



PESTİSİTLER VE GIDA GÜVENLİĞİ

Pesticides and
Food Safety

Bülent ŞIK¹
Muharrem CERTEL¹
Gizem YILDIZ¹
¹Akdeniz Üniversitesi Müh.Fak.
Gıda Mühendisliği Bölümü-ANTALYA

B

Özet

Tarımın gelişmesi sürecinde, bitki koruma unsuru olarak kullanılan pestisitler gıda üretimini artırmak için önemli bir araç haline gelmiştir. Ama bu kimyasalların gelişigüzel kullanımı insan sağlığı için ciddi bir tehdit olmuştur. Buna ek olarak, hedef organizmaların bu kimyasallara adapte olması ve direnç geliştirmesi nedeniyle, her yıl daha yüksek miktarda kullanılan ve piyasaya sunulan yeni pestisit bileşikleri istenmeyen yan etkileri ve gıda üretim maliyetlerini artırmaktadır. Pestisitler, gıdalarda kalıntı bırakmakta ve sağlığa zararlı etkiler oluşturmaktadır. Bu kalıntılar, pestisit molekülünün yıkım-dönüşüm ürünleri, metabolitleri ve toksikolojik önemi olduğu düşünülen safsızlıklar dâhil pek çok madde olabilmektedir. Ayrıca, gıdalarda bulunan birden fazla sayıda pestisit oluşturacağı sağlık risklerini belirlemeye yönelik giderek artan bir ilgi de vardır. Gıda üretiminde kullanılan pestisitlerin gıdalarda kalıntı bırakması günümüz gıda güvenliği ile ilgili yasal düzenlemelerde büyük önem taşıyan bir konu haline gelmiştir

Anahtar Kelimeler: Pestisitler, gıda güvenliği, birikimli toksisite

Abstract

In the process of development of agriculture, pesticides have become an important tool as a plant protection agent for boosting food production. But their indiscriminate use has been posing a serious threat to human health. In addition, due to adaptation and resistance developed by pests to chemicals, every year higher amounts and new chemical compounds are used to protect crops, causing undesired side effects and raising the costs of food production. These agro-chemicals leave residues in food and thereby produce ill effects. Such residues may be comprised of many substances, which include any specified derivatives such as degradation products, metabolites and impurities that are considered to be of toxicological significance. Also, there is increasing need to address the potential risks of combined exposures to multiple residues from pesticides in the diet. The consequences of using pesticides for food production and the realization that some foods do contain pesticide residues are of great importance to today's food safety regulations.

Keywords: pesticides, food safety, cumulative toxicity

1.Giriş

Günümüzde toplum sağlığını tehdit eden en büyük etmenlerden biri, gıdalarda bulunan toksik kimyasallardır. Gıdalarda bulunması muhtemel toksik kimyasalların başında çevresel

kaynaklardan bulaşan çeşitli kimyasal maddeler ile tarımsal üretimde sıklıkla kullanılan bitki koruma ürünleri veya pestisitler gelmektedir. Bu tür kimyasal maddeleri içermeyen gıda ürünlerinin tüketicilere sunulması insan ve çevre sağlığını koruma açısından hayati öneme sahip bir konudur. Bu amaçla, gıda maddelerinin üretiminde verimli ve üretim artışı sağlayan modern tekniklerin insan ve çevre sağlığı birlikte ele alarak planlanması ve kullanılması bir zorunluluktur.

Dünya nüfusunun hızla artması, doğal kaynakların yetersizliği ve kirlenmesine bağlı olarak, sağlıklı ve güvenilir özellikler taşıyan gıdalara olan ihtiyaç sürekli bir artış göstermektedir. Bireylerin sağlıklı ve güçlü olarak yaşamasında, ekonomik ve sosyal yönden gelişmesinde, toplumsal refah düzeyinin artmasında yeterli ve dengeli beslenme temel koşullardan biridir. Sağlıklı bir yaşam ancak gıda güvenliği ve güvenliğinin sağlanması ile sürdürülebilir. Gıda güvenliği gıda kaynaklı hastalıklara neden olan biyolojik, fiziksel ve kimyasal etkenleri önleyecek şekilde gıdaların işlenmesi, hazırlanması, taşınması, depolanması ve son tüketiciye sunulması sürecini ele alan bir yaklaşımdır (Seward II 2003). Temel amaç, gıdaların tarladan çatala olarak özetlenebilecek bir süreçte sağlığa uygun olmalarını ve besleyici özelliklerini muhafaza etmelerini sağlamaktır.

Yeşil devrim olarak adlandırılan ve tarımsal üretimde önemli artışların olduğu 1950'li yıllarda tarım alanlarında pestisit ve kimyevi gübrelerin bilinçsiz ve aşırı kullanılması zaman içinde ekolojik dengenin bozulmasına ve bazı olumsuz etkilerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Sınırlı miktardaki tarım alanlarında ürün zararlıları ile mücadele etmek ve verimliliği artırmak amacıyla başlayan bu kimyasal mücadele günümüzde tarımsal üretim için olmazsa olmaz bir hale gelmiştir. Tarımsal üretimde bu tür kimyasal maddelerin kullanılmasıyla sağlanan yarar, beraberinde çevre ve insan sağlığını tehdit eden bir takım problemlerin de doğmasına neden olmuştur. Bu problemlerin en önemlisi çevresel kaynaklardan gıdalara olan bulaşmalar ve tarımsal üretimde kullanılan toksik kimyasalların nihai üründe bıraktığı kalıntılardır.

Uluslararası literatürde bulaşma ve kalıntı terimleri arasında bir ayırım yapılmaktadır (Arvanitoyannis 2008). Bulaşma gıdalarda bulunan zararlı kimyasallara ve hastalığa neden olan mikroorganizmalara işaret eden bir terimdir. Kimyasal bulaşma ve mikrobiyolojik bulaşma genelde ayrı ele alınmaktadır. Bulaşmalar gıdalara bilerek veya isteyerek eklenmiş maddeler değildir. Bulaşma gıda üretiminin herhangi bir safhasında istenmeden olan bir şeydir. Gıdalarda bulunan bulaşan maddelerin en önemli nedeni çevresel kirlenmedir. Endüstriyel faaliyetler sonucunda pek çok toksik madde açığa çıkmakta ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Avrupa Birliği gıdalardaki bulaşan maddeleri izlemek ve en aza indirmek için çeşitli önlemler almıştır. Üzerinde en çok durulan bulaşanlar: mikotoksinler (aflatoksin, okratoksin A, fusarium toksinleri, patulin), metaller (kadmiyum, kurşun, civa, inorganik kalay), dioksin ve poliklorlu bifeniller (PCB), polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH), 3-mono-chloropropane-1,2 diol (3-MCPD) ve nitratlardır (Anonymous 2010a). Kalıntı maddeleri ise, tarımsal üretimde kullanılan bitki ve hayvan sağlığı koruma ürünlerinin veya bunların dönüşüm ürünlerinin gıdalarda kullanım sonrası kalan artıklarını ifade eden bir terimdir. En çok bilinen kalıntı maddeleri pestisitler ile veteriner ilaç ve anabolizan maddeleridir (Anonymous 2010b).

2. Dünyada ve Türkiye'de Tarımsal İlaç Kullanımı

Dünyada tarım ilacı üretimi 3 milyon ton civarındadır. Herbisitler tarım ilaçları üretimi içinde %47'lik bir paylabirinci sırayı almaktadır. Bunu %29 ile insektisitler izlemekte, fungusitlerin ise %19'luk bir payı bulunmaktadır. Herbisitler ve insektisitler kullanımının %70'in üstündeki bir bölümünü kapsamaktadır. Diğer pestisit grupları ise %5'lik bir paya sahiptir (Dağ ve ark. 2000). Türkiye'de tarım ilaçlarının 2009 yılı için toplam üretim, ihracat ve ithalat değerleri ise Çizelge 1'de sunulmuştur. Toplam üretim miktarı ithalat dâhil edildiğinde 33.000 ton civarındadır. En fazla üretilen pestisit grubu fungusitlerdir. Bunu herbisitler ve insektisitler izlemektedir. İlgili kaynakta önceki yıllara ait veriler incelendiğinde (Anonim 2009) ithalat miktarının son yıllarda dikkat çekici ölçüde arttığı gözlenmektedir.



Pestisitler ve Gıda Güvenliği

Çizelge 1. Türkiye'de 2009 yılında üretilen pestisitler, ihracat ve ithalat değerleri (Kg/L)

| Grubu | İmalat | İhracat | İthalat |
|---|-------------------|------------------|-------------------|
| Akarisitler | 1.045.541 | 10.050 | 533.178 |
| Bitki Korumada Kullanılan Diğer Maddeler | 868.059 | 167.429 | 670.567 |
| Fumigantlar-Nematisitler ve Toprak Fumigantları | 777.117 | 241.721 | 1.445.310 |
| Fungisitler | 7.243.330 | 501.126 | 5.248.986 |
| Herbisitler | 7.402.815 | 896.387 | 4.868.794 |
| İnsektisitler | 8.909.582 | 664.181 | 2.513.803 |
| Kıvılcık Mücadele İlaçları ve Yazlık Yağlar | 1.353.860 | 47.176 | 160.528 |
| Rodentisitler ve Mollussisitler | 193.464 | 204 | 147.133 |
| Toplam | 27.793.768 | 2.528.274 | 15.588.299 |

Ülkemizde hektar başına pestisit kullanımı gelişmiş ülkelere kıyasla çok az olsa da, tarımsal üretimin yoğun olduğu Ege ve Akdeniz Bölgelerinde pestisit kullanımının ülke ortalamasının çok üzerinde olduğu ve bu bölgelerin pestisit kullanımının gelişmiş ülkeler düzeyine ulaştığı belirtilmektedir. (Delen ve ark. 2005).

3. Tarımsal İlaç Kullanımı Odağında Gıda Güvenliğinde Olası Gelişmeler

Dünya Sağlık Örgütü tarımsal üretimde kullanılan pestisitleri toksik etkilerine son derece toksik olan la ve hafifçe toksik etki gösteren III sınıf arasında değişen toksisite derecelerine göre sınıflandırmakta ve gelişmiş ülkelerde düşük toksisiteye sahip veya çevre dostu pestisitlere yönelim varken; gelişmemiş ülkelerde la sınıfı pestisitlerin halen çok yüksek miktarlarda kullanıldığını bildirmektedir (Eddleston ve ark 2002). Yine Dünya Sağlık Örgütü'ne göre her yıl üç milyon civarında pestisit zehirlenmesi vakası meydana gelmekte ve bu vakaların 220 bini ölümlü sonuçlanmaktadır (Eddleston ve ark 2002).

Tarımsal üretimde ilaç kullanımı ile ilgili olarak son yıllarda dünya genelinde iki zıt eğilimin belirgin hale geldiği bildirilmektedir (Carvalho 2006). Bu eğilimlerden ilkinin, Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği Ülkeleri ve Kanada gibi tarımda pestisit kullanımını sınırlayan yasa hükümlerini giderek ağırlaştıran ülkeler oluşturmaktadır. Pestisitlerin çok düşük konsantrasyonda olsalar bile bağışıklık sistemi üzerinde baskılayıcı etki gösterdiklerini, özellikle çocuklarda nörolojik ve endokrin sistem üzerinde bozucu etkiler oluşturduklarını açığa çıkaran çalışmalar sonucu, bu ülkelerde, gıdalarda ve suda bulunacak pestisitlerin maksimum kalıntı limitleri geçmişle kıyaslandığında çok aşağı çekilmiştir (Carvalho 2006; Garry 2004). Ancak daha yaygın olan ve gelişmekte olan diğer ülkelerde gözlenen diğer eğilim ise, tarımsal üretimi artırmak için halen yasaklı, çevrede uzun süre kalabilen ve toksisitesi yüksek pestisitlerin kullanılmasıdır. Çevre ve insan sağlığı için toksik etkisi düşük, çabuk parçalanabilen yeni kuşak pestisitlerin daha pahalı olması nedeniyle bu ülkelerde kullanılmadığı veya çok az kullanıldığı belirtilmektedir (Carvalho 2006).

Bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de tarımsal üretimde kullanılan pestisitlerin gıdalardaki kalıntılarının analizlerinde ilaç aktif maddelerinin varlığını belirlemek üzerine kurulu bir analitik yaklaşım uygulanmaktadır. Gıda güvenliğini sağlamaya yönelik yaklaşımlar tek bir etken maddenin gıdada bulunuşu ve oluşturacağı risk üzerine odaklanmıştır. Ancak son yıllarda, bu yaklaşımın yetersiz olduğunu gösteren çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Teschmichael ve Kaluarachchi 2006; Boobis ve ark. 2008; Moretto 2008). Örneğin, Avrupa Birliği'nde yapılan izleme çalışmalarında pestisit kalıntısı açısından incelenen örneklerin %53-64'ünün tespit edilebilir düzeyde kalıntı içermediği, %32-42'sinin maksimum kalıntı limiti değerlerinin altında ve %3-5.5'inin ise maksimum kalıntı limiti değerlerinin üzerinde pestisit içerdiği belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda gıda örneklerinin %14-23'ünün ise birden fazla sayıda pestisit içerdiği belirlenmiştir (Moretto 2008). Ülkemizde 2009 yılında 2262 gıda ürününde pestisit kalıntısı analizi yapılmış ve bu ürünlerin %6.85'inin maksimum kalıntı limitleri üzerinde pestisit içerdiği belirlenmiştir (Anonim 2010c). Yapılan analizlerde, gıda örneklerinin ne kadarının maksimum kalıntı limitlerinin altında ve birden fazla pestisit kalıntısı içerip içermediğine yönelik bir değerlendirme ise yapılmamıştır. Ancak son yıllarda gıdalarda bulunan pestisitlerin metabolitleri veya dönüşüm ürünleri konusunda yapılan çalışmalar hasat edilen ürünlerde pestisit etken maddelerini belirlemeye yönelik çalışmalara ek olarak metabolitlerin de belirlenmesi gerekliliğine işaret etmektedir. Bu konuda yapılmış çeşitli çalışmalar, tarımsal üretimde kullanılan pestisitlerin zamanla parçalanarak çeşitli metabolitlere dönüştüğünü göstermekte ve konunun önemini vurgulamaktadır (Garcinuno ve ark. 2004; Uygun ve ark. 2005; Totti ve ark. 2006;

Uygun ve ark. 2007; Kazos ve ark. 2007; Soler ve Pico 2007; Hernandez ve ark. 2008; Uygun ve ark. 2009). Bu metabolitler kullanılan tarımsal ilaçtan daha kararlı ve zehirli bir kimyasal yapıya sahip olabilmektedir. Gıda güvenliği açısından dikkat çekici olan bir diğer nokta ise, pestisit içeren gıdalara uygulanan ısıtma, kaynatma, kızartma gibi işlemler esnasında da bazı dönüşüm ürünlerinin meydana gelebilmesidir. Bir başka deyişle, maksimum kalıntı limitleri açısından sorun oluşturmadığı düşünülen bir gıda ürünü, evde yiyecek hazırlama işlemleri esnasında daha toksik etkili bileşiklere dönüşebilmektedir. Bu gelişmelerin olası sonuçlarından biri, gıdalarda pestisit kalıntılarının araştırılmasında etken madde kontrolüne dayalı ulusal ve uluslararası gıda mevzuatlarının dönüşüm veya türev ürünlerini de dikkate alacak şekilde sürekli güncellenmesidir. Mevcut kalıntı limitleri mevzuatı bazı metabolitlerin kalıntı limitlerini de değerlendiren bir içeriğe sahip olsa da; bu konudaki temel sorun kimyasal moleküller arasındaki etkileşimler nedeniyle pestisit dönüşüm veya türev ürünlerini gıdalarda (ayrıca karasal-sucul ortamlarda da) izlemenin ve toksisitesini belirlemenin çok güç olmasıdır.

Pestisitlerin gıdalarda bulunabilecek maksimum kalıntı miktarlarına ilişkin değerlerin daha aşağı seviyelere doğru inmesinin kaçınılmaz olacağına işaret eden diğer bir gelişme ise, çoklu toksisite çalışmaları veya birikimli risk değerlendirmesi olarak adlandırılabilir çalışmalarından gelmektedir (Groten 2000; Borgert ve ark. 2004; Boobis ve ark. 2008; Refstrup ve ark. 2010). Bu çalışmalar çok çeşitli gıda maddeleri yediğimizi ve dolayısıyla aynı anda çeşitli toksik kimyasalların vücudumuza girdiğini ve bu kimyasal maddeler arasındaki etkileşiminin dikkate alınması gerektiğini; gıdalarda bulunan kalıntı miktarları mevzuatta izin verilen sınırların çok altında olsa bile birbiri ile etkileşen kimyasal maddelerin zehirli etkilerinin artabileceğini vurgulamaktadır.

Bütün bu olumsuz sonuçlara işaret eden çalışmalara karşı tarımsal üretimde pestisit kullanmanın bir zorunluluk olduğu fikri üzerinde de bir tür uzlaşma olduğu gözlenmektedir. Ancak bu konunun değişik açılardan yeniden tartışılması gerekmektedir.

4. Ekolojik İktisat ve Pestisit Kullanımı

Gezegimizdeki iklim krizi ve giderek artan çevre kirliliği her türlü üretim faaliyetinin çevreye zarar vermeyecek, sürdürülebilir temellerde planlanmasını ve uygulanmasını zorunlu hale getirmiştir. Gıda maddeleri üretiminde sürdürülebilir doğal kaynak kullanımına dayalı, biyolojik çeşitliliği koruyabilen, toplumun tüm kesimlerinde yaşam kalitesini iyileştirmeye yönelik çevre dostu üretim prosesleri kullanarak gıda güvenliğini sağlamak giderek önem kazanmaktadır. Bu nedenle gıda üretiminin en temel safhası olan tarımsal üretimde insan ve çevre sağlığını tehdit etmeyecek tekniklerin kullanılması büyük bir ihtiyaçtır. Gelişmiş ülkelerde pestisit kullanımını azaltmaya yönelik sert önlemler alınsa bile önümüzdeki yıllarda pestisit kullanımının gelişmiş ülkelerde dâhil olmak üzere nasıl bir kullanım seyri izleyeceği konusunda kötümser tahminler yapılmaktadır. Bu tahminler, küresel ısınma tehdidi dikkate alınarak yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda, önümüzdeki 50 yıl içinde Dünya genelinde pestisit kullanımının azalmayacağı tam aksine artacağı öngörülmektedir. Küresel ısınma nedeni ile değişecek sıcaklık ve yağış rejimlerinin tarımsal ürünlerde salgın şeklinde hastalıklara ve ürün zararlıları ile yabancı otlarda aşırı artışlara neden olacağı ve bu nedenle de pestisit kullanımının zorunlu olarak artacağı tahmin edilmektedir (Miraglia ve ark. 2009). Sonuç olarak, bu durum çevre ve insan sağlığı için olası riskleri artıracaktır. Bu olasılığı bertaraf etmek için tarımda pestisit kullanımına alternatif yöntemlerin uygulamaya konulması bir gerekliliktir. Bu sürece ivme kazandırabilmek için öncelikle bazı varsayımların dikkatle yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Tarımsal üretimde pestisit kullanmanın üretim artışını sağlamak için bir zorunluluk olduğu; aksi takdirde %40 ile %65 arasında değişen oranlarda ürün kayıpları yaşanacağını belirten pek çok çalışma yapılmıştır (Urech 2000; Dağ ve ark. 2000). Ancak bu çalışmalarda öne sürülen bu argüman pestisit kullanmanın sosyal ve çevresel maliyetlerini hiç hesaba katmadığı için kusurlu bir argümandır. Nüfus artışı, doğal kaynakların giderek aşınması ve artan çevre kirliliği iktisadi etkinliklerin ihtiyaçlar temelinde ve sürdürülebilir ölçekte planlanmasını ve uygulanmasını er veya geç zorunlu hale getirecektir. Bu çerçevede, üzerinde en çok çalışma yapılan konulardan biri çevre dostu veya yeşil olarak adlandırılan tekniklerin geliştirilmesidir. Konu fen ve mühendislik bilimlerinin farklı dallarında olduğu kadar; içerdiği toplumsal ve politik öz nedeniyle sosyal bilimler ile ilgili dallarda da değişik açılardan ele alınmaktadır. Bu bilim dalları tarafından yapılan çalışmaların ana çerçevesini; çevre sorunlarını betimlemek, çözüm yollarını tespit etmek ve insan-doğa ilişkisini sürdürülebilir temellere dayanan bir toplumsal yaşam organize ederek ele almak oluşturmaktadır. Örneğin, son yıllarda iktisat bilimi içinde ekolojik iktisat temelli çalışmaların çok güncel olduğu gözlenmektedir. Ekolojik iktisat yaklaşımı,



iktisadi etkinlikleri enerji süreçlerini ve dönüşümlerini analiz ederek değerlendirmektedir. Analiz, herhangi bir teknolojik uygulama sonucunda kullanışsız hale gelen enerji miktarının -entropi- belirlenmesi ve doğaya bırakılan atıkların yol açtığı zararların ya da bertaraf edilmesi için gereken masrafların maliyetlere dâhil edilmesi ilkesine dayanmaktadır (Fratzscher ve Stephan 2001). Bu tarz çalışmaların iktisadi etkinliklerin verimliliğini ölçmek için daha uygun olduğu ve doğaya bırakılan atıklardan kaynaklanan sosyal maliyetleri azaltmak suretiyle sürdürülebilir bir kalkınma sağlamak amacıyla daha iyi hizmet edeceği vurgulanmaktadır (Ayres 1998; Christensen 2001). Buna ek olarak, endüstriyel ekoloji uygulamaları olarak adlandırılan, çevre dostu ürün ve üretim tekniklerinin geliştirilmesi çalışmalarının da çeşitli mühendislik dallarında giderek önem kazandığı gözlenmektedir (Richards ve Frosch 2003). Endüstriyel ekoloji üzerindeki çalışmalar, teknolojik proseslerde daha az toksik atık oluşturan, daha az malzeme ve enerji kullanımına dayalı üretim teknikleri ve doğada toksik kalıntı bırakmayan ürünler geliştirme üzerinde yoğunlaşmaktadır (Dalsgaard ve Abbotts 2003; Hansen 2003). Tarımsal üretimde pestisit kullanmanın gerekliliğini, ekolojik iktisat teorisinin yaklaşımı ile incelemek ve böylece gerçek maliyetleri belirlemek çok yerinde olacaktır. Doğal olarak modern tarım sisteminin bütünüyle ele alınmasını gerektiren bir çalışmadır bu. Eğer yapılmadıysa, böyle bir çalışma ile pestisit kullanmanın savunulduğu kadar ucuz ve vazgeçilmez olmadığına tam aksine çok pahalı olduğunun gösterilebileceği düşünülmektedir.

5. Sonuçlar

Gıdalardaki pestisit metabolitlerinin varlığı ve birikimli toksisite konusunda açığa çıkmaya başlayan verilerin, gıdalardaki pestisit kalıntıları konusunda daha sert önlemlerin alınmasına yol açacağı -veya yol açması gerektiği- düşünülmektedir. Bilim felsefesi açısından bakıldığında hiçbir sağlam argümentatif temele dayanmayan veya bazı kesinliği olmayan varsayımlar üzerine inşa edilmiş maksimum kalıntı limiti değerleri, birden fazla sayıda toksik kimyasalın gıdada bir arada bulunması durumunda hiçbir işe yaramamaktadır. Gıda güvenliğini sağlamak için tarımsal üretimde kullanılan kimyasalların çok sıkı bir şekilde denetlenmesi ve hasat edilen ürünlerin tespit edilir düzeyde kalıntı içermemesini sağlayacak önlemlerin alınması çok yerinde bir uygulama olacaktır. Uzun vadede küresel ısınma tehdidi karşısında ülkemizin tarımsal üretim yapısının ne tür değişimlerle karşı karşıya kalacağını gösterecek modelleme çalışmalarının yapılması gerekliliktir. Toprak ve su kaynakları kirlenmemiş, pestisit kullanımını minimuma indirmiş ülkeler insan ve çevre sağlığı açısından olduğu kadar ekonomik olarak da büyük bir avantaj sağlayacaklardır. Metabolit veya dönüşüm ürünlerinin analizi konusunun zaman içinde daha da önem kazanacağı düşünülerek özellikle ilgili kamu kurumlarında bu kimyasal maddelerin belirlenmesine yönelik güvenilir test ve analiz metodlarının geliştirilmesi ve gerekli ise cihaz altyapısının güçlendirilmesi önemli görünmektedir.

KAYNAKLAR

1. Anonim 2009. 2001-2009 Yılları arası bitki koruma ürünleri istatistiki bilgileri, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. <http://www.kkgm.gov.tr/genel/birimfaal.html>.
2. Anonymous 2010a. http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/index_en.htm.
3. Anonymous 2010b. http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/residues/index_en.htm.
4. Anonim 2010c. 2009 Yılı Gıda Denetim Programları Sonuçları. http://www.kkgm.gov.tr/birim/gidakont/denetim_izleme.html
5. Arvanitoyannis, I.S. 2008. International regulations on food contaminants and residues. Yolanda Pico (Editor), Comprehensive Analytical Chemistry, Volume 51 Food Contaminants and Residue Analysis (First Edition), Elsevier, 848 p. Oxford, UK.
6. Ayres, R.U. 1998. Eco-thermodynamics: economics and the second law. *Ecological Economics*, 26 (2): 189-209.
7. Boobis A.R., Ossendorp, B.C., Banasiak, U., Hamey, P.Y., Sebestyen, I. And Moretto, A. 2008. Cumulative risk assessment of pesticide residues in food. *Toxicology Letters*, 180 (2): 137-150.
8. Borgert C. J., Quill, T.F., Mccarty, L.S. and Mason, A.M. 2004. Can mode of action predict mixture toxicity for risk assessment? *Toxicology and Applied Pharmacology*, 201 (2): 85-96.
9. Carvalho F.P., 2006. Agriculture, pesticides, food security and food safety. *Environmental Science & Policy*, 9 (7-8): 685-692.
10. Christensen P., 2001. Early links between sciences of nature and economics: historical perspectives for ecological and social economics. p.15-33. *The economics of nature and the nature of economics*. Edited by Cleveland, C.J., Stern, D. and Costanza, R. Published by Edward Elgar Publishing Limited UK.
11. Dağ S.S., Aykaç, V.T., Gündüz, A., Kantarcı, M. ve Şişman, N. 2000. Türkiye'de tarım ilaçları endüstrisi ve geleceği.

[Http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/2092a75caa75e46_ek.pdf?tipi=14&sube=](http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/2092a75caa75e46_ek.pdf?tipi=14&sube=)

12. Delen, N., Durmuşoğlu, E., Günçan, A., Güngör, N., Turgut, C. Ve Burçak A. 2005. Türkiye' de pestisit kullanımı, kalıntı ve organizmalarda duyarlılık azalışı sorunları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, s.629-648, Ankara.
13. Eddleston, M., Karalliedde, L., Buckley, N., Fernando, R., Hutchinson, G., Isbister, G., Konradsen, F., Murray, D., Piola, J.C., Senanayake, N., Sheriff, R., Singh, S., Siwach, S.B. and Smit, L. 2002. Pesticide poisoning in the developing world—a minimum pesticides list. *The Lancet*, 360 (9340): 1163–1167.
14. Fratzscher, W. and Stephan, K. 2001. Waste energy utilisation-An appeal for an entropy based strategy. *International Journal of Thermal Sciences*, 40 (4) 311-315.
15. Garcinuno, R.M., Fernández-Hernando, P. And Cámara, C. 2004. Simultaneous determination of maneb and its main metabolites in tomatoes by liquid chromatography using diode array ultraviolet absorbance detection. *J Chrom*, 1043 (2): 225–229
16. Garry, V.F. 2004. Pesticides and children. *Toxicology and Applied Pharmacology* 198, 152– 163.
17. Groten J. P., 2000. Mixtures and Interactions. *Food and Chemical Toxicology*, Volume 38, Supplement 1, Pages S65-S71.
18. Hernandez, F., Sancho, J.V., Ibanez, M. And Grimalt, S. 2008. Investigation of pesticide metabolites in food and water by LC-TOF-MS. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, Volume 27, Issue 10, 862-872.
19. Kazos, E.A., Stalikas, C.D., Nanos, C.G. And Konidari C.N. 2007. Determination of dithiocarbamate fungicide propineb and its main metabolite propylenethiourea in airborne samples. *Chemosphere*, 68 (11): 2104–2110.
20. Dalsgaard H., Abbotts A. W., 2003. Improving energy efficiency. p. 16-30. *Environmentally friendly food processing*. 338 p., Published by Woodhead Publishing Limited England.
21. Hansen C.L., 2003. Waste treatment. p218-241. *Environmentally friendly food processing*. 338 p., Published by Woodhead Publishing Limited England.
22. Miraglia, M., Marvin, H.J.P., Kleter G.A. Battilani, P., Brera, C., Coni, E., Cubadda, F., Croci, L., De Santis, B., Dekkers, S., Filippi, L., Hutjes, R.W.A. Noordam, M.Y., Pisante, M., Piva, G., Prandini, A., Toti, L., Van den Born, G.J., Vespermann A., 2009. Climate change and food safety: An emerging issue with special focus on Europe. *Food and Chemical Toxicology*, Volume 47, Issue 5, 1009-1021.
23. Moretto A. 2008. Exposure to multiple chemicals: when and how to assess the risk from pesticide residues in food. *Trends in Food Science & Technology* 19, 56-63.
24. Reffstrup T.K., Larsen J.C. And Meyer O. 2010. Risk assessment of mixtures of pesticides. current approaches and future strategies. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 56, 174–192.
25. Richards, D.J. And Frosch, R.A. 2003. The industrial green game: overview and perspectives. P.1-37. *The Industrial Green Game*. National Academy Press, USA.
26. Seward I.A.S., 2003. Definition of Food Safety. p.3-9. *Food Safety handbook*. John Wiley & Sons, Published by John Wiley & Sons, New Jersey.
27. Soler, C. And Pico, Y. 2007. Recent trends in liquid chromatography-tandem mass spectrometry to determine pesticides and their metabolites in food. *Trends in Analytical Chemistry*, Vol. 26, No. 2. 103-115.
28. Tesfamichael, A. A. And Kaluarachchi, J. J. 2006. A methodology to assess the risk of an existing pesticide and potential future pesticides for regulatory decision-making. *Environmental Science & Policy* 9, 275-290.
29. Totti, S., Fernandez, M., Ghini, S., Pico, Y., Fini, F., Manes, J. And Girotti, S. 2006. Application of matrix solid phase dispersion to the determination of imidacloprid, carbaryl, aldicarb, and their main metabolites in honeybees by liquid chromatography–mass spectrometry detection. *Talanta*, 69 (3): 724–729.
30. Urech, P. 2000. Sustainable agriculture and chemical control: opponents or components of the same strategy. *Crop Protection* 19, 831-836.
31. Uygun, U., Özkara R., Özbey A. And Köksel, H. 2007. Residue levels of malathion and fenitrothion and their metabolites in postharvest treated barley during storage and malting. *Food Chemistry*, 100(3): 1165–1169.
32. Uygun, U., Köksel, H. And Atli, A. 2005. Residue levels of malathion and its metabolites and fenitrothion in post-harvest treated wheat during storage, milling and baking. *Food Chemistry*, 92 (4): 643–647.
33. Uygun, U., Şenoz, B., Öztürk, S. And Köksel, H. 2009. Degradation of organophosphorus pesticides in wheat during cookie processing. *Food Chemistry*, 117 (2): 261–264.