

Bitkilerde Büyüme ve Gelişmeyi Düzenleyici Maddeler: Bitki Hormonları

Ahmet Metin KUMLAY¹ Tamer ERYİĞİT¹

ÖZET: Bitki büyüme düzenleyicisi (BBD) bir bitkideki bir veya daha fazla fizyolojik olayı kontrol veya modifiye eden, doğal yada sentetik organik bir bileşiktir. Bazı hormonlar, fizyolojik tepkiler oluşturacağı bir dokuda üretilip diğerlerine transfer edilirken, bazıları ise aynı dokuda üretilip orada fonksiyon gösterirler. Bir kısım hormonlar bitkilerde teşvik edici etkide bulunurken, diğer bir kısmı ise engelleyici etkide bulunurlar. Bu nedenle, hormonları sadece “teşvik edici kimyasallar” olarak değerlendirmekten ziyade, “kimyasal düzenleyiciler” olarak adlandırmak daha doğrudur. Aynı hormon, bir bitkinin farklı dokularında değişik tepkiler verebilir veya aynı dokunun farklı gelişme devrelerinde etkili olabilirler. Bu çalışmada, birinci grup olarak ele alınan hormonlar bitki büyümesini teşvik edici hormonlar (oksin, sitokinin, gibberellin, tuberonek asit, indol butirik asit, etilen türevleri, naftalin asetik asit, asetil salisilik asit), ikinci grupta ele alınan hormonlar ise bitki büyümesini engelleyici (etilen, absisik asit, jasmonik asit, cycocel, daminozid, ancymidol, maleic hidrazid, fosphon-d, paclobutrazol) hormonlardır.

Anahtar kelimeler: Hormon, büyüme düzenleyicileri, bitki büyüme engelleyici ve teşvik ediciler, sentetik hormonlar



Growth And Development Regulators In Plants: Plant Hormones

ABSTRACT: A plant growth regulator is an organic compound, either natural or synthetic, that modifies or controls one or more specific processes within a plant. Some hormones are produced in one tissue and transported to another tissue, where they produce specific physiological responses; others act within the same tissues where they are produced. While some hormones have stimulator effects, the others have inhibitory effects on plants. Therefore, rather than thinking of hormones as stimulators, it is more useful to regard them as chemical regulators. The same hormone can elicit different responses in different tissues or at different times of development in the same tissue. In this regard, we categorized the hormones into two different classes; one group is plant growth stimulators (auxin, cytokinin, gibberellin, tuberonic acid, indol butyric acid, ethylene derivatives, naphthalene acetic acid, acetyl salicylic acid), the other group is plant growth inhibitors (ethylene, abscisic acid, jasmonic acid, chlormequat chlorur, daminozid, ancymidol, maleic hydrazid, fosphon-d, paclobutrazol).

Keywords: Hormone, growth regulators, plant growth retardant and regulators, synthetic hormones

¹ İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İğdır, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author : Ahmet Metin KUMLAY, ametin.kumlay@igdir.edu.tr

GİRİŞ

Bitki gelişmesi için güneş ışığına, havanın CO₂'ine, toprağın ise su, mineral ve diğer besin maddelerine ihtiyaç duyar. Vejetasyon ilerledikçe bitki büyür, gelişir ve bir kısım hücre, doku ve organlar oluşarak, kendine has şekil alır. Bu oluşumların meydana gelmesi konusundaki çoğu detaylar bilinmemektedir. Ancak, normal büyüme ve gelişmenin meydana gelebilmesi için bir takım iç ve dış faktörlerin birlikte rol oynadığı aşıkardır.

Bitkideki büyüme ve gelişmeyi düzenleyen temel iç faktörler kimyasal özelliktedir. Bitki büyümesini düzenleyen maddeler bitkiler tarafından oluşturulan yada bitkiye dışarıdan verilen, çok düşük miktarlarda bitki-deki büyüme, gelişme ve diğer fizyolojik olayları tek başına yada birlikte olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilen, oluşturdukları dokularda etkin olabildikleri gibi diğer bitki kısımlarına da taşınabilen ve bu etkinliği diğer organlarda da gösterebilen organik maddelerdir. Bitkiler büyüme, gelişme ve değişime uğramaları için kendi ihtiyaçları olan bu temel maddeleri kendileri üretirler. Bitki bünyesinde oluşup, büyüme ve gelişmeyi (fizyolojik olayları) düzenleyen bu maddelere tıptan taklitle **hormonlar** yada **fitohormonlar (bitki hormonları)** adı verilmektedir.

Bitki büyüme düzenleyicilerinin (BBD) önemi ilk kez 1930'lu yıllarda anlaşılmış, bu tarihten itibaren bunların tarımsal ürünlerdeki fonksiyonu araştırılmaya çalışılmıştır. Bitki fizyolojisi konularında yapılan çalışmalar, BBD'nin bitki büyüme ve gelişmesindeki rollerini ortaya koymuş ve zamanla bitki bünyesinde sadece büyümeyi teşvik eden maddelerin değil, aynı zamanda büyümeyi engelleyen maddelerin de sentezlendiği anlaşılmış oldu (Güleryüz, 1982; Raven et al., 1992). Günümüzde çimlenmeden hasada ve hasat sonrası muhafazaya kadar bitkinin büyüme oranını ve gelişmesini etkilemek amacıyla yaygın olarak kullanılan BBD'lerinin verim üzerine olan etkileri genelde dolaylı yoldan olmaktadır (Budak ve ark., 1994). Bitkilere bu maddelerin dışsal uygulanmasında amaca uygun kimyasalın seçimi, uygun konsantrasyonun ve uygulama zamanının tayini arzulanan tesir için oldukça önemlidir (Palavan-Ünsal, 1993, Buban, 2000).

Tarımda BBD kullanım amaçları başlıca şu şekilde sıralanabilir; çelikle çoğaltmayı sağlamak, tohumların çimlenme gücünü artırmak, çiçeklenmeyi teşvik etmek veya geciktirmek, soğuğa dayanıklılığı artırmak, meyvelerde tohum oluşumunu artırmak, meyve iriliğini

artırmak, meyve muhafaza süresini uzatmak, bitkilerin hastalık ve zararlılara dayanıklılığını artırmak, yabancı ot kontrolünü sağlamak, pamuk ve tahıllarda yatmayı önlemek, hasat öncesi meyve dökülmesine engel olmak, makinalı hasadı kolaylaştırmak için tüm bitkilerin aynı zamanda olgunlaşmasını sağlamak ve hasatta iş gücünü azaltmak, olgunlaşmayı hızlandırarak yatmayı engellemek, patatesten dormansiyi kırmak, özellikle doku kültürü çalışmalarında kök-sürgün ve yumru oluşumunu teşvik etmek (Abid ve Asghari, 2006; Budak ve ark., 1994; Kaynak ve Ersoy, 1997). Bitkilerde doğal olarak bulunan hormonların tabiatı, oluşumu ve etkileri Çizelge 1'de verilmiştir (Raven ve ark., 1992).

Bir bileşiğin bitki hormonu olarak nitelendirilebilmesi için şu özelliklerin olması gerekir (Kaynak ve Ersoy, 1997),

- Bitki bünyesinde oluşması,
- Oluştugu yerden başka bir yere taşınabilir olması,
- Taşındığı yerde değişik yaşam olaylarını yönetmesi veya düzenlemesi
- Çok düşük konsantrasyonlarda dahi bu etkilerini gösterebilmesi gerekmektedir.

Doğal BBD'ler arasında etilen %23'lük oranla dünyada en yaygın kullanılan bitkisel hormonu teşkil ederken, oksin %20 ile ikinci, Gibberellinler %17 ile üçüncü sırada yer almaktadır. Sitokinin ve dorminler ise dünyada henüz yaygın olarak kullanılmamaktadırlar (Barut, 1995). Bunlardan oksinler, sitokininler ve gibberellinler büyümeyi teşvik ediciler; dorminler engelleyiciler olarak gruplandırılabilir, etilen ise daha çok meyve olgunlaşmasında düzenleyici rol oynamaktadır (Fırat, 1998; Walsh, 2003).

BİTKİ BÜYÜMESİNİ TEŞVİK EDİCİ HORMONLAR

Oksinler

Oksin tipindeki BBD'ler tarımda en eski kullanılan hormonlardır (Halloran ve Kasım, 2002). Bunlar daha ziyade hücre genişlemesine ve büyümeye neden olan maddeler olup, hücre uzaması, doku gelişimi ve kök oluşumu bunlarla teşvik edilmektedir. Bitki hormonu olan oksin bütün yüksek bitkiler tarafından sentezlenir ve en çok bulunan oksin formu ise Indol-3-asetik asit (IAA)'tir (Grunewald et al., 2009).

Çizelge 1. Bitkilerde doğal olarak bulunan hormonların tabiatı, oluşumu ve etkileri

Hormon	Tabiatı	Biosentezin Olduğu Yer	Taşınması	Etkileri
Oksinler	Indol-3-asetik asit doğal olarak oluştuğu bilinen tek oksindir. Triptofandan sentezlenir.	Yaprak primordiası, genç yapraklar ve gelişen tohumlarda sentezlenir.	IAA hücreden hücreye taşınır ve taşınma her yöne olabilir (Polar).	Apikal dominantta; tropikal tepkilerde; vasküler doku oluşumunda; yaprak veya meyve dökülmesinin önlenmesinde; etilen sentezinin uyarılmasında; çiçeklenmenin engellenmesi ve teşvikinde; meyve oluşumunun uyarılmasında etkilidir.
Sitokinin	N ⁶ -adenin türevleri, fenil üre bileşikleri. Zeatin bitkilerde en yaygın bulunan sitokininidir.	Kök uçlarında sentezlenir.	Sitokininler köklerden, uç sürgün gelişme bölgelerine ksilem aracılığı ile transfer edilir.	Hücre bölünmesi; Doku kültüründe sürgün oluşumunun teşviki; yaprak sararmasının önlenmesinde; yan tomurcukların apikal dominanttan ayrılmasında etkilidir.
Etilen	Gaz etilen (C ₂ H ₄) metioninden sentezlenir. Bitkilerde hormon etkisi olan tek karbohidrattır.	Çoğu dokularda (özellikle sararma veya olgunlaşmaya yüz tutan dokularda) stress durumunda ortaya çıkar.	Bir gaz olan etilen, sentez edilen bölgelerden difüzyonla hareket eder.	Meyve olgunlaşması (özellikle elma, muz, avakado ve domates gibi etli meyveli bitkilerde); yaprak ve çiçek sararması; yaprak ve meyve dökülmesinde etkilidir.
Absisik Asit (ABA)	Dökülmeyle ilgisinin çok azlığından dolayı yanlış adlandırılmıştır. Mevalonik asitten sentezlenir.	Su stresine bağlı olarak yapraklarda sentezlenir. Tohumlarda da sentezlenebilir.	ABA yapraklarda floem aracılığıyla taşınır.	Stomatanın kapanması; yapraklardan gelişen tohumlara fotosentatların taşınmasının teşviki; tohumlarda depo proteini sentezinin teşviki; bazı türlerin tohum ve tomurcuklarında dormansinin teşviki ve devamlılığında etkili olabilir.
Giberellin	En yaygın olarak bulunanı bir mantar ürünü olan giberellik asit (GA ₃), GA ₁ muhtemelen bitkilerdeki en önemli giberellin'dir. Mevalonik asitten sentezlenir.	Sürgün ve gelişen tohumların genç dokularında sentezlenir. Sentezin hücrelerde de olup olmadığı hakkında bilgiler mevcut değildir.	GA ₃ 'ler muhtemelen ksilen ve floem içerisinde taşınırlar.	Cüce bitkilere karşı uzun bitkiler oluşturmak için hem hücre bölünmesi hemde hücre gelişimini teşvik ederek aşırı sürgün oluşumuna sebep olur; tohum çimlenmesinin teşviki; uzun gün bitkileri ve çok yıllık bitkilerde çiçeklenmenin teşviki; tahıllarda tane enzimleri üretiminin düzenlenmesinde etkilidir.

Araştırmacılar IAA'nın doğal olarak oluşan tek oksin olduğunu belirtmişlerdir. Doğal oksinler daha ziyade tepe tomurcukları ve yapraklarda meydana gelirler ve bitkide tepeden aşağı doğru inerler. IAA bitkinin büyüme gösteren uç kısımlarında (koleoptil ucu, tomurcuk, yaprak ve kök ucu) oldukça fazla bulunmaktadır. Oksinin kimyasal yapısının aydınlatılmasından sonra, yapı olarak IAA'ye az veya çok benzeyen birçok kimyasal maddenin bitkilerde oksin gibi etkiler oluşturduğu belirlenmiştir. IAA dışında en yaygın bulunan oksinler; indol bütirik asit (IBA), naftalin asetik asit (NAA), naktoksi asetik asit (NOAA), fenoksi asetik asit (FOAA), 2,4-D, fenil asetik asit (FAA), parakloro fenoksi asetik asit (4-CPA) ve 2,4,5-triklorofenoksi asetik asit (2,4,5-T)'lerdir. Çeşitli kaynaklarda oksinin bitkilerde bor elementi bulunduran dokularda birikerek nekrozlara neden olduğundan ve oksin metabolizması ile bor eksikliği arasında yakın bir ilişkinin bulunduğundan söz edilmektedir (Seçer, 1989).

Bu maddelerin bitkilerdeki bazı fonksiyonları şunlardır (Raven et al., 1992; Salisbury ve Ross 1992; Kay-

nak ve Ersoy, 1997; Kaynak ve Memiş, 1997; Halloran ve Kasım, 2002),

a) Oksinler çok yönlü veya polar olarak taşınabildiklerinden hücreden hücreye aktarılması mümkün olabilmektedir. Bitkilerde hücre bölünmesini, büyümeyi ve gelişmeyi hızlandırma yönünden etkilidir.

b) Hücrede osmozu artırdığı, hücrenin suya karşı geçirgenliğini kolaylaştırdığı, hücre çeperi esnekliğini ve genişliğini artıran spesifik RNA ve protein yapısındaki enzimlerin sentezini artırarak hücre büyümesinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu durum tohum kabuğu sert olan bitkilerde tohum çimlenme problemlerine bir çözüm olabilir (Seçer, 1989).

c) Adventif kök gelişimini sağlama; özellikle vjetatif olarak çoğaltılan ağaçsı bitkilerin kesilen yüzeylerinin IAA ile muamelesinden ticari manada önemli sonuçlar alınmıştır. Yani oksin uygulamasıyla, gövde segmentlerinden köklendirme yapılmasında başarı sağlanmıştır.

d) Partenokarpik meyvelerin elde edilmesi; Tozlaşma olmadığında genelde çiçek ve meyve de oluşmaz.

Bazı bitkilerde normal meyve gelişimi için bir yumurta hücresinin döllenmesi yeterlidir. Ancak, elma veya kavun gibi bazı bitkiler ise yumurtalık duvarının olgunlaşması ve etsi hale gelmesi için çok sayıda tohumun döllenmesine gerek vardır. Bazı bitki türlerine oksin (Naftoksi Asetik Asit=NOA) uygulanmasıyla döllenme (tozlaşma) olmaksızın partenokarpik meyvelerin elde edilmesi mümkündür. *Solanaceae* familyasına ait çoğu bitkilerde, döllenmemiş ovaryumlarda meyve tutmasını teşvik ederler. Bunlar; çekirdeksiz hıyar, domates, patlıcan, kavun, karpuz gibi bitkilerdir. Ayrıca; patates, fasulye, mısır, şeker pancarı vb gibi tarımsal öneme sahip birçok bitki türünde kuru madde miktarını artırmaktadır (Seçer, 1989; Kaynak ve Ersoy, 1997; Kaynak ve Memiş, 1997).

e) Yaprak ve meyve dökülmesinin engellenmesi; Yaprak, çiçek ve meyvelerin dökülmesinin kontrolü tarımda çok büyük bir önem arz etmektedir. Özellikle her dem yeşil yapraklı kalması istenen süs bitkilerinin taşınmasında ve hasat öncesi narenciye meyvelerinin dökülmesinin engellenmesinde oksin uygulanır. Bunun yanında oksinin fazla uygulanması meyve dökülmesini hızlandırabilir. Elma veya zeytin gibi meyvelerde meyve seyrekleşmesini sağlamak ve geri kalan meyvelerin daha iyi olgunlaşmasına sebep olmak için oksin (NAA) uygulanır. Bu uygulama sonucu, mevsim sonu ham meyve dökülmesi engellenmektedir.

f) Bitkilerde yüksek oksin konsantrasyonu, uç kısımlarda büyümenin hızlı olduğu dönemlerde, alt kısımlardaki tomurcukların uyanmaları engellenmekte ve bunlar sürememektedir. Buna **apikal dominansi** (tepe tomurcuğu baskısı) denir. Oksinler ışığa duyarlı olup ışıkta inaktive edilmeleri sonucu, hücre büyümesini yavaşlatırlar ve fototropizm olarak bilinen bitkilerin tek taraflı ışıklandırılmalarında ışığa doğru yönelme olayına neden olurlar. NAA ayrıca pamukta çiçeklenmeyi teşvik etmekte, meyve ağaçlarında açılan yaraların NAA katkılı yara macunu ile kapatılması halinde kesilmiş bölgelerden yeniden sürgün oluşumu görülebilmektedir (Westwood, 1993) ve ayrıca oksinin hücrede *morfojen* (form oluşturucu) olarak rol oynadığı düşünülmekte, yaprak pozisyonunun belirlenmesinde de iş gördüğü bildirilmektedir (Byrne, 2005).

g) Yabancı otların kontrolünde etkilidir. 2,4-D ve pikloram gibi bazı sentetik oksinler, tarım alanlarındaki yabancı otların kontrolünde geniş oranda kullanılmaktadır. 2,4-D'li bileşikler bitkilerde floem taşınımı, ab-

sorbsiyon ve fotosentez gibi birçok bitki fonksiyonunda bozukluklara neden olurlar (Kaynak ve Memiş, 1997). Son yıllarda yapılan çalışmalarda, 2,4-D'li bileşiklerin kanserojenik etkisinden dolayı, domates ve patlıcanda kullanımı yasaklanmıştır. Bu bileşiklerin çok yüksek dozda kullanılması, hassas meyve çeşitlerinde koflaşma, lobların irileşmesi ve içi boş bir yapının oluşması, bazı çeşitlerde ise çiçek burnu veya sap çukurunda meme oluşumu ve şekil bozuklukları ortaya çıkmış, meyve etinde kabalaşmalar meydana gelmiştir.

Sitokininler

Bitki dokularında özellikle hücre bölünmeleri esnasında ortaya çıkan, diğer hormonların aksine, hem bitkilerde, hem de hayvanlarda bulunan kinin yapısındaki organik maddelerdir. Sitokininler başlıca iki gruba ayrılırlar: sentetik phenylurea türevleri, thidiazuron (TDZ) and *N*-(2-chloro-4-pyridyl)-*N'*- phenylurea (CPPU) olarak bilinen 1-phenyl-3-(1,2,3-thiadiazol- 5-yl) üre ve doğal olarak meydana gelen adenin türevleri kinetin (KN) ve 6-benzyladenine (BA). Sentetik phenylurea türevleri özellikle TDZ adenin türevlerinden daha yüksek etki düzeyine sahiptirler (Te-chato et al., 2008).

Kinetin, benzil adenin ve zeatin sitokininlerin en yaygın olanlarıdır. Genelde genç dokularda bulunurlar. Kinetin benzeri birçok madde çimlenen tohumlardan, akan özlerden ve genç meyvelerden izole edilmiştir. Doğal sitokinin olan zeatin mısır danelerinden elde edilmiş, ayrıca hindistancevizi endospermde, atkestanesi meyvesinde yüksek oranda bulunmaktadır. Aktif hücre bölünmesine sahip tüm dokular yeterli miktarda sitokinin ihtiva ederler. Özellikle kök meristemlerinde sentezlenir ve daha sonra ksilem aracılığıyla bitkinin yeşil aksamlarına taşınır. Hücre bölünmesinde etkili olan ve yaşlanmayı geciktiren hormonlardır. Oksinlerin kök oluşumunu teşvik etmelerine karşın, sitokininler sürgün oluşumunu teşvik ederler. Doku kültürü ortamlarında organ oluşumu ve gelişimine katkıda bulunurlar. Sitokininlerin yapraklarda nükleaz ve proteaz oluşumunu engelleyerek protein yıkımını önledikleri ve bu yolla yaşlanmayı geciktirdikleri sanılmaktadır. Sitokininler ayrıca dormansinin kırılmasında, karbonhidrat transferinin hızlandırılmasında, tepe sürgünü baskınlığının engellenmesinde de etkilidir. Kinetin (6-furfurylamino purine) protein ve nükleik asit sentezine devam ettirecek şekilde kesme çiçeklerin uzun süre dayanmasını sağlar. 6-Benzilamino (BA) purine ise yeşil sebzelerin hasattan sonra daha uzun dayanmasını sağlar (Güler-yüz, 1982; Westwood, 1993; Kaynak ve Ersoy, 1997).

Sitokininin pratik uygulaması oksin kadar yaygın olmamasına karşın, sitokininin bitki ıslahı çalışmalarına ve doku kültürü uygulamalarında kullanılmaktadır. Doku kültürü çalışmalarında besin ortamlarına ilave edilen en önemli organik bileşikler oksin ve sitokininlerdir. Bu iki bileşiğin dengesine bağlı olarak kök ve sürgün oluşumu kontrol edilebilmektedir. IAA+Kinetin uygulaması hızlı hücre bölünmesine ve hücrelerin sürekli meristematik halde kalmasına sebep olur. Oksin ve sitokininin kabaca eşit konsantrasyonlarda olması durumunda, kallus dokusunda organize olmamış yeni hücreler oluşmaya devam eder. Yapraklardaki sararmanın (klorofil kaybının) geciktirilmesi de sitokinin uygulamasıyla mümkündür. Basit amino pürin tabanlı bütün sitokininlerin sentezi kolay olmaktadır. Pürin tabanlı sitokininler meyve tutumunu artırmak, iri meyveler elde etmek, yeşil aksamı yenilen marul ve maydanoz gibi sebzelerin ve kesme çiçeklerin hasat sonrası bozulmalarını azaltmak amacıyla da kullanılmaktadır. Ayrıca tohumların çimlendirilmesinde de kullanılmaktadır (Güleryüz, 1982; Westwood, 1993; Kaynak ve Ersoy, 1997).

Gibberellinler

İlk defa Japonya’da *Gibberella fujikuroi* mantarlarından izole edilmiş, bu mantarın çeltikte aşırı boy uzamasına neden olmasıyla fark edilmiştir (Seçer, 1989). Günümüzde 76 kadar değişik gibberellin, bitki türlerinden ve *Gibberella* fungusundan izole edilerek özellikleri belirlenmiştir. Tarımsal üretimde ve özellikle de bahçe bitkilerinde kullanılan gibberellin hormonu, çoğunlukla *Gibberella* fungusundan fermentasyon yoluyla elde edilmektedir. Bugün bilinen 100’e yakın GA serisi bulunmakta olup, bunların 50’den fazlası bitki tohumlarında bulunmuştur. Ancak, ticari amaçla en yaygın kullanılan GA₃’tür (Güleryüz, 1982; Walsh, 2003; Westwood, 1993).

Malt sanayinde üretimden ve zamandan avantaj sağlamak için, şeker kamışı, kereviz ve enginar da hasat verimini artırmak için, kabakgillerde cinsiyet özelliğini kontrol etmek ve hibrit tohum üretiminde ebeveyn hatları muhafaza etmek için kullanılırlar. Hücrenin hacim olarak büyümesi ve sonuçta bölünmesinde (meristem oluşumu) etkili maddelerdir. Bu sebeple büyüme ve gelişmede etkilidirler. Ayrıca bazı bitkilerde dormansinin sona ermesinde kullanılır.

Gibberellinlerin bitkilerdeki bazı fonksiyonları şunlardır (Budak, 1994; Kaynak ve Ersoy, 1997; Kay-

nak ve İmamgiller, 1997; Kaynak ve Memiş, 1997),

a) Genetik olarak bodur bitkilerde uzamayı sağlar, gövde büyümesinde kırmızı ışığın engelleyici etkisini tersine çevirerek gövde uzamasını teşvik eder. Bazı bitki türlerinde erken çiçeklenmeyi teşvik ettiğinden çiçeklenme ve melezleme erkene alınabilmekte ve ıslah çalışmalarında sürenin kısaltılması mümkün olabilmektedir. Gibberellin uygulamasıyla büyüme hızlanacağından, bu bölgelerde alınacak parçaların virüssüz olma ihtimali de çok yüksek olacaktır.

b) Bazı tomurcuklarda veya yumrular da dormansinin kırılmasını sağlar, apikal tohumlarda da dormansiyi kırarak çimlenmeyi artırır.

c) Uzun gün şartları ve soğuklama ihtiyacı gösteren bitkilerde, gibberellin uygulanması halinde bu şartlar sağlanmasa da çiçeklenme sağlanabilir.

d) Oksinlerde olduğu gibi bazı meyve türlerinde partenokarpik meyve gelişimini sağlar (özellikle oksinlerin etkili olmadığı türlerde etkili). Gibberellin çiçeklenmeden belirli bir süre önce verildiğinde çekirdeksizliği, çiçeklenmeden sonra verildiğinde ise tane irileşmesini sağlar. Üzümlerde dane ve salkım büyüklüğünü artırmak amacıyla kullanılmaktadır.

e) Işığa hassas olan tohumlarda çimlenmeyi teşvik eder ve büyümenin geniş devresini uzatarak bitkilerin uzun süre yeşil kalmasını sağlar. Özellikle yeşil aksamı yenilen sebzelerle çiçekçilikte çok önemlidir.

Tuberonik Asit

Patates yapraklarından ve yaşlı patates yumrularından elde edilen bu bileşik kimyasal yapı bakımından Jasmonik aside benzer. Patates bitkisinde yumru birikimine katkısı olduğu bilindiğinden, *in vitro* yumru elde edilmesini teşvik etmek için tuberonik asit kullanılmaktadır (Koda ve Okazawa, 1988). Tuberonik asit olarak adlandırılan “aglycone” adlı bir bileşik, sürgünlerin geliştiği agar ortamına ilave edildiğinde, tek boğumlu sap filizlerinde yumru oluşumunu teşvik ettiği görülmüştür (Koda et al., 1991).

Indol-Butirik Asit (IBA)

Oksin ailesinden olan IBA çeliklerin köklendirilmesinde en yaygın olarak kullanılan sentetik hormonlardır (Kaynak ve Ersoy, 1997). Özellikle zor köklenen türlerde çeliklerin kök oluşumunu hızlandırmak, çelik başına kök sayısını ve kalitesini arttırmak için köklendirilmede en yaygın kullanılan büyüme düzenleyici mad-

de, oksin gurubundan IBA'dır. IBA, oksini yıkan enzim sistemleri tarafından yavaş parçalandığından köklenmeyi teşvik etmekte, etkisi sürekli ve oldukça fazladır (Zenginbal ve ark., 2006).

Etilen Türevleri

Etilen gaz şeklinde bir hormondur. Kimyasal bileşimi çok basit olmasına rağmen, bitkilerdeki fizyolojik etkisi çok düşük konsantrasyonlarda bile görülür. Bitkilerde yüksek aktiviteli ve çok yönlü etilen gazının pratik yoldan elde edilebilmesi, etileni serbest kılan bileşiklerin bulunmasını gerektirmiştir. Bu maddeler; çiçeklenmeyi teşvik eder, etli meyve ve sebzelerde olgunlaşma üzerine etkilidir, ceviz, zeytin, kiraz, vişne v.b. meyve dökülmesini teşvik ederek seyrekleşmeyi sağlar (Kaynak ve Ersoy, 1997).

Etilen sadece içinde bulunduğu bitkiyi değil, gaz halinde yayılarak komşu bitkileri de etkilemektedir. Örneğin olgunlaşmış ve olgunlaşmamış elmalar bir araya getirilirse, olgunlaşmamış olanların olgunlaşmış elmalarla temasından dolayı çabuk olgunlaştıkları görülür. Bu yönü ile etilen hasat sonrası olgunlaşmayı teşvik amacıyla da kullanılmaktadır (Seçer, 1989).

Ağaç üzerindeki yeşil meyvelere veya hasat sonrası yeşil kalan bazı etli meyveli ham ürünlere (muz ve domates gibi) uygulandığında, hemen olgunlaşma sağlanmakta ve talebe göre pazara ürün arz etmek mümkün olmaktadır. Etilenin en önemli özelliklerinden birisi, bir ortamda düşük konsantrasyonlarda dahi olsa etilen bulunması halinde, gittikçe konsantrasyonunun artmasıdır. Kesme çiçeklerin sebze ve meyvelerle taşınması halinde, meyve ve sebzelerden çıkan etilen gazından etkilendiği ve çiçeklerin pazar değerini düşürdüğü görülmüştür. Ayrıca, hücre bölünmesi ve büyümenin kontrolünde, tomurcuk ve çiçek oluşumunun engellenmesinde, solunumda, tohum dinlenmesinde, yaşlanma ve olgunlaşmada etkilidir (Seçer, 1989).

Naftalin Asetik Asit (NAA)

Sentetik olan naftalin asetik asit ve türevleri, uzun yıllardan beri meyvecilikte fazla olan meyve tutumunu seyreltmek için kullanılmaktadır. Seyreltmenin etkisiyle meyve büyüklüğü ve kalitesi artar. Ayrıca çelik köklendirilmesinde ve patates depolanmasında gözlerin sürmesinin engellenmesinde ve çiçeklenmenin teşvik edilmesinde etkilidir (Kaynak ve Ersoy, 1997).

Brassionosteroidler

Brassinler fasulyenin ikinci internod bölgesinde aktif olarak bulunan, bu bölgenin şişkinliğine ve sertliğine neden olan, kolza polenlerinden elde edilen, steroid yapısında ham lipoidal ekstraktlardır. Biyolojik aktivite yönünden birçok sistemde değerlendirilmek üzere test edilmiş; soğuk, hastalık ve zararlılar ile tuz stresine mukavemet sağladığı, tohum çimlenmesini, uzamayı, kök büyümesini ve ürün artışını teşvik ettiği, meyve dökülmesini ise engellediği tespit edilmiştir (Kim, 1991; Nasar, 2004).

Salisilatlar

Salisilik asit ile aynı aktiviteyi gösteren bitki fenolü olan bir bileşiktir. Çok sayıda bitkide doğal olarak bulunduğu bilinmesine rağmen, 34 civarında bitki türünden izole edilebilmiştir. Bitkilerde çiçeklenmeyi teşvik ettiği, termogenik bitkilerde ısı üretimini ve dolayısıyla zararlılara direnci artırdığı belirlenmiştir (Raskin, 1992). Lopez-Delgado ve Scott (1997) patates mikro bitkilerinin bulunduğu ortama asetil salisilik asit (Aspirin=ASA) ilavesiyle, bu ortamlarda %100 yumru oluştuğunu belirlemişlerdir.

BİTKİ BÜYÜMESİNİ ENGELLEYİCİ (BBE) HORMONLAR

Birçok bitkide doğal olarak oluşan zıt etkili bazı bileşikler, normal savunma mekanizmasının parçası gibi bitki büyümesini azaltabilirler. Bu maddeler büyüme, gelişme, çiçek ve meyve oluşumunu engelleyerek bunlara bağlı olarak gelişen fizyolojik olayları hızlandırır.

Etilen

Basit bir bileşik olan etilenin (C₂H₄) bitkinin kendisi tarafından üretilen gaz formunda yüksek etkili bir BBD olduğu uzun yıllardan beri bilinmektedir (Westwood, 1993). Etilen tüm dokularda üretilebilmektedir. Normal şartlarda gaz halinde olup, uçucu ve kısmen inaktif halde bulunurlar. Bitki büyüme ve gelişmesinin her aşamasında üretilebilen bir hormondur. Olgunlaştırma hormonu (gazı) olarak da bilinir. Yeterince havalandırma yapılmayan depolarda meyve ve sebzelerde etilen salgısı nedeniyle ürünlerde daha çabuk olgunlaşma, gevşeme ve bozulma meydana gelir. Henüz olgunlaşmadan koparılan muzlar etilen salgısı meydana getiren bir madde (karpit) ile aynı ortama konulup olgunlaşma-

sı sağlanır. Ticari olarak etilenin sentetik olarak üretilen isimleri etephone veya ethrel'dir.

Etilenin doğal şartlarda bitkideki en önemli fonksiyonları şunlardır (Seçer, 1989; Raven et al., 1992; Kaynak ve Ersoy, 1997),

a) Meyve olgunlaşmasını sağlamak; etilenin etkisiyle meyvedeki klorofil parçalanır ve meyvenin doğal rengi olan pigmentlere dönüşür. Olgunlaşma süresince nişasta, organik asitler veya yağlar (avakado da olduğu gibi) şekerlere dönüşür. Genelde domates ve muz gibi etli meyvelerde kullanılmasına rağmen, üzüm ve cevizde de kullanıldığı görülmüştür.

b) Yaşlanmayı teşvik eder.

c) Etilen dökülmeyi sağlayan enzimlerin faaliyetlerini artırarak ayrılmayı kolaylaştırır, makineli hasada elverişli hale getirir. Yaprakların sararmasını ve yaprak, çiçek ve meyve saplarının kolayca ayrılmasını teşvik eder. Kiraz, ahududu, üzüm ve dutlarda meyvelerin bağlandığı sapların gevşemesini sağlar ve dolayısıyla mekanik hasadı kolaylaştırır.

d) Adventif kök oluşumunu uyarmaktadır.

e) Çiçek açmayı düzenleyici etkisinden dolayı özellikle bazı süs bitkilerinde aynı zamanda çiçek oluşumunu sağlamak amacıyla da etilenden yararlanılmaktadır.

f) Bitkilerdeki cinsiyetin belirlenmesinde etkili bir faktör olup, özellikle erkek ve dişi organların aynı bireyde olduğu bitkilerde cinsiyetin yönlendirilmesinde kullanılır. Etilen yüksek oranda kullanılması erkek çiçeklerin dökülmesine sebep olarak dişilerin oluşumunu teşvik eder.

Absisik Asit (ABA)

Sesquiterpen yapısındaki bir maddedir. Oksin, gibberellin ve sitokinin gibi büyümeyi hızlandırıcıların doğal antagonistidir. Bitkilerin hemen her yerinde ve her zaman bulunur. Yalnız çevre şartları değiştiğinde azalır veya çoğalır. Buna bağlı olarak da fizyolojik olaylardaki etkisi de değişir. Normalde dormansi halindeki tohum ve tomurcuklarda yüksek miktarlarda bulunmakta ve dormansiyi sürdürücü bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir. Ancak, yaprak gövde ve meyvelerde de bulunur.

Ticari olarak kullanımı pek olmasa da zaman zaman büyümeyi engelleyici olarak kullanılmaktadır. Bit-

kiler bünyelerinde ürettikleri ABA'yı yaprak dökülmesi olacak bölgelere gönderirler ve bu yolla sonbaharda yaprak dökülmesi görülür. Bitkisel üretimde ABA hem tabii olarak hem de sentetik olarak üretilmektedir.

Bitkilerdeki fonksiyonları şunlardır (Seçer, 1989; Raven et al., 1992; Kaynak ve Ersoy, 1997),

a) ABA çoğu bitki türlerinde stomaların kapanmasını teşvik eder. ABA'nın RNA ve buna bağlı olarak protein sentezini yavaşlattığı ve su stressi altında bulunan bitkilerde CO₂ ile birlikte stomaların kapanmasına sebep olduğu bilinmektedir. ABA sentezi su yetersizliği ile arttığına göre, terleme sırasında stomaların düzenlenmesindeki etkisi kuvvetle muhtemeldir.

b) Tek yıllık bitkilerde tohum, iki ve çok yıllık bitkilerde ise tomurcuk ve yumru gibi depo organlarında büyümeyi engellerler. Danedeki depo proteini üretimini uyarır ve aynı zamanda tohumların erken çimlenmesinin engellenmesinden de sorumludur. Çoğu tohumlarda dormansinin kırılması danedeki ABA seviyesinin azaltılmasıyla ilişkilidir.

Jasmonik Asit (JA veya MeJA)

JA [3-oxo-2-(2'-cis-pentenyl)-cyclopentane-1-acetic-acid)) α -linolenik asitten sentezlenir. Yaklaşık 20 yıl kadar önce JA ve onun kokulu esteri olan MeJA (metil jasmonate)'in bitki büyümesini engelleyici rolü belirlenmiştir. Çiçeklerden (örneğin yasemin, *Jasminum grandiflorum* L. Ve *Rosmarinus officianalis* L.) ve çeşitli meyvelerden elde edilen kokulu bir bileşiktir. Eğrelti otu, yosun, bazı mantar ve alglerle birlikte yaklaşık 206 bitki türünde jasmonik asite rastlanmıştır (Meyer ve ark., 1984). Son zamanlarda MeJA'in bitki genlerindeki sinyal moleküllerinde önemli olduğu belirlenmiş, özellikle bazı spesifik bitki genlerinin tezahürünü belirgin olarak artırdığı tespit edilmiştir. Özellikle bitkiye gelen bir zarar durumunda ortaya çıkan tepki genlerinin oluşmasında etkilidir (Staswick, 1992).

MeJA hormon veya BBD'nin çoğu karakteristiklerini taşımaktadır. Bitkilerde görülen bazı etkileri şunlardır,

a) Bitkilerde yaprak sararmasına yol açması, yaprak saplarında kopmalara neden olması ve büyüme-gelişmeye engel olması (Sembdner ve Parthier, 1993).

b) Kök oluşumunu teşvik etmesi (Sembdner ve Parthier, 1993).

c) Gaz halinde patates bitkisine püskürtülmesi ha-

linde yumru oluşumunu artırması, ayrıca doku kültürü (in vitro) ortamlarında da yumrulaşmayı teşvik eder (Koda ve ark,1991; Van der Berg and Ewing, 1991).

d) Etilen sentezini ve dolayısıyla meyve olgunlaşmasını artırması (Fan et al., 1997).

ε) β-Karoten sentezine yol açması (Staswick, 1992).

f) Asma filizlerinde kıvrımlara sebep olması (Falkenstein et al., 1991).

g) Tohum çimlenmesi, kallus oluşumu, kök büyümesi klorofil üretimi ve polen taneciklerinin çimlenmesine engel olduğu da rapor edilmiştir. Dolayısıyla fotosentezde de etkilidir (Sembdner ve Parthier, 1993).

h) Bitkide oluşan herhangi bir yaralanma durumunda bitkideki proteinlerin (özellikle soya fasulyesinde bulunan vejetatif depo proteinleri) parçalanmasına sebep olan enzimlerin etkisini engellemektedir. Bu genlerin faaliyetleri ABA tarafından da teşvik edilir (Van den Berg ve Ewing, 1991; Staswick, 1992).

i) Dışarıdan uygulanan MeJA'in depolanmış patates ve su oranı yüksek diğer meyve ve sebzelerin kalitelerini kaybetmeden uzun süre muhafaza edilebilmelerine katkıda bulunduğu tespit edilmiştir. Düşük konsantrasyonları depoda çimlenmeyi engellerken, yüksek konsantrasyonları indirgen şeker birikimini artırmaktadır (Buta ve Moline, 1998). Bu etkilerinden dolayı patateslerin son işleme kalitelerine de etkide bulunurlar.

Chlormequat Chlorur (CCC=CYCOCEL) ve Daminozid (Antigibberellin)

Bitki boyunun uzamasına engel olan sentetik BBE'dir. Bu nedenle, tahıllarda yatmayı engellemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca üzümde meyve tutumunun artırılması (CCC), elmalarda antosiyanin sentezinin artırılması, hasat öncesi meyve dökülmesinin azaltılması ve depo zararlarının azaltılmasında (Daminozid) uygulanmaktadır. Alar (daminozid) meyve endüstrisinde vejetatif büyümeyi azaltmak, meyve şekli ve rengini değiştirmek ve meyve kalitesini artırmak için kullanılmaktadır (Kaynak ve Ersoy, 1997). Soya fasulyesinde yapılan bir çalışmada, sap başına bakla sayısını, çiçek tomurcuğu oluşumunu, bakladaki dane sayısını ve toplam bakla verimini artırdığı belirlenmiştir (Moniruzzaman, 2000). Kanserojen etkisi olduğu inancıyla, kullanımı süs bitkileriyle sınırlı kalmıştır (Sağlam, 1991). Açelya, sardunya ve poinsettia gibi

saksılı süs bitkilerinin gelişmelerini engellemek, erken çiçek açmalarını teşvik etmek, çiçeklenmeyi artırmak, bitki başına tomurcuk ve çiçek sayısını artırmak için kullanılmaktadır.

Ancymidol

Bitkilerde boğum arası uzunluğunu azaltmada kullanılan büyüme engelleyici bir sentetik BBE'dir. Özellikle süs bitkileri yetiştiriciliğinde uygulanır (Kaynak ve Ersoy, 1997). Ancymidol büyümeyi geriletici ve bitki bünyesindeki GA içeriğini düşürücü etkide bulunmaktadır. Ancymidolun yüksek bitkiler üzerindeki etkisi eş zamanlı GA uygulaması ile önlenemez fakat bu durum ancak ancymidolun düşük (100 µM) konsantrasyonlarında etkilidir. Ancymidolun bitkilerde selüloz sentezinde de engelleyici etkide bulunduğu, yüksek doz uygulamalarında ise hücre büyümesini ve yeni hücre duvarı oluşumunu engellediği bildirilmiştir (Hofmannova et al., 2008).

Maleik Hidrazid (MH)

Hücre bölünmesine ve odunsu bitkilerde tomurcuk oluşumuna engel olurlar. Soğan ve yumrulara çimlenmeyi kontrol etmek için kullanılmaktadır. Sentetik bileşik hasat öncesi yapraklara uygulanır ve hızla depo organlarına taşınır. Genellikle fazla hasara neden olmasından dolayı, kullanımı çim bitkileriyle sınırlı kalmıştır (Kaynak ve Ersoy, 1997).

Phosphon-Do ve Amo-1618

Giberellin sentezine engel olarak meristematik aktiviteyi ve hücre genişlemesini azaltırlar ve boyuna büyümeyi engellerler (Kaynak ve Ersoy, 1997).

Paclobutrazol (PPP 333)

Vejetatif gelişmeyi azaltıp, generatif gelişmeyi artıran sentetik BBE'dir. Özellikle meyvecilik ve süs bitkilerinde fazla vejetatif gelişmeye engel olmak için kullanılır. Daha önce bitkiler ve standart meyveler elde edilir (Kaynak ve Ersoy, 1997). Bazı bitkilerde Gibberellin biyosentezini engelleyen Paclobutrazol uygulandığında bitkinin soğuğa (dona) dayanıklı hale geldiği kaydedilmiştir (Aydoğdu ve Boyraz, 2005).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde BBD kullanımı çeşitli sorunlardan dolayı yeterince yaygın değildir. Ancak, örtü altı sebzeçiliği gibi belli alanlarda başarıyla uygulanmaktadır.

Özellikle domates ve patlıcanda partenokarpik meyve tutumunun sağlanması, muz ve limon gibi meyvelerin sarartılması ve birçok meyve ve sebzenin gelişen pazar isteklerine bağlı olarak olgunlaştırılması ve piyasaya sürülmesi günümüzde oldukça yaygındır. Ülkemizde hemen hemen bütün alanlarda en yaygın kullanılan hormon GA'dır. Üzümde çekirdeksizliği sağlamak, meyve ve salkım büyüklüğünü artırmak; kirazda büyük ve sert meyve elde etmek; elma, armut gibi meyvelerde daha iri meyve elde etmek ve süs bitkilerinde daha erken ve homojen çiçek açılmasını sağlamak amacıyla GA kullanılmaktadır. Ayrıca, birçok meyve türünde çeliklerin hızlı köklenmesini sağlamak amacıyla IBA kullanılmakta, erken meyve olgunlaşmasını sağlamak amacıyla da etilen kullanılmaktadır.

Fizyolojik olayların gelişimini değiştiren BBD'lerinin yanlış kullanımından kaynaklanan sağlıkla ilgili problemlerin ortaya çıkmasıyla, bu maddelerin kullanımında bazı sınırlamalar getirilmiş ve kullanımı ruhsata bağlanmıştır. Bu maddeler, çimlendirme, meyve oluşumunun artırılması ve iri meyve elde edilmesi, meyvelerin olgunlaştırılması, çelik, fide ve fidanların köklendirilmesi, yabancı ot mücadelesi, bitkilerde erkencilik sağlanması, hasadın kolaylaştırılması, gıdalarda muhafaza süresinin (raf ömrünün) uzatılması, patatesten *in vitro* şartlarda yumru elde edilmesi vb amaçlarla yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bitkilerin yapısında bulunan veya dışardan sentetik olarak ilave edilen hormonların tarımda kullanılması birçok tartışmayı da beraberinde getirmiştir. Özellikle medyada bu maddelerin kullanımıyla ilgili tartışmaların artması, hormonların kullanımında çok dikkatli olmayı gerektirmekte ve kontrolün şart olduğunu göstermektedir. Bazen düşük konsantrasyonlarda büyümeyi artırabilen bir BBD, konsantrasyonu artırıldığında büyümeyi engelleyebilmektedir. Bu nedenle, BBD'lerinin kullanılmasında istenilen neticenin alınabilmesi için uygulama zamanlarının ve konsantrasyonlarının iyi ayarlanması gerekmektedir.

BBD'ler sağlık ve çevre üzerinde bilinçsiz kullanımdan kaynaklı olarak olumsuz tesirlere sebep olabilmektedir. Bu olumsuz tesirler kullanım oran ve sıklığının yanında, kullanılan aktif maddeye de bağlıdır. Bu açıdan tarımsal ilaçlar ile mukayese edilemeyecek çeşitliliğe sahip olan BBD'lerin, insan sağlığı ve çevresel riskleri tarımda kullanılan ilaçlarının oldukça gerisindedir. BBD'lerin insan sağlığına etkileri konusunda

çok net bilgiler bulunmamaktadır. Bilinmesi gereken en önemli olgu tarım ilaçlarının yanlış kullanımının doğuracağı sağlık ve çevre sorunlarının BBD'lerin olumsuz tesirlerinden daha fazla olduğudur.

BBD'leri yeterli doz ve zamanda uygulanırsa insan sağlığı açısından pek zararlı olmamaktadır. Ancak aşırı doz ve zamansız yapılan uygulamalar nedeniyle meyveler üzerinde kalıntı etkisi kalmakta ve bu nedenle zararlı olabilmektedir. Diğer taraftan uygulama esnasında dikkatli olunmaması halinde göz, cilt v.s.'ye temas ile bazı akut etkiler görülebilmektedir. Bu nedenle, özellikle sentetik ve dışardan hormon uygulamalarında çok dikkatli olunması ve hangi bitki türüne hangi büyüme düzenleyicisinin uygulanacağı daha önce yapılmış olan araştırma neticelerine dayandırılması gerekmektedir. Bu sayede hem sağlıkla ilgili problemlerle karşılaşmayacak, hem de oldukça pahalı olan bu maddelerin ekonomik olarak kullanımı söz konusu olabilecektir.

Son yıllarda gelişen biyoteknolojik araştırma ve gelişmelere paralel olarak hormon kullanımının yönü de değişmiş, bu alanda kullanım yönünde bir artış görülmüştür. Özellikle *in vitro* şartlarda yapılan doku kültürü çalışmalarında bu maddelerin kök, sürgün ve yumru oluşumunu teşvik edici etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Halk arasında genelde "hormon" sözcüğünden kaynaklanan bir güvensizlik ve BBD'lerin her koşulda ve her üründeki kullanımının insan sağlığına kesin toksik etki yaratacağı şeklindeki hatalı değerlendirme söz konusudur. Bitki büyümesini teşvik edici hormonların açıklanmasında da görüldüğü gibi, bu maddelerin bir kısmının zaten bitkinin genetik yapısında doğal olarak mevcut olduğu ve zararlı olmadığı görülmektedir. Uygulama zamanlarının ve konsantrasyonlarının iyi ayarlanması, doğal kökenli olması (Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü'nden ruhsatlı), yasak olanların (2,4-D) uygulanmaması ve uzman kişilerce uygulanması koşuluyla hormonların bitki yetiştiriciliğinde çok önemli ve yararlı fonksiyonları olduğu görülecektir.

KAYNAKLAR

- Aydoğdu, M., Boyraz N., 2005. Bitki büyüme düzenleyicileri (hormon) ve hastalıklara dayanıklılık. Bitkisel Araştırma Dergisi, 1: 35-40.
- Barut, E., 1995. Gelecekte bahçe bitkilerinde büyüme düzenleyici maddelerin kullanımı, Derim, 7: (2), 51-73.

- Buban, T., 2000. The use of benzyladenine in orchard fruit growing: a mini review. *Plant Growth Regulation*, 32, 381-390.
- Budak, N., Çalışkan, C.F., Çaylak, Ö., 1994. Bitki büyüme regülatörleri ve tarımsal üretimde kullanımı, *Ege Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, 31, 289-296.
- Buta, J.G., Moline, H.E., 1998. Methyl jasmonate extends shelf life and reduces microbial contamination of fresh-cut celer and peppers, *J. Agric. Food Chem.*, 46, 1253-1256.
- Byrne, E.M., 2005. Networks in leaf development. *Current Opinion in Plant Biology*, 8 (1): 59-66.
- Falkenstein, E.B., Groth, A. Mithofer, E.W., 1991. Methyl jasmonate and α -linolenic acid are potent inducers of tendrils coiling. *Planta*, 185, 316-322.
- Fan, X., Matthesi, J.P., Fellman, J.K.C., Patterson, M.E., 1997. Changes in jasmonic acid concentration during early development of apple fruit, *Physiol. Plant*, 101, 328-332.
- Fırat, B., 1998. *Bitki Nasıl Beslenir? Atlas Kitapevi*, ISBN: 9789759456109, Konya, 292 s.
- Grunewald, W., Noorden, G.V., Isterdael, G.V., Beeckman, T., Gheysen, G., Mathesius, U., 2009. Manipulation of auxin transport in plant roots during *Rhizobium* symbiosis and nematode parasitism. *The Plant Cell*, Vol. 21: 2553-2562.
- Güleryüz, M., 1982. Bahçe ziraatında büyütücü ve engelleyici maddelerin kullanılması ve önemi, Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 279.
- Halloran, N., Kasım, M.U., 2002. Meyve ve sebzelerde büyüme düzenleyici madde kullanımı ve kalıntı düzeyleri. *Gıda*, 27 (5) : 351-359.
- Hofmannova, J., Schwarzerova, K., Havelkova, L., Borikova, P., Petrsek, J., 2008. A novel, Cellulose synthesis inhibitory action of Ancymidol impairs plant cell expansion. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 59, No. 14, pp. 3963-3974.
- Kaynak, L., Ersoy, N., 1997. Bitki büyüme düzenleyicilerinin genel özellikleri ve kullanım alanları, *Akd. Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, 10, 223-236.
- Kaynak, L., Memiş, M., 1997. Bitki büyüme engelleyici ve geciktiricilerinin etki mekanizmaları, *Akd. Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, 10, 237-248.
- Kaynak, L., İmamgiller, B., 1997. Bitki büyüme düzenleyicilerinin fizyolojik olaylardaki rolleri, *Akd. Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, 10, 289-299.
- Kim, S. K., 1991. Natural occurrence of brassinosteroids, In: *Brassinosteroids Chemistry, Bioactivity and Applications*, (Eds, H. G. Cutler, T. Yokota, and G. Adam), American Chemistry Society, Washington, DC, pp 26-35.
- Koda, Y., Okazawa, Y., 1998. Detection of potato tuber-inducing activity in potato leaves and old tubers., *Plant Cell Physiol.*, 29, 969-974.
- Koda, Y., Kikuta, Y., Tazaki, H., Tsujino, Y., Sakamura, S., Yoshihara, T., 1991. Potato tuber -inducing activities of jasmonic acid related compounds, *Phytochemistry*, 30, 1435-1438.
- Leyser, O., 2010. The power of auxin in plants. *Plant Physiol*, Vol. 154: 501-505.
- Lopez-Delgado, H., Scott, I.M., 1997. Induction of in vitro tuberization of potato microplants by acetylsalicylic acid, *J. Plant Physiology*, 151: (1), 74-78.
- Majeed, A., Asghari, B., 2006. Role of growth promoting substances in breaking potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber dormancy. *Journal of Agriculture & Social Sciences*, 2 (3), 175-178.
- Meyer, A., Miersch, O., Buttner, C., Dathe, W., Sembdner, G., 1984. Occurrence of the plant growth regulator jasmonic acid in plants, *J Plant Growth Regulator*, 3, 1-8.
- Moniruzzaman, M., 2000. Effect of cycocel (CCC) on the growth and yield manipulation of vegetable soybean, *Agricultural Research Center Report*, 1-16.
- Nasar, A.H., 2004. Effect of homobrassinolide on in vitro growth of apical meristems and heat tolerance of banana shoots. *International Journal of Agriculture & Biology*. 06 (5): 771-775.
- Palavan-Ünsal, N., 1993. Hormonlar ve meyvelenme. Bitki büyüme maddeleri. İstanbul Üni. Basım Evi ve Film Merkezi., Üniversite Yayın No:3677, 197-211.
- Raskin, L., 1992. Role of salicylic acid in plants, *Annu Rev Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 43, 439-463.
- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E., 1992. *Regulating growth and development: The plant hormones* (in: *Biology of Plants*) pp 545-571, Worth Publishers, New York, USA.
- Sağlam, N., 1991. Bitki Büyümesini Düzenleyiciler ve Kullanım Alanları. *Tarımda Kaynak*, 2: (3), 52-55.
- Salisbury, F.B., Ross, C.W., 1992. *Hormones and Growth Regulators*, (in: *Plant Physiology*) pp 382-406, Wadsworth Publishing Company, California, USA.
- Seçer, M., Doğal büyüme düzenleyicilerin (bitkisel hormonların) bitkilerdeki fizyolojik etkileri ve bu alanda yapılan araştırmalar, *Derim*, 6: (3), 109-124, 1989.
- Sembdner, G., Parthier, B., 1993. The biochemistry and the physiological and molecular actions of jasmonates, *Annu Rev Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 44, 569-589.
- Staswick, P.E., 1992. Jasmonate, Genes and Fragrant Signals, *Plant Physiol*, 95, 804-807.
- Te-chato, S., Hilae, A., In-peuy K., 2008. Effects of cytokinin types and concentrations on growth and development of cell suspension culture of oil palm. *Journal of Agricultural Technology*, V. 4(2): 157-163.
- Van den Berg, J.H., Ewing, E.E., 1991. Jasmonates and their role in plant growth and development, with special reference to the control of potato tuberization, *Am. Pot. J.*, 68, 781-797.
- Walsh, C.S., 2003. *Plant Hormones. Concise Encyclopedia of Temperate Tree Fruit*. Edited by Baugher T. A and Singha, 245-250, ISBN 1560229411, Haworth Press.
- Westwood, M.N., 1993. *Hormones and Growth Regulators, Temperate Zone Pomology: Physiology and Culture*, Timber Press Inc, Portland, Oregon, USA.
- Zenginbal, H., Özcan, M., Haznedar, A., 2006. Kivi (*Actinidia deliciosa*, A. Chev.) odun çeliklerinin köklenmesi üzerine İBA uygulamalarının etkisi. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 21(1):40-43.