

“Erasmus+ / Avrupa Dayanışma Programı kapsamında Avrupa Komisyonu tarafından desteklenmektedir. Burada yer alan içerik yazarın görüşlerini yansıtmaktadır ve bu görüşlerden Avrupa Komisyonu ve Türkiye Ulusal Ajansı sorumlu tutulamaz.”

Türkiye’de ihracatta pestisit regülasyonları ve pestisit analizleri



“Çevresel Sürdürülebilirlik için Pestisit Kullanımını Azaltma ve Alternatif Mücadele Yöntemleri Konusunda Çiftçilerin Bilinçlendirilmesi; Tüketici için Güvenli Gıda”

[SafeFoodTR]

2025-1-TR01-KA220-VET-000349539

2026



UNIVERSITY
OF AGRONOMIC SCIENCES
AND VETERINARY MEDICINE
OF BUCHAREST

“Erasmus+ / Avrupa Dayanışma Programı kapsamında Avrupa Komisyonu tarafından desteklenmektedir. Burada yer alan içerik yazarın görüşlerini yansıtmaktadır ve bu görüşlerden Avrupa Komisyonu ve Türkiye Ulusal Ajansı sorumlu tutulamaz.”

Türkiye’de ihracatta pestisit regülasyonları ve pestisit analizleri



“Çevresel Sürdürülebilirlik için Pestisit Kullanımını Azaltma ve Alternatif Mücadele Yöntemleri Konusunda Çiftçilerin Bilinçlendirilmesi; Tüketici için Güvenli Gıda”

[SafeFoodTR]

2025-1-TR01-KA220-VET-000349539

Lider: Gaziantep University (Gaziantep, Türkiye)

Hazırlayan: Dr. Yıldırım İstanbullu, Dr.Hakan Tosunoğlu, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü (Türkiye)

İçindekiler

Sayfa Numarası

Giriş.....	2
Pestisit Nedir?	3
Pestisitlerin Tarihsel Gelişimi	4
Pestisit Çeşitleri ve Kullanım Amaçları.....	6
Pestisit Analizleri, Pestisitler Nasıl Tespit Edilir, Hızlı Testler, Laboratuvar Testleri, Uygulamalar ve Mevzuat.....	7
Test Sonuçlarının Güvenirliği, Akreditasyon Kavramı	11
İhracatta Pestisit Regülasyonları.....	21
Sonuç ve Öneriler	31
Kaynakça.....	32

1. GİRİŞ

Küresel ekonominin ve insan sağlığının temel direği olan tarım sektörü, bir yandan hızla artan dünya nüfusunu doyurma baskısı altındayken, diğer yandan biyolojik, çevresel ve ekonomik tehditlerle mücadele etmektedir. Her yıl, milyonlarca ton mahsul, böcekler, kemirgenler, mantarlar ve yabani otlar gibi zararlı organizmalar nedeniyle kayba uğramaktadır. İşte bu noktada, pestisitler (tarım ilaçları), bu kayıpları önleyerek tarımsal verimliliği maksimize eden, modern gıda üretim zincirinin en kritik kimyasal bileşenlerinden biri olarak devreye girmektedir.

Bu çalışma, tarımsal mücadelenin bu hayati aracını, yani pestisitleri, tüm boyutlarıyla ele almayı amaçlamaktadır. Pestisitlerin tanımı, tarihsel evrimi ve kimyasal çeşitliliği incelenerek, tarımsal uygulamalardaki yerleri netleştirilecektir. Tarihsel süreçte basit inorganik maddelerden günümüzün seçici, sentetik organik bileşiklerine doğru yaşanan gelişim, sektörün hem etkinliğini hem de karşı karşıya olduğu riskleri nasıl dönüştürdüğünü gözler önüne serecektir.

Ancak, pestisit kullanımı getirdiği faydaların yanında, gıda güvenliği, çevre kirliliği ve halk sağlığı açısından taşıdığı potansiyel riskler nedeniyle de sürekli tartışma konusudur. Tüketicinin güvenini sağlamak ve uluslararası ticaretteki engelleri aşmak için, ürünlerdeki pestisit kalıntılarının (MRLs - Maksimum Kalıntı Limitleri) doğru ve güvenilir bir şekilde tespit edilmesi zorunlu hale gelmiştir. Bu nedenle, çalışmanın odak noktasını, pestisit kalıntılarının tespitinde kullanılan güncel analiz yöntemleri oluşturacaktır. Bu yöntemler, sahadaki hızlı tarama testlerinden (örneğin ELISA) laboratuvar ortamında son derece hassas kütle spektrometrik (LC-MS/MS, GC-MS/MS) tekniklere kadar uzanmaktadır.

Test sonuçlarının güvenilirliği ve kabul edilebilirliği, özellikle uluslararası pazarlara girişte temel bir şarttır. Bu bağlamda, akreditasyon kavramının test laboratuvarları için ne anlama geldiği ve sonuçların bilimsel geçerliliğini nasıl kanıtladığı detaylıca ele alınacaktır. Son olarak, gıda ticaretinin küreselleşmesiyle birlikte, ihracat yapılan ülkelerin pestisit düzenlemelerine uyumun stratejik önemi ve bu uyumun sağlanması için gerekli yasal ve operasyonel prosedürler incelenecektir.

Bu kapsamlı inceleme, pestisit kullanımının ekonomik zorunluluğu ile güvenilirlik gerekliliği arasındaki hassas dengeyi anlamaya katkıda bulunacak ve konunun geleceğine yönelik somut sonuçlar ve öneriler sunacaktır.

2. PESTİSİT NEDİR

Pestisitler, zararlı organizmaların kontrol altına alınması, yok edilmesi veya etkilerinin azaltılması amacıyla kullanılan kimyasal veya biyolojik maddelerdir. “Pest” terimi zararlı canlıları, “-sit” eki ise öldürücü madde anlamını taşır. Bu kavram, modern tarımın gelişimiyle birlikte yalnızca böcek öldürücü değil; yabancı ot, mantar, bakteri, virüs ve kemirgenlerle mücadelede kullanılan geniş bir madde grubunu kapsamaktadır¹. Pestisitlerin uygulanmasına dair örnek Şekil 1.’de gösterilmiştir.

Pestisitlerin modern anlamda kullanımı, 20. yüzyılın ortalarında DDT’nin insektisit olarak piyasaya çıkmasıyla yaygınlaşmıştır². Türkiye’de pestisitlerin sistematik kullanımı ise 1970’lerden sonra artmış, 2000’li yıllarda Avrupa Birliği mevzuatına uyum çalışmalarıyla yasal çerçeve güçlendirilmiştir³.

FAO ve WHO’ya göre pestisit, “zararlı organizmaların önlenmesi, yok edilmesi veya kontrolü için kullanılan kimyasal veya biyolojik ajanları” ifade eder. Bu tanım bitki koruma ürünlerini, büyüme düzenleyicileri, defoliyanları, desikanları ve hasat sonrası koruyucuları da kapsar⁴. Codex Alimentarius ve Avrupa Birliği mevzuatlarında da benzer şekilde pestisit kavramı, yalnızca üretim aşamasında değil, gıdanın işlenmesi, depolanması ve taşınması süreçlerini de içine alacak şekilde geniş tanımlanmıştır⁵.

Pestisitlerin Etkileri

Pestisitler etkili biyosidal özellikleri nedeniyle hedef dışı canlıları da etkileyebilir. İnsanlarda akut maruziyet baş ağrısı, mide bulantısı ve solunum güçlüğü gibi belirtilere; kronik maruziyet ise hormonal bozukluklara, nörolojik hasarlara ve kansere neden olabilir¹¹. Ekosistemlerde toprak mikrobiyotası, yararlı böcekler, sucul yaşam formları zarar görebilir; pestisitler kalıcı organik kirleticiler sınıfında ise besin zincirinde birikerek biyomagnifikasyona yol açabilir¹².

Gıda güvenliği açısından pestisit kalıntıları önemli bir risk faktörüdür. Avrupa Birliği ve Türkiye’de “Maksimum Kalıntı Limitleri (MRL)” belirlenmiştir. Bu sınırların aşılması, insan sağlığı açısından ciddi riskler doğurur. Türkiye’de Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülen Pestisit Kalıntı İzleme Programı, bu riskleri kontrol altına almak için uygulanmaktadır¹³.



Şekil 1. Pestisit uygulaması

3. PESTİSİTLERİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Pestisitlerin tarihsel gelişimi, tarımın ve insanlık tarihinin önemli bir boyutudur. İnsanlar binlerce yıl boyunca ürünlerini zararlılardan korumak için çeşitli yöntemler geliştirmiştir. Doğal maddelerden sentetik kimyasallara, oradan biyopestisitlere uzanan bu yolculuk hem tarımsal verimi artırmış hem de çevresel etkiler bakımından önemli tartışmalar yaratmıştır¹⁴.

M.Ö. 2500'lerde Sümerlerin kükürt bileşiklerini kullanması pestisit tarihinin ilk yazılı örneklerinden biridir¹⁵. Antik Çin'de arsenik ve cıva gibi doğal mineraller tarım zararlılarına karşı uygulanmıştır. Bu maddeler modern pestisitler gibi sentezlenmiş değil, doğal hâllerleriyle kullanılmıştır.

Pestisitlerin tarihsel yolculuğu incelendiğinde Sümerlerin yaklaşık milattan önce 4 bin yıl önce insektisit, Çinlilerin ise uzakdoğuda 15. Yüzyıl civarında bahçelerde peyzaja karşı zararlıların müdacesinde arsenik ve cıva'nın sıklıkla kullandığı bilimsel makalelerde yayımlanmıştır. Başka bir bilimsel araştırmada da kükürtün daha 3000 yıl öncesinden mantarlara karşı etkili daha sonrasında da böceklere karşı etkin özellikte olduğu biliniyordu.

Sanayi devrimiyle birlikte tarım kimyasalları önem kazandı. 1800'lerin ortalarından itibaren bakır sülfat, arsenik bileşikleri ve nikotin ekstraktı tarımda kullanılmaya başlandı¹⁶. 1880'lerde Bordo bulamacı bağcılıkta mildiyö hastalığına karşı büyük bir etki yaratarak dünya çapında yaygınlaştı¹⁷ (Şekil 2).

1939 yılında İsviçreli kimyager Paul Hermann Müller'in DDT'nin insektisit etkisini keşfetmesiyle modern pestisit çağının kapısı açıldı¹⁸. II. Dünya Savaşı sırasında sıtma ve tifüsle mücadelede kullanılan DDT, savaş sonrası tarımda yoğun şekilde kullanılmaya başlandı. Bu dönem, sentetik pestisitlerin yaygınlaştığı ve yeni kimyasal grupların geliştirildiği 'altın çağ' olarak anılır¹⁹.

1962 yılında Rachel Carson'ın *Silent Spring* adlı eseri pestisitlerin çevresel zararlarını tüm dünyaya duyurdu²⁰. 1970'lerde ABD EPA'nın kurulması ve DDT'nin yasaklanması bu dönemin en önemli gelişmelerindendir²¹. Avrupa'da da benzer şekilde pestisit mevzuatları gelişmiş ve denetimler artmıştır.

21. yüzyılda pestisit politikaları çevresel sürdürülebilirlik perspektifine kaymıştır. Biyopestisitlerin kullanımı artmış, Avrupa Birliği'nin Farm to Fork stratejisi kapsamında pestisit kullanımının azaltılması hedeflenmiştir²². Günümüzde pestisit kullanımı, klasik kimyasal yaklaşımlardan entegre zararlı yönetimine (IPM) doğru evrilmektedir.



Şekil 2. Pestisitlerin tarihsel gelişimi

4. PESTİSİT ÇEŞİTLERİ ve KULLANIM AMAÇLARI

Pestisitlerin Kullanım Alanları

Pestisitlerin temel kullanım alanı tarımdır. FAO'ya göre pestisit kullanımı sayesinde küresel ölçekte tarımsal ürün kayıpları %30–40 oranında azalmaktadır⁸. Ayrıca, sivrisinek ve benzeri vektörlerle mücadelede pestisitler sıtma, tifo gibi hastalıkların yayılımını önleyerek halk sağlığına katkı sağlar⁹. Ancak bu katkı, pestisitlerin doğru zamanda, uygun dozda ve eğitilmiş kişilerce uygulanmasıyla mümkündür¹⁰.

Pestisitlerin Sınıflandırılması

Pestisitler kullandıkları hedef organizmalara göre başlıca altı sınıfa ayrılır⁶: Pestisitlerin etkili olduğu zararlılara göre sınıflandırılması Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Pestisitlerin hedef organizmalara göre sınıflandırılması

Sınıf	Hedef Organizma	Örnek
İnsektisit	Böcekler	Organofosfatlar, piretroidler
Herbisit	Yabani otlar	Glifosat
Fungisit	Mantarlar	Karbendazim
Rodentisit	Kemirgenler	Warfarin
Akarisit	Akarlar	Propargit
Nematist	Nematodlar	Metam sodyum



Şekil 3. Pestisitlerin kullanım alanları

Pestisit Yönetmelikleri ve Denetimi (Türkiye)

Türkiye'de pestisitlerin kullanımı, satışı ve gıdalarda bıraktığı kalıntılar, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayımlanan çeşitli yönetmeliklerle sıkı bir şekilde denetlenir.

Ruhsatlandırma ve Satış:

Ruhsatlandırma: Zirai mücadelede kullanılacak tüm pestisit ve benzeri maddeler ruhsata tabidir. Bakanlık, ruhsat verme sürecinde kimyasal, toksikolojik ve ekotoksikolojik raporları inceler.

Reçeteli Satış: "Bitki Koruma Ürünlerinin Reçeteli Satış Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik" ile pestisitlerin izlenebilirliği sağlanmıştır. Bu ürünler, eczanedeki ilaçlar gibi, çoğunlukla ziraat mühendisleri tarafından düzenlenen reçetelerle satılmaktadır.

Denetim Sistemi

Hasat Öncesi Denetim: Ürün pazara çıkmadan önce, Bakanlık yetkilileri tarladan numune alır ve analize gönderir.

Analiz sonucunda ruhsatsız (yasaklı) ilaç tespit edilirse ürün imha edilir ve üreticiye cezai işlem uygulanır.

Kullanımı ruhsatlı bir ürün tespit edilir ancak kalıntı miktarı izin verilen limitin (MRL) üzerinde çıkarsa, ürünün hasadı geciktirilir veya imha edilir.

Hasat Sonrası Denetim: Market, pazar ve işleme tesislerinden de numune alınarak gıdalar sürekli denetlenir.

Karekod Sistemi: Türkiye'de 2019 yılında getirilen karekod sistemi ile, pestisitlerin üreticiden bayiye ve oradan çiftçiye kadar tüm hareketleri takip edilmektedir.

5. PESTİSİT ANALİZLERİ, PESTİSİTLER NASIL TESPİT EDİLİR, HIZLI TESTLER, LABORATUVAR TESTLERİ, UYGULAMALAR VE MEVZUAT

Pestisit analizleri, gıda güvenliği ve çevre koruma açısından modern tarım sistemlerinin vazgeçilmez bir parçasıdır. Bu analizler, gıda ürünlerinde, suda, toprakta ve çevresel örneklerde pestisit kalıntılarını tespit ederek yasal limitlere uygunluğu kontrol etmek amacıyla yapılır. Avrupa Birliği, FAO, WHO ve Türkiye mevzuatına göre pestisit analizleri belirli metodolojik standartlara dayanmak zorundadır²³.

Pestisit Analizlerinin Amacı ve Önemi

Pestisit kalıntılarının doğru ve güvenilir bir şekilde analiz edilmesi; insan sağlığının korunması, çevre kirliliğinin önlenmesi ve uluslararası ticaretin güvenliği açısından kritik bir rol oynar. Bu analizler:

- Gıdalardaki pestisit kalıntılarının yasal MRL değerleri ile uyumunu kontrol eder,
- İhracat ürünlerinde kalıntı limitleri ihlallerini önler,
- Ürün güvenliği ve izlenebilirliğini güçlendirir,
- Tüketici sağlığını korur.

Gelişmiş ülkelerde pestisit kalıntı analizleri resmi kontrol programlarının temelini oluşturur²⁴.Pestisit Analizlerinde Kullanılan Örnek Türleri

Pestisit analizleri yalnızca taze ürünlerle sınırlı değildir. Analiz yapılabilecek başlıca matrisler şunlardır:

- Taze meyve ve sebzeler
- Tahıllar ve işlenmiş gıda ürünleri
- Su örnekleri (yüzey ve yeraltı suyu)
- Toprak örnekleri
- Hayvansal gıda ürünleri (süt, yumurta, et)
- Hava ve çevresel toz

Analiz matrisine göre numune hazırlama teknikleri değişiklik göstermektedir²⁵.

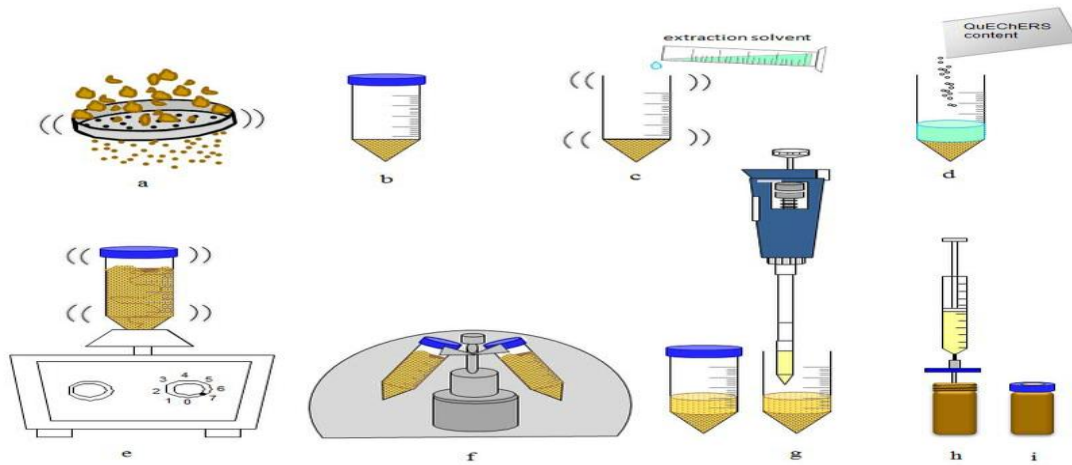
Numune Alma ve Hazırlama Süreci

Pestisit analizinde en kritik aşamalardan biri numune alma sürecidir. Numune alımında rastgelelik, temsiliyet ve homojenlik esas alınır. Numune hazırlama aşamasında en yaygın kullanılan yöntem QuEChERS yöntemidir. Bu yöntemin avantajları:

- Hızlı ve kolay uygulanabilir olması,
- Çok sayıda pestisitlerin tek işlemle ekstrakte edilebilmesi,
- Düşük maliyetli olması,
- Az çözücü gerektirmesidir.

QuEChERS yöntemi genel olarak şu adımlardan oluşur:

1. Numune hazırlama – Gıda örneği homojenize edilir.
 2. Ekstraksiyon – Asetonitril gibi bir çözücü kullanılarak pestisitler örnekten ayrıştırılır.
 3. Tuz ekleme ve faz ayrımı – Sodyum klorür ve magnezyum sülfat gibi tuzlar eklenerek su ve organik faz ayrımı sağlanır.
 4. Temizleme (d-SPE) – Dispersive SPE adsorbanları kullanılarak istenmeyen maddeler uzaklaştırılır.
 5. Analiz – Elde edilen temiz ekstrakt GC-MS veya LC-MS/MS cihazlarında analiz edilme²⁶.
- QuEChERS, pestisit kalıntısı analizlerinde hızlı, ekonomik ve çoklu kalıntı tespiti sağlayan bir yöntem olduğu için dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır.

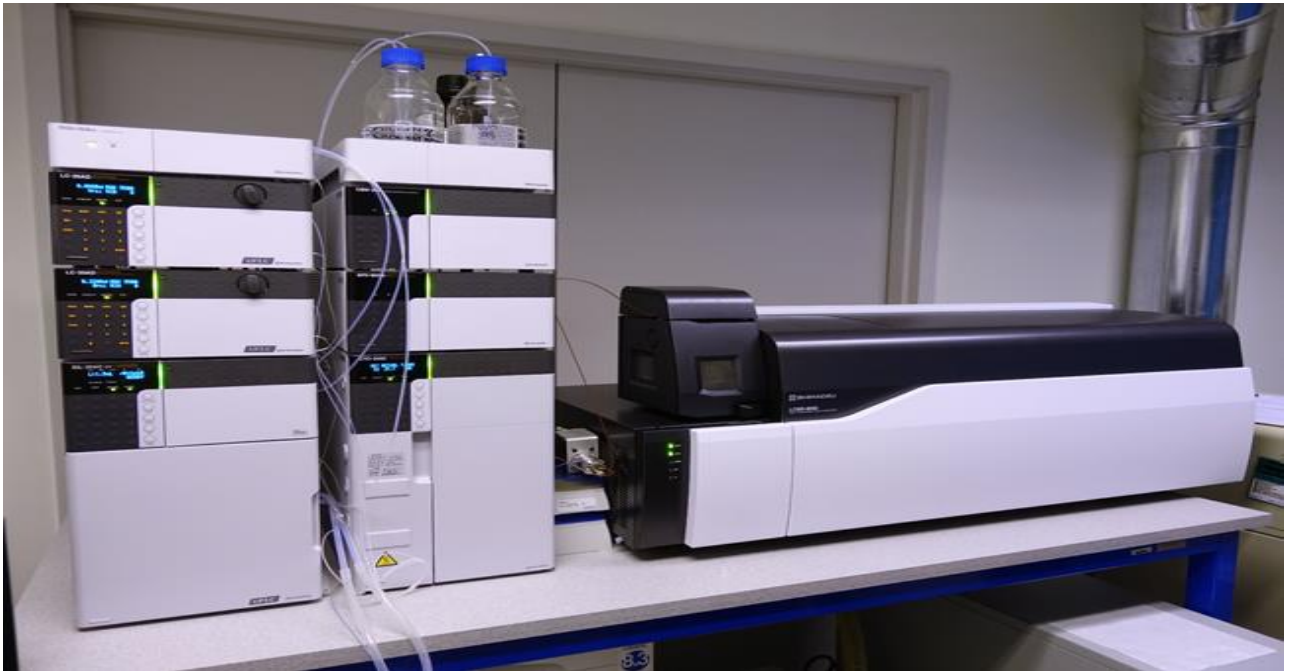


Şekil 4. Quechers metodunun şematik gösterimi

Pestisit Analiz Yöntemleri

Pestisit analizlerinde kullanılan başlıca yöntemler şunlardır:

- GC-MS (Gaz Kromatografisi - Kütle Spektrometresi): Uçucu pestisitlerin tayininde kullanılır.
- LC-MS/MS (Sıvı Kromatografisi - Tandem Kütle Spektrometresi): Uçucu olmayan veya termal olarak kararsız pestisitlerin analizinde kullanılır (Şekil 5).
- HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi): Polar pestisitlerin analizinde kullanılır.
- ELISA (Enzim Bağlantılı İmmunosorbent Analiz): Hızlı tarama testleri için kullanılır.
- FTIR ve NIR: Bazı pestisit sınıflarının kalitatif analizlerinde destekleyici tekniklerdir²⁷.



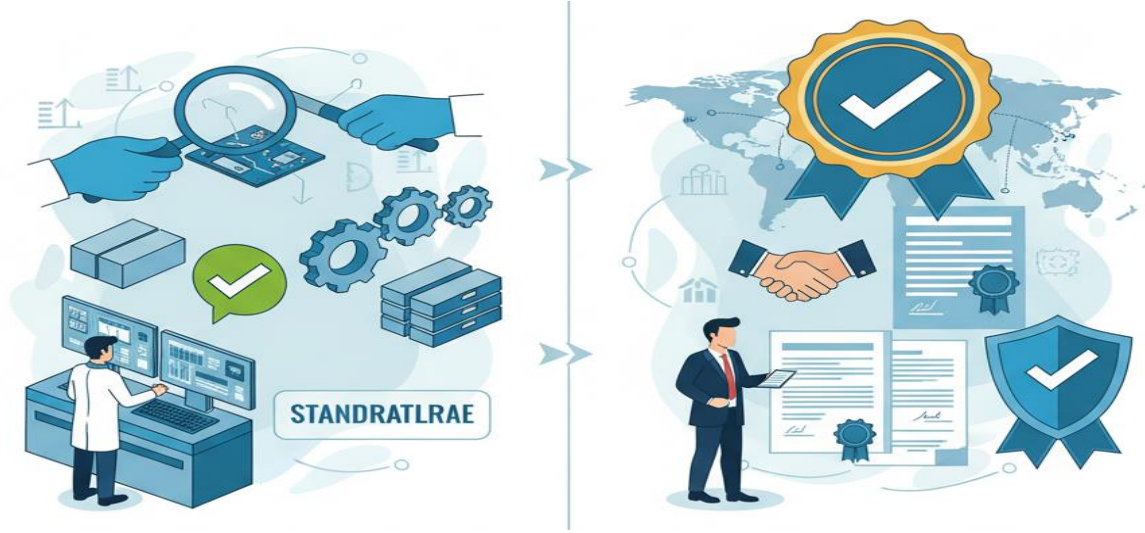
Şekil 5. LC MS/MS cihazı

Doğrulama, Kalite Kontrol ve Akreditasyon

Analitik sonuçların güvenilirliği, doğrulama ve kalite kontrol süreçlerine bağlıdır. ISO/IEC 17025 standardı çerçevesinde çalışan laboratuvarlarda yöntem validasyonu zorunludur. Temel kalite parametreleri şunlardır:

- Doğruluk (accuracy)
- Tekrarlanabilirlik (repeatability)
- Geri kazanım oranı
- LOD (tespit limiti) ve LOQ (kantasyon limiti)

Ayrıca laboratuvarlar uluslararası yeterlilik testlerine katılarak dış kalite kontrol sağlamakla yükümlüdür²⁸ (Şekil 6).



Şekil 6. Validasyon süreci

Yasal Mevzuat ve MRL Değerleri

Pestisit analizlerinin temelini ulusal ve uluslararası mevzuat oluşturmaktadır. Avrupa Birliği'nde pestisit kalıntı limitleri 396/2005/EC sayılı tüzükle belirlenmiştir. Türkiye'de ise "TGK Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği" yürürlüktedir. FAO/WHO Codex Alimentarius standardı da uluslararası ticarete referans alınan çerçevedir²⁹.

MRL değerlerinin aşılması durumunda ürünlerin piyasaya arzı yasaklanabilir, ihracat reddedilebilir ve idari yaptırımlar uygulanabilir.

Hızlı Testler ve Dijitalleşme

Pestisit analizlerinin geleceği; daha hızlı, daha taşınabilir ve daha çevre dostu teknolojilere yönelmektedir. Bu alandaki önemli eğilimler şunlardır:

- Taşınabilir sensör sistemleri,
- Hızlı ELISA kitleri,
- Spektral tarama teknikleri,
- Yapay zekâ destekli veri analizi³⁰.

Bu gelişmeler, pestisit analizlerinin laboratuvar dışı ortamlarda da güvenilir bir şekilde yapılabilmesini mümkün kılacaktır.

6. TEST SONUÇLARININ GÜVENİRLİĞİ, AKREDİTASYON KAVRAMI

Gıda güvenliği, halk sağlığı, çevre koruma ve uluslararası ticaret gibi stratejik alanlarda yapılan analizlerin güvenilirliği, yalnızca laboratuvarların teknik becerilerine değil; aynı zamanda sistematik kalite yönetimine, standardizasyona ve akreditasyona bağlıdır. Test sonuçlarının güvenilirliği, doğru karar mekanizmalarının oluşturulması açısından kritik öneme sahiptir³¹. Özellikle pestisit analizleri gibi insan sağlığını doğrudan etkileyen ölçümlerde; test sonuçlarının hatasız, tekrarlanabilir ve uluslararası kabul gören standartlara uygun olması gerekmektedir.

Test Sonuçlarının Güvenilirliği Kavramı

Test sonuçlarının güvenilirliği kavramı, ölçüm sonuçlarının ulusal veya uluslararası standartlara göre doğruluğunun, tekrarlanabilirliğinin ve izlenebilirliğinin sağlanmasını ifade eder. Bir laboratuvarın güvenilir olarak kabul edilmesi için yalnızca teknik cihazlara sahip olması yeterli değildir. Ölçüm sürecinin her aşamasının sistematik biçimde tanımlanmış ve kontrol altında olması gerekir. Bu kavram, numune alma, hazırlama, analiz, veri değerlendirme ve raporlama süreçlerinin tümünü kapsar³².

Güvenilirlik kavramı ayrıca risk yönetimiyle de ilişkilidir. Ölçüm hataları, yanlış kararların alınmasına yol açabilir. Örneğin pestisit analizlerinde hatalı bir test sonucu, güvenli bir ürünün piyasadan çekilmesine veya tehlikeli bir ürünün piyasaya sürülmesine neden olabilir. Bu durum hem ekonomik kayıplara hem de halk sağlığı risklerine yol açar. Dolayısıyla test sonuçlarının güvenilirliği sadece teknik değil aynı zamanda stratejik bir konudur.

Doğruluk, Hassasiyet, Tekrarlanabilirlik ve İzlenebilirlik

Analitik ölçümlerin güvenilirliğini sağlayan dört temel kavram vardır: doğruluk, hassasiyet, tekrarlanabilirlik ve izlenebilirlik³³.

- Doğruluk (Accuracy): Ölçüm değerinin gerçek değere yakınlığıdır. Doğruluk, hem cihaz kalibrasyonu hem de doğru metot seçimiyle sağlanır. Bir ölçüm ne kadar doğruysa, o kadar güvenilir kabul edilir.

- Hassasiyet (Precision): Aynı ölçüm koşullarında birbirine çok yakın sonuçlar elde edilmesidir. Hassasiyet yüksek olduğunda ölçüm varyansı düşer.

- Tekrarlanabilirlik (Repeatability): Aynı laboratuvarında, aynı kişi tarafından, aynı koşullarda yapılan tekrar ölçümlerde benzer sonuçların elde edilmesidir. Tekrarlanabilirlik düşükse yöntem veya ekipmanda sorun olabilir.

- İzlenebilirlik (Traceability): Ölçüm sonuçlarının bir ulusal veya uluslararası standarda referansla izlenebilmesidir. İzlenebilirlik, güvenilirliğin yasal dayanağını oluşturur.

Bu kavramlar sadece analitik kimyada değil; biyoloji, çevre bilimleri, mühendislik gibi tüm teknik alanlarda test güvenilirliğinin değerlendirilmesinde temel kriterlerdir.

Kalite Kontrol Sistemleri ve Dış Kalite Güvencesi

Kalite kontrol sistemleri, laboratuvarların ürettiği sonuçların tutarlılığını ve doğruluğunu garanti altına almak için uygulanan standartlaştırılmış yöntemlerdir³⁴. Temel olarak iki başlık altında incelenir: iç kalite kontrol (IQC) ve dış kalite kontrol (EQC).

- İç kalite kontrol (IQC): Laboratuvarın kendi içinde yürüttüğü, ölçümlerin günlük doğruluğunu ve kararlılığını değerlendiren bir sistemdir. Standart çözeltiler, kontrol numuneleri ve istatistiksel analizler kullanılarak süreçler izlenir.

- Dış kalite kontrol (EQC): Laboratuvarın bağımsız kurumlar tarafından organize edilen yeterlilik testlerine katılarak sonuçlarını karşılaştırmasıdır. Bu sistem, laboratuvarın kendi iç ölçümlerinin uluslararası referanslarla kıyaslanmasını sağlar.

Bu kontrollerin yanı sıra cihaz kalibrasyonları, personel eğitimleri, yazılı prosedürler ve denetimler de kalite kontrol sisteminin temel parçalarıdır. Etkin bir kalite kontrol sistemi olmadan güvenilir sonuç elde etmek mümkün değildir.

Akreditasyon Kavramı

Akreditasyon, bir laboratuvarın belirli standartlara uygun olarak çalıştığını resmi olarak belgeleyen bir sistemdir³⁵. Akreditasyonun amacı, laboratuvarın teknik yeterliliğini bağımsız bir kurum aracılığıyla doğrulamaktır. ISO/IEC 17025 standardı, dünya genelinde en yaygın olarak kullanılan akreditasyon standardıdır.

Akreditasyon süreci laboratuvarın personel yeterliliği, cihaz uygunluğu, metot validasyonu, dokümantasyon yapısı, kalite yönetimi ve iç denetim sistemleri gibi birçok farklı bileşeni

kapsar. Akredite bir laboratuvar, yaptığı ölçümlerin uluslararası düzeyde kabul göreceğini garanti eder.

Bir laboratuvarın akredite olabilmesi için; personel yeterliliği, ekipmanların izlenebilir kalibrasyonu, kullanılan metotların doğrulanması/validasyonu, çevresel koşulların kontrolü, numune izlenebilirliği, veri güvenliği ve raporlama süreçlerinin standartlara uygun olarak belgelendirilmesi gerekir. Bu süreçte laboratuvar, yetkili bir akreditasyon kurumu (TÜRKAK, DAkkS, UKAS, vs.) tarafından denetlenir. Denetim yalnızca belgeler üzerinden değil, saha denetimleri yoluyla da yapılır (Şekil 7).

Akreditasyonun laboratuvarlara sağladığı en önemli avantajlar şunlardır:

- Test sonuçlarının ulusal ve uluslararası düzeyde kabul görmesi,
- Müşteri güveninin artması,
- Yasal gerekliliklerin yerine getirilmesi,
- Kurumsal itibarın güçlenmesi,
- Verimlilik ve sistematik yönetim anlayışının yerleşmesi.

Bu nedenlerle akreditasyon, günümüzde teknik bir gereklilik olmanın ötesine geçmiş; ticari ve stratejik bir araç haline gelmiştir.



Şekil 7. Akreditasyon süreci

ISO/IEC 17025 Standardı — Temel Bileşenler

ISO/IEC 17025, test ve kalibrasyon laboratuvarlarının teknik yeterliliğini belgeleyen uluslararası bir standarttır³⁶. Bu standart iki temel bileşenden oluşur:

- Yönetim şartları: Kalite politikaları, prosedürler, dokümantasyon, kayıt yönetimi, iç denetimler ve sürekli iyileştirme.
- Teknik şartlar: Personel yeterliliği, cihaz ve ekipman uygunluğu, kalibrasyon izlenebilirliği, çevresel koşulların kontrolü ve metot validasyonu.

Bu standart sayesinde farklı ülkelerdeki laboratuvarlar aynı dilde konuşabilir hale gelir. Böylece analiz sonuçları karşılaştırılabilir ve ticarete güven artar.

Bu standart, ISO 9001 kalite yönetim sistemine benzer bir yapıda olmakla birlikte, özellikle teknik gereklilikler açısından çok daha detaylıdır.

Yönetim Şartları

Yönetim şartları, laboratuvarın organizasyonel yapısını ve kalite yönetim sisteminin temelini oluşturur. Bu kapsamda:

- Kalite politikası ve hedefleri yazılı hale getirilmelidir.
- Yetki ve sorumluluklar açıkça tanımlanmalıdır.
- Dokümantasyon ve kayıt sistemleri oluşturulmalıdır.
- İç denetimler düzenli olarak yapılmalı ve yönetim gözden geçirme toplantıları gerçekleştirilmelidir.
- Risk temelli düşünme yaklaşımı benimsenmelidir.

Bu şartlar, laboratuvarın tutarlı ve izlenebilir bir şekilde çalışmasını sağlar.

Teknik Şartlar

Teknik şartlar, laboratuvarın ölçüm sonuçlarının güvenilirliğini garanti altına alan gerekliliklerdir. Bunlar arasında:

- Personel yeterliliği (eğitim, deneyim, yetkinlik belgeleri),

- Ekipmanların uygunluğu, kalibrasyonu ve izlenebilirliği,
- Doğrulanmış ve valide edilmiş yöntemlerin kullanılması,
- Çevresel koşulların izlenmesi (sıcaklık, nem, vb.),
- Numune izlenebilirliği ve veri bütünlüğü,
- Ölçüm belirsizliği hesaplamaları,
- Sonuçların uygun şekilde raporlanması.

Teknik şartların eksiksiz uygulanması, akreditasyonun en önemli aşamalarından biridir.

Ölçüm Belirsizliği (Measurement Uncertainty)

ISO/IEC 17025'in en kritik unsurlarından biri ölçüm belirsizliğinin hesaplanmasıdır. Ölçüm belirsizliği, bir test sonucunun ne kadar güven aralığında olduğunu gösterir. Belirsizliğin doğru hesaplanması, sonuçların bilimsel geçerliliğini ve karşılaştırılabilirliğini sağlar.

İzlenebilirlik (Traceability)

İzlenebilirlik, ölçümlerin ulusal veya uluslararası standartlara dayandırılmasını ifade eder. Laboratuvarlar, kullandıkları ölçüm cihazlarını yetkili kalibrasyon laboratuvarlarında kalibre ettirmeli ve bu izlenebilirliği belgelemelidir. Bu sistem, uluslararası karşılaştırılabilirliği mümkün kılar.

Sürekli İyileştirme

ISO/IEC 17025, sadece uyulması gereken bir kurallar bütünü değildir; aynı zamanda laboratuvarın süreçlerini sürekli olarak geliştirmesini öngören bir sistemdir. İç denetimler, uygunsuzluk kayıtları, düzeltici ve önleyici faaliyetler (CAPA) ve yönetim gözden geçirmeleri bu iyileştirme döngüsünün temel parçalarıdır.

Yeterlilik Testleri (Proficiency Testing)

Yeterlilik testleri, laboratuvarlar arasında yapılan karşılaştırmalı testlerdir³⁷. Aynı numune birden fazla laboratuvara gönderilir ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak laboratuvarların performansı değerlendirilir.

Bu testlerin başlıca amaçları:

- Laboratuvarlar arası karşılaştırma yapmak,
- Metot performansını doğrulamak,
- Ölçüm belirsizliklerini değerlendirmek,
- Sürekli iyileştirmeyi teşvik etmektir.

Akreditasyonun Uluslararası Tanınırlığı ve Ticaretteki Rolü

Akreditasyon yalnızca ulusal düzeyde değil, uluslararası düzeyde de kabul görür. ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) tarafından belirlenen karşılıklı tanıma anlaşmaları sayesinde, akredite laboratuvarlardan alınan test sonuçları tüm üye ülkelerde geçerli sayılır³⁸.

Bu durum özellikle ihracata konu olan tarım ve gıda ürünleri için büyük önem taşır. Akredite laboratuvar raporları, resmi otoriteler ve ithalatçı ülkeler tarafından daha hızlı ve güvenilir biçimde kabul edilir.

Akreditasyonun uluslararası tanınırlığı, günümüz küresel ekonomisinde teknik engelleri azaltan, güvenilirliği artıran ve uluslararası ticareti kolaylaştıran stratejik bir araçtır. Akredite laboratuvarlar, test sonuçlarının ülkeler arasında karşılıklı olarak tanınmasını sağlayan sistemin temel taşlarıdır⁴⁰. Bu mekanizma sayesinde, farklı ülkelerde yapılan testlerin sonuçları karşılıklı güven çerçevesinde kabul edilir ve tekrarlı testlere ihtiyaç duyulmaz.

Uluslararası akreditasyon sistemleri, ülkeler arasında güven inşa etmek amacıyla oluşturulmuştur. Bu sistemin arkasında ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) ve IAF (International Accreditation Forum) gibi kuruluşlar yer almaktadır. Bu kuruluşlar, laboratuvarlar ve belgelendirme kuruluşları arasında karşılıklı tanıma anlaşmaları (MRA/MLA) yoluyla global düzeyde bir güven ağı kurar⁴¹.

Bu yapı sayesinde, örneğin Türkiye’de akredite bir laboratuvarda yapılan bir analiz, Almanya’da veya ABD’de ek teste gerek kalmadan kabul edilebilir. Bu durum hem zamandan hem de maliyetten tasarruf sağlar.

II. ILAC ve Karşılıklı Tanıma Anlaşmaları (MRA/MLA);

ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation), laboratuvar akreditasyonu alanında faaliyet gösteren en önemli uluslararası kuruluştur. 1990’ların sonunda geliştirilen

MRA (Mutual Recognition Arrangement) ile laboratuvar akreditasyon sonuçlarının üye ülkeler arasında karşılıklı olarak tanınması sağlanmıştır⁴².

Bu anlaşmaların temel hedefleri şunlardır:

- Uluslararası ticarete test ve belgelendirme tekrarını önlemek,
- Akredite kuruluşlara duyulan güveni artırmak,
- Teknik engelleri azaltarak serbest ticareti teşvik etmek,
- Ürünlerin daha hızlı pazara girmesini sağlamak.

Uluslararası Akreditasyonun Ticaretteki Avantajları;

Akreditasyonun uluslararası tanınırlığı ticaret için pek çok avantaj sağlar⁴³:

- Tek test, çoklu kabul: Ürünler yalnızca bir kez test edilerek farklı ülkelerde kabul görebilir.
- Maliyet ve zaman tasarrufu: Çift test süreçleri ortadan kalkar.
- Rekabet gücü: Akredite test raporları, firmaların uluslararası pazarda güvenilirliğini artırır.
- Yasal uyumluluk: Dünya Ticaret Örgütü (WTO) ve Teknik Engeller Anlaşması (TBT) çerçevesinde teknik engeller azaltılır.

Bu avantajlar özellikle tarım, gıda, kimya, ilaç, çevre ve enerji sektörlerinde faaliyet gösteren ihracatçı firmalar için büyük önem taşır.

I WTO-TBT Anlaşması ve Akreditasyonun Rolü;

Dünya Ticaret Örgütü'nün Teknik Engeller Anlaşması (TBT), üye ülkelerin teknik düzenlemelerinin ticareti gereksiz yere kısıtlamamasını amaçlar. Bu anlaşma kapsamında, akredite laboratuvarlardan alınan test sonuçları teknik engellerin azaltılmasında kritik rol oynar⁴⁴.

WTO-TBT, uluslararası kabul görmüş test raporlarının geçerliliğini artırır ve akreditasyon sistemlerini destekler. Bu sayede, örneğin pestisit kalıntısı analizleri gibi hassas testler için farklı ülkelerde yeniden test yapılmasına gerek kalmaz.

AB Mevzuatı ve Global Uyum;

Avrupa Birliği, akreditasyonu yasal bir araç olarak kullanan öncü bölgelerden biridir. AB'nin 765/2008 sayılı Tüzüğü, akreditasyon sisteminin temel çerçevesini belirlemektedir⁴⁵. Bu tüzük kapsamında AB üyesi ülkelerdeki akredite laboratuvarlar ILAC-IAF sistemine entegre edilmiştir.

Bu yapı sayesinde AB içinde yapılan testler tüm üye ülkelerde geçerli sayılır. Aynı zamanda üçüncü ülkelerle yapılan ticarete de karşılıklı tanıma anlaşmaları aracılığıyla güvenli bir test raporlama altyapısı sağlanır.

Türkiye’de Uluslararası Akreditasyonun Konumu (TÜRKAK); Türkiye’de akreditasyon hizmetleri Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından yürütülmektedir. TÜRKAK, ILAC ve IAF’ın tam üyesi olduğu için verdiği akreditasyonlar uluslararası düzeyde tanınmaktadır⁴⁶.

Bu durum, özellikle tarım ve gıda sektöründeki ihracatçılar için büyük avantaj sağlar. Örneğin Türkiye’de pestisit kalıntısı analizi yapan akredite bir laboratuvarın raporu AB’de veya başka bir ILAC üyesi ülkede kabul edilir.

Akreditasyonun Stratejik Rolü

Akreditasyon, yalnızca teknik bir gereklilik değil; uluslararası pazarda güvenin tesis edilmesi için stratejik bir araçtır. Firmalar için rekabet avantajı sağlar, devletler için ise ticaret politikalarının temelini oluşturur⁴⁷.

Stratejik etkiler şunlardır:

- Uluslararası güvenilirlik
- Marka değeri ve itibar
- İhracat süreçlerinin hızlanması
- Gıda güvenliği politikalarının güçlenmesi
- Teknik engellerin azaltılması



Şekil 8. Akreditasyonun stratejik rolü

Dijitalleşme ve Akreditasyonun Küresel Geleceği

Akreditasyonun uluslararası tanınırlığı, dijitalleşme trendleriyle daha da güçlenmektedir. LIMS sistemleri, blockchain tabanlı izlenebilirlik teknolojileri, dijital imzalar ve yapay zekâ destekli doğrulama sistemleri, test raporlarının dünya çapında daha şeffaf ve hızlı paylaşılmasına olanak tanır⁴⁸.

Önümüzdeki dönemde bu teknolojilerin ILAC ve IAF yapısına daha fazla entegre olması beklenmektedir. Bu da ticarete teknik engellerin daha da azalmasına yol açacaktır.

Sürekli İyileştirme ve Eğitim

Kalite yönetimi ve akreditasyon statik bir sistem değildir. Laboratuvarlar, sürekli iyileştirme döngüsünü sürdürmek zorundadır. Yeni analiz yöntemlerinin uygulanması, personel eğitimlerinin güncellenmesi, dokümantasyon süreçlerinin geliştirilmesi bu sistemin önemli parçalarıdır³⁹.

Ayrıca iç denetimler, yönetim gözden geçirmeleri ve risk değerlendirmeleri kalite sisteminin sürdürülebilirliğini sağlar.

Dijitalleşme ve Yeni Nesil Güvence Sistemleri

Günümüzde test sonuçlarının güvenilirliğini destekleyen en önemli unsurlardan biri dijitalleşmedir. LIMS (Laboratory Information Management System), blockchain tabanlı izlenebilirlik sistemleri, elektronik imza ve yapay zekâ destekli analiz yazılımları, hem veri güvenliğini hem de test süreçlerinin şeffaflığını güçlendirmektedir.

Bu teknolojiler sayesinde test sonuçları manipülasyona karşı korunur, zaman damgalı olarak kaydedilir ve geriye dönük izlenebilir hale gelir.

7. İHRACATTA PESTİSİT REGÜLASYONLARI

Yaş meyve ve sebze (YMS) ihracatı, tarımsal potansiyeli yüksek ülkeler için stratejik bir öneme sahiptir. Bu sektör, sadece tarımsal üretimi desteklemekle kalmaz, aynı zamanda ülkenin ticareti ve ekonomisi üzerinde de çok yönlü olumlu etkilere sahiptir.

YMS ihracatı ülke ekonomisine döviz girdisi sağladığından dış ticaret dengesinin oluşmasına önemli katkılarda bulunur. Döviz girdisi aynı zamanda ulusal paranın değerinin korunmasına ve dış borç ödeme kapasitesinin artmasına yardımcı olur⁵⁰.

Bunun yanında tarımsal üretim sektörünün, istihdam yaratma ve kırsal kalkınmayı destekleme gücü büyüktür. YMS üretimi, hasadı, paketlenmesi, taşınması ve pazarlanması gibi süreçler yoğun işgücü gerektirir. Bu durum, özellikle kırsal bölgelerde yaşayan nüfus için önemli bir geçim kaynağı oluşturur ve köyden kente göçü azaltıcı bir rol oynar⁵¹.

YMS ihracatı, üretim tekniklerinin ve kalitenin gelişmesine zorlar. İhracat pazarlarının talep ettiği yüksek kalite ve hijyen standartları⁵², üreticileri modern tarım uygulamalarına, sertifikasyona ve iyi tarım uygulamalarına yönlendirir. Uluslararası pazarlardaki bu talep, özellikle Gıda Güvenliği ve Kalite Yönetim Sistemleri'nin (GGKYS) benimsenmesini hızlandırarak, sektördeki yapısal dönüşümü tetikler⁵³. Bu durum, hem ihraç edilen ürünlerin rekabet gücünü artırır hem de iç piyasaya sunulan ürünlerin kalitesini yükseltir. Uluslararası pazarlarda rekabet edebilmek için özellikle kalıntı (pestisit) sorunlarının aşılması, güçlü bir pazarlama organizasyonunun kurulması ve Ar-Ge kaynaklarının yetersizliği ise başlıca kısıtlar olarak belirlenmiştir⁵⁴.

Dünya çapında yaş meyve ve sebze (YMS) ticareti, küresel ekonomi ve gıda güvenliği açısından stratejik bir öneme sahiptir. Bu ticaretin hacmi ve yönü, ülkelerin üretim potansiyeli, lojistik kabiliyetleri ve uygulanan kalite standartları tarafından belirlenir.

Yaş sebze üretiminde büyük bir farkla Çin Halk Cumhuriyeti dünya lideridir. Çin'i Hindistan ve ABD gibi büyük üreticiler takip eder. Türkiye, küresel yaş sebze üretiminden yaklaşık %2-2,5 oranında pay alarak dünya sıralamasında genellikle ilk 5'te yer almaktadır⁵⁵. Yaş meyve ihracatında ise rekabetçilik, lojistik üstünlük ve pazar erişimiyle belirlenir. Tarihsel verilere göre, küresel YMS ihracatında İspanya, ABD, Şili, Hollanda ve İtalya gibi ülkeler önde gelen oyuncular⁵⁶.

Türkiye'nin Küresel Pazardaki Konumu ve Hacmi

Türkiye, sahip olduğu iklim avantajları sayesinde küresel YMS pazarında önemli bir üretici ve ihracatçıdır. Türkiye'nin yaş meyve ve sebze ihracatı değeri, son yıllarda önemli artış göstermiştir. 2024 yılında yaş meyve sebze ihracatı 3,5 Milyar dolar olarak gerçekleştirilmiştir. Türkiye'den en fazla ihraç edilen ürün domates olmuştur. Türkiye'nin yaş meyve sebze ihracatında geleneksel olarak en büyük alıcı ülke Rusya Federasyonu'dur.

Avrupa Birliği, YMS ticaretinde genellikle büyük bir net ithalatçı konumunda olsa da, bazı ürünlerde önemli bir ihracatçı olarak öne çıkar. AB, dünyanın en büyük ve en talepkar YMS pazarlarından biridir. Yüksek kalite ve standartları (GlobalG.A.P. vb.) nedeniyle AB'ye yapılan ihracat, ürün kalitesi açısından bir referans noktası olarak kabul edilir.

AB'nin kendi içindeki ülkeler arası ticareti çok yüksek olmakla birlikte, üye ülkelerden yapılan ihracatlar, lojistik ve pazarlama gücü sayesinde dikkate değerdir. Örneğin, İspanya (özellikle narenciye, domates, biber) ve Hollanda (yeniden ihracat ve sera ürünleri) gibi ülkeler, YMS ihracatında küresel çapta güçlüdür⁵⁶.

AB, kendi üretimine ek olarak, özellikle kış aylarında ve tropikal ürünler (muz, turunçgiller vb.) konusunda yüksek oranda ithalata bağımlıdır⁵⁷.

Türkiye için AB, Rusya Federasyonu'ndan sonra gelen en önemli ve kritik pazarlardan biridir. Türkiye'nin toplam yaş meyve sebze ihracatında Almanya ve Romanya gibi AB ülkeleri, Rusya'nın hemen ardından gelen başlıca destinasyonlardır. 2023 verilerine göre, Almanya (349 milyon ABD Doları) ve Romanya (291 milyon ABD Doları) Türkiye'nin YMS ihracatında en çok pay alan ülkeler arasında yer almaktadır⁵⁸.

AB'ye yapılan ihracatta, zirai ilaç kalıntıları ve kalite-hijyen standartlarına uyum, pazara girişin en önemli şartlarıdır⁵². AB'nin getirdiği çevresel ve teknik engeller, aynı zamanda Türkiye'deki üretimin modernleşmesini tetiklemektedir.

Sonuç olarak yaş meyve ve sebze ihracatı, ekonomik büyümeye, istihdama ve tarımsal teknolojilerin ilerlemesine doğrudan katkı sağlayan, stratejik bir ekonomik faaliyet alanıdır.

Türkiye'de Pestisit (Bitki Koruma Ürünleri) Mevzuatı

Türkiye'de pestisit (Bitki Koruma Ürünleri - BKÜ) mevzuatı, Avrupa Birliği (AB) standartlarına uyum, insan sağlığının korunması ve ihraç edilen tarım ürünlerinin uluslararası pazarlarda rekabet gücünü artırma amacıyla Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından titizlikle düzenlenmektedir.

Bu düzenlemeler; pestisitlerin ülkede kullanımları için tarımsal ürünler ve zararlılar için ruhsatlandırılması, kullanım şartlarının ve kullanım tarihlerinin belirlenerek duyurulması, pestisitlerin tarım ürünlerinde kalıntı sınırlarının belirlenmesi, tarım ürünlerinin pestisit kalıntıları yönünden kontrol edilmesi ve tarım ürünlerinin ithalat ve ihracatında gerçekleştirilecek işlemleri kapsamaktadır.

Pestisitlerin Ruhsatlandırılması ve Piyasaya Arzı

Pestisitlerin kullanılacağı zararlı ve tarım ürünlerinin belirlenmesi, ülkemizde yeni kullanılmaya başlayacak pestisitlerin kullanım onaylarının verilmesi ve piyasaya arz edilmesi ile ilgili işlemler "Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması ve Piyasaya Arzı Hakkında

Yönetmelik" ile düzenlenir⁵⁹. Bu yönetmelik kapsamında gerçekleştirilecek tüm işlemler Tarım ve Orman Bakanlığınca yürütülür.

Bu Yönetmelik kapsamında Bitki veya bitkisel ürünlerin yetiştirildikleri ve muhafaza edildikleri ortamlarda her türlü zararlı organizmadan korunması için, kullanılacak pestisitlerin; ruhsat alabilmesi için yapılacak çalışmalar, insan ve hayvan sağlığı ile çevre üzerinde yaratabilecekleri olumsuz etkilere karşı sınıflandırılması, ambalajlanması, etiketlenmesi konuları düzenlenmektedir.

Yönetmelik kapsamında belirlenen kurallar kısaca özetlenecek olursa:

- Bir pestisit (BKÜ) Türkiye'de kullanılabilmesi için Bakanlıktan ruhsat alması zorunludur. Ruhsatlandırma sürecinde, ürünün etkililiği, insan ve çevre sağlığı üzerindeki etkileri detaylıca incelenir.
- Türkiye'de ilk kez ruhsatlandırılacak bir aktif maddenin, kural olarak, Avrupa Birliği (AB) veya G8 ülkelerinde ruhsatlı olması zorunludur. Bu, standartların yüksek tutulmasını sağlar.
- İştigal İzni: Ruhsat alacak tüzel kişilerin ayrıca Bakanlıkça verilen "Bitki Koruma Ürünleri İştigal İzin Belgesi" alması ve teknik personel çalıştırması zorunludur.
- Toplatma ve İmha: Son kullanım tarihi geçmiş veya ruhsatı iptal edilmiş ürünlerin piyasadan toplatılması ve imhası, tamamen ruhsat sahibi firmanın sorumluluğundadır.

Maksimum Kalıntı Limitleri (MRL)

Maksimum kalıntı limitinin (MRL) en basit tanımı: bir gıdada yasal olarak bulunmasına izin verilen en yüksek pestisit kalıntısı miktarıdır.

Bir tarım ürünüde zararlılara karşı pestisit uygulaması gerçekleştirildiğinde ürün üzerinde bulunan pestisitler sıcaklık, nem, asitlik, yağışlar ve ışık gibi faktörlerin etkisiyle zamanla parçalanarak kaybolurlar⁶⁰. Pestisitler çevresel etkilerle parçalansa da son ürün hasat edildiğinde ürün üzerinde kalıntı bırakabilmektedir.

MRL değeri, istatistiksel bir hesaplama ile elde edilir. Bu hesaplamada;

- Pestisit insan sağlığına zararlı olmayacak günlük alınabilecek dozu,
- Ruhsatlı olduğu tarım ürününün tüketim miktarları,
- Ruhsat çalışmalarında elde edilen deneme sonuçları
- Saha denetimlerden elde edilen kalıntı sonuçları kullanılır.



Şekil 9. MRL belirleme aşamaları

Bitkisel hammaddelerin üretiminde Kurallara uyulmadan pestisit kullanımı, kalıntılarının gıda zinciri boyunca oluşma riskini taşır ve bu da tüketicilerin sağlığı için önemli bir risk oluşturabilir^{61, 62, 63}. Pestisitlerin kullanımı sıkı bir şekilde düzenlenmiştir ve çiftçiler, ürün etiketinde belirtilen ilkeler ve uygulama tarihlerine ilişkin kurallara uymak zorundadır⁶⁴.

Ürüne ve zararlıya özel olarak; doğru zamanda, doğru dozda pestisit uygulanması ve hasat süresine dikkat edilmesi durumunda hasat edilen üründe bulunan pestisit kalıntıları MRL'nin altında kalacaktır.

Türkiye'de gıda ürünlerinde bulunabilecek pestisit kalıntıları Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Yönetmeliği (2021) ile düzenlenmiştir⁶⁵. Bu Yönetmeliğin amacı; tüketicinin yüksek seviyede korunmasını sağlamak üzere bitkisel ve hayvansal orijinli gıdalarda pestisit kalıntılarının maksimum limitlerine ilişkin uygulama usul ve esaslarını belirlemektir.

Yönetmeliğin ekleri incelendiğinde:

Ek 1A: MRL değerinin uygulanacağı bitkisel ve hayvansal ürünlerin listesini içeren bir tablodur. Tablo aynı zamanda ürünün hangi kısımlarının analize alınacağını da gösterir.

Kod Numarası	Kategori	Grup	Grup ya da alt grubun temel ürünleri (1)	Bilimsel adı	MRL'in uygulanacağı ürünün kısmı
		Alt Grup			
100000	TAZE VEYA DONDURULMUŞ MEYVELER; SERT KABUKLU MEYVELER				
110000		Turuncgiller			Sapı ayrıldıktan sonra ürünün tamamı
110010			Greyfurt	<i>Citrus paradisi</i>	
110020			Portakal	<i>Citrus sinensis</i>	
110030			Limon	<i>Citrus limon</i>	
110040			Misket limonu	<i>Citrus aurantiifolia</i>	
110050			Mandarin/ mandalina	<i>Citrus reticulata</i> ; sm: <i>Citrus deliciosa</i>	
110990			Diğerleri (2)		

Şekil 10. Ek1A örnek resim

Ek 1B: Aynı MRL'nin uygulanacağı benzer ürünlerin listesini içermektedir. Özellikle yaygın olarak üretilmeyen ve/veya ithalat yoluyla gelen ürünlerin hangi grup altında değerlendirileceğini belirtmesi açısından önemlidir.

Ek 2: Bu, Yönetmeliğin en kapsamlı ve en kritik kısmıdır. Gıdalarda bulunmasına izin verilen spesifik pestisit kalıntı limitlerini içerir. Türkiye'de ruhsatlandırılmış pestisitlerin kabul edilebilir MRL'leri ve MRL belirlenmesine ihtiyaç duyulmayan pestisitler bu kısımda listelenmiştir.

Aktif Madde	MRL'nin Uygulanacağı Ürün ve Ürün Grupları	MRL (mg/kg)	Açıklamalar
Acetamiprid (R)	0120100-Antep fıstığı	0,07	
	0120060-Fındık	0,07	
	0120110-Ceviz	0,07	
	0130010-Elma	0,4	
	0130020-Armut	0,4	
	0140020-Kiraz (tathi)	1,5	
	0140030-Şeftali	0,2	
	0151000-Üzüm	0,5	
	0161030-Sofralık zeytin	3	
	0163050-Nar	0,01*	
	0211000-Patates	0,01*	
	0231010-Domates	0,5	
	0231020-Biber	0,3	
	0231030-Patlıcan	0,2	
	0232010-Hıyar	0,3	
	0232020-Kornişon	0,6	
	0232030-Kabak	0,3	
	0233030-Karpuz	0,2	
	0253000-Asma yaprağı (üzüm yaprağı ve benzer türler)	0,01*	
	0401090-Pamuk tohumu	0,7	
0402010-Yağlık zeytin	3		
0500030-Mısır	0,01*		
0900010-Şeker pancarı	0,01*		

Şekil 11. Ek2 örnek resim

Ek 3: Genellikle Ek-2'deki MRL tablolarının devamı, düzeltmeleri veya özel notları olarak işlev görür.

Ek 4: Türkiye’de kullanımı sonlandırılan yasaklı pestisitlerin listesini içermektedir. Bu listede yer alan 217 adet pestisit Türkiye’de satışı ve kullanımı kesinlikle yasak olup kullanımın cezası vardır.

Ek 5: Bu listede ithal ürünlerde MRL belirlenmesine ihtiyaç olmayan pestisitlerin listesi yer almaktadır. Bu listede 156 adet pestisit bulunmaktadır.

Avrupa Birliği (AB), gıda güvenliği ve çevre sağlığını korumak amacıyla pestisit kullanımını ve gıdalardaki kalıntı limitlerini dünyanın en katı mevzuatlarından ikisiyle düzenlemektedir. Bu sistem, temelde iki ana tüzüğe dayanır: Bitki Koruma Ürünlerinin ruhsatlandırılması ve Maksimum Kalıntı Limitlerinin (MRL) belirlenmesi.

Pestisitlerin Ruhsatlandırılması (Piyasaya Arzı)

Bu, bir pestisit (aktif maddenin) AB pazarında kullanılıp kullanılmayacağını belirleyen süreçtir ve temel olarak (EC) No 1107/2009 Sayılı Tüzük ile düzenlenir⁶⁶.

Bu tüzüğün temel amacı insan, hayvan sağlığı ve çevre için hiçbir kabul edilemez risk oluşturmadığı kanıtlanan maddelerin kullanımına izin vermektir. Bu izin için iki aşamalı onay sistemi kullanılmaktadır.

Öncelikli olarak aktif maddenin (pestisit kendisi) AB Komisyonu tarafından toksikolojik ve çevresel risk değerlendirmesinden geçerek onaylanması gerekir. Bu, uzun ve bilimsel bir süreçtir. Bu süreçte onay alan pestisitleri içeren ticari ürün daha sonra her bir üye ülke tarafından, o ülkenin spesifik tarımsal ve çevresel koşullarına uygun olarak ruhsatlandırılır.

Bu Tüzük, bir pestisit onaylanmasını engelleyen katı kurallara sahiptir. Örneğin, kanserojen, mutajen veya üreme için toksik olduğu bilinen (CMR) maddeler veya endokrin bozucu olduğu kanıtlanan maddeler genellikle onaylanmaz veya yasaklanır.

Gıdalarda Kalıntı Limitlerinin Belirlenmesi (MRL'ler)

Bu, tüketicinin korunmasıyla ilgili ikinci ana konudur ve (EC) No 396/2005 Sayılı Tüzük ile düzenlenir⁶⁷.

Bu tüzüğün temel amacı Amaç: Gıdalarda bulunabilecek pestisit kalıntılarının maksimum yasal sınırlarını (MRL) belirleyerek tüketici sağlığını korumaktır. Tüzük ile AB içinde üretilen tüm gıda ve yemlerin yanı sıra, AB'ye ithal edilen ürünlerdeki pestisit kalıntı limitlerini de belirler. Bu, uluslararası ticareti doğrudan etkileyen en önemli kuraldır. Bir pestisit için spesifik bir MRL belirlenmemişse (örneğin, o üründe ruhsatlı değilse), otomatik olarak çok düşük bir

varsayılan limit (0.01 mg/kg) kabul edilir. Bu, pratikte o pestisit o üründe tespit edilmemesi gerektiği anlamına gelir.

Günümüzde AB, Yeşil Mutabakat'ın bir parçası olan Tarladan Sofraya Stratejisi ile pestisit düzenlemelerini daha da sıkılaştırmayı hedeflemektedir. Bu hedef doğrultusunda 2030 yılına kadar kimyasal pestisitlerin kullanımını ve riskini %50 oranında azaltılması ve pestisitlerin sürdürülebilir kullanımına ilişkin kuralların gözden geçirilerek, Entegre Zararlı Yönetimi (IPM) gibi kimyasal olmayan mücadele yöntemlerinin teşvik edilmesi planlanmaktadır.

Özetle: AB, kullanılacak pestisitleri (1107/2009 ile) ve gıdada kalan kalıntı miktarını (396/2005 ile) çift yönlü olarak kontrol eden, dünyanın en katı ve kısıtlayıcı düzenleme mekanizmalarından birine sahiptir.

İhracat Prosedürleri

Meyve ve sebze ihracatı gıda güvenliği, biyolojik çeşitlilik ve ticari çıkarlar gibi önemli konularda riskler içerebildiğinden sıkı prosedürlere sahiptir. Ülkeden ülkeye farklılık gösterse de genel olarak üç ana alana odaklanır.

- Bitki Sağlığı ve Karantina
- Gıda Güvenliği ve Kalite (MRL ve Standartlar)
- Lojistik ve Ticari Belgeler

Genel olarak benzer olan bu süreçler ürünün ihraç edileceği ülkeye göre; MRL değerleri ve analiz edilecek pestisitler, özel zararlılara karşı talep edilen ek işlemler ve ticari tercih anlaşmaları ile farklılık gösterebilir.

Türkiye’de tarımsal ürünlerin ihracatına yönelik işlemler Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. İhracat ürünlerinin fiili denetimi, kalitesi ve gıda güvenliği sertifikalandırma süreçleri Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde yer alan Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğundadır.

İl ve ilçe Tarım ve Orman müdürlükleri sahada uygulamanın temelini oluşturmaktadır. Bu müdürlükler, ihracatı yapılacak ürün partilerinin fiziki kontrollerini yapmakta, resmi numuneleri alarak akredite laboratuvarlara yönlendirmekte ve belgelendirme süreçlerini yürütmektedir.

Yasal çerçeveyi ve denetim mekanizmasını kuran en yetkili merci Tarım ve Orman Bakanlığı olsa da, süreçte ihracatçı birlikleri ve özel sektör firmaları da aktif rol oynamaktadır.

Taze meyve sebzenin ihracatı prosedürel bir işlem olarak görülse de ihracat tarladan yabancı bir ülkedeki market raflarına uzanan uzun bir süreçtir.

İhraç edilecek ürünün şekil, boyut, renk, olgunluk ve görünüm yönünden ihraç edileceği ülkenin belirlediği kriterlere uygun olması gerekir. Ayrıca alıcı ülkeler kendi tarım alanlarını ve ekosistemlerini korumak için ürünlerin hastalık, zararlı böcek veya yabancı otlardan arınmış olduğunun belgelenmesini ister.

Meyve sebze ihracatında en önemli kriter ise üründe bulunan pestisit kalıntılarının yasal sınırların altında olmasıdır. Bu yasal sınırlar ihracatın yapılacağı ülkeye göre değişiklik gösterebildiğinden ürünün ihracatının yapılacağı ülkenin üretimde belirlenmesi ve buna uygun pestisit kullanılması gerekmektedir.

Çiftçilerin bu konular hakkında bilgi sahibi olması üretimlerini ihracata yönelik olarak planlamaları ürünlerinin ticari değerini ve pazarlama olanaklarını arttırırken aynı zamanda tüketicilerin güvenli gıdaya erişimlerini kolaylaştıracaktır.

İhracat prosedürlerine bakacak olursak;

- Tüm işlemler ihracatı gerçekleştirecek kurumun İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'ne başvurmasıyla başlar.
- Başvuru sonrası, Bakanlık tarafından görevlendirilen yetkili bir kontrolör, ürünün yükleneceği depoya veya soğuk hava deposuna gider. Burada öncelikli olarak ürünün fiziki kontrolü yapılır.
- Bu kontrol esnasında; kontrolör ürünün ambalajını, etiketlerini ve genel fiziksel durumunu inceler.
- Bunun yanında Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı Ziraî Karantina Müdürlükleri Bitki Sağlık Sertifikası düzenlenebilmesi için ürünler karantina etmenleri yönünden incelenir.
- Ürünün hasarlı olup olmadığı, boyut ve olgunluk gibi kalite standartlarına uyup uymadığı yerinde kontrol eder.
- Bu kontrolün ardından pestisit analizlerinin gerçekleştirilmesi için ihraç edilecek ürünü temsilen resmi numuneler alınır. Bu numuneler, mühürlenerek yetkili ve akredite bir laboratuvara gönderilir.
- Bu işlemler sırasında analiz için alınacak numunenin, gönderilecek ürün partisinin tamamını temsil etmesine ve eğer gerekliyse alınan numunenin soğuk zincirle en kısa sürede analiz laboratuvarına ulaştırılmasına dikkat edilir.

- Ürünlerin analizi mutlaka Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş bir laboratuvarında yapılmalıdır.

Bir meyve veya sebze numunesi, resmi olarak alınarak laboratuvara ulaştığında, aşağıdaki adımları izleyerek detaylı bir analiz sürecine girer

Numune Hazırlığı: Numune olarak gelen meyve veya sebzenin tamamı, özel cihazlarla öğütülür ve püre haline getirilir bu sayede ürünün homojen hale gelmesi sağlanır. Daha sonra numunede ki pestisit kalıntıları özel bir metot ve çözücü bir kimyasal ile numuneden ayrılır. Daha karışıma bir temizlik işlemi uygulanarak cihazları bozabilecek veya analize engel olabilecek bileşenlerden arındırılır.

Analiz Yöntemleri: Hazırlığı tamamlanan numune, çok hassas cihazlara enjekte edilerek analiz edilir. Laboratuvarlar, uçucu olmayan pestisitler için sıvı, uçucu pestisitler için ise gaz kromatografi cihazlarını birlikte kullanır. Her iki yöntem de, pestisitleri bir "parmak izi" gibi tanımlayıp, ürünün içinde ne kadar bulunduğunu milyonda bir veya milyarda bir gibi inanılmaz düşük hassasiyetlerde bile belirleyebilir.

Raporlama: Sonuçlar, tespit edilen her pestisit miktarı, kullanılan analiz yöntemleri ve limitlerle ilgili bilgilerle birlikte resmi bir rapor haline getirilir. Bu rapor, ihracat izni için kritik bir belgedir. Eğer tüm pestisit sonuçları hedef ülkenin sınır değerlerinin altındaysa, rapor "Uygun" olarak sonuçlanır. Bu, ürünün ihracat için yeşil ışık aldığı anlamına gelir. Eğer tek bir pestisit miktarı bile sınır değeri aşıyorsa, rapor "Uygunsuz" olarak sonuçlanır. Bu durum, ürün partisinin reddedilmesine, geri gönderilmesine veya imha edilmesine yol açar. İhracatçı firma, büyük mali kayıplara uğramanın yanı sıra, alıcı ülkenin gümrük birimleri tarafından "kara listeye" alınabilir. Bu durum ülkesel olarak da kötü bir algı oluşturur ve bu gelecekteki ihracatlarını da olumsuz etkiler (Şekil 12).



Şekil 12. İhracat süreci

İhracat prosedürleri aynı olmasına karşın alıcı ülkelerin talepleri farklılık gösterebilir. Örneğin Avrupa Birliği'ne yapılacak ihracatta MRL seviyeleri hemen hemen Türkiyedekilere benzer olsa da Rusya'ya yapılacak ihracatta aynı ürün grubunda farklı MRL seviyesi kriterleri bulunabilir.

Bu farklılığa benzer şekilde Japonya'ya yaş meyve sebze ihracatında karantina tedbirleri diğer ülkelere oranla daha sıkı olmaktadır.

Bu nedenle eğer ürün ihracat için üretilecekse hangi ülkeye ihracat yapılacağı üretim başında belirlenmeli ve üretim buna göre planlamalı pestisit seçimi ve doz ayarlaması buna göre yapılmalıdır.

8. SONUÇ ve ÖNERİLER;

- Pestisitler tarımda zararlılar nedeniyle oluşabilecek verim kaybının önlenmesinde en etkin yöntemdir ve dünya çapında kullanılmaktadır.
- Pestisitler kimyasal yapıları ve kullanılacakları zararlıya göre oldukça çeşitlidir.
- Pestisitlerin tespitinde uluslararası kabul görmüş yöntemler ve çok hassas cihazlar kullanılmaktadır.
- İhracatta pestisit analizlerini gerçekleştiren laboratuvar ulusal ve uluslararası gereklilikleri karşılamalıdır. Laboratuvar bu gerekliliklerle ilgili sıkı bir şekilde denetlenmektedir.
- İhracat; gelir artışı, yeni pazarların oluşması, işsizliğin azalması ve kırsal kalkınma gibi konularda birçok olumlu etkiye sahiptir.
- Yaş meyve sebze ihracatı belirli prosedürlere bağlıdır. Bu prosedürler Türkiye ve AB'de benzer ana yolları içermekle beraber uygulamada bazı küçük farklılıklar bulunur.
- Avrupa Birliği dışındaki ülkelerde çok farklı ihracat kriterleri bulunabilmektedir. Bu nedenle üretimin başında ihracatın hangi ülkeye yapılacağını belirlemenin önemi önemlidir.

9. KAYNAKÇA

1. Akdoğan, N., Divrikli, Ü., & Elçi, L. (2012). Pestisit kalıntılarının belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 10(1), 125–132.
2. Carson, R. (1962). *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin.
3. Katip, A. (2019). Bursa ili tarımsal pestisit kullanımının değerlendirilmesi. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 197–205.
4. FAO & WHO. (2014). *International Code of Conduct on Pesticide Management (Rev.)*. Rome: FAO.
5. Codex Alimentarius Commission. (1993). *Codex Classification of Foods and Animal Feeds*.
6. Altıkat, S., Turan, T., Ekmekyapar, A., Torun, H., & Bingöl, M. Türkiye’de pestisit kullanımı ve çevreye olan etkileri.
7. FAO. (2007). *Manual on the Submission and Evaluation of Pesticide Residues Data*. Rome: FAO.
8. FAO. (2016). *Pesticide Atlas*. Rome.
9. WHO. (2020). *The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard*. Geneva: WHO.
10. U.S. EPA. (2015). *Pesticides and Their Impact on Children: Key Facts*. Washington, D.C.: EPA.
11. Tözün, M., & Akar, E. (2022). Türkiye’de gıda numunelerinde pestisit kalıntıları. *ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi*, 7(1), 177–191.
12. Böll Stiftung. (2023). *Pestisit Atlası*. Heinrich Böll Stiftung Türkiye.
13. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2022). *TGK Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği Rehberi*. Ankara.
14. Ware, G. W. (1983). *Pesticides: Theory and Application*. W.H. Freeman.
15. Zettler, J. L., & Arthur, F. H. (2000). Historical overview of stored product protection. *Journal of Stored Products Research*, 36(1), 1–6.
16. Unsworth, J. (2010). *History of pesticide use*. IUPAC Report.
17. Pimentel, D. (1995). Amounts of pesticides reaching target pests: environmental impacts and ethics. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 8(1), 17–29.
18. Müller, P. H. (1948). *Nobel Lecture: DDT and the Insect Problem*.
19. Bourguet, D., & Guillemaud, T. (2016). The hidden and external costs of pesticide use. *Sustainable Agriculture Reviews*, 19, 35–120.

20. Carson, R. (1962). *Silent Spring*. Houghton Mifflin.
21. U.S. EPA. (2020). Pesticide regulation and DDT ban history.
22. European Commission. (2020). *Farm to Fork Strategy – for a fair, healthy and environmentally-friendly food system*.
23. FAO/WHO. (2019). *Pesticide Residue Analysis Manual*. Rome.
24. Ambrus, A., & Hamilton, D. (2011). *Pesticide Residues in Food and Drinking Water*. Woodhead Publishing.
25. Hernández, F. et al. (2012). Current use of high-resolution mass spectrometry in the environmental sciences. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 403, 1251–1264.
26. Anastassiades, M. et al. (2003). QuEChERS method for pesticide residues. *J AOAC Int*, 86(2), 412–431.
27. Alder, L. et al. (2006). Mass spectrometric analysis of pesticide residues in food. *J Chromatogr A*, 1136(1), 1–37.
28. ISO/IEC 17025:2017. *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*.
29. European Commission. (2005). Regulation (EC) No 396/2005 on maximum residue levels of pesticides.
30. Xu, X. et al. (2020). Emerging technologies for pesticide residue analysis: trends and perspectives. *Trends in Analytical Chemistry*, 131, 116024.
31. EURACHEM/CITAC. (2016). *Guide to Quality in Analytical Chemistry*.
32. Ambrus, A. (2004). Reliability of measurement results in pesticide residue analysis. *Accred Qual Assur* 9, 288–297.
33. Ellison, S. L. R., & Williams, A. (Eds.). (2012). *Eurachem/CITAC Guide: Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement*.
34. ISO. (2010). *ISO 15189 Medical laboratories — Particular requirements for quality and competence*.
35. ILAC. (2018). *Introduction to ISO/IEC 17025:2017*.
36. ISO/IEC 17025:2017. *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*.
37. Thompson, M. et al. (2006). *The International Harmonized Protocol for Proficiency Testing of Analytical Chemistry Laboratories*.
38. ILAC-G8:09/2019. *Guidelines on the Reporting of Compliance with Specification*.
39. ISO 9001:2015. *Quality management systems — Requirements*.
40. ILAC. (2020). *ILAC Mutual Recognition Arrangement (MRA) Overview*.
41. IAF & ILAC. (2019). *Building confidence in global trade through accreditation*.

42. ILAC. (2015). ILAC MRA - Enhancing the acceptance of accredited test reports.
43. WTO. (2018). Technical Barriers to Trade Agreement: Principles and Applications.
44. WTO. (2014). TBT Agreement and International Standards.
45. European Commission. (2008). Regulation (EC) No 765/2008 setting out the requirements for accreditation.
46. TÜRKAĞ. (2022). Turkish Accreditation Agency Annual Report.
47. OECD. (2021). The strategic role of accreditation in trade facilitation.
48. ILAC-IAF. (2023). Digital transformation in accreditation systems.
49. Ministry of Trade of Türkiye. (2023). Export strategy and the role of accredited laboratories.
50. Şenalp, M. E. (1982). Türkiye Yaş Meyve-Sebze Üretim ve İhracat İmkanları. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Yayınları.
51. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2019). Yaş Meyve ve Sebze Çalıştay Raporu.
52. Özdemir, S., & Şengül, H. (2008). Türkiye'nin Avrupa Birliği Ülkelerine Yaş Meyve-Sebze İhracatı ve Avrupa Birliği Çevre Politikalarından Kaynaklanan Teknik Engeller. Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, 18(3), 119-129
53. Sevim, K. (2016). Yaş Meyve ve Sebze İhracatında Kalite Yönetim Sistemlerinin Önemi. Uluslararası Ticaret ve Pazarlama Dergisi, 1(1), 54-68.
54. Niyaz, Ö. C., & Demirbağ, N. (2011). Türkiye Yaş Meyve Üretim ve İhracatının Son On Yıllık Döneminin Değerlendirilmesi. Dergipark.
55. Uludağ İhracatçı Birlikleri. (2018). *Yaş Meyve Sebze Sektör Raporu*.
56. Doğaka. (2015). *Yaş Sebze Meyve Sektör Raporu*. Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı.
57. Kızılaslan, H., & Yalçın, A. (2018). Avrupa Birliği ve Türkiye'de Yaş Meyve ve Sebze Pazarlama Sistemleri. Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi.
58. EİB (Ege İhracatçı Birlikleri). (2024). *Yaş Meyve Sebze ve Meyve Sebze Mamulleri İhracatı 6 Ayda 3 Milyar Doları Aştı*.
59. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2024). *Bitki Koruma Ürünlerinin Ruhsatlandırılması ve Piyasaya Arzı Hakkında Yönetmelik*. Resmî Gazete.
60. Yasir M., Hossain A., Anubhav Pratap-Singh, A. (2025) Pesticide Degradation: Impacts on Soil Fertility and Nutrient Cycling. *Environments* 2025, 12(8), 272.
61. Chmielewski J, Łuszczki J, Czarny-Działak M, et al.(2021) Environmental exposure to xenoestrogens (XEs) and related health effects. *J Elem.* 2021;26(3):717–730.

- 62 Chmielewski J, Czarny-Działak M, Wróblewska I, et al.(2021) The challenge of Endocrine Disrupting Compounds (EDCs) in the current environment for public health. *J Elem.* 2021;26(4): 893 – 903.
- 63 .Leskovac A, Petrović S. Pesticide Use and Degradation Strategies: Food Safety, Challenges and Perspectives. (2023). *Foods.* 12(14):2709.
64. Gamage A, Gangahagedara R, Gamage J, et al.(2023) Role of organic farming for achieving sustainability in agriculture. *Farming Syst.* 2023;1(1):100005.
65. Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Yönetmeliği (2021) Resmi Gazete. 31611.
66. Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC
67. Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council of 23 February 2005 on maximum residue levels of pesticides in or on food and feed of plant and animal origin and amending Council Directive 91/414/EEC Text with EEA relevance.