

BİTKİ GELİŞİM DÜZENLEYİCİ (BGD)'LERİN ÇEVRESEL ETKİLERİ ve ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

*Tülay MORSÜNBÜL**

*Seval K.A.SOLMAZ**

*Gökhan E.ÜSTÜN**

*Taner YONAR**

Özet: Gelişen dünya, artan nüfus ile beraber, gıda ve gıda ürünlerine olan ihtiyaç da hızla artmaktadır. Artan bu ihtiyacın karşılanması amacıyla tarımsal verimliliğin artırılmasına yönelik bitki gelişim düzenleyicileri(BGD) yaygın olarak kullanılmaktadır. Geniş kapsamlı bir literatür araştırması gerçekleştirilerek hazırlanan bu çalışmada, BGD'lerin tanımı yapılmış, toksik karakterli bu maddelerin tarımda kullanımı sırasında yapılan yanlışlıklar ve aşırı doz uygulamalarının ekosisteme ve canlılar üzerinde yaratacağı olumsuz yöndeki potansiyel etkileri irdelenmiştir. BGD temin eden çeşitli kuruluşlar ile ürün yetiştiricilerinin yeterli eğitim ve bilinç düzeyine ulaşması gerekliliğinin vurgulandığı çalışmada, mevcut sorunların çözümüne yönelik öneriler ile alınması gereken tedbirler tartışılarak oluşturulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bitki gelişim düzenleyici, Ekosistem, Çevre kirliliği, Toksikite.

Environmental Effects of Plant Growth Regulators (PGR)s and Some Solutions Proposal

Abstract: Development of the world and increasing population also increases food demand. With the aim of the meet the increasing demand, plant growth regulators (PGR)s are commonly using for to raise agricultural productivity. In this well rounded literature study, PGRs were determined, potential harms of incorrect use and applying excess doses of PGRs to the ecosystem were examined. Necessity of having enough knowledge and consciousness of PGR transactors and food producers were emphasized and suggestions about solving the existing problems were evaluated.

Key Words: Plant Growth Regulators, Ecosystem, Environmental Pollution, Toxicity.

1-GİRİŞ

Yeryüzünde, nüfus artışı ile birlikte yaşam için gerekli en önemli ihtiyaçlardan biri olan besin gereksinimi de artmaktadır. Kontrolsüz endüstrileşme ile yok edilen tarım alanları ve artan besin talebini karşılamak için, üretim miktarını artırma amaçlı çeşitli yollar denenmektedir. Örnek olarak; tarımda üretimin artırılmasına yönelik bitkisel hormonların kullanılması düşünülmüştür, ancak doğal yollarla üretilen hormonların tarımda kullanımının oldukça pahalıya mal olması, daha ekonomik olarak üretilen sentetik hormonların tercih edilmesine neden olmuştur (Babaoğlu, 2002).

Bitki hormonlarının sentetik türevleri olan kimyasal maddelere bitki gelişim düzenleyicileri (BGD) adı verilir. (Akgül, 2008; Çetinkaya ve Baydan 2006). BGD'ler; doğal olarak organizmaların kendisi tarafından üretilen, organizmalardaki fizyolojik işlevleri uyaran, engelleyen veya başka bir şekilde modifiye eden maddelerdir (Palavan, 1993; Güllüoğlu ve Arıoğlu, 2005). BGD'ler sentetik fitohormonlar olarak da adlandırılır. Fitohormon bitki gelişimi ile diğer fizyolojik fonksiyonları kontrol eden, doğal olarak bitki içerisinde üretilen organik maddelerdir. Bu maddeler yüksek bitkilerin (kök, gövde, dal, yaprak, tohum gibi organları, hücre zarları bulunan ve klorofil pigmentleri olan bitkiler) çeşitli organlarından ve bir kısım mantarlardan elde edilmektedirler. Bitki içerisinde kimyasal mesaj iletici olarak görev alırlar. Belirli hücrelerde üretilen hormonlar diğer hücrelere transfer edilerek

* Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 16059, Görükle, BURSA.

bitki gelişimi kontrol edilir (Karakuş ve Köker, 2007). Bitki hormonları protein yapısında olmayan organik asit maddelerdir ve bu maddeler özellikle bitki büyümesi ve gelişimi için gereklidirler. (Ak-gül, 2008; Çetinkaya ve Baydan, 2006).

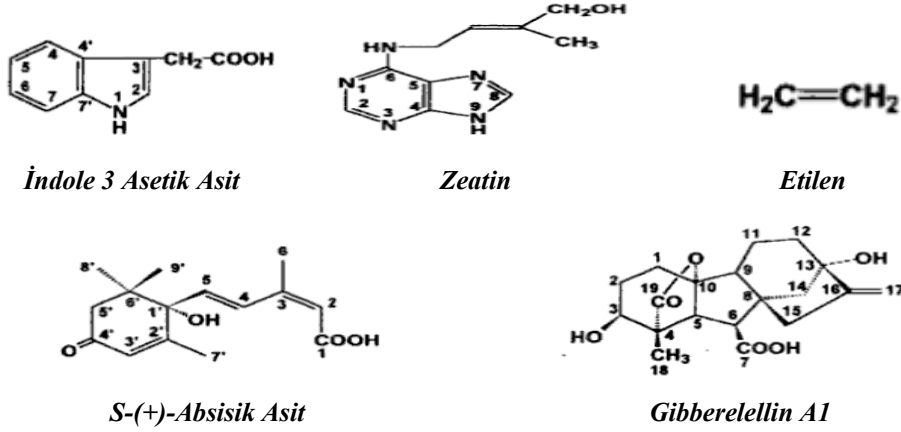
Türkiye’de sentetik büyüme düzenleyicileri özellikle kış aylarında tüketilen ve hemen hemen tamamı Akdeniz Bölgesi’nde üretilen sera ürünlerinde uygulanmaktadır. Yine, Türkiye’de kullanılan zirai mücadele ilaçlarının toplamının %40’a yakını bu bölgede kullanılmaktadır (Babaoğlu, 2002). Eser (1986), Türkiye’de BGD kullanımının değerlendirilmesine yönelik yapmış olduğu çalışmada, sebze üreticilerinin % 96’sının hormon kullandığını bildirmiştir. Mansuroğlu ve diğ. (2005) tarafından Hatay ilinde yapılan bir çalışmada ise, çiftçilerin hormon kullanıp kullanmadıkları sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen sonuçlara göre, Hatay ili genelinde % 53.6 oranında hormon kullanıldığı belirlenmiştir. Bazı çiftçiler aşırı hormon kullandıklarını anket çalışmasında belirtmemişlerdir. Ancak, bitki ve meyveler üzerinde yapılan incelemelerden hormon kullanımının ankette belirtilen kullanım değerinin oldukça üzerinde olduğu belirlenmiştir. Aynı anket çalışmasında seracıların % 32.3’ü hormon hakkında bilgisi olmadığını belirtirken, % 20.4’ü hormon kullanımının tehlikeli olmadığını, % 47.3’ü ise tehlikeli olabileceğini belirtmiştir. Anket çalışmaları sadece bu maddelerin bilinçsiz ve kontrolsüz kullanımlarını tespit etmek için değil, aynı zamanda hormon ve zirai ilaç uygulayıcılarının kendi sağlıklarına verdikleri önemi belirlemeye yönelik de uygulanmıştır. Mansuroğlu ve diğ. (2005) yapmış oldukları anket çalışması neticesinde kullanıcıların kendi sağlıklarını korumaya yönelik önlem olarak eldiven ve maske kullanıp kullanmadıkları araştırılmıştır. Eldiven kullanıp kullanmadıkları sorusuna bireyler tarafından % 53.3 oranında eldiven kullanmadıkları belirtilmiştir. Maske kullanımında ise il genelinde çiftçilerin % 71.6 oranında maske kullanmadıkları tespit edilmiştir.

Tarımsal üretimi artırma durumundaki ülkeler, bitki büyüme hormonlarının yanında bazı pestisit ve herbisitleri de yoğun olarak kullanmaktadırlar. Tüm bu kimyasalların kullanımı aynı zamanda çevre kirliliğine de sebep olmaktadır. Bu maddelerin yarılanma ömürleri uzun olup, toprakta, sebze ve meyveler üzerinde kalmakta ve besin zinciri ile de insana kadar ulaşmaktadır. Üretimde miktar ve kaliteyi arttırmak amacıyla tarımda kullanımı teşvik edilen, sentetik kimyasalların ve BGD’lerin kontrolsüz ve bilinçsiz bir şekilde aşırı miktarlarda kullanımı neticesinde ürünlerde oluşan kalıntılar insan ve çevre sağlığı üzerinde çeşitli toksik etkilere de neden olmaktadır. Bilhassa BGD’ler canlı sistemden tamamen atılmayıp organlarda depolanmakta ve fonksiyon bozukluklarına neden olmaktadır (Yılmaz ve Yüksel, 2002).

2-BGD ÇEŞİTLERİ

Dünyadaki hızlı nüfus artışına paralel olarak insanların yeterli beslenebilmesi amacıyla 1960-1970’li yıllarda tarımda “yeşil devrim” adı verilen ve tamamen üretimi arttırmaya yönelik çalışmalara hız verilmiştir. Üretimi arttırmak amacıyla sentetik kimyasal tarım ilaçları, mineral gübreler, büyümeyi düzenleyici maddeler ve hormonların kullanımı teşvik edilmiştir. Environmental Protection Agency (EPA) tarafından, büyüme düzenleyiciler: Böcek veya bitkilerin büyümelerini geciktiren veya hızlandıran kimyasallar olarak tanımlanmış ve pestisitler kategorisinde sınıflandırılmıştır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Klasik fitohormonları oksinler, gibberelinler, sitokininler, absisik asitler ve etilenler olmak üzere beş temel grubu mevcuttur. Bu gruplara “klasik beşli” de denmektedir. Son zamanlarda, oligosakkarinler, brassinosteroidler, jasmonatlar, salicylatlar ve poliaminler gibi, bitki büyümesine ve gelişmesine, çeşitli boyutlarda etki eden bileşikler de geliştirilmiştir. Bu listenin yeni keşfedilecek BGD’ler ile büyüyeceği tahmin edilmektedir. Giderek artan çevresel kaygılar karşısında; yeni BGD’lerin araştırılması, geliştirilmesi ve tescilinin finansmanı ile ilgili zorluklar oluşmuştur (Basra, 2000). Şekil 1’de klasik beşli diye tabir edilen hormon gruplarının kimyasal yapıları gösterilmiştir.



Şekil 1:
Bitkisel hormon gruplarının yapısı (Basra, 2000)

2.1. Oksinler

Oksinler, bitkilerde büyümeyi ve gelişmeyi etkileyen en önemli gruptur. Bitki kökünde doğal olarak az bulunmaktadır. Kimyasal aktiviteyi, odun teşekkülünü (bitki gövdesinde dayanıklı sert yapının oluşumunu), meyve bölünmesini teşvik etmektedir ve peritonakarpik (çekirdeksiz) meyve oluşumuna katkı sağlamaktadır. Bitkinin en önemli metabolik olaylarından olan solunumu hızlandırmakta ve hücresel bölünmeyi gerçekleştirmektedir. (Evans, 1984; Chen ve diğ., 2001; Christian ve diğ., 2006; Kılıç, 2007; Christian ve diğ., 2008). Oksinler; bitkisel embriyojenez (embriyo oluşumu), vasküler (damarsal) doku farklılaşması ve fitotropizma (uyarıcılara tepki) aktivitelerinde etkili olmaktadır (Davies, 2004; Huang ve diğ., 2008).

2.2. Gibberellinler

Gibberellinler, 1926 yılında Japon araştırmacılar tarafından pirinç bitkisinde devleşmeye (çok fazla boylanmaya) neden olan Gibberella fujikuroi adlı parazitte keşfedildiği için adını oradan almıştır (Vardar, 1970; Kılıç, 2007). Brian ve diğ. (1955) tarafından bu madde izole edilmiş ve gibberellik asit olarak adlandırılmıştır (Kılıç, 2007). Çok çeşitli fonksiyonlara sahip olan Gibberellinler, gövde uzaması, büyümesi, yaprak büyümesi, çiçeklenmeyi etkileme ve diğer çeşitli büyüme, gelişme ve farklılaşma olaylarında etkili olmaktadır (Olszewski ve diğ., 2002; Tyler ve diğ., 2004; Alabadi, ve diğ., 2004; Swain ve Singh, 2005; Zhu ve diğ., 2006; Kılıç, 2007).

2.3. Sitokininler

Sitokininler hücre bölünmesini başlatan maddelerdir. Letham, 1964 yılında ilk doğal sitokini mısır tohumlarından elde ederek "zeatin" adını vermiştir. Çok sayıda tohum veya meyve ile kök salgılarında bulunan zeatin, sitokininlerin en yaygın olmasına rağmen, sitokininler içerisinde en önemlisi "kinetin" dir. Bu maddenin diğerlerine nazaran büyük farkı esas itibariyle DNA'dan sentetik olarak elde edilmiş olması ve büyümeyi özellikle hücre bölünmelerini teşvik ederek etkilemesidir. Kinetinden başka, benziladenin, benzilamino purin ve tetra hidropiraniol kullanılmaktadır (Kılıç, 2007). Ayrıca bitkinin üreme kabiliyetini düzenlemede rol oynamaktadır (Ashikari ve diğ., 2005; Sugawara ve diğ., 2007; Kurakawa ve diğ., 2007). Günümüzde otuzdan fazla sitokinin izole edilmiş ve tanımlanmıştır. Tarımsal alanlarda bu maddeler, gerek yapraklar üzerine doğrudan ve gerekse toprak yüzeyinden uygulanabilmektedirler (Anonim 1, 2001; Halloran ve Kasım, 1999; Çetinkaya ve Baydan, 2006).

2.4. Etilenler

Basit bir hidrokarbon gaz olan etilenin (C₂H₄), bir bitki hormonu olarak benimsenmesi 1960'lı yıllarda gerçekleşmiştir. Etilen bitkide bulunan gaz halindeki tek hormondur. Özellikle muz, naranciyeye, kavun, armut, domates, ananas, hurma gibi meyvelerin sarartılıp olgunlaştırılmasında etilen salgı-

latıcı olarak kullanılır. Ülkemizde Tarım Bakanlığınca ruhsatlandırılmış, ethephon ve ethephon-cyclanilid karışımı etkin madde ihtiva eden ürünler bulunmaktadır (Anonim 1, 2001; Halloran ve Kasım, 1999; Çetinkaya ve Baydan, 2006). Bir etilen türü olan ethephon maddesi üzerinde yapılan çeşitli çalışmalarda bu maddenin mutasyon potansiyelinin ve akut toksik riskinin olmadığı belirtilmektedir. Ancak, ethephon uygulanan ürünlerde etilenin parçalanması sonucu monokloroasetik asit oluşarak üründe birikebilmektedir. Aşırı düzeyde toksik olan bu maddenin gıdalarda mevcut olması tehlikeli ve yasaktır (Halloran ve Kasım, 1999; Çetinkaya ve Baydan, 2006).

2.5. Absissik asit (Dorminler)

Bitki gelişiminin düzenlenmesinde doğal büyüme düzenleyici maddelerin yanında aksi yönde etki eden engelleyici doğal maddelerde bulunmaktadır. Bunların en önemlisi Absissik Asit (ABA)'tir. Büyüme ve gelişme ancak büyümeyi teşvik edicilerle ABA'nın uygun oranlarda bulunmaları ile belli boyutlara ulaşabilir (Seçer, 1989; Akgül, 2008). Büyüme ve gelişme döneminde büyümeyi teşvik eden maddeler bitkide hakimken, olgunlaşma veya büyümenin sonuna doğru ABA hakim duruma geçmekte ve büyüme kontrol altına alınmaktadır (Çimen, 1988; Akgül, 2008).

BGD'lerin tarımda kontrollü bir şekilde kullanıldıkları takdirde üretimde kalite ve miktarı arttırmaya yönelik etkilerinin olduğu Tablo I'de görülmektedir. Ancak bu maddelerin bilinçsizce ve aşırı dozlarda kullanılması tarımda pestisitlerin kullanımından kaynaklandığı gibi olumsuz yönde çevresel etkilere neden olabilmektedir. Bu bağlamda günümüzde, doğal dengenin bozulması, gıdalarda oluşan kimyasal kalıntıların besin zinciri ile insan sağlığını tehdit edecek boyutlara ulaşması üreticileri ve tüketicileri doğal, organik ve sağlıklı tarım ürünlerinin üretimine ve tüketimine yönlendirmiştir (Kaf-tanoğlu, 2003; Uygur, 2005).

Tablo I. BGD'lerin Başlıca Etkileri (Fırat, 1998; Akgül, 2008)

Özellikler	Oksin	Gibberellin	Sitokinin	Dormin	Etilen
Çimlenme	0	+	+	-	0
Hücre bölünmesi	+	+	++	-	-
Hücre uzaması	+	+	(?)	-	-
Uzun gün bitkisinde çiçeklenme	+	+	0	-	0
Taşınma	+	+	+	-	(?)
Assimilat oluşumu, depolama	(?)	(?)	++	-	(?)
Gözeneklerin açılması	0	0	+	-	(?)
Yaşlanma	-	-	--	+	+
Yaprak dökümü	-	-	-	+	0
Tomurcukların kış uykusu	0	-	-	+	0
+ = Teşvik - = Engelleme 0 = Etkisiz (?) = Etki ya belirlenememiş ya da türlere göre farklı etki					

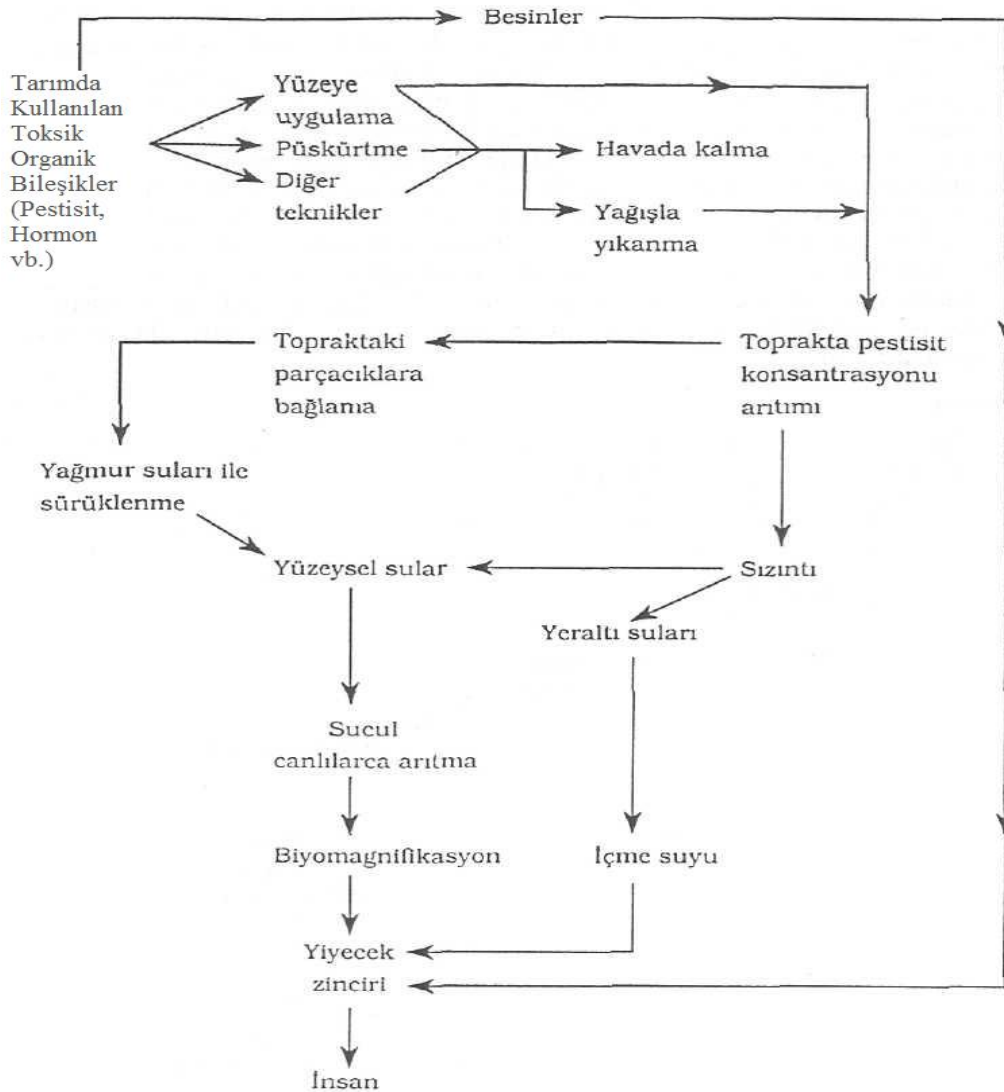
Türkiye'de yaygın olarak kullanılan BGD çeşidi Gibberellic Acid olup, kirazdan üzüme elmadan süs bitkilerine kadar geniş biçimde kullanım alanına sahiptir (Akgül, 2008).

3-BGD'LERİN EKOSİSTEME VE CANLILAR ÜZERİNE POTANSİYEL ETKİLERİ

Tarımsal alanda çalışan üreticilerin bilerek veya bilmeyerek yaptıkları yanlış tarımsal uygulamalar çeşitli çevre sorunlarına neden olmaktadır. Bu tip uygulamalar arasında zirai ilaç ve kimyasal gübre kullanımındaki yanlışlıklar ile sulama, toprak işleme ve bitkisel hormon kullanımındaki yanlışlıklar sayılabilmektedir. Söz konusu yanlış uygulamalar temel olarak,

- Fazla ürün almak için gereğinden fazla BGD kullanımı
- Uygulama zamanının doğru tespit edilememesi
- Doz ayarlama ve uygulamada yeterli hassasiyetin gösterilememesi
- BGD'lerin çevresel riskler ve sağlık riskleri göz önüne alınmadan uygulanması
- Teknik bilgileri yetersiz kişiler tarafından yapılan uygulamalar, başlıkları altında sıralanabilir (Akgül, 2008).

Yoğun, bilgisiz ve bilinçsiz yapılan kimi tarım uygulamaları, bitkisel ve hayvansal besinler aracılığıyla toplum sağlığına yönelik ciddi tehlikelere dönüşebilmektedir. Bu tehlikeler sadece insan sağlığıyla sınırlı kalmayıp hava, toprak ve su üçlüsünü de içine alan ciddi bir ekosistem kirliliğine de neden olmaktadır (Sayılı ve Akman, 1994). Bitkisel hormonların çevresel etkileri pestisit kullanımı neticesinde doğada oluşan çevresel etki hareketlerine benzerlik göstermektedir. Pestisit ve hormon gibi toksik organik maddelerin doğadaki hareketleri ve besin zinciri yoluyla insanlara ulaşması Şekil 2'de verilmiştir.

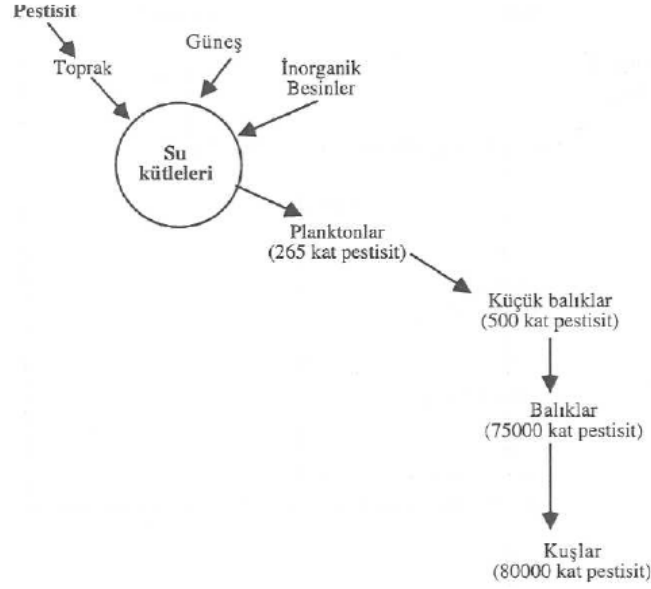


Şekil 2:

Tarımda Kullanılan Toksik Organik Maddelerin Doğadaki Hareketleri (Güler ve Çobanoğlu, 1997)

Güler ve Çobanoğlu'nun (1997) çalışmalarında belirttikleri üzere, EPA tarafından yapılan sınıflandırmada BGD'ler pestisitler sınıfında belirtilmektedir. Tarımsal uygulamalarla toprağa ve sızma

yolu ile yer altı sularına ve yüzeysel su kaynaklarına ulaşan bu maddeler canlı bünyelerinde biyolojik birikime neden olmaktadır ve bu durum Şekil 3'de gösterilmiştir.

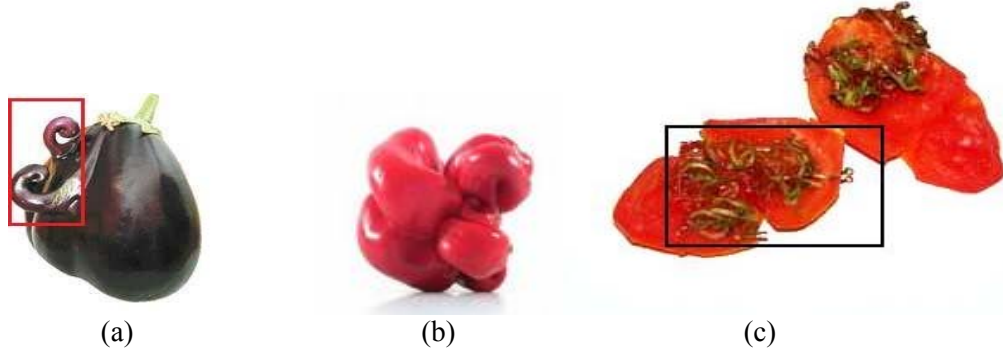


Şekil 3:

Biyolojik birikimle bünyelerde konsantrasyon artışları (Eaton, 1986; Güler ve Çobanoğlu, 1997)

Biyolojik birikim, içme suları ve ürünlerde bulunan kalıntılar ile insan bünyesine geçebilen BGD'lerin insan sağlığına olası toksik etkileri mevcuttur. Herhangi bir maddenin toksik etkisiyle o maddenin canlılara zarar verebilme özelliği kastedilmektedir. Toksik olan bir madde, dikkatle kullanıldığında zararsız, buna karşın çok az toksik olan bir madde dikkatsiz kullanıldığında zararlı olabilmektedir. Bitkisel hormon olarak en fazla, satışı yasaklanmış olmasına rağmen 2,4-D (2,4-dichlorophenoxy acetic acid) kullanılmaktadır. 2,4-D üzerinde bugüne kadar, çok sayıda deney yapılmıştır. Değişik ülkelerin 2,4-D konusunda duyarlılıkları arasında farklılıklar görülmektedir. Örneğin İsveç hiç 2,4-D kalıntısına izin vermezken, Almanya turunçgiller için 2.0 ppm, diğer ürünler için 0.1 ppm, Kanada ise turunçgiller için 2.0 ppm, kuşkonmaz için ise 5.0 ppm 2,4-D kalıntısına izin vermektedir (Rhimakii ve diğ, 1982; Akgül, 2008). Eser (1989) tarafından hazırlanan makalede, Avrupa Topuluğu'nca 2,4-D için 2 mg/kg, ethepon için 2-10 mg/ kg, Chlormequat (CCC) için 0.05-3.0 mg/kg sınır değerlerinin uygulandığını belirtmiştir (Sayılı ve Akman, 1994). Özellikle yetiştirme döneminin çok kısa olduğu örtü altı seracılıkta, ısının azalmaya başladığı dönemlerde ortaya çıkan tozlaşarak döllenme sorununun giderilmesi dölsüz çekirdeğin plazma faaliyetlerini artırarak meyvenin büyümesi için 2,4-D gibi kimyasalların kullanılması sonucu verim önemli ölçüde artmakta, fakat domates, biber, patlıcan gibi meyve oluşumu döllenmiş çekirdeğe bağlı ürünlerde, pazarlarda gördüğümüz kof, amorf görünümlü, memeli ürünler meydana gelmektedir. (Sayılı ve Akman, 1994) .

Diğer bir önemli konu, BGD'lerin konsantrasyonları ve uygulama zamanıdır. Yetersiz veya fazla konsantrasyon çok olumsuz etkiler oluşturabileceği gibi, uygulama zamanının tam belirlenememesi de istenmeyen sonuçlara neden olabilir. Zira aynı düzenleyici, kısa zaman aralıklarıyla uygulandığında birbirinden tamamen farklı neticeler doğurabilmektedir. Mesela Naphthelene Acetic Acid (NAA) çiçeklenme sonrasında elmada kimyasal seyreltme için kullanılırken, daha sonraki uygulamalarda hasat öncesi meyve dökülmesini önlemek amacıyla kullanılmaktadır (Westwood, 1993; Akgül, 2008). BGD'lerin aşırı dozlarda kullanılması neticesinde Resim 1 (a), (b), (c)'de görüldüğü üzere ürünlerde kofluk ve şekil bozuklukları (amorf görünüm ve memeli ürünler) meydana gelmektedir. Bu ürünlerin tüketimi neticesinde ise ürünlerin üzerinde aşırı miktarda bulunan kalıntı maddeleri besin zinciri yoluyla canlı bünyelerine geçerek toksik etkilere neden olabilmektedir (Kaftanoğlu, 2003; Uygur, 2005).



*Resim 1: Aşırı hormon kullanımı sonucu,
(a) Patlıcanda meydana gelen deformasyon, (b) Kırmızıbiberde meydana gelen şekil bozuklukları,
(c) Domatesin içinde yeni filizlerin oluşumu*

BGD'lerin canlılar üzerinde yaratabileceği çeşitli toksik etkiler laboratuvar koşullarında farklı araştırmacılar tarafından gözlemlenmiştir. Yılmaz ve diğ. (2005) tarafından yapılan bir araştırmada; bitki büyüme hormonu olan indole 3 asetik asit (IAA) hamile farelerin deri altına uygulanmış, IAA'ın üçüncü nesil farelerin kemik iliği hücrelerinde mitotik indeksi (mitoz bölünmeye uğrayan hücrelerin yüzdesi) IAA verilmeyen sağlıklı farelerden oluşan kontrol grubuna göre arttırdığı gözlemlenmiştir. Mitoz bölünmeye uğrayan hücrelerin yüzdesindeki bu artış ise canlılar üzerinde genetik bozukluklara ve kanser riskinin artmasına neden olmaktadır.

Çokuğraş ve diğ. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada; IAA'nın at ve insan kan serumundaki butirilkinolinesteraz enzimi üzerindeki etkileri incelenmiş ve IAA'nın inhibitör etki yarattığını ortaya koymuşlardır. Bu inhibisyon etkisi sonucunda canlıların sinirsel ileti sisteminde olumsuzluklara yol açtığı belirlenmiştir.

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde BGD'lerin kontrolsüz ve bilinçsizce kullanımı neticesinde sızma veya yüzeysel akış ile bu kimyasalların yer altı ve yerüstü su kaynaklarına iletilmesi söz konusu olmaktadır. Alıcı ortamlarda zamanla birikmeleri ile diğer pestisitler gibi çevre üzerinde olumsuz etkileri gözlemlenebilmektedir. Aşırı dozda bulaşmanın olduğu suyun canlılar üzerinde yaratacağı etkiler Çelik ve diğ. (2006) tarafından belirlenmeye çalışılmıştır. Farelerin içme suyu içerisine karıştırılan 100ppm IAA (Indole acetic acid) ve Kinetin 21 gün boyunca farelere oral yolla verilmiştir. Sonuç olarak IAA ve Kn bazı immün potansiyel enzimlerine (bağışıklık sistemi enzimi) ve antioksidan indikatör enzim (vücuttaki toksik maddelerin giderimine katkıda bulunan enzim) seviyeleri üzerine olumsuz etki ettiği gözlemlenmiştir.

Çelik ve diğ. (2002), tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise; sekiz adet dişi sıçandan oluşan gruplar üzerindeki etkiler tespit edilmiştir. Gruplar, deneysel çalışmalar boyunca içebildikleri oranda 100 ppm'lik IAA, IBA (indole 3 butyric acid) ve kinetin uygulamasına 3 hafta maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda BGD'lerin alanin aminotransferaz (ALT), aspartate aminotransferaz (AST), lactate dehidrogenaz (LDH), amilaz ve kreatine fosfokinaz (CPK) enzim seviyeleri üzerine farklı etkileri olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak; bu kimyasalların özellikle böbrek ve karaciğer enzimleri üzerinde toksik etkilere sahip oldukları görülmüştür.

Benzer şekilde yine Çelik ve diğ. (2002) tarafından yapılan bir araştırmada; sıçanlara 25 gün boyunca içebildikleri ölçüde 75ppm'lik IAA ve Kn verilmiş ve sonuç olarak IAA'nın toksik etkiye sebep olduğu gözlemlenmiştir. Ülkemizde yakın zamana kadar yasal olarak kullanılmakta olan 2,4-D üzerinde Yılmaz ve diğ. (2002) tarafından yapılmış bir çalışmada 2,4-D'in farelerin böbreklerinde bazı metabolik enzimleri olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.

Morshed ve diğ., (2005), tuzlu su karidesleri üzerinde IAA, NAA, 2,4-D ve GA'nın toksik etkilerini araştırmışlar ve IAA'nın 4.39 ppm'lik LC50 değeri ile toksisitesinin bu dört BGD arasında en yüksek olduğunu NAA, 2,4-D ve GA'nın LC50 değerlerinin sırasıyla 5.75, 16.63 ve 20.13 ppm olduğunu belirlemişlerdir. Melo ve diğ. (2007), IAA'nın farelerin nötrofil (akyuvar) hücreleri üzerinde etkilerini araştırmış, IAA'ya maruz bırakılmış nötrofillerdeki glikoz tüketiminde düşüşe glutamin tü-

ketiminde de artışa neden olduğu dolayısıyla akyuvar hücrelerinde bir tahribata yol açtığını gözlemlemişlerdir.

Prodanchuk ve diğ. (2008) tarafından fareler üzerinde yapılan bir araştırmada; Ivin, Triman ve Tetran verilen farelerin protein sentezlerinin olumsuz etkilendiği ve membran aktivitelerinde düşüş gözlemlendiği belirtilmiştir. Memeli hayvanlar ve kuşlar üzerinde yapılan bir başka çalışmada ise canlı ağırlık başına 100-300 mg 2,4-D verildiğinde ani ölümlerin olduğu, canlı ağırlık başına 10 mg'ın üzerindeki dozlarda doğum ve üreme kusurlarının meydana geldiği bildirilmiştir (Akgül, 2008).

4-TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Tarımsal alanlarda ürün veriminin artırılması ve ürünlerin ıslahı konusunda BGD'ler günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. BGD'ler doğru zamanlama ile ve uygun oranlarda kullanılması gereken kimyasallardır. Yanlış zamanlarda ve aşırı dozlarla yapılan uygulamalar ürünlerde şekil bozukluklarına, kofluklara ve ürün üzerinde tahribatlara yol açmaktadır. Bu maddeler, biyolojik birikim yolu ile besin zincirine katılmakta ve canlılar için çeşitli sağlık problemlerine neden olmaktadır. Laboratuvar koşullarında araştırmacılar tarafından (Çelik ve diğ. (2002); Çokuğraş ve diğ. (2003); Yılmaz ve diğ., (2005); Çelik ve diğ., (2006); Morshed ve diğ., (2005); Melo ve diğ., (2007); Prodanchuk ve diğ., (2008) yapılan çeşitli çalışmalarda BGD'lerin canlıların enzim yapıları, enzim seviyeleri, bazı organları ve uzuvları üzerinde tahribatlara neden olduğu ispatlanmıştır. Dolayısıyla hem ekosistemin korunması hem de ürün verimliliğinin sağlanması için bu kimyasalların kullanımı gelişmiş ülkelerde sıkı kontrollere tabi tutularak yapılmaktadır (Anonim 2, 2007).

Tarımda kullanılan pestisit ve pestisit türevlerinin çevreye yayılarak oluşturacağı riskler dikkate alındığında bu maddelerin kullanımının kontrol altına alınması, izlenmesi ve kontrollü bir şekilde uygulanması sağlanmalıdır. Bu bağlamda öncelikle yapılabilecek bazı çözüm önerileri aşağıda belirtilmiştir.

- Bu maddelerin oluşturacağı çevresel kirlenme ve sağlık riskleri göz önüne alınarak, ulusal standartlar oluşturulmalıdır.
- Standartlarda belirtilen limit değerlerin aşılması durumunda gerekli önlemlerin alınmasına yönelik planlama çalışmalarının yapılması zorunludur.
- Tarımda yardımcı maddelerin daha az zararlı olanları tercih edilmelidir ve doğal gübre uygulandırılması özendirilmeli ve teşvik edilmelidir.
- Yeraltı sularını tehdit eden kimyasalların kullanımını engelleyen yasal düzenlemeler yapılmalıdır.
- Yasal olarak satışa sunulmasına izin verilen bu maddelerin kullanımdan çekilmesiyle ilgili her türlü mali ve idari hükümler belirlenmelidir.
- Yeraltı sularının izlenmesi, hassas yeraltı suyu bölgelerinin belirlenmesi çalışmaları yapılmalıdır.
- Üretici firmaların izleme ve değerlendirme çalışmalarını yapmaları, daha güvenli kimyasalların üretimine yönelmeleri teşvik edilmelidir.
- Herhangi bir ülkede başka ülkeye satışına izin verilmek üzere imal edilen pestisit ve pestisit türevlerinin kullanımı kesin olarak yasaklanmalıdır.
- Bu maddelerin kullanıcılarına yeterli seviyede kaliteli eğitim verilmelidir ve bu konuda gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. (Koren, 1996; Güler ve Çobanoğlu, 1997; Akgül, 2008).

BGD kullanımı sırasında oluşabilecek problemlerden birisi de, teknik bilgisi yetersiz kişilerin çiftçileri yanlış yönlendirmesi ve bunun tabii sonucu olarak da yanlış uygulamalarla karşılaşılmasıdır. Bu sebeple BGD'leri kullanımından önce yetiştiricilerin yeterli seviyede bilgi donanımına sahip kişilerce bilgilendirilmesi sağlanmalıdır (Akgül, 2008).

BGD gibi pestisit ve pestisit türevleri, üretim aşamasında ürüne güvenilirlik ve maliyet açısından çeşitli süreçlerden geçmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Bu maddelerin tarımda kullanımından evvel üretim aşamasında kimyasal bileşimleri oluşturulurken ekosistem üzerinde yarattıkları zararların minimum seviyede tutulması hedeflenmelidir. Ürün denetimleri yetersiz ülkelerde, yeni üretilen

bu maddelerin denenmesi ve bu yolla üretim aşamasında sağlık açısından uygunluğunun araştırıldığı süreçlerin çok hızlı geçilmesi olasılığı ortadan kaldırılmalıdır. Bu olasılığın ortadan kaldırılması için uluslararası denetim süreçlerinin çalışabilirliğinin ve ulusal denetimlerin işleyebilirliğinin sağlanması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, M2008/50 no'lu Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında oluşturulmuş ve bu proje tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Akgül, H., Büyüme ve Gelişim Düzenleyiciler (2008) Eğirdir Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Yayını, Yayın No:12
2. Alabadi, D. ve arkadaşları (2004) Gibberellins repress photomorphogenesis in darkness. *Plant Physiol.* 134, 1050–1057
3. Anonim 1-T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı (2001), Bitki Gelişimini Düzenleyiciler (BGD) Hormonlar, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Ziraat İlaç Yayın Serisi. Yayın No:1
4. Anonim 2- European Council MRLs Regulation (2007) 396/2005/EC: Update November 2007
5. Ashikari, M., Sakakibara H, Lin S, Yamamoto T, Takashi T, Nishimura A, Angeles ER, Qian Q, Kitano H, Matsuoka M., (2005) Cytokinin oxidase regulates rice grain production, *Science*, 309,741–745
6. Babaoğlu, M., (2002), Bitki Büyüme Düzenleyicileri Türkiye'deki Durum ve Sağlık Açısından Değerlendirmeler, Ders Notları, Selçuk Üni. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü, Konya, (www.biyoteknoloji.gen.tr)
7. Basra, A.S., (2000) *Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture: Their Role and Commercial Uses* Haworth Press, ISBN 1560228911, 9781560228912
8. Çelik, İ., Özbek H., Tuluçe Y.,(2002) Effects of Subchronic Treatment of Some Plant Growth Regulators on Serum Enzyme Levels in Rats, *Turk J Biol* 26: 73-76 TÜBİTAK
9. Çelik, İ., Tuluçe Y., Özk N. (2002) Effects of Indoleacetic Acid and Kinetin on Lipid Peroxidation Levels in Various Rat Tissues, *Turk J. Biol* 26: 193-196 TÜBİTAK
10. Çelik, İ., Tuluçe Y., Turker M. (2006) Antioxidant and immune potential marker enzymes assessment in the various tissues of rats exposed to indoleacetic acid and kinetin: A drinking water study, *Pesticide Biochemistry and Physiology* 86: 180–185
11. Chen, J.G, Ullah H, Young JC, Sussmann MR, Jones A.M. (2001) ABP1 is required for organized cell elongation and division in Arabidopsis embryogenesis. *Genes & Development* 15, 902–911
12. Christian, M., Steffens, B., Schenck, D., Burmester, S., Bottger, M., Luthen, H. (2006) How does auxin enhance cell elongation? Role of auxin-binding proteins and potassium channels in growth control. *Plant Biology* 8, 346–352
13. Christian, M., Hannah, W.B, Luthen ,H., Jones, A.M., (2008) Identification of auxins by a chemical genomics approach, *Journal of Experimental Botany*, 59 (10), 2757–2767
14. Çetinkaya, A.M., Baydan, E., 2006, Bitki Gelişim Düzenleyicilerin Zehirliliğine Genel Bir Bakış, *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi* 77(4) ,26-31
15. Çimen, İ.,(1988), Meyvecilikte Büyüme Düzenleyicilerin Kullanımı, *Derim*, 5(3), 134-142, Antalya.
16. Çokuğraş, A.N., Bodur, N. (2003) Comparative effects of two plant growth regulators; indole-3-acetic acid and chlorogenic acid on human and horse serum butyrylcholinesterase *Pesticide Biochemistry and Physiology* 77,24–33
17. Davies, P.J., (2004) *Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action*. Kluwer Academic
18. Eaton M., Schenker, M., Whorton, M.D. Samuels, S. Perkins, C., Overstreet J. (1986) Seven Year Follow Up of Workers Exposed to 1, 2 dibromo3 chloroprpane, *JOccupMed* 28, 1145-1150
19. Eser, B., (1986) Türkiye Örtüaltı Sebzeçiliğinde Hormon Kullanımı Olayının Değerlendirilmesi. *Türkiye 1. Yaprak Gübreleri ve Bitki Hormonları Semineri*, Akdeniz Ün. Zir. Fak., Antalya, 80-90,
20. Eser, B., (1989) Bitkisel Hormonlar ve İnsan Sağlığı , *Tarım ve Mühendislik Dergisi*, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Yayını, Sayı: 33,18-20
21. Evans, M.L., (1984), Functions of hormones at the cellular level of organization. In: Pirson A, Zimmermann MH, eds. *Encyclopedia of plant physiology*, Vol. 10. Berlin: Springer Verlag, 23–79.

22. Fırat, B.,(1998), Bitki Nasıl Beslenir, Atlas Kitapevi, Konya
23. Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., Pestisitler, (1997), Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 52., İlköz Matbaası, Ankara, ISBN 975 - 8088 - 69 - 6
24. Güllüoğlu L., Arıoğlu, H.H., (2005), Harran Ovası Koşullarında Bazı Bitki Büyüme Düzenleyici Uygulamalarının İkinci Ürün Soyada (*Glycine Max* Merrill.) Önemli Tarımsal Özellikler Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, Harran Üni. Ziraat Fak. Dergisi, 9(2), 37-43
25. Halloran, N. Kasım, M.U. (1999). Meyve ve Sebzelere Büyüme Düzenleyici Madde Kullanımı ve Kalıntı Düzeyleri. Ders Notları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara
26. Huang, Y., Chang, Y., Hsu, J., Chuang, H. (2008) Transcriptome analysis of auxin-regulated genes of *Arabidopsis thaliana*, *Gene*, 420; 118–124
27. Kaftanoğlu, O. (2003) Ekolojik ve organik arı ürünleri üretimi. 2. Marmara Arıcılık Kongresi Bildiri Kitabı, Uludağ Arıcılık Derneği Yayınları, Bursa
28. Karakuş, C., Köker, R. (2007) Tarımda Bitki Gelişim Düzenleyicilerin (BGD) Kullanımı ve Hormon Riski, Üniversite Öğrencileri 2. Çevre Sorunları Kongresi Kongre Kitabı 163-175, Fatih Üniversitesi – İSTANBUL
29. Kılıç Y., (2007), Fitohormonların Saplı Mese (*Quercus Robur* L.) 1+0 Yaşlı Fidan Morfolojik Karakterleri Üzerine Etkisi Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Y.Lisans Tezi, 74sf
30. Koren, H., Bisesi, M. (1996) Handbook of Environmental Health and Safety, Lewis Publishers, Florida.
31. Kurakawa, T., Ueda, N., Maekawa, M., Kobayashi, K., Kojima, M., Nagato, Y., Sakakibara H.,Kyojuka J. (2007) Direct Control Of Shoot Meristem Activity By A Cytokinin Activating Enzyme, *Nature* 445:652–655
32. Mansuroğlu, G.S., Sermenli, T., Kara, M., (2005) Hatay İli Sera Sebze Yetiştiriciliğinde Hormon Kullanım Durumu, MKU Ziraat Fakültesi Dergisi 10 (1-2): 15-30
33. Melo, M., Franco, N., Ferreira, M., Pugine, S., Briato, P., Costa, E.,(2007) Influence of Subcutaneous Indole 3 Acetic Acid Administration in Metabolism and Function of the Rat Leukocyte, *Research Journal of Biological Sciences*, 2(5), 601-606
34. Morshed, M. H., Hossain, M. S., Islam, M. A. U., Ali, M. U., Ibrahim, M., Islam, M. S., Islam, M. A.,(2005) Toxicity of four synthetic plant hormones IAA, NAA, 2,4-D and GA against *Artemia salina* (Leach), *International Journal of Agriculture and Biology*, 7(2), 240-242
35. Olszewski, N., Sun T., Gubler F. (2002) Gibberellin signaling: biosynthesis, catabolism, and response pathways. *Plant Cell* 14, 61–80
36. Özmen, M. Topçuoğlu, Ş.F. Bozcuk, S. Bozcuk, A.N. (1995). Effects of Abscisic Acid and Gibberellic Acid on Sexual Differentiation and Some Physiological Parameters of Laboratory Mice. *Tr. J. of Biology* 19, 357-364
37. Prodanchuk, M., Zhminko, O., Zhminko, P.,(2008) Effect of some plant growth regulators-Derivatives of N-oxide-pyridine on protein-synthesis processes and mitochondrial membrane of hepatocytes at subchronic ingestion to rats, *Toxicology letters* Volume 180 Supplement 1 Page S177 Abstracts of the 45th Congress of the European Societies of Toxicology
38. Sayılı M., Akman Z., (1994) Tarımsal uygulamalar ve Çevreye Olan Etkileri, *Ekoloji*, 12, 28-32
39. Seçer, M.,(1989) Doğal büyüme düzenleyicilerin (Bitkisel hormonların) Bitkilerdeki Fizyolojik etkileri ve bu alanda yapılan araştırmalar, *Derim*, 6(3),109-124, Antalya
40. Sugawara, H., Ueda, N., Kojima, M, Makita, N., Yamaya, T., Sakakibara, H. (2008) Structural Insight Into The Reaction Mechanism And Evolution Of Cytokinin Biosynthesis, *PNAS* 107 (7), 2734-2739
41. Swain, S.M., Singh D.P.,(2005) Tall tales from sly dwarves: novel functions of gibberellins in plant development, *TRENDS in Plant Science* 10 (3), 1360-1385
42. Tomlin, C.D.S. (1997) The Pesticide Manual: A World Compendium. 11th Ed. The British Crop Protection Council.
43. Tyler, L., Thomas, S.G., Hu, J., Dill, A., Alonso, J.M., Ecker, J.R., Sun, T. (2004) DELLA proteins and gibberellin-regulated seed germination and floral development in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 135, 1008–1019
44. Uygur, Ö.Ş.(2005) Organik Arıcılık, *Uludag Bee Journal* August 2005-5 103-106
45. Vardar, Y., (1970) Bitki Fizyolojisine Giriş , Ege Univ. Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, İzmir,
46. Westwood, M.N. (1993) Hormones and growth regulators ,Temperate zone Pomology : Pysiology and Culture Timber Press Inc. 9999 S.W. Wilshire, Suite 124, Portland, Oregon 97225.
47. Yılmaz, R., Yüksel, E. (2002) İndol 3 Asetik Asitin 3. Nesil Farelerin Kemik İliği Hücrelerinde Mitotik İndeks Üzerine Etkisi, *S.D.Ü Tıp Fakültesi Dergisi*, 12(2), 46-49

48. Yılmaz, R., Yüksel E.,(2002) 2,4-D Herbisitinin İleri Jenerasyonlarda Fare Böbrek Enzimleri Üzerine Etkisi, Fırat Tıp Dergisi, 7(3), 818-822
49. Zhu, Y.,Nomura, T, Xu, Y., Zhang,Y., Peng, Y., Mao, B., Hanada, A., Zhou, H.,Wang, R., Li, P.,Zhu, X., Mander, L.N, Kamiya, Y., Yamaguchi, S., He Z. (2006) Elongated Uppermost Internode Encodes A Cytochrome P450 Monooxygenase That Epoxidizes Gibberellins in A Novel Deactivation Reaction in Rice, The Plant Cell, 18, 442-456

Makale 29.12.2008 tarihinde alınmış, 26.02.2010 tarihinde düzeltilmiş, 04.10.2010 tarihinde kabul edilmiştir. İletişim Yazarı: S. K.A.Solmaz (akal@uludag.edu.tr).