

TOPRAK DEZENFEKSİYONUNDA METİL BROMİD ALTERNATİFLERİNİN ÖNEMİ

Emine GÜMRÜKCÜ

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü / ANTALYA

ÖZET

Ülkemizde özellikle sebze, kesme çiçek ve tütün yetiştiriciliği yapılan alanlar ile depo ürün zararlılarından korunmak amacıyla yoğun olarak MeBr kullanılmaktadır. MeBr uygulamaları ekim-dikim faaliyetleri öncesinde hedef olan hastalık etmen ve zararlı populasyon yoğunlukları göz önüne alınmadan ve gerekli olup olmadığına bakılmadan yapılmaktadır. Bu da hem gereksiz girdi kullanımına, hem de MeBr nedeniyle çevrede olumsuz etkilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. MeBr alternatifleri için bazı çalışmalar yapılmaktadır. Ancak, tarımsal üretimde MeBr uygulamalarının yerini alacak bir ürün henüz yoktur. Alternatif olarak sunulan ürünlerden kimyasal olmayan fumigantlarda henüz net bir ilerleme kaydetmediğinden dolayı hastalık ve zararlıların kontrolünde kimyasal ürünlerin kullanımı yakın gelecekte de devam edecek gibi görünmektedir.

Anahtar kelimeler: Metil bromid, Alternatif, Patojen

THE IMPORTANCE OF METHYL BROMIDE ALTERNATIVE IN SOIL STERILANT

ABSTRACT

Methyl bromide applications are commonly used in Turkey production areas of vegetable, cut flower, tobacco for protection of crops to pests and diseases. MeBr is applied to the soil regardless of its necessity without considering target pest population and disease during the pre-planting stage. These applications are both increased of inputs and also led to occur of negative effect to the environment. Some studies have been carried out as alternative of MeBr in control measurements. There is however, no a product replaced to application of MeBr in the agricultural production. The using of chemical seems to be maintained in close future since no clearly progress achieved with the presented current alternatives of MeBr in the control of disease and pest.

Key Words: Methyl Bromide, Alternatives, Pathogen

1. GİRİŞ

MeBr 1932 yılında Fransa' da Govail tarafından keşfedilen ve o tarihten beri kullanılan geniş spektrumlu bir pestisittir. MeBr bugün dünyada en çok kullanılan, toksik etkisi yüksek olan ve toprakta kolayca yayılabilen bir toprak fumigantıdır. Türkiye'de ilk defa 1976 yılında kullanılmaya başlanmış ve geniş spektrumlu bir pestisid olması nedeniyle de yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Günümüzde bütün dünyada her yıl yaklaşık 76.000 ton MeBr kullanılmaktadır.

Bu kimyasal üç firma tarafından imal edilmektedir. Bunların iki tanesi A.B.D'nin Arkansas eyaletinde diğeri ise İsrail'de bulunmaktadır.

Bu firmalar doğal olarak yeraltında bulunan bromayn tuzlarını ya da Lut gölünün toprak üzerindeki bromayn kaynaklarını kullanmaktadır. (Thomas, 1999).

MeBr; elementel brom, kükürt dioksit ve metanolden oluşan bir reaksiyon karışımından, metanol elementel brom ve hidrojen sülfür arasındaki reaksiyondan ya da dimethyl etherin bromür asidi ile yarılmamasından elde edilmektedir. Kaynama noktası 3.6 C, donma noktası -93 C, molekül ağırlığı 93,94' dür. Özgül ağırlığı 3,27 (0 C de) latent buharlaşma ısısı 61.52 cal/gr. Suda erimesi 25C de 1,34 gr/100ml, organik çözücülerde erimesi alkol, eter ve kloroformda olur.

MeBr normal atmosfer basıncında çabuk ve kuvvetli nüfus kabiliyetine sahiptir. Düşük miktarlarda kokusuzken, fazla miktarlarda ise kuvvetli küf kokusuna sahiptir. MeBr'in çok fazla miktarlar dışında kokusu fark edilmediğinden imalat aşamasında göz yaşartıcı özelliği olan kloropikrin ile karıştırılmaktadır. (Anonymous, 1991, Braun ve Supkoff,1994).

Toprak sıcaklığı fumigasyon için önemlidir. Soğuk topraklarda buhar çabuk yoğunlaşır ve bu nedenle daha çok buharlaşmaya ihtiyaç duyulur (Kadiroğlu, ve Kaplan 1998, Wang et al, 1997) MeBr sıcak veya soğuk gaz şeklinde olmak üzere 2 şekilde uygulanır. İster sıcak ister soğuk gaz metodu olsun, fumigasyon uygulamasında gereken başarının elde edilebilmesi için uygun toprak hazırlığı gerekmektedir Bunun için, uygulama yapılacak olan toprağın tavında olması gerekmektedir. Islak topraklar soğuk olacağından buharlaşmada daha uzun zaman ve ısıya ihtiyaç duyulur. Toprakta bulunan fazla su, kimyasal dezenfektanların etkisini azaltır. Toprağın fazla kuru olması halinde ise toprak zerrelere tarafından oluşan boşluklar gerek buhar ve gerekse kimyasal maddelerin tam yarar sağlamadan toprağı terk etmesine neden olur (Kadiroğlu, ve Kaplan 1998).

Organik gübre ve kum gibi toprağı ilavesi düşünülen her türlü materyalin dezenfeksiyondan önce yapılması gerekir. Kimyasal dezenfektanlar bu ayrışmamış maddelerle reaksiyona girip etkinliklerini yitirebilirler (Kadiroğlu ve Kaplan 1998).

2. METİL BROMİD'İN ÖNEMİ VE KULLANIM ORANLARI

MeBr bütün dünyada her yıl yaklaşık 76000 ton kullanılmaktadır. MeBr' nin kullanımlarının çoğunluğu Kuzey Amerika' da olup (%43), Asya ve

Avrupa' da % 24, Afrika, Güney Amerika ve Avustralya' da % 9' dur. Türkiye' de 1997 yılında kullanılan toplam MeBr' din % 50' den daha fazlası Akdeniz Bölgesinde tüketilmiştir.

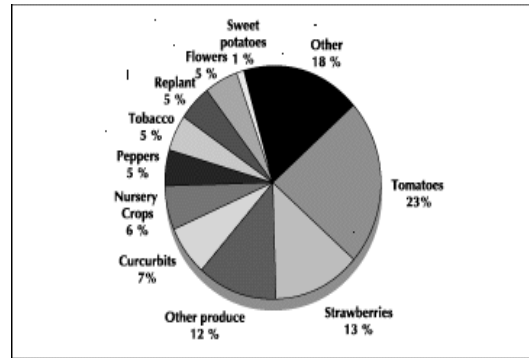
A.B.D.' de üreticiler MeBr' nin % 81' ini sebze, meyve bahçesi, fidanlık ve diğer ürünler için toprağın hazırlığında kullanmaktadır. İspanya' da mevcut olan MeBr tüketimi 3.143 ton olarak belirtilmektedir (Bello et al, 2001).

Çizelge 1 : Türkiye' de kullanılan alanlara bağlı olarak MeBr tüketimi (ton)

		Miktar (MT)			
		1994	1995	1996	1997
Tüketim alanı					
1	Örtü alanı yetiştiriciliği	438	405	559	606
2	Ambarlanmış ürünler	Veri yok	7.8	32	12.3
3	Karantina	8.2	7.9	7.1	5.4
4	MeBr ithalat miktarı	314	701	964	841
İthalat– (1+2+3)		-132.2	+365.9	+365.9	+217.3

Kaynak: Türkiye MeBr eylem planı ve yönetmeliği

Dünya MeBr tüketimi 1996 yılı hesaplamalarına göre, 66.750 ton olarak hesaplanmıştır. yaklaşık % 76 sı toprak uygulaması, % 15'i dayanıklı ürün ve binalarda, % 9 luk kısmı ise kolay bozulur ürünlerin fumigasyonu için kullanılmıştır (Batchelor and Ohm 1999).



Şekil 1: Dünyada metil Bromid'in ürünlerde kullanım oranları

Çizelge 2. Avrupa Birliğine üye ülkeler tarafından belirlenen 1998 yılında MeBr' nin satış miktarı (Kaynak: EC. 1999)

Ülkeler	1998 yılında satılan MeBr miktarı (Ton)	Avrupa komisyonunda MeBr' nin toplam satış oran(%)
İtalya	5,55	42,57
İspanya	5,16	39,57
Fransa	785	6,02
Yunanistan	736	5,65
İngiltere	319	2,45
Portekiz	285	2,16
Belçika	151	1,16
Almanya	49	0,38
Avusturya	0,59	0,01
Hollanda	1	0,01
Danimarka	0	0,00
Toplam	13,03	100,00

3. METİL BROMİD' İN İNSANA, ÇEVREYE VE OZON TABAKASINA OLAN ETKİLERİ

MeBr' in (CH_3Br , Bromomethane, MeBr) stratospheric ozonu tüketici etkisi olan bir kimyasaldır. MeBr ozonu tüketen önemli bir maddedir. Stratospheric ozon moleküllerinin tükenmesi ozon tabakasının incelmesine, çok fazla miktarda ultraviyole ışınlarının dünya yüzeyine ulaşmasına neden olur. Dünyanın yüzeyine olan bu radyasyon artışı insanlara, bitkilere ve biyolojik organizmalara zararlıdır.

Gerçekte bromun bir atomu klorun bir atomundan 50 kat daha fazla zararlıdır. (Cartia et.al. 1999, Anonymous, 1999; Anonymous, 1995).

MeBr ile yapılan toprak uygulamalarında karşılaşılan başlıca sorunlar, uygulama sırasında çok fazla miktarda atmosfere gaz kaçırların olması, uygulamadan sonra ise toprakta bromid kalıntılarının oluşmasıdır. Bu

durum özellikle yeşil aksamı tüketilen bitkilerde büyük önem taşır ve yaşlı yapraklar genç yapraklara nazaran daha fazla Bromid içerir. Bu gibi sebzeler, tolerans sınırının üzerinde Bromidi kökleriyle alabilirler (Kadiroğlu, A. ve Kaplan, M. 1998, Anonymous, 2001). MeBr' le fumigasyona tabii tutulmuş topraklarda yüksek Bromid seviyesi, sebzelerde ve birçok bitkide fitotoksik özelliğe sahiptir. Karanfil Bromid'e karşı hassastır ve fitotoksik simptomlar ortaya çıkabilir. MeBr' nin ozon tüketim potansiyelinin olması, toprakta brom kalıntısı oluşturmasının yanı sıra Mikorizal fungus ve bitki büyümesini ilerleten yararlı mikroorganizmaların yok olmasına sebep olmaktadır (Malathrakis, 1999).

Fumigasyon yapılmış topraklarda yetiştirilen bazı bitkilerde gelişme geriliği gözlemlenebilir. Böyle bitkilere örnek olarak; turunçgil fidanları, pamuk, kereviz, biber, soğan, sarımsak, havuç ve yerfıstığı verilebilir. MeBr saturasyon, p^H , kireç, organik madde, P_2O_5 ve K_2O üzerinde önemli bir değişikliğe neden olmamasına karşın genellikle tuz konsantrasyonunu düşürmüştür (Esentepe ve ark, 1983).

Banks (1995), yaptığı çalışmada Kolombiya topraklarının genellikle asidik ve çok fazla miktarda organik madde içerdiğini ve bu toprakların diğer topraklara nazaran daha fazla MeBr tutulmasına neden olduğunu, bunun sonucunda da bitkilerin gelişmesine engel olmadığına fakat fitotoksiteye neden olduğunu saptamıştır.

4. METİL BROMİD İN YASAKLANMASI

Günümüzün en önemli çevre sorunu olarak bilinen ozon tabakasının delinmesini önlemek amacıyla Montreal

protokolü düzenlenmiştir. Montreal protokolü ozon tüketimine zarar veren etkilerden dünyayı korumak için oluşturulan uluslar arası bir anlaşma olup, 16.6.1987 tarihinde yürürlüğe konulmuştur. Bu protokole yaklaşık 160 ülke katılmıştır. Türkiye bu protokole taraftar bir ülkedir. Ülkemiz için yürürlük tarihi ise 19.12.1991 tir. Bu protokolün amacı; ozon tabakasını değiştiren maddelerin üretim ve tüketimleri göz önüne alınarak kontrol önlemlerinin alınması veya bunların tamamen ortadan kaldırılması ve bunların yerine gelebilecek alternatiflerin araştırılması şeklindedir. Bu işlemler yapılırken gelişmekte olan ülkelerin bu maddelere olan ihtiyaçları göz önüne alınarak yapılmıştır.

Gelişmiş ülkeler için ;
 1999 yılında %25 oranında azalma
 2001 yılında %50 oranında azalma
 2003 yılında %70 oranında azalma
 2005 yılında tamamen ortadan kaldırılacaktır.
 Gelişmekte olan ülkeler için;
 2005 yılında %20 oranında azalma
 2015 yılında MeBr tamamen ortadan kaldırılacaktır.

5. METİL BROMİD ALTERNATİFLERİ İÇİN YAPILAN ARAŞTIRMALAR

Metil Bromid kullanım alanı çok geniştir ve kullanımını tamamen yasaklandığı zaman MeBr ile eşdeğer etkiyi sağlayacak bir uygulama halen tam anlamıyla yoktur. Bu nedenle Alternatif olarak sunulan materyallerin tamamen MeBr ile özdeş olması şart değildir. Ancak kullanılan materyalin ekonomik ve etkili olması oldukça önemlidir.

Toprak fümigasyonu için önerilen materyaller bitki zararlılarına, ürüne, coğrafik yerleşime, yıl periyodu ve toprak türü gibi çoğu faktörlere bağlıdır. Yapılan çalışmalarda MeBr' in yerini alabilecek bazı uygulamalar bulunmuştur. Ancak bunların bazılarının etkilerinin sınırlı olması ve pahalı olmalarından dolayı kullanımları pek yaygın değildir.

Türkiye ve dünya' da günümüzde MeBr için kullanılan en yaygın uygulamalar: Solarizasyon, 1-3-Dichloropropen, Buhar uygulaması, Kloropikrin, Basamid, Metam sodyum, Metil iyodür, Topraksız kültür, Sıcak su uygulaması, Bitkisel kökenli preparatlar, Biofumigasyon vs.' dir.

Çizelge 3: Türkiye için MeBr azaltma tablosu

Hedeflenen Tarih	İthal Edilebilecek Miktar (Kg)	Açıklama
1.1.1999	834.000	1994-98 ortalaması
1.1.2000	800.000	Tütünde kullanımı % 50 azaltılacak
1.1.2001	750.000	
1.1.2002	600.000	Depolanmış ürünlerde kullanımı % 50 azaltılacak
1.1.2003	500.000	
1.1.2004	400.000	Tütün ve Depolanmış ürünlerde kullanımı tamamen sonlandırılacak
1.1.2005	300.000	
1.1.2006	200.000	
1.1.2007	100.000	
1.1.2008	-	Taşıma öncesi ve karantina amaçlı uygulamalar devam edecektir.

Kaynak: Türkiye MeBr eylem planı ve yönetmeliği

İtalya' da ki çalışmalarda , toprak dezenfeksiyonu için MeBr' ye mümkün olan alternatifler arasında nematitler, toprak solarizasyon, buhar, dayanıklı depo kökler ve dayanıklı kültüvarlar ya da bunların kombinasyonunun kullanılabilceği görülmüştür (Greco 1999).

Son yıllarda İtalya MeBr kullanımından kaçınmak için toprak solarizasyonu ve biofumigasyon gibi çevreye güven veren yaklaşımlar içerisine girmiştir (Cartia ve Di Primo 1999).

1-3-Dichloropropen nematod kontrolünde MeBr gibi etkilidir. Fakat böcek veya fungus kontrolünde çok fazla bir etkisi yoktur (Braun, Supkoff , 1994, Anonymous 2000).

Solarizasyon ile ilgili araştırmalar ülkemizde ilk kez 1981 yılında uygulanmaya başlanmıştır. Solarizasyon uygulaması, özellikle sera şartlarında üretimin sınırlandığı sıcak yaz mevsimine sahip olan ve dolayısıyla yüksek miktarlarda güneş enerjisi olan ülkelerde bu yöntemin uygulanması daha uygun olmaktadır. Özellikle ülkemizin Akdeniz bölgesinde bu yolla toprak kökenli patojenler ve nematodlar baskı altında tutabilirler. Ancak modern seracılıkta üretim tüm dönemde devam ettiği için bu yöntemin kullanılması sınırlıdır. Solarizasyon uygulanmasında istenilen başarıyı elde etmek için bazı şartlar vardır. Bunların en başında solarizasyon uygulaması için sıcaklığın en fazla olduğu ve güneş ışığının en yoğun olduğu zamanlarda yapılmalıdır. Toprak suya iyice doyurulmalı ve toprak yüzeyi düzelterek plastikle kapatılır. Bu şekilde toprağın 4-6 hafta kapalı olarak bekletilmesi gerekir.

Kıbrıs' da domates yetiştiriciliğinde temmuz ve ağustos aylarında 8 hafta uygulanan solarizasyon ile eylül ayında uygulanan (80 gr/m² MeBr) ile karşılaştırıldığında her ikisi de

Fusarium solgunluğuna ve mantari kök çürüklüklerinin kontrolünde ve kök ur nematodlarına etkili bulunmuştur. Solarizasyonla nematod kontrolü % 50' yi aşamamıştır. Solarizasyon eğer diğer entegre mücadele yöntemleriyle birleştirilirse nematod kontrolü için daha etkili olacağı düşünülmektedir (Ioannou, 1999).

Onan vd. (1994) Ege bölgesinde yaptıkları solarizasyon çalışmasında; solarizasyonun altı haftalık süreç içerisinde topraktaki mikroskloret populasyonunu ortalama %95.7 geriletmiştir. Gerileyen mikroskloret populasyonunu bir yıl sonraki pamuk ekim döneminde de sabit kalmıştır

Yücel (1991) *Phytophthora capsici* üzerine yaptığı solarizasyon çalışmasında gömülen patojen inokulumuna etkisi 5 ve 15 cm'de görülmüş, 30 cm' de çok az, 45 cm' de ise etkili bulunmamıştır. Hastalık çıkışı her 3 uygulama içinde (MeBr, solarizasyon, solarizasyon+1/2 MeBr) beklenenin üzerinde olmuştur. Sırasıyla en iyi etkiyi MeBr, solarizasyon+1/2 MeBr ve solarizasyon göstermiştir. Fakat biber dikimini takip eden ilk 3 ay boyunca kontrol dışındaki diğer uygulamaların özellikle solarizasyon uygulamasının yapıldığı parsellerde bitkilerin gelişimi çok iyi olmuştur .

Kıbrıs, Güney Avrupa ve Akdeniz bölgeleri için yalnızca solarizasyon yada solarizasyonla birlikte diğer kontrol metotları kombinasyonunun kullanımı alternatif olarak görmektedir. Kıbrıs' da açık tarlada yapılan domates üretiminde solarizasyon uygulaması haziran-ağustos' da 7-8 hafta uygulanmış ve toprak sıcaklığı max. 10-11 °C arttığını, toprakta *Fusarium spp.*' nin yoğunluğu populasyonun % 88-93 kadar azaldığını ve domateslerde *Verticillium spp.* ve *Fusarium spp.* solgunluk hastalıklarının kontrolü için etki sağladığını gözlemlemişlerdir. Aynı zamanda

solarizasyonun %90 yabancıotları kontrol ettiği ve meyve üretiminin % 60-135 arttırdığını gözlemlemiştir (Ioannou 1999).

İtalya' da bazı araştırmacılar, sera ürünlerine önemli zarar veren nematodlar için Haziran-Ağustos aylarında 45-60 gün süresince yapılan toprak solarizasyonu toprağın üst profilinde nematodu yok ettiğini saptamıştır. Farklı toprak altı patojenleri toprakta mevcut olduğu zaman, bir nematisidle toprak solarizasyonu veya bir nematisidle bir fungusidin kombinasyonunun çok daha etkili olabileceğini düşünmektedir (Greco 1999).

Cartia and Primo (1999) İtalya' da yaptıkları çalışmada solarizasyon ve brofumigasyon gibi çevreye güven sağlayan ve MeBr kullanımını azaltan yaklaşımlar dikkate almışlardır. Colobrio ve Scilya' da solarizasyon ve biofumigasyonla, *Sclerotinio cepivorum*, *F.ox.melonis (FOM)*, *f.ox. f.sp-radicalycopersici (FORL)* gibi toprak altı bitki patojenlerinin kontrolü üzerine 3 yıllık bir çalışma yapmışlar ve bunun sonucunda Toprak solarizasyonu için uygun iklimik koşullara bağlı olarak, Güney İtalya için toprak solarizasyon metodu çevreye güvenli ve yapılabilir özellikte olduğunu saptanmışlardır.

Tezcan ve Yıldız (1991). Tarla koşullarında yaptıkları çalışmalarda *M.phaseolina*, *F. oxysporum* ve *R. Solani'* nin yalnız başlarına ve birlikte bulduklarında oluşturdukları hastalık şiddeti, değişik ekim zamanlarında ve klasik sulama ile susuz kavun yetiştiriciliğini araştırmışlar Bu üç fungusun birlikte bulunması halinde hastalık şiddeti yalnız başlarına olduğundan daha yüksek bulunmuştur. Ekim tarihinin ve sulamanın ise hastalık şiddetine etkisi önemsiz olarak bulunmuştur. Ekim tarihi ile hastalık oranı arasında herhangi bir ilişki bulunmadığını saptamışlardır.

A.B.D' de Çevreyi Koruma Derneği 19 Nisan 2000 tarihinde, harpin proteinini içeren sentetik bir pestisit kayıtlamıştır. Deneme U.S., Meksika ve Çin' de 600'den fazla deneme ile yürütülmüştür. Harpin proteinleri belirli nematod ve toprak fungusları için 40'dan fazla bitki ürünleri (domates, biber, çilek ve citrus) türlerinde dayanıklılığı arttırdığını göstermiştir. Bu testlerde harpin proteinleri aynı zamanda yiyeceklerin kalitesinde gelişme ve yüksek ürün artışı sağladığını göstermiştir. Harpin proteinleri toksik olmaması, insan sağlığına ve çevreye risk oluşturması beklenmediğinden dolayı MeBr' ye alternatif olarak düşünülmektedir.

Yalnızca nematisit özelliği nedeniyle MeBr' ye benzeyen fumigant 1,3-dichloropropene (1,3-D)' dir. Bu fumigant havada 7-12 saat gibi kısa bir hayat ömrüne sahip olmasından dolayı ozan tabakasına zarar verici etkiye sahip değildir. 1,3-D fumigantı MeBr için çoğu uygulanabilir alternatiflerden biri olarak dikkate alınmıştır (Gullino,1998).

Kloropikrin (CP), nematod, bakteri, fungus, böcek ve yabancıotların kontrolü için kullanılabilir fakat MeBr ile karşılaştırıldığı zaman yabancıot ve nematod kontrolü için fazla etkili değildir. Aynı zamanda CP böcek, sümüklü böcek, salyangoz, kulağakaçan, tırtıl, köklerde zarar yapan buğday biti, pamuk kurdu ve köklerde zarar yapan hastalık ve nematodların kontrolünü sağlayabilir. CP ozon tabakasına olumsuz bir etkisi yoktur. Güneş ışığında hızla degradesyona uğrar. CP toprakta CO₂ formunda kullanılır ve bitki dokusunda birikmez. Suda çözünmez ve bu yüzden yeraltı sularına tehdit yaratmaz. CP'in hayvan hücrelerinde birikmesi söz konusu değildir. Araştırmalar CP' in diğer kimyasallar ile bileşimiyle kullanıldığı zaman daha etkili olduğunu göstermiştir. (Anonymous 1996).

Buhar uygulaması; toprak kaynaklı hastalık ve zararlıların kontrol edilmesinde en etkili yoldur.

Uygulama esnasında dikkatli olmak gerekirse de kimyasal yöntemlere göre daha güvenilir ve toksik etkisi daha az olan bir yöntemdir. Ancak yakıt masrafları arttığı için pahalı bir sistemdir. Toprağın buharla steril edilebilmesi için 82°C' de 30 dakika ısıtılması gerekir. Eğer toprak 82 °C 'yi aşan sıcaklığa kadar ısıtılırsa özellikle organik maddece zengin topraklarda yüksek miktarlarda amonyum, mangan, nitrit, organik asitler ve zararlı eriyebilir tuzların açığa çıkması, p^H'nin düşmesi ve mikoriza mantarları gibi yararlı mantarların öldürülmesi gibi sorunlarla karşılaşabilir (Kadiroğlu ve Kaplan 1998).

Dazomet (Basamid), toprak kökenli patojen ve zararlılarına karşı geniş bir etkiye sahiptir. Dazomet granülleri diğer kimyasal alternatiflere nazaran daha güvenilir ve ekonomiktir. Cilt ve gözlerde rahatsız edici gibi istenmeyen yan etkiler meydana getirmektedir (Anonymous, 2000, Braun and Supkoff, 1994).

Ioannou, (1999) yapmış olduğu in vitro çalışmalarında Metil iyodür' ün, toprak altı bitki patojenlerinin kontrolü için çok etkili olduğunu saptamıştır.

Eayre vd. 2000 Kayısı dikiminden önce topraklarda yaptıkları MeBr ve MI çalışmasında, fumige edilen topraklarda yetiştirilen kayısı ağaçları ve uygulama yapılmayan topraklarda gövde çapı ölçülerek ve budama yapılarak kesilen dalların ağırlığı hesaplamıştır. MI ile fümige edilen alanlar MeBr ile fümige edilen alanlarda gövde çap, dalların ağırlığı, *Paratylenchus sp.* nematodunun populasyon yoğunluğunun azalması ve dikim öncesinde ortaya çıkan hastalıkların kontrolü bakımından karşılaştırıldığında farklılık yoktur.

Biofumigasyon MeBr' ye iyi bir alternatif olarak gösterilmiştir. Tekniğin uygulanması kolay ve fiyatı düşüktür. Dominik cumhuriyeti'nde tütün tohumlarının üretimi için 50t/ha alanda brassica ürün kalıntıları kullanılarak

yapılan toprak biofumigasyonu MeBr' ye en iyi alternatif olarak gösterilmiştir. Biofumigasyon alanlarında bitkilerin kalitesi, bitkilerdeki çimlenme oranı ve sağlıklı bitki sayısı daha fazladır. Biofumigasyon IPM' nin bir parçası olarak kullanıldığı zaman MeBr kullanımı için etkili ve sürdürülebilir bir alternatif olabileceğini düşünülmektedir (Gonzalez 1999).

Tello (1992) yapmış olduğu çalışmada, İspanya'da domates üretiminde MeBr' ye alternatif olarak patojenlere dayanıklı hibrit varyeteler ve toprak fumigasyonu, kullanımı şeklindedir. Domates yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlarda kullanılan long life çeşidi normalde Melodigoyne adlı nematoda hassasken Mi-geni sayesinde dayanıklı hale gelmiştir. MeBr' e alternatif kontrol teknikleri biofumigasyon üzerine yapılandırılmış olup, yalnız başına yada solarizasyonla kombine edilmiş halde de kullanılırsa MeBr' ye alternatif bir uygulama olabileceği düşünülmektedir.

Bolivar (1999)' ın yapmış olduğu çalışmada, özellikle çilek ve biber üretiminde 1,3. Dichloropropene bağlı kimyasal uygulamalar ile kloropikrinin (yaklaşık %65:35) denenmiş ve MeBr'le benzer sonuçlar verdiğini göstermişlerdir. Uygun koşullar altında, biofumigasyon+ solarizasyon uygulamaları toprakaltı zararlılarının kontrolü için iyi sonuç verdiğini fakat solarizasyon ve yalnızca biofumigasyon uygulamalarının ayrı ayrı u y g u l a n m a s ı n d a M e B r ' l e karşılaştırıldığında toprak altı zararlılarının kontrolünde zayıf performans gösterdiğini saptamıştır.

Cartia (1999), *Fusarium oysporum. F.sp. melonis (FOM)* ve *fusarium oysporum.F.sp. radicylycopersici (FORL)* kontrolü için yaptığı denemelerde, toprak solarizasyonu, biofumigasyon, MeBr' din azaltılmış (30g/m²) oranı ve dayanıklı tolerans kök

stokları üzerine aşılana bitkiler kullanmıştır. Toprak solarizasyonu ve IPM kapalı tünel ve plastik seralarda Güney İtalya'nın yaz koşulları altında FOM ve FORL hastalıklarına karşı etkili olduğu ve ayrıca kontrolle nazaran ürün artışının olduğu gözlemlenmiştir.

Bitkilerden elde edilen eterik yağların çoğu antifungal aktiviteye sahiptir ve fungus gelişmesine inhibitör etki gösterebilmektedir (Thomson ve Charlene 1986).

Mennan vd. (2000) yaptıkları çalışmada, *Datura stramonium* L. (Şeytan elması), *Xanthium sativum* L. (pıtıracık), *Urtica urens* L. (Isırgan) ve *Allium sativum* L. (Sarımsak) bitkilerinden elde edilen ekstraktların, *Meloidogyne incognita*'nın yumurta açılımına, bulaşma derecesine ve domates bitkisinin gelişimine olan etkilerini incelemiş ve bu ekstraktların tamamı, *M. incognita*'nın yumurta açılımını engellemiştir. Bitki başına 10 ml ve 20 ml olarak 2 ayrı dozda ekstrakt uygulanan domateslerde, nematodun bulaşması baskılanarak bitki gelişimi artmıştır.

Yanar (2001) yaptığı çalışmada, *Melia azadirachta* L.(Tespah ağacı), *Urtica urens* L.(Isırgan), *Xanthium strumarium* L. (Domuz pıtrağı), *Allium sativum* (Sarımsak) ve *Thymus cilicicus* Boiss.et Bal.(Akdeniz kekiği) bitkilerine ait bitki ekstraktları ile keten, susam ve badem yağının farklı dozlarının (1,2 ve 3 g/l) *Rhizoctonia solani* Kühn ve *Phytophthora capsici* Leon.'nin miselyum gelişimi üzerine etkileri araştırılmış ve bu çalışmadan elde edilen verilere göre kekik ekstraktı her iki patojenin de gelişmesini kontrole göre % 90–95 oranında engellemiştir. Domuz pıtrağı ekstraktı *P. capsici*'nin miselyum gelişimini %90 oranında sınırlarken *R. solani*'de bu etki %20 oranında bulunmuştur. Diğer taraftan ısırgan ekstraktı *R. solani*'de yüksek oranında engelleyici etki gösterirken *P. capsici*'de bu etki çok düşük olmuştur.

Çakır ve Yeğen (1991) Antalya ve çevresinde doğal olarak yetişen bazı bitkilerin tarım alanlarında önemli ürün kayıplarına yol açan dört fungal bitki hastalık etmenleri üzerinde ki etkileri araştırmışlardır. Bitkilerin kullanılan dozları ile fungusların misel gelişmeleri arasında logaritmik ilgi olduğu bulunmuştur. Bitkilerin kullanılan dozlarının miktarları artıkça misel gelişmeleri genellikle devamlı olarak azalmıştır. Bitkilerin 100 ml ortam içerisinde 6.4 gr. Kuru ağırlığına eşdeğer tüm içeriklerinin fungusların inkübe edildiği süre içerisinde %100 oranında misel gelişmesini engelleyen bitkiler *F. Monoliforme* için karabaş kekik, *R. Solani* ve *S. Sclerotiorum* için iki kekik türü ve *P. Capsici* için yine iki kekik türü ve andız otu olmuştur. Bunların dışında kalan bitkiler fungusların inkübe edildiği süre içerisinde misel gelişmelerini engelleme oranları genellikle giderek azalmıştır. Bazı bitkilerde ise inkübe edilen sürenin sonunda fungusların misel gelişmelerini hiç engellemediği görülmüştür.

Yapılan çalışmalarda Abamektin MeBr ile benzer etki göstererek, domateslerde kök ur nematodlarına iyi bir kontrol sağlamıştır. Abamektin ile mücadele fiyatı MeBr'den daha düşük, elde edilen kazanç MeBr'den daha fazladır. Abamektin uygulaması oldukça basittir ve fitotoksik değildir. Bu yüzden uygulamadan sonra fide dikilebilir. İhtiyaç duyulan miktar çok küçüktür (180g/ha) ve ürünün memelilere toksitesi düşük olduğu saptanmıştır (Gonzalez 2000).

Payan ve Dickson (1999) Sera koşulları altında domates seralarında yapılan kök ur nematodlarına karşı (*Meloidogyne incognita*) Abamectin (Agri-Mek)'nin etkisi değerlendirilmiştir. Damlama sulama sistemiyle araziye 0.01 kadar düşük bir oranın bile uygulanması domates kökleri üzerinde nematod penetrasyonunu tamamen engellediği,

ürünü arttırdığı ve nematod populasyon uygulamasını azalttığı gözlemlenmiştir.

Bazı araştırmacılar MeBr uygulamasının yasaklanması nedeniyle, Araştırmalarını fidanlık ve geniş sebze alanlarında sıcak su uygulaması üzerine yoğunlaşmışlardır. Toprak patojenlerinin geniş bir oranının kontrolünü sağlayabilen sıcak su uygulaması 1993'ün sonunda toprak işleme sistemi için dizayn edildi. Sıcak su kullanılarak toprak sterilizasyonunun başarısı toprak koşullarına, toprak işleme ve toprağın lethal sıcaklığının sabit sıcaklığını sağlayan dozaj gerekmektedir Etkili nemotad kontrolü için hektara yaklaşık olarak 37,85–75,7 litre sıcak su gerekmektedir. Toprak işleme ve sıcak su uygulaması yapıldıktan sonra seralarda bitki yatakları hazırlığı için üreticiler toprak soğutulduktan sonra tarlaya bitkileri dikebileceğini saptamışlardır (Chrysochoou 1999).

6. SONUÇ

MeBr ozonu tüketen önemli bir maddedir. Stratosferik ozon moleküllerinin tükenmesi ozon tabakasının incelmesine, çok fazla miktarda ultraviyole ışınlarının dünya yüzeyine ulaşmasına neden olur. Dünyanın yüzeyine olan bu radyasyon artışı insanlara, bitkilere ve biyolojik organizmalara zararlıdır ve bu şekilde iklim değişikliklerine kadar varabilen yan etkilere neden olabilmektedir. Eğer MeBr kullanımı ve yayılışı zamanında kontrol edilmezse stratosferik atmosfer içerisinde yayılışına devam edecek ve böylelikle ozon tabakasının incelmeye giderek artacaktır. Dünyanın yüzeyine ulaşan radyasyon miktarının artması kanser hastalıklarının artmasına ve sağlıklı ürünlerin oluşmasına neden olacaktır. Ayrıca bu şekildeki preparatlar

doğrudan veya çeşitli toksik bileşikler halinde taban suyuna geçerek tüm canlıları ve insanları olumsuz yönde etkileyecektir. Yapılan alternatif çalışmalar ise ya pahalı olmakta ya da MeBr' de olduğu gibi istenmeyen yan etkiler oluşturmaktadır. Bu nedenle bitki hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı etkisi iyi olan, ekonomik, insanlara ve çevreye zararlı etkisi olmayan çalışmalara önem verilmelidir.

KAYNAKLAR

- Anonymous. 1995. Metam sodium as an alternative to methyl Bromide for fruit and vegetable production. Alternatives to Methyl Bromide Ten Case studies. Soil, commodity, and structural use. S.: 13-15. July.
- Anonymous. 1999. EPA Updates the environmental impact of methyl bromide. On line <http://www.epa.gov>. Erişim tarihi 12. January.
- Anonymous. 1999. Sayılarla tarım 1989-1998. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Antalya İl Müdürlüğü. Antalya.
- Anonymous. 2000. Türkiye metil bromür (MeBr) eylem planı ve yönetmeliği T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü.
- Banks, H. J. 1995. Agricultural production without methyl bromide four case studies. CSIRO, December. ISBN 0-643 05 844 3, Australia.
- Batchelor, D. 1998. The current status of methyl bromide in the European Community. On Line, www.TEAP.org.
- Batchelor, T. and Ohm, D. 1999. The current status of methyl bromide in the European Community. 3rd International Workshop on Methyl Bromide alternatives, 7-10 December. Heraklio of Grete Greece.
- Bello, A., Lopez-Perez, J.A., Diaz-Viruliche, L., Tello, J. 2001. Alternatives to methyl bromide for soil fumigation in Spain. International Workshop in soil disinfection Agadir, 5-6 October, Fas.

- Besri, M. 1999. Towards the development of sustainable alternatives to methyl Bromide for the control of green house tomato soil borne pathogens in a developing country: Moracco. 3rd International Workshop on Methyl Bromide alternatives. 7-10 December. S. 136-138. Heraklio of Grete Greece
- Bolivar. J.M., 1999 Current status of methyl bromide alternatives in Spain. 3rd International Workshop on Methyl Bromide alternatives .Heraklio of Grete Greece , 7-10 december.sf. 139.
- Braun, A.L. and Supkoff, D. M. 1994. Options to methyl bromide for the control of soil-borne diseases and pests in California with reference to the Netherland. Pest management analysis and planing program. PM 94-02. July.
- Cartia, G. and Di Primo, P. 1999. Alternatives to soil fumigation with Methyl Bromide for the control of soil borne plant pathogens in southern Italy. Seventh SIPaV annual meeting. *Plant pathology and Sustainable Agriculture*. Piacenza, 23-24 September.
- Cartia. G. 1999. Soil solarization and IPM as alternatives to methyl bromide soil fumigation. 3rd International Workshop on Methyl Bromide alternatives .Heraklio of Grete Greece , 7-10 december. sf. 140.
- Chrysochoou, A. P., 1999. Alternative method of methyl bromide in tobacco crop in Greece. 3rd International Workshop on Methyl Bromide alternatives .Heraklio of Grete Greece , 7-10 december 1999.
- Çakır, C., Yeğen. O., 1991. Antalya ve çevresindeki bazı bitkilerin ve uçucu yağlarının fungitoksik potansiyellerinin araştırılması. VI. Türkiye fitopatoloji kongresi 7-11 ekim 1991 İzmir Bildiriler sf. 213-218.
- Eayre, C. G., Sims, J.J., Ohr, H.D., and Mackey, B., 2000. Evaluation Of Methyl İodide For Control Of Peach Replant Disorder. *Plant disease* / November . 84. 1177-1179 . Publication. No: D-2000-0830-01R
- Esentepe, M., Sarıbay A., ve Yalçın O., 1983. Investigations on The Effects of Various Soil Sterilization Types and Some Fungicides Used in Vegetable Seedbeds and Greenhouses to Soil Mycoflora in Ege Region. *J. Turkish Phytopath.*, 2, (2-3), 49-60.
- Gonzalez, J. A. 1999. Biocontrol as alternative to the use of methyl bromide for oil fumigation. International Workshop in soil disinfestation Agadir, 5-6 October. Morocco.
- Gonzalez, J. A. 2000. Biocontrol as alternative to the use of methyl bromide for oil fumigation. FAS
- Greco. N. 1999. Alternatives to methyl bromide to control plant parastic nematodes in greenhouses.1999. 3rd International Workshop on Methyl Bromide alternatives .Heraklio of Grete Greece , 7-10 december . sf. 146-148
- Gullino, M.L. 1998. Status of Methyl Bromide Alternatives for Soil Fumigation in Southern Europe. Methyl Bromide Alternatives for North African and Southern European Countries. Italy.2629 May. S. 87-92. ISBN: 92-807-1803-3.
- Ioannou, N. 1999. Alternatives to methyl bromide for the management of soil-borne plant pathogens in Cyprus. 3rd International Workshop on Methyl Bromide Alternatives .Heraklio of Grete Greece, 7-10 December.
- Kadiroğlu A. ve Kaplan A. 1998. Toprak Dezenfeksiyonu ve Etkileri . Akd. Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi , 11,105-116.
- Malathrakis, N. E. 1999. Soil fumigation with methyl bromide: Advantages and disadvantages. 3rd *International Workshop on Methyl Bromide alternatives*. 7-10 December. Heraklio of Grete Greece . S. 46.
- Mennan, S., Ecevit, O. ve Mennan, H. 2000. Bazı bitki ekstraktlarının kök-ur nematodu (*Meloidogyne incogita*) (kofoid ve White,1919)' na nematisid etkilerinin araştırılması. *Türkiye Herboloji Dergisi*, Cilt 3, Sayı 1, S: 1-19.
- Onan, E., Karcılıoğlu, A., ve Çimen, M.,1994. Effect of Soil Solarization in Controlling *Verticillium Wilt* of Cotton in Aegean Region of *Türkiye*. *Journal Turkish Phytopathology*, Vol.23, No.1, 1-7.
- Payan, L.A. And Dickson, D. W., 1999. Efficacy of Abamectin (Agri-Mek 0.15 EC) against the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on tomato. Caribbean Division Meeting Abstracts. June 21-25, 1999-San Juan, Puerto Rico. Posted online June 23. Publication no. P-2000-0010-CRA.
- Selçuk, H. 1984. Uygulamalı fümigasyon ve dezenfeksiyon. Dizerkonca matbaası, İstanbul, 2. baskı.

- Tezcan, H., Yıldız, M. 1991 Ege bölgesinde bazı toprak kaynaklı fungusların neden olduğu kavun kurumaları üzerine araştırmalar. VI. Türkiye fitopatoloji kongresi 7-11 ekim 1991 İzmir Bildiriler sf. 121-124.
- Tello, S. 1992. Tomato production in Spain without methyl bromide. Methyl Bromide Alternatives for North African and Southern European Countries. Chapter 17. S.161-171. ISBN: 92-807-1803-3.
- Thomas, B. 1999. The International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. February 17.
- Thomson, D.P. and Cannon, C. 1986. Toxicity of essential oils on toxigenic and nontoxigenic fungi. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 36:527-532
- Yanar, Y. 2001. Bazı bitki ekstraktlarının bitki patojeni fungusların gelişimi üzerindeki etkilerinin belirlenmesi. Türkiye III. Herboloji kongresi Bildiri Özetleri. 9-12 Ekim. S.32. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü. Ankara.
- Yücel, S. 1991. Biberlerde kök boğazı yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leon.) hastalığına karşı toprak solarizasyonu ve fümigant uygulamalarının kombinasyonu üzerine çalışmalar. Türkiye VI. Fitopatoloji Kongresi Bildirileri. 7-11 Ekim, S. 191-195. İzmir.
- Wang D., Yates S. R., and Gan J., 1997. Temperature Effect on Methyl Bromide Volatilization in Soil Fumigation. Reprinted from The Journal of Environmental Quality Volume 26, No.4, July-August.