

DEPOLANMIŞ ÜRÜN ZARARLILARIYLA SAVAŞIM, SORUNLAR VE ÇÖZÜM YOLLARI

Ahmet Güray FERİZLİ¹, Mevlüt EMEKÇİ¹

ÖZET

Ülkemiz tahıllar ve kurutulmuş meyve gibi ürünlerde dünya üretim ve ihracatında önemli bir yere sahiptir. İç tüketim ve dış satımda büyük öneme sahip olan bu ürünler depolanabilmektedir. Hasat öncesi veya hasattan sonra depolanmış ürünlerde görülen zararlıların önemli düzeylerde nitel ve nicel açıdan zarar yapmaktadır. Genellikle depolanmış ürünlerde hayvansal kökenli organizmaların neden olduğu kayıplar yıllık ortalama %10 olarak kabul edilmektedir. Artan tüketici bilinci ile birlikte ürünlerde zararlı varlığı kabul edilmemektedir. Bu kapsamda depolanmış ürün zararlıları ile savaşım kaçınılmaz olmakta ve bu kapsamda savaşım ülkemizde genel olarak havalandırma gibi fiziksel savaşım yöntemleri uygulanmakla birlikte asıl olarak fümigasyon uygulamaları ile gerçekleştirilmektedir. Fümigasyonda yaygın olarak fosfin ve metil bromit kullanılmış olup, Montreal Protokolü uyarınca 2004 yılında ülkemizde depolarda metil bromit kullanımı yasaklanmıştır. Diğer taraftan fosfinin bilinçsiz kullanımı özellikle direnç gelişimine neden olduğu için bu fümigantın da etkinliğinde ciddi sıkıntılar yaşanmaktadır. Özellikle fümigasyon uygulama tekniklerinin geliştirilmesi, uygulayıcıların eğitim düzeylerinin yükseltilmesi zorunluluk arzemektedir. Ülkemiz iklim koşulları nedeniyle değiştirilmiş atmosfer, havalandırma gibi fiziksel savaşım uygulamaları için uygun koşullara sahiptir. Özellikle kıymetli ürünlerde değiştirilmiş atmosfer uygulamaları önemli bir savaşım yöntemi olarak görülmektedir. Ayrıca ülkemiz depolanmış ürün zararlıları ile savaşımda sıklıkla başvurulan fümigasyon yöntemi açısından ciddi sorunlar yaşamaktadır. Fümigasyon koşullarının sağlanması konusunda gelişmiş ülke standartlarının uyarlanarak pratiğe aktarılması gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Depolanmış ürün zararlıları, fümigasyon, değiştirilmiş atmosfer,

¹Doç. Dr., Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü- ANKARA

1. GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusuna yeterli ve dengeli beslenebileceği kaynakların sağlanması günümüzün önde gelen sorunlarından biridir. İlaveten, kullanılabilir tarım alanları nüfus artışına paralel olarak artmamakta, aksine her geçen gün tarım yapılabilen alanlar daralmaktadır. Bu nedenle, birim alandan elde edilen ürün miktarının artırılması birinci derecede önemli olmakla birlikte; **üretimden tüketime kadar ürünün uygun bir şekilde korunması** da büyük önem taşımaktadır. Tarımsal ürünlerin hasattan tüketimlerine kadar en az düzeyde kayıpla korunması bir zorunluluktur. Genellikle depolanmış ürünlerde hayvansal kökenli organizmaların neden olduğu kayıplar yıllık ortalama %10 olarak kabul edilmektedir (Donahaye ve Messer, 1992). Bu zarar oranı bulaşma düzeyine göre daha da artabilmektedir. Ülkemiz iklim özellikleri ve üretim çeşitliliği nedeniyle çok sayıda depolanmış ürün zararlılarının gelişmesine olanak vermektedir.

Depolanmış ürünlerde görülen zararlılar bulaştıkları üründe beslenerek doğrudan ve dolaylı şekilde zarar verebilmektedir. Bulaşmış oldukları üründe beslenmeleri sonucu, üründe ağırlık kayıplarına, tohumluk özelliğinin düşmesine, kalite ve besin değerlerinde olumsuz değişimlere yol açarak ticari değerinin düşmesine neden olmaktadır (Boxall 2001). Diğer taraftan; zararlıların vücut kalıntıları, pislikleri ve salgılamış oldukları ağ ve benzeri maddeler nedeniyle de ürünün kalite özelliklerinde önemli ölçüde düşüşlere neden olmaktadır. Depolanmış ürünlerde zararlı bulaşıklılığı yoğun ise küflenme, kızışma ve kokuşmanın daha kolay ve yoğun olarak ortaya çıkışına neden olurlar. Bütün bunlara ek olarak zararlılarla bulaşık ürünlerin tüketilmesi, insan sağlığı yönünden de bazı sakıncalar oluşturmaktadır.

2. DEPOLANMIŞ ÜRÜNLER VE ÜLKEMİZ EKONOMİSİNDEKİ YERİ

Ülkemiz geniş tarım alanları ve uygun iklim koşulları nedeniyle çok sayıda değişik ürünün büyük kapsamda yetiştirilmesine imkan veren koşullara sahip bulunmaktadır. Özellikle nem içeriği düşük ürünler depolanabilmekte ve tüm yıl boyunca piyasaya sunularak tüketim yıl boyunca karşılanabilmektedir.

Türkiye, toplam tahıl ve baklagil üretimi ve tüketimi bakımından dünyanın önde gelen ülkelerindedir. Ülkemiz hububat üretimi 2008 yılında tahminen 29,3 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Akova, 2009b) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Yıllara göre ülkemiz tahıl üretimi (1000 Ton)

Yıl	Buğday	Arpa	Çavdar	Yulaf	Mısır	Pirinç	Toplam
2003	19.000	8.100	240	270	2.800	223	30.658
2004	21.000	9.000	270	275	3.000	294	34.046
2005	21.500	9.500	270	270	4.200	360	36.472
2006	20.010	9.551	271	209	3.535	389	34.643
2007	17.234	7.307	241	189	3.535	389	29.257
2008	17.782	5.923	255	207	4.274	457	29.316

Ülkemiz tarımsal üretimi içerisinde baklagiller büyük önem taşımaktadır. Ülkemizde özellikle 1980'li yıllardan itibaren yemeklik tane baklagiller üretimine büyük önem vermeye başlanmış ve sonuç olarak bakliyat üretimimiz önemli ölçüde artış göstermiştir. Bu artışlar nedeniyle Türkiye dünya mercimek ve nohut üretiminde en büyük üretici ülkelerden birisi olmuştur (Akova, 2009a) (Çizelge 2).

Çizelge 2. Yıllara göre ülkemiz bakliyat üretimi (1000 ton)

Yıl	Nohut	Mercimek	Kuru fasulye
2003	600	540	250
2004	620	540	250
2005	600	570	210
2006	552	622	196
2007	505	535	154
2008	536	138	157

Ülkemiz tarımsal üretimi içerisinde önemli paya sahip olan bir diğer ürün ise fındıktır. Türkiye fındık üretimi için gerekli en uygun iklim özelliklerine sahip az sayıdaki ülkelerden birisidir. Dünya ihracatında ise ülkemiz en büyük ihracatçı üke olup Türkiye'yi İtalya, Azerbaycan ve Gürcistan takip etmektedir. ITC verilerine göre 2007 yılı itibarıyla ülkemizin dünya iç fındık ihracatındaki payı yaklaşık %72'dir. Toplam fındık ihracatımızın %43'ü işlenmiş olarak ihraç edilmektedir (Babadoğan, 2009)(Çizelge 3).

Çizelge 3. Yıllara göre ülkemiz fındık üretim ve ihracat miktarı (ton) ile ihraç geliri (1000 ABD Doları)

Yıl	Üretim	İhracat miktarı	İhracat geliri
2002	600.000	247.478	572.669
2003	480.000	223.261	642.514
2004	350.000	217.827	1188.109
2005	530.000	210.013	1919.991
2006	661.000	247.381	1456.197
2007	530.000	236.104	1509.622

Ülkemiz kurutulmuş meyve üretimi açısından dünyanın önde gelen üreticileri arasında birçok üründe lider konumundadır. Ülkemizde kurutulmuş incir üretimi dünya üretiminin %60 – 75'ini oluşturmaktadır. Kuru incir üretimi özellikle Aydın ve İzmir illerinde yapılmakta olup ihracat gelirimiz son yıllarda gittikçe artan bir eğilim göstermektedir (Akova, 2009c) (Çizelge 4).

Çizelge 4. Yıllara göre ülkemiz kuru incir üretim ve ihracat miktarı (ton) ve ihracat geliri (1.000 ABD doları)

Yıl	Üretim	İhracat miktarı	İhracat geliri
2001	48.028	39.284	66.216
2002	52.462	35.935	72.375
2003	54.571	42.095	78.064
2004	55.631	49.073	85.596
2005	56.327	52.594	105.076
2006	60.393	54.237	120.697
2007	48.012	40.101	150.527

Türkiye, yaş üzüm üreticiliğindeki güçlü konumuna paralel olarak, dünya çekirdeksiz kuru üzüm üretiminde de önemli bir yere sahiptir. Ülkemiz, 2008 yılı itibarıyla 300 bin tonluk kuru üzüm üretim miktarı ile dünya toplam kuru üzüm üretiminin % 36,3'ünü tek başına karşılamıştır (Akova, 2009d) (Çizelge 5).

Çizelge 5. Yıllara göre ülkemiz kuru üzüm üretim ve ihracat miktarı (ton) ile ihracat geliri (1.000 ABD doları)

Yıl	Üretim	İhracat miktarı	İhracat geliri
2002	200.000	205.209	156.255
2003	215.000	196.020	183.959
2004	280.000	211.893	231.400
2005	250.000	226.597	239.728
2006	274.000	244.212	289.230
2007	220.000	240.599	316.827
2008	300.000	199.234	349.539

İşlenmiş tahıl ürünlerinin başında un gelmektedir. Ülkemizin yıllık yaklaşık 36 milyon tonluk buğday işleme kapasitesi mevcuttur. Sektörde yaklaşık 1100 firma faaliyet göstermekte olup, en fazla un üretim tesisinin bulunduğu illerimiz Konya, İstanbul, Ankara ve İzmir'dir. Ancak, sektörde hızla artan tesis sayısı ve üretim kapasitesine paralel olarak sektörün atıl kapasite sorunu da büyümüştür. Tesislerin çoğu üretim kapasitelerinin yarısı ile çalışabilmektedir. Sektörün genelinde de kapasite kullanım oranı % 40-50 civarındadır. Türkiye'nin buğday unu üretimi 2004 yılı itibarıyla 11.8 milyon tondur. 2005 ila 2008 yılları arasında ihracatımız 1 milyon tonun üzerinde gerçekleşmiş ve bunun karşılığında elde edilen ihracat geliri yaklaşık 500 milyon ABD dolarına ulaşmıştır (Aytaç, 2009b).

Ayrıca, işlenmiş un ve mameulleri grubuna giren bisküvi üretimi ülkemizde yaklaşık 500.000 ton civarında olduğu, bu üretimin yaklaşık 140.000 ton'luk kısmının ihraç edildiği ve bunun karşılığında 200-250 milyon ABD dolarlık bir ihracat geliri elde edildiği kayıtlıdır (Aytaç, 2009a).

Ülkemizde buğday ununun bir diğer işlenmiş hali olan makarna üretimine ilişkin olarak da 1962 yılında 33.000 ton/yıl ton olan kurulu kapasite, 1970'li yıllarda büyük fabrikaların açılmaya başlamasıyla 100 bin ton/yıla, 1980 yılında 250 bin ton/yıla ve yeni fabrikaların kurulmasıyla birlikte diğer fabrikaların da kurulu kapasitelerini arttırmaları sonucu 1993 yılında 530 bin ton/yıl, 1995 yılında 593 bin ton/yıl, 1997 yılında da 710 bin ton/yıla, 1998'de 818 bin ton/yıla yükselmiştir. 2003 yılı sonu itibarıyla kurulu kapasite 1 milyon ton / yılı aşmış bulunmaktadır (Aytaç, 2009c).

3. ÜLKEMİZDE SIKLIKLA KARŞILAŞILAN ÖNEMLİ DEPOLANMIŞ ÜRÜN ZARARLILARI

Ülkemiz uygun iklim koşullarından dolayı çok sayıda depolanmış ürün zararlısının gelişimi için mükemmel koşullar sunmaktadır. Depolanmış tahıllarda görülen zararlılar yaklaşık %10 kayıplara neden olmaktadır. Tahıllarda başlıca zararlılar arasında *Sitophilus spp.*, *Trogoderma granarium*, *Sitotroga cerealella*, and *Rhyzopertha dominica* sayılmakta ve bunlar sağlam danelerde zarar meydana getirmektedirler. Diğerleri ise önceden zarar görmüş yada kırıklı danelerde beslenebilmektedirler. *Trogoderma granarium* genellikle Güney ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde karşılaşırlarken diğerleri tüm bölgelerde görülebilmektedir.

Ephestia cautella, *E. figuliella* ve *Plodia interpunctella* ve *Carpophilus hemipterus* Ege bölgesinde kurutulmuş incirde sıklıkla karşılaşırlarken, diğer kurutulmuş meyvelerde de görülebilmektedir.

Günümüzde uluslar arası ve ülke içinde bölgeler içinde ticaret nedeni ile genel olarak depolanmış ürün zararlıları her bölge ve her yerde depolarda görülebilmektedir. Ülkemizde yaygın olarak depolanmış ürünlerde görülen zararlılar Çizelge 6'da verilmiştir (Emekçi and Ferizli, 2000).

Çizelge 6. Ülkemizde depolanmış ürünlerde sıklıkla karşılaşılan zararlı türler

Ürün	Tür
Tahıllar	<i>Sitophilus granarius</i> <i>S. oryzae</i> <i>S. zeamais</i> <i>Tribolium confusum</i> <i>T. castaneum</i> <i>Gnathocerus cornutus</i> <i>Rhyzopertha dominica</i> <i>Tenebrio molitor</i> <i>Trogoderma granarium</i> <i>Latheticus oryzae</i> <i>Tenebrioides mauritanicus</i> <i>Oryzaeophilus surinamensis</i> <i>Laemophleus ferrugineus</i> <i>Sitotraga cerealella</i> <i>Ephestia kuehniella</i> <i>Pyralis farinalis</i> <i>Acarus siro</i> <i>Glycyphagus domesticus</i> <i>Lepidoglyphus destructor</i> <i>Tyrophagus putrescentiae</i> <i>Gohieria fusca</i>
Kurutulmuş meyveler ve fındık	<i>Ephestia cautella</i> <i>Ephestia figuliella</i> <i>Plodia interpunctella</i> <i>Oryzaeophilus surinamensis</i> <i>Paralipsa gularis</i> <i>Carpophilus hemipterus.</i> <i>Carpoglyphus lactis</i>
Baklagiller	<i>Acanthoscelides obtectus</i> <i>Callosobruchus chinensis</i>
Tütün	<i>Ephestia elutella</i> <i>Lasioderma serricorne</i>

4. ÜLKEMİZDE HASAT SONRASI ZARARLI MÜCADELESİ

Tarımsal ürünün ve gıdanın depolanmış ürün zararlılarından korunması üretici, işletme ve ihracatçılar için yaşamsal öneme sahiptir. Ülkemizde depolarda ve işletmelerde ürünlerin zararlılardan korunmasında en yaygın yöntem pestisit kullanımıdır. Depolanmış ürün zararlıları ile mücadele amacı ile dünyada ve ülkemizde yaygın olarak insektisitler kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan insektisitlerin zararlıları kısa sürede öldürmesinin yanı sıra çevreye ve insan sağlığına zarar verebilmektedir. Ülkemiz 1998 yılında hasat sonrası uygulamalarda yaklaşık 297 ton pestisit

kullanıldığı kayıtlıdır. Kullanılan pestisitlerden, kalıcı insektisitler (255 ton)'den 20 tonu boş depo ilaçlamalarında ve 235 tonu ise ürüne uygulama yöntemi ile kullanılmıştır. Bu dönemde fümigantlardan metil bromit (Mbr) kullanımı yaklaşık 40 ton olmuştur (Emekci and Ferizli, 2000). Depolarda kullanılan birçok pestisit'e zararlıların direnç geliştirdiği bilinmektedir. Depolarda kullanılmakta olan malathiona, chlorpyrifos-methyl, fenitrothion, pirimiphos-methyl, etrimfos, ve benzeri bir çok etkili maddeye karşı bazı ülkelerde önemli bazı depolanmış ürün zararlılarında direnç geliştiği bildirilmektedir (Arthur 1996).

Depolanmış ürün zararlılarıyla kimyasal savaşım kapsamında dünyada ve ülkemizde en sık kullanılan yöntemlerin başında fumigasyon gelmektedir. Fümigasyon bir teknoloji olarak depolanmış ürünlerde zararlılarla savaşımında hızlı, düşük maliyetli ve etkili çözümler sağlamaktadır. Günümüzde yaygın olarak uygulama alanı bulmuş iki fümigant bulunmaktadır, bunlar metil bromit ve fosfindir. Bu iki fümigantın da dünya genelinde depolanmış ürünlerdeki kullanım miktarları tam olarak bilinmemekle birlikte fosfin kullanımının yaklaşık 1900 ton, metil bromit kullanımının ise 6700 ton olduğu bildirilmektedir (Banks 1994).

Ülkemizde özellikle depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede dünyada da olduğu gibi yaygın olarak metil bromit ve fosfin gazı kullanılmıştır. Ancak Birleşmiş Milletler Montreal protokolüne göre metil bromit halihazırda gelişmiş ülkelerde 2005 ve gelişmekte olan ülkelerde ise 2015 yılına kadar kullanımdan kaldırılması planlanmıştır (UNEP, 1995). Ülkemizde ise metil bromit 2004 yılı itibarıyla (karantina ve yükleme öncesi uygulamalar hariç) kullanımdan kaldırılmış bir fümiganttır. Bu nedenle ülkemizde fümigant olarak sadece fosfin (PH₃) bulunmaktadır. Dolayısıyla elde kalan yegane fumigant olarak fosfinin depolanmış ürün zararlılarına etkinliğinin korunması için mümkün olduğunca fümigasyonda dikkatli olunması gerekmektedir (Ferizli et al. 2004).

1930'lu Yıllardan bu yana kullanılmakta olan bu fümigant ülkemizde metalik fosfin formülasyonu olan alüminyum veya magnezyum fosfit içerikli formülasyon olarak ruhsatlıdır. Metalik fosfin havanın nemi ile reaksiyona girerek fosfin gazı (PH₃) açığa çıkar. Yapılan yoğun çalışmalara rağmen fosfinin etki mekanizması tam olarak açıklanamamış olmakla birlikte genel olarak cystinin kükürt bağına zayıflattığı, dolayısıyla proteinlerdeki disülfid bağlarının kırılmasına neden olduğu, reaktif oksiradikallerin oluşmasına neden olduğu ve mitokondri solunumunu etkilediği bildirilmektedir (Chaudhry 1997).

Fosfin kullanılarak yapılan fumigasyonlarda; belirli düzeydeki konsantrasyonun belirli sürelerde ortamda tutulması başarı açısından en önemli kuraldır. Fosfin ile fümigasyonda konsantrasyondan öte uygulama süresinin başarı açısından daha önemli olduğu; hatta çok yüksek konsantrasyonlarda zararlıların ölmediği ve koruyucu narkoza girdiği bilinmektedir. Araştırmalar yüksek dozlarda kısa süreli fümigasyon yerine düşük dozlarda uzun süreli fümigasyon uygulamalarının tercih edilmesi gerektiğini göstermiştir.

Ülkemizde fosfin ile fümigasyon başta tahıllar olmak üzere baklagiller, kurutulmuş meyvelerde ve değirmen fümigasyonunda kullanılmaktadır. Ancak uygulamada sıklıkla etkinlik açısından sorunlar ile karşılaşmaktadır. Fümigasyonda **genel kural** olarak fümigasyonun yeterince gaz geçirmez ortamlarda yapılması ve fümigasyon süresince gaz konsantrasyonunun takip edilmesidir. Gelişmiş ülkelerde fümigasyon yapılacak ortamın uygunluğunun belirlenmesinde "gaz geçirgenlik testi" yapılması zorunludur. Şayet ortam bu test sonucu istenen koşulları karşılıyorsa fümigasyon yapılabilmektedir. Ülkemizde ise fümigasyonun yapılabileceği ortamın koşullarını tanımlayan bir yönetmenlik bulunmamakta ve bu nedenle gaz geçirgenliği konusunda olumsuz koşullar sıklıkla yaşanmaktadır.

Fümigasyonda **genel kural** hangi fümigant kullanılırsa kullanılsın gaz konsantrasyonunun uygulama süresince sık aralıklarla ölçülmesi ve kaydedilen gaz konsantrasyonlarına göre uygulamanın yönlendirilmesidir. Ülkemizde özellikle fümigasyonda gaz konsantrasyonlarının fümigasyon süresince ölçülmesi konusunda çok büyük eksiklik bulunmaktadır. Bu nedenle fümigasyon belirli doz ve süre kapsamında yürütülmede, sonuç olarak sıklıkla başarısı düşük

sonuçlar ile karşılaşılmaktadır. Bu durum özellikle fosfinde direnci tetikleyen koşul olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ülkemizde kimyasal mücadele dışında uygulanan mücadele teknikleri konusunda en yaygın uygulamayı hermetik depolama ve havalandırma almaktadır. Bu iki yöntemde tahıllarda ülkemizde ve dünyada uygulanan en yaygın kimyasal olmayan savaşım yöntemleri içerisinde yer almaktadır.

Hermetik depolamada böceklerin ve mikrofloranın metabolik aktivitesi bir biyogeneratör gibi işlev görerek zararlı gelişiminin engelleneceği bir atmosfer kompozisyonu oluşturmaktadır. Hermetik depolama ile tüm zararlıların ölmesi için uzun süre gerekebilir ve mutlak başarı içeri giren oksijen miktarı ile zararlılar tarafından tüketilen oksijen miktarınının eşit olduğu koşullardır ve bu koşulların gerçekleşmesi tam gaz geçirmez bir ortamı gerektirmektedir. Dolayısıyla, mutlak başarıdan öte, en düşük zarar, amaç olduğu koşullarda bu yöntem uzun-süreçli depolama olarak kabul görmektedir. Ülkemizde de özellikle TMO tarafından sıklıkla başvuru olan depolama biçimi olan hermetik depolamada, sorun kullanılan örtü materyalinin gaz geçirgenliğidir. Bu anlamda özellikle gelişmiş ülkelerde lamine edilmiş PVC'den üretilen UV koruyucu katkılı örtü materyali ya da taşınabilir depolar kullanılmaktadır. Ülkemizde ise klasik olarak polietilen bir örtü materyali kullanılmakta olup yığın üzeri toprakla örtülmektedir. Sıklıkla başvuru olan bu depolama şeklinin iyileştirilmesi açısından gaz geçirgenliği düşük olan örtü materyalinin kullanılması gerekmektedir (Ferizli and Emekçi, 1999).

Diğer bir uygulama ise özellikle silolarda karşımıza sıklıkla çıkmaktadır. Havalandırma, tahılın doğal konveksiyonel havalanmasına zıt olacak şekilde bir güç yardımı ile yürütlen bir uygulamadır. Depolanmış tahıl ekosisteminde sıcaklığın manipülasyonu ve zararlı böcek popülasyonlarının baskı altına alınmasında uzun yıllardır kullanılmakta olan bir yöntemdir.

Havalandırmanın amaçlarından en önemlisi tahılın ısısının zararlılarla mücadele amacıyla düşürülmesidir. Genel olarak, zararlı gelişimi tahıl ısısı 20°C'nin altına düşürüldüğünde önemli düzeyde yavaşlar ve 10°C' de ise gelişme durur. Havalandırma tekniği yaygın olarak uygulanan ve tahıl depolamada entegre mücadele kapsamında uygulanabilen en önemli yöntemlerin başında gelmektedir. Ülkemizde yaygın olarak uygulanan bir yöntem olan havalandırma daha çok havalandırma tesisatı bulunan silolarda uygulanan bir yöntemdir.

Depolanmış ürün zararlıları ile savaşımında özellikle de organik ürünlerde kullanılmaya başlamış uygulama olarak CO₂ ve N₂ gazı ile oluşturulan değiştirilmiş atmosfer gelmektedir. Değiştirilmiş atmosfer uygulamaları maliyeti nispeten ucuz ve kalıntı bırakmayan bir yöntem olarak ülkemizde özellikle organik kurutulmuş incir işleyen işletmelerde başarıyla uygulanmaktadır (Ferizli and Emekçi, 2000; Emekci et al., 2004). Uygulamada karşılaşılan sıkıntı ise uygulama süresinin nispeten uzun oluşudur. Bu kapsamda CO₂ gazı ile yüksek basınç uygulaması özellikle nem içeriği düşük ürünlerde kısa sürede zararlılar ile savaşımında kullanılan bir yöntem olarak uygulanmaktadır. Ülkemizde yüksek basınç + CO₂ gazı uygulaması birkaç organik işletmede kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemin önemli üstün özelliği uygulama süresinin kısa olmasına rağmen, yatırım ve işletme maliyeti çok yüksek olup, normal atmosferik basınçta değiştirilmiş atmosfer uygulamasına kıyasla yaklaşık 10 katı maliyetlidir. Dolayısıyla kıymetli ürünler haricinde uygulama imkanı bulamayan bir yöntem konumundadır.

Ülkemizde özellikle depolanmış organik ürünlerde zaman zaman uygulanan bir başka yöntem ise düşük sıcaklık uygulamalarıdır. Depolanmış ürün zararlıları -10 ila -18°C'de kısa sürede donarak ölürlür. Bu nedenle depolanmış ürünlerin ısısının istenen düşük sıcaklıklara getirilerek bir süre tutulması ile zararlılar öldürülebilmektedir. Ülkemizde özellikle organik ürün işleyen işletmelerde zaman zaman uygulanan bir yöntem konumundadır (Sarıyörük and Köseoğlu, 1987; Bülbül, 1993; Ferizli et al. 2004). Fakat uygulama maliyeti ülkemizde enerji fiyatlarının yüksekliği nedeniyle oldukça yüksektir.

Ülkemizde depolanmış ürün zararlıları ile savaşımında zaman zaman radyasyon (Tutluer et al., 1998) ve mikrodalga (Baysal et al., 1998) uygulamalarının da kullanılabileceği bildirilmekle birlikte, yaygın bir kullanımı söz konusu değildir.

5. DEPOLANMIŞ ÜRÜN ZARARLILARI İLE MÜCADELEDE YENİ YAKLAŞIM

Depolanmış ürün zararlıları ile savaşımında entegre mücadele araçlarını Adler (2004) şematik olarak vermiştir.

Depolanmış ürün zararlıları ile entegre mücadele		
Zararlıların Buşamasının Önlenmesi	Zararlıların başlangıçta belirlenmesi	Savaşım
Yapının dizaynı	Görsel inceleme	Fiziksel mücadele
Numunenin incelenmesi (Bulaşık ise alınmaması)	Sıcaklık ve nem takibi	Biyolojik mücadele
Kurutma - soğutma	Ürün yoğunluğunun takibi	Biyoteknik mücadele
Hijyen	Biyoakustik yöntemle zararlı varlığının tespiti	Kimyasal mücadele
Ambalajlama	Tuzak kullanımı	

Depolanmış ürünlerde zararlı bulaşmaları bulaşık ürünün depoya yada işletmeye alınması, depo yada işletmede korunaklı yerlerde yada döküntülerde bir önceki dönemden kalan eseri düzeydeki zararlılardan yada dış ortamdan kaynaklanan bulaşmalardan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle özellikle zararlıların bulaşmasının engellenmesi ve bulaşmanın erken dönemde belirlenmesine yönelik tedbirler depolanmış ürün savaşımında büyük önem arz etmektedir. Zararlı yoğunluğu izlenerek savaşıma karar verilmesi ve yapılan savaşım tekniğinin başarısının belirlenmesi aşamalarında günümüzde özellikle tuzaklar önemli uygulama alanı bulmuştur.

Mücadelede en yaygın kullanılan yöntemlerden sıklıkla başvurulan fümigasyon olup özellikle gelişmiş ülkelerde konu üzerinde ayrıntılı çalışmalar yapılmaktadır. Çalışılan fümigantlardan fosfinin 1930'lu yıllarda pestisit olarak kullanımından itibaren etkinliğine istenmeden önemli düzeyde zarar verilmiştir. Uzun yıllardır kullanım kolaylığı, ucuz oluşu ve nispeten güvenli uygulama yöntemleri ile tercih edilen fumigant olmuştur (Zettler and Arthur, 2000). Gazın yavaş olarak açığa çıkma özelliği uygulama süresi boyunca yeterli düzeyde yüksek konsantrasyonun sağlandığı imajını vermektedir. Bunun neticesi olarakda sızdırmaz özellikli ortamlarda fümigasyonun zorunlu olmadığı fikrini vermiştir. Dünyada, kısmi başarılı fümigasyon uygulamalarından arta kalan canlı böcekler, özellikle de gelişmekte olan ülkelerde, fosfine dirençli popülasyonların giderek artmasına neden olmuştur (Zettler, 1997; Tyler et al., 1983; Bell, 2000). Zararlıların yumurta ve pupa evresi ergin ve larva evresine oranla çok daha fazla dayanıklıdır. Dolayısıyla başarılı bir fümigasyon için Winks (1987) tarafından iki yaklaşım önerilmektedir:

(i) En dayanıklı evreleri öldürecek düzeyde konsantrasyonu süreç boyunca sağlayacak yüksek doz uygulama: Bu yaklaşım ortamın iyi şekilde izole olmasına dayanır. Tavsiye edilen fümigasyon süresi yıllar içerisinde 3 günden direnç sorunundaki artıştan dolayı 5 yada 7 güne uzatılmıştır. Yüksek konsantrasyonun uygulama süresince devam ettirilmesi önemlidir. Donahaye (2000) önerilen en düşük konsantrasyon 0.2 mg/l (150 ppm) - 5 gün, van Graver ve Annis (1994) ise 100 ppm (0.14 mg/l) - 7 gün dozunu önermiştir.

Diğer taraftan, son yıllarda yığın halindeki tahılda gaz dağılımının yeknesaklığını sağlamak için, yığında gazın sirküle edilmesi (kapalı döngü fümigasyon) fikri ABD'de ticari olarak uygulanmaya başlamıştır (Noyes and Kenkel, 1994).

(ii) Sabit-Düşük konsantrasyonda uzun süreli fümigasyon: Bu süreçte dayanıklı olan yumurta evresi hassas olan larva evresine ve pupa evresi ise ergin evreye geçecektir. Bu yaklaşım izolasyonun maliyetli olduğu yerlerde izolasyonu zayıf olan siloların varlığına uygulanmaktadır. Winks (1993) tarafından geliştirilen SIROFLO tekniği basınçlı gaz dağıtım sistemi yoluyla zayıf izoleli siloda bir generator ile yada tüplerdeki gazın pozitif basınç ile siloda yeknesaklığının sağlanması ve özellikle de baca etkisinin giderilmesini amaçlamaktadır. Uygulamada 14 günlük uygulama süresince 35 ppm, 4 haftalık uygulama süresinde 20 ppm önerilmektedir (Winks and Russell, 1997).

6. GENEL DEĞERLENDİRME

Ülkemizde depolanmış ürün zararlıları ile savaşmada en yaygın başvurulan yöntem fümigasyondur. Fosfin gazının kullanımı incelendiğinde ise, karşımıza bilinçsiz bir kullanım modeli çıkmaktadır. Genel olarak gaz geçirgenliği belirlenmemiş ortamlarda kullanıldığı, uygulamada yaygın olarak yüksek doz tercih edildiği, fakat fümigasyon süresince herhangi bir ölçüm yapılmadığından uygulama süresince kullanılmış olan gazın akibeti bilinmemektedir. Ayrıca, uygulama süresinin zaman zaman yetersiz tutulduğu bilinmektedir. Bu koşullar altında zararlıların özellikle hassas olan larva ve ergin (diyapozdaki larva hariç) evrelerin kolayca etkilendiği; fakat yumurta ve pupa evresinin daha dayanıklı olmasından dolayı istenen düzeyde etkilenmemesi söz konusu olmaktadır. Bu durumda kısa süre sonra zararlı yoğunluğu tekrar artarak sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca hassas evre ve biryelerin ölümü, fakat dayanıklı birey ve evrelerin yeterince etkilenmeden kalması direnç gelişimini tetikleyen önemli bir olgu olduğu bilinmektedir.

Gelişmiş ülkelerde son yıllarda yeni fümigantlar konusunda çalışmalar artmakta ve bunlardan bazıları ise değişik sektörlerde ve ürünlerde ruhsat almaktadır. Bu kapsamda, sülfürlü florit, etil format, propilen oksit, metil iyodit sayılabilmektedir. 2009 yılı içerisinde ülkemizde bunlardan sülfürlü florit ülkemizde de ruhsatlanmıştır.

Ülkemizin özellikle zayıf olduğu konu kullanılan fumigant dikkate alınmaksızın fümigasyon koşullarının yeterince dikkate alınmamasıdır. Özellikle fümigasyon ortamının gaz geçirgenlik durumu, uygulanan fümigantın uygulama süresince gaz yoğunluğunun takibi (ölçülmesi) gibi konularda önemli sorunlar bulunmaktadır.

Dikkat çekilmesi gereken bir başka konu ise eğitimidir. Ülkemizde yasal olarak fümigasyon Tarım ve Köyişleri Bakanlığınca düzenlenen kurs sonucu verilen fümigasyon operatörü belgesi bulunan Ziraat Mühendislerince yapılabilmektedir. Belge sahibi mühendis istihdam eden özel yada kamu sektörü bu alanda uygulamaları yürütmektedir. Fakat uygulamada özellikle gaz geçirgenliği ve fümigasyon süresince gaz ölçümlerine ilişkin bir yükümlülük bulunmamaktadır. Sorunlar çok ciddi düzeylerde olup, eğitim ve yeterlilik konusunda düzenlemelere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu kapsamda gelişmiş ülkelerde fümigasyona ilişkin yönetmenliklerin incelenerek ülkemize uyarlanması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Adler, C. 2004. Integrated stored product protection methods to replace the use of Methyl bromide for pest control in grains, dried fruits and nuts. 227-231. Proceedings of International Conference on Alternatives to Methyl Bromide Lisbon, Portugal, 27-30 September 2004
- Akova, Y. 2009a. Bakliyat, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi Raporu, 14s.
- Akova, Y., 2009b. Hububat, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd

- Merkezi Raporu, 6s.
- Akova, Y., 2009c. Kuru incir, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi Raporu, 5s.
- Akova, Y., 2009d. Kuru üzüm, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi Raporu, 6s.
- Arthur, F.H., 1996. Grain protectants: current status and prospect for the future. J. Stored Prod. Res. 32, 293-302.
- Aytaç, G.K. 2009a. Bisküvi, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi Raporu, 6s.
- Aytaç, G.K., 2009b. Buğday unu, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi Raporu, 5s.
- Aytaç, G.K., 2009c. Makarna, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi Raporu, 9s.
- Babadoğan, G., 2009. Fındık ve fındık mamülleri. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi Raporu, 9s.
- Banks, H.J. 1994. Fumigation- an endangered technology? In: Highley, E., Wright, E.J., Banks, H.J., Champ, B.R. (Eds.), Proceedings of the Sixth International Wkg. Conference on Stored-product Protection, 17-23 April, Canberra, Australia, Vol. 1, CAB International, Oxon, pp. 2-6.
- Baysal, T., Ural, A., Çakır, M. Özen, Ç.N. 1998. Microwave application for the control of dried fig moth. Proc. 1st International Symposium on Fig (Eds: U. Aksoy, L. Ferguson, S. Hepaksoy). Acta Hort, 480, 215-219 pp.
- Bell, C.H. 2000. Fumigation in the 21st century Crop Protection 19: 563-569.
- Boxall, R.A. 2001. Post-harvest losses to insect- a world overview. International Biodeterioration&Biodegradation 48, 137-152.
- Bülbül, S., 1993. Researchs on the possibilities of the use of cooling technique for the controlling of the dried fig moth, (*Cadra cautella* Wlk. (Lepidoptera:Pyralidae) (in Turkish). Ph.D thesis. Ege University, Graduate School. 114 p.
- Chaudhry, M.Q. 1997. A Review of the Mechanisms Involved in the Action of Phosphine as an Insecticide and Phosphine Resistance in Stored-Product Insects Pestic. Sci., 49, 213-228.
- Donahaye, E.J., 2000. Current status of non-residual control methods against stored product pests Crop Protection 19: 571-576.
- Donahaye, E.J. and Messer, Ellen. 1992. Reduction in grain storage losses of small-scale farmers in tropical countries. Research Report RR-91-7, The Allan Shawn Feinstein World hunger Program, Brown University, USA, , 19s.
- Emekçi, M. and Ferizli, A.G., 2000. Current Status of Stored Product Protection in Turkey. IOBC/WPRS Study Group Integrated Protection of Stored Products, Berlin, IOBC wprs Bulletin, Vol. 23 (10) 2000: 39-45 (1999).
- Emekci, M., Ferizli, A.G., Tütüncü, S. and Navarro, S., 2004. The efficacy of modified atmosphere applications against dried fruit pests in Turkey. IOBC WPRS (OILB SROP) Integrated Protection of Stored Products, 27(9) 227-231, Turkey, September 16-19, 2003.
- Ferizli, A.G. and Emekçi, M., 1999. An alternative and environmentally safe storage method: hermetic storage (in Turkish). Orta Anadolu' da Hububat Tarımının Problemleri ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 8-11 Haziran 1999.
- Ferizli, A.G., Emekci, M., Tütüncü, S., and Navarro, S., 2004. The efficacy of phosphine fumigation against dried fruit pests in Turkey. IOBC WPRS (OILB SROP) Integrated Protection of Stored Products, 27(9) 265-269, Turkey, September 16-19, 2003.
- Ferizli, A.G., and Emekçi M., 2000. Carbon Dioxide Fumigation as a Methyl Bromide Alternative for the Dried Fig Industry. 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. November 6-9, 2000. Orlando, Florida. Proceedings book, 81-1.
- Ferizli, A.G., Emekci, M., Tütüncü, S., and Navarro, S., 2004. Utilization of freezing temperatures to control *Callosobruchus maculatus* Fabr. (Coleoptera, Bruchidae), IOBC WPRS (OILB SROP) Integrated Protection of Stored Products, 27(9) 213-217, Turkey, September 16-19, 2003.

- Noyes, R.T., and Kenkel, P., 1994. Closed loop fumigation systems in the south-western United States. In: Highley, E., Wright, E.J., Banks, H.J., Champ, B.R. (Eds.), Proceedings of the Sixth International Wkg. Conference on Stored-product Protection. 17-23 April 1994, Canberra Australia, Vol. 1. CAB International, Oxon, pp. 335-341.
- Sarıyörük, N. and Köseoğlu, A., 1987. Effect of freezing methods to the fig insects in the natural dried figs (in Turkish). B.Sc. Thesis. Ege Univ., Food Engineering Dept. 37 p.
- Tutluer, H., Bülbül, S., Alabay, M., Tosun, B., Artan, Z., 1998. Investigations on the use of irradiation to control figworms (*Cadra cautella*). V. National Congress of Nuclear Techniques in Agriculture and Animal Science (in Turkish). 20-22 October 1998. Konya, Turkey. p. 34-41.
- Tyler, P.S., Taylor, R.W.D., Rees, D.P., 1983. Insect resistance to phosphine fumigations in food warehouses in Bangladesh. Int. Pest Control 25, 10-13.
- UNEP, 1995. Montreal Protocol on substances that deplete the ozone layer. 1994 Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee. 1995 Assessment. UNEP, Nairobi, Kenya, 304pp. ISBN 92-807-1448-1448-1.
- van S. Graver, J., Annis, P.C., 1994. Suggested recommendations for the fumigation of grain in the ASEAN region: Part 3. Phosphine fumigation of bagged stacks sealed in plastic enclosures: an operations manual. ASEAN Food Handling Bureau; ACIAR: Kuala Lumpur and Canberra, 79p.
- Winks, R.G., 1987. Strategies for elective use of phosphine as a grain fumigant and the implications of resistance. In: Donahaye, E., Navarro, S. (Eds.), Proceedings of the fourth International Wkg. Conference on Stored-product Protection. 21}26 September 1986, Tel Aviv, Israel, Caspit Press Ltd. Jerusalem, pp. 335}344.
- Winks, R.G., 1993. The development of Siroflo in Australia. In: Navarro, S., Donahaye, E. (Eds.), Proceedings of the International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Grain Storages, Winnipeg, Canada, June 1992. Caspit Press Ltd., Jerusalem, pp. 399-410.
- Winks, R.G., Russell, G.F., 1997. Active fumigation systems: Better ways to fumigate grain. In: Donahaye, E., Navarro, S., Varnava, A. (Eds.), Proceedings of the International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, 21}26 April. Printco Ltd., Nicosia, Cyprus, pp. 293-303.
- Zettler, J.L., 1997. Influence of resistance on future fumigation technology. In: Donahaye, E., Navarro, S., Varnava, A. (Eds.), Proceedings of the International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, 21}26 April. Printco Ltd., Nicosia, Cyprus, pp. 445-454.
- Zettler, J.L., and Arthur, F.H. 2000. Chemical control of stored product insects with fumigants and residual treatments Crop Protection 19: 577-582.