ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ

Ders Notları No: 11

BAHÇE BİTKİLERİ FİZYOLOJİSİ

PROF.DR. ATİLLA ERİŞ

VI. BASIM

BURSA
2007

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ÖNSÖZ	iii
1. GİRİŞ	1
1.1. Fizyolojinin Tanımı ve Amacı	1
1.2. Bahçe Bitkilerinin Üretiminde Fizyolojik Olayların Yeri ve Önemi	2
2. BÜYÜME VE GELİŞME	3
2.1. Büyüme ve Gelişmenin Tanımları ile Kapsamları	3
2.2. Vegetatif Büyüme	5
2.3. Generatif Büyüme	6
2.4. Büyüme Hızı ve Periyodisitesi	9
3. BÜYÜME VE GELİŞMEYE ETKİLİ FAKTÖRLER	10
3.1. Dışsal Faktörler	11
3.1.1. Sıcaklık	11
3.1.2. Işık	14
3.1.3. Su	16
3.1.4. Gazlar	18
3.1.5. Yerçekimi	21
3.1.6. Toprak	21
3.1.7. Kültürel Uygulamalar	23
3.2. İçsel Faktörler	25
3.2.1. Hormonlar	25
3.2.1.1. Oksinler	27
3.2.1.2. Giberellinler	30
3.2.1.3. Sitokininler	33
3.2.1.4. Dorminler	37
3.2.1.5. Etilen	39
3.2.2. Enzimler	43
3.2.3. Vitaminler	45
3.2.4. Karbonhidratlar	47
3.2.5. Yağlar ve Benzerleri (lipid ve lipoidler)	49
3.2.6. Azotlu Bileşikler (amino asitler, amidler ve proteinler)	52
4. BÜYÜME VE GELİŞMEDEKİ BAZI ÖNEMLİ FİZYOLOJİK OLAYLAR	56
4.1. Dinlenme	56
4.1.1. Tomurcuklarda Dinlenme	57
4.1.2. Çekirdeklerde Dinlenme	59
4.1.3. Bitkilerin Diğer Organlarındaki Dinlenme	60
4.1.4. Dinlenmenin Mekanizması	61

4.2. Çimlenme, Sürme ve Köklenme 66
4.2.1. Çimlenme ve Koşulları 66
4.2.2. Sürme ve Koşulları 70
4.2.3. Köklenme ve Koşulları 71
4.3. Tepe Hakimiyeti 73
4.4. Çiçeklenme ve Fotoperiyodisite 74
4.5. Kısırlık ve Uluşmazlıklar 79
4.6. Partenokarpi ve Apomiksiz 81
4.7. Çiçek ve Meyve Dökümü 82
4.8. Olgunlaşma 93
4.9. Yaşlanma 96
4.10. Tropizmalar 98
4.11. Vernalizasyon ve Termoperiyodisite 99
4.12. Soğuğa ve Kurağa Dayanım 100
4.12.1. Soğuğa Dayanım 100
4.12.2. Kurağa Dayanım 107
4.13. Rejenerasyon 113
5. BİTKİ – SU İLİŞKİLERİ 114
5.1. Bitkilerde Su Alımı 115
5.2. Bitkilerde Su Kaybı 117
6. BİTKİ BESİN MADDELERİNİN BAHÇE BİTKİLERİNİN FİZYOLOJİSİNDE VE YETİŞTİRİCİLİĞİNDEKİ ROLLERİ 123
7. KAYNAKLAR 134

ÖNSÖZ

Bitki fizyolojisi, günümüzün gittikçe yükselen teknolojik düzeyine paralel olarak kontrollü yetiştiriciliğin bilinçli biçimde gerçekleştirilmesinde rol oynayan ve bitki yetiştiriciliğinin sırlarını, gerçeklerini ortaya koyan bir temeldir. "Bahçe Bitkileri Fizyolojisi" dersi de bu noktadan hareketle Ziraat Fakültelerinin Bahçe Bitkileri Bölümü öğrencilerine uzun süredir verilmektedir. Bilinçli ve kontrollü yetiştiriciliğe temel olmak üzere fizyolojik olayların ve bu olayların etkilendiği faktörlerin açıklanması amacını taşıyan bu dersin, bugüne kadar kitap haline getirilemeyişi ise gerçekten eksikliktir. Özellikle son yıllarda, bitki fizyolojisindeki süratli gelişmeler, böyle bir kitabın hazırlanmasını da güçleştirmektedir. Yetiştiriciliği yapılan bitkilerin yaşam olaylarında karanlık olan konuların yavaş yavaş aydınlık kazanması büyük oranda yapılan araştırmalara bağlı kalmaktadır. Bu araştırmalar, çeşitli bitkilerde, aynı veya farklı ekolojilerde yapılmakta, sayısız sonuca ulaşarak gerek temel, gerek pratik yönleri ile bitki fizyolojisine ve yetiştiriciliğine katkılarda bulunmaktadır.

Tüm fizyolojik olayların, sayısız örnekleri ve etkileşimleri ile açıklanmaya çalışılması veya hepsini bir arada eksiksiz özümlemek mümkün değildir. Öte yandan, yetiştiricilik içinde sık sık karşılaşılan ve genelde bilinmesi gerekli olan konuların toparlanmasında da büyük yarar vardır. Bu amaçla hazırlanmış olan buradaki notlarda da eksik olmadığı söylenemez. Bununla beraber, özellikle bahçe bitkilerinin yetiştiriciliğinde bilinmesi ve tanınması gerekli, yetiştiriciliği etkileyen, böylece verimlilik ve kalite gibi faktörleri yönlendiren konular ele alınarak tanıtılmaya çalışılmıştır.

Yararlı olması ümidi ile meslektaşlarıma ve öğrencilerime sunuyorum.

Aralık, 2002 **Prof. Dr. Atilla Eriş**

….fizyoloji; bilinçli bitki yetiştiriciliğinin felsefesi ve temelidir….

1. GİRİŞ

1.1. Fizyolojinin Tanımı ve Amacı

Bitki fizyolojisi, bitkilerdeki canlılık olayların ortaya çıkış nedenleri ile birlikte fizik, kimya ve biyolojik kurallara dayanarak açıklayan bir bilim dalıdır.

Bugün bitki fizyolojisi, özellikle tarıma dayalı bitki yetiştiriciliğinde ortaya koyduğu kurallar ile vazgeçilmez bir temel oluşturmuştur. Sağlıklı bir bitkisel üretim planlaması genel anlamda, ekolojilerin doğal yapılarına ve kültüre alınacak bitkilerin çeşitli özelliklerine bağlı kalmaktadır.

Kültür bitkilerinin gerek tek veya çok yıllık gerek otsu veya odunsu yapıda oluşlarına göre yetiştirilmelerinde dikkate alınması ve bilinmesi gerekli birçok konu vardır. Yetiştiricilikte başarı esas olarak, yetiştirilecek bitkinin tümüyle tanınmasına bağlıdır. Bir bitkinin tanınması ise, yalnızca isminin veya şeklinin bilinmesi demek değildir. Günümüzde gerek özel, gerek kamu sektörlerinde bitkisel üretim konularında birçok girişimler göze çarpmaktadır. Ancak, bunlardan gereğince sonuç verenler sayılıdır. Hatta, bazı ticari amaçlı örnekler bu tip girişimlerde zarar edildiğini bile göstermektedir. İşte böyle sonuç alınmasına esas neden, eldeki bitki materyallerinin istekleri ile birlikte; gereği gibi tanınmaması ve özellikle ekoloji-bitki ilişkisindeki reaksiyonların bilinmemesidir. Kaldı ki, bugün artık "ekoloji-bitki" ilişkisi, "kontrollü yetiştiricilik" kavramı içinde yapay koşullarda, yer yer doğal koşulların etkisinden soyutlanabilmektedir. Böylece, tarımsal bitki yetiştiriciliğinde artık, doğanın ortaya koyduğu bazı koşullar; yapay olarak sağlanabilmekte, sonuçta ürünün verim ve kalitesi garanti altına alınmaktadır. Ancak, bütün bunların yanında bitkinin bünyesindeki birçok faktör de gerek doğanın koşullarına bağımlı gerek bağımsız olarak yetiştiricilikte oldukça önemli rol oynamaktadır. Bu faktörlerin tanınması, etkinliklerinin bilinmesi ile pratikte yetişmenin kontrol altında tutulması olanağı daha da artmıştır. Bunun için, bitkilerin çeşitli organlarının içinde oluşan ve reaksiyonların dıştan bazen görülen bazen görülmeyen olaylarının; açıklığa kavuşması ve öğrenilmesi gerekmektedir. Bugün artık Dünyadaki çalışmalar sadece yeryüzü için yapılmamakta; geleceğin dünyalarının ortamlarında varsayılan değişik koşullar dikkate alınarak yetiştiriciliğe yön verilmektedir.

4.2. Çimlenme, Sürme ve Köklenme 66
4.2.1. Çimlenme ve Koşulları 66
4.2.2. Sürme ve Koşulları 70
4.2.3. Köklenme ve Koşulları 71
4.3. Tepe Hakimiyeti 73
4.4. Çiçeklenme ve Fotoperiyodisite 74
4.5. Kısırlık ve Uluşmazlıklar 79
4.6. Partenokarpi ve Apomiksiz 81
4.7. Çiçek ve Meyve Dökümü 82
4.8. Olgunlaşma 93
4.9. Yaşlanma 96
4.10. Tropizmalar 98
4.11. Vernalizasyon ve Termoperiyodisite 99
4.12. Soğuğa ve Kurağa Dayanım 100
4.12.1. Soğuğa Dayanım 100
4.12.2. Kurağa Dayanım 107
4.13. Rejenerasyon 113
5. BİTKİ – SU İLİŞKİLERİ 114
5.1. Bitkilerde Su Alımı 115
5.2. Bitkilerde Su Kaybı 117
6. BİTKİ BESİN MADDELERİNİN BAHÇE BİTKİLERİNİN FİZYOLOJİSİNDE VE YETİŞTİRİCİLİĞİNDEKİ ROLLERİ 123
7. KAYNAKLAR 134

ÖNSÖZ

Bitki fizyolojisi, günümüzün gittikçe yükselen teknolojik düzeyine paralel olarak kontrollü yetiştiriciliğin bilinçli biçimde gerçekleştirilmesinde rol oynayan ve bitki yetiştiriciliğinin sırlarını, gerçeklerini ortaya koyan bir temeldir. "Bahçe Bitkileri Fizyolojisi" dersi de bu noktadan hareketle Ziraat Fakültelerinin Bahçe Bitkileri Bölümü öğrencilerine uzun süredir verilmektedir. Bilinçli ve kontrollü yetiştiriciliğe temel olmak üzere fizyolojik olayların ve bu olayların etkilendiği faktörlerin açıklanması amacını taşıyan bu dersin, bugüne kadar kitap haline getirilemeyişi ise gerçekten eksikliktir. Özellikle son yıllarda, bitki fizyolojisindeki süratli gelişmeler, böyle bir kitabın hazırlanmasını da güçleştirmektedir. Yetiştiriciliği yapılan bitkilerin yaşam olaylarında karanlık olan konuların yavaş yavaş aydınlık kazanması büyük oranda yapılan araştırmalara bağlı kalmaktadır. Bu araştırmalar, çeşitli bitkilerde, aynı veya farklı ekolojilerde yapılmakta, sayısız sonuca ulaşarak gerek temel, gerek pratik yönleri ile bitki fizyolojisine ve yetiştiriciliğine katkılarda bulunmaktadır.

Tüm fizyolojik olayların, sayısız örnekleri ve etkileşimleri ile açıklanmaya çalışılması veya hepsini bir arada eksiksiz özümlemek mümkün değildir. Öte yandan, yetiştiricilik içinde sık sık karşılaşılan ve genelde bilinmesi gerekli olan konuların toparlanmasında da büyük yarar vardır. Bu amaçla hazırlanmış olan buradaki notlarda da eksik olmadığı söylenemez. Bununla beraber, özellikle bahçe bitkilerinin yetiştiriciliğinde bilinmesi ve tanınması gerekli, yetiştiriciliği etkileyen, böylece verimlilik ve kalite gibi faktörleri yönlendiren konular ele alınarak tanıtılmaya çalışılmıştır.

Yararlı olması ümidi ile meslektaşlarıma ve öğrencilerime sunuyorum.

Aralık, 2002 **Prof. Dr. Atilla Eriş**

1.2. Bahçe Bitkilerinin Üretiminde Fizyolojik Olayların Yeri ve Önemi

Bitki fizyolojisi, bitkilerin bünyelerindeki olayları, bitkilerin çevreye reaksiyonları ve bunların sonuçlarını inceler. Bir bitkinin canlılık olayları olarak; oluşum(doğma), büyüme-gelişme ve canlılığını sürdürme, kardeşlenme veya çoğalma, yaşlanma ve ölme evreleri içindeki olaylar anlaşılır. Bu temel canlılık evreleri içinde ise, daha birçok olay ayrı bir özellikle karşımıza çıkar.

Burada genel bitki fizyolojisine girilmeyecektir. Ancak, genel bitki fizyolojisi kuralları içinde "Bahçe Bitkilerinin" fizyolojisi incelenecektir. Gerek olan, tek veya çok yıllık otsu veya odunsu bahçe bitkilerinin önemli fizyolojik olaylarını etkenleriyle birlikte, o bitkinin özelliğine göre tanımaktır. Böylece, ürünün verim ve kalite açısından garantisine esas olacak biçimde kontrollü yetiştiriciliğe ilişkin temel oluşturmak, konunun amacıdır.

Bahçe bitkilerinin fizyolojisi içinde incelenecek olan olaylarda madde değişiminin (metabolizma) ayrı bir yeri vardır. Zira, birçok olay içindeki kimyasal veya fiziksel reaksiyonların temelinde metabolitik aktiviteler bulunur. Dolayısıyla, bahçe bitkilerinin fizyolojisini incelerken; büyüme ve gelişme olaylarının fizyolojisi, hem ayrı ayrı ve hem de etkenleri ile birlikte karşımıza çıkmaktadır. Bahçe bitkilerinin fizyolojisinde çoğalta ve büyüme gibi olaylardan; stomaların aktivitesinden; bitki bünyesinde hormonların rolüne kadar birçok konu bir süre öncesinde oranla çok geniş boyutlarda önem kazanmıştır.

Tüm bunların temelinde bugünkü toplumu ilerisi için korkutan birçok sorun vardır. Açlık ile başlayan bu sorunların içinde çoğaltma, yetiştirme, saklama ve tüketim fazlarındaki konular bulunmaktadır. Bunların çözümü ise büyük oranda fizyolojik araştırmalardadır. Genel olarak bahçe bitkilerinde kontrollu yetiştiricilik dendiği zaman, ürünün kalite ve kantite düzeyinin yükseltilmesi amacı ile yapılan yetiştiricilik anlaşılır. Örneğin, doğal olarak bazı meyve ağaçlarında görülen çeşitli dökümlerin eğer zararlı ise etkilerini azaltmak veya faydalı olanlarını seyreltme açısından yapay olarak indüklemek veya zor köklenme gösteren herhangi bir bahçe bitkisi çeliğinin köklenme kabiliyetini arttırmak; veya eksik beslenerek ürününü kalite ve kantite olarak azaltan bitkinin gerçek gereksinimi saptamak ve ona göre beslenmesini düzenlemek fizyolojik olayların ve faktörlerin tanınması, bilinmesi ile mümkündür.

Sonuç olarak özetlemek gerekirse, fizyolojik araştırmalar ile bitkilerin kontrollu yetiştiriciliğinde büyüme ve gelişmelere ilişkin fizyolojik olaylara yön verebildiği oranda üretimde kalite ve kantite düzeyi yükselecek; böylece insanlığın geleceğine yönelik beslenme, çoğalma gibi temel sorunlara çözüm olanakları da artacaktır.

2. BÜYÜME VE GELİŞME

Bitkiler dış ortamdan çeşitli biçimlerde belli maddeleri alırlar ve bunları kendi yapısal maddelerine benzetecek değişimlere uğratırlar, böylece canlılık belirtilerini sürdürürler. Burada kendi yapılarını daha karmaşık bir duruma sokarken, yeni üniteler ve yeni fertlerde oluştururlar. Ortaya çıkan canlılık belirtilerinin sonucundaki biçim ve yapı değişiklikleri ise "büyüme" ve "gelişme" (growth-development) olarak karşımıza çıkar. İşte, bitkideki canlılık belirtilerinden bu biçimsel ve yapısal değişimlere "morfogenezis" denir (morfo=biçim, şekil; genezis=başlangıç). Basit anlamda büyüme dediğimizde bir canlılının biçimlenmesi, şekillenmesi anlaşılır; oysa, morfogenezis terimi büyüme ve gelişmeyi birlikte kapsar.

2.1. Büyüme ve Gelişmenin Tanımları ile Kapsamlar

Bitki bünyesindeki metabolik olaylar, bitkinin yaşamını yönlendirecek biçimde ve önemli derecede etkindirler. Yukarıda belirtilen ve morfogenezis içinde nitelendirilen tüm büyüme ve gelişme belirimleri bu metabolik olaylara bağlıdır. Bir diğer tanımlama ile; gerçekte büyüme ve gelişme birçok fizyolojik olaylar ürünüdür.

Büyüme ve gelişme kavramlarının bugüne dek benimsenen ve benimsenmeyen yönleri ile çok çeşitli tanımlamaları yapılmıştır. Bu olaylar, canlılarda çok karakteristik oluşumlar ve basit belirimler olarak görülmesine karşın; oldukça karmaşık özelliklerin bulunduğu da kabul edilmiş olduğundan tanımlamalarında yeterlilik sağlanamamıştır. Bir taraftan büyümenin matematiksel açıklaması; diğer taraflardan devreye biyokimyasal ve kalıtsal özelliklerin açıklaması girdiğinden konu hala ilginçliğini korumaktadır. Bazı yazarlar ve araştırıcılar büyümeyi, en basit tanımlama ile bir canlının biçimlenmesi olarak kabul ederler. Bir diğer grup ise, hacımdaki artışı büyüme olarak ele alırlar. Tıpkı bunlar gibi değişik düşüncelerin sonucu olarak büyüme, bünyedeki kuru madde artışı; hücrenin bölünüp çoğalması şeklinde de tanımlanmaktadır. Bunların yanında, moleküler biyoloji açısından konu ele alınırsa, büyümenin bir canlı yapıdaki protein ve deoksiribonükleik asit (DNA) kapsamının belli zaman içindeki artışı olarak kabul edilmektedir. Yapılan bu tanımlamaların eksiksiz olduğu söylenemez; ancak, kesinlikle yanlışta değildir. Genel anlamda ve birçok klasik kitaplarda protoplazmanın artışı büyümedeki temel basamak olarak kabul edilir.

Protoplazmadaki bu artış sonucu hücre, doku, organ veya hücre içindeki veya bitkideki diğer cansız maddelerde de bir artış orya çıkar. Gerçekten hücre, doku, organ veya tüm bitkide bir hacim ve ağırlık artışının ortaya çıkması ile büyüme gözle görülebilir bir olaya dönüşmüştür ve bu evreye "büyümenin belirginleşmesi" adı verilir. Ortaya çıkan bu hacim ve ağırlık değişimleri, canlının

hayatı boyunca sürekliliğini korur. İşte bu açıklamalara paralel olarak, birçok araştırıcı tarafından büyüme "bitki bünyesindeki geri dönmeyecek biçimde hacim ve ağırlık artışı ile beliren şekil değişimleri" diye tanımlanmaktadır. Aslında bu tanımlamayı daha da kuvvetlendirmek gerekir. Zira, büyüme burada açıklanan konulara ek olarak içinde daha birçok reaksiyon kapsayan çok karışık olaylar zinciri ile ortaya çıkmaktadır (39,40).

Büyümeyi tanıtan bu tanımlamaların yetersiz oluşu aslında "gelişme" ile aralarındaki sıkı ilişkidir. Gerçekten de artık son yıllarda, yukarıda belirtilen birçok karmaşık olaylar serisi sonunda organizmada beliren kitle, biçim, hacım veya ağırlıktaki değişimlerin tümü "gelişme" olarak tanımlanmaktadır. Burada büyüme ve farklılaşma, gelişme içinde kabul edilmektedir. Bir diğer tanımla ile, büyüme ve farklılaşma gelişimin iki temel belirtisi olarak dikkate alınmaktadır.

Canlı bir organizmadaki büyüme ve gelişme, hücreyi oluşturan elamanların (organellerin) büyüme ve gelişmesi ile başlar. Böylece, büyüme, organellerde (protoplazma ve hücre çeperinde); hücrelerde ve organlardaki büyüme olarak ortaya çıkar. Organeller düzeyindeki büyüme genellikle hücre çeperi ve protoplazmada görülür. Protoplazmanın esas yapısını %82 oranında proteinin oluşturduğunu dikkate alırsak, büyümede rol oynayan en önemli maddenin protein olduğu görülür. Böylece büyümenin bir protein sentezi olarak düşünülmesi fikri bu konuda oldukça önemlidir. Aslında, canlılardaki bireysel biçim ve yapı farklılıklarının temelinde bu protein mekanizması yatar. Bu konularda sentezlenen proteinlerin ve onları oluşturan amino asitlerin, tipi ve bağlantıları bitkinin bireysel özelliklerini yönlendirecek niteliktedir. Dolayısıyla, her organel büyümesinde kendilerine özgü bazı karakteristikler olsa da, temelde oluşan reaksiyonlar aynıdır. Buradan da anlaşılacağı gibi, canlılarda hangi düzeyde olursa olsun büyümeyi oluşturan madde artışının temeli ve her yapının kendine özgü biçimde şekillenmesinin (farklılaşma ve gelişme) esası, her canlıda kendi kalıtsal yetenekleriyle sınırlı olarak düzenlenip sonuçlanan protein sentez mekanizmasıdır. Bu nedenle, protoplazma yapımını veya büyümesini açıklarken, protein sentezi ile büyüme bağlantısının moleküler ilişkilerini de dikkate almak gerekir. Daha çok temel fizyolojik bilgilerin çerçevesine giren bu açıklamalara ek olarak çok yönlü teorilerle büyüme ve gelişme mekanizmasını açıklamak mümkündür. Ancak burada bahçe bitkilerinin fizyolojisi açısından olay ele alınırsa; gerek odunsu; gerek otsu bahçe bitkilerinin büyüme ve gelişmelerine ilişkin birçok içsel ve dışsal faktörün bu teorilerin oluşmasında etken olduğu görülür. Bunlardan Klebs'in büyüme teorisi önem kazanmıştır. Buna göre çevre koşulları veya kalıtımın bitkilerdeki etkisi, bitki bünyesindeki olayları ve koşulları yönlendirerek olmaktadır. Örneğin bir melez aynı çevre koşulları altında ana ve babasından daha iyi büyüyorsa, bu yeni gen kombinasyonunun fizyolojik olaylarda daha iyi bir

denge oluşturduğunu gösterir. Burada, belki fotosentezin daha verimli olması; klorofil miktarının artması, kök sisteminin daha kuvvetli olması gibi konular akla gelebilir. Bunun yanında, çevre koşullarının etkisine ilişkin örnekler de verilebilir. Örneğin, bir bitkinin uygunsuz sıcaklık ve kuraklık altında, yetersiz beslenme durumunda büyüme ve gelişmesini yavaşlatması ve hatta durdurması çevre koşullarını etkisin gösterir. Bütün bunlar bir de bitkinin otsu veya odunsu oluşuna göre ayrı özelliktedirler. Örneğin meyve ağaçları ve asma gibi odunsu bahçe bitkileri, sebzeler gibi otsu bahçe bitkilerinden daha uzun bir periyotta gerçekleşir. Çok yıllık odunsu bitkiler besinlerini daha geniş ve uzak yerlerden alabilirler ve çoğunlukla daha ekstrem çevre koşullarına (iklim, toprak gibi) daha uzun süre dayanabilirler. Sonuç olarak ortaya çıkan fizyolojik olayların özellikleri de farklı olmaktadır. Böylece hücre organellerinde başlayan büyüme ve gelişme, hücrenin tümünde hücresel büyüme olarak devam eder, daha sonra organlarda ve bitkinin tümünde ortaya çıkar. Diğer bir tanımlama ile bir bitkiyi oluşturan organların her birinin büyüme ve gelişmelerinde özelliklerinin belli oranlarda tüm bitkinin büyüme ve gelişmesine katkıda bulundukları görülür.

2.2. Vegetatif Büyüme

Temel olarak yüksek bitkilerin ve dolayısıyla bahçe bitkilerinin gelişmelerinin başlangıcı tohumdur. İster otsu, ister odunsu nitelikte; tek veya çok yıllık bir bahçe bitkisinin tohumu uygun koşullarda ekildiğinde çimlenerek kök ve gövde sistemin oluşturur. Bu oluşum sonucu ortaya çıkan organlar ile tohumun ait olduğu bitki türünün özellikleri belirir. Böylece yeni bir fert oluşmuştur. İşte bu tür oluşumları kapsayan büyümeye "vegetatif büyüme" adı verilir. Bu safhada yani vegetatif büyüme anında birçok metabolik olay çeşitli yoğunluklarda konu olmaktadır. Örneğin, karbonhidrat birikimi hızlanabilir veya bitki su gereksinimi artabilir veya solunum şiddetlenebilir. Hücre bölünmeleri oldukça hızlıdır ve dokuların oluşması organların belirginleşmesi buna bağlıdır. Bu arada bünyedeki hormon ve enzim aktiviteleri de önemli rol oynarlar.

Vegetatif büyümenin başlangıcı olarak kabul edilen bir tohumun çimlenmesindeki olaylar dizini; tohum çimlenmesi için uygun ortam olarak nitelendirilen uygun rutubet ve sıcaklıktaki çimlenme ortamında, tohum içine doğru serbest su moleküllerinin diffuzyonu ile başlar. Yayılan bu su molekülleri tohum kabuğunun özelliğine göre bir süre içinde tohumun şişmesini sağlar. Bu su molekülleri aynı zamanda farklı özellik gösteren sitoplazmik membranlardan ozmozla geçer ve tohum içindeki hücre boşluklarına (vacuol) ulaşır. Hücreler arasında ve içinde su kapsamının artması ile önce iç turgor yükselir, fakat bundan da önemlisi doku bünyesinde artan suyun hücre içi koşullara göre değişen enzim sistemlerinin tepkisini yaratmasıdır. Bu olaylar sonucu respirasyon hızı birden yükselir ve bünyedeki eriyebilir formda olan depo besin maddelerinin bir kısmı hidrolize

olmaya başlar. Bundan sonra, hidrolize olan bu besinler ya epikotil ucunda (üst kısım) ya da hipokotil ucuna (alt kısım) taşınır veya embriyonun büyüme noktalarının gelişmesi için enerji kaynağı olacaktır. Daha sonra ise tohumun aktif büyümesi devam edecek ve epikotil üzerinde ilk gövde; hipokotil ucunda ise primer kökler oluşacaktır. Hücrelerin beraber ve devamlı bölünmeleri, uzamaları, farklılaşmaları ile primer kök üzerinden sekonder, tersiyer kökler de oluşur. Epikotil ise sonunda gövdeyi, dalları, tomurcukları, yaprakları ve diğer organlar olarak çiçekleri, meyveleri ve tohumları oluşturur.

Çimlenen tohumdan oluşan bitkinin büyüyüp gelişmesi bir süre için endospermdeki depolanmış besin maddelerine, vitaminlere, hormonlara, enzimlere ve rutubete bağlı kalır. Ancak daha sonra bu gelişme devam ederse, hemen klorofil sentezi başlar ve yapraklarla sürgünler yeşererek fonksiyonlarını yürütürler. Oluşan yapraklarda transpirasyon ve gaz alışverişi başlar. Transpirasyon sonucunda kaybolan suyun karşılanması için köklerden bünyeye su çekilir. Köklerle alınan suyun büyük bir oranı yine yapraklardan evaporasyon veya transpirasyon ile kaybolur. Köklerle topraktan alınan suyun bir kısmı ise kloroplastların bünyesine geçer ve orada karbondioksit (CO_2) ile reaksiyona girer. Bu arada mineral maddeler toprak solüsyonu içinde çözülerek çok küçük zerreler halinde geçerler ve onlar da köklerle bitki bünyesine girerler. Öte yandan, fotosentez sonucu oluşan asimilat maddelerin bir kısmı nişasta, yağ ve protein gibi yüksek sentez ürünlerine dönüşür ve depolanırlar, bir kısmı ise sentezlenmeden sonra ya kullanılarak harcanırlar ya nakledilirler veya tekrar sentezlenirler. Gereksinim fazlası olan kısmı ise bitkinin kalıtsal yapısına göre bir veya birkaç dokuda depolanır.

Bitkilerin vegetatif büyümeleri, genellikle bağlı oldukları çeşit karakterlerine ulaşınca tamamlanır. Ancak bu, vegetatif büyümenin durduğu anlamına gelmez. Çoğu zaman vegetatif yönlü büyüme bitki karakterine, çevre koşullarına ve kültürel uygulamalarına bağlı olarak bitki karakterine, çevre koşullarına ve kültürel uygulamalara bağlı olarak bitkinin yaşlanıp ölümüne kadar gittikçe azalarak sürebilir. Bu durum bazen bitkinin her organında ayrı bir özellik ve zaman içinde ortaya çıkabilir (örneğin, yeni sürgünlerin oluşması, yeni yaprakların çıkması...gibi). Keza, vegetatif büyüme ve gelişme o bitkinin özelliğine göre her organda ayrı hız ve kuvvettedir.

2.3. Generatif Büyüme

Genel olarak bitkilerin vegetatif büyümeleri, o bitki tür ve çeşidine özgü zamanlarda bazı kesiklikler ve yavaşlamalar gösterir. Bu zaman aralığında ortaya çıkan büyüme ve gelişmeler ise generatif karakterlidir. Bu durum kaba olarak çiçeklenme ve tohum oluşturma şeklinde tanınır.

Yani, bitki büyümesinde cinsiyet mekanizmasının devreye girerek o bitkideki doğal üreme sonucunun görülmesi generatif büyüme ve gelişmenin kendisi ve sonucudur. Bu devre "reprodüktif" büyüme ve gelişme olarak da tanınır. Reprodüktif veya generatif büyüme ve gelişmenin başlangıcı bitkiden bitkiye değişir. Örneğin, özellikle yazlık birçok sebze türünde (domates, biber, patlıcan gibi) tohum ekimini izleyen aynı vegetasyon devresi içinde çiçeklenme olmaktadır. Oysa, karnabahar, lahana gibi bazı sebze türlerinde ertesi yıl; asma, elma, armut, şeftali gibi çok yıllık bazı meyve türlerinde ise tohum ekiminden yıllar sonra çiçeklenmenin olabildiğini görmekteyiz. Böylece, generatif büyüme ve gelişmenin ortaya çıkışı ile o bitkinin vegetatif büyüme ve gelişmesinin tamamlanması arasında sıkı ilişkiler göze çarpmaktadır.

Bahçe bitkilerinin generatif yönlü büyüme ve gelişmelerinde şu fazlar esastır.

a) Çiçek taslarının belirlenmesi,
b) Çiçek organlarının oluşması,
c) Erkek organ başçıklarında (anterlerde) polen tanelerinin olgunlaşması,
d) Dişi organ embriyo kesesinin gelişmesi,
e) Döllenme,
f) Döllenmiş yumurtada embriyo kesesi oluşması,
g) Endosperm gelişmesi,
h) Meyve gelişmesi.

Generatif büyüme ve gelişmenin açıklanmasında meristematik bazı özellikler önemlidir. Bazı bahçe bitkilerinde çeşitli iç ve dış etkenler altında vegetatif meristem, generatif karaktere dönüşmektedir. Bunun yanında bazı meristemler devamlı vegetatif karakterde kalırken; bazıları ise daha başlangıçta generatif meristem olarak farklılaşırlar (şeftali, elma gibi).

Meristematik aktiviteler ile tomurcuk bünyesinde ilk kez "fizyolojik ayrım" olarak tanımlanan bir safha ortaya çıkar ki, bu esnada tomurcuğun vegetatif büyüme konisinde gözle görülmeyen ilk farklılaşma olmaktadır. Daha sonra gözle görülebilen bir safha fark edilir, bu ise "morfolojik ayrım" safhasıdır. Böylece bahçe bitkilerinde genel olarak vegetatif karakterden generatif karaktere geçiş iki ana kademede özetlenebilir. Bunlar göz önüne alındığında tüm bahçe bitkilerinde üç tip tomurcuk dikkat çeker:

a) Karışık tomurcuklar (hem vegetatif hem generatif özellikler gösterir).
b) Yaprak tomurcukları (vegetatif)
c) Çiçek tomurcukları (generatif)

Farklılaşan meristem bazı durumlarda tek, bazı durumlarda ise birçok çiçek oluşturur. İlk gözle görülebilen morfolojik değişiklik, vegetatif meristemde oluşan biçimsel farklılaşmadır. Bu safhada vegetatif meristemin merkezi gelişemez ve meristem yeni bir durum almaya başlar ve yanlardan küçük çiçek taslakları belirir. Çoğunlukla çiçeklerde ilk beliren kısım çanak yapraklarıdır (sepal). Daha sonra çiçek tomurcuğu tamamen açılır, bu safha "anetezis" (çiçeklenme) diye isimlendirilir. Bu arada diğer çiçek organları da oluşmuş ve olgunlaşmışlardır. Bitkilerdeki çok kısa olan çiçeklenme safhası, çok tipik fizyolojik gelişmeler gösterir. Bunlar metabolizmadaki birçok değişimler sonucu ortaya çıkar. Vegetatif fazdan generatif faza geçişte, tipik ve açık rol oynayan faktörlerden biri de hormonlardır.

Organları oluşan ve olgunlaşan çiçekte bundan sonra tozlanmanın sonucu döllenme olayı başlar. Anterler içinde oluşan polenlerin olgunlaşmalarından sonra, polenler rüzgâr veya böcekler gibi aracılarla çiçeğin dişi organının dişicik tepesine (stigma) ulaşırlar. Polenler çimlenir ve polen tüpü oluştururlar. Yaklaşık stigmaya gelen 600-900 polen içinde, stigmada ancak birkaç polen çimlenir; bunların içinden de bir polen tüpü stilusta ilerleyerek döllenmeyi başarır. Polen tüpünün içinde kat ettiği mesafe bitkiye göre değişiktir. Fakat çoğunlukla bu mesafe kısadır. Polenin çimlenmesi ile döllenme arasındaki süre de değişir. Bu süre bitki türüne göre birkaç saatten 48 saate kadar sürebilir. Buradaki bu gelişmeler çok çeşitli çevre faktörleriyle (sıcaklık, ışık, rutubet vs.) etkilenmektedir. Örneğin, genellikle sıcaklığın +15°C'nin altına düştüğü durumlarda çimlenme ve çim borusunun (polen tüpü) büyümesi yavaşlar.

Yukarıda da açıklandığı gibi tepecik üzerinde çimlenerek gelişen polen, çim borusu oluşturur ve bu çim borusu içinde de 2 adet generatif, 1 adet vegetatif karakterli çekirdek oluşmuştur. Mikropile kadar uzanan çim borusu buradan içeri girer ve içinde daha önceden oluşmuş bu çekirdekli embriyo kesesinin içine bırakır. Generatif çekirdeklerin biri yumurta hücresi ile birleşerek onu döller ve zigotu oluşturur. İşte bu olaya döllenme denir. Diğeri ise endosperm çekirdeği ile birleşir. Bunlardan birincisi embriyoyu, ikincisi ise endospermi oluşturacaktır. Zigot, embriyo kesesi içinde bilhassa türlere bağlı olarak belirli bir gelişme periyodu içinde hücrelerin bölünmeleri, genişlemeleri ve farklılaşmaları sonucu gelişmesine devam eder. Bazı türlerde embriyonun bu başlangıç gelişmesi embriyonal bir dinlenme periyodu ile geçici olarakkesilebilir. Dinlenme tamamlandığı zaman embriyo gelişmesini sürdürür ve tohumu oluşturur. Embriyo gelişmesi için gerekli besin, çiçeğin bulunduğu ana bitkiden sağlanı; ancak bu esnada embriyo için yedek besin olan endosperm gelişir. Döllenme ile birlikte gelişen bu olaylar sonucu meyve de kendini göstermeye başlar.

Meyveler genellikle dişi organdan oluşurlar, ancak birçok durumlarda meyve oluşumuna çiçeğin diğer kısımları da katılırlar ve daha kompleks bileşik meyveleri de oluşturabilirler.

Bu kısımlarda da, çoğunlukla döllenmeden sonra, bazı fizyolojik değişmeler olur ve bunların etkileri sonucu morfolojik değişimler de ortaya çıkar ve farklı meyve yapıları belirir. Burada da hormonal mekanizmanın rolü vardır. Gerçekten meyve gelişmesi de oldukça kompleks metabolik olaylarla meristematik aktivieteler sonucu ortaya çıkar. Meyvenin oluşması ile birlikte generatif büyüme ve gelişme aralığı o periyod için tanımlanmış olur.

2.4. Büyüme Hızı ve Periyodisitesi

Büyümenin ölçülmesi tıpkı büyüme olayının tanımlanmasında olduğu gibi çok yönlü düşünülebilir.

Örneğin, bitki organlarındaki ve hücrelerindeki belli bir zaman aralığında uzama, genişleme veya kalınlaşma; yine belli zaman içinde hücrelerin sayısının artışı, bitkinin kuru veya yaş ağırlık artışı gibi parametreler büyümenin ölçülmesinde kullanılırlar. Bu büyüme parametlerinden birinin belli zaman içinde gösterdiği artış; o bitki, organ, doku veya hücrenin büyüme hızını verir. Büyüme hızı, türler ve çeşitler arasında büyük farklılıklar gösterdiği gibi, aynı tür veya çeşidin çeşitli organlarında da farklılıklar gösterir.

Yukarıda açıklanan ve büyümenin hızını belirleyen parametrelerin her birinin kendine göre belli anlam ve değeri vardır. Ancak, büyüme çok farklı biçimlerde tanımlandığı için kullanılacak bu birimlerde amaca göre dikkatli olmak gerekir.

Büyümenin ölçülmesini ilk düşünen “Sachs” olmuştur; bir organın belli bir kısmını mürekkeple işaretlemiş ve yine belli bir süre sonucunda ortaya çıkan uzunluk farklarını karşılaştırarak ortaya çıkan büyümeyi ölçmüştür. Daha sonraları büyümeyi uzunluk olarak ölçmede “Auksonometre” (büyüme ölçer) diye isimlendirilen aletler geliştirilerek kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca, horizontal mikroskop ile de çok hassas büyüme ölçmeleri birçok araştırıcı tarafından kullanılmıştır. Longimetrik yani uzunluğa dayalı büyüme ölçmelerinin yanında gravimetrik yani ağırlık esasına dayalı ölçüm yöntemleri de kullanılmaktadır. Burada, dikkate alınan belli zaman aralağında oluşan ürün miktarı, bitki ağırlığı, doku ağırlığı gibi faktörlerdir. Özellikle doku büyümesini ağırlık esasına göre ölçme amacı ile yapılan çalışmalarda da doku kültürlerinden yararlanılmaktadır (3, 32, 40).

Büyümenin belli zaman aralıklarında hızlandığı veya yavaşladığı dikkati çeken bir durumdur. Bitkilerin ve organların büyümeleri, tür ve çeşitlere göre değişmekle beraber, tipik olarak günlük, haftalık, aylık veya mevsimlik olarak değişik sürat ve ritim gösterirler. Bu ritmik davranışlara, bitkilerin bünyesindeki periyodisite adı verilir. Bu durum XIX. yy sonlarında Sachs, bitkilerin büyüme ve uzamalarında genellikle güneşin doğuşundan bir süre sonra artışın başlaması ve maksimuma ulaşması ile; güneşin batışından sonra ise büyümenin azalması ve minimuma ulaşması ile saptanmıştır. Daha sonraları sadece ışık faktörüne bağlı olmadan daha birçok faktörün de rol oynadığı anlaşılarak, bitkilerdeki büyümenin belli zamanlarda maksimal veya minimale ulaşarak, günlük, haftalık, aylık ve mevsimlik tipik bir büyüme periyodisitesi davranışına girdiği anlaşılmıştır. Bu periyodik davranışlar belli ölçülerde dış koşullar ve uygulamalar ile değiştirilebilse bile, esas olarak bu davranışın endogen kaynaklı bir ritmik davranış olduğu kabul edilmektedir. Bu davranışlarda kalıtsal faktörler yanında, metabolik reaksiyonların ve bileşiklerin periyodik değişimlerinin de rolü vardır.

3. BÜYÜME VE GELİŞMEYE ETKİLİ FAKTÖRLER

Bitkilerdeki büyüme ve gelişme çeşitli metabolik olaylarla ortaya çıkar. Her tür bitkide ve hatta aynı tür bitkinin farklı çeşitlerinde ayrı bir karakter gösteren bu olaylar, organizmanın kendi genetik özelliklerine bağlı kalmasının yanında içsel ve dışsal çok sayıda faktör tarafından etkilenir. Böylece, bu olayların sonucu ortaya çıkan büyüme ve gelişme göstergelerinde farklılıklar olur.

Kısaca, bir kültür bitkisindeki büyüme ve gelişmenin ortaya çıkışı veya farklılaşması şu şekilde kendini gösterir.

Ortam Faktörleri $\xrightarrow{\text{Bitkinin Kalıtımı}}$ **Bitkinin içsel olayları ve koşulları** $\longrightarrow$ **Bitkinin büyüme, gelişme ve farklılaşması**

Bu açıklama biçiminden de anlaşılacağı gibi, temel olarak bitkinin kalıtımındaki özellikler ve yetenekler çerçevesinde, çevre faktörleri bitki bünyesinde bazı değişiklik ve olayları sağlamaktadır. Bu olaylar sonucu bitkide büyüme, gelişme ve farklılaşma gösterileri ortaya çıkmaktadır. Büyüme ve gelişmenin tüm göstergelerinde bitkinin genetik özelliklerinin etkisi vardır. Ancak, ortam faktörleri ile içsel olaylar arasında da sıkı ilişkiler vardır. Kontrollü yetiştiricilik açısından fizyolojik kökenli bu ilişkilerin bilinmesi ve olaylarda bu faktörlerin etkilerinin saptanması gerekir. Bitkinin kalıtım özellikleri ile bu özelliklerin yönlenmesi veya

değişikliğe uğraması ayrı nitelikte bir konudur. Ancak, bitki ıslah çalışmalarında daha çok dikkate alınan bu genetik özellikleri, fizyolojik kökenli olayları tanıyıp yetiştiriciliğin kontrol altında tutulmasına yönelik açıklamalarda da yerine göre dikkate almak zorunludur. Dolayısıyla kültür bitkilerinin büyüme ve gelişmesinde etkili faktörleri genetik özelliklerin dışında iki grup altında toplamak gerekir.

1. Dışsal (çevresel-exogen) faktörler,
2. İçsel (bünyesel-endogen) faktörler.

3.1. Dışsal Faktörler

Bu grup içerisindeki faktörler bitkinin bulunduğu dış ortamdaki sıcaklık, ışık, su, gazlar, yerçekimi, toprak, kültürel uygulamalar vs gibi faktörlerdir. Yapılan çalışmalar bu faktörlerin çok değişik nitelikleri ile bitki büyüme ve gelişmesini etkilediklerini göstermiştir. Örneğin, değişik sıcaklık derecelerinin ve sürelerinin değişik etkileri; ışık dalga uzunluğunun, yoğunluğunun ve süresinin; atmosfer rutubetinin, atmosferdeki gazların, ortamdaki suyun miktarının, niteliğinin, toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik durumunun ve pH'sının, yerçekiminin, kültürel uygulamalardan budamaların, tarımsal mücadelenin, her türlü yetiştiricilik uygulamalarının etkileri de anlaşılmaktadır. Bu faktörler bitki büyüme ve gelişmesini belli zaman ve koşullarda direk veya indirek olarak; tek veya birbiriyle kombine olarak etkilerler. Bunların dışında biyotik faktörler diye tanımladığımız, ortamda bulunan diğer organizmaların ve canlıların etkilerinde de bahsedilebilir. Örneğin, N(azot) alımında ortamdaki nitrifikasyon bakterilerinin oynadıkları rol gibi.

Kuşkusuz, bu faktörlerin etkisi bitkiden bitkiye, bitkinin hangi büyüme döneminde olduğuna, mevsimlere ve faktörlerin birbirleriyle etkileşimlerine göre değişir. Dolayısıyla, bu faktörleri önce tek tek, daha sonra fizyolojik olayların içinde incelemek gerekir.

3.1.1. Sıcaklık

Hangi bitki olursa olsun, büyüme ve gelişmesi ile bulunduğu ortamdaki sıcaklık arasında sıkı ilişkiler vardır. Sıcaklığın yüksekliği veya düşüklüğü metabolik olayları farklı yönlerde etkilemekte, böylece büyüme ve gelişme farklı düzeylerde ortaya çıkmaktadır. Örneğin, genellikle iyi bir büyüme için bitkideki asimilasyon hızı, solunum hızından fazla olmalıdır. Bu olaylar ise, ortamdaki sıcaklığın yükselişi ile hızlanır. Bu nedenle, tüm diğer koşullar aynı kalsa ve sıcaklık artsa, bu artan sıcaklık büyümede bir hızlanmaya neden olur. Ancak, büyümeyi uyaran veya kısıtlayan sıcaklık dereceleri her bitki türünde ve her çeşitte ayrı karakter gösterir. Hatta, her bitki

türünün veya çeşidinin her bir organının dahi büyüme ve gelişme için farklı optimum sıcaklık isteği bulunabilir. Örneğin, bazı yerli asma çeşitlerinde kışlık tomurcukların sürmesi için optimum sıcaklık +20°C civarında iken; anaçlık bazı çeşitlerde +12 veya +14°C'ler yeterlidir. Üzüm çekirdeklerinin çimlenmesi için ise optimum sıcaklık +25 veya +30°C'lerdir. Buna karşılık karnabahar tohumları için optimum çimlenme sıcaklıkları +10 veya +14°C'ler arasıdır.

Ilıman iklim bahçe bitkilerin çoğu +5°C'de ve altında büyümeye devam edemezler. Çoğunluk için optimal büyüme sıcaklığı olarak +18, +20, +25°C'ler kabul edilir. Her bitki tür ve çeşidinin büyümesinde sıcaklık isteği, yukarıda da belirtildiği gibi farklıdır, ancak bu durumun, yani sıcaklığın etki yönünün, daha da değişik şekilleri vardır. Örneğin, domatesin maksimum uzaması +26,5°C'de olmaktadır. Oysa, bitki gündüz +26.5°'de ve gece +17 veya +20°C'lik sıcaklıklarda tutulduğunda, büyüme süratinin daha hızlandığı gözlenmektedir. İşte bitkilerin büyüme ve gelişmelerindeki gece-gündüz sıcaklık farklarına göre gösterdikleri periyodik reaksiyonları açıklamak için "termoperioyidisite" deyimi kullanılır. Bitki büyümesindeki bu sıcaklık periyodisitesi günlük olabileceği gibi, mevsimlik de olabilir. Bunların yanında bitkiler karşı karşıya kaldıkları düşük sıcaklıkların veya soğuğun şiddetine göre de, tür ve çeşit özelliklerinin reaksiyonu ölçüsünde zarara uğrayabilirler. Bu zararlanma biçimi, doğrudan bünyelerindeki suyun donarak hücrenin kendisinde veya kapsamındaki organel veya maddelerin her birinde dejenerasyonların ortaya koyduğu bir don zararı şeklinde olabileceği gibi, toprak suyunun donması ile bitki su alma koşullarının bozulması sonucu da olabilir.

Düşük sıcaklık derecelerinin ortaya koyduğu don olayından bitkilerin zarar görmelerinin en önemli nedeni, hücre içindeki suyun donarak kristalize oluşudur. Böylece hücreler arasındaki ve içindeki küçük buz kristalleri sitoplazmaya karışırlar, protoplazmik yapının organizasyonu bozulur ve hücresel, dokusal alanda dejenerasyon ile ölüme neden olur.

Optimumun altındaki düşük sıcaklık dereceleri gibi, optimumun üzerindeki yüksek sıcaklık dereceleri de fizyolojik olayları etkileyerek yetiştiricilikte sorun yaratır (7). Yüksek sıcaklık altında kalan veya tutulan bitkilerde doğrudan veya dolaylı olarak çeşitli zararlar ortaya çıkar. Yapraklarda yüksek sıcaklıkların etkisi ile transpirasyon çok artar. Süratli su kaybı, aynı derecede su alınmasına olanak bırakmadığından, bitkide susuzluğa ve kurumaya yol açar, böylece bitkide zararlanma olur. Keza, yüksek sıcaklıklar bitki bünyesinde çeşitli metabolik bozukluklara neden olur. Bu da bitkinin canlılık olaylarını olumsuz yönde etkiler. Örneğin, fotosentez ile solunum arasındaki dengenin bozulması bu konuda tipiktir. Sıcaklık arttıkça bitkilerde fotosentez doğrusal bir şekilde artmakta, ancak bitkinin türüne ve zamana bağlı olarak, belli bir yüksek sıcaklıktan sonra fotosentez miktarı

hızla azalmaktadır. Bu esnada solunumda normalin üzerindeki yüksek sıcaklıklar ile "sıcaklık ölümü" kısa sürede ortaya çıkar. Genellikle protoplazmanın temel etki ile doğrudan ölümü +50, +60°C'lerle başlar. Ancak böyle bir termal ölüm için, bu derecelerin ve daha yüksek derecelerin etkilerinin ne kadar süre sonra görülebileceği, bitkiden bitkiye değişir. Sıcak iklim bitkilerinin sıcaklık optimumlarının, mutedil iklim bitkilerine oranla daha yüksek oluşu ve keza daha yüksek sıcaklıklarda daha uzun süre dayanabilmeleri buna güzel bir örnektir. Görüldüğü gibi, bir bitki için belli bir dereceden yüksek ve düşük sıcaklıklar, o bitkinin canlılığına son verme yönünde büyük etkiye sahiptir. Genellikle bir bitki, büyümesinin durduğu sıcaklık derecesinde canlılığını devam ettirebiliyorsa, o sıcaklığa tolerans gösteriyor demektir. Sıcaklığın vegetatif ve generatif büyümedeki morfolojik etkilerine ilişkin birçok örnekler verilebilir. Sıcaklığın bu etkilerinin birçoğu daha önce de belirtildiği gibi, fotosentez ve solunum yolu ile dolaylı olarak oluşmaktadır (40).

Öte yandan, bazı bitkilerde bazı büyüme olaylarının indüklenmesi için önce düşük, sonra optimum sıcaklıklar gereklidir. Örneğin, birçok odunsu bahçe bitkisinin gerek tomurcuklarındaki, gerek çekirdeklerindeki dinlenme uygulanan soğuklamalar sonucu kaldırılabilmekte ve daha sonraki optimum sıcaklıklarda sürme veya çimlenme gerçekleşebilmektedir (12).

Vurgulanması gerekli bir diğer nokta da, sıcaklığın açıklana bu etkilerinde; sıcaklığın yalın ve doğrudan etkinliğine diğer dışsal faktörlerin de (rutubet, ışık, mineral maddeler, vb.) katkılarının olduğudur. Keza, tüm bu faktörlerin etkileri birbirleri ile sıkı ilişkilidir. Örneğin 30-40 dakika içinde toprak sıcaklığının +20°C'den +5veya 0°C'ye kadar düştüğünde birçok bitkide su alımının % 20-50 ve hatta bazı sıcak iklim bitkilerinde % 70-80 oranında (hıyarda % 90) kısıtlandığı gözlenir.

Cetvel 1. Riesling ve Bacchus Üzüm Çeşitlerinde Yazın İki Farklı Zamanda Uygulanan Yüksek Sıcaklık Derecelerinin Kışlık Tomurcukların Sürme Oranı (%) Üzerine Etkisi (7).

Çeşitler	**Uygulama Zamanları**	**Uygulanan Sıcaklıklar (°C)**				
		20	**25**	**30**	**35**	**40**
Riesling	**Temmuz**	89	89	61	17	6
	Ağustos	78	83	56	0	0
Bacchus	**Temmuz**	83	89	39	0	0
	Ağustos	72	78	44	6	0

Cetvel 2. Köklü Asmalarda Kök Sıcaklığının Bazı Büyüme ve Gelişme Olaylarındaki Etkisi (32).

Kök Sıcaklığı (°C)	**Meyve Tutumu (%)**	**Sürgün Ağırlığı (Taze) (g)**	**Kök Ağırlığı (kuru) (g)**
11	2	1,8	3,0
20	10	19,8	6,2
30	23	74,2	8,5

3.1.2. Işık

Bahçe bitkilerinin hemen hemen tümü ışıksız yaşayamazlar. Bunların içinde yemeklik mantarlar bu kuralı bozarlar. Çünkü mantarlar diğer bitkilerden farklı bir yapıya sahip olup, büyüme ve gelişmelerinde fotosentezin önemi yoktur. Diğer bahçe bitkilerinin tümü yapraklarında klorofil oluşumu, fotosentezin yapılması, anorganik maddelerin organik maddelere dönüşümü, sürgün, yaprak, çiçek ve meyvelerin normal şekil, irilik ve kalınlıkta oluşabilmeleri, meyvelerde renk oluşumu hep ışığın bulunmasına bağlıdır. Bitkilerin ışığa olan gereksinimleri, bu enerjinin şiddetine, süresine ve kalitesine göre değişiklik gösterir.

Yeryüzünde ışığın kaynağı Güneş'tir. Güneşten yeryüzüne gelen ışık değişik dalga boyunda farklı ışınlardan oluşmaktadır. Bunlar içinde dalga boyu 400 mμ'a (milimikron) kadar olanlara "**kısa dalgalı**"; dalga boyu 400-700 mμ arasında olanlara "orta dalgalı"; dalga boyu 770 mμ'den fazla olanlara "**uzun dalgalı"** ışınlar denir. İnsan, dalga boyları 390 mμ ile 760 mμ arasında değişen ışıkları görebilir. İnsan gözünün görebildiği güneş ışığının çok küçük bir bölümünden ışık kalitesi denen husus bu ışınların dalga uzunluklarını ifade etmektedir. Bitkiler üzerinde değişik dala boyundaki ışınların etkileri farklıdır. 390 mμ altındaki dalga boyları Ultraviyole, X-Işınları, Gamma ışınları Kozmik ışınları oluşturur

Işık deyince gözle görülebilen ışıklar anlaşılır. Işınımın enerjisi denilince, genel anlamı ile dalga boyu çok uzun elektromanyetik dalgalardan, çok kısa kozmik dalgalara kadar tüm ışık spektrumunu kapsayan bir etkinlik anlaşılır. Böylece ışık ve ışınımın enerjisi, şiddeti, kalitesi, etki süresi ile birlikte büyüme ve gelişmede farklı etkiler gösterirler.

Işık ve ışınımın enerjisi ile etkilenen metabolik olaylar çoktur ve hatta hemen hemen tüm metabolik olaylar ile birlikte büyüme ve gelişmenin tüm olayları ışıktan etkilenebilir demek mümkündür. Örneğin, klorofil sentezi; stoma açılması, protoplazma akımı, transpirasyon, oksin

sentezi, tomurcukların sürmesi, pigment oluşması gibi konulardan söz edilebilir. Keza, 390 mμ altındaki ultraviyole ışınları bitkilerin büyümelerinde rol oynayan bazı hormonların faaliyetlerine engel olarak onların cüceleşmesine neden olurlar. Yüksek yerlerde ultraviyole ışınları çoğaldığından, dağlık yörelerde bitkilerin cüceleşmeleri ve kısmen erken çiçeklenmeleri bu nedenden ileri gelmektedir. Ultraviyole ışınlar, ıslah çalışmalarında da önemli rol oynarlar. Bunlar bitkilerin büyüme noktalarına uygulandıklarında mutasyon meydana getirebilmektedirler.

Bitkilerde fotosentez olayının oluşumu daha çok orta dalgalı ışınlarla mümkün olmaktadır. Bu dalga boyları arasında bitkilerin gelişebilmeleri için gerekli bütün ışınlar mevcut olup, bunlar menekşe, mavi, yeşil, sarı, portakal ve kırmızı renkli ışınlardır. Bunlardan mavi renkli ışınlar (435-490 mμ) klorofil oluşumu, fotosentez, çiçeklenme ve dokuların iyi bir şekilde olgunlaşmalarını temin etmektedirler. Fotosentezde ise en büyük rolü, yeşil renkli ışınlar (490-574 mμ) oynamaktadırlar.

Uzun dalgalı ışınlar havanın sıcaklığını sağladıkları gibi, bitkilerdeki biyokimyasal reaksiyonların oluşumuna da hizmet ederler.

Bütün yeşil bitkiler, optimal bir gelişme için belli ışık şiddetine gereksinim duyarlar. Bu gereksinim tür ve çeşitlere göre değişebilir. Örneğin, ahududu ve çilekler pek az ışık ve hatta gölgede de meyve verirler. Sebzelerden ıspanak, tere, maydanoz, kıvırcık gibi türler de yarı gölgeden veya az ışık şiddetinden hoşlanmaktadırlar. Kirazlar da aynı şekilde şiddetli ışığa gereksinim duymazlar. Buna karşılık meyve türlerinden badem, kaysı, fıstık, zeytin ve üzüm ile; sebzelerden domates, patlıcan ve biber fazla ışıktan hoşlanırlar. Bazı bitkiler ise hayat devrelerinin farklı dönemlerinde değişik ışık yoğunluğu istemektedirler. Örneğin çayda olduğu gibi, hatta fındık ağaçları da, gençlik dönemlerinde daha çok gölge isterler.

Diğer taraftan ışık kaynaklarının ve çeşidinin büyüme ve gelişme üzerine etkileri de farklıdır. Bazı araştırıcılar tabii ışığın fotoperiyodik etkisinin birçok bitkide floresan lamba ile sodyum lamba ışığı arasında olduğunu belirtmektedirler. Keza, beyaz ve kırmızı ışıkta birçok bitkide tomurcukların rahatça sürmesi; fakat yeşil ışıkta süremememeleri bu konuda ilginç örneklerdir. Yine aynı şekilde kırmızı ışık ile içsel gibberellinlerin ve sitokininlerin artışı bazı bitkilerde saptanmıştır.

Dünyanın birçok bölgesinde gün uzunlukları mevsimlik değişimler gösterir. Buna göre de bitkilerin karşı kaldığı günlük ışık süresi değişir. Bu değişmeye bağlı olarak bitkiler farklı sürelerde ışık alırlar. Değişik ışık periyodlarına göre bitki büyümesinde görülen periyodik değişmelere,

“fotoperiyodizm” denir. Kimi zaman bu fotoperiyod yani güneş ışığının etki süresi uzun, kimi zaman kısadır. Buna göre bahçe bitkileri tarımında çok kullanılan uzun gün, kısa gün ve normal gün tanımlamaları ortaya çıkmaktadır. Bitkilerin yetiştikleri bölgede normal yaşam evrimlerini tamamlayabilmeleri için belli gün uzunluğuna gereksinimleri vardır. Diğer bitkilerde olduğu gibi, bahçe bitkileri de ışığın fotoperiyodik etkisi altında “uzun gün bitkileri” (günlük 14-16 saat veya daha fazla ışıklanmaya gerek duyarlar); kısa gün bitkileri (günlük 10 saat civarında ışıklanmaya gerek duyarlar) ve “normal gün” veya “nötr gün bitkileri” (ortalama 10-14 saatlik ışıklanmaya gerek duyarlar, özel bir istekleri yoktur) olarak üç gruba ayrılırlar.

Işığın bu fotoperiyodik özelliği büyüme ve gelişmede önemli ölçüde etkili olmaktadır. Birçok bahçe bitkisinde genellikle kısa gün ışıklandırılması ile bitkilerin kök ve gövde gelişiminde yavaşlama, azalma; uzun gün ışıklandırılması ile hızlanma veya artma görülür. Bir diğer örnekleme biçimi ile; uzun gün bitkileri, günleri kısa olan yerlerde yetiştirildiklerinde çiçek ve meyve oluşturmadıkları gibi, kısa gün bitkileri de günleri uzun süren yerlerde vegetatif kalır, bol sürgün yapar fakat çiçek ve meyve vermezler. Nötr bitkiler ise, hemen her yerde sekteye uğradan gelişerek generatif faaliyetlerini sürdürebilirler.

Çok yıllık bitkileri ışık süreleri bakımından isteklerini belirlemek güçtür. Buna karşılık tek yıllık olan sebzelerin birçoğunda bu ayrım saptanmıştır. Örneğin, krizantem ve bazı çilek çeşitleri kısa gün bitkilerine; kıvırcık marul, bamya, bezelye, yumrulu begonya uzun gün bitkilerine; patlıcan, domates biber de nötr gün bitkilerine örnek verilebilir.

3.1.3. Su

Suyun gerek bitkisel, gerek hayvansal yaşamdaki önemi yeteri kadar bilinmektedir. Bu faktörün önemi, olaylar tek tek ele alınınca daha da iyi anlaşılır. İşi temelinden ele alacak olursak, protoplazmadaki su eksiliğinin hücre bölünmesini ve hücre gelişmesini durdurduğunu görürüz. Aksine su artışı ise, bir dereceye kadar, büyüme ve gelişmeyi hızlandırır. Genellikle su eksikliği bodurluğa, fazlalığı ise boylanmaya neden olur. Bahçe bitkilerinin büyüme ve gelişmesinde, dışsa faktörler olarak suyun rolü iki şekilde incelenir:

1. Havada buhar, sis, vs. şeklinde bulunan nem (rutubet),
2. Toprak ve havadaki suyun (yağışlar gibi) sıvı şeklindeki etkileridir.

Gerek olan suyun optimum miktarı, her bahçe bitkisinin cinsine, türüne ve çeşidine göre değişiklik gösterir. Bu gereksinme dışsal diğer birçok faktör tarafından da etkilenir. Bitki-su

ekonomisinin kontrol altında tutulması, bugün birçok tarım ülkesinde araştırma konularının başında gelmektedir.

Bitkiler suya aşağıdaki genel amaçlarla gereksinim duyarlar :

1. Suda eriyebilen besin tuzlarının alınıp, taşınması,
2. Asimilatların oluştukları yerden, kullanılacakları veya depolanacakları yere taşınması,
3. Hücre suyunun ve canlılığının muhafazası,
4. Farklı birçok biyokimyasal olayın, reaksiyon partneri olarak (Örneğin,

$$\mathbf{6CO_2 + 6H_20 \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6CO_2)}$$

Bitkiler genellikle 1 kg kuru madde yapımı için 200-1000 lt suya gerek duyarlar (Örneğin, 1 kg kuru madde için hıyar 686 lt, bezelye 746 lt). Temel olarak bitkileri su gereksinimlerine göre kurakçıl (kserofit), sucul (higrofit) ve orta derecede su gerek duyanlar (mesofit) diye üç gruba ayırmak mümkündür. Bitkilerde su ekonomisini düzenleyen faktörler çok çeşitlidir. Bunlardan en önemlileri o bitkinin yaprak alanı, yaprağın şekli, kalınlığı, yapraktaki stoma adedi, stomaların fizyolojik özellikleri, kök sistemi, bitkinin kendine özgü fizyolojik yapısı gibi faktörlerdir. Su büyüme ve gelişmedeki her olayı etkiler. Bu etki, o olayın cinsine göre değişebilir. Örneğin, üzümlerde olgunlaşma zamanında suyun bünyede artışı olgunlaşmayı geciktirir. Tohumların çimlenmesinde ise çimlenmeyi hızlandırır. Öte yandan, bitkilerdeki su eksikliği, stomaların kapanmasına neden olur, böylece transpirasyon ve fotosentez azalır.

Bitkilerin gerek topraktaki, gerek havadaki sudan yararlanmaları, daha önce de belirtildiği gibi, birçok faktörlere bağlıdır. Topraktan suyun alınmasına, bitkinin kök yapısının özelliği kadar, topraktaki suyun durumu da etkilidir. Dolayısıyla, bir yerde bahçe bitkileri yetiştiriciliğinin yapılması o yerdeki toprağın mevcut su miktarına, su tutma kapasitesine ve suyun özelliğine bağlıdır. Tek yıllık bahçe bitkilerinin yetiştiriciliğinde toprağın bu özelliklerinin yanında sulama işlemleri ile bitki-su gereksiniminin karşılanması çok önemlidir. Çok yıllık bahçe bitkilerinde yağışlarla yeteri kadar karşılanmayan su gereksinimi sulamalar yolu ile karşılanır. Bağ ve bahçeler kurulurken toprağın su miktarı, su tutma gücü, derinliği, taban suyu durumu incelenir. Bunlarında yanında yağışların yıl içindeki dağılışı ve yıllık yağış miktarı da dikkate alınır. Bazı yörelerde hiç sulamaya gerek duyulmadan meyvecilik, bağcılık yapılabilir.

Örneğin, Ülkemizde Marmara, Ege ve Karadeniz gibi bölgelerimizin bazı yörelerinde sulanmayan meyve bahçeleri ve bağlar vardır. Genellikle gerek yumuşak ve gerek sert çekirdekli meyveler kuraklığa boğucu nemden daha fazla dayanırlar.

Topraktaki su azlığı kadar, su fazlalığı da etkilidir. Bu durumda topraktaki fazla su bitki üzerine doğrudan zararlı etki yapmamakta; ancak ortaya çıkan zararlanma fazla suyun oksijenin yerini alması ve buna karşılık karbon dioksitin toprakta artmasına neden oluşundan ileri gelmektedir. Su kültürlerinde oksijenin devamlı sağlanması ile yetiştiriciliğin yapılabildiği kanıtlanmıştır. Suyun bu biçimdeki zararlı etkisi özellikle ağır topraklarda, taban suyunun fazla yüksek ve aynı zamanda seviyenin değiştiği yerlerde kendini göstermektedir. Yağışı ve suyu uzun süre tutan ağır topraklar her zaman iyi havalanmazlar; bu şekilde gerek köklerle çıkan, gerekse toprak bakterilerinin faaliyeti sonucu oluşan karbondioksit toprakta birikir ve zararlanma başlar. Zararlanma belirtileri daha ileriki dönemlerde yapraklarda ve ağacın diğer toprak üstü organlarında görülür.

3.1.4. Gazlar

Atmosferde bulunan gazların da bitkilerin büyüme ve gelişmesine etkileri vardır. Havadaki (O_2) miktarı oldukça stabildir. Karbondioksit (CO_2) ise büyük değişmeler gösterir. Özellikle bu iki gazın bitki büyüme ve gelişmesindeki etkileri büyüktür. Bunların yanında diğer gazların da ekolojilere ve her bölgenin yapısına göre değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Özellikle endüstri bölgelerindeki bacalardan çıkan dumanlar içindeki karbondioksit, karbonmonoksit, kükürtdioksit, etilen v.s. gibi gazlar o yöredeki bitkilerdeki büyüme ve gelişmeyi etkilerler. Bitkiler genellikle bu gazları bünyelerine stomalardan yapılan solunum sırasında alırlar. Bazen bunların girişi bitki yüzeyinde yaptıkları ani değişik bileşikler şeklinde de olabilir. Bu gazlar fazla miktarda çoğunlukla bitkilerde toksik etki yaratırlarsa da bazılarının az miktarı büyümeyi teşvik edici de olabilir.

Günümüzdeki hızlı endüstrileşme ve kentleşmeye paralel olarak, atmosfere karışan ve havanın kirlenmesine yol açan baca, egzoz, vb. dumanlarının etkilerinin incelenmesi, ortam-bitki-doğa, ortam-insan ilişkileri ve dengesi yönünden de çok büyük önem kazanmıştır. Bu konu "çevre fizyolojisi" adı altında ve ayrı bir bilim dalı olarak büyük gelişme durumundadır.

Gazların bitki büyüme ve gelişmesindeki olayları etkilemeleri çok değişiklik gösterir. Örneğin havadaki CO_2 konsantrasyonunun normal düzeyden fazla oluşu stomaların kapanmasına neden olmaktadır. Böylece transpirasyon azalır. Oysa havadaki CO_2 yoğunluğu normal sınırından 15-20 kez artarsa, fotosentez süratlenir, bundan fazla CO_2 artışı ise fotosentezi azaltır. Bu durum

mahsul miktarı üzerine de büyük ölçüde etki yapar. Bitkisel üretimde çok büyük önemi olan CO_2 konsantrasyonu atmosferde yaklaşık %0.03 oranındadır. Ancak bu durum devamlı ve sabit bir karakterde değildir. Yıllık değişiklikler içinde bu değerler ortalama olarak çoğu kez %0.028-0,33 arasında saptanmıştır. Buna karşın özellikle yaz aylarında havadaki CO_2 konsantrasyonunda normalin %50 ve daha yukarı artışlar olabilmektedir. Bu değişikliklere göre havadaki CO_2 konsantrasyonunun minimum düzeyi gündüz, maksimum düzeyi ise gece saatlerindedir. Karbondioksit konsantrasyonundaki bu artış ve eksilişlere göre bitkilerin ne kadar karbon kullandığını anlamak mümkündür. Örneğin 10 000 lt havada, 3 lt CO_2 ve bunun karşılığı 1.5 g C vardır; bu ise 3.75 g glikoz (üzüm şekeri) oluşturmaya eşdeğerdedir. Aynı bitki 500 g şeker üretimi gerçekleştirirse, kendi asimilasyon sisteminden en az 1 333 333 lt havanın geçmesi (solunması) ve böylece bunun içindeki CO_2'in absorbe edilmesi gerekir. Bu verilere göre gezegenimizin (Dünyanın) vejetasyonunun her yıl toplam 10^9t C'u fotokimyasal olarak kullandığını hesaplayabiliriz.

Esas olan, bitkilerin tür ve çeşitlerine göre hangi CO_2 konsantrasyonunun optimal (en iyi) olarak kullanılabilirliğidir. Burada fotosentez ve transpirasyon oranlarının da en iyi biçimde muhafazası esastır. Genellikle CO_2'in artışı fotosentezi arttırır. Ancak, sıcaklık, ışık ve su gibi diğer bazı dışsal faktörlerde bu arada rol oynarlar. Örneğin, hıyar bitkilerinde yapılan bir araştırmada artan ışık yoğunluğu ile birlikte bitkilerin CO_2'den daha iyi yararlandıkları ve asimilasyon gücünün de arttığı görülmüştür.

Hava kirliliği oluşturarak bitki büyüme ve gelişmesini zararlandıran en önemli maddeler şunlardır: Ozon, okside olmuş hidrokarbonlar, etilen, asetilenler, nitrofenoksitler, amonyak, kükürt gazları, hidrojen sülfit, flüoritler ve herbisitlerdir. Birçok kesitlerin kirli havalarında anormal miktarda ozon ve diğer okside olmuş etkili maddeler bulunmaktadır. Kükürt gazları ile flüoritler endüstri bölgelerinde fabrika bacalarından çıkan zararlı gazların başında gelir. Ülkemizde ise Murgul bakır işletmelerinde izabe bacalarından çıkan kükürt gazı buna tipik bir örnektir. Otomobil egzozlarından çıkan gazda bulunan etilen miktarı 500 ppm gibi yüksek bir düzeydedir. En yoğun bir duman ortamında bu miktarın ancak 4 ppm olduğu düşünülürse, egzoz gazının zehirleyici etkisi daha iyi anlaşılır.

Hava kirliliği daha çok endüstri merkezleri ve büyük şehirlerin atmosferinde sorun olmaktadır; bu gibi yerlerde ve civarında yapılan bahçe bitkileri yetiştiriciliğindeki zararı oldukça büyüktür. Hava kirliliğine tüm bahçe bitkileri duyarlıdır; ancak çiçek ve sebzeler daha da duyarlı bitkilerdir. Hava kirliliği oluşturan gazların özellikle yaprağı yenen sebzelerdeki zararı büyüktür.

Bunların zarar şekli yaprakların lekelenmesi, beneklenmesi, kıvrılması, sararması, solması veya kararması şeklinde olmaktadır. Bahçe bitkilerinin bu gazlardan zarar görme dereceleri farklıdır. Örneğin; kaysı, grapefruit, ceviz, asma, fasulyenin bazı çeşitleri, pancar, kavun, kereviz, marul, soğan, maydanoz, pazı, domatesin bazı çeşitleri, karanfil, orkide, hercai menekşe, petunya, gül gibi bitkiler hava kirliliği oluşturan gazlara karşı duyarlıdırlar. Badem, elma, kiraz, limon, zeytin, portakal, şeftali, erik, böğürtlen, frenk üzümü, çilek, fasulyenin bazı çeşitleri, karnabahar, havuç, hıyar, patlıcan, pırasa, biber, patates, kırmızı turp, kabak, krizantemlerin bazı çeşitleri, yıldız, menekşe gibi bitkiler ise daha dayanıklıdır.

Gazların zararlı etkileriyle bitkilerde ortaya çıkardıkları zararlanma şekilleri de farklıdır. Kimya fabrikalarından havaya atılan flour bileşiklerinin oluşturduğu zarar çoğunlukla yaprakların kenarlarının sararması ve ileri durumlarda yaprakların ölümü şeklinde olmaktadır. Doğal olarak havada oluşan oksidant bazı maddeler ise fasulye yapraklarının alt yüzeylerinde bronzlaşma ve cam gibi saydamlaşmaya neden olur. Bu zararlanma genç yapraklarda olgun yapraklara oranla daha kuvvetli görülür.

Cetvel 3. Değişik Bitkilerdeki "Flour" Miktarı ve Çevre Kirliliği Sonucu Artış Durumu (mg/100 g kuru ağırlık) (35).

Bitki Türü	**Bitkideki Normal Miktarı**	**Endüstri Artışları ile Çevre Kirliliği Sonucu Bitkide Oluşan Miktar**
Elma (Meyve) (Yaprak)	0,13 - 0,34 0,5 - 1,8	48,9
Erik (Yaprak)	0,4 - 0,8	32,7
Kiraz (Yaprak)	0,5 - 1,0	17,6
Armut (Yaprak)	0,5 - 1,0	25,2
Karanfil (Sap+Yaprak)	0,5	3,0
Leylak (Yaprak)	0,5 - 1,0	29,9
Lale (Yaprak)	0,9	2,6

Kirli havada mevcut bulunan ozon bitkilere en çok zarar veren bir maddedir. Örneğin, asma yapraklarının üst yüzeylerinde benekler oluştururlar. Benekler küçük, kahve renkli veya siyaha yakın renklerde olup çapları 0,1-0,5 mm arasındadır. Daha ileriki dönemlerde bunlar birleşerek daha büyük benekler oluştururlar. Genç yapraklarda bu durum pek görülmezken, olgun yapraklar daha çok zararlanırlar.

Gazların bitki büyüme ve gelişmesi üzerindeki bu zararlı etkilerinin yanında, daha önce de belirtildiği gibi yararlı etkileri de vardır. Bunlar sırası geldikçe fizyolojik olaylar içinde açıklanacaktır.

3.1.5. Yerçekimi

Yapılan araştırmaların artık sadece yeryüzü koşullarına göre değil, geleceğin varsayılan dünyalarındaki koşullara göre yön aldığı daha önce de belirtilmişti. Yerçekiminin gerek kendi dünyamızdaki gerek ileriki koşullara göre bitki büyüme ve gelişmesindeki etkilerinin fizyolojik olaylar açısından saptanması ve bundan yararlanılması oldukça önemlidir. Yapılan çalışmalar ile de bitkilerin büyüme ve gelişmesinin yer çekimden etkilendiği belirlenmiştir (1). Bitkilerin yer çekimden kurtarılıp yetiştirildikleri özel oda, araç ve yapılara "klinostat" denir (Buradaki esas, kendi ekseni çevresinde belli bir devirle dönerek ortamdaki yerçekimi gücünün kontrol edilebilmesidir). Böyle yapılar içinde yetiştirilen bitkilerde büyümenin hızlandığı görülmektedir.

Yer çekiminin değişik şekillerdeki etkisi, kök, gövde ve gövde üzerindeki organların gelişmesinde görülmektedir. Örneğin, asmada dallar yatay yetiştirildiğinde çiçek oluşumu, dikey yetiştirilenlere oranla azalmaktadır. Oysa, elma ağacının yatay sürgünlerindeki çiçeklenme dikey büyüyen sürgünlerin çiçeklenmelerine oranla tipik bir hızla içindedir. Aynı şekilde yerçekiminin etkisinden kurtarılan bitki veya organlarda büyümenin hızlandığı görülmüştür. Bazı ağaçların dik dallarının aşağıya doğru bükülmesi ve bu durumda gelişmeye zorlanmaları halinde, kıvrık dalın üst tarafındaki tomurcukların daha çabuk geliştiği, alt kısımdakilerin ise aktivite göstermedikleri ve böylece kıvrık dalda üst ve alt yüzeydeki yerçekimin farklı etkisinin ortaya çıkışı gözlenmektedir. Ancak, gravimorfik duyarlılığın bitkiden bitkiye değiştiği ve bu etkilerin dolaylı metabolik yollarla oluştuğu anlaşılmıştır Burada, yalnız, yer çekiminin fiziki etkisinin değil, hormon metabolizmasına bağlı olarak yerçekiminin etkisini kabul etmek gerekir. Yani, yerçekiminin fiziki etkisi ile içsel bazı faktörlerin etkilendiği, böylece büyüme ve gelişmenin yönlendiği söylenebilir. Bu durumdan yararlanarak çok yılık bahçe bitkilerinde çeşitli terbiye şekilleri denenmekte ve en uygunu bulunarak uygulamaya konulmaktadır.

3.1.6. Toprak

Bitki büyüme ve gelişmesindeki çeşitli toprak koşullarının tümüne "edafik faktörler" de denir. Bahçe bitkilerinin yetiştiriciliğinde bu faktörün rolü her bitki için ayrı önemdedir. Toprak yapısı, toprak eriyikleri, toprak havası, toprak pH'sı, toprağın biyolojik özellikleri, mineral madde ve besin maddesi kapsamları gibi faktörlerin büyüme ve gelişmeye çeşitli aşamalarda etkisi vardır. Örneğin, *V. berlandieri* kirece dayanıklı bir asma anacıdır oysa, *V. rupestris* kirece karşı oldukça duyarlıdır. Dolayısıyla bu anaçların büyüme ve gelişmelerinde kirecin etkisi görülür. Keza, elmalar için en iyi toprak içinde orta derecede kireç ve yeteri kadar humus bulunan tınlı-kumlu ve kumlu-

tınlı topraklardır, oysa ceviz kireççe daha zengin ve humuslu, derin toprakları sever. Fındık ise kireçten hoşlanmaz.

Toprak, kapsadığı mineral ve besin maddesi durumuna göre özellik kazanır. Örneğin, azotça zengin olan topraklarda bitkilerin vegetatif gelişmelerinin kamçılandığı bilinmektedir. Ancak, bitki bünyesinde azot ve karbonhidrat eksikliğinde ise reprodüktif büyüme ve gelişmenin etkilendiği de bir gerçektir. Bu yönden, azotlu ve karbonhidratlı maddelerin oluşumuna ilişkin beslenme bitki büyüme ve gelişmesi için çok önemlidir. Öte yandan havasız ve sıkı bünyeli topraklarda klorozun ortaya çıkışı da yine toprağın gönderdiği bir özelliktir. Değişik toprak tipleri bitkinin büyüme ve gelişmesine etki ettiği gibi ürünün kalite ve kantitesine de etki eder. Her bahçe bitkisinin yetiştiriciliği içinde açıklanacak olan o bitkinin istediği toprak tipi ve yapısına ilişkin bilgiler burada ayrıca verilmemiştir.

Fizyolojik açıdan oldukça önemli olan durum topraklardaki O_2 ve CO_2 dengesidir. Fazla nemli topraklarda genellikle hava eksiktir. Bitkinin iyi büyümesi için toprakta iyi bir havalandırma sistemi olmalıdır. İyi havalandırılmaya toprakta bitkinin su ve mineral alımı azalır. Böylece büyüme de yavaşlar. Öte yandan, her bitkinin normal büyümesi için ortamda belli bir asidite gerekir. Genellikle bahçe bitkileri pH 6-8'de iyi büyürler, bununla beraber asidik veya bazik ortamı seven bitkileri pH 6-8'de iyi büyürler, bununla beraber asidik veya bazik ortamı seven bitkiler de vardır. Örneğin, çay çok asitli topraklarda (4.0-5.5 pH), fındık, kestane ve çilek daha az asitli topraklarda (5.0-6.0 pH), yumuşak çekirdekli birçok meyve türü ise genellikle daha az asidik ve nötr civarındaki (5.5-6.5 pH) topraklarda yetişirler. Keza, sebzelerden domates, patates ve karpuz 5.0-6.0 pH, fasulye ve bezele 5.5-6.5 pH, lahana ve karnabahar 6.5-7.5 pH'da iyi yetişirler.

Bahçe bitkilerinin fizyolojisi açısından toprak tuzluluğunun da önemi büyüktür. Tuzların toprakta yığılmaları tuzlulaşmaya neden olmaktadır. Tuzlulaşmanın etkisi toksik olabileceği gibi toprağın yapısını bozarak geçirgenliğini de uygunsuz bir duruma getirebilir. Meyve ağaçları içinde tuza en duyarlı olan tür limondur. Buna karşılık hurma tuza en dayanıklıdır. Sebzeler içinde de domates bir dereceye kadar ve diğer sebzelere oranla tuza daha dayanıklıdır.

Yetiştiricilikte fizyolojik sorunlar yaratan bir diğer konu da toprak yorgunluğudur. Bu durum daha çok, uzun yıllar aynı yerde aynı bitkilerin yetiştirilmesi sonucu görülür. Toprak yorgunluğunun nedenleri başlıca üç teori ile açıklanmaktadır.

1. **Toksin Teorisi:** Bu teoriye göre bir yerde yetiştirilen bitkiler oradan söküldükleri zaman toprakta zehirli etki yapan bir takım organik artıklar bırakmaktadırlar. İşte bu zehirli artıklar

bitkinin büyüme ve gelişmesi üzerine olumsuz etki yapar ve toprak yorgunluğu diye adlandırdığımız durum ortaya çıkar.

2. **Organizmalar Teorisi:** Bu teoriye göre yorgunluğa neden topraktaki biyolojik dengenin bozulmasıdır. Aynı yerde uzun süre aynı bitkinin, aynı meyve ağacının yetiştirilmesi sonucunda bir kısım mikroorganizmaların gelişmelerinin teşvik ve bir kısmının da kısıtlanması ile ortaya çıkar.

3. **Fakirleşme Teorisi:** Burada esas olarak dikkate alınan durum yine aynı yerde uzun yıllar aynı bitkinin yetiştirilmesiyle, o bitkilerin, ağaçların tercih ederek aldıkları besin maddelerinin ve burada iz elementlerinin giderilmesi kolaylıkla mümkün olmayan ve bu elementler arasındaki bu dengenin çabucak kurulmasına olanak vermeyen bir seviyeye düşmüş olması fakirleşmesidir.

Toprak yorgunluğunun oluşmasında her üç teorinin tek tek etkilerinden çok ortak etkilerinin olduğunu kabul etmek daha doğrudur. Zira, teoriler daha çok birbirini tamamlar niteliktedir.

Toprak yorgunluğunun ortaya çıktığı bahçelerde her türlü teknik ve kültürel bakım yapılsa bile bitkilerin iyi gelişmedikleri görülür. Bu durum gerek vegetatif gerek generatif karakterli büyüme ve gelişme olaylarında çok açık olarak kendini gösterir ve bitkiler bol-iyi kalitede ürün vermezler. Böyle durumlarda yetiştiriciliği yapılan ürünün değiştirilmesi gerekir.

3.1.7. Kültürel Uygulamalar

Bahçe bitkilerinin yetiştiriciliğinde kültürel uygulamaların da ayrı önemi vardır. Bitkilerde dıştan yapılan bazı uygulamalar ile büyüme ve gelişmeleri kontrol altına alınabilmekte, böylece verim ve kalite açısından o bitkinin ürünü de kontrol edilebilmektedir. Burada esas kontrol edilen konular büyüme ve gelişmedeki fizyolojik olaylardır. Amaç, bu uygulamalar ile istenen düzeyde bir büyüme ve gelişme sağlamak ve sonuç olarak ürünün kalite-kantite niteliklerini iyileştirmektir. Kültürel uygulamalar dernek, bitkilerin yetiştiriciliğinde dıştan yapılan veya verilen her türlü işlem amaçlanmaktadır. Bu işlemler şunlardır:

Bitkilere verilen terbiye şekilleri: Özellikle çok yıllık odunsu bahçe bitkilerinde meyve ağaçlarını, asmanın ve diğer üzümsü meyvelerin yetiştiriciliğinde, bitkilerin büyüme ve gelişmelerine olan etkisi büyüktür. Verim ve kaliteyi en iyi düzeyde tutabilmek için ekolojik

koşullar dikkate alınarak her türe uygun terbiye şekli uygulanır. Bu durum çeşitli araştırmalarla saptanmış ve hala saptanmaktadır.

Budama: Ekolojilere ve bitkilere göre çeşitli şekillerde yapılan budama uygulamaları içinde mahsul budamaları, şekil-terbiye budamaları, yaz budamaları vardır. Bu uygulamaların zamanı ve şekli, her bitki ve ekoloji için değişiktir.

Sulama: Bitkilerin büyüme ve gelişmelerinde özellikle yağışların yetersizliği sonucu oldukça önemli etkin bir faktör olarak karşımıza çıkan bu uygulamanın da karık, salma, yağmurlama, damla vb. çok çeşitli şekilleri vardır. Uygulama şekli, zamanı ve miktarı ekolojik koşullar ile bitkilerin özel isteklerine göre değişir.

Gübreleme: Toprak besin maddesi kapsamına ve bitkinin gereksinimine göre bilinçli biçimde yapılması gerekli olan bir uygulamadır. Yetiştiriciliğin çeşitli dönemlerinde yetiştirilen bitkinin özelliği de dikkate alınarak daha çok ahır gübresi, ticari gübre ve yeşil gübreleme olarak uygulanır.

Mücadele: Bahçe bitkilerinin sağlıklı bir büyüme ve gelişme göstererek, sağlıklı ürün oluşturmasında oldukça önemli bir yeri olan bu uygulama, çeşitli zararlılara, hastalıklara ve yabancı otlara karşı kullanılır. Bu uygulamalardan amaç, birincil olarak o zararlı veya hastalığı uzaklaştırmak, yok etmek ve bitkiyi korumaktır ancak; kullanılan preparatların bazısının bitkinin vegetatif ve generatif büyüme ve gelişmesine de etkili olduğu görülmektedir. Bu preparatların bünyelerindeki bazı kimyasal bileşiklerin o yöndeki etkinliği sonucudur.

Toprak İşleme: Bahçe bitkilerinin gerek plantasyonunda gerek daha sonraki büyüme dönemlerinde çeşitli zamanlarda ekolojiye ve bitkinin özelliğine göre yapılan kültürel bir uygulamadır. Bitkinin iyi büyüyüp-gelişmesini sağlayabilmek için toprağın yeteri kadar havalanıp, topraktan besin maddelerinin alımının kolaylaştırılmasında oldukça önemli olan bir uygulamadır.

Büyümeyi düzenleyici madde uygulamaları: Bitkilerin bünyesinde bulunan hormonal bazı maddelerin büyüme ve gelişmesindeki etkileri anlaşıldıktan sonra, gerek bunlar gerek benzerleri organik veya sentetik yollarla elde edilmiştir. Bu gibi bileşiklerin dıştan bitkilere uygulanmasıdır. Bunların dışında büyüme ve gelişmeyi etkileyen diğer bazı kimyasal maddeler de çeşitli amaçlarla uygulanırlar. Bahçe bitkilerinin fizyolojisi açısından oldukça önemli pratik uygulamaları kapsayan bu dizi içinde çiçeklenme, tomurcuk sürmesi, çekirdeklerin çimlenmesi, köklenme, olgunlaşma, tanelenme vs. gibi birçok fizyolojik olayı kontrol altında tutmak mümkündür.

Yukarıda kısaca açıklamaları yapılan kültürel uygulamaların her biri, uygulandıkları bitki cinsine, türüne ve çeşidine göre ayrı reaksiyon verebilir. Veya bir diğer açıklama ile, her bahçe bitkisi kendine özgü kültürel uygulamaya gereksinim gösterir. Bu kültürel uygulamalar bilinçli yapılmazlar ise, büyüme ve gelişmenin veya verim ve kalitenin düzelmesi bir yana, bozulduğu görülür, hatta ertesi senenin ürünü bile olumsuz yönde etkilenebilir.

3.2. İçsel Faktörler

Bugüne kadar yapılan araştırmalardan alınan sonuçlar, içsel faktörlerin bitki büyüme ve gelişmesini yönlendiren büyük ağırlığa sahip olduklarını göstermiştir. Ancak, bu etkilenme ve yönlendirme nitelikleri bir taraftan, dışsal faktörlere, diğer taraftan da o bitkinin genetik özelliklerine bağlı kalmaktadır. Bitki büyümesini etkileyen bu içsel faktörler çok kompleks olup, çeşitli metabolik olaylara bağlı olarak önemli değişimler de gösterirler. Bunlar fotosentez, karbonhidrat, yağ, protein ve hormon metabolizmasını kapsayarak bitkilerin beslenme ve büyümelerini yönlendiren faktörlerdir. Ancak, bu metabolik olayların büyümedeki etkileri genellikle dolaylıdır. Fizyolojik olayların gidişinde ve açıklamasında bu faktörlerin çoğu kez karşılıklı etkileşimler için olduğu görülmüştür. Bazen bir içsel faktör, diğer içsel faktör, diğer içsel bir faktörün varlığına veya onun parçalanmasına ya da yapı değiştirmesine neden olabilir. İçsel faktörlerin tek-tek, hepsinin tüm olarak veya bazılarının birbirleriyle bileşik olarak bitki büyüme ve gelişmesini düzenledikleri düşünülürse, bunların tümüne bitki büyümesini düzenleyici, içsel (organik) maddeler demek de yanlış olmayacaktır.

3.2.1. Hormonlar

Bitki fizyolojisi konularında yapılan son 50-60 yıllık çalışmalarda, bitkisel hormonların büyüme ve gelişmesindeki rollerinin önemi iyice anlaşılmıştır.

Doğal olarak bitkilerde oluşan, büyüme ile buna bağlı diğer fizyolojik hareketleri kontrol eden ve oluştukları yerden, bitkinin başka bölgelerine ulaştırılabilen, oralarda da etkili olabilen, çok az miktarlarda bile etkisini gösterebilen organik maddeler, “bitkisel hormonlar” diye tanımlanırlar.

Etki şekilleri dikkate alınarak bitkisel hormonlar genellikle üç grup altında incelenirler:

a) Büyüme hormonları (oksinler, gibberellinler, sitokininler, dorminler ve etilen grubu)
b) Organ yapıcı (organogen) hormonlar (florigen, rizikolin)
c) Yara hormonları (nekro hormonlar) (traumatin)

Hormonları bu sınıflandırma şekli altında incelemenin yanında; yapısal, reaksiyonel ve etki sonuçlarını dikkate alarak incelemek de mümkündür. Burada bunların içinden daha çok büyüme hormonlarının üzerinde durulacaktır.

Doğal bitki büyüme hormonları yapısal yönden beş grupta incelenmektedirler :

a) Oksinler (IAA, IBA, NAA, FAA, vb.)
b) Gibberellinler (..GA_3, GA_4,...GA_7.....n)
c) Sitokininler (Kinetin, BA, Zeatin)
d) Dorminler (ABA)
e) Etilen grubu.

Bunlardan son zamanlarda, genel bir kavram olarak "büyümeyi düzenleyici maddeler" diye de söz edilmektedir. Bunların bir kısmı bazı bitkilerde uyarıcı veya teşvik edici yani "promotör (stimülatör) etki gösterirken, diğer bir kısmı ise bazı bitkilerde büyümeyi kısıtlayıcı veya yavaşlatıcı hatta durdurucu "inhibitör" (reterdant) etki gösterirler Bir büyüme hormonu öncelikle ister promotör, ister inhibitör nitelikte tanınsın, belli bitkilerin belli fizyolojik olaylarında bilinen genel niteliklerinden ayrı etki gösterebilir. Dolayısıyla büyüme hormonlarının genel etki nitelikleri zaman zaman ve bitkiden bitkiye değişebilir.

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda bitki büyüme hormonlarının, kök, gövde, sürgün ve yaprakların büyüme ve gelişmelerinde, tomurcukların, köklerin, yumruların oluşumunda, meyve büyümesi ve olgunlaşmasında, çiçek ve meyve dökümlerinde, yaşlanmada, tohum, tomurcuk ve yumruların dinlenmesinde, çimlenmesinde ve sürmesinde daha birçok fizyolojik olaydaki rolleri incelenmiş ve belirlenmiştir. Bu noktadan hareket ederek bunların bahçe bitkileri tarımından birçok konuda yararlı kullanılma olanağı doğmuştur (çelikleri köklendirmede, birçok meyvelerin hasat önü dökümlerini önlemede, meyve tutumunda, tomurcukların dinlenmelerini kısaltmada veya uzatmada, çekirdeklerin çimlenmelerini hızlandırmakta ve arttırmakta, meyvelerin olgunlaşmasında vb.).

Tarihçe olarak, bitki büyüme hormonlarının varlığına ilişkin ilk ciddi düşünceler 1904'de Darvin ile başlar. Daha sonraki yıllarda ortaya çıkan gelişmeler içinde Went7in 1928'deki deney sonuçları bu konuda oldukça önemli bir adım oluşturmuştur. Went bu deneylerinde kesik yulaf koleoptil uçlarından büyütücü bir maddenin aktığını bulmuştur. Araştırıcı, büyümeyi oluşturan ve difüzyon edebilen bu maddelere büyütücüler (auxin) adını vermiştir. Bu terim Yunanca "Auxi=Büyüme" kelimesinden gelmektedir. Böylece, hormonları içinde ilk konu olan maddelerin de oksinler olduğu anlaşılmaktadır. Bu arada ve daha sonra diğer grup büyüme hormonlarının

varlığı da ortaya çıkmıştır. Her grup büyüme hormonları anlatılırken kısaca tarihçelerine de değinilecektir.

3.2.1.1. Oksinler

Went'in koleoptil uçlarında belirlediği büyütücü maddenin bir hormon olduğunun anlaşılmasından sonra, bunu bir oksin olan "indol-3-asetik asit (IAA)" olduğu; yani genel bir tanımlama ile indol türevi organik bir madde olduğu saptanmıştır.

Indoleasetikasitin doğal olarak oluşan bir bitki hormonu olduğu belirlenince, hormon etkisine sahip sentetik maddelerin araştırmalarına başlanmıştır Daha sonra indol türevi sentetik maddelerin de "indol-3-bütirik asit (IBA)", "naftalenasetikasit (NAA)", "fenilasetikasit (FAA)", "fenoksiasetikasit (FOAA)" gibi büyümedeki etkileri belirlenmiştir. Böylece, Went'in "oksin" deyimi, gerçekte indol türevi büyüme maddelerinin tanımı için kullanılmıştır. Bu nedenle bu tip büyüme hormon grubu "oksin" tipi (oksinler) büyüme hormonları olarak tanınırlar.

Bugünkü bilgilere göre oksinler dört grup altında incelenirler ve bunların içinde en önemlileri şunlardır:

a) <u>Indol Grubu</u>

Indolasetikasit (IAA)
Indolpropiyonikasit (IPA)
Indolbütirikasit (IBA)

b) <u>Naftalen Grubu</u>

Naftalenasetikasit (NAA)
β-Naftoksiasetikasit (NOA)

c) <u>Fenoksi Grubu</u>

Fenoksiasetikasit (FOAA)
Fenilasetikasit (FAA)
4-Klorofenoksiasetikasit
2,4,5-Diklorofenoksiasetikasit (2,4-D)
2,4,5-Triklorofenoksiasetikasit (2,4,5-T)

d) <u>Benzol Grubu</u>

2,4,6-Triklorobenzoikasit

2,3,6-Triklorobenzoikasit

4-Amino-3,5,6-Trikloropikolinikasit

Cetvel 4. Bilinen Doğal Bitki Büyüme Hormonlarının Bitki Büyüme ve Gelişmesinde Görülen Önemli Bazı Olaylardaki Katkıları (32).

Gelişme Olayı	**Bitki Büyüme Hormonları**				
	Oksin	**Giberellin**	**Sitokinin**	**Absizik Asit**	**Etilen**
Dinlenme	-	x	x	x	x
Gençlik	x	x	-	-	-
Büyüme Oranı	x	x	x	x	x
Çiçeklenme	x	x	x	x	x
Cinsiyet Belirimi	x	x	x	-	x
Meyve Tutumu	x	x	x	-	x
Meyve Büyümesi	x	x	x	x	x
Meyve Olgunluğu	x	x	x	-	x
Yumru Oluşumu	x	x	x	x	x
Tanelenme, Dökülme (absisyon)	x	x	x	x	x
Köklenme	x	x	x	-	x
Yaşlanma	x	x	x	x	x

Doğal oksin olan IAA bitkilerde "triptofan" adlı amino asitten sentezlenmektedir. Bu olayda triptofandekarbokilaz enzimi rol oynamaktadır. Bugün için bitkilerdeki IAA'nın biyosentezinde 4 farklı yol kabul edilmektedir. Bunlar basit olarak şu şekilde şematize edilebilir (40):

a) Triptofan → Indolpürivikasit → Indolasetaldehit → Indolasetikasit (IAA)

b) Triptofan → Triptamin → Indolasetaldehit → Indolasetikasit (IAA)

c) Triptofan → Indolasetoldoksim → Indolasetonitril → Indolasetikasit (IAA)

Triptofan dekarboksilaz

d) Triptofan → Indolpürivikasit → Indolasetaldehit → Indolasetikasit (IAA)

↑ ↓ ↑ ↓ ← Triptofal

Indollaktikasit Triptofal

Genel olarak bitkilerde oksin oluşumunun yeri meristem ve büyüyen dokulardır. En yüksek oksin yoğunluğuna bitkilerin büyümekte olan uçlarında rastlanır. Bunlar arasında koleoptil ucu, tomurcuklar, yaprak ve köklerin büyümekte olan uçları sayılabilir. Ancak meristematik bölgelerden

taşınması sonucu, oksin bitkinin her kısmına dağılmış olarak da bulunabilir. Oksin miktarının meristematik aktiviteler ile pozitif ilişkili olduğu, mevsimlere göre, bitki bünyesindeki miktarının değiştiği ve genellikle vejetasyon başlangıcında bünyede maksimum olduğu görülmektedir.

Bitkilerde gözlenen oksin taşınımını kabaca aktif ve pasif oksin taşınımı şeklinde ayırt etmek mümkündür. "Aktif oksin taşınımından" daha çok anlaşılan, canlı dokularla ve canlılıkla ilgili faaliyetler sonucu yapılan ve doğal bitki hormonlarında rastlanan oksin taşınımıdır. Oysa, bazı durumlarda dıştan (verilen) uygulanan oksinin, köklere alınıp transpirasyon etkili ile odun borular içinde yukarıya doğru taşındığı da görülür. İşte bitkilerde bu şekilde transpirasyon gücüne bağlı olarak ve daha çok cansız odun boruları ile oksin taşınımını ayırt etmek amacına "pasif oksin taşınımı" adı verilir. Bu olaylarda (oksinin oluşumunda, taşınımında) çevresel sıcaklık, ışık. oksijen, çeşitli kimyasal maddeler ile bazı faktörlerin etkileri vardır. Örneğin 32°C'lik sıcaklıktan sonra oksin taşınımının süratle azaldığı, aynı şekilde anaerobike ortamda da oksin taşınımının hemen hemen durduğu belirlenmiştir

Oksinlerin, bitki büyüme ve gelişmesi ile ilgili birçok fizyolojik olayda rolleri vardır. Temel fizyolojik olaylardaki etkilerinin sonucu, oksinlerin her bahçe bitkisinde ayrı özellik gösterebildikleri görülmektedir. Bahçe bitkilerinin, tomurcukların dinlenmeleri, yeni kök oluşumu, kambiyum aktivitesi, olgunlaşma, stomadil aktivite, apikal dominans, fototropizma, geotropizma, absisyon gibi olaylarında, oksinlerin çok önemli rol oynadıkları belirlenmiştir. Örneğin, yapraklar dökülmeden önce bünyelerindeki IAA miktarının kuvvetli azaldığı ve dıştan uygulandığında ise dökümün yavaşladığı, böylece oksinin absisyonu geriletici rol oynadığı görülmüştür. Aynı şekilde oksinin apikal dominansideki rolünü de görmek mümkündür. Bir bitkide sürgün ucu kesilirse yan tomurcuklar sürmektedir, yani tepe tomurcuğunun yan tomurcuklar üzerindeki etkisi kalmaktadır. Ancak, bu kesilen yere IAA uygulandığında, tıpkı tepe tomurcuğu varmış gibi yan tomurcuklar süremezler. Burada IAA'nın apikal dominansideki rolü (indirek veya direk) anlaşılmaktadır. Yine diğer bir örnek olarak IAA'nın düşük dozlarda solunumu uyardığını, ancak çok yüksek dozlarda ise oksijen absorbsiyonunda bir azalmaya neden olduğunu görmek mümkündür. Oksinin kallus oluşumunu teşvik ederek köklenmeyi sağladığı da fizyolojik etkinliğe ilişkin verilecek başka bir örnektir (32).

Oksinlerin bu çeşitli fizyolojik etkinlikleri dikkate alınarak dışsal uygulamaları ile pratik kullanılma alanları oldukça genişlemiştir. Bu konularda aşağıdaki örnekler açıklanabilir.

Meyve ağaçlarında hasat önü dökümlerinin önlenmesinde 2,4,5-TP ve NAA ile tuzları; çeşitli bitkilerin çeliklerinde köklenmeyi uyarmak ve arttırmak amacı ile IAA, IBA, NAA ve tuzları, meyve seyreltmelerinde NAA ve bu hormonun sodyum tuzu; meyve tutma için (bazı meyvelerde incir, patlıcan ve domates) IAA, IBA, 2,4-D; çekirdeksizlik (partenokarpi) için (incir ve domateste) IBA, NAA, 2,4,5-T; meyvelerde olgunluğun hızlandırılması ve narenciyede meyve rengini düzeltmesi için 2,4,5-T ve 2,4-D ; patateslerde depolama sırasında gözlerin sürmesini önlemede NAA; erik, elma, şeftali ve kirazlarda NAA'nın sodyum ve potasyum tuzları çiçek gözlerinin sürmesini geciktirmede önerilmektedir (Cetvel 4) (2, 3, 4, 21, 32, 35, 38).

Cetvel 5. Oksin Kökenli Preparatların Pratik Uygulama Anaçlarına İlişkin Bazı Örnekler

Uygulama	**Bitki**	**Sonuç**
IAA ve IBA	Asma çelikleri	Köklenme artışı
IAA ve NAA	İncir çelikleri	Köklenme artışı
IBA	Elma çelikleri	Köklenme artışı
2,4,5-TP ve NAA	Meyve ağaçları	Hasat önü dökümünün önleyişi
NAA ve tuzları	Şeftali ve diğer bazı meyve ağaçları	Meyve seyreltmesi
2,4-D	Patlıcan	Döllenme artışı
2,4-D	Patlıcan, domates	Partenokarpik meyve oluşumu
IAA	Domates	Verim artışı
IBA ve 2,4,5-T	İncir	Partenokarpik meyve oluşumu
2,4,5-Tve 2,4-D	Narenciye ve diğer bazı meyveler	Olgunlaşmanın hızlandırılması ve renk düzelt.
NAA ve tuzları	Erik, elma, şeftali, kiraz	Çiçek gözlerinin sürmesini geciktirme

Bunların yanında, oksinlerin her bitki tür ve çeşidinde, çevresel faktörlerin de etkisi altında farklı sonuç gösterebilecekleri unutulmamalıdır. Dolayısıyla, amaca göre pratik kullanılmalarına ilişkin öneri getirirken, belli ekolojide belli çeşit için yapılacak araştırma sonuçlarının kesinliği dikkate alınmalıdır. Tabi burada önerilere dozlar da oldukça önemlidir.

3.2.1.2. Gibberellinler

Hücre uzamasına neden olarak büyümeyi etkilerler. Bitkilerde, gövdenin uzama ve büyümesini sağlayan büyüme maddelerinin oksinlerden ibaret olmadığı, gibberellinler adı verilen bir başka büyüme maddeleri grubunun da bu etkiyi oluşturdukları bilinmektedir. Tarihçe itibariyle, 1939'da Yabuta ve Sumuki adlı Japon araştırıcılara "Gibberella fujikuroi" adlı pirinç bitkilerinde görülen özel bir küf mantarından izole edilen ilk gibberelline "Gibberellin A" adı verilmiştir. Bu

maddenin büyümeyi uyarıcı etkisi ise bilinçsiz olarak tesadüfen daha önce bir hastalık olarak fark edilmiştir (Bakane hastalığı). II. Dünya Savaşı nedeniyle uzun süre karanlıkta kalan, fakat daha özellikle 1950'den sonra yoğun araştırmalara konu olan gibberellinler birçok bitki dokusundan elde edilmiştir. Bugün 50'ye yakın farklı gibberellin tipi bulunmuştur. Bu maddelerin bütün çeşitleri kimyasal bakımdan kompleks yapılı steroidlere benzerler ve beş halkalı Diterpenoidler olarak tanınırlar. Gibberellinler için kabul edilen isimlendirmeye göre GA_1, GA_2 GA_3 GA_4...v.s. şeklinde farklı çeşitler olarak isimlendirilirler. Bunların içinde GA_3 "Gibberellik Asit" olarak tanınır, yüksek bitkilerde en çok bulunan ve pratikte de en çok kullanılan tiptir. Yapılan araştırmalar farklı yapıda olan gibberellinlerin aynı fizyolojik konuda ayrı sonuç verebileceğini gösterdiği gibi; aynı yapıdaki gibberellinlerinde aynı bitkinin değişik organlarında veya farklı bitkilerde aynı konuda farklı sonuç verebileceğini de göstermiştir. Örneğin; gibberellik asit (GA_3) şeftali tomurcuklarını dinlenmeden çıkarmakta, armut tomurcuklarını daha az etkilemekte, asmalarda ve kirazlarda ise dinlenmeyi uzatmaktadır. Ancak, üzüm çekirdeklerinin ve diğer sert kabuklu meyve çekirdeklerinde ise çimlenmeyi uyartmakta ve arttırmaktadır.

Yapılan çalışmalar ile, bitkilerde gibberellin sentez merkezlerinin aynen IAA'da olduğu gibi genç yapraklar ve köklerde olduğu, ayrıca embriyoda, tohumlarda ve meyvelerde bulundukları belirlenmiştir. Gibberellinlerin sentezi ortam koşulları ile yakından ilgilidir. Örneğin, uzun gün koşullarındaki bitkiler kısa gün koşullarında kalanlara oranla daha çok gibberellin sentezleyebilirler. Gibberellinler sentezlendikten sonra çok yavaş parçalanırlar, fakat inaktif bağlı formlar haline dönüşebilirler. Ayrıca gibberellinler şekerler ve amino asitlerle de bağlanarak çeşitli karmaşık bileşikleri (glikozit ve peptitler) oluştururlar.

Gibberellinler bitkilerin büyüme ve gelişmelerindeki çeşitli fizyolojik olaylarda önemli rol oynarlar. En önemli özelliklerden biri bazı bitkilerde genetik cüceliği ortadan kaldırabilmeleridir. Araştırıcıların çoğu cüce bitkilerde içsel gibberellininin az miktarda olmasından dolayı, dıştan uygulanan gibberellininin içsel gibberellin düzeyini fizyolojik olarak etkin olabileceği düzeye çıkartacak cüceliği ortadan kaldırdığını kabul etmektedirler.

Öte yandan gibberellinlerin genel olarak dinlenme olayındaki etkileri de büyüktür. Ancak bu etki türlere göre değişmektedir. Daha önce verilen örnekte de açıklandığı gibi şeftali tomurcuklarını dinlenmeden çıkaran GA_3 armut tomurcuklarını daha az etkilemekte, asmalarda ve kirazlarda ise tomurcukların dinlenmesini uzatarak sürmeyi engellemektedir. Bunların yanında birçok türde çekirdeklerin çimlenmelerini kolaylaştırmakta ve arttırmaktadır.

Gibberellinler büyük oranda partenokarpiyi uyarırlar ve buna neden olurlar. Bu konuda IAA'dan çok daha etkilidirler. Partenokarpik meyve oluşumunu teşvik ettikleri türler arasında asma buna güzel bir örnektir. Üzümlerde çiçeklenmeden önce uygulanan 100 ppm'lik GA_3 çekirdeksiz tane oluşumuna yol açar. Çiçeklenmeden sonra uygulanan GA_3 (100 ppm) ile de taneler irileşir. Aynı şekilde şeftalilerde de GA_3 ile meyve gelişimi etkilenmekte ve teşvik edilmektedir.

Birçok bitkide, gibberellinler, internodyum uzaması ve yaprak gelişmesi arasındaki dengeyi de kontrol ederler. Bazı bitkilerde yaprak gelişmesi çok belirgin olduğu halde internodyumlar çok kısa kalmışlardır. Buna "rozetsi form" denir. Genellikle bu tür bitkiler ya boylanıp çiçek açmak için belirli gün uzunluğuna; ya da belli bir düşük sıcaklık toplamına gereksinim gösterirler. Aksi durumda bitki sürekli rozetsi kalır ve gelişemez. İşte bu bitkilerin gibberellin ile muamelesi boylanmalarını ve çiçeklenmelerini sağlar. Buradan da gibberellinin, boylanmanın yanında çiçeklenmeyi de kontrol eden özelliği anlaşılmaktadır. Bu konuda yapılan araştırmalarda görülmüştür ki, boy atmış bitkilerde gibberellin düzeyi, rozetsi kalır ve gelişemez. İşte bu bitkilerin gibberellin ile muamelesi boylanmalarını ve çiçeklenmelerini sağlar. Buradan da gibberellinin, boylanmanın yanında çiçeklenmeyi de kontrol eden özelliği anlaşılmaktadır. Bu konuda yapılan araştırmalarda görülmüştür ki, boy atmış bitkilerde gibberellin düzeyi, rozetsi bitkilerdekine oranla daha yüksektir.

Meyve tutumu ve verim artışı üzerine de etkili olan gibberellinlerin dışsal uygulamaları türlere göre farklı olmaktadır. Örneğin, asmalarda çeşitlere ve uygulama zamanına göre değişmekle beraber genelde GA_3 uygulamalarının tane tutumunu azalttığı fakat taneleri irileştirdiği, armutlarda meyve tutumunu arttırdığı GA_4+ GA_7'nin elmalarda meyve tutumunu arttırdığı, Trabzon hurmasında GA_3 uygulamasının meyve dökümünü azaltarak verimi arttırdığı görülmektedir.

Öte yandan, apikal dominansı olayında da gibberellinlerin etkili olduğu gözlenmektedir. Burada dışsal gibberelik asit uygulamalarının içsel IAA düzeyini yükselttiğini ve buna bağlı olarak da IAA'nın yan tomurcukların sürmesini engelleyici etkisinin arttığı görülmektedir. Bu durum tür ve çeşitlere göre, keza uygulama zaman ve dozuna göre değişik olabilir. Ancak, son araştırmalar yalnız bu olayda değil, birçok olayda gibberelinlerin kısmen IAA ile işbirliğinde olduklarını göstermektedir.

Gibberellinlerin mevsimlik değişimlerinde de oksinler ile benzerlik gösterdiği, hasattan sonra bunların ağaçlardaki düzeylerinde birlikte bir düşme, absizik asit ve etilen miktarında ise kuvvetli bir artış olduğu görülmektedir. Aktif büyüme ve gelişmenin başlamasıyla birlikte

(ilkbaharda) içsel gibberellinlerin düzeyinde yükselme saptanmıştır. İçsel gibberellinler çevre faktörlerinde büyük ölçüde etkilenmektedirler. Örneğin, birçok türde çekirdeklerin bünyesindeki içsel gibberellinler düşük sıcaklık ve nemli ortamdaki katlama uygulamaları ile arttıkları görülmektedir. Ancak, genelde bitkinin düşük sıcaklıkta bulunması bünyesindeki gibberellinlerin azalmasına neden olmaktadır. Sıcaklık yükseldiğinde ise gibberellinlerin aktivitesi artmaktadır. Sıcaklık yükseldiğinde ise, gibberellinlerin aktivitesi artmaktadır. Işığın gibberellinler üzerindeki etkisi farklı olmaktadır. Genel olarak ışığın gibberellinlerin sentezini engellediği, buna karşılık ABA tipinde bazı inhibitörleri sentezlediği ve bunlarında gibberelline antagonistik etki yaptıkları anlaşılmaktadır.

Cetvel 6. Dışsal Gibberellin Uygulamalarına İlişkin Bazı Örnekler

Bitki	**Sonuç**
Akça ağaç	Soğuğa dayanımı azaltıyor
Asma	Partenokarpik meyve(çekirdeksizlik)
Armut	Partenokarpik meyve
Asma	Çekirdekli tane tutumunda azalma
Armut	Meyve tutumunda artma
Elma	Meyve tutumunda artma
Şeftali	Çiçeklenmeyi geciktirme
Kayısı	Çiçeklenmeyi geciktirme
Asma	Tomurcukların sürmesini geciktirme
Asma	Tanelerde irileşme
Karnabar	Erkencilik
Enginar	Erkencilik
Üzüm çekirdekleri	Çimlenmeyi artırma ve teşvik
Marul	Gövde büyümesi ve sap oluşumu

3.2.1.3. Sitokininler

Genel olarak büyüme ve gelişmeyi uyarmaları ile tanınan bu maddelerin yapısal farklılığının yanında, gibberellinlerden ayrılan diğer farkları da; büyümeyi, özellikle "hücre bölünmesini" teşvik ederek sağlamalarıdır. Bilinçli olarak saptanmaları ve bulunuşları oldukça yenidir. Ancak, 1913 yılında Avusturyalı bilim adamı Haberlant'ın yaralı patates yumrularının parankima hücrelerindeki hücre bölünmesine neden olan bazı maddeleri bulması, daha sonraları "sitokininler" diye

tanımlanan ve hücre bölünmesini uyardıkları için bu maddelere “Kinetin” adı verilmiş ise de, yapılan çalışmalarda bitkilerde kinetinin kendisine rastlanmayıp pürin türevleri bulunmuştur.Daha sonraları bu grup çeşitli maddelere “Kinin”, “Kinetoid”, “Fitokinin”, “Fitokenen”, “Fitotoksitomin” gibi çeşitli isimler verilmiştir. Ancak bitkilerde benzer etkileri olan böyle maddelerin çeşitlerinin bulunması, sentetik bazı benzer maddelerin de aynı yönlü etkilerinin belirlenmesi ile bu tip büyüme maddeleri grubu “sitokininler” olarak adlandırılmıştır. Temel olarak oksinler ve gibberellinlerin aksine, genellikle alkali yapılı büyüme hormonları olarak bilinen sitokininler, doğal olarak bitkilerde purin tipi azotlu bir baz olan adenin türevi maddeler olarak bulunurlar.

Önemli bazı doğal ve sentetik sitokininler şunlardır:

a) Zeatin
b) Dihydrozeatin
c) İçopentiladenin (IPA)
d) Dimetiladenin (DMA)
e) Metiltiozetin
f) Kinetin
g) Benziladenin (BA)
h) Tetrahidropiranil benziladenin (PBA)

Sitokininlerin biyosentezi hakkında yeteri açıklıkta bilgi yoktur. Ancak, amino asitlerin büyük rolü olduğu gerçektir. Temel olarak Glisin, CO_2 ve diğer küçük moleküllerden adenin oluştuktan sona yan zinciri izopentil pirofasfatın, pirofasfatının kaybolmasıyla oluşmaktadır. Ancak, serbest sitokininlerin yan zincirlerinin izopentil pirofosfatın oluşup oluşmadığı henüz tam olarak açık değildir.

Sitokininlerin en önemli özellikleri, hücre bölünmesini uyarmaları ve indüklemeleridir. Bitki bünyesindeki sitokinin/oksin oranı da önemlidir. Örneğin bünyedeki sitokinin/oksin oranı yükseltildiğinde kallustan belirli hücrelerin tomurcuk, yaprak ve gövde oluşturabildikleri, oysa bu oranın düşürüldüğünde kök oluşumunun uyarıldığı görülmektedir. Buradan da, diğer hormonlarda olduğu gibi sitokininlerin de aslında tam olarak tek başlarına değil, daha çok birbirlerinin oranlarına bağlı olarak etkinliklerini gösterdikleri anlaşılmaktadır.

Yapılan çalışmalar sitokininlerin sadece hücre bölünmesini değil, hücre büyümesini de (sınırlı da olsa) arttırdıkları göstermektedir. Örneğin, sitokininler kotiledon büyümesini sağladıklarından, çimlenmeleri için ışığa gerek duyan bazı bitki tohumlarının ışık verilmeden de

çimlenmelerini sağlayabilmektedirler. Ancak, hücre büyümesi üzerindeki bu etkilerin oranı gibberellinler ve oksinler kadar büyük boyutlu değildir.

Öte yandan bitkinin normal olarak büyümesinde serbest sitokininler şüphesiz gereklidir. Fakat bunların fazla miktarda bulunuşları ise bazen büyümeyi sınırlayıcı da olmaktadır ve hatta uzamayı engelleyici etki gösterebilmektedirler. Örneğin, soya fasulyesi bitkisinden alınan hipokotil uçlarında oksin uyarması ile oluşan uzama büyümesi, sitokininlerin uygulanması ile engellenmiş ve kontrol düzeyine inmiştir.

Sitokininlerin en önemli fizyolojik rollerinden biri de, yaşlanmayı engelleyici özellikleridir. Köklerde oluşan sitokininin yukarı kısımlara taşınmasındaki azalma, yaşlanmayı hızlandırmaktadır. Sitokininlerin yaşlanmayı geciktirme özellikleri belli bazı kesme çiçeklerde ve taze sebzelerde uygulanabilir. Örneğin; gül yapraklarındaki sitokinin konsantrasyonu yaşlanma oluştukça azalma gösterir ve sitokininlerin uygulanması ile örneğin Brüksel lahanası ve yaprak kerevizinde de yaşlanma yavaşlatılarak depolama süreleri uzatılabilmektedir.

Yan tomurcukların gelişimi üzerine de sitokininlerin etkisi vardır. Eğer, apikal dominans nedeni ile inaktif durumda bulunan bir yan tomurcuğa kinetin ve BA gibi bir sitokinin uygulanırsa, çoğu kez tomurcuk büyümeye başlar. Sitokinin apikal dominansiyi yani tepe hakimiyetini kırma yeteneği büyük bir olasılıkla tomurcuklardaki hücre bölünmesini uyarması ile ilgilidir. Ayrıca sitokinin etkisi ile tomurcuk bitkinin diğer kısımlarındaki besin maddelerini çeken bir merkez olarak rol oynamaktadır. Zira, sitokininlerin besin maddelerini taşınması üzerinde büyük etkileri vardır. Öte yandan, kök ucu yakınlarında sentezlenen sitokininler kök ucuna yakın yerlerde yan kök oluşumunu engeller. Eğer kök ucu kesilirse yan kök oluşumu hızla gelişir, fakat kesilen yüzeye sitokinin verilmesiyle yan kök büyümesi yine engellenir.

Sitokininlerinin meyve tutumu üzerine de etkileri vardır. Örneğin, BA uygulamaları ile bazı çekirdeksiz üzüm çeşitlerinde tane sayısının arttığı görülmektedir. Keza, kavunda da BA ile meyve tutumu uyarılmaktadır. Bunların yanında çekirdeksiz partenokarpik meyve oluşumunda da sitokininlerin etkinleri görülmüştür. Örneğin, bazı incir ve üzüm çeşitlerinde çekirdeksiz tane oluşumu sitokinin uygulamaları ile sağlanmıştır.

Bunların yanında, sitokininlerin özellikle asmalarda yapılan araştırmalar ile cinsiyet oluşumunda da etkili oldukları belirlenmiştir. Örneğin, dişi organ bulunduğu halde fonksiyonel olmayan bazı asma çeşitlerinde, sitokinin uygulamaları ile normal ve fonksiyonel dişi organ oluşmakta, daha sonra bundan normal meyve tutumu ve büyümesi görülmektedir.

Yapılan çalışmalar, sitokininlerin daha birçok konuda etkili olduğunu, ancak bitkiden bitkiye bu etkinin de farklı olabileceğini göstermektedir. Genel olarak yukarıda açıklanan bu etki yönlerinin yanı sıra sitokininlerin tohumların çimlenmesini de uyardıkları, transpirasyonu arttırdıkları, birçok odunsu bahçe bitkisinde tomurcukların dinlenmesini kaldırdıkları ve tomurcukları sürdürdükleri belirlenmiştir. Ayrıca, sitokininlerin biyokimyasal açıdan bitki bünyesindeki protein ve nükleik asit düzeylerini arttırdıkları ve bunların sentezini teşvik ettiği görülmektedir. Öte yandan, sitokininler, absisyon (kopma) olayında da etkili görülmektedir. Ancak, burada sitokinlerin dışsal uygulanış yerlerine göre farklı sonuç verdiği gözlenmiştir. Örneğin, sitokininler absisyon tabakasına (kopma tabakası) uygulandıklarında absisyonu geriletmekte, oysa bu tabakanın dışında yakınına ve çevresinde bir yere uygulandığında ise absisyonu teşvik etmektedirler.

Sitokininlerin mevsimlik değişimleri üzerinde yapılan çalışmalar bunların kış aylarına doğru bitki bünyesinde azaldıklarını, tomurcukların sürmesine kadar arttıklarını, tomurcuklar sürdükten sonra yeni sürgün ve yapraklarda yüksek düzeylerde olduğunu, yaz sonlarına doğru yine azaldıklarını göstermektedir.

Cetvel 6'nın incelenmesinden ve yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi sitokinlerin dışsal olarak uygulandıklarında çok amaçlı olarak kullanılma alanları vardır. Özellikle bahçe bitkilerinin büyüme ve gelişmeleri ile ürünlerin kalite ve kantitesini yönlendirecek sitokinin uygulamaları dallanma, meyve şekli ve iriliği, meyve tutumu, çeliklerin köklenmesi, partenokarpik meyve oluşumu, tohum çimlenmesi, ürünlerin muhafazası konularında pratik sonuçlar vermektedir.

Cetvel 7. Dışsal Sitokinin Uygulamalarına İlişkin Bazı Örnekler

Uygulanan	**Bitki**	**Sonuç**
BA	Elma fidanları (Delicious)	% 100 tomurcuk patlaması, sürgün uzunluğu artışı
BA-Zeatin	Elma (Delicious)	Meyvelerde boy/en oranında artış
BA	Söğüt	Çeliklerin köklenmelerinde engellenme
BA	Asma	Çekirdeksiz, partenokarpik meyve artışı, salkım ağırlığı ve tane tutumu artışı
BA	Elma çekirdekleri	Çimlenme artışı
BA	Çilek	Tomurcuk gelişimi ve hızlı büyüme
BA, Kinetin	Bazı sebze türleri ve çiçeklerde	Depolama süresini uzaması ve muhafazaya kabiliyetinin artışı

3.2.1.4. Dorminler

Bu grup bitki büyüme maddelerinin belirgin etkileri inhibitör yöndedir. Bu tip, büyümeyi engelleyen doğal maddelerin içinde en önemlisi "Absizik Asit"tir (ABA). Bu grup maddeler genel olarak RNA metabolizmasını uyararak kontrol eden IAA'nın yani oksinlerin aksine Rnaz aktivitesini çoğaltarak RNA birimini engeller. Ayrıca DNA sentezini de yavaşlatır ve inhibe ederler.

Büyümenin engellenmesi yönündeki Absizik asit ve benzerlerinin rolü birçok biyofizyolojik olaylarda ortaya çıkmaktadır. Bu grup maddelerin en tipi etkileri hücre bölünmesine etki ederek tohumların çimlenmesine, tomurcukların sürmesine engel olmalarıdır. Ancak, bunların yanında bazı durumlarda genel karakterlerinden uzaklaştığı ve uyarıcı etki gösterdikleri de görülmüştür. Örneğin, üzümlerin olgunlaşması esnasında ABA'nın şeker akümülasyonunda rol oynadığı saptanmıştır. Burada ABA olgunluğu teşvik eder bir roldedir.

Her ne kadar, bitkilerin bünyelerinde büyümelerini engelleyen inhibitör bazı maddelerin bulunduğu ilk defa 1934'de Köckeman tarafından ileri sürülmüş ise de, esas olarak Woreing tarafından "Dormin" adı verilerek saptanan bu engelleyici maddelerin bulunuşu, yirminci yüzyılın ortalarına kadar uzanır. Bu tip maddeler üzerinde hemen hemen aynı dönem tarihlerde çeşitli araştırıcılar çeşitli bitkilerde çalışmışlardır. Tüm bu araştırıcıların saptadıkları ortak noktalar, büyümeye ket vuran bu maddelerin özellikle çekirdeklerin çimlenmesi ve tomurcukların sürmesini engellemeleridir. Bir diğer açıklama şekli ile bu maddeler, organlardaki dinlenmeyi teşvik etmektedir.

Kimyasal yapıları belirlendikten sonra özellikle "dormin" veya "absizin" olarak farklı araştırıcılar tarafından farklı isimlerle belirlenen bu maddelerin farklı olmadığı, aynı olduğu anlaşılmıştır. Böylece bu maddelerde "Absizik asit ABA)" olarak isimlendirilmiştir.

ABA'nın biyosentezi konusunda çok şey bilinmektedir. Bazı araştırıcılar ABA biyosentezi için ya isopenoidden direk olarak mevalonik asit, ya da ksartofilin oksidasyonu ile benzer strüktürdeki violoksantin'in kullanıldığını bildirmektedirler. Bu konuda birçok biyokimyasal dönüşümler belirlenmiştir. Örnekleri çoğaltmak mümkündür. Ancak kesin olarak ABA'nın şu ya da bu şekilde bir temel oluşum yolu ortaya konamamıştır. Bununla beraber metabolizmasında mevalonik asit'in ve fernezilpirefosfat'ın oluşumlarının büyük rolü olduğu anlaşılmaktadır.

ABA'nın biyosentezi çoğunlukla yapraklarda olmaktadır. Biyosentezine çevresel faktörlerin etkisi büyüktür. Örneğin, yaz aylarında ortaya çıkan su noksanlıkları sonucu yapraklardaki ABA

sentezi artar. Bu durum, stomaların kapanmasına ve transpirasyonun azalmasına neden olur. ABA, GA_3'ün antagonistleri arasındadır. Dolayısıyla, bu iki maddenin bitkide bulundukları yoğunlukları ve değişimleri bitki büyüme ve gelişmesindeki dengede büyük rol oynamaktadır.

Temel olarak ABA, protein, RNA ve DNA'nın çeşitli aşamalarda sentezlenmelerini ve oluşumlarını yavaşlatır ve engeller. Bu ABA'nın biyokimyasal kökenli en önemli fizyolojik özelliğidir. Zira, bu maddelerin sentezlerinin etkilenmesi birçok fizyolojik olayın etkilenmesi demektir. Büyüme ve gelişmeyi durdurucu, engelleyici olarak özellikler gösteren ABA, büyümeyi uyarıcı maddelerin antagonistleri olarak tanınır. Ortamdaki uyarıcı maddeler hakim durumda ise büyüme ve gelişme olayları onların etkisinde, eğer ortamdaki engelleyiciler yani ABA hakimi durumda ise bu olaylar ABA'nın etkisinde kalırlar. Bu durum tabii birçok dışsal faktörlerle de etkilenmektedir.

Bahçe bitkilerinin çekirdeklerinin dinlenmeleri ve çimlenmeleri üzerinde ABA'nın kesin etkisi saptanmıştır. Örneğin, yumuşak ve sert kabuklu birçok çekirdekte (elma, üzüm, vişne, kiraz vb.) katlama uygulamaları ile dinlenmenin azaltılması ve çimlenmenin sağlanması konusu, bünyedeki ABA'nın (katlama esnasında) azalması ile olmaktadır. Burada diğer promotör maddelerin ABA'ya oranları artmaktadır. Bu durum hiç katlanmamış fakat promotör maddelerle muamele edilmiş tohumlarda da görülmektedir. Burada da bünyeye girişi sağlanan promotör maddeler ile bünyedeki toplam promotör maddeler ile bünyedeki toplam promotör maddelerin yoğunluğunun ABA'ya oranla artması konudur. Böylece yine çimlenme teşvik edilmektedir. Dıştan uygulanan ABA ise çekirdeklerde olduğu gibi soğan, yumru ve tomurcuklarda da ABA dinlenmeyi teşvik etmekte ve sürmeyi engellemektedir. Bünyedeki ABA miktarı azaldıktan sonra ancak tomurcukların veya soğanların sürdüğü birçok çalışma ile belirlenmiştir. Yapılan böyle birçok çalışma ile ABA'nın dinlenmeyi ve yaşlanmayı teşvik ettiği anlaşılmış olmakta beraber, bitkilerde dinlenmeyi ve yaşlanmayı teşvik ettiği anlaşılmış olmakla beraber, bitkilerde dinlenmeyi tek başına etkilemediği de bir gerçektir.

ABA'nın bazı durumlarda genel karakterlerinden uzaklaşarak uyarıcı etki yaptığı da bilinmektedir. Örneğin, üzümlerin olgunlaşmasına ilişkin yapılan çalışmalarda ABA'nın tanelerde şeker birikimini teşvik ederek olgunluğu etkilediği belirlenmiştir. Burada ABA'nın fizyolojik etkisi hakkında çok değişik fikirler vardır. Örneğin, bir grup, ABA'nın tanede şeker ve su birikiminin hızlanmasını ve toplam asitin azalmasını düzenlediğini ileri sürerken; diğer grup ABA'nın oksin, gibberellin ve sitokininin antagonisti olarak ortaya çıktığını belirtmektedir. Ancak, bu her iki fikir

de ABA'nın rolünü kabul etmektedir. Zira, ABA'nın dışsal uygulaması ile tanelerde şeker birikimi ve asit azalmasının hızlandığı da saptanmıştır.

ABA'nın transpirasyon üzerine de etkisi vardır ve antitranspirant karakter göstermektedir. Gerek içsel ABA düzeyinin doğal olarak arttığı durumlarda, gerek dıştan verilen ABA etkisi ile birçok bitkide yapılan araştırmalar sonucu stomaların kapanmasının indüklendiği, böylece transpirasyonun engellendiği gözlenmiştir.

ABA'nın bodurlaşma üzerine olan etkisi, bodur ve sırık fasulyelerde, EM bodur elma anaçlarında yapılan çalışmalarda görülmüştür. Bodur fasulyelerde sırıklara oranla 10 kat fazla ABA saptanmış, aynı şeklide bodur EM elma ağaçları üzerine aşılı çeşitlerde normal çeşitlere oranla sürgün, yaprak, tomurcuk, meyve ve meyve sularında daha fazla ABA bulunmuştur. Böylece ABA'nın bodurlaştırıcı etkisi de tanınmaktadır.

Daha önce de belirtildiği gibi ABA, gibberellinler, oksinler ve sitokininler ile değişik boyutlarda antagonist etkileşim içindedir. ABA'nın çeşitli olaylardaki etkisi bu maddelerin devreye sokulması ile azaltılmakta veya giderilebilmektedir.

Cetvel 8. Dışsal ABA Uygulamalarına İlişkin Bazı Örnekler

Uygulamalar	**Bitki**	**Sonuç**
ABA (çözeltide tutma)	Kavun çekirdekleri	Çekirdeklerin çimlenmesinde gecikme ve engellenme
ABA (enjeksiyon)	Çiçek soğanları	Dinlenmenin uzaması
ABA (püskürtme)	Kiraz	Dökülmenin hızlanması
ABA (püskürtme)	Asma ve Xantihum	Transpirasyonun azalması, stomaların kapanması
ABA (püskürtme)	Patates	Filizlenmenin engellenmesi

3.2.1.5. Etilen

Etilenin bitki büyüme ve gelişmesindeki rolü çok eskiden beri bilinmektedir. Son zamanlarda bu grup bileşiklerin önemli fizyolojik olayların çok daha etraflı incelenmesine paralel olarak daha da artmıştır. Etilen gerçekte "gaz şeklinde bir hormon" olarak tanınır. Kimi durumlarda etilen diğer hormonlarla işbirliği halinde "korrelatif" bir faktör niteliğindedir. Etilenin kimyasal bileşimi çok basittir (C_2H_4). Buna karın bitkilerdeki fizyolojik etkisi çok düşük konsantrasyonlarda bile görülür.

Tarihçe itibariyle etilenin etkinliklerinden bazılarının bilinmesi, eski Çinlilerin "bazı gazlar" tabiri, etilenin etkinliğinin bilinçsiz olarak bilindiğini göstermektedir. Etilenin kendisinin bitkilerde belli organ ve dokularda, belli fizyolojik koşullarda oluştuğunun belirlenmiş olması ve gerek oluştuğu dokularda, gerek bitkinin diğer kısımlarında büyüme ve gelişmeyi yönlendirecek şekilde etkin olduğunun anlaşılması, yirminci yüzyılın ortalarına doğrudur. Etilenin bu etkinliklerinin hormon karakterinde olduğu da belirlenince üzerinde yapılan çalışmalar son zamanlarda oldukça yoğunlaşmıştır.

Etilen gazının hemen bütün yüksek bitkilerde sentezlendiği bilinmektedir. Bitki bünyesinde etilenin sentezlenmesinde ise "methionin" isimli amino asit en önemli kaynaktır ve büyük rol oynar. Genellikle oksin konsantrasyonunun yüksek olarak bulunduğu dokularda etilen sentezinin de arttığı saptanmıştır. Gövde de oksinin fazlaca bulunduğu tepe noktaları etilenin önemli sentez yerleridir. Bundan da IAA'nın etilen oluşumunu teşvik ettiği anlaşılmaktadır. Köklerde ise sentezi düşük düzeydedir. Yapraklarda ve çiçeklerde yaşlanma ve dökülmeye, meyvelerde de olgunlaşmaya yaklaştıkça etilen sentezi artar. Bir bitki üzerine uygulanan mekanik etkiler, patojen sentezi artar. Bir bitki üzerine uygulanan mekanik etkiler, patojen mikroorganizmalar ve böcekler bitki bünyesindeki etilen oluşumunu arttırırlar. Kök solunumunun yeterli olmadığı durumlarda ise dışarıya diffüzyonla çok yavaş verildiğinden bünyede birikim gösterir.

Methionin'den oluşan etilen, kendi sentezini sağlayan otokatalitik bir maddedir. Methionin'den oluşması esnasında ortaya çıkan metil, kükürt ve amonyum grupları yeniden metabiloze olarak methionin haline dönüşürler. Böylece etilen kaynağı yeniden oluşur. Bu aradaki reaksiyonlarda "transaminoz" ve "peroksidaz" enzimlerinin de rolü vardır. Yapılan çalışmalar ile CO_2'in etilenin inhibitörü olduğu anlaşılmıştır. Böylece, örneğin ortamda artacak olan CO_2 ile etilenin meyveleri vaktinden önce olgunlaştırması önlenebilir.

Değişik miktarlarda da olsa etilen oluşumu pratik olarak tüm vejetasyon devresi boyunca devam eder. Genel olarak, etilen sentezi çok yüksek IAA konsantrasyonları ve ABA etkisi altında hızlanır. Çiçeklerde ve meyvelerde içsel etilen oluşumu dışsal etilen uygulamaları ile de çok artar.

Temel olarak solunum üzerinde bu hormonun etkileri birçok meyve ve sebzelerde belirlenmiştir. Solunum ve olgunluk üzerine olan bu etkileri çeşitli ürünlerde ve bitkilerde saptandıktan sonra, etilen bir "olgunlaştırma hormonu" olarak tanınmıştır. Çok az bir miktar etilen dahi oksijen alımını ve karbondioksit üretimini hızlandırmaya yeterlidir. Her ne kadar, etilenin

hücre üzerindeki etkileri konusu tam olarak açık değil ise de, bunun hücresel geçirgenliği arttırarak doğrudan veya dolaylı olarak enzimatik ve hidrolitik olayları da artırdığı sanılmaktadır.

Klimakterik özellik gösteren (yani hasattan sonra olgunluk olayları devam eden) ürünleri iç ortamlarında oldukça fazla, klimakterik göstermeyen ürünlerin iç ortamlarında ise oldukça az miktarlarda bulunmaktadır. Muhafaza kabinlerinin atmosferine etilen gazı verildiğinde buradaki ürünlerin etilene karşı reaksiyonları farklı olmaktadır. Henüz klimakteriği yükselmemiş meyvelerde ortama etilen verilerek klimakterik başlatılmakta ve meyvelerin hızla olgunlaşmaları sağlanmaktadır. Buna karşılık klimakterik göstermeyen meyvelerde ise muhafaza ortamına etilen ilavesi her olgunluk safhasında bu meyvelerin solunum teşvik etmektedir. Aynı zamanda burada ortamın etilen konsantrasyonu ne kadar yüksek olursa, solunum yükselişi de buna paralel olarak artmaktadır. Ancak, klimakterik gösteren meyvelerin aksine etilen uygulaması kesildiğinde, solunum şiddeti kısa sürede başlangıç düzeyine inmektedir. Dolayısıyla, klimakterik göstermeyen meyvelerde ede etilen gazı solunum ve olgunluğu hızlandırmakta, fakat bu meyvelerde daha az sorun olmaktadır. Çünkü bunlarda solunum geri dönüşlü olarak başlatılmış, etki ortadan kalkınca solunum tekrar normal düzeyine inmiş olacaktır.

Görüldüğü gibi etilen, pek çok meyvenin olgunlaşmasında sentezlenerek büyü rol oynayan metabolik bir üründür. İçsel olarak yapılan çalışmalarda meyvelerde olgunlaşmanın başlamasından hemen önce etilen sentezinin yükseldiği görülmüştür. Buradan da etilenin, olgunlaşma ile ilgili metabolik olayları başlatıcı etkisi anlaşılmaktadır. Ancak, şeftali ve kaysı gibi bazı meyvelerin etilenden pek fazla etkilenmemeleri, temel kaysı gibi bazı meyvelerin etilenden pek fazla etkilenmemeleri, temel olarak olgunluk olayında diğer birçok faktörün rol oynadığının kanıtıdır.

Etilenin bitki üzerinde daha başka etkileri de vardır. Yaşlanmayı arttırıcı etkisine bağlı olarak yaprakların ve çiçeklerle taç yapraklarının dökülmesini çabuklaştırmaktadır. Bazı çiçeklerin renklerini çabuk kaybetmelerine sebep olur. Karanfillerde çiçek tomurcuklarının açılmasını önler ve açılmış çiçeklerde patellerin katlanıp kıvrılmalarına yol açarak “uyku hastalığı” denilen belirtileri oluşturur. Etilen ayrıca fidelerde geotropistik davranışı engeller. Etilen uygulanmış fideler yataya konumda tutulduklarında kök ve gövde yatay olarak ve yere paralel olarak büyürler.

Etilenin etkisi ile bitkilerde bazı enzimlerin sentezinin arttığı bilinmektedir. Bunlar olgunlaşma ve yaprak dökümü gibi olaylarda genellikle parçalayıcı rol oynayan enzimlerdir. Etilen genel olarak çiçeklenmeyi engellediği halde, bazı bitkilerde ise değişik şekillerde uygulanması ile bünyede oluşmasının sonucu çiçeklenmeyi arttırır.

Etilenin çeşitli bitkilerde yapılan araştırmalar sonucu saptanmış en önemli etkilerini şöyle sıralamak mümkündür.

a) Gövde uzama büyümesinin (hücre bölünmesi ve büyüme) engellenmesi,
b) Tomurcuk uzama büyümesinin ve sürmesinin engellenmesi, lateral tomurcuk gelişiminin engellenmesi,
c) Yaprak dökümünün hızlanması,
d) Meyvelerin olgunlaşmalarının hızlanması,
e) Kök gelişiminin engellenmesi,
f) Membran geçirgenliğinin artması,
g) Ananasta çiçeklenmenin uyarılması,
h) Polar oksin taşınımının engellenmesi,
i) Nispi solunumun artması,
j) Tohumlarda çimlenmenin artması.

Yukarıda açıklanan bu genel etki özelliklerinden başka etilenin farklı bitkilerde, farklı sonuçlar veren özellikleri de vardır. Bugün dışsal olarak uygulanması söz konusu olan etilen bileşiklerinden önemlilerini aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

a) CEPA (Ethrel) (Ethephon) (2-Chloroethylphosphonic acid),
b) BOH (B-Hydroxyethyl hydranize),
c) NIA-IO-637 (Ethyl hydrogenl-Propylphosphanate),
d) Etilenklorhidrin,
e) Etilendiklorid,
f) Etilentriklorid,
g) Etilbromid,
i) Trikloroetilen,
j) Etilmerkaptan,
k) Etilentiosiyanohidrin.

Cetvel 9. Dışsal Etilen Uygulamalarına İlişkin Bazı Örnekler.

Uygulamalar	Bitki	Sonuç
CEPA	Asma	Tomurcukların sürmesinin engellenmesi, zorunlu dinlenmenin uzaması
CEPA	Elma	Olgunlaşmanın hızlanması, depo süresinin kısalması
CEPA	Elma	Hasattan meyvenin bağlantısının zayıflatma ve kopmanın kolaylaştırılması
CEPA	Elma	Renk artışı
CEPA	Domates, biber	Yapraklarda transpirasyonun azalması
CEPA	Karnabahar	Erkencilik sağlanması
Etilenklorhidrin	Patates	Dinlenmeyi kesip, sürmenin sağlanması

3.2.2. Enzimler

Enzim veya ferment adı altında toplanan organik maddeler, gerek bitkisel, gerek hayvansal bütün hayat olaylarında büyük rol oynarlar. Etkileri yönünden biyolojik katalizatörlerden sayılırlar. Bunlar, yaşayan hücreler tarafından oluşturulmakla beraber, etkileri yönünden hücreye bağlı kalmazlar. Bu maddelerin en önemli özellikleri ise, her enzimin belirli bir madde üzerinde etki göstermesidir. Ayrıca etkinlikleri bakımından belli sıcaklık dereceleri ve ortamın reaksiyonuna bağlıdırlar.

Metabolizma olaylarını gerçekleştiren enzimlerin hangi mekanizma ile bu işi yaptıkları aslında çok ilginçtir. Bunun anlaşılması için enzimlerin önce yapısını bilmek gerekir. Genellikle enzimler iki komponentten oluşur, birisi protein yapısında olan taşıyıcı kısım, diğeri ise protein yapısında olmayan aktif yahut koenzim kısımdır. Bu her iki kısmın çok çeşitli şekillerdeki gösterdiği yapısal değişiklikler ve birleşmeler ile çok çeşitli enzim kompleksleri oluşmakta ve bunların her biri de ayrı bir metabolik olayda rol oynamaktadır. Burada enzimlerin oluşmalarına ilişkin biyokimyasal açıklamalara girilmeyecektir. Ancak, enzimlerin fizyolojik olaylardaki rollerinin açıklanması gerekmektedir. Çünkü, bitkideki büyüme ve gelişme olaylarında enzimler, birçok maddeyi bulundukları kimlikten başka bir kimliğe sokmaları açısından önem kazanırlar. Örneğin, karbonhidrat enzimlerinden sakkaroz, sakkarozu glikoz ve fruktoza ayırır. Keza, malik enzim ve pritvatdekarbokzilaz enziminin aktivite değişiklikleri malik asit yapımında etkilidir. Öte yandan, oksinlerden IAA'nın oluşumunda triptofendekarboksilaz enziminin ve triptofal dehidrogenaz enziminin rol oynadığı da bilinmektedir. Enzimlerin etkisi ile oluşan böyle maddelerden daha çok örnekler verilebilir (Cetvel 10).

Cetvel 10. Bazı Önemli Enzimler ve Fonksiyonları

Enzim	Etkilediği Bileşik	Ortaya Çıkan Ürün
Sakkaroz	Sakkaroz	Fruktoz ve Glukoz
Rafinaz	Rafinoz	Fruktoz ve Melibioz
Maltaz	Maltoz	Glukoz
Laktaz	Laktoz	Galaktoz ve Glukoz
Inulaz	Inulin	Fruktoz
Lipaz	Yağlar	Gliserol ve Yağ Asitleri
Pektaz	Pektin	Pektik Asit ve Metil Alkol
Pepsin	Proteinler	Proteozes ve Peptoses
Trypsin	Proteinler	Polipeptid ve Amino Asitler
Üreaz	Üre	Amonyak ve Karbondioksit
Asparaginaz	Asparagin	Amonyak ve Aspartik Asit

Enzimler etki yaptıkları maddelerin isimlerinin sorunları “as” veya “az” eki getirilerek isimlendirilir. Örneğin, sellülozu parçalayan enzime “sellülas” veya “sellülaz”, lipoidleri parçalayan enzime “lipas” veya “lipaz” enzimi denmektedir. Kimi hallerde enzimlere verilen isimler enzimlerin yaptıkları işi gösterir. Örneğin, bir maddeden ötekine hidrojen atomlarının taşınmasına yardım eden enzimlere “dehidrogenaz” enzimleri denir.

Enzimler, hücrelerin esas yapısını oluşturan biyolojik materyalden ayrılıp, saf olarak elde edilebilirler. Enzimlerin organizmadan ayrıldıktan sonra da görevlerini yapmaya devam etmeleri önemli bir biyolojik olaydır. Hücre içinde geçen her çeşit reaksiyonda görev alırlar. Protein yapısında olduklarından proteinleri etkileyen her faktörden etkilenirler. Örneğin, sıcaklık enzimlerin yapısını değiştirir. Birçokları 60°C7nin üzerinde iş göremezler. Çok yüksek sıcaklıkların bitkilerdeki zararının nedenlerinden bir ide budur. Keza, kurşun ve civa gibi ağır metallerin iyonlarıyla karşılaştıklarında bağlanıp çökerler. İşte bu iyonların zehirli etki göstermelerine neden, gene burada enzimlerin olumsuz etkilenmeleridir. Öte yandan, her enzim yalnız kendine özgü tek reaksiyona katılır, yani enzimler spesifiktir. Dolayısıyla, her enzimin etkilediği madde belirli bir bileşiktir. Ortamda enzim miktarının artması, reaksiyon hızını da arttırır. Enzim ve etkilenen maddenin içinde bulunduğu reaksiyon ortamının pH’sı 7 ise (nötr) bu noktada enzimlerin çoğu aktif bulunurlar. Ancak bu durum her enzim çeşidi için değişiktir. Enzimlerin çoğu 0°C’de iş göremezler. Sıcaklık yükseldikçe her enzimin aktivitesi Sıcaklık yükseldikçe her enzimin aktivitesi belli bir dereceye ulaşır. Birçok enzim için aktivite sınırı 30-40°C’dir. Bu noktadan sonra sıcaklığın daha fazla artması enzim hareketini azaltır ve çoğu 60°C’nin üzerinde iş göremezler. Ancak bununla beraber tamamen kuru koşullarda daha fazla sıcaklık derecelerine dayanıklı enzimlerde vardır. Enzimlerin diğer bir önemli özellikleri de, reaksiyon sonunda ortaya çıkan ürünle birleşmedikleridir.

Enzimler bütün hücrelerde çeşitli şekillerde ve hücrenin farklı yerlerinde bulunurlar. Yapılan incelemelerde en çok enzimin hücre nukleus ve mitokondriumlarında, daha az enzimin hücre sitoplazmasında bulunduğu anlaşılmıştır. Ancak, hücrede fonksiyonların sonsuz derecede çok çeşitli ve farklı yönlü olduğu düşünülürse ve bu fonksiyonel ilişkiler, protoplazmanın her an değişken olan durumu da eklenirse, enzimlerin bulundukları yerdeki durumlarının, miktarlarının ve çeşitlerinin de etkileneceği ortaya çıkar.

Bitkilerin çeşitli organlarında ve bünyelerinde bulunan, depolanan karbonhidratlar, proteinler, yağlar ve diğer birçok kompleks maddelerin kullanımlarında enzimlerin rolü çok büyüktür. Özellikle çevre koşullarının ve bünyedeki suyun da etkisi ile enzimler bu maddeleri

büyüme ve gelişmenin çeşitli fizyolojik olaylarında kullanabilir duruma getirirler. Burada enzimler, daha çok bu maddelerin çeşitli olaylar için sindirimini ve böylece kullanılmalarını sağlamaktadırlar.

3.2.3. Vitaminler

Bitkilerdeki vitamin durumu, bitki türüne, bitki olgunluğuna, çeşitli ekolojik koşullara ve bitkiye uygulanan kültürel işlemlere göre değişir. Vitaminler, önceleri hayvansal organizmanın fizyolojik faaliyetlerinde önemli olarak görülmüş, daha sonraları bitki fizyolojisi alanında yapılan çalışmalar ile büyüme ve gelişmesinde de oldukça etkin rol oynadıkları saptanmıştır. Kaldı ki, zaten hayvansal dokularda ve hayvansal organizmaların faaliyetlerinde büyük rol oynayan vitaminler esasen bitkisel kaynaklardan sağlanmaktadır. Vitaminler ile bunların hayvansal ve bitkisel organizmadaki rollerini kapsayan biyokimya dalına "Vitaminoloji" denilmektedir.

Vitaminler, sadece insan ve hayvansal organizmaların canlılık olayları için gerekli değil, aynı zamanda bitkisel organizmaların metabolizmaları için de gereklidir. Örneğin, genellikle bitkilerin kökleri ve sürgünleri bazı vitaminler olmadan normal gelişim sağlayamazlar. Keza, mikroorganizmaların büyüme ve gelişmeleri içinde vitaminlere gerek vardır. Uzun yıllar yapılan araştırmalar sonucu, enzimlerle vitaminler arasında sıkı bir ilişkinin bulunduğu görülmüştür. Her ikisi de biyokimya olaylarında en önemli katalizatörlerdir. Vitaminler proteinlerle birleşecek olurlarsa enzimleri oluştururlar. Genel olarak vitaminler, yağda ve suda eriyenleri olmak üzere ikiye ayrılırlar.

a) Yağda Eriyen Vitaminler

- Vitamin A grubu
- Vitamin D grubu
- Vitamin E grubu (Tokoferol)
- Vitamin K grubu

b) Suda Eriyen Vitaminler

- Vitamin B_1 (Tiamin, Anoyrin),
- Vitamin B_2 (Riboflavin, Laktoflavin),
- Vitamin B_6 (Adermin, Pridoxin),
- Vitamin PP (Nikotin asidi),
- Vitamin H (Biotin),
- P-Amihobehzoe asidi,
- Folasidi,
- Vitamin B_{12}
- Vitamin C (Askorbik asit).

Bitkilerdeki vitamin yapımını bitki türüne, çeşidine, bitki olgunluğuna, çeşitli iklim ve çevre koşullarına göre değişir. Bazı bitkilerde bazı organların vitamin kapsamları ile o bitkininin ürünün vitamin kapsamı arasında da ilişki bulunmuştur. Örneğin, elma ağacı yapraklarının C vitamini miktarı ile, meyvelerin C vitamini miktarı arasında ilişkiler vardır. Keza, C vitamini miktarı değişik elma çeşitlerinde de farklıdır.

Bitki büyüme ve gelişmelerini etkilemeleri yönünden de rolleri gittikçe daha çok anlaşılan vitaminlerin her birinin büyüme ve gelişmesi arasında ve bitki beslenmesi arasındaki ilişkilere bağlıdır. Örneğin, farklı askorbik asit dozlarında tohumların çimlenmesinin etkilendiği saptanmış ve düşük dozlarda çimlenme uyarılmıştır. Daha yüksek dozlarda ise uzamanın arttığı, ağırlıkta da % 25-30 oranında artış olduğu bulunmuştur. Keza, bir başka araştırmada bitkilerin beslenme solüsyonlarına C vitamini eklendiğinde, o bitkilerde kuru ağırlığın %35-75 arttığı gözlenmiştir. Aynı zamanda bu bitkilerin kontrollere oranla bünyelerindeki C vitamini miktarı da yüksek olmuştur. Bazı durumlarda çeşitli organların ve ürünlerin depolanma sürelerinin de içsel vitamin kapsamlarına etki ettiği görülmektedir. Örneğin, 5 tatlı patates çeşidinde iki aylık depolama vitamin A kapsamını %3-4 arttırmıştır. Bilindiği gibi, canlı organizmada, organizmanın da özelliğine bağlı olarak, zamana paralel biçimde biyo-fizyolojik olaylar oluşur, bu olayların sonucu çeşitli metabolik ürünler de ortaya çıkar. İşte gerek bu ürünlerin ortaya çıkışı, gerek büyüme ve gelişmeye etki etme açısından bu örnekler vitaminlerin bitki bünyesinde büyümeye ilişkin çok yönlü aktif rol oynadıklarını göstermektedir. Bu durum, bitkilerde dengeli bir büyüme ve gelişme için vitaminlerin tıpkı hayvansal organizmalarda olduğu gibi gerekli olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Ancak büyüme ve gelişmedeki etki yönleri ve rollerini tam olarak açıklamak için daha çok araştırmaya gerek vardır.

Cetvel 11. Bazı Vitaminlerin Bitki Büyüme ve Gelişmesindeki Rolleri

Vitaminler	**Bitkideki Gene Rolü**
Vitamin B_1	Eksikliği büyümeyi durdurur.
Vitamin B_2	Büyüme için zorunlu diğer vitaminlerin sentezinde gereklidir.
Vitamin B_6	Köklerin büyümesinde rolü belirlenmiştir.
Vitamin C	Çoğunlukla büyümeye pozitif etki eder.
Vitamin K	Yeşil bitkilerde ışık altında fazla sentez edilir, klorofil özümlemesinde rolü olabileceği düşünülmektedir.
Vitamin H	Yeşil bitkilerin büyümesinde rolü vardır.

3.2.4. Karbonhidratlar

Bütün yeni hücre ve dokuların büyümesi, başlangıçta, önceki generasyon tarafından sağlanan maddelere gereksinim gösterir. Büyüme hacmi ise meristem hücrelerinin sayısına, bunların bölünme ve uzama hızına bağlıdır. Yıllık bitkilerde karbonhidratlar periyodik olarak o andaki gereksinime yetecek miktardan daha fazla yapılır. Böylece yeni büyümede kullanılmaya hazır "depo maddelerinin" büyük bir kısmı sağlanmış olur. Bitkilerdeki fizyolojik olayların çoğunun karbonhidratlarla ilişkisi vardır. Çünkü fotosentezde oluşan, depo edilen ve çeşitli olaylara karışan en önemli maddeler karbonhidratlardır. Genel olarak birçok bitki türünün toplam kuru ağırlıklarının % 50-80'nini karbonhidratlar oluşturur. Bitkilerde karbonhidrat durumu dinamik bir karakter gösterir. Bunun için de bitkide farklı yapıda karbonhidrat değişimi ortaya çıkar. Öte yandan, bunların parçalanmaları ile de çeşitli temel ve enerjitik sentez olayları oluşur, örneğin lipid, protein oluşumları gibi.

Karbonhidratların büyüme ve gelişmedeki rolü çok büyüktür. Miktar itibariyle organizmadaki mevcut organik maddeler içinde ilk sırayı karbonhidratlar oluşturur. Bitkilerdeki her yıl karbonhidrat kaynaklarının oluşumu, toplam yaprak alanı ile birlikte, bütün mevsim boyunca yaprakların oluşumu, toplam yaprak alanı ile birlikte, bütün mevsim boyunca yaprakların etkinliğine ve bitki ya da ağaç üzerinde kalma süresine bağlıdır. Esas olarak yapraklar tam büyüklüklerinin yarısına eriştikleri zaman üretim dengesine katılmaya başlarlar. Bu zamandan döküldükleri zamana kadar, söz konusu yaprakların gereksinim duyulandan daha fazla karbonhidrat sağlayarak pozitif dengeyi koruma yeteneğine sahip oldukları ileri sürülmektedir. Tabii bu konular karbonhidrat yapımı yönünden oldukça önemli ve her bitki için ele alınması gerekli konulardır. Ancak, temel olarak karbonhidrat veya kuru madde yapımının yaprak alanı ile ilgili olduğu yapılan çalışmalar ile doğrulanmıştır. Gerçekten de bahçe bitkilerinde ister otsu, ister odunsu karakterde olsun büyüme yaprakların aktivitesi ile desteklenir. Bu aktivitenin önemli kısmı karbonhidrat oluşumu ile ortaya çıkar.

Karbonhidratları oluşturan maddeleri şöyle sınıflandırmak mümkündür (29):

1. Eriyebilir şekerler (Bitki metabolizmasında birinci derecede önemlidirler):

   a) Monosakkaritler (Bitki bünyesinde en çok kullanılan karbonhidratlardır, basit şekerler olarak da tanımlanırlar, büyüme ve gelişmenin pek çok olayında rol oynarlar. Glikoz, mannoz, galaktoz ve fruktoz bu gruptadırlar).

b) Disakkaritler (Bu gruptan sakkaroz, bitkilerde çok yaygın olarak görülen bir disakkarittir. Bitki bünyesinde çok önemli rolleri vardır. Mevsimlik olarak büyük değişiklik gösterir, hidrolize olduğundan glikoz ve fruktoza ayrılır).

c) Olgisakkaritler (Bu grupta trisakkarit olan rafinoz ile terasakkarit olan staçiyoz en önemlileridir. Rafinozun özellikle dona dayanıklılıkta rolü vardır).

2. Depo Polisakkaritler

a) Nişastalar (Bahçe bitkilerinin birçoğunun bünyelerinde önemli miktarda bulunurlar ve fizyolojik olayların birçoğunda da önemli rol oynarlar, çoğunlukla depo edilmiş durumdadırlar, tek başlarına oldukları gibi, proteinlerle de beraber olabilirler):

b) Hemisellülozlar (Bitki bünyesindeki rolleri önemlidir. Genellikle yapı maddesi ve yedek madde olarak iş görürler).

3. Glikozidler (Özellikle çok yıllık bitkilerin yaprak ve kabuklarında çok miktarda bulunurlar, büyüme ve gelişmedeki rolleri yönünden aktif tanınırlar, ancak fonksiyonlarının tam olarak açıklığa kavuştuğu söylenemez. İçlerinden elmada floridzin, armutta arbutin, erikte pronasin önemli glikozidler olarak saptanmıştır).

Daha önce de belirtildiği gibi, karbonhidratlar ve metabolizmaları bitki büyüme ve gelişmesinde çok önemli bir yer tutarlar. Özellikle bahçe bitkilerinin yetiştiriciliğine yönelik fizyoloji açısından, karbonhidratların bünyedeki gerek yıllık değişimleri ve gerek depolanmalarına ilişkin konular, yetiştiriciliğe yön vermektedir. Örneğin, odunsu bahçe bitkilerinin birçoğunda yapılan araştırmalarda karbonhidratlar ile dona dayanıklılık arasında kuvvetli ilgiler saptanmıştır. Dona dayanıklılık esnasında karbonhidratlardan şekerlerin maksimum, nişastanın minimum olduğu bitkilerin dona dayanım kabiliyetlerinin diğerlerine oranla yüksek olduğu gözlenmektedir. Keza, meyve tutumu ve ürünlerin olgunlaşmaları gibi daha birçok konularda karbonhidratların etkili rolleri ortaya çıkarılmıştır.

Meyve ağaçları ve diğer ağaçlarda yapılan mevsimlik analizler karbonhidrat miktarının büyümenin başlamasıyla özellikle yaşlı bölgelerde azaldığını göstermektedir. Bu azalmayı sürgünün uzunluğuna büyümesi meydana gelirken, karbonhidrat miktarının yüksek düzeye çıkması izler. Birçok bitkide sürgün sistemlerinin büyümesi, bütün bitki kaynaklarından elde edilen eriyebilir karbonhidrat teminine bağlıdır. Öte yandan kök büyümesinde de karbonhidratların pozitif etkisi vardır.

Genellikle kabul edildiğine göre birçok odunsu bahçe bitkisinde çiçek tomurcuklarının oluşması için vegetatif büyümenin durması ve yavaşlaması gerekir. İşte bu esnada, her ne kadar çiçek tomurcuğunun oluşmasında gerekli birçok madde devreye giriyorsa da, karbonhidratların bu arada çok önemli rol oynadıkları bir gerçektir. Bununla beraber çiçek taslaklarının oluşması için yüksek seviyede karbonhidratların gerekli olduğu, büyük ölçüde koşullara bağlıdır ve hem bu esnadaki yaprak aktivitesi ve hem de diğer besleyici maddeler ile hormonal faktörlerin de bu olayı önemli ölçüde etkilediği hatırdan çıkarılmamalıdır.

3.2.5. Yağlar ve Benzerleri (Lipid ve Lipoidler)

Gerçek yağlar ve lipoidler denen yağ benzerleri, genellikle lipid adı altında toplanabilirler. Bunlar suda erimezler, ancak organik çözücülerde erirler. Karbonhidratların yanında yağlar da yüksek bitkilerde depo (rezerve) maddeleri olarak bilinir ve tüm bitki hücrelerinin önemli yapı taşıdırlar. Keza, protoplazmanın temel bileşikleri içinde enerji sağlamak konusunda en başta gelen maddelerdir. Hücre protoplazması çoğu zaman emülsiyon halinde lipidler içerir. Özellikle meristematik hücrelerin protoplazmasında oldukça boldur. Lipidler hücrelerde damlacıklar halinde bulunurlar. Mikroskopik çalışmalarda hücre içinde kolayca görülebilmeleri için Sudan III (Kırmızı), Sudan B (Siyah), Sudan IV veya Schorlach R, Oil-Red-O, Nilblue (Nil mavisi) gibi boylarla boyanarak incelenirler (12).

Lipidler ve benzerleri karbon, hidrojen ve oksijenden yapılmış maddelerdir. Yüksek enerji kaynağı olduklarından önemleri çok büyüktür. Bu özellikleri dikkate alınarak mevsimlik değişiklikleri ve bitki hücrelerindeki durumları, her bitki için ayrı bir önem taşır. Lipidler ve benzerlerinin bitki büyüme ve gelişmesindeki önemlerinin anlaşılmasına ilişkin çalışmalar, 1876'da MER isimli araştırıcı ile başlamıştır. Daha sonra büyüme ve gelişmedeki birçok olayın temellerinin açıklanmasında, hücredeki yani bitki bünyesindeki yağların önemi daha da çok anlaşılmış ve araştırmalar artmıştır.

Yağların bitki bünyesinde oluşmaları için önce yağ asitleri gliserinin oluşumu gerekir. Daha sonra çeşitli şekillerdeki sentezlenmeler yağ ve benzerlerini oluşturur. Temel reaksiyon olarak, yağ asitlerinin gliserin ile verdiği esterler diye bilinirler. Fark yapıları dikkate alındığında da lipidleri (lipoidlerle birlikte) 2 grupta incelemek mümkündür:

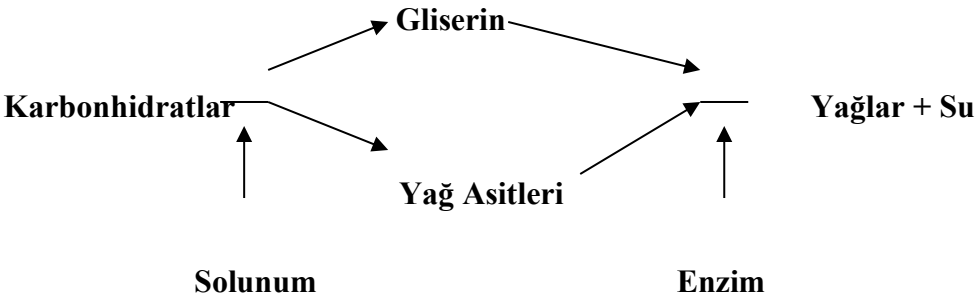
1. Basit Lipidler
2. Bileşik Lipidler

1. Basit Lipidler: Bunlar da 3'e ayrılırlar.

    a) Doymuş yağlar (katı yağlar)
    b) Doymamış yağlar (sıvı yağlar)
    c) Yağ asitlerinin gliserin dışındaki uzun zincirli alkoller ile verdiği esterler (mumlar)

Doymuş ve doymamış yağlar genel olarak bitki bünyesinde çok yaygın bir dağılım gösterirler. Gerek vegetatif gerek generatif karakterli birçok dokuda bulunurlar. Tek tek incelendiğinde başta birçok bitki tohumunda olmak üzere, yaprak, kök, sürgün, meyve, çiçek ve tomurcuklarda bulunmaktadır. Bu organlardaki bulunuş oranları birbirinden farklıdır. Keza, değişik bitkilerde aynı organlardaki miktarları da farklıdır. Örneğin, ıspanak yapraklarında kuru ağırlığın % 0.4'ünü, zeytin meyvesinde kuru ağırlığın % 50'sini, ıhlamur kabuğunun kuru ağırlığının ise % 2.3'ünü yağ oluşturur.

Yağları oluşturan yağ asitleri karbonhidratların redüksiyonu sonucu ortaya çıkarlar. Böylece bitki bünyesindeki bu karşılıklı dönüşümlerin büyüme ve gelişmede ne kadar önemli olduğu bu açıdan da görülmektedir. Bu dönüşümlü reaksiyonlarda "lipaz" enzimi önemli rol oynar. Yağlar genellikle suda erimez karakterde olduklarından, hücreden hücreye taşınmaz maddelerdir. Onun için temel olarak yağlar, belirledikleri hücrelerde sentez olmaktadırlar. Bu sentezlemelerde solunumun çok büyük rolü vardır. Bu durumu şöyle açıklamak mümkündür:



Bitki organlarındaki yağların gerek çeşitli olaylar sırasında ve gerekse çeşitli zamanlarda, değişik düzeylerde olduğu görülür. Örneğin, badem tohumundaki yağlar farklı aylarda aşağıda görüldüğü gibi saptanmıştır.

Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
% 2	%10	%37	%44	%46

Aynı şekilde, diğer içsel maddelerde değişiklikler olmakta, özellikle karbonhidratlardaki değişiklikler ile yağlara arasında ilişkiler çok açık ve yakın görülmektedir.

Bu grup içerisinde aldığımız mumlar, özellikle mantar dokusunun hücre çeperinde, yaprak ve meyve kutikulasında bulunur. Üzüm, erik ve elmalarda görülen ve yüzeylerini örten beyaz ince buğu gibi tabaka mumdur. Bunlar, daha çok ürünlerin depolanması ve taşınmalarındaki bazı konularda çok önemlidir.

2. Bileşik Lipidler: Bu gruptaki lipidler, alkol ve yağ asidi köklerinden başka, ekleri de kapsarlar. Temel olarak ikiye ayrılarak incelenirler.

    a) Fosfolipidler: Fosforik olarak da anılırlar. Bunlar fosforik asit ve azot kapsayan yağ asidi esterleridir. En önemli örnekler olarak, Lesitin ve Sefalin gösterilebilir.

    b) Glikolipidler: Yağ asitlerinin bir karbonhidratla oluşturduğu ve azot kapsayan bileşiklerdir.

Bu her iki grup lipidler üzerindeki araştırmalar, özellikle son yıllarda yoğunlaşmıştır. Genel olarak hızlı gelişen bitkisel dokularda fosfolipidlerin, olgunlaşan dokulardakine oranla çok az olduğu görülmektedir. Glikolipidler ise, bitkinin yeşil organları üzerinde bulunmaktadırlar ve özellikle kloroplastlarla birlikte daha çok bulunurlar.

Basit lipidlerin veya bileşik lipidlerin, genel olarak tüm yağların, bitki büyüme ve gelişmesine ne yönlü etki yaptığı düşünülürse, önce bunların yıl içindeki mevsimlik değişikliklerine bakmak gerekir. Özellikle çok yıllık odunsu bahçe bitkilerinde yapılan araştırmalara göre, bünyedeki lipidlerin kışın maksimum, yazın ise minimum olduğu saptanmıştır. Öte yandan, bazı fizyolojik olaylar sırasındaki durumları da oldukça ilginçtir. Örneğin, bazı meyve ağaçlarında ve asmada gerçek dinlenme esnasında yağ maddelerinin hücrelerde biriktiği, keza, dona dayanıklılık konusunda yine bünyede yağların süratle sentezlendiği bulunmuştur. Öte yandan, dinlenme halinde hücrelerde artan lipid miktarlarının protoplazmik alandaki zararlanması sonucu respirasyonun arttığı ve bunların miktarlarının azaldığı, bu kez amino asitlerin artığı görülmektedir. Tabii, burada bu değişikliklerin belli ölçüde dışsal ve içsel diğer faktörlerden etkilendiklerini belirtmek gerekir. Yapılan araştırmalar bitki bünyesindeki lipitlerin oluşumlarında öncelikle sıcaklığın büyük rolü olduğunu göstermektedir. Elma, armut, asma, kayısı v.s. gibi çok yıllık bahçe bitkilerinin birçoğunda özellikle yağların ve yağ asitlerinin dona dayanıklılıkta çok önemli rollerinin

saptanması, bu yönlü ve daha başka yönlü kontrollü yetiştiricilik açısından ilerisi için büyük umut vermektedir.

Bitkiye eter veya benzeri diğer eritgenlerle muamele ettiğimiz zaman, bünyedeki mevcut yağlar eriyeceğinden, yağları diğer maddelerden ayırmış oluruz. Fakat yağları ayırırken bu arada aynı eritkende yağlardan başka maddelerde erirler. Bunların hepsine birden "ham yağ" denir. Yukarıda yapılan sınıflandırmada ham yağ olarak ortaya çıkan bileşikler verilmiştir. Esas itibariyle buradaki mumlar, fosfatikler, sterilinler, lipoiddirler. Lahana yapraklarındaki, üzümün, elmanın kabuğundaki mumlar bu gruptandır. Bitkilerde yağ yapısında olan maddeler, bazen kloroplastlara bağlı olarak bulunurlar.

3.2.6. Azotlu Bileşikler (Amino Asitler, Amidler ve Proteinler)

Genel olarak bir bitkinin toplam kuru ağırlığının % 5-30'unu azotlu bileşikler oluşturur. Bunun dışında azot, çeşitli canlılık olaylarında önemli olan başka maddelerin yapısına da girer (enzim, hormon gibi). Bu grupta en önemli azotlu bileşikler amino asitler ve proteinlerdir.

Bitkilerdeki çeşitli hayat olaylarında oldukça önemli rolleri olan ve proteinlerin yapı taşı olarak tanınan amino asitlerin saptanmaları ve metabilozmadaki rollerine ilişkin çalışmalar, pek eski sayılmaz. Azotlu maddelerin elementer karakterlerinin Lavosier tarafından bulunuşundan kısa bir süre sonra, 1806'da Vauguelin ve Robiquet tarafından "Asparagin", kuşkonmaz sürgünlerinden izole edilmiştir. Bunu takiben gelişmeler birbirini kovalamıştır. Halen bitkilerde en azından 100 kadar amino asidin varlığından bahsedilmektedir.

Bahçe bitkilerinin yetiştiriciliğinde özellikle fizyolojik açıdan amino asitlerin ve proteinlerin önemi aşağıda örnek olarak sıralanan birçok konuda saptanmıştır (15, 16, 23, 34, 37).

- Dinlenmede (tomurcukların, çekirdeklerin, yumru ve soğanların)
- Çimlenme, sürme ve köklenmede,
- Çiçeklenmede,
- Fotosentezde,
- Olgunlaşmada, lezzet ve tat verici aroma maddelerinin oluşumunda,
- Gübreleme ile beslenmenin düzenlenmesinde,
- Anaç-kalem ilişkilerinde,
- Dona dayanıklılıkta,
- Bazı hastalıklara dayanıklılıkta,
- Ürün miktarında,

- Yaşlanmada,
- Kalıtsal karakterlerin oluşmasında, vb.

Yapı olarak amino asitler yağ asitlerinin aminleşmelerinden, yani bünyelerine ($-NH_2$) grubunun girmesiyle oluşan bileşiklerdir ve temel olarak proteinlerin yapı taşlarıdır. Bitkilerdeki amino asitlerin sentezi bitki organlarında değişik düzeylerde olur. Örneğin, elma, kuşkonmaz gibi bazı bitkilerde nitrat indirgenmesi ve amino asitlerin sentezi temel olarak küçük köklerde oluşmaktadır. Domates, hıyar ve tütün gibi bazı bitkilerde ise nitrat redüksiyonu ile amino asitlerin sentezi çoklukla yapraklarda ortaya çıkar (25).

Öte yandan, bitki tür ve çeşidine bağlı olarak amino asitlerin sentezi ve bağlaçları farklılıklar gösterir. Keza, ortaya çıkışları da yine çok çeşitli içsel ve dışsal etkene bağımlıdır. Burada ortak nokta, genellikle çeşit karakteri denilen, her çeşidin kendine özgü genetik yapısının büyük rol oynadığıdır. Aynı şekilde, her bitkinin farklı organlarında zaman zaman farklı düzeylerde oldukları da gözlenmiştir. Yapılan araştırmalara göre çok yıllık odunsu bitkilerin bazılarının tomurcuklarında (asma) toplam serbest amino asitlerin sonbahara doğru azaldıkları, Eylül ve Kasım aylarında minimum oldukları, ilkbahara doğru arttıkları (özellikle ocak ayında içsel olan gerçek dinlenmeden çıkıp sürme hazırlığında olduklarında) saptanmıştır. Genel olarak maksimum miktarlar dinlenmeye girmeden önce ve çıktıktan sonra belirlenmiştir. Bu durum normal olarak vejetasyona bağlı kalmakta ise de artış ve azalış noktalarının farklılığı daha önce de belirtildiği gibi birçok iç ve dış kökenli etkene bağlı kalmaktadır.

Amino asitlerin diğer içsel maddelerle olan ilişkilerinin yanında kendi aralarındaki ilişkilerde son derece önemlidir. Örneğin, patateslerde yapılan bir araştırmada, Arginin ile serin arasında patateslerin sarılaşmasındaki etkileri yönünden antagonist bir etki belirlenmiştir. Arginin klorofil birikmesine etkili olarak sarılığı önlemekte, serin ise sarılığı ilerletmektedir. Böylece bitki bünyesinde amino asitlerin hangilerinin bitki bünyesinde dominant ve ne yönlü etkili olduğu çok karışık fakat kontrollü yetiştiricilik için mutlak bilinmesi gerekli hususlardır.

En önemli amino asitler olarak sık sık karşılaşılan tipler şunlardır: Alanine, β-Alanine,

α-Aminoadipin asit, γ-Amino bütrik asit, Arginine, Arparagine, Asparagine asit, Cystine, Glutamine, Glutamine asit, Glycine, Histidine, Hrdoxiproline, Isoleucine, Leucine, Zysine, Methionine, Ornithine, Sarkosine, Serine, Proline, Trayptophan, Phenylalanine, Phosphoetanolami, Taurine, Threonine, Valine, Tyrosine.

Bunların içerisinde bazılarının bitkinin ve ürünün büyüme ve gelişmesindeki rolleri, diğerlerine oranla çok etkili olarak saptanmıştır. Örneğin, Arginin asmalarda ve bazı meyve ağaçlarında vegetasyon başlangıcında dominant karaktardedir ve bunu Glutamin izlemektedir. Aynı şekilde önemli amino asitlerin başında çoğu zaman karşımıza çıkan Arginin, toplam serbest amino asitler içinde olgunluk anında salkımlarda % 37 oranında, odunsu bölgelerde ve sürgünlerde ise % 58 oranında saptanmıştır. Öte yandan, bir diğer dikkat çekici nokta da, amino asitlerin kimi zaman bir organda, herhangi bir vegetasyon periyodu anında azalırken, aynı anda diğer organda akümüle olmasının da zaman zaman ortaya çıktığıdır. Örneğin, amino asitler yaprak dökümü devresinde tomurcuklarda azalırken, özellikle köklerde ve odunsu kısımlarda artmaktadır. Ancak bu artışlar sınırlı olmaktadır. Tıpkı bunlar gibi, protein sentezindeki değişikler de ilgi çekmektedir. Örneğin, dinlenmeye girerken ve dinlenme anında protein sentezi minimum seviyede gözükmekte, büyüme başlangıcını da süratle yükseltmektedir (12,15,16,24,37).

Proteinler, bitkide genellikle karbonhidratlardan daha az bulunurlar. Ancak, protoplazmanın temel yapısını oluşturduklarından bitki bünyesinde çok önemli görevleri vardır. Aynı şekilde, bütün enzimler temelde protein yapısındadırlar. Bugüne kadar yapılmış tüm araştırma ve incelemeler göstermiştir ki, protein canlılığının oluşumunun ve devamının vazgeçilmez gerçeğidir. Bunların yapı taşlarının da amino asitler olduğu düşünülürse, amino asitlerin de gerek toplam, gerek tek tek önemleri bir defa daha anlaşılır. Protein maddeleri organizmada bulunan en kompleks bileşiklerdir. Bahçe bitkilerinin gerek bünyesel, gerek besin değeri açısından değerlendirilmesinde bezelye, fasulye, bakla, lahana gibi sebzeler ile ceviz, fındık, fıstık gibi bazı meyveler önemli ölçüde protein içerirler. Proteinler üzerindeki yoğun araştırmalar göstermiştir ki, amino asitlerden başka kimyasal yönde tamamen amino asitlerden farklı bileşikler de bulunmaktadır. Proteinler başlıca üç ana grup altında toplanmaktadırlar.

a) Basit Proteinler (Bunlar hidrolizleri sonucunda sadece amino asit veren proteinlerdir-albuminler, globulinler, glutelinler, prolaminler, histonlar, protaminler).

b) Bileşik Proteinler (Bunlar protein olmayan maddelerle, batik proteinlerden oluşmuşlardır-nükleoproteinler, glikoproteinler, kromoproteinler, fosfoproteinler, lipoproteinler)

Cetvel 12. Bacchus Üzüm Çeşidinin Tomurcuklarında Farklı Zamanlarda Saptanan Serbest Amino Asitler (µg/lg kuru ağırlık) (12).

Amino Asitler	Ağustos	Eylül	Kasım	Ocak	Mart
Taurin	+	-	+	+	3,125
Phoshoetanolamin	+	-	+	+	17,650
Asparagin asidi	85,525	6,650	13,313	14,650	207,625
Hidroxiprolin	6,650	+	+	+	+
Threonin	11,450	1,188	2,825	1,200	32,150
Serin	12,075	0,525	+	3,150	64,625
Asparagin	13,200	1,150	0,825	1,650	56,150
Glutamin asidi	6,625	0,550	+	7,725	84,225
Glutamin	3,650	-	1,825	18,275	525,950
Sarkosin	+	-	-	+	+
Aminoadipin asidi	+	-	-	+	+
Prolin	43,175	-	-	4,900	76,825
Glycin	4,500	+	0,475	+	7,125
Alanin	34,300	1,450	0,775	2,450	57,475
Aminobütirik asit	6,700	-	-	1,025	18,050
Valin	10,800	2,200	0,588	2,350	40,400
Cystin	-	+	-	+	+
Methionin	-	+	-	+	16,775
İsoleucin	5,250	1,313	1,313	2,625	23,625
Leucin	3,925	2,463	0,650	4,925	17,700
Alanin	+	+	-	+	7,300
Tyrosin	4,075	3,850	-	+	11,775
Phenylalanin	1,650	+	-	1,650	13,225
Aminobütirik asit	12,900	1,675	1,163	6,950	246,150
Amonyak	17,425	2,363	3,763	7,100	20,700
Ornithin	-	-	-	+	6,325
Lysin	-	-	-	+	11,700
Tryptophan	-	-	-	-	+
Histidin	-	-	-	7,750	27,150
Arginin	6,100	-	1,963	29,625	566,150
TOPLAM	286,875	25,377	29,475	118,000	2,160,000

c) Basit ve Bileşik Proteinlerden Oluşan Proteinler (İsimlerinden de anlaşıldığı gibi basit ve bileşik proteinlerin birleşmesi ile oluşan proteinlerdir-bunlar da primer ve sekonder grup olarak ikiye ayrılırlar. Primer gruba proteanlar, metaproteinler ve koagule olmuş proteinler girer, sekonder gruba ise proteaslar, peptorlar ve petidler girer).

Amino asitlerin çeşitliliği yanında protein molekülünde herhangi bir amino asidin birden fazla bulunması veya birkaç amino asidin bulunması veya daha başka bileşiklerin de yukarıda açıklandığı gibi, protein molekülünün oluşumunda rol oynaması çok fazla protein kombinasyonlarının ortaya çıkmasına neden olur. Bu durum ise, yani her ortaya çıkan protein tipi ise, canlı ferdin (bitki veya hayvan) kendi yapısına bağlıdır.

4. BÜYÜME VE GELİŞMEDEKİ BAZI ÖNEMLİ FİZYOLOJİK OLAYLAR

Otsu veya odunsu tek yıllık veya çok yıllık bahçe bitkilerinin gerek vegetatif, gerek generatif büyüme ve gelişmeleri ile ilgili çok değişik olaylar ortaya çıkmaktadır. Bilinçli tarımsal uğraşlarda, büyüme ve gelişme mekanizmalarına ilişkin o bitkinin biyolojik ve dolayısıyla fizyolojik özellikleri ile sorunlarının tanınması zorunludur. Bu konu başarılı bir bahçe tarımının temelini oluşturur. Fotosentez (karbon asimilasyonu), solunum (respirasyon) ve terleme (transpirasyon) gibi her bitkide görülen temel fizyolojik olayların yanında, bitki büyüme ve gelişmesinde önemleri, özellikle bahçe bitkileri açısından önemi büyük olan dinlenme, çimlenme, sürme, köklenme, tepe hakimiyeti, çiçeklenme, çiçek ve meyve dökümü, olgunlaşma, tropizmalar ve yaşlanma gibi daha birçok olayda söz edilir. Burada genel bitki fizyolojisi konuları içerisinde verilen fotosentez, respirasyon ve transpirasyon gibi temel konuların dışında, bahçe bitkileri tarımında her zaman karşımıza çıkan diğer önemli olaylar ve özellikleri açıklanacaktır.

4.1. Dinlenme

Bu fizyolojik olay, tüm canlılarda zaman zaman ortaya çıkar. Bazı araştırıcı ve yazarlar bu olayı "uyku", "durgunluk" gibi terimlerle de tanıtmaya çalışırlarsa da, genel olarak olayı en iyi şekilde tanıtan ve kapsayan terim "dinlenme"dir. Olayın tanımlanmasında da değişik fikir ve yaklaşımlar olmakla beraber, ortak noktalar dikkate alınırsa, temel olarak dinlenmeyi "organizmanın bir kısmında veya tümünde, aynı zamanda veya farklı zamanlarda canlılık olaylarının adeta durur derecede yavaşlaması sunucu ortaya çıkan fizyolojik bir olay olarak tanımlamak gerekir. Gerçekte dinlenme tek olay olmayıp, birçok fizyolojik ve biyokimyasal olayları kapsayan kompleks yapılı bir olaylar zinciridir ve içinde değişik nedenlerle dinlenmeler görülür.

Özellikle kontrollü yetiştiricilik açısından dinlenme olayının çok büyük önemi vardır. Zira, değişik ekolojik koşullardaki birçok problemin çözümü bu olayın kontrol altına alınabilmesi ile mümkün olmaktadır.

Dinlenme olayı bitkilerin genellikle tomurcuk, çekirdek, yumru, kök gibi organlarında büyük önem taşır. Bizi ilgilendiren, özellikle bahçe bitkilerinin fizyolojik esasları açısından konuya yaklaşmak ve böylece meyve ağaçlarında, asmalarda, soğan kök ve yumruları yenen sebzeler ile bazı bahçe bitkilerinin çekirdeklerindeki dinlenmelerin açıklanmasıdır.

Dinlenme, bahçe bitkilerinin hemen hepsinde değişik şiddet ve süre ile görülür. Bazen birkaç gün, bazen ise 100-150 gün veya daha fazla sürebilir. Bu süre dış koşullara bağlı kaldığı kadar, bitki tür ve çeşidine, hangi organlarda ortaya çıktığına göre değişir. Örneğin, tomurcuklarda ortaya çıkan dinlenmelerin çeşidi ve süresi ile, çekirdekler ortaya çıkan dinlenmelerin çeşidi, süresi ve şiddeti bir değildir. Aynı şekilde kuşkonmaz tohumlarına görülen dinlenmeler, elma, armut, asma, kaysı, şeftali tomurcuklarındaki dinlenmelerde farklı süre ve şiddette olabilirler. Bitki cinsi ve türü ile organ farklılığını bir yana bıraksak bile, aynı türün farklı çeşitlerindeki aynı organın (örneğin tomurcukların) dinlenmesinde de büyük farklılıklar görülür.

Dinlenme olayının bulundukları organlara, ortaya çıkış zamanlarına ve nedenlerine göre çok değişik sınıflamaları vardır. Daha önce de açıklandığı gibi, bitkilerde görülen dinlenmeler, tomurcuk, çekirdek, kök, yumru ve soğan gibi organlarda ayrı karakterlerde ortaya çıkabilmekte ve çoğu zaman bitkide genel bir durgunluk belirtisi ile bitkinin tümünde de görülebilmektedir. Ortaya çıkış zamanına göre yapılan sınıflandırma ise daha çok odunsu bahçe bitkilerinin tomurcuklarını içine almakta ve a) Kış dinlenmesi, b) İlkbahar dinlenmesi ve c) Yaz dinlenmesi olarak ayrılmaktadır. Dolayısıyla dinlenmeleri, organların farklı yapısal ve fizyolojik özellikleri dikkate alındığında, her organda ayrı ayrı ve nedenlerini inceleyerek sınıflandırmak daha doğrudur. Böylece dinlenmelerin organların özelliğine göre ortaya çıkış zamanları da nedenleri ile birlikte incelenebilir.

4.1.1. Tomurcuklarda Dinlenme

Odunsu bahçe bitkilerinin tomurcuklarında çok önemli olan bu dinlenmeyi bilim adamları çok çeşitli kısımlara ayırmaktadırlar. Daha önce de belirtildiği gibi bir grup; mevsimlere bağlı olarak kış dinlenmesi, ilkbahar dinlenmesi ve yaz dinlenmesi olarak sınıflandırmakta ise de çoğunluk tomurcuklardaki dinlenmeyi nedenlerine göre "korelatif dinlenme", "gerçek dinlenme", "zorunlu dinlenme" şeklinde üç kısma ayırmaktadır. Bu sınıflandırma içinde esas olarak dinlenme olayının, tomurcuklarda ortaya çıkış zamanı ve nedenleri ile birlikte incelenmektedir.

Korelatif (Nispi) Tomurcuk Dinlenmesi: Bu dinlenme şekli, tomurcuklarda yaz aylarında görülür ve diğer organlara bağlı olarak oluşmaktadır. Genel nedenleri bitki üzerinde bulunan yapraklar, koltuklar ve filizler gibi tomurcukların dışında büyüme ve gelişme gösteren diğer organlardır. Apikal dominansinin (tepe hakimiyetinin) bu dinlenme şeklinde rolü büyüktür. Ayrıca ortam sıcaklığının, gün uzunluğunun, ışık ve rutubetin de belli düzeylerde etkileri vardır. Daha çok diğer organların, tomurcukların üzerindeki etkileri ile ortaya çıkan bu dinlenme şeklinde, diğer

organların bu etkileri kaldırılınca, yani bu organlar (yaprak, filiz v.s.) bitki üzerinden uzaklaştırılınca, tomurcukların sürdükleri görülür. Bu dinlenme şekli yabancı araştırıcılarca "korrelative Ruhe", "relative Rube", "correlative Rest", "relative Rest" olarak tanımlanmaktadır.

Gerçek (İçsel) Tomurcuk Dinlenmesi: Tomurcukların bünyesindeki içsel faktörlere bağlı olarak oluşan bu dinlenme şeklinde, bünyede bulunan hormonların, enzimlerin, amino asit ve proteinlerin, lipid ve karbonhidratlar gibi birçok organik maddenin rolü vardır. Bu maddeler dinlenmenin oluşu ve seyri üzerinde değişik düzeylerde ve şiddetlerde yalnız ve ya ortaklaşa olarak etki etmektedirler. Bu dinlenme safhasında olan tomurcuklar en uygun koşullarda tutulduklarında bile sürmezler. Bu dinlenme safhası tür ve çeşitlere göre değişmekle beraber, genel olarak sonbahar ve kış aylarında görülür. Kesin biçimde ne zaman başladığını ve ne zaman sonlandığını söylemek güçtür. Tamamen türlere ve türlerin çeşitlerine göre bu periyot değişir. Bununla beraber yapılan çalışmalar, genellikle bitkide yaprak dökümünün başlamasından bir süre önce başladığını ve bitkinin soğuk ihtiyacı karşılandıkça veya içsel gerekli değişiklikler oldukça dinlenmenin zayıfladığı ve zorlandığı saptanmıştır. Bu dinlenme şekli yabancı araştırıcılarca "Wahre Ruhe", "Wirkliche Ruhe", "Freiwillige Ruhe", "Endogene Ruhe", "Hauptruhe", "Echte Ruhe", "Main Rest", "True Dormancy", "Physiological Rest" olarak tanımlanmaktadır.

Zorunlu Tomurcuk Dinlenmesi: Tomurcuklardaki bu dinlenme şeklinin nedenlerini, uygun olmayan ortam, sıcaklık, nem, kültür uygulamaları gibi daha çok çevreden gelen büyüme ve gelişmeye uygun olmayan dışsal faktörler oluşturur. Bitki üzerindeki tomurcuklar, bitkinin uygunsuz koşullarda bulunmasından dolayı süremememektedirler. Bitki veya tomurcuğun bulunduğu sürgün, dal gibi bitki parçaları uygun koşullara getirildiğinde kısa zaman içinde bu dinlenmenin kesildiği ve tomurcukların sürdüğü görülür. Bu durum gerçek dinlenmesini tamamlamış tomurcuklarda görülür. Daha çok kış sonu ve ilkbaharda ortaya çıkan bir dinlenme şeklidir. Esas olarak, tomurcuk gerçek bir dinlenme halinde olmayıp yukarıda belirtildiği gibi, örneğin yetersiz sıcaklıkta süremememekte, böylece durgun kalmaktadır. Sıcaklık çevrede yeteri kadar yükselince tomurcuk patlar ve sürer. Burada tomurcukların zoraki dinlenmede kalmaları söz konusudur. Bir değer açıklama şekli ile, çevre koşulları tomurcukların dinlenmede kalmasını mecburi, zorunlu hale getirmektedirler. Aslında, tomurcuğun kendi bünyesinde sürme hazırlığı tamamlamış ve gerçek dinlenme bitmiştir, uygunsuz sıcaklık gibi çevre faktörleri tomurcuğun sürmesini engellemektedir. Böylece tomurcuklar ihtiyaçlarından dolayı değil, uygunsuz koşullardan dolayı zorunlu olarak dinlenme kalmaktadırlar. Gerçek dinlenme ise, tomurcukların dinlenmeye gerçek anlamda ihtiyaçları söz konusudur ve herhangi bir dışsal zorlama yoktur. Bu dinlenme şekli yabancı

araştırıcılarca “aufgezwungene Ruhe”, “erzwungene Ruhe”, “zwangsruhe”, “unfreivillige Ruhe”, “Enforced dormancy”, “imposed dormancy” olarak tanımlanmaktadır.

4.1.2. Çekirdeklerde Dinlenme

Birçok bahçe bitkisinin generatif yolla çoğaltılmasında önemli rol oynayan çekirdeklerin, bünyelerinde oluşan dinlenmenin nedenleri, tomurcuklardaki gibi çeşitlidir. Özellikle sert kabuklu çekirdeklerin büyük bir kısmı bazı uygulamalardan önce çimlenme için en uygun ortamlarda olsalar bile normal çimlenemezler veya çimlenseler bile çok düşük oranda bir çimlenme gösterirler. Tıpkı birçok odunsu bitkinin tomurcuklarında olduğu gibi, hangi nedenle olursa olsun, bir çekirdeğin çimlenememesi onun dinlenmede olduğunu gösterir. Temel olarak bir çekirdek botanik olarak olgun duruma geldi andan, çimleninceye kadar dinlenme halinde kalır. Bir çekirdekte dinlenmenin bitimi, onun çimlenmesi ile anlaşılır. Bu ise ancak o çekirdekte dinlenmeyi oluşturan iç ve dış faktörlerin etkilerinin azalarak ortadan kalkması ile mümkündür. Çekirdeklerdeki dinlenme ortamdaki faktörler ile son derece yakın ilişkili olup, bunların etkisi sonucu süre yönünden kısalır, uzar veya kalkabilir. Genel olarak çekirdeklerde görülen dinlenmelerin nedenleri şöyle özetlenebilir:

- Embriyoların gelişmemesi,
- Embriyoların fizyolojik olarak olgunlaşmamaları (inaktif enzim sistemi nedeni ile)
- Çekirdeklerin mukavemet gösteren sert kabukla kaplanmış olmaları,
- Çekirdeklerin geçirgen olmayan kabuklarla kaplanmış olmaları,
- Çekirdeklerin bünyelerinde çimlenmeyi engelleyici maddelerin bulunmaları.

Bunların yanında çekirdeğin bulunduğu ortamdaki sıcaklık, nem, oksijen gibi dış faktörler de etkilidir. Böylece çekirdeklerin dinlenmelerine neden olan faktörleri teme olarak:

1. Çekirdeğin yapısındaki anatomik ve fiziksel faktörler
2. Çekirdeğin bünyesindeki içsel (biyokimyasal) faktörler,
3. Çekirdeğin dışındaki ortamda bulunan faktörler diye üç grupta incelemek mümkündür.

Böylece, nedeni ne olursa olsun, bir çekirdeğin çimlenememesi, onun “dinlenme” içinde olduğunu gösterir. Çekirdeğin yapısındaki anatomik ve fiziksel faktörler olarak sert kabuk, tohum kabuğu ve embriyonun yapısal özelliği ile embriyonun çevresindeki dokular akla gelir. Aslında sert kabuk, tohum kabukları embriyoyu mekanik olarak herhangi bir zararlanmaya karşı korurlar ve aynı zamanda tohumların uzun süre saklanmasına da yardımcı olurlar. Çekirdeğin bünyesindeki içsel faktörler ise, karbonhidratlar, yağlar, enzimler, büyümeyi düzenleyiciler, çeşitli azotlu bileşikler

(amino asitler, proteinler) gibi maddelerdir. Çekirdeğin dışındaki ortamda bulunan faktörler olarak da ortamdaki su, sıcaklık, ışık, nem, oksijen, karbondioksit, mineraller gibi faktörler sayılır.

İşte bu faktörler dikkate alındığında çekirdeklerdeki dinlenmeleri nedenlerine göre "gerçek dinlenme" ve "gerçek olmayan dinlenme" diye ayırmak mümkündür. Gerçek dinlenmede nedenler çekirdeğin bünyesindeki içsel faktörlerdir ve dış koşullar ne kadar uygun olursa olsun, ya da çekirdeğin kabuğunun çimlenmeyi engelleyici etkisi kaldırılırsa bile çekirdek çimlenememektedir. Gerçek olmayan dinlenmede ise çevre koşulları uygun duruma getirilince (uygun sıcaklık, nem, vb.) ya da çekirdeğin geçirimsiz ve sert kabuğunun engelleyici etkisi ortadan kaldırılınca çekirdek çimlenir. Sert kabuk ve tohum kabuklarının engelleyici etkileri sadece mekanik değildir. Dışarıdan tohum içine ve içinden dışarıya olan gaz alışverişini kısıtlamaları ile bünyelerinde bulunan büyümeyi engelleyici maddelerin etkisi vardır.

4.1.3. Bitkilerin Diğer Organlarındaki Dinlenme

Tomurcuk ve çekirdeklerin yanında bitkilerin kök, yumru, soğan gibi diğer organlarında da dinlenme olayları görülür. Daha önceki dinlenme şekillerinde de açıklanan nedenler burada da görülmektedir. Yani, ortaya çıkan dinlenmeler ve organın bünyesindeki faktörlere bağlı olan içsel nedenli, ya da çevre koşullarına bağlı olan dışsal nedenli olmaktadır. Böylece bahçe bitkilerinin birçoğunun kök, yumru ve soğanlarında görülen dinlenmeleri de ikiye ayırmak mümkündür. Birincisi, organların bünyesindeki içsel faktörlere bağlı olarak oluşan "gerçek dinlenme", ikincisi de tıpkı tomurcuklardaki gibi çevre koşullarına bağlı olarak oluşan "zorunlu dinlenme"dir. Gerçek dinlenmenin içsel kökenli nedenleri içinde bünyede bulunan karbonhidratlar, azotlu bileşikler, hormonlar, enzimler sayılabilir. Zorunlu dinlenmenin nedenleri ise çevredeki uygunsuz sıcaklık, nem, oksijensizlik gibi sürmeyi veya gelişmeyi engelleyen faktörler oluşturur.

Kök, yumru ve soğanlarda oluşan dinlenmelerin de tıpkı tomurcuklarda olduğu gibi yıl içinde mevsimlik değişiklikleri vardır. Bu, özellikle köklerde daha açık görülür. Aynı şekilde bitkinin tümünün dinlenmeye girdiği durumları da görmek mümkündür. Örneğin, böyle bir dinlenme periyodunda alınan bir bitki parçasındaki tomurcukta sürmemekte ve aynı bitki parçasının köklenmesi de mümkün olmamaktadır. Bu durumdan, yani dinlenmeden çıktıktan sonra ise aynı bitki parçasının (bir çeliğin, ya da fidanın) sürdüğü ve köklendiği görülür (8).

4.1.4. Dinlenmenin Mekanizması

Dinlenme olayında birçok dışsal ve içsel kökenli faktörün rolü olduğu daha önce de belirtilmişti. Bilindiği gibi bir tomurcukta, tohumda, yumruda dinlenmenin bitimi, o organın bünyesindeki dinlenmeyi oluşturan ve etkileyen iç ve dış faktörlerin etkilerinin azalarak ortadan kalkması ile mümkündür. Dinlenmenin mekanizmasında rol oynayan dışsal faktörlerin başında ise sıcaklık gelir.

Sıcaklık dinlenme olayında iki yönlü etki göstermektedir. Birincisi uyandırıcı etki, ikincisi kısıtlayıcı veya engelleyici etkidir. Burada her iki durumda da sıcaklığın yüksek ve düşük oluşunun kademeli etkisi söz konusudur. Örneğin, yazın normalin üzerinde +35°C, +40°C'lik devamlı sıcaklıkların bazı bahçe bitkilerinde dinlenmeyi arttırdığı ve tomurcukların sürmesinin kısıtlandığı, daha sonra oluşan gerçek dinlenme döneminde ise, önce tomurcukları +10°C'nin veya +7°C'nin altında soğuk ihtiyaçlarını giderip sonra +20°C civarına getirildiklerinde dinlenme şiddetinin azaldığı hatta kalktığı ve tomurcukların sürdüğü görülür. Devamlı +10°C'in veya +7°C'in altında tutulduklarında sürememe durumu da yine uygunsuz sıcaklığın etkisidir. Ancak her bitkinin dinlenmeden çıkış için duyduğu sınır sıcaklığı değişiktir. Böylece sıcaklık faktörünün etki şekli ve zamanı dikkate alınarak dinlenme olayındaki rolünü 3 grupta incelemek gerekir.

a) Yüksek sıcaklık derecelerinin etkisi,
b) Düşük sıcaklık derecelerinin etkisi,
c) Optimum sıcaklık derecelerinin etkisi.

Yüksek sıcaklık derecelerinin etkisi tomurcukların dinlenmesi konusunda daha çok yaz ayları için önemli olmaktadır. Zira, diğer mevsimlerde normalin üzerinde bir sıcaklık sorun yaratmamaktadır. Her cins ve tür bahçe bitkisi için normalin üzerindeki yüksek sıcaklık dereceleri ayrı anlam taşır. Ancak genel olarak yüksek sıcaklık dereceleri tomurcukların sürmesini engeller (7).

Düşük sıcaklık dereceleri ise, özellikle odunsu bahçe bitkilerinin tomurcuklarında dinlenmeyi kırma yönünden etkili olmaktadır. Birçok bahçe bitkisi gerçek dinlenmede iken en uygun koşullara getirildiklerinde bile dinlenmeden çıkamazlar, yani içsel birçok nedene bağlı olarak gerçek dinlenme içindedirler. Gerçek dinlenme içinde olan böyle bitkilerin bir süre düşük sıcaklık derecelerine tutulduktan sonra normal sıcaklıklara ve koşullara getirildiklerinde ise tomurcukların sürdüğü görülür. Dolayısıyla bu durum, bazı bahçe bitkilerinde tomurcukların gerçek dinlenmeden çıkarak sürebilmeleri için bir soğuklamaya gereksinimleri olduğunu göstermektedir. Tabii ki bu

soğuklamanın süresi de, her bitki için değişiktir. Bir bitkinin dinlenmeden çıkabilmesi için gerek duyduğu soğuklama +7°C'nin altındaki sıcaklıklarda saat olarak toplam süre ile ifade edilir. Soğuklama süresi her bitki ve hatta her çeşit için değişiktir. Örneğin, bazı asmalarda +5°C'de 700 saatlik (Riesling), bazılarında 300 saatlik (Bacchus), bazı asmalarda ise +7°C'nin altında 100 saat (Çavuş, Kalecik Karası) ve 350 saatlik (Hafızali) soğuklama süresi ihtiyaçtır. Aynı şekilde Gemlik zeytin çeşidinde +7°C'nin altında 600 saatlik, armutların genellikle 750-1900, badem ve ayvaların 1000, kaysıların 1200-1600, eriklerin 1200-2000, elmaların 2000-3000 saatlik soğuklama ihtiyaçları vardır (14,28).

Bitkinin gerek duyduğu soğuklama ister doğal olarak, ister yapay olarak karşılansın, bitki bünyesinde içsel bazı değişikliklere neden olarak gerçek dinlenmeyi kırmakta, ancak böyle tomurcuklar sürebilmektedirler. Bir diğer tanımlama ile, soğuklama uygulamaları, gerçek dinlenmeye neden olan bazı içsel faktörlerin etki kuvvetini azaltmaktadır. Aslında dinlenme olayının kesilmesi veya devamı üzerine soğuk ihtiyacının tek başına etkisini kabul etmekte eksik olur. Bu olaylarda yıl içindeki ve dinlenme dönemindeki +7°C'nin üzerindeki sıcaklıkların ve bu sıcaklıkların toplamlarının da etkisi vardır. Her tür ve çeşit kendine özgü sıcak ve soğuk toplamlarının tamamlanmasından sonra ancak sağlıklı olarak dinlenmeden çıkıp sürebilir, büyüme ve gelişmesi devam edebilir.

Dinlenmeden çıkmak için düşük sıcaklık ihtiyacı, tohumlarda da katlama uygulamalarının sonucundaki yüksek çimlenmeye ulaşmakla görülmektedir. Örneğin, üzüm çekirdekleri +5°C'de 3 ay, zerdali çekirdekleri +3°C'de 3 aylık katlama ile dinlenmeden çıkarak, % 50'nin üzerinde çimlenmeye ulaşabilmektedirler. Burada katlama esnasındaki rutubetin ve tohum kabuğunun içeri geçen oksijeninin etkisinin oluşunun yanında, düşük sıcaklığın etkisi büyüktür.

Her bahçe bitkisinin dinlenmeden çıkışı da değişik optimum sıcaklıklarda olur. Özellikle zorunlu dinlenme döneminde bulunan tomurcuklar uygun bir sıcaklık buldukları zaman sürerler. Bu uygun sıcaklık dereceleri, her bitki için ayrı olduğu gibi, aynı tür bitkilerin farklı çeşitlerinde bile değişik olabilir. Örneğin, birçok asma çeşitlerinde tomurcuklar zorunlu dinlenmeden optimum +20°C'de çıkarlar, bu durum bazı çeşitlerde +14°C'ye kadar iner, bazı anaçlık çeşitlerde ise +10°C bile yeterli olmaktadır. Aynı şekilde bazı kavak çeşitlerinde +15°C ve +20°C'ler tomurcukların sürmesi için yeterli iken, diğer bazı çeşitlerde +7°C veya +10 bile yeterli olmaktadır. Aynı şekilde bazı kavak çeşitlerinde +15°C ve +20°C'ler tomurcukların sürmesi için yeterli iken, diğer bazı çeşitlerde +7°C veya +10°C'ler de yeterli olurlar.

Sıcaklıktan sonra ışık faktörü de dinlenmede önemli rol oynamaktadır. Değişik ekolojilerde, değişik koşullarda kısa ve uzun gün uygulamalarının dinlenme üzerindeki etkisi bellidir. Ancak, fotoperiyodik uygulamaların bitkilerdeki dinlenme üzerine etkisi zaman zaman farklı bulunmuştur. Örneğin, şeftali çöğürleri üzerine kısa gününü dinlenmeyi uzatıcı etki yaptığı, oysa elmalarda dinlenmeye girişin geciktiği belirtilmektedir. Asmalarda ise kısa gün koşulları dinlenmeyi arttırmakta, sürmeyi kısıtlamaktadır (12,36).

Bu olayda ışık cinsinin ve yoğunluğunun da etkisi vardır. Normal elektrik ışığı, neon, sodyum, flüoresans ve cıvalı lambaların ışığının etkisi her bitkide tomurcuk dinlenmesi üzerine aynı etki yapmamakla beraber, genellikle birçok bitkilerde tabi ışığın fotoperiyodik etkisinin flüoresans lamba ile sodyum lambası ışığı arasında olduğu bilinir. Aynı şekilde odunsu bitkilerin tomurcuklarının sürmesinde beyaz ışığın, kırmızı ışık ile bir tutulabileceğini, buna karşılık mavi ışık ile sadece çok hassas tomurcukların sürebildiğini ve ancak bu ışığın daha yüksek yoğunluğunda sürmenin tam olabildiğini, fakat yeşil ışığın tomurcukları sürdürmede başarılı olmadığı bilinir (41).

Sıcaklık ve ışıktan sonra dinlenmeye ve mekanizmasında etkili olan dış faktörlerden oksijen, su, mineral maddelerin yanı sıra yetiştirme şekillerinin ve kültürel uygulamaların rolü de önemlidir.

Dışsal faktörlerin yanında, tomurcukların bünyesindeki birçok içsel faktörün de dinlenme olayında etkili olduğu belirtilmiştir. Gerek bu maddelerin doğal koşullardaki hareketleri ve miktarları, gerekse dıştan yapılan bazı uygulamaların etkisi ile hareketleri ve miktarları dinlenmenin içsel mekanizmasını açıklayacak temel konuları oluşturur. 50 seneyi aşkın bir süreden beri dinlenmenin oluşması konusunda birçok değişik teoriler ortaya atılmış, çeşitli bitkilerle yapılan çalışmalarda bazen farklı, bazen aynı sonuçlar alınmıştır. Özellikle son 35-40 yıl içinde ise bitkilerin çeşitli organlarındaki dinlenmenin, büyümeyi düzenleyici hormon yapısındaki bazı maddeler ile kuvvetli biçimde yönlendirildiği belirlenmiştir. Bu konuda gibberellinlerin, sitokininlerin, oksinlerin, dorminlerin ve etilenin etkilerinden bahsedilebilir.

Oksinlerin dinlenmenin mekanizmasındaki rolü araştırıcıları uzun süre bu konu üzerinde çalışmaya yöneltmiştir. Tomurcukların oksin düzeylerinin mevsimlere göre değişikliğinde dikkati çeken en önemli nokta, tomurcukların dinlenmeye girerken ve dinlenmeden çıkarken kapsadıkları oksin miktarıdır. Çeşitli bitkilerle yapılan araştırmalarda bu konuda zıt sonuçlara ulaşılmıştır. Örneğin bazı araştırıcılar, oksinin tomurcuklarda kış dinlenmesinin kesilmesi anında ortaya çıktığını ve tomurcuğun sürmesi için oksin miktarının fazla olması, dinlenmeye girmesi için oksin miktarının az olması gerektiğini vurgulamaktadır. Diğer bir grup ise, kış dinlenmesinin başlama anında oksin

miktar ve konsantrasyonunun yüksek olduğunu ve dinlenmenin kesildiği anda oksin seviyesinin düştüğünü belirtmektedirler. Aynı biçim gibberellinlerin, absizik asitin ve diğer grup hormonlarında çeşitli yönlü etkileri birçok araştırma ile belirlenmiştir (2,18,20,30,32,35,36,41).

Daha önce de açıklandığı gibi, içsel kökenli olmadıkça yani "gerçek dinlenme" dışındaki dinlenmeler, uygun koşullar altında kırılabilmekte ve sona ermektedir. Böylece büyüme ve gelişme daha süratli olarak ortaya çıkmaktadır. İçsel kökenli gerçek dinlenme durumu ise kolay kolay doğal koşullarda kaldırılamamakta ve bitkinin özelliğine göre ancak belli süre sonra ve içteki bazı değişiklikler sonucu kalkmaktadır. Hatta bazı durumlarda dışsal birçok uygulamalardan bile sonuç almak güçtür. Bununla birlikte son araştırmalar ile dinlenmenin mekanizması daha da aydınlandıkça bazı bahçe bitkilerinde görünen gerçek dinlenmeli kontrol edebilmek, yani süresini uzatmak, kısaltmak veya tamamen kaldırabilmek mümkün olmuştur. Halen yapılmakta olan birçok araştırmada da yeni bulgular ortaya konmaktadır. Örneğin, dışsal uygulamalar ile dinlenmeyi kısaltmak ve kaldırmak konusunda Rindite, Gibberellik asit, Thiurea v.b. bazı preparatların etkisi (bitkiden bitkiye değişmekle beraber) saptanmıştır.

Biyokimyasal olarak dinlenmenin mekanizmasında rol oynayan içsel kökenli birçok faktör vardır. Her şeyden önce o bitkinin genetik yapısı, o bitkinin dinlenmesinin gerçek karakterini ortaya koyan temel faktördür. Genetik özelliklerini temelde gösterdikleri durum çeşitten çeşide, türden türe ve cinsten cinse değişmekte ve keza, dinlenme olayının mekanizmasındaki faktörlerin ağırlığı da her bitkide farklı olabilmektedir. Ancak biyokimyasal olarak, bazı benzer ortam durumlar saptanmıştır (her ne kadar yukarıda oksinlerden verilen zıt bazı örnekler varsa da) örneğin, absizik asitin dinlenme olayında önemli rol oynadığı ve bitki bünyesinde gibberellinlerin faaliyetini engellediği belirlenmiştir. Çeşitli bitkilerin dinlenme halindeki tomurcuklarında yüksek miktarda absizik asitin bulunduğu ve dinlenmeyi teşvik ettiği, dinlenmenin kesilmesi anında ise ABA ve benzeri maddelerin arttığı görülmektedir. Dıştan uygulandıklarında ise, büyümeyi uyarıcı promotör maddelerden gibberellin ve sitokininler ile etilen bileşiklerinin birçok bitkide tomurcuk, yumru ve diğer dinlenme halindeki organların dinlenmelerini genellikle kırmakta etkilidir. Ancak, bunların her bitkide aynı sonucu vermedikleri de görülmektedir. Örneğin, GA_3'ün şeftali tomurcuklarını dinlenmeden çıkardığı, armut tomurcuklarını daha az etkilediği, asmalarda ve kirazlarda ise dinlenmeyi uzattığı saptanmıştır. Ancak, çekirdeklerin dinlenmesini kesmede ise dışsal GA_3 uygulamalarının uyarıcı etkisi büyüktür.

Burada dikkate edilecek nokta, dinlenmeyi kontrol altına alabilmek için uygulanan değişik dışsal uygulamaların dinlenme olayında rolü olan faktörler üzerine ne gibi etki yaptıklarıdır. Bu

konuda yapılan bir araştırmada, dinlenmeyi kısaltan ve sürmeyi çabuklaştıran dışsal BA (Benzladenine)'nin tomurcuklardaki büyümeyi kısıtlayıcı maddelerin miktarlarını azalttığı ve böylece dinlenmenin kalktığı bulunmuştur. Böylece esas olarak dinlenmenin mekanizmasında bünyedeki büyümeyi engelleyici maddeler ile uyarıcı maddelerin artıp eksilmesi ve birbirlerine olan nispi yükseklikleri rol oynadığı anlaşılmaktadır. Dinlenme durumu dediğimiz dönemde engelleyicilerin, sürme hazırlığı dediğimiz dönemde ise uyarıcıların baskınlığı söz konusudur.

Böyle büyümeyi düzenleyici maddelerin dışında dinlenmeyi etkileyen ve mekanizmasında rol oynayan daha birçok maddeler vardır. Bunlardan en önemlileri karbonhidratlar, yağlar, amino asitler ve enzimlerdir. Doğal olarak dinlenmenin yıllık seyrinde ve dıştan bazı etkiler altında, bu maddelerin farklı bitkilerin çeşitli organlarındaki durumları da farklı olabilmektedir. Örneğin, armutlarda yapılan bir çalışmada, kış dinlenmesi esnasında sürgünlerde fazla miktarda organik asit topladığı, yağ asitlerinin arttığı, yağların hidrolize olduğu, nişasta ve suda eriyebilir karbonhidratların azaldığı, oysa diğer polisakkaritlerin ve şekerin arttığı saptanmıştır. Odunsu bitkilerde yapılan birçok çalışma, genel olarak bitki bünyesindeki yağların dinlenmenin en derin olduğu dönemlerde ve özellikle soğukların artığında buna paralel olarak arttığını göstermektedir. Dinlenmenin kırılmasında ise protoplazmik alanda lipid-lipoid tabakasının zararlandığı, respirasyonun arttığı ve amino asitlerin toplandığı görülmektedir. Böylece proteinler de dinlenmenin bitiminden itibaren ve özellikle bahara doğru artmaktadırlar. Dinlenme periyodu boyunca bitki bünyesinde RNA ve DNA'nın da değişiklik gösterdiği, örneğin, *Betula pubascens* ve *Syringa vulgaris* tomurcuklarında bu maddelerin dinlenme devresinde daha az dinlenme dönemi dışında daha yüksek miktarda olduğu görülmektedir.

Dinlenme periyodu içinde çevre sıcaklıklarına bağlı olarak bitki bünyesindeki çeşitli bileşiklere ilişkin enzimlerin aktiviteleri de değişmektedir. Örneğin, bazı bitkilerde dinlenme esnasında soğukların artışına paralel olarak katalaz ve hidoralazların artışı görülmektedir.

Bitki büyüme ve gelişmesinde ayrı bir önemleri olan azotlu maddelerden amino asitlerin dinlenmede de ilginç rolleri vardır. Genel olarak vegetasyon periyodunun sonuna doğru ve dinlenmeye giriş esnasında ve dinlenme anında protein sentezi en düşük düzeydedir. Fakat dinlenmenin bitimi ile birlikte bitki bünyesindeki protein sentezi süratle yükselmektedir. Ancak, amino asitlerin adedi ve birikimi ile protein sentezinin şiddetinin şiddeti cinsler, türler ve hatta çeşitler arasında çok farklı olmaktadır.

Temel olarak kabul edilmesi gereken ortak nokta, zamanımızda bilinen veya bilinmeyen içsel büyümeyi düzenleyicilerle birlikte, bazı depo maddeleri ile organik-inorganik diğer bileşiklerin çeşitli etkenlerle miktar veya nispi olarak azalışları, çoğalışları veya şekil değiştirmelerinin dinlenmenin mekanizmasını oluşturduğudur. Ancak bu faktörlerin dinlenmenin mekanizmasındaki rolleri tek başlarına değil, gerek birbirleri ile, gerek dış koşullar ve uygulamalar ile karşılıklı etkileşerek ortaya çıkmaktadır.

4.2. Çimlenme, Sürme ve Köklenme

Dinlenmenin kesilmesi, bir tomurcukta o tomurcuğun uyanıp sürmesi ile, bir çekirdekte de çimlenme ile anlaşılır. Hangi ortamda olursa olsun dinlenmenin bitişi ile o organın, büyüme ve gelişmesini gözle görülür bir şekilde devam ettirdiği görülür. Böylece çimlenme, sürme ve köklenme olayları ortaya çıkar. Burada da tıpkı dinlenme olayında olduğu gibi birçok faktörün etkisi söz konusudur. Çimlenme, sürme ve köklenmenin gerek hızı ve gücü yönünden, gerek oranı yönünden gösterdiği değişiklikler o bahçe bitkisinin tür ve çeşidine bağlı olduğu gibi, çevre koşullarına ve bünyesel diğer birçok faktöre de bağlıdır.

4.2.1. Çimlenme Koşulları

Çimlenme biyolojik anlamı ile tohum embriyonundan, uygun koşullarda tohumun normal bir bitki oluşturabilme yeteneğini belirten gerekli yapıların, organların çıkması diye tanımlanır. Bir tohumun gömleğinden “radikula”nın yani kökçüğün belirimi tohumda çimlenme olayının en önemli kriteri olarak kabul edilir.

Çimlenme olayında gözle görülebilen belirtilere paralel olarak birçok biyokimyasal olayların da oluştuğu bilinmektedir. Ancak, bu olayların kapsamları ve mekanizmaları eksiksiz ve tam olarak henüz açıklanmış değildir. Bu yöndeki yoğun araştırmalar, çimlenmede en tipik metabolik değişikliğin, solunum şiddetlenmesinde olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak, çimlenmede şiddetlenen solunum anında alınan oksjen (O_2) ile hava verilen karbondioksit (CO_2) ve buna göre değişen solunum katsayısı tohumdan tohuma çok geniş farklılıklar göstermektedir. Fakat, esas olarak bir tohumda çimlenmenin belirebilmesi için öncelikle tohum tarafından su emilmesi gerekir. Sonuçta tohumda hacim artışı ve tohum gömleğinde de hidratasyon artışı ortaya çıkar. Tohum gömleğinin hidratasyonu ise, özellikle oksijen ve karbondioksit permeabilitesini arttırır. Tohum gömleğindeki su ile şişme ve hacim artışı sonucu birçok durumda tohum gömleği yırtılır, böylece kökçük dışarı uzanır ve çimlenmenin ilk belirtisi gözle görülür. Çimlenmedeki önemli metabolik değişmelerden biri de hidratasyon artışı ile enzim aktivitesinin yükselmesidir. Gerçekten tohumda

bulanan ve bulunmayan fakat çimlenme ile oluşan çeşitli enzimlerin iş görücülüğünde, çimlenme ile beraber önemli bir artış görülür. Tabii burada çok sayıda içsel ve dışsal etkenler vardır. Bu konuda özellikle bitkinin içsel büyüme maddelerinden gibberelinlerin, enzimlerin sentezindeki önemli etkileri görülmüştür. Enzim aktivitesinin yükselişi, enzimlerin tohumdaki şişme ile beraber embriyoda tohum endospermine hareket edişleri ile belli olur. Böylece endospermdeki depo gıdaların sindirilip parçalanarak ve eriyebilen hale dönüştürülerek embriyo büyümesine yardımcı olmaları sağlanır.

Bir çekirdeğin veya bir tohumun dinlenmeden çıkması ve çimlenebilmesi için enzim hareketinin artması, depo maddelerinde karbonhidratların şekerlere, suda erimeyen proteinlerin amino asitlerine çevrilmesi gerekir. Dinlenmeden çıkarak çimlenebilme için ilk koşul, çekirdeğin uygun çevre koşullarında (sıcaklık, ışık, nem vs.) su alabilmesidir. Böylece bünyede birbirini izleyen birçok biyokimyasal olay sonucu çimlenme gerçekleşir. Ancak, bazen nemli tutulan ve yaşayan çekirdekler uygun sıcaklık ve diğer uygun koşullarda da çimlenemezler, bu durumda şu nedenler akla gelir:

a. Tohum kabuğu son derece geçirimsizdir, böylece su embriyoya ulaşamaz, sonuç olarak embriyo gelişemez ve kabuğu yırtamaz,

b. Kabuk, çimlenmeyi engelleyici maddeler taşımaktadır.

c. Embriyo gerçek dinlenmededir.

d. Embriyo henüz gelişmemiştir.

Öte yandan bazı tohumların çimlenememesinde aynı zamanda başka nedenler de olabilir. Örneğin, *Lepidium virginioum* ‘un çekirdekleri karanlıkta çimlenemezler. +20°C’de birkaç dakika süre ile ışık verildiğinde ise, yaklaşık tohumların üçte biri çimlenir (3).

Çimlenme üzerinde tohum kabuğunun yani testanın etkisi çok önceleri anlaşılmıştır. Tohum kabuğunun kalınlığı ve yapısının sertliği çimlenme üzerine olumsuz yönde etki yapmakta, uygun koşullarda bile embriyonun bu sert kabuğu delerek dışarı çıkması çok geç olmaktadır. Sonuç olarak, hiçbir uygulama görmemiş böyle çekirdeklerin çimlenme süreleri uzamakta ve çimlenme oranları da çok düşük olmaktadır. Tohum kabuğunun bu negatif etkisi mekanik engellemesinin yanında çok kere suya, oksijen ve karbondioksite karşı geçirimsiz oluşları ve bünyelerindeki inhibitör tipi, yani büyümeyi kısıtlayıcı yapıdaki bitki büyüme maddelerinin varlığı ile açıklanmaktadır. Doğada bu etkilere ıslanma, kuruma, toprakta bulunan mikroorganizmalar, sıcaklık, yağmur ve ışık gibi faktörlerle karşı konulmaktadır. Kuşkusuz tohum kabuğunun bu etkileri, yani çimlenmeye olan

engellemesi, belirlenmiş yapay yöntemlerle daha süratli ve etkili bir biçimde ortadan kaldırılmaktadır. Bu ilkeler sert çekirdekli tüm bahçe bitkileri için geçerlidir.

Tohumlarda genellikle canlılığın kanıtlanması ve çimlenmenin olabilmesi için teme olarak kabul edilen birçok biyokimyasal olayın başlaması gerekir. Bu ise, olgunluk anında kendilerinde bir miktar var olan suya ek olarak tohumların ortamdan gene su almalarına bağlıdır. Genellikle tohumların suda ıslatılmaları ile çimlenmenin çabuklaştığı görülmektedir. Burada ise, fizyolojik etkisinin yanında özellikle sert kabuklu çekirdeklerin kabuklarını yumuşatma yönünden de ayrı bir anlam taşır.

Ortam sıcaklığı da çimlenme için etken olan önemli bir faktördür. Ancak özellikle sert çekirdekli bazı bahçe bitkilerinde, çekirdeklerin sağlıklı çimlenebilmesi için önce düşük sıcaklıklarda tutulmaları gerekir. Dolayısıyla sıcaklık faktörünü a) Düşük sıcaklıklar ve b) Çimlenme sıcaklıkları olarak ayrı ayrı incelemek gerekir.

Özellikle sert çekirdekli birçok bahçe bitkisinde tohumlar önce belli bir süre düşük sıcaklıklarda ve çoğu kez "katlama" denilen uygulamalarla nemli bir ortamda tutulurlar (10). Genellikle katlama süresi uzadıkça çimlenme oranı artar. Ancak, çekirdekleri her tür ve çeşit için optimum olan belli katlama sürelerinde tutmak en doğrusudur. En uygun düşük sıcaklıklar ise çoğu kez 0 ile +10°C'ler arasındaki, örneğin üzüm çekirdeklerinde +5°C'de 3 ay katlanmaları yeterli olmaktadır. 0°C'nin altındaki daha düşük sıcaklıklar ise, çekirdeklerde çimlenmeyi indüklemek bir yana sekonder derecede bir dinlenmeye sebep olmaktadır. Bu durum fizyolojik olarak ortamdaki suyun donması ile açıklanabilir.

Sağlıklı ve yüksek oranlı bir çimlenmeyi oluşturabilmek için çekirdeklerin soğuklatılmaları veya katlanmaları ile bünyelerindeki "promotör" yani "uyarıcı" rol oynayan bitki büyüme maddelerinden gibberellinlerin arttığı ve "inhibitör" yani "kısıtlayıcı" rol oynayan bazı bitki büyüme maddelerinin, özellikle ABA'nın azaldığı saptanmıştır. Bu durum birçok sert çekirdekli bahçe bitkisinde (üzüm, zerdali, vişne gibi). Böylece, soğuklama ve katlama uygulamalarının fizyolojik etkileri ile çekirdeklerin bünyelerindeki promotör tipi maddelerin arttığı, inhibitör tipi maddelerin ise azaldığı ve daha sonra çekirdeklerin getirildikleri uygun çimlenme sıcaklıklarında çimlenebildikleri ortaya çıkmaktadır (18, 30).

Çimlenme sıcaklıkları ise, her bitki tür ve çeşidinin çekirdeklerinin özelliğine göre değişir. Örneğin, üzüm çekirdeklerinin çimlenebilmesi için genellikle +25°C'lik sıcaklığın, karnabahar tohumları için ise bazen +10 ile +14°C'lik sıcaklıklar yeterlidir.

Cetvel 13. Değişik Bazı Sebze Tohumlarında Çimlenme Sıcaklıkları (35).

Bitki Türü	Çimlenme Sıcaklıkları (°C)		
	Minimum	**Optimum**	**Maksimum**
Soğan	1 – 2	15	30
Baş salata	3 – 5	15	25
Havuç	4 – 5	22	30
Lahana	2 – 3	25	35
Fasulye	10	32	37
Kabak	10 – 15	37 – 40	44 - 50
Hıyar	16 – 19	31 – 37	44 - 50
Kavun	16 – 19	30 – 40	45 - 50

Çimlenmenin uyarılmasında veya engellenmesinde ışığın da rolü vardır. Çekirdeklerin ışığa olan duyarlılıkları su alma müddeti, sıcaklık, tohum kabuğunun yapısı ve depolama süreleri gibi faktörlerin etkisi ile çok değişik durumlar gösterirler. Işık, tohumların çimlenmesini bitki türüne göre uyarır, etkisiz kalabilir ve kısıtlar. Keza, ışığın cinsi de çok önemlidir. Örneğin, marul tohumlarında kırmızı ışık çimlenmeyi hızlandırmakta, kızıl ötesi ışınlar ise engellemektedir.

Çekirdeklerin çimlenmelerine etken olan fiziksel faktörlerden biri de oksijen (O_2)'dir. Oksijen gereksinimi, ilk planda embriyonun yaşamını sürdürebilmesi, daha sonra ise çimlenme olayının oluşabilmesini sağlayacak kimyasal reaksiyonlar için gereklidir. Tohumlar nemli ortam buldukları zaman su gereksinimleri yeterince karşılanır. Ancak bu su, fazlalaşınca embriyonun gereksinimi önemli ölçüde kısıtlanır, yani oksijen alımı zorlaşır. Böylece çimlenme engellenir.

Cetvel 14a. Hamburg Misketi Üzüm Çeşidi Çekirdeklerinde Çimlenme Oranı Üzerine Katlama Uygulamaları ile GA_3 Uygulamalarının Etkileri (6)

Uygulamalar (GA_3)	Katlama Süresi				
	0	**30**	**60**	**90**	**120**
0	6.000	15.33	30.00	37.33	41.33
100	4.000	28.00	48.33	51.00	48.00
1000	8.000	48.00	80.00	78.00	76.77
2000	24.000	48.30	88.70	73.70	82.67

Cetvel 14b. +3°C'de Çeşitli Süreler Katlanan Zerdali Çekirdeklerinde Çimlenme ve Çatlama Oranları (30)

Katlama Süresi (gün)	**Çimlenen Çekirdek Oranı (%)**	**Çatlayan Çekirdek Oranı (%)**	**Çimlenen ve Çatlayan Top. Çekirdek Oranı (%)**
14	-	-	-
28	-	-	-
42	-	7.27	7.27
56	3.65	15.98	19.65
70	32.54	21.23	53.77
84	59.13	18.75	77.88
98	75.45	6.59	82.04

Son yıllarda çekirdeklerin çimlenmelerini kolaylaştırmak ve oranlarını arttırmak için çeşitli hormonal yapıda sentetik kimyasal maddeler de kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin bu konuda, Gibberellik asitin (GA_3), Thioureanın, Morphoctinin, Kinetinin etkilerinden bahsedilebilir. Aynı şekilde bunların dışında çimlenmeyi kolaylaştırmak için alkol, sülfirik asit, etilen klorhidrin, potasyum nitrat, sodyum hidroksit gibi maddeler de zaman zaman kullanılmaktadır (6, 10).

4.2.2. Sürme ve Koşulları

Bahçe bitkilerinin, dallanarak kendi morfolojik yapılarını kurmaları ve ürünlerini oluşturabilmeleri için büyümeleri gerekir. Genel olarak bitkilerde büyüme yerleri, toprak üstündeki kısımlarda tomurcuklar, toprak içinde ise kökler ve kök uçlarıdır. Keza, kök, gövde ve dalları kaplayan kabuk ile odun kısmı arasında kalan kambiyum tabakası da diğer bir büyüme yeridir. Tomurcuklar ve kök uçları uzunlamasına yani boyuna büyümeyi, sağlar. Bitkilerde uzunlamasına büyüme toprak üstünde tomurcukların sürmesi ile olur. Tomurcukların ve bunlardan oluşan sürgünlerin sürme gücü genellikle bulundukları yere bağlıdır. Örneğin, meyve ağaçlarında sürgünlerin ucundaki "tepe gözler" daha kuvvetli sürerler. Ortadaki doruk dalın tepesindeki "doruk gözü" ise en kuvvetli bir şekilde sürer. Çam, köknar gibi iğneli ağaçlarda doruk gözü çok kuvvetli sürerek, doruk dalının ağacın ana gövdesi şeklinde uzamasını sağlar. Bu doruk göz zararlarınsa veya kesilirse, yan gözler bunun yerini tutamaz. Oysa, meyve ağaçlarında ve yayvan taçlı yapraklı süs ağaçlarında doruk gözü kesilirse, en üstteki yan göz bunun yerini tutar. Bu ağaçlarda dalların ucu baş aşağı bükülürse, büküntünün en üst kısmındaki gözler, aşağıya dönmüş tepe gözlerinden daha kuvvetli sürerler.

Sürme, bir tomurcuğun uyanması ile gözle görülebilir gelişme göstermesidir. Bitkinin içsel canlılık olaylarının dışsal ilk belirtisidir. Kapsamının ve yapısının özelliğine göre tomurcukların sürmesi sonucu sürgünler, yapraklar veya çiçekler oluşur. Bahçe bitkilerinde sürme, bütün mevsimlerde sürekli ve aynı kuvvette devam etmez. Bu, çok yıllık odunsu bitkilerde büyük ölçüde dinlenmenin durumuna ve ekolojik koşullara göre değişir. Genellikle, ilkbaharda havalar ısınmaya başladığı zaman, tomurcuklar sürmeye başlar. İlkbaharda ağaçlardaki yedek besin maddelerinin de bol olarak sarf edildiği bu zamanlarda sürme kuvvetli olur. Bahar sonuna doğru, sürme kuvveti azalır veya yavaşlar. Bu arada sürgünlerin ucunda tepe gözleri oluşmaya başlar. Meyve ağaçlarında Haziran'a doğru sürmede ikinci kez olarak hafif bir hareket görülür. Fakat yaz ayları içinde sürme durur. Sonbahar aylarında ağaçlara fazla su verilirse sürme yeniden canlanır. Fakat, bu zamanki sürme ağaçlar için zararlıdır. Zira, o mevsimde ağaçta toplanmakta olan yedek besin maddeleri harcanır, aynı zamanda geç sonbahar aylarında süren dallar olgunlaşmazlar ve hatta kış soğuklarından zarar görürler (12, 14, 28).

Bağlarda tomurcukların sürmesi de, doğal olarak normal koşullarda tıpkı meyve ağaçlarının birçoğunda olduğu gibi ilkbahar aylarında görülür. Bu mevsimde süren tomurcuklar, bir sene önce oluşmuş ve belli ayrım periyotlarından geçerek ertesi senenin ilkbaharından gelen tomurcuklardır. Bunlar "kışlık tomurcuk" adını alırlar. Bu tomurcukların sürmesi ile oluşan "yazlık sürgünler" üzerinde iki tip tomurcuk gelişir. Biri, gene ertesi sene sürecek olan kışlık tomurcuklardır, öteki aynı vejetasyon içinde sürebilme yeteneğinde olan "aktif tomurcuklar"dır. Aktif tomurcuklar oluştukları sene içinde sürerler ve sürgünlerine "koltuk sürgünleri" adı verilir.

4.2.3. Köklenme ve Koşulları

Bilindiği gibi anatomik açıdan ele alınırsa, embriyoda radikula hücrelerinin devamlı bölünerek kökçük oluşturduğu ve büyümeye başladığı görülür. Genç bir kök ucu incelenirse, kaliptranın örttüğü uç kısmında çok yoğun meristematik bir faaliyet bölgesi ayırt edilir. Bunun en yeni bölgesi "promeristem" olarak isimlendirilir. İşte, kökçüğün uzaması esnasında promeristemin farklı bölgelerinde bulunan hücreler genişler ve farklılaşırlar. Böylelikle kökün yapısına katılan çeşitli dokular (merkezi silindir, korteks, epidermis vs.) prometisteme oldukça yakın bölgelerde belirirler.

Orijinlerine göre kökler, çekirdeklerden oluşan "çim kökleri" ve gövde, dal, sürgün veya çeliklerden oluşan "adventif kökler" diye ikiye ayrılırlar. Birçok bitkilerde adventif köklerin oluşumu tamamen çelik hazırlandıktan sonra başlar. Gövde çeliklerinde genellikle, adventif

köklerin çoğunun çıktığı yerin, meristem hücresi olma yeteneğinde, iletken dokuların hemen dışında ve arasında bulunan, gruplar halindeki hücreler olduğu bulunmuştur. Kök başlangıcı adı verilen bu hücre grupları bölünmeğe devam ederek sonradan kök taslakları haline geçen birçok hücre grupları oluştururlar. İşte bu gruplar adventif köklerin başlangıcıdır. Hücre bölünmesi devam eder ve kısa zamanda her hücre grubu bir kök ucu görünüşü alır. Kök ucu, korteks ve epidermis içerden dışarı doğru büyüyerek dışarı çıkar. Kök ucu, korteks ve epidermis köklerin endogen olarak oluştuğu, başka bir deyimle, gövde dokusu içinde doğarak dışa doğru büyüdüğü anlaşılmış olmaktadır (31).

Genç gövdelerde kök başlangıçları iletken doku sisteminin dış tarafına yakın yerde, yaşlı gövdelerde ise derinde ve çoğu kez iletken doku kambiyumuna yakın yerde oluşurlar. Bir veya daha fazla tabakadan yapılmış sekonder ksilem ve floemin var olduğu çok yıllık odunsu bitkilerden yapılan çeliklerde, kökler çoğu kez sekonder floem dokularından meydana gelir.

Bazı bitkilerde kök yerleri gövdenin gelişmesi sırasında oluşur, bunlara "önceden oluşmuş kök yerleri" adı verilir. Bunlar, gövdeler çelik haline getirilip, kök yerlerinden adventif köklerin çıkması için elverişli koşullarda konuluncaya kadar dinlenme halinde kalırlar. Böyle önceden oluşmuş kök yerlerine kavak, yasemin, frenk üzümü gibi kolay köklenen bazı bitkilerde rastlanır. Bazı yaşlı ayva ve elma çeşitlerinde bu önceden oluşmuş uyur gözler, genellikle "dikenli düğüm" adı verilen şişkinliklere neden olurlar. Ayvanın yaşlı gövdesinde önceden oluşmuş köklerin varlığı bir denemeyle meydana çıkarılabilir. Eğer çelikler 1 yıllık çelik ve bunun dibinde 2 yıllık odundan bir kısımla yani "dipçikli" olarak yapılırsa (bu durumdan önceden oluşmuş kök yerleri çeliğin tabanındadır) bunlarda, dipçiksiz, adi çeliklerindekine oranla çok daha fazla kök oluşumu sağlanmış olur (31).

Bazı durumlarda, çelikler yapılıp köklenme için uygun koşullardaki ortama konduklarında, çeliğin dip kısmında bir kallus tabakası oluşur. Bu tabaka parankima hücrelerinin düzensiz bir şekilde yığılmasıyla oluşur.Her ne kadar korteks ve özdeki çeşitli hücrelerde kallus oluşumuna katılırlarsa da, bu tabaka esas olarak doku kambiyumu ve buna bitişik floem bölgesinden doğar. Çoğu kez ilk kökler bu kallustan çıkar. Bu yüzden köklenme için kallus oluşumunun zorunlu olduğuna inanılır. Çoklukla kallus ve kök aynı zamanda oluşmaktadır, çünkü her ikisinin de gelişmesi birbirine benzeyen iç ve dış koşulları gerektirmektedir. Bununla beraber, esas olarak kallus ve kök oluşumu birbirine bağlı olmayan ayrı iki olaydır.

Oksinler, bitkilerdeki birçok olayı düzenleme ve öteki bitki hormonları üzerine etkili olma bakımından bir çeşit "ana hormon" olarak görev yaparlar. Gövde büyümesi, yan gözlerin sürmesini önlemek, yaprak ve meyvelerin daldan kopması, meyvelerin gelişmesi, kambiyum hücrelerinin faaliyete geçmesi ve daha birçok fizyolojik olayda rol oynadıkları gibi köklenme olayında da önemli görev yaparlar. Yapılan birçok araştırmada, kimyasal testlerin bütün aşamalarında, kök oluşturma aktivitesinin oksin aktivitesini izlediği ve böylece kök oluşumuna neden olan maddenin ya oksinle aynı veya ona çok yakın yapıda olduğu sonucu bulunmuştur. Daha sonra ise yapılan deneylerde, sentetik IAA'nın (Indole Asetik Asit) çeliklerin köklenmelerini hızlandırdığı ve arttırdığı anlaşılmıştır. Keza bunu takiben, gene oksin olan NAA (Naftalen Asetik Asit) ve IBA (Indole Bütirik Asit)'nın da kök oluşumundaki uyarıcı etkileri ortaya konulmuştur.

Öte yandan, bazı araştırıcılarca köklenmede rol oynayan bir diğer maddenin de "rizocolin" olduğu ve bunun yapraklarda oluştuğu belirtilmektedir. Bu teoriye göre rizocolin (rizokolin), oksin etkisiyle çeliklerin dip kısmında toplanmakta ve böylece buradan da kökler oluşmaktadır. Yapılan araştırmalar, yaprakların çeliklerin köklenmesi üzerine önemli ölçüde etki ettiğini ortaya koymuştur. Hatta bu konuda Alman fizyologu Sachs, kök oluşumunu sağlayan maddelerin yapraklarda yapıldığı, buradan aşağıya, gövdenin tabanına doğru hareket ettiği ve orada kök oluşumunu uyardığı tezini ortaya atmıştır. Bahçe bitkilerinden bazılarında (böğürtlen, asma) yapılan araştırmalar, çeliklerin köklenmesinde kuvvetli süren tomurcukların ve yaprakların büyük ölçüde etki ettiğini ve hatta uyardığını göstermiştir (8, 31).

4.3. Tepe Hakimiyeti

Bitkilerde tepe tomurcuğu ile koltuk tomurcukları ve yan sürgünler gelişimi arasında sıkı bir ilişki vardır. Bu ilişki tepe tomurcuğunun (uç tomurcuğun), koltuk altı tomurcuğu ve yan sürgünler gelişimi üzerindeki etkisi ile, yani baskınlığı ile, tanımlanan "apikal dominans" olayı ile tanınır. Bu olay aslında çok eskiden beri bilinmektedir. Bahçe ile uğraşan birçokları bilir ki, bir bitkinin tepesini kopardıklarında dallanma ve yeni sürgün verimi artmaktadır. Gerçekten de birçok bitkide, koltuk tomurcukları (aktif tomurcuklar, lateral tomurcuklar), tepe tomurcuğu aktivitesine devam ettiği sürece hareket göstermezler ve adeta dinlenmede kalırlar. Ancak sürgünün apikal, yani uç kısmı kesildiğinde kurur veya yaralanırsa; koparsa, koltuk tomurcuğun yani aktif tomurcuğun inaktif hali bozulur ve hızlı sürerek büyüme ve gelişme gösterir. Bazı bahçe bitkilerinde ise aktif tomurcuklar tepe tomurcuğu kopmaksızın, uzaklaştırılmaksızın da sürmektedir. Ancak bu büyüme ve gelişme her bahçe bitkisinin tür ve çeşidine göre değişmekle beraber çoğunlukla yavaş olur. Böyle bitkilerde de keza sürgün ucu, tepe tomurcuğu kesildiğinde yine yan sürgünlerin yani, aktif

tomurcuklardan süren koltuk sürgünlerinin derhal süratli bir büyüme ve gelişme gösterdiği görülür (5).

İşte tepe tomurcuğunun, diğer tomurcuklarından ve bunlardan süren yan sürgünlerin (koltuk sürgünlerinin) büyüme ve gelişmesi üzerindeki bu etkisine yukarıda da belirtildiği gibi "apikal dominans" veya "tepe hakimiyeti" denir. Tepe tomurcuğunun kopması ile başlayan büyüme ve gelişme hızlanışı olayına da "apikal dominansın çözülmesi", "tepe hakimiyetinin kalkması" denir.

Görülüyor ki, bitki üzerinde tepe tomurcuğu varken genel olarak diğer yan tomurcukların gelişmesi engellenmektedir. Bu engelleyici etki tepeden aşağı doğru indikçe azalır. Ancak, tepe tomurcuğunun bu etkisi yukarıda belirtildiği gibi bitki tür ve çeşidine göre çok değişir. Bazı bitkilerde aktif yani koltuk tomurcukları tepe tomurcuğunun etkisi ile hiç sürmezken, bazı bitkilerde ise sürebilmektedirler. Ayrıca birçok otsu ve odunsu bahçe bitkilerinde, bitki yaşının ilerlemesi ile, başlangıçta çok kuvvetli olan tepe tomurcuğu etkinliğinin gittikçe zayıfladığı da gözlenmiştir.

Bu olayın nedenleri üzerinde birçok görüş vardır. Örneğin, her tomurcuk ve yaprağın engellenmeye neden olan belli bir aktif madde yaptığı, bu maddenin onu oluşturan merkezle beraber kaldırılmasından sonra, etkisi altında bulunan organların serbest hareket edebildikleri düşünülmüştür. Daha sonra bu düşünce ve görüşlere birçok araştırmadan alınan sonuçlar da eklenerek olayın açıklanması; beslenme ile ilgili "trofik teori" ve hormonal ilişkilere dayalı "oksin teorisi" ile yapılmaktadır. Trofik teorisinde esasında araştırıcılar, kuvvetli ışık ve fazla azotlu ortamda yetişen bitkilerde apikal dominansın çok zayıf, zayıf veya az ışık ve az azotlu ortamda ise apikal dominansın kendini kuvvetli hissettirdiğini belirtmektedirler. Dolayısıyla, apikal dominansinin azot beslenmesi ve ışık ile sıkı ilişkisi ortaya çıkmıştır. Daha sonra ortaya atılan "oksin teorisini"nde ise olayın oluşmasında hormonal bir mekanizmanın da etken olduğu saptanmıştır. Örneğin bakla (*Vicia faba*) bitkisinin kesilmiş sürgün ucuna uygulanan IAA tıpkı tepe tomurcuğu varmış gibi etki göstermiştir. Ancak son yıllardaki olayda, oksinlerin yanında sitokininlerin, gibberellinlerin ve absizik asitin de rolü saptanmıştır.

4.4. Çiçeklenme ve Fotoperiyodisite

Bahçe bitkilerinin yetiştiriciliğinde verim ve kalite gibi faktörlerin başta geldiği daha önce çok kez tekrarlanmıştır. Verim ve verimlik temel olarak çiçeklenme gibi generatif bir karakter ile bağlantılıdır. Birçok bahçe bitkisinde çiçeklenme olayı ürün oluşturma yönünden çok önemlidir. Bu durum gerek odunsu, gerek otsu bahçe bitkilerinde ayrı ayrı özellik gösterebilir. Burada özel durumlar açıklanmamakla beraber, çiçek tomurcuğu oluşumu hakkında birçok görüş olduğunu

belirtmekte yarar vardır. Bunların ortak yönleri dikkate alındığında, çiçek tomurcuğu oluşumunda veya çiçeklenme olayında bir veya birkaç faktörün yalnız başlarına rol oynamadığı, çeşitli maddelerin çeşitli çevre koşullarının ve bünyesel özelliklerinin direkt veya indirekt rol oynadığı anlaşılır. Yapılan araştırmalar sonucu çiçek tomurcuğu oluşumuna ve çiçeklenmeye, sulama, gübreleme, karbon asimilasyonunu azaltmak veya arttırmak, ışıklama veya gölgeleme, seyreltmeler, bilezik alma, boğma ve diğer yaz budamaları, anaç-kalem ilişkisi, dışsal hormon uygulamaları gibi daha birçok konuların etkisini ortaya koymuştur.

Genellikle kabul edildiğine göre, meyve ağaçlarında çiçek tomurcuklarının oluşmaya başlaması için vegetatif büyümenin durması veya hiç olmazsa yavaşlaması gerekir. Çiçek tomurcuğu oluşumu üzerinde yapılan araştırmalar, ayrım zamanının genellikle, bulunulan bölge için daha çok havaların oldukça sıcak, bağıl nem yüzdesinin düşük gün uzunluğunun dolayısıyla, güneşlenme süresinin uzun olduğu tarihlere rastladığını ortaya çıkarmıştır. Bu zamanlarda yapılan aşırı derecedeki sulamalar veya bitkinin yaşamasına engel olacak veya onu zorlaştıracak kadar az miktardaki su, ayrım zamanı üzerine kuvvetle etki yapmaktadır. Daha önce gerek "morfolojik ayrım", gerekse "fizyolojik ayrım" konularında gerekli açıklamalar yapıldığından burada bunlar tekrarlanmayacaktır.

Morfolojik ayrımdan sonra bir çiçek tomurcuğunun büyüme konisindeki gelişmeler izlenecek olursa, kabarmış olan bu kısımdan önce çanak yapraklara, daha sonra taç yapraklara, erkek organlara ve son olarak da dişi organlara ait boncuksu kabarıkların oluştuğu görülür. Ancak, bu organ taslaklarının oluşumunun 3-4 ay gibi uzun bir zaman aldığını da unutmamak gerekir. Çiçek tomurcuğu bu safhaya ulaştığı zaman havalar nispeten serinlemiş ve yaprak dökümü başlamıştır. Bu arada tomurcuklar gerçek dinlenmelerine ve kış dinlenmelerine girerler. Kış dinlenme devresinde tomurcuklardaki organ taslaklarında gelişme ya hiç olmaz veya çok az olur. İlkbaharda ise bütün organ taslaklarında hızlı bir büyüme ve gelişme görülür. Bu büyüme ve gelişmenin hızı birçok odunsu bahçe bitkisinin cins, tür ve çeşidine bağlı olarak kış aylarındaki soğuklama süresi ile yakından ilgilidir (12, 27, 28).

Çiçek tomurcuklarının organ taslaklarındaki gelişme safhalarının başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi için, hem karbonhidratlara, hem de azotlu maddelere gereksinim vardır. Domatesler üzerindeki bazı çalışmalar iyi çiçek tozu oluşumu için, azotlu maddelerden çok karbonhidratların ve verimli embriyo oluşumu için ise karbonhidratlardan çok, azotlu maddelerin önemini göstermiştir. Bunun yanında daha başka bahçe bitkileriyle çalışanlardan bazıları da

çiçeklenme ve meyve oluşumunda hem karbonhidrat ve hem de azotlu maddelerin belirli oranlarda mutlak önemli olduklarını saptamışlardır (27, 29).

Çiçeklenme açıklandığı gibi, oluşan çiçek tomurcuklarının (içindeki çiçek organ taslakları ile), çok yıllık bitkilerin çoğunda ertesi yıl ilkbaharda, patlayıp sürmeleri ve çiçek organlarının açılmaları ile ortaya çıkar. Sebzeler gibi bazı tek yıllık otsu bahçe bitkilerinde ise çiçeklenmenin bu seyri aynı yetiştirme senesi içinde oluşur.

Çiçeklenme zamanı her bahçe bitkisinde ayrı bir özellik gösterir ve de çoğunlukla ilkbaharın gelmesi ile birlikte görülür. Ağaçlarda çiçek açma zamanı senenin gidişine göre erken veya geç olabilir. Bu durum o seneki hava koşullarına göre değişir. Dolayısıyla, bir meyve türüne ait çeşitlerin hepsi de aynı zamanda çiçek açmayabilirler. Buna göre çeşitleri dört gruba ayırmak mümkündür:

a) Çok erken çiçek açanlar,
b) Erken çiçek açanlar,
c) Geç çiçek açanlar,
d) Çok geç çiçek açanlar.

Öte yandan, bir ağaçtaki çiçek açma süresinin uzunluğu da her çeşide göre değişir. Yani, bazı çeşitlerde çiçekler kısa zaman, bazılarında ise uzun bir devrede açarlar. Bu durumda dallanma ve meyve bağlamanın, o yöredeki hava koşullarına büyük ölçüde bağlı kaldığı görülür. Örneğin, erken çiçek açan türler için ilkbahar don tehlikesinin olduğu yerlerdeki tehlikeyi atlatabilmelerinde bu zamanın kısalığı büyük önem taşır.

Çiçeklenme zamanını, döllenme ve iklim koşullarına uyum bakımından büyük önemi vardır. Bilindiği gibi bahçe bitkilerinin birçoğu ürün vermede, yabancı döllenmeye gereksinim gösterir. Yani, böyle çeşitlerde iyi bir meyve tutma için aynı türün başka bir çeşidi tarafından döllenmesi gerekir. Örneğin, elma, armut, vişne, kiraz, badem ve bazı üzüm çeşitleri (Çavuş, Karagevrek, Tahannebi gibi). Bu gibi durumlarda sağlıklı ve yüksek oranda döllenme için çiçeklerin aynı zamanda açılması gerekir Aksi durumda, birinin çiçeği döküldükten sonra öteki çiçek açarsa, karşılıklı döllenme olmaz.

Meyve ağaçları erken çiçek açar ve havalarda tehlikeli olmayacak kadar serine giderse, çiçeklenme uzun sürer ve böylece döllenme de emin geçer. Oysa, çiçek açma zamanı gecikir, sıcak ve kuru havalara kalırsa, çiçeklenme çok daha kısa sürer ve bu yüzden döllenmedeki emniyette azalır. Bu durum, fıstık gibi iki evcikli meyve türlerin oldukça önemlidir.

Öte yandan, erken çiçek açan meyve tür ve çeşitleri ilkbaharın don tehlikesi ile daha çok karşılaşırlar. Don tehlikesi bulunan yerlerde bir meyve ağacı ne kadar geç çiçek açarsa o kadar bu tehlikeyi atlatmış olur. Aynı şekilde diğer ekolojik faktörlerin de çiçeklenme ve döllenmeye çok büyük etkisi vardır. Örneğin, Karadeniz'in yüksek yerlerinde, fındıkların çiçek açtıkları zaman fazla sis olduğundan, döllenme mümkün olmamakta ve bu yüzden fındık içleri boş kalmaktadır. Bunun tersine fazla sıcak olan yerlerde geç çiçek açan fıstık çeşitlerinin, döllenme zamanı kuru rüzgarların tesiriyle dişicik tepeleri kurumakta ve bunun sonucu olarak döllenme olmamakta, yine meyvenin içi boş kalmaktadır.

Bütün bu açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, bir yerde herhangi bir bahçe bitkisinin çiçek açma zamanı donlar, sisler, fazla yağmurlar, sert kuraklıklar, sam yelleri gibi iklim olayları sık sık oluşuyorsa, o bahçe bitkisinden emniyetli ürün almak kolay olmaz ve hatta alınamaz.

Burada her bir bahçe bitkisinin döllenme biyolojilerine ve çiçek özelliklerine ayrı ayrı girilmeyecektir. Zira, her bahçe bitkisinin ilgili derslerinde yetiştiriciliklerindeki özellikler anlatılırken, çiçek biyolojileri de dikkate alınmaktadır.

Bitkilerin çiçeklenmesinde veya herhangi bir diğer fizyolojik olayın ortaya çıkışındaki ışık ihtiyacı veya gün uzunluğunun etkinliği "fotoperiyod" olarak, bu fotoperiyoda bağlı olarak ortaya çıkan fizyolojik olaydaki bitkinin reaksiyonu da "fotoperiyodizm" olarak isimlendirilir. Bir diğer tanımlama ile, değişik ışık periyotlarına göre bitki büyümesinde görülen periyodik değişmeler "fotoperiyodizm"dir. Bitkilerin bu tür davranışlarına aslında ışığın etkin olduğu kadar, karanlığın da veya ışıkla birlikte diğer birçok (sıcaklık, rutubet gibi) faktörün de rolü vardır. Her ne kadar çiçeklenme için temelde kalıtsal özelliklerine de bağlı olan içsel birçok faktör etkili ise de, bazı dış faktörlerle bu olay hızlandırılabilir (erken çiçeklenme) veya yavaşlatılabilir (geç çiçeklenme). Bu faktörlerden ışığın fotoperiyodik etkisi oldukça önemlidir. Aslında bitkinin fotoperiyodik reaksiyonları sadece çiçeklenme olayında değil, vegetatif büyüme, tohum çimlenmesi, yaprak dökümü, olgunlaşma, boy uzaması gibi daha birçok olayda görülmektedir. Ancak, bitki fizyolojisi açısından fotoperiyodizm çiçeklenme olayında daha ağırlıklı bir biçimde görülmektedir. Böylece çiçeklenmenin fotoperiyotlarla kontrolü pratikte kullanılabilir duruma da geçmiştir. Bitkiler gösterdikleri fotoperiyodik özelliklere göre üç gruba ayrılır:

a) ***Kısa Gün Bitkileri:*** Kısa gün koşullarında çiçek açan bitkiler bu gruba girer. Gün uzunluğunun belli bir süreden (kritik gün uzunluğundan) az olduğu koşullardır. Genellikle 10-12-14 saat civarındaki bir ışıklama kısa gün özelliğini verir ve bitkiler bu

özellik altında belli bir süre kaldıktan sonra çiçek açarlar. Örneğin krizantem, poinsettia, fasulye, bazı çiçek çeşitleri bu gruptandır. Bu gruptaki bitkiler istedikleri kısa gün koşullarının aksine uzun gün koşulları içinde veya devamlı ışıkta sadece vegetatif büyüme göstererek çiçeklenmezler.

b) ***Uzun Gün Bitkileri:*** Sürekli ışıklanmanın da söz konusu olduğu, belli bir uzunluğun üzerinde ve oransal olarak uzun ışık periyotlarındaki koşullarda çiçeklenen bitkiler bu gruba girer. Bu gruptaki bitkiler çiçeklenme için kısa gün koşullarında çiçek açan bitkilerden çok daha fazla ışık ihtiyacı gösterirler. Genellikle 14-16 saat veya daha fazla süreli ışıklanma uzun gün özelliği verir. Örneğin ıspanak, kıvırcık marul, bamya, bezelye gibi bahçe bitkileri bu gruptadır. Bu grup bitkiler kısa gün koşullarında yalnız vegetatif büyüme gösterirler, çiçeklenmezler.

c) ***Normal (Nötr) Gün Bitkileri:*** Bu grup bitkiler, çiçeklenmelerinde fotoperiyodik yönden büyük ölçüde bir ayrım ve bağımlılık göstermezler. Hatta bazen duyarsız davranırlar ve gün uzunluğu çok kısa ya da çok uzun olduğunda da çiçeklenebilirler. Bu grup bitkiler için bezelye, domates örnek verilebilir.

Bu üç ana grup dışında bazı bitkilerde çiçeklenme için kısa günleri uzun günler, uzun günleri de kısa günler takip etmelidir. Bu grup bitkiler "uzun-kısa gün bitkileri" ve "kısa-uzun gün bitkileri" olarak tanımlanırlar.

24 saatlik fotoperiyodik çember içinde en kritik bölüm karanlık periyoddur. Kısa gün koşullarındaki bir kısa gün bitkisine karanlık periyodun ortasında kısa da olsa belli bir ışık periyodu uygulanırsa, çiçeklenmenin engellendiği görülür. Oysa, bunun tersi olarak ışıklı periyod esnasında belli bir karanlık periyod uygulanırsa uzun veya kısa gün bitkilerinde pek büyük bir etki her zaman görülmez. Bundan da özellikle kısa gün bitkileri için karanlık periyodun önemi anlaşılmaktadır.

Çiçeklenmede önemli rol oynayan fotoperiyodizmin hormonal metabolizma ile ilişkili olduğu görüşü esas alınmaktadır. Zira, fotoperiyodizm ile çiçeklenmeyi oluşturan biyokimyasal reaksiyonlar arasında (günlük ışık ritmine bağlı olarak) sıkı ilişkiler belirlenmiştir. Ancak her hormon kısa ve uzun gün bitkilerinde aynı etkiyi yapmaz. Örneğin, uzun gün bitkilerinin çoğunda gibberellinler çiçeklenmeyi uyarır, ancak aynı hormon kısa gün bitkilerinde inaktif kalırlar. Bunların yanında, bitkilerin çiçeklenmesinde fotoperiyodizmin ışık-karanlık periyotlarının yanında, ışık şiddeti ve kalitesinin de rolü olduğu anlaşılmıştır. Işık şiddetinin çiçeklenme mutlak gerekli bir faktör

olmadığı, ancak çiçeklenme öncesi ve sonrası gerekli karbonhidrat fazlalığının oluşmasında fotosentezi hızlandırarak etki yaptığı kabul edilir.

4.5. Kısırlık ve Uyuşmazlıklar

Bahçe bitkilerinde çiçek oluşumuna paralel olarak eşey organlarının ve hücrelerinin oluşumu ile döllenme olayının normal olarak ortaya çıkışı, her bahçe bitkisinde aynı biçimde ve aynı sonuçta ortaya çıkmayabilir. Değişik durumlardaki döllenme sorunları da bahçe bitkilerinde farklı şekilde ortaya çıkar (kısırlıklar, uyuşmazlıklar, partenokarpik vb.) ve fizyolojik yönden de kendine özgü karakter taşır. Burada tek tek bahçe bitkilerinin biyolojik sorunlarının ayrıntılarına girilmeyecek, ancak sorunlar tanıtılarak farklılıkları ile fizyolojilerine ilişkin temel bilgiler verilecektir.

Çiçeklerdeki eşey organların oluşmaması veya genetik ve sitoplazmik nedenlerle döllenme ve gamet oluşturma yeteneğinden yoksun bulunmak, kısırlıktır. Uyuşmazlık ise, normal yapıda olan ve döllenme yeteneğinde gametleri oluşturabilen, ancak bazı fizyolojik nedenlerle belli kombinasyonlarda çiçek tozlarını yapamaması, embriyonun gelişememesi, döl yapamamasıdır.

Normal döllenme olayının dışında karşılaşılan anormal durumlarda kısırlıkların, pratik olarak çok büyük önemi vardır, nedeni ve fizyolojileri dikkate alınarak üç kısırlık şeklini incelemek mümkündür.

a) Morfolojik kısırlık,
b) Gamet kısırlık (çiçek tozu veya dişi eşey hücresi kısırlıkları),
c) Kendine kısırlık ve grup kısırlığı (uyuşmazlık)

a) Morfolojik Kısırlık: Bahçe bitkilerinde bu kısırlık eşey organlarının normal oluşamamasından ve yapısal nedenlerden ileri gelir. Bu durumda, örneğin erkek organların iyi oluşamaması yönünden erkek formlar ortaya çıkar. Yetiştiricilikte, erkek organların iyi gelişmemiş dişi formlar yabancı tozlanma sağladığında kullanılabilir. Gerçekten de bugün bahçe bitkilerinin yetiştiriciliğinde bu tip dişi formlu bitkiler vardır. Örneğin bazı şeftali, erik ve üzüm çeşitlerinde (J.H.Hale ve June Elberta şeftalileri, Golden Espero eriği, Çavuş, Karagevrek üzümleri, Osmanlı çileği gibi) bu dişi formlar görülür. Öte yandan morfolojik kısırlık, dişi organın anormal oluşması sonucu ortaya çıkarsa, bu gibi erke formlar yetiştiricilikte değer kaybeder. Böylece çeşitler daha çok süs formları olarak konu olurlar.

b) Gamet Kısırlıkları: Burada konu olan durum, çiçek tozu veya dişi eşey hücresinin kısırlıklarıdır. Yani çiçek tozu veya dişi organ herhangi bir nedenle dölleme ve döllenme

kabiliyetinden yoksundur. Bu tip kısırlıklar iki ana gruba ayrılmaktadırlar; birincisi çiçek tozu (polen) kısırlıkları. İkincisi ise dişi eşey hücrelerinin kısırlıklarıdır. Çiçek tozlarının fonksiyonlarını yerine getirmeleri için her şeyden önce normal çimlenme kabiliyetinin olması gereklidir. Doğada çiçeklerin dişicik tepesi üzerinde çimlenen çiçek tozları (polen), optimum koşullar sağlandığında laboratuvarda yapay olarak da çimlendirilebilirler. Bitkinin türüne göre değişmek üzere, çeşitli ortamlarda ve değişik yöntemlerle çimlendirilen çiçek tozlarının, mikroskop altında incelenmesi ile döllenme kabiliyetlerine ilişkin özellikleri belirlenebilir. Örneğin, çiçek tozlarının biçimleri, çimlenme oranları, çim borularının uzunluğu ve biçimi bu özellikler arasında sayılabilir. Bahçe bitkilerinin üzerinde yapılan çalışmalarda, birçok çeşidin çiçek tozlarının normal olmadığı görülmüştür. Örneğin, çiçek tozları biçim olarak bozuk ve irilikçe farklı olabilmekte, çimlenen oranları çok düşük bulunmaktadır Oluşturdukları çim boruları da bazı çeşitlerde çok düzgün olmasına karşın, bazılarında kısa ve eğri olabilmektedir. İşte gerek çiçek tozlarının, gerek dişi eşey hücrelerinin durumlarındaki anormalliklerin ortaya çıkardığı kısırlıklar çeşitli nedenlerden ileri gelmektedir. Bunlar sitolojik ve fizyolojik kısırlıklar olarak incelenir.

Sitolojik Kısırlıklar: Bu kısırlığın esası, anormal kromozom sayısına dayanır. Adından da anlaşılacağı gibi bitkinin hücre yapısı ile ilgili bir kısırlık şeklidir. Oluşan çiçek tozları veya yumurta hücreleri böyle durumlarda çeşidin kendine özgü haploid kromozom sayısını kapsamazlar. Kromozom sayısı esas sayıdan az veya çok olabilir. Bu durum redüksiyon bölünme sırasında kromozomların eşit sayıda bölünmemelerinden ileri gelir. Bu şekilde farklı sayıda kromozom kapsayan çiçek tozları da çoğunlukla normal çimlenemez, çim boruları gelişemez ve döllenme gücü gösteremezler. Bu tip kısırlığa elma ve armutlarda rastlanmaktadır. Örneğin, gerek armut (*Pirus*), gerek elma (*Malus*) cinsleri *Pomoideae* alt familyasındandır. Bu alt familyada esas kromozom sayısı n=17'dir. Diploid çeşitlerde 2n=34 kromozom vardır. Bunlarda, indirgeme bölünmesinde çift kromozomlar 17'şer 17'şer ayrıldığından çiçek tozu çekirdeklerinde 17 kromozom bulunur. Oysa triploid çeşitler 51 kromozomludur. 51 kromozomlu olan çeşidin redüksiyon bölünmesinde kromozomlor eşit sayıda bölünmezler. Böylece değişik sayıda kromozomlu çiçek tozları oluşur. Dişi eşey hücrelerinin oluşum aşamalarında da bir redüksiyon bölünmesi esastır. Bunlardaki triploid çeşitlerde yine çoğunlukla dişi eşey hücreleri normal olmadığından döllenme olmaz, ancak içi boş çekirdekler ortaya çıkar.

Görüldüğü gibi burada kısırlığın esas nedeni, gamet hücrelerindeki çekirdeklerin oluşumu ile ilgilidir. Bundan dolayı sitolojik kısırlık adını almıştır. Bazı bahçe bitkilerinde görülen bu özellikler kalıtsaldır.

Fizyolojik Kısırlık: Bu kısırlık şeklinde birçok fizyolojik neden rol oynamaktadır. Ancak, büyük oranda beslenme noksanlığı ve beslenmedeki diğer aksaklıklardan kaynaklandığı görülmektedir. Bu durum aynı çeşidin yaşlı ve bol çiçekli bir ağacından alınan çiçek tozları ile, orta yaşlı, iyi beslenme koşulları altındaki bir ağacından alınan çiçek tozlarının karşılaştırmalı çimlendirme denemeleriyle kanıtlanabilir. Bu tip kısırlığa sert çekirdekli meyve türlerinde daha fazla rastlanmaktadır. Ancak, bu kısırlık şekli beslenme koşulları düzeltildiğinde (gübreleme ve iyi bakım) büyük ölçüde önlenebilir. Aynı şekilde, fena beslenme koşulları yumurtalığın da iyi gelişmemesine neden olabilir. Beslenme rejimi düzeltildiğinde yumurtalığın, fonksiyonel hale geldiği ve geliştiği görülür. Öte yandan bu kısırlık şeklinde bünyedeki engelleyicilerin de büyük önemi vardır.

c) Kendine Kısırlık ve Grup Kısırlığı (Uyuşmazlık): Birçok bahçe bitkisinde çiçek tozları kısır olmadıkları halde bunların kendi yumurta hücrelerini dölleyemedikleri görülür. İşte buna "Kendine Kısırlık" veya "Kendine Uyuşmazlık" denir. Eğer bir çeşidin yumurta hücresi diğer bir çeşidin çiçek tozu ile döllenmezse, bu da "Grup Kısırlığı" veya "Yabancılarla Uyuşmazlık" adını alır. Gerek kendine kısırlıkta ve gerek yabancılarla uyuşmazlıkta kısırlığa neden olan, çiçek tozunun çim borusunun normal olarak ilerleyememesi ve yumurtalığa ulaşamamasıdır. Bunun sonucu olarak da döllenme olamamakta böylece kısırlık ortaya çıkmaktadır. Bugüne kadar yapılan araştırmalar bitkilerdeki uyuşmazlığın büyük ölçüde genlerle ilgili olduğunu göstermektedir. Eğer tozlanma sırasında ana ve babadan aynı kısırlık genleri bir araya gelirse, dişicik borusu içinde çiçek tozunun ilerlemesini sağlayan bir ferment meydana gelememekte veya etkili olacak ölçüde oluşamamakta ve bunun sonucu olarak da döllenme olmadığından kısırlık ortaya çıkmaktadır (33). Bu durumlar her bahçe bitkisinde farklı özellikler ile ortaya çıkmakta olduğundan, o bahçe bitkisi yetiştiriciliğinde ayrıntılara girilecektir. Özellikle hormonların meyve tutumu ve verimin arttırıcı yöndeki etkileri her bahçe bitkisinin özelliğine göre verilecektir. Örneğin, Klimantin mandarinin de meyve tutumu ve gelişimi bünyelerinde bulunan oksin, gibberellin ve benzeri maddelerle ABA arasındaki bir dengeye bağladır.

4.6. Partenokarpi ve Apomiksiz

Bitkilerde döllenme olmaksızın tohumsuz (çekirdeksiz) meyve oluşumuna "partenokarpi" denir. Bahçe bitkilerinde bu tip meyve oluşumu yaygın olarak görülmektedir. Örneğin, Yafa ve Washington gibi bazı portakallarda, satsuma mandarini, lamas limonu, muzlar, yeni dünyalar, Trabzon hurmaları ve bir kısım yemeklik incirler ile bazı üzüm çeşitlerinde (korent) yaygın olarak

partenokarpi görülür. Yumuşak çekirdeklilerden de elmalarda ve daha çok armutlarda görülür. Sert çekirdeklilerde pek görülmez (33).

Genel olarak çekirdeksiz meyve oluşumu yeme kolaylığı açısından bazı meyvelerde istenirse de, partenokarpinin istenilmediği ve zararlı sonuçlar verdiği durumlarda vardır. Örneğin, Antep fıstığı, ceviz, fındık, kestane, badem gibi tohum yenilen bazı meyve türlerinde partenokarpi hiç istenmez. Çünkü bunlarda partenokarpi sert kabuktan ibaret içi boş meyvelerin oluşumuna neden olur. Partenokarpiye eğilim genel olarak türlere ve çeşitlere özgü bir durum olmakla beraber, iklimsel koşullara ve beslenme durumlarına da bağlı olabilir. Örneğin, bazı armut çeşitleri serin iklimlerde döllenmeye gerek duyduğu halde, sıcak iklimde partenokarpi meyve yaparlar (Barlett çeşidi). Ayrıca, don olayı da partenokarpiyi uyarıcı etki yapar. Bunların yanında anormal döllenme koşullarında ve çiçek yapıları morfolojik erdişi, fizyolojik dişi olan çeşitlerde, normal meyve tanelerinin yanı sıra partenokarpi taneler de oluşabilir (Çavuş, Karagevrek, Tahannebi üzüm çeşitlerinde olduğu gibi).

Döllenme olmaksızın canlı tohumun oluşmasına da "apomiksiz" denir. Apomiksiz pratikte üç şekil gösterir. Bunlar partenogenesis, apogami ve poliembriyoni'dir. Partenogenetik ve tohum oluşumunda embriyo haploid veya diploid bir yumurta hücresinden ve döllenme olmadan meydana gelir. Buna karşılık apogami de embriyo oluşumu indirgemeye uğramamış bir sinetjit veya antipot hücresinden ortaya çıkar. Poliembriyoni de ise, tohum içerisinde, değişik sayıda ve diploid nusellus hücrelerinden oluşan embriyolar vardır. Burada oluşan tohumlar, döllenme olmadan ana bitkiye ait bir hücrenin gelişmesi ile meydana geldiklerinden, tamamen ana bitkinin özelliklerini gösterir. Bu durum, tohumdan standart anaç materyalinin yetiştirilmesi, virussuz nuseller embriyonlarla bir çeşidin çoğaltılması veya cevizlerde olduğu gibi aşıya lüzum kalmadan çeşidin saf olarak tohumla üretilmesini sağlar ve uygulamada büyük önem taşır.

4.7.Çiçek ve Meyve Dökümü

Bahçe bitkilerinin içinde genellikle çiçeklerin açılmasından sonra, tüm çiçeklerin meyve bağlaması çok zordur. Yani, açılan çiçeklerin hepsi meyve bağlamaz. Gerçekten de eğer bütün açılan çiçekler meyve bağlasalardı bu durum, o bitki için de, yetiştirici için de zararlı olurdu. Yapılan inceleme ve araştırmalar göstermiştir ki, iyi döllenme ve bakım koşullarında bile çiçeklerin ve küçük meyvelerin bir kısmı dökülmektedir. Bir araştırma, elmalarda açılan çiçeklerin %15-20'sinin, armutlarda ise %8-15'nin ağaçta kalan olgun meyveleri oluşturduğunu göstermiştir. Aynı şekilde olgun bir turunçgil ağacı tür ve çeşidine göre 50-100 000 arasında çiçek açmaktadır. Ağaç

için iyi sayılabilecek bir verimde bunların %1-3'ü olgun meyveye dönüşmektedir. Geri kalan dökülmüş gibi görülmektedir. Ancak bu oran küçük meyve ve Haziran dökümlerinden sonra gerçekleşmekte ve ağacın ürünü düzenlemesi olarak kabul edildiğinden, genellikle üzerinde durulmamaktadır. Keza, bazı erik çeşitlerinde açılan çiçeklerin %3,4-4.5'u ağaç üzerinde meyve olarak kaldığında, iyi bir meyve tutumu olarak kabul edilir. Aynı veya benzer durumlar diğer bazı meyve çeşitlerinde, bağlarda ve bazı sebzelerde de söz konusu olmaktadır.

Dökümlerin de her fizyolojik olayda olduğu gibi birçok nedeni vardır. Bunlar:

a) Çevre koşullarına bağlı nedenler (uygunsuz hava, toprak, kültür, vs. koşulları),
b) Döllenme noksanlığına bağlı nedenler,
c) Fizyolojik kökenli nedenler (beslenme noksanlığı, bünyesel hormonlar, vs.)

Her bitkinin kendine özgü bir iklim isteği ve bu iklim koşullarındaki değişmelere karşı dayanma derecesi vardır. Bir yerde iklim şartlarındaki şiddetli değişmeler sonucu meydana gelen kuraklık, aşırı rutubet, sıcaklık, don, sis gibi diğer iklim faktörleri değişik oranlarda dökümlere neden olurlar. İlkbahar çiçeklenme zamanı meydana gelen sisler sürekli olduğu takdirde tozlanmaya ve döllenmeye engel olur. Bu durumda çiçekler meyve bağlamadan dökülür veya içi boy meyve yaparlar. Meyvelerin büyüme zamanlarında oluşan fazla sisler, şiddetli meyve dökümlerine neden olurlar veya incirde olduğu gibi meyvelerin akmasına neden olurlar. Donlar, bahçe bitkilerinde özel bir öneme sahiptir. Donların etkisi, don zamanının süresine, yere ve yöneye, bitkinin fizyolojik durumuna, yani beslenme derecesine ve bitki türüne göre değişmektedir. Özellikle ilkbaharda ağaçlar uyanmaya ve çiçeklenmeye başladıkları zaman meydana gelen donlar çok tehlikelidir. İlkbahar geç donları; İç Anadolu, Güney-Doğu Anadolu gibi şiddetli kara iklimine sahip bölgelerimizde sık sık ortaya çıkmakta ve büyük zararlara neden olmaktadır. Özellikle sert çekirdekli meyvelerden badem, kaysı gibi türlerde meydana gelen geç donlar, açılmış çiçeklerin ve hatta küçük meyvelerin donmasına ve dökülmesine neden olmaktadır. Meyvelerde hasat öncesine rastlayan donlarda dökümlere neden olmakta, ayrıca ağaçlar kış uyku devresine girmeden, yani daha sularını iyice çekmeden bastıran şiddetli soğuklar, sürgünlerin iyice olgunlaşmadan kışa girmesine neden olmaktadır. Meyve ağaçlarında gözler bir önceki yaz periyodunda oluştuğundan, erken meydana gelen sonbahar donları gözlerin iyice teşekkül etmesini önlemekte, bu yüzden ertesi sene çiçekler açıldığında silkmeler görülmektedir. Donlar kadar yüksek sıcaklık dereceleri de dökümlere neden olmaktadır. Genel olarak 40°C'nin üstünde büyüme durur ve daha yüksek derecelerde ise zarar başlar. Bilhassa yaz sıcaklıkları, uzun ve serin süren bir ilkbahardan sonra aniden bastırırsa çok zararlı olur. Bu gibi yıllarda meyve ağaçlarında şiddetli meyve dökümleri ve

meyve yanıkları meydana gelir. Böyle yıllarda fıstık, badem ve asmalarda meyve dökümleri en fazla kendini gösterir. Sebzelerde yapraklar çabuk bozulur, verim azalır. Sıcaklığın artışıyla birlikte transpirasyonda artış görülür, su kaybı arttığından yaprakta zararlanmalar ortaya çıkar.

Şiddetli rüzgarlar, bilhassa olgunlaşma zamanlarında büyük meyve dökümlerine neden olurlar. Döllenme zamanında esen kuru rüzgarlar, dişicik tepesini kuruttukları için meyve tutumu güçleşir ve dökümler meydana gelir.

Hava nispi nemi döllenme zamanı çok önemlidir. Döllenme zamanında hava nispi nemini çok azalması dişicik tepesi üzerindeki sıvının kurumasına neden olarak, çiçek tozlarının çimlenmelerini güçleştirir, çimlenmenin olmadığı durumlarda ise döllenmeyen çiçek dökülür. Hava nispi neminin optimalden aşağı olduğu durumlarda, elmalarda Haziran dökümü şiddetli olmaktadır

Özellikle toprak sıcaklığı ve toprak nemi de önemlidir. Toprak sıcaklığının her tür ve çeşit için optimal derecede bulunmasıyla kök teşekkülü artar. Sıcaklığın çok düşmesi kök teşekkülünü geriletir veya durdurur. Kök teşekkülünün azalması ise, besin maddelerinin alınmasını azaltacağından, bitkinin fizyolojik aktivitesi bozulur. Toprak sıcaklığı aynı zamanda köklerin topraktan suyu ve suda erir durumda bulunan besin maddelerini absorbe etmeleri üzerine de etki eder. Genel olarak köklerin absorbsiyon güçleri alçak sıcaklık derecelerinde azalmakta, buna karşılık belli bir toprak sıcaklığına kadar artmaktadır. Toprak sıcaklığı, topraktaki mikroorganizmaların tür ve sayıları üzerine etki yapar. Sıfır santigrat derecenin hemen altındaki sıcaklıklarda bile parçalama faaliyetlerinde bulunan mikroorganizmaların 20-30°C'de bu faaliyetleri iyice artar ve böylece toprakta bitkinin alabileceği besin maddeleri miktarı da çoğalır. Topraktaki alınabilir besin maddesi miktarının artması sayesinde bitkiler bunlardan daha iyi yararlanabilmektedir. Toprak neminin yeterli olmadığı durumlarda ise sürgün gelişmesi zayıf olmaktadır. İlkbahar sonu, yaz başlarında teşekküle başlayan tomurcuklar toprak nemi yetersiz olursa iyi gelişememekte, anormal yapıda oluşan çiçek tomurcukları ertesi sene açıldıklarında dökülür.

Kültürel uygulamalardan toprak işlemesi, sulama ve gübreleme, budama, boğma ve bilezik alma, kullanılan anaçlar vb. gibi diğer uygulamalar dökümleri etkilemektedir. Toprak işlemesi, kök gelişimi ve toprak neminin muhafazası yönünden önemlidir. Su topraktaki besin maddelerinin alımında ve fotosentez için gerekli bir maddedir. Su noksanlığında bitkiler yeterli derecede besin maddesi alamaz ve gelişemez. Bitki-su düzeni, dökümlerde önemli rol oynamaktadır. Kuraklık periyotlarında sulama yapılmadığında meyveler kurur, dökümler ve silkmeler meydana gelir. Kurak

bölgelerde özellikle Haziran ayı su düzeninin kurulması bakımından kritik periyodu teşkil eder. Çünkü bir yandan topraktan suyun alınması güçleşirken, öte yandan hava nispi nem oranının düşmesi ve sıcaklığın artmasıyla transpirasyon şiddetlenir. Yapraklardaki osmotik güç meyvelerdeki suyu çekerek bunların dökülmelerine neden olurlar (33). Döküm sırasında yapraklar meyvelerden su absorbe ettiklerinden, yapraklarda kuruma semptomlarına rastlanmaz. Yaprakların meyvelerden su absorbsiyonu nedeniyle yazın ve sonbaharda meyvelerde hacimsel küçülmeler meydana gelir. Meyvelerde büyüme büyük oranda gece boyunca olur. Uzun süreli kurak periyotlarda gün boyunca oluşan hacimsel azalma, gece boyunca görülen gelişme ile tolere edilemediğinden, meyve sapında bir ayrım tabakası oluşur ve dökümler görülür. Bazı araştırıcılara göre kuraklık neticesinde yapraklarda oluşan oksinin azalması absisyonu hızlandırmaktadır.

Ağaçlar optimum düzeyde suya ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle aşırı sulamada meyve dökümünü teşvik eder. Haziran dökümüne kadarki dönemde yağışın fazla olduğu yıllarda aynen kurak dönemlerdeki gibi dökümler fazla olur. Fazla su vegetatif gelişmeyi, generatif gelişme aleyhine bozduğundan dökümler meydana gelmektedir.

Budamanın yapılıp yapılmaması da meyve dökümlerini etkilemektedir. Budama ile ağacın vegetatif ve generatif gelişmesi dengede tutulur. Budama yapılmayan ağaçlarda gelişme yavaşlar. Sürgün ve yaprak teşekkülü azalır, yaprakla teşekkülünün azalması, besin maddelerinin azalması demek olacağından dökümler meydana gelir. Şiddetli bir budama ise vegetatif gelişmeyi arttıracağından yine dökümler oluşur. Zira besin maddeleri, meyveler yerine gelişmeye harcanmaktadır. Bilinçsizce ve aşırı şekilde yapılan boğma ve bilezik almalarda meyve dökümlerine neden olur.

Meyve ağaçlarında kullanılan anaçların döküme etkisi endirekttir. Anaç sürgün gelişmesini teşvik ederek veya azaltarak dökümde etkili olur. Zayıf anaçlarda kök gelişimi kuvvetli anaçlara nazaran daha azdın, bu nedenle besin maddesi alımı da düşüktür. Zayıf anaçlarda sürgün gelişmesi kısıtlı olduğundan, sürgün ile meyve arasında rekabet mevcut değildir. Zayıf anaçlar üzerine aşılı çeşitlerin yapraklarında oluşan assimilatlardan meyvelerin faydalanması kuvvetli anaç üzerindekilere oranla fazladır. Yalnız zayıf anaçların kökleri kuvvetli olana kıyasla daha az su ve besin maddesi alabilir, bu nedenle kurak bölgelerde zayıf anaç üzerine aşılı çeşitlerin yaprakları meyvelerden fazla su absorbe ederler ve dökümler meydana gelir.

Döllenme noksanlığından ileri gelen dökümler özellikle çiçek ve küçük meyve dökümlerinde etkilidirler. Genel olarak döllenmemiş çiçekler döküldüğü gibi, döllenmenin yeterli

olduğu meyvelerde dökülür. Bu durumu; dökülen küçük meyvelerdeki (mesela elma ve armut) dolu ve boş çekirdek sayıları ile, ağaçta kalan küçük meyvelerin dolu ve boş çekirdek sayıları dikkate alınarak açıklamak mümkündür. Örneğin, Amasya elmasında küçük meyve dökümünde dökülen meyvelerde %5 dolu, %80 boş çekirdek ve %15 oranında da ölmüş yumurta bulunduğu halde bu oranlar dalda kalan küçük meyvelerde sırasıyla, %89, %1 ve %10'dur. Bu duruma göre küçük meyve dökümlerinde döllenme noksanlığının etkisi başta gelir.

Bazı istisnalar olmakla beraber bitkilerden yeterli bir ürün alınabilmesi için tozlanmanın ve bundan sonrada döllenmenin olması şarttır. İyi bir tozlanma ve döllenme olmadığı takdirde, meyveler gelişmelerini tamamlayarak dökülürler. Döllenmenin noksan olduğu durumlarda birkaç tohum taslağının teşekkülü sonucu meyveler ağaç üzerinde kalsalar bile bunlarda da meyve şeklinin bozulduğu ve sofralık değerlerini kaybettikleri görülmüştür (elma, armut). Bu durum, meyvenin döllenmiş olan tohum taslaklarının bulunduğu kısmının daha iyi beslenmesinden ileri gelmekte ve bu yanı nispeten daha iyi gelişmektedir.

Çiçek tozlarının çimlenememesi ve döllenmenin oluşmaması çeşitli çevre şartlarının genetik ve fizyolojik faktörlerin etkisi ile olmaktadır. Tam çiçek açma ve döllenme zamanındaki sürekli yağmurlar, sisler, kurak rüzgarlar, sıcaklık vb. gibi çevresel etmenler döllenmeyi engelleyerek dökümlere neden olurlar.

Beslenmenin yetersiz olduğu durumlarda yumurtalığın iyi gelişememesi söz konusudur. Kısırlık ve uyuşmazlık durumlarında gerekli önlemler alınmazsa açılan çiçekler döllenemeyeceğinden dökülür. Beslenme noksanlığında fizyolojik kısırlık meydana gelmektedir. Bu durumu aynı çeşidin yaşlı ve bol çiçekli bir ağacından alınan çiçek tozlarıyla, orta yaşlı ve bol çiçekli bir ağacından alınan çiçek tozlarıyla, orta yaşlı ve iyi beslenme şartları altında bulunan bir ağacından alınan çiçek tozlarının mukayeseli çimlendirme denemeleriyle ispatlamak mümkündür. Örneğin şeftalide çiçek tozlarının çimlenme oranı dalın dibinden, uca doğru gidildikçe azaldığı ve böylece dip taraftaki çiçeklerde çimlenme oranının %89 olduğu halde uç tarafta %83'e düştüğü bulunmuştur. Bu durum değişik yerdeki çiçeklerden alınan çiçek tozlarının beslenme şartları ve ihtiva ettikleri depo maddeleriyle ilgilidir. Fizyolojik çiçek tozu kısırlığına yumuşak çekirdekli meyve türlerine nazaran sert çekirdekli türlerde daha çok rastlanır. Bu kısırlık şekli beslenme şartları düzeltilerek büyük ölçüde etkisiz bırakılabilir (33).

Tozlanması böceklerle olan türlerde, etrafta yeterli derecede böcek, arı vs. bulunmaması, döllenmeyi engelleyeceğinden çiçek dökülür. Döllenme noksanlığı nedeniyle daha çok çiçek ve küçük meyve dökümleri meydana gelmekle birlikte, Haziran dökümünde de etkili olabilmektedir.

Fizyolojik kökenli nedenlere ilişkin olarak, beslenme noksanlığının ve bazı hormonlara bağlı dökümler konu olmaktadır. Örneğin su, mineral madde ve karbonhidrat vb. gibi maddeler, bitkilerde dengeli ve yeterli düzeyde bulunmadığı zaman dökümler artmaktadır. Döllenmeyi takip eden periyotta meyvelerde tohum teşekkülü hızlı olduğundan ağaçlar bu periyotta özellikle azot ve fosfora ihtiyaç gösterirler. Özellikle çok çiçek açan meyve türlerinde bu daha çok önem kazanır. Haziran dökümünde ağacın beslenme durumu ve özellikle su düzeni daha önemli bir rol oynar. Yaz başlarında meyvelerde et kısmı hızla geliştiğinden bu zamanda ağaçlar çok miktarda karbonhidratlara ve suya ihtiyaç gösterirler.

Azot uygulamaları ile dökümler arasında bir ilişki mevcuttur. Yeterli azot alamayan, gelişmesi zayıf ağaçların meyvelerini hasat olgunluğuna getiremedikleri gözlenmiştir. Çok kuvvetli ağaçlar ise tersine aşırı N'lu gübreleme sonunda, meyve dökerler. Aşırı N'lu gübre, aşırı sürgün gelişimine neden olur. Mevcut karbonhidrat ve proteinlerin çoğu sürgün uçlarına aktarılır, bu durumda meyveler için gerekli besin maddeleri bulunmadığından döküm meydana gelir.

Sürgün verme ile Haziran dökümü arasındaki zamanda ağacın azotlu gübreye olan ihtiyacı artar. Çünkü bu dönemde hücre bölünmesi artar. Daha sonraki dönemde, yani hücrelerin uzadığı dönemde ise azot ihtiyacı azalır. Mayıs ve Haziran aylarında sürgün ve meyve gelişmesi için proteince zengin tohumun bağlanması için gerekli olan N miktarı çok yüksek olduğundan köklerle alınan azotla karşılanması mümkün değildir. Bu dönemde, sonbaharda kök, gövde ve dallarda birikmiş olan rezerv proteinler kullanılır.

Sürmeden önce her 3 organda rezervler vardır Temmuz ayında bu rezervler minimum olur. Bu dönemde yaprak gübrelemesi ile ağaca yeterli gübre verilmediğinden, meyvelerde döküm olur.

Azot noksanlığında, yapraklar tam iriliklerini alamayıp erken dökülür. Odun ve meyve gözü teşekkülü azalır. Küçük meyve dökümü şiddetli olur. N noksanlığında klorofil de yeteri kadar teşekkül etmediğinden, yapraklar açık sarı yeşil bir renk alır ve daha ileri durumlarda tam bir kloroz ortaya çıkar.

Aşırı Bor noksanlığı, sürgün gelişmesine ket vurur ve çiçeklerin döllenme sonunda büyük miktarlarda dökülmelerine neden olurlar. Döllenmiş yumurta hücresi her zaman yaşama ve gelişme

kabiliyetinde değildir. Henüz dinlenme periyodunda iken dejenerasyona uğrayabilir. Embriyo gelişmesi, büyümenin herhangi bir safhasında birdenbire durur, ovülün şalazal ucundaki nusseler dokuda turgor azalır, daha sonra nusellus pörsür, entegümentler kuruyarak büzülür ve embriyo tamamen ölürse buna "embriyo aborsiyonu" denir. Araştırıcılara göre, embriyo aborsiyonunun sebepleri, muayyen genetik faktörler ve dokular arasındaki beslenme rekabetidir.

Bitkilerde meydana gelen çiçek, yaprak ve meyve dökümlerinin bitki bünyesinde doğal olarak meydana getirilen hormonlarla yakından ilgili olduğu çeşitli araştırıcılar tarafından yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Hormonlar, bitkilerde çok değişik olaylarda büyütücü ve engelleyici etkilere sahiptir. Döllenme olayında da hormonlar aktif bir rol oynamaktadır. Çiçek tozları oksin ve gibberellinleri de içermektedir.

Embriyo ve endosperm yoğun bir şekilde büyütücü madde merkezidirler. Gelişen endosperm 3 büyütücü madde (Oksin, Gibbrellin ve Sitokinin) grubunca da zengin olduğunu göstermiştir. Döllenmeden sonra yumurtalığa komşu duvarlarda hücre bölünmeleri ile meyve büyümesinin devam etmesi, tohumlar tarafından açığa çıkarılan oksin kullanıma bağlıdır. Oksin kullanımı sona erdiğinde, büyümede durma meydana gelir. Eğer meyve gelişmesiyle büyütücü madde miktarı azalıyorsa, çiçek ve meyve dökümleri bu büyütücü madde miktarının azalmasına bağlı olarak devamlı artış gösterir.

Döllenme sırasında çiçek tozu ve yumurtalıkta bulunan hormonlar çiçek tozu çimlenmesini ve çiçek tozu hortumunun büyümesini hızlandırıp, döllenmeyi çabuklaştırırlar. Döllenme olduktan sonra ilk olarak döllenmemiş çiçekler ve bunu takiben küçük meyveler dökülür. Petal dökümden 2 hafta kadar sonra tohum tarafından oluşturulan hormon, küçük meyve dökümlerini azaltıcı yönde etki eder. Bu dönemde endosperm gelişir, ancak hormon oluşumu kısıtlı olduğu için, döküm tümüyle durdurulamaz ve bir süre sonra daha büyük bir şiddetle devam eder. Bu dökümler "Haziran dökümü" denilen dönemde en yüksek seviyeye ulaşır ve şiddetli bir hormon oluşumu sonunda durur. Bunun etkisi hasat olumuna kadar devam eder ve döküm olmaz. Yapılan çalışmalara göre, meyvenin oksin muhteviyatının düşmesini meyve dökümleri takip etmektedir. Erken ve Haziran dökümünün her ikisinde de tohumun düşük oksin ihtiva etmesi, Luckwill'in hormon eksikliği sonucunda dökümlerin meydana geldiği hakkındaki görüşünü desteklemektedir.

Hasat öncesi dökümlerin nedeni olarak, dökümü önleyici hormonların eksikliği, olgunlaşmakta olan meyvelerin oluşturduğu etileni göstermek mümkündür. Örneğin bir araştırmada, Jonathon ve Golden elmalarında hasat öncesinde dökülen meyvelerin çekirdeklerinde

çok az veya hiç oksin bulunmadığı ve dolayısıyla oksin eksikliğinin hasat öncesi dökümlerde etkili olduğu belirlenmiştir.

Meyve ağaçlarında çeşitli zamanlarda meydana gelen çiçek ve meyve dökümleri üzerinde değişik araştırıcılar çalışma yapmışlardır. Çeşitli bölgelerde yapılan çalışmalar sonucunda meyve ağaçlarında görülen çiçek ve meyve dökümlerini 4 grupta toplamak mümkündür.

a) Çiçek dökümü,
b) Küçük meyve dökümü,
c) Haziran dökümü,
d) Hasat önü dökümü.

a) Çiçek Dökümü: Çiçeklenmeden hemen sonra meydana gelir. Bu döküm bilhassa yapı bakımından arızalı ve iş görmeyecek durumda olan dişi organların dökülmesidir. Dökülen pistillerin bazıları hemen hemen dumura uğramış derecede az gelişmiş, diğer bazıları ise mükemmel teşekkül etmiş görünüştedir Fazla arızalı pistil en erken dökülür, fakat bütün çiçekler çiçek açımı olgunluğuna erişir. Henüz yeşil renkte olan arızalı pistil çiçek sapının dalcıkla birleştiği noktadan ayrılarak çiçek sapı ile birlikte dökülür. Ne taç ve çanak yapraklar ve ne de still ayrı olarak düşmez. Bu döküm çiçeklenmeden sonra ortalama iki hafta devam eder.

b) Küçük Meyve Dökümü: Bu döküm genellikle çiçek dökümünden 15-20 gün sonra henüz pek küçük meyvelerin dökülmesidir. Tozlanmadan bu yana çiçekler irileşmiş, endosperm çoğalmış ve döllenmiş olanların embriyoları pek az gelişmiştir. Bazı araştırıcılar eriklerde bu ikinci periyottaki dökümlere döllenme noksanlıklarının neden olduğunu, vişnede ve şeftalide gelişmeye başladıktan hemen sonra arızaya uğramış embriyo ve endosperm gördüklerini ve dolayısıyla bu dökümlerde döllenmeden başka faktörlerin de rolü bulunduğunu kaydetmektedirler. Beslenme noksanlığı da döküme neden olmaktadır. Bu dökümde de meyveler, sapın dalcıkla birleştiği yerden ayrılırlar. Bu dökümün birinciden farkı, dökülen çiçeklerin tamamen normal görünüşlü olmaları, meyvelerin daha iri bir safhada olmaları ve bazen de taç ve çanak yapraklarının ve sitilin kuruyup düşmüş bulunmasıdır.

c) Haziran Dökümü: Haziran dökümü, meyveler iri fındık büyüklüğünü aldığı zaman meydana gelir. Araştırıcılar bu dökümün meyve tutumunu düzenleyici bir rol oynadığında hem fikirdirler. Bir görüşe göre bu dökümün sebebi, büyümekte olan embriyolarda gelişmenin birdenbire durması, embriyonun çok süratli büyümesi sonucunu endospermin gelişememesi,

embriyonun çıplak kalması ve neticede ölmesidir. Bu olay embriyonun birkaç hücreli safhası ile, hemen hemen tam olgunluğa ulaştığı devreler arasındaki herhangi bir zamanda meydana gelebilmektedir. Aynı şekilde bu ve diğer bütün dökümlerin dökülen organlarda dökümleri önleyici hormonların azlığı nedeniyle meydana geldiği de kabul edilmektedir.

Haziran dökümünde dökülen meyvelerin, dökülmeyenlere göre daha az çekirdek ihtiva ettikleri, bu nedenle de döllenme eksikliği ile Haziran dökümü arasında bir ilişki olduğu da dikkati çekmiştir.

Bu dökümün ikinci dökümden farkı, meyvelerin daha iri olması, dökümde genellikle embriyo keselerindeki çekirdeklerin bozulup dağılmasına karşılık, Haziran dökümünde dokuların gelişmemesinin bahis konusu olmasıdır. Ayrıca eriklerde, bu periyottaki dökümlerin, birinci ve ikinci dökümlerin aksine, meyve sapının dalcıkla birleştiği yerden değil, sapla meyve arasında meydana geldiğine ve dolayısıyla saplarının bir müddet daha ağaç üzerinde kaldıkları da dikkat çekmiştir.

d) Hasat Önü Dökümü: Meyvelerin olgunlaşma periyotlarının sonuna doğru tam olgunlaşmadan biraz önce fazla miktarda döküldükleri görülür. Bu dökümün sebebi başlıca araştırıcılara göre; dökümü önleyici hormon konsantrasyonunun azlığı ve olgunlaşmakta olan meyvelerin oluşturdukları etilendir. Meyve ağaçlarında anılan bu döküm periyotlarında dökülen çiçek ve meyve miktarları yıllara ve çeşitlere göre farklılıklar göstermektedir. Örneğin bir araştırmada, Amasya elmasında 1960 yılında meydana gelen çiçek, küçük meyve ve Haziran dökümünün %88 olduğu, buna karşılık bu oranın 1961 yılında %93'e ulaştığı bulunmuştur (42). Keza bir diğer araştırmada William armutlarında 1968 yılında %42, 1970 yılında ise %18 oranında hasat önü dökümü belirlenmiştir (34).

Yine yapılan araştırmalara göre çiçek, küçük meyve ve Haziran dökümü arasında yakın bir ilişki vardır. Çiçek dökümünün fazla olduğu zaman küçük meyve ve Haziran dökümü azalmakta, aksine birincinin az olmasıyla diğeri fazlalaşmaktadır. Yani, meyve ağacı olgunlaştırabileceği meyve miktarını, kendi kendine ayarlamaya çalışmaktadır (34).

Elma çeşitlerinden Staymen Winesap, Arkansas, Rhode Islan Greeding, delicious Topkings King, Winesap elmalarında çiçeklenmeden sonra meydana gelen döküm, Haziran dökümüne göre daha şiddetlidir. Halbuki Baldwin, Grimes Golden, Wealth., Yellow Transparent, Oldenburg ve Rome Beauty elmalarında Haziran dökümü daha şiddetlidir. Elmalarda nispi nemin yaz aylarında çok düştüğü yerlerde Haziran meyve dökümünde artış görülür. Kastamonu dolaylarındaki Haziran

meyve dökümünün, Malatya'ya göre düşük olmasının nedeni, Kastamonu'daki nispi nemin yüksek oluşudur. Kirazlarda olgunlaşmaya yakın yağan yağmurlar, çatlamaya sebep olarak dökülmeye neden olmaktadır. Çatlama, kabukları elastiki olmayan çeşitlerde, fazla su absorbsiyonu sonunda meydana gelmektedir. Kaysılarda sık sık beslenme yetersizliği nedeniyle çiçek tozu kısırlığı ve çiçek dökümleri ortaya çıkmaktadır Fazla kurak yıllarda dişiciğin gelişemeyerek dejenerasyona uğraması sıklıkla karşılaşılan bir olaydır. Dejenerasyon nedeniyle döllenme meydana gelmediğinden açılmış çiçekler dökülmektedir.

Bağlarda meyvelerin dökülmesi işine silkme adı verilmektedir. Silkme (coulere) yani tane bağlama veya tane bağlamada ortaya çıkan eksiklik durumu çok değişik nedenlerle oluşmaktadır. Asmalarda sıcaklık 14°C'nin altına düşerse tam bir döllenme olamaz. Çünkü bu derecenin altında tepecik üzerinde polen çimlenemeyerek asma çiçeğini silker. Fizyolojik nedenle oluşan silkme, taneler 1-2 mm iken tanenin büyümesinin durması, tane sapının başlangıçta açık bir renk, daha sonra tane ile birlikte kuruyup salkım sapına bağlı olarak kalması halidir. Böyle salkımlarda normal tanelerle kurumuş taneler bir arada bulunurlar. Bunun nedeni, yapraklarda oluşturulan karbonhidratların, salkıma az veya çok gelişine bağlanmaktadır. Pratikte fizyolojik silkme, iklimsel nedenlerle çiçeklerde tozlanma ve döllenme olmayışı sonucu ortaya çıkan silkme ile karıştırılmaktadır. Fizyolojik silkmede döllenme olayı olur, taneler daha sonra gelişemezler. Asmalarda ayrıca salkım taslağının uzaması sırasında, gelişmenin durması ve çiçek tomurcuklarının gelişemeyerek düşmesi ve salkımın sülüğü dönüşmesi (filage) görülür. Bunun nedenlerinden birincisi, salkım taslağının dallanması sırasında, çiçek tomurcukları ile salkım sapı ve çiltim sapları arasındaki rekabetten dolayı olmaktadır. Salkım sapı ve çiltim saplarının gıda maddelerini alışı, çiçek tomurcuklarına göre daha fazla olmaktadır. İkinci nedeni ise; salkımın bulunduğu, sürgün gelişmesi ile salkımın gelişmesi arasındaki rekabettir.

Sofralık üzüm çeşitlerinin bir kısmında, belirli bir olgunluk döneminden sonra tanelerde saplı veya sapsız olarak dökülmeler meydana gelmektedir. Üzümlerde tane dökülmeleri tane kopmalarının bir sonucudur. Kopmalar oluşum bakımından birbirinden farklılık göstermektedirler ya tane ile sapı arasında ya da tane sapı ile salkım iskeleti arasında meydana gelmektedir. Sofralık üzümlerde taneler salkımdan çekildiği zaman, sapsız kopmaları istenir. Bu durum o çeşidin sofralık kalite özelliklerinden birisidir. Tanelerin salkımdan sapsız kopmaları için, TAK<TKK olması gerekir. Yani, tanelerin saplı olarak salkım iskeletinden kopma kuvvetinin, tanelerin, tane sapından ayrılma kuvvetinden büyük olması gerekir. Tarsus Beyazında ve Walthan Cross çeşitlerinde taneler

tane sapından ayrılarak dökülmektedir. Sultani çekirdeksiz ise taneler genellikle salkım iskeletinden saplı koparak dökülmektedir.

Bahçe bitkilerinde özellikle meyvelerde çeşitli şekillerde ve dönemlerde görülen dökümler, bir takım kültürel uygulamalar ve büyümeyi düzenleyici maddelerin kullanılması ile tamamen olmasa bile önlenebilmektedir. Dökümlerin önlenmesinde, yetiştirme tekniğine ilişkin bodur anaç kullanma, budama, bilezik alma, boğma ve uç alma gibi işlemler etkili olabilmektedir. Bodur anaçlarda kök gelişmesi zayıf olduğundan, sürgün gelişmesi de zayıf kalmakta ve sürgün-meyve rekabeti meyvenin yararına sonuçlanmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken husus, bitkinin su dengesinin iyi ayarlanmasıdır. Budama çiçek ve dolayısıyla meyve sayısını azaltarak meyvelerin kendi aralarındaki rekabeti hafifletmekte ve ayrıca havalanma ile, ışık durumunu düzenleyerek karbon özümlemesini kolaylaştırmaktadır. Boğma ve bilezik alma işleminde ise, yapraklarda hazırlanan besin maddelerinin büyük bir kısmının dallarda kalması sağlanmak suretiyle, çiçek ve meyvelerin daha iyi beslenmesi söz konusu olmaktadır. Uç alma işlemi ile de silkmenin azaltıldığı belirtilmektedir.

Toprak aracılığı ile yapılacak olan sulama-drenaj, gübreleme ve toprak işleme gibi kültürel uygulamalar da dökümlerin önlenmesinde önemli ölçüde etkili olabilmektedir. Gübreleme, ağacın mineral maddeler yönünden gereksinimini karşılayacak ölçüde ve verilme dönemlerini iyi saptamak suretiyle, dengeli bir beslenme sağlayarak olumlu bir etkide bulunabilecektir. Kendine kısır veya birbirleriyle uyuşmaz çeşitlerle bahçe tesislerinde dölleyicilerin iyi bir şekilde seçilmesi gerekir. Çeşitlerin çiçek açma zamanları birbirine denk olması, aynı zamanda dölleyici çeşitlerin çiçek tozlarının çimlenme kabiliyeti yüksek olmalıdır. Tozlanması böceklerle olan türlerde yeterli döllenme olabilmesi için, bahçede yeter ölçüde arı bulundurulması gerekir.

Büyümeyi düzenleyici maddeler meyve tutumu üzerinde etki ederek dökümlerin azalmasında rol oynamaktadır. Bilindiği gibi bu maddeler, çiçek tozu çimlenmesini ve çiçek tozu hortumunun büyümesini hızlandırıp, böylece muhtemelen bir meyve tutumunu arttırabilirler. IAA, IBA, GA ve Kinetin'in yanında bor asidi ve vitaminler de çiçek tozlarının büyüme ve çimlenmesini arttırabilir. Ne yazık ki, çeşitli türlerin farklı hormonlara reaksiyonları çok değişiktir. Hatta aynı maddenin değişik türlerde kısmen birbirini tutmayan etkileri saptanmıştır. Çiçek tozlarının büyüme ve çimlenmesinin sağlanmasında çeşitli maddelerin yaklaşık olarak geçerli konsantrasyonları 1-50 ppm olmasına karşılık, tek bir büyütücü maddelerin optimal sınırı oldukça dar olup, yüksek konsantrasyonlarda engelleme meydana gelir.

Yapılan araştırmalar oksin ve gibberellin uygulamaları ile meyve tutumlarının arttırıldığı ve döllenememe gibi sorunların uygulamalar ile ortadan kaldırılarak döllenememiş çiçeklerin dökülmesini önlediğini göstermiştir. Serada patlıcan yetiştiriciliğinde, düşük ışık şiddetine sahip kış aylarında çiçekler döllenemeyerek dökülmektedir. Bir çalışmada etkili maddesi parachlorophenoxy acetic açid TFT (Thopsmon Fix Tablet) ve 2,4-D (2,4-dichlorophenoxy acetic acid)'in serada yetiştirilen Halkapınar patlıcan çiçeklerinde döllenmeyi sağladığı bu sayede, d6öllenme sorunu nedeniyle ortaya çıkan çiçek dökümlerinin önlendiği belirlenmiştir, aynı şekilde gibberellik asitte etkili olmuştur.

Yumuşak çekirdeklilerde "Haziran dökümü", kirazlarda "Rötelfal" denilen kırmızı dökümün önlenmesi için 75-100 ppm konsantrasyonlarda naftilaset-amid (kısa amid) ve NAA önerilmektedir.

Büyümeyi düzenleyici maddelerin hasat öncesi meyve dökümlerinin önlenmesinde değişik araştırıcılar tarafından çalışmalar yapılmış ve sonuçları ortaya konmuştur. Örneğin, değişik elma çeşitlerinde hasat öncesi dökümlerine karşı NAA (naftalen asetik asit), 2,4-D (2,4-diklorofenoksi asetik asit) ve 2,4,5-TP (2,4,5-triklrofenoksipropiyonik asit) püskürtülmesi tavsiye edilmektedir. Aynı şekilde William armutlarında derim öncesi dökümlerini önlemek üzere NAA ve 2,4,5-TP'nin, 2,4-D'nin ise 15 ppm'lik konsantrasyonları etkili olmaktadır. Daha bunlara benzer birçok bahçe bitkisinde çeşitli kimyasal büyümeyi düzenleyici maddeler önerilebilir.

4.8. Olgunlaşma

Tüm canlılarda olduğu gibi bahçe bitkilerinde de doğma, büyüme ve gelişme, üreme, olgunlaşma, yaşlanma ve ölme olayları belli zaman aralıkları ile birbirini izler. Her bahçe bitkisinin özelliğine göre olgunlaşma şekli ve zamanı farklıdır. Aslında bitkinin olgunlaşması ile ürünün olgunlaştırılması farklı konulardır. Bitkinin olgunlaşması, belli bir büyüme ve gelişme sürecinden sonra o bitkinin ortaya koyduğu değişik verilerle anlaşılır. Örneğin, olgunlaşmış bir bitkiden fizyolojik dengeye ulaşmasını bekleyebiliriz veya ürün vermesini veya sağlam vegetatif gösterge ararız. Ürünlerin olgunlaşması ise, o bahçe bitkisinin yetiştiriciliğinde tamamen ayrı bir durum gösterir. Örneğin, ürün olarak elma, armut, üzüm amaçlandığında, bunların olgunlaşma durumlarında bünyelerindeki bazı maddelerin yeme lezzetine ulaşmaları gerekir (şeker artışı, asit azalışı gibi). Bu konu da, diğer fizyolojik konular gibi, her bahçe bitkisinde ayrı bir özellikte ve çok karmaşıktır. Üzümlerin olgunlaşma fizyolojisi ile muzun olgunlaşma fizyolojisini veya bunlarla domatesin, hıyarların, enginarın olgunlaşma fizyolojisini bir tutmaya olanak yoktur. Ancak, ortak

fizyolojik esaslar olarak olgunlaşmaya neden olan faktörler, temelde aynıdır. Onlarda daha önceki konularda belirtilen: a) İçsel (endogen) ve b) Dışsal (exogen) faktörlerin tümüdür (11).

Bahçe bitkilerinin birçoğunda döllenme sonrası ortaya çıkan ürünlerin olgunlaşmasında içsel faktörler içinde en önemlilerinden biri karbonhidratlardır. Bunların değişimleri her çeşitte ayrı bir özellik göstermektedir. Örneğin birçok meyvelerde, meyvenin büyümesi ile nişasta miktarı gittikçe azalmakta, bunun yerini artan şeker almaktadır. Keza, bünyedeki asit azalışı da dikkat çekicidir. Karbonhidratlar içinde daha çok glikoz, fruktoz ve sakkaroz gibi şekerlerin, organik asitler içinde de tartarik asit ve malik asidin daha çok rol oynadığı, bunların yanında limon asidi, kehribar asidi ve oksalik asidin de bazı bahçe bitkilerinde önemli olduğu saptanmıştır. Birçok bahçe bitkisi ürünün olgunluk zamanının saptanmasında şeker ve asit miktarları ve bunların birbirine oranı dikkate alınmaktadır. Keza, olgunluğa doğru çeşitlerin kendine özgü aroma maddelerinin oluşması da, olgunlaşmayı belirleyen bir diğer faktördür. Bu konuda ise bünyesel amino asitlerin de büyük rolü vardır. Yani, gerek olgunlaşmanın seyri ile, gerek oluşan aroma maddeleri ile amino asitler arasında yakın ilişkiler saptanmıştır. Bazı bahçe ürünlerinde yeme olgunluğu ile hasat olgunluğu farklıdır. Hasat olgunluğunda yeme özelliğine ulaşamamış, fakat depolama süresince içsel bazı biyokimyasal değişiklikler sonucu yeme olgunluğuna erişen ürünler "klimakterik özellik gösteren" ürünlerdir. Hasat olgunluğu, meyve ve sebzelerde sürekli değişim gösteren fiziksel ve kimyasal değişimlerin belirli bir gelişme devresini tamamlamalarıdır. Hasat olumuna gelmiş meyve ve sebzeler, aslında bünyelerindeki fiziksel ve kimyasal değişimleri büyük ölçüde tamamlamış ve yeme olumuna gelebilecek durumdadırlar. Hasattan sonra olgunlaşmayan ve hasat olgunluğu ile yeme olgunluğuna aynı zamanda ulaşan ürünler "klimakterik özellik göstermeyen" ürünlerdir (örneği; turunçgiller, kiraz, çilek, incir, üzüm vb.). Sebzelerin pek çoğu ise tam olgunlaşmadan toplanırlar ve toplamadan bekletilirlerse, taze tüketim için kalitelerini kaybederler (örneğin; hıyar, patlıcan, yaz kabağı, karnabahar, salata, lahana gibi).

Genel olarak meyvesi yenen bahçe bitkilerinde dikkate alınan olgunluk parametreleri meyve eti sertliği, suda eriyebilir maddeler (şekerler), asitlik, meyve suyu miktarı, renk, nişasta kaybı (şekere dönüşüm), büyüme hızı, bitkiden ayrılma durumu (kopma), solunum, aroma maddeleri, etilen gibi faktörlerdir.

Öte yandan olgunlaşma fizyolojisinde meyvelerin bünyesindeki hormonal maddelerin de büyük rolü vardır. Örneğin, üzümlerin olgunlaşma periyodunda, tanelerin büyümesi ile (hacım ve ağırlık olarak) oksin miktarı arasında, şeker miktarındaki artış ile absizik asit miktarı arasında sıkı ilişki vardır.

Bunların yanında içsel maddelerden enzimlerin de olgunluk fizyolojisinde çok büyük rolleri vardır. Örneğin, malik enzimin ve piruvat –dekarboksilazın aktivitelerindeki değişiklikler malik asit oluşumunu da etkilerler.

Dışsal faktörlerin de ürünlerin olgunlaşmasındaki önemi çok büyüktür. Özellikle yetiştiricilik açısından bu faktörler dikkatle izlenmelidir. Zira dışsal faktörler büyük ölçüde içsel faktörleri ve böylece olgunlaşma olayını etkilemektedir. Bu faktörler içerisinde yetiştiriciliğin yapıldığı yer ve yöneyin toprak yapısının, iklimsel etkenlerin, anacın, kültürel uygulamaların etkisinden bahsedilir.

Aynı tür bahçe bitkisinin ürünü farklı yerlerde, yani ovada, yamaçta, boğaz yerlerde veya değişik yüksekliklerde farklı zamanlarda oluşur. Örneğin, aynı elma çeşidinin İç Anadolu, Ege ve Karadeniz Bölgesindeki olum tarihleri farklıdır. Bazen aynı yerde fakat farklı yönlere bakan bahçelerdeki ağaçlar bile meyvelerini farklı zamanda oluştururlar. Keza, toprak yapısının ve toprak su kapsamının da büyük etkisi vardır Bazı yörelerdeki toprak su kapsamının yüksek oluşu olgunluğu geciktirir ve hatta ürünün tam çeşit özelliğine ulaşmasını bile etkiler. Sıcaklık, gerek günlük maksimum, minimum olarak, gerek mevsimlik toplam sıcaklık olarak ürünlerin olgunluğunu etkiler. Erken olgunlaşan çeşitler daha az sıcaklık toplamına gereksinim gösterirler. Aynı şeklide, güneşlenme süresinin, rüzgarların, yağışların ve diğer iklimsel faktörlerin de ürünlerin olgunlaşmasını büyük ölçüde etkilediği araştırmalarla saptanmıştır.

Odunsu ve anaçlar yetiştirilen bahçe bitkilerinin ürünlerinin olgunluğuna etki eden bir diğer faktör de anaçlardır. Yapılan araştırmalar bu konuda çok kesin sonuçlar ortaya koymuştur. Örneğin, aynı yerde Rup. du Lot anacına aşılı Kara gevrek üzüm çeşidinde olgunluk, 41 BM.G. anacına aşılı olanlara oranla, daha erken ortaya çıkmaktadır. Bunların yanında tüm kültürel uygulamalarında ayrı ayrı olgunluk fizyolojisinde etkileri vardır. Bu konuda, mahsul ve şekil budamalarının, yazın yapılan yeşil budamaların, seyreltme uygulamalarının, bitkilere verilen sıra aralıklarının ve terbiye sistemlerinin, yapılan zararlı ve hastalık mücadelesinin, sulama ve gübrelemenin büyük ölçüdeki önemleri unutulmamalıdır (11,22).

Öte yandan, son senelerde kontrollü yetiştiricilikte kullanılan hormonal yapıdaki bitki büyümesini düzenleyici birçok maddenin de olgunluğu yönlendirmede gerek hasat öncesi, gerek hasta sonrasında kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu konuda genellikle gibberellin ve etilen kökenli preparatlar özellikle olgunluğa hızlandırma yönünden, BOA gibi bazı maddeler de geciktirme

yönünden etkilidirler. Ayrıca Alar (B-9) (elmalarda renk oluşumunda) büyümeyi düzenleyici maddelerdir.

4.9. Yaşlanma

Gerek hayvansal, gerek bitkisel kökenli olsun her canlı doğar, büyür, gelişir, olgunlaşır ve ölür. Ancak, organizmanın tümünün ölümünden önce bazı organ ve dokuların daha erken ölüme ulaştıkları dikkati çeker. Bitkilerde de bu durum çok açık bir şekilde yaşam kademelerinde kendini gösterir. Her bitki, tohum çimlenmesi sonucu fide oluşumu ile büyür, gelişir ve hızla yeni birçok vegetatif yapılar kazanır, bir gençlik safhası ile belli yetenekler gösterip, bir olgunluk safhasına ulaşır. Gençlik safhasında, her bitki hacmini arttırır ve vegetatif gelişmesini hızla tamamlar. Vegetatif büyüme ve gelişme çiçeklenme olgunluğuna gelinmesiyle yavaşlar ve minimum düzeye iner. Bu durum bazen çok kısa, bazen çok uzun bir süre olabilir. Gençlik döneminin uzun oluşunu sağlayan sebepler, aslında genç kalmanın sırlarını taşıdığı için çok önemlidir.

Bitkide gençlik safhasının tipik morfolojik ve fizyolojik belirtileri vardır. En tipik morfolojik belirtiler olarak, gövdenin hızla büyümesi ve şekillenmesi ile yaprakların sayıca artmaları ve biçimlerinin süratle değişmesidir. Bunun gibi, bitkilerde gençlik safhasında bünyelerindeki oksinlerin ve enzimlerin etkinlikleri ile aktivitelerin fazla oluşu da karakteristik fizyolojik ve biyokimyasal belirtilerdir.

Gençlik safhasını izleyen belli bir olgunluk döneminin sonunda ise, organizmanın belli bir yaşlanma safhasına girdiği görülür. Bu safhada bitkide ve organlarda hayat olaylarının sonuçlanmasına sebep olan bozulma süreçleri söz konusudur. Aslında her bitki ve organizmada gençlik, olgunluk ve yaşlanma tam bir devamlılık içinde belirirler, kendilerine özgü gösterilerle ortaya çıkarlar. Genel olarak yaşlanma (senesens), bir organizmanın yaşamında metabolik aktivitelerin azaldığı ve bitkinin fizyolojisinde ölüm öncesi görülen belli tipik değişikliklerin ortaya çıktığı bir yaşam kademesi olarak tanımlanır. Diğer bir açıdan bakılırsa, yaşlanma, bir organ veya organizmadaki canlılığı, doğal oluşum içinde bozan ve durduran bir olaydır. Ancak, bu durumun zamana bağlı olarak ortaya çıkmasında ise esas yaşlanma olayı, organizmanın ölümü ile sonuçların. Bu olayın sonuçlandığı ölüm, doğal gelişimlerle değil, zaman aşımına bağlı bir esas içinde beliren etmenlerle ortaya çıkar. Dolayısıyla, yaşlanma bir bitkinin tüm doğal yaşamında belli zamanlarda ortaya çıkmakta, ancak esas yaşlanma ise, bitkinin zamanla ölümüne yaklaşmasıdır. Örneğin bir çok bahçe bitkisinin yapraklarının sonbaharda karbon asimilasyonunun (fotosentezi) durması ve

bozulması sonucu sararmaları, bir yaşlanma (senesens) olayıdır Aynı şekilde, bir bitkideki yaprakların tümünde oluşan yaşlanma, o bitkinin bütünündeki yaşlanmayı ortaya koyar.

Çoğu bitkilerde çeşitli organların canlılık süreleri vardır. Böyle durumlarda basalda daha önce oluşan bölgeler ile, bitki ucundaki bölgelerin yaşlanma zamanlı ayrıdır ve aşağıdan yukarıya doğru kademe kademe ilerleyen yaşlanma hali görülür. Dolayısıyla bitkilerde iki türlü yaşlanma ayırt edilir.

a) Birdenbire oluşan yaşlanma,
b) Kademeli yaşlanma.

Tek yıllık otsu bitkilerde genellikle görülen tüm bitkideki fotosentez yetersizliği, kendi sadece yeşil yapraklarda değil, genç yapraklarda da hissettirir. Bu dönemde bitkinin tümünün büyüme hızında büyük bir gerileme belirir. Genellikle bu büyüme hızı gerilemesi, yaşlanmanın başlayacağı şeklinde yorumlanır, dolayısıyla bitkide birdenbire yaşlanma durumu ortaya çıkar (40).

Bitkilerde organların yaşlanma durumuna ise en tipik örnek olarak, yapraklardaki yaşlanma gösterilir. Yapraklarda fotosentez hızı ve etkinliği kademeli olarak artar ve belli bir düzeye ulaşır. Buna paralel olarak, yaprağın büyüme ve gelişmesi de artarak devam eder. Daha sonra kademeli olarak fotosentez hızı ve etkinliği düşmeye başlar ve yaprakta giderek sararma ile belirginleşen yaşlanma durumu içine girer. Bu kademeli bir yaşlanmadır.

Birçok odunsu çok yıllık bitkide organların yaşlanması ile ölümü, mevsimsel olarak belirir ve o bitki her yıl az çok düzenli bir gövde veya organ kaybına uğrar. Oysa otsu çok yıllık bitkilerde, toprak üstünde kalan tüm organlar her yıl ölürler.

Yaşlanma olayının organizmadaki temel biyolojik belirtilerini ve fizyolojik açıklamalarını yapmak için yaprakları örnek olarak göstermek en uygundur. Yapraklarda yaşlanmanın en tipik belirimi, asimilasyon gücünün bozuluşu ve klorofilin zararlanmasıdır. Yapılan araştırmalarda bu olayın, yaşlı yapraklarda gençlere oranla daha hızlı ilerlediği saptanmıştır. Keza, yaşlanmanın ilk belirtileri, klorofolin parçalanması, klorofil ve karotinioidlerin oluşması, çevre zararlarının kademe kademe parçalanması olarak gözlenmiştir. Bu anda mikroskopik alanda yoğun lipid damlacıklarının belirişi de tipiktir. Keza yaşlanma ile, yapraklardaki protein kapsamının kademeli olarak azaldığı ve proteinlerin amino asit ve amidlere dönüştükleri anlaşılmıştır. Bu biyokimyasal değişiklikler karbonhidratlarda ve RNA'da görülmüştür.

Yaşlanmanın fizyolojik açıklaması çok değişik şekillerde yapılmaktadır. Ancak genellikle ileri sürülen en önemli görüş, "bitkiden çiçeklerin ve meyvelerin koparılmasıyla yaşlanmanın yavaşladığı ve gerilediği" gözlemine dayandırılmaktadır. Bu görüşe göre, bitkide çiçek ve meyve oluşumuyla, mevcut depo ve gıda maddelerinin bu yeni yapılarda fazla tüketilmesi sonucu tüm bitkide beliren açlık, yaşlanma neden olmaktadır.

4.10. Tropizmalar

Canlı organizmaların en önemli ve karakteristik özelliklerinden biri, iç ve dış koşullardaki değişimlere cevap verebilme yetenekleridir. Bitkiler yaşadıkları ortam koşullarından en iyi şekilde yararlanmak için çeşitli ortam özelliklerine göre durumlarını düzenleyip hareket ederler. Bitkilerin bu durum değişimi hareketlerine "tropizmalar" veya "yönelik" hareketleri denir. Bitkinin uyartıya doğru gidiş halindeki yönelim şeklinde beliren hareketlerine "pozitif tropizmalar", uyartının geliş yönünden uzaklaşma şeklinde beliren hareketlerine ise "negatif tropizmalar" denir. Ayrıca tropizmalar, oluşumlarına neden olan uyarı çeşidine göre de isimlendirilirler. Buna göre, ışık uyarısı ile "fototropizmalar", dokunma uyarısı ile "tigmotropizmalar", kimyasal uyarılar ile "kematropizmalar" ortaya çıkar (40).

Fototropizma olayını, hemen herkes evinde saksıda yetiştirdiği herhangi bir bitkinin yapraklarının veya sürgünlerinin pencereden gelen ışığa doğru yöneldiğini görerek tanımaktadır. Bu tür hareketlerin genellikle biyolojik amacı, bitki veya organlara ortamdaki ışıktan en iyi biçimde yararlanmayı sağlayabilmektedir. Bu amaca ulaşma durumunu, bitkilerdeki normal yaprak dizilişlerinde de görmek mümkündür zira, dikkat edilirse yapraklar sürgünler üzerinde bir divergens esasında birbirlerini kapamayacak biçimde sıralanmışlardır.

Bitki ve organlarında yerçekimi uyartısı ile beliren hareketlere daha önce de değinildiği gibi "geotropizma" denir. Bu konuda en tipik örnek bitkilerdeki kök gelişimidir. Kökler, pozitif bir geotropik reaksiyon gösteren organlardır, gövde ise negatif geotropik reaksiyon gösterir (aerotropizm veya negatif geotropizm).

Tüm tropizma olaylarının fizyolojik açıklamalarına ilişkin çok değişik teoriler ve deney sonuçları vardır. Burada bunların ayrıntılarına girilmeyecektir. Ancak kontrollü yetiştiricilik açısından bitkilerin bu tip hareketleri ile ilişkili çok sayıda araştırma yapılmaktadır. Bulguların ileride, pratik alanda geniş ölçüde kullanılacağı kuşkusuzdur.

4.11. Vernalizasyon ve Termoperiyodisite

Çeşitli ekolojik koşullardaki sıcaklık değişiklikleri yıldan yıla, mevsimden mevsime ve hatta günden güne karakteristik durumlar gösterir. Bu değişiklikler bitki büyüme ve gelişmesinin çeşitli olaylarında önemli etki gösterirler. Örneğin, birçok bitkide, uygun fotoperiyodik koşullar altında bile uygun termoperiyodik koşullar yoksa çiçeklenmesi olmadığı görülür. Özellikle odunsu bahçe bitkilerin çoğunda ilkbahardaki çiçeklenme alışılmış bir durum olarak görülür. Ancak bunların bu dönemde çiçeklenmeler büyük ölçü geçirdikleri kış dönemindeki kısa gün koşulları ile, düşü sıcaklık sürelerine ve toplamalarına bağlıdır. Belli bir soğuk toplamı (veya düşük sıcaklık) almamış birçok odunsu bahçe bitkisi (elma, armut, ayva, kaysı, şeftali, kiraz, zeytin vb.) sağlıklı bir büyüme ve gelişme gösteremez. Bunun sonucu olarak sağlıklı bir çiçeklenme olmaz. Böylece, birçok bahçe bitkisinin çiçeklenmesi için soğuk ve sıcak derecelere gerek vardır. Soğuk ve sıcağa olan bu periyodik ihtiyaçlar bitkilerde "termoperiyodizm" olarak tanımlanır. "Vernalizasyon" ise soğuk uygulaması ile bitkilerdeki çiçek belirim ve yapım yeteneğinin (generatif büyüme gelişme) hızlandırılmasını belirlemek amacıyla kullanılan bir tanımlamadır. Esasen vernalizasyon deyimi Latince'de "ilkbaharlaştırma" anlamına gelmektedir. Bu uygulamadan, bahçe bitkilerinin yetiştiriciliğinde geniş ölçüde yararlanılmaktadır.

Periyodik sıcaklık farklarının bitkiler üzerindeki etkileri dikkate alınarak özellikle tek yıllık bahçe bitkilerinin bazılarında (sebzelerde) "kışlık" ve "yazlık" diye ayrımlar da yapılmaktadır. Kışlık bitkilerin tek ve iki yıllık olanlarının çoğu vernalize olmadıkları zaman, vegetatif halde kalmaktadırlar. Aynı şekilde belli bir süre tohumları soğuk bir uygulamada tutulmuş kışlık bitkiler ilkbaharda ekildiklerinde, sonbaharda çiçek açmakta ve meyve vermektedir. Buna karşılık devamlı serada bırakılıp soğukta tutulmayan iki yıllık bitkilerin sürekli vegetatif kaldıkları saptanmıştır. Böylece vernalizasyon ile, daha önce de açıklandığı gibi, çiçeklenme olayı büyük ölçüde kontrol edilebilmektedir. Aslında vernalizasyon bitkide çiçeklenmeyi tek başına ortaya çıkarmaz, ancak bitkinin çiçeklenmesi için gerekli diğer iç koşulların oluşmasına yardımcı olur (2,35,40).

Bir bitkinin vernalize olabilmesi için belli bir gelişim düzeyinde olması gereklidir. Aynı şekilde, vernalizasyon süresi de bitkiden bitkiye değişir. Bir kısım bitkilerin fidecikleri veya fideleri, bir kısmın tohumları, bir kısmın soğanları vernalize edilir.

Soğuk uygulaması ile bitkilerde oluşturulan vernalizasyon etkisinin, yüksek sıcaklıkla yok edilerek geriye dönüşün sağlanması, bitkide vernalizasyonun uyarısı ile kazanılan durumun, vernalizasyon etkisinin olmadığı zamanki durumuna gelmesi mümkündür, bu duruma

“devernalizasyon” denir. Devarnalizasyonda en etkili faktör, yüksek sıcaklıktır. Ancak, uygulanacak yüksek sıcaklığın vernalizasyondan hemen sonra uygulanması ve 30° veya daha yüksek sıcaklık olması gerekir. Bunun yanında bazı bitkilerde vernalizasyonu oluşturan düşük sıcaklığın altındaki, daha düşük sıcaklıkların da devarnalizasyona neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, belli şiddetteki ışık, karanlık, belli fotoperiyotlar ve anaerobik koşullar da devernalizasyona neden olabilmektedir (2,35,40).

4.12. Soğuğa ve Kurağa Dayanım

Her zaman açıklandığı gibi bitkilerin kendilerine özgü bir iklim istekleri ve bu iklim koşullarındaki değişmelere karşı dayanma dereceleri vardır (toleransları). Bu, her bitkiye göre değişen sınırlar aşıldığında, bitkilerin özelliğine göre ya kısmi, ya tümünün zararlandığı görülür. Temel olarak, bir yerde iklim koşullarındaki şiddetli değişiklikler sonucu oluşan, özellikle kuraklıklar ve donlar bütün bitkilerin yaşam düzenini bozan ve bazen büyük zararlara neden olan önemli iklim olaylarıdır. Bütün bitkiler belirli sıcaklık dereceleri arasında büyüyüp gelişirler ve canlılıklarını sürdürürler. O bitki için aşırı sayılabilecek yüksek veya düşük sıcaklıklar bitkilerin yaşam etkinliklerini yavaşlatır. Bu aşırı durum devam ederse bitkiler ölür.

4.12.1. Soğuğa Dayanım

Bitkilerin yeryüzünde yayılışlarını sınırlayan en önemli faktörlerden biri de düşük sıcaklıklar olarak kabul edilir. Düşük sıcaklıkların sonucu ortaya çıkan don zararı, bahçe bitkilerinde Akdeniz iklimindeki bölgede bile önemli bir sorundur. Ortaya çıktıkları mevsimlere göre don olayı, kış donları, ilkbaharın geç donları ve sonbaharın erken donları şeklinde üçe ayrılır. Evrimlerini yetiştikleri yerlerde yapmış olan bitkiler, o yerlerin çevre koşullarına (ekolojisine) uymuş olduklarından, bu doğal yetişme alanlarındaki kış soğuklarından, anormal olmamak koşuluyla, büyük ölçüde zarar görmezler. Ancak, başka iklim bölgelerinden getirilen ve geldikleri yerlerin iklim koşulları ile uyuşmayan bahçe bitkileri çok defa dayanabilecekleri dereceden aşağı düşen kış donlarından, yadırgama derecelerine göre, az veya çok zarar görürler. Bahçe bitkilerinin yetiştiriciliğinde en çok korkulan ve tehlikeli olan donlar, ilkbaharın geç donlarıdır. Geç kalan hafif donlar, yalnız üzümlere zarar verdiği halde, erken uyanmaların arkasından hemen gelen şiddetli ilkbahar donları çiçekleri, tomurcukları yaktıkları gibi, ağaçların ince ve hatta bazen kalın dallarına bile zarar verir. İç Anadolu gibi bazı bölgelerimizde bazen Şubat ve Mart aylarındaki ılık havalar, bağları ve meyve ağaçlarını aldatarak tomurcukların sürme hazırlığına girmesini sağlar ve hatta tomurcuklar şişer, arkadan birden gelen düşük sıcaklıklar ve don, dinlenmeden çıkarak sürme

hazırlığına girmiş, hassaslaşmış tomurcukları yakar. Erken sonbahar donları ise, her iklim bölgesinde o bölgeyi yadırgayan yani daha sıcak bölgelerden getirilen türlerde etkili olur. Daha çok o yere alışmış olan ve henüz olgunlaşıp odunlaşmayan yeni sürgünlerde ve dallarda zarar görülür. Keza, son turfandalık çeşitlerin doğrudan doğruya meyvelerin zararlandığı sonbahar donları da olur (2,35,40).

Bitkilerin düşük sıcaklıklarda zararlanmaları çok soyadı faktöre bağlıdır. Bitkinin yapısı (otsu veya odunsu oluşu, dokusan anatomik özellikleri) kalıtsal nitelikleri, bitki bünyesindeki içsel maddeler ve biyokimyasal değişimler, düşük sıcaklığın derecesi, düşük sıcaklığın ortaya çıkış zamanı, sıcaklığın düşüş hızı, bitkinin gördüğü terbiye şekli ve bitkiye uygulanan diğer kültürel uygulamalar (budama, gübreleme, sulama vb.), don olayının ortaya çıktığı zamandaki diğer iklimsel özellikler gibi faktörler sayılabilir. Bu faktörlerin her birinin dona dayanım mekanizmasında ayrı bir fizyolojik önemi vardır, ancak bunlar, çoğu zaman karşılıklı etkileşerek bitkinin dona dayanımını sağlar ve duyarlılığını arttırır.

Genel olarak bitkilerin dondan korunmasında ve don zararının azaltılmasında üç yol vardır. Bunlar :

a) Çevre koşullarının kontrol edilmesi (ısıtıcılar, hava karıştırıcılar, yağmurlama, sulama, yapay sis gibi çevre koşullarının düzeltilmesine yönelik uygulamalar),

b) Bitkinin geçici olarak dayanıklılığını arttırıcı dışsal uygulamalar (büyüme düzenleyici maddelerin kullanılması, gübreleme rejimi uygulanması gibi),

c) Dona dayanıklı çeşitlerin belirlenmesi ve böyle dayanıklı çeşitlerin ıslahı.

Bunların içinde a ve b'de açıklanan önlemler kısa süreli ve geçici önlemlerdir. Don tehlikesinin olduğu yörelerde duruma göre herhangi biri seçilerek kullanılır. Üçüncü olarak bahsedilen ve dayanıklı çeşitlerin yetiştirilmesi esasına dayanan önlem ise, don tehlikesinden uzun vadeli olarak korunma yoludur. Burada bitkilerin genetik yapılarından yararlanılarak türler içinde uygun çeşitlerin seçilmesi veya böyle çeşitlerin çeşitli ıslah yolları ile elde edilmesi yoluna gidilir. Özel olarak dona dayanım genetiği konusunda çok şey bilindiği ve bilinenlerin yeterli olduğu söylenemez. Bunun esas nedeni, dona dayanım olayının oldukça kompleks ve çok çeşitli biyokimyasal olaylar zincirine bağlı olduğudur. Bunların yanında dona dayanım fizyolojisi ve olgusu, mevsim, sıcaklık, gün uzunluğu, bitki olgunluğu, ortam nem oranı, beslenme, bitkinin yaşı gibi faktörlerle etkilenmektedir.

Temel olarak bitkilerde düşük sıcaklıklara alışmanın, toleransın ve dona dayanımın ortaya çıkışı şöyle özetlenebilir:

a) Düşük sıcaklığın ve dona dayanımın artmaya başlaması,
b) Bu dayanımın artış oranı ve artış hızı,
c) Artan dayanıklılığın yoğunluğu ve gücü,
d) Dayanıklılığın süresi ve devamlılığı,
e) Dayanıklılığın azalmaya başlaması ve bu azalmanın hızı,
f) Bitkinin tekrar dayanıklılık kazanma özelliği ve yeteneği.

Ancak burada karıştırılmaması gereken en önemli nokta, bazı bitkilerdeki soğuk ihtiyacı ile çok düşük sıcaklıkların ve don olayının neden olduğu zararlardır. Bazı bitkilerin dondurarak zararlanmalarına neden olacak nitelikte olmayan düşük sıcaklıklardır. Gerek duyulan düşük sıcaklığın derecesi, her bitkiye göre değişmekle beraber, zamana da bağladır. Aynı şekilde, bitkilerde çok düşük sıcaklıklarda ortaya çıkan soğuk zararının şiddeti de, bitkinin fizyolojik durumuna ve soğuğun ortaya çıktığı zamana bağlıdır (2,35,40).

Dona dayanımın fizyolojik mekanizmasında çok çeşitli faktörün rol oynadığı bilinmektedir. Öncelikle don olayı sonucu ölümün, mekanik zararlanmalar ile yani, dokulardaki suyun donması ile ortaya çıktığı sanılıyordu. Fakat, hücre duvarlarında oluşan don çözüldükten sonra hücrelerin zararlanmadan kalabildikleri öğrenilince, görüş yerini, protoplazmanın çözülürken yavaş yavaş öldüğünü ve hızlı bir çözülmede ise, hücrenin hızla ve direk olarak ölümüne neden olabileceği fikrine bağlıdır. Dolayısıyla, hücrelerdeki su miktarının çok olduğu zaman dona dayanımın azlığı ve hücrelerdeki suyun az olduğu zaman dona dayanımın artışı düşünülmektedir. Burada, hücre su kapsamının yanında, dokulardaki buz oluşumu ve hücre suyu konsantrasyonu da büyük rol oynamaktadır.

Don olayının ortaya çıkışında sıcaklık yavaş yavaş düşüyorsa bitkide buz kristalleri önce, hücreler arası boşluklarda oluşur. Çünkü burada su en saf durumda bulunur. Sıcaklık çabuk düşerse (örneğin, dakikada 8-10°C'den fazla) buz kristalleri hücre içinde de oluşur ve ölüm hemen kaçınılmaz olur. Örneğin, her dem yeşil yapraklar, kışın don yavaş yavaş oluştuğunda –87°C sıcaklıkta zararlanmadıkları halde, aynı yapraklar dakika 8-10°C'lik hızla düşen sıcaklık sonucu, -10°C'de ölmüşlerdir. Daha önce de belirtildiği gibi düşük sıcaklıkta doğrudan ölüm ancak hücre içindeki protoplazmanın ve suyun donması ile olabilir. Hücre içindeki donmada, ölüm kesindir. Hücre içi donmaları ancak çok hızlı ve ani sıcaklık düşmelerinde görülür. Hücre aralarındaki suyun

donması da çeşitli şekillerde hücrenin ölümüne neden olabilir. Örneğin, buz kristallerinin hücreyi sıkıştırarak parçalanması gibi; ancak bu şekil çok nadir görülür (35,40).

Dona dayanım fizyolojisinde rol oynayan önemli faktörlerden biri bitki bünyesindeki karbonhidratlardır. Bitkiler kışa girerken ürettikleri karbonhidratları nişasta halinde kök, kök boğazı, kök tacı ve gövdelerinde çeşitli yerlerde depo ederler. Genel olarak kışa girmeden fazla miktarda nişasta depolayan bitkilerin soğuğa daha dayanıklı oldukları görülmektedir. Kış boyunca bitkiler bu nişastayı şekere dönüştürerek soğuğa karşı dayanımlarını arttırırlar. İlkbahara kadar bitkilerde çok az oranda nişasta kalır ve geriye kalan nişasta ilk büyüme için harcanır. Bu nedenle bu dönemdeki düşük sıcaklıklar veya soğuklar, diğer bazı faktörler ede bağlı olarak çok büyük zarar yapar. Hücrelerdeki şeker oranı ile soğuğa ve dona dayanıklılık arasında pozitif bir ilişkinin olduğu eskiden beri bilinir. Soğukla karşı karşıya kalan bitkilerde şeker oranı hızla yükselmektedir. Bu nedenle bazı araştırmalarda örneğin asmalar, şeftalilerde (odunsu dokularda ve tomurcuklarda) ve lahana yapraklarında düşük sıcaklıklarla birlikte şekerlerin attığı ve dayanımın en yüksek olduğu anda bünyedeki şekerlerinde maksimum miktara eriştiği belirlenmiştir. Ancak, soğuğa ve dona dayanım mekanizmasında şekerler tek başlarına etkili değildir. Eğer böyle olsaydı şeker kamışının soğuğa ve dona dayanımın çok yüksek olması gerekirdi. Oysa şeker kamışı 0°C'de çok büyük zarar görür. Öte yandan karbonhidratlar içinde şekerden başka (ki bunların içinde de glikozun, fruktozun oranları da önemlidir) rafinoz, staçiyoz gibi oligosakkaritlerin de önemi vardır ve bunlar bazı dayanıklı tür ve çeşitlerde daha fazla bulunmaktadır.

Öte yandan, dona dayanıklılığın fizyolojisinde amino asitlerin ve proteinlerin de rolü vardır. Her ne kadar bitkiden bitkiye değişmekle beraber bazı bitkilerin düşük sıcaklıklara dayanımları sırasında bünyelerindeki eriyebilir proteinlerin miktarının oransal olarak arttığı, dona dayanıklı tür ve çeşitlerde bu oranın yüksek, dayanıksız çeşitlerde ise düşük olduğu gözlenmektedir. Yine bunun gibi, serbest amino asitlerden bazılarının (özellikle Alanin, Glutamin, Arginin, Asparagin, Serin gibi) sıcaklıklar düştükçe arttıkları ve bunların dona dayanıklılık konusunda özellikler gösterdiği anlaşılmaktadır. Ancak, bazı tür bahçe bitkilerinin dona dayanıklı ve dona duyarlı çeşitlerde yapılan araştırmalar (asmalarda), sonbahara ve kış aylarında dona duyarlı çeşitteki amino asitlerin adetlerinde, dona dayanıklı çeşitteki amino asitlerin adetlerine oranla bir artış göstermektedir. Bilindiği gibi, odunsu bahçe bitkilerinde genellikle vegetasyon periyodunun sonuna doğru amino asitlerin arttığı ve dinlenmeye giriş esnasında ve dinlenme durumunda protein sentezinin oldukça düşük düzeyde olduğu, dinlenmeden çıktıktan sonra ve vegetasyon başlangıcında ise protein sentezinin süratle arttığı gözlenir. Ancak, bu temel durumun yanında, yukarıdaki açıklamalar ve

örnekler dikkate alınırsa, amino asit ve amidler ile proteinlerin diğer içsel birçok maddeye göre, dona dayanıklı ve dayanıksız çeşitlerde, oransal olarak karakteristik ve önemli rollerin olduğu anlaşır.

Hormonların, birçok olayda olduğu gibi, soğuğa ve dona dayanım mekanizmasında da rolü vardır. Yapılan çalışmalarda bu maddelerin gerek bitki bünyesindeki içsel miktar ve oranlarını, gerek dışsal uygulamaların doğrudan veya dolaylı etkileri görülmüştür. Örneğin, ilkbaharın geç donlarından kurtulmak amacıyla açmazlar. Tomurcukların sürmesinin geciktirilmesi ve böylece tomurcukların dona dayanımlarının arttırılması için bazı büyümeyi düzenleyici maddelerin uygulanması somut sonuçlar vermektedir. Bu konuda GA_3'ün asma tomurcuklarındaki SADH ve CEPA'nın vişne, elma, kaysı tomurcuklarındaki sürme ve çiçeklenmeyi geciktirme etkileri de örnek verilebilir.

Soğuğa dayanım ile içsel bitki büyümesini düzenleyici hormonal maddelerin miktarı ve etkinlikleri arasında özellikle ABA yönünden önemli ilişkiler örülmektedir. Ancak, bazı araştırıcılar bazı bitkilerin dona dayanımları esnasında bünyesel ABA'nın düşük düzeyde olduğunu, ancak bir diğer grup ise dona dayanım olayında ABA'nın bünyedeki varlığının çok önemli olduğunu ve ABA7nın gerek oransal, gerek miktar olarak varlığının dayanıklılığının bir belirtisi olduğunu kabul etmektedirler. Tabi bu durum aslında türlere ve çeşitlere göre özellikler ve ayrılıklar göstermektedir. Ancak, ortak olan önemli bir nokta vardır ki, soğuğa ve dona dayanım esnasında bitki bünyesindeki engelleyiciler artmaktadır.

Gibberellinler, sonbahar ve kış dayanımını azaltabilirler ve bunlar genellikle soğuğa uyumu, dayanımı geciktirici olarak bilinirler. Dışsal uygulandıklarında, büyümeyi düzenleyici maddelerden MH'nın (Maleik hydrazide) altıntopta, portakalda, dutta, turunçta, B-9'un (Alar) ve AMO-1618'in akça ağaçta, ABA'nın elmada, CCC'nin lahanada soğuğa ve dona dayanımı arttırdıkları görülmektedir.

Çeşitli fizyolojik olaylar içindeki biyokimyasal reaksiyonlarda önemli rol oynayan enzimlerin soğuğa ve dona dayanımda da önemleri vardır. Genellikle, bitki dokularını oluşturan hücrelerin suyunda serbest bulunan enzimlerin miktarı ne kadar yüksekse, o bitkinin düşük sıcaklıklara karşı direnci de o kadar artar. Enzimlerin soğuk ve dona dayanımdaki önemli rollerini kabul etmekle birlikte, her bitkide aynı enzimin aynı yoğunlukta ve güçte olduğunu, yani belli enzimlerin mutlak dayanımı sağlayıcı reaksiyona girdiği söylenemez. Örneğin, zeytinlerde soğuğa

dayanıklı çeşitlerde polyptenol oxidase ve peroxidase enzimlerinin, asmalarda amylose, peptidase, peroxidase, catelase, saccharaca gibi enzimlerin aktiviteleri yükselmektedir.

Soğuğa ve dona dayanımda lipid ve lipioidlerin de fizyolojik açıdan çok önemli rolleri vardır. Genellikle bitki bünyesindeki yağlar, soğukların artmasıyla artmaya başlar ve soğukların azalmasıyla ya da, ilkbahara doğru azalır. Bu durum birçok bahçe bitkisinde örneğin asmada, kavakta, fasulyede belirlenmiştir. Çevre sıcaklığın düşmesi sonucu bitki bünyesinde süratle sentezlenen ve artan yağlar odunsu bahçe bitkilerinde kış aylarında maksimum olmaktadırlar. Bu durumda dikkati çeken nokta, yağların +10°C'lik sıcaklık derecelerinden daha düşük derecelere doğru sentezlenmelerinin hızlandığıdır.

Yağların ve benzerlerinin bitkilerin soğuğa duyarlı veya dayanıklı oluşlarına göre gösterdikleri durumda farklıdır. Örneğin genellikle, soğuğa ve dona dayanıklı çeşitlerde Triglyceridler ve Phosholipidlerin bulunuşu dayanıklılığının bir belirtisi olarak kabul edilmektedir. Bu durum aslında birçok bahçe bitkisinde saptandığı gibi buğday ve yonga gibi tarla bitkilerinde de belirlenmiştir. Öte yandan, bazı bitkilerde bitki bünyesindeki doymamış yağ asitlerinin konsantrasyonlarının artmasının da dona dayanıklılıkta etkili olduğu görülmektedir. Aslında konunun ayrıntısına biraz daha girilecek olsa, yağların sentezlenme şekillerinin veya hangi yağların daha çok, hangilerinin daha az sentezlenmeleri ile dona dayanımın sağlanabildiği, aynı şekilde diğer içsel maddeler ile (hormonlar, amino asitler, karbonhidratlar) yağların dona dayanımda nasıl birlikte rol oynadıkları gibi hususların bilinmesi gerekir.

Yukarıdaki açıklamaların ışığı altında soğuğa ve dona dayanımda birçok faktörün rol oynadığı ve birçok metabolik değişmelerin (nişasta hidrolizi, şeker akümülasyonu, suda eriyen proteinlerin akümülasyonu, bazı enzimlerin aktiviteleri, lipidlerin artışı, hormonların değişikliği gibi) konu olduğu görülmektedir. Soğuğa ve dona tolerans ve dayanımda esas durum, nakledilen ve ortaya çıkan dayanım faktörlerine büyümeyi önleyicilerin dolaylı etkisiyle büyümenin yavaşlaması, bu arada şeker ve hormonlar gibi bazı maddelerin bu metabolik mobilasyonda rol oynayarak bitkinin kendini korumaya çalışmasıdır. Tabi bitkilerin fizyolojik durumu ve genetik yapısı da burada birinci derecede rol oynamaktadır.

Cetvel 15. Karagevrek Üzüm Çeşidinin Bir Yıllık Dallarına Farklı Zamanlarda Uygulanan -20°C'lik Don Testi Sonuçlarına Göre Tomurcukların Sürme Oranları (%) (14).

Örnek Alma Tarihleri	**-20°C Uygulamaları (saat)**					**D**	
	0	**24**	**48**	**72**	**96**	**0.05**	**0.01**
1980/81 Deneme Periyodu Sonuçları							
Kasım (23.11.1980)	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-
Aralık (23.12.1980)	96.7	35.0	10.0	1.7	0.0	9.8	12.9
Ocak (26.1.1981)	100.0	40.0	20.0	20.0	0.0	14.0	18.5
Şubat (26.2.1981)	100.0	40.0	10.0	10.0	0.0	15.9	20.9
Mart (23.3.1981)	100.0	5.0	1.7	1.7	0.0	6.9	9.1
D: 0.05 / 0.01	F.Y. F.Y.	13.4 17.5	7.7 10.2	7.7 10.2	F.Y. F.Y.		
1981/82 Deneme Periyodu Sonuçları							
Kasım (23.11.1981)	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-
Aralık (23.12.1981)	100.0	10.0	0.0	0.0	0.0	8.0	10.6
Ocak (20.1.1982)	100.0	20.0	10.0	0.0	0.0	12.0	15.8
Şubat (22.2.1982)	95.0	35.0	30.0	10.0	0.0	15.0	20.9
Mart (22.3.1982)	96.7	25.0	10.0	10.0	0.0	13.0	18.3
D: 0.05 / 0.01	F.Y. F.Y.	17.0 22.4	6.9 7.9	F.Y. F.Y.	F.Y. F.Y.		

Cetvel 16. Kalecik Karası Üzüm Çeşidinin Bir Yıllık Dallarına Farklı Zamanlarda Uygulanan –20°C'lik Don Testi Sonuçlarına Göre Tomurcukların Sürme Oranları (%) (14).

Örnek Alma Tarihleri	**-20°C Uygulamaları (saat)**					**D**	
	0	**24**	**48**	**72**	**96**	**0.05**	**0.01**
1980/81 Deneme Periyodu Sonuçları							
Kasım (23.11.1980)	95.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	7.9
Aralık (23.12.1980)	95.7	55.0	15.0	15.0	0.0	15.9	20.9
Ocak (26.1.1981)	100.0	100.0	80.0	60.0	0.0	15.9	20.9
Şubat (26.2.1981)	100.0	95.0	100.0	63.3	10.0	11.0	14.5
Mart (23.3.1981)	100.0	5.0	3.3	0.0	0.0	9.2	12.1
D. 0.05 / 0.01	F.Y. F.Y.	10.4 13.7	12.5 16.5	18.3 24.2	F.Y. F.Y.		
1981/82 Deneme Periyodu Sonuçları							
Kasım (23.11.1981)	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-
Aralık (23.12.1981)	95.0	20.0	5.0	0.0	0.0	8.5	11.2
Ocak (20.1.1982)	100.0	50.0	25.0	26.7	0.0	13.9	18.3
Şubat (22.2.1982)	100.0	100.0	100.0	90.0	30.0	15.9	20.9
Mart (22.3.1982)	100.0	10.0	5.0	0.0	0.0	6.0	7.9
D: 0.05 / 0.01	F.Y. F.Y.	14.7 19.4	6.9 7.9	12.5 16.4	10.4 13.7		

Cetvel 17. 1981 ve 1982 Yılları Ocak Ayında Farklı Çeşitlerin Bir Yıllık Dallarına Uygulanan –20°C'lik Don Testi Sonuçlarına Göre Tomurcukların Sürme Oranları (%) (14).

Çeşitler	-20°C Uygulamaları (saat)					D	
	0	24	48	72	96	0.05	0.01
1981 Yılı Sonuçları							
Çavuş	100.0	60.0	20.0	0.0	0.0	8.5	11.2
Hamb. Misketi	100.0	90.0	10.0	15.7	0.0	13.4	17.7
Hafızali	100.0	36.7	35.0	10.0	0.0	6.9	9.1
Karagevrek	100.0	40.0	20.0	20.0	0.0	14.0	18.5
Kalecik Karası	100.0	100.0	80.0	80.0	0.0	15.9	20.9
D: 0.05 / 0.01	F.Y. F.Y.	9.2 12.1	16.4 21.7	16.4 21.7	F.Y. F.Y.		
1982 Yılı Sonuçları							
Çavuş	100.0	20.0	15.0	5.0	0.0	12.0	15.8
Hamb. Misketi	95.0	15.0	0.0	0.0	0.0	12.0	15.8
Hafızali	96.7	6.7	0.0	0.0	0.0	4.9	6.4
Karagevrek	100.0	20.7	10.0	0.0	0.0	12.0	15.8
Kalecik Karası	100.0	50.0	25.0	26.7	0.0	13.9	18.3
D: 0.05 / 0.01	F.Y. F.Y.	20.2 26.6	12.0 15.8	6.9 9.2	F.Y. F.Y.		

4.12.2. Kurağa Dayanım

Kurağa dayanımdan anlaşılan belli bitkilerin veya çeşitlerinin belli süreler içinde bulundukları ortamdaki susuzluğa veya su noksanlığına karşı büyüme ve gelişmelerini büyük ve önemli ölçüde aksatmadan sürdürebilmeleridir. Dayanıklı bitkilerin aksine, susuzluğun olumsuz koşulları diğer dayanıksız bitkilerde çeşitli zararlanmalara neden olur ve hatta bitkiler ölür. Diğer bir tanımlama ile böyle yeterli suyun ve rutubetin bulunmadığı koşullarda bitkiler kuraklıktan zarar görür ve yetişemezler. Kuraklık, bitkinin en iyi yetişebildiği sıcaklık derecesinin bitkinin aleyhine artması sonucu bitkinin aşırı su kaybederek solması ve bu olayın şiddeti ile süresine bağlı olarak bitkinin ölmesine kadar varır.

Daha önceleri de belirtildiği gibi bitkiler yaşamlarını sürdürerek çeşitli büyüme ve gelişme evrelerinden geçebilmek için gerekli olan farklı türlere, çeşitlere göre oldukça değişen su miktarını yaşamak zorunda oldukları ortamdan temin etmek zorundadırlar. Bu ortamda temin edilen suyun emilmesi, iletilmesi ve dışarıya verilmesi bitkinin yaşamasını ve bunun için gerekli su dengesini sağlar. Ortamdaki su miktarı ise, çeşitli iklim faktörleri (rüzgâr, sıcaklık, nem, vs.) ve özellikle toprağın fiziksel dinamik durumu ile bağıntılı çok değişken bir konudur. Genellikle yüksek sıcaklıklar, rutubetsiz hava, rüzgâr gibi etkiler bitkilerin transpirasyonunu arttıracağından bitki için

kurak bir ortam oluştururlar. Böyle ortamlarda bitkiler stomaları vasıtasıyla aşırı su kaybederler. Stomaların normal açılıp kapanma ritmi bozulur ve bitki bünyesinde belli düzeyden aşağı düşmemesi gereken su miktarı azalır. Bu durumda köklerle alınmaya çalışılan su miktarı da yeterli hızla alınamamakta, ozmotik basınç dengesi bozulmaktadır. Kaldı ki, ortamda zaten yeterli su yoksa, ortama su veya nem yönünden bir desteklenme yapılmıyorsa bitki bir süre bünyesindeki su ile idare edecek, yaşamaya çalışacak fakat bu arada stomaların çalışması ne kadar idareli ve kısıtlı olursa olsun transpirasyonu belli ölçülerde gerçekleştirecektir. Böylece, kuraklık koşulları değişmediği sürekli durumlarda bitkinin tür ve çeşidine bağlı olarak bir zararlanma ortaya çıkacaktır. Kurağa dayanım, işte böyle durumlarda bitkinin mümkün olduğu kadar canlılığını, yaşamını sürdürebilmesi kabiliyetidir (2,35,40).

Cetvel 18. 1981 ve 1982 Yılları Şubat Ayında Farklı Çeşitlerin Bir Yıllık Dallarına Uygulanan –20°C'lik Don Testi Sonuçlarına Göre Tomurcukların Sürme Oranları (%) (14).

Çeşitler	-20°C Uygulamaları (saat)					D	
	0	24	48	72	96	0.05	0.01
1981 Yılı Sonuçları							
Çavuş	100.0	83.3	33.3	10.0	0.0	11.5	15.2
Hamb.Misketi	100.0	75.0	70.0	10.0	0.0	15.8	20.9
Hafızali	95.0	56.7	45.0	10.0	0.0	9.2	12.1
Karagevrek	100.0	40.0	50.0	10.0	0.0	15.9	20.9
Kalecik Karası	100.0	95.0	100.0	63.0	10.0	11.0	14.5
D: 0.05 / 0.01	F.Y. F.Y.	18.6 24.6	13.9 18.3	15.1 19.9	6.9 7.9		
1982 Yılı Sonuçları							
Çavuş	100.0	80.0	45.0	35.0	15.0	18.0	23.8
Hamb.Misketi	95.0	80.0	70.0	33.0	0.0	9.2	12.1
Hafızali	100.0	31.7	45.0	10.0	0.0	6.9	9.1
Karagevrek	95.0	35.0	30.0	10.0	0.0	15.9	20.9
Kalecik Karası	100.0	100.0	100.0	90.0	30.0	11.0	20.9
D: 0.05 / 0.01	F.Y. F.Y.	16.2 21.4	13.4 17.7	17.3 22.8	12.0 15.8		

Kuraklığı genel ilkeler içinde üçe ayırmak mümkündür: a) Ağır (ivegen akut) kuraklık, b) Sürekli (sürgene, kronik) kuraklık, c) Fizyolojik kuraklık. Ağır veya akut kuraklık, kuvvetli güneşlenme ve rüzgardan ileri gelir. Böyle durumlarda susuzluk ve su noksanlığı kendini şiddetle gösterir, özellikle genç bitkiler ve tohum kurur. Yaşlı bitkiler asimilasyon yetersizliğinden dolayı solar, sürgün uçları kurur, verim azalık ve kalitesizleşir, büyüme yavaşlar ve durur. Kuraklığın en erken belirtisi solgunluktur. Bu durumdaki bitkiye su verildiğinde solgunluk geçer,

aksi halde bitki ölür. Akut (ivegen) kuraklığın oluşturduğu zararlar otsu bitkilerin gençlik devresinde daha fazladır. Kökleri yüzlek olan bitkiler genellikle, kökleri derine gidenlerden daha çok kuraklıktan etkilenirler. İlkbaharda ortaya çıkan kuraklık bitkileri genç devresinde yakalandığından çok tehlikelidir. Yazın görülen kuraklık ise ürünün bir kısmının yok olmasına neden olur. Kuraklığın sebep olduğu zarar, temel olarak süresine bağlı olduğundan, kısa süren kuraklıklar daha az zarara neden olurlar (41).

Kronik yani sürgen kuraklık ise, toprakta taban suyunun düşmesi sonucu görülür. Böyle yerlerde bulunan ağaçlar bir taraftan taban suyunun çok düşmesi, diğer taraftan sonradan görülen hastalık ve zararlıların etkisiyle zayıf düşerler. Sürekli kuraklıktan dolayı bitkilerde önce solgunluk, daha sonra ise ağaçların tepelerinden başlayarak aşağıya doğru inen kuruma hali görülür.Süregen kuraklık özellikle çok yıllık bitkiler için önemlidir.

Bitkinin topraktaki sudan yeteri ölçüde yararlanamaması ise fizyolojik kuraklığa neden olur. Bazı toprakların su tutma kapasitesi ve kabiliyeti yüksektir. Oysa, bitkilerdeki solma topraktaki suyun çoğalmasıyla da artar. Çünkü, topraktaki su fazlalaştıkça tuz ve gübrelerin bitkiler üzerindeki etkileri de çoğalır. Bu nedenle bitkiler su alamaz duruma gelir. Bazen de bitkiler (özellikle meyve ağaçları) elverişli olmayan ve toprak altı tabakasında kaya parçaları veya kum tabakaları bulunan yerlere dikilirler. Böyle olduğu durumlarda ağaçlar, birkaç yıl normal gelişiyor gibi görünürlerse de, daha sonraları kökleri süzek olmayan veya çok kuru bir tabakaya rastlayınca gelişmeleri duraklar ve daha da sonra tamamen kururlar (35, 41).

Bitkilerde kurağa dayanım su ihtiyacının az olması ile doğru orantılı değildir. Yani; “az suya ihtiyaç duyan tür ve çeşitler , daha çok kurağa dayanırlar” diye bir kural, temel olarak yoktur. Bu durum daha çok kök sisteminin derinliğine ve genişliğine büyük yer kaplaması ile paralel olmakta ve aynı zamanda bitkilerin büyüme-gelişme hızları ile kök, yaprak özellikleri ile stoma direnç ve aktivite durumu ile bağlantılıdır. Gelişkin bir bitkinin kök sisteminde milyonlarca kök ucu vardır. Suyun bitki bünyesine alımında kök sisteminin ve burada bulunan kök uçlarının etkinliği büyüktür. Aynı şekilde, köklerdeki emici tüylerin de su alımında rolü büyüktür. Özellikle köklerdeki emme gücü ile bu tüylerin fonksiyonlarını yapmaları önemlidir. Kurak bölgelerde normal gelişme gösteren tür, çeşit veya tipler, ancak emme güçlerini kurak toprakların kapsadığı sınırlı ölçüdeki suyu alacak derecede yükseltmek gücünde bulunanlardır. Emme güçleri, yılın kurak mevsimlerinde toprakta az olan nemi, toprağın absorbsiyon kuvvetini yenerek alma kuvvetinde olmayan bitkiler su düzenlerinin bozulması sonucu olarak solmakta, gelişmeden kalmakta ve sonunda kurumaktadırlar. Genellikle çok yıllık odunsu bahçe bitkilerinin nemli bölgelerde göstermiş oldukları maksimum

osmotik basınç değerleri ile kurak bölgelerdeki osmotik basınç değerleri arasında büyük farklar vardır. Nemli bölgelerdeki osmotik basınç daha düşük ve kurak bölgelerde daha yüksektir (köklerin). Ekstrem ekolojik koşullardaki meyve ağaçlarının osmotik güçlerinde gösterdikleri büyük farkların pratikte büyük önemi vardır. Nemli iklimli yerlerden getirilen meyve türleri bazen emme güçlerinde büyük çaba göstererek, kurak şartlara uymaya çalışmaktadırlar. Ancak, başarı oranları düşük olmakta ve kurumaktadırlar. Öte yandan köklerin iletim borularının genişliği de kurağa dayanımda rol oynar. Örneğin, bir asmanın köklerinde iletim borularının genişliği o asmanın su iletme kapasitesinin yüksekliğini gösterir. Etli köklere sahip olan asmalar kuraklığa, ince ve sert köklülerden daha çok dayanırlar. Yine aynı şekilde gerek meyve ağaçlarında, gerek asmalarda anaçlar kalem ilişkilerinin de kurağa dayanımda büyük rolü vardır. Örneğin, fazla kurak yıllarda emme gücü anacın emme gücüne yükselmeyen kalemlerin gerek duydukları suyu alamayarak su düzenlerinin bozulması sonucu birdenbire kurudukları görülmektedir (35,41).

Bitkiler, yalnız topraktaki nem durumuna göre köklerin gelişmeleri ve emme güçlerinde gösterdikleri değişikliklerle su düzenlerini kurarak susuzluğa ve kurağa dayanımda başarılı olamazlar. Burada toprak üstü organlarına da büyük görevler düşer. Bilindiği gibi, bitkilerde su kaybının önemli kısmını transpirasyonla havaya verilen su buharı şeklinde kayıp oluşturur. Bu konu "Bitkilerde Su Kaybı" başlığı altındaki 5.2 no.lu bölümde etraflıca açıklanmıştır. Kurağa dayanım fizyolojisinde önemli olan, su kaybını oluşturan nedenle bağlı olarak su kaybının olmasını sağlayan organların bu olaydaki hareketlerini kontrol etmek, anatomilerini bilmek, bitki üzerinde dağılımlarını ve yoğunluklarını belirleyecek bitkinin su kaybını bilmek ve kontrol altında tutabilmektir.

Kurağa dayanım fizyolojisinde yukarıda açıklanan çevresel ve bitkinin yapısına bağlı birçok faktörün rolünün yanında, bitkinin bünyesinde bulunan içsel kökenli daha başka faktörler de vardır.

Bunlar hem stomaların açılıp kapanmasına etkili olan ve onları idare eden karakterde ve hem de kurak koşullara derhal uyum sağlayarak değişimleri gerçekleştiren faktörlerdir. Örneğin, kurağa dayanımda büyük rol oynayan stomaların hareketinin kontrolü konusunda ABA'nın büyük rolü vardır. Bitki bünyesinde ve özellikle yapraklarda ABA'nın yüksek olduğu zamanlarda stomalarda kapanmanın indüklendiği, su kaybının azaldığı gözlenmektedir. Bu durum ABA'nın dıştan uygulanmasında da çok açık olarak görülmektedir. Aslında, kuraklık etkisi ile bitki bünyesindeki su noksanlığı sonucu ABA konsantrasyonunun artışı ile stomaların kapanmasının sağlandığı (stomaların açık kaldıkları süre kısalmakta) anlaşılmıştır. Öte yandan, bitki bünyesinde bulunan diğer hormonlar da stomaların hareketini etkilemekte ve böylece kurağa dayanımda olumlu veya

olumsuz rol oynamaktadırlar. Örneğin, genellikle Kinetin, GA_3, B-9 stomaların açılmasını indüklemekte, Salisilik asit ise önemli ölçüde stomaların kapanmasını sağlamaktadır (13,17). Tabi bu genel veriler her bitki tür ve çeşidine özgü olarak bazı değişiklikler gösterebilir.

Kurağa dayanımda bitkinin toprak üstü organlarının özellikle yaprakların da büyük önemi vardır. Kserofit (kurakçıl, kurağa dayanıklı), mesofit (fazla sudan ve kuraktan hoşlanmayan, normal rutubet isteyen) ve higrofit (suyu çok seven ve bol sulu ortamda yaşayan) bitkilerde yaprak ve stoma yapıları arasında büyük farklar vardır. Örneğin, mesofit bitkilerde kütin tabakası ince ve hücre arası boşluklar geniştir. Oysa, kserofit bitiklerde kütin tabakası kalın ve hücre arası boşluklar dardır. Kserofit bitkiler yeteri kadar su bulabilirlerse mesofit bitkilerden daha fazla terleme yaparlar. Yeteri kadar su bulanamaz ise veya stomalar kapalı ise, özellikle kalın kutikula tabakasının da etkisi ile epidermis yoluyla terleme çok az olur. Toprakta yeteri kadar su bulamayan ya da havanın düşük oransal nemine uyum gösteremeyerek şiddetli transpirasyona zorunlu kalan bitkilerdeki yapraklar, kaybettikleri suyun tamamını köklerden temin edemeyecek duruma düşünce, meyvelerdeki suyu çekmeye başlarlar ve sonuçta bu durum meyvelerin dökülmesine neden olur. Bu durum elma gibi kuraklığa karşı duyarlı olan meyve türlerinde daha çok dikkati çeker. Aynı şekilde kurakçıl yapıda olsa bile birçok bitki, aşırı kurak koşullarda yapraklarını dökmeye başlar. Bu hem su noksanlığı ile gelişmenin durumunun bir işareti, hem de bitkinin transpirasyon alanını azaltma isteğinin bir işaretidir.

Kurağa dayanımda yaprak özelliklerinden yaprakların tüylülüğü, rengi, ağaç üzerindeki durumu, yaprağın anatomisi ve üzerindeki stomaların yapısı, adedi gibi hususlar da önemlidir.

Kserofit bitkiler kurak koşullardan hoşlanmaktan çok, kuraklığa dayanan bitkilerdir. Bol su temin ettiklerinde büyüme ve gelişmeleri ile ürünleri de artar. Bu bitkiler yaşamak zorunda kaldıkları ortama uyabilmek için çeşitli kurakçıl özellikler kazanırlar. Bundan dolayı da farklı familyalara ait farklı cinsler dış görünüş olarak birbirlerine çok benzer bir durum alırlar. Bu tür bitkilerin en tipik özellikleri buruşma ve kurumaya dayanıklı oluşlarıdır. Oysa, mesofit bitkiler dokularındaki suyun %1 ve %2'sini dahi kaybettiklerinde buruşurlar. Kserofitler ise %8-25 oranından daha fazla su kaybettiklerinde buruşurlar. Kserofoitler ise %8-25 oranından daha fazla su kaybettiklerinde ancak buruşma belirtileri gösterirler. Kseorofit bitkilerin genellikle hücreleri küçüktür. Hücre çeperi kalınlaşmıştır. Kutikular örtü çok iyi gelişmiştir. Stoma adetleri çoğalmıştır. Yaprak damarlarının ağ sistemleri daha sıktır ve iyi gelişmiş bir palizad dokusuna sahiptirler. Kökleri çok iyi gelişmiş ve dallanmıştır. Kök tüyleri geniş bir saha kaplarlar. Yaprak iç ve dış dokularında klorofil vardır. Havaya gösterdikleri yüzey olabildiğinde azalmıştır. Buna uygun olarak

yaprakları ya çok küçük ve kalın, ya da mevcut değildir. Aynı şekilde transpirasyon yüzeyini azaltmak için küresel ve etli (sukkelentik) görünüş kazanmışlardır. Yüzey örtü tüyleri iyi gelişmiştir ve çoğunluk stomalar çukurlarda bulunur. Dokular ve iletim sistemleri iyi gelişmiştir. Kurak ortamlarda toprakların yüksek olan emme kuvvetine engel olmak ve bu gücü yenmek için genellikle hücre öz sularında yüksek bir osmotik basınç vardır. Bu fazla transpirasyonun bir sonucudur.

Kserofit bitkiler arasında kuraklıktan kaçanlar, kuraklıktan sakınanlar ve kuraklığa dayanıklılık gösteren tipler vardır. Bunların içinde özellikle kurağa dayanıklılık gösteren tiplerin seçilmesi gerekir. Orta Anadolu'nun tipik bitki örtüsünü böyle kuraklığa dayanıklı çeşitler formlar oluşturur. Bunun için de kuraklığa dayanımla ilgili çeşitli fizyolojik sorunları çözmek ve dayanımın fizyolojisin öğrenmek çok önemlidir. Burada kurağa dayanımın esasında hücresel yapının su tutma kapasitesinin yüksekliği ve su tutmayı arttırıcı hücresel kolloidlerin bulunuşu, protoplazmanın su tutmadaki özel direnci fizyolojik belirtilerdir. Dolayısıyla, kültür formlarının veya kurağa dayanıklı yeni formlar elde etmedeki ıslah çalışmalarında kullanılacak yabani formların da yukarıda açıklanan birçok özellikler yönünden incelenmesi ve ona göre değerlendirilmeleri gerekir.

Kurağa dayanımın arttırmak üzere uygulanabilecek önlemler vardır. Örneğin, kurak bölgelerde yetiştirilen meyve ağaçlarında kurağa dayanıklı anaçlar kullanılır. Armut için anaç olarak önerilen ahlat, özellikle kurak iklim ve toprak koşullarına iyi uymuş, derin köklü genel habitusu itibariyle kserofit bir bitki görünümündedir. Dolayısıyla, kurak koşullarda anaç olarak kullanılır. Badem, meyve türleri içinde kurağa en çok dayanan türdür ve erik için kurak yerlerde anaç olarak kullanılabilir. Keza, kurağa dayanıklı kaysı anacı da şeftalide kullanılabilir. Asmalarda ise genellikle kullanılan anaçlar yeri çeşitler kadar köklerini derine salamazlar, aşısız asmalar aşılı asmalara oranla kurağa daha dayanıklıdır.

Öte yandan, bitkilerin kurağa dayanımlarını arttırmak amacıyla sıralar arası ve sıra üzeri mesafelerin arttırılması, budama ve terbiye sisteminin bitkinin fazla su kaybına uğramayacak şekilde yapılması da uygun olur. Bunların yanında transpirasyonu azaltacak, stomaların daha uzun süre kapalı kalmasını sağlayacak dışsal uygulamalar da önerilebilir. Bununla ilgili olarak "antitranspirant" yani, transpirasyonu kısıtlayan çeşitli kimyasal maddeler uygulanır. Antitranspirant maddeler üç biçimde bulunur (13).

a) Yansıtıcılar,
b) Stomaların açılıp kapanmasını düzenleyen maddeler,
c) Film yapıcılar.

Yansıtıcılar, yapraklara püskürtüldüklerinde yaprağa gelen güneş ışınlarının yansımanı Arttırmakta, böylece yaprak sıcaklığını ve transpirasyonu azaltmaktadırlar. Stomaların kapanmasını düzenleyen antitranspirantlar, stomaların açılmalarını engelleyerek su kaybını güçleştiren inhibitör maddelerdir. Etkileri organik açıdan önemli olmaktadır. Film yapıcı maddeler ise, bitkilere püskürtüldüklerinde yaprakların üzerinde film tabakası oluşturarak su buharının çıkışını engellemekte ve böylece antitranspirant etki göstermektedirler.

Fiziksel etkili antitranspirantların etki şekilleri pratikte bazı sakıncaları doğurmaktadır (bitkinin fizyolojik dengesinin olumsuz yönde etkilenmesi, özellikle süs bitkilerinde bitkinin görünüşünü bozması, bitkinin çiçeğine, ürününe ve diğer organlarına da bulaşarak bazen olumsuz istenmeyen durumları ortaya çıkarması, vb.). Dolayısıyla, transpirasyonun fizyolojik olarak kontrol edilebilmesi konusu ağırlık kazanmaktadır. Yani, dışsal bazı girişimler ile bitki bünyesinden geçerek stomatal aktivitenin kontrolü ile kurağa dayanım kazanabilmek birçok bitkide daha önemli ve yararlı görülmektedir. Bu konuda daha önce de belirtildiği gibi bitki büyümesini düzenleyici hormonal maddelerin ve diğer kimyasal maddelerin pratik uygulamada yeri vardır.

Ülkemizin büyük bir bölümü kurak iklim koşulları altındadır. Bu koşullardaki yetiştiricilik gerçekte, sulak iklim koşulları kadar kolay olmadığı gibi, çoğu kez rizikoludur. Bahçe bitkilerinin birçoğunun yetiştirilmesinde, büyüme ve gelişme durumlarında, su isteklerinin artması özellikle kurak bölgelerde büyük bir sorun olmaktadır. Dolayısıyla, kurağa dayanım konusunda ülkemiz koşulları dikkate alınarak, kültürü yapılan tüm bitkiler için gerekli araştırmalara yoğunluk vermek zorunludur.

4.13. Rejenerasyon

Rejenerasyon (regenaration), bitkinin zedelenmiş kısımlarının yenilenmesi, bu kısımlarda yeni organların veya organizmaların yapılmasını, farklılaşmış ve dinlenme dönemine geçmiş olan hücrelerin yeniden bölünerek çoğalabilme yeteneğini kazanması olaylarının tümünü kapsar. Bir diğer tanımlama ile, rejenerasyona bir bitkinin veya bir organizmanın yaralanan kısmının düzelmesi veya ayrılan, kopan bir parçasından yeni bir yapı, organ hatta tüm bir organizmanın oluşması eğilim ide denebilir. Bu çok farklılaşmış bir hücrenin bile, tüm bir organizmayı yapabilecek yetenekleri kapsadığının kanıtıdır (35). Bahçe bitkilerinin üretilme aşamalarında, yetiştiriciliğin çeşitli safhalarında rejenerasyon olayının ve yeteneğinin pratik olarak çok önemi vardır. Bitkiler arasında, diğer birçok fizyolojik olayda ve yetenekte olduğu gibi rejenerasyon yeteneğinde de farklılıklar görülür. Hatta, aynı bitkinin organları arasında bile rejenerasyon yeteneği değişir. Genellikle ilkel

bitkilerde çok daha yüksek bir rejenerasyon yeteneği vardır. Bahçe bitkilerinin gerek toprak altı, gerek toprak üstü tüm organlarında rejenerasyon yeteneği örülür. Bu durumdan yararlanılarak veya bu yeteneği kontrol altına alarak, bahçe bitkilerinin yetiştiriciliğindeki birçok safhada pratik faydalar sağlanır. Örneğin, doku kültürleri ile çoğaltım, aşılama ve çelikleme ile üretim, bitkilerin terbiye edilmesi, budanması, hastalıklı ve zararlanmış kısımlarının kesilip atılması gibi uygulamaların hepsi organizmanın kendini yenileme, yani rejenerasyon yeteneğinden yararlanmaktadır.

Bitkilerin rejenerasyon yeteneğinin temelinde genetik özellikler vardır. Fakat, buna paralel olarak rejenerasyonun fizyolojisinde çeşitli içsel maddelerin de (hormonlar, proteinler, enzimler, karbonhidratlar gibi) etkisi vardır.

Rejenerasyon yeteneği ile bir bitkinin bir parçasından yeni bir organizmanın oluşmasının mümkün olduğu açıklanmıştır. Genellikle yüksek bitkilerde sürgün parçası, yaprak ve kök gibi tek parçalar bu yeteneği daha çok gösterirler ve kendi karakterlerinden farklı yapıdaki organları oluştururlar. Sürgün ve yapraklarda oluşan krizantem çeliklerinden yeni köklerin ortaya çıkması, begonya çeliklerinden alınan bir yapraktan sürgün ve kök oluşması ve bir kök parçasından sürgün ve yaprakların oluşması (*Prunus, poppel'*deki gibi) bunlara örnektir. Buradan da anlaşılacağı gibi aslında bitki parçacıklarından oluşan adventif kökler yaralarda ve aşılarda oluşan kallus ile aşılama sonucu kalem ile anacın birleşerek kaynaşması doku ve meristem kültürü ile yeni bireylerin oluşması organizmanın birer rejenerasyon aktivitesi sonucudur (35,40).

5. BİTKİ SU İLİŞKİLERİ

Temel olarak hangi fizyolojik olaya bakılırsa, bitki-su ilişkilerinin öneminin ne kadar büyük olduğu anlaşılır. Burada esas olan su ekonomisinin gerek bitki büyümesini ve gerekse bitki ürününün kalite ve kantitesini düzenlemesidir. Her konuda istenen en iyi sonuca varabilmek için, bitkide su dengesinin kurulması ve korunması ilk koşuldur. Bu, her bitki tür ve çeşidi için ayrı bir özellikte kendini gösterirse de örneğin; suyun alımı ve kaybı olaylarındaki esaslar ortaktır. Su alımı, bahçe bitkilerinde kökler aracılığı ile genellikle topraktan, su kaybı ise büyük oranda buhar veya gaz şeklinde yapraklardan olmaktadır. İşte bitkide su dengesi, kökler ile alınan suyun özellikle yapraklardan olan su kaybı arasındaki oranla belirlenir. Bitki yetiştiriciliği açısından gerek duyulan fazla su, bitki besin maddelerinden azot ile ortak bir etki yönün sahip olarak büyümeyi özellikle vegetatif açıdan uyarmaktadır. Bunun yanında örneğin, birçok bahçe bitkisinin çiçeklenmesi, döllenmesi ve olgunluğu sırasında olduğu gibi bazı olaylarda da suyun fazlalığı olayları olumsuz

yönde etkilemektedir. Yetersizliğinde de keza bunlara benzer birçok olumsuz etkiler ortaya çıkmakta, susuzluk ve kuraklık sonucu bitki gerek tüm olarak, gerek ürünün kalite ve kantitesi ile bozuk tablolar göstermektedir.

Bitki-su dengesinin kontrolü tek taraflı olmayıp çok yönlüdür. Çevre koşulları (toprak faktörleri, iklim faktörleri, yön, konum, kültürel uygulamalar vs.) anında bitkinin kendi tür ve çeşidi ile yapısı da bünyesindeki su dengesinin kurulmasına veya bozulmasına etki eder. Bazı bitkiler çok kurak koşullarda bile bünyelerinde gereksinim duydukları suyu ve dengeyi uzun süre koruyabilir. Bazı bitkiler ise, çok kısa süreli susuzluktan bile alınırlar ve derhal bozulurlar. Diğer bazı durumlarda ise, ortamda yeterince su bulunduğu halde, bitki susuzluk çeker. Bu durumda yine su dengesinin sağlanamaması ve korunamaması konusu vardır.

Bitkinin yaşamında suyun genel fizyolojik çerçevesindeki önemi dört grupta toplanabilir (26, 39). A) Su canlı organizmanın çoğu durumlarda %90'nını oluşturur, protoplazmanın esas maddesidir, b) Suyun gerek besin maddesi olarak, gerek birçok reaksiyonda önemi büyüktür. Örneğin, fotosentezde karbondioksit ve ışık kadar gereklidir, keza birçok hidrolitik reaksiyonlarda (hidrolizlerde, sentezlenmelerde) gereklidir, c) Suyun eritici etkisi vardır. Su molekülünün yapısı, elektrik yükü alışverişi ile bir eriyik içindeki çeşitli tuzların ve bileşiklerin oluşumuna olanak sağlar. Burada durum bitki fizyolojisinde büyük avantajdır. Bitki için gerekli çeşitli elementler veya enerji transferi ile depolanması bakımından gerekli bileşikler, hatta bitkisel yapılanı çoğu taşınmaları için suya gereksinim duyarlar. Tüm bunlar suda erimiş halde, bitkilerin farklı doku ve organlarında bulunabilmekte ve böylece bitkinin çeşitli metabolik ihtiyaçlarına cevap verebilmektedirler. d) Suyun diğer bir önemli özelliği de turgoru muhafaza edebilmesidir. Hücre büyümesi, genişlemesi ve gelişmesinde suyun bulunması zorunludur. Böylece, hücre turgorunun sağlanması ile bitkinin çeşitli organlarının çalışması ve bitkinin canlılık olaylarını sağlıklı yürütmesi mümkün olur.

Bitki-su ilişkilerinin temeli, hücre-su ilişkilerine dayanır. Böylece doku-su dengesi ve bitkinin tüm yaşam olaylarının olumlu veya olumsuz tablosu ortaya çıkar. Bir bitkinin gereksinim duyduğu suyu topraktan alabilmesi hücreler arası iletim ve geçirgenliğe bağlıdır.

5.1. Bitkilerde Su Alımı

Bitki bünyesine su girişindeki esas, daha önce de belirtildiği gibi, hücrelerin geçirgenlik, diffuzyon ve osmoz yetenekleridir. Bitkilerin topraktan suyu alabilmeleri için hücrelerdeki osmotik basıncın turgor basıncından büyük olması gerekir. Hücredeki bu iki basınç birbirine eşit olunca

suyun alınması durur. Osmotik basınçla turgor basıncı arasındaki fark dolayısıyla suyun bitki bünyesine girmesine yarayan kuvvete "emme kuvveti" denir.

Yarı geçirgen zarla ayrılmış bir ortamdaki suyun, su konsantrasyonunun fazla olduğu taraftan, su konsantrasyonunun daha az olduğu tarafa geçişi "OZMOZ" olarak bilinir. "Diffüzyon" ise, basit olarak belli bir maddenin (gaz, sıvı ve ya katı) büyük konsantrasyondan, küçük konsantrasyona madde parçacıklarının (molekül, atom, iyon vb.) gelişi güzel geçişleri olarak tanımlanabilir. Buradan da anlaşılacağı gibi OSMOZ aslında diffüzyonun özel durumudur veya bir diffüzyon halidir. Osmotik basıncın net olarak tanımlanması oldukça güç olmakla birlikte osmoz ile ortaya çıkan iki bölge arasındaki sıvının geçişiminde rol oynayan potansiyel ve teorik bir basınç olarak toparlanabilir. Veya bir başka deyişle, geçirgen bir zarla çevrili bir sıvının içine farklı konsantrasyondaki bir başka sıvının geçişimini sağlayan o dış sıvı moleküllerinin ise hareketlerini oluşturan teorik bir basınç olarak tanımlanabilir.

Turgor basıncı ise, bu giriş esnasında oluşan ve girişi engelleyici nitelikte olan zıt yönlü bir basınçtır. Turgor basıncı osmoz sonucu bitki hücrelerinde oluşan gerçek basınçtır. Hücre içine çok su girmesiyle oluşan ve gittikçe artan turgor basıncı bu artışına paralel olarak, hücre membranını hücre duvarına doğru iter. Sert olması nedeniyle hücre duvarı turgor basıncına karşı eşit güçte bir basınç oluşturur, buna da "hücre duvarı basıncı" denir. Turgor basıncı özellikle otsu bahçe bitkilerinde (sebzelerde, çiçeklerde v.b.) direnç ve diklik kazandıran bir güçtür. Solmuş bir bitkinin nemli ortamda yeniden eski canlı görüntüsüne ulaşması turgor basıncı sayesinde olur (26,39).

Bitkilerde su alımını sağlayan esas organlar köklerdir. Böyle olmakla birlikte az da olsa diğer organların da su alabildikleri kanıtlanmış durumdadır. Yapılan çalışmalar ile bitkilerin su alımında çeşitli etkilerin olduğu görülmektedir. Bunlar çevresel ve bitkisel etmenlerdir. Örneğin, toprak suyunun yarayışlılığı, toprak çözeltisinin konsantrasyonu, toprak sıcaklığı, toprak havalanması gibi çevresel faktörler ile kökün büyüme hızı, gelişme durumu, mevsimlik aktivitesi, kökün yapısı, emici tüylerinin sayısı gibi faktörler de bitkisel etmenlerdir. Su alımını en çok etkileyen husus kökün absorbsiyon kuvvetidir. Absorbsiyon kuvveti yüzey genişliğine bağlı olup emici tüylerin varlığı ile artar.

Bitkinin su alım mekanizması iki şekilde gerçekleşir:

a) Aktif Su Alımı
b) Pasif Su Alımı

a) Aktif Su Alımı (Aktif Absorbsiyon): Kök etkinliği ve metabolik enerji harcanması ile suyun bitkiler tarafından alınmasına "aktif absorbsiyon" denir. Yavaş terleyen ve su gereksinimi iyi karşılanan bitkilerde görülür. Suyun alımında esas rol köklerdedir. Osmotik kurallara bağlı kalmadan köklerin etkinliği ve metabolik enerji ile oluşmaktadır. Ancak, aktif su alımında osmotik prensiplerin de rol oynadığını kabul eden teoriler vardır. Yapılan çalışmalar ile kök sistemleri tarafından suyun alınma hızı, ksilem öz suyundaki konsantrasyonla ilgili görülmektedir.

b) Pasif Su Alımı (Pasif Absorbsiyon): Gerek köklerin enerjitik özel etkisine bağlı kalarak suyun alınmasına "pasif absorbsiyon" denir. Bu durumda suyun alınmasında köklerin canlı ya da ölü olmasının önemi yoktur. Burada esas olan hücrenin osmotik basınca ve koşulları pasif su ve madde alınmasını düzenlemektedir. Kök hücrelerindeki hücre sularının diffuzyon basınç farkları toprak çözeltisinin düffuzyon basıncı farkından büyük olduğu sürece hücreye giren su, hücreden çıkan sudan daha fazla olacaktır. Hücre suyunda çözünmüş katı madde miktarı arttıkça ya da turgor basıncı azaldıkça, hücre suyunun diffüzyon basıncı farkı artar ve sonuçta su alımı fazlalaşır. Pasif su alımında bitkinin toprak üstü organlarındaki etkinliğinin (transpirasyonunun) büyük rolü vardır. Transpirasyon etkinliği görüldüğü sürece kökler ölü dahi olsa su alımı görülür. Hızlı transpirasyon gösteren (fazla su kaybeden) bitkilerin iletim demetleri içinde genellikle bir basınç azalması oluşur (turgor basıncındaki azalma). Gövdedeki iletim demetler içinden suyun hızla yukarı çekilmesi ile oluşan emme kuvvetinin etkisi kökte görülür.Bunun sonucu olarak da, su topraktan kökün içine doğru çekilir.

Aktif ve pasif su alımının dışında az da olsa bitkilerin toprak üstü organları tarafından da suyun alındığı görülmektedir. Kökleri suya konmadan, nemli bir ortamda bir süre tutulan bazı bitkilerin eski canlı durumlarını almaları, bunların toprak üstü organları ile su absorbe edebildiklerinin kanıtıdır. Yapraklarda su absorbsiyonu, gözenekler yanında doğrudan epidermal hücreler aracılığı ile gerçekleşmektedir. Tabi bu durum yaprakların diffuzyon basınç farkları anatomik yapıları ve geçirgenlikleri ile yakından ilgilidir (3, 26, 32, 39).

5.2. Bitkilerde Su Kaybı

Bitkilerde su kaybının büyük kısmını, suyun buhar veya gaz şeklinde bitki tarafından havaya verilişi oluşturur. Yapılan araştırmalar bitkiler tarafından alınan suyun %90'nının su buharı şeklinde yüzeyden kaybolduğunu göstermektedir. Canlı dokularca yapılan bu su buharlaşması olayı "transpirasyon" (terleme) olarak tanımlanır. Bu olay, bitkide en çok yapraklar ile yapılır. Yapraklardaki transpirasyonun en önemlisini ise, stomalar ile gerçekleşen "stomadial

transpirasyon" oluşturur. Diğer taraftan, pek az da olsa yaprakların dış yüzeyini saran epidermisi örten kütikulardan (kütin) da transpirasyonun yapıldığı görülmektedir. Buna "kütikular transpirasyon" denir. Bunların yanında yine az da olsa bazı bitkilerin gövde, dal ve meyvelerini kaplayan mantarımsı dokularda bulunan küçük açıklıklardan (lentisel) olan transpirasyona da "lentiseller transpirasyon" veya "lentiküler transpirasyon" adı verilir. Bunların genel bir oranlamasını verecek olursak, stomadial transpirasyonla bitkilerdeki suyun yaklaşık %90'nından fazlasının, kütikular transpirasyonla yaklaşık %10'nundan azının ve lentiseller transpirasyon ile suyun ancak %0,1'nin kaybolduğu görülür (26,39).

Bitki-su dengesinin sağlanmasında büyük rolü olan su kaybının kontrol edilmesinde transpirasyon olayının en önemli cereyan ettiği "stomalar" adı verilen gözeneklerdir. Bu gözeneklerin tanınması ve hareketlerinin kontrolü çok önemlidir.

Transpirasyon ile kaybedilen su miktarı, birim yaprak alanı, birim kuru ya da yaş bitki ağırlığı, tek olarak bitki ilkesine göre ifade edilir. Belli zaman ölçen ve belli ilkelere göre ifade edilen transpirasyon "transpirasyon hızı" olarak belirlenir. Bir büyüme ve gelişme periyodu içinde o bitkinin absorbe ettiği toplam su miktarı ile o periyoda sonunda kazandığı kuru madde miktarı arasındaki oran da "transpirasyon oranı" olarak tanımlanır. Örneğin, transpirasyon oranı 800 dendiği zaman, bir gram kuru maddeyi oluşturmak için bitkinin 800 g kullanmış olduğu (su alımı ve su kaybı olarak) anlaşılır.

Stomadial transpirasyonda rol oynayan stomalar, bitkilerin daha çok yaprak epidermisinde bulunan çok ufak gözenekçiklerdir. Bir stoma genellikle fasulye veya böbrek biçiminde iki adet bekçi hücresinden (kapatma hücreleri) oluşmuştur. Bekçi hücrelerini çevreleyen yardımcı hücreler diğer epidermis hücrelerinden farklılık gösterirler ve bunlara da "arkadaş hücreleri" adı verilir. Stomalara kökler dışında bitkinin tüm organlarında rastlanabilir ancak, yaprak edipermisinde yoğun bir şekilde bulunurlar ve stomaların yaprak yüzeylerinde bulunuşlarına göre de yapraklar 3'e ayrılırlar (39).

a) Amfistomatik Yapraklar: Stomalar yaprağın alt ve üst yüzeyine dağılmışlardır.
b) Hipostomatik Yapraklar: Stomalar yaprağın yalnız üst yüzünde bulunurlar.
c) Epistomatik Yapraklar: Stomalar yaprağın yalnız üst yüzünde bulunurlar.

Stomaların büyüklükleri ve yoğunlukları, bitki tür ve çeşidi ile bitkinin yetişme koşullarına göre farklılık gösterir. Örneğin, Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidi yaprağının üst yüzünde, 1 mm^2'de 216,

Hafızalide 194, Moller Thurganda 158, nanede 276, domateste 150, kıvırcıkta 72 adet sayılmıştır (Cetvel 18 ve 19).

Cetvel 19. Bazı Bahçe Bitkilerinin Olgunluk Yapraklarındaki Stoma Sayıları (19, 26).

Türü	m² deki Stoma Sayıları	
	Alt Yüz	Üst Yüz
Kabak	499	281
Nane	409	0
Fasulye	271	22
Ispanak	214	73
Domates	150	48
Tere	141	119
Pırasa	78	88
Kıvırcık	72	67
Ceviz	461	0
Dut	480	0
Elma	294	0
Şeftali	225	0

Cetvel 20.Farklı Asma Çeşitlerinin Olgunluk Yapraklarındaki Stoma Sayıları (9).

Türü	m²'deki Stoma Sayıları	
	Alt Yüz	Üst Yüz
Kabak	499	281
Nane	409	0
Fasulye	271	22
Ispanak	214	73
Domates	150	48
Tere	141	119
Pırasa	78	88
Kıvırcık	72	67
Ceviz	461	0
Dut	480	0
Elma	294	0
Şeftali	225	0

Hangi yapıda olursa olsun prensip olarak stoma, transpirasyon ve gaz alışverişi olaylarını düzenli bir şekilde porunu açıp kapamak yolu ile düzenler. Stomaların hareket mekaniği ve ilkeleri konusunda çok görüş vardır. Genellikle stoma hareketi esnasında stoma hücrelerindeki turgor değişiminin olduğu kabul edilmektedir.

Stomalarda açılma ve kapanma üç tip hareketle açıklanmaktadır (39):

a) Hidropasif stoma hareketleri: Çok az su eksilmesi halinde ortaya çıkarlar.
b) Hidroaktif stoma hareketleri: Fazla su eksikliğinde görülür.
c) Fotoaktif stoma hareketleri. Ancak ışık ile indüklenebilirler.

Az miktarda su eksikliği ile ortaya çıkan hidropasif hareketin stoma açılma ve kapanma kontrol mekanizmasında pek etkili olmadığı kabul edilir. Oysa, stoma hücrelerinde fazla su kaybolması durumunda yaratıldığı varsayılan hidroaktif hareketin, stomaların açılma ve kapanmalarında temel bir rol oynadığı belirlenmiştir.

Stomaların düzenli açılıp kapanması, farklı mekanizmaların işbirliği ile çalışan biyolojik sistemler için tipik bir örnek oluşturur. Stomaların açılma durumunu ve değişimini sağlayan stoma hücreleri ile komşu hücreler arasındaki turgor farklıdır. Açılmış stoma hücrelerinde protoplazma akışı yavaştır, viskozitesi yüksektir. Bu durumdaki hücrelerde birçok kimyasal değişikliklerin ortaya çıktığı anlaşılmıştır. Bunlardan en önemlileri, stoma hücrelerinin karanlıkta asit karakter göstermesi, normal epidermis hücrelerine oranla tuz kapsamlarının, glikozitlerin, protein miktarlarının kuraklığa-soğuğa karşı dayanımlarının farklı olmasıdır. Son zamanlarda belirlenen çok tipik bir konu ise, stoma hücrelerinin de klorofil kapsamıdır. Böylece bunlarda fotosentezin yavaş da olsa ortaya çıkışı kabul edilmiştir.

Stoma hareketlerinin üzerine etkili olan birçok çevresel, bitkisel faktörler vardır. Bu faktörler aynı zamanda transpirasyonu da etkileyen faktörlerdir. Bitkisel faktörler içinde bitki tür ve çeşidine bağlı olarak birim yaprak alanı, yaprakların anatomik yapıları, yaprak yüzey genişliği, stoma adetleri ve dağılışları ile dirençleri, kök ve terleme yüzeyi oranı (kök/sürgün veya kök/yaprak) vardır. Örneğin, bunlardan geniş yaprak olanı, öteki koşullar aynı kalırsa terlemeyi arttıran bir nedendir. Stomaların dirençli oluşu ve sık açılmamaları terlemeyi azaltan bir durumdur.

Öte yandan çevresel faktörler olarak daha önce de kısaca bahsedildiği gibi çevredeki buhar basıncı, hava nemi, sıcaklık, ışık, rüzgâr, ortamdaki karbondioksit, toprak transpirasyonu etkiler.

Stomaların hareketine büyük ölçüde etki yaparak transpirasyonu etkileyen faktörlerden karbondioksitin rolü eskiden beri bilinmektedir. CO_2 ortamda bulunduğu miktardan daha yüksek düzeylere çıktığından stomalar kapanır. Ancak, burada çok önemli bir husus vardır. Çünkü, aslında CO_2 asimilasyonunun belli bir başlangıç değere ulaşması ile stomaların açıldığı fakat CO_2 miktarı bu değeri geçtiğinde ise stomaların kapandığı görülür. Stomaların kapanmasına neden olan bir diğer faktör de yaprak su potansiyelinin düşmesidir, böylece stomalar kısmen veya tamamen kapanır.

Yapraklardaki su potansiyelinin değişiminden dolayı stomaların kapanması, açılması üzerine, artan epidermal basınç ile mümkün olabilir. Bu hidropasif kuralın yanında, içinde su potansiyelinin azalması ile kapanan hücreler alanında ABA konsantrasyonunun hızla yükselmesi ile, stoma hücrelerine potasyum alımının ve nişasta yapımının engellendiği ikinci bir hidroaktif kural kabul edilmektedir (9).

Stomaların hareketini etkileyen diğer önemli faktör de sıcaklıktır. Genel olarak stomalar artan sıcaklık ile açılırlar. Ancak belli bir sıcaklık derecesinden sonra asimilasyon oranı da geri gider ve sıcaklık normalin üstüne çıktıkça stomalar kapanmaya başlar.

Stomalar genellikle ışık altında açık, ışık yokluğunda karanlıkta ise kapalıdırlar. Ancak, istisna olarak sukkulent (etli yapraklı) bitkilerde yapılan bazı araştırmalarda ışığın stomalar üzerine ters etki yaptığı da görülmüştür.

Kültürel uygulamaların da stomadial hareketler üzerine etkisi vardır. Örneğin, yüzük veya bilezik alma gibi işlemler sonucu stoma direncinin yükseldiği görülmektedir. Keza, yapılan araştırmalar ile meyveli elma ve asmalarda yapraklardaki stomaların meyvesiz ağaçlara ve asmalara oranla daha geniş açıldığı ve daha fazla transpirasyon yaptığı bulunmuştur.

Bunların yanında son zamanlarda yapılan çalışmalar, bitki bünyesindeki büyümeyi düzenleyici hormonal maddelerin de stoma hareketleri üzerine etkili olduklarını göstermektedir. Örneğin CO_2 ‘in indüklediği stoma kapanmasında ABA’nın rol oynadığı ve hatta ortamda gerekli olduğu belirtilmektedir. Aynı şekilde, bitki bünyesindeki su potansiyelinin azalması ile kapanan hücreler alanında ABA7nın hızla artışı da yine bu hormonun stoma kapanmasında ve terlemenin azalmasındaki etkinliğini göstermektedir. Hatta bu hormonun transpirasyon olayında “antitranspirant” rol oynadığı kabul edilmektedir. Bunun yanında içsel sitokininlerin ise, stomaların açılması indüklediği ve transpirasyonu arttırdığı belirlenmiştir. Eldeki veriler, sitokininlerin bu etkilerinde ABA’nın karşıtı olarak ortaya çıktıklarını göstermektedir. Sitokininler burada, hücreler arası boşluklardaki CO_2 konsantrasyonunu azaltıcı rol oynamakta, böylece stomaların açılmasını sağlamaktadırlar: Oksinlerin genel olarak stoma aktivitesine ve dolayısıyla transpirasyon üzerine olan etkisi birçok durumda gerek yapı farklılıklarına göre, gerek ortamda CO_2 bulunup bulunmadığına göre değişmektedir. Bu konularda birçok dışsal uygulama örnekleri de vardır. Cetvel 20’de konu ile ilgili önemli örnekler verilmiştir.

Bitki büyüme düzenleyicilerin stomaların hareketi üzerindeki bu etkilerinin yanında, stomaların yapılarına ve adetlerine de etkileri bulunmuştur. GA_3, B-9 ve CCC uygulamaları ile domates ve fasulye yapraklarındaki stoma adetleri artmaktadır.

Bitkilerde çok az oranda olmakla birlikte gutasyon (damlama) ve eksüdasyon (yaşarma, kanama) yolu ile de su kaybı olur (40). Özellikle havanın su ile doymuş halde olduğu günler sabahleyin ve transpirasyonun henüz hızlanmadığı koşullarda bazı bitkilerin yapraklarından sular damladığı görülür. Bu durum gutasyon (damlama) olarak adlandırılan olaydır. Esas olarak kök basıncı ile yukarı itilen sıvının genellikle bitki yapraklarından açıklıklar (hidatot) bularak salgılanması ile damlalar halinde birikimi olayıdır.Eksüdasyon (yaşarma, kanama), özellikle ilkbaharda dallarda veya gövdelerde herhangi bir kesil ile açılan yaradan bir sıvının sızması olayı olarak tanımlanır. Böyle bir sıvının açılan kesikten, yaradan sızmasına neden, kök basıncı diye bilinen ve bitkilerin köklerinden beliren metabolitik itici bir kuvvetin suyu alttan yukarı itmesidir. Örneğin, bağlarda ve bazı meyve ağaçlarında, hatta bazı sebzelerde bu durum sık sık görülür.

Cetvel 21. Dıştan Uygulanan Bazı Büyümeyi Düzenleyici Maddelerin Stomaların Hareketi Üzerine Etkileri.

Büyümeyi Düzenleyici Maddeler	**Bitki Türü**	**Stomalar Üzerine Etkisi**
ABA	Asma Şalgam Marul Bakla Fasulye Elma	Stomaların kapanması hızlanmakta, transpirasyon azalmakta.
Kinetin	Asma Arpa	Stomalar açılmakta, transpirasyon artmakta.
IAA	Buğday	Stomalar açılmakta, transpirasyon hızlanmakta.
IAA	Mısır	Etkisiz.
2,4-D ve 2,4,5-T	Stachytorpeta	Stomalar kapanmakta, transpirasyon azalmakta.
Morfaktin	Ispanak Fasulye	Stomalar kapanmakta, transpirasyon azalmakta
CCC	Domates	Stomalar kapanmakta, transpirasyon azalmakta
Ethrel	Domates Biber	Stomalar kapanmakta, transpirasyon azalmakta
GA3	Domates Biber	Stomalar açılmakta, transpirasyon hızlanmakta.
Salisilik Asit	Biber	Stomalar kapanmakta, transpirasyon azalmakta

6. BİTKİ BESİN MADDELERİNİN, BAHÇE BİTKİLERİNİN FİZYOLOJİSİNDE VE YETİŞTİRİCİLİĞİNDEKİ ROLLERİ

Bitkilerin beslenme fizyolojileri ile ilgili ilk temel görüş ve düşünceler, ünlü filozof Aristoteles zamanına kadar uzanır. Asırlar boyu birçok araştırıcı, bilim adamı ve teknisyen bitkilerin ancak sağlıklı ve bilinçli beslenmeleri sonucu yüksek verim ve kaliteye ulaşabileceklerini kanıtlamak için çeşitli uğraşlar vermişlerdir. Sonuç olarak zamanımıza kadar bitki besleme ve bitki beslenmesine yönelik fizyolojik aktivitelerin açıklanmasında ve öğrenilmesinde büyük adımlar atılmıştır.

Her şeyden önce bitkilerin beslenmesine paralel olarak görülen büyüme ve gelişme olaylarının iyi bilinmesinin yanında, bitkilerin içerdiği maddelerin tek tek ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerinin de iyi bilinmesi gerekir. Temel olarak bitki bünyesinde "madensel maddeler" ve "organik maddeler" olmak üzere iki ana grup vardır. Madensel maddeler içinde de "su" ve "kül" incelenmektedir. Bundan önceki bölümlerde de çok kez açıklandığı gibi, su bitki yaşamının tüm evrelerinde zorunlu olan, büyüme ve gelişmenin temeli sayılan bir faktördür. Bitkinin bünyesinde, tür ve çeşit durumuna, organına, çevresel koşullarına bağlı olarak %90-95 oranına kadar bulunabilir. Bu konulardaki bilgiler daha önceki bölümlerde yeterince verildiği için, burada tekrarlanmayacaktır. Kül, kuru bitki materyalinin 500-600°C'de fırında belli bir süre bırakılması sonucu elde olunan grimsi artık maddedir. Bitkilerdeki kül miktarı da su miktarında olduğu gibi, bitkinin cins, tür, çeşit, gelişme durumu, yaşı, organları, bulunduğu ortam vb. birçok etmene bağlı olarak değişir. Örneğin, çınar, söğüt gibi ağaç yapraklarında kuru maddenin %15-30'unu, çam yapraklarında %1,5'unu, pancarda %30'undan fazlasını, armutta %2'sini, elmada %2'sini, çilekte %4'ünü, hıyarda %9'unu kül oluşturur (bu oranlar kuru madde üzerinden) hesaplanmıştır (25). Ayrıca her bitkinin farklı organlarındaki kül miktarı da değişiktir. Örneğin, bir elma ağacında veya bir ahududu bitkisinde köklerdeki kül miktarı ile meyvelerdeki veya yapraklardaki veya sürgünlerdeki kül miktarı aynı değildir. Bitkilerdeki külün hemen tamamı bitkilerin geliştikleri ortamdan aldıkları mineral maddelerden oluşmuştur. Külde azot, karbon, oksijen ve hidrojen bulunmaz. Bunlar yanma olayı esnasında yanarlar. Mineral maddeler külde element halinde değil, çoğunlukla oksitleri durumunda bulunurlar. Çevre koşullarına, bitkinin beslenme durumuna ve özel yapısına göre bitki külünde çok çeşitli (yaklaşık 40 kadar) mineral madde bulunur (alüminyum, arsenik, baryum, bor, brom, demir, kurşun, lityum, magnezyum, mangan, cıva, molibden, fosfor, potasyum, rubidyum, selenyum, silisyum, gümüş, sodyum, stronsiyum, kükürt, talyum, titanyum, kalay, vanadan, çinko, vs.). Bitki külündeki bu elementlerin büyük bir bölümü, mikro düzeylerde, bir bölümü de belirlemeye olanak vermeyecek çok çok az (eser) düzeylerde bulunur. Bugünkü

bilgilerimize göre külde bulunan bu elementlerin hepsi bitki büyüme ve gelişmesi için mutlak gerekli değildir. Bitki büyüme ve gelişmesi için mutlak gerekli olan elementler fosfor (p), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), kükürt (S), mangan (Mn), Molibden (Mo), bor (B), bakır (Cu), çinko (Zn), klor (Cl) ve sodyum (Na)'dur. Ancak, bunların yanında külde bulunmayan, yanma sırasında kaybolan fakat bitki büyüme ve gelişmesinde mutlak gerekli olan karbon (C), hidrojen (H) ve oksijen (O) ve nitrojen (azot) (N) elementleri de vardır.

Bitki bünyesinde madensel maddelerden ayrı olarak bulunan ikinci grup ise organik maddelerdir. Yanma esnasında kaybolan (yanan) organik maddeler esas olarak C, H, O ve N'dan oluşmuşlardır. Organik maddeler de "N" kapsayan ve kapsamayan organik bileşikler olarak ikiye ayrılırlar. "N" kapsamayan organik bileşikler de karbonhidratlar ve lipidler olarak iki alt gruba ayrılır.

Azot (N) kapsayan organik bileşikler bünyelerinde C, H, O'den başka N'a da sahiptirler. Ayrıca bazı yüksek moleküllü organik bileşiklerde S ve P'da bulunur. Genel olarak N kapsayan organik bileşikleri bünyesinde kuru ağırlıklarının %5-30'u kadar azotlu bileşikler vardır. N kapsayan organik bileşikler proteinler ve amino asitlerdir.

Bahçe bitkilerinin büyüme ve gelişmeleri ile ilgili olarak beslenme fizyolojileri açısından mineral maddelerin önemli fonksiyonları vardır. Bunlar:

a) Mineral maddeler bitki yapısında rol alırlar ve metabolizma olaylarında da görev yaparlar.
b) Bitkisel hücrelerin osmotik basınçlar üzerine etkilidirler, osmotik basıncı düzenlerler.
c) Bitki bünyesinde asitliğe karşı etkilidirler, hücre pH'sını etkilerler ve tampon görev yaparlar.
d) Hücrelerde stoplazmit zarların geçirgenliklerini etkilerler ve ayrıca hücredeki çeşitli fizyolojik olayda da etkilidirler.
e) Kimyasal olaylarda katalizatör rolü oynarlar.
f) Protoplazma üzerinde birçok mineral maddenin toksik etkisi vardır, gereksinimden fazla bulunurlarsa toksik etki yaparlar.
g) Bazı minerallerin etkilerine antagonistik etki yaparlar.

Bir elementin bitki büyüme ve gelişmesinde fizyolojik olarak temel (esas) element diye tanımlanabilmesi için şu niteliklere sahip olması gerekir.

1) Noksanlığında bitkinin normal gelişmesini yapmaması gerekir,

2) Noksanlığında bir hastalık belirtisi gibi ortaya çıkması gerekir,

3) O elementin organik moleküllerinin bileşiminde bulunması gerekir,

4) O elementin fizyolojik olaylarda bir biyokimyasal reaksiyona girmesi gerekir.

Cetvel 22. Bitki Büyüme ve Gelişmesi İçin Mutlak Gerekli Olan "Makro ve Mikro Elementler".

Makro Elementler	**Mikro Elementler**
Oksijen (0)	Molibden (Mo)
Karbon (C)	Bakır (Cu)
Hidrojen (H)	Çinko (Zn)
Azot (N)	Mangan (Mn)
Potasyum (K)	Bor (B)
Kalsiyum (Ca)	Klor (Cl)
Magnezyum (Mg)	Sodyum (Na)
Fosfor (P)	
Kükürt (S)	
Demir (Fe)	

Bahçe bitkilerinde çeşitli mineral madde noksanlıkları onların bünyelerindeki birçok biyokimyasal ve fizyolojik olayın devamını, oluşumunu etkiler ve bu olaylarda değişiklikler yapar. Bütün mineral madde noksanlıklarında mutlak dışarıda bir belirti görülmeyebilir, fakat zamanla büyüme ve gelişmede yavaşlama, aksama ve durma meydana gelir. Bir bitkide herhangi bir mineral madde noksanlığı, başlıca hususlar dikkate alınarak belirlenir:

1. Bitkinin genel görünüşü,
2. İndikatör bitkilerin kullanılması,
3. Noksanlığından kuşkulanılan maddelerin yapraklara püskürtülmesi,
4. Noksanlığından kuşkulanılan maddelerin toprağa verilmesi,
5. Noksanlığından kuşkulanılan maddelerin bitki gövdesine (ağaç gövdesine) enjeksiyon veya çivileme yolu ile verilmesi,
6. Toprak analizi, yaprak analizi (gerektiğinde yapılabilirse tüm bitkinin analizi),
7. Mineral madde noksanlığı görülen bitkilerin yetiştikleri yerden alınacak topraklarda deneme ünitelerinde kontrollü olarak yetiştirilerek denenmeleri yoluyla (seralarda, iklim kabin ve odalarında)

Mineral madde noksanlığı görülen ve şüphe edilen bitkiler, yukarıdaki yöntemlerden en uygun biri veya birkaçı seçilerek kontrol edilir. Tabi, bu tip çalışmalarda her mineral madde noksanlığına ilişkin genel ve özel belirtilerin her ürüne göre bilinmesi de gereklidir.

Bahçe bitkilerindeki mineral madde noksanlıklarının en çok görülenlerinden biri "kloroz" veya "sarılık"tır. Klorozun ortaya çıkışı aslında klorofil sentezine doğrudan ve dolaylı olarak engel olunmasıdır. Genellikle, kloroz durumu N noksanlığında ortaya çıkarsa da, Fe, Mn, Mg, K ve diğer bazı elementlerin noksanlığı da klorozu oluşturur. Bunların yanında, uygun olmayan çevre koşullarının da kloroza neden olduğunu bilmek gerekir. Örneğin, topraktaki suyun azlığı veya çokluğu, toprak ve hava sıcaklıklarının uygunsuzluğu, SO_2 gibi zehirli gazlar, mineral madde fazlalıkları da klorozun diğer bazı nedenleridir. Klorozun ortaya çıkışına sebep olan faktörler incelendiğinde, klorozun herhangi bir elementin noksanlığının özel etkisinden çok, genel metabolizma dengesinin bozulması ile ortaya çıktığı anlaşılır. Klorozun ortaya çıkışından, aslında sadece klorofil sentezinin bozulması sorumlu değildir, burada bütün metabolizma sorumludur. Klorozun giderilmesinde ve tedavisinde çoğu kez mineral maddelerin yapraklara püskürtülmesi, toprağa verilmesi veya bitki bünyesine (gövdeden) enjekte edilmesi yolları kullanılır.

Cetvel 23. Bitkilerde Bulunan Esas Makro ve Mikro Elementlerin Toksik Olmayan Ortalama Oranları ve Genel Bulunuş Durumları (4, 21, 25).

Elementin Adı	**Bitkideki Ort. Bulunma Oranı (%)**	**Genel Olarak Durumu ve Fonksiyonları**
Karbon	4-5	Tüm hücresel yapıda
Oksijen	43-45	Tüm hücresel yapıda
Hidrojen	6	Tüm hücresel yapıda
Azot	1-3	Tüm canlı kısımlarda, protein ve amino asitler halinde
Potasyum	0,3-1	Karbonhidrat metabolizmasında, sitrik asit sentezinde, Protein sentezinde, respirasyonda, fotosentezde,v.s.
Kalsiyum	0,1-3,5	Hücre duvarı, hücre permeabilitesine tamponlukta
Kükürt	0,05-1,5	Tüm canlı kısımlarda, bazı proteinlerde, klorofil sentezinde, baklagillerin nodulasyonunda
Fosfor	0,05-1	Tüm canlı kısımlarda, nükleoproteinlerde, lipidlerde, Fosforilizasyon enzimlerinde
Magnezyum	0,05-0,7	Klorofil molekülünün bir kısmında, birçok enzimde aktivatör fotosentezde
Klor	100-300 ppm	(Tam ve kesin bir açıklık yok)
Demir	10-1500 ppm	Bazı enzim sistemlerinde, klorofil sentezinde
Mangan	5-1500 ppm	Fotosentezde, bazı enzimlerin aktivatörü olarak
Çinko	3-150 ppm	Triptofan sentezinde (oksin sentezinin başlangıcı) ve bazı enzimlerin aktivatörü
Bakır	2-75 ppm	Askorbik asit sentezinde ve bazı enzimlerin aktivatörü Olarak
Bor	2-75 ppm	Fosforilizasyon enzimlerinde, Glutamin sentezinde, baklagillerin nodulasyonunda
Molibden	Çok az	Tanen sentezinde, azot metabolizmasında

Bazı Besin Elementlerinin Bahçe Bitkilerinin Büyüme ve Gelişmesindeki Etkileri

AZOT: Bahçe bitkilerinin büyüme ve gelişmeleri ile verimlilikleri, ürünlerinin kalitesi arasındaki dengeyi kurma yönünden oldukça önemli bir besin maddesidir. Normal bitkinin gerek duyduğu miktarın üstündeki ve altındaki noksanlığı veya fazlalığı durumlarında bitikler diğer birçok besin maddesine oranla oldukça etkilenirler. Azot, amino asitlerin ve proteinlerin esas maddesidir, bunların yanında klorofilin nükleik asitlerin, birçok organik bileşiğin de esasını oluşturur. Azot noksanlığında klorofil sentezi engellenir, yeşil renk kaybı olur, meristem oluşamaz ve büyüme yavaşlayarak durur. Çünkü, gerekli nükleik asitler ve proteinlerin esas maddesidir. Bunların yanında klorofilin, nükleik asitlerin, birçok organik bileşiğin de esasını oluşturur. Azot noksanlığında klorofil sentezi engellenir, yeşil renk kaybı olur, meristem oluşamaz ve büyüme yavaşlayarak durur. Çünkü, gerekli nükleik asitler ve proteinler yapılamaz. Yapraklarda yapılan azotlu bileşikler, buralardan taşınarak yeni dokuların gelişmesinde, sürgünlerin büyümesinde, yeni yaprak oluşumunda, dalların çap genişlemesinde, yeni köklerin oluşumunda ve özellikle meyve ve tohum gelişmesinde kullanılır. Artan azotlu bileşikler depo edilir. Depo edilenler de ilkbaharda yani büyüme olayları için kullanılır.

Azot noksanlığında klorofil sentezi engelleneceğinden yapraklar sarı veya sarımsı bir renk alırlar. Noksanlık aşırı olursa kloroz başlar ve bitkide karbonhidrat yapımı iyice gelire, kökler iyi beslenemez, mineral madde ve su alımı da azalır.

Azot çiçek tomurcuğu oluşumunda da etkilidir. Çiçek tomurcuğu oluşumunda gerekli olduğu halde, gereğinden fazla olması özellikle meyve ağaçlarında tomurcukların vegetatif karakterli yaprak gözü haline geçmesine sebep olur. Bir bitkinin, daha önce de açıklandığı gibi, vegetatif ve generatif büyüme ve gelişmenin dengede olduğu yani, fizyolojik dengede olduğu anda aşırı azot bu dengenin bozulmasına neden olur ve bitkiler vegetatif karakterli gelişme gösterirler. Azot bu dengenin sağlanmasında çok önemlidir. Aşırı azotla beslenmiş bitkiler gerek iklimsel ekstrem durumlara (don, kurak gibi), gerek hastalık ve zararlılara karşı dayanıksızlık gösterirler (4,25).

FOSFOR: Genel olarak bu elementin bulunuşu generatif büyüme ve gelişmeyi olumlu yönden etkiler, mahsuldar göz oluşumunu ve meyve tutumunu arttırır. Meyve tohumların daha iyi gelişmelerini sağlar. Fosfor, azotta olduğu gibi proteinlerin, nükleik asitlerin, bazı enzimlerin bünyesinde vardır. Bitki üzerindeki fosforun dağılımı da azota benzer, genç dokulardaki fosfor miktarı yaşlı dokulardan fazladır.

Fosfor noksanlığı önce yapraklarda görülür. Noksanlığın başlangıcında yapraklar koyu yeşil bir renk alırlar. Noksanlık ilerledikçe renkler kırmızı ve mora doğru bir değişim gösterir. Eğer noksanlık gelişmenin ileri safhalarında ortaya çıkarsa yaprak ve meyve sapı kısalır ve ince kalır. Bunun yanında her bahçe bitkisine özgü durumlar da ortaya çıkabilir. Örneğin, fosfor noksanlığı görülen şeftali ağaçlarında meyvelerin anormal şekilde erken olgunlaştıkları, şekilsiz oldukları ve tatlarının da bozulduğu görülür. Turunçgillerde ise, fosfor noksanlığında meyvelerin iri fakat kaba yapılı, orta boşluğu büyük, meyve suyunda asit fazlalığı, kuru maddede azalma ve kabukta normal koyu renk oluşumu gözlenir.

Toprakta yeter miktarda fosfor bulunan bitkiler, daha sağlam ve daha verimli olurlar. Noksanlık durumunda gelişmede bariz bir gecikme olur, bitki veya ağaç cılız kalır. Ağaçların dalları, sürgünleri kolayca kırılır ve çok erken yaprak dökerler. Öte yandan, fosfor fazlalığının da bazı zararları vardır. Örneğin, bazı çalışmalar fazla fosforun, Zn (Çinko) alımını engellediği ve çinko noksanlığına neden olduğunu göstermiştir (4,25).

POTASYUM: Özellikle odunsu bahçe bitkilerinin hemen bütün dokularında bol miktarda bulunan potasyum, iyi bir yapraklanma için, kuvvetli bir gelişme için, dalların olgunlaşıp odunlaşması için ve kış donlarına dayanım göstermesi için, köklerin topraktaki aktivitelerinin daha iyi olabilmesi için mutlak gerekli bir maddedir. Çiçek tomurcukları K bakımından yaprak tomurcuklarından daha zengindir. Aynı şekilde genç kök ve dallar K'ca yaşlı kök ve dallardan daha zengindir. Kabuğun kambiyuma yakın kısımlarında da K daha fazla bulunur.

Potasyum noksanlığı önce yaşlı yapraklarda görülür. Benekli ve klorozlu yapraklarda küçük veya iri ölü dokular (kahverengi benekler) bulunur. Yaprak kenarlarında sararmalar başlar, sonraları sararan bölgeler kuruyarak ölür. Bu ölü dokular uç noktalarda ve damarlar arasında da görülür, yaprak sapı incelir. Potasyum noksanlığı bulunan ağaçlarda dalcıklar uçtan itibaren kurumaya başlar, yapraklar uçtan itibaren dökülür. Çiçek tomurcukları normal şekilde açılırlar, fakat küçük meyve haline geldikten sonra dökülürler. Meyve ağaçları içinde en fazla potasyum isteyen elmadır ve bunu sert çekirdekliler izler.

Potasyumu uygun miktarlarda olan bitkilerin, meyvelerinde renk iyi oluşmaktadır. Gerek potasyum noksanlığının, gerekli fazlalığının bitki tür ve çeşidine göre özel etkileri vardır. Örneğin, turunçgillerde yapraklardaki K miktarının artışıyla meyve iriliğinin de arttığı gözlenmektedir (4,25).

KALSİYUM: Genellikle hücre zarlarında ve hücreleri birleştiren orta lamelde, çeşitli dokularda antosiyan pigmentlerinde bulunur. Kökleri büyümesi için mutlak gerekli elementlerdir.

Hücre zarlarının geçirgenliğini düzenler. Ca aynı zamanda bir enzim aktivatörüdür. Ca yaprak tomurcuklarında fazla, çiçek tomurcuklarında daha az miktarda bulunur. Tam büyüklüğünü almış yapraklarda Ca çok fazladır. Bunun nedeni yapraklara gelen kalsiyumun buralarda kalsiyum oksalat halinde birikmesidir. Bitki bünyesindeki hareketi çok yavaştır, kolaylıkla diğer organlara taşınamaz (4).

Kalsiyum noksanlığı genç yapraklarda etkilidir. Semptomlar lokaldir. Aşırı noksanlığında uç sürgün ölür. Genç yaprakların dip ve uç kısımlarında tipik kıvrımlar görülür. Sonunda yaprak ucundan geriye doğru kuruma ve ölüm görülür, daha sonra yaprak sapı da ölür. Genel olarak meyve ağaçlarında kloroz, solma, sürgün uçlarında kuruma, kök uçlarında büyümenin durması ve tohum oluşumunda azalma görülür (25).

MAGNEZYUM: Klorofil molekülünde bulunan tek mineral maddedir ve klorofil molekülünün %2,7'sini oluşturur. Genel olarak bitkilerde fotosentezin oluşumuna ve karbonhidrat metabolizmasına önemli etkiler yapar. Yeteri kadar Mg bulunmadığı durumlarda fotosentez olmaz, klorofil ile birlikte yeşil bitkilerde ksantofil ve karoten gibi renk maddeleri de önemli ölçüde azalır. Karbonhidrat metabolizmasında görev yapan pek çok enzimlerde Mg aktivatör olarak bulunur (25).

Toprakta ve bitki bünyesinde yeteri kadar Mg bulunması durumunda, bitkilerin fosforlu gübrelerden daha fazla yararlandıkları ve tohumun fosfor kapsamının daha yüksek olduğu görülür. Mg bitkilerin kök ve gövdelerinin büyüme uçlarında birikir ve yapraklarda gövdeye oranla daha fazla bulunur. Mg bitki bünyesinde mobil halde olup, yaşlı organlarından, genç organlara kolaylıkla taşınır. Bu nedenle noksanlık belirtileri önce bitkinin alt yaşlı yapraklarında görülür. Magnezyum noksanlığında, klorofil oluşumunun azalması ile yapraklarda kloroz belirtileri ortaya çıkar. Magnezyum noksanlığında, yaprağın her tarafının sarı renk almasına karşılık yaprak damarları yeşil kalır. Noksanlığın sürmesi halinde yaprağın her yanı sararır, sonunda kurur ve ölür. Benekli ve klorozlu yapraklar tipik olarak kızarabilir (25).

KÜKÜRT: Kükürt, sistin, orstein ve methonin gibi amino asitlerinin yapı maddesi olup, bu amino asitlerden oluşan proteinlerde de bulunur. Aynı şekilde birçok enzimlerde de bulunur ve gerek bu grubu, gerek bazı vitamin gruplarının (biotin, thiamin vb.) aracılığı ile metabolizma olaylarında önemli rol oynar. Kükürt, bitkilerin kök gelişimi üzerine, özellikle baklagillerde nodülasyon üzerine önemli etki gösterir.

Kükürt noksanlığında görülen belirtiler, bir dereceye kadar N noksanlığında görülene benzer. S noksanlığında da bitkilerin yapraklarında genel bir sararma görülür, genç yaprakların

damarları ve damarlar **arasındaki** kısımlar açık yeşil bir renk alırlar. Kükürt **noksanlığı** görülen bitkilerde hücre duvarları ve lifler kalındır (4,25) **.**

DEMİR: Bazı araştırıcılar bunu mikro besin maddesi **olarak** kabul ederlerse de birçok niteliği dikkate alınırsa gerçekte, makro besin maddesi olarak kabul edilmelidir. Demir, her ne kadar klorofil molekülünün yapısında yer almıyorsa da klorofil oluşumunda temel bitki besin maddesidir. Bitki yapraklarındaki toplam demirin büyük bir bölümü kloroplastlardadır. Demir katalaz, peroksidaz gibi önemli enzimlerin aktiviteleri üzerinde de etkilidir.

Demir noksanlığında bitkilerin yapraklarında yaygın bir sararma (kloroz) görülür. Genellikle genç yapraklardaki sararma yaşlı yapraklardan daha önce görülür ve genç yapraklar daha çok etkilenir. Damarlar tipik olarak yeşildir, yaprak sapları kısalmış ve incelmiştir. Damar araları düzgün bir sarılık gösterir. Noksanlığın ilerlemesi durumunda damarlar da sararır (4,25).

MANGAN: Bu element, demirin de yardımı ile bitkilerdeki klorofil oluşumuna yardım eder. Birçok fizyolojik olayda katalizatör olarak görev yapar. Bitki bünyesinde manganın fazla bulunması toksik etki gösterir ve demirin alınmasını önler. Karbonhidrat metabolizmasında özellikle şekerin oluşmasında önemli rol oynar.

Noksanlığında genellikle yeşilliğini koruyan damarlar arasında bir sararma görülür. Ölü dokular olan noktalar, yaprak üzerine dağılmıştır. Bu yeşillik damarlı ve ağımsı bir durum gösterir. Noksanlığın ilerlemesi halinde yaprağın tamamı sararır. Çoğu kez benzer yönleri nedeni ile mangan, magnezyum ve çinko noksanlıkları karıştırılabilir. Ancak, her bitkiye özgü bazı durumlarda da bu durum ayırt edilebilir. Örneğin, mangan noksanlığı sonucu şeker pancarında sarı lekeler, yulafta gri lekeler oluşur (4, 25).

BOR: Bitkiler genelde bora az miktarda gerek duyarlar. Ancak bu istek az da olsa, bor noksanlığı bitki gelişmesi üzerine olumsuz etki yapmaktadır. Protein sentezi ile yakından ilgili olan bu elementin özel işlemleri henüz yeteri kadar açıklanmamıştır. Bor noksanlığı görülen bitkilerde amino asit ve amitlerin arttığı ancak, protein miktarının azaldığı görülmektedir. Borun karbonhidratların taşınmasında da etkili olduğu, aynı şekilde yağ metabolizmasında da rol oynadığı belirlenmiştir. Borun bitki besin maddeleri ile ilişkileri de ilginçtir. Örneğin, potasyumca zengin ortamlarda yetiştirilen bitkilerde bor noksanlığı daha çabuk ve daha belirgin olarak ortaya çıkmaktadır.

Bor noksanlığı belirtileri bitkiden bitkiye değişik olmakla birlikte, genellikle noksanlığında bitkilerin büyüme uçları ölmekte, çiçeklenme önemli ölçüde gerilemektedir. Üç sürgünlerin genç yapraklarının diplerinde açık yeşil bir renk oluşmakta ve daha sonra bu kısım kurumakta, yapraklar kıvrık bir durum almaktadır. Daha ileri safhalarda bitki, uç sürgününden geriye doğru ölür. Bor noksanlığında bitki köklerinin gelişmesi de önemli ölçüde geriler. Kabuk çatlaması, zamk akıtma, sürgünlerin ölmeleri, çiçek ve meyvelerde anormal durumların ortaya çıkması da bor noksanlığı ile ilgilidir. Şeker pancarında görülen "öz çürüklüğü", turplardaki "esmer öz", karnabaharlardaki "esmerleşme" ve "içi boş gövde", kerevizdeki "çatlak gövde", elmalardaki "mantarlaşmış çekirdek evi" gibi bozukluklar bor noksanlığı ile ilgili durumlardır.

Bahçe bitkileri içinde elma, kırmızı pancar, lahana, şalgam, karnabahar, kuşkonmaz, turp ve kereviz en fazla bora gereksinim duyanlardır. Bezelye, yeşil fasulye, patates, çilek, ahududu ise bora en az gereksinim duyanlardır (4,25).

ÇİNKO: Bitkiler çinkoya da çok gerek duyarlar ve az miktarda da olsa fazlası bitkide zehir etkisi yapar. Çinko, bitki büyüme ve gelişmesinde önemli rolü olan oksinin oluşumunda önemli rol oynar. Çinko noksanlığında bitkilerde boğum aralarının kısa kalması ve bitkilerin bodur gelişme göstermeleri yeterli düzeyde oksinin bitkilerde oluşamamasının bir belirtisidir. Aynı şekilde, çinko noksanlığı görülen bitkilerin tepe tomurcuklarıyla gövdelerinde eseri miktarda oksin bulunmuştur. Öte yandan, çinko karbonhidratların taşınmasında da önemli işlevlere sahiptir ve şekerlerin bitkilerde düzenli bir şekilde kullanılmasını sağlar. Azot, fosfor metabolizması ile enzim aktivitesi üzerine de çinkonun önemli etkisi bulunmuştur.

Bitkilerin yaşlı organlarından, genç organlarına çinko taşınmaz. Bu nedenle, çinko noksanlığı belirtileri, bitkilerin önce genç organlarında görülür. Benekler genellikle hızla büyür ve bunlar damarlar arasındaki alanda görülür, damar araları sararır. Yapraklar kalınlaşır, yaprak sapları ve boğum araları kısalır. Ağaçlarda bunu uç tomurcukların normal gelişmemesi, yaprakların küçülmeleri, şekillerini kaybetmeleri izler. Aynı şekilde, ağaçlardaki yaprakların sararmaları yanında, alacalı olmaları ve rozetleşmeleri de çinko belirtileridir. Meyve ağaçları içinde özellikle narenciyelerde çinko noksanlığı en fazla görülür. Ceviz benzeri ağaçlarda rozetleşme, diğer meyve ağaçlarında ve turunçgillerde yaprak dökümü olur.

Çinko kök gelişimi üzerine de önemli etki yapmaktadır. Yeterli düzeyde çinko içermeyen bitkilerin köklerinde yer yer şişkinliklerle birlikte kök tüylerinin kök ucunda toplandığı görülür. Keza, çinko noksanlığı görülen bitkilerde su absorbsiyonu da önemli ölçüde azalır (4, 25).

BAKIR: Bitkiler tarafından çok az gereksinim duyulan bu elementin de fazlası zehir etkisi yapar. Doğrudan klorofil molekülünde yer almamakla beraber, fotosentezin oluşumunda bakırın rolü olduğu kabul edilmektedir. Bu durum, bakır noksanlığında bitkilerin CO_2 alımını azaltmaları ile açıklanmaktadır. Ayrıca, metabolizmada önemli rolleri olan askorbik asit, oksidaz enzimi ile azot metabolizmasında etkilidir.

Bakır noksanlığında uç sürgünü genellikle canlı kalır. Yeni süren tomurcuklar ve genç yapraklar solgundur. Dokularda herhangi bir leke oluşmadan dokular ölür. Damarlar açık veya koyu yeşildir. Genç sürgünler ve saplar, noksanlığın ileri safhasında dik duramazlar. Tek yıllık otsu bitkilerde bodur büyümede görülür. Meyve ağaçlarında uç yaprakların sararmasıyla başlayan noksanlık belirtilerini uç tomurcukların gelişmelerinin durması, yaprakların rozetleşmesi izler. Ayrıca, meyvelerde çatlama ve olgunlaşmadan önce dökülmeler görülür (25).

KOLİBDEN: Bu element bazı mikroorganizmalar için (örneğin azot bakterilerini faaliyetlerini sağlamada) gereklidir. Molibden yönünden fakir olan ve hiç bulunmayan topraklarda bitki köklerinde (bezelye, fasulye, vb.) nodozite oluşamamaktadır. Molibden bitkilerde vitamin C sentezi üzerinde de etkilidir. Yeteri düzeyde molibdene sahip olmayan bitkilerde askorbik asit (Vitamin C) miktarı normal bitkiler oranla %50'ye kadar azalmaktadır. Noksanlık belirtileri önce yaşlı alt yapraklarda görülür. Yaprak damarları arasında sarımsı lekeler ortaya çıkar. Bunu yaprak kenarlarına doğru sararma ve yaprakların kıvrılmaları izler. Bitkilerde çiçek oluşumu gerilerken, bitkide tepe ve kök gelişmesi önemli ölçüde etkilenerek bodurlaşma görülür (25).

KLOR: Klor bitkilerde özellikle kuraklığa karşı dayanıklılık sağlamaktadır. Yeteri düzeyde klora sahip bitkilerin yapraklarında oransal olarak su daha fazladır. Öte yandan, karbonhidrat metabolizmasına da etkilidir. Normalin üzerinde klor içeren bitkilerin yapraklarında fazla miktarda nişasta biriktiği, yaprakların kalınlaşarak elastikiyetlerini kaybettikleri ve kolaylıkla kırıldıkları görülmektedir. Klor noksanlığı önce yaşlı yapraklarda görülür. Belirtileri alt yaprak uçlarında solma ile ortaya çıkar. Daha sonra yapraklar normal büyüklüklerini kaybederek bronzlaşır ve sararır. Meyve verimi önemli ölçüde düşer. Kökler kısa kalır ve yana büyüme azalır (25).

SODYUM: Bu element kimyasal yönden potasyuma büyük benzerlik göstermektedir. Lahana, şalgam, havuç gibi bahçe bitkilerinde kısmen potasyumun görevlerini yüklenmektedir. Bitki özsuyunda donma noktasını düşürmek suretiyle sodyum kışın ve ilkbahardaki don zararından korunmayı sağlar. Lahana gibi bazı bahçe bitkilerinin renk ve kokuları üzerine sodyum olumlu etki yapar. Daha birçok konularda iyi nitelikleri olan sodyum, potasyumun kullanıldığı birçok durumda

kullanılabilir. Sodyum noksanlığında yapraklar koyu yeşil renk alırlar. Sıcak havalarda bitki kolaylıkla solma gösterir. Yaprak kenarlarında koyu kahverengi lekeler oluşur. Yapraklar küçülüp incelir ve bodur bir gelişme görülür (25).

7. KAYNAKLAR

1. Ağaoğlu, Y.S. 1976. Asmada sürgün gelişmesi üzerine yerçekiminin etkisi. Bitki 3(4): 323-331.

2. Bidwell, R.G.S. 1974. Plant physiology. Mac Millan Publishing Co. Inc. (New York), 321-348.

3. Butterfass, T. 1970. Wachstums und Entwicklungsphysiologie der Pflanzen. Quelle und Meyer (Heidelberg), 242 s.

4. Eriş, A. 1976 a. Hafızali, Hamburg Misketi ve Öküzgözü üzüm çeşitlerinde koltuk sürgünlerinin alınması üzerine mukayeseli araştırmalar. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay.628, 64 s.

5. Eriş, A. 1976 b. Über die Wirkung von Wachstums Regulatoren und der Stratifikation auf die Keimung von Samen der Rebsorte Muskat Hamburg. Mitt. Klost. 26(2-3):85-90.

6. Eriş, A. 1978 a. Yaz aylarında asma kışlık tomurcuklarının sürmesine yüksek sıcaklıkların etkisi üzerinde bir araştırma. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yıllığı 28(1).

7. Eriş, A.1978 b. *V. vinifera* L.'nin bazı çeşitlerinde dinlenme ile çeliklerin köklenmeleri arasındaki ilişkiler üzerinde araştırmalar. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yıllığı 28(1):72-82.

8. Eriş, A. 1979 a. Asmalarda stoma hareketlerini düzenleyen bazı iç ve dış faktörler. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay. 695, 19 s.

9. Eriş, A 1979 b. Üzüm çekirdeklerinin dinlenme ve çimlenmeleri ile bunlara neden olan Bazı faktörler arasındaki ilişkiler. Ank.Üniv.Zir.Fak.yay.695, 19 s.

10. Eriş, A. 1979 c. Üzümlerin olgunlaşmasına etki eden bazı iç ve dış faktörler. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay. 692, 27 s.

11. Eriş, A. 1981 a. Asmalarda kışlık tomurcukların dinlenme ve sürmeleri ile bunlara neden olan bazı faktörler üzerinde araştırmalar. Ank.Üniv.Zir.Fak.Yay.768, 114 s.

12. Eriş, A. 1981 b. Domates ve biber fidelerinde yaprakların stoma direncine bazı hormonal Maddelerin (GA_3, Ethrel, D-9 ve CCC)etkilerinin saptanması üzerinde Araştırmalar. Ank.Üniv.Zir.Fak.Yay.772, 17 s.

13. Eriş, A. 1982 a. Ankara koşullarında yetiştirilen bazı üzüm çeşitlerinin soğuk gereksinimleri ve dona dayanımlarının saptanması üzerinde araştırmalar. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay.856, 65 s.

14. Eriş, A. 1982 b. Amino acids in grape buds during dormancy. Univ. Calif. "Grape and Wine Centennial Symposium Proceedings" (18-21 June 1980, Davis), 53-55.

15. Eriş, A. 1982 c. Ergebnisse von Untersuchungen über die Aminosäurengehalte in den Knospen von Rebenstecklingen nach unterschiedlicher Lagerdauer. Mitt. Klost. 32(5):199-202.

16. Eriş, A. 1982. Effect of salicylic acid and some growth regulators on the stomatal resistance of pepper seedling leaves. Acta Hort.137:189-195.

17.Eriş, A. ve H. Düring. 1978. Hamburg misketi üzüm çeşidi çekirdeklerinde katlama uygulamaları ile değişen absizik asit (ABA) miktarının yüksek basınçlı sıvı kromatografi cihazı ile saptanması. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yıllığı (1977).27(3-4), 489-498.

18. Eriş, A., K. Abak ve R. Yanmaz. 1980. Domates ve fasulye fidelerinde yaprakların tüm ve açık stoma sayıları üzerine GA_3, CEPA, B-9 ve CCC'nin etkileri. TÜBİTAK VII. Bilim Kongresi (6-10 Ekim 1980, Adana) 259-273.

19. Eriş, A. and H. Çelik. 1981.Effects of some plant growth regulators on bud burst and rooting Of Chausch cv. (*Vitis vinifera* L.) cuttings. Amer. J. Enol. Vitic. 32(2):122-124.

20. Ferry, J. F. und H. S. Ward. 1966. Fundamentals of plant physiology. Mac Millan Comp. (New York), 288 s.

21. Fidan, Y. ve A. Eriş. 1975. Farklı anaçlar üzerine aşılı Hafızali ve Karagevrek üzüm çeşitlerinin olgunluk zamanlarının tespiti üzerine bir araştırma. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yıllığı (1974), 24(3-4):325-339.

22. Howlett, F. S. 1934. The effect of carbohydrate and of nitrogen deficiency upon the male sex cells in the tomato. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 32:448-449.

23. Höllwarth, M. 1976. Der Stickstoffhaushalt von pappelrinden und seine Beziehungen zur Temperaturen. Z. Pflanzenphysiologie, 80:215-224.

24. Kacar, B. 1977. Bitki besleme. Ank.Üniv.Zir.Fak.Yay.637, 317 s.

25. Kacar, B. 1979. Genel bitki fizyolojisi. Ank.Üniv.Zir.Fak.Yay.724, 208 s.

26. Kaşka, N. 1961. Ankara'da yetişen bazı önemli meyve türlerinde çiçek tomurcuğu teşekkülü üzerinde araştırmalar. Ank.Üniv.Zir.Fak.Yay.174, 66 s.

27.Kaşka, N. 1967. Kışın yapraklarını döken bazı meyve türlerinde çiçek ve yaprak tomurcuklarının yaz, kış ve ilkbahar dinlenmeleri üzerinde araştırmalar. Tarım Bak. Teknik Kit.D-416, 104 s.

28.Kaşka, N. 1968. Çok yıllık bitkiler ve özellikle meyve ağaçlarında karbonhidratların kullanılması ve depolanması. Ank.Üniv.Zir.Fak.Yay.310, 155 s.

29. Kaşka, N. 1970. Zerdali ve Kütahya vişnesi çekirdeklerinde absizik asit miktarları ve katlama işlemi süresince bu miktarlarda ortaya çıkan değişiklikler üzerinde araştırmalar. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay.431, 104 s.

30.Kaşka, N. ve M. Yılmaz. 1974. Bahçe bitkileri yetiştirme tekniği. Çukurova Üniv. Zir. Fak. Yay. 79, 601 s.

32.Leopold, A. C. and P. E. Kriedemann. 1975. Plant growth and development. Mc Graw-Hill Book Comp. (New York). 545 s.

33.Özbek, S. 1977.Genel meyvecilik. Çukurova Üniv.Zir.Fak.yay.11, 386 s.

34.Özbek, S. Ve M. Yılmaz. 1971. William armutlarında bazı hormonlarla hasat önü meyve dökümünün önlenmesi üzerinde araştırmalar. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yıllığı 4: 683-705.

35.Ruge, U. 1966. Angewandte Pflanzenphysiologie als Grundlage für den Gartenbau. Verlag Eugen Ulmer (Stuttgart), 414 s.

36.Samish, R. M. 1954. Dormancy in woody plants. Ann. Rev. Plant. Physiology 5:183-204.

37.Sauter, J. 1976. Analysis of the Amino acids and amids in the xylem so of *Salix asprea* L. in early spring. Z. Pflanzenphysiol. 79: 276-280.

38.Vardar, Y. 1972. Bitki büyümesi hormonları hakkında genel bilgi. Bitki büyüme ve gelişmesinin hormonal düzenlenmesinde modern ilerlemeler (uluslararası yaz okulu ders özetleri Org. Y. Vardar, H. Kaldeway). T.B.T.A.K.Yay.9-21.

39.Vardar, Y. 1972. Bitki fizyolojisi dersleri. I. Ege Üniv.Fen.Fak.Yay.37-332 s.

40.Vardar, Y. 1975. Bitki fizyolojisi dersleri-II. Ege Üniv. Fen Fak.Yay.69, 221 s.

41.Vegis, A. 1965. Die Bedeutung von physikalischen und chemischen Außer-Faktoren bei der Induktion und Beendigung von Ruhezuständen bei Organen und Geweben höheren pflanzen. Handbuch der Pflanzenphysiologie. XV. (2): 534-668.

42.Yılmaz, M. 1967. Bazı hormonların Amasya elmasında çiçek ve küçük meyve seyreltmesi ile Periyodisite üzerine etkileri. Tarım Bak. Teknik Kitap D-419.