


Alüminyum Fosfit ve Fosfin Gazı Maruziyeti: Toksikite, Klinik Bulgular, Türkiye'deki Vakalar ve İlgili Mevzuatın Değerlendirilmesi/ Aluminum Phosphide and Phosphine Gas Exposure: Toxicity, Clinical Findings, Reported Cases in Türkiye, and Evaluation of Relevant Legislation

Nesrin İÇLİ¹

1. Kastamonu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, nicli@kastamonu.edu.tr 

Gönderim Tarihi | Received: 10.12.2025, Kabul Tarihi | Acceptance: 21.12.2025, Yayın Tarihi | Date of Issue: 31.12.2025

Atıf | Reference: "İçli, N. (2025). Alüminyum Fosfit ve Fosfin Gazı Maruziyeti: Toksikite, Klinik Bulgular, Türkiyedeki Vakalar ve İlgili Mevzuatın Değerlendirilmesi. Health Academy Kastamonu, 10(3), 167-177. *Sağlık Akademisi Kastamonu* (SAK), 10(3), 210-221. DOI: <https://doi.org/10.25279/sak.1493607>"

Öz

Alüminyum fosfit tarım yapılan ülkelerde ucuz ve pestlerin her döneminde etkili olması, kalıntı bırakmaması gibi nedenlerle tahılların, hayvan yemlerinin ve yaprak halindeki tütünlerin depolanmasında böcek ve kemirgen öldürücü fumigant pestisit olarak kullanılmaktadır. Genelde tablet, toz ve granüler formda bulunan ve ortamda bulunan nem, su veya hidroklorik asitle birleşince reaksiyona giren alüminyum fosfit bu reaksiyon sonucunda ölümcül olabilecek düzeyde toksik fosfin gazının salınmasına neden olmaktadır. Fosfin gazı ile zehirlenen kişilerde derin metabolik asidoz, akut solunum yetmezliği, hipotansif şok, çoklu organ yetmezliği, kalp durması ve sonucunda ölüm meydana gelebilmekte fakat maalesef spesifik bir antidotu da bulunmamaktadır. Fümigasyon uygulamalarının yalnızca Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından ruhsatlandırılmış gerçek veya tüzel kişiler tarafından yapılabilmesine izin verilmekte ve ticari amaçla fümigasyon yapmak isteyen kişi ve kurumların fümigasyon ruhsatı alması da zorunlu tutulmaktadır. Ancak yine de yazılı ve görsel basına yansıdığı, ulusal ve uluslararası literatüre bildirildiği üzere ülkemizde de kazayla veya intihar amaçlı alüminyum fosfit zehirlenmelerine ve sonucunda ölümlere rastlanılmaktadır. Bu nedenle bu derleme çalışmasında okuyucuda farkındalık oluşturmak amacıyla alüminyum fosfit kullanımı, maruziyeti, toksik etkileri, ülkemizde görülen vakalar, tanı, tedavi yaklaşımları ve fumigantlarla ilgili ülkemizdeki mevzuat ile alüminyum fosfit ile zehirlenmelerin önüne geçilebilmesi için yapılabileceklerin anlatılması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Alüminyum fosfit, fumigant, zehirlenme, toksisite, kardiyojenik şok.

Abstract

Aluminum phosphide is used as a fumigant pesticide for controlling insects and rodents in the storage of grains, animal feed, and leaf tobacco in agricultural countries because it is inexpensive, effective against pests at all stages, and leaves no residues. Aluminum phosphide, which is generally available in tablet, powder, and granular forms, reacts when it comes into contact with moisture, water, or hydrochloric acid in the environment, resulting in the release of toxic phosphine gas at potentially lethal concentrations. Individuals poisoned by phosphine gas may develop severe metabolic acidosis, acute respiratory failure, hypotensive shock, multiple organ failure, cardiac arrest, and ultimately death, and unfortunately, there is no specific antidote. Fumigation applications are only permitted to be carried out by individuals or legal entities

licensed by the Ministry of Agriculture and Forestry, and it is mandatory for individuals and institutions wishing to perform fumigation for commercial purposes to obtain a fumigation license. However, as reflected in the written and visual media and reported in national and international literature, accidental or suicidal aluminum phosphide poisonings and resulting deaths are still encountered in our country. Therefore, this review aims to raise awareness among the readers by addressing the use of aluminum phosphide, exposure, toxic effects, cases reported in our country, diagnosis, treatment approaches, national legislation concerning fumigants, and possible measures to prevent aluminum phosphide poisoning.

Keywords: Aluminum phosphide, fumigant, poisoning, toxicity, cardiogenic shock.

1. Giriş

İlaçlar, pestisitler, bazı bitkiler ve besinler, toksik gazlar, kimyasal maddeler, solventler, bazı metal ve mineraller, hayvansal kaynaklı zehirler gibi bir etken nedeniyle canlı bir organizmada meydana gelen fonksiyon bozukluğuna zehirlenme denir (Pekdemir, M. vd., 2002; Atan ve Gürbüz, 2023). Günümüzde yazılı ve görsel basında sıklıkla zehirlenme haberlerine rastlanmaktadır. Bunlar genelde gıda kaynaklı, kazayla pestisit veya diğer kimyasallara maruziyet şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde ve gelişmekte olan çoğu ülkede akut zehirlenmeler acil servislerin en önemli sorunlarından olup toksik etkenin türüne ve kişilerin hastane acil servislerine getirilme süresiyle ilişkili olarak zehirlenmeler çok çeşitli komplikasyonlara yol açabilmektedir (Demirel vd., 2020). İlaç ve madde kötüye kullanımı, karbonmonoksit ve diğer toksik gazlara maruziyet, pestisitler ve kazayla organizmaya alınan temizlik maddeleri ülkemizdeki zehirlenme sebebiyle olan ölümlerde sıklıkla rastladığımız en önemli etkenlerdir (Balcı, Y., Gürpınar, K., Kara, E., & Savran, B., 2020). Bunlardan pestisit kaynaklı zehirlenmeler küresel bir halk sağlığı sorunu olup her yıl dünya genelinde yaklaşık 300.000 ölüm pestisit zehirlenmesi nedeniyle gerçekleşmektedir (Gunnell vd., 2007; Özkale vd., 2022).

Ülkemizin kırsal kesimlerindeki tarım bölgelerinde çoğu tarım ülkesinde olduğu gibi özellikle tahılların, hayvan yemlerinin ve yaprak halindeki tütünlerin depolanmasında düşük maliyetli olması, ürünlerde kalıntı bırakmaması ve zararlıyı her gelişme döneminde öldürebilmesi nedeni ile alüminyum fosfitler yaygın şekilde böcek ve kemirgen öldürücü fumigant pestisit olarak kullanılmaktadır (Demir vd., , 2017; Tolunay vd., 2017; Belen vd., 2022). 19.06.2011 Tarihli ve 27969 Sayılı Resmî Gazetede yayınlanan "Bitki Karantinası Fümigasyon Yönetmeliği"nde fumigant "Fümigasyonda kullanılan, zararlı organizmalara gaz halinde etki eden katı, sıvı veya gaz formunda pestisitler" olarak tanımlanmaktadır (Resmi Gazete, 2011). Alüminyum fosfit genelde tablet, toz ve granüler formda olup ortamda bulunan nem, su veya hidroklorik asitle birleşince reaksiyona girerek fosfin gazını oluşturmaktadır (Anger vd., 2000; Gök vd., 2020; Atan ve Gürbüz, 2023). Ciddi düzeyde zehirli bir gaz olan fosfin 1400 mg/m³ dozluk yaklaşık 30 dakika maruziyet ile insanlar için ölümcül olmakta ve maalesef spesifik bir antidotu da bulunmamaktadır (Hakimoğlu vd., 2015). Zehirlenen kişilerde derin metabolik asidoz, akut solunum yetmezliği, hipotansif şok, çoklu organ yetmezliği, kalp durması ve sonucunda ölüm meydana gelebilmektedir (Alpaslan, 2023).

Hindistan ve İran gibi gelişmekte olan ülkelerde alüminyum fosfit zehirlenmesi sık rastlanılan sağlık sorunlarından birini teşkil ederken, alınan sıkı önlemler yüzünden Avrupa ülkelerinde görülme sıklığı oldukça nadirdir. Alüminyum fosfitin açık pazarlarda satışı ülkemizde yasaklı ve

satışının yetkili firmalarca yapılması kontrol altında tutulsa da alüminyum fosfit ile zehirlenmeler Türkiye'de de görülmektedir (Demir vd., 2017). Bu zehirlenmeler daha çok intihar amaçlı olsa da kazayla zehirlenmelere de rastlanmaktadır (Karadeniz vd., 2018). Son zamanlarda basına yansıyan olaylar insanların toplu olarak bulunduğu ev, işyeri, otel, hastane gibi ortamlarda kullanılması yazsak olan alüminyum fosfit içeren fumigantların bu ortamlarda dikkatsizce, ruhsatsız ilaçlama firmaları ve eğitimsiz kişilerce kullanıldığında ne kadar ölümcül kazalara sebebiyet verebileceğinin bir kanıtıdır.

Bu bilgilerin ışığında bu derleme çalışmasında okuyucuyu yüksek morbidite ve mortaliteye sebebiyet veren alüminyum fosfit zehirlenmesi, maruziyet yolları, toksik etkileri ve mekanizması, tedavi yaklaşımı ve fumigantlar hakkındaki mevzuat ile dikkat edilmesi gerekenler hakkında aydınlatmak ve alüminyum fosfitle meydana gelebilecek kazara zehirlenmeleri önlemek için toplumda farkındalık oluşturmak amaçlanmıştır.

Maruziyet Yolları ve Toksikokinetik

Toz, tablet gibi formlarda katı bir bileşik olan alüminyum fosfite deriyle temas yoluyla maruziyetten kaynaklanan zehirlenmelere pek rastlanılmaz (Karadeniz vd., 2018). Genellikle (%76-100) intihar, nadiren kaza ve cinayet şeklinde alüminyum fosfitlerin oral yolla alımı daha sık görülmektedir (Demir vd., 2017). Literatürde yer alan pek çok zehirlenme vakası intihar amaçlı ve çok ölümcül oral alım şeklindedir ancak fosfin gazının kazara soluma yoluyla da toksisite gelişebilir (Lemoine vd., 2011). Alüminyum fosfit suyla oldukça reaktiftir olup nemle herhangi bir teması oda sıcaklığında renksiz, yanıcı ve patlayıcı fosfin gazına ayrışmasına neden olur. Bu nedenle, birincil maruz kalma yolu solunum ve akciğerler tarafından emilimdir. Alüminyum fosfit ile işlenmiş ve bu yüzden fosfin gazı kalıntıları içerebilen tahıllar ve kuruyemişler gibi ürünlerin yenilmesi yoluyla da maruziyet mümkündür (Abdollahi ve Mehrpour, 2014). Ayrıca hasta ile temasta bulunan acil tıp personelleri de fosfin gazına ikincil olarak kolayca maruz kalabilir (Akinci vd., 2012). Google Akademik ve Web of Science akademik veri tabanlarında yapılan literatür taraması sonuçlarına göre ülkemizde az sayıda alüminyum fosfit zehirlenme olgusunun vaka takdimi olarak sunulduğu görülmüştür. Ülkemizde meydana gelen ve vaka takdimi olarak literatüre giren alüminyum fosfit zehirlenmeleri **Tablo 1**'de verilmiştir. Bu tabloda yer alan 16 alüminyum fosfit zehirlenmesi olgusunun 11'inin intihar amaçlı, 5 tanesinin kaza sonucu (4'ü inhalasyon yoluyla) meydana geldiği görülmektedir. Bu sonuç Demir ve arkadaşlarının (2017) bildirdiği verilerle uyumludur.

Tablo 1. Türkiye'de Meydana Gelen ve Vaka Takdimi Olarak Literatüre Giren Alüminyum Fosfit Zehirlenmeleri

Vakanın Kısa Açıklaması	Zehirlenme Nedeni	Sonuç	Kaynaklar
21 yaşında kadın; alüminyum fosfit içme; yoğun bakımda arrest; eksitus	İntihar	Ölüm	Atan ve Gürbüz (2023).
18 yaşında erkek hasta; yoğun bakımda arrest; eksitus	İntihar	Ölüm	Alpaslan (2023).
21 yaş kadın; oral tarım ilacı alımı; yoğun bakımda arrest; eksitus; otopside mide içeriğinde fosfin.	İntihar	Ölüm	Belen, Yoldaş ve Karakuş (2022)



Vakanın Kısa Açıklaması	Zehirlenme Nedeni	Sonuç	Kaynaklar
15 yaş kız; 500 mg alüminyum fosfit alımı; dirençli asidoz; CVVHD + ARCE sonrası tamamen iyileşti.	İntihar	Sağ Kalım	Özkale, Özkale ve Kozanoğlu. (2022)
22 yaş kadın; evde bakliyat torbasına dökülen tabletlerden yayılan fosfine günlerce inhalasyon yoluyla maruz kalma; ağır şok, metabolik asidoz; 37. saatte eks.	Kaza (inhalasyon)	Ölüm	Yalçın vd. (2022).
16 yaş kız; sosyal baskı ve şantaj sonrası intihar amaçlı alüminyum fosfit alımı; yoğun bakımda eksitus.	İntihar	Ölüm	Gök vd. (2020).
2 aylık erkek bebek; evde kurutmalıkların olduğu odada alüminyum fosfit tabletleri ile fumigasyon sonrası fosfin inhalasyonu; acilde 2. saatte eksitus.	Kaza (inhalasyon)	Ölüm	Terece vd. (2019).
13 yaş kız; fumigasyon yapılan depodan eve sızan fosfin gazı; yoğun bakımda eksitus.	Kaza (inhalasyon)	Ölüm	Karadeniz, Boz ve Ketenci. (2018).
18 yaş kız; alüminyum fosfit içerikli ticari ürün Celphos alımı; kardiyojenik şok; ECMO'ya rağmen eksitus.	İntihar	Ölüm	Ekinci vd. (2017).
2 yaş kız; alüminyum fosfit içerikli ticari ürün Celphos tablet parçası ağıza alımı; erken yakalanmış; komplikasyonsuz iyileşti.	Kaza	Sağ Kalım	Ekinci vd. (2017)
14 yaş kız; 6 g alüminyum fosfit içerikli ticari ürün Celphos alımı; destek tedavisi sonrası tamamen iyileşti.	İntihar	Sağ Kalım	Tolunay vd. (2017).
20 yaşında genç erkek; askerde alüminyum fosfit içerikli ticari ürün Fumiphos tablet alımı; olay yerinde şiddetli fosfin kokusu	İntihar	Ölüm	Demir vd., (2017).
24 yaş kadın; 2 tablet alüminyum fosfit alımı; dirençli hipotansiyon; CVVHD sonrası tamamen düzeldi.	İntihar	Sağ Kalım	Açıkalın vd. (2016).
17 yaş erkek; 1500 mg alüminyum fosfit alımı; ağır asidoz + arrest; hemodiyaliz ve CPR sonrası tamamen iyileşme	İntihar	Sağ Kalım	Hakimoğlu vd. (2015).
19 yaş kadın; alüminyum fosfit alımı; entübasyon sırasında arrest; eksitus.	İntihar	Ölüm	Akinci vd. (2012).
45 yaş erkek; insektisit (alüminyum fosfit içerikli ticari ürün Fosguard) ile küçük odada temizlik ; fosfin inhalasyonu; 10 saat içinde eksitus.	Kaza (inhalasyon)	Ölüm	Memiş vd. (2006).

CVVHD: Devamlı venövenöz hemodiyaliz , ARCE: Kırmızı kan hücresi değişimi
ECMO: Ekstrakorporal membran oksijenizasyonu, CPR: Kardiyopulmoner resüsitasyon

Oral yolla alınan alüminyum fosfit midede bulunan su ve hidroklorik asitle hızlıca reaksiyona girdikten sonra oluşan toksik fosfin gazı 10-15 dakika gibi kısa bir sürede mideden emilip kana karışarak sistemik dolaşıma geçer (Chugh vd., 1996). Fosfin gazı, inhalasyon ile alınmasının ardından da akciğerler tarafından hızla emilir. Maruziyetin ardından birçok önemli organ etkilenir ve bu da fosfinin vücutta etkili bir şekilde dağılıma uğradığını gösterir. *In vitro* çalışmalar, fosfitlerin hidrolize olmamış tuzların mikroskobik parçacıkları olarak emildiğini ve sağlam eritrositlerdeki

serbest hemoglobin ile kalıcı olarak etkileşime girerek hemikrom ürettiğini ve *in vitro* fosfit konsantrasyonu 1,25 mg/mL'yi aştığında Heinz cisimcikleri, hemoliz ve methemoglobinemi gibi damar içi komplikasyonlar oluştuğunu göstermiş olup bunlar da insanlarda fosfinin biyotransformasyonuna eritrositlerin de dahil olduğunu desteklemektedir. Fosfin, idrarda hipofosfit olarak ve değişikliğe uğramadan nefesle dışarı atılır (Abdollahi ve Mehrpour, 2014).

Toksik Etki Mekanizması ve İnsanlar Üzerindeki Toksik Ekileri

Fosfin gazının temel toksik etki mekanizması, mitokondriyal sitokrom c oksidaz enzimi inhibisyonu yoluyla organizmada oksidatif fosforilasyonu bozmasıdır. Ayrıca katalaz, süperoksit dismutaz ve peroksidaz gibi enzimlerin inhibisyonu hızla serbest oksijen radikalleri oluşumuna ve bu da hücre membranlarında lipid peroksidasyonu ile protein denatürasyonu oluşmasına sebep olur (Alpaslan, 2023; Hsu vd., 1998; Yalçın vd., 2022). Fosfin gazı böylece akciğerlerdeki oksidatif fosforilasyonu engellediği için hücresel hipoksi nedeniyle sistemik zehirlenmeye ve çoklu organ yetmezliği tablosuna sebebiyet verir (Anger vd., 2000; Atan ve Gürbüz, 2023). En sık etkilenen organlar kalp, akciğerler, karaciğer, gastrointestinal sistem ve böbreklerdir (Chugh vd., 1996; Karadeniz vd., 2018).

Alüminyum fosfite akut oral maruziyet, insanlarda ciddi metabolik asidoz, disritmi, pulmoner ödem, geçici atriyal fibrilasyon, ST-T dalgası değişiklikleri ve iletim kusurları, sinüs taşikardisi, sol ventrikül kalp yetmezliği, şiddetli ve dirençli hipotansiyon ve dirençli kardiyojenik şok gibi çeşitli kardiyovasküler anormalliklere yol açmıştır (Abdollahi ve Mehrpour, 2014). Ölüm sıklıkla kardiyojenik şok sonucu meydana gelir (Elabbassi vd., 2014; Atan ve Gürbüz, 2023). Postmortem histopatolojik incelemeler yapıldığında kardiyak miyositlerde çeşitli derecelerde vaküolizasyon, miyosit dejenerasyonu ve miyositoliz olduğu belirlenmiştir (Shah vd., 2009; Gök vd., 2020).

Klinik belirtilerin en yaygınları bulantı-kusma ve dopamine dirençli hipotansiyon olup bunların dışında miyokard ve karaciğerdeki tahribat yüzünden hipermağnezemi de meydana gelmektedir (Hakımoğlu vd., 2015). Bulantı ve kusmanın dışında karın ağrısı ve şiddetli susama gibi gastrointestinal etkilerin yanı sıra karaciğer fonksiyon bozukluğu ve hiperemi gibi hepatik etkiler, derin proteinüri, anüri ve böbrek yetmezliği gibi böbrek etkileri ve huzursuzluk ve bilinç kaybı gibi nörolojik etkiler de görülür. Ayrıca, şiddetli asidoz, kan glikoz, sodyum ve potasyum seviyelerinde değişiklikler gibi bazı elektrolitlerle ilgili ve metabolik anormalliklere de rastlanılır. Akut adrenokortikal yetmezlik, akut tübüler nekroz, hepatit, pankreatit ve yaygın intravasküler koagülasyon daha az rastlanılan bulgulardır (Abdollahi ve Mehrpour, 2014). Böylece alüminyum fosfit zehirlenmesi oldukça ölümcül olup yukarıda anlatılan toksik etki mekanizmaları yüksek ölüm oranını açıklamaktadır. Alüminyum fosfit zehirlenmesinden sonraki ilk 24 saat içinde hastaların %60-90'ının öldüğü bildirilmiştir (Akinci vd., 2012). Tablo 1'de yer alan ve ülkemizde bildirilen 16 alüminyum fosfit zehirlenmesi olgusunun 11'inin ölümlü sonuçlandığı görülmektedir. Bu oran %68,75'e tekabül etmekte olup Akinci ve diğerlerinin (2012) bildirdiği verilerle uyumludur.

Alüminyum Fosfit Zehirlenmesinde Tedavi Yaklaşımı

Öncelikle tanı koyulurken alüminyum fosfit zehirlenmesini gösterecek rutin laboratuvar testi bulunmadığı için klinik şüphe ve etken maddenin alım öyküsünü almak çok önemlidir. Spesifik bir antidotu bulunmadığından klinisyenlerce alüminyum fosfit zehirlenmesinin tedavisinde semptomatik tedavi uygulama zorunluluğu ortaya çıksa da alüminyum fosfitin 1,5 g'ın üstü dozda

alınması semptomatik tedavinin sağkalım oranı üzerinde yetersiz kalabilmektedir. Tedavi yaklaşımında mide yıkamanın erken yapılması, aktif kömür yutturulması ve destekleyici bakım tedavisi öne çıkmakta olup sağ kalım açısından erken dönemde midenin yıkanması ve aktif kömür uygulaması yapmak oldukça önemlidir (Belen vd., 2022). İlk acil durum adımı olarak potasyum permanganat, aktif kömür + sorbitol solüsyonu ve hindistan cevizi yağı ile gastrik lavaj yapılabilir. Potasyum permanganat (1:10000 solüsyon), midedeki fosfor gazını fosfata okside eder ve öldürücü fosfin gazı miktarını azaltır (Abdollahi ve Mehrpour, 2014). Alüminyum fosfit zehirlenmesinin oluşturduğu enzim inhibisyon mekanizmasına bağlı serbest oksijen radikallerinin etkilerini ortadan kaldırmak için antioksidan özelliklere sahip N-asetil sistein (NAC), kalsiyum glukonat, magnezyum sülfat, trimetazidin ve pralidoksimin intravenöz tedavileri sıklıkla kullanılmaktadır (Alpaslan, 2023). Mortalite oranlarını düşürmek için metabolik asidoz, akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS), aritmiler ve şok gibi yaşam kaybı riski yüksek durumlar için tedbirler alınması gerekmekte olup erken hemodiyaliz gerekliliği öne sürülenler de bulunmaktadır (Hakimoğlu vd., 2015). Ancak hemodiyaliz, fosfini uzaklaştırmada muhtemelen çok etkili değildir (Abdollahi ve Mehrpour, 2014). Hastaların çoğu aritmilere bağlı olarak ilk 24 saat içerisinde, 24 saatten sonra da asidoz, şok ve ARDS nedeniyle hayatını kaybetmektedir (Tolunay vd., 2017). Bazı çalışmalarda eritrositlerin tamponlama özelliğine dikkat çekilmiş ve taze eritrosit transfüzyonunun alüminyum fosfit zehirlenmelerinde metabolik asidozu düzelttiği belirtilmiştir (Özkale vd., 2022). Dirençli hipotansiyon tedavisi için öncelikle damar-içi yoldan sıvı yerine koyma tedavisi yapılmalıdır, çünkü birçok otopsi yapılan olguda ekstrasvasküler alana çok miktarda sıvı geçişi belirlenmiştir (Jain vd., 2005). İkinci olarak doku perfüzyonunu artıran inotrop olarak noradrenalin, dopamin, dobutamin ve fenilefrin kullanılabilir. Ancak aritmi riskini artırdığı için dopamin ve dobutamin gibi inotropolar kullanılırken dikkatli olunmalıdır (Ekinci vd., 2017). Disritmiyi önlemek ve doku perfüzyonunu ve oksijenasyonunu sağlamak için kan basıncı izleme ve EKG dahil kardiyak parametrelerin takibi çok önemlidir. Bazı raporlar, alüminyum fosfit kardiyotoksitesinin tedavisinde trimetazidin ve digoksinin etkili olduğunu öne sürmektedir (Abdollahi ve Mehrpour, 2014). Son yıllarda tersinir miyokard baskılanmasının ya da ARDS tablolarının tedavisinde klinik düzelinceye dek venö-arteriyel (VA) ya da venö-venöz (VV) ekstrakorporal membran oksijenizasyonunun (ECMO) oldukça sık kullanıldığı görülmektedir (Açıkalin vd., 2016; Ekinci vd., 2017).

Alüminyum Fosfit İçeren Bitki Koruma Ürünleri ile İlgili Mevzuat

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü, Bitki Koruma Ürünleri Daire Başkanlığı Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanında listelenen %57 ALUMİNİUM PHOSPHİDE etken maddeli ve ruhsatlı ürünler DETIA GAS-EX-B, DETIA GAS EX-T, CELPHOS, QUICKPHOS, FUMIGAS % 57 TB, FUMIGAS % 57 DP, GRAINPHOS TB, FOSTIR, QUICKPHOS BAG isimli ürünlerdir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2025). Bu ürünler giriş bölümünde anlatıldığı üzere fumigasyon uygulamalarında kullanılan çok toksik ürünlerdir. 19.06.2011 Tarihli ve 27969 Sayılı Resmî Gazetede yayınlanan "Bitki Karantinası Fümigasyon Yönetmeliği"nde Fümigasyonda kullanılan, zararlı organizmalara gaz halinde etki eden katı, sıvı veya gaz formunda pestisitleri, fumigasyon uygulamalarının toksik gazların güvenli kullanımını sağlamak için ayrıntılı bir teknik ve idari ve çerçeve sunduğu görülmektedir. Bu çerçeve yanlış, yetkisiz veya denetimsiz kullanımları sonucu meydana gelebilecek kazara ya da intihar amaçlı zehirlenmelerin önlenmesi için özellikle "alüminyum fosfit" gibi yüksek toksisiteye sahip fosfin gazı açığa çıkaran fumigantlar bakımından kritik önem taşımaktadır. Bu çerçeveden bahsedilecek olursa;

- **Yetkisiz Fumigasyon Uygulamalarının Önlenmesi ve Ruhsat Zorunluluğu (Yönetmelik Madde 13–15)**

Fümigasyon uygulamaları, yalnızca Bakanlık (Tarım ve Orman Bakanlığı) tarafından ruhsatlandırılmış gerçek veya tüzel kişiler tarafından yapılabilmekte, fumigasyonu ticari amaçla yapmak isteyen bütün kişi ve kurumların fümigasyon ruhsatı almasını zorunlu tutarak ruhsatsız faaliyetleri yasaklamaktadır. İşletmelerde bulunan uygun depolama alanlarının, teknik ekipmanın ve yetkili ve eğitimli personelin varlığı ruhsatlandırma esnasında denetlenmektedir. Böylece bu mevzuat, toksik maddelerin uygunsuz ortamlarda kontrolsüz kullanımını engelleyerek zehirlenme riskini minimuma indirmeyi amaçlamaktadır.

- **Belgelendirilmiş ve Eğitimli Personel Çalıştırma Zorunluluğu (Yönetmelik Madde 5–7).**

Yönetmelik, yalnızca eğitim almış, sınavla yeterliliği belgelenmiş fümigasyon operatörleri ve operatör yardımcıları tarafından fümigasyon uygulamalarının yapılabileceğini belirtmekte ve bu kişilerin ziraat ve orman alanlarında belirli mesleki niteliklere haiz diplomalara sahip meslek profesyonelleri olmasını ve iki haftalık teorik–pratik eğitimi de başarıyla tamamlamasını zorunlu kılmaktadır. Bu husus, tehlikeli fumigantların (alüminyum fosfit gibi) uygulayıcılarca doğru süre, doz ve yöntemlerle uygulanmasını zehirlenme olasılığını azaltmak açısından güvence altına almaktadır.

- **Güvenlik Standartlarına ve Teknik Şartlara Uyma Zorunluluğu (Yönetmelik Madde 8–10)**

Fümigasyonun uygulanacağı alanlarda, uyarı levhalarının kullanımı, gaz yoğunluğu ölçümü, gaz geçirmezlik, sıcaklık kontrolü ve havalandırma gibi teknik kriterlerin uygulanması gerekmektedir. Ayrıca hayati tehlike oluşturduğu durumlarda fumigasyon alanına yaklaşmanın engellenmesi için güvenlik çevresi oluşturulması zorunludur. Yönetmelikteki bu hususlar, fosfin gazının yayılımı, sızıntısı veya birikimi sonucu oluşabilecek kaza yoluyla maruziyetlerin önlenmesi bakımından çok önemlidir.

- **Halk Sağlığını Koruma ve Yasak Alanlarda Uygulama Yapmama (Yönetmelik Madde 8–10)**

Fümigasyonun, uygun olmayan ortamlarda veya yönetmelikte belirtilen uygunsuz koşullarda ve yasaklı ürünlerde uygulanmaması, ayrıca meskûn yerlerden ve çalışılan ortamlardan uzakta yapılması gerekmektedir. Örneğin uygun sıcaklık ve basınç sağlanamayan alanlarda ve/veya belirli taze ürünlerde fumigasyon işlemi yasaklanmıştır. Böylece fumigant gazlarının istenmeyen şekilde çevrede yayılarak halk sağlığını tehdit etmesini engellemek amaçlanmaktadır.

- **Zehirlenmeye Karşı Uyarılar, Koruyucu Donanım ve Acil Durum Hazırlığı (Yönetmelik Madde 10)**

Fumigasyon uygulayacak operatör ve yardımcılarının uygun gaz maskesi ve maske süzgeci kullanma zorunluluğu olup süzgeç kullanım sürelerinin takibi ile zehirlenme belirtileri görüldüğünde acil sağlık kuruluşlarına başvuru yapmak gibi hükümler, fosfin gazı gibi tehlikeli gazlara maruziyetin engellenmesi açısından hayati öneme sahiptir. Yönetmelikte denetim sırasında bu kurallara uyulmadığı tespit edilirse bu durumun ciddi yaptırımlara neden olacağı belirtilmektedir.



- **Fümigantların Depolanması, Taşınması ve Artıklarının İmhası (Yönetmelik Madde 10, 13)**

Zehirli fumigantların güvenli biçimde depolanması ve boş ambalajlarının usulünce bertaraf edilmesi yönetmelikte açıkça belirtilen yükümlülüklerdendir. Bu hükümler, alüminyum fosfit tabletleri gibi toksik fumigantların yanlış depolanmasını, kontrolsüz erişimini ve artıklardan kaynaklanabilecek zehirlenme vakalarını önlemeyi hedeflemektedir.

- **Düzenli Denetimler ve Usulsüzlük Tespiti Durumunda Yaptırımlar (Yönetmelik Madde 16–17).**

Ruhsatlı kamu ve özel sektör dahil tüm fümigasyon uygulayıcılarını yıllık olarak denetlemekle Müdürlükler (Tarım ve Orman Bakanlığı il, ilçe müdürlükleri ile zirai karantina müdürlükleri) yükümlüdür. Usulsüz uygulamalara devam edilmesi veya tespit edilen eksikliklerin giderilmemesi durumunda işletmeler hakkında ihtar, ruhsat iptali ve üç yıl süreyle yeniden ruhsatlandırmanın yasaklanması gibi yaptırımlar uygulanmakta, usulsüzlük yapan operatörlerin belgeleri iptal edilebilmekte ve iki yıl boyunca yeniden belge başvurusu yapılamamaktadır. Mevzuata aykırı uygulamaların halk sağlığı için oluşturacağı riskleri bu yaptırımlar ile azaltmak hedeflenmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Türkiye’de alüminyum fosfit içeren fumigantların **bireysel satışına yasal olarak izin verilmese** ve bu maddeler yalnızca ruhsatlandırılmış ve denetlenen profesyonel firmalar aracılığıyla temin edilebilse bile bir şekilde, belki de basında iddia edildiği gibi uluslararası ticaret kanallarından, toptan tedarik siteleri üzerinden gerekli belge kontrolü yapılmadan sipariş verilebilmekte, kaçak çalışan ruhsatsız firmalarca ve yetkisiz, eğitimsiz kişilerce yasak olduğu halde insanların bulunduğu meskûn yerlerde fumigasyon uygulamalarında kullanılarak zehirlenmelere ve sonucunda ölümlere sebep olabilmektedir. Bu tür maddeler pestlerden kurtulmak için kolay, etkili ve ucuz bir çözüm olarak görülse de ruhsatlı meslek profesyonelleri dışında kullanımı tamamen yasadışı olup insan hayatını doğrudan tehdit eden bir suç olarak görülmelidir. Bu nedenle güncel olarak basına yansıyan olayların engellenmesi için meskûn mahallerde, işyeri, hastane, otel, kütüphane gibi toplu olarak insanların bulunduğu mekanlarda ilaçlama yaptırmak istenildiğinde yukarıda bahsettiğimiz ilgili mevzuatta belirtilen hükümlere uyulduğunu garanti eden firmalarca ilaçlama yaptırıldığına emin olunmalıdır. Konutlar ve diğer meskûn mahallerde kullanımı yasak olan fumigantlar gibi pestisitlerin kullanılmadığı, firmanın ruhsatlı, uygulayıcı operatör ve yardımcılarının yetkili ve eğitilmiş olduğu, gerekli önlemlerin alınacağı sorgulanmalı, ruhsat ve yetki belgesi ibraz edemeyen firmalara ilaçlama yaptırılmamalıdır. Uygulama sırasında uygulayıcıların maske, eldiven gibi kişisel koruyucu donanımları kullandığından ve acil durum ve yardım planının olduğundan emin olunmalıdır.

İlk ve acil yardımda bulunacak sağlık çalışanlarının da dikkatli olması sekonder maruziyetleri önlemek bakımından önem arz etmektedir. İlk yardım ekipleri, zehirlenen kişinin elbiselerinde, saçında, derisinde herhangi bir katı fosfit kalıntısının (su ile temas halinde fosfin üretecektir) ve kusmuğun fosfin gazı kaynağı olabileceğinin farkında olmalıdır. Akinci ve diğerlerinin 2012 yılında bildirdiği sekonder maruziyet olayında ayrıca aktif mide yıkama yapıldığında drenaj yapılan şırıngaya mavi bir gaz dolarak şırınganın patlamasına yol açtığı da bildirilmiştir. Bu nedenle olgu öyküsü iyi alınmalı, alüminyum fosfit zehirlenmesi şüphesi durumunda olguya müdahale eden

sağlık çalışanları mutlaka maske kullanmalı ve eldiven giymelidir. Hastanın kontamine olmuş elbiseleri çıkarılmalı, bulunduğu ortam havalandırılmalı, müdahale sırasında fosfin gazı patlamasına karşı da tedbirli olunmalıdır.

Mevzuat uygulayıcı ve denetimden sorumlu kuruluşlar ruhsatsız ve yetkisiz fumigasyon yapan firma ve kuruluşların cezalandırılmasını sağlamakla yükümlü olduğu kadar vatandaşların da böyle bir duruma şahit olduğunda yetkililere haber verme sorumluluğu bulunmaktadır.

Sonuç olarak; yetkililer, vatandaşlar, ilaçlama firmaları, sağlık çalışanları birlikte mevzuatların gerekliliklerine ve halk sağlığının korunmasına uygun hareket ettiklerinde alüminyum fosfit gibi ölümcül olabilecek toksisiteye sahip fumigantlarla kazayla veya intihar amaçlı zehirlenmelerin ve ölümlerin önüne geçilmesi mümkün olacaktır.

Kaynaklar

- Abdollahi, M., & Mehrpour, O. (2014). Aluminum phosphide. P. Wexler (Ed.), *Encyclopedia of Toxicology* içinde (ss. 164–166). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00467-X>
- Açıkalın, A., Dişel, N. R., Karakoç, E., Matyar, S., & Sebe, A. (2016). Successful treatment of aluminum phosphide poisoning with continuous veno-venous hemofiltration: A case report. *Journal of Emergency Medicine Case Reports*, 7(3), 53–55.
- Akinci, E., Kocasaban, D. U., Vural, K., & Coskun, F. (2012). Secondary intoxication of emergency department personnel with a flammable and highly toxic gas: A lethal aluminum phosphide poisoning case. *Hong Kong Journal of Emergency Medicine*, 19(1), 54–57.
- Alpaslan, M. (2023). Rapid death from aluminum phosphide poisoning. *Eurasian Journal of Toxicology*, 5(1), 11–13.
- Anger, F., Paysant, F., Brousse, F., Le Normand, I., Develay, P., Gaillard, Y., Baert, A., Le Gueut, M. A., Pepin, G., & Anger, J. P. (2000). Fatal aluminum phosphide poisoning. *Journal of Analytical Toxicology*, 24(2), 90–92. <https://doi.org/10.1093/jat/24.2.90>
- Atan, Y., & Gürbüz, E. (2023). Adli olgularda örneklerin tekrar çalışılmasının önemi: Üç vaka örneği. *Tıp Fakültesi Klinikleri Dergisi*, 6(2), 159–164.
- Balcı, Y., Gürpınar, K., Kara, E., & Savran, B. (2020). Muğla'da adli otopsi yapılan intoksikasyon nedenli ölümlerin değerlendirilmesi. *Journal of Forensic Medicine*, 34, 1.
- Belen, V. K., Yoldaş, A., & Karakuş, A. (2022). Alüminyum fosfit zehirlenmesi. *Eurasian Journal of Toxicology*, 4(1), 27–28.
- Chugh, S. N., Arora, V., Sharma, A., & Chugh, K. (1996). Free radical scavengers and lipid peroxidation in acute aluminium phosphide poisoning. *Indian Journal of Medical Research*, 104, 190–193.



- Demir, U., Hekimoğlu, Y., Aşıröz, M., Etili, Y., Kartal, E., & Gümüş, O. (2017). A case who died due to the suicidal intake of aluminum phosphide. *Cumhuriyet Medical Journal*, 39(1), 458-465.
- Demirel, G., Karapıçak, A., & Karapıçak, Z. (2020). Acil servise başvuran zehirlenme olgularının retrospektif değerlendirilmesi. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi C: Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji*, 9(2), 265-272.
- Ekinci, F., Dinçer, R., Horoz, Ö. Ö., Kendir, Ö. T., Petmezci, E., Tolunay, İ., & Yılmaz, H. L. (2017). Alüminyum fosfit zehirlenmesi: İki çocuk olgu ve iki ayrı klinik sonuç. *Journal of Pediatric Emergency and Intensive Care Medicine*, 4, 72-76.
- Elabbassi, W., Chowdhury, M. A., & Fachtartz, A. A. N. (2014). Severe reversible myocardial injury associated with aluminium phosphide toxicity: A case report and review of literature. *Journal of the Saudi Heart Association*, 26(4), 216-221.
- Gök, E., Bayraktar, E., Ünal, A. U., & Arica, E. (2020). Bir çocuğun alüminyum fosfit alımı ile intiharı: Olgu sunumu. *Adli Bilimler Dergisi*, 19(4), 25-30.
- Gunnell, D., Eddleston, M., Phillips, M. R., & Konradsen, F. (2007). The global distribution of fatal pesticide self-poisoning: Systematic review. *BMC Public Health*, 7(1), 357.
- Hakimoğlu, S., Dikey, İ., Sarı, A., Kekeç, L., Tuzcu, K., & Karcıoğlu, M. (2015). Kardiyak arrestle sonuçlanan alüminyum fosfid zehirlenmesinin başarılı yönetimi. *Turkish Journal of Anesthesia and Reanimation*, 43(4).
- Hsu, C. H., Quistad, G. B., & Casida, J. E. (1998). Phosphine-induced oxidative stress in Hepa 1c1c7 cells. *Toxicological Sciences*, 46(1), 204-210.
- Jain, A. K., Nigam, M., Garg, S. D., Dubey, B. P., & Arora, A. (2005). Aluminium phosphide poisoning autopsy finding. *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine*, 27(1), 35-39.
- Karadeniz, H., Boz, H., & Ketenci, H. Ç. (2018). Sıra dışı bir kaza ile meydana gelen ve ölümlü sonuçlanan alüminyum fosfit zehirlenmesi: Olgu sunumu. *Adli Tıp Bülteni*, 23(2), 129-132.
- Lemoine, T. J., Schoolman, K., Jackman, G., & Vernon, D. D. (2011). Unintentional fatal phosphine gas poisoning of a family. *Pediatric Emergency Care*, 27(9), 869-871.
- Memiş, D., Tokatlıoğlu, D., Koyuncu, O., & Hekimoğlu, S. (2007). Fatal aluminium phosphide poisoning. *European journal of anaesthesiology*, 24(3), 292-293.
- Özkale, M., Özkale, Y., & Kozanoğlu, İ. (2022). Role of automated red blood cell exchange in the treatment of aluminum phosphide poisoning: A case report and review of the literature. *Journal of Clinical Apheresis*, 37(3), 320-325.



- Pekdemir, M., Kavalcı, C., Durukan, P., & Yıldız, M. (2002). Acil servisimize başvuran zehirlenme olgularının değerlendirilmesi. *Acil Tıp Dergisi*, 2(2), 36–40.
- Resmî Gazete. (2011, 19 Haziran). *Bitki Karantinası Fümigasyon Yönetmeliği*. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/06/20110619-3.htm>
- Shah, V., Baxi, S., & Vyas, T. (2009). Severe myocardial depression in a patient with aluminium phosphide poisoning: A clinical, electrocardiographical and histopathological correlation. *Indian Journal of Critical Care Medicine*, 13(1), 41–45.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2025). *Bitki koruma ürünleri veri tabanı*. Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü. <https://bku.tarimorman.gov.tr/AktifMadde/Details/126>
- Terece, C., Soğukpınar, V. O., Özdemir, N., & Polat, S. (2019). Infant death due to aluminum phosphide intoxication: An uncontrolled insecticide use. *Eurasian Journal of Toxicology*, 1(1), 33–36.
- Tolunay, O., Çelik, T., Yücel, G., Özdemir, U., Atmış, A., Sucu, A., & Çelik, Ü. (2017). Nadir ama ölümcül olabilen bir zehirlenme: Alüminyum fosfit zehirlenmesi. *Journal of Pediatric Emergency and Intensive Care Medicine*, 4, 27–29.
- Yalçın, D., Candan, B. F., Mutlu, M., & Yelken, B. (2022). Nadir olarak görülen alüminyum fosfit solunmasına bağlı zehirlenme vakası. *Eskisehir Medical Journal*, 3(2), 234–238.

Beyanlar

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemiştir. Çalışma derleme olarak hazırlandığı için etik kurul izni alınmamıştır. Çalışma bir tezden üretilmemiştir, herhangi bir toplantıda sözlü/poster bildiri olarak sunulmamış veya bildiri kitapçığında özeti basılmamıştır. Yazarlar herhangi bir kurum veya kuruluştan destek almamıştır. Etik açıklamalar: Çalışma derleme olarak hazırlandığı için etik kurul izni alınmamıştır.

Extended Abstract

Poisoning is defined as the impairment of normal physiological functions in a living organism following exposure to drugs, pesticides, toxic gases, chemical substances, certain plants and foods, as well as metallic and animal-derived toxins. Acute poisonings represent a major public health problem, particularly in developing countries, and constitute a significant burden on emergency departments due to their high morbidity and mortality rates. Among pesticide-related poisonings, aluminum phosphide intoxication is a global health concern and is responsible for approximately 300,000 deaths worldwide each year.

Aluminum phosphide is widely used as a fumigant in agricultural storage because of its low cost and high effectiveness; however, it is extremely toxic. Upon contact with moisture or gastric acid, aluminum phosphide releases phosphine gas, a highly lethal substance for which no specific antidote exists. Phosphine exerts its toxic effects primarily by inhibiting mitochondrial cytochrome c oxidase, thereby disrupting oxidative phosphorylation and causing cellular hypoxia. In addition, inhibition of antioxidant enzymes leads to excessive free radical formation, lipid peroxidation, and



protein denaturation, ultimately resulting in multiorgan failure. The organs most commonly affected include the heart, lungs, liver, kidneys, and gastrointestinal system. Clinically, patients present with severe metabolic acidosis, refractory hypotension, cardiac arrhythmias, cardiogenic shock, respiratory failure, and multiorgan dysfunction. Mortality rates as high as 60–90% within the first 24 hours after exposure have been reported.

Diagnosis relies primarily on clinical suspicion and a detailed exposure history, as there are no routine laboratory tests specific for aluminum phosphide poisoning. Due to the absence of a specific antidote, early gastric lavage, administration of activated charcoal, and aggressive supportive care are critical components of management. Antioxidant therapies, inotropic support, and advanced life-support modalities such as extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) may be required in severe cases. Although the individual sale and use of aluminum phosphide-containing fumigants are prohibited in Türkiye, unauthorized and improper applications continue to cause fatal poisonings. Strengthening regulatory enforcement, ensuring compliance with existing legislation, and increasing public awareness are essential to prevent accidental and intentional aluminum phosphide-related poisonings.