

## **MEYVE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE DON ve SOĞUK ZARARININ ETKİ MEKANİZMALARI**

Zir. Yük. Müh. Kezban YAZICI <sup>(1)</sup>

Zir. Yük. Müh. Banu DAL <sup>(1)</sup>

Prof. Dr. İbrahim BAKTIR <sup>(2)</sup>

### **GİRİŞ**

Bilindiği gibi bazı yıllarda meydana gelen şiddetli donlar geçit bölgeler ile iç bölgelerde ülke tarımını olumsuz yönde etkilemekte ve çeşitli zararlar meydana getirmektedir. Bunlardan özellikle ilkbahar geç donları ve şiddetli kış soğuklarının etkileri tarımın diğer kesimlerinden ziyade meyve yetiştiriciliğinde kendisini fazlasıyla hissettirmektedir. Çünkü çok yıllık meyve ağaçlarının sadece o yılki ürünü zarar görmeyip bir sene sonraki ürünü de zarar görmektedir. Aynı zamanda uzun bir gençlik döneminden sonra meyveye yatan bir ağaca verilen emek ve harcanan para da karşılıksız kalmaktadır.

Düşük sıcaklıklar dünya üzerinde bitki dağılımını belirleyen belki de en önemli faktördür. Yaprığını döken meyvelerde; tomurcuk ölümleri, dal kurumaları, gövde kabuğunun kurumması, şişmesi ve çatlaması, gövdenin çatlaması ve kurumması, kök ölümleri gibi ciddi zararlanmalar meydana gelmektedir (CAMERON ve DIXON, 1997).

Bu durumun önüne geçebilmek için meydana gelen don olaylarının minimum sıcaklıklarını ve bu sıcaklıkta kaldığı süreleri önceden bilmekte yarar vardır. Ayrıca, bu düşük sıcaklıklarda bitkilerde cereyan eden fizyolojik olayları bilmek, yapılacak mücadele ve alınacak önlemlerin saptanması açısından önemli bir yol gösterici olacaktır. Don olayının mekanizmasının aydınlatılması ve bazı fizyolojik olayların açığa kavuşturulması bitkileri dondan korumada alınacak tedbirlere katkıda bulunması açısından önemlidir.

### **ISI İLETİM ŞEKİLLERİ**

Meydana gelen düşük sıcaklıkların niçin ve nasıl ortaya çıktığını kavrayabilmemiz ve öncelikle bazı etmenlerin donun şiddetini nasıl etkilediğini ve meydana getireceği zararları önleyebilmemiz açısından ısı iletim şekillerinin mekanizmasının bilinmesi gerekmektedir.

Isı, kondüksiyon, konveksiyon ve radyasyon yoluyla olmak üzere üç şekilde iletilmektedir (WEISER, 1970).

#### **a) Isının kondüksiyon yoluyla iletimi:**

Katı bir cismin bir ucundan diğer ucuna veya birbiri ile temas halinde olan iki cismin birinden diğerine yayılma şekline ısının **kondüksiyon** yoluyla iletimi denir. Isının toprak yüzünden toprak derinliklerine iletimi de bu şekilde olmaktadır. Gündüz güneş ısı toprak yüzünü ısıtır. Toprağın bitki örtüsü, yapısı, işleme durumu ile toprağın nem durumu, kondüksiyon yoluyla giren

<sup>(1)</sup> Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü, ANTALYA

(2) **Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, ANTALYA** ısının miktarını etkilemektedir. Yüzeyi düz, sıkı ve nemli toprağa temas yüzeyi fazla olduğu için yeni sürülmüş ve otlu topraktan daha fazla kondüksiyon ısı depo edilir. Gece soğuk gök yüzüne radyasyon yoluyla ısı kaybı sırasında toprakta fazla ısı depo edilmiş bahçelerde sıcaklığın düşüşü daha az ve yavaş olur.

#### **b) Isının konveksiyon yoluyla iletimi:**

Isının bir gaz veya sıvı içerisinde hareket veya karışma sureti ile bir yerden diğer bir yere taşınmasına, ısının **konveksiyon** yoluyla iletimi denir. Sıcak bir yüzeye temas halinde bulunan hava ısınır, yoğunluğu azalır, daha ağır olan soğuk hava yerini aldıkça, sıcak hava yükselmeye başlar. Yapay etkilerle, örneğin bir vantilatör yardımıyla konveksiyon ısısının karışımı ve yönü değiştirilebilir.

#### **c) Isının radyasyon yoluyla iletimi:**

Sıcaklığın ısınmış bir cisim yüzeyinden genellikle soğuk bir cisme doğru çizgiler halinde taşınmasına **radyasyon** denir. Atmosfersiz bir uzayda ısı iletiminde hiçbir kayıp olmaz. Havadaki gazlar, duman ve su parçacıkları radyasyon ısısının bir kısmını tutarlar. Bu nedenle bulutlu havalarda radyasyon yoluyla ısı kaybı yavaş, açık havalarda hızlı olur.

Doğada güneş ışınlarını doğrudan gören ağaç kısımları radyasyon ısısını daha fazla almakta, ağacın diğer kısımları ise doğrudan radyasyon ısısını almadığı için daima birkaç santigrad derece daha soğuk olmaktadır (LEWITT 1980).

### **DONUN OLUŞUMU**

Don, atmosferde bulunan su damlacıklarının süblimasyon etkisi ile doğrudan bitki, toprak ve açıkta bulunan cisimler üzerinde buz kristalleri haline dönüşmesi olayıdır. Don, bitki bünyesinde ise, bitki öz suyunun düşük sıcaklıklarda buz haline dönüşerek katılaşması anlamına gelir (ZORBA ve ark. 1981).

#### **a) Soğuk Hava Kitesinin Akışından Meydana Gelen Donlar**

Bir bölgeye diğer çok soğuk bölge veya bölgelerden yayılan soğuk hava kitlelerinin gelip oturması şeklindedir. Bu soğuk hava kitlelerinin hareketi, yönleri ve hızları özellikle atmosferde meydana gelen alçak ve yüksek basınç ile rüzgarlara bağlıdır. Bu tip soğuklar daha çok meyve ağaçlarının kış dinlenme periyodunda oluştuklarından zararları pek fazla değildir. Çünkü bu tip donlarda toprak ve bitki örtüsünün sıcaklığı, içinde buldukları havanın sıcaklığından daha yüksektir. Ayrıca, bitkiler bu dönemde don gibi olumsuz çevre koşullarına karşı hazırlıklıdır (FAUST 1989).

#### **b) Radyasyon Yoluyla Meydana Gelen Donlar**

Gündüz ısınan toprağın, gece, sıcaklığını radyasyon yoluyla vermesi ve radyasyonun şiddetine göre toprak yüzeyinde soğuk bir hava kitesinin oluşması

şeklinde olur. Bu soğuk hava kitlesi, çukur alanlarda yığılır, meyilli alanlarda ise meyile göre alçak kısımlara doğru akar. Bu yüzden meyilli alanlar meydana gelecek donlardan daha az zarar görürler (FAUST, 1989).

Radyasyonla soğuk hava oluşumu toprak türüne, işleme şekline, üzerinde bitki örtüsü bulunup bulunmadığına göre değişir. Örneğin işlenmiş topraklar işlenmemiş olanlara, üzeri bitki örtüsü ile örtülü topraklar üzeri açık olanlara, nemli topraklar kuru topraklara göre daha şiddetli radyasyonla soğuk hava oluşumuna neden olurlar (BOLAT, 1993).

Bunların yanında hava eğer açık ve sakinse kuvvetli radyasyon ve bunun sonucu şiddetli bir don oluşur. Fidancılık ve meyve yetiştiriciliği yönünden asıl zarar veren donlar bu donlardır (CHILDERS, 1973).

Dünya , sıcaklığını güneşten radyasyonla alır. Parlak, açık bir havada dünyanın etrafındaki atmosfere ulaşan radiant enerjinin yaklaşık %65'inin dünya yüzeyine geçtiği kabul edilmektedir. Dünyanın yüzeyine gelen radiant enerjinin bir kısmı toprak tarafından absorbe edilmekte ve böylece toprak sıcaklığı yükselmektedir. Sıcaklığın bir kısmı tekrar atmosfere ve onun arkasındaki boşluğa iletilmekte, bir kısmı da toprakla ve üzerindeki objelerle temas halinde bulunan havaya kondüksiyonla geçmektedir. Az veya çok oranda, radyasyon her zaman oluşmaktadır (WEISER, 1970).

Gündüz toprak güneşten gelen enerjiyle ısınınca, bununla temas halinde olan hava tabakası da kondüksiyonla ısınır. Isınan hava genişler, hafifler ve yükselir, yerini soğuk hava alır. Bu olay alttaki ısınmış havanın sıcaklığı ile üstteki soğuk havanın sıcaklığının hemen hemen aynı olduğu bir yüksekliğe varıncaya dek sürer. Böylece oldukça geniş bir hava tabakası ısınmış olur. Gece durum tersine döner. Güneş batınca toprak radyasyon yoluyla hızla sıcaklığını kaybeder ve temas halinde bulunduğu havadan ısı alır. Bunun sonucu toprak yüzeyinde soğuk bir hava tabakası oluşur. Bu olay uzun bir süre devam ederse havadaki su buharı kondanse olur ve çığ olarak düşer. Eğer bu durum daha uzun süre devam ederse, beyaz don denilen kırağı meydana gelir (LEWITT 1980).

Kırağılar, havanın açık olduğu gecelerde yani dış boşluğa doğru radyasyonun elverişli bir durum aldığı zaman görülür. Eğer havayı bulutlar örterse, topraktan sıcaklığın radyasyon yoluyla kaybı kontrol altına alınır ve don da önlenir (TAŞDEMİR, 1986)

Bazen hava sıcaklığı tehlikeli noktaya düşmediği halde meyilli yerlerde ve vadi içlerinde dondan zararlanmalar görülebilir. Böylece soğuk hava, önünde engel bulunan yerlerde ve tabanda birikerek bir **don cebi** oluşturur. Soğuk havanın biriktiği böyle yerlerde bulunan bahçeler, yamaçlarda ve diğer yerlerde kurulmuş bahçeler zarar görmediği halde soğuktan zarar görürler (ZORBA ve ark. 1981).

## **BİTKİLERDE DON ZARARININ ETKİ MEKANİZMASI**

### **I. Düşük Sıcaklık Etkisiyle Ölüm**

Dinlenme halindeki dokuların dondan zararlanma oranları dört faktörden etkilenmektedir: 1-) sıcaklığın düşme oranı 2-) düşük sıcaklığın süresi 3-)

dondan önceki sıcaklık derecesi 4-) buz kristallerinin çözünme hızı (CHILDERS ve ark: 1995).

Sıcaklık doğada olduğu gibi genellikle yavaş düşüyorsa bitkilerde buz kristalleri önce hücreler arası boşluklarda oluşur. Çünkü burada su en saf durumda bulunur. Sıcaklık çabuk düşerse (örneğin dakikada 8-10 °C'den daha fazla) buz kristalleri hücre içinde de oluşur ve ölüm hemen hemen kaçınılmaz olur. Sıcaklığın olağanüstü bir hızla düşmesi halinde (örneğin laboratuvar koşullarında dakikada 100 °C) hücre özsuyu buz kristalleri meydana gelmeden donabilir (vitrification). Böyle bir oluşum halinde, gelişmesini tamamlamış hücrelerde de çok düşük sıcaklıklara (örneğin -170 °C'ye) dayanabilmişlerdir. Bu sonuç ölümün temel nedeninin düşük sıcaklık değil buzun oluşum biçimi olduğunu göstermektedir (WEISER, 1970).

Dinlenme döneminde -11.5 °C sıcaklığa dayanabilen ceviz ağaçları sonbaharın erken gelen donlarında -8 °C'de bile büyük ölçüde zarara uğramışlardır (ŞEN, 1986).

Düşük sıcaklıkta doğrudan ölüm, ancak hücre içindeki protoplazmanın ve suyun donması yoluyla olabilir. Hücre içindeki donmada ölüm kesindir. Ancak, hücre içi donma doğada çok sık görülmez. Doğadaki ani sıcaklık değişimleri, örneğin kış ortasında havaların çok iyi gidip arkasından ani bir donun gelmesi yoluyla olur. Hücre içi donmaları çok hızlı sıcaklık düşmelerinde görülmektedir (CHILDERS ve ark., 1995).

Donan dokuların çözünme hızları ne kadar fazla ise don zararı da o kadar büyük olur. Her zaman olmamakla birlikte, dondan sonra gölgedeki yapraklar ve meyveler doğrudan güneş ışığı gören meyve ve yapraklara göre daha az zararlanırlar. Çünkü bunlarda çözünme hızı daha yavaştır (CHILDERS ve ark., 1995).

Dondan önceki sıcaklık dereceleri de bitki dokularının soğuktan zarar görüp görmemesi üzerine etki etmektedir. Dondan önceki sıcaklık derecelerinin düşük oluşu doku ve hücreleri kısmen de olsa dona karşı hazırlıklı yapmaktadır.

Hücre aralarındaki suyun donması çeşitli şekillerde hücrenin ölümüne neden olabilmektedir. Bunlardan birincisi, donan suyun hacmi arttığından, buz kristallerinin hücreyi sıkıştırarak parçalamasıdır. Ancak, eski bilgilerin aksine bu şekildeki ölümlerin nadiren görüldüğü anlaşılmıştır. Bu çeşit ölümler veya zararlanmalar genellikle mekaniktir. Örneğin, ağaç kabuklarının parçalanması gibi. Ölümlerin diğer bir nedeninin de, doğal koşullarda genellikle hücre içerisindeki suyun devamlı olarak dışarı atılması ve protoplazmanın kuruması sonucunda olduğu sanılmaktadır (FAUST, 1989).

Doğada sıcaklık yavaş düşmektedir. Yavaş donma sonucu oluşan ölüm sırasında bitkilerde genelde aşağıda belirtilen aşamaların oluştuğu görülmüştür (LEWITT, 1980).

- a) Önce hücreler arasındaki boşluklardaki ve cansız odun tabakasındaki su donar. Buz kristalleri hızla çoğalır. Buz kristallerinin oluşumu sırasında ısı açığa çıkar ve dokulara yayılır. Bu **ilk ısı kaybı** olarak isimlendirilir (**1.ekzoterm**). Bu ilk soğuma sırasında açığa çıkan ısı doku sıcaklığını -2 °C veya -8 °C'den, -0.3 °C veya -1.0 °C'ye kadar yükseltebilir.

- b) Sıcaklığın düşmeye devam ettiği hallerde, hücreler arası boşluklarda suyun tamamı donar ve hücre içinde bulunan protoplazmaya bağlı su basınç farkı nedeniyle hücre dışına çıkarak buradaki buz kristalleri ile birleşmeye ve donmaya başlar. Doku sıcaklığının azalmasıyla, belirgin bir **ikinci ısı kaybı** oluşur (**2.ekzoterm**) ve hücre içindeki su, sürekli olarak hücre dışına çıkmaya ve buz kristallerine dönüşmeye devam eder.
- c) Suyun devamlı hücre dışına taşınması sonucu, protoplazma büzülür. Sıcaklık azaldıkça hücre içindeki suyun hücre dışına yavaş yavaş taşınması ve buz kristallerine dönüşmesi devam eder. Açığa çıkan ısıdaki azalma suyun hücre dışına taşınmasının ve buz oluşumunun durduğunu gösterir. Bu dönemde **üçüncü ısı kaybı** görülür (**3.ekzoterm**). Protoplazma tanelenir (granüle) ve ölüm meydana gelir.

Hücre membranının parçalanması ve seçici geçirgenliğinin kaybı don zararının ilk belirtisidir. Bitki hücresindeki seçici geçirgenliğin azalması sonucu bitki dokularındaki su dışarı çıkmakta ve buz kristalleri haline gelmektedir. Bu olay, hücrede susuzluk durumunu ortaya çıkarmaktadır.

Ancak düşük sıcaklık etkisiyle ölümün temel nedenleri konusunda araştırmacılar henüz tam bir görüş birliğine varamamışlardır. Bazıları, hücre içindeki protoplazmadan yaşam için zorunlu olan can suyunun çekilmiş olmasını başka bir deyimle kurumayı, diğer bazı araştırmacılar ise hücre protoplazması tarafından tutulmuş bulunan suyun hücre içinde buz kristallerine dönüşmesini ölümün gerçek nedeni olarak kabul etmektedirler (FAUST, 1989).

## II. Bitkilerde Dona Mukavemeti Etkileyen Fizyolojik Faktörler

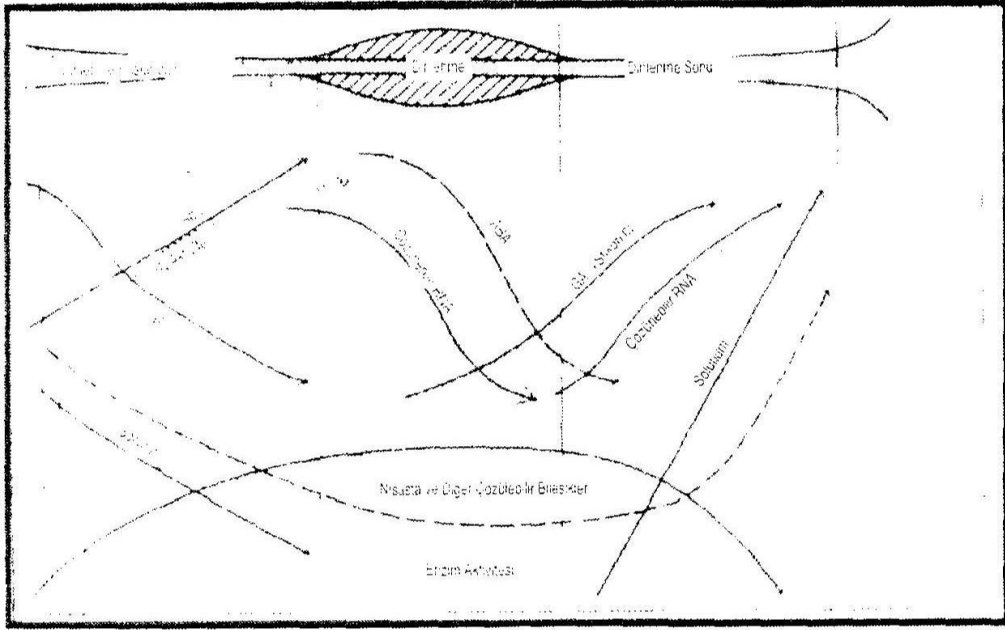
Soğuğa dayanımla ilgili bitki özelliklerinin bilinmesi soğuk zararının mekanizmasını anlamada oldukça önemlidir (LIMIN ve FOWLER, 1993).

Dinlenmenin başlamasıyla; bitkilerdeki absisik asit (ABA) seviyesi yükselme eğilimine girmektedir. Gibberellin ve solunum miktarları ile nişasta gibi çözülebilir bileşiklerin miktarları azalmaktadır. Dinlenmenin kırılmasıyla birlikte, gibberellin, sitokinin, çözülebilir RNA ve solunum miktarları artmaktadır (Şekil 1)

### 1. Bitkilerin Karbonhidrat Kapsamı ve Sentezi

Dona mukavemet konusunda karbonhidratlarla ilgili yapılan çalışmalarda en çok üzerinde durulan şeker, nişasta ve diğer karbonhidratlar olmuştur. Ağaçlarda nişasta ve şekerin birbirine dönüşüm yolları ayrıntıları ile gösterilmiş, kış dinlenme devresinde nişasta ve şekerlerin sık sık birbirlerine dönüştükleri bildirilmiştir (PALONEN, 1999).

Nişasta bitki için oldukça önemlidir. Birçok araştırmacının da belirttiği gibi şeker nişastaya ve suda erimeyen parçacıklara dönüşerek depo edilebilir. Nişasta gerektiğinde tekrar şekere dönüşebilir, enerji veya bitkinin yapısı için de kullanılabilir. Şekerin nişastaya veya nişastanın şekere dönüşmesi ilginç bir kontrol mekanizmasını oluşturur (LEWITT, 1980).



**Şekil 1.** Dinlenmenin üç farklı safhasında bitkilerdeki metabolik aktivitenin şematik olarak görünümü (WESTWOOD 1978).

Kışa girmeden fazla miktarda nişasta depolayan bitkiler soğuğa daha dayanıklı olmakta ve kış boyunca bu nişastayı şekere dönüştürerek soğuğa dayanımlarını arttırmaktadırlar (PALONEN, 1999).

Dona mukavemetinde karbonhidratların asmalarda fizyolojik olarak birbirine dönüşümleri esas alınarak, sıcaklık düşükse fosforilaz enzimi yardımıyla nişastanın şekere, sıcaklık yüksekse şekerin nişastaya dönüştüğünü belirtilmiştir (HAMMAN ve ark. 1996).

Yapılan çalışmalarda, stres koşullarındaki bitki dokularında prolin birikiminin olduğu kanıtlanmıştır. Asmalarda dona tolerans ile prolin miktarı arasında önemli bir korelasyon olduğu, ayrıca prolinin bitkilerde osmotik düzenleme gibi farklı roller oynayabileceği belirtilmiştir (BARKA ve AUDRAN, 1997).

Şeker bir yerden bir yere taşınabilen, teşvik edici bir maddedir. Şekerin dona ve soğuğa maruz bırakılmış ıspanak yapraklarından izole edilen kloroplastlarda oksidatif fosforilasyonla ilgili enzim sistemini korumuş olduğu, lahana ve gardenia yapraklarında ise dona mukavemet durumunda şeker miktarında bir artışın olduğunu belirtilmiştir (WEISER, 1970).

Birçok bitki türünde, nişasta içeriğinin, çözülebilir karbonhidrat miktarı ve soğuğa dayanım ile ters bir orantısı vardır. Çözülebilir karbonhidrat içeriği ise soğuğa dayanım ile pozitif ilişkilidir. Elmalarda (*Malus sylvestris* L.) yapılan bir

araştırmada kabuk ve odun kısmındaki yüksek sukroz ve toplam şeker miktarı ile öz kısmındaki yüksek sorbitol oranının soğuğa dayanımla pozitif ilişkili olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde dona maruz kalmış dayanıklı şeftali (*Prunus persica L.*) ve kayısı (*Prunus armeniaca L.*) çeşitlerinin sürgün ve çiçeklerinde hassas çeşitlerden daha fazla çözülebilir şeker birikmiştir (PALONEN, 1999). Asma (*Vitis vinifera L.*)'da soğuk zararında yüksek oranda glukoz, fruktoz ve sakkaroz birikmiştir (HAMMAN ve ark. 1996). Yine birçok meyve tür ve çeşidinde soğuğa uyum esnasında rafinoz (olisakkarit) birikimi olduğu belirtilmiştir (IMANISHI ve ark. 1998).

Üç ahududu (*Rubus idaeus L.*) çeşidinin tomurcuklarındaki karbonhidrat miktarı ve soğuğa dayanıklılık arasında bir ilişkinin olup olmadığı araştırılmış ve karbonhidratlardaki mevsimsel değişiklik ile soğuğa dayanım arasında ilişkili bulunmuştur. Soğuğa dayanıklı çeşitlerde karbonhidrat miktarındaki en belirgin artış sukrozda meydana gelmiş, bunun yanında glukoz, fruktoz, rafinoz ve staçhiyoz birikimi de olmuştur. Sonuçta soğuğa dayanıklılık ile karbonhidrat rezervlerinin önemi kanıtlanmıştır (PALONEN, 1999).

Hücredeki şeker oranı ile soğuğa mukavemet arasında pozitif bir ilişki vardır. Soğukla karşı karşıya kalan bitkilerde şeker oranı hızla yükselmektedir (LEWITT, 1980).

Soğuk iklime uyan bitkilerde şekerler birçok fonksiyona sahip olabilirler. Şekerlerin donma noktasını düşürdüğü ve hücre içi ozmotik potansiyeli arttırdığı bilinmektedir. Bu durum hücre içinin donması sırasında dehidrasyon miktarını azaltmaktadır. Ayrıca, bazı şekerler suyun yokluğunda proteinlerin yapı ve fonksiyonlarını korumaktadır (PALONEN, 1999).

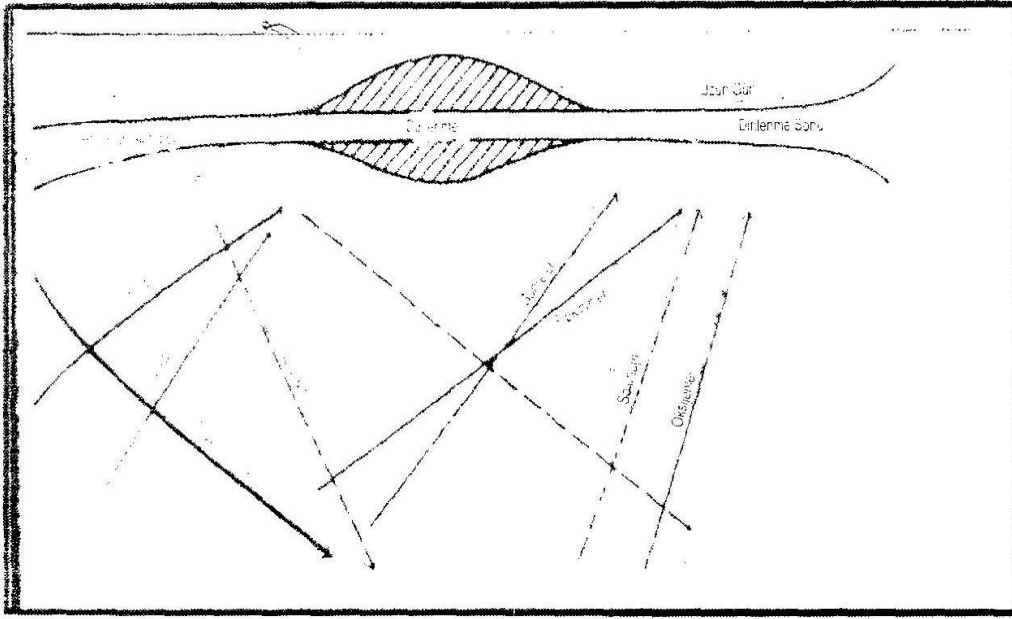
## 2. Dona Mukavemette Büyüme Düzenleyicilerin Rolü

Dinlenmenin başlamasıyla; bitkilerdeki absisik asit (ABA) seviyesi yükselme eğilimine girmektedir. Büyüme teşvik ediciler olan gibberellinler, sitokinler ve oksinlerin miktarları ise azalmaktadır. İlkbahar döneminde ise zengin enzimsel aktivite ile beraber gibberellin, sitokin, ribonükleik asit ve solunum miktarları artmaktadır (WESTWOOD 1978, CHILDERS ve ark., 1995) (Şekil 2).

Asmalarda sıcaklığa bağlı olarak karbonhidratlardaki değişikliğin asitlerde de değişikliğe sebep olduğu belirtilmiştir. ABA miktarının en yüksek olduğu devre aynı zamanda asmalarda tomurcukların kış dinlenme zamanıdır (HAMMAN ve ark. 1996).

Stres koşullarındaki bitki dokularında sadece ABA değil birçok kumarin ve fenolik bileşikler de bulunmuştur. Ancak, bu bileşiklerin rolü tam olarak açıklanamamıştır (NAGAR, 1995).

Bitki büyüme düzenleyicilerinin düşük sıcaklıkta iki rol üstlendiği görülmektedir: birincisi; ağaçta meydana gelecek zararı mümkün olduğunca minimuma indirmek. bir diğeri ise dayanıklılık mekanizmasını başlatmaktır (NAGAR, 1995).



Şekil. 2. Dinlenmenin üç farklı safhasında büyümeyi düzenleyici maddelerin değişiminin şematik olarak görünümü (WESTWOOD 1978).

### 3. Bitkilerin Protein Kapsamı ve Sentezi

Proteinler soğuğa dayanıklılık çalışmalarının ana maddeleridir. Çünkü bunlar membran yapıcılığı, suyun tutulmasındaki hidrofilik özellikleri, protoplazmik akışkanlık ve elastikiyetin yönlendirilmesi, enzimatik sistemlere katılan ve membran geçirgenlik sistemine katkıda bulunma konularında önemli rollere sahiptirler. Proteinler ister yapısal, ister enzimatik olsunlar soğuğa mukavemet olayına kesinlikle katılırlar.

Bir çok araştırmacı, soğuğa mukavemet ile çözülebilir protein içeriği arasında güçlü bir korelasyon olduğunu saptamışlardır. Çözülebilir proteinlerdeki değişimler sonucu, hücre serbest suyun azalmasına neden olan su bağlayıcı proteinlerde bir artış olmaktadır. Bu durum, buz kristallerinin hücre içinde oluşumunda etkilidir. Daha önceki çalışmalar göstermiştir ki; patates yapraklarındaki eriyebilir proteinler, bitkiler soğuğa dayanıklılık gerektiren bir ortama alındığında artmaktadır.

Soğuğa dayanımın gelişimi sırasında biyokimyasal değişikliklerin oluşacağı ilk yerlerin, düşük sıcaklıklar tarafından kontrol edilen genetik bilginin kopyasının çıkarıldığı **transcription** ve tercümesinin yapıldığı **translation** kısımlar olması kuvvetle muhtemeldir. Bu nedenle nükleik asit metabolizması özel bir öneme sahiptir. Düşük sıcaklıklarda rRNA'da belirgin kantitatif artışlar olduğu bildirilmiştir. Fakat rRNA ve diğer RNA çeşitlerinin nükleotit bileşiminde önemli sayılabilecek değişimler belirlenmemiştir (HAMMAN ve ark. 1996).



#### 4. Enzimatik Aktivite

Soğuğa dayanımın düşük sıcaklık periyodunda belirli genler tarafından kontrol edildiği sanılmaktadır. Bu kontrol mekanizmasının ortaya çıkarılması bitkinin soğuğa karşı dayanabilecek şekilde uyum sağlamasında bir temelinde elde edilmesi için esastır. Düşük bir sıcaklık periyodunda anahtar enzimlerin belirlenmesi ve bunların aktivitelerinin ölçülmesi soğuğa dayanımın tabiatı konusunu daha iyi anlamak bakımından yararlı olacaktır. Glutamat dehidropenaze, GDH, karbonhidrat ve protein metabolizmasını etkileyen organik maddeler ve aminoasitler arasındaki metabolik reaksiyonları kontrol eden ana enzimlerden birisidir.

Bitki hücrelerinin donması genellikle oksidatif enzimlerin aktivitesinde bir kayba neden olmaktadır. Bu da göstermektedir ki, succinate dehidrogenase ve glutamat dehidrogenase gibi oksidatif enzimler donma nedeniyle zarar görmektedirler (PALONEN 1999).

#### 5. Hücrelerin Yapısı ve Su Kapsamı

Yapılan çalışmalarda bazı araştırmacılar bitki hücrelerindeki su miktarı ve oranı ile bitkilerin soğuğa dayanıklılıkları arasında olumlu, bazıları olumsuz, bazıları da hiçbir ilişki olmadığını belirtmişlerdir. Hücrelerin öz suyu konsantrasyonu ile soğuğa dayanıklılık arasında genellikle pozitif bir ilişki vardır. Yapılan araştırmalar bunu doğrulamıştır (LEWITT, 1980).

Buğdayda stoma bekçi hücrelerinin büyüklüğü ile soğuğa dayanım arasında bir ilişkinin olup olmadığını araştırıldığı bir çalışmada; üç tane çok dayanıklı çeşidin küçük hücreye, dayanıksız çeşitlerin ise büyük hücreye sahip oldukları belirtilmiştir. Bu sonuca dayanarak, soğuğa dayanım ıslahında bekçi hücrelerinin büyüklüğünün önemli bir ayırım yöntemi olabileceği gösterilmiştir (LIMIN ve FOWLER, 1993).

#### ÖZET

Yeryüzünde bitkilerin dağılımını ve yetiştiriciliğini sınırlandıran en önemli sorunlardan birisi şüphesiz soğuklardır. Soğuklar zaman zaman subtropik bölgelerde yetiştirilen bitkilerde dahi zararlar meydana getirebilmektedir. Bitkilerin aşırı kış soğuklarında zararlanmadan ilkbahara çıkmaları görüldüğü kadar basit bir olay değildir. Bu özellik, bitkilerin genetik yapılarına, beslenme ve uygulanan kültürel işlemlere bağlı olduğu kadar, bitkinin mevsimsel fenolojik gelişme durumuyla da yakından ilgilidir. Diğer taraftan, farklı organların soğuğa dayanıklılık ve hassasiyet durumlarının da birbirinden farklı olması bu konuyu daha da karmaşıklaştırmaktadır.

Don olayının mekanizmasının aydınlatılması ve bazı fizyolojik olayların açığa kavuşturulması bitkileri dondan korumada alınacak tedbirlere yardımcı olacaktır.

## SUMMARY

Plant diversity and distribution are strongly controlled by climatical conditions such as frost, cold weather and water availability. Even in subtropical climatical zones, cold and frost damages in plants, are frequently encountered. Resistancy mechanizms of plants to cold damages is complex and still has a number of unknowns. This property is not only due to genetic structure and cultural methods, but also morphological properties of plants. Moreover, the differences in sensitiveness and tolerance of different organs against cold make the subject very complex also.

Clearing the mechanizm of coldhardiness will help the growers and interested people to take necessary precautions to protect the plants in advance.

## KAYNAKLAR

- BARKA, E.A., AUDRAN, J.C.1997.** Response of Champenoise Grapevine to Low Temperation Changes of Shoot and Bud Proline Concentrations is Response to Low Temperatures and Correlations with Freezing Tolerance. *Journal of Horticultural Science*, 72 (4) 577-582.
- BOLAT, İ. 1993.** Ağaçlarda soğuk zararı ve soğuğa dayanıklılık. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bit. Bölümü, Doktora Semineri, Erzurum.
- CAMERON, R.W.F., DIXON, G.R. 1997.** Air Temperature, humidity and Rooting Volume Affecting Freezing Injury to Rhododendron and Other Prennials. *Journal of Horticultural Science* 72(4) 553-562.
- CHILDERS, N.F. 1973.** Modern Fruit Science. Horticultural Publications Rutgers University, Nichol Avenue New Brunswick, N.J. 08903.
- CHILDERS, N.F., MORRIS, J.R., SIBBETT, G.S. 1995.** Modern Fruit Science. Horticultural Publications, 3906 NW 31 Place, Gainesville, Florida. pp. 136-145.
- FAUST, M. 1989.** Physiology of Temperate Zone Fruit Trees. P: 338, 307-330. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- HAMMAN, R.A., DAMI,E., WASH, T.M., STUSHNOFF,C. 1996.** Seasonal Carbonhydrate Changes and Cold Hardinrss of Chardonnay and Riesling Grapevines. *Amer. J. Enol. Viticult.* 47:31-36.
- IMANISHI, H.T., SUZUKI,T.,MASUDA, K.,HARADA,T. 1998.** Accumulation of Raffinose and Stachyose in Shoot Apices of Lonicera caerulea L. During Cold Acclimation. *Scientia Hort.* 72:255-263.

- LEWITT, J. 1980.** Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. 1. Chilling, Freezing and High Temperature Stresses. Academic Press, New York.
- LIMIN, A.E., FOWLER, D.B. 1993.** Relationship Between Guard Cell Length and Cold Hardiness in Wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 59-62.
- NAGAR P.K. 1995.** Changes in Abscisic Acid, Phenols and Indoleacetic acid in Bulbs of Tuberose (*Polianthes tuberosa L.*) During Dormancy and Sprouting. *Scientia Horticulturae* 63, 77-82.
- PALONEN, P. 1999.** Relationship of Seasonal Changes in Carbohydrates and Cold Hardiness in Canes and Buds of Three Red Raspberry Cultivars. *J. Amer. Hort. Sci.* 124(5): 507-513.
- ŞEN, S.M. 1986.** Ceviz Yetiştiriciliği. Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Eser Matbaası, 1-229, SAMSUN.
- TAŞDEMİR, H.A. 1986.** Turunçgillerde Don Oluşumu ve Soğuğa Karşı Dayanıma Etki Eden Faktörler. *Derim*, 3(4):174-190.
- WEISER, C.J. 1970.** Cold Resistance and Injury in Woody Plant. *Plant Science*, 169(3952): 1269-1278.
- WESTWOOD, M,N.1978.** Temperate- Zone Pomology. W.H. Freeman and Company, San Francisco. Chapter 15. Dormancy and Plant Hardiness. pp. 299-333.
- ZORBA,E., DURAK,A.R., ŞENGÜLER, A. 1981.** Donlar ve Meyve Ağaçlarının Dondan Korunması. Seminer, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Bölümü, Ankara.