

**YENİ TİP PÜSKÜRTME MEMELERİNDE
YÜKSEKLİK VE BASINCIN
HACİMSEL PÜSKÜRTME DAĞILIMINA
ETKİLERİ**

Cansu ÖZTÜRK

**Yüksek Lisans Tezi
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. İlker Hüseyin
ÇELEN
2017**

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YENİ TİP PÜSKÜRTME MEMELERİNDE YÜKSEKLİK VE BASINCIN
HACİMSEL PÜSKÜRTME DAĞILIMINA ETKİLERİ

Cansu ÖZTÜRK

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Doç. Dr. İlker Hüseyin ÇELEN

TEKİRDAĞ-2017

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. İlker Hüseyin ÇELEN danışmanlığında, Cansu ÖZTÜRK tarafından hazırlanan “Yeni Tip Püskürtme Memelerinde Yükseklik ve Basıncın Hacimsel Püskürtme Dağılımına Etkileri” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. Türkan AKTAŞ

İmza :

Üye : Doç. Dr. İlker Hüseyin ÇELEN

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hüseyin DURAN

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YENİ TİP PÜSKÜRTME MEMELERİNDE YÜKSEKLİK VE BASINCIN HACİMSSEL PÜSKÜRTME DAĞILIMINA ETKİLERİ

Cansu ÖZTÜRK

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. İlker Hüseyin ÇELEN

Bu çalışmada pestisit sürüklenmesi problemini çözmek amacıyla yeni tip üretilen püskürtme memelerinden alınan örnekler (IDK 120 02; IDK 120 03; IDK 120 04; TEEJET 110 04 VP; TTJ 60 03) kullanılarak, püskürtme memesi tipi, yükseklik ve basıncının hacimsel püskürtme dağılımına etkileri incelenmiştir. Bir statik püskürtme memesi test düzeneği kullanılarak farklı yükseklikler (40-50-60 cm) ve farklı püskürtme basınçlarında (1-3-5 bar) ayrı ayrı püskürtme sıvısı dağılımları tespit edilmiş, istatistiksel açıdan da değerlendirilerek sonuçlar bu çalışmada sunulmuştur. Püskürtme dağılımları incelendiğinde genel olarak paternatör merkezindeki tüplerde püskürtme sıvısı miktarı yüksek olmuştur. Kenarlara doğru ise azalmıştır. Paternatör üzerinde basınçlar sabit kalmak suretiyle ilaç uygulama yükseklikleri değiştirildiğinde merkezdeki sıvı miktarlarında azalmalar tespit edilmiştir. Kenarlara doğru gidildiğinde ise tüplerdeki püskürtme sıvısı miktarları artış göstermiştir. Buna bağlı olarak kenarlarda ıslatma alanı genişlemiştir. Sabit yükseklikte farklı basınçlar uygulandığında ise meme verdisi arttığından dolayı tüplerdeki püskürtme sıvısı artış göstermiştir. Artan basınç merkezde ve kenarlardaki tüplerdeki sıvı miktarını arttırmıştır. Kenarlara doğru ıslatma alanında artışlar saptanmıştır.

Anahtar kelimeler : İlaç sürüklenmesi, Püskürtme memesi, Basınç, Yükseklik, Püskürtme dağılımı, Paternatör

2017, 48 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

EFFECTS OF THE PRESSURE AND HEIGHT IN NEW TYPE SPRAY NOZZLES ON THE VOLUMETRIC SPRAY DISTRIBUTION

Cansu ÖZTÜRK

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Biosystem Engineering Main Science Division

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. İlker Hüseyin ÇELEN

In this study, the effects of spray nozzle type, height, and pressure on the volumetric spray distribution were investigated using samples from newly manufactured spray nozzles (IDK 120 02; IDK 120 03; IDK 120 04; TEEJET 110 04 VP; TTJ 60 03) to solve the drift problem. By using a static spray nozzle test system, individual sprinkling liquid distributions were determined at different heights (40-50-60 cm) and at different spray pressures (1-3-5 bar), and the results were represented in this study. When the spray distributions were examined, the amount of spraying fluid in the tubes at the center of the patternator was generally high. If it is towards the edges, it is decreased. When the pressures remained the same on the patternator, the amounts of liquid in the center decreased when the heights were changed. The amount of spray liquor in the tubes increased when they went to the edges. As a result, the wetting area has expanded. When different pressures were applied at constant altitude, the spray fluid in the tubes increased because of the increased breast pressure. Increased pressure has increased the amount of fluid in the center and in the tubes on the sides. Increases in the area of soaking towards the edges have been detected.

Key words : Drift, Spray nozzle, Pressure, Height, Spray distribution, Patternator

2017, 48 pages

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL DİZİNİ	v
ÇİZELGE DİZİNİ	vi
KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Pülverizatörlerde püskürtme memeleri.....	3
2. KAYNAK ÖZETLERİ	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM	18
3.1. Materyal.....	18
3.1.1. IDK 12002.....	18
3.1.2. IDK 12003.....	19
3.1.3. IDK 12004.....	20
3.1.4. TEEJET 11004VP.....	21
3.1.5. TTJ 6003.....	22
3.2. Paternatörde yapılan ölçümler.....	23
3.3. Yöntem.....	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	26
4.1. IDK12002 püskürtme memesine ilişkin ölçüm sonuçları	26
4.1.1. Yükseklik değişimi etkisi	26
4.1.2. Basınç değişimi etkisi	27
4.2. IDK12003 püskürtme memesine ilişkin ölçüm sonuçları	29
4.2.1. Yükseklik değişimi etkisi.....	29
4.2.2. Basınç değişimi etkisi.....	31
4.3. IDK12004 püskürtme memesine ilişkin ölçüm sonuçları	32
4.3.1. Yükseklik değişimi etkisi.....	32
4.3.2. Basınç değişimi etkisi.....	34
4.4. TEEJET 11004 VP püskürtme memesine ilişkin ölçüm sonuçları.....	35
4.4.1. Yükseklik değişimi etkisi.....	35
4.4.2. Basınç değişimi etkisi.....	37
4.5. TEEJET TTJ 6003 püskürtme memesine ilişkin ölçüm sonuçları.....	38

4.5.1. Yükseklik değişimi etkisi	38
4.5.2. Basınç değişimi etkisi	40
4.6. İstatiksel analiz.....	41
5. SONUÇ.....	45
6. KAYNAKLAR.....	46
ÖZGEÇMİŞ.....	48

ŞEKİL DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Lechler IDK 12002 hava enjektörlü püskürtme memesi	19
Şekil 3.2. Lechler IDK 12003 hava enjektörlü püskürtme memesi	20
Şekil 3.3. Lechler IDK 12004 hava enjektörlü püskürtme memesi	21
Şekil 3.4. TTJET 11004 VP püskürtme memesi	22
Şekil 3.5. TTJET TTJ 6003 püskürtme memesi	22
Şekil 3.6. TTJET TTJ 6003 memesi püskürtme gösterimi	23
Şekil 3.7. Paternatör sistemi	24
Şekil 4.1. IDK 12002 püskürtme memesine ilişkin farklı yüksekliklerde (40-50-60 cm) ve farklı basınçlarda tespit edilen püskürtme miktarları.....	27
Şekil 4.2. IDK 12002 püskürtme memesi için 1-3-5 bar püskürtme basınçlarında farklı yükseklikler (40-50-60 cm) için püskürtme dağılımı	28
Şekil 4.3. IDK 12003 püskürtme memesine ilişkin farklı yüksekliklerde (40-50-60 cm) ve farklı basınçlarda tespit edilen püskürtme miktarları.....	30
Şekil 4.4. IDK 12003 püskürtme memesi için 1-3-5 bar basınçlarında farklı yükseklikler için (40-50-60 cm) püskürtme dağılımı	31
Şekil 4.5. IDK 12004 püskürtme memesine ilişkin farklı yüksekliklerde (40-50-60 cm) ve farklı basınçlarda tespit edilen püskürtme miktarları.....	33
Şekil 4.6. IDK 12004 püskürtme memesi için 1-3-5 bar basınçlarında farklı yükseklikler (40-50-60 cm) için püskürtme dağılımı.....	35
Şekil 4.7. TEEJET 11004 VP püskürtme memesine ilişkin farklı yüksekliklerde (40-50-60 cm) ve farklı basınçlarda tespit edilen püskürtme miktarları	36
Şekil 4.8. TEEJET 11004 VP püskürtme memesi için 1-3-5 bar basınçlarında farklı yükseklikler (40-50-60 cm) için püskürtme dağılımı.	38
Şekil 4.9. TEEJET TTJ 6003 püskürtme memesine ilişkin farklı yüksekliklerde (40-50-60 cm) ve farklı basınçlarda tespit edilen püskürtme miktarları	39
Şekil 4.10. TEEJET TTJ 6003 püskürtme memesi için 1-3-5 bar basınçlarında farklı yükseklikler (40-50-60 cm) için püskürtme dağılımı	41
Şekil 4.11. Denemelere ilişkin Anderson- Darling normallik testine göre Varyasyon Analizi	41

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Lechler firmasının IDK 12002 hava enjektörlü püskürtme memesi verileri.....	19
Çizelge 3.2. Lechler firmasının IDK 12003 hava enjektörlü püskürtme memesi verileri.....	20
Çizelge 3.3. Lechler firmasının IDK 12004 hava enjektörlü püskürtme memesi verileri.....	21
Çizelge 3.4. Teejet firmasının 11004 VP püskürtme memesi verileri.....	22
Çizelge 3.5. Teejet firmasının 11004 VP püskürtme memesi verileri.....	23
Çizelge 4.1. Meme tipi, yükseklik, basınç ilişkisi, Varyasyon Analizi... ..	42
Çizelge 4.2. Meme tipine göre püskürtme dağılımı Varyasyon Analizi	43
Çizelge 4.3. Farklı püskürtme yüksekliklerine (40-50-60 cm) göre püskürtme dağılımı Varyasyon Analizi	43
Çizelge 4.4. Farklı püskürtme basınçlarının (1-3-5 bar) göre püskürtme dağılımı Varyasyon Analizi... ..	44

KISALTMALAR

Adj SS	: Varyans kareler toplamı
Adj MS	: Varyans kareler ortalaması
F	: İstatistik
MS	: Ortalamanın karesi
n	: Örnek sayısı
P	: Olasılık
StDev	: Standart sapma

1. GİRİŞ

Günümüzde, tarımsal mekanizasyon, diğer tarım uygulamalarının etkinliğini arttırmak, ekonomikliği sağlamak ve çalışma koşullarını iyileştirmek yönünden tamamlayıcı bir girdidir. Ülke tarımının halkı besleyici seviyeye gelmesi, sağlanan üretim fazlalıklarının değerlendirilebilmesine, ürün çeşidinin arttırılmasına, teknolojideki gelişimlerin tarımda kullanılmasına bağlıdır. Bu gelişme atılımlarında, tarım sektöründe, birim alandan elde edilen verimi nitelik ve nicelik yönünden arttırmak, tarımsal potansiyeli etkin bir şekilde kullanabilmek asıl amaç olmalıdır. Birim alandan alınan ürünü arttırmada en önemli yeri, hastalık ve zararlılarla savaşım alır. Tarımsal ilaçlardan beklenen faydayı elde etmek için ilacın, bitkinin uygun yerlerine etkili dozlarda homojen dağıtılması yanında, bu işlemlerin en az çevre kirlenmesi ve ekonomik şekilde uygulanması gerekir.

Pülverizatörlerle yapılan tarımsal savaşımında en önemli noktalardan biri pülverizasyonun istenilen değerler içerisinde gerçekleşip gerçekleşmediğinin saptanmasıdır. Bunun için kullanılan aletin pülverizasyon karakteristiklerini ve bu karakteristiklere etkili faktörlerin iyi bir şekilde saptanması gereklidir. Kimyasal uygulamalarda, bitki ve iklim koşulları, ilaç normu, ilaçlama zamanı, damla çapı büyüklüğü, karışımın formulasyonu ve yüzey kaplama oranı etkilidir (Çelen ve ark., 2007).

Bitki koruma ilaçları bilinçli olarak kullanıldığında ancak beklenen fayda sağlanabilmektedir. Gelişigüzel kullanıldığında ise beklenen fayda sağlanamamakta, ekosistem içerisindeki doğal denge bozulmakta, insan sağlığı tehlikeye sokulmakta ve ürün maliyetleri artmaktadır. Pestisitlerin bitkiye uygulanması sırasında oluşan pestisit kayıpları oldukça fazladır. Araştırmalar sonucunda çeşitli makinelerle uygulanan pestisitlerin ancak %20-25 inin bitki üzerine ulaştığı, diğer kısımlarının ise ya tarla yüzeyine ya da tarla dışına sürüklendiği belirlenmiştir.

Günümüzde aşırı nüfus artışına karşın üretim artışının sınırlı kalması, doğal kaynakların giderek azalması ve tarım alanlarının sınırlı oluşu özellikle geri kalmış ve gelişmekte olan ülkelerde açlık sorununu da beraberinde getirmektedir. Tarıma elverişli alanların erozyon, yeni yerleşim yerlerinin kurulması ve yeni yollar açılması gibi nedenlerle

önemli oranda azaldığı bilinen bir gerçektir. Dolayısıyla birim alandan daha fazla ürün almak mevcut tarım alanlarının verimli olarak kullanılmasına bağlıdır.

Tarımsal üretimde birim alandan alınan ürün miktarını artırmak ve ürün kalitesini yükseltmek için makina, gübre, enerji ve su gibi temel üretim girdilerinin kullanımı yanında kültür bitkilerinin gelişimlerini sınırlandıran hastalık, zararlı ve yabancı ot gibi etmenlerle mücadele çok önemli bir yer tutmaktadır (Çelik 2000, Çilingir ve Dursun 2002).

Dünya genelinde toplam %35'lik kayıp içerisinde zararlılar %13.8, hastalıklar %11.6 ve yabancı otlar %9.5'lik paya sahiptirler (Çilingir ve Dursun 2002). Bu kayıpların en aza indirgenmesi amacıyla yapılan tarımsal mücadele uygulamaları; kimyasal mücadele, biyolojik ve biyoteknik mücadele, fiziksel ve mekanik mücadele, kültürel önlemler, tahmin ve erken uyarı sistemleri, karantina ve sertifikasyon önlemlerini kapsamaktadır. Ancak, hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadelede gerek uygulama kolaylığı ve gerekse etkisinin kısa zamanda görülmesi nedeniyle kimyasal mücadele yöntemi diğerlerine tercih edilmektedir (Matthews 1979, Yağcıoğlu 1993).

Hastalık, zararlı ve yabancı otların neden olduğu ürün kayıplarının önlenmesinde tarım ilaçları çok önemli bir yere sahiptir. Ancak kimyasal mücadelede kullanılan tarım ilaçlarının insan sağlığı, çevre ve doğal dengeyi olumsuz yönde etkilemesi ve artan üretim maliyetleri nedeniyle hassas, dikkatli ve en az ilaç kaybına neden olacak şekilde uygulanması gerekmektedir (Ergül ve Dursun 2004). Bu amaçların gerçekleştirilebilmesi, tüm ürünleri kapsayan bir üretim planlaması yapılması ve çiftçilerin bilinçlendirilmesi ile yakından ilişkilidir (Kan ve Gün 2000).

Kimyasal mücadelede ilaçlama maliyetlerini azaltırken ilaçlama etkinliğini artırmak, büyük ölçüde amaca uygun pülverizatör ve ilaçlama yöntemi seçimine bağlı olmaktadır. İlaçlama uygulamalarında hedef bölgede tutunan ilaç miktarı bitki, çevre, ilaçlama ünitesi ve pestisit formülasyonu arasındaki etkileşime bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Özellikle, bazı zararlı ve hastalık etmenleri ile mücadelede ilacın yaprak altına ulaştırılması önem arz etmektedir. İlaçlama üniteleri, bitki yüzeylerindeki ilaç tutunması ve yüzey kaplamaya doğrudan etki etmektedir. Bu nedenle, bitki yüzeylerinde optimum kaplamayı sağlayacak ilaçlama ünitesinin seçilmesi önem taşımaktadır (Sumner ve Herzog 2000).

Kimyasal mücadelenin başarısı, ilaçlama ekipmanını oluşturan bütün elemanların görevini tam olarak yerine getirmeleriyle yakından ilişkilidir. Ancak, ilaçlama tekniğinin büyük ölçüde memeler tarafından oluşturulan pülverizasyonun kalitesine bağlı olması memelerinin hastalık, zararlı ve yabancı ot mücadelesinde oldukça önemli bir yere sahip olmasına neden olmaktadır (Ozkan ve ark.1992).

1.1. Pülverizatörlerde Püskürtme Memeleri

Pülverizasyonda ilaç sürüklenmesini en aza indirmek, damla büyüklüğü ve homojen dağılımı sağlamak uygulamada başarıyı getirir. Sıvı haldeki bitki koruma ilaçlarını geniş tarım alanlarına dağıtabilmek için ilacı küçük damlalar halinde parçalayarak belirli hızda hedefe doğru yönlendirmek gereklidir. İlaçlama makinelerinde ilaçlama sıvısının püskürtüldüğü son nokta püskürtme memeleridir. Bunlar bir pülverizatörün en önemli parçalarıdır. İlaçlama uygulaması yapılırken, depoda bulunan karışım pompa tarafından hareket ettirilerek püskürtme memeleri tarafından hedef yüzeye püskürtülür. Püskürtme memeleri debinin kontrolü, kalıntı dağılımının düzgünlüğü ve uygulamanın başarısı açısından önemli bir elemandır. Püskürtme memelerinin görevi, ilacı olabildiğince aynı büyüklükte damlalar halinde hedef yüzeylerde düzgün dağılım oluşacak şekilde uygulamaktır. Debi, püskürtme açısı, basınç ve püskürtme memesi tipi ise damlanın oluşmasında etkilidir. Çok farklı debi, açı ve hüzmeye sahip olan püskürtme memeleri farklı renk kodları ile sınıflandırılmıştır.

Püskürtme meme delik çapı, uygulama basıncı ve tasarım özellikleri ayrıca damla büyüklüğü ve dağılımını da etkilemektedir. Meme performansına etkili bir başka faktör hüzmeye şekli ve açısıdır. Püskürtme açıları genellikle 65°, 80°, 110°, 120° veya 130° olmaktadır.

Püskürtme memesinin ucu, pülverizatörün en küçük ama en önemli bir parçasıdır. Püskürtme hacmini, konik ya da yelpaze hüzmeyi oluşturulmasında ve sıvının damlalar haline dönüşmesinde etkilidir. Herhangi bir pestisit uygulamasında püskürtme memesinin seçiminin ve uygulamasının doğru yapılması başarı için oldukça önemlidir. Püskürtme memelerinde püskürtme sıvısı basınç altında küçük bir delikten (orifisten) geçmeye zorlanmaktadır. Basınç, sıvının püskürtme ile ince bir levha şekline dönüşmesini sağlayan enerjidir. Basınç arttıkça damla çapı küçülmekte, hüzmeye açısı artmakta ve püskürtülen sıvı miktarı da artmaktadır. İdeal olarak püskürtme memesinde basınç sabit olmalıdır. Herbisit uygulamalarında 2-3 bar, insektisit ve fungusit uygulamalarında ise 4-5 bar önerilmektedir.

Bir memenin debisini arttırmak için basınç yükseltilmemeli, yüksek debi sağlayan geniş orifise sahip meme ucu ile değiştirilmelidir. Basınç arttıkça damla boyutu da değişeceğinden istenilen damla çapı değeri elde edilemez.

Birçok püskürtme memesi ile genellikle yüzeyden 50 cm yükseklikten püskürtme yapılmaktadır. Bu sayede hüzmelerin formunun oluşmasına ve ıslatma alanı içerisinde damlacıkların oluşumuna izin verilmektedir. Islatma alanının genişliği püskürtme açısına bağlı olarak değişmektedir. Islatma genişliği teorik ıslatma genişliğinde daha küçüktür. Yüzeğe yakın bir püskürtme memesi dar bir ıslatma alanı oluşturmaktadır. Eğer yüzeyden yükseklik 50 cm üzerine çıkarsa ıslatma alanı genişliği artar gibi görünse de yerçekimi etkisiyle damlaların dağılımı etkilenmektedir. Bazı küçük damlalar rüzgar etkisiyle sürüklenmektedir.

İlaç penetrasyonunu artırmak ve sürüklenmeyi minimize etmek için kaba yapılı damlalar üreten hava emişli hidrolik memeler, damlaları hava akımıyla hedefe taşıyan fanlı üniteler ve hedef yüzeyde tutunmayı arttırmak için elektrostatik yüklemeli üniteler tasarlanmıştır.

Son yıllarda imalatçılar çok başlıklı püskürtme memeleri üretmektedirler. Bu şekilde farklı ilaç normları ile kullanma kolaylığı sağlanmaktadır. Bun üzerine 2'li, 3'lü, 4'lü, 5'li püskürtme memeleri olduğu gibi, farklı tip püskürtme meme ucu da takılabilmektedir. Ekim öncesi toprağın total öldürücülerle ilaçlanması, çıkış öncesi herbisit uygulaması, çıkış sonrası sistemik herbisit, insektisit ve fungusit uygulamaları kolayca yapılabilmektedir. Sıvı gübre ve bant uygulamaları birlikte yapılabilmektedir.

Püskürtme memelerinin tanınması için etiketlerine önemli bilgiler yazılmaktadır. Bu bilgiler debi, hüzmeye açısı, meme tipi, malzeme vb. olabilmektedir. Püskürtme memesi imalatçıları teknik özellikleri belirlemek için çeşitli kodlama sistemleri geliştirmişlerdir. Ayrıca bazı firmalar kendi markalarını da eklemektedir. ALBUZ firması API 9002 mavi kodlu meme yelpaze hüzmeli meme olup, API alüminyum hamuru malzemeyi, 90 püskürtme açısını, 02 galon biriminde 3 bar basınç altında debi değerini ifade etmektedir. LECHLER firması LU 110 06 SS sarı kodlu yelpaze hüzmeli püskürtme memesi olup, LU LECHLER firmasını, 110 püskürtme açısını, 06 galon biriminden debiyi, SS paslanmaz çelik malzemeyi ifade etmektedir.

Genel olarak püskürtme memeleri çalışma enerjileri dikkate alınarak aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır;

- Basınç enerjisi ile çalıştırılan püskürtme memeleri (Hidrolik püskürtme memeleri)
 - Yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri
 - Konik hüzmeli püskürtme memeleri
- Kinetik enerji ile çalıştırılan püskürtme memeleri
 - Döner kafesli püskürtme memeleri
 - Döner fırçalı püskürtme memeleri
 - Döner diskli püskürtme memeleri
- Gaz enerjisi ile çalıştırılan (pnömatik) püskürtme memeleri
 - Düşük hava hızlı püskürtme memeleri
 - Yüksek hava hızlı püskürtme memeleri
- Isı enerjisi ile çalıştırılan püskürtme memeleri
- Elektrostatik ve elektrodinamik enerji ile çalıştırılan püskürtme memeleri

Püskürtme memesi seçimi damla büyüklüğü ve uygulamanın başarısını etkilemektedir. İlaç sürüklenmesi miktarı, hedef yüzeyde gerçekleşen yüzey kaplama, uygulamanın homojenliği ve birim alana gerekli püskürtme miktarının belirlenmesinde, püskürtme memeleri önemli faktörlerden birisidir. Püskürtme memeleri damlaları hedefe doğru istenilen hüzmeye formunda püskürtmektedirler. Belirtilen basınç, ilerleme hızı ve meme aralığı, püskürtülecek sıvı miktarını belirlemektedirler. Büyük damla üreten püskürtme memesi ile ilaç sürüklenmesi minimize edilebilmektedir. Genel olarak püskürtme verdisi, uygulama basıncı, hüzmeye deseni ve açısı, püskürtülen sıvı ve pülverizasyon kalitesi kullanılacak meme yapım malzemesi seçilirken bilinmesi gereken faktörlerdir.

Farklı araştırmacılar farklı püskürtme memesi seçiminde kriterleri belirlemişlerdir.

Genel olarak bakıldığında; vejetasyon için nüfus yeteneği, sürüklenme, püskürtme memesi yüksekliği değişiminden etkilenme, tıkanmaya duyarlılık, çıkış öncesi veya sonrası herbisit uygulama başarısı, bitkisiz topraktaki dağılım düzgünlüğü, anıza ekim için yabancı ot mücadelesine uygunluk, fungusit ve insektisit uygulama başarısı gibi faktörler bunlardan bazılarıdır. Fungusit ve insektisite uygun en iyi püskürtme memesi tipi olarak konik hüzmeli püskürtme memeleri önerilirken, bitkisiz topraklara yapılan uygulamalarda yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri önerilmektedir.

Yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri daha çok tüm alan (broadcast) pülverizasyonlarda özellikle herbisit uygulamalarında tercih edilmektedir. Hüzme yelpaze şeklindedir. Pülverizasyon sırasında hüzme kenarlara doğru incelmektedir. Yapılan araştırmalar kenarlarda sıvı miktarının azaldığını, hüzmanın merkezinde ise püskürtülen sıvı miktarının daha fazla olduğunu göstermiştir. Bu tip memelerde genellikle 1-3 bar basınç ve 50 cm bum yüksekliği tercih edilmektedir. Düşük basınçlarda damla çapı büyümekte ve ilaç sürüklenmesi artmaktadır. Son zamanlarda püskürtme memesi üreticileri yelpaze hüzmeli püskürtme memelerini yelpaze hüzmeli memeleri düşük ilaç sürüklenmesi özelliklerine göre imal etmektedirler. Yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri de kendi arasında;

- Standart yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri,
- Off- set yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri,
- Çift çıkışlı (double outlet) yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri,
- Deflektörlü (çarpmalı) yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri,
- Düşük basınçlı (low- pressure) yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri,
- Ön orifisli (pre- orifice) yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri
- Düz akışlı püskürtmeli (even spray) yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri olarak gruplandırılmaktadır.

Standart yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri elips şeklinde orifise sahip en yaygın kullanılan püskürtme memeleridir. 2- 4 bar basınç aralıklarında kullanılmaktadırlar. Püskürtme sıvısı meme merkezinden geçerek kenarlarda daha ince olacak şekilde püskürür. Yanyana dizilen püskürtme memeleri homojen püskürtme dağılımını oluşturmak için kolayca üst üste gelebilir. Traktöre asılır ya da kendi yürür pülverizatörlerde bu tip püskürtme memeleri bum boyunca yerleştirilirler. Toprak yüzeyine yapılan uygulamalar gibi düz alanlara yapılan uygulamalarda bu tip püskürtme memeleri tercih edilir.

Off- set yelpaze hüzmeli püskürtme memelerinde orifis sadece bir yöne püskürtme yapacak şekilde ayarlanmıştır. Bu tip yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri ile yol kenarlarına püskürtme yapılmaktadır. Fakat diğer tipler kadar yaygın kullanılmamaktadırlar.

Turbo olarak anılan ön orifisli yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri büyük damlalar oluştururlar. İç kısımda bir adet türbülans odası yer almaktadır. Püskürtme dağılımı iyidir. %50-60 örtme (kaplama oranı) sağlanmaktadır. Geniş açılarda konik kenarlar oluşturmaktadırlar. 1-6 bar aralıklarında çalışmaktadırlar. Plastik malzemeden yapılan turbo püskürtme memelerinin aşınmaya karşı dirençleri yüksektir.

Ön orifisli yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri, hidrolik püskürtme memeleri tarafından üretilen küçük çaplı damlaların yoğun olduğu durumlarda, büyük damlalar üreterek bu oranı azaltmakta ilaç sürüklenme riskini ortadan kaldırmaktadır. Püskürtme memesinde elips şeklindeki son çıkıştan önce yer alan ön orifis, basınçta düşme ve standart yelpaze hüzmeli püskürtme memelerine göre daha geniş ortalama damla büyüklüğü sağlamaktadır. Bu tip yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri ilaç sürüklenme riski olan düşük (less drift) püskürtme memeleri olarak yer almaktadır. Fakat bazı pestisitler için bu damlalar dezavantaj olabilmektedir.

Farklı tip turbo püskürtme memeleri ile karşılaşılabilmektedir. Ön ve arkaya püskürtme yapabilen turbo püskürtme memeleri yeni teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu püskürtme memeleri çeşitli hüzmeye açılarında püskürtme yapabilmektedir. 15° öne ve arkaya püskürtme yapabilen geniş açılı turbo yelpaze hüzmeli püskürtme memeleridir.

Turbo Drop püskürtme memeleri, klasik püskürtme memelerine göre daha yüksek basınç üretebilen, belirgin ilaçlama uygulamalarına uygun püskürtme memeleridir. 4-5 bar basınçlarda üretilen damlacıklar hava ile dolu olup bitki yüzeyine çarparak köprü görüntüsü oluşturmaktadırlar. Bu nedendir ki birim alana atılan ilaç miktarı azalmaktadır. Bunların çift hava girişli tipleri de mevcuttur. Turbo Drop püskürtme memelerinin yapısı sebebiyle tıkanma riski azdır.

Çift çıkışlı yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri, iki orifise sahiptir. TT kodu Turbo Twinjet olarak da anılmaktadır. Genellikle püskürtme açısı, 2 bar uygulama basıncı 50 cm meme aralığının olduğu koşullarda ve yerden 50 cm yükseklikte, 110° tercih edilmektedir.

Orifislerden birisi 30° ya da 60° açıyla arkaya doğru püskürtme yapmaktadır. Penetrasyonun ve yüzey kaplamanın iyi olması gereken uygulamalarda bu meme tipi tercih edilmelidir. Aynı hacimde yapılan uygulamalarda tek orifizli yelpaze hüzmeli püskürtme memelerine göre aha homojen püskürtme yapmaktadırlar. Bazı hacimlerde, çapraz ıslatmasına bağlı olarak dağılımı daha iyi olduğundan, konik hüzmeli püskürtme memelerine alternatif olarak kullanılabilirler. Fakat orifislerin dar olması tıkanmaya sebep olabilmektedir. Daha çok çıkış sonrası yapılan herbisit uygulamalarında kullanılmaktadır.

Çok çıkışlı püskürtme memeleri kaba pülverizasyon yapmaktadırlar. Daha çok azotlu sıvı gübreleme uygulamalarında sıvı gübre atarken kullanılmaktadırlar. Sıvının parçalanması azdır ve uygulama basıncı düşüktür. Birim alana atılacak sıvı miktarı basınç ve bilezikli meme gövdesi arasında yer alan değiştirilebilir meme plakaları ile yapılmaktadır.

Düz akışlı püskürtmeli yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri, tüm alanın ilaçlanmasına gerek olmadığı zamanlarda önerilmektedir. Bu tip uygulamada püskürtme bir band boyunca yapılmaktadır. Sıraya ekim yapılan alanlarda banda herbisit uygulamalarında özellikle kullanılması tercih edilmektedir. Genelde aynı basınçta ve debide yapılan uygulamalarda standart yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri ile karşılaştırıldığında damla çapı büyüklükleri daha küçüktür.

Yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri XR kodu ile tanımlanmaktadır. Bu tip yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri 1-4 bar basınçta çalışmaktadır. Püskürtme açıları 80° ve 110° dir. Yüksek basınçlı uygulamalarda yüzey kaplama çok iyi olmaktadır. Düşük basınçlı uygulamalarda ise ilaç sürüklenmesi riski azalmaktadır. Püskürtme debisi değiştirildiği durumlarda püskürtme açısı sabit kaldığı için otomatik kontrollü sistemlerde kullanımı uygundur. 80° XR püskürtme memeleri daha çok paslanmaz çelik, seramik ve polimer malzemelerden üretilirken 110° XR püskürtme memeleri pirinç malzemelerden üretilmektedir. 2 bar basınçta yapılan uygulamalarda 50 cm meme aralığında 80° XR püskürtme memeleri 75 cm yüksekliğe yerleştirilirken 110° XR püskürtme memeleri 50 cm yüksekliğe yerleştirilmektedir.

Uygulamada çok farklı püskürtme memeleri mevcuttur. Birçok araştırmada özellikle ilaç sürüklenmesini önlemek için yeni tasarımlar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Hüzmenin genişletilmesi (XR, Turbo) ile başlayan bu çalışmalarını püskürtme memesi içerisindeki odanın

tasarımları (hava girişli, hava girişli XR, Guardian) ve ventüre tasarımları (hava girişli, düşük ilaç sürüklenmeli, Turbo drop, iki orifisli) izlemektedir. Genel olarak bu tip püskürtme memelerini ince pülverizasyondan kaba pülverizasyona doğru XR, Turbo, İki orifisli, Hava girişli XR, Hava girişli, Hava girişli turbo püskürtme memeleri olarak sıralayabiliriz.

İlaç sürüklenmesi çevresel koşullar ve uygulama özelliklerinden etkilenmektedirler. Damlacık boyutu, rüzgar hızı ve iklimsel şartlar, kullanılan aletler ve yöntemler, hedef Alana gönderilebilecek ilaç damlacıklarının tanımlanmasında belirleyici faktörlerdir. Bu faktörler üzerinde yapılacak oynamalarla hedef alana maksimum verimle ilaç gönderilmesi sağlanabilir. İlaç sürüklenmesini etkileyen temel faktörler:

- Uygulanan ilacın buharlaşma ve viskozite gibi karakteristik özellikleri
- Rüzgar hızı ve yönü
- Damlacık boyutu
- Meme tipi
- Bum yüksekliği
- Meme aralığı
- İlaçlamayı kontrol eden operatörün dikkat ve yeteneği gibi faktörlerdir.

İlaç sürüklenmesini azaltmak amacıyla üretilen püskürtme memeleri aynı özellikte püskürtme memelerine göre daha büyük damla üretmektedirler. Spraying Systems (SS), Lurmark (LU), Lechler (LE) ve Hardi (HA) gibi firmalar geliştirdikleri ilaç sürüklenmesini azaltıcı püskürtme memelerini standart püskürtme memeleri yerine kullanılmasını önermektedirler. Bunlara örnek olarak yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri için XR (SS), LU (LE), VP (LU); ön orifisliler için DG (SS), AD (LE), Low-Drift (LU), LD (HA); Hava emişli püskürtme memeleri için AL (SS), ID ve IDK (SS), Drift- BETA (LU), İNJET (HA); ofcenter AIUB (SS), IS (LE) ve içi boş konik hüzmeli memeler için ITR (LE) verilebilir. Değişken oranlı uygulamalar arttıkça burada kullanılacak püskürtme memesi teknolojisi de gelişme göstermektedir. Bu uygulamalarda kullanılan yeni teknoloji değişken oranlı püskürtme memeleridir. Bunlar turbo olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir yay aracılığıyla basınç değerleri ayarlanabilmektedir. Debinin 4 kat değişmesinden etkilenmemektedirler.

İlaç sürüklenmesini azaltan yöntemler içerisinde elektrostatik ve elektrodinamik enerji ile çalışan püskürtme memelerinin kullanımı da yer almaktadır. Yüzey kaplama kalitesi

yüksektir. Uygulamalarda bitki kökleriyle toprağa bağlı olduğundan yüksüzdür ve damlaya karşı zıt yük oluşturmaya çalışmaktadır. Bu zıt yük bitkiden toprağa bir miktar elektron akışıyla ortaya çıkmaktadır. Böylece damla bitki üzerindeki zıt yükler tarafından çekilmekte ve çökelmektedir. Farklı tip elektrostatik yükleme yöntemleri uygulanmaktadır. Korona yükleme, Kontak yükleme, İndüksiyon yükleme teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Tarımda indüksiyon yöntemi daha uygundur. Özellikle iletkenliği yüksek su ile ilaçlar seyreltilerek uygulamalar yapılmaktadır. Yağ esanslı ilaçlarda başarı daha yüksektir.

Son yıllarda 5 parmak püskürtme sistemi adı verilen; yapraklanmanın yoğun olduğu bitkilerde penetrasyonu iyileştiren bir hava akımlı püskürtme memesi tipi araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Bu sistem geleneksel hidrolik memelere oranla uygulama başarısını önemli ölçüde arttırmıştır.

Püskürtme memesi seçerken aşağıda belirtilen faktörler bilinmelidir:

- Uygulama şartları,
- İlaç sürüklenme riski,
- Uygulamanın yapılacağı bitki ve hedef yüzey ya da zararlının türü,
- Püskürtülecek pestisit formülasyonu,
- Birim alana atılacak ilaç miktarı,
- İlerleme hızı,
- Püskürtme memeleri arasındaki mesafe,
- Bir püskürtme memesinin ıslatma genişliği,
- Uygulama basıncı,
- Bir memeden atılacak dakikadaki ilaç miktarı.

Püskürtme memesi imalatçıları tarafından belirtilen kataloglardan bu verilere uygun püskürtme memesi seçilmelidir.

Bum üzerindeki memelerin yerden yükseklikleri ve aralarındaki mesafeler ilaçlamanın başarısında önemlidir. Püskürtme memeleri yerleştirilirken gerek yükseklikleri gerekse aralarındaki mesafe, hüzmeler arasında geçişe sebep olan örtme payını değiştirmektedir. Bumda meydana gelen yatay ya da düşey hareketler, bumun yerden yüksekliğinin uygunluğunun kontrolü gerekmektedir. Aksi takdirde bazı alanlara fazla ilaç atılırken bazı

alanlara da daha az ilaç atılacak belki de hiç ilaç atılmayacaktır (Çelen 2012).

Bu çalışmada ilaç sürüklenmesi problemini çözmek amacıyla yeni üretilen püskürtme memelerinden alınan örnekler kullanılarak, püskürtme memesi tipi, açısı ve basıncının hacimsel püskürtme dağılımına etkileri incelenmiştir. Paternatör kullanılarak farklı tip püskürtme memelerinin farklı basınçlarda hacimsel püskürtme dağılımları ortaya konularak değişimler değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Mengeş (1995) meme tipi, çalışma basıncı, meme yüksekliği ve meme aralığının bazı konik ve yelpaze hüzmeli memelerdeki hacimsel dağılım düzgünlüğü ve pulverizasyon karakteristiklerine olan etkisini araştırmıştır. Çalışma basıncı konik hüzmeli memeler için 300-500-700 kPa, yelpaze hüzmeli memeler için ise 200-300-400 kPa olarak seçilmiştir. Hüzme açısı konik hüzmeli memelerde 79°-101°, yelpaze hüzmeli memelerde 98°-123° arasında değerler almış, meme debileri konik hüzmeli memelerde 0.455-2.293 l/min, yelpaze hüzmeli memelerde ise 1.571-2.594 l/min arasında değişmiştir. Homojenlik katsayısı değerleri, konik hüzmeli memelerde 1.58-2.97, yelpaze hüzmeli memelerde ise 1.53-2.48 olarak belirlenmiştir.

Sidahmed ve ark. (1999) üç adet yelpaze hüzmeli meme (XR8002, XR8001, 800067) ile 207 kPa sabit basınç şartlarında su ile püskürtme yapılmış ve deneysel verilerle elde edilen damla çapı ve damla hızı değerleri ile hesap yoluyla bulunan tahmini değerler arasında benzerlik olduğu saptanmıştır. Ölçümler meme orifisinden 4 cm aşağıda ve meme merkezi boyunca yapılmıştır. Her denemede 10000 damla üzerinden ölçüm yapılmış, Dv0,1, Dv0,5, Dv0,9 değerleri XR8002 için sırasıyla 102 µm, 191 µm ve 280 µm, XR8001 için 96 µm, 170 µm ve 268 µm, 800067 meme için 83 µm, 134 µm ve 235 µm olarak ölçülmüştür.

Womac ve ark. (2004) banda ilaçlama ünitesi ve klasik ilaçlama ünitesini tüketilen pestisit miktarı açısından karşılaştırdıkları araştırmada, farklı püskürtme açısına sahip memelerde 94 l/ha ilaç normunda bir sıra üzerine yapılan ilaçlamada elde edilen tutunma belirlenmiştir. Laboratuvar rüzgarsız şartlarda hüzme açısı 65° olan içi boş konik hüzmeli meme ile hacimsel ortanca çap (VMD) 110 µm olarak bulunmuştur. En iyi yüzey kaplama oranı %37 ile banda ilaçlama ünitesiyle elde edilmiştir. Tarla denemelerinde klasik ilaçlama ünitesiyle hüzme açısı 80° olan yelpaze hüzmeli meme ile üst bölgede elde edilen iz maddesi tutunma miktarı 7.5 ng/cm² olmuştur. Fakat, bu sonucun hüzme açısı 40° olan yelpaze hüzmeli meme kullanılarak yapılan banda ilaçlama ile farklı olmadığı belirtilmiştir. Çift orifisli ve üç adet içi boş konik hüzmeli meme ile yapılan banda ilaçlama ile yaprak üstünde elde edilen iz maddesi tutunma miktarı 3 ng/cm² 'den az olmuştur. Banda ilaçlama ünitesiyle püskürtme kollarının bitki sıra aralarına kolayca ulaşabilmesi nedeniyle yaprakların üst yüzeylerinde en fazla iz maddesi tutunma miktarının bu ilaçlama ünitesiyle sağlandığı

belirtmiştir. Hüzme açısı 40° olan yelpaze hüzmeli meme ile yapılan banda ilaçlama ile elde edilen tutunma içi boş konik hüzmeli memelerin kullanıldığı üçlü meme ünitesi ile yapılan uygulamaya göre daha fazla olmuştur.

Zhou ve ark. (1996) tarımsal mücadelede yaygın olarak kullanılan (özellikle 80° ve 110° hüzme açısına sahip) yelpaze hüzmeli memeler için hüzme açısının memeyi tanımlayan en belirleyici unsurlardan biri olduğunu bildirmektedirler. Tarla uygulamaları için kullanılan pülverizatörler de, bum yüksekliği ve meme aralığının hedefte üniform kaplama sağlanabilmesi açısından hüzme açısıyla doğrudan ilişkili olduğu vurgulanmaktadır.

Püskürtme memesinin tipi, açısı ve basıncı püskürtme uygulamalarında volümetrik dağılımı etkileyen faktörlerdendir. Hassen ve ark. (2013) bu faktörlerin varyasyon katsayısını etkilediğini bildirmektedirler. Deneyde kullanılan püskürtme memesi tiplerine göre uygun olan paternatörde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Paternatör ölçümleri static püskürtme volümetrik dağılımı hakkında verilerin alınmasını sağlamıştır. Ölçümler için belirlenen püskürtme memeleri bant uygulamalarında kullanılan püskürtme memeleri (TPE kodlu) ile broadcasting uygulamalarında kullanılan standart yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri (TP kodlu) püskürtme memeleri olmuştur. Analiz sonuçlarına göre artan meme açısı ve basıncının varyasyon katsayısı değerini düşürdüğünü ortaya koymuşlardır. Deneyde kullanılan TP8003 ve TPE8003 kodlu püskürtme memeleri için, yüksek basınç kullanımının düşük basınç kullanımı yerine daha iyi bir püskürtme dağılımı gösterdiğini belirtmişlerdir. Ek olarak, aynı basınçta TPE8003 ve TP8003 kodlu püskürtme memelerinin TPE6503 ve TP6503 kodlu püskürtme memelerine göre daha iyi bir püskürtme dağılımı gösterdiğini bildirmektedirler. Ayrıca deney sonuçlarına göre aynı püskürtme açısı ve basınçta bant uygulamalarında kullanılan TPE kodlu püskürtme memelerinin, broadcasting uygulamalarında kullanılan TP kodlu püskürtme memelerine göre daha iyi püskürtme volümetrik dağılımı gösterdiğini bildirmektedirler. Sonuç olarak TPE kodlu püskürtme memesinin 80° meme açısında 300 kPa meme basıncında en iyi püskürtme volümetrik dağılımını verdiğini ve minimum varyasyon katsayısını sağladığını belirtmişlerdir (%42.73).

Al- Gaadi (2010) püskürtme memesi tipinin ve yüksekliğinin, hedef alanlardaki püskürtme yoğunluğu ve dağılımında etkili faktörler olduğunu belirtmiştir. Deneyde 6 farklı tip püskürtme memesi ADI 02 (düşük sürüklenme- yelpaze hüzmeli), ADI 03 (düşük

sürüklenme- yelpaze hüzmeli), ADI 04 (düşük sürüklenme- yelpaze hüzmeli), AXI 02 (yelpaze hüzmeli), JA-2 (içi boş konik hüzmeli), JA-4 (içi boş konik hüzmeli) püskürtme memesi ile 4 farklı püskürtme memesi yüksekliği (15 cm, 30 cm, 45 cm ve 60 cm) kullanılarak testler gerçekleştirilmiştir. Uygulamada püskürtme volümetrik dağılımının gözlemlenmesi için paternatör kullanılmıştır. En düşük püskürtme memesi yüksekliği olan 15 cm de gerçekleşen ölçüm sonucunda tüm püskürtme memesi tipleri için tanımlı zirve ve çukurlarda su hacminin belirgin bir hızla her iki taraftan azaldığını saptamıştır. Püskürtme memesi yüksekliğinin 15 cm' den 30 cm' ye yükseltildiğinde püskürtme volümetrik dağılımının daha büyük alanda görülüp pürüzsüz eğrilerin gözlemlendiğini belirtmiştir. 45 cm yüksekliğe ayarlanan püskürtme memesi yüksekliğinde ise paternatördeki toplama kanallarında daha fazla miktarda su birikip örtüşme sağlanmış olup zirve ve çukurlar arasındaki boşlukların azaldığını belirtmiştir. 60 cm püskürtme memesi yüksekliğinde ise püskürtme dağılımı eğrileri pürüzsüz olup paternatördeki toplama kanallarında en fazla miktarda su birikmiştir ve örtüşme artmış olup tüm meme tiplerinin ortada bulunan püskürtme memeleri için neredeyse düz dağılım eğrilerinin elde edildiği saptanmıştır. Ayrıca her bir püskürtme memesi tipine ve yüksekliğine göre ıslanan alanların maksimum ve minimum yüzdeleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda ıslanan alan yüzdesi değeri ve dağılım düzgünlüğü ile püskürtme memesi yüksekliğinin doğru orantılı olmasına rağmen varyasyon katsayısı ile püskürtme memesi yüksekliğinin ters orantılı olduğu belirtilmiştir. Püskürtme memesi yüksekliği arttıkça yan memelerden gelen örtüşmeler artarak WSP örneklerinde daha yüksek püskürtme yoğunluğu ve daha iyi bir püskürtme dağılımı görülmüş olup, varyasyon katsayısının buna bağlı olarak düşük değerlerde olduğu belirtilmiştir. En düşük varyasyon katsayısının %8.5 ve en iyi püskürtme dağılımının ilişkili olduğu püskürtme memesi yüksekliğinin 60 cm olduğu saptanmıştır. Ayrıca yelpaze hüzmeli düşük sürüklenmeli püskürtme memelerinin içi boş konik hüzmeli püskürtme memelerine kıyasla tüm püskürtme memesi yüksekliklerinde daha iyi bir püskürtme dağılımı sağladığı bulunmuştur.

Faqiri ve Krishnan (2005) püskürtme memesi basıncının püskürtme memelerinin püskürtme dağılımlarına etkisi olduğunu belirtmiştir. RF5 (sürüklenme azaltıcı) ve 110- 5R (geniş aralıklı yelpaze hüzmeli) püskürtme memeleri ile, 138, 207, 276 ve 345 kPa'lık (20, 30, 40 ve 50 psi) dört basınçta deneyler yapılmıştır. Püskürtme memesi yükseklikleri olarak ise 25, 30, 33 ve 36 cm belirlenmiştir. Her iki püskürtme memesi tipinde de püskürtme memesi yüksekliği 36 cm iken varyasyon katsayısının minimum olduğu belirtilmiştir.

Bununla birlikte RF5 ve 110- 5R püskürtme memeleri için en uygun püskürtme memesi yüksekliği 36 cm olarak saptanmıştır. Her iki püskürtme memesinin püskürtme memesi yükseklikleri azaldıkça varyasyon katsayılarının artış gösterdiği belirtilmiştir. 110- 5R püskürtme memesi için uygun püskürtme memesi yüksekliği 36 cm ve püskürtme memesi basıncı 138 kPa iken varyasyon katsayısı %5.6 belirtilirken 345 kPa püskürtme memesi basıncında varyasyon katsayısı 6.8%, RF5 püskürtme memesi için ise meme basıncı 138 kPa iken varyasyon katsayısı %6.7, 345 kPa da ise %8.8 belirtilmiştir. Püskürtme memesi yüksekliği 25 cm iken 138 kPa püskürtme basıncında 110- 5R için varyasyon katsayısı %9.1 ve RF5 için %17.3 saptanmıştır.

Derksen ve ark. (1999) ilaç sürüklenmesini azaltmada Turbo Drop ve Turbo Teejet püskürtme memelerinin düşük sürüklenme etkinliğini saptamışlardır. Turbo Drop püskürtme memesi tasarımı bir venturi hava emme portu ve ön delik haznesi içerirken Turbo TeeJet püskürtme ağızı tasarımı sadece bir ön delik haznesi içermektedir. Püskürtme memesi değerlendirmeleri, bir lazer partikül boyutlayıcı ve bir rüzgar tüneli (5 m/s) içindeki damlacıkların biriktirme mesafeleri ile damlacık boyutlarının ölçülmesi ile gerçekleştirilmiştir. Düşük sürüklenmeli püskürtme memeleri ile elde edilen ölçümlerden elde edilen veriler, standart bir püskürtme memesinden gelen verilerle karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak düşük sürüklenmeli püskürtme memelerinin (Turbo Drop ve Turbo Teejet), standart yelpaze hüzmeli püskürtme memelerine (XR) göre daha düşük sürüklenme riskine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Miller ve ark. (2008) tarımsal püskürtme memelerinin performansı, püskürtme içerisindeki damla büyüklüğü ve hız dağılımlarına, püskürtme yapısına, sürüklenen hava karakteristiklerine ve sürüklenme volümetrik dağılım modeline ilişkin bileşenleri içerdiğini belirtmişlerdir. Hava emişli ve çift akışkanlı püskürtme memelerinin, hava içeren damlacıklar üretmek için püskürtme formülasyon işleminde havayı ve sıvıyı karıştırdığını ve bu püskürtme memesi tasarımlarının, hidrolik basınçlı püskürtme memelerine kıyasla püskürtme sıvı özelliklerinde meydana gelen değişikliklere karşı daha duyarlı ve geleneksel püskürtme memesi tiplerinden farklı eğilimler sergilediğini vurgulamışlardır.

Ozkan ve ark (1992) püskürtme memesinin püskürtme dağılım deseni özelliklerinin araştırılmasında kullanılan modelleyicilerin çoğunun, toplama silindirleri içeren manuel tipli

paternatörler olduğunu belirtmiştir. Bu paternatörlerin veri analizi ve kayıt sırasında insan hatalarına karşı hassas olduklarını saptamışlardır. Ayrıca paternatörde gerçekleştirilen püskürtme memesi dağılımı ve analizlerinin yapılmasının zaman alıcı olup emek gerektirdiğini söylemişlerdir. Yapılan bir araştırma sonucunda paternatörlerde bir püskürtme memesinin dağılım verilerini toplayıp analiz etmenin ortalama 34 dakika sürdüğünü belirtmişlerdir.

Miller ve ark (2008) hidrolik basınçlı geleneksel yelpaze hüzmeli iki püskürtme memesi tasarımı ile benzer akış hızına ve püskürtme açlarına sahip üç hava emişli püskürtme memesi tasarımının 3 ve 5 bar çalışma basınçlarında deneylerini gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak, hava emişli püskürtme memelerinin geleneksel tasarımlı yelpaze hüzmeli püskürtme memelerine göre ortalama damlacık boyutlarının daha büyük olduğunu saptamışlardır.

Višacki ve ark. (2016) üç farklı püskürtme memesi yüksekliğinde (40 cm, 50 cm, 60cm) ve üreticinin önerdiği aralıklarda altı farklı basınçta (200, 250, 300, 350, 400 ve 450 kPa) üç tip püskürtme memesinin (ST 120-04, IDK 120-04 ve IDKT 120-04) sıvı dağılımının düzgünlüğünü test etmişlerdir. IDK ve IDKT püskürtme memeleri hava emişli püskürtme memeleri olup IDKT püskürtme memesi iki püskürtme memesi arasında 60° açıyla ikiz püskürtücülerdir. Deneyde elektronik püskürtme tarayıcı, püskürtme memelerindeki varyasyon katsayılarını kaydetmiştir. Yapılan testlerin sonuçlarında, belirlenen koşullar arasında önemli farklılıkların olduğunu ve püskürtme memelerinin hepsinin farklı varyasyon katsayılarına sahip olduğunu saptamışlardır. En düşük varyasyon katsayısı hava emişli püskürtme memesi olan IDK 120-04 püskürtme memesinde, en yüksek varyasyon katsayısı ise ST 120-04 püskürtme memesinde görülmüştür.

Sehsah ve Kleisinger (2009) tarımsal bum püskürtücülerindeki en önemli şartlardan birinin uygulanan pestisit hedef bölgedeki dağılımı sağlamak olduğunu belirtmişlerdir. Püskürtücüler tarafından uygulanan tarımsal böcek ilacında, püskürtme dağılımı üzerinde bazı temel faktörlerin etkili olduğunu belirtmişlerdir. Sıvı püskürtme dağılımını etkileyen başlıca faktörlerin rüzgar hızı, püskürtme memesi yüksekliği ve püskürtme memesi basıncı olduğunu vurgulamışlardır. Deneyde IDKN120-04 (Lehler), AD110-03, TT11003 Turbo Jet ve ATR 208 (Albus) püskürtme memeleri farklı basınçlarında (300, 400, 500kPa) 150 toplama tüpünden oluşan 3 metre genişliğindeki paternatör düzeneğinde incelenmişlerdir.

Yapılan deneyler sonucunda, IDKN110-04 kodlu püskürtme memesinin diğer püskürtme memelerine (TT1100-03 Turbo Jet, AD110-03 Lechler ve ATR208 Albus) göre daha iyi homojenlik dağılımını sağladığı saptanmıştır. IDKN110-04 püskürtme memesi için 500 kPa püskürtme basıncında ve 30 cm meme yüksekliğindeki varyasyon katsayısı %7.2 bulunmuştur. ATR208 püskürtme memesi, 300 kPa ve 30 cm meme yüksekliğinde %21.3'lük varyasyon katsayısını vermiştir. Püskürtme memesi seçiminin varyasyon katsayısını etkileyen faktörlerden biri olduğunu vurgulamışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Amaca uygun olarak tez çalışmaları, Namık Kemal Üniversitesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tarım Alet ve Makinaları Atölyesinde yapılmıştır.

Türkiye’ de kullanılmaya başlayan, yeni tip yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri ele alınarak seçilen 5’ er örnek üzerinde çalışmalar yürütülmüştür. Testler farklı püskürtme memesi yüksekliklerinde ve basınçlarında, ASAE standartlarına uygun olarak olarak tasarlanmış paternatör sisteminde gerçekleştirilmiş olup püskürtme memelerinin hacimsel püskürtme dağılımları incelenerek analiz edilmiştir.

Deneyde kullanılan püskürtme memeleri IDK 12002, IDK 12003, IDK 12004, TEEJET 11004 VP ve TEEJET TTJ 6003 olup testler 1, 3 ve 5 bar püskürtme basınçlarında, 40, 50 ve 60 cm püskürtme yüksekliklerinde gerçekleştirilmiştir.

3.1.1. IDK 12002

IDK 12002 püskürtme memesi LECHLER firmasının ürettiği hava enjektörlü püskürtme memelerinden birisidir. Püskürtme açısı 120° dir. Bu püskürtme memesi %50, %75 ve %90’ a kadar düşük sürüklenme sağlamaktadır. IDK 12002 püskürtme memesi 1.5-6 bar basınç aralıklarında kullanılmaktadır. Standart tip püskürtme memelerine göre ucuz bir alternatiftir. Geniş boyutlu yanal hava emme kanalları sayesinde sert aşınma ve tıkanma meydana gelmemektedir. Orta ve kaba damlacık boyutu oluşturma karakteristiğine sahiptir. 3 bara kadar basınç aralığında meme ölçüsüne bağlı olarak çok düşük sürüklenme ve kayıp azaltma özelliğine sahiptir. Her türlü tarımsal ilaç ve gelişim düzenleyici uygulamasında kullanılabilir.



Şekil 3.1. Lechler IDK 12002 hava enjektörlü püskürtme memesi (Anonim)

IDK 12002 püskürtme memesinin 1.5 bar basınçta dakikada 0.56 L, 3 bar uygulama basıncında dakikada 0.8 L, 5 bar uygulama basıncında ise dakikada 1.03 L püskürtme yaptığı Lechler firmasının katalogunda belirtilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Lechler firmasının IDK 12002 püskürtme memesi verileri (Anonim)

	[bar]	l/dk	l/ha								
			5.0 km/sa	6.0 km/sa	7.0 km/sa	8.0 km/sa	10.0 km/sa	12.0 km/sa	14.0 km/sa	16.0 km/sa	18.0 km/sa
IDK 120-02 (60 M)	1.5	0.56	134	112	96	84	67	56	48	42	37
	2.0	0.65	156	130	111	98	78	65	56	49	43
	2.5	0.73	175	146	125	110	88	73	63	55	49
	3.0	0.80	192	160	137	120	96	80	69	60	53
	3.5	0.86	206	172	147	129	103	86	74	65	57
	4.0	0.92	221	184	158	138	110	92	79	69	61
	4.5	0.98	235	196	168	147	118	98	84	74	65
	5.0	1.03	247	206	177	155	124	103	88	77	69
	6.0	1.13	271	226	194	170	136	113	97	85	75

3.1.2. IDK 12003

IDK 12003 püskürtme memesi LECHLER firmasının ürettiği hava enjektörlü püskürtme memelerinden birisidir. Püskürtme açısı 120° dir. IDK 12003 püskürtme memesi 1.5-6 bar basınç aralıklarında kullanılmaktadır. Bu püskürtme memesi %50, %75 ve %90 a kadar düşük sürüklenme sağlamaktadır. Geniş boyutlu yanal hava emme kanalları sayesinde sert aşınma ve tıkanma meydana gelmemektedir. Standart tip püskürtme memelerine göre ucuz bir alternatiftir. Orta ve kaba damlacık boyutu oluşturma karakteristiğine sahiptir. 3 bara kadar basınç aralığında meme ölçüsüne bağlı olarak çok düşük sürüklenme ve kayıp azaltma özelliğine sahiptir. Her türlü tarımsal ilaç ve gelişim düzenleyici uygulamasında kullanılabilir.



Şekil 3.2. IDK 12003 hava enjektörlü püskürtme memesi (Anonim)

IDK 12003 püskürtme memesinin 1.5 bar basınçta dakikada 0.84 L, 3 bar uygulama basıncında dakikada 1.19 L, 5 bar uygulama basıncında ise dakikada 1.33 L püskürtme yaptığı Lechler firmasının katalogunda belirtilmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Lechler firmasının IDK 12003 püskürtme memesi verileri (Anonim)

	[bar]	l/dk	l/ha								
			5.0 km/sa	6.0 km/sa	7.0 km/sa	8.0 km/sa	10.0 km/sa	12.0 km/sa	14.0 km/sa	16.0 km/sa	18.0 km/sa
IDK 120-03 (60 M)	1.5	0.84	202	168	144	126	101	84	72	63	56
	2.0	0.97	233	194	166	146	116	97	83	73	65
	2.5	1.08	259	216	185	162	130	108	93	81	72
	3.0	1.19	286	238	204	179	143	119	102	89	79
	3.5	1.28	307	256	219	192	154	128	110	96	85
	4.0	1.37	329	274	235	206	164	137	117	103	91
	4.5	1.46	350	292	250	219	175	146	125	110	97
	5.0	1.53	367	306	262	230	184	153	131	115	102
	6.0	1.68	403	336	288	252	202	168	144	126	112

3.1.3. IDK 120 04

IDK 12004 püskürtme memesi LECHLER firmasının ürettiği hava enjektörlü püskürtme memelerinden birisidir. Püskürtme açısı 120° dir. Bu püskürtme memesi %50, %75 ve %90 a kadar düşük sürüklenme sağlamaktadır. IDK 12002 püskürtme memesi 1-6 bar basınç aralıklarında kullanılmaktadır. Standart tip püskürtme memelerine göre ucuz bir alternatiftir. Geniş boyutlu yanal hava emme kanalları sayesinde sert aşınma ve tıkanma meydana gelmemektedir. Orta ve kaba damlacık boyutu oluşturma karakteristiğine sahiptir. 3 bara kadar basınç aralığında meme ölçüsüne bağlı olarak çok düşük sürüklenme ve kayıp azaltma özelliğine sahiptir. Her türlü tarımsal ilaç ve gelişim düzenleyici uygulamasında kullanılabilir.



Şekil 3.3. IDK 12004 hava enjektörlü püskürtme memesi (Anonim)

IDK 12004 püskürtme memesinin 1 bar basınçta dakikada 0.91 L, 3 bar uygulama basıncında dakikada 1.58 L, 5 bar uygulama basıncında ise dakikada 2.04 L püskürtme yaptığı Lechler firmasının katalogunda belirtilmiştir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Lechler firmasının IDK 12004 püskürtme memesi verileri (Anonim)

	[bar]	l/dk	l/ha								
			5.0 km/sa	6.0 km/sa	7.0 km/sa	8.0 km/sa	10.0 km/sa	12.0 km/sa	14.0 km/sa	16.0 km/sa	18.0 km/sa
IDK 120-04 (60 M)	1.0	0.91	218	182	156	137	109	91	78	68	61
	1.5	1.12	269	224	192	168	134	112	96	84	75
	2.0	1.29	310	258	221	194	155	129	111	97	86
	2.5	1.44	346	288	247	216	173	144	123	108	96
	3.0	1.58	379	316	271	237	190	158	135	119	105
	3.5	1.71	410	342	293	257	205	171	147	128	114
	4.0	1.82	437	364	312	273	218	182	156	137	121
	4.5	1.94	466	388	333	291	233	194	166	146	129
	5.0	2.04	490	408	350	306	245	204	175	153	136
	6.0	2.23	535	446	382	335	268	223	191	167	149

3.1.4. TEEJET 11004 VP




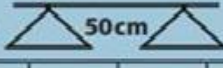
TEEJET firmasının ürettiği bu püskürtme memesi 1-4 bar basınç aralıklarında iyi bir püskürtme dağılımı sağlamaktadır. Düşük püskürtme basınçlarında kullanıldığında sürüklenme riskini azaltmakla birlikte yüksek basınçlarda kullanıldığında daha iyi püskürtme alanı oluşturmaktadır. Püskürtme açısı 110°dir. Bu püskürtme memesi broadcast (tüm alan) uygulamalarında kullanılmaktadır. Fungisitler, herbisitler ve insektisitlerin uygulamalarında çok iyi başarı göstermektedir. İlaç sürüklenmesi ve püskürtme kontrolü için iyi bir püskürtme memesidir. Firma katalogunda TEEJET 11004 VP için ideal püskürtme yüksekliği 50 cm olarak belirtilmiştir.



Şekil 3.4. TEEJET 11004 VP püskürtme memesi (Anonim a)

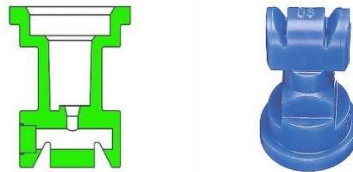
TEEJET 11004 VP püskürtme memesinin 1 bar basınçta dakikada 0.91 L, 3 bar uygulama basıncında ise dakikada 1.58 L püskürtme yaptığı Teejet firmasının katalogunda belirtilmiştir (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Teejet firmasının 11004 VP püskürtme memesi verileri (Anonim a)

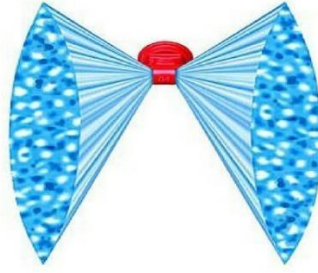
 	 bar	l/dk	l/ha 								
			4 km/sa	5 km/sa	6 km/sa	7 km/sa	8 km/sa	10 km/sa	12 km/sa	16 km/sa	18 km/sa
XR8004 XR11004 (50)	1.0	0.91	273	218	182	156	137	109	91.0	68.3	60.7
	1.5	1.12	336	269	224	192	168	134	112	84.0	74.7
	2.0	1.29	387	310	258	221	194	155	129	96.8	86.0
	2.5	1.44	432	346	288	247	216	173	144	108	96.0
	3.0	1.58	474	379	316	271	237	190	158	119	105
	4.0	1.82	546	437	364	312	273	218	182	137	121

3.1.5. TEEJET TTJ 6003

TEEJET firmasının ürettiği bu püskürtme memesi 1,5-6 bar basınç aralıklarında kullanılmaktadır. Öne ve arkaya 60° püskürtme açısı olan bu çift çıkışlı tasarım 110° püskürtme yapmaktadır. Otomatik püskürtme kontrolü sağlayan uygulamalarda idealdir. Bu püskürtme memesi broadcasting (tüm alan) uygulamalarında başarılı sonuç vermektedir. Firma katalogunda TEEJET TTJ 6003 için ideal püskürtme yüksekliği 50 cm olarak belirtilmiştir.



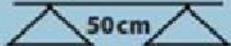
Şekil 3.5. TEEJET TTJ 6003 püskürtme memesi (Anonim a)



Şekil 3.6. TEEJET TTJ 6003 memesi püskürtme gösterimi (Anonim a)

TEEJET TTJ 6003 püskürtme memesinin 1.5 bar basınçta dakikada 0.83 L, 3 bar uygulama basıncında ise dakikada 1.18 L, 5 bar basınçta ise dakikada 1.52 L püskürtme yaptığı Teejet firmasının katalogunda belirtilmiştir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. Teejet firmasının 11004 VP püskürtme memesi verileri (Anonim a)

	bar	l/dk	l/ha 								
			4 km/sa	5 km/sa	6 km/sa	7 km/sa	8 km/sa	10 km/sa	12 km/sa	16 km/sa	18 km/sa
TTJ60-11003 (100)	1.5	0.83	249	199	166	142	125	99.6	83.0	62.3	55.3
	2.0	0.96	288	230	192	165	144	115	96.0	72.0	64.0
	3.0	1.18	354	283	236	202	177	142	118	88.5	78.7
	4.0	1.36	408	326	272	233	204	163	136	102	90.7
	5.0	1.52	456	365	304	261	228	182	152	114	101
	6.0	1.67	501	401	334	286	251	200	167	125	111

3.2. Paternatörde yapılan ölçümler

Paternatör ölçümleri Namık Kemal Üniversitesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tarım Alet ve Makinaları Atölyesinde bulunan paternatör düzeneğinde gerçekleştirilmiştir.

Paternatör sisteminde elektrik motorundan hareketini alan hidrolik pompa, depodan emdiği püskürtme sıvısını sirkülasyon sistemine basmaktadır. Denemede püskürtme sıvısı olarak şehir şebekesinden alınan su kullanılmıştır. Püskürtme memelerine ait püskürtme dağılımları saptanırken 60 saniyelik süre içerisinde pülverizasyon gerçekleştirilmiştir. Bunun yanında denemede kullanılan yükseklik ve basınç değerleri olarak, imalatçılar tarafından

önerilen değerler, bu değerlerin üst ve alt değerleri seçilmiştir. Kanallara püskürtülen pülverizasyon sıvısı, kanallardan ölçekli plastik tüpler içerisine dolmaktadır. Plastik tüpler içerisinde biriken sıvının miktarı mL olarak gözle okunmuştur.

Her bir denemede kullanılan püskürtme memesinin püskürtme dağılımını saptamak amacıyla Şekil 3.7.' de görünüşü verilen paternatörden faydalanılmıştır. Paternatör üzerinde 80 adet kanal yer almaktadır. Kanallar paslanmaya karşı önlem olarak galvanizli sac malzemedен yapılmıştır. Her bir kanal genişliği 3 cm olup, kanalları ayıran sac kalınlığı 0,5 mm dir. Kanal duvarının yüksekliği ise 25 cm dir.



Şekil 3.7. Paternatör sistemi

Paternatör, sıvı akışını kolaylaştırmak amacıyla 5° 'lik eğimle yerleştirilmiştir (ASAE standarts S386T). Paternatör üzerindeki askı mekanizması, püskürtme memesinin pozisyonu ve eğim açısı, istenilen yükseklik için ayar olanağı sağlamaktadır. Ayrıca sistem üzerinde dijital bir debi ölçer kullanılarak sistemin anlık debisi kontrol edilmiştir.

27 adet 2000 mL plastik tüp çatı üzerine sabitlenmiştir. Tüplerin bağlandığı çatı yatay düzlemde ileri geri hareket edebilecek şekilde kızaklar üzerine yerleştirilmiştir. Bu fonksiyon, tüplerin kanallardan gelen sıvı ile belirli bir süre dolduktan sonra geri çekilerek tüplerdeki sıvı miktarının kontrolünü sağlamaktadır. Ayrıca tüplerin bağlandığı çatı çalışma sonunda tüp içerisindeki sıvının boşaltılmasını kolaylaştırmak için oynak şekilde yataklandırılmıştır.

Püskürtme memelerinden pülverizasyonu sağlamak için 2.2 kW'lık elektrik motorundan hareket alan pompadan faydalanılmıştır. Pompa Volt VM 90L-2 tip olup (2870 L/min) özelliğine sahiptir.

Püskürtme dağılımı saptanırken pülverizasyon sıvısı olarak su kullanılmıştır. Kullanılan su 400 litrelik bir depoda tutulmaktadır. Depo içerisinde regülatörden gelen fazla basınçlı sıvının etkisiyle hidrolik karıştırma işlemi yapılmaktadır.

Elde edilen yeni yelpaze hüzmeli püskürtme memelerine ait püskürtme dağılımı desenleri karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Tüm püskürtme dağılımı için saptanan değerler SPSS İstatistik Paket Programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Toplanan verilerde varyans analizi (ANOVA) yapılarak yükseklik-basınç-meme tipi değişimleri arasındaki değerlendirmeler ortaya konulmuştur. Yükseklik değişimi ve basınç değişiminin püskürtme dağılımına etkisinin önemli olup olmadığı araştırılmıştır. Denemeler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

3.3. Yöntem

Deneyde kullanılan püskürtme memeleri IDK 12002, IDK 12003, IDK 12004, TEEJET 11004 VP ve TEEJET TTJ 6003 olup testler 1, 3 ve 5 bar püskürtme basınçlarında, 40, 50 ve 60 cm püskürtme yüksekliklerinde gerçekleştirilmiştir.

Testler ASAE standartlarına uygun olarak tasarlanmış olan bir paternatör sisteminde gerçekleştirilmiş olup püskürtme memelerinin hacimsel püskürtme dağılımları incelenerek analiz edilmiştir.

4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Püskürtme memeleri farklı basınç ve farklı yüksekliklerde paternatör üzerinde incelenmiştir. Elde edilen püskürtme dağılımları değerlendirilmiştir.

4.1.IDK12002 püskürtme memesine ilişkin ölçüm sonuçları

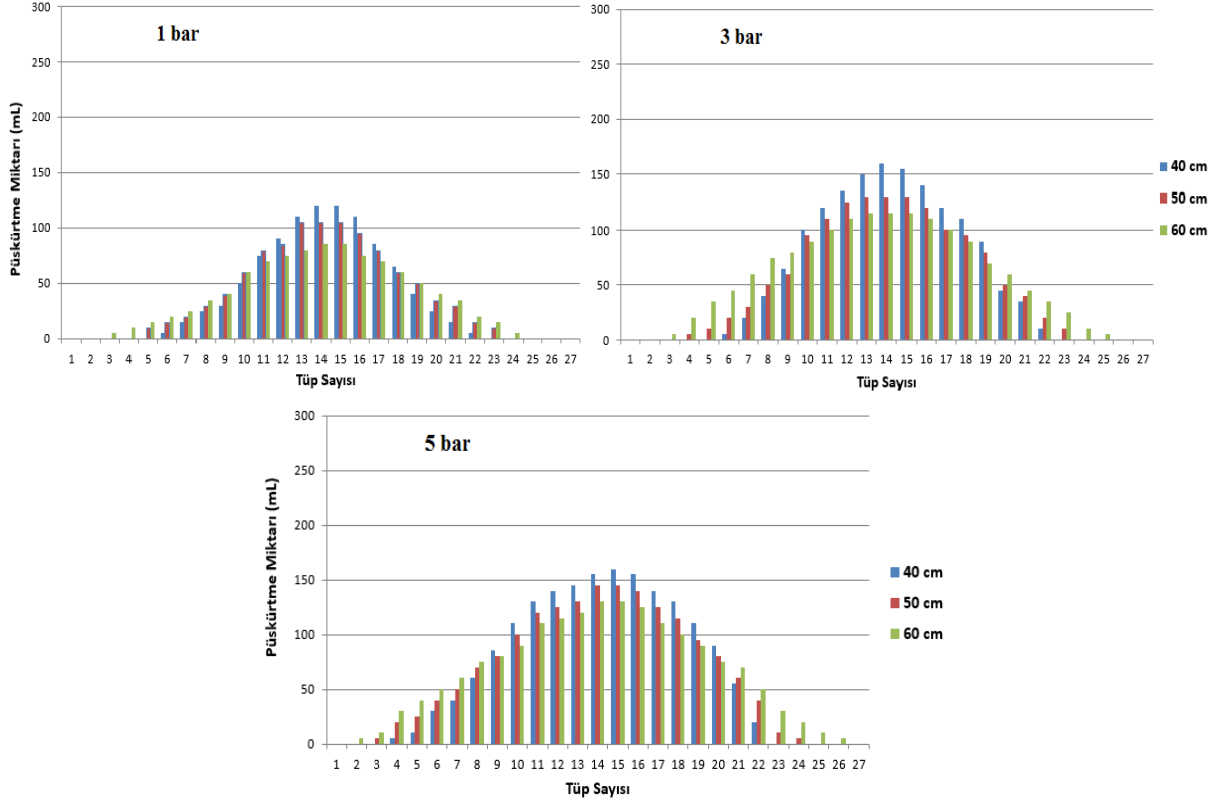
4.1.1.Yükseklik değişimi etkisi

Bu tip püskürtme memesi için farklı yüksekliklerde 1 bar uygulama basıncında oluşan püskürtme dağılımı incelendiğinde yükseklik arttıkça birim alana düşen sıvı miktarı azalma göstermiştir. Özellikle merkezde sıvı miktarı tüm yüksekliklerde yüksek olurken kenarlara doğru sıvı miktarları daha düşük olmuştur. 40 cm yükseklikten yapılan uygulamalarda merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 120 ml saptanırken 50 cm yükseklikte 105 ml, 60 cm yükseklikte ise 85 ml ölçülmüştür. Ayrıca 60 cm yükseklikte yapılan uygulamada 3. ve 24. numaralı tüplere sıvı ulaşırken bu değerler 40 cm yükseklikte 6. ve 22. tüpler arasında olmuştur. Grafikteki yükseklik değişimi incelendiğinde yükseklik artışlarında merkezdeki tüplerde püskürtme miktarında azalmalar görülmüş, kenarlara doğru püskürtme miktarında artışlar olmuştur (Şekil 4.1).

Farklı yüksekliklerde 3 bar uygulama basıncında oluşan püskürtme dağılımı ise yükseklik arttıkça birim alana düşen sıvı miktarı azalma göstermiştir. 40 cm yükseklikten yapılan uygulamalarda merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 160 ml saptanırken 50 cm yükseklikte 130 ml, 60 cm yükseklikte ise 115 ml ölçülmüştür. Ayrıca 60 cm yükseklikte yapılan uygulamada 3. ve 25. numaralı tüplere sıvı ulaşırken bu değerler 40 cm yükseklikte 3 bar basınç uygulaması ile benzerlik göstermiş ve 6. ve 22. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Grafikteki yükseklik değişimi incelendiğinde yükseklik artışlarında merkezdeki tüplerde püskürtme miktarında azalma görülmüş, ancak kenarlara doğru ıslatma alanı genişlemiştir (Şekil 4.1).

5 bar uygulama basıncında farklı yüksekliklerde oluşan püskürtme dağılımı incelendiğinde diğer yüksekliklerde olduğu gibi yükseklik arttıkça kenarlara doğru paternatör tüplerinde sıvı miktarı artma göstermiştir. Püskürtme alanı genişlerken 40 cm yükseklikten yapılan uygulamalarda merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 155 ml saptanırken

50 cm yükseklikte 145 ml, 60 cm yükseklikte ise 130 ml ölçülmüştür. Ayrıca 60 cm yükseklikte yapılan uygulamada 2. ve 26. numaralı tüplere sıvı ulaşırken bu değerler 40 cm yükseklikte 5 bar basınç uygulaması ile benzerlik göstermiş ve 4. ve 22. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Grafikteki yükseklik değişimi incelendiğinde yükseklik artışlarında merkezdeki tüplerde püskürtme miktarında azalmalar görülmüştür. Özellikle basınç yükseldiğinde ise kenarlara doğru püskürtme miktarında artışlar olmuştur (Şekil 4.1).



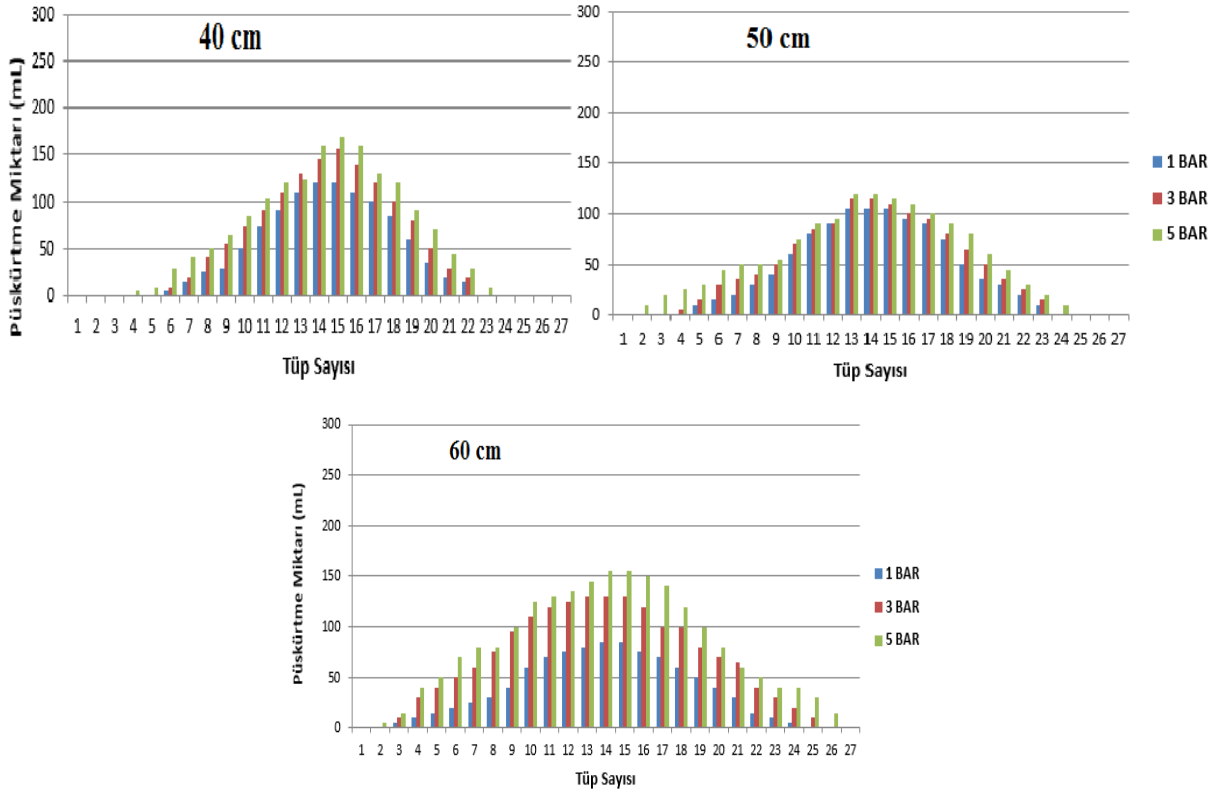
Şekil 4.1. IDK12002 püskürtme memesine ilişkin farklı yüksekliklerde (40-50-60 cm) ve farklı basınçlarda tespit edilen püskürtme miktarları

4.1.2. Basınç değişimi etkisi

Paternatör üzerinde 40 cm yükseklikten yapılan püskürtmede farklı basınçlarda oluşan püskürtme dağılımı incelendiğinde basınç arttıkça paternatör tüplerinde sıvı miktarı artma göstermiştir. 1 bar basınç uygulamasında merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 120 ml saptanırken 3 bar basınçta 145 ml, 5 bar basınçta ise 160 ml ölçülmüştür. Ayrıca 5 bar basınçla yapılan uygulamada 4. ve 23. numaralı tüplere sıvı ulaşırken 3 bar basınçta 6. ve 22. tüpler arasında ve 1 bar basınçta 6. ve 22. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Grafikteki basınç değişimi incelendiğinde basınç artışlarında tüm tüplerde püskürtme

miktarında yükselmeler görülmüştür. Özellikle yükseklik arttırıldığında ise kenarlara doğru püskürtme miktarında artışlar olmuştur (Şekil 4.2).

IDK12002 püskürtme memesi ile farklı basınçlarda 50 cm yükseklikte oluşan püskürtme dağılımı incelendiğinde basınç arttıkça paternatör tüplerinde sıvı miktarı artma göstermiştir. 1 bar basınç uygulamasında merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 105 ml saptanırken 3 bar basınçta 115 ml, 5 bar basınçta ise 120 ml ölçülmüştür. Ayrıca 5 bar basınçla yapılan uygulamada 2. ve 24. numaralı tüplere sıvı ulaşırken 3 bar basınçta 4. ve 23. tüpler arasında ve 1 bar basınçta 5. ve 23. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Basınç değişimi incelendiğinde 50 cm yükseklikte basınç artışlarında merkezdeki tüplerde püskürtme miktarında yükselmeler görülmüştür. Özellikle yükseklik arttırıldığında ise kenarlara doğru püskürtme miktarında artışlar olmuştur (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. IDK12002 püskürtme memesi için 1-3-5 bar püskürtme basınçlarında farklı yükseklikler (40-50-60 cm) için püskürtme dağılımı

Uygulama yüksekliği 60 cm olduğunda farklı basınçlar uygulanmış, uygulamalarda püskürtme dağılımı incelendiğinde basınç arttıkça paternatör tüplerinde sıvı miktarı artma göstermiştir. 1 bar basınç uygulamasında merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 85 ml saptanırken 3 bar basınçta 130 ml, 5 bar basınçta ise 155 ml ölçülmüştür. Ayrıca 5 bar basınçla yapılan uygulamada 2. ve 26. numaralı tüplere sıvı ulaşırken 3 bar basınçta 3. ve 25. tüpler arasında ve 1 bar basınçta 3. ve 24. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Basınç değişimi 60 cm yükseklikte artışlarda merkezdeki tüplerde püskürtme miktarında yükselmeler görülmüş, ancak yükselmede tüpler arasında homejenlik olmamıştır (Şekil 4.2).

4.2. IDK12003 püskürtme memesine ilişkin ölçüm sonuçları

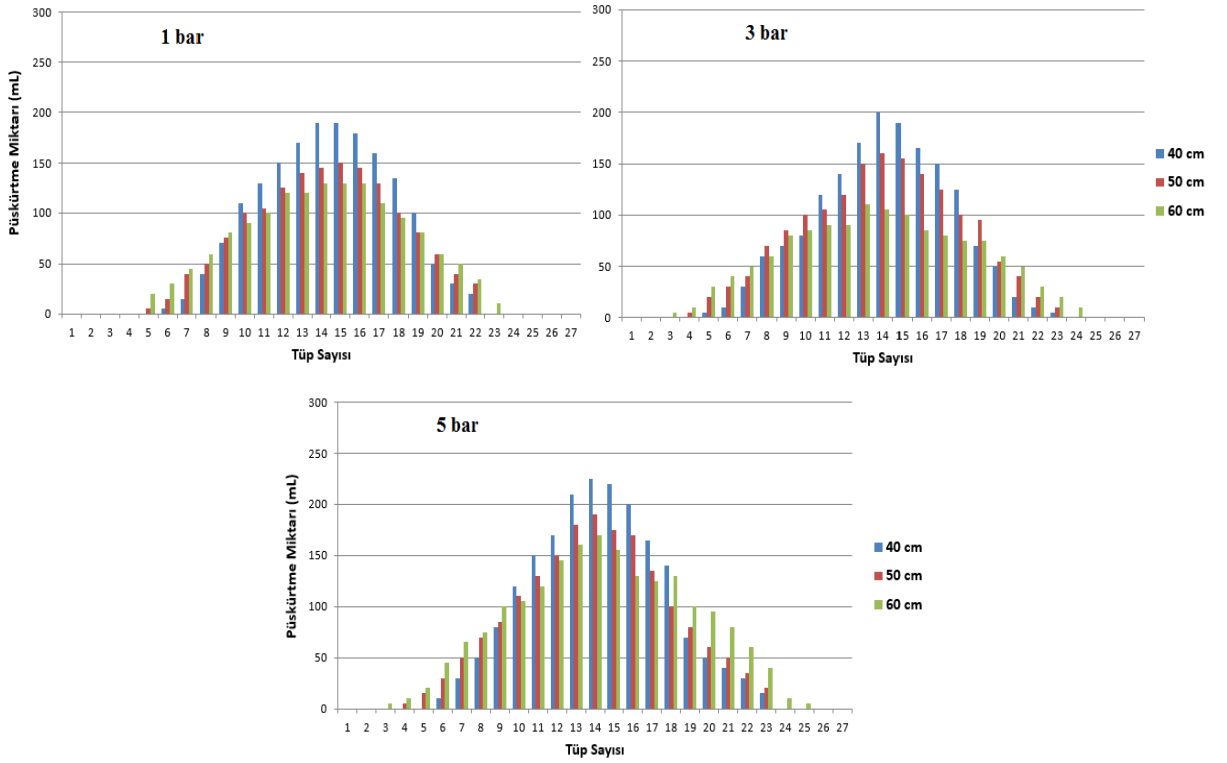
4.2.1. Yükseklik değişimi etkisi

Bu tip püskürtme memesi farklı yüksekliklerde 1 bar uygulama basıncında oluşan püskürtme dağılımı incelendiğinde yükseklik arttıkça birim alana düşen sıvı miktarı azalma göstermiştir. 40 cm yükseklikten yapılan uygulamalarda merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 190 ml saptanırken 50 cm yükseklikte 145 ml, 60 cm yükseklikte ise 130 ml ölçülmüştür. Ayrıca 60 cm yükseklikte yapılan uygulamada 5. ve 23. numaralı tüplere sıvı ulaşırken bu değerler 40 cm yükseklikte 6. ve 22. tüpler arasında olmuştur. Grafikteki yükseklik değişimi incelendiğinde yükseklik artışlarında merkezdeki tüplerde püskürtme miktarında azalma görülmüştür. Ek olarak kenarlara doğru püskürtme miktarında artışlar olmuştur (Şekil 4.3).

Farklı yüksekliklerde 3 bar uygulama basıncında oluşan püskürtme dağılımı ise yükseklik arttıkça birim alana düşen sıvı miktarı azalma göstermiştir. 40 cm yükseklikten yapılan uygulamalarda merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 200 ml saptanırken 50 cm yükseklikte 160 ml, 60 cm yükseklikte ise 105 ml ölçülmüştür. Ayrıca 60 cm yükseklikte yapılan uygulamada 3. ve 24. numaralı tüplere sıvı ulaşırken bu değerler 40 cm yükseklikte 3 bar basınç uygulaması ile benzerlik göstermiş ve 5. ve 23. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Yükseklik değişimi incelendiğinde yükseklik artışlarında merkezdeki tüplerde püskürtme miktarında görülen azalma kenarlara doğru tüplerdeki püskürtme miktarında artışlara neden olmuştur (Şekil 4.3).

Uygulama basıncı 5 bar olduğunda farklı yüksekliklerde oluşan püskürtme dağılımı

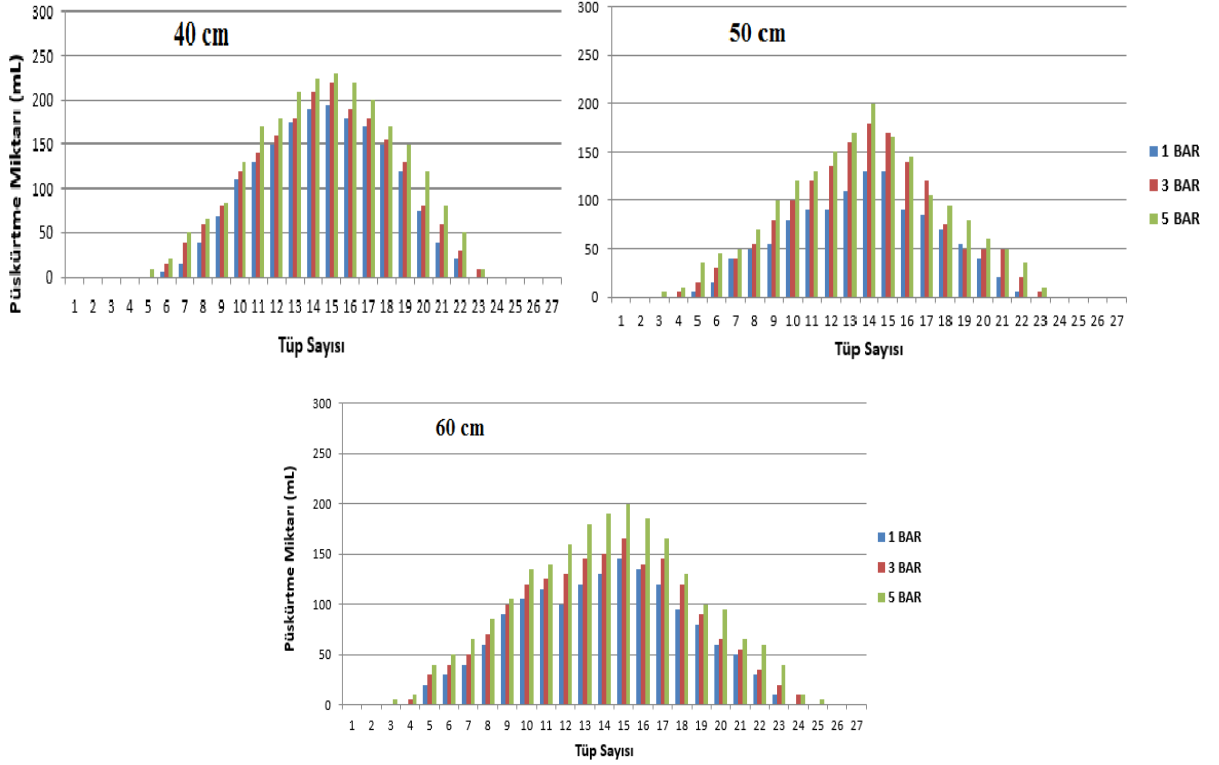
diğer basınçlara göre yükseklik arttıkça paternatör tüplerinde sıvı miktarı artma göstermiştir. Püskürtme alanı genişlerken 40 cm yükseklikten yapılan uygulamalarda merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 225 ml saptanırken 50 cm yükseklikte 190 ml, 60 cm yükseklikte ise 170 ml ölçülmüştür. Ayrıca 60 cm yükseklikte yapılan uygulamada 3. ve 25. numaralı tüplere sıvı ulaşırken bu değerler 40 cm yükseklikte 5 bar basınç uygulaması ile benzerlik göstermiş ve 6. ve 23. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Sonuçlara göre yükseklik değişimi incelendiğinde yükseklik artışlarında merkezdeki tüplerde püskürtme miktarında azalmalar görülmüş, ancak azalmada tüpler arasında homejenlik olmamıştır. Özellikle basınç yükseldiğinde ise kenarlara doğru püskürtme miktarında artışlar olmuştur (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. IDK12003 püskürtme memesine ilişkin farklı yüksekliklerde (40-50-60 cm) ve farklı basınçlarda tespit edilen püskürtme miktarları

4.2.2. Basınç değişimi etkisi

40 cm’ de yapılan püskürtmede farklı basınçlarda oluşan püskürtme dağılımı incelendiğinde basınç arttıkça paternatör tüplerinde sıvı miktarı artma göstermiştir. 1 bar basınç uygulamasında merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 190 ml olarak saptanırken 3 bar basınçta 210 ml, 5 bar basınçta ise 225 ml olarak ölçülmüştür. Ayrıca 5 bar basınçla yapılan uygulamada 5. ve 23. numaralı tüplere sıvı ulaşırken 3 bar basınçta 6. ve 23. tüpler arasında ve 1 bar basınçta 6. ve 22. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Grafikteki basınç değişimi incelendiğinde basınç artışlarında merkezdeki tüplerde püskürtme miktarında yükselmeler görülmüş, ancak yükselmeye tüpler arasında homojenlik olmamıştır. Özellikle basınç artırıldığında ise kenarlara doğru püskürtme miktarında artışlar olmuştur (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. IDK12003 püskürtme memesi için 1-3-5 bar püskürtme basınçlarında farklı yükseklikler (40-50-60 cm) için püskürtme dağılımı

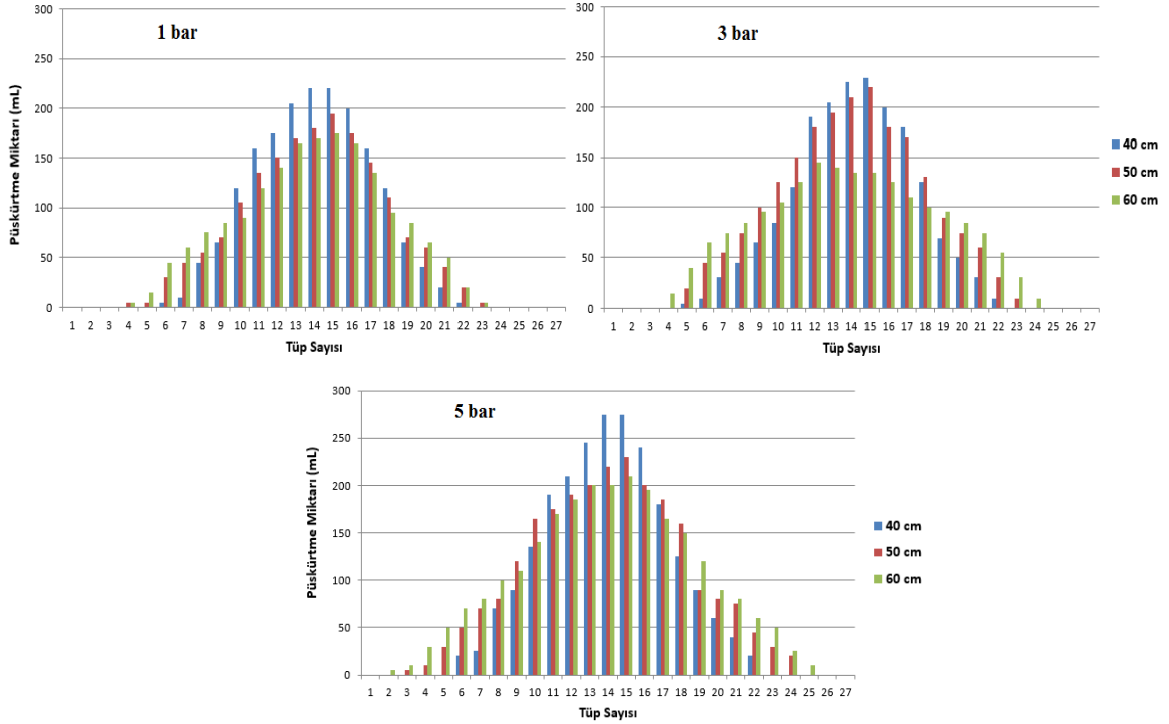
Farklı basınçlarda 50 cm yükseklikte oluşan püskürtme dağılımı incelendiğinde basınç arttıkça paternatör tüplerinde sıvı miktarı artma göstermiştir. 1 bar basınç uygulamasında merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 130 ml saptanırken 3 bar basınçta 180 ml, 5 bar basınçta ise 200 ml ölçülmüştür. Ayrıca 5 bar basınçla yapılan uygulamada 3. ve 23. numaralı tüplere sıvı ulaşırken 3 bar basınçta 4. ve 23. tüpler arasında ve 1 bar basınçta 5. ve 22. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir (Şekil 4.4).

Uygulama yüksekliği 60 cm olduğunda farklı basınçlar uygulanmış, uygulamalarda püskürtme dağılımı incelendiğinde basınç arttıkça paternatör tüplerinde sıvı miktarı artma göstermiştir. 1 bar basınç uygulamasında merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 130 ml saptanırken 3 bar basınçta 150 ml, 5 bar basınçta ise 190 ml ölçülmüştür. Ayrıca 5 bar basınçla yapılan uygulamada 3. ve 25. numaralı tüplere sıvı ulaşırken 3 bar basınçta 4. ve 24. tüpler arasında ve 1 bar basınçta 5. ve 23. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Basınç değişimi 50 cm yükseklikte artışlarda merkezdeki tüplerde aynı şekilde püskürtme miktarında yükselmeler görülmüş, ancak yükselmelerde tüpler arasında homejenlik olmamıştır. Basınç arttırıldığında ise kenarlara doğru püskürtme miktarında artışlar saptanmıştır (Şekil 4.4).

4.3. IDK12004 püskürtme memesine ilişkin ölçüm sonuçları

4.3.1. Yükseklik değişimi etkisi

Bu tip püskürtme memesi farklı yüksekliklerde 1 bar uygulama basıncında oluşan püskürtme dağılımı incelendiğinde yükseklik arttıkça birim alana düşen sıvı miktarı azalma göstermiştir. 40 cm yükseklikten yapılan uygulamalarda merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 220 ml saptanırken 50 cm yükseklikte 180 ml, 60 cm yükseklikte ise 170 ml ölçülmüştür. Ayrıca 60 cm yükseklikte yapılan uygulamada 4. ve 23. numaralı tüplere sıvı ulaşırken bu değerler 40 cm yükseklikte 6. ve 22. tüpler arasında olmuştur. Yükseklik arttıkça ise merkezde sıvı miktarı azalırken kenarlara doğru püskürtme sıvısı miktarında yükselmeler olmuştur (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. IDK12004 püskürtme memesine ilişkin farklı yüksekliklerde (40-50-60 cm) ve farklı basınçlarda tespit edilen püskürtme miktarları

Farklı yüksekliklerde 3 bar uygulama basıncında oluşan püskürtme dağılımı ise yükseklik arttıkça birim alana düşen sıvı miktarı azalma göstermiştir. 40 cm yükseklikten yapılan uygulamalarda merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 225 ml saptanırken 50 cm yükseklikte 210 ml, 60 cm yükseklikte ise 135 ml ölçülmüştür. Ayrıca 60 cm yükseklikte yapılan uygulamada 4. ve 24. numaralı tüplere sıvı ulaşırken 40 cm yükseklikte 5. ve 22. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Grafikteki yükseklik değişimi incelendiğinde yükseklik artışlarında merkezdeki tüplerde püskürtme miktarında azalmalar görülmüş, ancak yükselmede tüpler arasında homojenlik olmamıştır. Özellikle basınç yükseldiğinde ise kenarlara doğru püskürtme miktarında artışlar olmuştur (Şekil 4.5).

Püskürtme dağılımı 5 bar uygulama basıncında farklı yüksekliklerde incelendiğinde diğer yüksekliklerde olduğu gibi yükseklik arttıkça paternatör tüplerinde merkezde sıvı miktarı azalma göstermiştir. Püskürtme alanı genişlerken 40 cm yükseklikten yapılan uygulamalarda merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 275 ml saptanırken 50 cm yükseklikte 220 ml, 60 cm yükseklikte ise 200 ml ölçülmüştür. Ayrıca 60 cm yükseklikte yapılan uygulamada 2. ve 25. numaralı tüplere sıvı ulaşırken bu değerler 40 cm yükseklikte 6. ve 22. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Yükseklik değişiminde artışlarda merkezdeki tüplerde

püskürtme miktarında azalmalar görülmüş, ancak yükselmede tüpler arasında homejenlik olmamıştır. Özellikle basınç yükseldiğinde ise kenarlara doğru püskürtme miktarında artışlar olmuştur (Şekil 4.5).

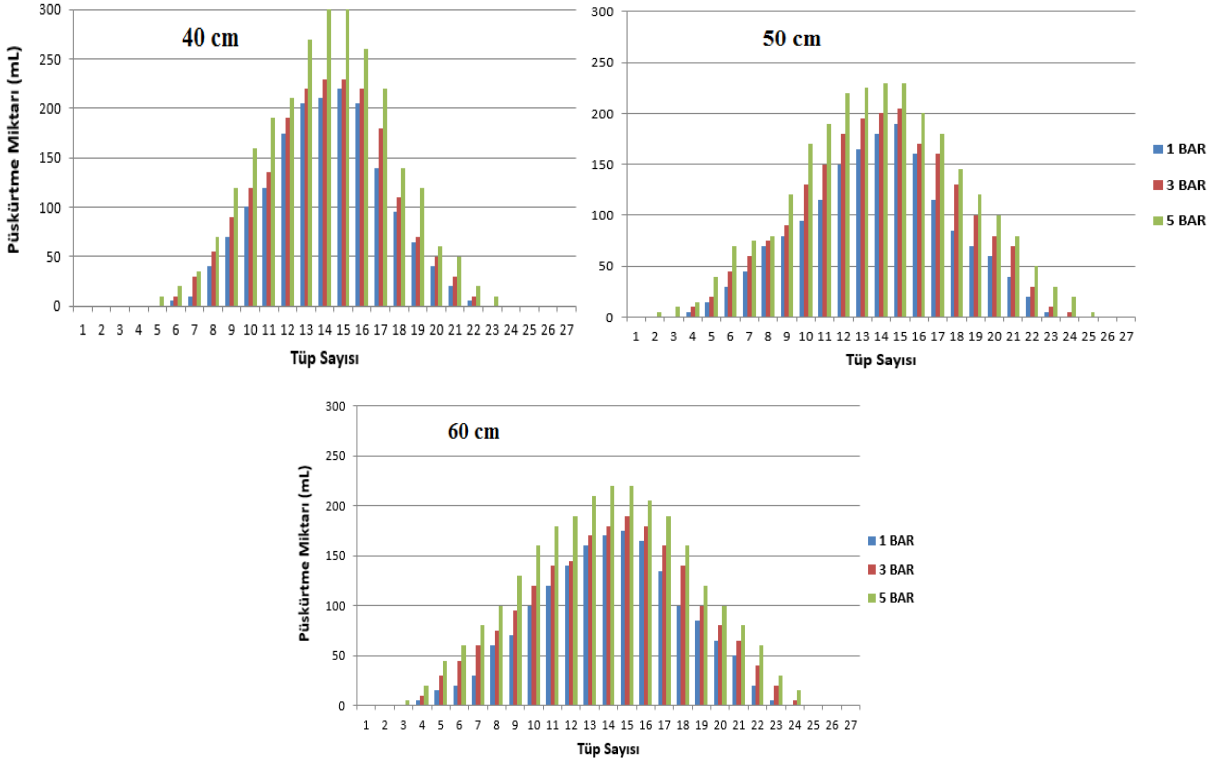
4.3.2. Basınç değişimi etkisi

IDK12004 püskürtme memesi kullanılarak 40 cm' de yapılan püskürtmede farklı basınçlarda oluşan püskürtme dağılımı incelendiğinde basınç arttıkça paternatör tüplerinde sıvı miktarı artma göstermiştir. 1 bar basınç uygulamasında merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 210 ml saptanırken 3 bar basınçta 230 ml, 5 bar basınçta ise 300 ml ölçülmüştür. Ayrıca 5 bar basınçla yapılan uygulamada 5. ve 23. numaralı tüplere sıvı ulaşırken 3 bar basınçta 6. ve 22. tüpler arasında ve 1 bar basınçta 6. ve 22. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Grafikteki basınç değişimi incelendiğinde basınç artışlarında merkezdeki tüplerde püskürtme miktarında yükselmeler görülmüş, ancak yükselmede tüpler arasında homejenlik olmamıştır. Özellikle basınç arttırıldığında ise kenarlara doğru püskürtme miktarında artışlar dolayısıyla ıslatma alanında genişlemeler olmuştur (Şekil 4.6).

Farklı basınçlarda 50 cm yükseklikte oluşan IDK12004 püskürtme memesi ile yapılan uygulamada püskürtme dağılımı incelendiğinde basınç artışı püskürtülen sıvı miktarını arttırmıştır. 1 bar basınç uygulamasında merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 180 ml saptanırken 3 bar basınçta 200 ml, 5 bar basınçta ise 230 ml ölçülmüştür. Ayrıca 5 bar basınçla yapılan uygulamada 2. ve 25. numaralı tüplere sıvı ulaşırken 3 bar basınçta 4. ve 24. tüpler arasında ve 1 bar basınçta 4. ve 23. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. 50 cm yükseklikte yapılan uygulamada basınç değişimi artışlarında merkezdeki tüplerde püskürtme miktarında yükselmeler görülmüş, ancak yükselmede tüpler arasında homejenlik olmamıştır. Islatma alanı genişlemiştir (Şekil 4.6).

Uygulama yüksekliği 60 cm olduğunda farklı basınçlar uygulanmış, uygulamalarda püskürtme dağılımı incelendiğinde basınç arttıkça paternatör tüplerinde sıvı miktarı artma göstermiştir. 1 bar basınç uygulamasında merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 170 ml saptanırken 3 bar basınçta 180 ml, 5 bar basınçta ise 220 ml ölçülmüştür. Ayrıca 5 bar basınçla yapılan uygulamada 3. ve 24. numaralı tüplere sıvı ulaşırken 3 bar basınçta 4. ve 24. tüpler arasında ve 1 bar basınçta 4. ve 23. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Basınç değişimi tüplerdeki püskürtme sıvısı miktarını arttırırken ıslatma alanında buna bağlı

olarak değişimine sebep olmuştur (Şekil 4.6).



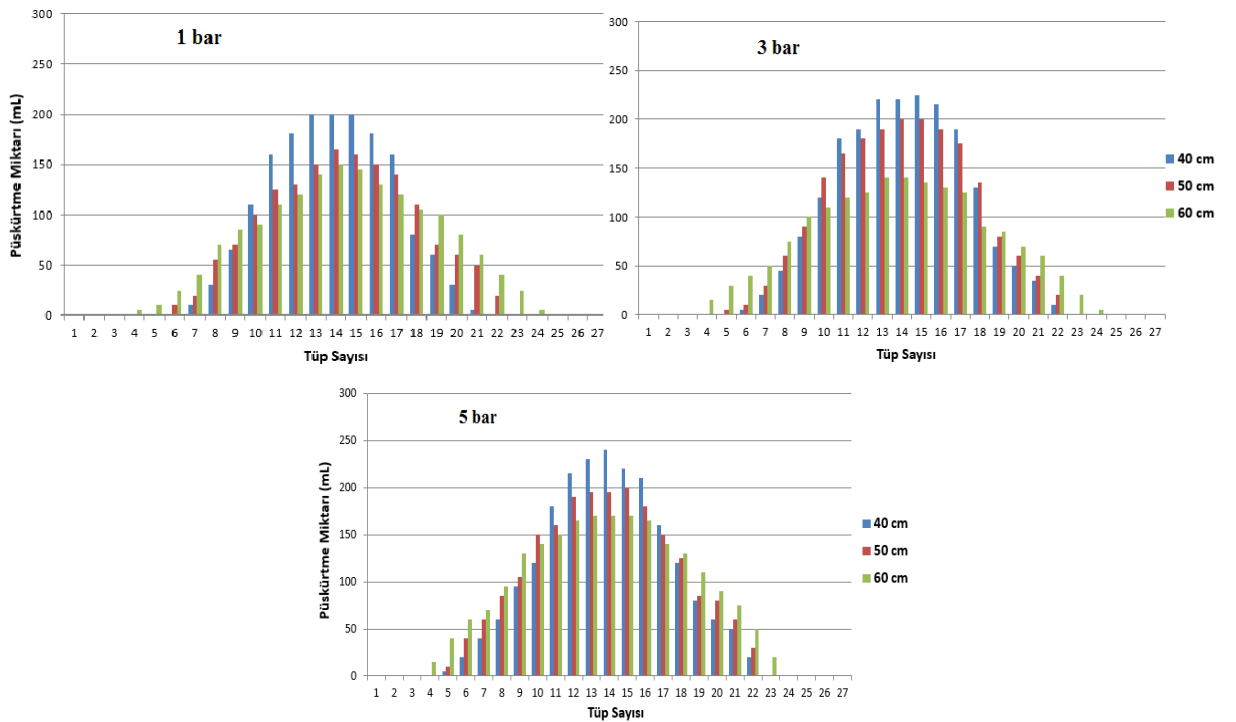
Şekil 4.6. IDK12004 püskürtme memesi için 1-3-5 bar püskürtme basınçlarında farklı yükseklikler (40-50-60 cm) için püskürtme dağılımı

4.4.TEEJET 11004 VP püskürtme memesine ilişkin ölçüm sonuçları

4.4.1.Yükseklik değişimi etkisi

TEEJET 11004 VP püskürtme memesi farklı yüksekliklerde 1 bar uygulama basıncında oluşan püskürtme dağılımı incelendiğinde yükseklik arttıkça birim alana düşen sıvı miktarı ıslatma alanı genişlediği için azalma göstermiştir. 40 cm yükseklikten yapılan uygulamalarda merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 200 ml saptanırken 50 cm yükseklikte 165 ml, 60 cm yükseklikte ise 150 ml ölçülmüştür. Ayrıca 60 cm yükseklikte yapılan uygulamada 4. ve 24. numaralı tüplere sıvı ulaşırken bu değerler 40 cm yükseklikte 7. ve 21. tüpler arasında olmuştur. Uygulamadaki yükseklik değişimi incelendiğinde yükseklik artışlarında merkezdeki tüplerde püskürtme miktarında görülen azalma kenarlara doğru püskürtme miktarında artışlara neden olmuştur (Şekil 4.7).

Paternatör ölçümlerinde farklı yüksekliklerde 3 bar uygulama basıncında oluşan püskürtme dağılımı ise yükseklik arttıkça birim alana düşen sıvı miktarı azalma göstermiştir. 40 cm yükseklikten yapılan uygulamalarda merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 220 ml saptanırken 50 cm yükseklikte 200 ml, 60 cm yükseklikte ise 140 ml ölçülmüştür. Ayrıca 60 cm yükseklikte yapılan uygulamada 4. ve 24. numaralı tüplere sıvı ulaşırken bu değerler 40 cm yükseklikte 6. ve 22. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Bu değişim incelendiğinde yükseklik artışlarında merkezdeki tüplerde püskürtme miktarında azalmalar görülmüştür. Özellikle basınç yükseldiğinde ise kenarlara doğru püskürtme miktarında artışlar olmuştur (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. TEEJET 11004 VP püskürtme memesine ilişkin farklı yüksekliklerde (40-50-60 cm) ve farklı basınçlarda tespit edilen püskürtme miktarları

5 bar uygulama basıncında farklı yüksekliklerde oluşan püskürtme dağılımı merkezden kenara doğru azalma göstermiştir. Püskürtme alanı genişlerken 40 cm yükseklikten yapılan uygulamalarda merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 240 ml saptanırken 50 cm yükseklikte 195 ml, 60 cm yükseklikte ise 170 ml ölçülmüştür. Ayrıca 60 cm yükseklikte yapılan uygulamada 4. ve 23. numaralı tüplere sıvı ulaşırken bu değerler 40 cm yükseklikte 5. ve 22. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Grafikteki yükseklik değişimi incelendiğinde yükseklik artışlarında merkezdeki tüplerde püskürtme miktarında azalmalar

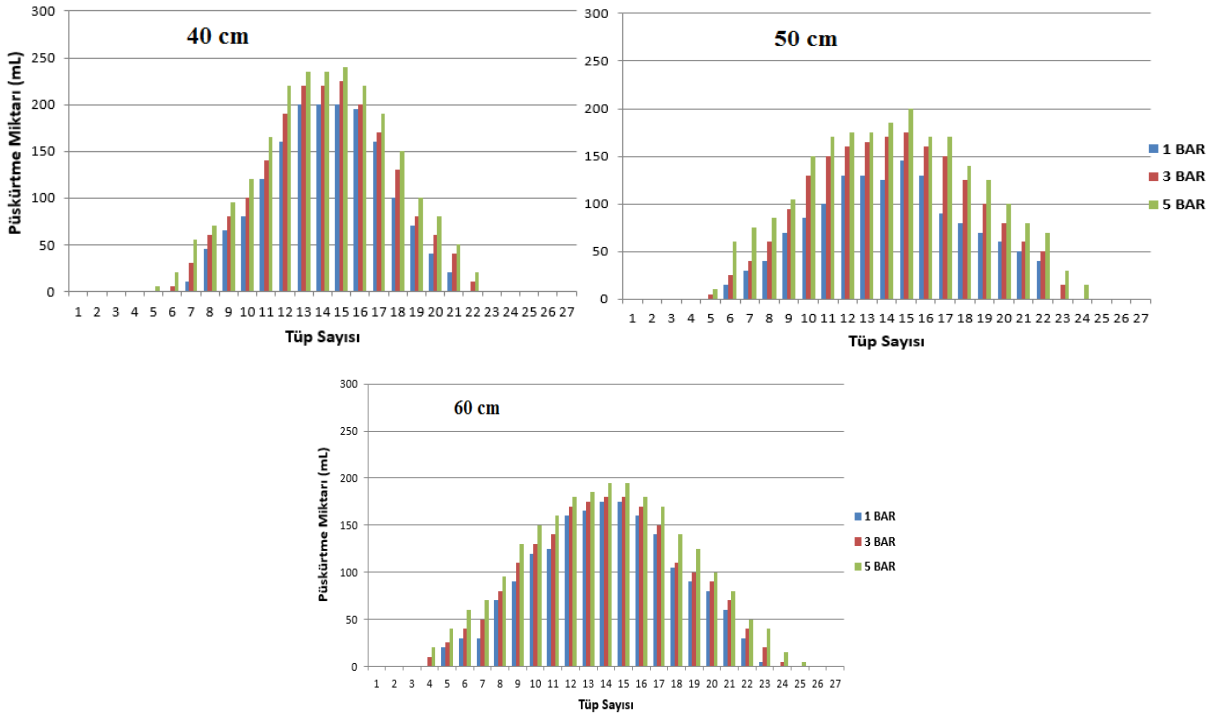
görülmüştür. Basınç yükseldiğinde ise kenarlara doğru püskürtme miktarında artışlar olmuştur (Şekil 4.7).

4.4.2. Basınç değişimi etkisi

TEEJET 11004 VP püskürtme memesi ile 40 cm' de yapılan püskürtmede farklı basınçlarda oluşan püskürtme dağılımı incelenmiş, basınç arttıkça paternatör tüplerinde sıvı miktarında artma görülmüştür. 1 bar basınç uygulamasında merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 200 ml saptanırken 3 bar basınçta 220 ml, 5 bar basınçta ise 235 ml ölçülmüştür. Ayrıca 5 bar basınçla yapılan uygulamada 5. ve 22. numaralı tüplere sıvı ulaşırken 3 bar basınçta 6. ve 22. tüpler arasında ve 1 bar basınçta 7. ve 21. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Basınç değişimi püskürtülen sıvı miktarını arttırırken ıslatma alanını da genişletmiştir (Şekil 4.8).

Farklı basınçlarda 50 cm yükseklikte oluşan püskürtme dağılımı basınç arttıkça paternatör tüplerinde sıvı miktarı ile birlikte değişmiştir. 1 bar basınç uygulamasında merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 125 ml saptanırken 3 bar basınçta 170 ml, 5 bar basınçta ise 180 ml olarak ölçülmüştür. Ayrıca 5 bar basınçla yapılan uygulamada 5. ve 24. numaralı tüplere sıvı ulaşırken 3 bar basınçta 5. ve 23. tüpler arasında ve 1 bar basınçta 6. ve 22. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Uygulamalarda 50 cm yükseklikte basınç artışlarında merkezdeki tüplerde püskürtme miktarında yükselmeler görülmüş, ancak yükselmede tüpler arasında homejenlik olmamıştır (Şekil 4.8).

Uygulama yüksekliği 60 cm olduğunda farklı basınçlar uygulanmış, uygulamalarda püskürtme dağılımı incelendiğinde basınç arttıkça paternatör tüplerinde sıvı miktarı artma göstermiştir. 1 bar basınç uygulamasında merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 175 ml saptanırken 3 bar basınçta 180 ml, 5 bar basınçta ise 195 ml ölçülmüştür. Ayrıca 5 bar basınçla yapılan uygulamada 4. ve 25. numaralı tüplere sıvı ulaşırken 3 bar basınçta 4. ve 24. tüpler arasında ve 1 bar basınçta 5. ve 23. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Basınç değişimi 50 cm yükseklikte artışlarda tüm tüplerde püskürtme miktarında yükselmeler görülmüştür. Basınç arttırıldığında ise kenarlara doğru püskürtme miktarında artışlar saptanmıştır (Şekil 4.8).

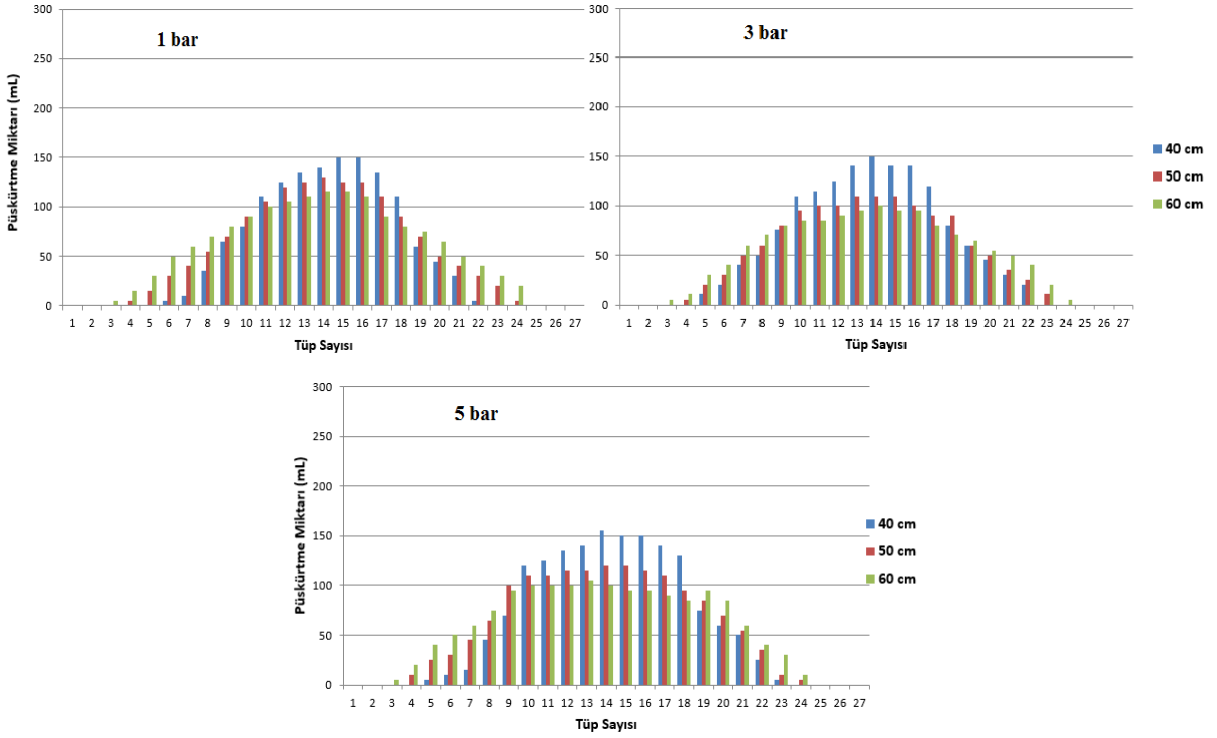


Şekil 4.8. TEEJET 1104 VP püskürtme memesi için 1-3-5 bar püskürtme basınçlarında farklı yükseklikler (40-50-60 cm) için püskürtme dağılımı

4.5.TTJ 6003 püskürtme memesine ilişkin ölçüm sonuçları

4.5.1.Yükseklik değişimi etkisi

TTJ 6003 püskürtme memesi farklı yüksekliklerde 1 bar uygulama basıncında oluşan püskürtme dağılımı incelendiğinde yükseklik arttıkça birim alana düşen sıvı miktarı tüm uygulamalarda görüldüğü gibi azalma göstermiştir. 40 cm yükseklikten yapılan uygulamalarda merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 140 ml saptanırken 50 cm yükseklikte 130 ml, 60 cm yükseklikte ise 115 ml ölçülmüştür. Ayrıca 60 cm yükseklikte yapılan uygulamada 3. ve 24. numaralı tüplere sıvı ulaşırken bu değerler 40 cm yükseklikte 6. ve 22. tüpler arasında olmuştur. Paternatör uygulamasında yapılan yükseklik değişimi incelendiğinde yükseklik artışlarında merkezdeki tüplerde püskürtme miktarında püskürtme sıvısında azalmalar görülmüştür. Bunu tersine kenarlara doğru püskürtme miktarında artışlar olmuştur (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. TTJ 6003 püskürtme memesine ilişkin farklı yüksekliklerde (40-50-60 cm) ve farklı basınçlarda tespit edilen püskürtme miktarları

TTJ 6003 püskürtme memesi ile farklı yüksekliklerde 3 bar uygulama basıncında oluşan püskürtme dağılımı ise yükseklik arttıkça birim alana düşen sıvı miktarı düşmüştür. 40 cm yükseklikten yapılan uygulamalarda merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 150 ml saptanırken 50 cm yükseklikte 110 ml, 60 cm yükseklikte ise 100 ml ölçülmüştür. Ayrıca 60 cm yükseklikte yapılan uygulamada 3. ve 24. numaralı tüplere sıvı ulaşırken, 40 cm yükseklikte 5. ve 22. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Grafikteki yükseklik değişimi incelendiğinde yükseklik artışlarında merkezdeki tüplerde püskürtme miktarında azalmalar görülmüştür. Tüm uygulamalarda olduğu gibi kenarlara doğru püskürtme miktarında artışlar olmuştur (Şekil 4.9).

TTJ 6003 püskürtme memesi 5 bar uygulama basıncında farklı yüksekliklerde oluşan püskürtme dağılımı incelendiğinde diğer yüksekliklerde olduğu gibi yükseklik arttıkça paternatör tüplerinde sıvı miktarı merkezden kenarlara doğru artışlar gözlenirken merkezde azalma tespit edilmiştir. Püskürtme alanı genişlerken 40 cm yükseklikten yapılan uygulamalarda merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 155 ml saptanırken 50 cm yükseklikte 120 ml, 60 cm yükseklikte ise 100 ml ölçülmüştür. Ayrıca 60 cm yükseklikte yapılan uygulamada 3. ve 24. numaralı tüplere sıvı ulaşırken, 40 cm yükseklikte 5. ve 23. tüpler

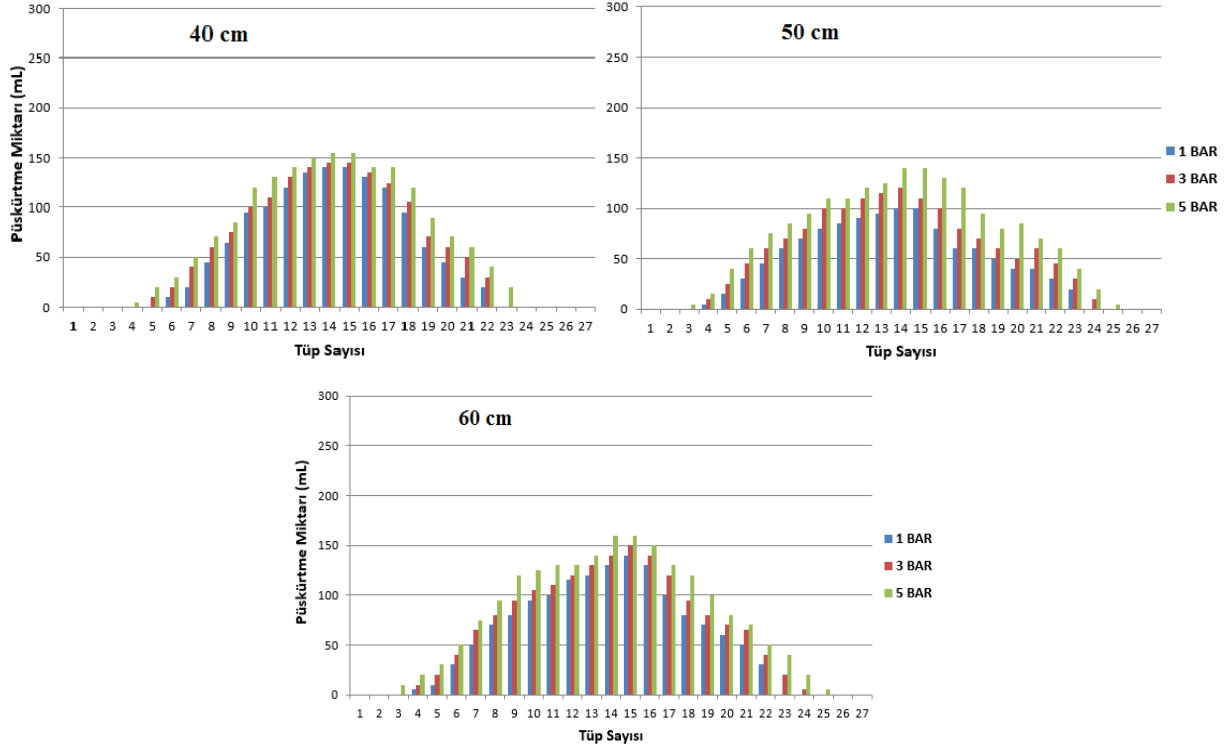
arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Yükselme değişimi kenarlara doğru püskürtme miktarında artışlara ve ıslatma alanının genişlemesine sebep olmuştur (Şekil 4.9).

4.5.2. Basınç değişimi etkisi

40 cm de TTJ 6003 püskürtme memesi ile yapılan püskürtmede farklı basınçlarda oluşan püskürtme dağılımı incelendiğinde basınç arttıkça paternatör tüplerinde sıvı miktarı artma göstermiştir. 1 bar basınç uygulamasında merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 140 ml saptanırken 3 bar basınçta 145 ml, 5 bar basınçta ise 155 ml olarak ölçülmüştür. Ayrıca 5 bar basınçla yapılan uygulamada 4. ve 23. numaralı tüplere sıvı ulaşırken 3 bar basınçta 5. ve 22. tüpler arasında ve 1 bar basınçta 6. ve 22. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. TTJ 6003 püskürtme memesi ile 40 cm yükseklikten yapılan uygulamada basınç değişimi incelendiğinde basınç artışlarında tüm tüplerde püskürtme miktarında yükselmeler görülürken ıslatma alanı genişliği de değişmiştir. Ancak yükselmede tüpler arasında homejenlik olmamıştır (Şekil 4.10).

Farklı basınçlarda 50 cm yükseklikte oluşan püskürtme dağılımı gözlemlendiğinde basınç arttıkça paternatör tüplerinde sıvı miktarı artma göstermiştir. 1 bar basınç uygulamasında merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 100 ml saptanırken 3 bar basınçta 120 ml, 5 bar basınçta ise 140 ml ölçülmüştür. Ayrıca 5 bar basınçla yapılan uygulamada 3. ve 25. numaralı tüplere sıvı ulaşırken 3 bar basınçta 4. ve 24. tüpler arasında ve 1 bar basınçta 4. ve 23. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir (Şekil 4.10).

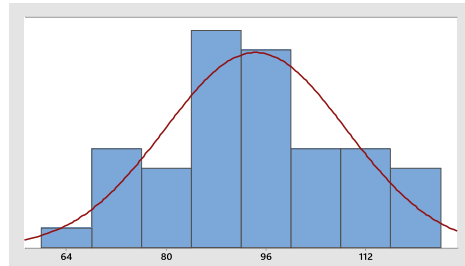
Uygulama yüksekliği 60 cm olduğunda farklı basınçlar uygulanmış, uygulamalarda püskürtme dağılımı basınç arttıkça paternatör tüplerinde sıvı miktarında artma olarak karşımıza çıkmıştır. 1 bar basınç uygulamasında merkezde yer alan 14 numaralı tüpteki sıvı miktarı 130 ml saptanırken 3 bar basınçta 140 ml, 5 bar basınçta ise 160 ml ölçülmüştür. Ayrıca 5 bar basınçla yapılan uygulamada 3. ve 25. numaralı tüplere sıvı ulaşırken 3 bar basınçta 4. ve 24. tüpler arasında ve 1 bar basınçta 4. ve 22. tüpler arasında püskürtme sıvısı tespit edilmiştir. Basınç değişimi ile 60 cm yükseklikte artışlarda tüm tüplerde püskürtme miktarında yükselmeler görülmüş, buna bağlı olarak ıslatma alanında genişleme tespit edilmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. TTJ 6003 püskürtme memesi için 1-3-5 bar püskürtme basınçlarında farklı yükseklikler (40-50-60 cm) için püskürtme dağılımı

4.6. İstatistiksel Analiz

Tüplerdeki püskürtme miktarları incelendiğinde elde edilen CV değerleri Anderson-Darling normallik testine göre $p > 0.05$ olduğu için normal dağılıma sahiptir. Bu nedenle parametrik ANOVA testi uygulanmıştır (Şekil 4.11).



Ortalama	Standart sapma	Varyans	n	Ortalama için Güven aralığı	Standart sapma için Güven aralığı	P değeri
94,311	14,542	211,484	45	89,942-98,68	12,039-18,370	0,846

Şekil 4.11. Denemelere ilişkin Anderson-Darling normallik testine göre varyasyon analizi

Püskürtme memesi tipi, uygulama yüksekliği ve uygulama basıncı faktörlerine göre 3-yönlü ANOVA testi yapıldığında püskürtme memesi için 5, uygulama yüksekliği için 10, uygulama basıncı için 30, toplamda ise 44 serbestlik derecesi vardır. CV değeri üzerindeki varyansın %68,47' si uygulama yüksekliği ile %31,53' ü ise uygulama basıncı ile açıklanabilmektedir. Kullanılan püskürtme memesi türlerinin CV' deki değişim üzerinde bir etkisi görülmemiştir. Daha sonra her bir faktör için ayrı ayrı Tek yönlü ANOVA testi yapılmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Meme tipi, yükseklik, basınç ilişkisi, Varyasyon analizi

Kaynak	Serbestlik derecesi	Standart sapma	MS	F	P	Var Com.	Toplam	Std sapma
P Meme tipi	4	Toplam	307,35	0,533	0,715	29,978*	0,00	0,00
Yükseklik	10	5771,53	577,153	7,514	0,00	166,781	68,47	12,91
Basınç	30	2304,34	76,811	76,81	31,53	8,764		
Toplam	44	930527	243,592	15,607				

* Değer negatiftir ve sıfır olarak tahmin edilir

IDK 120 02; IDK 120 03; IDK 120 04; TEEJET 110 04 VP; TTJ 60 03 püskürtme memesi tipleri için varyans analizi yapılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.2' de görülmektedir. Püskürtme memesi tiplerinin tek başına varyasyon katsayısı üzerinde etkisi incelendiğinde $p > 0.05$ olduğu için kullanılan püskürtme memelerinin CV değişimi üzerinde etkisi görülmemiştir.

Uygulamada kullanılan püskürtme yüksekliklerinin (40-50-60 cm) varyasyon katsayısına etkisi incelendiğinde elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3' de görülmektedir. Uygulama yüksekliğinin tek başına CV üzerinde etkisi incelendiğinde $p < 0.05$ olduğu için kullanılan uygulama yüksekliklerinin CV değişimi üzerinde istatistiksel açıdan önemli bir etkisi olduğu gözlenmiştir.

Uygulamada kullanılan farklı püskürtme basınçlarının (1-3-5 bar) varyasyon

katsayısına etkisi incelendiğinde elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4’ de görülmektedir. Uygulama basıncının tek başına CV üzerinde etkisi incelendiğinde $p > 0.05$ olduğu için kullanılan uygulama basınçlarının CV değişimi üzerinde önemli bir etkisi görülmemiştir.

Çizelge 4.2. Meme tipine göre püskürtme dağılımı Varyasyon Analizi

Kaynak	Serbestlik derecesi	Adj SS	Adj MS	F	P
P Meme tipi	4	1229	307,4	1,52	0,214
Hata	40	8076	201,9		
Toplam	44	9305			
Means					
P meme tipi	Sayı	Ortalama	Standart sapma	%95 CL	
IDK 120 02	9	90,77	17,59	81,20	100,35
IDK 120 03	9	95,84	10,13	86,27	105,41
IDK 120 04	9	98,67	15,43	89,10	108,25
TEEJET 110 04 VP	9	100,20	13,22	90,63	109,78
TTJ 60 03	9	86,06	13,59	76,49	95,64

Pooled StDev = 14,2090

Çizelge 4.3. Farklı püskürtme yüksekliklerine (40-50-60 cm) göre püskürtme dağılımı Varyasyon Analizi

Kaynak	Serbestlik derecesi	Adj SS	Adj MS	F	P
Yükseklik	2	5032	2516,2	24,73	0,00
Hata	42	4273	101,7		
Toplam	44	9305			
Means					
Yükseklik	Sayı	Ortalama	Standart sapma	%95 CL	
40 cm	15	108,61	10,29	103,3	113,86
50 cm	15	90,96	10,65	85,71	96,22
60 cm	15	83,36	9,27	78,11	88,62

Pooled StDev = 10,0864

Çizelge 4.4.Farklı püskürtme basınçlarının (1-3-5 bar) cm) göre püskürtme dağılımı Varyasyon Analizi

Kaynak	Serbestlik derecesi	Adj SS	Adj MS	F	P
Basınç	2	776,6	388,4	1,91	0,160
Hata	42	8528,7	203,1		
Toplam	44	9305			
Means					
Basınç	Sayı	Ortalama	Standart sapma	%95 CL	
1 bar	15	90,79	14,22	83,36	98,21
3 bar	15	92,00	14,46	84,57	99,42
5 bar	15	90,79	14,22	83,36	98,21

Pooled StDev = 14,2501

5. SONUÇ

Son yıllarda Türkiye’de yeni kullanılmaya başlayan, ilaç sürüklenmesini önleyebilmek amacıyla geliştirilmiş yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri olan IDK 120 02; IDK 120 03; IDK 120 04; TEEJET 110 04 VP; TTJ 60 03 püskürtme memelerine ait püskürtme dağılımları paternatör kullanılarak ayrı ayrı denenmiştir. Farklı yükseklikler (40-50-60 cm) ve farklı püskürtme basınçlarında (1-3-5 bar) ayrı ayrı püskürtme sıvısı dağılımları tespit edilmiş, istatistiksel açıdan da değerlendirilerek sonuçlar bu çalışmada belirtilmiştir.

Püskürtme dağılımları incelendiğinde genel olarak paternatör merkezindeki tüplerde püskürtme sıvısı miktarı yüksek olmuştur. Kenarlara doğru ise azalmıştır.

Paternatör üzerinde basınçlar aynı kalmak suretiyle yükseklikler değiştirildiğinde merkezdeki sıvı miktarları düşüş göstermiştir. Kenarlara doğru gidildiğinde ise tüplerdeki püskürtme sıvısı miktarları artış göstermiştir. Buna bağlı olarak ıslatma alanı genişlemiştir. Bunun sonucunda püskürtme memeleri bum üzerine yerleştirildiğinde yükseklik değişimine bağlı olarak birim alana düşen püskürtme sıvısı miktarı da değişeceğinden örtme oranı dikkate alınarak püskürtme memeleri arasındaki mesafeye dikkat edilmelidir.

Sabit yükseklikte farklı basınçlar uygulandığında ise meme verdisi arttığından dolayı tüplerdeki püskürtme sıvısı artış göstermiştir. Artan basınç merkezde ve kenarlardaki tüplerdeki sıvı miktarını arttırmıştır. Kenarlara doğru ıslatma alanında artışlar saptanmıştır. Uygulamada kullanılırken atılacak sıvı miktarı kontrol edilmeli ve ilaç normu ayarı doğru hesaplanmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Anonim (a). Teejet katalog verileri. http://www.teejet.com/literature_pdfs/catalogs/C51A-M/cat51a_metric.pdf. Erişim Tarihi: 07.06.2017
- Anonim. Lechler katalog verileri. http://www.lechler.de/is-bin/intershop.static/WFS/LechlerDE-Shop-Site/LechlerDE-Shop/en_US/PDF/05_service_support/landtechnik/downloads/englisch/idk-idkn_katalogflyer_0616_gb.pdf Erişim Tarihi: 07.06.2017
- Al-Gaadi, A. K., 2010. Effect of nozzle height and type on spray density and distribution for a ground field sprayer, J. Saudi Soc. for Agric. Sci.
- Çelen, I. H., Arın, S., Durgut, M.R. ve Okur E., 2007. Bağlarda kalıntı ve damla dağılımı üzerinde pülverizatör ilerleme hızı değişiminin etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi, Sütçü İmam Üniversitesi 5-7 Eylül, Kahramanmaraş
- Çelen İ., 2012. Tarımsal mücadelede püskürtme memeleri, Tekirdağ, s.51
- Çelik. N., 2000. Tarımda girdi kullanımı ve verimliliğe etkileri uzmanlık tezi. İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü Tarım Dairesi, Temmuz 2000.
- Çilingir, İ., ve Dursun, E., 2002. Bitki koruma makinaları. Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları Bölümü, 248, Ankara.
- Derksen, C. R., Ozkan, E. H., Fox, D.R., Brazee, D. R., 1999, Droplet spectra and wind tunnel evaluation of venture and pre-orifice nozzles, 42(6).1573-1580.
- Eraktan G., 1988. Türkiye’ de tarım kesimine yönelik politikalar ve AT karşısındaki durumu. Alkar Matbaacılık, Ankara, s.66.
- Ergül, İ. ve Dursun, E., 2004. Konik hüzmeli memelerde aşınmanın verdi ve ilaç dağılım paternine etkileri. Tarımsal Mekanizasyon 22. Ulusal Kongresi, 08-10 Eylül, Aydın.
- Faqiri, L. N., Krishnan, P., 2005. Effect of nozzle pressure and wind conduction on spray pattern displacement of RF5 and 110-5R nozzles, 21(5): 747-750.
- Hassen, S. Nasir, Azwadi N., S. and Jamaludin, Sheriff. M., 2013. Effect of nozzle type, angle and pressure on spray volumetric distribution of broadcasting and banding application, 5(4), 76-81
- Kan, M. ve Gün, S., 2000. Türkiye’ de tarım ilaçlarının kullanımı ile ilgili yasal düzenlemeler ve kurumsal yapı. Türk-Koop. Ekin Dergisi, 14(4), 28-34.
- Matthews, G.A., 1979. Pesticide Application Methods. Longman, p.1-325
- Mengeş, H. O., 1995. Mekanik tarla pülverizatörlerinde kullanılan çeşitli tipteki bazı memelerin

dağılım ve pülverizasyon karakteristiklerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

- Miller, H.C. Paul., Tuck, R. Clive., Murphy, S., Costa Ferreira, M., 2008. Measurements of the droplet velocities in sprays produced by different designs of agricultural spray nozzle. 8-5, Italy.
- Ozkan, H.E., Reichard, D.L. Ackerman. K. D., 1992. Effect of orifice wear on spray patterns from fan nozzles. Transactions of the ASAE, 35(4), 1091-1097.
- Ozkan, H. E., Ackerman K. D., 1992. An automated computerized spray pattern analysis system Applied Engineering in Agriculture. 8(3): 325-331.
- Sehsah, E. M. E., Kleisinger, S., 2009. Study of some parameters affecting spray distribution uniformity pattern, Misr J. Ag. Eng., 26(1): 69-93.
- Sidahmed, M. M., Brown, R. B and Darvishvand, M., 1999. Drop-size / velocity correlations at formation of sprays from fan nozzles. Transactions of the ASAE, 42 (6), 1557-1564.
- Sumner, H. R. and Herzog, G. A., 2000. Assessing the effectiveness of air-assisted and hydraulic sprayers in cotton via leaf bioassay. The Journal of Cotton Science, 4, 79-83
- Višacki, V. V., Sedlar, A. D., Gil E., Bugarin, R. M., Turan, J. J., Janic, T. V., Burg, P., 2016. Effects of sprayer boom height and operating pressure on the spray uniformity and distribution model development, Published by the American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Michigan.
- Yağcıoğlu, A., 1993. Bitki koruma makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayın no: 508, 338s. Bornova, İzmir
- Womac, A., Smith, CW. And Mulrooney, J. E., 2004. Foliar spray banding characteristics. Transactions of the ASAE, 47(1), 37-44.
- Zhou, Q., Miller, P. C. H., Walklate, P.J. and Thomas, N.H., 1996. Prediction of spray angle from flat fan nozzles. J. Agric. Eng. Research, 64, 139-348.

ÖZGEÇMİŞ

Cansu ÖZTÜRK 1992 yılında İstanbul’ da doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul’da tamamladı. 2010 yılında Küçükçekmece Anadolu Lisesi’nden mezun oldu. 2010 yılında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2015 yılında Biyosistem Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimine başladı.