştırmaktadır. Rüzgar pervanelerinde pal sayılarının aynı olmasına rağmen kanat genişlikleri ve uzunlukları farklıdır. Bu nedenle hava akımı içinde etkili yüzey alanları da farklılık göstermektedir. Böylece aynı uçuş hızında bile rüzgar pervanelerinin dönü sayıları farklıdır. Değişik dönü sayılarında püskürtme basıncı ve pompa verdisi değişmektedir. Rüzgar pervanesi, kokpitten kumanda edilen bir fren mekanizması ile durdurulmaktadır (Deligönül, 1984).

1.5.4.Püskürtme Çubuğu

Sıvı denetim vanasından geçen basınçlı sıvı, her bir kanat boyunca yerleştirilen püskürtme çubuğuna ulaşmaktadır. Püskürtme çubuğu malzemesi, alüminyum, alüminyum alaşımı veya et kalınlığı ince paslanmaz çeliktir. Biçimi, daire veya elips kesitlidir. Püskürtme çubuğu genellikle uçak kanadının kaçış kenarı altına yerleştirilmektedir. Püskürtme çubuğunun her iki ucunda uygulamalardan sonra temizlemeyi kolaylaştırmak için körtapalar bulunmaktadır (Quantick, 1985; Deligönül, 2000).

1.5.5..Basınç Regülatörü

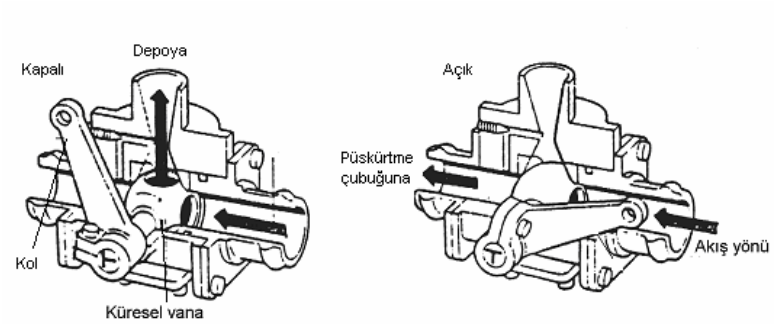
Basınç regülatörü püskürtme sisteminin belli bir basınçta çalışmasını sağlamaktadır. Sıvı basıncı istenilen basıncın üzerine çıkıldığında regülatör açılarak geri dönüş yolu ile basınçlı sıvıyı depoya yollamaktadır. Aynı zamanda sistem kapatıldığında, ani basınç yükselmesi önlenmektedir. Böylece, hortumların, boruların ve bağlantıların zarar görmemesi sağlanmaktadır. Depoya geri dönen sıvı, hidrolik karıştırma işini de yapmaktadır (Quantick, 1985; Deligönül, 2000).

1.5.6. Manometre

Manometre, basma hattında bulunmakta ve uygulama sırasındaki püskürtme basıncını göstermektedir. Bir boru yardımıyla kokpit içine pilot tarafından kolaylıkla görülebilecek bir yere yerleştirilmektedir. Böylece püskürtme sisteminin çalışıp-çalışmadığı, püskürtmenin istenen basınçta yapılıp-yapılmadığı ve sıvı materyalin tam olarak kapatıldığında da basıncın sıfırlanıp-sıfırlanmadığı pilot tarafından manometre yardımıyla izlenmektedir (Quantick, 1985; Deligönül, 2000).

1.5.7. Üç Yollu Vana

Pilot tarafından kullanılan açıp kapama kolu ile genellikle üç yollu bir küresel vana kumanda edilmektedir (Şekil 1.4). Püskürtme işlemi yapılmadığında üç yollu vana basınçlı sıvıya geri dönüş yolunu açmakta ve basınçlı sıvı depoya iletilmektedir. Bu sırada hidrolik karıştırma işi de gerçekleştirilmektedir. Her açıp-kapama arasında bu işlem, sürekli tekrarlanmaktadır. Böylece uygulama periyodu dışında ilacın, çökmesi de önlenmiş olmaktadır (Quantick, 1985; Deligönül, 2000).



(a) (b)

Şekil 1.4. Üç yollu vana (Shell,1981)

Şekil 1.4.(a)'da püskürtme sistemi kapalı olduğundan sıvı materyal üç yollu vana tarafından depoya gönderilmektedir. Şekil 1.4.(b)'de ise püskürtme sistemi açık pozisyondadır ve üç yollu vana sıvıyı püskürtme çubuğuna iletmektedir.

1.5.8. Süzgeçler

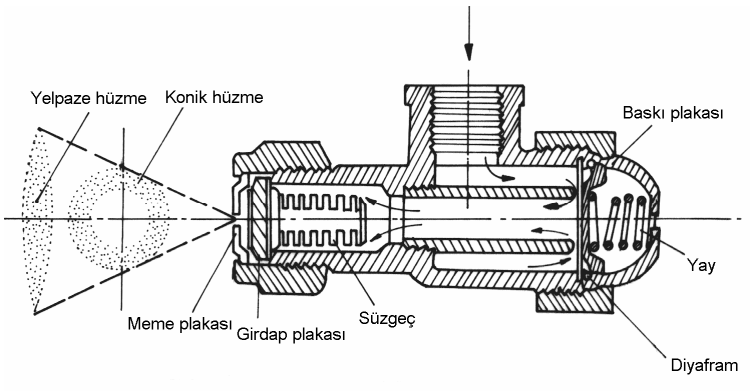
Süzgeçler, katı parçaları ve diğer atıkları tutarak sistemin tıkanmasını önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Doldurma ağzında, emiş hattında, basınç regülatöründen önce ve sonra ve meme gövdeleri içinde olmak üzere çeşitli yerlerde süzgeçler kullanılmaktadır. Bu süzgeçler, boru filtresi veya sepet süzgeci şeklindedir (Deligönül, 2000).

Doldurma ağzında 25-50 mesh'lik kaba ve memelere doğru gidildikçe daha yüksek mesh nolu süzgeçler kullanılmaktadır. Memelerde kullanılan süzgeç açıklığı, kullanılacak orifis çapının en küçüğünden daha küçük olacak şekilde seçilmektedir (Quantick, 1985; Deligönül, 2000).

1.5.9.Püskürtme Memeleri

Memeler, püskürtme sisteminde sıvının damlalar halinde püskürtüldüğü en son noktadır. Memeler, püskürtme çubuğu boyunca belli aralıklarla yerleştirilmektedir. Uçak ve helikopter yardımıyla havadan yapılan sıvı materyal uygulamalarında genellikle hidrolik basınçlı memeler kullanılmaktadır.

Uçaklarda kullanılan hidrolik basınçlı memeler, konik veya yelpaze hüzmeli olabilir (Şekil 1.5). Hidrolik memelerin kullanılması durumunda uçak tipi ve büyüklüğüne bağlı olarak püskürtme çubuğuna 30-100 adet meme takılabilmektedir (Deligönül, 2000).



Şekil 1.5. Diyaframlı teejet memeler (Deligönül,2000)

Hidrolik memelerde, basınç yardımıyla yeterli kinetik enerji kazandırılan sıvı, küçük bir delikten geçmeye zorlanmaktadır. Delikten dış ortama geçen sıvı, başlangıçta ince bir sıvı tabakasından oluşan hüzme şeklindedir. Bu hüzme meme deliğinden uzaklaştıkça yayılmakta, incelmekte ve parçalanarak damlaları oluşturmaktadır. Meydana gelen damlalar, büyüklük açısından birbirinden çok farklı bir dağılım gösterebilmektedir. Sıvıya kazandırılan işletme basıncının artırılması,

memeden çıkan sıvı miktarını artırmaktadır. Memenin verdisi, işletme basıncının kareköküyle doğru orantılı olarak değişmektedir (Zeren ve Bayat, 1995). Meme başlıklarına göre düz yelpaze veya konik hüzmeli püskürtme yaparlar (Deligönül, 2000). Tarım uçaklarının püskürtme sistemlerinde genellikle içi boş konik hüzmeli memeler kullanılmaktadır (Şekil 1.6). Konik hüzmeli memeler D4-45 gibi rakamlarla gösterilmektedir. Burada; D4: 4/64" olarak orifis delik çapını ve 45 rakamı girdap plaketi numarasını göstermektedir (Deligönül, 2000).



Şekil 1.6. İçi boş konik hüzmeli meme parçaları ve püskürtme paterni (Deligönül, 2000)

1.6.Çalışmanın Önemi ve Amacı

Tarımsal havacılık, kısa zamanda daha çok iş yapmaya uygundur. Özellikle tarım ürünlerindeki zararlılara karşı kısa zamanda uygulama yapılarak zararlının kısa zaman içerisinde kontrol altına alınması gerekmektedir. Bunun için en ekonomik yol tarım uçağı kullanımıdır.

Dünya genelinde uçakla uygulama yapılan alan 1990 yılında 370 milyon ha'dır. Dünya ülkelerinde tarımsal havacılık uygulamaları ihtiyaçlara paralel olarak çeşitli alanlara yayılmaktadır. Ülkemizde ise yaklaşık 1.5 milyon ha alanda uçakla uygulamalar yapılmaktadır ve ülkemizdeki tarımsal havacılık uygulama alanları ilgisizlik nedeniyle gün geçtikçe azalmaktadır.

Bu çalışmada amaç; Türkiye'de resmi ve özel işletmelerde mevcut bulunan tarım uçaklarının teknik özellikleri, performans değerleri ve püskürtme sistemleri hakkında incelemede bulunmak ve bilgileri derlemektir.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Chladek (1978), uçakla LV uygulamalarında optimum uygulama koşullarının belirlenmesi ve damla sürüklenme sorunları üzerinde araştırma yapmıştır. Araştırmada memelerin uçak püskürtme çubuğu üzerine yerleşimi ve uçak püskürtme sisteminin uygun zamanda açılıp kapanması üzerine denemeler yapmıştır. Denemelerde Cmelak Z-37 tarım uçağı kullanılmıştır. Denemelerdeki uçuş yüksekliği 3m, iş genişliği 20m ve uygulama hızı 120 km/h olarak belirlenmiştir. Memelerin uçak püskürtme çubuğu üzerine doğru şekilde yerleştirilmesi uçuş yüksekliğinin uygun seçilmesi ve püskürtme sisteminin minimum hata ile açılıp kapanması ile sürüklenmenin azaldığı ve hedef üzerindeki kalıntının arttığı bildirilmiştir.

Carlton ve ark. (1983), havadan yapılan uygulamalarda damla spektrumu tek düzeliği üzerine püskürtme memesinin etkisini incelemişlerdir. Uygulamalarda DeHavilland "Beaver" tipi tarım uçağı kullanmışlardır. Uygulamalar 166 km/h uçuş hızında yapılmıştır. Püskürtme memesi olarak D6-45, D6-46 ve deneysel olarak hazırlanan aerodinamik şekilli microjet memeler kullanmışlardır. Microjet memelerdeki damla spektrumunu diğer spektrumlara göre daha tek düze elde etmişlerdir. Microjet memelerde damla çap spektrumunu daha tek düze olması nedeniyle bu memelerin gelecekte hassas uygulamalar için kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Deligönül ve Moser (1987), pamuk ilaçlamalarında atomizörlerin kullanımı üzerine yaptıkları araştırma yapmışlardır. Uygulamalarda atomizör sisteminin, klasik püskürtme sistemine göre kalıntı oranı ve dağılım düzgünlüğü açısından daha iyi olduğunu ortaya koymuşlardır. Uygulama sonuçlarının değerlendirilmesinde, iz maddesi kalıntı miktarını fluorometrik analiz yöntemi ile bulmuşlardır. İz maddesi olarak disodyum fluorescein kullanmışlardır.Damla dağılım yoğunluğunu örnek alma sehpalar üzerine yerleştirilen suya duyarlı kartlar yardımıyla belirlemişlerdir. Elde edilen damlaların çaplarının tayin edilmesi için mikrometreli mikroskop kullanmışlardır.

Deligönül (1989), uçak iş verimi ve maliyet hesaplama yöntemleri üzerine araştırma yapmıştır. Araştırmada maliyet hesaplamalarının her ülkenin yasal düzenlemelerine göre değişiklikler gösterdiğini saptamıştır. Türkiye koşullarında sağlıklı bir maliyet hesaplamasının yapılması için; uçak işletmeleri, Bakanlık yetkilileri, üniversite ve araştırma kuruluşları temsilcilerinin bir araya gelmesi gerektiğini, tarım uçaklarının sınıfının ayrı ayrı belirlenmesi gerektiği, her bir uygulama bazında sorti analizine dayalı iş verimi,ülke koşullarında belirlendikten sonra maliyet hesaplarının yapılması gerektiğini, her bir uçağın işletme içindeki verimliliği,işletmelerin kendi aralarındaki verimliliği ve tüm işletmelerin ülke genelindeki verimliliğinin incelenerek, iş verimliliğini artırıcı ve iyileştirici önlemler alınması gerektiğini bildirmiştir.

Deligönül ve Sağlam (1989), GAP alanlarında tarımsal havacılık planlaması üzerine yaptığı araştırmada; 1.6 milyon ha'lık bir alanın sulu tarıma açılarak planlı tarıma geçileceğini, büyük boyutlu alanlarda modern tarım tekniklerinin kullanılması gerektiğini ve özellikle gübre ve ilaç uygulamalarında tarım uçaklarının kullanılmasının zorunlu hale geleceğini bildirmiştir. Araştırmada DSİ'nin belirlediği üretim deseni ve DİE'nin arazi dağılımına ilişkin verilerden yararlanıp; etkin, ekonomik ve güvenli uçuş koşulları ile uygulamalar göz önüne alınarak planlama düzeni yapmıştır. Araştırmada hava ve yer trafiğinin çok yoğun olacağı bölgede, gerekli düzenlemelerin yapılması gerektiğini, ilgili bakanlıklarca gerekli önlemlerin alınmasının ülke ekonomisi açısından büyük yararlar sağlayacağını bildirmiştir.

Bayat ve ark.(1991), tarımda pestisit uygulama yöntemleriyle meydana gelen ilaç kayıpları ve çevre kirlenmesi üzerine çalışma yapmışlardır. Araştırıcılar, kimyasal mücadelede hedef üzerinde istenen biyolojik etkinliği sağlamak için belli damla sıklığına ihtiyaç duyulduğu ve bu damla sıklığını elde etmek için teorik olarak hesaplanan ilaç normundan daha büyük ilaç normlarının kullanıldığını bildirmişlerdir. Bunun başlıca nedeni olarak mevcut pestisit uygulama tekniklerinin ilacı hedef üzerine kayıpsız olarak ulaşmasında yeterli olmadığını ve püskürtülen pestisitin yaklaşık %25'inin hedefe ulaştığını, geri kalan kısmın sürüklendiğini ve dolaylı olarak çevre kirlenmesine neden olduğunu belirtmişlerdir.

Deligönül ve Sağlam (1992), meme konum açılarının dağılıma olan etkilerini araştırmışlardır. Uçuş doğrultusuna göre uçağın ön kısmından 0º, 45º, 90º, 135º ve 180ºlik meme konum açıları ile yapılan deneme uçuşlarında en iyi sonucu veren uçuş koşullarını ve meme konum açılarını araştırmışlardır. Araştırmada meme konum açısının değişmesiyle damla spektrumununda değiştiğini saptamışlardır. Meme konum açılarının azalması halinde damlaların dağılım içindeki sayıları artmaktadır. Bu durum damla çapı tekdüzeliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Konum açısının artması ile küçük çaplı damlaların dağılım içindeki oranı azalmakta ve damla çapı tekdüzeliğinin iyileştiğini saptamışlardır.

Sağlam ve Karahan (1995), GAP Bölgesinde süne mücadelesi ve tarım uçaklarının kullanımı üzerine yapmış oldukları araştırmada; süne mücadelesinde 1989-1995 yılları arasında bir uçağa düşen ilaçlama alanının ortalama 17 bin ha/yıl olduğunu bildirmişlerdir.

Bayat ve ark. (1996), 2000'li yıllara girerken pestisit uygulama yöntemlerindeki gelişmeler üzerine yapmış oldukları çalışmada; Türkiye'de ortalama 30.000 ton pestisit kullanıldığını, gün geçtikçe artan pestisit fiyatlarının, işgücü maliyetlerinin, yakıt fiyatlarının ve çevre kirlenmesine yönelik baskı ve düzenlemelerin arttığını belirtmişlerdir. Bundan dolayı pestisitlerin daha modern teknolojilerle uygulanmasının zorunlu hale geldiğini bildirmişlerdir.

Deligönül ve ark. (1996), Piper Super Cub tarım uçağına monte edilen AU-5000 atomizör sisteminde damla spektrumuna etkili faktörleri araştırmışlardır. Uygulamalarda; uçak püskürtme sistemine 4 adet AU-5000 atomizör seti monte edilmiştir. Uygulamalar 3 L/da'lık hacimsel uygulama normunda ve 3 m uçuş yüksekliğinde gerçekleştirilmiştir. Atomizörleri 3 farklı pal açısına ayarlamış ve bu pal açılarında püskürtmesiz ve püskürtmeli ölçüm durumları için atomizör kullanma kitabında verilen teorik kafes devir sayıları ile uygulamalarda elde edilen gerçek kafes devir sayılarını karşılaştırmışlardır. Araştırmada; atomizör kafes devir sayıları yükseldikçe atomizör kafes devir sayılarının teorik olması gereken devir sayısına yaklaştığı ve uçak gövdesine yakın takılan atomizörlerin kafes devir sayılarının diğerlerine göre daha düşük olduğunu saptamışlardır.

Sağlam ve Deligönül (1997), tarım uçaklarında kullanılan püskürtme memelerinde aşınma ve neden olduğu sorunlar üzerinde araştırma yapmışlardır. Araştırmada, ilaç uygulamaları sırasında aşırı kimyasal kullanımının temel nedenlerinden birinin aşınmış ve yıpranmış püskürtme memeleri olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca meme malzemelerinin paslanmaz çelik, plastik, pirinç ve seramik gibi geniş bir dağılım gösterdiğini ve bu malzemelerinin tamamının farklı aşınma karakteristikleri gösterdiğini belirtmişlerdir. Hidrolik memelerin ilaçlamalar için uygun ve ucuz olması nedeniyle daha çok tercih kullanıldığını ancak bu memelerin aşınma oranının yüksek ve sık değiştirilmesi gerektiğini önermişlerdir. Memelerdeki aşınmanın aşırı ilaç kullanımı ile birlikte püskürtme paternini ve damla spektrumunu bozduğunu ve ekonomik kayba neden olduğunu belirtmişlerdir.

Deligönül ve ark. (2003), tarım pilotu ve tarımsal havacılık eğitimine önem verilmesi, ilgili standartların TSE'nce ele alınarak Türkiye koşulları için belirlenmesi, uçuş emniyetine uyulması, konu ile ilgili mevcut kurum, kuruluş ve dernekler arası organizasyonun sağlanması için bir sivil toplum örgütünün kurulması gerektiğini önermişlerdir.

Bozdoğan ve ark. (2004), süne mücadelesi için yapılan ULV uygulamalarında ilaç sürüklenmesi nedeniyle arı ve ipek böcekçiliği yapılan alanlarda ölümlere rastlandığını bildirmişlerdir. Bu nedenle üniversite ve araştırma kuruluşları arasında işbirliği sağlanarak uçakla ilaçlamalarla ilgili ayrıntılı ve hassas araştırmalar yapılması gerektiğini önermişlerdir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1.Materyal

Araştırmanın ana materyalini Çukurova Bölgesinde faaliyet gösteren tarımsal havacılık işletmelerinin sahip olduğu tarım uçakları ve bu uçaklardan derlenen bilgiler oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra işletmelerde çalışan personel ve teknisyenlerle görüşülüp bilgiler toplanmıştır.

3.2.Metod

Araştırma kapsamında Adana Şakirpaşa Havaalanı Zirai Apronunda konuşlanan ve THK'ya ait tarım uçakları ile ilgili bilgiler toplanmıştır. Yapılan incelemeler her bir uçak modelinin incelenmesi esasına dayandırılmış ve bu modele ait veriler diğer uçaklara da uyarlanmıştır. Tarım uçaklarının teknik özellikleri, performans değerleri ve püskürtme sisteminin belirlenmesinde Çizelge 3.1'de verilen bilgiler derlenmiştir.

Çizelge 3.1'de görüldüğü gibi araştırma kapsamında ülkemizde faal olan uçakla zirai mücadele işletmelerinde bulunan mevcut tarım uçaklarının teknik ve performans özelliklerinden olan motor gücü, pervane tipi, kanat açıklığı, kanat alanı, depo kapasitesi, kalkış uzaklığı, iniş uzaklığı, max hızı, stall hızı, seyrüsefer hızı, tırmanma hızı, kanat yüklenmesi, güç yüklenmesi, boş ve brüt ağırlıklar ile püskürtme sisteminin özelliklerinden olan depo, pompa, püskürtme çubuğu ve memesi hakkında bilgiler derlenmiştir. Bu bilgilerin derlenmesinde uçak işleticileri ile yüzyüze görüşmelerde bulunulmuş ve uçak firmalarının katalog değerlerinden yararlanılmıştır.

Çizelge 3.1. Tarım Uçaklarına Ait Bilgiler

Tarım Uçağının Teknik Özellikleri ve Performansı:

Markası ve Modeli	:……..
Motor gücü	:……..
Motor Markası ve Modeli	:……..
Pervane Tipi (Sabit/ Değişken Hatveli)	:……..……
Kanat açıklığı	:……..
Kanat Alanı	:……..
Kanat Tipi (Yüksek/Alçak/Orta/Tek/Çift)	:……..
Depo kapasiteleri (Yakıt /Materyal)	:……..
Kalkış uzaklığı	:……..
İniş Uzaklığı	:……..
Hızlar (Max./ Seyrü sefer/ Stall)	:……..
Tırmanma hızı	:…….
Max hızı	:…….
Ağırlıklar (Boş /Brüt)	:…….

Sıvı Püskürtme Sistemi ve Özellikleri :

Depo Malzemesi	:…….
Depo Yerleşim Yeri	:…….
Püskürtme Çubuğu Çapı	:…….
Püskürtme Çubuğu Uzunluğu	:…….
Püskürtme Çubuğu Malzemesi	:…….
Püskürtme Çubuğu Yerleşim Yeri	:…….....
Pompa Tipi ve Markası	: …….....
Pompa Pervane Pal Sayısı	: ……
Pervane Malzemesi	: …….....
Meme Tipi	: ……
Meme sayısı	: …….....
Meme Aralığı (cm)	: ……
Püskürtme Memesi Malzemesi	: ……
Püskürtme Memesi No	: ……

4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Türkiye'de toplam 103 adet tarım uçağı bulunmakta ve bu uçaklar 7 marka 13 tipten oluşmaktadır (Çizelge 4.1). Toplam 103 adet tarım uçağının, 25 adedi Türk Hava Kurumu'nda, 7 adedi Antbirlik'te ve geriye kalan 71 adedi özel tarımsal havacılık şirketlerinin elinde bulunmaktadır.

Çizelge 4.1. Türkiye'de Kullanılan Tarım Uçakları ve Adedi

Yapımcı Kuruluş	Marka ve Tip	Adet
PIPER Aircraft Co.(ABD)	Piper Pawnee C PA-25-235	28
	Piper Pawnee D PA-25-235	9
	Piper Pawnee Brave PA-36-285	6
	Piper Pawnee Brave PA-36-300	12
	Piper Super Cub PA 18A/150	1
CESSNA Co. (ABD)	AGwagon	6
	AGtruck	3
	AGhusky	2
ROCKWELL (ABD)	Thrush Commander S2R	6
GRUMMAN (ABD)	Super Ag Cat B	4
PZL (Polonya)	Antonov An-2M	12
DROMADER (Polonya)	Dromader M-18A	4
	Dromader M-18B	9
AIR PARTS (Yeni Zelanda)	Fletcher FU-24	1
TOPLAM		**103**

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi ülkemizdeki 103 adet tarım uçağının 56 adedi Piper, 13 adedi Dromader, 12 adedi Antonov, 11 adedi Cessna, 6 adedi Thrush, 4 adedi Super Ag Cat ve 1 adedi Fletcher marka uçaklardan oluşmaktadır.

Özel işletmelerin ellerindeki uçakların 51 adedi Çukurova Bölgesinde bulunmaktadır. Toplamda 25 adet olan Antonov ve Dromader uçakları THK bünyesindedir. Antonov uçakları paraşüt eğitiminde kullanılırken Dromader uçakları 2002 yılından itibaren orman yangınlarına karşı kullanılmaktadır.

Türkiye'de özel tarımsal havacılık şirket sayısı 32'dir. Tarım uçağı sayısı 1 adet olan şirket olduğu gibi 8 adet tarım uçağına sahip şirketler de bulunmaktadır. Şirketler, Adana Şakirpaşa Havaalanında kendileri için ayrılmış olan konaklama yerlerinde üslenmiştir. Bu nedenle Adana çalışma merkezi durumundadır.

Araştırma sonucunda Türkiye'de bulunan tarım uçaklarına ait bazı teknik ve performans değerleri elde edilmiştir. Ayrıca tarım uçaklarının püskürtme sistemlerine ait özellikleri de saptanmıştır.

4.1 Tarım Uçaklarının Teknik ve Performans Değerleri

Araştırmada; uçakla zirai mücadele işletmelerinde bulunan mevcut tarım uçaklarının model ve tipi, motor gücü, pervane tipi, kanat açıklığı, kanat alanı, yakıt depo kapasitesi, kalkış uzaklığı, iniş uzaklığı, stall hızı, seyrüsefer hızı, max hızı, tırmanma hızı, kanat ve güç yüklenmesi, boş ve brüt ağırlıklar incelenip ayrı ayrı gösterilmiştir.

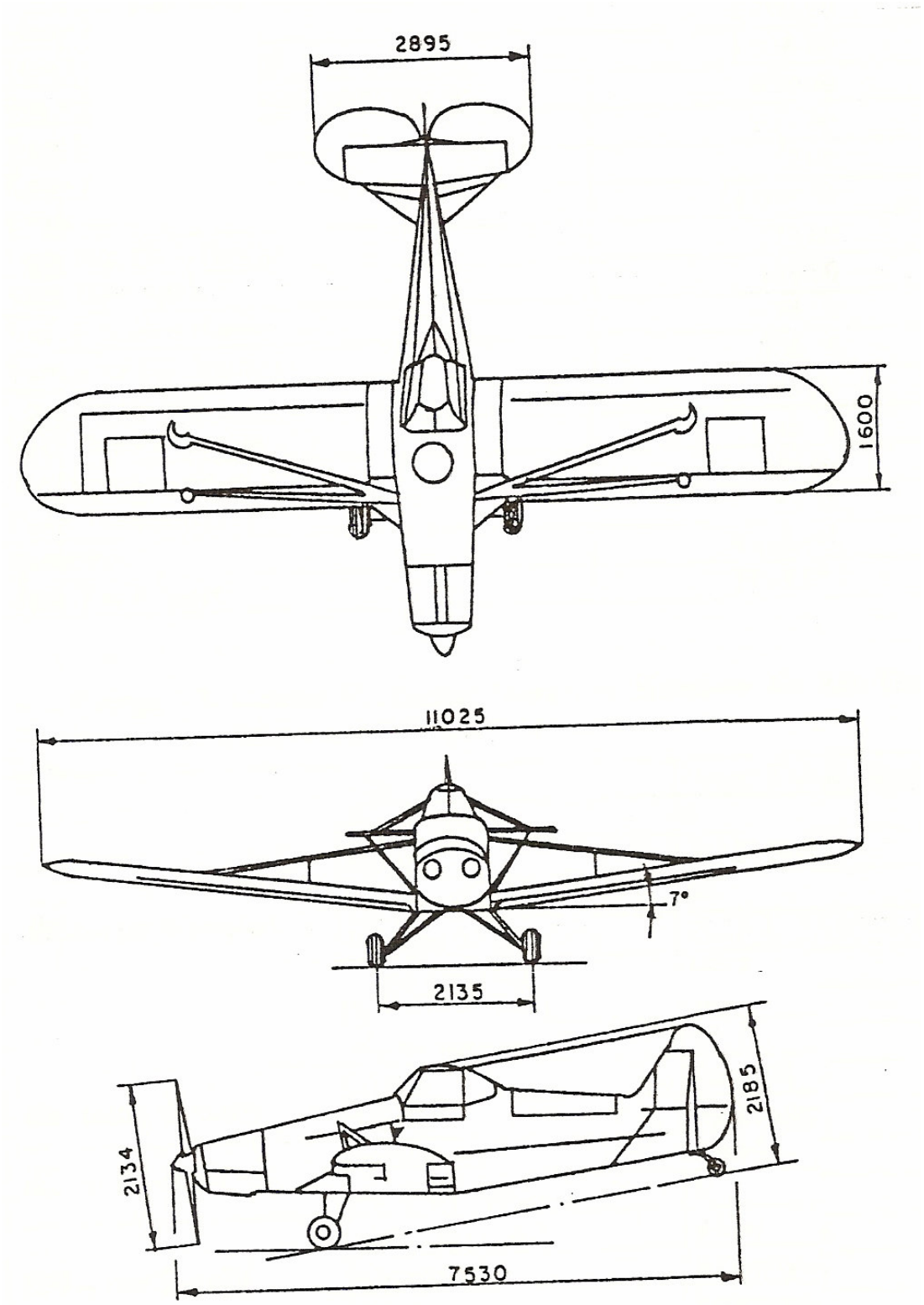
Çizelge 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10. ve 4.11'de ülkemizde kullanılan tarım uçaklarına ait bazı teknik özellikler ve performans değerleri ve Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6'da uçaklara ait bazı boyutları verilmiştir.

Çizelge 4.2. Piper Pawnee C PA 25-235 Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri (Deligönül,2000)

Teknik Özellikler	
Motor Gücü (BG)	235
Motor Marka ve Modeli	Lycoming O-540
Pervane Tipi	Sabit Hatveli
Ağırlıklar (kg)	
Boş	675
Brüt	1313
Depo Kapasitesi	
Yakıt (l)	144
Uygulama materyali (kg-l)	568
Kanat	
Açıklığı (m)	11.00
Alanı (m^2)	16.00
Tipi	Alçak-Tek
Yüklenmeler	
Kanat (kg/m^2)	77.20
Güç (kg/BG)	5.58
Performans Değerleri	
Hızlar	
Maksimum (km/h)	---
Seyrü-sefer (km/h)	169
Stall (P.V.) (km/h)	98
Tırmanma (m/min)	192
Kalkış Uzaklığı (m)	
Yerden	244
15 m'ye	418
İniş Uzaklığı (m)	
Yere	259
15 m'den	149

Çizelge 4.3. Piper Pawnee D PA 25-235 Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri (Anonymous,…a; Deligönül, 2000)

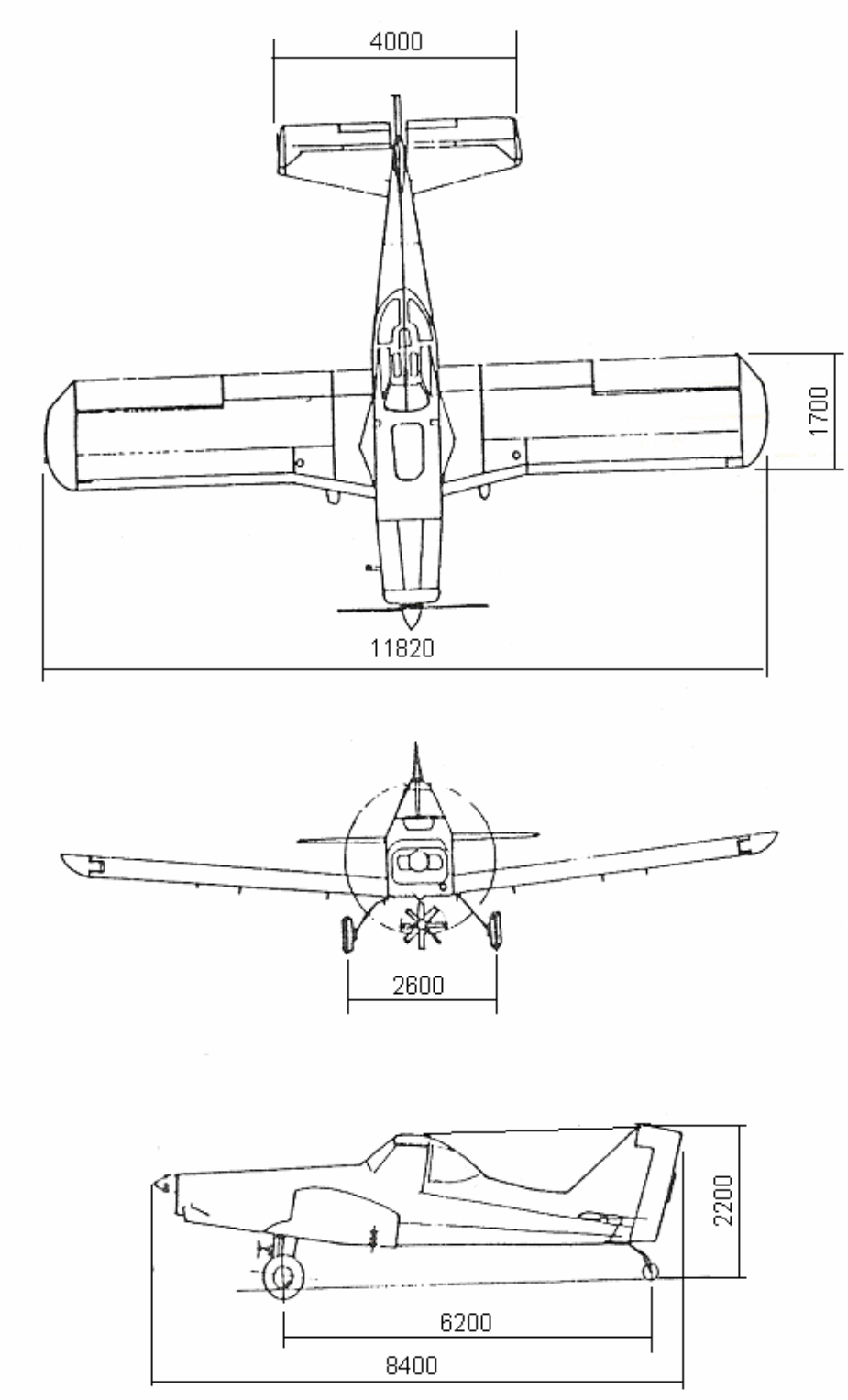
Teknik Özellikler	
Motor Gücü (BG)	235
Motor Marka ve Modeli	Lycoming O-540
Pervane Tipi	Sabit Hatveli
Ağırlıklar (kg)	
Boş	736
Brüt	1315
Depo Kapasitesi	
Yakıt (l)	---
Uygulama materyali (kg-l)	568
Kanat	
Açıklığı (m)	11.02
Alanı (m^2)	17.00
Tipi	Alçak-Tek
Yüklenmeler	
Kanat (kg/m^2)	77.35
Güç (kg/BG)	5.59
Performans Değerleri	
Hızlar	
Maksimum (km/h)	200
Seyrü-sefer (km/h)	---
Stall (P.V.) (km/h)	98
Tırmanma (m/min)	210
Kalkış Uzaklığı (m)	
Yerden	239
15 m'ye	---
İniş Uzaklığı (m)	
Yere	259
15 m'den	149



Şekil 4.1. Piper Pawnee D PA 25 tarım uçağına ait bazı boyutlar (Anonymous, ….a; Bozdoğan,1999)

Çizelge 4.4. Piper Pawnee Brave PA 36-300 Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri(Deligönül,2000; Anonymous,…b)

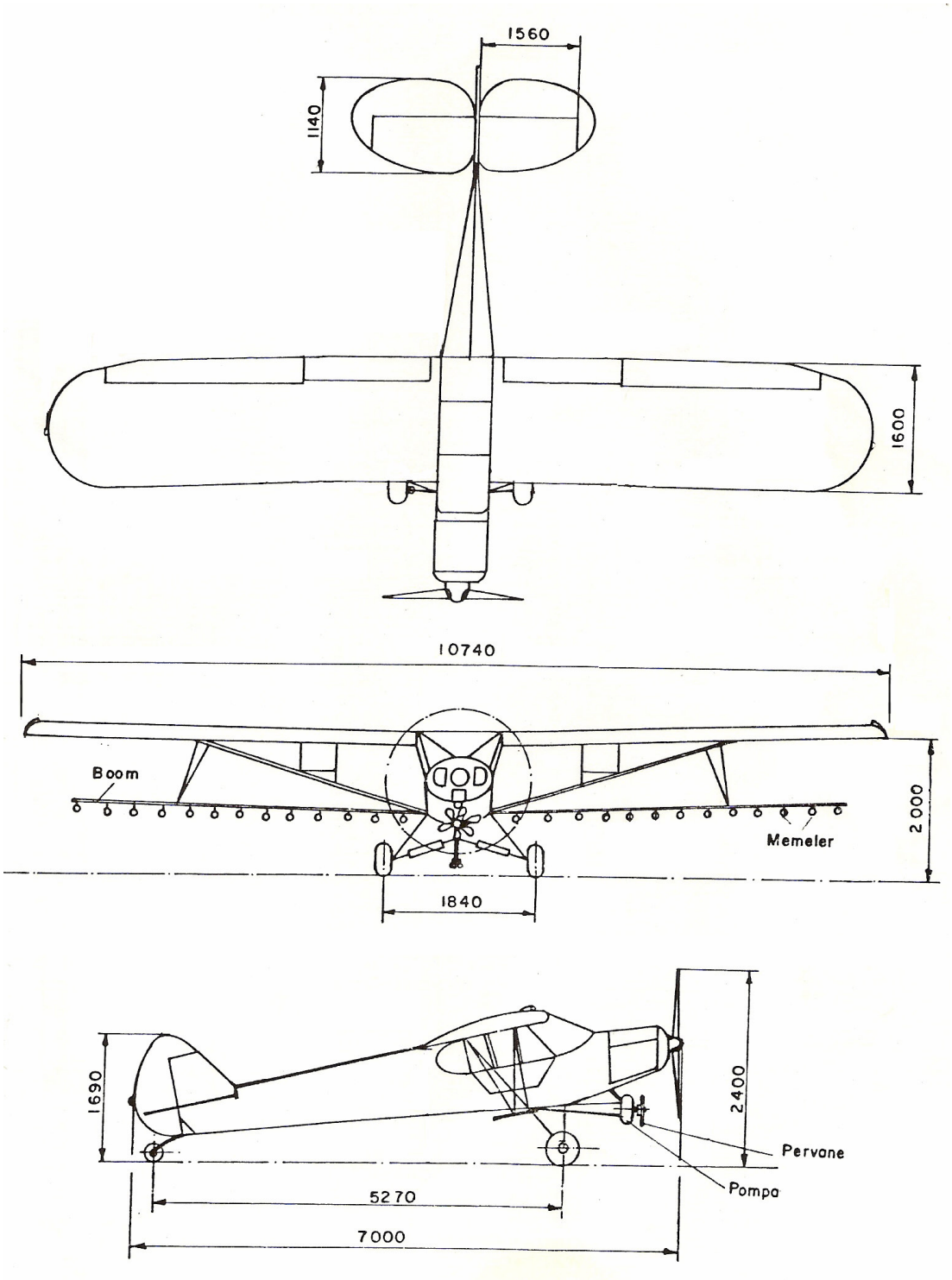
Teknik Özellikler	
Motor Gücü (BG)	300
Motor Marka ve Modeli	Lycoming IO-540
Pervane Tipi	Değişken Hatveli
Ağırlıklar (kg)	
Boş	949
Brüt	1996
Depo Kapasitesi	
Yakıt (l)	---
Uygulama materyali (kg-l)	863
Kanat	
Açıklığı (m)	11.82
Alanı (m^2)	20.96
Tipi	Alçak-Tek
Yüklenmeler	
Kanat (kg/m^2)	95.22
Güç (kg/BG)	6.65
Performans Değerleri	
Hızlar	
Maksimum (km/h)	243
Seyrü-sefer (km/h)	208
Stall (P.V.) (km/h)	108
Tırmanma (m/min)	241
Kalkış Uzaklığı (m)	
Yerden	267
15 m'ye	465
İniş Uzaklığı (m)	
Yere	---
15 m'den	---



Şekil 4.2. Piper Pawnee Brave PA 36 tarım uçağına ait bazı boyutlar (Anonymous, …..b; Bozdoğan, 1993)

Çizelge 4.5. Piper Super Cub PA 18A/150 Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri (Anonymous, 1967; Deligönül, 1977; Deligönül, 1984; Sağlam, 1992)

Teknik Özellikler	
Motor Gücü (BG)	150
Motor Marka Modeli	Lycoming O-320
Pervane Tipi	Sabit
Ağırlıklar (kg)	
Boş	421
Brüt	792
Depo Kapasitesi	
Yakıt (l)	136
Uygulama materyali (kg-l)	300
Kanat	
Açıklığı (m)	10.74
Alanı (m^2)	16.58
Tipi	Yüksek-Tek
Yüklenmeler	
Kanat (kg/m^2)	47.81
Güç (kg/BG)	5.29
Performans Değerleri	
Hızlar	
Maksimum (km/h)	209
Seyrü-sefer (km/h)	187
Stall (P.V.) (km/h)	69
Tırmanma (m/min)	120
Kalkış Uzaklığı (m)	
Yerden	61
15 m'ye	152
İniş Uzaklığı (m)	
Yere	---
15 m'den	---



Şekil 4.3.Piper Super Cub PA 18A/150 tarım uçağına ait bazı boyutlar(Sağlam,1992)

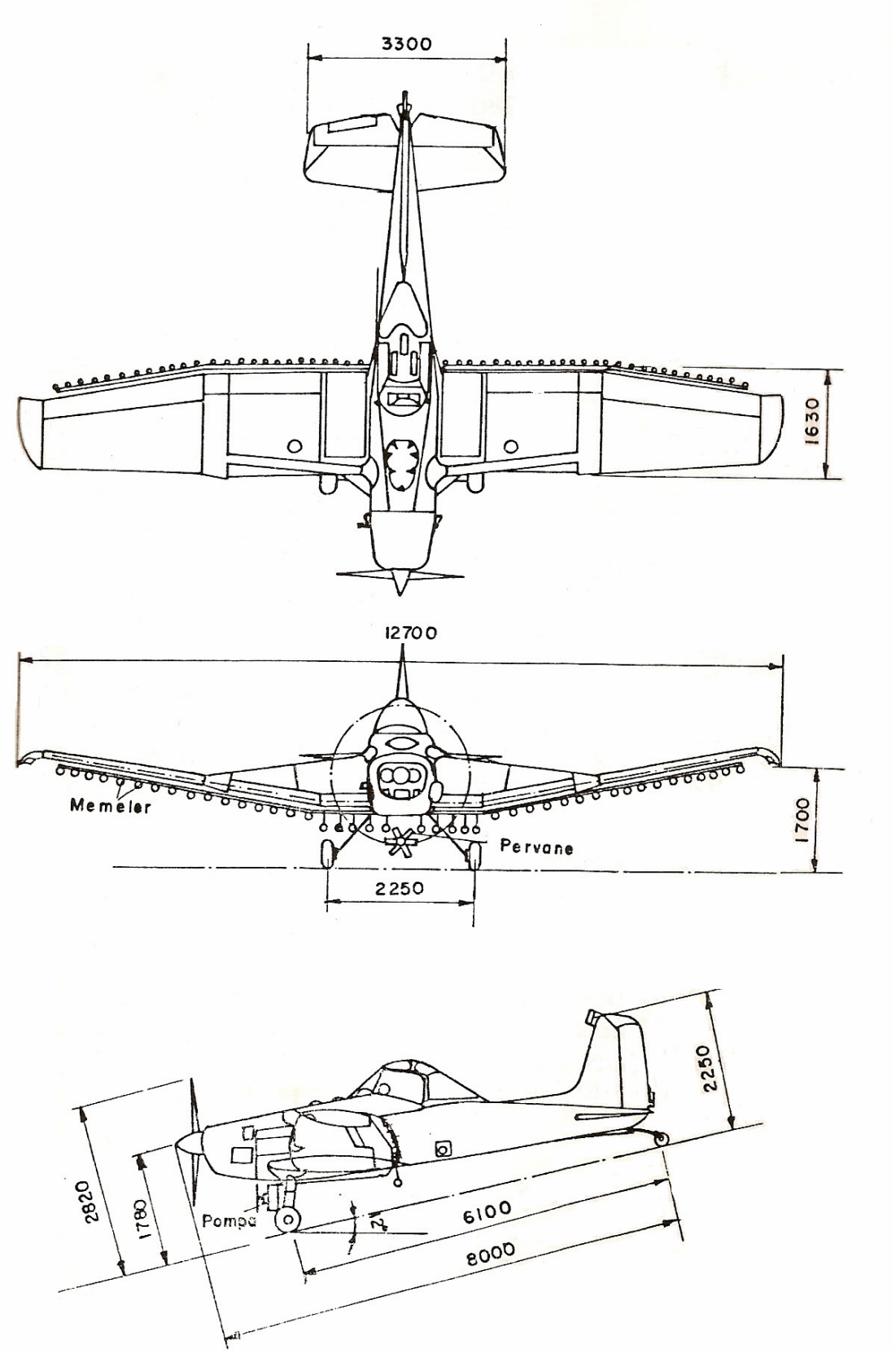
Çizelge 4.2., 4.3., 4.4. ve 4.5'deki Piper marka tarım uçaklarının bazı teknik özellikleri incelendiğinde; Piper Pawnee C ve Piper Pawnee D tarım uçaklarının motor güçleri 235 BG, Piper Pawnee Brave tarım uçağının motor gücünün 300 BG ve Piper Super Cub tarım uçağının motor gücünün 150 BG olduğu görülmektedir. Piper marka tüm tarım uçaklarında Lycoming marka motor kullanılmaktadır. Motor modelleri Piper Pawnee C ve Pawnee D de O-540, Pawnee Brave'de IO-540 ve Piper Super Cub'da O-320 olduğu görülmektedir. Pervane tipi Pawnee Brave hariç diğer uçaklarda sabit hatvelidir. Yani uçuş hızının değişimi motor devriyle ayarlanmaktadır. Pawnee Brave'de ise pervane tipi değişken hatvelidir. Yani iniş ve kalkışlarda motor devir sayısı değişmeksizin pervane hatvesi değiştirilerek hız azaltılır veya artırılır. Brüt ağırlıklar; Pawnee Brave'de yaklaşık 2000 kg iken Pawnee C ve Pawnee D'de yaklaşık 1300 kg ve Super Cub'da yaklaşık 800 kg dir. Depo kapasitesi; Pawnee Brave'de yaklaşık 870 kg-l, Pawnee C ve Pawnee D'de yaklaşık 570 kg-l ve Super Cub'da 300 kg-l'dir. Her üç uçakta kanat açıklığı değeri yaklaşık olarak 10.74 - 11.82 m ve kanat alanı yaklaşık 16.00 – 20.96 m^2 arasında değişmektedir. Piper Pawnee C, Pawnee D ve Pawnee Brave tarım uçakları alçak-tek kanat tipine sahipken Piper Super Cub yüksek-tek kanat tipindedir. Kanat yüklenmeleri 47.81 - 95.22 kg/m^2 ve güç yüklenmeleri 5.29 - 6.65 kg/BG arasında değişmektedir.

Çizelge 4.2., 4.3., 4.4. ve 4.5'deki Piper marka tarım uçaklarının bazı performans özellikleri incelendiğinde; hız değerleri bakımından en hızlı uçağın 300 BG'ye sahip Pawnee Brave olduğu görülmektedir (243 km/h). Uçakların stall (P.V.) hızları incelendiğinde en düşük hızın Piper Super Cub'da olduğu görülmektedir (69 km/h). Düşük stall hızı havada tutunmanın daha iyi olduğunu ve o uçağın daha güvenli uçuşlar gerçekleştirdiğini göstermektedir. Kalkış uzaklığı değerleri incelendiğinde; Piper Super Cub tarım uçağının 400 m değerinden düşük olduğu ve buna karşın diğer uçakların birbirine yakın ve 400 m'den büyük olduğu görülmektedir. Bu değerler Piper Super Cub tarım uçağının kalkışta diğer uçaklara göre daha iyi tırmanma performansına sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.6. Cessna Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri (Anonymous,….c; Deligönül,2000)

Teknik Özellikler	
Motor Gücü (BG)	300[*; **] / 320[***]
Motor Marka ve Modeli	Continental IO-520-D
Pervane Tipi	Değişken Hatveli
Ağırlıklar (kg)	
Boş	926[*] / 980[**; ***]
Brüt	1498
Depo Kapasitesi	
Yakıt (l)	212
Uygulama materyali (kg-l)	757[*] / 1060[**; ***]
Kanat	
Açıklığı (m)	12.70
Alanı (m^2)	18.80
Tipi	Alçak-Tek
Yüklenmeler	
Kanat (kg/m^2)	79.54[*] / 78.57[**; ***]
Güç (kg/BG)	5.00[*; **] / 4.68 [***]
Performans Değerleri	
Hızlar	
Maksimum (km/h)	242
Seyrü-sefer (km/h)	183
Stall (P.V.) (km/h)	91
Tırmanma (m/min)	207
Kalkış Uzaklığı (m)	
Yerden	210
15 m'ye	332
İniş Uzaklığı (m)	
Yere	128
15 m'den	385

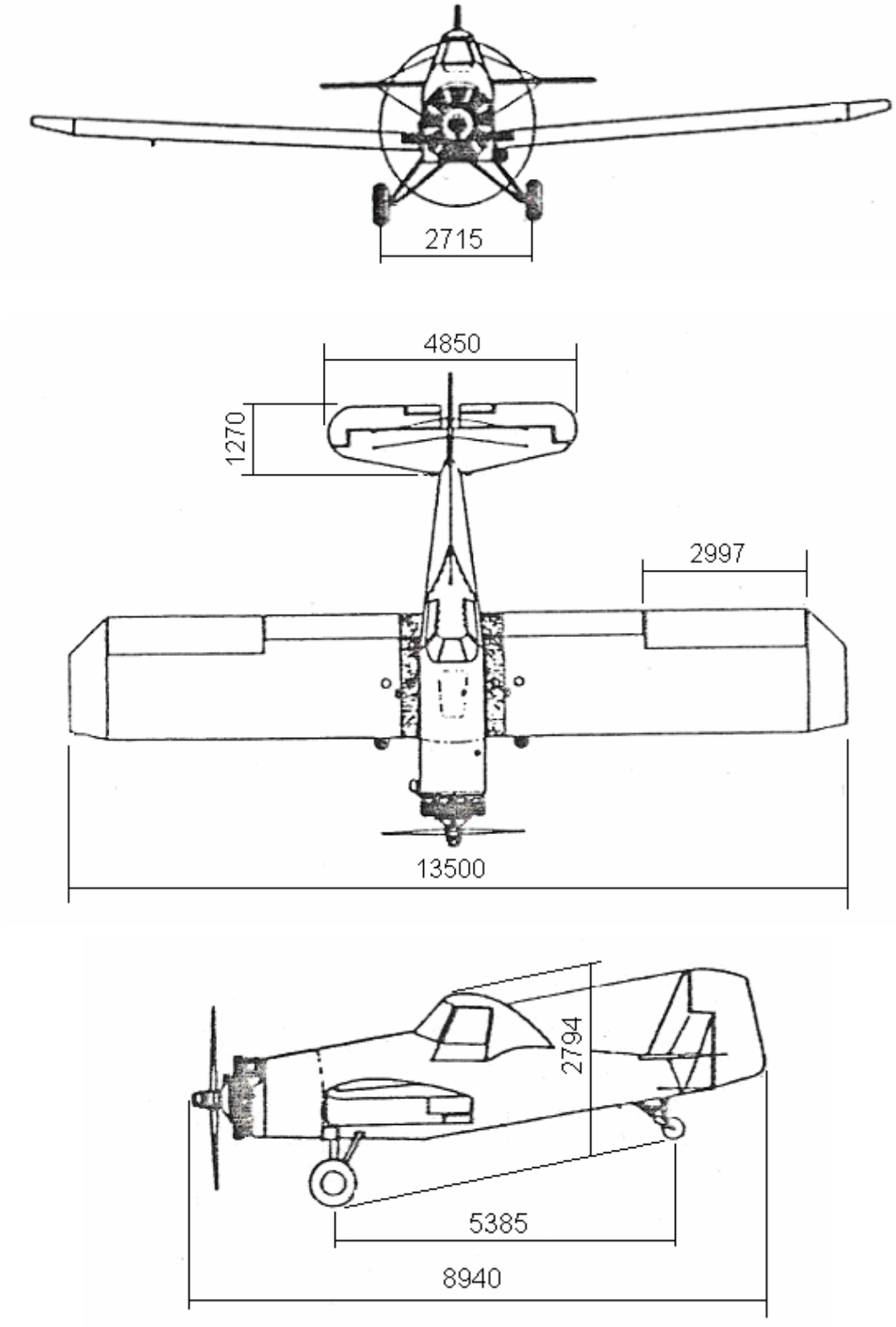
* : Cessna 188 AGwagon
**: Cessna 188 AGtruck
***: Cessna 188 AGhusky



Şekil 4.4. Cessna AGtruck tarım uçağına ait bazı boyutlar (Sağlam, 1992)

Çizelge 4.7. Thrush Commander S2R Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri (Deligönül,2000; Anonymous,…d)

Teknik Özellikler	
Motor Gücü (BG)	600
Motor Marka ve Modeli	Pratt-Whitney WASP R-1340
Pervane Tipi	Değişken Hatveli
Ağırlıklar (kg)	
Boş	1793
Brüt	2724
Depo Kapasitesi	
Yakıt (l)	---
Uygulama materyali (kg-l)	1515
Kanat	
Açıklığı (m)	13.50
Alanı (m^2)	30.37
Tipi	Alçak-Tek
Yüklenmeler	
Kanat (kg/m^2)	89.70
Güç (kg/BG)	4.54
Performans Değerleri	
Hızlar	
Maksimum (km/h)	256
Seyrü-sefer (km/h)	204
Stall (P.V.) (km/h)	107
Tırmanma (m/min)	274
Kalkış Uzaklığı (m)	
Yerden	236
15 m'ye	404
İniş Uzaklığı (m)	
Yere	244
15 m'den	412



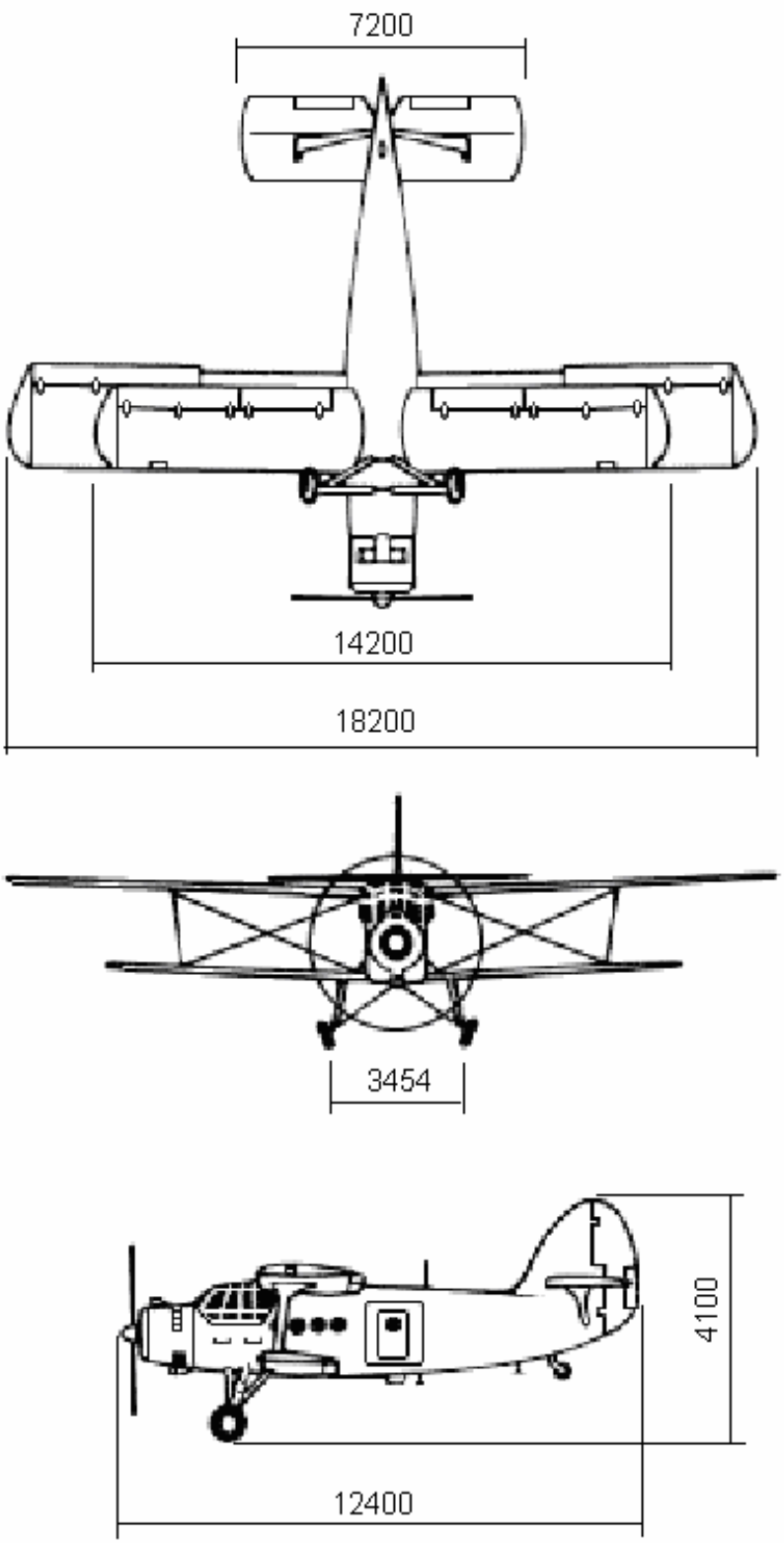
Şekil 4.5.Thrush Commander S2R tarım uçağına ait bazı boyutlar (Anonymous, …d)

Çizelge 4.8. Grumman Super Ag Cat Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri (Deligönül,2000)

Teknik Özellikler	
Motor Gücü (BG)	600
Motor Marka ve Modeli	Pratt & Whitney R 1340
Pervane Tipi	Değişken Hatveli
Ağırlıklar (kg)	
Boş	1746
Brüt	3855
Depo Kapasitesi	
Yakıt (l)	----
Uygulama materyali (kg-l)	1893
Kanat	
Açıklığı (m)	12.88
Alanı (m^2)	36.42
Tipi	Çift Kanatlı
Yüklenmeler	
Kanat (kg/m^2)	105.84
Güç (kg/BG)	6.42
Performans Değerleri	
Hızlar	
Maksimum (km/h)	237
Seyrü-sefer (km/h)	177
Stall (P.V.) (km/h)	111
Tırmanma (m/min)	---
Kalkış Uzaklığı (m)	
Yerden	329
15 m'ye	634
İniş Uzaklığı (m)	
Yere	---
15 m'den	---

Çizelge 4.9. Antonov An-2M Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri (Karahan, 1997; Doğanyiğit, 1999; Deligönül,2000;Anonymous, 2006)

Teknik Özellikler	
Motor Gücü (BG)	1000
Motor Marka ve Modeli	Shetsov ASh-62R
Pervane Tipi	---
Ağırlıklar (kg)	
Boş	3450
Brüt	5500
Depo Kapasitesi	
Yakıt (l)	---
Uygulama materyali (kg-l)	1960
Kanat	
Açıklığı (m)	18.18
Alanı (m^2)	71.50
Tipi	Çift Kanatlı
Yüklenmeler	
Kanat (kg/m^2)	77.30
Güç (kg/BG)	5.50
Performans Değerleri	
Hızlar	
Maksimum (km/h)	258
Seyrü-sefer (km/h)	160
Stall (P.V.) (km/h)	90
Tırmanma (m/min)	210
Kalkış Uzaklığı (m)	
Yerden	180
15 m'ye	380
İniş Uzaklığı (m)	
Yere	---
15 m'den	---



Şekil 4.6. Antonov An-2M tarım uçağına ait bazı boyutlar (Anonymous, 2006)

Çizelge 4.10. Dromader M-18 Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri (Deligönül,2000; Doğanyiğit, 1999)

Teknik Özellikler	
Motor Gücü (BG)	1000
Motor Marka ve Modeli	Shetsov ASh-62R
Pervane Tipi	---
Ağırlıklar (kg)	
Boş	2560
Brüt	4200
Depo Kapasitesi	
Yakıt (l)	---
Uygulama materyali (kg-l)	1500 (*) / 2000 (**)
Kanat	
Açıklığı (m)	17.70
Alanı (m^2)	40
Tipi	Alçak-Tek
Yüklenmeler	
Kanat (kg/m^2)	105.00
Güç (kg/BG)	4.20
Performans Değerleri	
Hızlar	
Maksimum (km/h)	256
Seyrü-sefer (km/h)	178
Stall (P.V.) (km/h)	116
Tırmanma (m/min)	348
Kalkış Uzaklığı (m)	
Yerden	280
15 m'ye	---
İniş Uzaklığı (m)	
Yere	---
15 m'den	---

* Dromader M18-A
** Dromader M18-B

Çizelge 4.11. Fletcher FU-24 Tarım Uçağına Ait Bazı Teknik Özellikler ve Performans Değerleri (Deligönül,2000; Anonymous, 2006).

Teknik Özellikler	
Motor Gücü (BG)	300
Motor Marka ve Modeli	Continental IO-470
Pervane Tipi	Değişken Hatveli
Ağırlıklar (kg)	
Boş	1004
Brüt	2029
Depo Kapasitesi	
Yakıt (l)	168
Uygulama materyali (kg-l)	1047
Kanat	
Açıklığı (m)	12.80
Alanı (m^2)	27.30
Tipi	Alçak-Tek
Yüklenmeler	
Kanat (kg/m^2)	74.20
Güç (kg/BG)	6.82
Performans Değerleri	
Hızlar	
Maksimum (km/h)	230
Seyrü-sefer (km/h)	180
Stall (P.V.) (km/h)	77
Tırmanma (m/min)	274
Kalkış Uzaklığı (m)	
Yerden	153
15 m'ye	280
İniş Uzaklığı (m)	
Yere	153
15 m'den	275

Çizelge 4.6; 4.7; 4.8; 4.9; 4.10 ve 4.11 incelendiğinde; motor gücü ele alındığında Cessna ve Fletcher tarım uçaklarının yaklaşık 300 BG, Thrush ve Grumman tarım uçaklarının 600 BG ve Antonov ve Dromader tarım uçaklarının 1000 BG oldukları görülmektedir. Cessna ve Fletcher, Continental; Thrush ve Grumman, Pratt&Whitney ve Antonov ve Dromader, Shetsov marka motor

kullanmaktadır. Uçakların genelinde değişken hatveli pervaneler kullanılmaktadır. Brüt ağırlıklar 1498 – 5500 kg arasında değişmektedir. Tarımsal amaçlı kullanılan materyal deposu kapasiteleri 757 – 2000 kg arasındadır. Kanat açıklığı değerleri 12.70 - 18.18 m ve kanat alanı değerleri 18.80 – 71.50 m^2 arasında değişmektedir. İncelenen uçaklar içerisinde Antonov ve Grumman uçakları çift kanatlı olup diğer bütün uçaklar alçak-tek kanat tipindedir. Güç yüklenmesi değerleri 4.20 – 6.82 kg/BG arasında değişmektedir.

Performans değerleri açısından incelendiğinde; en yüksek hız Antonov uçağında (258 km/h) ve en düşük hız Grumman tarım uçağındadır (237 km/h). Stall (P.V.) hızlar incelendiğinde en güvenli uçağın Fletcher olduğu (77 km/h) görülmektedir. Stall hızın en yüksek olduğu uçak Dromader (116 km/h)'dir. Kalkış uzaklığı değerleri incelendiğinde; Fletcher tarım uçağının uygulamalarda en güvenli uçak olduğu görülmektedir (280 m).

4.2.Tarım Uçaklarının Püskürtme Sistemlerine Ait Özellikler

Piper tarım uçaklarının püskürtme sistemlerine ait özellikler Çizelge 4.12; 4.13 ve 4.14'te, Cessna tarım uçaklarının püskürtme sistemlerine ait özellikler Çizelge 4.15 ve 4.16'da, Thrush Commander tarım uçağının püskürtme sistemine ait özellikler 4.17'de, Antonov uçağının püskürtme sistemine ait özellikler 4.18'de ve Dromader tarım uçağının püskürtme sistemine ait özellikler Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.12. Piper Pawnee C PA-25 Tarım Uçağının Püskürtme Sistemine Ait Bazı Özellikler

Depo Malzemesi	Fiberglas
Depo Yerleşim Yeri	Motor-Kokpit Arası
Püskürtme Çubuğu Çapı (mm)	31 ve 38
Püskürtme Çubuğu Uzunluğu (m)	9.1
Püskürtme Çubuğu Malzemesi	Aluminyum
Püskürtme Çubuğu Yerleşim Yeri	Firar Kenarı Altı
Pompa Tipi ve Markası	Santrifüj- Agrinotics
Pompa Pervane Pal Sayısı	6
Pervane Malzemesi	Plastik
Meme Tipi	Diyaframlı Teejet Memeler
Meme Sayısı	44
Meme Aralığı (cm)	19-21
Püskürtme Memesi Malzemesi	Pirinç
Püskürtme Memesi No'su	D6-45; D8-45; D10-45; D12-45

Çizelge 4.13. Piper Pawnee D PA 25 Tarım Uçağının Püskürtme Sistemine Ait Bazı Özellikler

Depo Malzemesi	Fiberglas
Depo Yerleşim Yeri	Motor-Kokpit Arası
Püskürtme Çubuğu Çapı (mm)	38
Püskürtme Çubuğu Uzunluğu (m)	10
Püskürtme Çubuğu Malzemesi	Aluminyum
Püskürtme Çubuğu Yerleşim Yeri	Firar Kenarı Altı
Pompa Tipi ve Markası	Santrifüj- Agrinautics
Pompa Pervane Pal Sayısı	6
Pervane Malzemesi	Plastik
Meme Tipi	Diyaframlı Teejet Memeler
Meme Sayısı	65
Meme Aralığı (cm)	15
Püskürtme Memesi Malzemesi	Pirinç
Püskürtme Memesi No'su	D6-45; D8-45; D10-45

Çizelge 4.14. Piper Pawnee Brave PA-36 Tarım Uçağının Püskürtme Sistemine Ait Bazı Özellikler

Depo Malzemesi	Fiberglas
Depo Yerleşim Yeri	Motor-Kokpit Arası
Püskürtme Çubuğu Çapı (mm)	38
Püskürtme Çubuğu Uzunluğu (m)	11.2
Püskürtme Çubuğu Malzemesi	Aluminyum
Püskürtme Çubuğu Yerleşim Yeri	Firar Kenarı Altı
Pompa Tipi ve Markası	Santrifüj-Agrinautics
Pompa Pervane Pal Sayısı	8
Pervane Malzemesi	Plastik
Meme Tipi	Diyaframlı Teejet Memeler
Meme Sayısı	69
Meme Aralığı (cm)	15
Püskürtme Memesi Malzemesi	Pirinç
Püskürtme Memesi No'su	D6-45; D8-45; D10-45

Çizelge 4.15. Cessna AGwagon Tarım Uçağının Püskürtme Sistemine Ait Bazı Özellikler

Depo Malzemesi	Polyester
Depo Yerleşim Yeri	Yakıt Deposu-Kokpit Arası
Püskürtme Çubuğu Çapı (mm)	25
Püskürtme Çubuğu Uzunluğu (m)	10.8
Püskürtme Çubuğu Malzemesi	Alüminyum
Püskürtme Çubuğu Yerleşim Yeri	Firar Kenarı Altı
Pompa Tipi ve Markası	Santrifüj – Transland
Pompa Pervane Pal Sayısı	6
Pervane Malzemesi	Plastik
Meme Tipi	Diyaframlı Teejet Memeler
Meme Sayısı	54
Meme Aralığı (cm)	20
Püskürtme Memesi Malzemesi	Pirinç
Püskürtme Memesi No'su	D6-45; D8-45; D10-45; D12-45

Çizelge 4.16. Cessna AGtruck Tarım Uçağının Püskürtme Sistemine Ait Bazı Özellikler

Depo Malzemesi	Polyester
Depo Yerleşim Yeri	Yakıt Deposu-Kokpit Arası
Püskürtme Çubuğu Çapı (mm)	38
Püskürtme Çubuğu Uzunluğu (m)	10
Püskürtme Çubuğu Malzemesi	Aluminyum Alaşım
Püskürtme Çubuğu Yerleşim Yeri	Firar Kenarı Altı
Pompa Tipi ve Markası	Santrifüj-Transland
Pompa Pervane Pal Sayısı	6
Pervane Malzemesş	Plastik
Meme Tipi	Diyaframlı Teejet Memeler
Meme Sayısı	64
Meme Aralığı (cm)	15
Püskürtme Memesi Malzemesi	Pirinç
Püskürtme Memesi No'su	D6-45; D8-45; D10-45; D12-45

Çizelge 4.17. Thrush Commander S2R Tarım Uçağının Püskürtme Sistemine Ait Bazı Özellikler

Depo Malzemesi	Fiberglas
Depo Yerleşim Yeri	Kokpit İçine Montaj
Püskürtme Çubuğu Çapı (mm)	25-32-38
Püskürtme Çubuğu Uzunluğu (m)	11.52
Püskürtme Çubuğu Malzemesi	Aluminyum Alaşım
Püskürtme Çubuğu Yerleşim Yeri	Firar Kenarı Altı
Pompa Tipi ve Markası	Santrifüj-Döküm
Pompa Pervane Pal Sayısı	7
Pervane Malzemesş	Plastik
Meme Tipi	Konik huzmeli
Meme Sayısı	72
Meme Aralığı (cm)	12-16-23
Püskürtme Memesi Malzemesi	Pirinç
Püskürtme Memesi No'su	D6-45; D8-45; D10-45; D12-45

Çizelge 4.18. Antonov An-2M Tarım Uçağının Püskürtme Sistemine Ait Bazı Özellikler

Depo Malzemesi	Fiberglas
Depo Yerleşim Yeri	Kargo Bölümü
Püskürtme Çubuğu Çapı (mm)	35
Püskürtme Çubuğu Uzunluğu (m)	13.85
Püskürtme Çubuğu Malzemesi	Alüminyum
Püskürtme Çubuğu Yerleşim Yeri	Alt Kanat Firar Kenarı Altı
Pompa Tipi ve Markası	Santrifüj-Transland
Pompa Pervane Pal Sayısı	6
Pervane Malzemesi	Plastik
Meme Tipi	Diyaframlı Teejet Memeler
Meme Sayısı	80
Meme Aralığı (cm)	16
Püskürtme Memesi Malzemesi	Plastik
Püskürtme Memesi No	D6-45; D8-45; D10-45

Çizelge 4.19. Dromader M-18 Tarım Uçağının Püskürtme Sistemine Ait Bazı Özellikler

Depo Malzemesi	Fiberglas
Depo Yerleşim Yeri	Motor-Kokpit Arası
Püskürtme Çubuğu Çapı (mm)	38
Püskürtme Çubuğu Uzunluğu (m)	14
Püskürtme Çubuğu Malzemesi	Aluminyum
Püskürtme Çubuğu Yerleşim Yeri	Firar Kenarı Altı
Pompa Tipi ve Markası	Santrifüj-Transland
Pompa Pervane Pal Sayısı	8
Pervane Malzemesi	Plastik, Tahta
Meme Tipi	Diyaframlı Teejet Memeler
Meme Sayısı	98
Meme Aralığı (cm)	12-16
Püskürtme Memesi Malzemesi	Pirinç
Püskürtme Memesi No'su	D6-45; D8-45; D10-45

Çizelge 4.12., 4.13., 4.14., 4.15., 4.16., 4.17., 4.18. ve 4.19 incelendiğinde;

Depo malzemelerinin fiberglas ve polyester olduğu görülmektedir. Bu malzemeler kimyasal aşınmaya karşı dirençlidir ve güvenle kullanılmaktadır.

Depo yerleşimi genellikle motor - kokpit arasında bulunmaktadır. Çizelge 4.15. ve Çizelge 4.16'daki Cessna tarım uçaklarında depo, yakıt deposu ile kokpit arasına monte edilmiştir. Çizelge 4.17'deki Thrush Commander tarım uçağında kokpit içine, Çizelge 4.18'deki Antonov uçağında ise kargo bölümüne monte edilmiştir. Piper Super Cub tarım uçağının orijinalinde depo, gövde altına yerleştirilmiştir. Antonov uçağı genellikle kargo amaçlı kullanımlar için tasarlanmış bir uçaktır. Ancak ülkemizde bu uçaklar tarımda ve orman yangınlarında kullanılmaktadır. Bu nedenle sıvı materyal deposunun yerleşimi yeri uçak kargo bölümüdür. Piper Super Cub, Thrush Commander S2Rve Antonov An-2M uçaklarındaki depo yerleşim yeri düzenlemelerinde uçuş güvenliği ön planda tutulmuş ve deponun ağırlık merkezi ile uçağın ağırlık merkezinin çakışmış durumda olmasına özen gösterilmiştir. Ayrıca depo seviyesindeki azalmalardan dolayı uçak ağırlık merkezinin değişmemesine dikkat edilmiştir.

Püskürtme çubukları genellikle tek çap olarak kullanılmıştır. Ancak bazen iki bazen üç çap olarak da kullanılmaktadır. Püskürtme çubuğu tek bir çapa sahipse püskürtme çubuğu uçlarına doğru gidildikçe eşit basınç elde etmek için meme numarasının düşürülmesi gerekmektedir. Eğer aynı meme numarasına sahip memeler kullanılıyorsa o zaman değişik çaplı püskürtme çubukları kullanmak gerekmektedir. Bu sayede püskürtme memelerinde eşit basınç elde etmek mümkün olmaktadır.

Püskürtme çubuğu malzemesi olarak genellikle alüminyum alaşımı kullanılmaktadır. Bu malzemeler hem hafif hem kimyasal aşınmalara karşı dayanıklıdır.

Püskürtme çubuğu yerleşimi uçak kanadının firar kenarı altıdır. Antonov ve Super Ag Cat tarım uçakları çift kanatlıdır. Bu uçaklarda püskürtme çubuğu alt kanadın kaçış kenarı altına yerleştirilmiştir. Piper Super Cub tarım uçağı yüksek kanatlı olduğundan püskürtme çubuğu kanat altına yerleştirilmiştir.

Pompa olarak genellikle santrifüj pompalar kullanılmıştır. Piper Super Cub tarım uçağında ise dişli pompa mevcuttur. Santrifüj pompalar, düşük basınç yüksek

verdi sağlamaktadır (Quantick, 1985; Deligönül, 2000). Bu nedenle santrifüj pompalar HV, NV ve LV uygulamaları için uygundur. Ayrıca santrifüj pompalar WP, SP ve yapışkan sıvı formülasyonlar için uygundur ve çalışırken sistem kapatıldığında basınç aniden yükselmemektedir. Dişli pompalar ise dişlilerin aşınmasından ve performanslarının düşmesinden dolayı WP, SP ve yapışkan sıvı formülasyonlar için uygun değildir. Ayrıca çalışırken püskürtme sistemi kapatıldığında ani basınç yükselmesi meydana gelmektedir (Deligönül,2000). Uçuş sırasında pompaların oluşturduğu statik ve dinamik güç kayıplarının azlığı ve bakım-onarımlarının kolaylığı istenmektedir.

Rüzgar pervane pal sayıları 6-8 adet arasında değişmektedir. Pal sayıları pompa tahrikinde farklılıklara neden olmaktadır. Böylece püskürtme sıvısı farklı basınçlarla uygulanabilmektedir.

Rüzgar pervanesi malzemesi olarak genellikle plastik kullanılmıştır. Bu malzeme hafif ve ucuzdur. Ayrıca herhangi bir nedenle parçalansa veya bir parça kopsa bile uçağa zarar vermemektedir.

Püskürtme memesi olarak genellikle diyaframlı teejet memeler kullanılmaktadır. Bu memelerde sıvının memeden püskürtülmesi için diyafram yay basıncını aşması gerekmektedir. Sıvıda basınç düşüklüğü meydana geldiğinde yay basıncı diyaframı kapatmakta ve memelerin damlatma yapmasını önlemektedir. Böylece bu memelerle püskürtme işlemi anında kesilmektedir.

Meme sayısı uçağa göre değişmektedir. Büyük güçlü ve kanat açıklığı fazla olan uçaklarda daha fazla meme kullanılmaktadır. Genel olarak kullanılan meme sayısı 30-98 arasında değişmektedir.

Memeler arası uzaklıklar 12-30 cm arasında değişmektedir. Bazen sadece tek aralık kullanılırken bazen daha çok aralık kullanılmaktadır. Deligönül (2000) memelerin püskürtme çubuğu üzerine yerleşimlerinin dağılım paternini önemli ölçüde etkilemediğini ancak uçak pervanesinin oluşturduğu hava akımının damlaların dağılımını etkilediğini ve bu nedenle memelerin püskürtme çubuğu üzerine yerleşiminin farklı olduğunu bildirmiştir.

Meme malzemesi olarak genellikle pirinç malzeme kullanılmaktadır. Antonov An-2M uçağında pirinç malzemeye göre daha dayanıklı olan plastik

memeler kullanılmıştır. Pirinç memeler kimyasal aşınmalara karşı dayanıksızdır. Sağlam ve Deligönül (1997) yapmış oldukları araştırmada, paslanmaz çelik, plastik, alumax, seramik, kemetal ve pirinç malzemesine sahip memelerin aşınmasını incelemişlerdir. Meme çalışma süresi 17.5 saate ulaştığında en fazla aşınmanın %48.2 verdi değişimi ile pirinç malzemeli memede meydana geldiğini saptamışlardır. Araştırıcılar, meme aşınması sonucunda verdi ve damla spektrumunda oluşan düzensizlikler, uygulama normunu etkilemekte ve gereğinden az veya çok materyal uygulanmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ülkemizde 71 adedi özel tarımsal havacılık şirketinde olmak üzere toplam 103 adet tarım uçağı bulunmaktadır. Bu uçakların 56 adedi Piper, 13 adedi Dromader, 12 adedi Antonov, 11 adedi Cessna, 6 adedi Thrush, 4 adedi Super Ag Cat ve 1 adedi Fletcher marka uçaklardan oluşmaktadır. Bu uçakların 51 adedi Çukurova Bölgesinde bulunmaktadır. Ülkemizdeki özel tarımsal havacılık şirket sayısı 32 adettir. THK bünyesinde olan Dromader uçakları 2002 yılından itibaren orman yangınlarında kullanılmaktadır.

Ülkemizdeki tarım uçaklarının motor güçleri 150 - 1000 BG arasında değişmektedir. Tarım uçakları için izin verilen brüt ağırlık; 792 - 5500 kg arasında değişmektedir. Depo kapasitesi 300 – 2000 kg arasındadır. Piper Super Cub, Antonov ve Super Ag Cat hariç diğer uçaklar alçak-tek kanat tipine sahiptir. Piper Cub yüksek-tek kanat, Antonov ve Super Ag Cat uçakları çift kanat tipindedir. Ülkemizdeki tarım uçaklarının yaklaşık %85'i alçak-tek kanat tipindedir. Uçakların stall (P.V.) hızları incelendiğinde en düşük hızın Piper Super Cub'da olduğu görülmektedir (69 km/h). Düşük stall hızı havada tutunmanın daha iyi olduğunu ve o uçağın daha güvenli uçuşlar gerçekleştirdiğini göstermektedir. Kalkış uzaklığı değerleri incelendiğinde; Piper Super Cub tarım uçağı tam yükle 15 m yükselinceye kadar yer izdüşümünde yaklaşık 150 m yol almaktadır. Bu değere en yakın Dromader ve Fletcher uçaklarında görülmektedir (280 m). Tırmanma performansı sınır değeri olan 400 m değerinden oldukça düşüktür. Başka bir ifadeyle bu uçakların tırmanma performansları oldukça iyidir. Buna karşın diğer uçakların birbirine yakın ve 400 m'den biraz büyük olduğu görülmektedir.

Ülkemizdeki tarım uçaklarının püskürtme sistemi özellikleri incelendiğinde; depo malzemelerinin fiberglas ve polyester olduğu görülmektedir. Bu malzemeler kimyasal aşınmaya karşı dirençlidir ve güvenle kullanılmaktadır. Depo yerleşimi genellikle motor - kokpit arasında bulunmaktadır. Püskürtme çubukları genellikle tek çaplı olarak kullanılmıştır. Püskürtme çubuğu malzemesi olarak genellikle alüminyum alaşımı kullanılmaktadır. Püskürtme çubuğu yerleşimi genellikle uçak

kanadının firar kenarı altıdır. Pompa olarak genellikle santrifüj pompalar kullanılmıştır. Ayrıca santrifüj pompalar WP, SP ve yapışkan sıvı formülasyonlar için uygundur. Rüzgar pervanesi pal sayıları 6-8 adet arasında değişmektedir. Rüzgar pervanesi malzemesi olarak genellikle plastik kullanılmıştır. Bu malzeme hafif ve ucuzdur. Ayrıca herhangi bir nedenle parçalansa veya bir parça kopsa bile uçağa zarar vermemektedir. Püskürtme memesi olarak genellikle diyaframlı yani otomatik subaplı teejet memeler kullanılmaktadır. Ülkemizdeki tarım uçaklarında kullanılan meme sayısı 30-98 adet arasında değişmektedir. Memeler arası uzaklıklar 12-30 cm arasında değişmektedir. Bazen sadece tek aralık kullanılırken bazen daha çok aralık kullanılmaktadır. Memelerin püskürtme çubuğu üzerine yerleşimlerinin farklılığı, uçak pervanesinin tarafından oluşan hava akımı ile ilintilidir. Meme malzemesi olarak genellikle pirinç malzeme kullanılmaktadır. Pirinç memeler kimyasal aşınmalara karşı dayanıksızdır. Bu memeler uzun süreli kullanıldığında verdi ve damla spektrumunda düzensizlikler oluşmakta ve gereğinden az veya çok materyal uygulanmasına neden olmaktadır. Püskürtme memesi olarak genellikle konik hüzmeli memeler kullanılmaktadır. Bu memeler çok yapraklı bitkilerin ilaçlanması için uygundur.

Tarımsal havacılık; işletmeci, pilot, makinist, mühendis gibi çeşitli meslek gruplarının biraraya geldiği çalışma alanlarından birisidir. Bu nedenle standardlaşma konusunda tedbirler alınmalı ve bu konu hakkında araştırmalara yer verilmelidir.

ABD, İspanya, Fransa gibi ülkelerde havadan yapılan uygulamalarda VRAT (değişken hacimli uygulama teknolojileri), GPS (küresel konumlama sistemi) gibi teknolojiler kullanılmakta ve sürüklenme en aza indirilmektedir. Ülkemizdeki tarımsal havacılık işletmeleri bu teknolojileri kullanım konusunda devlet tarafından desteklenmelidir. Bu teknolojilerle yapılan uygulamalar sonucunda çevre kirlenmeleri en aza indirgenecek ve tarımsal havacılık hakettiği yerlere ulaşacaktır.

KAYNAKLAR

AKESSON, N.B., YATES, W.E., 1974. The Use of Aircraft in Agriculture. F.A.O. Agricultural Development, Paper No:94, Rome. Italy.

ANONYMOUS, …..a. Piper Pawnee D Owner's Handbook. Piper Aircraft Corp., Lock Haven, USA, 68 p.

ANONYMOUS, ...b. Piper Pawnee Brave Piper's Profit-Producing Agricultural Aircraft. Piper Aircraft Crop. Lock Haven, USA, 39 p.

ANONYMOUS, ...c. Cessna Owner's Handbook. Cessna Aircraft Company, Kansas, U.S.A.. 120 p.

ANONYMOUS, ….d. Thrush Commander Owner's Manual. Aero Commander Division, Georgia, USA, 82 p.

ANONYMOUS, 1967. Piper Super Cub PA-18A/150 Handbook. U.S.A.

ANONYMOUS, 2004. 2004 Yılı Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.

ANONYMOUS, 2006. Agricultural Aircraft. (http://en.wikipedia.org. Erişim Tarihi: 02.01.2006)

BAYAT,A., SAĞLAM,R., ZEREN,Y., DELİGÖNÜL,F., 1991. Tarımda Pestisit Uygulama Yöntemleriyle Meydana Gelen İlaç Kayıpları ve Çevre Kirlenmesi. Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu, Boğaziçi Üniv., Çevre Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, ss:571-588.

BAYAT,A., ÜREMİŞ,İ., ULUBİLİR,A., YARPUZ,N., 1996. 2000'li Yıllara Girerken Pestisit Uygulama Yöntemlerindeki Gelişmeler. II.Ulusal Zirai Mücadele İlaçları Simpozyumu, TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Arş.Gen.Md. Koruma Kontrol Gen.Md., Ankara, ss:273-283.

BAYRAÇ,H.N., YENİLMEZ,F., 2005. Türkiye ve AB Tarım Sektörlerinin Karşılaştırılması. (http://www.e-konomistdergi.com/pdf/abtarim.pdf. Erişim Tarihi: 28.12.2005)

BOZDOĞAN, A.M., 1993. Ceyhan'da Mısır Ekilişerlerinde Uçakla Sıvı Yaprak Gübresi Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.

BOZDOĞAN, A.M., 1999. Süneye Karşı uçakla ULV İlaçlamasında Kalıntı ve Sürüklenme Sorunu Üzerine Araştırmalar Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana,71 s.

BOZDOĞAN, A., M., SAĞLAM, R., DELİGÖNÜL, F., 2004. Türkiye'de Uçakla Süne Mücadelesi Tarımsal Mekanizasyon 22. Ulusal Kongresi Aydın-Türkiye ss:185-193.

CARLTON, J.B., COWDEN,R.E., AKESSON, N.B., 1983. Nozzle Design Influence on Uniformity of Droplet Size Spectrums from Agricultural Aircraft.Transactions of the ASAE, 1633-1638.

CHLADEK, Z., 1978. Problems of Droplet Drift by Low-Volume Spraying. Trends in Airborne Equipment for Agriculture and Other Areas. Aero-Agro 78. pp:291-296. Warsaw, Poland.

DELİGÖNÜL, F., 1977. Piper Super Cub PA-18-150/95 Uçakların İşletme ve Bakım Yönergesi. Laboratuar El Kitabı:6, Ç.Ü.Ziraat Fakültesi, Adana, 25 s.

DELİGÖNÜL, F., 1984. Pamuk Ekilişlerinde Uçakla Sulandırılmış İlaçlamaya İlişkin Optimum Uygulama Koşullarının Saptanması Üzerinde Bir Araştırma. T.C.Tarım Orman ve Köyişleri Bak. Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Md., Ankara, 196 s.

DELİGÖNÜL, F., MOSER, E., 1987. Uçakla Pamuk İlaçlamasında Optimizasyon ve AU-5000 Atomizörlerinin Kullanımı Üzerine Araştırmalar. Hohenheim ve Ç.Ü. Ortak Projesi. 1. Tarımsal Havacılık Sempozyumu

DELİGÖNÜL,F., 1989. Tarımsal Havacılıkta Uçak İş Verimi ve Maliyet Hesaplama Yöntemleri. II.Tarımsal Havacılık Sempozyumu, Türk Hava Kurumu, Ankara, ss:

DELİGÖNÜL,F., SAĞLAM,R., 1989. GAP Alanlarında Tarımsal Havacılık Planlaması. II.Tarımsal Havacılık Sempozyumu, Türk Hava Kurumu, Ankara, ss:31-50.

DELİGÖNÜL, F., SAĞLAM,R.,1991. Klasik Uçak Püskürtme Düzenlerinde Meme Konum Açılarının Dağılıma Olan Etkilerinin Araştırılması 13. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, 25-27 Eylül 1991, Konya

DELİGÖNÜL, F., SAĞLAM,R.,1992. Çukurova'da Kullanılan Tarım Uçaklarındaki Püskürtme Sistemleri ve Kullanımına İlişkin Öneriler 14. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, 14-16 Ekim 1992, Samsun.

DELİGÖNÜL,F., BOZDOĞAN, A.M., ÖZDEMİR, A.T., VURSAVUŞ, K.K., ÜLKER,K., 1996. Piper Super Cub Tarım Uçağında AU-5000 Atomizör Sisteminde Damla Spektrumuna Etkili Faktörlerin Araştırılması . Ç.Ü.Z.F. 95-20 No'lu Proje Sonuç Raporu, 47 s.

DELİGÖNÜL, F., 1997. Türkiye'de Tarımsal Havacılık Uygulamaları, Araştırmaları ve Eğitimi. I. Havacılık Simpozyumu, Kayseri, Mayıs1997.

DELİGÖNÜL, F., 1998. Tarım Uçağı Kullanımı, Bazı Teknik Özellikleri ve Seçim Kriterleri. II. Havacılık Simpozyumu, Kayseri, Mayıs 1998.

DELİGÖNÜL, F., 2000. Tarımsal Havacılık. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Adana.

DELİGÖNÜL, F., ÇAVAŞ, M., BOZDOĞAN, A.M., 2003. Tarımsal Havacılıkta Uçuş Güvenliği TMMOB Makine Mühendisleri Odası II. Ulusal Uçak Havacılık ve Uzay Mühendisliği Kurultayı ss: 51-52

DOĞANYİĞİT,O., 1999. İki Farklı Tarım Uçağının Sorti Zaman Analiziyle İş Verimliliğinin Hesaplanması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

DOWNER,R.A., HALL,F.R., 1998. Chemistry and Drift Management:A Biologist's Perspective. Proceedings of the North American Conference on Pesticide Drift Management, Maine, USA. pp:187-195.

DPT, 2006. http://www.dpt.gov.tr Erişim Tarihi 02.01.2006

KARAHAN,Y., 1997. Buğday'da Yabancı Ot Mücadelesinde Damla Dağılımının Farklı Yöntemleri Kullanarak Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.

MATTHEWS, G.A., 1979. Aerial Application. Pesticide Application Methods. p:232-263, London.

ROWINSKI, R.S., 1996. The Bio-Aeronautics- Challenge for Developing Countries. Faculty of Mechanics, University of Agriculture and Technology, Olsztyn, Poland. 9 p.

SAĞLAM, R., 1992. Pamukta Uçakla Defolyant Uygulamaları Üzerine Araştırmalar Ç.Ü.Z.F. Tarım Makinaları Bölümü Doktora Tezi, Adana.

SAĞLAM,R., KARAHAN,Y., 1995. GAP Bölgesinde Süne Mücadelesi ve Tarım Uçaklarının Kullanımı. Tarımsal Mekanizasyon 16.Ulusal Kongresi, Bursa, ss: 548-556.

SAĞLAM,R., DELİGÖNÜL,F., 1997. Tarım Uçaklarında Kullanılan Püskürtme Memelerinde Aşınma ve Neden Olduğu Sorunlar. Harran Üniv., Ziraat Fakültesi Dergisi 1(3):23-32.

SHELL, 1981. A Shell Guide to the Aerial Application of Pesticides. Shell International Chemical Co. Ltd. U.K.

ZEREN,Y., 1991. Pesticide Application Methods. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Adana (Basılmamış Lisansüstü ders notları).

ZEREN,Y., BAYAT,A., 1995. Tarımsal Savaş Mekanizasyonu. Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:108. Ders Kitapları Yayın No:27. Adana, 351 s.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Milas'ta doğdum. İlköğrenimimi Söke Çeltikçi İlkokulu'nda, ortaöğrenimimi Söke Hilmi Fırat Anadolu Lisesi'nde lise öğrenimimi Isparta Şarkikaraağaç Veteriner Sağlık Meslek Lisesi'nde, lisans öğrenimimi 2003 yılında Çukurova Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü'nde tamamladım.

1998-2004 yılları arasında Zonguldak Çaycuma İlçe Tarım Müdürlüğü'nde veteriner sağlık teknisyeni olarak görev yaptım. Halen 2004 yılından itibaren Zonguldak Çaycuma İlçe Tarım Müdürlüğü'nde İlçe Tarım Müdürü olarak görev yapmaktayım. Evli ve 1 çocuk babasıyım.