

ALLELOPATİNİN EKONOMİK YÖNÜ

Filiz PEZİKOĞLU¹

Özet

Allelopati, bir bitki türü tarafından salgılanan kimyasalların komşu bitkinin gelişmesi ve yerleşmesine olan etkisidir (Inderjit, 2006). Bir başka ifade ile mikroorganizmalar dahil bitkiler arasındaki biyokimyasal ilişkiler olarak tanımlanmaktadır. İnsanın bitki ile birlikte yaşamaya başlamasından bu yana bilinmesine rağmen, ilk kez 1930'larda ekosistem mantığının yaygınlaşması ile birlikte bilimsel bir terim olarak tanımlanmaya başlamıştır.

Dünyada allelopatinin ekonomik etkisi açısından yapılan incelemeler iki kısımda toplanmaktadır. Allelopatinin olumlu ve olumsuz etkileri. Olumlu etkiler açısından, allelopatinin yabancıot kontrolünde kullanımı ile maliyetin düşürülmesi, allelopatik bitkilerin toprak beslenmesi ve bazı toprak kökenli hastalıklara karşı kullanılabilmesi sonucu üretim ve çevre maliyetinin düşmesi; olumsuz etkiler açısından ise, istilacı bitkilerin, topraklardan temizlenmesi için yapılan harcamalar nedeniyle ortaya çıkan ekonomik yükler ile ekosistemin bozulması sonucunda ortaya çıkan çölleşme ve diğer iklimsel felaketlerle birlikte ekonomik üretim kaybı gibi konular sıralanabilir.

Bu bildiride, bitkilerin allelopatik etkilerinin ekonomik açıdan irdelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, konu hakkında yayınlanmış çalışmalar incelenmiş, ekonomik boyutta konunun tanımlanması ve tartışılması amaçlanmıştır. Ayrıca, konu hakkında yapılması gerektiği düşünülen araştırma konularının belirlenmesine çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Allelopati, Ekonomik Etki, Biyolojik Kontrol, İstilacı Bitkiler.

¹ Dr, Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova.
fpezikoglu@hotmail.com

THE ECONOMIC ASPECT OF ALLELOPATHY

Abstract

Allelopathy is defined by, any process involving secondary metabolised produced by plants influence the growth and development of other plants (Inderjit, 2006). In addition, micro-organism, viruses and fungi involve this influence process. The term is known since life beginning, but it has been adopted as a science until 1930's.

The researches of economic impacts of allelopathy are divided two categories; The positive and negative impacts. The positive impacts are as like, cost minimisation by using herbicide, production and environmental cost minimising by feeding soil. The negative impacts are as like, extra cost for cleaning invasive species from the habitats and production areas, reducing production because of some climatic changes by allelopathic impacts of species.

The object of the paper is to review of allelopathic impacts of plants from the economical viewpoint. Previous studies and papers of different literatures were used to explain the issue. In addition, some suggestions which kind of researches needed of economically is stated.

Keywords: Allelopathy, Economic Impact, Biologic Control, Invasive Species.

1. Giriş

Allelopati terimi ilk kez 1937'de Molisch tarafından, Latince kökenli biri diğerine anlamına gelen "allelon" ve katlanmak/karşı koymak anlamına gelen "pathos" sözcüklerinden, birinin diğerine olumsuz etkisi anlamında türetilmiştir (Türküsay ve Onoğur, 1998; Kruse ve ark., 2000). Ancak, terim günümüzde hem baskılayıcı hem de uyarıcı etkiler anlamında kullanılmaktadır. Uluslararası Allelopati Derneği 1996 yılında allelopatiyi; "bitkiler, mikroorganizmalar, virüsler ve funguslar tarafından üretilen ikincil metabolik faaliyetlerin, hayvanlar hariç, tarımsal ve biyolojik sistemlerin büyüme ve gelişmelerine olumlu ve olumsuz etkilerini içeren bir süreç" olarak tanımlamıştır (Kruse ve ark., 2000).

Allelokimyasal, bitkiler tarafından oluşturulan ve allelopatik etkiye sahip olan kimyasal maddelerin (biyomoleküller) genel adıdır. Allelokimyasallar, bitki tarafından çevreye verilerek, diğer bitkilerin büyümesini veya gelişmesini sonradan ortaya çıkarak etkilemektedir. Allelokimyasallar, aynı zamanda toprağı, suyu ve gıdaları etkilemektedir.

Allelokimyasallar genel olarak bakıldığında, altı grupta incelenmektedir; alifatik bileşikler, doymamış laktonlar, siyanogenik glikositler, uçucu yağlar, aromatik bileşikler, yağ asitleri ve lipidler (Sangün, 2006).

Bitkiler arasındaki allelopatik etkiler hem tarımsal hem de doğal ekosistemler açısından araştırmalara konu olmaktadır. Tarımsal sistemlerde allelopati, ürün-ürün (kendi de dahil olmak üzere), ürün-yabancıot arasında ve bitkisel üretimde verime etkileri konularında tartışılmaktadır. Tarımda uygun münavebeli ekim sistemleri, herbisit, insektisit ve antimikrobiyal ilaç olarak kullanılabilirliğin araştırıldığı çalışmalar oldukça yaygındır (Kocaçalışkan, 2006). Tarımda allelopati ile ilgili çalışmalar (Kruse ve ark., 2000);

- Allelopatik bileşiklerin biyoteknolojik transferlerle kültür bitkilerine aktarılması veya kültür bitkisinde var olan allelokimyasalın yoğunluğunun biyoteknolojik yöntemlerle artırılması.
- Allelopatik bitkilerden elde edilen yeni tip herbisitlerin kullanımına yönelik araştırmalar. Bunlar “doğal herbisit” olarak tanımlanmaktadır.
- Kültür bitkilerinin kendi allelopatik etkileri ile yabancıot kontrolüne yönelik çalışmalar.

Doğal ekosistemler açısından yapılan çalışmaların çoğunluğu, allelopatik etki gösteren bazı yabancı türlerin, istilacı yabancı türler olarak, birer zararlı haline gelmesi durumunda ortaya çıkarabileceği ekolojik ve ekonomik endişelere yöneliktir. Aynı şekilde, kültür bitkileri için yapılan çalışmalar sonucunda ortaya konulan allelopatik etkinin ekosistem, toprak ve su ya da diğer bitkiler açısından toksik etki oluşturup oluşturmayacağına yönelik çalışmalar da allelopatinin olumsuz etkileri başlığı altında incelenmektedir. Allelopatik etkinin genetik modifikasyonla artırılması ve aktarılması çalışmaları sonucunda elde edilen kültür formlarının, yabancıotlarda ortaya çıkarabileceği değişimler ve toksik etkiler konusunda da sorunlar olduğunu belirten çalışmalar bulunmaktadır (Kasulo, 1999; Kefeli ve ark., 2003; Raghubanshi ve ark., 2005; Leavold ve ark., 2007).

Bitkisel üretimde, yabancıot kontrolü amacıyla, herbisit kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Ancak, özellikle insan sağlığı açısından kalıntı sorunu oluşturan ve ekosistemlerde ciddi hasarlar yapan sentetik herbisit kullanımını aynı zamanda, toprak ve su kaynaklarında da kirlenmelere neden olmakta, yabancıotlarda dayanıklılık sorunu ortaya çıkmaktadır.

Allelokimyasallar ile yabancıotlara karşı biyolojik mücadelenin yapılabilirliğinin farkına varılması ile birlikte, allelopatinin tarımda kullanım olanaklarına yönelik araştırmalar artış göstermiştir. Ürün ya da ürün kalıntılarının, örtü bitkilerinin allelopatik etkileri doğal herbisit çalışmalarını artırırken, bu etkinin diğer kültür bitkileri üzerine yaptıkları olumsuz etkiler ve

doğal ekosistem üzerindeki etkileri de araştırma konuları olarak karşımıza çıkmaktadır (Türkmen ve Turhan, 2006).

Sürdürülebilir tarım kavramı içinde yer alan tarım sistem ve tekniklerin fırsat ve risklerinin tanımlandığı çalışmalar içinde, çevresel bozulma riskini ve ekonomik maliyeti en aza indirecek, dolayısı ile pestisit kullanımını ya da mekanik mücadelede işgücü kullanımını azaltmaya yönelik yeni arayışlar bulunmaktadır.

Özellikle yabancıot kontrolü odaklı olarak 1960'lı yıllardan bu yana önemli gelişmelerin görüldüğü allelopati çalışmaları, spekülasyonlar, yanlış anlamalar ve mantıksız sonuçlarla karşılaşmış olsa da, allelopatik ilişkilerin daha iyi anlaşılmasına başlaması ile birlikte, tarımsal ekosistemlerde yabancıot sistemi açısından sürdürülebilir ilave bir araç olarak tanımlanmaktadır (Olofsdotter ve Malik, 2001).

Dünyada allelopatinin kültür bitkileri, yabancıotlar ve ekosistem üzerindeki etkileri dikkate alınarak tarımsal üretimde kullanılma olanakları pek çok çalışmada araştırılmıştır. Türkiye'de de allelopati açısından çalışmalar, 1980'li yılların başından bu yana gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmaların çoğunluğu, allelopatik etkisi bulunan bitkilerin (özellikle kültür bitkilerinin) farklı bölgelerinden alınan ekstraktların tohum çimlenme ve bitki büyümesi üzerine etkileri, örtü bitkisi ve ekim nöbeti gibi çalışmalar üzerinde yoğunlaşmış, yaklaşık 30 yıllık çalışmalar genellikle değişik bitkilerin allelopatik potansiyelini laboratuvar ve sera şartlarında ortaya koyma ile sınırlı kalmıştır (Uludağ, 2006; Üremiş, 2006).

Konu hakkında yapılan çalışmalarda, allelopatinin etkileri, ekonomik açıdan olumlu ve olumsuz etkiler olarak ikiye ayrılabilir. Bu etkiler, yalnız tarımsal sistemler için değil aynı zamanda tarımsal sistemleri dolaylı veya doğrudan etkileyen ekosistemler açısından da önem taşımaktadır. Bu bildiride, dünyada ve Türkiye'de konu ile ilgili yapılmış çalışmalar olumlu ve olumsuz ekonomik etkiler başlıkları altında değerlendirilmeye çalışılmış, ayrıca konu hakkında yapılması gerektiği düşünülen ekonomik araştırmalar belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Allelopatik Etkinin Olumlu Ekonomik Yönü

Tür içi ve türler arası kimyasal etkileşim olarak nitelendirilen allelopatik etkinin, olumlu ekonomik etkileri daha çok tarımsal sistemler için araştırma konusu olmaktadır. Bu konuda pek çok çalışma yapılmış olmasına rağmen, ağırlıklı olarak agronomi bazlı çalışmalardır.

Çevresel maliyetin devreye girdiği pek çok araştırmada, etkinin ekonomik analizinde, piyasa fiyatı bilinmeyen konular nedeniyle, ekonomik analizlerde araştırmanın amacına bağlı olarak pestisitlere harcanan parasal değerler kullanılarak kısmi bütçeleme yönteminin kullanıldığı görülmüştür.

Çalışmalarda ayrıca, verim artışları ve toprakta meydana gelen besin elementleri artışları gibi konular ile ekonomik etki ortaya konulmaya çalışılmıştır. Gölge değişkenlerle yapılan çalışmalara rastlanmamıştır.

Allelopati ile ilgili yapılan çalışmalarda olumlu ekonomik etkiler olarak tanımlayabileceğimiz etkilerin yer aldığı çalışmalar:

- Yabancıot mücadelesinde maliyetin düşürülmesi,
- Allelopatik bitkilerin toprak beslenmesi ve tohum çimlenme ve büyümesi üzerine olumlu etkileri sonucu üretim maliyetinin düşmesi gibi konular üzerinde sınıflandırılabilir.

Pek çok çalışmada, yabancıot rekabeti nedeniyle ürün veriminde azalmalar olduğu bildirilmektedir (Jost ve Regehr, 1998; Florez ve ark., 1999; Ferguson ve Rathianasabapathi, 2003; Aksoy ve Uludağ, 2003). Bu çalışmalarda herbisit kullanımını azaltıcı ve yabancıotu baskılayarak, ürün verimini artırıcı konular tartışılmaktadır. Verimin artması ve herbisit maliyetinin düşmesi, işletme gelirini olumlu yönde etkileyecektir.

Bazı kültür bitkilerinin allelopatik etkileri olduğu yine farklı çalışmalarda bildirilmektedir. Örneğin pirinç bitkisinin alelopatik etkisi, farklı çeşitlerde farklılık göstermektedir. Bu kapsamda yapılan çalışmalar, bu etkiye sahip kültür bitkilerinin yabancıot kontrolünde ekim nöbeti içine alınması ve böylece herbisit kullanım miktarının azaltılması, bu bitkilerdeki allelopatik etkinin biyoteknolojik yöntemlerle artırılması gibi konular üzerinde yoğunlaşmıştır. Aynı şekilde, örtü bitkisi ve malç materyali olarak kullanımı ile yine yabancıot mücadelesinde yer alan kültür bitkileri bulunmaktadır (Türküsay ve Onoğur, 1998; Kruse ve ark., 2000; Olofsdotter ve Malik 2001; Önen, 2006; Gözcü ve ark., 2006; Peneva, 2006).

Pestisit kullanımının çevresel etkisinin değerlendirildiği çalışmalarda çoğunlukla, aktif bileşenin miktarı ya da pestisitlere harcanan parasal değerlerin kullanıldığı ve çevresel etkinin pestisit kullanım miktarı ile doğrudan ilgili olduğu kabul edilmektedir. Tarımsal üretimde ürün kaybını önlemeye yönelik pestisitlerin işletme karını artırmasına karşın, bir kısmını işletmenin de ödediği, bazı maliyetleri de gündeme getirmektedir (Brethour ve Weersink, 2001).

15 farklı ürünün zararlı, hastalık ve yabancıot kontrolü amacıyla, organik münavebe sisteminde kullanımının araştırıldığı bir çalışmada, organik sebzeler için gerçekleşen yüksek fiyat ve talep nedeniyle elde edilen net gelir, sırasıyla en yüksek organik havuçta, ikinci olarak patatesten ve üçüncü olarak da şalgamda tespit edilmiştir (Litterick, 2001). Yem bitkileri, yağlı tohumlar, lifli bitkiler ise daha düşük bir net gelire sahip olmuşlardır. Özellikle, yabancıot, hastalık ve zararlılar nedeniyle ürün kaybının yaşandığı belirtilen çalışmada, elle yapılan yabancıot mücadelesinin tüm ürünlerde iki kez yapıldığı bildirilmektedir.

Hindistan'ın Uttar Pradesh bölgesinde, doğal tarıma dayalı olarak üretimde bulunan bir çiftçinin pirinç, buğday, baklagiller, yağlı tohumlular, sebzeler ve şeker kamışı üretimi yaptığı bildirilmektedir (Leclercq, 2002). İşletmede tarlalardaki yabancıot varlığından toprağın besin içeriğini artırma da ve hastalık ve zararlılardan ürünlerini korumada yararlandığı ve bezelye üretiminde verimin doğal tarım uygulamasında konvansiyonel üretime göre yaklaşık %50 daha fazla olduğu belirtilmektedir.

Örtücü bitki ve malç olarak kullanılan bazı baklagillerin ana ürün ve yabancıotların gelişimi ile toprak besin elementleri açısından incelendiği beş yıllık bir çalışmada, mısır veriminin ilk iki yıl boyunca artış kaydettiği ve toprağın organik maddece zenginleştiği bildirilmektedir (Caamal-Maldonado ve ark., 2001).

Üç çavdar (*Secale cereale* L.) tipi, altı tritikale (*xTriticosecale* Wittm.) çeşidi ve iki arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşidinin, benekli darıcan otu, köpekdişi ayrığı ve mısır bitkisinin gelişimi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, tüm bu kışlık hububatların örtücü bitki olarak kullanılması sonucu, yabancı otların azaldığı, ancak mısır gelişimine herhangi bir etki yapmadığı saptanmıştır (Dhima ve ark., 2006). Mısır ekiminden 4 hafta sonra yabancı otlarda, hububatlarla malçlama yapılan ve yapılmayan alanlarda olmak üzere sırasıyla %27'den %80'e (darıcan), ve %0'dan %67'ye (köpekdişi ayrığı) bir düşüş olduğu bildirilmektedir. Çalışmada, uygulamaların mısır için herhangi bir tehdit oluşturmadığı ve herbisit uygulanmayan arpa uygulamasında, malçsız uygulamaya göre %45 verim artışı sağlandığı belirtilmektedir.

Allelopatik etki, yabancıotlar kadar, bazı toprak kökenli hastalıklar açısından da yarar sağlayabilmektedir. Laboratuvar koşullarında yulaf, şeytan elması, ökaliptüs, incir, duvar sarmaşığı, tütün ve domuz pıtrağı bitkilerinden elde edilen ekstraktlar, üç farklı fungal hastalık açısından test edilmiş, hastalık sporlarının çimlenmesinde engelleyicilik açısından duvar sarmaşığı ekstraktının %68 gibi yüksek bir başarı elde ettiği belirtilmiştir (Türküsay ve Onoğur, 1998).

Allelokimyasallar genellikle büyümeyi ve tozlanmayı engellerken, bazı türlerde büyümeyi nadiren teşvik ettiği bildirilmektedir (Topal ve Kocaçalışkan, 2006). Bu konuda yapılan bir çalışmada, zakkum bitkisinin farklı bölgelerinden alınan ekstraktların fasulye tohumunun çimlenmesine ve fide büyümesine engelleyici olduğu ancak, buğday tohumunun çimlenmesine olumlu etki yaptığı bildirilmektedir (Karaaltın ve ark., 2004).

Genellikle, istilacı bitkilerin ekolojik ve ekonomik anlamda olumsuz etkileri olduğunu bildiren çalışmalar bulunmasına rağmen, bazı istilacı bitkilerin olumlu etkileri olduğu da bildirilmektedir (Van Wilgen, ve ark., 2001). Bu etkilerden biri de bazı istilacı bitkilerin metal bulaşıklığını temizleyebilecekleri yönünde tanımlanmaktadır (Raghubanshi ve ark., 2005).

2. Allelopatik Etkinin Olumsuz Ekonomik Yönü

Allelopati ile ilgili yapılan çalışmalarda olumsuz ekonomik etkiler olarak tanımlayabileceğimiz konular;

- Allelopatik etki sonucu istilacı bitkilerin temizlenmesi için yapılan harcamalar ile biyoçeşitlilik kaybı,
- Allelokimyasalların anlık ve sonradan bıraktığı etkilerin tohum çimlenmesi ve büyümesine olumsuz etkileri ve bu nedenle verim kaybı,
- Allelokimyasalları artırılmış ya da ilave edilmiş genetik değişikliğe uğramış kültür bitkilerinden gen kaçıışı ya da diğer olası sorunlar üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Uluslararası Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUCN-International Union of Conservation of Nature and Natural Resources)'nin tanımına göre; yabancı istilacı türler, doğal ya da yarı doğal ekosistem ve habitatlarda birer yabancı tür olarak yerleşen ve doğal biyolojik çeşitliliği tehdit eden ve değiştiren birer ajandır. İstilacı türler, diğer türlerin yok olması, hidrolojik ve ekosistem fonksiyonlarında değişiklikler de dahil olmak üzere, biyoçeşitliliğin kaybolmasına ve bölgede çölleşme dahil farklı iklimsel olaylara neden olabilmektedir. Doğal türlerden farklı talepleri olduğundan, toprakta toprak yapısı, profili, bitki besleme içeriği, nemi gibi pek çok değişime neden olmaktadır (Raghubanshi ve ark., 2005).

Tarımsal üretim alanlarında bulunan ve/ya başka alanlardan taşınan pek çok yabancıot türü istilacı bitkiler olarak üretimde zararlara yol açtığı gibi, tarımsal, ormanlık ve sulak alanlarda bu bitkilerin doğal ekosistemlerde bozulmalara neden olduğu ve bu olumsuz etkinin ekonomik bir maliyete de sahip olduğu pek çok çalışmada bildirilmektedir (Van Wilgen, ve ark., 2001; Eiswerth, ve ark., 2005; Vasilakoglou, ve ark., 2005; Sharma, ve ark., 2005; Colautti, ve ark., 2006). Bu etkilerin bazıları Çizelge 1'de verilmiştir.

Küresel istilacı türler programı çerçevesinde, su ekosistemlerinde bulunan yabancı istilacı türlerin ekolojik ve sosyo-ekonomik etkilerinin değerlendirildiği bir raporda, konu farklı uzmanların katılımı ve farklı alt çalışmalarla tanımlanmaya çalışılmıştır (Kasulo, 1999; Cituna, ve ark., 2004). Çalışmada, farklı bölgelerde yerli üretimi tehdit eden istilacı türler arasında; Ilgın (*Tamarix* sp.) bitkilerinin yerli bitkilere göre %35 oranında daha fazla su tükettiği; su sümbüllünün (*Eichhornia crassipes*) Benin'de suyun içme, sulama ve biyoçeşitliliğini etkileyerek, bu alanların civarında yaşayan hanelerin gelirini 2151 \$ düşürdüğü ve biyolojik kontrol amacıyla da hane başına 783 \$ harcama yapıldığı şeklinde bazı türler tanımlanmıştır.

Hindistan florasının %40'nın yabancı türlerden, %25'inin istilacı türler olduğu tespit edildiği bildirilmekte, bu türler içinde allelopatik etkisi olan ve tropikal Amerikanın egzotik doğal bitkilerinden *Parthenium hysterophorus* L.'nin, bitki örtüsünün zayıf olduğu alanlarda, nadas alanlarında, yol kenarlarında ve aşırı otlatılan meralarda agresif bir şekilde yayılım gösterdiği be-

lirilmektedir (Raghubanshi ve ark., 2005). Bu bitkinin, tarımsal alanlarda kültür bitkileri ile güçlü bir rekabete girerek, insan ve hayvan sağlığı açısından da alerjenik, astım oluşturuvcu bir etkiye sahip olduğu bildirilmektedir.

FAO tarafından istilacı türlerin ekonomik etkisi doğrudan ve dolaylı olarak tanımlanmaktadır. Buna göre, istilacı bitkilerin ekonomik etkisi altı başlık içinde ele alınmaktadır (Sharma, ve ark., 2005);

- Tarımsal üretim üzerine etkisi,
- Fiyat ve pazar etkisi,
- Ticaret üzerine etkisi,
- Gıda güvenliği ve beslenme üzerine etkisi,
- İnsan sağlığı ve çevre üzerine etkisi,
- Finansal maliyet etkisi.

İstilacı bitkilerin çevresel problemler oluşturduğu ve bu problemlerin çözümüne yönelik çalışmaların ekonomik sonuçlarının açıklandığı bir çalışmada, Güney Afrika'daki istilacı bitkilerle ilgili sonuçlara yer verilmektedir (Van Wilgen ve ark., 2001). Çalışmada yaklaşık 180 istilacı bitki tarafından Güney Afrika'da 10 milyon hektarlık bir alanın bulaşık olduğu belirtilmektedir. Yapılan çalışmalara göre, bozulan ekosistemlerdeki değer azalışı 11,75 milyar \$'ın üstüne çıkmıştır. Çalışmada, biyolojik kontrol ile istilacı bitkilerin temizlenmesi amacıyla, bölgede çalışmalar yapılması önerilmektedir.

2002-2003 yetiştirme periyodunda Yunanistan'ın kuzeyinde yapılan bir çalışmada, köpekdişi ayrığı (*Cynodon dactylon* L.) ile kanyaşın (*Sorghum halepense* L.) mısır ve pamuk üzerindeki allelopatik müdahale etkisi araştırılmıştır (Vasilakoglou, ve ark., 2005). Çalışmada, mısırdaki verim kayıpları bermuda otunun 200-400 bitki/m² ve kanyaş otunun 100-200 bitki/m² varlıkları doğrultusunda sırasıyla, %46-30 ve %62-41 olarak ortaya konmuş, pamukta ise verim kaybı mısıra göre daha fazla saptanmıştır (%74 ve %64-86). Bu sonuçlara göre, kanyaş otunun, bermuda otuna göre mısır ve pamuk için daha fazla ürün kaybına neden olduğu bildirilmektedir.

Küresel İstilacı Türler Programı (GISP-The Global Invasive Species Programme) tarafından, özellikle küresel düzeyde sorun oluşturan istilacı türler hakkında farklı çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan bu çalışmalarda allelopatik etkisi bulunan bazı bitki türlerinin tarımda ve mera alanlarında verimliliği düşürdüğü, bitkilerin tozlanma ve büyümesini engellediği, mera ve otlaklarda bitki kompozisyonunun bozulduğu, yeraltı suları için diğer bitki türleri ile rekabet ettiği belirtilmektedir. Bu bitkilerden *Chromolaena odorata*'nın Güney Afrika'da yıllık 68,26 milyon m²' su kaybına neden olduğu, Ghana'da ekilebilir alanların %59'unu kapladığı, Güney Afrika'da otlayan hayvanların otlama kapasitelerini %150 azalttığı bildirilmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda, doğal alanlardaki bu bitkinin kontrol altına alınabilmesi için hektar başına 151 ila 164 \$ harcamanın yapılması gerektiği bildirilmektedir. Aynı çalışmada, Hindistan'da da sorun olan *P. hysterophorus* bitkisinin Afrika'daki yayılımının önüne geçilemediği durumda, yıllık ka-

zancı 87-136 \$ olan pek çok küçük ölçekli tarım işletmesindeki gelir kaybının %26-41 olacağı tahmin edilmektedir. Brezilya'ya bulaşık tohumlarla gelen yabancı bir tür olan *Eragrostis plana*'nın bulunduğu alandaki tüm bitkileri elimine eden çok baskın allelopatik etkiye sahip bir bitki olduğu, Brezilya'da daha çok otlak alanlarında yaygın görüldüğü tespit edilmiştir. Bu istilacı bitkinin ekonomik etkisinin hektar başına 38,91 \$ olacağı tahmin edilmekte ve 2005 yılında toplam üretimdeki kaybın 3,4 milyon \$ olacağı belirtilmektedir (Anonim, 2008).

Bond ve Grundy (2001) tarafından bildirildiği üzere, organik tarıma başladıktan üç yıl sonra topraktaki yabancıot sayısının 4050 adet/m²'den 17320 adet/m²'ye çıktığı belirtilmektedir (Aksoy ve Uludağ, 2003). Avrupa genelinde yapılan hububat üretiminde, organik alanlarda yabancıot florasının konvansiyonele göre yaklaşık %30 ile 350 oranında fazla olduğu bildirilmektedir (Alföldi, ve ark., 2002).

Tarımsal üretimde allelokimyasallar, biyoteknolojide, allelopati mühendisliği çalışmaları içinde değerlendirilmektedir. Bu çalışmalar iki strateji altında yürütülmektedir. İlkinde, bitki tarafından zaten üretilmekte olan allelopatik bir bileşiğin üretiminin artırılması, ikincisinde ise, bitki içerisine allelopatik bir bileşik için gerekli olan biyosentetik bir genin transferidir. Ancak, allelopatik bileşikler ve bunların genleri belirlense bile, uygun biyosentetik yolların modifikasyonu veya aktarılmasının çok kolay olmadığı, bu transgenik bitkilerin insana ve çevreye oluşturabileceği potansiyel riskleri tam olarak belirlenebilmiş değildir. Ayrıca, allelopati mühendisliği ile üretilen bileşikler bitkide metabolik dengesizliklere ve hatta kendi kendini zehirlemesine (ototoksite) neden olabilmektedir. Allelopatik etkili transgenik ürünlerin, ekolojik dengede yapabileceği etkiler, diğer ekosistemlere ve tarımsal sistemlere bu türlerin istilacı yayılımları ve gen kaçışı şeklinde olabilecektir. Tüm bu risklerine rağmen bu alandaki çalışmalar devam etmektedir (Kruse ve ark., 2000; Frary, 2006).

Çizelge 1. İstilacı türlerin neden olduğu ekonomik etki (Sharma ve ark., 2005)

Türler	Ekonomik Değişken	Ekonomik Etki
Tamarix	ABD'nin Batı bölgesinde ekosistemlerde değer kaybı	55 yıl boyunca 7-16 milyar \$
Centaurea sp.	ABD'nin üç eyaletinde ekonomik etki	40,5 milyon \$/yıl doğrudan maliyet
Euphorbia escula	ABD'nin üç eyaletinde ekonomik etki	89 milyon \$ doğrudan maliyet
Altı yabancıot türü	Avustralya tarımsal ekosisteminde kontrol maliyeti	105 milyon \$/yıl
Pinus, Hakea ve Acacia	Güney Afrika'nın bozulmamış koşullarına geri dönüş maliyeti	2 milyar \$
Eichhornia crassipes	Yedi Afrika Ülkesinde temizlik maliyeti	20-50 milyon \$/yıl
Varroa kurdu	Yeni Zileanda Arı yetiştiriciliğinde ekonomik maliyet	267-602 milyon \$

4. Sonuç

Yapılan çalışmalardan, allelopatik etkinin kullanılması sonucu, özellikle tahıllar olmak üzere bazı ürünlerde verim artışı yaşandığı anlaşılmaktadır. Bu durum aynı zamanda herbisit kullanımını da azaltmaktadır. Kabaca, verim artışı nedeniyle, bu tip çalışmaların sonuçlarının işletme açısından gelir artışı oluşturduğu düşünülebilir. Ancak, bu durumun uzun dönemli analiz edilmesi, çevre bozulmalarına etkisinin ekonomik durumu ve işletme faaliyetinin uzun dönemli planlanması gerekmektedir. Ayrıca, allelopatik etkileri kullanılmak istenen bitkilerin, yeni bir ortamda uygulamaya alınması ile, istila riskinin de oluşabileceği düşünüldüğünde, bu riskin tarımsal üretim açısından ne gibi sonuçlar ortaya çıkaracağını öngören senaryolara da ihtiyaç bulunmaktadır. Bu senaryoların, ekonomik ve ekolojik açıdan birlikte değerlendirildiği çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Kısaca, allelopati kullanımına yönelik uygulamalı araştırmaların ön (ex ante) etki değerlemelerinin yapılması gereklidir.

Allelopatik etkilerin ekonomik analizine yönelik çalışmaların, çevre ekonomisi ile birlikte değerlendirildiği çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Tarımsal üretimde doğaya müdahale bulunmaktadır. Bu müdahalenin hangi seviyelere kadar olabileceğinin ekonomik ve ekolojik açıdan karşılaştırılabileceği çalışmalara tarımın sürdürülebilirliği açısından ihtiyaç vardır.

Yeni teknolojinin her ekosistem içinde farklı sonuçlar vereceği unutulmadan, özel koşullara yönelik ekonomik analizlere yer verilmelidir. Allelopatik etkinin tek başına allelokimyasallarla gündem oluşturmadığı, mutlak surette çevresel etkenlerin göz önüne alınması gerektiği pek çok konu uzmanınca ifade edilmektedir. Bu nedenle, farklı yöre ve iklim koşulları için (agroekolojik bölgeler için) uygulamaya aktarılabilecek allelopatik çalışmaların ekonomik analizlerle desteklenmesi gerekmektedir.

Yeni teknolojinin tarımsal girdi olarak kullanılıp kullanılmayacağı (canlı toprak üstü materyal ve/ya laboratuvar ürünü) ve bundan diğer sektörlerin nasıl etkilenebileceği dikkate alınmalıdır. Kimya sanayinin, allelopatik bitki ve özütlerinden yararlanabileceği dikkate alınarak, bu özelliğin oluşturabileceği ekonomik değerlere ait öngörüler yapılmalıdır.

Tarımsal üretimde girdiden ürüne tüm aşamalarda allelopati kullanımının çevresel değerlerde oluşturduğu etki ve faydaların pazar ekonomisi açısından ele alınması da gerekmektedir.

Herbisit kullanımına alternatif olarak allelopatik etkileri kullanılan ve bir ekonomik değeri olan pek çok yenebilir bitki (örn: yeşil gübre olarak kullanılan bakla) aynı zamanda tarımsal üretimden çekilmek durumunda kalmaktadır. Vazgeçilen gelir ile elde edilen gelir arasında en azından bir eşitlik olması durumunda bu tip çalışmaların ekonomik olarak rantabl olduğu söylenebilir.

Farklı üretim ve yetiştirme teknikleri ile birlikte allelopatinin kullanımı açısından fayda-masraf analizleri yapılmaya devam edilmelidir.

İstilacı bitkiler ile biyoçeşitlilik arasındaki sınırı belirleyen ekonomik ve ekolojik eşik değerlerine yönelik çalışmalar fayda oluşturabilecek yönde de araştırılmalıdır.

Allelopatinin yoğun kullanımı sonucu, etkilenebilecek toplam üretimin ekonomik etkisinin belirlenebileceği çalışmalar da yapılabilecek diğer çalışmalardan birini oluşturmaktadır.

Kaynaklar

- Aksoy, E.O., ve A. Uludağ, (2003). "Ekolojik tarımda Yabancı Ot Yönetimi", (bagcilik.org)(ulaşım:08/05/2006)
- Anonim, (2008). "Economic Impacts of Invasive Alien Species: A Global Problem with Local Consequences", (gisp.org/publications/economis) (ulaşım:Mart 2008).
- Alföldi, T., A. Fliessbach, U. Geier, L. Kilcher, U. Niggli, and L. Pfiffner, (2002). "Organic Agriculture and the Environment" Edited by N. E.H Scialabba and C. Hatam, Organic Agriculture, Environment and Food Security. FAO 92-5-104819-3. p:21-61.
- Brethour, C, and A. Weersink, (2001). "An Economic Evaluation of the Environmental Benefits from Pesticide Reduction", *Agricultural Economics* 25:219-226.
- Caamal-Maldonado, J.A., J.J. Jimenez-Osornio, A. Torres-Barragan, and A.L. Anaya, (2001). "The Use of Allelopathic Legume Cover and Mulch Species for Weed Control in Cropping Systems", *Agron. J.* 93:27-36.
- Ciruna, K.A., L.A. Meyerson, and A. Gutierrez, (2004). "The Ecological and Socio-Economic Impacts of Invasive Alien Species in Inland Water Ecosystems", Report to the Conservation on Biological Diversity on Behalf of the Global Invasive Species Programme, Washington, D.C. (biodiv.org/decisions/default.asp) (ulaşım:03/04/2006)
- Colautti, R.I., S.A. Bailey, C.D.A. Van Overdijk, and K. Amundsen, (2006). "Characterised and Projected Costs of Nonindigenous Species in Canada", *Biological Invasions* 8:45-59.
- Dhima, K.V., I.B. Vasilakoglou, I.G., Eleftheohorinos, and A. S. Lithourgidis, (2006). "Allelopathic Potential of Winter Cereals and Their Cover Crop Mulch Effect on Grass Weed Suppression and Corn Development". *Crop Sci.* 46:345-352.
- Eiswerth, M., E. Singletary, L. Zimmerman, J.R. Johnson, and S. Wayne, (2005). "Dynamic Benefit-Cost Analysis for Controlling Perennial

- Pepperweed (*Lepidium latifolium*): A Case Study". *Weed Technology* Vol.19 2:237-243.
- Ferguson, J.J., and B. Rathinasabapathi, (2003). "Allelopathy: How Plants Suppress Other Plants". (edis.ifas.ufl.edu) (ulaşım:21/02/2006)
- Florez, J.A., A.J. Fischer, H. Ramirez, and M.C. Duque. (1999). "Predicting Rice Yield Losses by Multiplespecies Weed Competition". *Agron. J.* 91:87-92.
- Frary, A. (2006). "Strategies for Genetic Engineering of Allelopathy". *Allelopati alıştayı: Türkiye'de Allelopatinin Kullanımı; Dn, Bugün, Yarın. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, 13-15 Haziran 2006, s:215-222, Yalova.*
- Gözcü, D., A. Uludağ, ve R. ř. Güvercin, (2006). "Antep Turpu'nun Kaynař Mücadelesinde Kullanılması zerine Bir Araştırma". *Allelopati alıştayı: Türkiye'de Allelopatinin Kullanımı; Dn, Bugün, Yarın. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, 13-15 Haziran 2006, s:83, Yalova.*
- Inderjit, (2006). "History and Current Situation of Allelopathy". *Allelopati alıştayı: Türkiye'de Allelopatinin Kullanımı, Dn, Bugün, Yarın. 13-15 Haziran 2006. Yalova. s:1-3.*
- Jost , J., and D. Regehr. (1998). "Non-Chemical Weed Management for Row Crops". Kansas Rural Center, Sustainable Agriculture Management Guides. August 1998, MG3A.1, KSU Extension (785)532-5776.
- Karaltın, S., L. İdikut, . S. Uslu, ve A Erol. (2004). "Zakkum Bitkisinin Kk, Gvde, Yaprak ve Tomurcuk Ekstraktlarının Fasulye ve Buğday Tohumlarının imlenme ve Fide Gelişimi zerine Etkileri". *KS Fen ve Mhendislik Dergisi* 7(1):111-115.
- Kasulo, V., (1999). "The Economics of Invasive Species: Costs, Incentives, Risk Analysis and the Role of Donors". *Invasive Species in Eastern Africa: Proceedings of a Workshop Held at ICIPE July 5-6, 1999.*
- Kefeli, V. I., M. V. Kalewitch, and B. Borsari. (2003). "Phenolic Cycle in Plants and Environmet". *J. of Cell and Moleculer Biology* 2:13-18.
- Kocaçalışkan, İ., (2006). "Juglon ve Katekol Allelokimyasallarının Allelopatik ve Herbisit Etkileri". *Allelopati alıştayı: Türkiye'de Allelopatinin Kullanımı, Dn, Bugn, Yarın. 13-15 Haziran 2006. Yalova. s:103-118.*
- Kruse, M, M. Strandberg, and, B. Strandberg. (2000). "Ecological Effects of Allelopathic Plants – a Review". NERI Technical Report No.315. Ministry of Environment and Energy, National Environmental Research Institute, Denmark.
- Lecrecq, B., (2002). "Farming With Weeds, Mohanpur, Uttar Pradesh, India: Case Study". (Edited by N. E.H Scialabba and C. Hattam)

- Organic Agriculture, Environment and Food Security. FAO 92-5-104819-3. p:186-188.
- Leovold, V., L. Lloyd, and J. Lepetit. (2007). "Development of Case Studies on the Economic Impacts of Invasive Species in Africa; *Mimosa pigra*". Global Invasive Programme. (gisp.org/publications/economics) (ulaşım: Mart 2008).
- Litterick, A., (2001). "A Study of the Advantages and Disadvantages of Break Crops for Organic Rotations". Review Report of MAFF's R&D on Organic Farming, 12-13 July 2001.
- Olofsdotter, M., and A.U. Mallik, (2001). "Allelopathy Symposium; Introduction". Agron. J. 93:1-2.
- Önen, H. (2006). "Türkiye'de Pelin ve Yoncanın Allelopatik Etkileri Üzerinde Yapılmış Çalışmalara Genel Bir Bakış". Allelopati Çalıştayı: Türkiye'de Allelopatinin Kullanımı; Dün, Bugün, Yarın. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, 13-15 Haziran 2006, s:3-22, Yalova.
- Peneva, A., (2006). "Allelopathic Effect of Coffee (*Coffea arabica* L.) on Common Cocklebur (*Xanthium strumarium* L.)". Allelopati Çalıştayı: Türkiye'de Allelopatinin Kullanımı; Dün, Bugün, Yarın. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, 13-15 Haziran 2006, s:289-294, Yalova.
- Raghubanshi, A. S., L. C. Rai, J. P. Gaur, and J.S. Singh. (2005). "Invasive Alien Species and Biodiversity in India". Current Science 88(4):539-540.
- Sangün, M. K., (2006). "Allelokimyasalların Bitkide Oluşum Mekanizmaları". Allelopati Çalıştayı: Türkiye'de Allelopatinin Kullanımı, Dün, Bugün, Yarın. 13-15 Haziran 2006. Yalova. s:181-198.
- Sharma, G.P., J.S., Singh and A.S., Raghubanshi, (2005). "Plant Invasions: Emerging Trends and Future Implications". Current Science, Vol.88, No.5:726-734.
- Topal, S., ve İ. Kocaçalışkan, (2006). "Juglonun Bazı Yabancı Otlar ve Tahıl Türlerinde Allelopatik Etkileri". Allelopati Çalıştayı: Türkiye'de Allelopatinin Kullanımı; Dün, Bugün, Yarın. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, 13-15 Haziran 2006, s:69-80, Yalova.
- Türkmen, O. S. ve H. Turhan, (2006). "Bazı Bitki Özütlerinin Yabancıot ve Kültür Bitkileri Tohumlarının Çimlenmeleri Üzerine Allelopatik Etkisi". Allelopati Çalıştayı: Türkiye'de Allelopatinin Kullanımı, Dün, Bugün, Yarın. 13-15 Haziran 2006. Yalova. s:59-68.

- Türküsay, H., ve E.Onoğur. (1998). "Bazı Bitki Ekstraktlarının in vitro Antifungal Etkileri Üzerine Araştırmalar". Tr. J. of Agriculture and Forestry 22(1998):267-271.
- Uludağ, A. (2006). "Türkiye'de Allelopati Araştırmaları ve Uygulamalarına Genel Bir Bakış". Allelopati Çalıştayı: Türkiye'de Allelopatinin Kullanımı; Dün, Bugün, Yarın. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, 13-15 Haziran 2006, s:37-56, Yalova.
- Üremiş, İ. (2006). "Türkiye'de Brassicaceae Familyasından Bitkilerin Allelopatik Etkileri Üzerine Yapılan Çalışmalar". Allelopati Çalıştayı: Türkiye'de Allelopatinin Kullanımı; Dün, Bugün, Yarın. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, 13-15 Haziran 2006, s:23-36, Yalova.
- Van Wilgen, B.W., D.M. Richardson, D.C., Le Maitre, C. Marais and D. Magadlela, (2001). "The Economic Consequences of Alien Plant Invasions: Examples of Impacts and Approaches to Sustainable Management in South Africa". Environment, Development and Sustainability 3:145-168.
- Vasilakoglou, I., K. Dhima, and I Eleftherohorinos, (2005). "Allelopathic Potential of Bermudagrass and Johnsongrass and Their Interference with Cotton and Corn". Agron. J. 97:303-313.