

Domateste Yardımcı Hava Akımlı İlaç Uygulama Etkinliğinin Belirlenmesi

Ergin DURSUN¹

Geliş Tarihi :15.10.2002

Özet: Bu çalışma, domateste yardımcı hava akımlı ilaç uygulamalarının yaprak üst ve alt yüzeylerinde tutunan ilaç kalıntı miktarına, bitki tacı içerisine ilaç penetrasyonuna ve ilaç sürüklenmesine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla yardımcı hava akımlı bir deneme pülverizatörü imal edilmiştir. Pülverizatör üzerinde püskürtme çubuğu boyunca uzanan ve hava ile şişirilebilen bir hava çantası bulunmaktadır. Santrifüj bir fan tarafından oluşturulan hava akımı, hava çantasının altında bulunan 40 mm çaplı ve eksenleri arasında 80 mm bulunan bir seri delikten dikey olarak aşağı doğru basılmaktadır. Fan hidrolik motorla çalıştırılmaktadır. Farklı hava hızları elde etmek için fan devri ayarlanabilmektedir. Denemeler 21, 30 ve 37 m/s'lik hava hızlarında yapılmıştır. Püskürtme çubuğu üzerindeki içi boş konik hüzmeli memelerin açısı geriye doğru 30°'ye ayarlanmıştır. Böylece, memelerden çıkan ilaç damlaları dikey hava akımı yardımıyla bitkiye taşınmaktadır. Araştırma sonuçları, yardımcı hava akımının yaprak üst ve alt yüzeylerinde toplanan kalıntı miktarını artırdığını, ilaç penetrasyonunu iyileştirdiğini ve ilaç sürüklenmesini azalttığını göstermiştir. Yaprak üst ve alt yüzeylerinde en yüksek ilaç kalıntıları 37 m/s'lik hava hızında elde edilmiştir. Klasik uygulamayla karşılaştırıldığında, 21, 30 ve 37 m/s'lik hava hızlarıyla yapılan yardımcı hava akımlı uygulama bütün bitki seviyelerindeki ortalama kalıntı miktarını sırasıyla % 30.96, % 40.65 ve % 43.87 oranlarında artırmıştır. Yardımcı hava akımı, hava hızı ve rüzgar hızına bağlı olarak ilaç sürüklenmesini % 21.3-43.5 arasında azaltmıştır.

Anahtar Kelimeler: domates ilaçlaması, yardımcı hava akımlı ilaç uygulama, ilaç kalıntı miktarı, ilaç penetrasyonu, ilaç sürüklenmesi

Determination of Air-Assisted Spray Application Efficiency in Tomato

Abstract: This study was conducted to determine the effects of air-assisted spray application on spray deposition on both the upper and lower leaf surfaces, spray penetration into plant canopy, and spray drift in tomato. An air-assisted experimental sprayer was built for this study. This sprayer has an inflatable air bag along the boom. Air-assisted produced by a centrifugal fan is forced vertically down through a series of circular holes, 40 mm in diameter and 80 mm apart at the bottom of the inflated air bag. Fan was driven by a hydraulic motor. Fan rotation speed can be adjusted to obtain different air velocities. Tests were done with air velocities of 21, 30, and 37 m/s. Hollow cone nozzles on the boom were angled 30 degree backward. Thus, spray droplets ejected from nozzles were carried to the plant by the vertical air stream. Research results showed that air assistance increased deposits on both the upper and lower leaf surfaces, improved spray penetration, and reduced spray drift. The highest spray deposits on the upper and lower leaf surface were obtained with air velocity of 37 m/s. Mean spray deposits over all plant locations increased 30.96, 40.65, and 43.87 % for air-assisted application with air velocities of 21, 30, and 37 m/s, respectively, compared to spray application without air assistance. Air assistance reduced spray drift between 21.3 - 43.5 % depending on air and wind velocities.

Key Words: tomato spraying, air-assisted spray application, spray deposition, spray penetration, spray drift

Giriş

Tarımsal ilaçların (pestisitlerin) büyük bir kısmı hidrolik memelere sahip klasik tip püskürtme çubuklu pülverizatörlerle uygulanmaktadır. Memeler, sıvı ilacı oldukça geniş bir damlacık spektrumuyla hedef yüzeylere püskürtürler. Memeler tarafından üretilen ilaç damlaları, atalet ve yerçekimi kuvvetlerinin bileşke etkisiyle hedefe taşınmaktadırlar. Ancak bu kuvvetler, hedef yüzeylerde yeterli miktarda ilaç toplanamaması, bitki tacı içerisine zayıf ilaç penetrasyonu ve yüksek miktarda ilaç sürüklenmesi (drift) gibi sorunları ortadan kaldırmak için genellikle yeterli değildir. Bitki tacının üst kısımları ve yaprak üst yüzeyleri, çoğunlukla bitki tacının alt kısımlarına ve yaprak alt yüzeylerine göre daha çok ilaç almaktadır. Buna karşın, tarımsal savaşımında minimum maliyetle istenilen biyolojik kontrolü sağlamak için bitkinin bütün kısımlarında yeterli miktarda ilaç toplanması ve bitkinin düşey yüksekliği boyunca yeterli ilaç penetrasyonunun sağlanması gereklidir.

Son yıllarda tarımsal ilaç uygulamalarının etkinliği artıracak yeni pestisit uygulama tekniklerinin geliştirilmesi için oldukça fazla çaba sarf edilmiştir. Etkisiz ilaç uygulamaları nedeniyle artan maliyetler ve hedef dışına sürüklenen ilaçların oluşturduğu çevre kirliliğinden dolayı artan çevresel baskılar, yeni uygulama tekniklerinin kullanılmasını zorunluluk haline getirmektedir. Bu uygulama tekniklerinden biri de yardımcı hava akımlı uygulamadır. Bu teknik, bağ ve meyve bahçelerinde eskiden beri uygulanmakta olup son yıllarda tarla bitkilerinde kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

Yardımcı hava akımı, ilaç damlalarının hızını artırarak ve ürüne doğru yönelterek bitki tacı içerisine penetrasyonu artırmakta ve rüzgarın sürüklemeye etkisini azaltarak hem çevre kirliliği, hem de ilaç kayıplarını en düşük seviyeye indirmektedir (Watson ve Wolf 1985,

¹ Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü- Ankara

Hadar 1991, Morgan 1991). Bazı araştırmacılar (Cooke ve ark. 1990, Morgan 1991) hava hızı ve verdinin ilaç dağılımı tekdüzeliğini etkilediğini, yardımcı hava akımlı uygulamayla özellikle küçük çaplı damlaların hedefe etkin bir şekilde taşındığını belirtmişlerdir. Quanquin (1992), küçük çaplı damlalarla yardımcı hava akımlı uygulamada klasik uygulamaya göre ilaç sürüklenmesinin %50-90 oranında azaldığını belirtmiştir. Heilsbronn ve Anderson (1991), yardımcı hava akımının kinetik enerjilerini hızla kaybeden küçük damlalarda daha etkili olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca hava hızının 16 m/s' den 28 m/s' ye artmasıyla ilaç sürüklenmesinin azaldığını ve yardımcı hava akımlı uygulamayla hedef yüzeylerdeki kalıntı miktarının %67'ye kadar arttığını belirtmişlerdir. Jeffery ve Taylor (1991), patates bitkilerinde yardımcı hava akımıyla klasik uygulamaya göre yaprak alt yüzeylerinde toplanan kalıntı miktarının 3 kat arttığını vurgulamışlardır. May (1991), iki farklı tip yardımcı hava akımlı pülverizatörü şeker pancarında kullanarak hedef yüzeylerde toplanan ilaç miktarı, ilaç sürüklenmesi ve yabancı ot kontrolü açısından değerlendirmiştir. Denemelerde 12 ve 23 m/s' lik hava hızlarını kullanmıştır. Her iki pülverizatörün ilaç sürüklenmesini yaklaşık %50 azalttığını ve hava hızının artmasıyla ilaç sürüklenmesinin azaldığını açıklamıştır. Morgan (1991), yardımcı hava akımlı uygulamada hava hızı/verdisinin ilaç damlalarının dağılımını önemli derecede etkilediğini belirtmiştir. Ringel ve ark. (1991), 15 ve 28 m/s'lik iki farklı hava hızı ve üç farklı hava akımı doğrultusunda (ileriyeye, geriye ve dikey) yardımcı hava akımının yapay hedefler üzerindeki (dikey ve yatay konumlu) ilaç kalıntı miktarına ve dağılımı düzgünlüğüne etkilerini araştırmışlardır. Watson ve Wolf (1985), yardımcı hava akımlı uygulamada 16 ve 34 m/s'lik hava hızlarını kullanarak yaptıkları çalışmada mısır üzerinde %100, soya fasulyesinde ise %234 oranında kalıntı artışı elde ettiklerini vurgulamışlardır. Cooke ve ark. (1990), yardımcı hava akımının patates bitkilerinin yaprak altlarında kaplama oranını artırdığını, yabancı otların üst ve alt bitki yüzeyleri üzerindeki kalıntı miktarını artırdığını bildirmişlerdir. Hislop ve ark. (1993), 45° ileriyeye doğru yönlendirilmiş yardımcı hava akımının buğday bitkileri üzerindeki kalıntıyı %74 artırdığını, 4 m/s'lik rüzgar hızında ilaç sürüklenmesini yaklaşık %70 azalttığını vurgulamışlardır. Khadair ve ark. (1994), elektrostatik olarak yüklenmiş ilaçların yardımcı hava akımıyla hedefe taşınmasının yaprak üst ve alt yüzeylerindeki kalıntı miktarını artırdığını, bitki tacı içerisine ilaç penetrasyonunu iyileştirdiğini ve çeşitli rüzgar hızlarında ilaç sürüklenmesini azalttığını bildirmişlerdir. Darvishvand ve Brown (1997), yardımcı hava akımlı bir pülverizatörün ormanda kullanılmasının ilaç penetrasyonuna, bitkiler üzerinde toplanan kalıntı miktarına ve sürüklenen ilaç miktarına etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, memeler üzerinde dikey hava akımı ve meme arkasında hava perdesi şeklinde iki farklı düzenlemeyle denemeler yapmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre her iki düzenlemenin ilaç penetrasyonunu artırdığını, bitki tacı içerisine yerleştirilen hedefler üzerindeki ilaç kalıntı miktarını artırdığını ve rüzgarlı koşullarda ilaç sürüklenme potansiyelini azalttığını bildirmişlerdir. Piche ve ark. (2000), patates ve brokolide yardımcı hava akımlı ve klasik ilaç uygulamalarını karşılaştırmışlardır. Denemelerde 31 m/s'lik hava hızı kullanmışlardır. Sonuçta yardımcı hava

akımlı uygulamanın klasik uygulamaya göre daha iyi ilaç penetrasyonu ve kaplama sağladığını vurgulamışlardır. Dursun (1996), farklı ilaç uygulama yöntemlerinin damla sıklığına ve damla kayıplarına etkilerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, klasik uygulamaya göre yardımcı hava akımının hedef yüzeylerdeki damla sıklığını %2.6-30.7 arasında artırdığını bildirmiştir.

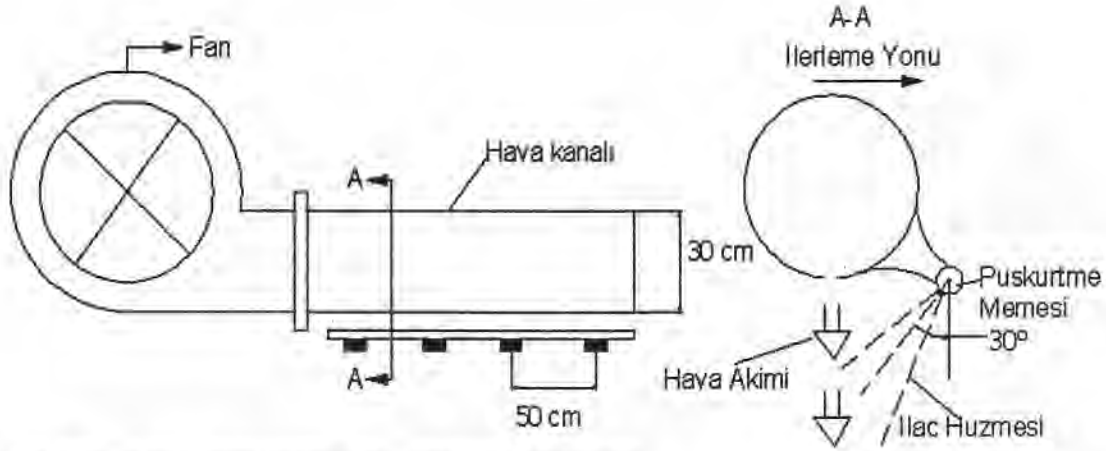
Bu çalışmanın amacı, domates ilaçlamasında yardımcı hava akımlı uygulamanın yaprak üst ve alt yüzeylerindeki ilaç kalıntı miktarına, bitki tacı içerisine ilaç penetrasyonuna ve ilaç sürüklenmesine etkilerini belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü deneme parsellerinde yetiştirilen Falkon çeşidi domates bitkileri üzerinde yürütülmüştür. Parsel boyutları 3x30 m'dir. Denemeler sırasındaki ortalama bitki boyu 75 cm, yaprak alan indeksi (YAI) 2.1 olarak belirlenmiştir. Bitkilerin sıra üzeri mesafeleri 70 cm, sıra arası mesafeleri ise 90 cm'dir.

Yardımcı hava akımlı ilaç uygulama tekniğinin domates bitkileri üzerindeki etkinliğini belirlemek için öncelikle yardımcı hava akımlı bir deneme pülverizatörü geliştirilmiştir. Bu amaçla klasik bir tarla pülverizatörü üzerinde bazı değişiklikler yapılmış ve ek düzenler yerleştirilmiştir. Bu ek düzenlerden biri hava akımı oluşturmada kullanılan fan, diğeri ise oluşturulan hava akımını püskürtme borusu boyunca memeler üzerine ileten hava kanalıdır. Hava kanalı, şişirilebilen bir hava torbası şeklinde olup silindirik yapıdadır. Bu kanalın memeler üzerine gelen alt kısmında hava çıkış delikleri bulunmaktadır. Bu deliklerin çapı, Degania pülverizatöründe olduğu gibi 4 cm olup delik eksenleri arasındaki mesafe 8 cm'dir. Şekil 1'de deneme pülverizatörüne ait yardımcı hava akımlı püskürtme sisteminin şematik görünümü verilmiştir. Bu şekilde görüldüğü gibi, püskürtme çubuğu üzerindeki memeler geriye doğru 30 derece açıldırılmış olup püskürtülen damlalar dikey hava akımı yardımıyla hedefe taşınmaktadır (Manor ve ark. 1989, Hadar 1991). Hava akımı oluşturmada kullanılan fan, bir hidrolik motor yardımıyla çalıştırılmıştır. Hidrolik motorun devri kademesiz olarak değiştirilerek farklı fan devirleri ve böylece farklı hava hızları elde edilebilmektedir. Fan çalıştırılmadığı zaman mevcut pülverizatör klasik bir tarla pülverizatörü gibi çalışmaktadır.

Püskürtme çubuğu üzerinde Gündüzler marka 4 adet içi boş konik hüzmeli meme bulunmaktadır. Memeler, püskürtme çubuğu üzerine 0.5 m aralıklarla bağlanmıştır. Memelerin plaka delik çapları 1.5 mm olup denemelerin yapıldığı 6 bar basınçta ortalama verdileri 1.22 L/min, damla çapları (VMD) 164 µm ve hüzmeye açıları 80°'dir. Damla çaplarına ilişkin CH homojenlik katsayısı 1.77 olarak hesaplanmıştır. Damla çapları, hedef yüzeylere yerleştirilen suya duyarlı kağıtlar yardımıyla ölçülmüştür. Tüm denemeler 6 km/h ilerleme hızında yapılmış ve memelerin bitkiler üzerindeki yüksekliği 0.5 m'ye ayarlanmıştır.



Şekil 1. Yardımcı hava akımlı püskürtme sisteminin şematik görünümü

Yardımcı hava akımının domates bitkilerinin farklı seviyelerinde ve her seviyedeki yaprakların üst ve alt yüzeylerinde toplanan ilaç miktarına ve sürüklenen ilaç miktarına etkilerini belirlemek için 21, 30 ve 37 m/s'lik 3 farklı hava hızında denemeler yapılmıştır. Hava hızları, hava kanalının alt kısmında bulunan hava çıkış deliklerinde ölçülmüştür. Hava hızı ölçümleri 3 tekrürlü yapılmış ve ortalama hava hızları hesaplanmıştır. Hava hızı ölçümlerinde ölçme aralığı 0-100 m/s olan Testo 400 cihazı kullanılmıştır.

Denemeler sırasında rüzgar hızları da ölçülmüştür. Rüzgar hızının değişmesi hedef yüzeylerde toplanan ilaç miktarını ve dağılımını oldukça etkilediğinden denemeler olabildiğince aynı rüzgar hızlarında yapılmıştır. İlaç sürüklenmesi hariç diğer denemeler sırasında rüzgar hızları 1-2 m/s arasında değişmiştir. İlaç sürüklenmesine rüzgar hızının etkisini belirlemek için yapılan denemelerde ise ortalama rüzgar hızları 1.5, 2.7 ve 3.8 m/s olarak ölçülmüştür. Rüzgar hızının ölçülmesinde Wilh. Lambrecht KG marka ve ölçme aralığı 0-5 m/s olan kızgın telli anemometre kullanılmıştır.

Domates bitkilerinin yaprakları üzerinde toplanan ilaç kalıntı miktarını saptamak için gerçek ilaç yerine sodyum fluorescein çözeltisi kullanılmıştır. Sodyum fluorescein iz maddesi, bütün denemelerde 10 g/da'lık dozda kullanılmıştır. Dekara uygulanan püskürtme sıvısı yani çözelti miktarı 24.4 litre'dir.

Klasik yani hava akımsız ve üç farklı hava hızında yapılan yardımcı hava akımlı uygulamalarda, pülverizasyon işleminden önce örnekleme yapılacağı bitkiler düşey olarak 1. seviye, 2. seviye ve 3. seviye olmak üzere 3 bölgeye ayrılmıştır (Şekil 2). Her bölgede toplam 3 yaprak üzerinde örnekler alınmıştır. İz maddesi toplama yüzeyi olarak filtre kağıtları kullanılmıştır. Filtre kağıtları, her örnekleme yaprağının hem üstüne hem de altına toplu iğneyle tutturulmuştur. Pülverizasyon işleminden sonra her deneme koşulu için toplam 15 adet bitki yaprağı üzerinde örnekler alınmıştır. Alınan örnekler bitki seviyeleri ve yaprak üst-alt yüzeyleri göz önüne alınarak ayrı ayrı özel cam kavanozlara yerleştirilmiştir.

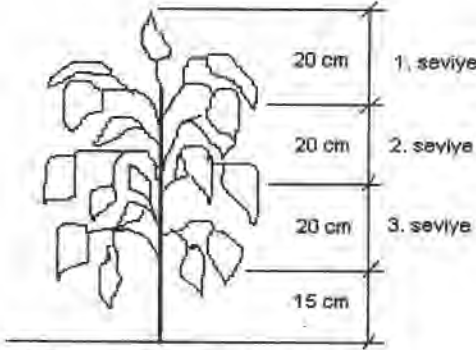
Filtre kağıtları üzerindeki iz maddesi miktarları fluorometrik yöntemle belirlenmiştir. Fluorometrede okunan değerler, daha önce konsantrasyonları bilinen standart çözeltilerin fluorometrede okunmasıyla elde edilen kalibrasyon denklemi yardımıyla $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak kalıntı miktarına dönüştürülmüştür (Bayat 1991, Sağlam 1992, Khadair 1994). Analizlerde Perkin Elmer LS50B fluorometre cihazı kullanılmıştır.

Yardımcı hava akımlı uygulamanın sürüklenen ilaç miktarına etkisini belirlemek amacıyla püskürtme çubuğunun ucundan itibaren 1, 2, 3 ve 4 m mesafelere takozlar yerleştirilmiş ve örnekleme yüzeyleri olarak kullanılan filtre kağıtları bu takozlar üzerine yatay olarak yerleştirilmiştir. Takozlar parsel uzunluğu boyunca 5 m aralıklarla 3 sıra halinde ve domates bitkileri ile aynı hizada olacak şekilde yerleştirilmiştir. Örnekleme yüzeylerinde toplanan kalıntı miktarlarının ortalaması alınarak sürüklenen kalıntı miktarları $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Değerlendirmede, hava akımsız uygulamada sürüklenen kalıntı miktarı esas alınmış ve 21, 30 ve 37 m/s'lik hava hızlarında sürüklenen kalıntı miktarları ile oranlanarak değişimler % olarak saptanmıştır. Driftin yani sürüklenen ilaç miktarının değerlendirilmesinde tarla içi drift dikkate alınmamıştır.

Gerek bitki üzerinde tutunan ilaç kalıntı miktarlarının ve dağılımının belirlenmesi, gerekse sürüklenen ilaç kalıntılarının belirlenmesi için yapılan denemeler 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Minitab 11 paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Yardımcı hava akımı hızına bağlı olarak farklı bitki seviyelerindeki yaprakların üst ve alt yüzeylerinde sağlanan kalıntı miktarları sırasıyla Şekil 3 ve 4 'de verilmiştir. Şekil 3 ve 4 'de görüldüğü gibi, klasik uygulamaya göre yardımcı hava akımlı uygulamayla farklı bitki seviyelerindeki yaprakların hem üst hem de alt yüzeylerinde toplanan kalıntı miktarları önemli ölçüde artmıştır. Ancak



Şekil 2. Bitki üzerindeki örnekleme seviyeleri

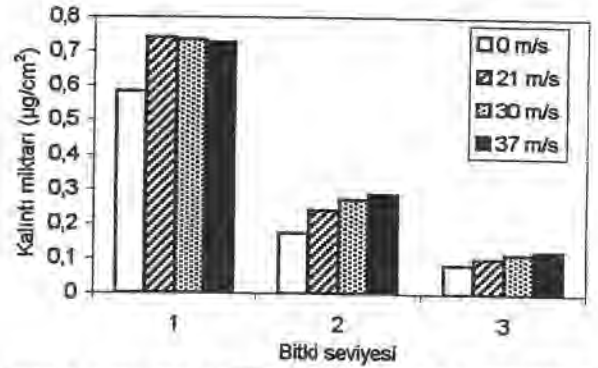
yaprak üst ve alt yüzeylerinde sağlanan kalıntı artışları, hava hızına ve bitki seviyesine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir.

Şekil 3 incelendiğinde, klasik uygulamaya göre yardımcı hava akımlı uygulamayla yaprak üst yüzeylerinde en az kalıntı artışlarının bitki tacının en üst kısmı olan 1. bitki seviyesinde sağlandığı, en fazla kalıntı artışlarının ise 2. bitki seviyesinde yani bitki tacının orta bölgesinde sağlandığı görülebilir. Klasik uygulamaya göre 21, 30 ve 37 m/s'lik hava hızlarıyla 1. bitki seviyesinde sağlanan kalıntı artışları sırasıyla %27.3, %26.3 ve %25.1 iken 2. bitki seviyesinde sırasıyla %37.9, %55.7 ve %66.1 olarak bulunmuştur. 3. bitki seviyesinde sağlanan kalıntı artışları ise 21, 30 ve 37 m/s'lik hava hızları için sırasıyla %22.9, %47.0 ve %49.4 bulunmuştur. Bu sonuçlardan anlaşılacağı gibi, hava hızının artmasıyla 2. ve 3. bitki seviyelerindeki yaprakların üst yüzeylerinde toplanan kalıntı miktarı artmış, buna karşın 1. bitki seviyesinde çok küçük bir azalma meydana gelmiştir.

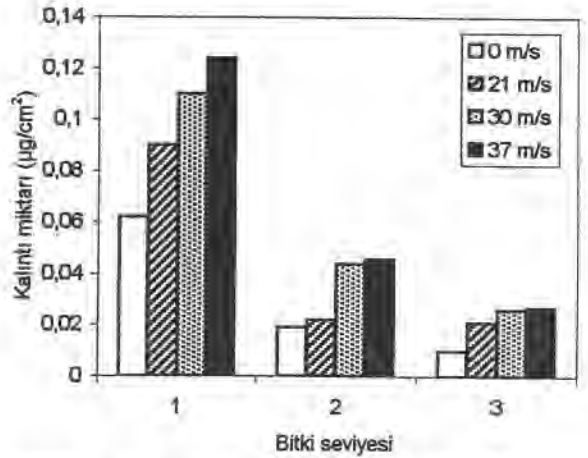
Şekil 4'de yaprak alt yüzeylerinde sağlanan kalıntı miktarları incelendiğinde, klasik uygulamaya göre yardımcı hava akımlı uygulamayla en yüksek kalıntı artışlarının bitki tacının en alt kısmı olan 3. bitki seviyesinde elde edildiği görülebilir. Yaprak üst yüzeylerinde olduğu gibi, hava hızının artmasıyla yaprak alt yüzeylerinde toplanan kalıntı miktarları artmıştır. Klasik uygulamayla karşılaştırıldığında 21, 30 ve 37 m/s'lik hava hızları 1. bitki seviyesinde toplanan kalıntı miktarını sırasıyla %45.2, %77.4 ve %100; 2. bitki seviyesinde %15.8, %131.6 ve %142.1; 3. bitki seviyesinde ise %110, %160 ve %170 oranlarında artmıştır.

Yardımcı hava akımlı uygulamalarla, özellikle 2. ve 3. bitki seviyelerindeki yaprakların üst ve alt yüzeylerinde sağlanan kalıntı artışları, bitki içerisine ilaç penetrasyonunun iyileştiğini göstermektedir. Ancak, hava hızına bağlı olarak yaprak alt yüzeylerinde %170'e varan kalıntı artışı sağlanmasına karşın yaprak üst yüzeylerine göre oldukça düşük kalıntılar elde edilmiştir. Çizelge 1'de bitki seviyesine bağlı olarak yaprak üst ve alt yüzeylerindeki kalıntı miktarları ve oranları verilmiştir.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi, bitki seviyesine bağlı olarak klasik ve üç farklı hava hızıyla yapılan yardımcı hava akımlı uygulamalarda yaprak üst ve alt yüzeylerinde sağlanan kalıntı oranları 4.59 ile 10.91 arasında değişmiştir. Yardımcı hava akımlı uygulamalarda üst/alt



Şekil 3. Farklı bitki seviyelerinde yaprak üst yüzeylerinde sağlanan kalıntı miktarları



Şekil 4. Farklı bitki seviyelerinde yaprak alt yüzeylerinde sağlanan kalıntı miktarları

kalıntı değerleri klasik uygulamaya göre daha düşük (2. bitki seviyesinde 21 m/s'lik hava hızı hariç) bulunmuştur. Bu durum, yardımcı hava akımlı uygulamayla yaprak alt yüzeylerinde sağlanan kalıntı artışlarının yaprak üst yüzeylerine göre oransal olarak daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Hava hızının artmasıyla her üç bitki seviyesinde üst/alt kalıntı değerlerinde genellikle bir düşme görülmektedir. Ayrıca bitkinin 3. seviyesinde üst/alt kalıntı oranı değerleri 1. ve 2. bitki seviyelerine göre daha düşük bulunmuştur.

Üç farklı bitki seviyesinde toplanan ortalama kalıntı miktarları Şekil 5 'de verilmiştir. Şekil 5 'de görüldüğü gibi, hem klasik hem de üç farklı hızda yapılan yardımcı hava akımlı uygulamalarda en fazla kalıntı bitkinin üst kısmı olan 1. seviyesinde, en az kalıntı ise bitkinin alt kısmı olan 3. seviyesinde elde edilmiştir. Klasik uygulamayla karşılaştırıldığında, 37 m/s'lik hava hızı her üç bitki seviyesinde en fazla kalıntı artışı sağlamıştır. Klasik uygulamaya göre 37 m/s'lik hava hızı bitkinin 1, 2 ve 3. seviyesindeki ortalama kalıntı miktarlarını sırasıyla %32.3, %73.2 ve %61.7 oranlarında artırmıştır. Bitkinin özellikle 2. ve 3. seviyelerindeki kalıntı miktarlarında sağlanan bu artış, ilacın bitki içerisine penetrasyonunun iyileşmesi

Çizelge 1. Farklı bitki seviyelerindeki yaprakların üst ve alt yüzeylerinde toplanan kalıntı miktarları ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) ve oranları

Hava hızı (m/s)	1. Seviye			2. Seviye			3. Seviye		
	Üst	Alt	Üst/Alt	Üst	Alt	Üst/Alt	Üst	Alt	Üst/Alt
0	0.582	0.062	9.38	0.174	0.019	9.16	0.083	0.010	8.30
21	0.741	0.090	8.23	0.240	0.022	10.91	0.102	0.021	4.86
30	0.735	0.110	6.68	0.271	0.044	6.16	0.122	0.026	4.69
37	0.728	0.124	5.87	0.289	0.046	6.28	0.124	0.027	4.59

anlamına gelmektedir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, hava hızına bağlı olarak farklı bitki seviyelerinde toplanan kalıntı miktarları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. ($P<0.05$). Bu farklılıklara ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Klasik ve yardımcı hava akımlı uygulamalarla hedef bitkilerde toplanan ortalama kalıntı miktarları Şekil 6'da verilmiştir. Şekil 6 incelendiğinde, bitkide sağlanan en düşük ortalama kalıntı miktarı klasik uygulamada elde edilmiştir. Yardımcı hava akımlı uygulamada, hava hızı arttıkça ortalama kalıntı miktarı artmıştır. Klasik uygulamayla karşılaştırıldığında 21, 30 ve 37 m/s'lik hava hızları, bitkilerde toplanan ortalama kalıntı miktarını sırasıyla %30.96, %40.65 ve %43.87 oranlarında artırmıştır. Varyans analizi sonuçları, hava hızına bağlı olarak bitkilerde sağlanan ortalama kalıntı miktarları arasındaki farklılığın önemli olduğunu ($P<0.05$) göstermiştir.

Yardımcı hava akımının ilaç sürüklenmesine (drift) etkisini belirlemek amacıyla üç farklı rüzgar hızında yapılan denemelerin sonuçları ise Şekil 7'de verilmiştir. Şekil 7'de görüldüğü gibi, rüzgar hızı arttıkça rüzgar doğrultusunda yerleştirilen örnekleme yüzeyleri üzerinde sürüklenerek toplanan kalıntı miktarı artmıştır. Klasik uygulamada, rüzgar hızının 1.5 m/s'den 3.8 m/s'ye artması, sürüklenen ilaç miktarını % 60 artırmıştır. Ancak her rüzgar hızında, yardımcı hava akımı hızı arttıkça sürüklenen ilaç miktarı önemli ölçüde azalmıştır. Klasik uygulamayla karşılaştırıldığında, 1.5 m/s'lik rüzgar hızında 21, 30 ve 37 m/s'lik hava hızları sürüklenen kalıntı miktarını sırasıyla %25.6, %38.1 ve %43.5; 2.7 m/s'lik rüzgar hızında %27.1, %35.0 ve %41.5; 3.8 m/s'lik rüzgar hızında ise %21.3, %32.9 ve %35.0 oranlarında azaltmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre, hava hızına bağlı olarak üç farklı rüzgar hızında sürüklenen kalıntı miktarları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. ($P<0.01$) Bu farklılıklara ilişkin Duncan testi sonuçları ise Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. Farklı bitki seviyelerinde toplanan ortalama kalıntı miktarlarına ilişkin Duncan testi sonuçları

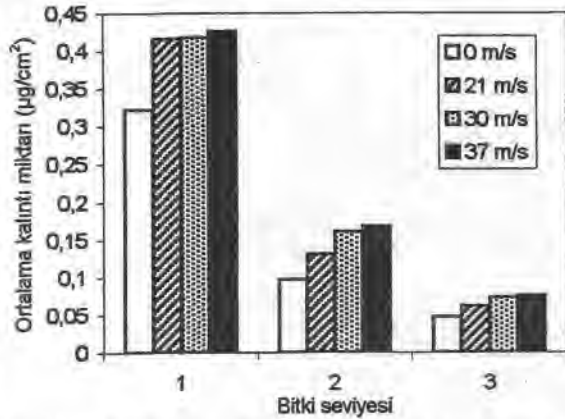
Hava hızı (m/s)	Ortalama kalıntı miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)		
	1. Seviye*	2. Seviye*	3. Seviye*
0	0.322 b	0.097 c	0.047 b
21	0.416 a	0.131 b	0.062 ab
30	0.418 a	0.161 a	0.074 a
37	0.426 a	0.168 a	0.076 a

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P<0.05$)

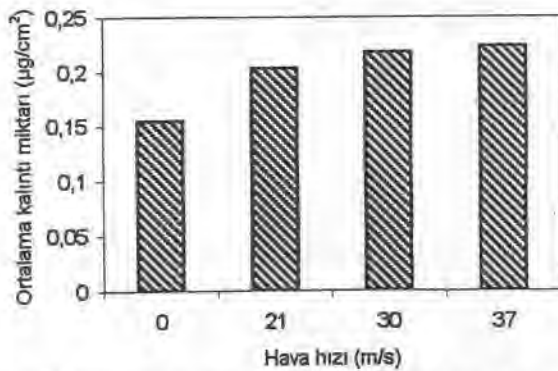
Çizelge 3. Farklı rüzgar hızlarında sürüklenen ortalama kalıntı miktarlarına ilişkin Duncan testi sonuçları

Hava hızı (m/s)	Sürüklenen ortalama kalıntı miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)		
	1.5 m/s*	2.7 m/s*	3.8 m/s*
0	0.0575 a	0.0775 a	0.0920 a
21	0.0428 b	0.0565 ab	0.0724 ab
30	0.0356 c	0.0504 b	0.0617 ab
37	0.0325 d	0.0453 b	0.0598 b

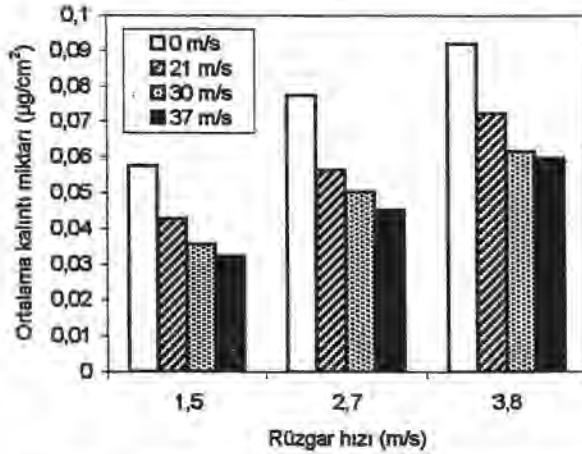
* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P<0.05$)



Şekil 5. Farklı bitki seviyelerinde toplanan ortalama kalıntı miktarları



Şekil 6. Hedef bitkilerde sağlanan ortalama kalıntı miktarları



Şekil 7. Farklı rüzgar hızlarında hava hızına bağlı olarak rüzgar doğrultusunda yerleştirilen hedefler üzerindeki ortalama kalıntı miktarları

Sonuç

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Klasik uygulamayla karşılaştırıldığında 21, 30 ve 37 m/s'lik üç farklı hava hızında yapılan yardımcı hava akımlı uygulamalar, yaprak üst yüzeylerindeki kalıntı miktarını bitki seviyesine bağlı olarak %22.9 ile %66.1 arasında; yaprak alt yüzeylerindeki kalıntı miktarını ise %15.8 ile %170 oranlarında artırmıştır.

2. Yardımcı hava akımı hızı arttıkça, yaprak üst ve alt yüzeylerinde sağlanan kalıntı miktarları da artmıştır.

3. Yardımcı hava akımı bitki içerisine ilaç penetrasyonunu iyileştirmiştir. Klasik uygulamaya göre 37 m/s'lik hava hızı, bitkinin 1. (üst), 2. (orta) ve 3. (alt) seviyelerindeki kalıntı miktarlarını sırasıyla %32.3, %73.2 ve %61.7 artırmıştır.

4. 21, 30 ve 37 m/s'lik hava hızları bitkilerde toplanan ortalama kalıntı miktarını sırasıyla %30.96, %40.65 ve %43.87 oranlarında artırmıştır.

5. Yardımcı hava akımı, rüzgarla sürüklenen ilaç miktarını (drift) önemli derecede azaltmıştır. 1.5, 2.7 ve 3.8 m/s'lik üç farklı rüzgar hızında yardımcı hava akımının kullanılması, drifti %21.3 ile %43.5 arasında azaltmıştır. Bütün rüzgar hızlarında hava akım hızı arttıkça drift miktarı azalmıştır.

Kaynaklar

Bayat, A. 1991. Turunçgil ilaçlamasında Klasik Püskürtme Yöntemleri ve Elektrostatik Yükleme Yöntemi Etkinliğinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı 177 s., Adana.

Cooke, B. K., E. C. Hislop, P. J. Herrington, N. M. Western, and F. Humpherson-Jones, 1990. Air-assisted spraying of arable crops in relation to deposition, drift and pesticide performance. *Crop Protection*, 9 (4) 303-311.

Darvishvand, M. and R. B. Brown, 1997. Performance of an air-assist forestry boom sprayer. *Canadian Agricultural Engineering*, 39 (4) 281-287.

Dursun, E. 1996. Farklı ilaç uygulama yöntemlerinin damla sıklığına etkilerinin belirlenmesi. 6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, s. 380-389, Ankara.

Hadar, E. 1991. Development Criteria for an Air-Assisted Ground Crop Sprayer. In: *Air-Assisted Spraying in Crop Protection*. BCPC Monograph 46, (Ed. By A. Lavers, P. Herrington and E.S.E. Southcombe), pp. 23-27, BCPC, Farnham, UK.

Heilsbronn, R. R. and P. G. Andersen, 1991. Ein Beitrag zur Umweltgerechten Applikation von Pflanzenschutzmitteln. *Landtechnik*, 3/91, 116-119, Düsseldorf, Deutschland.

Hislop, E. C., N. M. Western, B. K. Cooke, and R. Butler, 1993. Experimental air-assisted spraying of young cereal plants under controlled conditions. *Crop Protection*, 12 (3) 193-200.

Jeffrey, W. and W. A. Taylor, 1991. Manipulation of Spray Deposits on Cereals With Air Assistance. In: *Air-Assisted Spraying in Crop Protection*. BCPC Monograph 46, (Ed. By A. Lavers, P. Herrington and E.S.E. Southcombe), pp. 273-274, BCPC, Farnham, UK.

Khdair, A.I., T. G. Carpenter, and D. L. Reichard, 1994. Effects of air jets on deposition of charged spray in plant canopies. *Transaction of the ASAE*, 37 (5) 1423-1429.

May, M. J. 1991. Early Studies on Spray Drift, Deposit Manipulation and Weed Control in Sugar Beet With Air-Assisted Boom Sprayers. In: *Air-Assisted Spraying in Crop Protection*. BCPC Monograph 46, (Ed. By A. Lavers, P. Herrington and E.S.E. Southcombe), pp. 89-97, BCPC, Farnham, UK.

Piche, M., B. Panneton, and R. Theriault, 2000. Field evaluation of air-assisted boom spraying on broccoli and potato. *Transaction of the ASAE*, 43 (4) 793-799.

Manor, G., A. Hofner, R. Or, G. Phishler, Y. Epstein, T. Nakash, and M. Jacobi, 1989. Air stream facilitated application of cotton foliage treatments. *Transaction of the ASAE*, 32 (1) 37-40.

Morgan, N. A. 1991. The Effects of Air Assistance on the Distribution of Spray Drops on Targets. In: *Air-Assisted Spraying in Crop Protection*. BCPC Monograph 46, (Ed. By A. Lavers, P. Herrington and E.S.E. Southcombe), pp. 305-308, BCPC, Farnham, UK.

Quanquin, B. 1992. Less Drift, More on Target With the Twin System. ASAE Paper No: 921564, St. Joseph, MI.

Ringel, R., W. A. Taylor and P.G. Anderson, 1991. Charging Spray Deposits From Horizontal to Vertical Surfaces at Ground Level Within Cereal Rows Using Air Assistance. In: *Air-Assisted Spraying in Crop Protection*, BCPC Monograph 46, (Ed. By A. Lavers, P. Herrington and E.S.E. Southcombe), pp. 297-298, UK.

Sağlam, R. 1992. Pamukta Uçakla Defolyant Uygulamaları Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları. Anabilim Dalı 173 s., Adana.

Watson, D. G. and R. L. Wolf, 1985. Air carrier technique for row crop spraying application. *Transactions of the ASAE*, 28 (5) 1445-1448.

İletişim adresi:

Ergin DURSUN

Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü-Ankara

Tei : 0 312 317 05 50/1663

E-mail: edursun@agri.ankara.edu.tr

ANKARA ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ YAYIN İLKELERİ

1. Dergide tarım bilimleri alanında yapılmış özgün araştırmalar yayınlanır.
2. Dergide yayınlanacak eserler Türkçe, İngilizce, Almanca ya da Fransızca olarak yazılabilir.
3. Dergiye gelen eserin basımı öncesinde hakem görüşü alınır. Gönderilen makalenin dergide yayınlanabilmesi için hakemler tarafından kabul edilmesi ve Editörler Kurulu'nca bilimsel içerik ve şekil bakımından uygun görülmesi gerekir. Yayınlanması uygun bulunmayan eser yazarına/yazarlarına geri gönderilir.
4. Dergide yayınlanacak eserin daha önce hiçbir yaygın organında yayınlanmamış ya da yayın hakkının verilmemiş olması gerekir. Buna ilişkin yazılı belge, makale ile gönderilmelidir.
5. Eser, Microsoft Word Windows programında, Arial yazı karakterinde yazılarak, disketiyle birlikte, 1 bilgisayar çıktısı, 2 fotokopi olmak üzere toplam 3 nüsha gönderilmelidir.
6. Eser başlığı baş harfleri büyük, bold ve 13 punto, Abstract başlığı aynı düzende 11 punto ile ortalanarak yazılmalıdır.
7. Yapılan çalışma bir kurum/kuruluş tarafından desteklenmiş ya da doktora/yüksek lisans tezinden hazırlanmış ise, başlığa yıldız koyularak ilk sayfanın altına dip not olarak verilmelidir.
8. Yazar adı/adları açık olarak yazılmalı, unvan kullanılmamalı ve soyadlarının son harfi üzerine rakam koyularak adresleri ilk sayfanın altına dip not olarak verilmelidir.
9. Eser; Özet, Abstract, Giriş, Materyal ve Yöntem, Bulgular, Tartışma, Sonuç, Teşekkür (gerekirse), Kaynaklar şeklinde düzenlenmelidir.
10. Eser, A4 normunda birinci hamur kağıda, 170 x 250 mm'lik alanı kapsayacak şekilde, 8,25 cm'lik iki sütun halinde ve sütunlar arasında 0,5 cm boşluk bırakılarak hazırlanmalı, şekil ve çizelgeler dahil 8 sayfayı geçmemelidir.
11. Eser hangi dilde yazılırsa yazılsın, türkçe ve ingilizce özet içermeli, özetlere aynı dilde başlık koyulmalı, 200'er kelimeyi geçmemeli ve en fazla 7 adet anahtar kelime kullanılmalıdır. Özetler, 15 cm'lik tek sütun halinde 8 punto ve 1 aralık ile yazılmalıdır.
12. Metin, 9 punto ve 1 aralık ile yazılmalıdır. Şekil, grafik, fotoğraf ve benzerleri "Şekil", sayısal değerler ise "Çizelge" olarak belirtilmeli ve metin içerisine yerleştirilmelidir. Şekil ve çizelgelerin eni 7,5 cm ya da 15,5 cm'yi geçmemeli ve sayfanın başına veya sonuna yerleştirilmelidir. Şekil, çizelge ve kaynaklarda kullanılan harf büyüklüğü 8 punto olmalıdır.
13. Eserde yararlanılan kaynaklara ilişkin atıf metin içerisinde "yazar ve yıl" yöntemlerine göre yapılmalıdır. Üç ya da daha fazla yazarın kaynağı ifade edilmek istenirse "ve ark." kısaltması kullanılmalı, "Kaynaklar" bölümünde tüm yazarlar belirtilmelidir.
14. Sözlü görüşmeler ve yayınlanmamış eserlere (Yüksek Lisans ve Doktora Tezleri hariç) ait bildirimler, kaynak olarak kullanılmamalıdır.
15. Kaynaklar listesi ilk yazarın soyadına göre alfabetik olarak düzenlenmelidir. Yararlanılan kaynak dergiden alınmışsa;
Yetişmeyen, A., N. Arıöz, 1995. Farklı koyulaştırma oranı ve kurutma sıcaklığında elde edilen yayıkaltı tozunun kalite kriterlerinin belirlenmesi. Gıda, 20 (2) 117-122.
kitaptan alınmışsa;
Düzgüneş, O., T. Kesici, O. Kavuncu ve F. Gürbüz, 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No:1021, 381 s., Ankara.
kitabın bir bölümünden alınmışsa;
Fıratlı, Ç., 1993. Arı Yetiştirme. "Ed. M. Ertuğrul, Hayvan Yetiştirme (Yetiştiricilik)", s. 239-270, Ankara.
anonim ise;
Anonim, 1993. Tarım İstatistikleri Özeti 1991, T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No: 1579, Ankara. (Kaynak yabancı ise "Anonymous" olarak verilmelidir)
internet ortamından alınmışsa;
<http://www.newscientist.com/ns/980228/features.html>
şeklinde verilmelidir.
16. Basımına karar verilen eserde, ekleme ya da çıkarma yapılamaz.
17. Yayın süreci tamamlanan eserler geliş tarihi esas alınarak yayınlanır.
18. Bir yazarın, aynı sayıda ilk isim olarak bir, ikinci ve diğer isim sırasında da bir olmak üzere toplam iki eseri basılabilir.
19. Yayınlanan eserin tüm sorumluluğu yazarına/yazarlarına aittir.

**ANKARA UNIVERSITY, FACULTY OF AGRICULTURE
JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES**

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

1. Manuscripts of original researches in the agricultural sciences are published in the journal.
2. Manuscripts are published in Turkish, English, German or French languages.
3. Manuscripts are submitted for review by the corresponding author. The reviewers shall find the content and quality of the manuscript acceptable for publication, and the editorial board shall approve it for its content and format. Rejected manuscripts are returned to the corresponding author.
4. Manuscripts shall not have been published, nor the copyright to publish the submitted material reserved by another. The authors must submit a signed statement declaring that no copyright has been reserved for any part and the whole of the contents of the manuscript.
5. Submission of the manuscript will be considered complete when all of the following are received by the editorial board of the journal:
 - (a) the complete manuscript printed using an ink-fast (non-smearing) process, namely laser-printed; the details of the appearance of the text in the printed form are given in items 10-12 below,
 - (b) two copies representing the contents and the print quality of the originally printed material,
 - (c) a 3.5-inch diskette with an MS-DOS formatted file system and containing the document used to generate the originally printed contents of the manuscript; the file type/format of the document must be in the Microsoft Word format (".doc" type) and readable by the Microsoft Word 2000 version.
6. The title of the manuscript shall be centered and printed in bold capital characters with size of 13 points. The same rules apply to the title of abstract, except that the character size shall be 11 points.
7. If manuscripts are prepared from theses or dissertations for masters or Ph.D. degrees, and there are other source(s) or patrons to be acknowledged who supplied funds for the study, these shall be declared as a footnote in the first page and indicated by an asterisk at the end of the title.
8. The name(s) of the author(s) shall be printed clearly, without any indication of titles or positions following the names. The affiliation to organizations of the author(s) shall be stated on a footnote of the first page and indicated by a superscripted number following their last names.
9. The content of the manuscript shall be organized into subdivisions appearing in the following order: Summary, Abstract, Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Conclusion, an optional Acknowledgements section, and References.
10. The entire contents of the manuscript shall be printed within a 170 × 250 mm area centered on the highest quality A4-sized paper. The content shall flow in a two-column format, with each column 8.25 cm wide and with inter column spacing of 0.5 cm. The total number of pages, including figures and tables, shall not exceed 8 pages.
11. Must be printed in a 15 cm wide single-column. The text of the abstract shall be single-spaced and with a character font size of 8 points. The abstract must not be more than 200 words. A maximum of 7 keywords should be provided.
12. The content of the manuscript shall be printed as single-spaced text, using a sans-serif character font (use of Arial font is required) and size of 9 points. Plots, graphs, charts, images/photographs and other non-textual content shall be prepared as Figures, and tabular data and groups of numeric values should be prepared as Tables. The width of figures and tables should not exceed 7.5 cm or 15.5 cm, and they must be placed in the flow of text either at the top or at the bottom of the page. The font size of characters used in tables, figures, and references should be 8 points.
13. Citations in the text shall be made using the "<author> <year>" format. Where three or more authors exist for a cited reference, the citation should be formatted as "<first author> et al. <year>". All of the citations made in the text shall appear in the References section of the manuscript, in a format specified by item 15 below.
14. The citation of personal communications and unpublished studies except for theses or dissertations should be avoided.
15. The list of references shall be ordered alphabetically according to last name of the first author. Use the following format:
 - (a) if the citation is of an article appearing in a journal:

Yetişmeyen, A., N. Arıöz, 1995. Farklı koyulaştırma oranı ve kurutma sıcaklığında elde edilen yayıkaltı tozunun kalite kriterlerinin belirlenmesi. *Gıda*, 20 (2) 117-122.
 - (b) if the citation is of a monograph (book):

Düzgüneş, O., T. Kesici, O. Kavuncu ve F. Gürbüz, 1987. *Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II)*. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 1021, 381s., Ankara.
 - (c) if the citation is of a chapter within an edited book or series or both:

Fıratlı, Ç. 1993. An Yetiştirme. "Ed. M. Ertuğrul. *Hayvan Yetiştirme (Yetiştiricilik)*", s. 239-270, Ankara.
 - (d) if the citation is of a report of an organisation:

Anonymous, 1993. *Tarım İstatistikleri Özeti 1991*. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No: 1579, Ankara.
 - (e) if the citation is of a production archived stably on the Internet:

<http://www.newscientist.com/ns/980228/features.html>.
16. No editing or changes, including addition or deletion, can be made to the content of accepted manuscripts. The version of the accepted manuscript is final. Authors desiring any changes to accepted manuscripts must withdraw their submissions and re-submit their manuscripts as new manuscripts.
17. Submission date is considered for the publication order of the manuscripts after all submission procedures have been completed.
18. For any single issue of the journal, an author may appear as the first author in only one article published in that issue of the journal, and may appear as an author who is not the first author of in one other article published in that issue of the journal.
19. The responsibility for the content for all manuscript submissions is that of the individuals whose names appear as the authors of the published article.

