

## RED CHIEF ELMA ÇEŞİDİNDE AMİNOETHOXYVINYLGLYCİNE'NİN (AVG) VE NAFTALEN ASETİK ASİT'İN (NAA) HASAT ÖNÜ DÖKÜM VE MEYVE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Burhan ÖZTÜRK\* Yakup ÖZKAN Kenan YILDIZ Çetin ÇEKİÇ Kemal KILIÇ

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Taşlıçiftlik Kampüsü, Tokat  
\*burhanozturk55@gmail.com

Geliş Tarihi : 29.12.2011

Kabul Tarihi : 20.07.2012

**ÖZET:** Bu çalışma Tokat ekolojik koşullarında Red Chief elma çeşidinin (*Malus domestica* Borkh.) hasat önü dökümünü azaltmak ve meyve kalitesini artırmak amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla 150, 300, 600 mg L<sup>-1</sup> aminoethoxyvinylglycine ve 20 mg L<sup>-1</sup> naftalen asetik asit, tahmini hasat tarihinden 4 hafta önce deneme ağaçlarına püskürtülmüştür. Çalışmada kümülatif döküm yüzdesi (%), kopma direnci (N), nişasta indeksi, meyve rengi (L\*, C\*, h°), meyve ağırlığı (g), suda çözünebilir kurumadde miktarı [SÇKM, (%)], pH, titre edilebilir asitlik (g.malik asit 100<sup>-1</sup>) ve meyve eti sertliği (N) ölçümleri yapılmıştır. Tahmini hasat tarihinde AVG'nin 300 ve 600 mg L<sup>-1</sup> dozları dökümü azaltmada kontrol ve NAA uygulamasından önemli düzeyde (P<0.05) farklı bulunmuştur. Kopma direnci, AVG'nin artan dozları ile artmıştır. Tahmini hasatta ve 15 Eylül'de, nişasta indeksi bakımından uygulamalar arasında fark tespit edilememiştir. Tahmini hasat tarihinde AVG'nin artan dozları ile meyve ağırlığı doğrusal olarak artmıştır. Tahmini hasat tarihinde, AVG ve NAA meyvenin SÇKM'sini pozitif yönde etkilemiştir. Genel olarak pH miktarı tahmini hasada doğru azalış göstermiştir. Tahmini hasatta, titre edilebilir asitlik değeri bakımından hem AVG hem de NAA kontrol ile benzer bulunmuştur. Tahmini hasada doğru et sertliğinde doğrusal bir azalış tespit edilmiş, ancak AVG'nin artan dozları et sertliğini pozitif yönde etkilemiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Elma, ReTain, SÇKM, et sertliği, meyve rengi, kopma direnci

### THE EFFECT OF AMINOETHOXYVINYLGLYCINE (AVG) AND NAPHTHALENE ACETIC ACID ON THE PREHARVEST DROP AND FRUIT QUALITY IN RED CHIEF APPLE VARIETY

**ABSTRACT:** This study was carried out to increase the fruit quality and reduce preharvest drop of Red Chief apple (*Malus domestica* Borkh.) variety in Tokat ecological conditions. For that purpose, 150, 300, 600 mg L<sup>-1</sup> aminoethoxyvinylglycine (AVG) and 20 mg L<sup>-1</sup> naphthalene acetic acid (NAA) were sprayed to the trial trees 4 weeks before the estimated harvest date. In the study, cumulative drop (%), fruit removal force (N), starch index, fruit colour (L\*, C\*, h°), fruit mass (g), total soluble solid concentration [TSSC, (%)], pH, titratable acidity (g.malic acid 100<sup>-1</sup>) and fruit firmness (N) were measured. The application of AVG at concentrations of 300 and 600 mg L<sup>-1</sup> was found to be different in significant level (P<0.05) than NAA application and the control group with respect to reducing preharvest drop at the estimated harvest date. Fruit removal force increased with increasing AVG doses. Significant differences were not observed among treatments with regard to starch index at the estimated harvest date and on September 15. The fruit mass linearly increased with increasing doses of AVG at the estimated harvest date. AVG and NAA positively affected the TSSC of fruit at the estimated harvest date. In general, the pH was reduced towards the estimated harvest date. At the estimated harvest date, both AVG and NAA treatments were founded to be similar to the control group with regard to titratable acidity. The flesh firmness was linearly reduced towards the estimated harvest date, but it was positively affected by increasing AVG doses ..

**Key words:** Apple, ReTain, TSSC, flesh firmness, fruit colour, fruit removal force

## 1. GİRİŞ

Ülkemizin coğrafi ve ekolojik durumu göz önünde bulundurulduğunda, elma yetiştiriciliği açısından dünyada yoğun yetiştiricilik alanına sahip ender ülkelerden birisi konumundayız. Ülkemizin 2010 yılı elma üretimi 165078 ha alanda 2600000 ton olarak gerçekleşmiştir (FAO, 2010). Elma tüm yıl boyunca sofralarımızın vazgeçilmez meyveleri arasında ilk sıralarda yer almaktadır.

Ülkemizde elma üretimi son yıllarda sürekli bir artış eğilimi göstermektedir. Üretimde meydana gelen bu artışın temel nedenlerinin başında, yetiştiricilerin yüksek verime sahip yeni çeşitleri tercih etmesidir. Ancak, yeni çeşitlerin yetiştiricilikte kullanılması ile birlikte üreticiler üretim aşamasında birçok olumsuzluk ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu olumsuzlukların başında, üretimde verim kaybına neden olan hasat önü dökümleri gelmektedir. Hasattan önce dökülen meyveler yeterli renklenmeye, iriliğe, olgunluğa ve kimyasal içeriğe ulaşmadığı için

üreticiye hiçbir ekonomik kazanç sağlamamaktadır (Yuan ve Carbaugh, 2007).

Hasat önü meydana gelen dökümün çözümüne yönelik yetiştiriciler kültürel önlemler almaktadır. Özellikle besin ihtiyacını tam olarak karşılamak için fertigasyon sistemlerinin kullanılması, ağaç üzerinde meydana gelen aşırı ürün yükünü azaltmak için meyve seyreltmesi, aşırı sıcaklıklara karşı örtü kullanımı bunlardan ön plana çıkanlardır. Araştırmacılar, günümüzde büyümeyi düzenleyici maddeleri meyve ağaçlarında meydana gelen pek çok fizyolojik ve biyokimyasal olayın düzenlenmesinde yoğun olarak kullanmaktadır. Özellikle, hasat önü dökümü engellemek için AVG ve NAA yetiştiriciler tarafından tercih edilmektedir (Drake ve ark., 2005).

Bir sentetik oksin olan NAA'nın birçok çalışmada dökümü önlemede başarılı sonuçlar verdiği bildirilmektedir (Marini ve ark., 1993; Westwood, 1993; Curry, 2006). NAA uygulanmasından sonra hasat yaklaşık olarak 10-14 gün geciktirilmiştir (Schupp ve Greene, 2004). Buna karşılık diğer

sentetik oksinlerde olduğu gibi NAA'nın da elmada olgunlaşmayı ve yumuşamayı hızlandırdığı ve hasat sonrası ömrün kısalmasına neden olduğu ve dökümü kontrol etmede yetersiz kaldığı tespit edilmiştir (Greene ve ark., 1987; Byers, 1997).

AVG, 1970'li yılların başında keşfedilen ve doğal olarak meydana gelen bir etilen engelleyicisidir (Greene, 2002). Hasat önu döküm meyvenin etilen düzeyi ile ilişkilendirilmektedir (Greene, 2006). Bu yüzden, meyvenin etilen düzeyi dökümün şiddetini belirlemektedir (Byers, 1997; Greene ve Schupp, 2004). AVG'nin kullanımı ile bitkide pek çok fizyolojik ve biyokimyasal faaliyet düzenlenmektedir. AVG, vejetatif gelişimin ve çiçeklenmenin düzenlenmesi (Elfving ve Cline, 1990), olgunlaşmanın geciktirilmesi (Byers, 1997; Stover ark., 2003), renklenmenin, meyve eti sertliğinin, meyve iriliğinin artırılması (Wang ve Dilley, 2001; Williams, 1980) ve elmada hasat önu dökümün engellenmesi (Bangerth, 1978; Greene ve Schupp, 2004) amacı ile kullanılmaktadır.

Bu araştırma ile hasattan 4 hafta önce uygulanan AVG ve NAA'nın, Red Chief elma çeşidinde hasat önu döküm ve meyve kalite özellikleri üzerine olan etkilerini ortaya koymak amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma için Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Araştırma Merkezi'nde bulunan 4 yaşlı, 60 adet M26 anacı üzerine aşılı Red Chief elma ağacı seçilmiştir. Ağaçlar 6 blok ve her bir blokta 10 ağaç olacak şekilde gruplandırılmıştır. Her bir blokta bulunun 10 ağaç 5 çift olarak eşleştirilmiş ve her bir çiftten bir ağaç analizlerin yapılmasında örneklemeler için diğeri ise dökümün tespiti için kullanılmıştır. Her bir blokta bir çift ağaç kontrol uygulaması olarak seçilmiştir. Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre dizayn edilmiştir. Deneme ağaçları sıra arası 3.5 m, sıra üzeri 1.5 m olacak şekilde dikilmiştir. Deneme alanın toprak yapısı killi, kumlu ve siltli bir yapıya sahiptir. Sulama ihtiyacı toprak nem içeriği takip edilerek, tarla kapasitesi nem içeriğinde yaklaşık 4.0 L/h sulama yapılmıştır. Sulama boruları ağacın her iki yanında 1 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Deneme alanında gübreleme Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında dekara 10 kg azot, 15 kg potasyum oksit ( $K_2O$ , %60), 15 kg amonyum sülfat ( $NH_4SO_4$ ), 5 kg mono amonyum fosfat (MAP), 15 kg potasyum sülfat ( $K_2SO_4$ ) ve Ağustos ayı içerisinde dekara 4.5 kg olacak şekilde kalsiyum nitrat ( $CaNO_3$ ) uygulaması şeklinde yapılmıştır. Mantari hastalıklara karşı (karaleke vb.) Flint WG 50, meyve iç kurdu için Calypso OD 240 ve kırmızı örümcek için Mesurol WP 50 kullanılmıştır. Bahçe telli terbiye sistemi ile teçhiz edilmiş ve ağaçlar, vertical axis sistemine göre terbiye edilmiştir. Deneme bahçesine dolu ve güneş yanığına karşı file sistemi (siyah renkli file tercih edilmiştir) kurulmuştur.

Çalışmada Red Chief çeşidinde, hasat önu dökümü kontrol altına almak amacıyla bir içsel etilen engelleyicisi olan AVG kullanılmıştır. Bu amaçla, % 15 AVG içeren ReTain (ValentBioScience Corp. Libertyville, III), tahmini hasat tarihinden 4 hafta önce (25 Ağustos 2010) ve 3 farklı dozda (150, 300 ve 600  $mg L^{-1}$ ) uygulanmıştır. ReTain çözeltisi hazırlanırken yüzey gerilimini azaltmak ve bitkiye uygulanan materyalin etkinliğini artırmak amacıyla 'Regulaid' yayıcı yapıştırıcı [% 0.1 v/v (Kalo Inc., Overland Park, KS66211)] kullanılmıştır. Kontrol amacıyla kullanılmış ağaçlara sadece su (pH=6.48)+yayıcı yapıştırıcı uygulaması yapılmıştır. Ayrıca uygulanan AVG'nin etkisini, hasat önu dökümü kontrol altına almada eskiden buyana kullanılan klasik bir uygulamayla karşılaştırmak amacıyla tahmini hasat tarihinden 14 gün önce (8 Eylül 2010) 20  $mg L^{-1}$  NAA (Sigma-Aldrich) uygulaması yapılmıştır. NAA uygulaması da AVG'de olduğu gibi, yayıcı yapıştırıcı ile birlikte uygulanmıştır. Her bir ağaca uygulanacak sprey miktarı araştırmacıların (Anonim, 2010) geliştirmiş olduğu formül ile hesaplanmış ve bu çerçevede her bir ağaca 180 mL sprey uygulaması yapılmıştır. Bu miktarın belirlenmesinde ağacın şekli (konik ve yuvarlak), ağacın yüksekliği ve sıra arası mesafe dikkate alınmıştır. Uygulamalar plastik sırt pompası ile yağışsız, rüzgârsız ve sabah erken vakitte yapılmıştır.

Uygulamaların birbirinden etkilenmemesi için ağaçlar arasında en az bir ağaç tampon olarak bırakılmıştır. Uygulama için bir örnek gelişme gösteren ağaçlar belirlenmiş ve ürün yükünün homojen olması için elle meyve seyreltmesi tam çiçeklenmeden 6 hafta (42 gün) sonra yapılmıştır. Seyreltmede 3 ve 4'lü meyve kümeleri 1 ve 2'li meyve kümesi şekline getirilmiştir. Meyveler, belirlenen 3 farklı hasat tarihinde (8, 15, 22 Eylül 2010) elle hasat edilmiştir. Hasat edilen meyvelerin fiziksel ve kimyasal analizleri 4 saatlik zaman dilimi içerisinde tamamlanmıştır. Meyveler, su kaybını en aza indirmek için plastik poşet içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Çalışmamızda incelenen özellikler aşağıda bildirilmiştir.

### 2.1. Kümülatif Döküm Yüzdesi

Hasattan 1 ay önce ağaç üzerindeki mevcut meyve sayısı tespit edilmiş ve haftada 2 kez ağaç üzerinden yere düşen meyveler sayılarak, başlangıçtaki meyve sayısından mevcut meyve sayısı çıkarılarak haftalık olarak % ifade edilmiştir.

### 2.2. Kopma Direnci

Meyvelerde kopma direnci, ağacın 1.5–2 m yüksekliğinde bulunan lamburt, kargı ve topuz gibi meyve dalları üzerindeki mevcut meyvelerde ölçülmüştür. Meyvelerin daldan kopma dirençleri, meyvelerin boyutsal özelliklerine uygun olarak hazırlanmış bir alüminyum aparat yardımıyla meyve sap eksenine doğrultusunda dijital kuvvet ölçer (Tronic;

HF-10, 100 N, Taiwan) kullanılarak Newton (N) cinsinden ölçülmüştür (Polat ve ark., 2007).

### 2.3. Nişasta İndeksi

Meyve sertliği ölçülen örnekler 2 eşit kısma bölünmüş ve sap kısmı tarafta kalan parçadan yaklaşık 1 cm genişliğinde bir dairesel dilim alınmış ve bu dairesel dilim üzerine % 0.5'lik iyotlu potasyum iyodür (IKI) çözeltisi püskürtücü ile tamamen yüzey ıslanincaya kadar uygulanmıştır. Yaklaşık 5 dakika sonra nişasta içeren bölge koyu mavi renge boyanmış ve Blanpied ve Silsby, (1992)'nin hazırlamış olduğu skalaya (1-8 skala aralığı, 1= %100 nişasta, 8= %0 nişasta) göre değerlendirilmiştir.

### 2.4. Meyve Rengi

Meyvelerde renk ölçümü bir renk ölçer (Minolta, model CR-400, Tokyo, Japan) vasıtasıyla, meyvenin ekvatorial kısmının direkt güneşe maruz kalan yüzeyi ile gölgeye maruz kalan yüzeyini temsil eden alan üzerinde yapılmış ve ortalamaları alınmıştır (Song ve ark., 1997; Abbott, 1999). Meyve kabuk rengi CIE L\*, a\* ve b\* cinsinden belirlenmiştir. Hazırlanan skalaya göre, meyve rengi a\* değeri, kırmızılık-yeşillik, b\* değeri ise sarılık-mavilik olarak ifade edilmiştir. Kroma değeri  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ , hue açısı değeri ise  $h^\circ = \tan^{-1} \times b^*/a^*$  formülü ile belirlenmiştir. Kroma değeri, rengin doygunluğunu göstermektedir. Donuk renklerde kroma değeri düşerken canlı renklerde artmaktadır. Hue açısı bir renk dairesi olup kırmızı-mor renkler 0° - 360° arasında açı değerini almakta iken, sarı değeri 90° açı değeri, mavimsi yeşil renkleri ise 180° - 270° arasında açı değerini almaktadır (McGuire, 1992).

### 2.5. Meyve Ağırlığı

Meyve ağırlığı, 0.01 g hassasiyete sahip dijital terazi (Radvag PS 4500/C/1, Poland) ile ortalama olarak gram cinsinden belirlenmiştir.

### 2.6. Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM) ve pH

SÇKM miktarı, meyve suyu örneğinde dijital el refraktometresi (PAL-1, McCormick Fruit Tech., Yakima, Wash.) pH ise, pH metre (Hanna, model HI9321) ile ölçülmüştür.

### 2.7. Titre Edilebilir Asitlik (TA)

Meyve suyundan 10 ml alınan örnekler, üzerine 10 ml saf su ilave edilmiş ve örnekler 8.1 pH değerine ulaşana kadar 0.1 N sodyum hidroksit (NaOH) ile titrasyonunda harcanan NaOH miktarı esas alınarak malik asit cinsinden ( $\text{g.malik asit } 100 \text{ g}^{-1}$ ) ifade edilmiştir.

### 2.8. Meyve Eti Sertliği

Meyve eti sertliği, meyvenin ekvatorial bölgesi üzerinde üç farklı yerden kabuğu kesilmiş ve penetrometrenin (Effegi marka, model FT-327; McCormick Fruit Tech, Yakima, WA) 11.1 mm'lik

ucu ile kg olarak ölçülmüş ve daha sonra değerler Newton'a (N) çevrilmiştir.

### 2.9. İstatistiksel Deđerlendirme

Kopma direnci, nişasta indeksi, meyve rengi, meyve ağırlığı ve meyve eti sertliği 3 farklı dönemde analize tabi tutulmuş ve tekerrürde 15 meyvede ölçümler yapılmıştır. Meyve rengi ve ağırlığı yalnızca tahmini hasatta tekerrürde 15 meyvede tespit edilmiştir. Kimyasal parametreler için her tekerrürde 15 meyve 5'erli 3 gruba ayrılmış ve elde edilen meyve sularında ölçümler yapılmıştır. Verilerin ortalamaları SAS programına göre değerlendirilip istatistik analize tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıkların önem ( $p < 0.05$ ) kontrolü Duncan çoklu karşılaştırma testi ile yapılmıştır. Şekillerde hata çubukları % 5 önem seviyesine göre yerleştirilmiştir.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 3.1. Kümülatif Döküm Yüzdesi

Değişik uygulamaların kümülatif döküm oranı üzerine etkisi Çizelge 1'de verilmiştir. Ölçüm tarihleri dikkate alındığında, AVG uygulamaları arasında istatistiksel açıdan önemli farklılık saptanmıştır. Tahmini hasat tarihinde uygulamalar içerisinde en düşük döküm oranı % 40 ile 300 mg L<sup>-1</sup> AVG uygulamasından, en yüksek döküm oranı kontrol uygulamasından elde edilmiştir. NAA uygulamasında, kontrol uygulamasından yaklaşık % 10 daha düşük döküm oranı gerçekleşmiş ve bu istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Ancak NAA uygulamasından, 300 ve 600 mg L<sup>-1</sup> AVG uygulamasına göre daha yüksek oranda döküm oranı tespit edilmiştir.

Hasat öñü dökümü önlemede AVG'nin etkisi çeşide ve uygulama zamanına göre farklılık göstermektedir (Bangerth, 1978; Byers, 1997; Greene ve Schupp, 2004). Çalışmamızda, NAA ve AVG uygulamaları kontrole göre hasat öñü dökümü önemli düzeyde azaltmıştır. En düşük döküm oranı AVG'nin 300 mg L<sup>-1</sup> dozundan elde edilmiştir. AVG, NAA'ya göre dökümü azaltmada daha etkin bir araçtır. Nitekim Greene (2002) AVG'nin hasat öñü dökümü azaltmak için NAA'ya göre daha iyi bir araç olduğunu bildirmektedir. İlave olarak Schupp ve Greene (2004), yaptıkları çalışmada NAA'nın AVG'ye göre dökümü kontrol etmede daha düşük bir etkiye sahip olduğunu bildirmektedir. Bizim bulgularımız araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermektedir.

### 3.2. Kopma Direnci

Hasat dönemlerinin ve uygulamaların kopma direnci üzerine etkisi Çizelge 2'de verilmiştir. Kopma direnci meyvenin olgunlaşmasına bağlı olarak tüm uygulamalarda doğrusal bir azalış göstermiştir. Fakat bu azalış, AVG'nin 150 mg L<sup>-1</sup> dozu ve NAA uygulamasında istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur. Hasat dönemlerinde uygulamalar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Özellikle

AVG'nin artan dozlarının kopma direncini doğrusal olarak artırdığı tespit edilmiştir. Fakat kontrol ve NAA uygulaması tüm hasat dönemlerinde benzer bir değişim göstermiştir.

Kopma direnci meyvenin olgunluk düzeyine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Olgun meyveler ham meyvelere göre daldan daha kolay kopmaktadır (Erdoğan ve ark., 2003). Nitekim AVG meyvelerde olgunluğu geciktirmektedir (Greene and Schupp, 2004). AVG uygulamaları ile kopma direncinin artırılmasına, AVG'nin bu etkisi neden olarak gösterilebilir.

### 3.3. Nişasta İndeksi

Hasat dönemlerinin ve uygulamaların nişasta indeksi üzerine etkisi Çizelge 2'de verilmiştir. Nişasta indeksi üzerine hasat dönemlerinin herhangi bir etkisi tespit edilememiştir. Uygulamalar açısından değerlendirildiğinde tüm hasat dönemlerinde en düşük nişasta indeksi 600 mg L<sup>-1</sup> AVG uygulamasından, en yüksek ise kontrol ve NAA uygulamasından elde edilmiştir. 8 Eylül'de yapılan analizlerde 600 mg L<sup>-1</sup> AVG uygulaması, diğer uygulamalardan önemli düzeyde farklı bulunmuştur.

Meyve olgunluğuna bağlı olarak nişasta parçalanması değişmektedir. Meyve olgunlaştıkça, nişastanın şekere dönüşümü hızlanmaktadır. AVG'nin olgunlaşmayı geciktirici etkisine bağlı olarak nişastanın şekere dönüşümü yavaşlamaktadır. Hasat dönemlerinde AVG'nin artan dozları ile nişastanın şekere dönüşümü yavaşlamış, fakat bu 15 ve 22 Eylül'de yapılan analizlerde istatistiksel farklılık meydana getirmemiştir. Nitekim Greene ve Schupp (2004), AVG'nin artan dozlarının nişasta şekere dönüşümünü geciktirdiğini bildirmektedir.

### 3.4. Meyve Rengi

Tahmini hasat tarihinde, değişik uygulamaların meyve rengi üzerine etkisine ilişkin bulgular Şekil 1'de gösterilmiştir. En yüksek L\*, kroma ve hue açısı değeri 600 mg L<sup>-1</sup> AVG dozundan, en düşük L\* ve hue açısı değeri 150 mg L<sup>-1</sup> AVG dozundan elde edilmiştir. AVG'nin artan dozları L\* ve hue açısı değerini doğrusal olarak artırmıştır. En düşük kroma değeri 30.75 ile NAA uygulamasından elde edilmiştir. Ancak NAA'ya ait L\* ve hue açısı değeri kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur.

AVG tahmini hasat tarihinde, hasat edilen meyvelerde kırmızı renklenmeyi geciktirmektedir. Araştırmacılar buna neden olarak AVG'nin meyvede olgunlaşmayı geciktirici etkisini göstermektedir (Byers, 1997; Stover ve ark., 2003; Greene ve Schupp, 2004). Nitekim çalışmamızda AVG'nin artan dozları ile kırmızı renk oluşumu geciktirilmiştir. Fakat olgunlaşmanın geciktirilmesi ile meyve ağaç üzerinde daha uzun süre kalmakta ve meyvede kırmızı renk oluşumunu teşvik eden ışıklanmadan ve gece gündüz sıcaklık farkından daha iyi istifade edilmektedir. NAA uygulamasının AVG'ye göre daha düşük değerler vermesini, NAA'nın olgunlaşmayı hızlandırmasına bağlayabiliriz. Kırmızı kabuk rengine sahip çeşitlerde, hue açısının 0'a yaklaşması, meyvede kırmızı renk gelişiminin arttığını göstermektedir. Benzer şekilde kroma değeri kırmızı renk gelişimi arttıkça düşmektedir (Rudell ve ark., 2005). Bu bilgiler dikkate alındığında, çalışmamızda 600 mg L<sup>-1</sup> AVG uygulaması kırmızı renk gelişimini geciktirmiştir. Elde ettiğimiz bulgular araştırmacıların bildirmiş olduğu (Greene ve Schupp, 2004; Phan-Thien ve ark., 2004) bulgular ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 1. Kümülatif döküm yüzdesi üzerine değişik uygulamaların etkisi

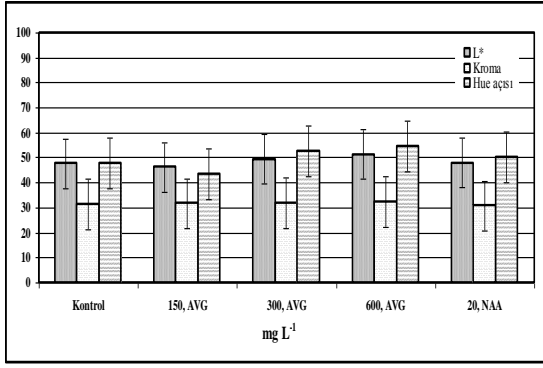
Uygulama (mg L <sup>-1</sup> )	Kümülatif döküm yüzdesi (%)					Uygulama Ortalaması
	24 Ağustos	31 Ağustos	7 Eylül	14 Eylül	21 Eylül	
Kontrol	15.65 b	35.26 a	49.01 a	56.65 a	63.01 a	43.92
150, AVG	19.40 a	39.55 a	48.51 a	50.00 b	53.73 b	42.24
300, AVG	19.51 a	32.20 a	35.61 b	38.05 d	40.00 d	33.07
600, AVG	14.47 b	30.82 a	36.67 b	42.08 c	49.58 c	34.72
20, NAA	15.61 b	35.66 a	43.41 a	49.61 b	52.71 b	39.40
Dönem ortalaması	16.93	34.7	42.64	47.28	51.81	

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (P<0.05).

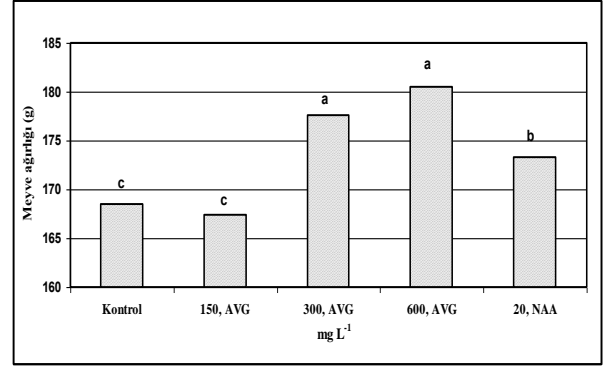
Çizelge 2. Kopma direnci ve nişasta indeksi üzerine hasat zamanı ve değişik uygulamaların etkisi

Uygulama (mg L <sup>-1</sup> )	Kopma direnci (N)			Nişasta indeksi		
	8 Eylül	15 Eylül	22 Eylül	8 Eylül	15 Eylül	22 Eylül
Kontrol	17.99 b-A	15.25 d-AB	10.31 d-B	4.1 a-A	4.6 a-A	5.3 a-A
150, AVG	20.76 b-A	19.64 c-A	14.19bc-A	4.1 a-A	4.2 a-A	4.7 a-A
300, AVG	32.81 a-A	25.67 b-B	15.43ab-C	4.0 a-A	4.1 a-A	4.4 a-A
600, AVG	34.65 a-A	29.36 a-A	18.03 a-B	2.9 b-A	3.9 a-A	4.3 a-A
20, NAA	18.31 b-A	17.93 cd-A	11.80cd-A	4.1 a-A	4.2 a-A	5.1 a-A

Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir. Aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (P<0.05).



Şekil 1. L\*, kroma ve hue açısı değerleri üzerine değişik uygulamaların etkisi



Şekil 2. Değişik uygulamaların meyve ağırlığı üzerine etkisi

### 3.5. Meyve Ağırlığı

Tahmini hasat tarihinde, değişik uygulamaların meyve ağırlığı üzerine etkisine ilişkin bulgular Şekil 2'de gösterilmiştir. Meyve ağırlığı AVG'nin 300 ve 600 mg L<sup>-1</sup> dozu ile önemli düzeyde artırılmıştır. Meyve ağırlığı bakımından uygulamalar arasında en yüksek değeri (180.54 g) 600 mg L<sup>-1</sup> AVG dozu, en düşük değeri (167.42 g) ise 150 mg L<sup>-1</sup> AVG dozu vermiştir. Fakat 150 mg L<sup>-1</sup> AVG dozu, kontrol (168.54 g) uygulaması ile istatistiksel bakımdan benzer bulunmuştur.

AVG meyve iriliği üzerine direkt bir etki göstermemektedir. Fakat bazı çalışmalarda meyve iriliğini artırdığı bildirilmektedir (Schupp ve Greene, 2004; Greene, 2005). AVG elmada olgunlaşmayı geciktirerek, meyvenin ağaç üzerinde kalma süresini uzatmakta ve meyve iriliği üzerine dolaylı bir etki göstermektedir. Nitekim Amarante ve ark. (2002), meyvenin geç hasat edilmesi ile meyve iriliğinin artırılacağını bildirmektedirler. Çalışmamızda AVG'nin artan dozları ile meyve ağırlığı doğrusal olarak artmış, fakat 150 mg L<sup>-1</sup> AVG dozu, kontrol uygulamasından farksız bulunmuştur.

### 3.6. Suda Çözünbilir Kuru Madde Miktarı ve pH

Hasat dönemlerinin ve değişik uygulamaların SÇKM ve pH değeri üzerine etkisine ilişkin bulgular Çizelge 3'de verilmiştir. SÇKM değeri, değişik uygulamalar ile 15 Eylül hasat döneminde azalmış, fakat 22 Eylül hasat döneminde artmıştır. Bu azalan artan değişim 300, 600 mg L<sup>-1</sup> AVG ve NAA uygulamasında istatistiksel olarak farklılık meydana getirmiştir. Uygulamalar dikkate alındığında, 8 ve 22 Eylül tarihinde yapılan hasatlarda 600 mg L<sup>-1</sup> AVG uygulaması diğer uygulamalardan önemli düzeyde farklı bulunmuştur.

pH değeri bakımından hasat dönemleri arasında istatistiksel fark tespit edilmiştir. Tüm uygulamalardan 8 Eylül'de elde edilen pH değerleri, tahmini hasattan önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Genel olarak tahmini hasada gidildikçe pH değerinde azalma meydana gelmiştir. Tahmini hasat tarihinde pH değeri bakımından 600 mg L<sup>-1</sup> AVG uygulaması diğer uygulamalardan farklı bulunmuştur.

Çizelge 3. SÇKM ve pH değeri üzerine hasat zamanı ve değişik uygulamaların etkisi

Uygulama (mg L <sup>-1</sup> )	SÇKM (%)			pH		
	8 Eylül	15 Eylül	22 Eylül	8 Eylül	15 Eylül	22 Eylül
Kontrol	11.4 b-A	10.4 b-A	11.1 c-A	3.86 a-A	3.30 b-B	3.35 b-B
150, AVG	11.6 ab-A	10.8 a-A	11.1 c-A	3.92 a-A	3.36 b-B	3.38 b-B
300, AVG	11.6 ab-A	10.6 ab-B	11.6 b-A	3.93 a-A	3.51 b-B	3.39 b-C
600, AVG	11.7 a-B	10.4 b-C	13.2 a-A	3.96 b-A	4.18 a-A	3.40 a-B
20, NAA	11.6 ab-A	10.3 b-B	12.0 b-A	3.90 a-A	3.36 b-B	3.33 b-B

Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir. Aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (P<0.05).

Çizelge 4. TA ve meyve eti sertliği üzerine hasat zamanı ve değişik uygulamaların etkisi

Uygulama (mg L <sup>-1</sup> )	TA (g.100 g <sup>-1</sup> )			Meyve eti sertliği (N)		
	8 Eylül	15 Eylül	22 Eylül	8 Eylül	15 Eylül	22 Eylül
Kontrol	0.18 c-B	0.22 a-AB	0.24 ab-A	71.84 c-A	70.86 b-A	69.32 c-A
150, AVG	0.21 b-A	0.24 a-A	0.23 b-A	76.35 b-A	74.65 a-A	73.08 ab-A
300, AVG	0.24 a-A	0.23 a-A	0.23 ab-A	77.79 ab-A	76.09 a-A	73.74 ab-A
600, AVG	0.26 a-A	0.25 a-A	0.25 a-A	79.79 a-A	76.45 a-A	75.34 a-A
20, NAA	0.19 c-B	0.22 a-A	0.23 b-A	75.50 b-A	74.43 a-A	72.30 b-A

Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir. Aynı satırda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (P<0.05).

Meyvelerde olgunlaşmaya bağlı olarak SÇKM değeri yükselmektedir (Turk ve ark., 1995). AVG, elmada olgunlaşmayı geciktirmektedir (Greene, 2005;

Yuan ve Li, 2008). Çalışmamızda, AVG'nin olgunlaşmayı geciktirmesine bağlı olarak SÇKM miktarını kontrol uygulamasına göre daha düşük

seviyede tutması beklenmektedir. Aksine, tahmini hasat tarihi itibari ile en yüksek SÇKM miktarı 600 mg L<sup>-1</sup> AVG uygulamasından, en düşük kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Greene ve Schupp (2004) yaptıkları çalışmada, artan AVG dozlarının SÇKM içeriğini doğrusal olarak azalttığını bildirmektedir. Yine, Wargo ve ark. (2004), Jonagold elma çeşidinde yaptıkları çalışmada, AVG uygulanan meyvelerin SÇKM miktarının daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Fakat Jobling et al. (2003) erikte yaptığı çalışmada AVG'nin meyvenin SÇKM'sini etkilemediğini tespit etmişlerdir.

Genel olarak çalışmamızda tahmini hasat tarihine doğru pH içeriğinin azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir. Tüm hasat tarihlerinde AVG'nin artan dozlarının, pH içeriğini doğrusal olarak artırdığı görülmektedir. AVG meyvede olgunlaşmayı geciktirmektedir (Yuan ve Carbaugh, 2007). NAA uygulaması, kontrol ile benzerlik göstermiştir. Meyve olgunluğunu geciktirmede, AVG'nin NAA'dan daha etkin bir araç olduğu burada da görülmektedir.

### 3.7. Titre Edilebilir Asitlik

Hasat dönemlerinin ve değişik uygulamaların TA değeri üzerine etkisine ilişkin bulgular Çizelge 4'de verilmiştir. Hasat dönemleri dikkate alındığında tüm AVG uygulamalarının TA değerleri arasında benzerlik tespit edilmiştir. 8 Eylül'de hasat edilen meyvelerde, kontrol ve NAA'ya ait TA değeri, AVG uygulamalarından önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Ayrıca tüm hasat dönemlerinde 600 mg L<sup>-1</sup> AVG uygulamasından en yüksek TA değeri elde edilmiştir.

TA içeriği meyvenin olgunlaşma düzeyi ile yakından ilişkilidir. Olgunlaşma hızlandıkça meyvenin TA içeriği azalmaktadır. AVG, meyvede olgunlaşmayı geciktiren bir büyümeyi düzenleyicidir (Bangerth, 1978; Stover ve ark., 2003; Rath ve ark., 2006). Nitekim çalışmamızda olgunlaşmanın AVG dozları ile geciktirilmesine bağlı olarak TA içeriği kontrol uygulamasına göre yüksek çıkmıştır.

### 3.8. Meyve Eti Sertliği

Hasat dönemlerinin ve değişik uygulamaların et sertliği üzerine etkisine ilişkin bulgular Çizelge 4'de verilmiştir. Tahmini hasada doğru tüm uygulamalarda et sertliğinde doğrusal bir azalış meydana gelmiş, fakat bu azalış istatistiksel bakımdan önemli bulunmamıştır. Et sertliği üzerine uygulamalar arasında önemli (P<0.05) düzeyde fark tespit edilmiştir. Hasat dönemlerinden 8 ve 22 Eylül'de 600 mg L<sup>-1</sup> AVG uygulamasından elde edilen et sertliği, kontrol ve NAA uygulamasından önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Tahmini hasat tarihinde en yüksek et sertliği (75.54 N) 600 mg L<sup>-1</sup> AVG uygulamasından elde edilirken, en düşük (69.65 N) kontrol uygulamasından elde edilmiştir.

Et sertliği, en önemli olgunluk parametrelerinden biridir. Meyve olgunlaştıkça et sertliği azalış göstermektedir. AVG bir etilen inhibitörüdür. Etilen engelleyicileri ile meyvede etilen üretimi azaltılmakta

ve meyve etinde yumuşamaya neden olan enzim aktivitesi yavaşlamaktadır (Jobling et al., 2003). NAA ise meyvede olgunlaşmayı hızlandırmaktadır (Greene, 2006). Çalışmamızda, AVG uygulamaları ile et sertliği artırılırken, NAA uygulaması ile bu etkinlik sağlanamamıştır. Nitekim Schupp ve Greene (2004), Yuan ve Li (2008) ve Escalada ve Archbold (2009) yaptıkları çalışmalarda AVG'nin et sertliğini muhafaza etmede, kontrol ve NAA'ya göre daha etkin olduğunu tespit etmişlerdir.

## 4. SONUÇ

Hasat önu döküm ve meyve kalite özellikleri üzerine AVG ve NAA'nın etkisinin incelendiği çalışmamızda, AVG'nin artan dozlarının dökümü önemli düzeyde azalttığı tespit edilmiştir. NAA'nın etkisi, AVG'den daha düşük, fakat kontrolden önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Meyvenin dala tutunma kuvveti AVG uygulamaları ile artırılmış, NAA'nın herhangi bir etkisi tespit edilememiştir. AVG uygulamaları nişastanın şekere dönüşümünü geciktirmiştir. SÇKM ve pH değeri üzerine büyümeyi düzenleyicilerin etkisi farklı olmuştur. AVG'nin 600 mg L<sup>-1</sup> dozu hem SÇKM hem de pH değerini tahmini hasat tarihinde artırmıştır. AVG uygulamalarının TA üzerine etkisi olumsuzken, meyve eti sertliği üzerine olumlu bir etki göstermiştir.

Hasat önu dökümün kontrol altına alınması ile üreticiler pek çok avantaj elde etmektedir. Özellikle, meyvenin optimal kimyasal içeriğe, iriliğe ve renklenmeye sahip olması için ağaç üzerinde optimal hasat tarihine kadar kalması çok önemlidir. Meyvenin dala tutunma kuvvetinin AVG uygulamaları ile artırılması üreticilerimizin ürünlerini daha uzun dönemde hasat etme ve pazarlama imkânı sağlayacaktır. Ayrıca bu sayede, işgücünü daha ekonomik kullanabileceklerdir. AVG'nin meyve eti sertliğini muhafaza etmesi hasat sonrası ürünlerin pazar ömrünü artıracaktır. Sonuç olarak AVG'nin bodur yetiştiricilikte kullanılması ile üreticilerimizin elde edeceği kazanç artacaktır.

## 5. TEŞEKKÜR

Çalışmamızda kullanılan etilen engelleyicisi ReTain ve bunun etkinliğini artıran Regulaid yayıcı yapıştırıcıyı (surfactant) bizlere temin eden sırasıyla ValentBioScience ve Kalo şirketlerine teşekkür ederiz.

## 6. KAYNAKLAR

- Abbott, J.A. 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.*, 15: 207–225.
- Amarante, C.V.T., Simioni, A., Megguer, C.A., Blum, L.B.E. 2002. Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest fruit drop and maturity of apples. *Rev. Bras. Frutic.*, p: 24–30.
- Anonim, 2010. Block-specific sprayer calibration worksheet. <http://www.umass.edu/fruitadvisor/clements/trvcalculator.html#1>, Erişim: Şubat 2010.

- Autio, W.R., Bramlage, W.J. 1982. Effects of AVG on maturation, ripening, and storage of apples. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 107:1074–1077.
- Bangerth, F. 1978. The effect of a substituted amino acid on ethylene biosynthesis, respiration, ripening and preharvest drop apple of fruits. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 103: 401–408.
- Blanpied, G.D., Silsby, K.J. 1992. Prediction of harvest date windows for apples. *Cornell Coop. Ext. Bul.*, 2212:1–12.
- Byers, R.E. 1997. Effects of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest fruit drop and maturity of 'Delicious' apples. *J. Tree Fruit Prod.*, 2: 53–75.
- Curry, EA. 2006. Changes in ripening physiology of Delicious and Fuji apples treated preharvest with NAA. *Proc.X<sup>th</sup> IS on Plant Bioregulators in Fruit. Acta Hort.*, 727: 481–488.
- Drake, S.R., Eisele, T.A., Elfving, D.C., Drake, M.A., Drake, S.L., Visser, D.B. 2005. Effects of the bioregulators aminoethoxyvinylglycine and ethephon on SSC, carbohydrate, acid, and mineral concentrations in 'Scarletspur Delicious' apple juice. *HortScience*, 40(5): 1421–1424.
- Elfving, D.C., Lougheed, E.C., Chu, C.L., Cline, R.A. 1990. Effects of daminozide, paclobutrazol, and uniconazole treatments on 'McIntosh' apples at harvest and following storage. *Am. Soc. Hortic. Sci.*, 115:750–756.
- Erdoğan, D., Güner, M., Dursun E., Gezer, I. 2003. Mechanical Harvesting of Apricot. *Biosyst. Eng.*, 85:19–28.
- Escalada, S.V., Archbold, D.D. 2009. Preharvest aminoethoxyvinylglycine plus postharvest heat treatments influence apple fruit ripening after cold storage. *HortScience*, 44(6): 1637–1640.
- FAO, 2010. Statistic of apple. [www.fao.org](http://www.fao.org). Erişim: Şubat 2012.
- Greene, D.W., Kaminisky, K., Sincuk, J. 1987. An evaluation of stop drop materials in 1986. *Proc. Mass. Fruit Growers' Assn.*, 93: 74–78.
- Greene, D. W. 2002. Preharvest drop control and maturity of Delicious' apples as effected by Aminoethoxyvinylglycine (AVG). *J. Tree Fruit Prod.*, 3(1): 1–10.
- Greene, D.W., Schupp, J.R. 2004. Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest drop, fruit quality, and maturation of 'McIntosh' apples. II. Effect of timing and concentration relationships and spray volume. *HortScience*, 39: 1036–1041.
- Greene, D.W. 2005. Time of Aminoethoxyvinylglycine applications influences preharvest drop and fruit quality of McIntosh' apples. *HortScience*, 40(7): 2056–2060.
- Greene, D.W. 2006. An update on preharvest drop control of apples with Aminoethoxyvinylglycine (ReTain). *Acta Hort.*, 727: 311–319.
- Jobling, J., Pradhan, R., Morris, S.C., Mitchell, L., Rath, A.C. 2003. The effect of ReTain plant growth regulator [aminoethoxyvinylglycine (AVG)] on the postharvest storage life of 'Tegan Blue' plums. *Aust. J. Exp. Agr.*, 43: 515–518.
- Marini, R.P., Byers, R.E., Sowers, D.L. 1993. Repeated applications of NAA control preharvest drop of 'Delicious' apples. *J. Hortic. Sci.*, 68: 247–253.
- McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27: 1254 – 1255.
- Phan-Thien, K.Y., Wargo, J.M., Mitchell, L.W., Collett, M.G., Rath, A.C. 2004. Delay in ripening of Gala and Pink Lady apples in commercial orchards following preharvest applications of aminoethoxyvinylglycine. *Aust. J. Exp. Agr.*, 44(8): 807–812.
- Polat, R., Güner, M., Dursun, E., Erdoğan, D., Gezer İ., Bilim, C. 2007. Badem meyvesinin mekanik hasadı. *Tarimsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi*, 228–235, Kahramanmaraş.
- Rath, C.A., Kang, I.K., Park, C.H., Yoo, W.J., Byun, J.K. 2006. Foliar application of aminoethoxyvinylglycine (AVG) delays fruit ripening and reduces pre-harvest fruit drop and ethylene production of bagged "Kogetsu" apples. *Plant Growth Regul.*, 50: 91–100.
- Rudell, D.R., Fellman, J.K. 2005. Preharvest application of methyl jasmonate to Fuji apples enhances red coloration and affects fruit size, splitting and bitter pit incidence. *HortScience*, 40(6): 1760–1762.
- Schupp, J.R., Greene, D.W. 2004. Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest drop, fruit quality, and maturation of 'McIntosh' apples. I. concentration and timing of dilute applications of AVG. *HortScience*, 39: 1030–1035.
- Song, J., Weimin, D., Beaudry, R.M., Armstrong, P.R. 1997. Changes in chlorophyll fluorescence of apple fruit during maturation, ripening and senescence. *HortScience*, 32 (5) 891–896.
- Stover, E., Fargione, M.J., Watkins, C.B., Lungerman, K.A. 2003. Harvest management of 'Marshall McIntosh' apples: Effects of AVG, NAA, ethephon, and summer pruning on preharvest drop and fruit quality. *HortScience*, 38: 1093–1099.
- Türk, R., Kocak, K., Akbudak, B. 1995. The effect of modified atmosphere on storage period in plums. II National Horticultural Congress. p. 203-208 Adana, Turkey.
- Wang, Z.Y., Dille, D.R. 2001. Aminoethoxyvinylglycine, combined with Ethephon, can enhance red color development without over-ripening apples. *HortScience*, 36: 328–331.
- Wargo, J.M., Merwin, I.A., Watkins, C.B. 2004. Nitrogen Fertilization, Midsummer Trunk Girdling, and AVG Treatments Affect Maturity and Quality of 'Jonagold' Apples. *HortScience*, 39(3):493–500.
- Westwood, M.N. 1993. "Hormones and Growth Regulators", *Temperate Zone Pomology: Physiology and Culture*, Portland, Oregon.
- Williams, M.W. 1980. Retention of fruit firmness and increase in vegetative growth and fruit set of apples with aminoethoxyvinylglycine. *HortScience*, 15: 76–77.
- Yuan, R., Carbaugh, H.D. 2007. Effects of NAA, AVG and 1-MCP on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit maturity and quality of Golden Supreme and Golden Delicious apples. *HortScience*, 42(1): 101–105.
- Yuan, R., Li, J. 2008. Effect of Sprayable 1-MCP, AVG, and NAA on Ethylene Biosynthesis, Preharvest Fruit Drop, Fruit Maturity and Quality of 'Delicious' Apples. *HortScience*, 43: 1454–1460.

## BAZI TRABZONHURMASI (*Diospyros kaki* L.) TÜR VE ÇEŞİTLERİNİN SOĞUKLAMA GEREKSİNİMLERİNİN SAPTANMASI

Safder BAYAZİT\*<sup>1</sup>, Önder TUZCU, Ayzin B. KÜDEN, Burhanettin İMRAK<sup>3</sup>

<sup>1</sup>M.K.Ü Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Antakya, Hatay

<sup>2</sup>Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana

<sup>3</sup>Ç.Ü. Pozantı Tarımsal Araştırma Merkezi, Adana

\*e-mail:sbayazit@mku.edu.tr

Geliş Tarihi : 04.04.2011

Kabul Tarihi : 23.08.2012

**ÖZET:** Çalışma, 2003-2004 ve 2004-2005 yılları arasında, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Araştırma ve Uygulama Bahçesinde bulunan *Diospyros virginiana* L. ve *Diospyros lotus* L. türleri ile *Diospyros kaki* L. türünden Hachiya, O'Gosho, Shakoku, Kaki Tipo, Fuji, Nishimura Wase, Suruga, Jiro, Saijo, Kawabata O'Gosho, Shogatsu, Giboshi, Kirakaki, Amankaki (İtalya), Akoumankaki, Kourokuma, Hyakume, Hiratanenashi, Mizushima Gosho, Giant Fuyu (İsrail), Triumph ve Fujiwara Gosho çeşitleri ve ülkemizden selekte edilen Yeşil Hurma, Şirin Hurma, Tuzcu, Sarı Yenen ve Fatsa-1 genotipleri üzerinde yürütülmüştür. Tür ve çeşitlerin soğuklama gereksinimleri standart ve soğuk birimi yöntemlerine göre saptanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, tür ve çeşitlerin soğuklama gereksinimleri yıllar arasında önemli farklılıklar göstermiştir. 2003-2004 yılı soğuklama gereksinimi Tuzcu ve Sarı Yenen çeşitlerinde en düşük (106 s ve 95 sb), Fuji çeşidi ve *Diospyros virginiana* türünde ise en yüksek (250 s ve 208 sb) olarak saptanmıştır. 2004-2005 yılı sonuçları bir önceki yıl sonuçları ile paralellik gösterse de, çeşitlerin soğuklama süreleri daha yüksek saptanmıştır. Buna göre, 2004-2005 yılı soğuklama süresi en düşük Tuzcu genotipinde (252 s ve 188 sb) ve Triumph çeşidinde (270 s ve 190 sb), en yüksek ise Yeşil Hurma ve Şirin Hurma genotiplerinde (357 s ve 271 sb) belirlenmiştir. Her iki yöntemden de elde edilen sonuçlar birbiri ile uyumlu bulunmuştur. Gerek soğuk birimi yöntemi ve gerekse standart yöntemle çeşitlerin soğuklama gereksinimlerindeki farklılıklar benzer olurken, her iki yöntemden elde edilen sonuçların etkinliği de aynı olmuştur. Sonuç olarak, tüm çeşitler aldıkları soğuk toplamlarına göre 2003-2004 yılında 2 Ocak ile 22 Ocak, 2004-2005 yılında ise 27 Aralık ile 19 Ocak tarihleri arasında dinlenmelerini tamamlamışlardır.

**Anahtar sözcükler :** Trabzon hurması, Tür, Çeşit, Soğuklama, Soğuk Birimi

### DETERMINING OF CHILLING REQUIREMENTS OF SOME PERSIMMON (*Diospyros kaki* L.) SPECIES AND CULTIVARS

**ABSTRACT:** This study was carried out on *Diospyros virginiana* L., *Diospyros lotus* L. and *Diospyros kaki* L. species and cultivars of Hachiya, O'Gosho, Shakoku, Kaki Tipo, Fuji, Nishimura Wase, Suruga, Jiro, Saijo, Kawabata O'Gosho, Shogatsu, Giboshi, Kirakaki, Amankaki (Italy), Akoumankaki, Kourokuma, Hyakume, Hiratanenashi, Mizushima Gosho, Giant Fuyu (Israel), Triumph and Fujiwara Gosho, and Yeşil Hurma, Şirin Hurma, Tuzcu, Sarı Yenen and Fatsa-1 which are selected Turkish cultivars at the research and implementation orchards at the Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Cukurova, in Adana/Turkey during 2003-2004 and 2004-2005 years. The chilling requirements of the species and cultivars were determined using both standard and chill unit methods. The results indicated that the chilling requirements of the species and cultivars significantly varied according to the years. The chilling requirements of Tuzcu and Sarı Yenen cultivars were the lowest (106 h and 95 cu) while those of Fuji cultivar and *Diospyros virginiana* species were the highest (250 h and 208 cu) during 2003-2004 winter period. Despite the results of 2004-2005 were similar to those of the previous year, the chilling durations of the cultivars were found to be higher than the previous year. Thus, in 2004-2005, the lowest chilling duration was determined in Tuzcu genotype (252 h and 188 cu) and Triumph cultivar (270 h and 190 cu) whereas the highest duration were obtained from Yeşil Hurma and Şirin Hurma genotypes (357 h and 271 cu). The both standard and chill unit methods gave similar results and the efficiency of the results was found to be same. In conclusion, all cultivars completed their dormancy according to the chilling periods that they received between 2 January and 22 January during 2003-2004 winters and 27 December and 19 January during 2004-2005 winters.

**Key words:** Persimmon, Species, Cultivar, Chilling, Chill Unit

#### 1. GİRİŞ

Trabzon hurması *Ebenales* takımı, *Ebenaceae* familyası, *Diospyros* cinsi içerisinde yer alır. Bu cins içerisinde yaklaşık 400 tür bulunmaktadır ve bu türlerin çoğunluğu tropik ve subtropik bölgelerin doğal bitkisidir (Spongberg, 1977). *Diospyros* cinsi içerisinde yer alan yaklaşık 400 türden *Diospyros kaki* L., *Diospyros lotus* L., *Diospyros virginiana* L. ve *Diospyros oleifera* Cheng. türleri ekonomik olarak yetiştirilen türlerdir (Kitagawa ve Glucina, 1984). Trabzon hurmasının anavatanı Çin'dir (Zheven ve

Zhukovsky, 1975). Bu meyve türü çok eski tarihlerde Japonya'ya getirilmiş ve burada büyük ölçüde üretimi yapılmıştır. Bu türün yetiştiriciliği Uzak Doğu ülkeleri dışında son yıllarda Brezilya, İtalya, Kaliforniya (ABD), İsrail, Yeni Zelanda ve Avustralya'da da artış göstermektedir (Collins ve ark., 1993).

Türkiye'ye hangi tarihte getirildiği bilinmemekle birlikte çok eskiden beri Trabzon hurması yetiştiriciliği yapılmaktadır. Trabzon hurması bir subtropik iklim meyvesi olmakla birlikte sıcak ılıman iklim şartlarına da adapte olmuştur. Ağacı kışın yapraklarını döktüğü için düşük kış sıcaklıklarına



diğer subtropik meyve türlerine göre daha dayanıklıdır. Genel olarak, -12°C' ye kadar dayanabilmekte, ayrıca -18°C' ye kadar dayanan çeşitler de bulunmaktadır. Bu nedenle ülkemizin daha serin bölgelerinde de, özellikle Karadeniz, Ege ve Marmara Bölgeleri'nde yetiştiriciliğine rastlanmaktadır (Onur, 1990; Tuzcu ve Yıldırım, 2000).

Kışın yaprağını döken meyve türlerinde yaz dinlenmesi, ilkbahar dinlenmesi ve kış dinlenmesi olmak üzere 3 tip dinlenmeden bahsedilmektedir. Bu meyve türlerinde çiçek ve yaprak tomurcukları kış aylarına girilen dönemde çevre koşulları uygun olsa dahi süremez veya açamazlar, dinlenmede kalırlar. Bu dinlenmeye "kış dinlenmesi" veya "asıl dinlenme" adı verilmektedir. Tomurcukların kış dinlenmesinden çıkabilmesi için belirli bir soğuk miktarına gereksinimleri vardır. Bu olaya "soğuklama" ve bu miktarın toplanabilmesi için gerekli süreye "soğuklama süresi" adı verilmektedir. Kış dinlenmesi için gerekli soğuklama gereksinimleri meyve tür ve çeşitlerine göre değişiklik göstermektedir (Kaşka ve Tuzcu, 1975). Meyvecilikte, yetiştiriciliğin yapıldığı bölgelere göre çeşitlerin soğuklama gereksinimlerini tamamlayıp dinlenmeden çıkmaları kaliteli ve bilinçli bir yetiştiricilik için önemlidir. Bu amaca yönelik olarak birçok ülkede değişik meyve türlerinde çeşitli araştırmalar yapılmış ve bu araştırmalarla kültürü yapılan çeşitlerin dinlenme durumları ve soğuk gereksinimleri saptanarak bu çeşitlerin yetiştiriciliğine ışık tutmaya çalışılmıştır (Eriş ve ark., 2003). Ancak, Trabzon hurmalarında soğuklama gereksinimlerinin düşük olması gerekçesiyle gerek dünyada yetiştirilen çeşitlerin, gerekse ülkemizden seleksiyonla elde edilen genotiplerin yetiştirilmek istendikleri koşullara göre dinlenme durumları ve soğuklama gereksinimleri saptanmamıştır. Bununla birlikte, Trabzonhurması çeşitlerinin soğuklama gereksinimlerinin ve dinlenmeden çıkış zamanlarının belirlenmesine yönelik çok az sayıda çalışma mevcuttur. Çeşitlere göre değişmekle beraber, soğuklama isteğinin diğer türlere göre düşük olduğu ve 7.2 °C'nin altında 200-400 saat arasında değiştiği bildirilmiştir (Onur, 1990; Mowat ve ark., 1995).

Tüm bunlar dikkate alındığında, yetiştirilmek istenen çeşitlerin öncelikle yetiştirilecekleri koşullar dikkate alınarak soğuklama gereksinimlerinin belirlenmesi gerek çeşitlerin özelliklerinin saptanması, gerekse bilinçli yetiştiricilik açısından önemlidir. Bu çalışma ile yukarıda açıklanan hususlar ışığında, Ç.Ü. Bahçe Bitkileri Araştırma ve Uygulama parsellerinde bulunan 29 Trabzon hurması tür ve çeşidinin klasik ve soğuk birimi yöntemlerine göre soğuklama gereksinimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Denemede materyal olarak Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait

Araştırma ve Uygulama bahçelerinde (37° 01' Kuzey, 35° 22' Doğu, deniz seviyesinden yükseklik 56 m) bulunan *Diospyros virginiana* ve *Diospyros lotus* türleri ile *Diospyros kaki* türünden Hachiya, O'Gosho, Shakoku, Kaki Tipo, Fuji, Nishimura Wase, Suruga, Jiro, Saijo, Kawabata O'Gosho, Shogatsu, Giboshi, Kirakaki, Amankaki (İtalya), Akoumankaki, Kourokuma, Hyakume, Hiratanenashi, Mizushima Gosho, Giant Fuyu (İsrail), Triumph ve Fujiwara Gosho çeşitleri ile ülkemizden selekte edilen Yeşil Hurma, Şirin Hurma, Tuzcu, Sarı Yenen ve Fatsa-1 genotiplerine ait 1 ve 2 yaşlı dallardan alınan 25-30 cm uzunluğundaki çelikler kullanılmıştır.

### 2.2. Yöntem

Deneme 2003-2004 ve 2004-2005 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Çelik alımına 1 Aralık tarihi itibarıyla başlanmış ve aralık ayı içerisinde 72 saatte bir, devam eden aylarda ise 48 saatte bir Trabzon hurması tür ve çeşitlerine ait ağaçlardan 9 adet çelik alınmıştır. Çelikler üzerinde bulunan gözlerin sayısı kaydedilerek, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait ısıtmalı odada (25 °C) 120 x 130 cm ebatlarında akarsu tankına dip kısımlarından 5 cm'lik kısım su içerisinde kalacak şekilde yerleştirilmiştir. Çelikler akarsu tankı içerisinde 21 gün süreyle tutulmuşlardır. Bu sürede açan tomurcuk sayısı %50'ye ulaştığında o çeşide ait çelik alım tarihi dinlenmeden çıkış tarihi olarak kabul edilmiştir.

Her çeşidin dinlenme gereksinimlerinin tamamlandığının belirtisi olarak tomurcukların en az %50'sinin uçlarından yeşil dokunun görülmesi ölçüt alınmış ve bu olay "dinlenmenin kesilmesi" olarak nitelendirilmiştir (Küden, 1989; Küden ve Kaşka, 1990). Akarsu tankı içerisinde bulunan çeliklerin toplam göz sayısı ve süren göz sayısı Küden (1989), Küden ve Kaşka'ya (1990) göre saptanmıştır. Araştırmada, Trabzonhurması tür ve çeşitlerinin soğuklama gereksiniminin hesaplanmasında aşağıda ayrıntılı olarak sunulan "standart yöntem" ve soğuk birimi "chill unit" yöntemleri olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmıştır.

Standart Yöntem; soğuklama sürelerinin "Standart Yöntemle" hesaplanmasında deneme yerinde ekim, kasım, aralık, ocak, şubat, mart ve nisan aylarında 7.2 °C altında geçen süreler saat olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamada Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden alınan günlük maksimum ve minimum sıcaklık değerleri kullanılmıştır.

Soğuk Birimi Yöntemi; bu amaçla yine Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden alınan günlük maksimum ve minimum sıcaklık değerlerinden yararlanılmıştır. Böylece ekim – nisan ayları arasındaki kış dönemi süresince kaydedilen her bir saatlik sıcaklık "Richardson modeline" göre soğuk birimlerine çevrilmiştir. Bu matematiksel model sıcaklıkları, etkili soğuk birimlerine çevrilmekte ve böylece dinlenmenin ne zaman tamamlanacağı veya henüz devam etmekte olduğu büyük bir doğrulukla önceden tahmin edilebilmektedir. Buna göre;

Sıcaklık Dereceleri (°C)	Soğuk Birim Değerleri (sb)
<1.4	0
1.5 – 2.4	0.5
2.5 – 9.1	1
9.2 – 12.4	0.5
12.5 – 15.9	0
16 – 18	-0.5
>18	-1

Soğuk birikiminde en etkili sıcaklıklar 2.5 ile 9.1°C arasındaki sıcaklıklar olmakta ve bunlar “1” soğuk birimine karşılık gelmektedir (Richardson ve ark, 1974).

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın yürütüldüğü merkezin yıllara göre soğuklama süreleri 7.2 °C'nin altında saat olarak geçen süre ve soğuk birim cinsinden Çizelge 1' de verilmiştir.

2004 ile 2005 yıllarında bölgede 7.2 °C'nin altında geçen süre 581 s ile 636 s, 416 sb ile 493 sb arasında değişim göstermiştir. Bu soğuklama sürelerinin ve soğuk birim değerlerinin Küden ve Kaşka (1992)'nin belirtmiş olduğu 7.2 °C'nin altında 586 – 1051 s ile 490–750 sb değerlerinden daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durum yıllara göre ekolojik koşulların farklılık göstermesinden kaynaklanmış olabilir. Küden ve Kaşka'nın (1992) bildirmiş olduğu ve 2004 ile 2005 yılları arasında tarafımızdan saptanan soğuklama süresi ve soğuk birim değerlerinin Trabzonhurmalarının istemiş olduğu değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Diğer meyve türleri ile karşılaştırıldığında Trabzon hurmalarında soğuklama gereksiniminin oldukça düşük olduğu ve birçok çeşidin 100 saatin altında soğuklamaya ihtiyaç duyduğu Kitagawa ve Glucina (1984), Parker (1993) ve Mowat ve ark. (1995) tarafından bildirilmiştir.

Çizelge 1. Deneme yılları itibariyle Balcalı/Adana'nın soğuklama süreleri

Kış Dönemleri	7.2 °C'nin altında geçen süre (Saat)	Soğuk birim değeri
2003 - 2004	581	416
2004 - 2005	636	493

2003–2004 kış döneminde yapılan çalışmalar sonucunda denemede yer alan çeşitlerin tamamında standart yöntemle göre soğuklama gereksinimi 106 s ile 250 s, soğuk birim değerleri ise 95 sb ile 208 sb arasında değişmiştir (Çizelge 2).

Tuzcu, Sarı Yenen, Akoumankaki ve Kourokuma çeşitleri 2 Ocak 2004 tarihinde dinlenmeden çıkararak en düşük soğuklama gereksinimi olan çeşitler olarak

belirlenmiştir. Bu çeşitlerin soğuklama gereksinimleri standart yöntemle göre 106 s ve soğuk birimi cinsinden 95 sb olarak saptanmıştır. Buna karşın, *Diospyros virginiana* türü ile Fuji çeşidi 22 Ocak 2004 tarihinde dinlenmeden çıkmışlar ve soğuklama gereksinimleri standart yöntemle göre 250 s ve soğuk birimi cinsinden 208 sb olarak saptanmıştır. Elde edilen bu değerler sonucunda *Diospyros virginiana* türü ve *Diospyros kaki* türüne ait Fuji çeşidi en yüksek soğuklama gereksinimine sahip olmuşlardır.

2004-2005 yılı kış döneminde çeşitlerin tamamında standart yöntemle göre soğuklama gereksinimi 242 s ile 357 s, soğuk birim değerleri ise 188 sb ile 271 sb arasında değişmiştir (Çizelge 3). Nishimura Wase çeşidi 23 Aralık 2004 tarihinde dinlenmeden çıkararak, dinlenmesini en erken kesen (soğuklaması en düşük) çeşit olarak bulunmuştur. Bu çeşidin soğuklama gereksinimleri standart yöntemle göre 242 s ve soğuk birimi cinsinden 189 sb olarak saptanmıştır. Bununla birlikte, Triumph çeşidi ile Yeşil Hurma ve Şirin Hurma genotipleri ise 19 Ocak 2005 tarihinde dinlenmeden çıkararak, dinlenmesini en geç tamamlayan (soğuklaması en yüksek) çeşit ve genotipler olmuşlardır. Bu çeşit ve genotiplerin soğuklama gereksinimleri standart yöntemle göre 357 s ve soğuk birimi cinsinden 271 sb olarak saptanmıştır.

Çalışmanın ikinci yılında çeşitlerin soğuklama gereksinimlerinde bir önceki yıla göre her iki yöntemde de bir artış söz konusu olmuştur (Çizelge 2 ve Çizelge 3). Soğuklama gereksiniminin karşılanmasında kullanılan anaçların (Maneethon ve ark., 2007), deniz seviyesinden yüksekliğin (Albuquerque ve ark., 2008) ve kış yağışlarının etkisinin önemli olduğu belirtilmektedir. Ancak, çalışmamızda görülen bu farklılığın, Dennis'in (2003) belirttiği şekilde özellikle arazi koşullarındaki hava sıcaklık dalgalanmalarının yıllara göre farklılık göstermesinden kaynaklandığını belirtebiliriz. Nitekim, altı ayrı ekolojik bölgede yetiştirilen üç nektarin çeşidi ile yapılan bir çalışmada çeşitlerin soğuk gereksinimlerinin bölgelere göre önemli farklılıklar gösterdiği 4 yıl süreli denemeler ile saptanmıştır. Ayrıca, bu denli değişikliklerin dalların ve köklerin iç kompozisyonlarındaki değişikliklerle alakalı olduğu Westwood (1993) tarafından bildirilmiştir. Önceki yıllarda gerçekleştirilen çalışmalarda, tomurcuk dinlenmesi ile su içeriğinin (Mochioca ve ark., 1996), karbondhidratların (Wang ve ark., 1998) ve bitki hormonları özellikle ABA arasındaki ilişkinin (Powel, 1987; Tamura ve ark., 1993) çeşitlerin yıllara göre soğuklama gereksinimlerinde değişikliklere neden olabileceği de bildirilmektedir. Faquim ve ark. (2007) Fuyu çeşidinde tomurcukların %100'ünün sürdüğü zamanki soğuklama gereksinimini 504 s olarak bildirirken, Brandley ve Maurer (2009) Fuyu ve Giant Fuyu çeşitlerinde soğuklama gereksinimini 200 s, Izu çeşidinde ise 100 s olarak saptamışlardır.

Çizelge 2. Trabzon Hurması tür ve çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri (2003-2004 yılı)

Tür ve Çeşitler (Orijinleri)	Dinlenmeden Çıkış Tarihi	Toplam Göz Sayısı	Açan Göz Sayısı	Açan Göz Oranı (%)	Standart Yöntem (s)	Soğuk Birim (sb)
<i>Diospyros virginiana</i>	22 Ocak 2004	40	24	60	250	208
<i>Diospyros lotus</i>	15 Ocak 2004	37	25	68	211	176
Hachiya <sup>a</sup>	15 Ocak 2004	20	15	75	211	176
O'Gosho <sup>b</sup>	15 Ocak 2004	25	25	100	211	176
Shokaku <sup>b</sup>	08 Ocak 2004	28	18	64	134	132
Fuji <sup>b</sup>	22 Ocak 2004	31	21	69	250	208
Nishimura Wase <sup>d</sup>	05 Ocak 2004	36	26	72	107	109
Suruga <sup>b</sup>	08 Ocak 2004	32	20	63	134	132
Jiro <sup>b</sup>	12 Ocak 2004	27	22	81	211	163
Saijo <sup>a</sup>	19 Ocak 2004	27	20	74	225	190
Kawabata O'Gosho <sup>b</sup>	15 Ocak 2004	31	20	65	211	176
Shogatsu <sup>d</sup>	12 Ocak 2004	22	12	55	211	163
Giboshi <sup>c</sup>	15 Ocak 2004	41	28	68	211	176
Kirakaki <sup>d</sup>	05 Ocak 2004	28	15	54	107	109
Amankaki <sup>d</sup>	08 Ocak 2004	28	20	71	134	132
Akoumankaki <sup>d</sup>	02 Ocak 2004	45	25	56	106	95
Kourokuma <sup>d</sup>	02 Ocak 2004	27	17	63	106	95
Hyakume <sup>d</sup>	12 Ocak 2004	22	16	73	211	163
Hiratanenashi <sup>a</sup>	15 Ocak 2004	45	38	84	211	176
Mizushima Gosho	05 Ocak 2004	35	25	71	107	109
Giant Fuyu <sup>b</sup>	08 Ocak 2004	25	15	60	134	132
Triumph <sup>c</sup>	19 Ocak 2004	29	21	72	225	190
Fujiwara Gosho <sup>d</sup>	19 Ocak 2004	38	30	79	225	190
Kaki Tipo	05 Ocak 2004	66	37	56	107	109
Yeşil Hurma	12 Ocak 2004	52	35	67	211	163
Şirin Hurma	19 Ocak 2004	57	30	53	225	190
Tuzcu <sup>a</sup>	02 Ocak 2004	47	44	94	106	95
Sarı Yenen <sup>c</sup>	02 Ocak 2004	47	38	81	106	95
Fatsa-1 <sup>c</sup>	05 Ocak 2004	24	13	54	107	109

<sup>a</sup> Kararlı-Buruk <sup>b</sup> Kararlı-Buruk Değil <sup>c</sup> Kararsız-Buruk <sup>d</sup> Kararsız-Buruk Değil

Çizelge 3. Trabzon hurması tür ve çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri (2004-2005 yılı)

Tür ve Çeşitler (Orijinleri)	Dinlenmeden Çıkış Tarihi	Toplam Göz Sayısı	Açan Göz Sayısı	Açan Göz Oranı (%)	Standart Yöntem (s)	Soğuk Birim (sb)
<i>Diospyros virginiana</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Diospyros lotus</i>	17 Ocak 2005	45	28	62	346	262
Hachiya <sup>a</sup>	06 Ocak 2005	21	11	52	291	218
O'Gosho <sup>b</sup>	13 Ocak 2005	19	18	95	340	252
Shokaku <sup>b</sup>	06 Ocak 2005	20	19	95	291	218
Fuji <sup>b</sup>	30 Aralık 2004	52	41	79	270	198
Nishimura Wase <sup>d</sup>	13 Ocak 2005	20	10	50	340	252
Suruga <sup>b</sup>	23 Aralık 2004	39	26	67	242	189
Jiro <sup>b</sup>	30 Aralık 2004	27	15	56	270	198
Saijo <sup>a</sup>	06 Ocak 2005	26	16	62	291	218
Kawabata O'Gosho <sup>b</sup>	27 Aralık 2004	14	7	50	252	188
Shogatsu <sup>d</sup>	17 Ocak 2005	18	18	100	346	262
Giboshi <sup>c</sup>	06 Ocak 2005	20	20	100	291	218
Kirakaki <sup>d</sup>	30 Aralık 2004	14	7	50	270	198
Amankaki <sup>d</sup>	03 Ocak 2005	27	16	59	287	203
Akoumankaki <sup>d</sup>	10 Ocak 2005	22	12	55	321	244
Kourokuma <sup>d</sup>	03 Ocak 2005	30	21	70	287	203
Hyakume <sup>d</sup>	03 Ocak 2005	26	16	62	287	203
Hiratanenashi <sup>a</sup>	10 Ocak 2005	25	13	52	321	244
Mizushima Gosho	17 Ocak 2005	20	20	100	346	262
Giant Fuyu <sup>b</sup>	30 Aralık 2004	14	9	64	270	198
Triumph <sup>c</sup>	30 Aralık 2004	10	8	80	270	198
Fujiwara Gosho <sup>d</sup>	19 Ocak 2005	25	16	64	357	271
Kaki Tipo <sup>d</sup>	13 Ocak 2005	25	18	72	340	252
Yeşil Hurma <sup>a</sup>	19 Ocak 2005	38	30	79	357	271
Şirin Hurma	19 Ocak 2005	28	20	71	357	271
Tuzcu <sup>a</sup>	27 Aralık 2004	30	19	63	252	188
Sarı Yenen <sup>c</sup>	06 Ocak 2005	42	30	71	291	218
Fatsa-1 <sup>c</sup>	03 Ocak 2005	25	14	56	287	203

<sup>a</sup> Kararlı-Buruk <sup>b</sup> Kararlı-Buruk Değil <sup>c</sup> Kararsız-Buruk <sup>d</sup> Kararsız-Buruk Değil

Çizelge 2 ve Çizelge 3'den de görülebileceği gibi, denemenin 1. yılında aynı ya da yakın soğuklama sürelerine sahip olan Trabzon hurması çeşitlerinin denemenin 2. yılında da benzer soğuklama sürelerine sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca denemenin 1. yılında soğuklama gereksinimi düşük veya yüksek olarak saptanan Trabzon hurması çeşit ve genotipleri çalışmanın 2. yılında da benzer davranışları göstermişlerdir. 2. yıl çalışmalarında *Diospyros virginiana* türünde çelik olarak kullanılacak dalların az ve pişkinleşmemiş olması nedeniyle soğuklama gereksinimi hesaplanmamıştır.

Ülkemizden seçilen Yeşil Hurma ve Şirin Hurma genotiplerinin Tuzcu, Sarı Yenen ve Fatsa-1 genotiplerine göre soğuklama gereksinimleri yüksek bulunmuştur. Özellikle Tuzcu ve Sarı Yenen genotiplerinin her iki deneme yılında da saptanan düşük soğuklama gereksinimleri dikkat çekmiştir. Araştırmanın ilk yılında kullanılan *Diospyros virginiana* türünün soğuklama gereksiniminin gerek *Diospyros lotus* türünden gerekse *Diospyros kaki* türü içerisinde yer alan çeşitlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2 ve 3). Trabzonhurması çeşitleri et rengi kararlılığı ve burukluk durumuna göre değerlendirildiğinde, gerek standart yönteme göre gerekse soğuk birim yöntemine göre soğuklama gereksinimleri arasında bir farklılık görülmemiştir. Benzer şekilde yerli ve yabancı Trabzonhurması çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri ortalaması açısından da bir farklılık görülmemiştir. Denemenin ilk yılında yabancı çeşitleri ortalama olarak 172 s ve 150 sb soğuk isterken, ülkemizden seleksiyon ıslahı sonucu elde edilen genotiplerin 151 s ve 130 sb soğuklama istedikleri görülmüştür. Denemenin 2. yılında yerli ve yabancı Trabzonhurması çeşitleri arasında gerek standart yönteme göre gerekse soğuk birim yöntemine göre soğuklama gereksinimleri açısından bir yakınlık söz konusu olmuştur (Çizelge 2 ve 3).

#### 4. SONUÇ

Bu araştırma ile dünyada ve ülkemizde ekonomik olarak yetiştirilen Trabzonhurması çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. 2 yıllık araştırma bulgularına göre Trabzonhurması tür, çeşit ve genotiplerinin ülkemizin tüm ekolojilerinde soğuklama problemi olmadan yetiştirilebileceği söylenebilir. Elde edilen bu sonuçların gerek yetiştiricilikte gerekse ileriki ıslah çalışmalarında kullanılması olasıdır.

#### 5. KAYNAKLAR

Albuquerque, N., García-Montiel, F., Carrillo, A., Burgos, L. 2008. Chilling and heat requirements of sweet cherry cultivars and the relationship between altitude and the probability of satisfying the chill requirements. Environmental and Experimental Botany Volume 64, Issue 2, November 2008, Pages 162-170

- Brandley, L., Maurer, M. 2009. Deciduous Fruit and Nuts for the Low Desert. The University of Arizona, College of Agriculture and Life Sciences, <http://ag.arizona.edu/pubs/garden/az1269.pdf>
- Collins, R.J., George, A.P., Mowat, A.D. 1993. The world trade in persimmon. *Chronica Hort.*, 33(2): 5-7.
- Dennis, F.G. 2003. Problems in standardizing methods for evaluating the chilling requirements for the breaking of dormancy in buds woody plants. *HortScience*, 38: 347-350.
- Eriş, A., Gülen, H., Cansev, A., Turhan, E. 2003. Bazı kiraz çeşitlerinin standart ve soğuk birim yöntemlerine göre soğuklama gereksinimleri. *Bahçe*, 32(1-2): 53-62.
- Faquim, R., Silva, I.D., Carvalho, R.I.N. 2007. Chill requirement for budbreak of japanese persimmon cv. Fuyu. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29(3): 438-444.
- Kaşka, N., Tuzcu, Ö. 1975. Kışın yaprağını döken meyve ağaçlarında soğuklama sürelerinin yani bir yöntemle saptanması. 1. Yumuşak çekirdekli bazı meyve türlerinde sıcak ve soğuk etki değerleri. *Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı*, 4: 272-302.
- Kitagawa, H., Glucina, P.G. 1984. Persimmon culture in New Zealand. New Zealand Department of Scientific and Industrial research information series no:159. Science Information Publishing centre, Wellington, New Zealand, 74 pp.
- Küden, A.B. 1989. Subtropik İklim Koşullarında Şeftali ve Nektarin Tomurcuklarında Dinlenme ve Bunun Kesilmesi Üzerinde Araştırmalar. (Doktora Tezi Basılmamış), ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Küden, A.B., Kaşka, N. 1990. Comparison of the different methods of determining rest completion. XXIII. International Horticultural Congress, Italy, Abstract Book.
- Küden, A.B., Kaşka, N. 1992. Ilıman iklim meyveleri yetiştiriciliği açısından Adana ve Pozantı'daki soğuklama sürelerinin çeşitli yöntemlerle saptanması. *Doğa*, Tr. J. of Agriculture and Forestry, 16: 50-62.
- Maneethon, S., Kozai, N., Beppu, K., Kataoka, I. 20007. Rootstock effect on budburst of 'Premier' low-chill peach cultivar *Scientia Hort.* 111 : 406-408
- Mochioka, R., Tohbe, M., Horiuchi, S., Orgata, T., Shiozaki, S., Kawase, K., Kurooka, H., Matsui, H. 1996. The relationship between bud dormancy and the endogenous ABA and water contents of several wild grape species native to Japan. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 65: 49-54 (in Japanese with English summary).
- Mowat, A.D., Collins, R.J., George, A.P. 1995. Cultivation of persimmon (*Diospyros kaki* L.) under tropical conditions. *Acta Hort.*, 409
- Onur, C. 1990. Trabzon Hurması. *Derim*, 7(1): 4 - 47.
- Parker, M.L. 1993. Growing oriental persimmons in North Carolina. *LEAFLET*, No:377.
- Powel, L.F. 1987. Hormonal aspects of bud and seed dormancy in temperate zone woody plants. *Hortscience*, 22: 845-850.
- Richardson, E.A., Seeley, S.D., Walker, D.R., 1974. A Model for estimating the completion of rest for "Redhaven" and "Elberta" peach trees. *Hortscience*, 9(4): 331-332.
- Spongberg, S.A. 1977. Ebanaceae Hardy in Temperate North America. *J. Arnold Arboretum* 58: 146-160.
- Tamura, F., Tanabe, K., Ikeda, T. 1993. Relationship between intensity of bud dormancy and level of ABA in Japanese pear "Nijisseiki". *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 62: 75-81.

- Tuzcu, Ö., Yıldırım, B. 2000. Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) ve yetiştiriciliği. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırmalar Kurumu, Türkiye.
- Wang, S., Okamoto, G., Hirano, K. 1998. Effects of rooting – zone restriction on the changes in carbohydrates and nitrogenous compounds in ‘Kyoho’grapevines during winter dormancy and early shoot growth. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 67: 577-582.
- Westwood, M.N. 1993. Temperate Zone Pomology: Physiology and Culture. Timber Press, Portland, OR
- Zheven, A.C., Zhukovsky, P.M. 1975. Dictionaty of Cultivated Plants and Their Centres of Diversity. Centre Agric. Publishing and Documantation, Wageningen, Netherlands, 7 pp.

## POSSIBILITIES OF REDUCING HERBICIDE USE IN WEED CONTROL IN SUGAR BEET PRODUCTION

Rıza KAYA\*

Şeker Enstitüsü –Ankara  
\*rizakaya1969@hotmail.com

Received Date : 02.06.2011

Accepted Date : 04.04.2012

**ABSTRACT :** Full mechanized systems are put into practice in weed control of sugar beet in the world. Herbicide usage has a significant role in these systems. Different weed control strategies are needed in order to prevent accumulation of herbicides, applied successively and intensively, to the soil. In this study, effects of combinations of tractor hoeing and band applications of herbicides at low rates on reducing herbicide use per unit area were investigated along with their effects on weed control, sugar beet yield and quality in 2005-2007. According to the results, hand hoeing twice + thinning (control), tractor hoeing twice + thinning, low-dose post-emergence band herbicide application twice + tractor hoeing twice, low-dose post-emergence overall herbicide application three times, low-dose post-emergence band herbicide application once + thinning + tractor hoeing once, low-dose post-emergence band herbicide application once + tractor hoeing twice, low-dose post-emergence band herbicide application three times + tractor hoeing once and low-dose post-emergence band herbicide application twice + tractor hoeing once resulted in 98.6, 96.7, 89.9, 88.4, 85.7, 78.4, 76 and 68 % weed control respectively. In terms of root and sugar yield, following the control treatment (58.98 and 9.77 t ha<sup>-1</sup>), tractor hoeing twice + thinning (58.07 and 9.63 t ha<sup>-1</sup>), low-dose post-emergence overall herbicide application three times (57.14 and 9.4 t ha<sup>-1</sup>), low-dose post-emergence band herbicide application twice + tractor hoeing twice (56.33 and 9.33 t ha<sup>-1</sup>), respectively, were most effective although there were no significant differences among them. The other treatments produced significantly lower root and sugar yields compared to the control. The results indicated that tractor hoeing twice + thinning and low-dose post-emergence band herbicide application twice + tractor hoeing twice (full mechanized system) gave better performance than the treatments with the other band spraying combined with a tractor hoe and this full mechanized treatment saved 70% in the amount of herbicide sprayed per unit area compared to low-dose post-emergence overall herbicide three times in the arid and semi-arid regions.

**Key words:** Sugar beet, weed control, herbicide, low dose, band spraying.

## ŞEKER PANCARI TARIMINDA YABANCI OT KONTROLÜNDE HERBİSİT KULLANIMINI AZALTMA OLANAKLARI

**ÖZET :** Dünyada şeker pancarı tarımında yabancı ot kontrolünde tam mekanize sistemler devreye girmektedir. Bu sistemlerde herbisit kullanımı önemli bir yer tutmaktadır. Üst üste yoğun bir şekilde uygulanan herbisitlerin toprakta birikimini önlemek için farklı yabancıot kontrol stratejilerine ihtiyaç vardır. Bu çalışmada 2005-2007 yıllarında birim alana atılacak herbisit miktarını azaltmak amacıyla, traktör çapası ve herbisitlerin düşük dozlarının çıkış sonrası band usulü uygulama kombinasyonlarının, yabancıot ile şeker pancarının verim ve kalitesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sonuçlara göre, 2 kez el çapası + seyreltme (kontrol) %98.6, 2 kez traktör çapası + seyreltme %96.7, 2 kez çıkış sonrası düşük doz band herbisit + 2 kez traktör çapası %89.9, 3 kez düşük doz çıkış sonrası tam alan herbisit uygulaması %88.4, 1 kez düşük doz çıkış sonrası band herbisit + seyreltme + 1 kez traktör çapası %85.7, 1 kez düşük doz çıkış sonrası band herbisit + 2 kez traktör çapası %78.4, 3 kez düşük doz çıkış sonrası band herbisit + 1 kez traktör çapası %76 ve 2 kez düşük doz çıkış sonrası band herbisit + 1 kez traktör çapası %68 oranında yabancıot kontrolü sağlamıştır. Kök ve şeker verimleri bakımından, kontrol (58.98 ve 9.77 t ha<sup>-1</sup>) ile kıyaslandığında aralarındaki farklar önemli olmamakla birlikte en iyi sonuçlar sırasıyla, 2 kez traktör çapası + seyreltme (58.07 ve 9.63 t ha<sup>-1</sup>), 3 kez düşük doz çıkış sonrası tam alan herbisit uygulaması (57.14 ve 9.4 t ha<sup>-1</sup>), 2 kez düşük doz çıkış sonrası band herbisit + 2 kez traktör çapası (56.33 ve 9.33 t ha<sup>-1</sup>) uygulamalarında elde edilmiştir. Diğer deneme konularının kök ve şeker verimleri ise istatistiki açıdan kontrolden daha düşüktür. Sonuçlar, kurak ve yarı-kurak bölgelerde 2 kez traktör çapası + seyreltme ve tam mekanize uygulama sistemi olan 2 kez düşük doz çıkış sonrası band herbisit + 2 kez traktör çapasının, diğer band herbisit uygulamalarının yer aldığı kombinasyonlardan daha iyi sonuç verdiğini ve tam mekanize uygulamanın 3 kez düşük doz çıkış sonrası tam alan herbisit uygulamasına kıyasla, birim alana atılan herbisit miktarında %70 tasarruf sağladığını ortaya koymuştur.

**Anahtar sözcükler:** Şeker pancarı, yabancıot kontrolü, herbisit, düşük doz, band uygulaması

### 1. INTRODUCTION

Weed control, one of the most important farming practices in sugar beet production is essential to achieve maximum yield and quality. Previously, weeds were used to be controlled by hand, then by hand hoeing (Schweizer and May, 1993). When herbicides for sugar beet were first introduced, they seldom controlled all the weeds emerging in the crop

in different periods. Therefore, hand labour and later tractor hoeing were used to supplement them. Coupled with decreases in labour forces, mechanization was introduced into farming practices, which resulted in a replacement of hand hoeing with herbicide treatment and machine hoeing. During the 1960s, in order to reduce herbicide costs band treatment over the sugar beet rows and cultivation between the rows were put into practice (May and Wilson, 2006).

In the late 1970s, a low-volume, low-dose system for the control of broad-leaved weeds was adopted in many northern European countries for most post-emergence herbicide applications. This technique reduced traditional doses of the active ingredients of herbicides by two-thirds in the UK and in many parts of Europe (Smith, 1983). FAR systems (a main low dose system, comprising three main elements: F: phenmedipham, A: activator herbicide which is ethofumesate or triallat, R: residual herbicide which is metamilon or chloridazon or lenacil) in Europe (Hermann et al., 1992) or micro-rate systems in the USA (Dexter et al., 1997) were developed in the 1990s to reduce doses still further. Normally FAR treatments are a combination of phenmedipham, ethofumesate, a residual component (metamilon, lenacil or chloridazon) plus mineral or vegetable oil according to conditions reducing herbicides at two-third rate. But in this system, typically one or two extra spray omissions are necessary compared to other current systems. The micro-rate systems use the principle of combining desmedipham plus phenmedipham with trisulfuron methyl and clopyralid plus a methylated vegetable oil.

When using FAR and micro-rate systems, application of herbicides over the whole sugar beet area when weeds are at the stage of cotyledon or early true leaves is essential. For satisfactory weed control, herbicides must be applied four times (once at pre-emergence and three times at post-emergence) in FAR system and three, four or more times in micro-rate system (May and Wilson, 2006).

With the advent of self-steered band sprayers, low-dose technique was adapted for band spraying (McClellan, 1982). Wevers (1992) reported that the reduction of herbicide costs sometimes reached up to 30% on weedy, sandy and organic soils. Although a low-dose system of band treatment (combined pre-emergence application once with post-emergence application twice) could reduce chemical costs by 65% and it required three times more man-hours than an overall spraying system. Also, band sprayings were limited due to heavy rain in wet seasons. As a result, growers switched from band to overall treatments. At the same time, the achievement of this system was affected by variable seasons (McClellan and May, 1986) as well as pre-emergence residual herbicide sprayings.

The effectiveness of pre-emergence residual herbicides decreases with reductions in rainfall or soil moisture content. Furthermore, these applications reduce root yield of sugar beet under heavy rainfall due to phytotoxicity on sugar beet as a result of their high availability (Campagna et al., 2000). As a consequence, the application of post-emergence herbicide has become more and more important. Considering insufficient effectiveness of one time full rate herbicide application on weed, a low-dose technique of post-emergence for weed control was adapted in the 1980s (Schweizer and May, 1993; May,

1996; Schäufele, 2000). The usage of low-dose herbicide three times or more not only increase their effectiveness but also decrease amount of their residues in soils.

Data for water quality monitoring show that herbicides are the most frequently detected group of pesticides in underground and surface waters (Carter, 2000). Several herbicide residues were found in soils (Eronen and Mutanen, 2000). In recent years, the successive and intensive usage of herbicides at full rate has resulted in residue in the soil and thereby caused environmental pollution. On the other hand, herbicides are leached from the soil into the underground water and threaten human health. Therefore, it is very important that herbicides are applied in optimum dose and time.

After several new type of machine hoes were developed, a stage of trials were carried out to make use of them widespread (Miller and Fornstrom, 1989; Tugnoli et al., 2002).

In dry seasons, weeds may be harder to kill by herbicides because of large amounts of wax on their leaves. Tractor hoes perform much better to kill surviving weeds between the rows in dry conditions because less rerooting of the weeds is likely to occur (May and Wilson, 2006).

Weather conditions are changeable and have generally dry seasons in arid and semi-arid regions such as Turkey. Efficient weed control in sugar beet could increase the yield by 25-40 % in these regions (Özgür, 1980; Gürsoy, 1982). In some fields of Turkish sugar beet growing areas, weeds between the rows are controlled by implementing firstly hand hoeing, secondly thinning with hand hoeing within the rows and finally hand hoeing between the rows. Consequently, this method gives a very good control.

Studies in weed control of a sugar beet, included not only low-dose post-emergence herbicide application but also machine hoeing, were carried out (Buzluk and Acar, 2002; Kaya and Buzluk, 2006). Also, low-dose post-emergence herbicides plus vegetable oil in FAR system in Europe did not differ from only low-dose post-emergence herbicides without vegetable oil in Turkey (Özgür and Kaya, 2000). A relatively effective weed control was achieved with application of low-dose post-emergence herbicide mixtures three times (Özgür and Kaya, 2000). On the other hand, the results indicated that treatments with different machine hoes also gave a relatively satisfactory weed control (Buzluk and Acar, 2002). Hand hoeing labor cost is getting higher and higher. Machine hoeing is efficient for the control of inter-row weeds but not within the row and this can be regarded as one of its most important disadvantages.

With the aim of reducing amount of herbicides applied to per unit area in arid and semi-arid regions, it was investigated the effects of low-dose post-emergence band herbicide sprayings combined with tractor hoeing on weed control, and sugar beet yield and quality.

## 2. MATERIALS AND METHODS

The study was carried out in field plots of Sugar Institute in Konya during 2005-2007. The trials including 54 plots were established in an area of 3623 m<sup>2</sup> in a randomized complete block design with six replications. Plots (2.25 x 10.0 m) were sown in five rows and only inner three rows were harvested. Soil type was clay-loam (11% sand, 30% silt, and 60% clay, pH 8, 1.5% organic matter). The cultivar Leila, obtained from Kleinwanzlebener Saatzucht A.G.–Einbeck (Germany) and treated with fungicides (hymexazol and thiram) and an insecticide (imidacloprid), was used in this study. Soil was prepared by stubble tillage following the harvest of cereal in autumn. After the fertilization as recommended (N: 160 (80+80), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 8 (5+3), K<sub>2</sub>O: 7 kg ha<sup>-1</sup>) in a conventional way, the trial field was ploughed again. For seed bed preparation in the spring, the remaining part of the fertilizers was applied into the soil. Then the trial field was drilled with a combi-crumbler. The seeds were then sown by mechanical precision drilling machine in 5 rows, in 45 cm row width and at 8 cm seed space. Other cultivation techniques were also implemented in the conventional way.

Hand hoe with a sharpened blade of 15 cm and a handle of 140-150 cm was used in the control treatment. A rotary hoe, rear mounted to a tractor, adjusted to 30 cm working width and 3-8 cm working depth, with 4-5 km h<sup>-1</sup> working speed, and 25 kW

power was used in the required treatments. The herbicide mixture, Betanal Progress OF [phenmedipham (9.2 %) + desmedipham (7.2 %) + ethofumesate (11.3 %), 1.2 l ha<sup>-1</sup>], Pyramine DF [chloridazon (65 %), 1.0 kg ha<sup>-1</sup>], and Lontrel 100 [clopyralid (12.6 %), 0.5 l ha<sup>-1</sup>], was used in the low-dose post-emergence overall sprayings. Band application of the herbicide mixture at 55% reduced rate (Betanal Progress OF 0,540 l ha<sup>-1</sup>, Pyramine DF 0.450 kg ha<sup>-1</sup>, and Lontrel 100 0.225 l) was applied onto the rows in the trial plots in 20 cm width by a sprayer mounted on a tractor combined with tractor hoeing. Betanal Progress OF and Lontrel were added to the mixture to control weeds at the cotyledon stage while Pyramine DF to provide residual control at the beginning of germination. The herbicide mixtures were applied post-emergence by a sprayer mounted on a tractor. Low-dose post-emergence overall sprayings were applied by using 11002 flat fan nozzles (220 l ha<sup>-1</sup> volume capacity) and low-dose post-emergence band sprayings were applied with 8001 even flat fan nozzles (100 l ha<sup>-1</sup> volume capacity).

All sprays were applied at the cotyledon stage of the weeds and according to the growth stage of the sugar beet plants (Table 1). After all treatments were done, the weeds in all trial plots were counted in the area of 1 m<sup>2</sup> by a frame with the dimensions of 0.185 x 1.35 m. The weed species were identified based on the descriptions given by Davis (1965-88) and the identified weed species and density were given in Table 2.

Table 1. The treatments and weed management order at sugar beet growth stages.

Treatments	Weed management order at sugar beet growth stages			
	Cotyledon stage (BBCH:10)	2-4 true leaves stage (BBCH:12-14)	4-6 true leaves stage (BBCH:14-15)	8-10 true leaves stage (BBCH:19)
1. Untreated			Thinning by hand	
2. 2xHH+T (control)		Hand hoeing	Thinning by hand hoe	Hand hoeing
3. 2xTH+T		Tractor hoeing	Thinning by hand hoe	Tractor hoeing
4. 3xOH	BPO+P+L mix	BPO+P+L mix	BPO+P+L mix	Thinning by hand
5. 1xBH+2xTH	BPO+P+L mix	Tractor hoeing		Thinning by hand
6. 2xBH+2xTH	BPO+P+L mix	BPO+P+L mix, Tractor hoeing		Thinning by hand
7. 2xBH+1xTH	BPO+P+L mix	BPO+P+L mix		Thinning by hand
8. 3xBH+1xTH	BPO+P+L mix	BPO+P+L mix	BPO+P+L mix	Thinning by hand
9. 1xBH+T+1xTH	BPO+P+L mix			Thinning by hand hoe
				Tractor hoeing

BPO: Betanal Progress Of (1.2 kg ha<sup>-1</sup>), P: Pyramine DF (1 kg ha<sup>-1</sup>), L: Lontrel 100 (0.5 kg ha<sup>-1</sup>)

HH: Hand hoeing, T: Thinning by hand hoe, TH: Tractor hoeing, OH: Overall herbicide application, BH: Band herbicide application



Table 2. Weed species and average density in the untreated plots of the trial field in 2005-2007.

Family	Weed species	Average weed density (number m <sup>-2</sup> )			
		2005	2006	2007	Average
<u>Dicotyledons</u>					
Amaranthaceae	<i>Amaranthus blitoides</i> S.Wats.	39.67	5.50	5.00	16.72
	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	0.67	0.83	0.50	0.67
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i> L.	10.67	7.17	7.33	8.39
	<i>Chenopodium urticum</i> L.	0.83	-	-	0.28
	<i>Chenopodium vulvaria</i> L.	0.50	-	10.33	3.61
	<i>Salsola kali</i> L.	-	-	0.33	0.11
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	5.00	-	1.83	0.72
Fumariaceae	<i>Fumaria parviflora</i> Lam.	0.17	0.17	7.83	2.72
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i> L.	-	0.33	-	0.11
Asteraceae	<i>Lactuca serriola</i> L.	0.33	0.17	-	1.67
	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	0.83	0.67	0.50	0.67
Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i> L.	-	0.17	-	0.06
	<i>Conringia orientalis</i> (L.) Andrz.	-	-	0.67	0.22
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> L.	0.17	-	-	0.06
<u>Monocotyledons</u>					
Poaceae	<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson	-	-	0.17	0.06
	<i>Avena fatua</i> L.	2.17	0.50	-	0.89
	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	6.33	-	-	2.11
	<b>Total</b>	<b>67.34</b>	<b>15.51</b>	<b>34.49</b>	<b>39.07</b>

Effectiveness of weed control was determined by the Abbott's formula after calculating the angle values of the weed density per plot. The data were tabulated and evaluated through analyses of variance using a package statistics program, Mstats-C Version 1.42. Then, the Duncan Test was used to determine the differences among the means of the treatments.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

The results of the trials, presented as means of the years of 2005, 2006 and 2007, are given in Figure 1, 2, 3, and 4. The treatment of hand hoeing twice plus thinning (the control) produced the lowest weed density. All the other treatments produced higher weed densities (Figure 1). In terms of effectiveness of weed control, the best results were obtained from the control and tractor hoeing twice plus thinning treatments. The differences between both treatments were not significant. The others, compared to the control, showed lower effectiveness of weed control. The effectiveness of weed control was 98.6% in hand hoeing twice plus thinning, 96.7% in tractor hoeing twice plus thinning, 89.9% in low-dose post-emergence band herbicide twice plus tractor hoeing twice, 88.4% in post-emergence low-dose overall herbicide three times, 85.7% in low-dose post-emergence band herbicide once plus thinning plus tractor hoeing once, 78.4% in low-dose post-emergence band herbicide once plus tractor hoeing twice, 76% in low-dose post-emergence band herbicide three times plus tractor hoeing once and %68 in low-dose post-emergence band herbicide twice plus tractor hoeing once (Figure 1).

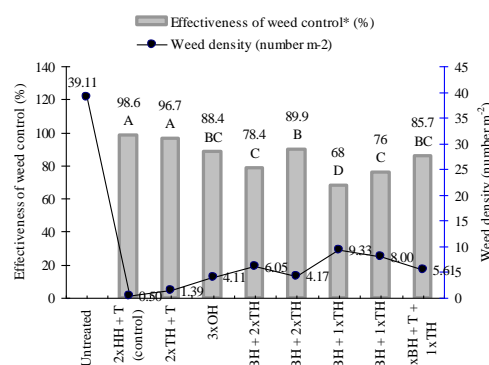


Figure 1. Mean effectiveness of weed control and weed density of the treatments in 2005-2007 (P<0.05) (HH: Hand hoeing, T: Thinning by hand hoe, TH: Tractor hoeing, OH: Overall herbicide application, BH: Band herbicide application, \*percentage reduction in the number of weeds vs. the untreated control set at 100)

The results of root yield were compatible with those of sugar yield. Tractor hoeing twice plus thinning, low-dose post-emergence overall herbicide three times, low-dose post-emergence band herbicide twice plus tractor hoeing twice and the control treatments gave 58.07 and 9.63 t ha<sup>-1</sup>; 57.14 and 9.4 t ha<sup>-1</sup>; 56.33 and 9.33 t ha<sup>-1</sup> and 58.98 and 9.77 t ha<sup>-1</sup> root and sugar yields respectively although the differences among them were not statistically significant. Root and sugar yields of the treatments of low-dose post-emergence band herbicide application three times plus tractor hoeing once (54.87 and 9.08 t ha<sup>-1</sup>) and low-dose post-emergence band herbicide once plus thinning plus tractor hoeing once (53.88 and 8.98 t ha<sup>-1</sup>) were statistically the same as those of the treatments of low-dose post-emergence overall

herbicide three times (57.14 and 9.4 t ha<sup>-1</sup>) and low-dose post-emergence band herbicide twice plus tractor hoeing twice (56.33 and 9.33 t ha<sup>-1</sup>) but statistically lower than those of the control (58.98 and 9.77 t ha<sup>-1</sup>) (Figure 2 and 4).

There were no differences among the treatments in terms of quality parameters such as sugar content and extractable sugar content (Figure 3).

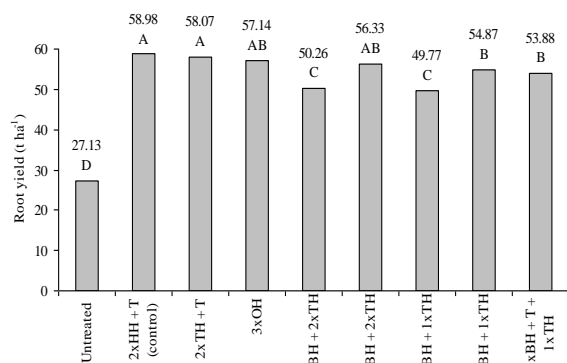


Figure 2. Mean root yields of the treatments in 2005-2007 ( $P < 0.05$ ) (HH: Hand hoeing, T: Thinning by hand hoe, TH: Tractor hoeing, OH: Overall herbicide application, BH: Band herbicide application)

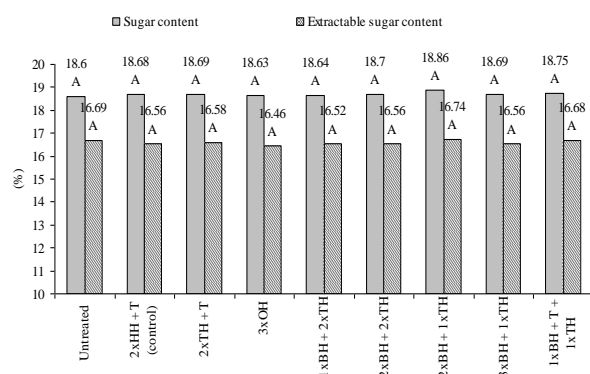


Figure 3. Mean sugar and extractable sugar contents of the treatments in 2005-2007 ( $P < 0.05$ ) (HH: Hand hoeing, T: Thinning by hand hoe, TH: Tractor hoeing, OH: Overall herbicide application, BH: Band herbicide application).

Although lower effectiveness of weed control were obtained with low-dose post-emergence overall herbicide three times and low-dose post-emergence band herbicide twice plus tractor hoeing twice compared to the control and tractor hoeing twice plus thinning, all of them gave similar results in terms of root and sugar yields. Low-dose post-emergence band herbicide twice plus tractor hoeing twice was statistically lower than the control in terms of effectiveness of weed control. On the contrary, they performed as well as the control in terms of root and sugar yield. Consequently, uncontrolled weed density

up to 10.6% did not result in an economically significant loss of root and sugar yields.

In the study, the differences among the treatments in terms of weed density and effectiveness of weed control were not consistent with root and sugar yield, because uncontrolled weeds up to a given density level did not result in an economically loss of root and sugar yields and different weed species in the plots led to different damage. Brandes et al. (1998) also reported that a certain infestation of weed could be tolerated. Likewise, the results in this study showed that a weed infestation of 10.6 % did not cause a significant loss of root and sugar yield. Schweizer and Dexter (1987) stated that competition from uncontrolled annual weeds can reduce root yield by 26-100%. The untreated in this study gave a 54 % loss of root yield compared to twice hand hoeing plus thinning. These results were in line with those obtained by Kaya and Buzluk (2006).

At the same time, this study showed that when weeds were not controlled at all, weed growth resulted in losses by 54 % for beet yield and 53.7 % for sugar yield which were higher than the losses stated by Özgür (1980), Gürsoy (1982), and Kaya and Buzluk (2006). In terms of sugar and extractable sugar content, the results obtained in this study are match those of Campagna et al. (2000), Ransom et al. (2002), and Kaya and Buzluk (2006).

In the past, limited effectiveness was obtained with one application of pre-emergence or post-emergence full rate of herbicides. Low-dose applications of herbicide 3 to 5 times instead of one full rate application increased the effectiveness on weeds but the amount of herbicide applied per unit area was not decreased. In the study, the treatments, combined a low-dose post-emergence band application of herbicides with a tractor hoeing in the system of the full mechanized weed control, provided a satisfactory weed control.

McClellan and May (1986) stated that low-dose band spraying could reduce chemical costs by 65% only when the weather is favorable and band sprays could not be used in adverse seasons. They also reported that the treatment, band application three times plus tractor hoeing twice, saved 41% compared to low-dose overall application. It is very difficult to use this system in practice in wet or rainy regions.

Hand labour has extremely decreased in sugar beet growing recently. Consequently, pre- or post-emergence herbicide application is necessary. Without using hand labour, the spectrum and duration of action of herbicides must be extend to kill the weeds more effectively as it has been implementing in Europe from 1990s up to date. To increase the duration of action of herbicides, low doses of each active ingredient were added to the mixture. By spraying the mixtures four or five times overall, a good weed control was obtained. In the low dose overall system, totally high amount of herbicide is used per unit area. Any adverse effects have not been observed with the

implement of mixtures of several herbicides and on the weed resistance to herbicides. In this study, without decreasing herbicide doses in the low dose overall systems, a band spraying of herbicides combined with tractor hoeing controlled weeds effectively.

The results in this study showed that full mechanization system, combined low-dose post-emergence band herbicide twice with tractor hoeing twice and semi-mechanization system, tractor hoeing twice plus thinning, gave a good weed control. Arid and semi-arid climatic conditions in Konya allowed us to use band sprays and tractor hoe on time. Thinning is done by hand labour. If there is enough man labour, this semi-mechanization system can be used without spraying any chemicals. As suggested by Kaya and Buzluk (2006), low-dose post-emergence overall application of herbicides three times provided satisfactory weed control without implementing any other additional technique in arid and semi-arid regions. With using low-dose band sprays twice plus tractor hoeing twice, not only one application but also the amount of herbicide was saved by spraying larger area in the way of band application compared to overall application. Thus, total saving was 70% in the amount of herbicide, by applying low-dose post-emergence band herbicide twice plus tractor hoeing twice compared to low-dose post-emergence overall application three times.

Wilson (2005) suggested that beet yield was 15% greater with low-dose overall herbicide application compared to band herbicide application. On the contrary, in this study band sprayings twice combined with tractor hoeing twice and low-dose overall treatments three times gave the same root yields.

Four overall applications in the micro rate systems provided satisfactory yields (Ransom et al., 2002). In this study, the same results were obtained with both low-dose overall application three times and low-dose band application twice plus tractor hoeing twice.

Carter (2000) reported that herbicides were frequently detected in underground and surface waters and Eronen and Mutanen (2000) found several herbicide residues in soil. With decreasing amount of herbicides sprayed into soil, herbicide accumulation will be reduced especially in the soils of arid and semi-arid regions where degradation is low. As a result, possible phytotoxic damage to following crops and environmental pollution will be prevented.

In this study, tractor hoeing twice plus thinning gave a good performance as well as band sprayings twice combined with tractor hoeing twice. These results show that tractor hoeing twice plus thinning can control weeds without applying any herbicide in arid and semi arid regions since weeds do not germinate and grow vigorously on the rows during spring seasons which sugar beet is very sensitive to weeds in 2005-2007. Killing weeds on the row and

thinning are done together in the treatment of twice tractor hoeing plus thinning.

#### **4. CONCLUSION**

In this study it was found that the best results were obtained by hand hoeing twice plus thinning and also tractor hoeing twice plus thinning can control weeds without applying any herbicide in arid and semi arid regions. At the same time a satisfactory weed control was accomplished by combining low-dose band sprays with tractor hoeing in the full mechanized system and saving in the amount of herbicide usage per unit area were achieved in arid and semi-arid regions when compared to humid regions in Europe. With low-dose post-emergence band sprays twice plus tractor hoeing twice, one herbicide spray was saved and 70% saved in total amount of herbicide usage compared to low-dose post-emergence overall application.

#### **5. REFERENCES**

- Brandes, A., Schäufele, W.R., Benz, W. 1998. Einfluss Unterschiedlicher Unkrautdeckungsgrade auf den Ertrag von Zuckerrüben. Proceedings of the 61<sup>st</sup> IIRB Congress, 419-421, 11-12 February, Brussels.
- Buzluk, Ş., Acar, A.I. 2002. Şeker pancarında değişik çapalama sistemleri ve yabancıot mücadelesinin verim ve kalite üzerindeki etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 8(2): 171-179.
- Campagna, G., Zavanella, M., Vecchi, P., Magri, F. 2000. Sugar beet weed control: Yield in relation with herbicide selectivity and action. Proceedings of the 63<sup>rd</sup> IIRB Congress, 541-545, 9-10 February, Interlaken.
- Carter, A.D. 2000. Herbicide movement in soils: Principles, pathways and processes. Weed Res., 40: 113-122.
- Davis, P.H. 1965-1988. Flora of Turkey and The East Aegean Islands. University of Edinburgh: Vol: 1, 2, 5, 6, 7, 9, 10, Edinburgh.
- Dexter, A.G., Luecke, J.L., Bredehoeft, M.W. 1997. Micro-rates of post-emergence herbicides for sugar beet. Proceedings of the North Central Weed Science Society, 139, Louisville: 52.
- Eronen, L., Mutanen, R. 2000. Ethofumesate residues in monoculture soils of sugar beet in Finland. Proceedings of the 63<sup>rd</sup> IIRB Congress, 511-514, 9-10 February, Interlaken.
- Gürsoy, O.V. 1982. Yabancıot kontrolünün temel esasları ve şeker pancarı tarımındaki tatbikatı. T.Ş.F.A.Ş. Şeker Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Herrmann, O., De Temmerman, L., Van Himme, M. 1992. Onkruidbestrijding in de suikerbiet met het FAR-systeem. De Bietplanter: 24-27.
- Kaya, R., Buzluk, Ş. 2006. Integrated weed control in sugar beet through combinations of tractor hoeing and reduced dosages of a herbicide mixture. Turk. J. Agric. For. 30: 137-144.
- May, M.J. 1996. Low-dose systems of weed control. British Sugar Beet Review 64: 10-11.
- May, M.J., Wilson, R.G. 2006. Weeds and weed control. Editor: A.P. Draycott, Sugar Beet, 1st ed., Blackwell Publishing Ltd., Oxford, USA, pp. 359-386.

- McClellan, S.P. 1982. Developing a strategy for weed control in sugar beet. Proceedings of the British Crop Protection Council-Weeds 1, 91-96, England.
- McClellan, S.P., May, M.J. 1986. A comparison of overall herbicide application with band spraying and inter-row cultivation for weed control in sugar beet. Proceedings of the 49<sup>th</sup> IIRB Congress, 345-354, 12-13 February, Brussels.
- Miller, S.D., Fornstrom, K.J. 1989. Weed control and labour requirements in sugar beet. J. of Sugar Beet Res., 26: 1-9.
- Özgür, O.E. 1980. Türkiye şeker pancarı tarımında optimum çapalama sayısının belirlenmesi. T.Ş.F.A.Ş. Şeker Enst. Yay. Çalışma Yıllığı, 1977-1980: 26-28.
- Özgür, O.E., Kaya, R. 2000. Şeker pancarında yabancıot kontrolü. Şeker Enstitüsü Raporu, Ankara, Türkiye.
- Ransom, C.V., Rice, C.A. and Ishida, J.K., 2002. Micro-rate herbicide programs for weed control in sugar beet. Malheur Experiment Station, Oregon State University, Ontario, OR. Available from URL: <http://www.cropinfo.net/AnnualReports/2002/BeetMicroWeed2002.htm> [Ulaşım: 11 Eylül 2003].
- Schäufele, W.R. 2000. Chemische Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben im Wandel - Ergebnisse einer Befragung in der IIRB-Arbeitsgruppe "Unkrautregulierung". Proceedings of the 63<sup>rd</sup> IIRB Congress, 93-109, 9-10 February, Interlaken.
- Schweizer, E.E., Dexter, A.G. 1987. Weed control in sugar beet (*Beta vulgaris*) in North America. Review of Weed Sci. 3: 113-133.
- Schweizer, E.E., May, M.J. 1993. The Sugar Beet Crop: Science into practice. Editors: D.A. Cooke and R.K. Scott, Chapman and Hill, London, pp. 485-519.
- Smith, J. 1983. Review of the post-emergence low volume, low dose application technique. Aspects of App. Biol. 2: 189-195.
- Tugnoli, V., Cioni, F., Vacchi, A., Martelli, R., Pezzi, F., Baraldi, E. 2002. Integrated mechanical weed control with reduced herbicide dosages on sugar beet. Proceedings of the 65<sup>th</sup> IIRB Congress, 277-283, 13-14 February, Brussels.
- Wevers, J.D.A. 1992. Some remarks on band spraying. Proceedings of the 55<sup>th</sup> IIRB Congress, 321-331, 12-13 February, Brussels.
- Wilson, R.G., Smith, J.A., Yonts, C.D. 2005. Repeated reduced rates of broadleaf herbicides in combination with methylated seed oil for post-emergence weed control in sugarbeet (*Beta vulgaris*). Weed Technol. 19(4): 855-860.

## ANKARA EKOLOJİK KOŞULLARINDA FARKLI AYÇİÇEĞİ (*Helianthus annuus* L.) ÇEŞİTLERİNİN VERİM PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ

Duran KATAR\* Suay BAYRAMİN Fatma KAYAÇETİN Yusuf ARSLAN

Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü- ANKARA  
\* durankatargmail.com

Geliş Tarihi: 06.06.2011

Kabul Tarihi:28.02.2012

**ÖZET :** Bu çalışma, 2009 yılında Ankara/Haymana ekolojik koşullarında yürütülmüştür. Çalışmada, 7 farklı hibrit ayçiçeği çeşidi (A71, M69, Califa, Oleko, Oliva, Sanay ve Sanbro) tohumu materyal olarak kullanılmıştır. Denemede; bitki boyu (cm), tabla çapı (cm), tohum verimi (kg/da), yağ oranı (%) ve yağ verimi (kg/da) belirlenmiştir. Araştırmada, çeşitlere bağlı olarak bitki boylarının 101,77 – 127,53 cm, tabla çaplarının 12,67 -14,57 cm, tohum veriminin 135,5 – 240,6 kg/da, yağ oranını % 36,83 – 46,13 ve yağ veriminin 50,07 – 91,80 kg/da arasında değiştiği görülmüştür. Çeşitlerden A71 en yüksek tohum verimi 240,60 kg/da alınırken, en yüksek yağ oranı ise Oliva çeşidinden alınmıştır.

**Anahtar Sözcükler :** Ayçiçeği, yağ oranı, tohum verimi ve yağ verimi

### YIELD PERFORMANCE OF SOME SUNFLOWER (*Helianthus annuus* L.) CULTIVARS IN ANKARA ECOLOGICAL CONDITION

**ABSTRACT :** The objective of this study was to determine the influence of different sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars (A71, M69, Califa, Oleko, Oliva, Sanay ve Sanbro) on the plant height (cm), the head diameter (cm), the seed yield (kg/da), oil content (%) and oil yield (kg/da) in Ankara/Haymana Ecological Condition. This study was carried out in 2009. Mean data for plant height (cm) among the cultivars ranged from 101,77 to 127,53 cm. Mean data for the head diameter (cm) among the cultivars ranged from 12,67 to 14,57 cm. Mean data for seed yield (kg/da) among the cultivars ranged from 135,5 to 240,6 kg/da. Mean data for oil content (%) among the cultivars ranged from 36,83 to 46,13 %. Mean data for oil yield (kg/da) among the cultivars ranged from 50,07 to 91,80 kg/da. A71 cultivar gave the highest value of the seed yield (240,60 kg/da). The highest oil content (% 46.13) was recorded for Oliva cultivar

**Key Words :** sunflower, oil content, seed yield, oil yield

## 1. GİRİŞ

Ayçiçeği içerdiği yüksek orandaki (%22-55) yağ oranı nedeniyle bitkisel ham yağ üretimi bakımından önemli bir yağ bitkisidir (Arıoğlu ve ark., 2010). Ayçiçeği, bir yağ bitkisi olmakla beraber aynı zamanda kendisinden bir yem bitkisi olarak da yararlanılmaktadır. Ayçiçeği, tohumundan yağı çıkarıldıktan sonra geri kalan küspesi iyi bir hayvan yemi olup, bileşiminde % 30 protein, % 19 karbonhidrat ve % 5 kadar da yağ içermektedir. Ayrıca park ve bahçelerin süslenmesinde de kendisinden süs bitkisi olarak da yararlanılmaktadır(Geçit ve ark., 2009).

Ülkemizde üretilen yağlı tohumlar, ülkemizin ihtiyacı olan bitkisel yağı karşılamakta yetersiz kaldığı için her yıl yurt dışından ham yağ ile birlikte yağlı tohum ithalatı da yapılmaktadır (Aksoy ve Şener, 1998). Ülkemizde, 2009 yılında toplam 1 801 000 ton yağlı tohum ve 1 673 000 ton yağlı tohum küspesi üretimi yapılırken, 1 721 540 ton yağlı tohum, 726 000 ton yağlı tohum küspesi ve 932 856 ton ham yağ ithalatı yapılmıştır. Aynı zamanda 355 000 ton bitkisel yağ ihracatı gerçekleşmiştir. 2009 yılında ülkemizin gerçekleştirdiği yağlı tohum ve türevleri ithalatının toplam parasal değeri 2 240 907 000 dolar'dır (Anonim, 2010). 1985 yılında ülkemizde tüketilen bitkisel yağların % 75'i yerli üretimden karşılanırken, ilerleyen yıllar içerisinde yerli üretimin payı hızla azalmış ve 2007/2008 sezonunda bu oran % 29,2'lere

kadar gerilemiştir. Ülkemizde, ayçiçeği, soya, yerfıstığı, susam, kolza, pamuk, haşhaş, aspir, keten ve kenevir gibi yağlı tohumlu bitkilerin üretimleri başarıyla yapılabilmektedir. Ülkemizdeki yağ üretimini artırabilmek için de, bu bitkilerin ekim alanlarının genişletilmesi ve verimliliklerinin artırılması gerekmektedir(Arıoğlu ve ark., 2010).

Ayçiçeği bitkisinin sahip olduğu geniş adaptasyon kabiliyeti nedeniyle ülkemizin birçok bölgesinde sulu veya kuru koşullarda tarımı yapılabilmektedir. Ülkemizde ayçiçeği üretiminin % 85'i Marmara Bölgesi'nde, % 7'si İç Anadolu Bölgesi'nde ve % 8'i diğer bölgelerde yapılmaktadır (Elmas, 2006). Bilindiği gibi ayçiçeği üretiminde çoğunlukla kullanılan hibrit çeşitler optimum koşullarda yüksek verim vermektedir. Fakat ülkemizde ayçiçeği üretimi genelde kuru koşullarda yapıldığı için dekara verim yetersiz düzeydedir(Arıoğlu ve ark., 2010).

Çalışmamızda, ayçiçeği tarımında kullanılan 7 farklı hibrit çeşidin Ankara/Haymana'da sulamasız koşullardaki tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi belirlenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırmada materyal olarak A71, M69, Califa, Oleko, Oliva, Sanay ve Sanbro hibrit çeşitler kullanılmıştır.

## 2.1. Deneme Yerinin Toprak ve İklim Özellikleri

Araştırmanın yapıldığı deneme alanı düz ya da düze yakın eğimlerde iyi drenajlı derin ve orta derin az taşlı ve taşsız, killi-tınlı topraklardan oluşmaktadır. Toprak pH'sı 7.74, tuz içeriği % 0.051, organik madde % 1.63, kireç oranı %26.1'dir (Çizelge 1).

Çizelge 2'de görüldüğü üzere deneme süresince gerçekleşen yağış değerlerine bakıldığında, en yüksek toplam yağışın 46,20 mm ile Haziran ayında gerçekleştiği, Ağustos ayında ise yağışın olmadığı görülmektedir. Deneme yılına ait en düşük sıcaklık -1.90 °C ile Nisan ayında, en yüksek sıcaklık 34,10 °C ile Ağustos ayında gerçekleşmiştir. Nispi nem değerleri incelendiğinde en düşük nispi nem % 43.90 ile Ağustos ayında, en yüksek nispi nem % 74,00 ile Nisan ayında kaydedilmiştir.

## 2.2. Yöntem

Bu çalışma, 2009 yılında Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsünün Haymana deneme tarlasında yürütülmüştür. Deneme Tesadüf Blokları Deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Parsel boyutları 2,8 m x 5,0 m = 14,0 m<sup>2</sup> olarak alınmıştır. Parsellere sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 20 cm olacak şekilde tohumların ekimi yapılmıştır. Deneme, her blokta 7 parsel olmak üzere toplam 21 parselden oluşmuştur. Toplam deneme alanımız 294,0 m<sup>2</sup> dir. Araştırmada, bitkilerin tablaları kuş zararına karşı tohum bağlama döneminin başından itibaren kapatılmıştır. Tohum verimleri her bir parselde

kenardaki birer sıra atıldıktan ve parsellerin her iki ucundan ikişer bitki kenar tesiri olarak çıkıldıktan sonra geri kalan bitkiler üzerinden hesaplanmıştır. Bitki boyu ve tabla çapı değerleri her parselde tesadüfen seçilen 10 bitki üzerinden hesaplanmıştır. Yağ oranları ise Ankara İl Kontrol Laboratuvarı Müdürlüğü'nde yaptırılan analizle belirlenmiştir. Dekara yağ verimleri ise dekara tohum verimi ve yağ oranları üzerinden hesaplanmıştır.

Araştırma sonunda elde edilen veriler Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre varyans analizi yapılmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeylerini belirleyebilmek amacıyla Duncan Testi kullanılmıştır (Düzyünes ve ark. 1987). Tüm istatistik hesaplamalar bilgisayarda MSTAT-C paket programı kullanılarak yapılmıştır.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 3.1. Bitki Boyu (cm)

Farklı hibrit çeşitlere ait bitki boyları istatistik olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Çeşitlere ait ortalama bitki boyları ve gruplamalar Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge 4'de görüldüğü gibi bitki boyuna ait değerler 5 farklı grup oluşturmuştur. Çeşitlerin bitki boyları 101,8-127,5 cm arasında değişmiştir. En yüksek bitki boyu 127,5 cm ile A71 çeşidinden elde edilirken, en düşük bitki boyu (101,8 cm) ise Oliva çeşidinden elde edilmiştir.

Çizelge 1. Deneme yerinin toprak özellikleri

Bünye	Kireç (%)	Toplam tuz (%)	Yarıyıllı Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (kg/da)	Yarıyıllı Potasyum (K <sub>2</sub> O) (kg/da)	pH	Organik Madde (%)
Killi tınlı	26.10	0.051	25.61	210.53	7.74	1.63

Kaynak: Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü

Çizelge 2. Ayçiçeği yetiştirme dönemi içinde Ankara İlinin 2009 yılına ait bazı iklim bilgileri

Aylar	Toplam Yağış (mm)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Minimum Sıcaklık (°C)	Ortalama Nispi Nem (%)
Nisan	55.80	8.70	20.60	-1.90	74.00
Mayıs	38.40	13.20	27.00	1.60	69.00
Haziran	46.20	18.90	31.50	6.90	56.30
Temmuz	24.60	21.10	32.20	10.20	54.90
Ağustos	0.00	20.40	34.10	8.00	43.90
Eylül	3.00	16.70	30.10	1.80	58.10

Kaynak: Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Ankara

Çizelge 3. Farklı ayçiçeği çeşitlerinin incelenen özelliklerine ait varyans analizi

V.K.	S.D.	Kareler Ortalaması			Yağ oranı (%)	Yağ verimi (kg/da)
		Bitki boyu (cm)	Tabla Çapı (cm)	Dane verimi (kg/da)		
Tekerrür	2	125.613	0.892	347.031	1.432	60.792
Çeşitler	6	243.833**	1.347	4221.352*	34.673*	631.694*
Hata	12	71.922	2.967	277.836	0.821	44.217
Genel	20	128.86	2.274	14687.865	11.038	222.118

(\*) %5 düzeyinde önemli. (\*\*) %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4. Farklı ayçiçeği çeşitlerinin incelenen özelliklerine ait ortalama değerler					
Çeşitler	Bitki boyu (cm)	Tabla Çapı (cm)	Dane verimi (kg/da)	Yağ oranı (%)	Yağ verimi (kg/da)
A71	113.4abc	14.6	240.6a	38.2d	91.8a
M69	103.8bc	13.4	145.8c	36.8d	53.7cd
Califa	127.5a	14.3	184.1b	42.7b	78.7b
Oleko	117.2ab	13.4	149.8c	41.2bc	61.6cd
Oliva	101.8c	12.7	136.2c	46.1a	62.8c
Sanay	120.1a	13.8	135.5c	36.8d	50.1d
Sambro	112.5abc	13.1	156.2bc	41.0c	64.1c
LSD	15.09	-	29.65	1.612	11.83
CV %	7.46	12.65	10.16	2.24	10.06

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ( $p \leq 0.01$ )

Bitki boyu konusunda yapılan çalışmalardan Unger (1982)'in bildirdiği 115-144 cm. Gür ve ark. (1997)'nin bildirdiği 115.6-141.5 cm ve Geçit ve ark. (2009)'nin bildirdiği 25-250 cm olan bitki boyu değerleri araştırmamızın değerleri ile uyum gösterirken. Çalışkan ve Çalışkan ve Kevseroğlu (1997)'nin bildirdiği 172.1-190.2 cm. Koç ve Noyan (1997)'nin bildirdiği 125.1-146.0 cm ve Göksoy (1999)'un bildirdiği 154.5-169.6 cm değerinden daha düşük kalmıştır. Bunun en önemli nedeni çalışmaların yürütüldüğü bölgelerin iklim ve toprak koşullarının farklı olmasıyla birlikte kullanılan çeşitlerin farklı olması ve bu çalışmada sulama yapılmamış olması olabilir.

### 3.2. Tabla Çapı (cm)

Hibrit ayçiçeği çeşitlerine ait tabla çapı değerleri istatistikî anlamda farklı bulunmamıştır (Çizelge 3). Çeşitlere ait ortalama tabla çapı değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. Çeşitlerin tabla çapları 12.7-14.6 cm arasında değişmiştir. En yüksek tabla çapı 14.6 cm ile A71 çeşidinden elde edilirken, en düşük tabla çapı (12.7 cm) ise Oliva çeşidinden elde edilmiştir.

Ayçiçeğinde tabla çapıyla ilgili yapılan çalışmalardan Ahmad et al. (2005)'in 11.3-18.0 cm değerleri ve Priya et al. (2009)'un 9.7-14.6 cm değerleri ile bizim bulgularımız uyum gösterirken. Gür ve ark. (1997)'nin 18.4-21.1 cm değerleri. Koç ve Noyan (1997)'nin 16.8-21.2 cm değerlerinden ve Özer ve ark. (2003)'nin bildirdiği 17.8-22.3 cm değerlerden bir miktar düşük kalmıştır. Bu durum da çalışmalarda kullanılan materyalin farklı olmasıyla ve bizim çalışmamızın sulamasız koşullarda yapılmış olmasıyla açıklanabilir.

### 3.3. Dane Verimi (kg/da)

Farklı hibrit ayçiçeği çeşitlerine ait dane verimi (kg/da) değerleri istatistikî olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Çeşitlere ait ortalama dane verimi (kg/da) değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. Çeşitlerin dane verimi 135.5-240.2 kg/da arasında değişmiştir. En yüksek dane verimi 240.2 kg/da A71 çeşidinden elde edilirken, en düşük dane verimi ise 135.5 kg/da ile Sanay çeşidinden elde edilmiştir.

Debara dane verimine ilişkin değerlerimiz Ahmad et al. (2005)'in 61.7-138.8 kg/da değerleri. Priya et al. (2009)'un 35.6-137.2 kg/da değerleri. Blamey and

Chapman (1981)'in 260 kg/da dane verimi. Kaya (2004)'un bildirdiği 129.0-164.4 kg/da değerleri ve Tanju ve Turan (1998)'nin 184.7-211.4 kg/da değerleri ile paralellik gösterirken. Gür ve ark. (1997)'nin 291.6-350.5 kg/da değerleri. Çalışkan ve Kevseroğlu (1997)'nin 223.4-338.6 kg/da değerleri ve Koç ve Noyan (1997)'nin 346.0-466.8 kg/da değerlerinden düşük kalmıştır. Bu değerlerin bariz şekilde bizim değerlerimizden yüksek olmasının sebebi bu çalışmaların sulamalı koşullarda yapılmış olmasının olabileceği düşünülmektedir.

### 3.4. Yağ oranı (%)

Denemde materyal olarak kullanılan ayçiçeği çeşitlerine ait yağ oranı (%) değerleri istatistikî olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Çeşitlere ait ortalama yağ oranı (%) değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. Çeşitlere ait yağ oranı değerleri % 36.8-46.1 arasında değişmiştir. En yüksek yağ oranı % 46.1 ile Oliva çeşidinden elde edilirken, en düşük yağ oranı ise % 36.8 ile M69 çeşidinden elde edilmiştir.

Yağ oranı konusundaki değerlerimiz Baydar ve Erbaş (2005)'in % 44.4-45.6 değerleri. Unger (1980)'in % 34.6-47.3 değerleri. Unger (1982)'in % 43.4-48.8 değerleri. Gür ve ark. (1997)'i % 36.5-45.3 değerleri. Çalışkan ve Kevseroğlu (1997)'nin % 36.4-41.6 değerleri. Koç ve Noyan (1997)'nin % 38.2-48.0 değerleri ve Kaya ve ark. (2006)'nin % 40-45 değerleri ile uyum gösterirken. Alpaslan ve Gündüz (1999)'ün % 44.1-51.2 değerlerinden düşük kalmış ve Priya et al. (2009)'un % 27.5-30.4 değerlerinden de yüksek görülmektedir. Bu durum da çalışmalarda kullanılan çeşitlerin farklılığı ve çalışmaların yürütülmüş olduğu bölgelerin iklim ve toprak koşullarının farklılığı ile açıklanabilir.

### 3.5. Yağ Verimi (kg/da)

Çalışmada kullanılan ayçiçeği çeşitlerine ait yağ verimi (kg/da) değerleri istatistikî olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Çeşitlere ait ortalama yağ verimi (kg/da) değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. Çeşitlere ait yağ verimi değerleri 50.1-91.8 kg/da arasında değişmiştir. En yüksek yağ verimi 91.8 kg/da ile A71 çeşidinden elde edilirken, en düşük yağ verimi ise 50.1 kg/da ile Sanay çeşidinden elde edilmiştir.

Dekara yağ verimine ait değerlerimiz Gür ve ark. (1997)'nin 108.6-156.1 kg/da değerleri. Çalışkan ve Kevseroğlu (1997)'nin 74.7-129.7 kg/da değerlerinden ve Koç ve Noyan (1997)'nin 163.2-187.8 kg/da değerlerinden düşük kalırken. Priya et al. (2009)'un 9.6-39.5 kg/da değerinden ve Kadayıfçı ve Yıldırım (1998)'in 28.1-98.5 kg/da değerinden yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum da çalışmalarda tohumluk materyali olarak kullanılan çeşitlerdeki yağ oranlarının farklılığı ve çalışmaların yürütüldüğü ekolojilerin farklılığı ile açıklanabilir.

Sonuç olarak, çalışmanın genel olarak değerlendirilmesi ile Ankara ekolojik koşullarında A71 çeşidi dekara tohum verimi bakımından öne çıkarken. yağ oranı bakımından da Oliva çeşidi öne çıkmaktadır. Fakat dekara yağ verimi dikkate alındığında en yüksek değeri 91.8 kg/da ile A71 çeşidinin verdiği görülmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde bölge için sulamasız koşullarda A71 çeşidinin uygun olacağı düşünülmektedir.

#### 4. KAYNAKLAR

- Ahmad, S., Khan, M.S., Swati, M.S., Shah, G.S., Khalil, I.F. 2005. A study on heterosis and inbreeding depression in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Songklanakarın J. of Sci. and Tech., 27(1): 1-8.
- Aksoy, Ş, Şener, A. 1998. Türkiye'de bitkisel yağ üretimi ve tüketimi. 4. Bitkisel Yağlar Konferansı. Bitkisel Yağ Sanayicileri Der. Yay.: 6: 163-181.
- Alpaslan, M., Gündüz, H. 1999. The effects of growing conditions on oil content. Fatty acid composition and tocopherol content of some sunflower varieties produced in Turkey. 44(6): 434-437.
- Anonymous, 2010. www.bysd.org
- Arıoğlu, H.H., Kolsarıcı, Ö., Göksu, A.T., Güllüoğlu, L., Arslan, M., Çalışkan, S., Söğüt, T., Kurt, C., Arslanoğlu, F. 2010. Yağ bitkileri üretiminin artırılması olanakları. Türkiye Ziraat Müh. Bir. VII. Teknik Kong. Bildiri Kitabı I.: 361-377. Ankara.
- Baydar, H., Erbaş, S. 2005. Influence of seed development and seed position on oil. Fatty acids and total tocopherol contents in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Turk. J. Agric. For.: 29: 179-186.
- Blamey, F.P.C., Chapman, J. 1981. Protein oil and energy yields of sunflower as affected by N and P fertilization. Agron. J., 73(4):583-7.
- Çalışkan, Ö., Kevseroğlu, K. 1997. Değişik vejetasyon dönemlerinde uygulanan azotlu gübrenin ayçiçeğinin (*Helianthus annus* L.) verim ve önemli tarımsal özelliklerine etkisi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kong.: 222-226.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yay. :1021. Ders Kitabı. 295s.
- Elmas, İ. 2006. Türkiye'de yağlı tohumlu bitkilerin üretim hedefleri ve destekleme politikaları. 2000'li yıllarda tarım sektörü. TMMOB Ziraat Müh. Odası.:361-367, Ankara.
- Geçit, H.H., Çiftçi, C.Y., Emeklier, H.Y., İkincikarakaya, S., Adak, S., Kolsarıcı, Ö., Ekiz, H., Altunok, S., Sancak, C., Sevimay, C.S., Kendir, H. 2009. Tarla Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yay.: 1569, Ders Kitabı: 521. Ankara.
- Göksoy, A.T. 1999. Kendilenmiş ayçiçeği (*Helianthus annus* L.) hatlarından geliştirilen sentetik çeşitlerin bazı tarımsal özellikleri üzerinde bir araştırma. Tr. J. Of Agric. and Forest., 23 (Ek Sayı 2): 349-354.
- Göksoy, A.T., Turan, Z.M., 2000. Ayçiçeğinde (*Helianthus annus* L.) yeni geliştirilen sentetik çeşitlerin bazı tarımsal özellikleri ve melez performansları üzerinde araştırmalar. Tr. J. Of Agric. and Forest. 24: 247-254.
- Gür, M.A., Kılıç, H., Özel, A., Çopur, O. 1997. Harran Ovası koşullarında farklı ayçiçeği (*Helianthus annus* L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurlarına etkisi üzerine bir araştırma. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kong., 217-221.
- Kadayıfçı, A., Yıldırım, O. 2000. Ayçiçeğinin su-verim ilişkileri. Tr. J. Of Agric. and Forest., 24: 137-145.
- Kaya, Y. 2005. Determining combining ability in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Tr. J. of Agric. and Forest., 29: 243-250.
- Kaya, Y. 2007. Determining combining ability in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Tr. J. of Agric. and Forest., 31: 237-244.
- Koç, H., Noyan, Ö.F. 1997. Tokat yöresinde azotlu ve fosforlu gübrelerin ayçiçeğinde (*Helianthus annus* L.) verim ve verim unsurları üzerine etkileri. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kong., 227-230.
- Priya, R.S., Yasin, M.M., Maheswari, J, Sangeetha, S.P. 2009. Influence of NPK fertilization on productivity and oil yield of groundnut (*Arachis hypogaea*) and sunflower (*Helianthus annuus*) in intercropping system under irrigated condition. Int. J. of Agric. Res., 4(2).
- Unger, P.W. 1980. Planting date effect on growth, yield and oil of irrigated sunflower. Reprinted from Agron. J., 72: 914-916.
- Unger, P. W.. 1982. Time and frequency of irrigation effects on sunflower production and water use. Reprinted from the Soil Sci. Soc. of Amer. J., 46(5): 1071-1076.



## TÜRKİYE'DE DEĞİŞİK EKOLOJİLERDE RHİZOMANİA HASTALIĞINA DAYANIKLI VE DUYARLI ŞEKER PANCARI ÇEŞİTLERİNİN VERİM VE KALİTE PERFORMANSI

Rıza KAYA\* Songül GÜREL

Şeker Enstitüsü, 06930, Etimesgut-Ankara  
\*rizakaya1969@hotmail.com

Geliş Tarihi : 29.12.2011

Kabul Tarihi : 20.07.2012

**ÖZET :** Bu çalışmada, Türkiye’de Rhizomania hastalığı ile yoğun olarak bulaşık olduğu bilinen Eskişehir ili ve hastalığın görülmediği Konya iline ait Ilgın ve Erzurum’a bağlı Hasankale ilçeleri gibi değişik ekolojik şartlarda en son geliştirilmiş dayanıklı ve duyarlı şeker pancarı çeşitlerinin, verim ve kalite performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Hastalık ile bulaşık olan Eskişehir denemelerinde dayanıklı çeşitlerin enfeksiyon oranı, duyarlı çeşitlere göre 2-3 kat daha düşük bulunmuştur. Her üç bölgede en yüksek kök verimi ‘Esperanza’ ve daha sonra ‘Valentina’ çeşitlerinden, diğer yandan en yüksek şeker ve artırlmış şeker varlığı ise ‘Felicita’ çeşidinden elde edilmiştir. Hastalığın olmadığı Hasankale’de şeker varlığında ‘Verity’, artırlmış şeker varlığında ise ‘Verity’ ve ‘Arosa’ çeşitleri ‘Felicita’ kadar yüksek değerlere ulaşmıştır. Rhizomania, dayanıklı çeşitlere kıyasla, duyarlı çeşitlerde % 38 kök verimi, % 19 şeker varlığı, % 26 artırlmış şeker varlığı ve % 54 şeker verimi kayıplarına yol açmıştır. Diğer taraftan duyarlı çeşitlerin sodyum ve potasyum içerikleri sırasıyla % 50 ve 9 düzeyinde artmış ve  $\alpha$ -amino azot seviyesi ise % 67 oranında düşmüştür. Hastalığın bulaşık olmadığı Ilgın’da dayanıklı çeşitler, duyarlı çeşitlerden % 3 daha yüksek kök ve şeker verimi sağlamasına rağmen, bu iki grubun kalite özellikleri arasında fark gözlenmemiştir. Hastalığın olmadığı Hasankale’de ise duyarlı çeşitler dayanıklı çeşitlere göre, şeker ve artırlmış şeker varlığında % 4, şeker veriminde % 2 daha iyi, potasyum varlığında ise % 7 daha kötü performans sergilemiştir.

**Anahtar sözcükler:** Şeker pancarı, Rhizomania, BNYVV, dayanıklı çeşit, verim ve kalite.

### YIELD AND QUALITY PERFORMANCE OF SUSCEPTIBLE AND RESISTANT SUGAR BEET VARIETIES TO RHIZOMANIA IN DIFFERENT LOCATIONS OF TURKEY

**ABSTRACT :** In this study, it was aimed to determine the yield and quality performances of susceptible and resistant varieties, which have been bred recently, in rhizomania-infested soils in Eskişehir province and -uninfested soils in Ilgın district of Konya province and Hasankale district of Erzurum province in Turkey. Virus content of the resistant varieties was found to be 2-3 times lower than that of the susceptible varieties in the infested soils in Eskişehir. In the sites of three trials, the highest root yield was obtained from the varieties, firstly ‘Esperanza’ and secondly ‘Valentina’. On the other hand, ‘Felicita’ had the highest sugar and extractable sugar content. In the uninfested soil in Hasankale, ‘Verity’ in terms of sugar content and ‘Verity’ and ‘Arosa’ in terms of extractable sugar content had the same values as ‘Felicita’. Rhizomania caused 38% losses in root yield, 19% in sugar content, 26% in extractable sugar content and 54% sugar yield in susceptible varieties when compared to resistant varieties. On the other hand, the contents of sodium and potassium increased at the rate of 50 and 9%, respectively, but the content of  $\alpha$ -amino nitrogen decreased at the rate of 67 % in susceptible varieties when compared to resistant ones. Although resistant varieties gave 3% higher root and sugar yield than susceptible varieties in the uninfested soil of Ilgın, it was not observed any differences between resistant and susceptible varieties in terms of quality parameters. Resistant varieties showed better performance than susceptible varieties for sugar and extractable sugar content (4%) and sugar yield (2%) but they showed worse performance than them for potassium content (7%) in the uninfested soil of Hasankale.

**Key words:** Sugar beet, rhizomania, BNYVV, resistant variety, yield and quality.

### 1. GİRİŞ

Dünya’da üretilen yaklaşık 155 milyon ton şekerin % 79’u şeker kamışı ve % 21’i şeker pancarından karşılanmaktadır (Anonim, 2008a). Pancardan şeker üreten ülkeler içinde altıncı sırada yer alan Türkiye’de (Anonim, 2008b) üretilen 2.1 milyon ton şekerin % 81’i şeker pancarından elde edilmektedir (Anonim, 2009).

Türkiye’de şeker ve şeker pancarı, kota sistemine göre üretildiğinden, hedeflenen şeker pancarı üretiminin aksamaması büyük önem taşımaktadır. Türkiye’de ortalama olarak 2 milyon ton şeker üretimi (Anonim, 2009) için 14 milyon ton şeker pancarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu üretimin gerçekleşmesinde en başta verim ve kalitesi yüksek çeşit ekimiyle birlikte, uygun üretim tekniklerini uygulayarak ve bitki koruma tedbirlerini alarak, maksimum verim temini temel hedefdir.

Şeker pancarının verim ve kalitesinde çok büyük kayıplara yol açan hastalıklardan biri *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV) tarafından sebep olunan Rhizomania (kök sakallanması) hastalığıdır. Rhizomania, enfeksiyon şiddetine bağlı olarak, şeker pancarının kök veriminde % 30-90 (Asher, 1993; Asher ve Kerr, 1996) ve şeker veriminde % 70’e varan kayıplara yol açabilmektedir (Putz ve ark., 1990; Rush ve Heidel, 1995). Ayrıca, hastalık şeker pancarının melas oluşturucu sodyum ve potasyum oranını artırarak, fabrikada işleme safiyetini bozmaktadır (Kajiyama ve ark., 1990).

Hastalık, ilk kez 1950’li yılların ortasında İtalya’da görülmüş (Canova, 1959) ve daha sonra Asya, Avrupa ve Amerika kıtalarına yayılmıştır (Putz ve ark., 1990; Suarez ve ark., 1999). Türkiye’de ise Rhizomania, ilk kez 1987 yılında Edirne ile Amasya’da tespit edilmiş (Koch, 1987) ve muhtelif yerlerde varlığı saptanmıştır (Vardar ve Erkan, 1992). Daha sonra yapılan

araştırmalarda hastalığın Marmara, Batı ve Orta Karadeniz ile İç Anadolu Bölgesinin bir kısmında yaygın olduğu bildirilmiştir (Kıymaz ve Ertunç, 1996; Ertunç ve ark., 1998; Kaya ve Erdiler, 1998; Kutluk ve Yanar, 2001 ve 2002, Özer ve Ertunç, 2005).

Doğada BNYVV *Polymyxa betae* Keskin adlı protozoa vasıtası ile hastalıklı bitkilerden sağlıklı bitkilere taşınmaktadır (Tamada, 1975). Rhizomania hastalığı su, rüzgar, hastalıklı bitki materyali, tarım makineleri, fide ve yumru bitki materyali (Asher, 1994), bulaşık toprak nakli ve çiftlik gübresi (Heijbroek, 1987), fabrikaların atık madde ve atık suyu (Cariolle, 1987) ile yayılmaktadır. *P. betae*'nin kistleri, tarla koşullarında toprakta sistosori (kalın duvarlı kışlama sporları) olarak bulunmakta (Ertunç, 1998) ve virüs, bu sistosorilerde en az 15 yıl canlı kalan protozoa'nın bünyesine alındıktan sonra uzun süre taşınmaktadır (Abe ve Tamada 1986; Rush ve Heidel, 1995). 15 yıllık sürede civar alanlar bulaşık olduğu için belli bir tarlada konukçu bitki ekilmese bile yeni bulaşmalar olacağından, sürekli tedbir alınması gerekmektedir.

Rhizomania hastalığının kimyasal mücadelesi, zor ve de çevre ve insan sağlığına olumsuz etkilerinden dolayı uygulanamamaktadır. Günümüzde en etkili mücadele, bulaşık ekim alanlarında kısmen dayanıklı şeker pancarı çeşitlerinin ekimi ile yapılmaktadır (Richard-Molard, 1996). Bunun yanında, tarla toprağının iyi drene edilmesi, havalanmayı sağlayacak şekilde toprak işleme (Tosic ve ark., 1985) gibi kültürel tedbirler hastalığın zararını azaltıcı faktörlerdir.

Hastalığın bulaşıklığının bilinmediği bölgelerde zamanla çiftçiler, şeker pancarı verimlerinin düşmesi nedeniyle zarar edecek ve üretimden vazgeçeceklerdir. Diğer taraftan şeker fabrikalarının işleyeceği şeker pancarı miktarının ve kalitesinin düşmesiyle fabrikalar ekonomik çalışmayacak ve hedeflenen miktarın altında şeker üretilecektir. Ülkenin her yıl hedeflediği şeker pancarı ve dolayısıyla şeker üretiminin sekteye uğramaması için ekim alanlarında Rhizomania'nın yeni bulaştığı ve hafif seyrettiği dönemde, tespit edilmesi hastalığın düşük zararlar atlatılması bakımından önemlidir. Bu nedenle sürekli sağlıklı şeker pancarı ekim alanları taranıp, henüz bulaşmış alanlar belirlenerek, dayanıklı şeker pancarı çeşitlerinin ekimi sağlanmaktadır.

İklim ve toprak koşullarına bağlı olarak değişen Rhizomania hastalığı, bir bölgenin şeker pancarı ekim alanlarının tamamında aynı derecede görülmemektedir. Taban suyu yüksek olan akarsu, çay, dere ve göl kıyılarında ağır bünyeli topraklarda hastalık ağır seyretmektedir. Bu özelliklerden uzaklaştıkça bulaşıklık seviyesi azalmakta, özellikle kumsal, havadar, su tutmayan süzek topraklara sahip yamaç alanlarda hastalık görülmemektedir (Kaya ve Erdiller, 2001). Ülkemizde şeker pancarı ekim alanları, bölgeden bölgeye köyden köye hatta aynı köyün arazileri, mevkiden mevkiye ve tarladan tarlaya değişiklik arz etmektedir. Hastalığın bulaşıklık

durumu, kesin sınırlarla ayrılmadığından, çok küçük (bir dekarın altına kadar düşen) şeker pancarı tarlalarından dolayı dayanıklı çeşit ekimi isabetli yapılamamaktadır. Bu durum, risk alanı içerisindeki ekim alanlarının tamamında dayanıklı şeker pancarı çeşit ekimini zorunlu kılmaktadır. Bütün bu yönleriyle değerlendirildiğinde, hastalığa dayanıklı çeşitlerin verim ve kalite düzeylerinin, bulaşık olmayan alanlarda da duyarlı çeşitler seviyesinde olması büyük önem arz etmektedir. Bu amaçla, bu çalışmada, Rhizomania hastalığına karşı son ıslah edilen dayanıklı çeşitler ile duyarlı çeşitler denemeye alınarak, hastalığın bulaşık olduğu ve olmadığı bölgelerde verim ve kalite performansları değerlendirilmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Rhizomania ile bulaşık ekim alanlarını temsilen Şeker Enstitüsü Eskişehir Deneme İstasyonu'nda ve bulaşık olmayan ekim alanlarını temsilen Ilgın (Konya) ve Hasankale (Erzurum) Deneme İstasyonlarında olmak üzere üç farklı yerde 2005, 2006 ve 2007 yıllarında denemeler yürütülmüştür. Denemeler, tesadüf blokları deneme desenine göre, 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekim parseli, 12 m<sup>2</sup> ve hasat parseli, 10.2 m<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Denemelerde Cassandra, Arosa, Hülya Verity, ve S2003 olmak üzere 5 adet Rhizomania hastalığına duyarlı ve Valentina, Esperanza, Felicita, Leila ve Visa olmak üzere 5 adet Rhizomania'ya dayanıklı genetik monogerm şeker pancarı çeşitleri denenmiştir. Cassandra, Arosa, Hülya, Valentina, Esperanza, Felicita ve Leila KWS (Almanya) firmasından; Verity, Visa ve S2003 SESVANDERHAVE (Belçika) firmasından temin edilmiştir. Bütün tohum çeşitleri, toprakaltı zararlıları ve kök yanıklığına karşı (9 g imidacloprid, 3,2 g thiram ve 3,5 g hymexazol 1 kg tohum<sup>-1</sup>) ilaçlanmıştır.

Hububat hasadının ardından saplar toplandıktan sonra anız, diskaro ile toprağa karıştırılmış, gölge tavında dipkazan çekilmiştir. Her yıl 0-20 ve 20-40 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin analiz sonucuna göre, Eskişehir ve Ilgın'da 140 kg N ha<sup>-1</sup>, 60-80 kg P<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> ve 40-50 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>; Hasankale'de 150 kg N ha<sup>-1</sup>, 60 kg P<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> ve 100-120 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> kullanılmıştır. Fosforlu gübrenin üçte ikisi ile potasyumlu gübrenin tamamı atılıp, pullukla sürülmüştür. Fosforlu gübrenin üçte biri ile azotlu gübrenin yarısı ilkbahar tohum yatağı hazırlığından önce verilip, kombi-kürüm ile toprağa karıştırılmıştır. Eskişehir ve Ilgın deneme istasyonlarında nisan ayının ikinci haftasında, Hasankale'de ise mayıs ayının ilk haftasında 40 x 25 cm aralık ve mesafeye ocak usulü ekim yapılmıştır. Azotlu gübrenin kalan yarısı ise baş gübresi şeklinde, seyreltme ve teklemeden önce parsellere verilip, çapa ile toprağa karıştırılmıştır. Tarla çıkışı tamamlanıp, sıralar belli olduktan sonra ara çapası, bitkilerin 4-6 yapraklı devresinde ise seyreltme ve tekleme yapılmıştır. Bitkinin su

### Rhizomonía hastalığına duyarlı veya dayanıklı şeker pancarında verim

ihtiyacını karşılamak için, mevsim içerisinde düşen yağışlara (Çizelge 1, 2 ve 3) ilave olarak haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında bütün deneme yerlerinde 5'er sulama yapılmıştır. Denemeler, eylülün

son haftası ve ekimin ilk haftası arasında hasat edilmiştir. Deneme yerlerinin toprak özellikleri Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 1. Eskişehir deneme tarlasının uzun yıllık ortalama (1997-2007) ve 2005, 2006 ile 2007 yıllarına ait bazı iklim değerleri

Aylar	Yağış (mm)				Sıcaklık (°C)							
	1997-2007	2005	2006	2007	1997-2007		2005		2006		2007	
					Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Mart	27.5	47.8	23.2	24	-1.6	11.7	1.2	11.7	-0.2	12.6	-3.0	12.5
Nisan	53.3	38.3	5.4	25.1	2.9	16.5	3	16.8	3.5	18.8	-2.5	14.6
Mayıs	46.2	53.6	20.8	65.6	7	22.4	7.4	22.1	6.2	22.7	8.9	26
Haziran	25.5	33.8	13.6	58.6	10.7	26.3	10.1	25.7	11.1	26.8	12.2	27.8
Temmuz	14.9	38.5	18.3	-	13.3	30.2	14.1	30.4	13.1	28.2	13.5	32.3
Ağustos	9.3	15.4	-	1.1	13.5	29.8	15	30.2	14.9	33.4	14.8	31.7
Eylül	15.5	8.1	45.7	-	8.6	25.2	9.5	24.7	9.7	24.2	8.9	26.6
Toplam	192.3	245.5	127	174.4	54.4	162.1	60.3	161.6	58.3	166.7	52.8	171.5
Ortalama	-	-	-	-	7.8	23.2	8.6	23.1	8.3	23.8	7.5	24.5

Çizelge 2. Ilgın deneme tarlasının uzun yıllık ortalama (1997-2007) ve 2005, 2006 ile 2007 yıllarına ilişkin bazı iklim değerleri

Aylar	Yağış (mm)				Sıcaklık (°C)							
	1997-2007	2005	2006	2007	1997-2007		2005		2006		2007	
					Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Mart	35.6	45	18.4	27.1	-1.7	12.1	-0.4	13	1.6	12.7	0.5	11.8
Nisan	58.5	82.2	80	19.4	3	17.8	2.8	16	3.8	16.7	0.7	14.6
Mayıs	44.7	38.8	63.8	2.8	6.3	24.3	6.1	20.9	8.3	20.3	13	24.7
Haziran	47.4	24.5	41.2	17.4	9.6	27.8	9.5	25.1	12.1	27.2	15.5	28.2
Temmuz	12.0	12	15	-	11.7	31.8	13.2	31.8	12.4	27.7	17.5	31.3
Ağustos	20.7	13.8	-	16.7	11.5	31.5	16.1	31.7	13.4	32.5	19.9	31.2
Eylül	21.5	14.8	43.3	46	8.3	27.5	7.7	23	8.7	25	8.8	24.8
Toplam	240.4	231.1	261.7	129.4	48.8	172.7	55	161.5	60.3	162.1	75.9	166.6
Ortalama	-	-	-	-	7	24.7	7.9	23.1	8.6	23.2	10.8	23.8

Çizelge 3. Hasankale deneme tarlasının uzun yıllık ortalama (1997-2007) ve 2005, 2006 ile 2007 yıllarına ilişkin bazı iklim değerleri

Aylar	Yağış (mm)				Sıcaklık (°C)							
	1997-2007	2005	2006	2007	1997-2007		2005		2006		2007	
					Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Mart	40.1	39	21	113	-6.2	4.8	-8.9	-2.9	-4.9	5.4	-8.3	2.7
Nisan	65.1	88.5	118.9	104	0.7	11.5	-0.2	10.3	3.5	12.9	-2.3	5.6
Mayıs	72.6	60.7	38.9	78	4.8	19	4.5	15.6	4.3	17.6	4.3	17
Haziran	36.1	58.3	3.5	54	7.3	23.7	6.8	21.2	6.3	27.3	8	22.7
Temmuz	19.2	36.5	21.7	33	10.2	26.5	9.9	28.3	11.6	28	9.2	22.5
Ağustos	16.8	13	6	39	10.4	29.8	11.4	29.8	11	29.9	8.7	26.5
Eylül	23	23	14	-	5.9	24.9	4.9	22.4	5.2	23.2	6.1	22.1
Toplam	272.8	319	224	421	33.1	140.2	28.4	124.7	37	144.3	25.7	119.1
Ortalama	-	-	-	-	4.7	20	4.1	17.8	5.3	20.6	3.7	17

Çizelge 4. Deneme tarlalarının toprak özellikleri

Toprak özelliği	Eskişehir	Ilgın	Hasankale
Bünye	Killi tın	Killi tın	Tın
pH	8.2	8.1	7.9
Organik madde (%)	1.88	2.57	1.85
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	29.9	73.5	43.8
K <sub>2</sub> O (mg kg <sup>-1</sup> )	231	88	257

Çeşitlerin Rhizomania hastalığı ile bulaşıklık durumunu belirlemek için, hasat sırasında her parselden tesadüfen alınan 10'ar adet 0.5-1 cm çapında şeker pancarı kuyruk örnekleri Clark ve Adams (1977)'nin DAS-ELISA metoduna göre test edilmiştir.

Bütün parseller ayrı ayrı hasat edilip, tartılarak, kök verimi değerleri hesaplanmıştır. Şeker varlığı (pancar kökünde bulunan şekerin kök ağırlığı olarak %'si), sodyum, potasyum, α-amino azot değerleri ICUMSA (International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis) analiz metodlarına göre tesbit edilmiştir (Atherton ve ark., 1998). Şeker varlığı, sodyum, potasyum ve α-amino azot analizleri, Betalyser sisteminde yapılmıştır. Şeker varlığı analizleri, sucromatta "Soğuk Digestion Metoduna" göre yapıp, sonuç % olarak alınmıştır. Sodyum ve potasyum değerleri alev fotometresi metoduna göre alev fotometrede meq 100 g pancar<sup>-1</sup> olarak tespit

edilmiştir.  $\alpha$ -amino azot analizleri de “Blue Number Metoduna” göre yapılmıştır (Kubadinow ve Wienenger, 1972).

Artırılmış şeker varlığı = Şeker varlığı -  $[0.343(\text{Na}+\text{K}) + 0.094 \text{N}+0.29]$  formülünden hesaplanmış olup, şeker pancarından fabrikasyonla üretilebilecek şekerin kök ağırlığına göre % ifadesidir. Artırılmış şeker varlığı ile kök verimleri çarpılarak, artırılmış şeker verimi değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bütün verilere, Mstat-C istatistik paket programı kullanılarak, varyans analizi yapılmış ve Duncan testi ile deneme konuları arasındaki farklılıklar belirlenmiştir.

### 3. BULGULAR

ELISA testlerine göre, hastalığın bulaşık olduğu Eskişehir’de duyarlı ve dayanıklı bütün çeşitlerde Rhizomania (BNYVV) tespit edilmiştir. Ancak, hastalığa dayanıklı olan Valentina, Esperanza, Felicita, Leila ve Visa çeşitleri düşük seviyede; duyarlı çeşitlerden Verity ve S2003 orta; Cassandra, Arosa ve Hülya ağır seviyede hastalıktan etkilenmiştir. Ilgın ve Hasankale’de ise hastalığın olmadığı doğrulanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Eskişehir, Ilgın ve Hasankale denemelerinde şeker pancarı çeşitlerinin DAS-ELISA test sonuçları

Çeşit	Eskişehir	Ilgın	Hasankale
Valentina	+	-	-
Esperanza	+	-	-
Felicita	+	-	-
Leila	+	-	-
Visa	+	-	-
Kassandra	+++	-	-
Arosa	+++	-	-
Hülya	+++	-	-
Verity	++	-	-
S2003	++	-	-

+) az hasta, ++) orta hasta, +++) çok hasta, -) sağlıklı

#### 3.1. Kök Verimi

Rhizomania hastalığının bulaşık olduğu Eskişehir’de en yüksek kök verimi 101.7 t ha<sup>-1</sup> ile Esperanza çeşidinden elde edilmiş ve diğer çeşitler ile arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Diğer dayanıklı çeşitlerin kök verimleri ise 85.8 ile 77.1 t ha<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Duyarlı çeşitlerin kök verimleri önemli ölçüde düşük olmuş ve en düşük kök verimi Cassandra çeşidinden (45.6 t ha<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. Rhizomania ile bulaşık olmayan Ilgın’da yapılan denemelerde en yüksek kök verimi Esperanza (100.3 t ha<sup>-1</sup>) ve Valentina (98.9 t ha<sup>-1</sup>)’dan elde edilmiş ve aralarındaki fark istatistiki olarak önemsizdir. Diğer çeşitlerin kök verimi daha düşük bulunmuştur. Hastalığın bulaşık olmadığı Hasankale’de en yüksek kök verimi 55.4 t ha<sup>-1</sup> ile Valentina çeşidinden ve daha sonra 54.8 t ha<sup>-1</sup> ile Esperanza çeşidinden elde edilmiştir ve aralarındaki farklar istatistiki olarak önemsizdir. Bu iki çeşide göre, diğer çeşitlerin kök verimi istatistiki açıdan daha düşük olup, büyükten küçüğe doğru S2003 (50.9 t ha<sup>-1</sup>), Hülya (49.5 t ha<sup>-1</sup>), Verity (49.4 t ha<sup>-1</sup>), Cassandra (49.4 t ha<sup>-1</sup>), Arosa (48.8 t ha<sup>-1</sup>), Felicita (48.0 t ha<sup>-1</sup>), Leila (47.7 t ha<sup>-1</sup>) ve Visa (47.4 t ha<sup>-1</sup>) olarak sıralanmaktadır. S2003, Hülya, Verity, Cassandra, Arosa çeşitleri arasındaki farklar ile Hülya, Verity, Cassandra, Arosa, Felicita, Leila ve Visa çeşitleri arasındaki farklar istatistiki bakımdan önemsizdir (Çizelge 6).

Hastalığın olmadığı Ilgın ve Hasankale’de bölge koşullarına göre, en az Visa ve en fazla Esperanza çeşidi olmak üzere bütün çeşitlerin kök verimleri, % 39-45 (30.2-45.5 t ha<sup>-1</sup>) arasında değişim göstermiştir. Her iki bölgede çeşitler arasındaki istatistiki sıralamada, Visa çeşidi hariç bütün çeşitler, benzer bir değişim sergilemiştir (Çizelge 6).

Dayanıklı ve duyarlı çeşitlerin ortalamaları değerlendirildiğinde hastalığın bulaşık olduğu Eskişehir’de dayanıklı çeşitler duyarlı çeşitlerden istatistiki anlamda önemli seviyede % 38 (32.7 t ha<sup>-1</sup>) daha yüksek kök verimi sağlamıştır. Duyarlı çeşitlere göre dayanıklı çeşitler, hastalığın bulaşık olmadığı Ilgın ve Hasankale’de sırasıyla % 3 (2.3 t ha<sup>-1</sup>) ve % 2 (1.1 t ha<sup>-1</sup>) oranlarında daha yüksek kök verimine sahip olmalarına rağmen, Hasankale’de iki grup arasındaki farklar istatistiki açıdan önemsizdir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Eskişehir, Ilgın ve Hasankale’de şeker pancarı çeşitlerinin 2005-2007 yıllarına ait ortalama kök verimleri (t ha<sup>-1</sup>)

Çeşitler	Eskişehir	Ilgın	Hasankale
Valentina RR	78.3 C	98.9 A	55.4 a
Esperanza RR	101.7 A	100.3 A	54.8 a
Felicita RR	85.8 B	82.4 C	48.0 c
Leila RR	77.1 C	82.5 C	47.7 c
Visa RR	82.3 BC	77.6 D	47.4 c
Kassandra	45.6 E	85.6 BC	49.4 bc
Arosa	50.5 E	86.1 B	48.8 bc
Hülya	47.3 E	84.4 BC	49.5 bc
Verity	59.0 D	87.1 B	49.4 bc
S 2003	59.0 D	86.6 B	50.9 b
Dayanıklı çeşitler ortalaması	85.0 A	88.3 A	50.7 a
Duyarlı çeşitler ortalaması	52.3 B	86.0 B	49.6 a

RR: Rhizomania hastalığına dayanıklı, P<0.05

#### 3.2. Şeker Varlığı

Rhizomania hastalığının bulaşık olduğu Eskişehir’de şeker varlığı bakımından yapılan değerlendirmelerde, dayanıklı çeşitlerden Felicita 17.8 °S ile en yüksek değere ulaşmış olup, diğer çeşitler ile arasındaki farklar önemlidir. Diğer dayanıklı çeşitlerden istatistiki anlamda aynı grupta yer alan Leila (16.9 °S) ve Visa (16.8 °S) ile Esperanza (16.2 °S) ve Valentina (15.3 °S) çeşitleri, duyarlı (Arosa, Hülya, S2003, Verity ve Cassandra) çeşitlerden önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Hastalığın olmadığı Ilgın ve Hasankale’de çeşitlerin şeker varlıkları birbirine yakın değerler sergilemiştir.

İlgın'da şeker varlığı bakımından en yüksek değer, kök veriminin tersine, dayanıklı Felicita (19.5 °S) ve Leila (19.2 °S) çeşitlerinden elde edilmiş ve diğer bütün çeşitlerden önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Hasankale'de en yüksek şeker varlığı 20,1 °S ile Verity ve 20.0 °S ile Felicita çeşitlerinden elde edilmiş olup, aralarındaki fark istatistiki bakımdan önemsizdir. Diğer çeşitlerin şeker varlığı, büyükten küçüğe doğru sırasıyla, Kassandra (19.8 °S), S2003 (19.8 °S), Arosa (19.8 °S), Hülya (19.4 °S), Leila (19.2 °S), Visa (19.0 °S), Valentina (18.8 °S) ve Esperanza (18.6 °S) şeklindedir. Felicita, Kassandra, S2003 ve Arosa; Leila ve Hülya; Visa ve Valentina; Valentina ve Esperanza arasındaki farklar istatistiki olarak önemsiz, bu dört grup arasındaki farklar ise önemlidir (Çizelge 7).

Dayanıklı ve duyarlı çeşitlerin ortalamaları alındığında hastalığın bulaşık olduğu Eskişehir'de duyarlı çeşitlere kıyasla, dayanıklı çeşitlerden % 19 (3.2 °S) istatistiki olarak önemli seviyede daha yüksek şeker varlığı tespit edilmiştir. Hastalığın bulaşık olmadığı İlgın'da dayanıklı ve duyarlı çeşitlerin ortalamaları arasında herhangi bir farklılık tespit edilemezken, Hasankale'de duyarlı çeşitlerin şeker varlığı ortalamaları, % 4 (0.7 °S) daha yüksek olup, aralarındaki farklar önemlidir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Eskişehir, İlgın ve Hasankale'de şeker pancarı çeşitlerinin 2005-2007 yıllarına ait ortalama şeker varlıkları (%)

Çeşitler	Eskişehir	İlgın	Hasankale
Valentina RR	15.3 D	18.8 CDE	18.8 ef
Esperanza RR	16.2 C	18.6 EF	18.6 f
Felicita RR	17.8 A	19.5 A	20.0 ab
Leila RR	16.9 B	19.2 AB	19.2 cd
Visa RR	16.8 BC	18.6 DEF	19.0 de
Kassandra	13.0 F	19.0 BCD	19.8 b
Arosa	13.9 E	18.9 BCDE	19.8 b
Hülya	13.9 E	19.1 BC	19.4 c
Verity	13.1 F	19.0 BCD	20.1 a
S 2003	13.2 F	18.4 F	19.8 b
Dayanıklı çeşitler ortalaması	16.6 <u>A</u>	18.9 <u>A</u>	19.1 <u>b</u>
Duyarlı çeşitler ortalaması	13.4 <u>B</u>	18.9 <u>A</u>	19.8 <u>a</u>

RR: Rhizomania hastalığına dayanıklı, P<0.05

### 3.3. Artırılmış Şeker Varlığı

Her üç deneme yerinde en yüksek artırılmış şeker varlığı Felicita çeşidinden elde edilmiş olup, diğer çeşitlerin sıralaması ve çeşitler arasındaki farklılıklar şeker varlığına paralel bir değişim göstermiştir. Dayanıklı ve duyarlı çeşitlerin ortalamalarına göre, hastalığın bulaşık olduğu Eskişehir'de duyarlı çeşitlere kıyasla, dayanıklı çeşitlerde % 26 (3.6 °S) daha yüksek artırılmış şeker varlığı elde edilmiştir. Hastalığın bulaşık olmadığı Hasankale'de dayanıklı çeşitlerin artırılmış şeker varlığı ortalamaları, duyarlı çeşitlerinkinden istatistiki anlamda önemli seviyede % 4 (0.7 °S) daha düşük iken, İlgın'da % 1 (0.1 °S) daha

yüksek olup, farklar istatistiki açıdan önemsizdir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Eskişehir, İlgın ve Hasankale'de şeker pancarı çeşitlerinin 2005-2007 yıllarına ait ortalama artırılmış şeker varlıkları (%)

Çeşitler	Eskişehir	İlgın	Hasankale
Valentina RR	12.4 C	16.6 CD	16.7 d
Esperanza RR	13.6 B	16.3 DE	16.6 d
Felicita RR	15.6 A	17.6 A	18.2 a
Leila RR	14.4 B	17.2 B	17.2 c
Visa RR	14.0 B	16.3 DE	16.8 d
Kassandra	9.9 E	16.8 BC	17.9 b
Arosa	11.0 D	16.8 BC	17.9 ab
Hülya	11.0 D	16.9 BC	17.4 c
Verity	9.9 E	16.8 BC	18.1 ab
S 2003	10.0 E	16.1 E	17.8 b
Dayanıklı çeşitler ortalaması	14.0 <u>A</u>	16.8 <u>A</u>	17.1 <u>b</u>
Duyarlı çeşitler ortalaması	10.4 <u>B</u>	16.7 <u>A</u>	17.8 <u>a</u>

RR: Rhizomania hastalığına dayanıklı, P<0.05

### 3.4. Şeker Verimi

Eskişehir'de en yüksek şeker verimi 13.9 t ha<sup>-1</sup> ile Esperanza ve 13.6 t ha<sup>-1</sup> ile Felicita çeşitlerinden elde edilmiş ve aralarındaki fark istatistiki bakımdan önemsiz bulunmuştur. Bu iki çeşit diğer dayanıklı ve duyarlı çeşitlerden istatistiki açıdan önemli düzeyde farklılık göstermiş olup, en düşük şeker verimi Kassandra çeşidinden (4.6 t ha<sup>-1</sup>) sağlanmıştır. İlgın'da en yüksek şeker verimi, Valentina (16.4 t ha<sup>-1</sup>) ve Esperanza (16.2 t ha<sup>-1</sup>) çeşitlerinden elde edilmiş ve aralarındaki fark istatistiki bakımdan önemsizdir. Bu çeşitlerin şeker verimi; Verity (14.7 t ha<sup>-1</sup>), Felicita (14.5 t ha<sup>-1</sup>), Arosa (14.5 t ha<sup>-1</sup>), Kassandra (14.4 t ha<sup>-1</sup>), Hülya (14.2 t ha<sup>-1</sup>), Leila (14.1 t ha<sup>-1</sup>), S2003 (13.9 t ha<sup>-1</sup>) ve Visa (12.6 t ha<sup>-1</sup>) çeşitlerinden önemli miktarda yüksek bulunmuştur. Hasankale'de şeker verimi bakımından sırasıyla Valentina (9.3 t ha<sup>-1</sup>), Esperanza (9.2 t ha<sup>-1</sup>), S 2003 (9.1 t ha<sup>-1</sup>), Verity (9.0 t ha<sup>-1</sup>) ve Kassandra (8.9 t ha<sup>-1</sup>) çeşitlerinden en yüksek şeker verimi elde edilmiş ve aralarındaki farklar istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Bu çeşitlerden istatistiki olarak önemli seviyede düşük şeker verimi elde edilen çeşitler; Arosa (8.8 t ha<sup>-1</sup>), Felicita (8.8 t ha<sup>-1</sup>), Hülya (8.7 t ha<sup>-1</sup>) Leila (8.2 t ha<sup>-1</sup>) ve Visa (8.0 t ha<sup>-1</sup>) olarak sıralanmaktadır (Çizelge 9).

Hastalığın bulaşık olduğu Eskişehir'de dayanıklı ve duyarlı çeşitlerin şeker verimi ortalamaları karşılaştırıldığında dayanıklı çeşitler duyarlı çeşitlerden % 54 (6.6 t ha<sup>-1</sup>) düzeyinde daha yüksek olup, istatistiki olarak önemlidir. Hastalığın olmadığı İlgın'da dayanıklı çeşitlerin şeker verimi ortalamaları duyarlı çeşitlerden % 3 (0.5 t ha<sup>-1</sup>) daha yüksek iken, Hasankale'de % 2 (0.2 t ha<sup>-1</sup>) daha düşüktür ve istatistiki açıdan önemlidir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Eskişehir, Ilgın ve Hasankale'de şeker pancarı çeşitlerinin 2005-2007 yıllarına ait ortalama şeker verimleri (t ha<sup>-1</sup>).

Çeşitler	Eskişehir	Ilgın	Hasankale
Valentina RR	10.4 C	16.4 A	9.3 a
Esperanza RR	13.9 A	16.2 A	9.2 ab
Felicita RR	13.6 A	14.5 BC	8.8 cd
Leila RR	11.2 BC	14.1 BC	8.2 e
Visa RR	11.9 B	12.6 D	8.0 e
Kassandra	4.6 E	14.4 BC	8.9 abcd
Arosa	5.7 D	14.5 BC	8.8 bcd
Hülya	5.4 D	14.2 BC	8.7 d
Verity	6.0 D	14.7 B	9.0 abcd
S 2003	6.1 D	13.9 C	9.1 abc
Dayanıklı çeşitler ortalaması	12.2 <u>A</u>	14.8 <u>A</u>	8.7 <u>b</u>
Duyarlı çeşitler ortalaması	5.6 <u>B</u>	14.3 <u>B</u>	8.9 <u>a</u>

RR: Rhizomania hastalığına dayanıklı, P&lt;0.05

### 3.5. Sodyum Varlığı

Şeker pancarı çeşitlerinin sodyum içerikleri bölgelere göre değişiklik göstermiştir. Hastalığın bulaşık olduğu Eskişehir'de istatistiki olarak aynı grupta yer alan duyarlı çeşitlerin (Kassandra, Arosa, Hülya, Verity ve S2003) sodyum içeriklerinin en yüksek düzeyde (2,3-2,4 Meq 100 g<sup>-1</sup>) olduğu görülmüştür. Dayanıklı çeşitlerin sodyum içerikleri ise Valentina, Esperanza, Leila ve Visa çeşitlerinde daha düşük iken Felicita çeşidinde (1.0 Meq 100 g<sup>-1</sup>) en düşük seviyededir. Hastalığın olduğu Eskişehir'de duyarlı çeşitlerin sodyum içeriklerinin ortalamaları, dayanıklı çeşitlerinkinden % 50 oranında önemli seviyede artış göstermiştir. Duyarlı çeşitlerin sodyum içeriklerinin ortalamaları dayanıklı çeşitlere göre, hastalığın olmadığı Ilgın'da kısmen yüksek ve Hasankale'de kısmen düşük olmasına rağmen, aralarındaki farklar önemsizdir (Çizelge 10).

Çizelge 10. Eskişehir, Ilgın ve Hasankale'de şeker pancarı çeşitlerinin 2005-2007 yıllarına ait ortalama sodyum varlıkları (%).

Çeşitler	Eskişehir	Ilgın	Hasankale
Valentina RR	1.4 B	1.3 C	0.5 a
Esperanza RR	1.3 B	1.7 A	0.5 a
Felicita RR	1.0 C	1.0 D	0.4 c
Leila RR	1.1 BC	1.1 D	0.4 bc
Visa RR	1.2 BC	1.3 CD	0.5 ab
Kassandra	2.4 A	1.4 BC	0.4 bc
Arosa	2.4 A	1.4 C	0.4 bc
Hülya	2.3 A	1.3 C	0.5 ab
Verity	2.4 A	1.4 C	0.4 c
S 2003	2.4 A	1.6 AB	0.4 abc
Dayanıklı çeşitler ortalaması	1.2 <u>B</u>	1.3 <u>A</u>	0.5 <u>a</u>
Duyarlı çeşitler ortalaması	2.4 <u>A</u>	1.4 <u>A</u>	0.4 <u>a</u>

RR: Rhizomania hastalığına dayanıklı, P&lt;0.05

### 3.6. Potasyum Varlığı

Potasyum varlığı bakımından şeker pancarı çeşitleri bölgelere göre ve her bölgede kendi içerisinde farklılıklar göstermiştir. Hastalığın bulaşık olduğu Eskişehir'de potasyum içeriği bakımından, duyarlı çeşitlerin potasyum içeriklerinin ortalaması, dayanıklı çeşitlerden istatistiki anlamda önemli seviyede % 9 (0.5 Meq 100 g<sup>-1</sup>) daha yüksek bulunmuştur. Hastalığın olmadığı Ilgın ve Hasankale'de ise duyarlı ve dayanıklı çeşitlerin potasyum içeriklerinin ortalamaları Eskişehir'in tersine bir durum sergilemiştir. Dayanıklı çeşitler duyarlı çeşitlerden Hasankale'de %7 oranında önemli seviyede yüksek iken, Ilgın'da iki grup arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur (Çizelge 11).

Çizelge 11. Eskişehir, Ilgın ve Hasankale'de şeker pancarı çeşitlerinin 2005-2007 yıllarına ait ortalama potasyum varlıkları (%).

Çeşitler	Eskişehir	Ilgın	Hasankale
Valentina RR	5.5 ABC	3.7 B	4.4 b
Esperanza RR	5.0 DE	3.6 BC	4.3 c
Felicita RR	4.0 F	3.2 E	3.9 f
Leila RR	4.8 E	3.5 CD	4.3 c
Visa RR	5.6 AB	4.1 A	4.6 a
Kassandra	5.7 A	3.4 CD	4.1 d
Arosa	5.2 CD	3.4 D	3.9 ef
Hülya	5.2 BCD	3.5 CD	4.1 d
Verity	5.8 A	3.5 C	4.1 d
S 2003	5.7 A	3.5 CD	4.0 de
Dayanıklı çeşitler ortalaması	5.0 <u>B</u>	3.6 <u>A</u>	4.3 <u>a</u>
Duyarlı çeşitler ortalaması	5.5 <u>A</u>	3.5 <u>A</u>	4.0 <u>b</u>

RR: Rhizomania hastalığına dayanıklı, P&lt;0.05

### 3.7. α-amino Azot Varlığı

Diğer özelliklerde olduğu gibi, α-amino azot varlığı bakımından şeker pancarı çeşitleri bölgelere göre ve her bölgede kendi içerisinde farklılıklar göstermiştir. Hastalığın bulaşık olduğu Eskişehir'de α-amino azot içeriği dayanıklı çeşitlerde 1,5-2,0 Meq 100 g<sup>-1</sup> ve duyarlı çeşitlerde 0,5-0,7 Meq 100 g<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Dayanıklı çeşitlerin α-amino azot içeriklerinin ortalamaları duyarlı çeşitlerinkine göre % 67 (1.2 Meq 100 g<sup>-1</sup>) daha yüksek bulunmuştur. Hastalığın olmadığı Ilgın ve Hasankale'de kısmen yüksek olan duyarlı çeşitlerin α-amino azot içeriklerinin ortalamaları ile dayanıklı çeşitlerinki arasındaki farklar önemsizdir (Çizelge 12).

## 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Asher (1993), Asher ve Kerr (1996)'ın rapor ettiği gibi, hastalığın enfeksiyon şiddetine bağlı olarak % 30-90 oranındaki kök verimi kayıplarına kıyasla, bu çalışmada % 38 kayıp vermesiyle hastalık şiddetinin orta seviyenin altında olduğunu göstermektedir. Şeker veriminde ise % 54 düzeyindeki kayıp, Putz ve ark.

## Rhizomania hastalığına duyarlı veya dayanıklı şeker pancarında verim

(1990), Rush ve Heidel (1995)'in verdiği % 70 düzeyinin altında gerçekleşmiştir.

Çizelge 12. Eskişehir, Ilgın ve Hasankale'de şeker pancarı çeşitlerinin 2005-2007 yıllarına ait ortalama  $\alpha$ -amino azot varlıkları (%).

Çeşitler	Eskişehir	Ilgın	Hasankale
Valentina RR	1.9 AB	2.0 D	1.0 g
Esperanza RR	1.7 BC	2.1 CD	1.1 fg
Felicita RR	1.5 C	2.0 D	1.2 ef
Leila RR	1.9 AB	2.2 BCD	1.3 cde
Visa RR	2.0 A	2.4 ABC	1.5 a
Kassandra	0.5 D	2.3 ABC	1.5 abc
Arosa	0.7 D	2.2 BCD	1.3 de
Hülya	0.5 D	2.2 BCD	1.4 bcd
Verity	0.6 D	2.1 BCD	1.4 bcde
S 2003	0.6 D	2.3 ABC	1.5 ab
Dayanıklı çeşitler ortalaması	1.8 <u>A</u>	2.1 <u>A</u>	1.2 <u>a</u>
Duyarlı çeşitler ortalaması	0.6 <u>B</u>	2.2 <u>A</u>	1.4 <u>a</u>

RR: Rhizomania hastalığına dayanıklı, P<0.05

Elde edilen sonuçlar, Rhizomania hastalığının şeker varlığında % 19, artırılmış şeker varlığında % 26 oranlarında kayıplara yol açtığını göstermiştir. Ayrıca hastalık, duyarlı çeşitlerde melas oluşturan maddelerden sodyum içeriğinde % 50 ve potasyum düzeyinde % 9 artış göstermiştir.  $\alpha$ -amino azot içeriğinde de % 67 düşüklüğe yol açan hastalık, bitkinin azot alımını engelleyerek, gelişimini önlemiştir. Bizim bulgularımız ile hastalığın, şeker varlığını düşürdüğü ve sodyum düzeyini artırdığını rapor eden Heijbroek (1989) ve hastalığın şeker içeriğini % 5-15 ve  $\alpha$ -amino azot oranını % 20 azalttığını ve ayrıca potasyumu % 5.7 ve sodyumu % 55-152 artırdığını belirten Hollosy (1991)'in bulguları ile uyum göstermektedir.

1995'de Türkiye'de Rhizomania hastalığının bulaşık olmadığı yerlerde duyarlı çeşitler, dayanıklı çeşitlerden, kök veriminde % 8, şeker varlığında % 16, artırılmış şeker varlığında % 18 ve şeker veriminde % 23 daha üstün performans sağlamıştır (Anonim, 1995). Asher ve Kerr (1996), yeni ıslah edilen Rhizomania'ya dayanıklı çeşitlerin düşük performansları geliştirilerek, hastalığın olmadığı şartlarda duyarlı çeşitler seviyesine yaklaştığını rapor etmiştir. Bu çalışmada ise hastalığın olmadığı yerlerde bile dayanıklı çeşitlerin verim ve kalite performanslarının, duyarlı çeşitleri geçtiği belirlenmiştir.

Türkiye'de yapılan çalışmalarda Kaya ve Erdiller (1998), Alpullu şeker fabrikasının ekim alanlarında 1996'da % 5 ve 1997'de % 3,5; Ertunç ve ark. (1998), Çorum, Kastamonu ve Turhal bölgelerinde sırasıyla % 77, % 39 ve % 66; Kutluk Yılmaz ve Erkan (2001), Kastamonu bölgesinde 1994, 1995 ve 1996 yıllarında sırasıyla % 69.2, % 33.1 ve % 56.8; Özer ve Ertunç (2005), Amasya bölgesinde % 26 bulaşıklık oranı saptamışlardır. Kaya (2009), 17 şeker fabrikasının

ekim alanlarında değişik yıllarda (1996-2004 arasında) 4 fabrikada % 19.3, 9 fabrikada % 31.4 ve 15 fabrikada % 48.7 oranında Rhizomania tespit etmiştir. Çalışmaların yapıldığı fabrikaların ekim alanlarının hepsi bulaşık olmadığı halde tamamında dayanıklı çeşit ekilmektedir. Kaya (2010), Türkiye'de 320000 ha şeker pancarı ekim alanının % 86'sında hastalığa karşı dayanıklı çeşit ekildiğini rapor etmiştir.

Türkiye'de hastalığın olmadığı şeker pancarı ekim alanlarında Rhizomania'ya dayanıklı çeşitlerin ekilmesiyle, muhtemel bulaşmalardan hastalık belirtilerinin farkedildiği zamana kadar geçen sürede meydana gelecek düşük düzeyli verim kayıplarının önüne geçilmektedir. Ayrıca, bulaşık alanların arasında kalan ancak hastalığın enfeksiyon koşullarını taşımayan, bulaşa dahi gelişemediği taban arazilerin bitişiğinde kesin sınırlarla ayrılamayan kumsal, süzek ve havadar topraklara sahip tarlalar ile yamaç alanlarda hastalık riskinden dolayı, dayanıklı çeşit ekilerek şeker pancarı üretimi garanti altına alınmaktadır. Ancak, hastalıkla bulaşık olmayan bu alanlarda duyarlı çeşit ekilmesiyle daha yüksek verim ve kalite temin etmek mümkün iken dayanıklı çeşit ekimiyle üretici karı bir miktar düşmektedir. Bu çalışmaya göre, yeni ıslah edilen dayanıklı çeşitlerin hastalık olmasa dahi ekildiğinde üretici karı daha yüksek olacaktır.

Rhizomania hastalığının bulaşık olmadığı Hasankale ve Ilgın'da çevre şartlarının farklılığından dolayı bütün çeşitlerin kök verimleri % 39-45 ve şeker verimleri % 34-43 arasında değişim göstermiştir. Hasankale ve Ilgın'da duyarlı ve dayanıklı çeşitlerin verim ve kalite düzeyleri arasında önemli bir farklılık bulunmamış, bulaşık olan Eskişehir'de ise dayanıklı çeşitler duyarlı çeşitlere göre, yaklaşık iki kat daha fazla kök ve şeker verimi sağlamıştır.

Bu sonuçlara göre, Türkiye'de bütün şeker pancarı üretim alanlarında olabilecek muhtemel bulaşmalardan etkilenmemek, hedeflenen şeker üretiminde ihtiyaç duyulan şeker pancarı rekoltesinin gerçekleşmesi ve hastalıkla ilk defa karşılaşan ve o yıl büyük ekonomik zarara uğrayan çiftçilerin şeker pancarı tarımından vazgeçmelerini önlemek için, hastalık olsun veya olmasın, en son ıslah edilen Rhizomania hastalığına dayanıklı çeşitlerin ekilmesi tavsiye edilmektedir. Böylece, büyük zaman, emek ve para harcanarak sürdürülen, hastalık bulaşmamış alanların her yıl kontrolleri yapılarak, tespit edilmesine gerek kalmayacaktır. Ancak, bulaşık alanlarda sürekli dayanıklı çeşit ekilmesinden dolayı dayanıklılığın kırılma riski olduğundan, hastalığın baskısını azaltmak için en az 4 yıllık münavebe uygulamasına özen gösterilmesi gerekmektedir. Münavebe sahası içerisinde bulaşık olmayan alanlarda dayanıklılık genini kırarak hastalık baskısı olmadığından dayanıklı çeşitlerin ekilmesinde bir sakınca görülmemektedir.

## 5. KAYNAKLAR

- Anonim, 1995. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Dış Ülkeler ile *Cercospora* ve Rhizomania'ya dayanıklı şeker pancarı çeşit deneme sonuçları. Şeker Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2008a. FOLicht GmbH. International Sugar & Sweetener Report 6.
- Anonim, 2008b. FOLicht GmbH. World Sugar Statistics 6.
- Anonim, 2009. T.C. Şeker Kurumu 2008 Yılı Faaliyet Raporu, Ankara.
- Abe, H., Tamada, T. 1986. Association of beet necrotic yellow vein virus with isolates of *Polymyxa betae* Keskin. Annals of the Phytopathological Society of Japan 52: 235-247.
- Asher, M. C. J. 1993. Rhizomania (Editors: Cooke, D. A. and Scott, R. K.) The Sugar Beet Crop Chapman and Hall, London, pp. 312-346.
- Asher, M. C. J. 1994. Rhizomania: Recent development. British Sugar Beet Review 62 (4): 10-12.
- Asher, M. C. J., Kerr, S. 1996. Rhizomania: Progress with resistant varieties. British Sugar Beet Review 64 (2): 19-22.
- Atherton, P., Dutton, J. Madsen R, Pews, R. 1998. International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis. Proceedings of 22<sup>nd</sup> Session Berlin. International Media Limited PO Box 26 Port Talbot West Glamorgan SA13 1NX UK.
- Canova, A. 1959. Appunti di patologia della barbabietola. Informatore Fitopatologico, 9: 390-396.
- Cariolle, M. 1987. Rhizomanie - mesures de prophylaxie en France et Dans D'Autres Pays. Proceedings of 50th International Institute Sugar Beet Research Winter Congress, 63-79, 11-12 February, Bruxelles.
- Clark, M. F., Adams, A. N. 1977. Characteristic of the microplate method of enzyme - linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. Journal of General Virology, 33: 475-483.
- Ertunç, F. 1998. *Polymyxa betae* (Keskin)'nin şeker pancarı kılcal köklerindeki biyolojik dönemleri üzerinde araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1495, Ankara, 17 s.
- Ertunç, F., Erzurum, K., Karakaya, A., İlhan, D., Maden, S., 1998. Incidence of rhizomania disease on sugar beet in Çorum, Kastamonu and Turhal sugar refinery regions. Journal of Turkish Phytopathology, 27 (1): 39-46.
- Heijbroek, W. 1987. Dissemination of rhizomania by water, soil and manure. Proceedings of 50th International Institute Sugar Beet Research Winter Congress, 35-43, 11-12 February, Bruxelles.
- Heijbroek, W. 1989. The development of rhizomania in two areas of the Netherlands and its effect on sugar-beet growth and quality. European Journal of Plant Pathology, 95 (1): 27-35.
- Hollosy, I. 1991. The effect of rhizomania on sugar beet inner composition. Cukoripar, 44 (1): 5-10.
- Kaya, R. 2009. Distribution of Rhizomania Disease in Sugar Beet Growing Areas of Turkey. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 15 (4): 332-340.
- Kaya, R. 2010. Rhizomania hastalığına karşı dayanıklı çeşit ekimi yapılan alanlar. Şeker Enstitüsü Raporu.
- Kaya, R., Erdiller, G. 1998. Alpulu Şeker Fabrikası'nın ekim alanlarında Rhizomania hastalığının yayılma durumu. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 79-83. 21-25 Eylül, Ankara.
- Kaya, R., Erdiller, G. 2001. Alpulu Şeker Fabrikası'nın ekim alanlarında Rhizomania hastalığının yayılma durumu ve toprak özellikleri ile ilişkisi. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 168-180. 3-8 Eylül, Tekirdağ.
- Kajiyama, T., Yoshizawa, A., Yoshida, T., Yanagisawa, A., Yoshimura, Y., Ohtsuchi, K., Abe, H., Niura, T. 1990. Response of sugar beet varieties to rhizomania disease of sugar beet. I. The yield and quality of sugar beet. Japanese Society of Sugar Beet Technologists, 32: 53-58.
- Kıymaz, B., Ertunç, F. 1996. Research on the detection of virus diseases in sugar beet in Ankara. Journal of Turkish Phytopathology, 25 (1-2): 55-63.
- Koch, F. 1987. Bericht über eine reise in verschiedene zuckerrübenanbauggebiete der Türkşeker in Anatolien und Thrazien zum studium von wurzelerkrankungen, KWS Kleinwanzlebener Saatzucht AG, Einbeck, Deutschland.
- Kubadinow, N., Wienenger, L., 1972. Zucker, 25: 43.
- Kutluk, N. D. and Yanar, Y., 2001. Study on the distribution of beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) in sugar beet growing area of Tokat-Turkey. Journal of Turkish Phytopathology, 30: 21-25.
- Kutluk Yılmaz, N. D., Erkan, S. 2001. Kastamonu Şeker Fabrikası Şeker Pancarı Üretim Alanlarında Rhizomania Hastalığının Bulunma Durumu. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 536-540, 3-8 Eylül, Tekirdağ.
- Kutluk, N. D., Yanar, Y. 2002. Kastamonu ili şeker pancarı üretim alanlarında Şeker pancarı nekrotik sarı damar virüsü (BNYVV) ve Şeker pancarı toprak kaynaklı virüs (BSBV-2) hastalığının yaygınlığının belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (1): 1-4.
- Özer, G., Ertunç, F. 2005. Amasya Şeker Fabrikası şeker pancarı ekim alanlarında rhizomania hastalığının belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 11 (3): 339-343.
- Putz, C., Merdinoglu, D., Lemaire, O., Stocky, B., Valentin, P., Wiedemann, S. 1990. Beet necrotic yellow vein benyvirus, causal agent of Rhizomania. Review of Plant Pathology, 69 (5): 247-254.
- Richard-Molard, M. 1996. Enquete rhizomanie 1996. Groupe de travail IIRB - Parasites et Maladies, Suede - 3-5 juillet.
- Rush, C. M., Heidel, O. B. 1995. Furovirus diseases of sugar beet in the United States. Plant Diseases, 79 (9): 868-875.
- Suarez, M. B., Grondona, I., Garcia-Benavides, P., Monte, E., Garcia-Acha, I. 1999. Characterization of beet necrotic yellow vein furovirus from Spanish sugar beet. Int. Microbiology, 2 (2): 87-92.
- Tamada, T. 1975. Beet necrotic yellow vein virus. CMI/AAB. Description of Plant Viruses 144.
- Tosic, M., Sutic, D., Milovanovic, M. 1985. Investigations of sugar beet rhizomania in Yugoslavia. In: Proceedings of 48th International Institute Sugar Beet Research Winter Congress, 431-445, 13-14 February, Bruxelles.
- Vardar, B., Erkan, S., 1992. The first studies on detection of beet necrotic yellow vein benyvirus in sugar beet in Turkey. Journal of Turkish Phytopathology, 21(2-3): 74-76.



## ARAZİ TOPOGRAFYASINA BAĞLI OLARAK BAZI SEBZELERDE NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve NO<sub>2</sub><sup>-</sup> KAPSAMININ DEĞİŞİMİ

Çetin Devrim YILDIRIM<sup>1</sup> Ahmet KORKMAZ<sup>2</sup> Ayhan HORUZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Giresun Köy Hizmetleri İl Müdürlüğü, Giresun-Türkiye

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, 55139 Kurupelit, Samsun-Türkiye

Geliş Tarihi: 23.06.2011

Kabul Tarihi: 02.02.2012

**ÖZET :** Bu çalışmanın amacı arazi topografyasına bağlı olarak bazı sebzelerin NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve NO<sub>2</sub><sup>-</sup> kapsamındaki değişimi incelemektir. Bu amaçla Giresun iline bağlı Merkez ve Bulancak ilçe köyleri, Şebinkarahisar ilçesi köy ve mahallelerinden arazilerin üst, sırt ve etek pozisyonlarından 54 karalahana, 27 marul, 27 ıspanak ve 18 baş lahana olmak üzere toplam 126 taze sebze örneği alınmıştır. Örnekler arazilerin her topoğrafik pozisyonundan 3'er paralel olmak üzere tesadüfi olarak 22/10/2003 tarihlerinde alınmıştır. Alınan sebze örneklerinin arazi topografyasına bağlı olarak NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve NO<sub>2</sub><sup>-</sup> kapsamındaki değişim incelenerek insan sağlığı açısından durumları değerlendirilmiştir. Örneklenen köylerde arazilerin etek pozisyonlarında yetiştirilen karalahana, marul, ıspanak ve başlahana NO<sub>3</sub><sup>-</sup> birikimi, arazilerin üst pozisyonlarda yetiştirilen sebzelere göre daha fazla bulunmuştur. Bahçeli köyü hariç diğer bütün köylerin tüm topoğrafik pozisyonlarında yetiştirilen karalahana ortalama NO<sub>3</sub><sup>-</sup> içeriği yönünden insan sağlığı açısından riskli bulunmuştur (>300 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> kg<sup>-1</sup>, TM). Biroğul köyünün bütün pozisyonlarında yetiştirilen marul, Avutmuş ve Bağlar köyünün bütün pozisyonlarında yetiştirilen ıspanak, Yedi kardeş köyünün sırt ve etek pozisyonlarında yetiştirilen sadece başlahana NO<sub>3</sub><sup>-</sup> içerikleri yönünden riskli bulunmuştur. Alınan sebzeler NO<sub>3</sub><sup>-</sup> birikimi yönünden karalahana > marul > ıspanak > başlahana şeklinde sıralanmıştır. NO<sub>2</sub><sup>-</sup> içeriği bakımından karalahana ve başlahana WHO'ya göre düşük (<1mg kg<sup>-1</sup>, TM) olup insan sağlığı açısından riskli bulunmamış, marul ve ıspanak ise yüksek ve riskli bulunmuştur.

**Anahtar Sözcükler :** Karalahana, marul, ıspanak, başlahana, topografya, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve NO<sub>2</sub><sup>-</sup> içeriği

## VARIATION OF NO<sub>3</sub><sup>-</sup> AND NO<sub>2</sub><sup>-</sup> CONTENTS IN SOME VEGETABLES DEPENDING ON LAND TOPOGRAPHY

**ABSTRACT :** The objective of this study was to investigate the variation of NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and NO<sub>2</sub><sup>-</sup> contents in some vegetables depending on topography. For this purpose, a total of 126 fresh vegetable samples were randomly collected from 54 black cabbage, 27 lettuce, 27 spinach and 18 head cabbage plants with three replicates in each topographic position (upland, backslope and footslope parts) in the villages of Bulancak and Şebinkarahisar and the central districts of Giresun province, on October 22, in 2003. The variations in NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and NO<sub>2</sub><sup>-</sup> contents of these vegetables were determined and evaluated for human health. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> accumulation values in black cabbage, lettuce, spinach and head cabbage grown in footslope position were found to be higher than those of plants grown in upland and backslope positions. The average NO<sub>3</sub><sup>-</sup> contents of the black cabbages grown in the all topographic positions of the locations, except Bahçeli village, were found to be hazardous to human health (>300 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> kg<sup>-1</sup>, TM). Lettuce grown in all topographic positions of Biroğul village, spinach grown in all topographic positions of Avutmuş and Bağlar villages, head cabbage only grown in backslope and footslope positions of Yedikardeş village were found to be risky in terms of their NO<sub>3</sub><sup>-</sup> contents. According to their NO<sub>3</sub><sup>-</sup> accumulation, the vegetable samples were ordered as; black cabbage > lettuce > spinach > head cabbage. While NO<sub>2</sub><sup>-</sup> contents in black cabbage and head cabbage were found to be low and harmless to human health according to WHO (<1mg kg<sup>-1</sup>, DM), NO<sub>2</sub><sup>-</sup> contents in spinach and lettuce were found to be high and hazardous.

**Key Words:** Black cabbage, lettuce, spinach, head cabbage, topography, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> and NO<sub>2</sub><sup>-</sup> contents

### 1. GİRİŞ

İnsanlar tarafından NO<sub>3</sub><sup>-</sup>'in %80'i gıdalarla %20'si içme suları ile alınmaktadır. Gıdalarla alınan NO<sub>3</sub><sup>-</sup>'in %70'inin yenilen sebzelerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Isermann, 1983). İnsan sağlığı açısından NO<sub>3</sub><sup>-</sup>'in asıl önemi ise toksik seviyelere kadar birikerek NO<sub>2</sub><sup>-</sup>'ye dönüşmesidir. Çünkü gıdalarla alınan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> mikrobiyal olarak, içme sularıyla alınan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> da redüksiyonla NO<sub>2</sub><sup>-</sup>'ye dönüşmekte ve biriken NO<sub>2</sub><sup>-</sup> nitroz amin ve sekonder aminleri oluşturarak yetişkinlerde mide ve bağırsak kanserlerine yol açmaktadır. Çocuklarda ise NO<sub>2</sub><sup>-</sup> hemoglobinde O<sub>2</sub>'nin yerine geçmek suretiyle methemoglobine dönüşmekte ve ölümcül sonuçlar doğurabilmektedir (Isermann, 1983; Tannenbaumand ve Correa, 1985; Ezeagu,1996; Huarte-Mendicoa ve ark., 1997).

Bitkiler azotu NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ve NH<sub>4</sub><sup>+</sup> formunda alırlar. Her iki azot formu da bitki bünyesinde amonyağa dönüştürülür. Alınan NH<sub>4</sub><sup>+</sup> azotu bitkiler tarafından NH<sub>4</sub><sup>+</sup> → NH<sub>3</sub> + H<sup>+</sup> şeklinde NH<sub>3</sub> formuna dönüştürülmektedir. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ise birinci aşaması hücre sitoplazmasında, ikinci aşaması kloroplastlarda cereyan eden indirgenme reaksiyonları sonucunda, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 8H<sup>+</sup> 8e<sup>-</sup> → NH<sub>3</sub> + 2H<sub>2</sub>O + OH<sup>-</sup> şeklinde, NH<sub>3</sub>'a dönüşmektedir. Daha sonra oluşan amonyak organik asitlerle birleşmek suretiyle redüktif aminasyon ve transaminasyon yoluyla amino asitlerin yapısına girerek asimile olur. Ancak NH<sub>3</sub>'e indirgenemeyen nitrat yeşil bitki dokularının hücre vakuollerinde NO<sub>3</sub><sup>-</sup> yada NO<sub>2</sub><sup>-</sup> şeklinde birikir. Bu durum özellikle yetişme ortamında nitrat azotunun çok fazla olması halinde gerçekleşir (Aktaş, 1994; Kacar ve Katkat, 2009). Bazı bitki türleri indirgeyebilecekleri miktarın üzerinde nitrat azotu

almaları sonucu  $\text{NO}_3^-$  iyonunu akümüle ederler (Schrader, 1978). Bitkilerin tarafından akümüle edilen  $\text{NO}_3^-$  miktarının toprak şartları, aşırı azotlu gübreleme, ışık intensitesi, sıcaklık, sulama, tarım ilaçları ve depolama koşulları gibi birçok faktöre bağlı olduğu belirtilmiştir (Goodman, 1979; Duncan ve John, 2006). Sebzelede akümüle olan  $\text{NO}_3^-$  miktarındaki değişim çevresel faktörlerden ileri gelebileceği gibi genetik farklılıklardan da ileri gelebileceği belirtilmiştir (Griffith ve Johnston, 1961; Subramanya ve ark., 1980). Maynard ve ark. (1976) akümüle edilen  $\text{NO}_3^-$  miktarı çevresel şartlara bağlı olmakla birlikte, genotip farklılıkların  $\text{NO}_3^-$  akümülesyonunda daha önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Korkmaz ve ark. (2004) aynı harç ortamında yetiştirilen marul çeşitlerini akümüle ettikleri nitrat ve nitrit miktarları yönünden karşılaştırmış ekimden sonra 50 gün yetiştirilen marul çeşitlerinin  $\text{NO}_3^-$  kapsamı yönünden oldukça ayrımlı oldukları tespit edilmiştir. Marul çeşitleri arasında en düşük nitrat akümüle eden çeşit Tasna olup  $48.31 \text{ mg NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$  taze materyal içermiştir. Yedikule, Arapsaçı ve Kıvrıcık marul çeşitleri nitrat kapsamı yönünden yüksek, Olenka ve Tasna çeşitleri ise düşük bulunmuşlardır ( $<0.65 \text{ g NO}_3^-/\text{kg}$  taze madde ise düşük). Avrupa Birliği'nin besin maddelerinin kontrolü için oluşturduğu bilimsel komitenin önerdiği değere göre ise ( $575 \text{ ppm NO}_3^-$ ) Yedikule, Arapsaçı ve Kıvrıcık çeşitleri nitrat kapsamı yönünden yüksek, Olenka ve Tasna ise düşük bulunmuşlardır. Marul çeşitleri  $\text{NO}_2^-$  içerikleri bakımından farklı bulunmamıştır.

Sebzelelerin nitrat ve nitrit kapsamı üzerinde etkili faktörlerden bir diğeri yetiştiricilik yapılan arazinin topografyasıdır. Topografya, yağış miktarını, erozyon miktarını, drenaj, yıkanma ve çökmeyi etkileyerek toprak profili üzerinde etkili olmaktadır. Gülsar ve ark. (1999), Samsun yöresinde tarlaların topografyasına bağlı olarak bazı sebzelelerin nitrat kapsamının değiştiğini, sebzelelerin  $\text{NO}_3^-$  içeriklerinin tarla eğimi boyunca yukarıdan aşağıya doğru arttığını, tarlanın etek ve teras pozisyonlarında yetişen sebzelelerin  $\text{NO}_3^-$  içeriklerinin sırt ve yamaç pozisyonlarda yetişen sebzelelerin  $\text{NO}_3^-$  içeriklerinden yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar Samsunda yetiştirilen sebzelelerdeki  $\text{NO}_3^-$  miktarındaki artışın azotlu gübrelerin sık ve aşırı uygulanmasından meydana geldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca etek ve teras pozisyonlarındaki sebzelelerde meydana gelen yüksek  $\text{NO}_3^-$  birikiminin önlenmesi için toprak erozyonun önlenmesi gerektiğini, uygulanacak gübre miktarı belirlenirken  $\text{NO}_3^-$  yıkanması, yüzeysel akış ve erozyonunun dikkate alınması gerektiğini de ifade etmişlerdir.

Goodman (1979) tarafından azotun asimilasyon etkinliğinin çeşitlere göre değiştiği belirtilmiştir. Akümüle edilen  $\text{NO}_3^-$  miktarının bitkilerin nitratı indirgeyebilme kapasitelerine bağlı olduğu belirtilerek, nitrat redüktaz enzim aktivitesi düşük olduğunda bitkilerde nitratın  $\text{NO}_3^-$  iyonu şeklinde akümüle edildiği bildirilmiştir.

Diğer yandan nitrat birikiminin marulda çeşitlere göre önemi ölçüde değiştiği belirtilerek en düşük nitrat kapsayan çeşitlerin tespit edilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Blom-Zandstra ve Eenink, 1986). Araştırmacılar 1 kg taze marulda  $0.65 \text{ gr}$ 'dan fazla nitrat kapsayan çeşitleri  $\text{NO}_3^-$  kapsamı yüksek çeşitler olarak,  $0.65 \text{ gr}$ 'ın altında nitrat kapsayan çeşitleri ise  $\text{NO}_3^-$  kapsamı düşük çeşitler olarak gruplandırmışlardır.

Oruç ve Ceylan (2001), Bursa yöresinde farklı sebze bahçeleri ve pazar yerlerinde 2000 yılının şubat, mart, nisan aylarında almış olduğu 51 sebze numunesinde yapılan analiz sonucunda içerdikleri nitrat düzeylerine göre en yüksekten en küçüğe doğru sebzelelerin roka, marul, ıspanak, brokoli, beyaz lahana ve pırasa olarak sıralanmakta olduğunu ve bu sebzelelerde bulunan nitrat ve nitrit konsantrasyonlarının insan ve hayvan sağlığı açısından herhangi bir risk oluşturmayacağını belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar Türk Gıda Kodeksinin marul ve taze ıspanak için belirlediği nitrat sınır değerinin  $805 \text{ ppm}$  lahana için belirlediği sınır değerinin ise  $201.25 \text{ ppm}$  olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar Dünya sağlık teşkilatı (WHO)'ya göre taze sebzelelerde yaş ağırlık üzerinden  $300 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dan fazla nitrat,  $1 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dan fazla da  $\text{NO}_2^-$  bulunmaması gerektiği bildirilmiştir (WHO, 1995). 1997 yılında yayınlanan Türk Gıda Kodeksi yönetmeliğine göre, marul ve taze ıspanakta en fazla bulunabilecek nitrat miktarı  $805 \text{ ppm}$  olarak bildirilmiştir (Anonim, 1997). Avrupa Birliği'nin besin maddelerinin kontrolü için oluşturduğu bilimsel komite ise hasat dönemindeki marul için nitrat kapsamının  $575 \text{ ppm}$  olması gerektiğini belirtmiştir (Anonymous, 1995).

Bu araştırmanın amacı arazi topografyasına bağlı olarak bazı sebzelelerde akümüle edilen  $\text{NO}_3^-$  ve  $\text{NO}_2^-$  kapsamlarındaki değişimleri incelemektir.

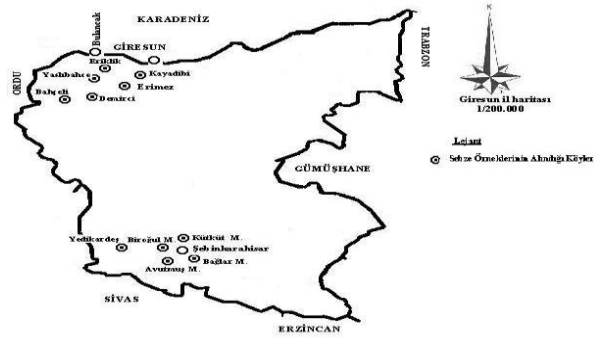
## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Sebze Örneklerinin Alındığı Yörelere, Topografik Özellikleri ve Analize Hazırlanması

Sebze örneklerinin alındığı yerler Şekil 1'de verilmiştir. Bu çalışmada sebze örnekleri her farklı lokasyondan, arazilerin topografyalarına bağlı olarak yamaç eğimi boyunca 1. üst, 2.sırt ve 3. etek olmak üzere 3 pozisyondan alınmıştır. Her topografik pozisyonu temsil edecek şekilde örnekler tesadüfî olarak 3 farklı yerden 20-22/10/2003 tarihlerinde alınmıştır. Giresun merkez ve Bulancak ilçesi Demirci, Bahçeli, Eriklik, Yaşlı bahçe, Erimez ve Kaya dibi köylerinden toplam 54 kara lahana örneği alınmıştır. Karalahana yetiştiriciliği yapılan arazilerin eğimi %20-35 arasında değişmektedir. Şebinkarahisar ilçesine bağlı Ağutmuş, Bağlar, Büroğül köylerinde toplam 27 marul, 27 ıspanak örneği alınmıştır. Yedikardeş ve Küt küt köyleinden olmak üzere toplam 18 baş lahana örneği alınmıştır. Marul, ıspanak ve baş lahana örneklerinin alındığı arazilerin eğimi %8-15

arasında değişmektedir. Alınan toplam 126 adet sebze örneği buz kutularına konularak laboratuara getirilmiştir. Önce çeşme suyu ile yıkanıp daha sonra saf su ile yıkanan sebze örnekleri kurutma kağıdı ile kurutulduktan sonra NO<sub>3</sub> ve NO<sub>2</sub> tayini için hemen püre haline getirilmiştir (Anonymous, 1998).

Kara lahanaya örneklerinin alındığı arazilerde kırmızı sarı podzolik topraklar; marul, ıspanak ve baş lahananın alındığı köylerde ise gri kahverengi ve kahverengi topraklar hakim durumdadır. Örneklerin alındığı Giresun ilinin uzun yıllara ait bazı iklimsel parametreleri Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Araştırmaya konu olan Giresun İlinde sebze örneklerinin alındığı yerler

Çizelge 1. Giresun ilinin uzun yıllara ait (1928-2003) bazı iklimsel parametreleri (Anonim, 2003).

İklimsel Parametreler	Aylar											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ortalama Sıcaklık C°	7.0	7.0	7.9	11.3	15.4	19.8	22.5	22.7	19.8	16.1	12.5	9.3
En yüksek sıcaklık ort.	24.9	29.5	34.9	36.0	35.4	36.2	35.3	35.2	32.8	37.3	32.8	33.0
En düşük sıcaklık ort.	-6.2	-9.8	-5.8	-1.4	4.0	6.8	12.1	12.1	4.8	4.2	-4.7	-2.4
Oransal nem, %	70	71	74	77	80	77	78	77	78	77	72	69
Ort. yağış mik. mm	125.3	106.9	94.5	79.3	64.6	73.6	76.4	94.3	126.4	155.3	149.5	124.4
Donlu gün sayısı	2.6	2.9	1.5	0.1	-	-	-	-	-	-	0.1	0.6
Ort. kapalı gün sayısı	13.2	11.7	14.0	12.3	10.2	6.4	7.5	6.8	7.2	9.7	10.0	11.8
Ort. açık gün sayısı	3.1	3.2	3.4	3.0	3.8	5.8	4.4	4.5	5.9	5.6	4.9	3.7

## 2.2. Alınan Sebze Örneklerinde Yapılan Analizler

### 2.2.1. NO<sub>3</sub> tayini

Taze sebzeler püre haline getirildikten sonra 5 g örnek alınıp 50 ml'lik balonlara konulmuş ve balon safsu ile derecesine tamamlandıktan sonra sebze örnekleri 75 ml'lik behere boşaltılmış ve nitrat (mg NO<sub>3</sub>-N/kg taze örnek) Consort P903 iyonmetresi ile potansiyometrik olarak iyonmetre ile ölçülmüştür (Anonymous, 1998).

### 2.2.2. NO<sub>2</sub> tayini

Taze sebze örneklerinde nitrit ISO-2918'e göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Püre haline getirilmiş sebzelerden 5 g örnek tartılarak 50 ml'lik balonlara konmuş üzerine 10 ml saf su 1 ml Carrez I ve 1 ml Carrez II ilave edilerek balon çizgisine kadar saf su ile tamamlanmış bir saat sonra ekstrakte edilmiştir. Balon içeriği filtre edilmiştir. Filtre edilen örnekten 10 ml alınmış erlenlere konulmuştur. Üzerine kısa bir süre önce eşit hacimlerde karıştırılmış olan Griess I ve Griess II karışımlarından 10 ml eklenmiştir. 15 dakika sonra oluşan kırmızı renkli çözeltinin optik dansitesi 530nm dalga boyunda spektrofotometre ile okunmuştur. Okunan absorbans değerlerinden materyaldeki NO<sub>2</sub> miktarı standart eğri yardımıyla bulunmuştur (Anonymous, 1995).

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Giresun merkez ve ilçe köylerinde yetişen bazı sebzelerde NO<sub>3</sub> ve NO<sub>2</sub> birikimlerinin topoğrafik pozisyonlara bağlı olarak değişimleri Çizelge 2 ve 3'te verilmiştir. Sebzelerde akümüle olan NO<sub>3</sub> miktarlarına ilişkin değerlerin köylere, arazinin topoğrafik pozisyonlarına ve sebze türlerine bağlı olarak önemli derecede (P<0.05) değiştiği görülmüştür.

Tarla eğimi boyunca aşağıya doğru sebzelerin NO<sub>3</sub> birikimleri artmıştır. Arazinin üst pozisyonlarında yetişen karalahananın ortalama nitrat kapsamı kg taze ağırlık olarak 1089.72 mg'dan, sırt pozisyonlarda 1736.43 mg'a, etek pozisyonlarda ise 283.06 mg'a yükselmiştir. Benzer şekilde arazinin üst kesimlerinde yetişen marul, ıspanak ve başlahana sebzelerinde nitrat birikimi kg taze ağırlıkta sırasıyla 243.12, 295.85 ve 69.75 mg NO<sub>3</sub> iken, etek pozisyonlarda yetişen marul, ıspanak ve başlahana sebzelerinde sırasıyla 1178.06, 579.03, 327.75 mg NO<sub>3</sub>/kg değerlerine yükselmiştir (Şekil 2). Benzer sonuçlar Gülsar ve ark. (1999) tarafından da ifade edilmiştir. Araştırmacılar Samsun yöresinde yaptıkları çalışmada sebzelerin nitrat içeriklerinin tarla eğimi boyunca yukarıdan aşağıya doğru arttığını, aynı tarlanın etek ve teras pozisyonlarında yetişen sebzelerin NO<sub>3</sub> içeriklerinin sırt ve yamaç

pozisyonlarda yetişen sebzelerin NO<sub>3</sub> içeriklerinden düşük olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca etek pozisyonlardaki sebzelerde meydana gelen yüksek NO<sub>3</sub> birikiminin toprak erozyonuna işaret ettiğini belirtmişler, nitratlı gübrelerin kullanılmasında yıkanma, yüzeysel akış ve erozyonun dikkate alınması gerektiğini ifade etmişlerdir. Yaprak lahananın ortalama NO<sub>3</sub> içeriği mg kg<sup>-1</sup> taze ağırlık olarak köyler Yaslıbahçe (3751.45) > Erimez (2660.40) > Eriklik > (2597.33) Demirci (596.16) > Kayadibi (519.64) > Bahçeli (93.41) şeklinde sıralanmıştır. Marulun ortalama NO<sub>3</sub> içeriği yönünden köyler Biroğul (1470.52) > Bağlar (261.60) > Ağutmuş (209.76) şeklinde sıralanmıştır. Ispanak bitkisinin ortalama NO<sub>3</sub> içeriği yönünden köyler Ağutmuş (695.08) > Bağlar (398.70) > Biroğul (195.98) şeklinde sıralanmıştır. Baş lahananın ortalama NO<sub>3</sub> içeriği yönünden köyler yedi kardeş (340.67) > Kütük (131.86) şeklinde sıralanmıştır.

Ortalama NO<sub>3</sub> birikimleri yönünden sebzeler karalahana> marul> ispanak> başlahana şeklinde sıralanmış, bu sebzelerin ortalama NO<sub>3</sub> kapsamı sırası ile 1703.07, 647.29, 429.91 ve 236.27 mg NO<sub>3</sub> kg<sup>-1</sup> taze ağırlık olarak bulunmuştur. Mor ve ark. (2010) NO<sub>3</sub> içeriğinin lahanada 510 mg kg<sup>-1</sup>, pırasada 91 mg kg<sup>-1</sup>, marulda 1439 mg kg<sup>-1</sup>, maydanozda 1070 mg kg<sup>-1</sup>, ispanakta 1132 mg kg<sup>-1</sup> ve turpta 3428 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu bildirmişlerdir. Avrupa Birliği Komisyonu ve Dünya Sağlık Örgütü sebzelerin NO<sub>3</sub> içeriklerinin çeşit ve genetik faktörlere bağlı olarak 1-10000 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişebildiğini ve sebze yetiştiriciliğinde yer, kültüvasyon ve depolama şartlarının da NO<sub>3</sub> akümülyasyonunda etkili faktörlerden olduklarını bildirmişlerdir (EUC, 1995; WHO, 1995). Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO, 1995) taze sebzelerde yaş ağırlık üzerinden 300 mg kg<sup>-1</sup>'den fazla nitrat

bulunmaması gerektiğini belirtmiştir. Ancak bütün pozisyonlarda yetişen karalahana'nın, sırt ve özellikle etek pozisyonlarda yetiştirilen marul ve ispanağın NO<sub>3</sub> içeriği yönünden yüksek olduğu görülmüştür. Başlahananın NO<sub>3</sub> kapsamı ise WHO'nun belirlediği değerin altında bulunmuştur.

Kara lahananın NO<sub>2</sub> içeriği 0.25-7.67 mg kg<sup>-1</sup> aralığında, marulun 0.20-19.07 mg kg<sup>-1</sup> arasında, ispanağın 0.82-37.03 mg kg<sup>-1</sup> arasında, baş lahananın 0.16-1.05 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği bulunmuştur. Mor ve ark. (2010) marulda NO<sub>2</sub> içeriğinin 2.92-8,80 mg kg<sup>-1</sup> arasında ve yüksek olduğunu, ispanak, turp, ve lahanada 0.06-0.41 mg kg<sup>-1</sup>; pırasa ve maydanozda ise 0.2-1.5 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini ve düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Şekil 3'ün incelenmesinden anlaşılacağı üzere topoğrafik pozisyonlara bağlı olarak sebzelerin NO<sub>2</sub> kapsamındaki değişim ayrımlı bulunmuş, marulda NO<sub>2</sub> kapsamı tarla eğimi boyunca aşağı doğru arttığı halde, karalahana ve ispanakta NO<sub>2</sub> kapsamı tarla eğimi boyunca aşağıya doğru azalmıştır. Başlahananın NO<sub>2</sub> kapsamı topoğrafik pozisyonlara göre değişmemiştir.

Nitrit kapsamı ispanakta diğer sebzelere göre yüksek bulunmuştur. Erimez köyünde tarlaların üst pozisyonunda yetiştirilen karalahananın; Ağutmuş köyündeki tarlaların üst pozisyonunda, Biroğul köyündeki tarlaların üst ve etek pozisyonlarında yetiştirilen marulun; Ağutmuş ve Biroğul köylerinde tarlaların bütün pozisyonlarında Bağlar köyünde ise tarlaların üst ve etek pozisyonunda yetiştirilen ispanak bitkisinin NO<sub>2</sub> kapsamı WHO tarafından önerilen sınır değerin (1 ppm) üzerinde bulunmuştur. Baş lahananın NO<sub>2</sub> kapsamı önerilen değerin altında bulunmuştur.

**Çizelge 2.** Giresun merkez ve bazı ilçelerinde farklı köy ve mahallelerde yetişen bazı sebzelerin NO<sub>3</sub> kapsamlarının topografyaya bağlı olarak değişimi

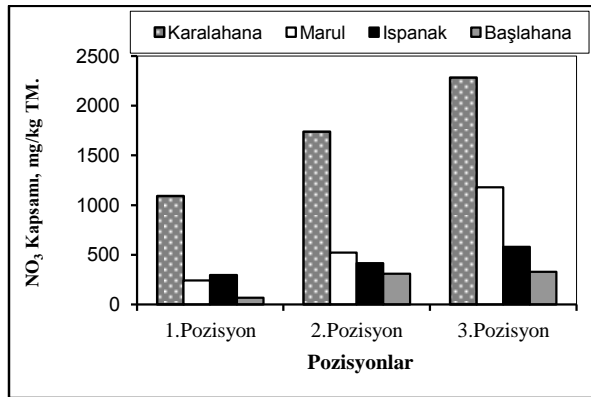
Sebzeler	Topoğrafik pozisyonlar	Sebzelerin NO <sub>3</sub> kapsamı (mg kg <sup>-1</sup> . TM)						Ortalama
		Merkez Bulancak İlçesi Köyleri						
		Demirci	Bahçeli	Eriklik	Yaslı Bahçe	Erimez	Kaya dibi	
Kara Lahana	1	394.20c	51.30c	1093.00c	2613.60c	1933.20c	453.00b	1089.72C
	2	460.08b	78.75b	1231.50b	4642.50a	3510.00a	495.72b	1736.43B
	3	934.20a	150.19a	5467.50a	3998.25b	2538.00b	610.20a	2283.06A
	Ortalama	596.16C	93.41D	2597.33B	3751.45A	2660.40B	519.64C	
Marul	Şebinkarahisar ilçesi köyleri							
		Ağutmuş	Bağlar	Biroğul				
	1	150.30b	242.10b	336.96c				243.12C
	2	225.90a	269.10a	1067.09b				520.70B
3	253.08a	273.60a	3007.50a				1178.06A	
Ortalama	209.76B	261.60B	1470.50A					
Ispanak	Şebinkarahisar ilçesi mahalleleri							
		Ağutmuş	Bağlar	Biroğul				
	1	492.00c	314.10c	81.50c				295.85C
	2	685.74b	412.50b	146.34b				414.86B
3	907.50a	469.50a	360.09a				579.03A	
Ortalama	695.08A	398.70B	195.98C					
Baş Lahana	Şebinkarahisar ilçesi mahalleleri							
		Yedi kardeş	Kütük					
	1	75.51c	63.99b					69.75B
	2	359.25b	83.34b					311.30A
3	407.25a	248.25a					327.75A	
Ortalama	340.67A	131.86B						

1- Üst Pozisyon. 2- Sırt Pozisyonu. 3- Etek Pozisyon

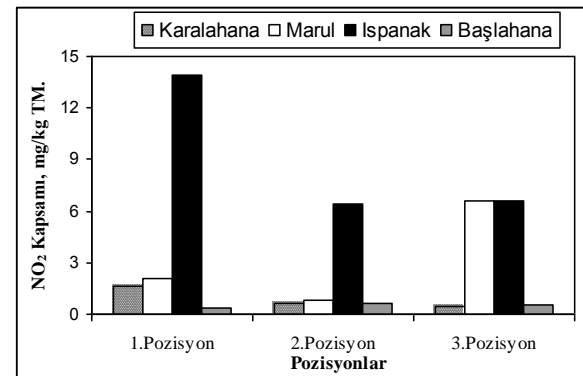
**Çizelge 3.** Giresun- merkez ve bazı ilçelerinde farklı köy ve mahallelerde yetişen bazı sebzelerin NO<sub>2</sub> kapsamlarının topoğrafyaya bağlı olarak değişimi

Sebzeler	Topoğrafik pozisyonlar	Sebzelerin NO <sub>3</sub> kapsamı (mg kg <sup>-1</sup> TM)						Ortalama
		Merkez Bulancak İlçesi Köyleri						
		Demirci	Bahçeli	Eriklik	Yaslı Bahçe	Erimez	Kaya dibi	
Kara Lahana	1	0.34	0.48b	0.58	0.25	7.67a	0.25b	1.60A
	2	0.41	0.76a	0.58	0.43	0.95b	0.58a	0.62B
	3	0.37	0.30b	0.59	0.30	0.67b	0.54a	0.46B
	Ortalama	0.37B	0.51B	0.58B	0.33B	3.10A	0.46B	
Şebinkarahisar ilçesi köyleri								
Marul		Ağutmuş	Bağlar	Biroğlu				
	1	1.56a	0.20b	4.39b				2.05B
	2	1.30b	0.69a	0.55c				0.85C
	3	0.25c	0.39b	19.07a				6.57A
Ortalama	1.04B	0.43B	8.21A					
Şebinkarahisar ilçesi mahalleleri								
Ispanak		Ağutmuş	Bağlar	Biroğlu				
	1	37.02a	1.36a	3.34b				13.91A
	2	10.64b	0.82b	7.90a				6.45B
	3	6.87c	9.26b	3.55b				6.56B
Ortalama	18.25A	3.81C	4.93B					
Şebinkarahisar ilçesi mahalleleri								
Baş Lahana		Yedi kardeş	Kütük					
	1	0.20c	0.50a					0.35A
	2	1.05a	0.16b					B
	3	0.61b	0.45a					0.61A
Ortalama	0.62	0.37					0.53A	

1-Üst Pozisyon. 2- Sirt Pozisyonu. 3- Etek Pozisyon



Şekil 2. Farklı topoğrafik pozisyonlardaki sebzelerin NO<sub>3</sub> kapsamı



Şekil 3. Farklı topoğrafik pozisyonlardaki sebzelerin NO<sub>2</sub> kapsamı

Sonuç olarak, arazilerin etek pozisyonlarından yetiştirilen karalahana, marul, ıspanak ve baş lahanada NO<sub>3</sub> birikimi üst pozisyonlarda yetiştirilen sebzelere

göre daha yüksek bulunmuştur.. Genel olarak alınan sebzeler NO<sub>3</sub> birikimi yönünden karalahana > marul > ıspanak > baş lahanada şeklinde sıralanmıştır. Giresun ilinde yetiştirilen sebzelerin nitrat içerikleri WHO tarafından önerilen değerin üzerinde bulunmuştur.

Karalahana NO<sub>2</sub> içeriği yönünden düşük (< 1 mg kg<sup>-1</sup>, TM) olmakla beraber sadece Erimez köyünün üst pozisyonunda, marul Avutmuş ve Biroğul köylerinde, ıspanak Avutmuş, Bağlar ve Biroğul köylerinde yüksek olup insan sağlığı açısından risk teşkil etmektedir. Baş lahanada ise NO<sub>2</sub> içeriği WHO tarafından belirtilen değerin (< 1 mg kg<sup>-1</sup>, TM) altında ve düşük bulunmuştur.

Aşırı azotlu gübre kullanımından kaçınılmalı ve azotlu gübrelerin etek pozisyonlara yıkanmasını önleyecek şekilde teraslama yapılmalıdır.

#### 4. KAYNAKLAR

- Aktaş, M. 1994. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 1361, Ankara, s. 344
- Anonim, 1995. European Commission Scientific Committee For Food. SCF. Opinion on nitrate and nitrite. Anex IV to Document III/15611/95.
- Anonim, 1997. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Yabancı madde ve bileşikler (Ek. 16) (16 Kasım 1997 tarihli T.C. Remi gazete) s.130
- Anonim, 1998. Consort P903. Manual Hanleiding. Consort nv Parklaan 36 B2300 Turnhout Belgium.
- Anonim, 2003. Giresun ilinin Uzun Yıllar (1928-2003) Ait Bazı İklim Verileri. Meteoroloji istasyon il müdürlüğü, Giresun
- Blom- Zandstra, M., Eenink, A.E. 1986. Nitrate Concentration and Reduction in Different Genotypes of Lettuce. Soc. Sci. Hort. Amers. 111(6): 908-911.

- Duncan, J.G., John, H. 2006. Effect of nitrogen fertiliser on the nitrate contents of field vegetables grown in Britain. *J. Sci. Food Agric.*, 37:373-383.
- EUC, 1995. Opinion on nitrate and nitrite. Annex 4 to Document III/ 5611/95, pp: 1-25.
- Ezeagu, I.E., 1996. Nitrate and nitrite contents in ogi and the changes occurring during storage. *Food Chem.*, 56:77-79
- Goodman, P.J. 1979. Genetic control of inorganic nitrogen assimilation of crop plants, In: E.J. Hewitt and C.V. Cutting (Eds). Nitrogen assimilation of plants. Academic, New York. p. 65-76.
- Griffith, G., Johnston, T.D. 1961. The nitrate-nitrogen content of herbage: III. The mineral nitrate content of rape and kale. *J. Sci. Food Agr.* 12:348-352.
- Gulsar, C., Korkmaz, A., Horuz, A. 1999. Nitrate Accumulate in Same Vegetables Sampled from Different Parts of Hillside Fields in Samsun, Proceeding of the Fifth Bakü International Congress “Energy, Ecology, Economy” Bakü. ISO- 2918, 1975.
- Huarte-Mendicoa, J.C., Astiasaran, I., Bello, J. 1997. Nitrate and nitrite levels in frozen broccoli. Effect of freezing and cooking. *Food Chem.*, 58: 39-42.
- Isermann, K. 1983. Fertilizers and Agriculture (International Fertilizers Industry Association). Aditorial Committee (J.O. Comas, R. Gervy, O. Gunnarsson, L.J. Carpentier) No:85 September, p 104.
- Kacar, B., Katkat, A.V. 2009. Bitki Besleme. 4. Baskı, Nobel Yayın No:849, 659 s.
- Korkmaz, A., Horuz, A., Çolak, B. 2004. Sera Şartlarında Harç Ortamında Yetiştirilen Marul Çeşitlerinin Ürün Miktarları,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  ve Mineral Madde Kapsamları. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.* 19(3):50-56
- Maynard, D.N., Barker, A.V., Minotti, P.L., Peck, N.H. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. *Adv. Agron.* 28:71-118.
- Mor, F., Şahindokuyucu, F., Erdoğan, N. 2010. Nitrate and Nitrite Contents of some Vegetables Consumed in South Province of Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances.* 9(15):2013-2016.
- Oruç H.H., Ceylan, S. 2001 Bursada Tüketilebilen Bazı Sebzelelerde Nitrat ve Nitrit. *J. Facvet. Med.* 20:17-21.
- Schrader, L.E. 1978. Uptake, accumulation, assimilation and transport of nitrogen in higher plant. In:D.R. Nielson and J.G. MacDonald (eds) Nitrogen in environment II. Academic, New York., Toronto, London. Ap. 101-141.
- Subramanya, R., Vest, G., Honma, S. 1980. Inheritance of nitrate accumulation in lettuce. *Hortscience* 15:525-526.
- Tannenbaum, S.R., Correa, P. 1985. Nitrate and gastric cancer risks. *Nature*, 317: 675-676.
- WHO, 1995. Evaluation of certain food additives and contaminants. 44th Report of the Joint Food and Agriculture Organization/World Health Organization Expert Committee on Food Additives, Technical Report Series 859. WHO, Geneva, Switzerland, pp: 36-38.

## BAZI MEYVE AĞAÇLARININ MEKANİK HASADINDA KULLANILAN SİLKELEYİCİLER VE FARKLI SİLKELEME YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ

Taner YILDIZ

\*Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Tarım Makineleri Programı, Samsun  
tyildiz@omu.edu.tr

Geliş Tarihi : 20.06.2011

Kabul Tarihi : 09.03.2012

**ÖZET:** Meyve üretiminde iş gücünün büyük bir bölümü hasat işlemlerinde harcanmaktadır. Dünya meyveciliğinin yoğun bir gelişme süreci içerisine girmesi ve genelde işçi ücretlerinin büyük artışlar göstermesi tarımın bu kolunda hasat işlerinin makine ile yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Son yıllarda, meyvecilik alanlarının genişlemesi ve büyük ticari bahçelerin kurulmasına paralel olarak mekanik hasada duyulan ilgi artmaktadır. Mekanik yolla hasat iş gücü gereksinimi ve hasat masraflarının azaltılabilmesi açısından önemlidir. Mekanik hasatta ağaç türlerine bağlı olarak farklı çalışma prensiplerine sahip olan silkeleyiciler kullanılmaktadır. Bu çalışmada, bazı meyve ağaçlarının mekanik olarak hasat edilmesinde uygulanan farklı silkeleyiciler ve silkeleme yöntemleri hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Mekanik hasat, silkeleyiciler, meyve ağaçları, silkeleme yöntemleri

### ANALYZING SOME SHAKERS AND SHAKING METHODS USED IN MECHANICAL HARVESTING OF SOME FRUIT TREES

**ABSTRACT:** Most of the agricultural labour is spend in harvesting facilities in fruit production. Rapid development of world fruit production and excess increases in labour costs force mechanical harvesting in this sector of agriculture. During recent years, there has been a common interest in mechanical harvesting due to expansion of the fruit production areas and also establishment of large commercial orchards. Mechanical harvesting is important in terms of decreasing labour requirements and harvesting costs. Shakers with various kinds of working principles developed according to tree species are used in mechanical harvesting. In this review, it was aimed to give some knowledge about different shaking methods and shakers used in mechanical harvesting of some fruit trees.

**Keywords:** Mechanical harvest, shakers, fruit trees, shaking methods

#### 1. GİRİŞ

Meyve üretiminde iş gücünün büyük bir bölümü hasat işlemlerinde harcanmaktadır. Dünya meyveciliğinin yoğun bir gelişme süreci içerisine girmesi ve genelde işçi ücretlerinin büyük artışlar göstermesi bu tarım sektöründe de hasat işlerinin makine ile yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Son yıllarda meyvecilik alanlarının genişlemesi ve büyük ticari bahçelerin kurulmasına paralel olarak özellikle meyve suyu endüstrisinin ilerlemesiyle, mekanik hasada duyulan ilgi artmaktadır. Çünkü kurulan geniş ticari meyve bahçelerinde elle hasat yapılması, elde edilecek ürünün maliyetini oldukça arttırmaktadır (Pırlak ve Güler, 2000). Bu nedenle, meyvelerin mekanik olarak hasat edilmesi, birçok ürünün daha karlı olabilmesi için anahtar bir faktör olarak düşünülmektedir (Sergio ve ark., 2008).

Meyve ağaçlarının mekanik olarak hasat edilmesi eş zamansız olgunlaşma, sert kabuklu meyvelerin dışında kalan meyvelerin termik-mekanik dayanım azlığı, çok yıllık bitki oluşları, çeşit fazlalığı, ekiliş ve dikiliş yöntemlerinin farklı olmaları nedeniyle, fazla gelişmişlik gösterememektedir. Elle meyve hasadı meyveden meyveye değişmekle birlikte, ortalama olarak 450–2000 İGH/ha (İnsan İş Gücü-Saat/hektar) gerektirmektedir. Bu rakam üretim için toplam çalışma zamanının % 40-80'ini, toplam üretim maliyetinin % 30-60'ını oluşturmaktadır. Meyve ağaçlarının hasadı tahıla göre iş gücü bakımından

100–250 kat ve üretim masrafı bakımından ise yaklaşık 40 kat fazla olmaktadır (Tuncer ve Özgüven, 1989). Bu nedenlerle, birçok meyve türünün mekanik yolla hasat edilmesi; gereksinim duyulan yüksek iş gücü ile hasat masraflarının azaltılabilmesi ve ürün maliyetinin belirlenmesi için önemli olmaktadır (Tous ve ark., 1994; Beyhan ve Yıldız, 1996).

Elle hasadı kolaylaştırmak amacıyla başlangıçta kullanılan hasat yardımcısı araçlara (merdivenler, sehpa vs) ilave olarak daha sonraları meyvelerin toplanması ve taşınmasını kolaylaştırmak amacıyla, sıra arasında hareket eden ve traktörle çekilir birden fazla katlı hasat arabaları, hidrolik ve kendi yürür meyve toplama platformları büyük meyve bahçelerinde kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, bu çalışmalar iş gücü gereksiniminde önemli bir azalma sağlayamamıştır. Bundan sonra, meyveyi daldan en basit ve en etkin bir şekilde koparabilmenin dal veya gövdenin titreştirilmesiyle (sarsılmasıyla) olanaklı olabileceği anlaşılmıştır. Bu amaçla da, çeşitli tip ve yapıya sahip silkeleyiciler geliştirilmiştir (Keçecioglu, 1975).

Silkeleyicilerin tasarım ölçütlerinin ayrıca ve ayrıntılı bir şekilde incelenmesinin daha yararlı olacağı düşünüldüğünden bu konulara yer verilmemiştir. Silkeleyicilerle mekanik hasat konusunda yapılan çok sayıda çalışmanın özümsemesi gelecekte yapılacak diğer çalışmalara yön vereceğinden, bu çalışmada bazı meyve türlerinin silkeleme yoluyla hasat edilmesinde uygulanan farklı

yöntemler ve silkeleyiciler mevcut kaynaklar ışığında ortaya konulmaya çalışılmış, uygulayıcılar için yararlı olabilecek yöntemler üzerinde durulmuştur.

## 2. MEYVELERİNİN DÜŞÜRÜLMESİ

Silkeleme ile meyve ağaçlarının hasat edilmesinde ana ilke; bir silkeleyicinin ürettiği titreşimlerin ağacın gövdesi ya da bir dalına iletilmesi, ivmelendirilen meyvede oluşan kuvvetlerin meyvenin kopma direncini aşması nedeniyle düşürülmesidir. Diğer bir ifadeyle, meyve titreşimle sallanmakta; oluşan atalet kuvveti, sapta burulma ve çekme gerilmeleri oluşturmaktadır. Böylece meyve, bu kuvvetleri karşılayamadığı zaman kopmaktadır (Erdoğan, 1988).

Silkeleyicilerle yapılan mekanik meyve hasadında, ağaçlardan (portakal, elma, zeytin, kayısı, mango, fındık vb) meyveleri etkili bir şekilde uzaklaştırabilmek amacıyla; silkeleyici parametresi olarak frekans, genlik, silkeleme yönü, silkeleyici kelepçesinin dala bağlantı noktası, silkeleyicinin kütlesi; meyve ve ağaç parametresi olarak ise, kopma kuvveti/meyve ağırlığı oranı (F/G), meyve sapı uzunluğu, meyve tutunma kuvveti, gövde ve dal boyutları ve dökülen meyve yüzdesi gibi konular üzerinde birçok araştırmacı çalışmıştır (Coppock, 1967; Garman ve ark., 1972; Chesson, 1974; Keçecioğlu, 1975; Erdoğan, 1989; Parameswarakumar ve Gupta, 1991; Erdoğan ve ark., 1992; Mamedov, 1992; Beyhan, 1996; Gezer, 1997; Beyhan ve Beyhan, 1998).

Birçok meyve ağacı üzerinde yapılan denemeler, yüksek frekans (25–40 Hz) ve küçük genliklerin (20–

25 mm) ağaç yapısı ve meyve bağlantısı nispeten rijit olan koşullarda daha etkili olduğunu göstermiştir. Düşük frekanslar (1.5–6 Hz) ve büyük genlikler (100–125 mm) ise, söğüdümsü ya da meyveleri uzun dallarda kütleler halinde aşağı doğru sarkan ağaçlarda etkili bulunmuştur. Yine araştırma bulgularına göre; düşük frekanslarda meyvelerin düşürülmesinde birden fazla silkelemenin gerekli olduğu, bunun meyveye ve ağaca zarar verebileceği, yüksek frekanslarda ise meyvenin ataleti nedeniyle stasyonere (yerinde kalma) eğilimde olduğu bilinmektedir (Erdoğan, 1990).

### 2.1. Farklı Silkeleme Yöntemleri Ve Makineleri

Meyvelerin makine ile hasadı konusundaki ilk çalışmalar, Amerika Birleşik Devletleri'nde başlamıştır. Kablolulu ve taşınabilir özellikteki bu ilk makinelerin yerini, daha sonraları atalet kuvveti etkisiyle çalışan gelişmiş silkeleyiciler almıştır. Traktöre monte edilebilen ya da kendi yürür olarak imal edilen silkeleyiciler hemen tüm meyve türlerine uygulanabilir duruma gelmiştir (Keçecioğlu, 1975).

Günümüzde, genellikle dalların veya ağaç gövdelerinin sarsılarak meyvelerin düşürülmesini sağlayan çeşitli eksantrik ve atalet kuvveti tipli silkeleyiciler kullanılmaktadır. Bu makinelerin hepsinin ortak çalışma prensibi, dallara veya gövdeye periyodik titreşimler uygulanarak meyvelerin düşürülmesinin sağlanmasıdır. Diğer bir ifadeyle meyvelerin düşürülmesi, meyvelerin ivmelendirilmesi ile başarılmaktadır (Erdoğan, 1990). Silkeleyicilerle yapılan mekanik hasatta, bazı meyve türlerine ilişkin silkeleme parametreleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Bazı meyvelerin silkeleme parametreleri ve ağaç özellikleri (Erdoğan, 1990)

Meyve türü	Ağaç rijitliği	Silkeleme uygulanan yer	Frekans (Hz)	Genlik (mm)
Kayısı	Çok rijit	Gövde	15–30	8–12
		Dal	10–20	40–50
Badem	Çok rijit	Gövde	15–25	8–12
		Dal	15–20	25–40
Elma	Rijit	Gövde	15–25	8–12
		Dal	10–20	35–40
Erik	Rijit	Gövde	15–25	10–14
		Dal	10–20	25–40
Ceviz	Az rijit	Gövde	15–20	10–14
		Dal	7–16	30–50
Şeftali	Az rijit	Gövde	15–25	12–16
Vişne	Az rijit	Dal	10–15	30–40
Kiraz	Esnek	Gövde	12–24	12–16
		Dal	10–20	35–60
Zeytin	Çok esnek	Dal	20–35	50–75
Portakal	Çok esnek	Gövde	10–15	12–16
		Dal	6–16	100–125

### 2.1.1. Eksantrik tipli silkeleyiciler

#### 2.1.1.1. Eksantrikli el tipi dal silkeleyiciler

Dala bir kelepçe ile bağlanan, gidip-gelme hareketli eksantrik tipli dal silkeleyiciler, meyvelerin düşürülmesinde etkili olabilmektedirler. El tipi dal silkeleyicilerle bazı meyve türlerinin hasat edilmesinde elde edilen silkeleme parametreleri

Çizelge 2'de verilmiştir (Beyhan, 1996; Gezer, 1997; Polat, 1999).

El tipi silkeleyiciler ana dalların ya da gövdenin değil, sadece ince yan dalların silkelenebilmesinde kullanılan, omuza ya da sırta asılır tipleri bulunan makinelerdir. Titreşim, bir pistonlu krank-biyel mekanizmasıyla git-gel hareketi olarak dallara iletilmektedir.

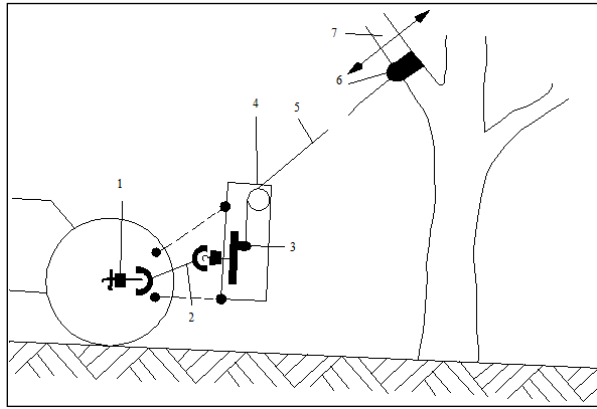


Çizelge 2. Eksantrik tipli silkeleyicilerle silkelemede bazı meyve türlerine ilişkin silkeleme parametreleri

Meyve	Silkeleme uygulanan yer	Frekans (Hz)	Genlik (mm)	Silkeleme süresi (s)	Hasat etkinliği (%)
Kayısı	Dal	20–23	60	10	99.70
Antepfıstığı	Dal	20	50	20	95.50
Fındık (Palaz)	Dal	15	35	5–6	86.25
Fındık (Tombul)	Dal	15	35	5	83.04

### 2.1.1.2. Eksantrikli kablolu tip silkeleyiciler

Mekanik silkeleyicilerin en basit yapıda olanı kablolu silkeleyicilerdir (Şekil 1). Genellikle, traktöre monte edilerek çalıştırılmaktadır. Bu silkeleyicide kablo kuvveti, kuyruk mili üzerinden eksantrik bir kasnakla sağlanmakta ve mafsallı diğer bir yönlendirme kasnağı ile ağaca iletilmektedir. Titreşim hareketi, ağacın geriye doğru esnemesi ile tamamlanmaktadır. Bu nedenle, dal büyüklüğüne bağlı olarak traktör kütlelerinin yeterli büyüklükte olması gerekmektedir. Ağacın serbest geri hareketine bağlı olarak, titreşim frekansı 5–8 Hz, genlik ise 20–60 mm arasında olmaktadır (Erdoğan, 1989).

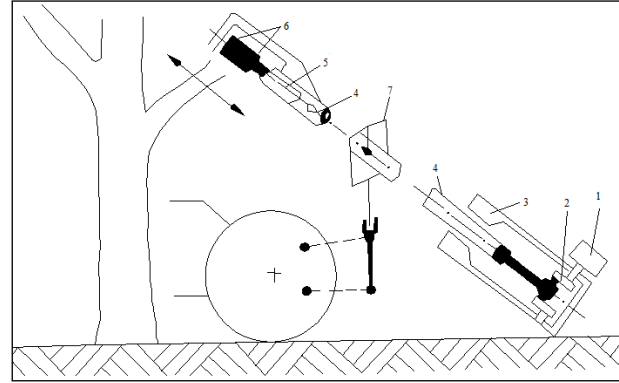


Şekil 1. Kablolu silkeleyicinin fonksiyonu ve çalışma ilkesi (1-Kuyruk mili, 2-Mafsallı mil, 3-Eksantrik, 4-Yön değiştirme kasnağı, 5-Halat, 6-Kelepçe, 7-Dal) (Erdoğan, 1989)

### 2.1.2. Atalet kuvvet tipli silkeleyiciler

#### 2.1.2.1. İleri-geri hareketli atalet kuvvet tipli silkeleyiciler

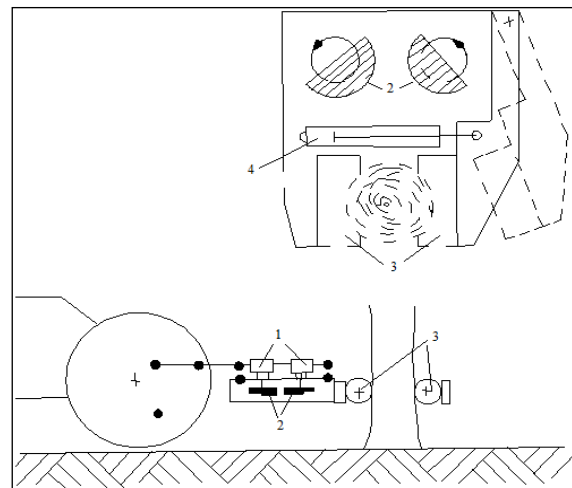
Gövde ya da dala bir kelepçe ile bağlanan, ileri-geri hareketli atalet kuvvetli silkeleyiciler, kademesiz hidrolik tahrik mekanizması nedeniyle, frekans değiştirebilme olanağına sahip olmaktadır (Şekil 2). Böylece, ağacın rezonans frekansına rahatlıkla ulaşılabilir. Ağırlık merkezinden sarkaç gibi asılan silkeleme kolu aracılığıyla titreşim, taşıyıcıya iletilmemiş olmaktadır. İleri-geri atalet kuvvetli silkeleyiciler, 40 cm çapa kadar olan gövde ve dalların silkelenmesinde kullanılmaktadırlar. Silkeleme kolu, kranktan aldığı hareketle ağaç ve silkeleyici muhafazası arasında hareket etmektedir. Bu tip silkeleyicilerde titreşim frekansı 10–20 Hz, genlik ise 20–40 mm arasında olmaktadır (Erdoğan, 1989).



Şekil 2. İleri-geri hareketli atalet kuvvetli silkeleyicinin fonksiyonu ve çalışma ilkesi (1-Tahrik kaynağı, 2-Krank, 3-Muhafaza, 4-Sarsıcı kol, 5-Silindir, 6-Kelepçe ve 7-Askı sistemi) (Erdoğan, 1989)

#### 2.1.2.2. Dönme hareketli atalet kuvvet tipli silkeleyiciler

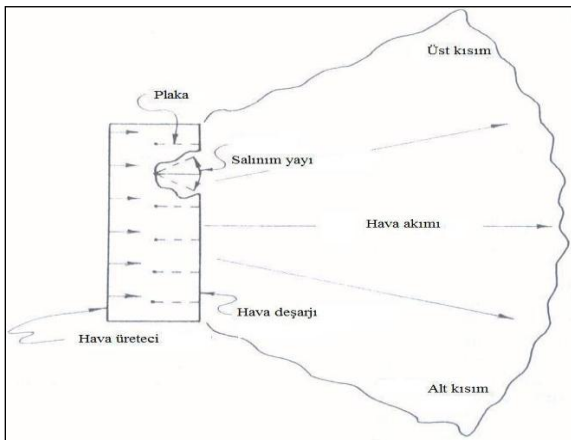
Dönme hareketli atalet kuvvet tipli silkeleyiciler, ağaç dal ya da gövdesine sıkı olarak bağlanmakta ve böylece farklı dönme yönleri ile hızlarından dolayı iki döner kütlelerin istenilen etkiyi sağlaması olanaklı olmaktadır. Dönme hareketli atalet kuvvetli bir silkeleyicinin, fonksiyonu ve çalışma ilkesi ise, Şekil 3'de verilmiştir (Erdoğan, 1989).



Şekil 3. Dönme hareketi oluşturan atalet kuvvetli silkeleyici (1-Tahrik kaynağı, 2- Döner diskler, 3-Sabit ve hareketli kelepçe, 4-Sıkma silindiri) (Erdoğan, 1989)

### 2.1.3. Kuvvetli hava akımlı-salınımlı pnömatik silkeleyiciler

Kuvvetli hava akımı ile bazı meyve ağaçlarının hasat edilmesi konusunda da çalışmalar yapılmıştır. Bu yöntemde oluşturulan kesintili hava akımı ağaca yönlendirilmekte, dalların yaylanması ve sürekli olarak yer değiştirilmesi sağlanmaktadır. Bir silkeleyme hareketi oluşturulabilmesi için hava, periyodik bir biçimde kesintili olarak uygulanmaktadır. Bu şekilde oluşturulan silkeleyme hareketi sayesinde meyveler uzaklaştırılabilmektedir. Oluşturulan hava akımının, salınım yayının alt ve üst noktaları arasında hareket eden plakalar yardımıyla düşey olarak ağaca süpürme hareketi şeklinde uygulandığı bir havalı silkeleyicinin çalışma prensibi Şekil 4’de verilmiştir. Hava başlangıçta dikdörtgen kesitli bir hava üreticiden, ağacın farklı kısımlarına periyodik olarak paralel salınımlı plakalar yardımıyla yönlendirilmektedir (Whitney ve Peterson, 1972). Oluşturulan hava akımı, dalların aşağı-yukarı hareket etmesini sağlamakta, dalların doğal frekansı 1–2 Hz ve pulsasyon frekansı da yine aynı değerler arasında sınırlandırılmaktadır. Bu yöntemde, çıkış hattı üzerinde 40–70 m/s’lik hava hızları kullanılmaktadır. Bu konuda çalışan araştırmacıların önemli bir bölümü, en uygun sonuçların 1 Hz frekansta elde edildiğini bildirmektedirler. Meyvelerin olgunlaşma durumuna göre, hasat yardımcısı kimyasalların kullanımıyla, silkeleyme süreleri 10–40 saniye arasında değişmekte ve meyvelerin % 90–95’i düşürülebilmektedir (Sanders, 2005). Bu yöntemin kullanılması ile sürekli hasat olanağı, meyvelerin elle toplanması için sürekli meyve akışı ve mekanik silkeleyicilerin uygun olmadığı meyve ağaçlarında hasat olanağının sağlanması gibi yararlar elde edilebilmektedir. Pnömatik silkeleyicilerin olumsuz yönleri ise; yüksek güç gereksinimi, büyük sermaye gerektirmeleri ve yüksek düşürme yüzdeleri elde etmek için yardımcı kimyasalların kullanılmasına gereksinim duyulması olarak sıralanabilmektedir (Whitney ve Schultz, 1975).



Şekil 4. Paralel plakalar kullanılarak, salınımlı hava akımı oluşturan bir silkeleyicinin çalışma prensibi (Whitney ve Schultz, 1975)

### 2.1.4. Meyve, dal ve yapraklara tarama etkisi yapan düşey ve yatay düzlemde dönerek çalışan parmaklı batöre sahip silkeleyiciler

Bu silkeleyiciler, yatay düzleme dik ya da belirli bir açıda çalıştırılabilen, bir mil üzerine plastik ya da kauçuk parmakların uygun aralıklarla yerleştirilmesiyle oluşturulmuş makinelerdir. Düşey düzlemde dönerek, tarama etkisiyle birlikte titreşim uygulayarak dökülme prensibine göre çalışmaktadırlar (Şekil 5).



Şekil 5. Düşey düzlemde dönerek çalışan parmaklı batöre sahip silkeleyici

Yatay düzlemde dönerek çalışan silkeleyiciler, yatay düzleme paralel olarak bir mil üzerine plastik ya da kauçuk parmakların uygun aralıklarla dizilmesiyle oluşmaktadır. Yatay düzlemde dönerek, tarama etkisiyle birlikte titreşim uygulayarak dökülme prensibine göre çalışmaktadırlar. Yüksek yoğunluklu bahçeler için traktöre bindirilmiş, batör mili üzerinde altı takım plastik parmak bulunan bir çift parmak batöre sahip turunçgil hasat makinesi için, 1,4–3,2 km/h’lik ilerleme hızları ve 4–5 Hz frekans aralıklarında, olgun meyvelerin % 71 ile % 91’i düşürülebilmektedir (Peterson, 1998).

### 2.1.5. Mekanik çırpıcılar, pnömatik çırpıcılar, pnömatik kancalı sarsıcılar ve pnömatik taraklar

Mekanik çırpıcılar, meyveyi dönen bir kafa üzerindeki plastik parmaklar yardımıyla düşürmektedir. Pnömatik çırpıcılar ise, meyveleri sıriklama etkisiyle düşürebilen makinelerdir. Belirli aralıklarla sabitleştirilmiş parmaklar, makaslama işlemi yaparak ağacın içerisinde meyveli dallara vurarak, sıriklama etkisi yapmaktadır. Moto-kompresörden sağlanan hava basıncı pnömatik silindiri hareketlendirerek parmakların sıriklama işlemi yapmasını sağlamaktadır Pnömatik kancalı sarsıcılar, mekanik kancalı makineler gibi meyveyi sarsma ile düşüren makinelerdir (Caran, 1994). Ancak, bu makinelerde krank mekanizmasının yaptığı işlemi, pnömatik bir silindir yapmaktadır. Burada da sistem hareketini bir moto-kompresörden almaktadır. Pnömatik taraklar ise, tarama etkisi yaparak meyveleri düşürebilen makinelerdir. Bir tarak tarzında belirli aralıklarla sabitleştirilmiş parmakların aşağı yukarı

hareketi ile ağacın meyve taşıyan dalları taranarak meyve düşürülebilmektedir (Özarlan ve Saraçoğlu,

### 3. FARKLI HASAT YÖNTEMLERİNİN İŞ BAŞARILARI

Meyvelere ulaşamama ya da meyvenin uygun olmayan yerde olması, toplayıcılar için en büyük sorunlardandır. Meyve toplayıcıya göre; çok alçakta, yüksekte ya da dal ve yapraklar tarafından gizlenmiş olabilmektedir. Meyve hasadının rasyonelleştirilmesinde ilk çalışmaların amacı, işi basitleştirmek ve elle hasadı hızlandırmak olmuştur (Keçecioglu, 1975; Erdoğan ve ark., 1992). Bu amaçla merdivenler, sehpa, örtüler, tenteler, hasat platformları ve toplama araçları gibi yardımcı hasat araçları kullanılmış ve kullanılmaya da devam edilmektedir. Merdiven kurarak meyvelerin toplanması metodunda, zamanın büyük bir kısmı merdivenin bir ağaçtan bir ağaca taşınması ve kurulmasıyla, dolan sepet veya kovaların boşaltılmasına harcanmaktadır. Bu nedenle, toplama kapasitesinin artırılması sorunu üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Yüksek boylu ağaçların hasadında önemli zaman kayıpları meydana geldiğinden, meyvelerin büyük bir kısmının yerden elle toplanabildiği bodur ağaçların yetiştirilmesi önem kazanmıştır. Daha sonraları meyvenin toplanması ve taşınması kolaylaştırmak amacıyla, sıra arasında hareket eden ve traktörle çekilir birden fazla katlı hasat arabaları, hidrolik ve kendi yürür meyve toplama platformları da büyük meyve bahçelerinde kullanılmaya başlanmıştır. Son yıllarda ise, toplama düzenleri olarak katlanabilir tenteler, iki parçalı şemsiyeler ya da katlanır şemsiye gibi düzenler, silkeleyicilerle birlikte, traktöre asılır, çekilir veya kendi yürür makineler iş başarılarının artırılması amacıyla kullanılmaktadır (Şekil 6). Bu şekilde yapılan meyve hasadında kablolu (halatlı) silkeleyici+katlanabilir toplama tentesi kullanılması

2000). Bu tür silkeleyicilere ilişkin teknik özellikler Çizelge 3'de verilmiştir.

durumunda ortalama mekanik hasat verimi 8 ağaç/h, gövde silkeleyici+iki parçalı şemsiye kullanılması durumunda ise 300 ağaç/h iş başarısı elde edilebilmektedir (Tuncer ve Özgüven, 1989).

Özellikle sofralık olarak tüketilecek meyve türlerinde elle hasat, oldukça yüksek insan işgücü gerektirmektedir. Örneğin; erik, ceviz, armut ve elmanın elle hasat edilmesindeki iş başarıları sırasıyla 0.66 ağaç/h, 0.22 ağaç/h, 1.04 ağaç/h ve 0.44 ağaç/h olmaktadır. Kiraz, kayısı ve benzeri sert çekirdekli meyvelerde normal bir ağaç, 8–10 saniye sürede silkeleyicilerle hasat edilebilmektedir. Bu tür meyvelerin hasadında kullanılan silkeleyicilerin iş başarıları; meyve ağaçlarının konumuna, boyutlarına ve meyve verimine göre değişmektedir. Genellikle bu tip meyvelerin hasadında kullanılan titreşim üniteli ve toplayıcı üniteli hasat makineleriyle iyi hasat organizasyonu yapıldığında iş başarıları % 98'e kadar yükselmektedir. Elma, armut, turunçgiller ve benzeri küçük çekirdekli meyvelerin silkeleyicilerle hasat edilmesinde silkeleyicilerin süresi; ağacın büyüklüğüne, meyvenin fiziksel özelliklerine ve ağacın meyve kapasitesine göre 3–5 saniye arasında değişmektedir (Ülger, 1978). Turunçgiller hasadında hasat yardımcısı kimyasal kullanılmadan atalet kuvvetli silkeleyiciyle 6.1–9.3 ağaç/h, hasat yardımcısı kimyasal kullanımıyla birlikte 40 ağaç/h ve hasat yardımcısı kimyasal kullanılmadan traktöre bindirilmiş dal silkeleyiciyle ise 12 ağaç/h iş başarıları sağlanmış ve % 90–95 düşürme yüzdelere ulaşılmıştır (Coppock, 1974; Sumner ve Hedden, 1982). Bazı meyve türlerinin hasat edilmeleri amacıyla kullanılan farklı yöntemlerin iş başarıları ise, Çizelge 4'de verilmiştir (Peterson ve ark., 1977; Timm ve ark., 1988; Tuncer ve Özgüven, 1989; Beyhan, 1996; Gezer, 1997; Yıldız, 2000; Anonim, 2002).

Çizelge 3. Mekanik ve pnömatik çırpıcılar ile pnömatik taraklar ve pnömatik kancalı sarsıcılara ilişkin bazı teknik özellikler

Silkeleyici tipi	Mil uzunluğu (mm)	Hasat çubuğu uzunluğu (mm) Hava borusu uzunluğu (mm)	Hasat çubuğu ağırlığı (kg)	Hava verisi (lt/dk)	Çalışma basıncı (bar)
Mekanik çırpıcı	7000	2000	1.5	-	-
Pnömatik çırpıcı	-	1000–2000 15000	1.5–2.5	140–160	6–8
Pnömatik tarak	-	2000 15000	3.2	140–160	6–8
Pnömatik kancalı sarsıcı	-	2000 15000	3.6	140–160	8–10

Çizelge 4. Bazı meyve türlerinin hasat edilmelerinde kullanılan farklı silkeleyicilere ilişkin iş başarıları

Meyve türü	Elle iş başarısı (ağaç/h)	Makine iş başarısı (ağaç/h)	Silkeleyici tipi	Düşürülen meyve yüzdesi (%)
Şeftali	0.460	120	Gövde silkeleyici+iki taraflı tutma platformlu	90
Kiraz	1.162	60–120	Dal+gövde silkeleyici	98
Zeytin	4.424	15	Yardımcı kimyasal kullanılmadan dal silkeleyici	85
Elma	0.437	50–70	Gövde ve dal silkeleyici+iki taraflı tutma platformlu	85–90
Fındık *	1.438–1.960	5.13	El silkeleyici	83–86
Kayısı	0.15	10	El silkeleyici	99

\*İş başarısı ocak/h olarak alınmıştır.



Şekil 6. Kendi yürür elma hasat makinesi (Janisiewicz ve Peterson, 2004)

#### 4. SONUÇ

Silkeleyicilerle yapılan mekanik hasat, ürünün taze tüketim (sofralık) ya da fabrikasyon amaçlı olup olmadığı ile yakından ilgili olmaktadır. Bu nedenle, özellikle sofralık olarak piyasaya sürülecek yumuşak dokulu meyvelerin mekanik hasadında çok dikkatli davranılması gerekmektedir. Badem, ceviz, fındık ve diğer sert kabuklu meyvelerde silkeleme ile yere düşürülen meyvelerde herhangi bir zedelenme sözkonusu olmamakla birlikte; elma, armut ve turunçgiller gibi yumuşak dokulu meyvelerde önemli hasarlar oluşabilmektedir. Özellikle, taze olarak (sofralık) tüketilecek yumuşak dokulu meyvelerin düşürülmesinde yüksek düşürme yüzdesinin yanında, oluşabilecek zedelenmelerin de en az düzeye indirilebilmesi için, en uygun silkeleyici tipinin seçilmesi yanında, bahçe tesis şekillerinin çok iyi bir şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Hasat sırasında hedeflenen, ağaç ya da dalın uygun frekans ve genlikte sarsılmasını, gelecek yılın ürün kapasitesini belirleyecek sürgünlerin korunmasını ve ağacın zarar görmemesini, ayrıca hasatta iş başarısının üst seviyede tutulmasını sağlamaktır.

Sonuç olarak, meyveler dünyanın farklı bölgelerinde, farklı yetiştirme sistemleriyle üretilebilmektedir. Mekanik meyve hasadının uygulanabilirliğini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu durum, meyvelerin hasat teknolojilerinde ve kullanılan makinelerde de farklılıklar meydana getirmektedir. Gerek taze tüketim ve gerekse fabrikasyon amacıyla uygulanacak makinalı hasada başlanmadan önce, bu faktörlere bağlı sorunların belirlenmesi başarılı bir sonuca ulaşmayı sağlamanın önemli bir ayağını oluşturacaktır. Belirlenen sorunlara göre, çözüm yollarının ortaya konularak, tarım tekniği yönünden en uygun yöntem ve makinelerin kullanımına karar verilmesi gerekmektedir.

#### 5. KAYNAKLAR

- Anonim, 2002. Tarım arazilerinin kamulaştırma bedellerinin takdirinde kullanılacak kapitalizasyon faiz oranları ve arazi net gelirlerinin tespitine ilişkin mühendislik hizmetleri araştırması. Eduser Eğitim ve Uzmanlık Hizmetleri Limited Şirketi Yayını, Ankara.
- Beyhan, M. A. 1996. Fındığın mekanik hasadında eksantrik tipli dal silkeleyicinin kullanılabilme olanağının belirlenmesi. OMÜ Ziraat Fakültesi, Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Semp., Bildiri Kitabı, 212–225, 10–11 Ocak, Samsun.
- Beyhan, M. A., Yıldız T. 1996. Fındık ve diğer sert kabuklu meyvelerde uygulanan mekanik hasat yöntemleri. OMÜ Zir. Fak., Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Semp., Bildiri Kitabı, 185–194, 10–11 Ocak, Samsun.
- Beyhan, N., Beyhan, M. A. 1998. Fındıkta hasat yardımcısı olarak ethrel ve eksantrik tipli dal silkeleyicisinin kullanılabilme olanağı. Ondokuz Mayıs Üniv. Zir. Fak. Dergisi, (13) 1, 15–32, Samsun.
- Caran, D. 1994. Zeytinde mekanik hasat olanaklarının araştırılması. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Chesson, J. H. 1974. Parameters affecting selective shake harvest of citrus fruits. Transactions of the ASAE, 17 (6), 1085–1087.
- Coppock, G. E. 1967. Harvesting early and midseason citrus fruit with tree shaker harvest systems. Florida State Hort. Society, 98–104.
- Coppock, G. E. 1974. Development of a limb shaker for harvesting Florida citrus. Transactions of the ASAE, 262–265.
- Erdoğan, D. 1988. Ağaç Meyvelerinin makine ile hasadında uygulanan ilkeler. Tarım Makineleri Bilimi ve Tekniği Dergisi, (2), 19–23, Ankara.
- Erdoğan, D. 1989. Meyve hasat makineleri. Tarım Makineleri Bilimi ve Tekniği Dergisi, (3) 9–12, Ankara.
- Erdoğan, D. 1990. Meyvelerin makine ile hasadında önemli parametreler. Tarım Makineleri ve Bilimi Tekniği Dergisi, (2) 1:17–20, Ankara.
- Erdoğan, D., Dursun E., Güner, M. 1992. Bazı kayısı çeşitlerinde meyve kopma direncinin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Zir. Fak. Yıllığı, 42 (1–4), 71–75.
- Garman, C. F., Diener, R. G., Stafford, J. R. 1972. Effect of shaker type and direction of shake on apple detachment. J. of Agric. Engineering Res., 17 (2), 195–205.
- Gezer, İ. 1997. Malatya yöresinde kayısı hasadında mekanizasyon imkânlarının araştırılması (Doktora Tezi), Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst. Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Konya.
- Janisiewicz W. J., Peterson D. L. 2004. Susceptibility of the stem sull area of mechanically harvested apples to blue mold decay and its control with a biocontrol agent. Plant Disease, (88) 6, 662–664.
- Keçecioglu, G. 1975. Atalet kuvvet tipli sarsıcı ile zeytin hasadı imkanları üzerinde bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No.288, Bornova, İZMİR.
- Mamedov, R. M. 1992. Optimization of the working conditions of a machine for hazelnut harvesting. Hort. Abst., (62)1.
- Özarlan, C., Saraçoğlu, T. 2000. Zeytin hasat mekanizasyonunda gelişmeler. Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 259–264, Erzurum.

- Parameswarakumar, M., Gupta, C., 1991. Design parameters for vibratory mango harvesting system. Transaction of the ASAE, (34) 1, 14–20.
- Peterson, D. L., Monroe, G. E. 1977. Continuously moving shake-catch harvester for tree crops. Transactions of the ASAE, 202–205.
- Peterson, D. L. 1998. Mechanical harvester for process oranges. American Society of Agricultural Engineers, Applied Engineering in Agriculture, 14 (5), 455–458.
- Pırlak, L. ve Güleriyüz, M. 2000. Meyvelerin mekanik yolla hasadı. Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 253–258, 1–2 Haziran, Erzurum.
- Polat, R. 1999. Antep fıstığının mekanik hasat olanakları ve mekanizasyonuna yönelik özelliklerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Edirne.
- Sanders, K. F. 2005. Orange Harvesting Systems Review. Biosystems Engineering, 90 (2), 115–125.
- Sergio Castro, G., Blanco-Roldán, G. L., Gil-Ribes, J. A., Agüera-Vega, J. 2008. Dynamic analysis of olive trees in intensive orchards under forced vibration. Trees, 22, 795–802.
- Sumner, H. R., Hedden, S. L. 1982. Tractor-mounted limb shaker for harvesting citrus. Transactions of the ASAE, 288–290.
- Timm, E. J., Brown, G. K., Segerlind, L. J., Van Ee, G. R., 1988. Slip-belt and lubrication systems for trunk shakers. Transactions of the ASAE, 31 (1), 40–46.
- Tous, J., Girona, J., Tasiás, J. 1994. Cultural practice sand costs in hazelnut production. III. International Congress on Hazelnut, Acta Hort., 351, 395–418, September 14–18 Alba, Italy.
- Tuncer, İ.K. Özgüven, F. 1989. Bağ bahçe sebze ve endüstri kültürlerinde mekanizasyon uygulamaları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: 115 (Prof. Dr. Ing. E. Moser'den çeviri), Adana.
- Ülger, P. 1978. Bazı meyve çeşitleri hasadının mekanizasyonunda son gelişmeler. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Dergisi, (9): 2-3, 81-92, Erzurum.
- Whitney, J. D., Patterson, J. B. 1972. Development of a citrus removal device using oscillating forced air. Transactions of the ASAE, 849–855.
- Whitney, J. D., Schultz, D.R. 1975. Analysis of air shaker principles to remove citrus fruit. Transactions of the ASAE, 18(6), 1061–1064.
- Yıldız, T. 2000. Traktörle çalıştırılabilir mekanik-yerden toplama üniteli bir fındık hasat makinesinin tasarımı. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Ankara.

## BAKTERİYEL PATOJENLERE KARŞI BİTKİLERDEKİ DAYANIKLILIK MEKANİZMALARI

Hasan Murat AKSOY\* Armağan ÖZ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 55139-SAMSUN

\*hmaksoy@omu.edu.tr

Geliş Tarihi 16.02.2012

Kabul Tarihi : 23.08.2012

**ÖZET:** Son yıllarda yapılan çalışmalar, bitki ve patojen arasındaki moleküler etkileşim mekanizmalarını ortaya çıkarmıştır. Bitki bağışıklık sistemi, patojen veya mikropla ilgili moleküler yapılar (PAMP'lar veya MAMP'lar) tarafından harekete geçirilir. Farklı PAMP'lar genellikle bitkilerdeki farklı tanılayıcı hücre yüzey reseptörleri (PRR'ler) tarafından algılanır ve bağışıklık sistemi için hücrelerarası sinyal iletişimi aktive edilir. Ancak patojenler, PAMP'a dayalı bağışıklık sistemini baskılamak için çok sayıda virulens faktörleri geliştirirler. Gram negatif bitki patojeni bakterilerin çoğu, virulens özellikteki efektör proteinlerini konukçu hücrelerine aktarmak için tip III salgı sistemine sahiptirler. Bu efektör proteinler bitki bağışıklık sistemini engeller ve hastalık gelişimini teşvik eder. Diğer taraftan bitkiler ise patojenlere karşı ikinci bir bağışıklık sistemine sahiptir. Özellikle bazı bitkiler, efektöre dayalı harekete geçen bağışıklık sisteminde efektör proteinleri etkili bir şekilde inaktive eden ve hücrelerarasında bulunan hastalığa karşı dayanıklılık sağlayan özel proteinlere (R proteinlerine) sahiptir. **Anahtar sözcükler:** Bağışıklık sistemi, PAMP'lar, MAMP'lar, R proteinleri

### PLANT RESISTANCE MECHANISMS TO BACTERIAL PATHOGENS

**ABSTRACT :** Recent studies have presented molecular interaction mechanisms between plant and pathogen. The plant innate immunity system is triggered by the pathogen or microbe associated molecular patterns (PAMPs/MAMPs). Different PAMPs are often perceived by distinct cell surface pattern-recognition receptors (PRRs) and activate intracellular signaling pathways in plant cells for immunity system. However, pathogens have evolved multiple virulence factors to suppress PAMP-triggered immunity. Most of gram negative plant pathogenic bacteria have the type III secretion system to transfer of virulence effector proteins into host cell. These effector proteins inhibit plant immunity system and support pathogenesis. On the other hand, plants have the secondary plant innate immunity system against pathogens. Especially, some plants have the specific intracellular disease resistance (R) proteins which effectively inactivate virulence effectors in effector-triggered immunity system.

**Key words:** Immunity system, PAMPs, MAMPs, R proteins

### 1. GİRİŞ

Bitkiler, patojenler için zengin besin ve su kaynaklarıdır. Patojenler bitkilerdeki su ve besin maddelerine ulaşabilmek için bitkilerin kompleks yapılı çeşitli savunma engellerini aşması gerekir. Bu savunma engelleri arasında; a) bitkinin fiziksel ve kimyasal bariyerleri, b) bitkinin hücre zarında bulunan ve patojenin moleküllerini tanılayan veya algılayan özel bölgeleri ve c) bitki hücresi içerisindeki efektör proteinleri tanıyan hücre içi bölgeler sayılabilir. Patojenlere karşı bitki epidermisinin mumsu bir kütikula ile kaplanmış olması, her bir epidermis hücrelerinin etrafında polisakkaritler, proteinler ve fenolik bileşikler gibi kompleks yapıların bulunması fiziksel ve kimyasal bariyere örnek verilebilir. Bakteriyel patojenler ise bitkilerin bu savunma sistemlerini; stoma, lentisel ve hidatot gibi doğal açıklıklar ve yaralar yoluyla ve/veya kütikula ve hücre duvarını parçalayıcı enzimler ile aşarlar. Bitkinin ikinci savunma sisteminde yer alan savunma sinyallerinin müdahalesine karşı ise efektör proteinler salgırlar. Son olarak, bitkinin üçüncü savunma sistemini de sahip oldukları mevcut efektör proteinlerle ve/veya yeni oluşturdukları efektör proteinlerle baskı altına alarak hastalık oluştururlar (Agrios, 1997; Abramovitch, 2006a).

Bitkilerde hastalık etmenlerine karşı bağışıklık sisteminin ortaya çıkmasına neden olan patojenlerin

sahip olduğu yapılara, patojenle ilgili moleküler yapılar (Pathogen Associated Molecular Patterns - PAMPs) adı verilir. Örneğin bitki patojeni bakterilerin sahip olduğu flagellin ve lipopolisakkaritler (LPS), bitkilerde bağışıklık sisteminin ortaya çıkmasına neden olan yapılar, yani PAMP'lardır. Patojen olmayan bakterilerde ise bitkilerde bağışıklık sistemini harekete geçiren yapılara mikropla ilgili moleküler yapılar (Microbe Associated Molecular Patterns – MAMPs) denir. Bitkiler, sahip oldukları hücre yüzey reseptörleri yardımıyla PAMP'ları veya MAMP'ları tanıyarak, patojene karşı sahip oldukları müdahaleci savunma sinyallerini harekete geçirirler (He et al., 2006; Zipfel, 2008). Bu sinyal iletişimi bitki hücresi içerisinde ardışık bir şekilde meydana gelir ve sonuçta patojene karşı bitki savunma sistemi ortaya çıkar. Bitkide meydana gelen savunma sistemleri arasında; hücre duvarının kuvvetlendirilmesi, reaktif oksijen türevlerinin ve etilen miktarının artırılması ve hastalık gelişimi ile ilgili dayanıklılık genlerinin (Pathogenesis Related Genes - PR) büyük bir bölümünün harekete geçirilmesi yer alır. PAMP'ları tanıyarak bitki savunma sistemini harekete geçiren bu reseptörlere, PAMP'ları tanıyıcı reseptör yapıları (pattern recognition receptor - PRR) adı verilir. PAMP'ların eksik algılanması veya hiç algılanmaması durumunda bitkilerde hastalığa karşı hassasiyetin arttığı gözlemlenmiştir (Ausubel, 2005).



## **2. BAKTERİYEL SALDIRI SİSTEMLERİ**

Patojenler başarılı bir enfeksiyon yapabilmek için bitki savunmasını baskılamak ya da yenmek zorundadır. Bu nedenle bakteriler, hastalık oluşturamadığı dayanıklı bitkilerdeki bitki savunma sistemini (PAMP-triggered immunity - PTI) ve bitkinin efektörlere karşı geliştirdiği bağışıklık sistemini (ETI) baskı altına alabilmek için yeni stratejiler ve/veya yeni saldırı sistemleri geliştirirler. Örneğin; bakteri, coronatin (COR) olarak isimlendirilen küçük bir virülens faktörü molekülünün yapısını bitkinin jasmonik asit hormonunun yapısına benzeterek, başka bir ifade ile jasmonik asit hormonunun yapısını taklit ederek, bitkinin koruma hücrelerindeki absisik asit sinyal iletişimini atlatırlar. Bunun sonucunda bitkide absisik asit sinyal iletişimi meydana gelmediğinden COR'a dayalı savunma sistemi aşılmış olur (Melotto et al., 2006). COR molekülü, mutant tip bakterilere göre vahşi tip bakterilerde daha fazla bulunur ve bitkilere karşı bakterinin virülensliğini artırır. Bakterilerin saldırı stratejilerinden bir diğeri ise sahip oldukları PAMP'ların bitki savunma sistemi tarafından algılanmasını engellemek için onları saklar veya yapılarını değiştirir. Örneğin; bakteriler, sahip oldukları flagellinin yapısında meydana getirdikleri değişiklikler sayesinde bitki savunma sistemini atlatmış olur. *Agrobacterium tumefaciens*, sahip olduğu flagellinde yaptığı bir değişiklik sonucu *Arabidopsis*'in flagellin reseptörü FLS2 tarafından etkili bir şekilde algılanmasına engel olur (Gomez – Gomez et al., 1999). Benzer şekilde *Xanthomonas compestris* strainlerinin sahip olduğu çeşitli flagellin tipleri de FLS2 tarafından algılanamaz (Sun et al., 2006). Bitki savunma sistemini baskı altına almak için bakterilerin kullandığı bir başka saldırı stratejisi ise, farklı protein yapısına sahip salgı sistemleri yoluyla özel efektör proteinler oluşturmalarıdır (Alfano ve Collmer, 2004; Mudgett, 2005; Buttner ve Bonas, 2006). Salgı sistemine sahip biyotrofik ve nekrotrofik bakteriler, bitkilere karşı Tip III Salgı Sistemini (T3SS) başarılı bir şekilde kullanmaktadır (Şekil 1). Örneğin; *Pseudomonas syringae* pathovarları, *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas* ve *Pectobacterium* cinsleri T3SS'e sahiptir (Genin ve Boucher, 2004). *P. syringae* pv. *tomato*'nun AvrPto isimli T3SS efektör proteini, bitkinin savunma sistemini baskı altına alır. T3SS salgı sisteminden yoksun olan *P. syringae* pv. *tomato*'nun AvrPto proteini ise domates bitkisinde sadece kallus birikimine neden olur (Hauck et al., 2003). *P. syringae* pv. *tomato* (*Pst*) 'nın AvrRpt2 isimli efektör proteini ile *P. syringae* pv. *maculicola* (*Psm*)'nın AvrRpm1 isimli efektör proteini, *Arabidopsis*'lerde savunma sistemini harekete geçiren FLS2'nin uyarıcı sinyal oluşumunu ve diğer PAMP reseptörlerini baskılamak, T3SS salgı sisteminden yoksun ve AvrRpm1 proteinine sahip olan transgenik *P. syringae* straini hastalık belirtisi oluşturmadan sadece doku içerisinde

gelişme gösterebilir (Kim et al., 2002; Kim et al., 2005). Tip II Salgı Sistemi, *Pectobacterium* cinsine ait yumuşak çürüklük yapan bakterilerde kullanılan bir sistemdir (Şekil 1). Bakteri, bu sistem aracılığıyla pektinaz, endoglukonaz ve selüloz gibi enzimler salgılayarak bitkinin hücre duvarını parçalar. Bakteriyel salgı sistemleri yoluyla türlere özgü değişen çok farklı tipte efektörler salgılanır. Örneğin, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'nun 30'dan fazla efektör proteini bulunmaktadır (Chang et al., 2005). Bu efektörler proteinler aynı zamanda *cysteine protease*, *ubiquitin* benzeri *protease*, *E3 ubiquitin ligase* ve protein fosfotaz gibi farklı enzimatik aktivitelere de sahiptirler. Ancak, bu enzim aktivitelerinin fonksiyonları hakkında henüz tam bir bilgi bulunmamaktadır. (Abramovitch et al., 2006b; Espinosa et al. 2003; Janjusevic et al., 2006). Tip IV Salgı Sistemi (T4SS) ise *Agrobacterium tumefaciens*'in hastalık oluşturmada önemli bir role sahiptir. T4SS, bakteriyel DNA'nın ve proteinlerin bitki hücresi içerisine aktarılmasından sorumludur (Christie et al., 2005). Bakteriyel DNA, bitki hücresine aktarıldıktan sonra bitkinin genomuyla bütünleşerek, bitkide ur oluşumuna neden olan bitki hormonlarının üretilmesini sağlar. Aynı zamanda *A. tumefaciens*, katabolik reaksiyona neden olan opince zengin bileşiklerin sentezlenmesine de neden olur.

### **2.1. Bakteriyel Virülens Faktörleri**

#### **2.1.1. Flagellin**

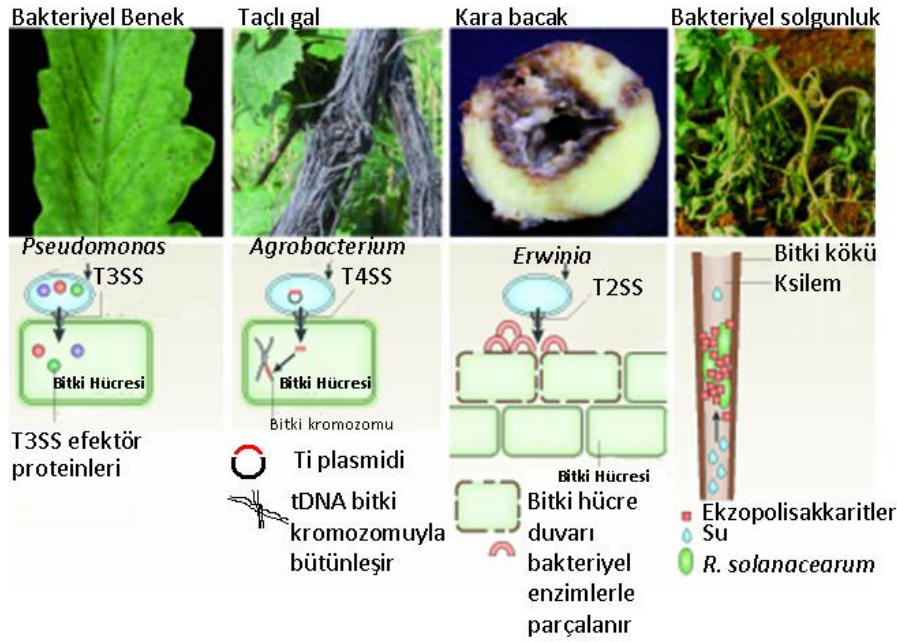
Bitkinin savunma sisteminin harekete geçmesinde en iyi karakterize edilmiş bakteriyel molekül, flagellindir. Bu molekül, bakteriyel kamçıyı oluşturan başlıca proteindir. Örneğin, flg22 olarak isimlendirilen ve 22 amino asit peptid zincirinden oluşan bakteriyel flagellin, bitkide savunma reaksiyonu olarak oksijen türevlerinin aktivasyonuna ve hücreler arası boşlukta alkalizasyona neden olur (Felix et al., 1999). Flagellinin flg22 olarak isimlendirilen 22 aminoasit epitop bölgesi *Arabidopsis thaliana*'nın hücre zarında bulunan lösince zengin tekrarlı (LRR) kinaz reseptörü olan FLS2 tarafından algılanır (Gomez-Gomez ve Boller, 2002; Chinchilla et al., 2006). FLS2 son olarak *Solanaceae* bitkilerinden *Nicotiana benthamiana* ve domates bitkisinde de tespit edilmiştir (Hann ve Rathjen, 2007; Robatzek et al., 2007). FLS'ye sahip *Arabidopsis* bitkileri mutasyona uğratıldığında *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* DC3000 (*Pto* DC3000)'in enfeksiyonuna oldukça hassas hale gelmiştir (Zipfel et al., 2004). Bu da FLS2'nin eksikliğinde bitki savunma sisteminin patojen bakteriye karşı savunmasız hale geldiğini göstermektedir. Ayrıca *Arabidopsis* bitkisinin yapraklarında flg22'ye karşı mitojen aktiviteli protein kinazın (MAPK veya MPK) olduğu çeşitli savunma sistemleri de bulunmaktadır (Asai et al., 2002). MAPK molekülleri de bitki hücresi içerisinde PAMP'ın tanılama sinyallerini ardışık şekilde ileterek bitki savunma sistemlerini harekete geçirir. *Arabidopsis* mutantları ise bakteriyel enfeksiyona

karşı flagelline bağlı salisilik asit, jasmonik asit ya da etilen gibi dayanıklılık sinyalleri ile ilişkili özelliklerden yoksun oldukları için savunma sistemlerini harekete geçiremezler (Şekil 2) (Pedley ve Martin, 2005; Abramovitch et al., 2006a; He et al., 2006).

Flagellin, spesifik okzin reseptör genlerinin miktarını belirleyen elçi RNA'lar tarafından son transkripsiyon mekanizmasını çalıştıran mikro RNA 393 – miR393 yoluyla üretilmektedir (Navarro et al., 2006a). miR393; *TIR1*, *AFB2* ve *AFB3* isimli okzin reseptör genlerindeki mRNA'ların ayrışması ile ortaya çıkar. Bu molekülün meydana gelmesi, *Pseudomonas syringae* gibi okzin üreten patojenlerin okzinine karşı bitki savunma sistemindeki genlerin ortaya çıkmasına engel olur. *Pseudomonas syringae*'nin neden olduğu okzin sinyalinin baskılanması durumunda ise bitkideki okzin reseptörlerinin artışına bağlı olarak dayanıklılık da artmaktadır (Navarro et al., 2006b).

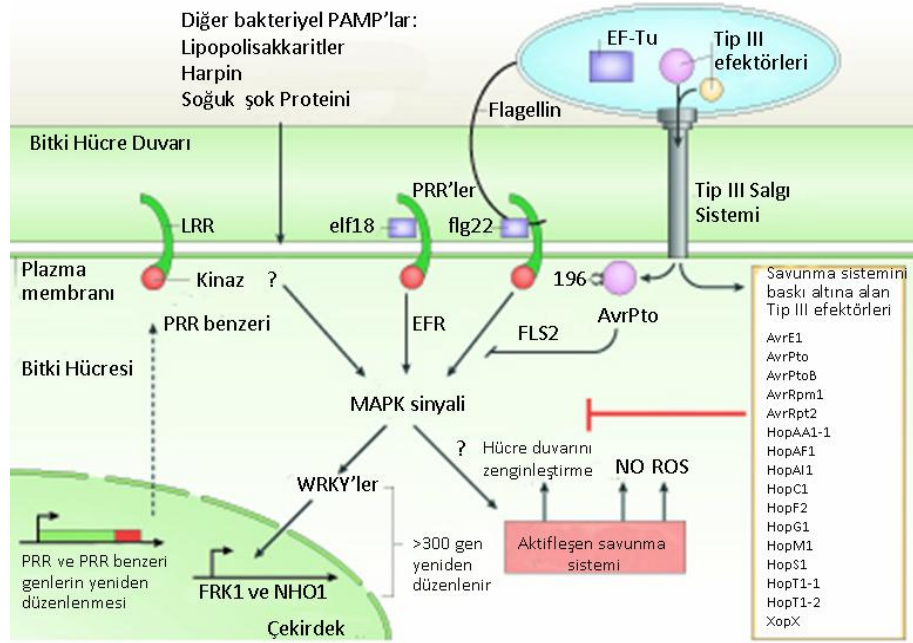
### 2.1.2. EF – Tu efektörü

EF – Tu, *Arabidopsis* bitkisinde ve diğer *Brassicaceae* familyasına ait bitkilerde bir PAMP olarak belirlenmiş bakteriyel bir proteindir. Bu molekülün N ucu 18 aminoasit peptidinden oluşan ve elf18 olarak isimlendirilen yüksek derecede korunmuş bölgesi, bitkilerde bağışıklık sisteminin uyarılmasını tetikleyen bölgedir. EF – Tu tipik bir PAMP'ın tüm özelliklerine sahip, 43 kDa büyüklüğünde bitkilerde savunma sistemini harekete geçiren bir uyarıcı proteindir (Kunze et al., 2004). Örneğin; *Arabidopsis*'in sahip olduğu EF – Tu reseptörü (EFR), elf18'i tanıyarak bitkinin savunma sistemini harekete geçirir. EFR, FLS2'ye benzer yapıdadır. Hücreler arasında ve hücre içerisinde lösince zengin tekrarlı moleküller (LRR) içerir (Zipfel et al., 2004). *Nicotiana benthamiana*'da da elf18, EFR tarafından algılanır ve savunma reaksiyonu meydana gelir. Buna karşın mutant *Arabidopsis* bitkilerinde EFR mutasyona uğradığı için elf18'e karşı savunma reaksiyonu ortaya çıkmaz (Şekil 3).



Şekil 1. Bitkilerde bazı bakteriyel etmenlerin hastalık oluşturma sistemi: Domateste bakteriyel benek etmeni *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (*Pst*); Tip III salgı sistemini kullanarak bitki hücreyi içerisine çok çeşitli efektör proteinleri enjekte eder. taçlı gal etmeni *Agrobacterium vitis* (*Av*); Tip IV salgı sistemini kullanarak bitkinin hücre sitoplazması içerisine ur veya taçlı gal oluşumuna neden olan tDNA'sını enjekte eder. Patateste karabacak etmeni *Pectobacterium carotovorum* subsp. *atrosepticum* (*Pca*); Tip II salgı sistemini kullanarak selüloz ve pektinaz gibi bitkinin hücre duvarını parçalayıcı enzimler salgılar. Domateste bakteriyel solgunluk etmeni *Ralstonia solanacearum* (*Rs*); bitki köklerindeki yaralardan girerek ksilem iletim demetlerinde çoğalır ve ekzopolisakaritler üreterek iletim sisteminde su taşınımını engeller (Abramovitch et al., 2006a).





Şekil 2. Bitkilerde PRR'ye dayalı savunma sistemi ve Tip III efektörlerinin savunma sistemini baskılanması: bitkiler plazma zarında bulunan tanılayıcı veya algılayıcı reseptörlere (PRR'ler) sahiptir. Bu moleküller, hücre dışı lümen zengin tekrarlı (LRR) bölgelere ve sitoplazmik serine/treonin kinaz bölgesine sahiptir. *Arabidopsis* bitkisinde EF-Tu ve EFR efektörleri, FLS2 gibi PRR'ler tarafından algılanır. FLS2, bu tanılamayı flagellinin flg22 peptidi bölgesinden ve EF-Tu'nun da elf18 bölgesinden yapar. Lipopolisakaritler (LPS), harpinler ve soğuk şok proteini gibi bakteriyel uyarıcılar, 300'den fazla bitki geni tarafından meydana getirilen sinyaller sonucu oluşan PRR aktivasyonu ile tanılanarak bitki savunma sistemi harekete geçirilir. Tam bir mitojen aktiviteli protein kinaz (MAPK) molekülü, WRKY transkripsiyon faktörü ve FLS2 gibi reseptörler, *FRK1* ve *NHO1* gibi genlerin aktivasyonunu sağlar. Bitki fenotipleri, reaktif oksijen (ROS) ve azot (NO) türevlerinin üretimi, hücre duvarının güçlendirilmesi amacıyla yapılan savunma sistemidir. Tip III salgı sistemi aracılığı ile efektör proteinlerin bitki hücresi içerisine aktarılması, PRR'ler ile ilgili savunma sisteminin baskı altına alınması için bakteriler tarafından kullanılan bir stratejidir. Bitki savunma sistemini baskı altına alan 16 kadar efektör protein tanımlanmıştır. AvrPto efektörü, flg22'nin ve diğer PAMP'ların algılanmasını sağlayan proteinlerin baskılanması için kullanılır. *Arabidopsis*'de AvrPto, MAPK kinaz kinaz (MAPKKK) ile bağlantılıdır. *Arabidopsis*'de AvrPto'nun savunma sistemini baskılaması için 196 isimli protein sigma ( $\Omega$ ) faktörü ile bağlanması gerekir (Abramovitch et al., 2006a).

### 2.1.3. Soğuk şok proteini (cold shock protein – CPS)

PAMP olarak bilinen diğer bakteriyel protein, soğuk şok proteindir (cold shock protein - CPS). CSP'ler yaklaşık 7,4 kDa büyüklüğünde çok küçük, yapısı bozulmayan bir proteindir. Flagellin ve EF – Tu'nun aksine CPS'lerin henüz reseptörleri belirlenmemiştir (Şekil 3). Bu protein, tütün ve domates gibi Solanaceae familyasına ait bitkilerde savunma mekanizmasını uyarır. Solanaceae familyası dışındaki bitkilerde ise henüz bu uyarı mekanizması tespit edilememiştir (Felix ve Boller, 2003).

### 2.1.4. Lipopolisakarit molekülü (LPS)

Gram negatif bakterilerin dış membranında, bitkilerin savunma sistemini harekete geçiren başlıca yapı olarak LPS bulunur. LPS, bir glikolipid molekülü olup, iç kısmı oligosakkarit çekirdekten, orta kısmı Lipid A ve dış kısmı da çeşitli polisakaritlerden oluşan üç farklı yapıdan meydana gelmiştir. Lipid A, *Arabidopsis* bitkisinde savunma mekanizmasını tetikleyen LPS'nin küçük bir kısmını oluşturur. Lipid A aynı zamanda tek başına da

savunma mekanizmasını harekete geçirebilen bir özelliğe sahiptir (Zeidler et al., 2004).

### 2.1.5. Diğer küçük moleküller

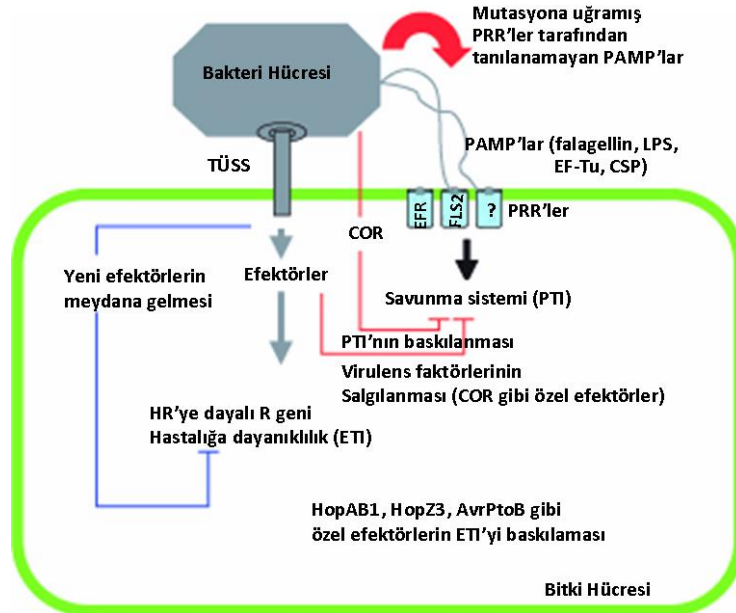
Toksinler ve ekzopolisakaritler (EPS) gibi küçük moleküller hastalığın oluşumu için bakteriler tarafından kullanılan moleküllerdir. Örneğin; *coronatin*, *syringomycin*, *tabtoxin* ve *phaseolotoxin* gibi bakteriyel toksinler hastalığın gelişiminde ve belirtilerin oluşumunda çok önemli role sahiptirler (Bender et al. 1999). Bu moleküller; bitki membranlarında gözenek oluşturarak, bitki hormonlarını taklit ederek veya bitkinin metabolik enzimlerini engelleyerek bitkide nekrotik ya da klorotik belirtiler meydana getirirler. *Pseudomonas*'ın ve *Xanthomonas*'ın birçok türü bitki hormonu okzin (*auxin*) üretir (Glickmann et al., 1998). Bitkiler ise okzin seviyesini tersine düzenleyerek bakterilere karşı dayanıklılık kazanırlar (Navarro et al., 2006b). Bu nedenle bakterilerin ürettiği okzinin, bitki savunmasını baskılamada anahtar rol oynadığı düşünülmektedir (Von Bodman et al., 2003). Bakterilerin ürettiği bitki hormonuna benzer moleküllere oto-uyarıcılar (autoinducer) adı verilmektedir. *Ralstonia* ve

*Xanthomonas* cinsine ait birçok bitki patojeni bakteri çok fazla miktarda ekzopolisakkarit (EPS) salgırlar. Bu moleküller ksilem demetlerini tıkayarak solgunluğa neden olurlar (Şekil 1) (Leigh ve Coplin, 1992). Aynı zamanda EPS'ler ksilem demetlerinde antimikrobiyal faktörlere karşı patojeni koruyarak patojenin virülenslik özelliğini artırırlar.

### 3. BİTKİ SAVUNMA SİSTEMLERİ

Bitkiler, patojenlerin saldırılarına karşı lokal ve sistemik olmak üzere geniş etkili bir seri kompleks savunma sistemine sahiptirler: Sahip oldukları savunma sistemi sayesinde spesifik bir patojenin oluşturduğu yapıları tanıyarak, hastalığa karşı dayanıklılığı sağlayan genleri harekete geçirirler (Dangl ve Jones, 2001; Staskawicz et al., 2001; Kunkel ve Brooks, 2002). Bitkilerde patojene karşı oluşan bu dayanıklılık sistemi; salisilik asit (SA), jasmonik asit (JA) ve etilen (E) olarak isimlendirilen

üç çeşit sinyal molekülü tarafından sağlanır. Bu savunma sistemleri; böcek veya hastalık etmenlerinin saldırılarından korunmak için olduğu kadar, yaralanma ve ozon zararı gibi abiyotik faktörlere karşı da meydana gelmektedir (Creelman et al., 1997). Bitkiler, salisilik asite bağlı sinyal oluşumu ve salisilik asitten bağımsız olarak oluşan jasmonik asit ve etilen sinyal molekülleri olmak üzere iki farklı yolla patojenlere karşı savunma sistemini meydana getirirler (Thomma et al., 2001). Bu sinyal molekülleri birbirinden bağımsız olarak fonksiyonel değildir. Bu moleküller birbirleriyle kompleks bir sinyal iletişimi sonucu patojene karşı etkili olurlar. Bu üç sinyal iletişim molekülünden hangisinin öncelikli olarak bitki tarafından aktif hale getirilmesiyle ilgili mekanizmanın anlaşılması çok önemlidir. Bu mekanizmadaki öncelik, bitkinin patojenin hastalık yapma kabiliyetini baskı altına alma çabası için önemli rol oynar (Şekil 4) (Kunkel ve Brooks, 2002; McDowell ve Woffenden, 2003).



Şekil 3. Bakteriye etmen ve bitki arasındaki etkileşim: Bitkiler; flagellin, lipopolisakkaritler (LPS), Tu efektörü (EF-Tu) ve soğuk şok proteinleri (CPS) gibi patojenle ilişkili moleküler yapıları veya PAMP'ları tanıyarak bakterilerin varlığından haberdar olurlar. PAMP'lar, hücre zarıyla ilişkili EFR ve FLS2 gibi tanıyıcı reseptörler (PRR'ler) tarafından algılanır. Bu reseptörler, patojene karşı bağışıklık sistemini harekete geçiren ve kısaca PTI olarak bilinen savunma sistemini harekete geçirirler. Bazı bakteriler, kendi PAMP'larını veya virülens faktörlerini değiştirerek PTI'yı etkisiz hale getirirler. Dayanıklı bitkiler, patojenin efektör proteinlerinin varlığını tespit edebilen R proteinlerini oluştururlar ve/veya programlanmış hücre ölümünün bir şekli olan aşırı duyarlılık reaksiyonunu da içinde bulunduğu çoklu savunma sistemini harekete geçirirler. Virülens etkisi yüksek olan patojenler ise aşırı duyarlılık reaksiyonunu bloke ederek, bitkinin bağışıklık sistemini harekete geçirici olan tüm yapıları (ETI) baskı altına alan yeni efektör proteinler üretirler (Ade ve Innes, 2007).

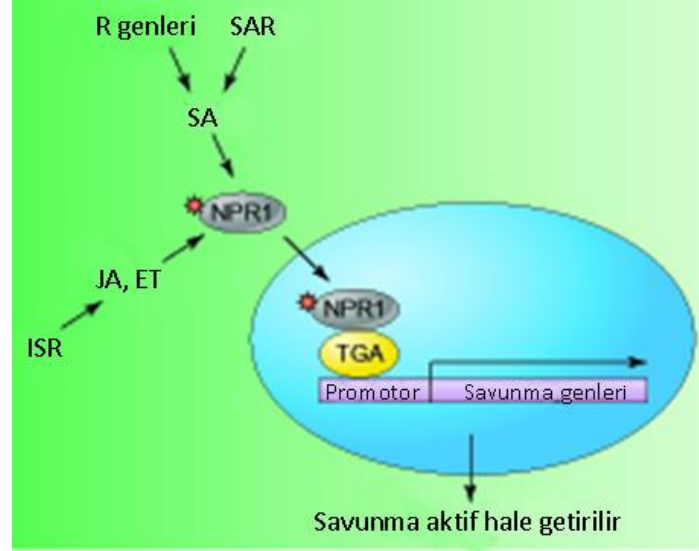
#### 3.1. Salisilik Asite Dayalı Savunma Sistemi

Salisilik asit (SA) sinyal molekülü, patojene karşı bitki savunmasında merkezi bir rol oynar. Bitki dokusunda SA seviyesi arttığında patojenlerin çoğunun enfeksiyonuna karşı bitkinin dayanıklılığı artar (Ryals et al., 1996). Bir patojene karşı savunma reaksiyonu olarak sistemik kazanılmış dayanıklılıktan

(systemic acquired resistance – SAR) sorumlu dayanıklılık genlerinin savunma sistemini hızlı bir şekilde aktif hale geçirebilmesi için salisilik asitin gerekli olduğu belirlenmiştir. SAR, patojen tarafından bitkide ilk enfeksiyon gerçekleştiğinde enfeksiyonun olduğu bölgedeki zarar gören dokunun uyarılmasıyla bitki savunma sistemini daha da kuvvetlendiren bir

özelliğidir (Kunkel ve Brooks, 2002). Hastalık gelişimiyle ilgili olarak salisilik asite bağlı çeşitli genler (PR) meydana gelir. Bu genler salisilik asite bağlı savunma sisteminde haberciler olarak kullanılır. Salisilik asitin hastalık gelişimine karşı dayanıklılığı arttırdığına yönelik çalışmalarda; *Arabidopsis thaliana*'nın *eds1*, *eds4*, *eds5* (*enhanced disease susceptibility*), *pad4* (*phytoalexin deficient4*) ve *sid2*

(*SA induction deficient2*) hassas mutantları ve transgenik bitki olarak da salisilik asiti parçalayıcı salisilat hidroksilaz enzimine sahip hat (NahG) kullanılmıştır. Bu mutantlar, *Pseudomonas syringae* gibi bakteriyel patojenlere karşı dayanıklılık çalışmalarında kullanılmaktadır (Nawrath ve Metraux, 1999).



Şekil 4. Savunma sistemindeki NPR1 geni, bazı R genlerinin meydana gelmesinde çok önemli rolü olan bir genidir. Paraziter veya paraziter olmayan faktörler nedeniyle yeşil aksamında veya diğer organlarında meydana gelen nekrotik oluşumlar; salisilik asitten oluşan (SA) sistemik kazanılmış dayanıklılığa (SAR); topraktaki bakteriler ise jasmonik asit (JA) ve etilen (ET)'den oluşan uyarılmış sistemik dayanıklılığa neden olur. NPR1, her iki dayanıklılık tipinde de aktif hale gelerek sitoplazmadan çekirdeğe geçer ve çekirdekteki transkripsiyon faktörü TGA ve diğer proteinlerle etkileşime girerek savunma ile ilgili genlerin transkripsiyonunu düzenler (McDowell ve Woffenden, 2003).

### 3.2. Jasmonik Asite Dayalı Savunma Sistemi

Jasmonik asit, bir yağ asiti türevli sinyal molekülü olup, bitkide polen oluşumu ve tohum gelişimi sırasında veya yaralanma, hastalık etmenleri, ozon ve böcek zararı gibi faktörlere karşı savunma sistemi olarak meydana gelir (Li et al., 2001). Jasmonik asite yönelik çalışmalarda; *Arabidopsis thaliana*'nın *fad1/fad7/fad8* (*fatty acid desaturase1/7/8*), *coi1* (*coronatine insensitive1*) *jar1* (*jasmonic acid resistant1*) mutantlarında *Pectobacterium carotovorum* gibi patojenlere karşı hassaslık artmaktadır. Nekrotrof olarak adlandırılan bu patojenlere karşı savunma reaksiyonu olarak JA'ya bağlı genler; *Plant Defensin1.2* (PDF1.2), *Thionin2.1* (Thi2.1), *Hevein-Like Protein* (HEL) ve *Chitinaseb* (CHIB) gibi birçok proteini kodlarlar (Reymond ve Farmer, 1998). CET1 ve CET3 genleri JA biyosentezini baskılayan veya bloke eden genler olup, *cet1* ve *cet3* mutantlarında JA sinyal iletişimi normal olarak meydana gelir (Hilpert et al., 2001).

### 3.3. Etilene Dayalı Savunma Sistemi

Etilenin bitkinin dayanıklılık savunmasındaki rolü tartışmalı bir konudur. Çünkü Etilen, bazı hastalıklara karşı dayanıklılığı artırırken bazı hastalıklara karşı

hastalık gelişimini teşvik eder (Pieterse ve van Loon, 1999; Kunkel ve Brooks, 2002). Örneğin *Arabidopsis thaliana*'nın *ein2* (*ethylene insensitive2*) mutanı; *Pectobacterium carotovorum*'a (Norman-Setterblad et al., 2000) karşı yüksek derecede hassaslık gösterirken, *Pseudomonas syringae*'nin ve *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*'in (Bent et al., 1992) enfeksiyon belirtilerini azaltmaktadır. ET *ein2* sinyal iletişimi, JA'ya bağlı *coi1* ve *jar1* sinyal yapılarıyla paralel işleyiş gösterir. Örneğin JA'ya bağlı PDF1.2, Thi2.1, HEL ve CHIB gibi savunma proteinlerin meydana gelmesi için *EIN2* geni gereklidir (Jackson ve Taylor, 1996; Hoffman et al., 1999).

JA ve ET sinyal oluşumu; *Pseudomonas fluorescens* gibi köklerde kolonize olan bir bakteri tarafından tetiklenen sistemik uyarılmış dayanıklılık (induced systemic resistance – ISR) yoluyla da ortaya çıkmaktadır (Pieterse ve van Loon, 1999).

SA, JA ve ET savunma sinyalleri kompleks bir sinyal iletişimi ile birbirleri olumlu veya olumsuz bir şekilde etkilerler. Savunma sinyallerinin etkileşimi, *Arabidopsis thaliana* bitkisinde model çalışmalarla ortaya konmaktadır (Kunkel ve Brooks, 2002) (Şekil5).





- Abramovitch, R.B., Janjusevic, R., Stebbins, C.E., Martin, G.B. 2006b. Type III effector AvrPtoB requires intrinsic E3 ubiquitin ligase activity to suppress plant cell death and immunity. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, 103, 2851–2856.
- Ade, J., Innes, R.W. 2007. Resistance to Bacterial Pathogens in Plants. *Encyclopedia of Life Sciences*, John Wiley & Sons, Ltd., doi: 10.1002/9780470015902.a0020091.
- Ade, J., DeYoung, B.J., Golstein, C., Innes, R.W. 2007. Indirect activation of a plant nucleotide binding site-leucine-rich repeat protein by a bacterial protease. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 104: 2531–2536.
- Alfano, J.R., Collmer, A. 2004. Type III secretion system effector proteins: double agents in bacterial disease and plant defense. *Annu. Rev. Phytopathol.* 42, 385–414.
- Asai, T., Tena, G., Plotnikova, J., Willmann, M.R., Chiu, W.L., Gomez-Gomez, L., Boller, T., Ausubel, F.M., Sheen, J. 2002. MAP kinase signalling cascade in *Arabidopsis* innate immunity. *Nature*, 415, 977–983.
- Ausubel, F.M. 2005. Are innate immune signaling pathways in plants and animals conserved? *Nature Immunol.* 6, 973–979.
- Bender, C.L., Alarcon-Chaidez, F., Gross, D.C. 1999. *Pseudomonas syringae* phytotoxins: mode of action, regulation, and biosynthesis by peptide and polyketide synthetases. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 63, 266–292.
- Bent, A.F., Innes, R.W., Ecker, J.R., Staskawicz, B.J. 1992. Disease development in ethylene-insensitive *Arabidopsis thaliana* infected with virulent and avirulent *Pseudomonas* and *Xanthomonas* pathogens. *Mol. Plant Microbe Interact.*, 5:372–378.
- Buttner, D., Bonas, U. 2006. Who comes first? How plant pathogenic bacteria orchestrate type III secretion. *Curr. Opin. Microbiol.* 9, 193–200.
- Chang, J.H., Urbach, J.M., Law, T.F., Arnold, L.W., Hu, A., Gombar, S., Grant, S.R., Ausubel, F.M., Dangl, J.L. 2005. A high-throughput, near-saturating screen for type III effector genes from *Pseudomonas syringae*. *PNAS*, 102(7), 2549–2554.
- Chinchilla, D., Bauer, Z., Regenass, M., Boller, T., Felix, G. 2006. The Arabidopsis receptor kinase FLS2 binds flg22 and determines the specificity of flagellin perception. *Plant Cell*, 18:465–476.
- Christie, P.J., Atmakuri, K., Krishnamoorthy, V., Jakubowski, S., Cascales, E. 2005. Biogenesis, architecture, and function of bacterial type IV secretion systems. *Annu. Rev. Microbiol.* 59, 451–485.
- Creelman, R.A., Mullet, J.E. 1997. Oligosaccharins, brassinolides, and jasmonates: nontraditional regulators of plant growth, development, and gene expression. *Plant Cell*, 9:1211–1223.
- Dangl, J.L., Jones, J.D. 2001. Plant pathogens and integrated defense responses to infection. *Nature*, 411:826–833.
- Deslandes, L., Olivier, J., Peeters, N. 2003. Physical interaction between RRS1-R, a protein conferring resistance to bacterial wilt, and PopP2, a type III effector targeted to the plant nucleus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 100: 8024–8029.
- Espinosa, A., Guo, M., Tam, V.C., Fu, Z.Q., Alfano, J.R. 2003. The *Pseudomonas syringae* type III secreted protein HopPtoD2 possesses protein tyrosine phosphatase activity and suppresses programmed cell death in plants. *Mol. Microbiol.* 49, 377–387.
- Felix, G., Boller, T. 2003. Molecular sensing of bacteria in plants. The highly conserved RNA-binding motif RNP-1 of bacterial cold shock proteins is recognized as an elicitor signal in tobacco. *J. Biol. Chem.* 278, 6201–6208.
- Genin, S., Boucher, C. 2004. Lessons learned from the genome analysis of *Ralstonia solanacearum*. *Annu. Rev. Phytopathol.* 42, 107–134.
- Glickmann, E., Gardan, L., Jacquet, S., Hussain, S., Elasmri, M., Petit, A., Dessaux, Y. 1998. Auxin production is a common feature of most pathovars of *Pseudomonas syringae*. *Mol. Plant Microbe Interact.* 11, 156–162.
- Gomez-Gomez, L., Felix, G., Boller, T. 1999. A single locus determines sensitivity to bacterial flagellin in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Journal*, 18: 277–284.
- Gomez-Gomez, L., Boller, T. 2002. Flagellin perception: a paradigm for innate immunity. *Trends Plant Sci.* 7, 251–256.
- Hann, D.R., Rathjen, J.P. 2007. Early events in the pathogenicity of *Pseudomonas syringae* on *Nicotiana benthamiana*. *Plant J.*, 49:607–618.
- Hauck, P., Thilmony R., He, S.Y. 2003. A *Pseudomonas syringae* type III effector suppresses cell wall-based extracellular defense in susceptible *Arabidopsis* plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 100: 8577–8582.
- He, P., Shan, L., Lin, N.C., Martin, G.B., Kemmerling, B., Nurnberger, T., Sheen, J. 2006. Specific bacterial suppressors of MAMP signaling upstream of MAPKKK *Arabidopsis* innate immunity. *Cell*, 125, 563–575.
- Hilpert, B., Bohlmann, H., Camp, R.O., Przybyla, D., Miersch, O., Buchala, A., Apel, K. 2001. Isolation and characterization of signal transduction mutants of *Arabidopsis thaliana* that constitutively activate the octadecanoid pathway and form necrotic microlesions. *Plant J.*, 26:435–446.
- Hoffman, T., Schmidt, J.S., Zheng, X., Bent, A.F. 1999. Isolation of ethylene sensitive soybean mutants that are altered in pathogen susceptibility and gene-for-gene disease resistance. *Plant Physiol.* 119:935–949.
- Jackson, A.O., Taylor, C.B. 1996. Plant–microbe interactions: life and death at the interface. *Plant Cell*, 8:1651–1668.
- Janjusevic, R., Abramovitch, R.B., Martin, G.B., Stebbins, C.E. 2006. A bacterial inhibitor of host programmed cell death defenses is an E3 ubiquitin ligase. *Science*, 311, 222–226.
- Katiyar-Agarwal, S., Morgan, R., Dahlbeck, D. 2006. A pathogen-inducible endogenous siRNA in plant immunity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 103: 18002–18007.
- Kim, Y.J., Lin, N.C., Martin, G.B. 2002. Two distinct *Pseudomonas* effector proteins interact with the Pto kinase and activate plant immunity. *Cell*, 109: 589–598.
- Kim, M.G., da Cunha, L., McFall, A.J. 2005. Two *Pseudomonas syringae* type III effectors inhibit RIN4-regulated basal defense in *Arabidopsis*. *Cell* 121: 749–759.
- Kunkel, B.N., Brooks, D.M. 2002. Cross talk between signaling pathways in pathogen defense. *Current Opinion in Plant Biology*, 5:325–331.
- Kunze, G., Zipfel, C., Robatzek, S., Niehaus, K., Boller, T., Felix, G. 2004. The N terminus of bacterial elongation factor Tu elicits innate immunity in *Arabidopsis* plants. *Plant Cell*, 16, 3496–3507.
- Leigh, J.A., Coplin, D.L. 1992. Exopolysaccharides in plant–bacterial interactions. *Annu. Rev. Microbiol.* 46, 307–346.

- Li, L., Li, C., Howe, G.A. 2001. Genetic analysis of wound signaling in tomato. Evidence for a dual role of jasmonic acid in defense and female fertility. *Plant Physiol.* 2001, 127:1414-1417.
- McDowell, J.M., Woffenden, B.J. 2003. Plant disease resistance genes: recent insights and potential applications. *TRENDS in Biotechnology*, 21(4), 178-183.
- Melotto, M., Underwood, W., Koczan, J. 2006. Plant stomata function in innate immunity against bacterial invasion. *Cell*, 126: 969-980.
- Mudgett, M.B. 2005. New insights to the function of phytopathogenic bacterial type III effectors in plants. *Annu. Rev. Plant Biol.* 56, 509-531.
- Navarro, L., Dunoyer, P., Jay, F. 2006a. A plant miRNA contributes to antibacterial resistance by repressing auxin signaling. *Science*, 312: 436-439.
- Navarro, L., Dunoyer, P., Jay, F., Arnold, B., Dharmasiri, N., Estelle, M., Voinnet, O., Jones, J.D.G. 2006b. A plant miRNA contributes to antibacterial resistance by repressing auxin signalling. *Science*, 312, 436-439.
- Nawrath, C., Metraux, J. 1999. Salicylic acid induction-deficient mutants of *Arabidopsis* express PR-2 and PR-5 and accumulate high levels of camalexin after pathogen inoculation. *Plant Cell*, 11:1393-1404.
- Norman-Setterblad, C., Vidal, S., Palva, E.T. 2000. Interacting signal pathways control defense gene expression in *Arabidopsis* in response to cell wall-degrading enzymes from *Erwinia carotovora*. *Mol. Plant Microbe Interact.*, 13:430-438.
- Pedley, K.F., Martin, G.B. 2005. Role of mitogen-activated protein kinases in plant immunity. *Curr. Opin. Plant Biol.* 8, 541-547.
- Pieterse, C.M.J., van Loon, L.C. 1999. Salicylic acid-independent plant defense pathways. *Trends Plant Sci.*, 4:52-58.
- Reymond, P., Farmer, E.E. 1998. Jasmonate and salicylate as global signals for defense gene expression. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 1:404-411.
- Robatzek, S., Bittel, P., Chinchilla, D., Kochner, P., Felix, G., Shiu, S.H., Boller, T. 2007. Molecular identification and characterization of the tomato flagellin receptor LeFLS2, an orthologue of *Arabidopsis* FLS2 exhibiting characteristically different perception specificities. *Plant. Mol. Biol.*, 64:539-547.
- Ryals, J.A., Neuenschwander, U.H., Willits, M.G., Molina, A., Steiner, H., Hunt, M.D. 1996. Systemic acquired resistance. *Plant Cell*, 8:1809-1819.
- Saito, S., Yamamoto-Katou, A., Yoshioka, H. 2006. Peroxynitrite generation and tyrosine nitration in defense responses in tobacco BY-2 cells. *Plant Cell Physiology*, 47:689-697.
- Staskawicz, B.J., Mudgett, M.B., Dangl, J.L., Galan, J.E. 2001. Common and contrasting themes of plant and animal diseases. *Science*, 292:2285-2289.
- Sun, W., Dunning, F.M., Pfund, C. 2006. Within-species flagellin polymorphism in *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* and its impact on elicitation of *Arabidopsis* Flagellin Sensing2-dependent defenses. *Plant Cell*, 18: 764-779.
- Thomma, B.P., Penninckx, I.A., Broekaert, W.F., Cammue, B.P. 2001. The complexity of disease signaling in *Arabidopsis*. *Curr. Opin. Immunol.* 13:63-68.
- Von Bodman, S.B., Bauer, W.D., Coplin, D.L. 2003. Quorum sensing in plant-pathogenic bacteria. *Annu. Rev. Phytopathol.* 41, 455-482.
- Zeidler, D., Zähringer, U., Gerber, I., Dubery, I., Hartung, T., Bors, W., Hutzler, P., Durner, J. 2004. Innate immunity in *Arabidopsis thaliana*: lipopolysaccharides activate nitric oxide synthase (NOS) and induce defense genes. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, 101, 15811-15816.
- Zipfel, C., Robatzek, S., Navarro, L., Oakeley, E.J., Jones, J.D., Felix, G., Boller, T. 2004. Bacterial disease resistance in *Arabidopsis* through flagellin perception. *Nature*, 428:764-767.
- Zipfel, C. 2008. Pattern-recognition receptors in plant innate immunity. *Current Opinion in Immunology*, 20:10-16.