



Oksiasetlenen Kaynağında Trimetil Borat Katkısı Kullanımı ve Alınması Gereken İş Sağlığı Güvenliği Tedbirleri

Dilek DURAK¹, Süleyman POLAT²

¹ Kimya Yüksek Mühendisi, Emekli Memur, Ankara/Türkiye

² Kimya Mühendisi, Emekli Subay, Ankara/Türkiye

Makale Tarihiçesi

Gönderim: 18.04.2021

Kabul: 23.12.2021

Yayın: 31.12.2021

Araştırma Makalesi

Öz- Oksiasetlenen kaynaklarında ana metal ve dolgu malzemesi çok kısa sürede önemli sıcaklık değişimlerine maruz kalır. Bu maruziyet, kaynak tabakası üzerinde kaynağın mukavemetini azaltan oksitlenme, sülfür ve nitrür oluşumuna sebep olur. Bunu önlemek için kaynağa ilave akı kullanılmaktadır. Kaynak akısı seçimi, kaynak yapılacak metal malzemeye göre yapılmalıdır. Kaynak esnasında metal yüzeyde oluşan kükürt ve fosfor nedeniyle ortaya çıkan gözenekleri önlemek için toz akı kullanılmaktadır. Kaynak tozu dezoksidan kimyasallardan metalin özeliğine göre seçilir. Pirinç alaşımlarında boraks-borik asit bileşikleri özellikle kaynak tozu olarak kullanılmakla birlikte, bu işlemlerde kaynak sonrası temizleme işlemi yapmak işin süresini uzatmaktadır. Oksigaz kaynağı operasyonlarında işlemin süresini azaltmak, oksitlenmeyi engelleyerek mükemmel kaynak yüzeyi oluşturmak, kaynak bölgesinde düzgün akışkan özellikleri elde edebilmek için alev giden gaz akısına doğrudan beslenebilen sıvı akışkanlar kullanılır. Bunların başında da bor türevi sıvılar gelir. Ortam şartlarına yakın sıcaklıklarda buharlaşabilen akı trimetil borat metanol azeo bileşiği ile gümüş, bronz pirinç ve bakır alaşımlarının kaynak işlemlerinde en iyi dayanım, azalmış dolgu metal sarfiyatı, azalmış kaynak çapağı temizleme işçiliği, kısalmış kaynak süresi, dolgu metalinin ana metale olan artan nüfuziyeti, azalmış işçilik maliyetleri elde edilmektedir. Trimetil borat sıvısı kullanımında kaynak verimi artmakla birlikte iş riski de aynı oranda artmaktadır. Basınçlı kaplar prensibine göre çalışan düzeneklerin gaz kaynağı sürecine eklenmesi sonucunda alınması gereken tedbirlerin artırılması gerekmektedir. Makalede, iş güvenliği tedbirleri açısından ilave risk değerlendirmesi ve tedbirler alınması gereken trimetil borat kimyasalının kullanımına yürürlükte bulunan mevzuat çerçevesinde dikkat çekme amacı hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler – Boraks, gaz kaynağı, oksiasetlenen kaynağı, TMB azeo, trimetilborat akı.

Usage of Trimethyl Borate Additive on Oxyacetylene Welding and Required Health and Safety Precautions

Dilek DURAK¹, Süleyman POLAT²

¹ Chemical Engineer MSc. Retired Officer, Ankara/Turkey

² Chemical Engineer, Retired Military Officer, Ankara/Turkey

Article History

Received: 18.04.2021

Accepted: 23.12.2021

Published: 31.12.2021

Abstract – During a welding process, the base metal and the filler undergo significant temperature changes in a very short amount of time. This exposure causes the formation of unwanted compounds that reduce the weld strength such as oxides, sulfides and nitrides on the welded layer. In order to prevent the welding media from interacting with the surrounding medium a welding agent is used as flux. The selection of flux material depends on the metals used. During the welding, powder flux is used to prevent the pinholes occurrence due to sulphur and phosphorus which are formed on the metal surface. The powder flux is selected from the deoxidation reagents in compliance with the characteristics of the metal. Although the borax- boric acid are essentially used as powder flux for brass alloys, the cleaning process after welding takes long time. The liquid state fluids, which can be fed directly through gas flux that flowing to flame to obtain uniform fluid characteristics on welding zone, are used in order to reduce process duration, to form a perfect welding surface by preventing oxydation. Boron derived fluids are leading of all. The ultimate strength, reduced filling metal consumption, the reduced welding spatter cleaning workmanship, shortened welding period, increased penetration of filling material through the base metal, reduced workmanship costs are achieved for welding operations of silver, brass and copper alloys with trimethyl borate methanol azeo(TMB azeo) which is vaporable welding flux at around the ambient temperature. However welding performance is improved by trimethylborate usage, occupational risks evenly increase. As a result of attaching additional equipment to gas welding process which works on the basis of pressurized containers principle, precautions taken must be increased. In this essay, it is pointed out to trimethylborate agent usage which needs to be taken additional precautions and made risk assessment in terms of occupational safety.

Research Article

Keywords : Borax, gas welding, oxyacetylene welding,, TMB, azeo trimethyl borate flux.

¹ engddurak@icloud.com Orcid id:0000-0003-2417-1763

² suleymanpolat2009@gmail.com Orcid id: 0000-0003-4780-0876

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Süleyman Polat, suleymanpolat2009@gmail.com, Ankara

1. Giriş

Türk Dil Kurumu Kimya Terimleri sözlüğüne göre kaynak, metal parçalarını ısı etkisi ile eriterek birbirlerine yapıştırma olarak tanımlanmaktadır. Uygulanacak malzeme cinsine göre metal ve plastik malzeme kaynağı olarak iki ana grupta tanımlanabilmektedir. Metal kaynağı, metalik malzemeyi ısı veya basınç ya da her ikisini birden kullanarak ve aynı cinsten veya erime aralığı aynı ve yaklaşık bir malzeme katarak ya da katmadan birleştirme; plastik malzeme kaynağı ise aynı veya farklı cinsten termoplastik (sertleşmeyen plastik) malzemeyi ısı ve basınç kullanarak ve aynı cinsten bir plastik ilave malzeme katarak veya katmadan birleştirme olarak tanımlanmaktadır. Kaynak sınıflandırması işlem amacına, imalat cinsine ve işlem cinsine göre üç ana başlıkta toplanabilir. Kaynak sınıflandırması işlem amacına göre birleştirme ve doldurma kaynağı olarak iki ana gruba, imalat cinsine göre el kaynağı, mekanik, yarı otomatik, tam otomatik kaynak olarak dört gruba, işlem cinsine göre eritme ve basınç kaynağı olarak iki ana gruba ayrılabilir.

Metallerin eritme kaynağında ark kaynağı, gaz eritme kaynağı, pirinç kaynağı, direnç kaynağı, katı hal dövme kaynağı, lehim, termit kaynağı usulleri kullanılır.

Kaynağın tarihi gelişimine bakıldığında Rus bilgin Nikolai Nikolajewitsch Bernados, 1885 yılında metal parça ile karbon elektrotlar arasında oluşturduğu elektrik arki yardımı ile metal parçalarının kaynağını yapmıştır. 1890 yılında Goldschmidt termit kaynağını bulmuştur. 1895 yılında hidrojen oksijen kesme hamlacının bulunuşu ile 1900 yılında Fouche asetilen ile gaz kaynağını geliştirmiştir. 1902'de ilk defa oksijen kaynağı demiryolu raylarında kullanılmış, 1903 yılında ise Fransız mühendisler tarafından daha da geliştirilmiştir (Carlisle, 2004).

2. Oksiasetilen Kaynakları

Kaynakların işlem cinsine göre sınıflandırmada eritme grubunda tanımlanan gaz eritme kaynakları, kaynak için gerekli ısıyı yanıcı ve yakıcı olan gazların yakılması ile oluşan alevden faydalanılarak yapılan kaynak olarak tanımlanmaktadır. Yakıcı gaz olarak genellikle oksijen kullanılmaktadır. Yanıcı gaz olarak asetilen, hidrojen, metan, propan, bütan, propan-bütan karışımı, havagazi, benzin ve benzol buharı vb. gazlar kullanılmaktadır (Geliş, 2014).

Oksijen gazı ile yanıcı gazların yanmasından oluşan kaynak alevinden yararlanılarak malzemenin bölgesel ısıtmaya tabi tutulması ile birleştirme yerinde oluşan ergimeden yararlanılarak yapılan kaynağa oksigaz (gaz eritme) kaynağı denir. İnce saçların birleştirilmesinde, boru ve kanal kaynaklarında, tamir işlerinde ve termik kesme işlemlerinde kullanılır. Oksi kelimesi yakıcı gaz olan oksijeni, gaz kelimesi ise yanıcı gazları ifade etmektedir. Oksijen kaynağında yakıcı gaz değişmez, değişen yanıcı gazdır. Buna bağlı olarak kaynağın adı belirlenmektedir. Oksiasetilen kaynağı bunların önde gelenlerindedir.

Oksiasetilen kaynağı yakıcı gaz olarak oksijenin, asetilen veya yanıcı gazlar ile meydana getirdiği karışımın üfleç ucunda yanmasıyla oluşan kaynak alevi kullanılarak yapılan bir eritme kaynak türüdür, metalleri kesme ve kaynak yapma amacıyla kullanılmaktadır. Oksijen (O₂) havanın %21'ini oluşturan, özellikle sağlık ve sanayi sektöründe sık kullanılan renksiz ve kokusuz bir gazdır. Oksigaz kaynağında kullanılan oksijen, ayrımsal damıtma ve kriyojenik yöntemler kullanılarak havanın sıvılaştırılması ve ayrıştırılması yöntemi ile elde edilmektedir. Havanın hacimce % 78 i azot, % 21 oksijen ve % 1'i argon, neon, karbondioksit, su buharı gibi öteki gazlar bulunur. Hava -196°C nin altına soğutulacak olursa sıvılaşır. Daha sonra sıvı hava buharlaşmaya bırakılacak olursa -196°C de azot uzaklaşır, geride oksijen kalır. Oksijen içindeki safsızlıklar aşamalı buharlaştırma ile uzaklaştırılır ve oksijen elde edilmiş olur. Oksijen kendisi yanmadığı halde, tüm yanma olaylarında mutlak surette bulunmaktadır. Oksijen olmadığı takdirde, yanma olayı da gerçekleşmemektedir. Bu gaz sıvı hâle getirildiğinde mavimsi bir renk almaktadır ve -183°C'de buharlaşmaktadır. Basınç altında sıkıştırılmasında bir tehlike yoktur. Gaz hâlinde, 1 litre hacim içinde 150 litre oksijen sıkıştırılabilmektedir (Aslanlar, 2009).

Asetilen (C₂H₂), karpitin yani kalsiyum karbürün (CaC₂) su ile temas ettirilmesi ile elde edilen, parlayıcı, çok kolay tutuşan parlak alevle yanan renksiz bir gazdır. İçerisindeki fosforlu hidrojen nedeniyle, sarımsağımsı bir kokuya sahiptir. Kararsız bir karbonlu hidrojen olduğu için kolaylıkla kendisini oluşturan karbon ve hidrojene ayrılarak molekül bölünmesine uğramaktadır. Ayrışma için 1,5 atmosfer 60°C'dan fazla basınç ve sıcaklık ortamı gerekmektedir. Bu ortama ulaşmış olan asetilen, yanma ve tutuşma olmadan on bir kat basınca ulaşarak patlamaktadır. Asetilenin bu özelliği nedeniyle basıncının 1,5 atmosferden fazla değerlere ulaşmasına izin verilmemelidir. Basınç 2 atmosferi aştığında, özel emniyet önlemleri alınmaz ise bir noktadan başlayan ayrışma, bütün gaz kütesine yayılarak patlamanın oluşmasına neden olmaktadır. Bu sebeple, sıcaklığın ve basıncın yükselmesine izin verilmemelidir. Asetilenin patlamasını önlemek için, basıncın 1,5 atmosfer, sıcaklığın da 60°C altında tutulması gerekmektedir.

Asetilen gazı (C₂H₂) oksijen gazı ile birleşerek yaklaşık 3200 °C sıcaklığa ulaşması nedeniyle diğer yanıcı gazlara göre daha çok tercih edilmektedir. Asetilen gazının yanma limitleri LEL (Patlayıcılık alt sınırı) ve UEL (Patlayıcılık üst sınırı), hacimsel olarak % 2.5-81'dir. Asetilen gazı, molekül bölünmesi sonucunda büyük bir enerji (8714 kJ/kg) açığa çıkarmaktadır. Bu enerjiye oluşum entalpisi denilir. Yüksek oluşum entalpisi nedeniyle, asetilenin yanıcı gaz olarak kullanılması öncelikle tercih edilmektedir.

Kalsiyum karbürün (CaC_2 , karpit) su ile tepkimeye girmesiyle elde edilen gaz halindeki asetilen saf değildir. Bünyesinde bulunan kükürt, kireç, amonyak gazı ve fosforlu hidrojen, su ile temas ettiğinde suya geçer. Ancak, fosforlu hidrojen suda erimez. Bu nedenle asetilenin bünyesinde kalır. Kaynak işlemi başladığında asetilen ile beraber fosforlu hidrojen hamlaç ucuna kadar gelir. Kaynak sırasında oksijen ile birleşmesi sonucunda, $3200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye çıkan kaynak alevi bünyesinde bulunan hidrojen molekül halinden atom haline geçer ve binlerce hidrojen atomu yüksek sıcaklıkta hızla, sıcaklık düştükçe yavaşlayarak kaynağın içinde hareket ederler. Sıcaklık düşüşü ile hareketi duran hidrojen atomu tekrar molekül haline dönüşür. Dönüşen hidrojen molekülü çok küçük mikro boşluklar oluşturur. Gözle görülmeyen bu boşluklar, metal parça kullanılmaya başladığında soğuk çatlak (hidrojen gevşekliği) olarak adlandırılan kaynak hatalarına neden olur. Bu nedenle asetilenden fosforlu hidrojenin temizlenmesi gerekir. Bunun için istihsal cihazından (karpit cihazı) elde edilen gaz asetilenden istihsal cihazı kenarına konan tüp ile fosforlu hidrojen temizlenir. Fosforlu hidrojenin temizleme işlemi absorpsiyon süreci ile sağlanır. Absorpsiyonda genellikle demir oksiklorür gibi inorganik bileşikler kullanılır. Asetilen, istihsal cihazından (karpit cihazı) elde edilerek kullanılabilceği gibi, tüplere doldurularak da kullanılır. TS EN ISO 3807 Gaz tüpleri, temel gerekler ve tip deneyler standardına göre üretimi ve dolumu yapılan asetilen tüplerinde %25 oranında gözenekli madde kullanılır. Gözenekli madde tüp içinde %38 oranında bulunan asetonu emer. Endüstriyel tüplerde 15 atmosfer basınçta 1 litre asetonda 400 litre asetilen emilir. Bu orana göre 40 litrelik tüpte 15 atmosfer basınç altında 6.000 litre asetilen bulunur. Tüplerde bulunan asetilen %98 saflıkta olup %2 safsızlık içermektedir. Kullanım hatası ve safsızlık nedeniyle asetilen tüpü ile yapılan kaynak işlerinde soğuk çatlak (hidrojen gevşekliği) olarak adlandırılan kaynak hataları oluşur (Anık, 1991).

Oksiasetilen kaynağında, yanıcı ve yakıcı gaz karışımlarının yanmasıyla meydana gelen aleve kaynak alevi adı verilir. Teorik açıdan bakıldığında, oksigaz kaynak alevinin oluşması için gerekli olan, 1 birim asetilen için 2,5 birim oksijene ihtiyaç vardır. Ancak, oksijen tüpünden alınan oksijen miktarı bu işlem için 1 birimdir. Alev için gerekli olan ve geriye kalan 1,5 birim oksijen, ortamdaki havadan alınır. Sonuçta, kaynak için gerekli olan her 1 birim asetilen için 1 birim oksijen, tüpten elde edilir. Oksiasetilen kaynaklarında kaynak alevi yapılacak işin özelliğine göre ayarlanır. Karışım oranlarına göre kaynak alevi; normal alev (oksijen asetilen oranı 1/1), oksitleyici alev (oksijen oranı fazla), indirgeyici alev (asetilen oranı fazla) olarak üç gruba ayrılmaktadır.

Oksiasetilen kaynaklarında ilave tel kullanılması gerekmektedir. Kaynak yapılacak metal malzemeye göre kaynak teli seçimi yapılmalıdır. Kaynak esnasında metal yüzeyde oluşan kükürt ve fosfor nedeniyle ortaya çıkan gözenekleri önlemek için kaynak tozları kullanılmaktadır. Kaynak tozu dezoksidan kimyasallardan metalin özeliğine göre seçilir. Piriç alaşımlarında kaynak tozu olarak özellikle boraks borik asit bileşikleri kullanılır.

3. Trimetil Boratın Oksiasetilen Kaynaklarında Kullanımı

3.1. Oksiasetilen Kaynaklarında Kullanılan Katkı Kimyasalları

Akı, metalik olmayan bir malzeme olup eridiğinde kaynak bölgesinde mevcut bulunan oksitleri ve zararlı kaplamaları yüzeyden uzaklaştıran, kaynak sürecine katılan ve yeni oluşacak oksitlenmenin oluşumunu engelleyen maddelerdir (Reisgen vd., 2015). Tarih boyunca, kaynak işlerinde en iyi bilinen akışkanlık sağlayan malzemeler, genellikle ısıtıldığında katı kalıntı bırakan bor oksit, boraks gibi bor tuzları formundaki malzemeler veya çözeltiler olmuştur. Bor bileşikleri özellikle metal oksitlerle birleşmeleri ve kolay buharlaşmaları nedeniyle tercih edilmektedir. Tablo 1 de genel kaynak türlerine göre en çok tercih edilen akı sınıfları görülebilir.

Oksiasetilen kaynaklarında, özellikle asetilen bünyesinde oluşan fosforlu hidrojenin ve kaynak yüzeyinde oluşan kükürt ve fosforun giderilmesi için, genel formülü $B(OR)_3$ (R: Alkil grubu) olan borik asit esterlerinden düşük molekül ağırlıklı esterler, metil etil, fenil borat esterleri kullanılmaktadır. Bu esterler arasında en fazla üretileni ve kullanılanı metil borat esteridir. Metil borat esterleri, saf metil borat $[B(OCH_3)_3]$ veya metanol azeotropu $[B(OCH_3)_3CH_3OH]$ biçiminde elde edilmektedir. Trimetil borat (TMB) ve trimetil borat-metanol (TMB-M) azeotropu ile çeşitli organik bileşiklerin sentezlenmesinde ve bazı indirgeme işlemlerinde kullanılmakta olan alkali metal bor hidrür bileşiklerine olan ilgi, bu bileşiklerin yakıt kaynağı ve hidrojen depolayıcısı olarak kullanılabilirliğinin ortaya çıkması ile giderek artmıştır. TMB ve TMB-M azeotropu da başlıca alkali metal bor hidrür ($NaBH_4$, KBH_4 vb.) bileşiklerinin üretilmesinde kullanılmaktadır (Obut ve Girgin, 2003). TMB ve TMB-M azeotropu ayrıca, kaynak işlemlerinde düzgün akış sağlama amacıyla, polimer katkı maddesi, hidrolik sıvı ve yağlayıcı maddelerde katkı maddesi, ağaç ve ahşap malzemelerin korunması ve hidrokarbon oksidantı olarak da kullanılmaktadır.

Tablo 1. Hava ortamında gerçekleştirilen kaynak işlemleri için kullanılan olası akı türleri (Roberts, P. 2003).

<u>Temel tür</u>	<u>Açıklama</u>	<u>Aktif çalışma aralığı °C</u>
Sezyum taşıyan floro alüminat	Alüminyum alüminyum çinko dolgulu alaşımlarla kaynatma	350-500
Klorür türü BS EN 1045 Tip FL10	Alüminyum kaynağı için korozif akı	500-660
Floroalüminat * BS EN 1045 Tip FL20	Alüminyum kaynağı için korozif olmayan akı	570-660
Klorür florür BS EN1045 Tip FH 11	Alüminyum taşıyan pirinç ve alüminyum içeriği %6 nın altında olan bronz kaynağı	500-750
Florür* BS EN 1045 Tip FH10	Düşük sıcaklıklı geniş aralıkta gümüş kaynak alaşımlarında kullanıma yönelik genel amaçlı akı	550-800
Florür- Borat BS EN 1045 Tip FH10	Kullanımı çok seyrek. Kalıntıları hem çok korozif hem de temizlenmesi çok zor	650-850
Floborat* BS EN 1045 Tip FH10	Çelik ve tungsten karbürün hafif yüksek sıcaklıklarda kaynağı için	600-1000
Borat	Pirincin dolgu maddesi olarak kullanıldığı yumuşak çelik kaynağında	750-1000
Metil Borat Gaz akısı*	Pirincin dolgu maddesi olarak kullanıldığı yumuşak çelik kaynağında	800-950
Borik oksit borik anhidrit BS EN 1045 Tip FH21	Kaya yüksek sıcaklık bakır esaslı alaşım delme takımlarının kaynağında Örneğin %87 Bakır, %10 Mangan, % 3 Nikel alaşımı	950-1250

* Bu dört malzeme kullanılan tüm akı kimyasallarının yaklaşık % 90 ını kapsar (Roberts, P. 2003).

3.2. Trimetil Borat

Trimetil borat su beyazlığında bir sıvıdır ve genellikle hafif sarımsı renktedir. Alevlenebilir sıvıdır ve zararlı yangın tehlikesine sahiptir. Reçine ve yakıtlar için çözücü, küf önleyici ve su giderme ajanı olarak kullanılır. Kullanımda metil alkol azeotropu olarak bulunur ve %70 trimetil borat %30 alkol içerir. Kaynama noktası 53-58 °C, parlama noktası -8 °C dır. % 75 lik metanol azeotropun kaynama noktası 54,6 °C dır (N.Ş.A). DOT ve NFPA ile tanımlı tehlikeli madde listesinde yer almaktadır. Alevlenebilir sıvılar sınıfında 2, tehlike zararlılık kategorisinde ise kolay alevlenir sıvı ve buhar grubundadır (Çakan ve Gürü, 2015).

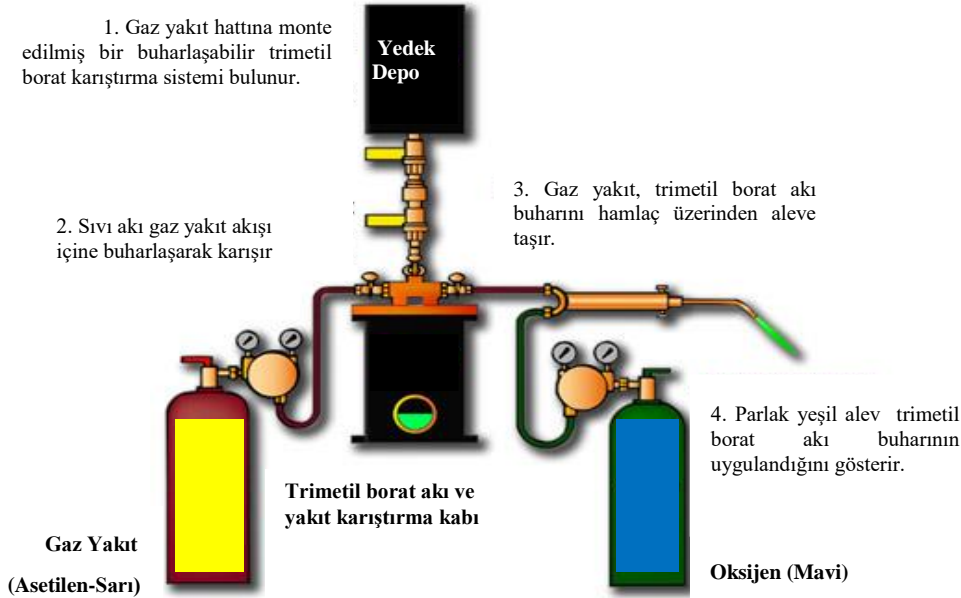
Sağlık önlemleri olarak 3 zararlılık kategorisinde olup, yutulması halinde zehirlenme etkisi gösterir. Ambalajlamada özel depolama ve kullanım şartları nedeniyle kilit altında depolanması gerekmektedir.

3.3. Trimetil Boratın Kullanımı

Borat tipi akı kullanımında alkil borat, hımlaç alevinde yanarak, kaynak akısı olarak hizmet eden bor oksitleri oluşturur. Borat tipi akı olarak katı, toz, krem ve sıvı akılar kullanılmaktadır. Sıvı akılar dışında kalan diğer türler kullanıldığında kaynatılan parçanın oksitlenmesini artıran eriyen akının oksit tabakasını kaldırmak zordur ve zaman alıcıdır. Katkıların eritilmesi işlemi kendinden sonra işin maliyetini artırıcı taşlama ve asitle muamele gibi ilave işlemlere ihtiyaç gösterir. Bu ilave işlemler nedeniyle kaynak bölgesinde oluşan camsı kalıntının da uzaklaştırılması gerekir. Yapılacak işler çalışma temposunu aksatacağından dolayı katı, toz ve krem akılar yavaş, otomasyonu imkânsız ve yüksek kabiliyetli operatör ihtiyacı, kalite kontrolünün zorluğu nedenleriyle tercih edilmeyip, çoğunlukla buharlaştırılabilir akı kullanılır.

Gaz kaynağı operasyonlarında sürecin süresini azaltmak için, kaynak bölgesinde düzgün akı özellikleri elde edebilmek amacıyla hımlaca giden gaz akısına doğrudan beslenebilen (Şekil-1) buharlaştırılabilir sıvı akılar kullanılır.

Bu amaçla kullanılan sıvı trimetil borat, asetilen tüpü çıkışında uygulanan düzeneklere depolandığı yerden otomatik pompalanarak beslenir ve kaynak işlerinde kullanılır.



Şekil 1. Buharlaştırılabilir Akı Kullanım Sistemi (Roberts, 2003)

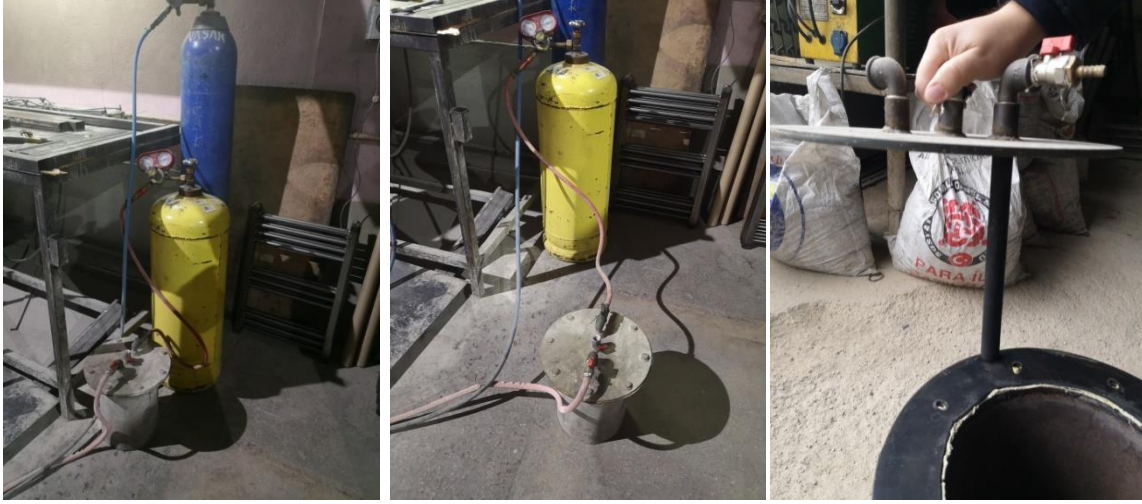
Geleneksel olarak buharlaştırılabilir akı, çoğunlukla metanol, aseton gibi çözücülerin trimetil borat ya da trietil borata üçlü azeotropik nokta civarında bir karışım oluşturmak üzere eklenmesi ile elde edilmektedir. Kaynak yapılacak metal yüzey üzerinde B_2O_3 film tabakası oluşturmak amacıyla yapılan bu karışım oluşturma işleminin sonucunda, trimetil borat veya trimetil borat bileşeninin buharlaşma noktası oda sıcaklığına düşürülmüş olur. Yanma gazı, akı tankı içinden geçtiği sırada, akının buhar basıncı etkisiyle buharla birlikte sürüklenerek akı tankından çıkış yapar ve alev ortamında bozunur yanma esnasında yoğun yeşil renk ile kendini gösterir. Boratın varlığı sayesinde alev belirgin biçimde iyi akı özellikleri sergiler. Trimetil borat akı kullanımının kaynak operasyonuna sağladığı üstünlükler, en iyi mukavemet, mükemmel kaynak görüntüsü, gözenek oluşturma, düşük duman salımı, kaynak sonrası çok az çapak oluşumu, azalmış alaşım tüketimi olarak sayılabilir. Bu özellikleri kullanımının yaygınlaşmasına katkı sağlamaktadır (Roberts, 2003).

Trimetil borat gibi gaz akılar havada nem ile karşılaştığında akı buharlaştırıcısının dip kısmında H_3BO_3 oluşur bu da boru hattına girerek hattı daraltır, tıkar ya da hımlacın ucuna yapışıp alevin yönünü tersine çevirmektedir. Sözü edilen bu durum ise prosesin dezavantajlarını oluşturmaktadır.

Asetilen gazı içinde bulunan fosforlu hidrojeni tutmak amacıyla da kullanılan borat bileşikleri, asetilen tüpü çıkışına yapılan basınçlı gaz kazanı içinde sıvı olarak bulundurulur. Kabın içine basınçlı olarak gelen asetilen gazı sıvı trimetil

borat bileşiği içinden geçerken bünyesindeki fosfor hidrojeni bırakarak, bünyesine aldığı sıvı borat moleküllerini kaynak metali bölgesine gönderir. Böylece metal yüzeyinde oluşacak hidrojen boşluklarının giderilmesi sağlanır.

Uygulamada sabit basınç altında kullanılması gereken ilave aparatın (Şekil 2.) iç basıncının artması nedeniyle patlama riski ve hıncı ucundaki alevin trimetil borat kabının içine geri dönme riski bulunmaktadır. Bu riskleri ortadan kaldırmak için geri tepme klapesi (çekvalf) veya alev tutucu sistemler kullanılmalıdır.



Şekil 2. Sahada Gözlemlenen Trimetil Borat Uygulama Kabı

Bu önlemlere rağmen alev, geri tepme sonucunda sıvı trimetil borat azeo bileşiğinin bulunduğu kaba ulaştığında yanıcılık özelliği nedeniyle kap içinde yanma olayı meydana gelir. Yanma sebebiyle kap içinde oluşan basınç artışı sonucunda can kaybına kadar ulaşan iş kazaları meydana gelebilmektedir (Şekil 3.).



Şekil 3. Sahada Gözlemlenen Trimetil Borat Karıştırma Kabının Patlamadan Sonraki Görüntüsü

4. Trimetil Borat Kullanımında Alınması Gereken İş Sağlığı Güvenliği Tedbirleri

4.1 Trimetil Borat Karışım Hazırlama Kabı Özellikleri

Trimetil borat akı karışım hazırlama kabı üretimi ve kullanımı konusunda aşağıdaki hususlara özellikle dikkat edilmelidir.



Şekil 4. Endüstriyel Olarak Üretilmekte Olan Emniyet Tertibatı ile Donatılmış Trimetil Borat Azeo Akı Karıştırma Kabı ve Yedek Depo (İnternet erişim adresi: <http://www.gasflux.com>, Erişim Tarihi: 20.10.2021).

1. Trimetil borat karıştırma ve buharlaştırma kabı kaynak yapılan noktadan en az 1,5 m uzağa yerleşmiş olmalıdır.
2. Trimetil borat karıştırma kabının gaz giriş ve çıkışında bir regülatör sistemi olmalıdır.
3. Gaz yakıt trimetil borat akı karıştırma kabının çıkış ucuna mutlaka çekvalf takılmış olmalıdır.
4. Kazan yüksek kaliteli çelikten yapılmalı ve iç kısmı korozyon ve pas dayanım astarı ile astarlanmış olmalıdır.
5. Giriş ve çıkışta sızıntı problemlerinin oluşmaması ve ekonomik gaz kullanımını sağlaması için sertifikalı gaz akış kontrol bağlantı elemanları kullanılmalıdır.
6. Buharlaşabilir sıvı akı gaz yakıt karıştırma kabının hem giriş hem çıkışında alev tutucular monte edilmiş olmalıdır.
7. Akı yoğunluğunu kaynak alevine düzenli göndermek için trimetil borat karıştırma kabına özel tasarlanmış buhar akı yoğunluk vanası takılmış olmalıdır. Kap çıkışında bir çekvalf mutlaka bağlanmış olmalıdır.
8. Karıştırma kabı içi kolay temizlenecek şekilde tasarlanmış olmalıdır. Temiz bir kap daha güvenli ve daha etkin bir kaynak işlemi sağlayacaktır.
9. Trimetil boratın karıştırma kabına elleçleme aralıklarının sıklığını azaltmak, gaz akı karışımının havaya yayılarak patlama riskini ortadan kaldırmak, atıkların azaltılmasını sağlamak için yedek bir buharlaşabilir akı deposundan sisteme doğrudan bağlanmalıdır. Bu şekilde emniyetli bir kapalı sistem sağlanmış olacaktır.
10. Karıştırma kabı içinde bulunan trimetil borat sıvı seviyesi kap yüksekliğinin 1/3'ünü aşmamalıdır.
11. Kullanımdan sonra kaba giriş ve çıkış vanaları kapatılmalıdır.
12. Taşıma işlemi boru ve vana bağlantılarından tutarak yapılmamalıdır.
13. Kabın bağlantılarında herhangi bir sızıntı olmadığından emin olmak için günlük kontrol yapılmalıdır. Sızıntı varsa beyaz kalıntı şeklinde görülebilecektir. Sızıntı olduğunda çalışma devam ettirilmemelidir. (İnternet erişim adresi: <http://www.gasflux.com>, Erişim Tarihi: 20.10.2021).

Oksiasetilen kaynağı ne kadar güvenlik önlemleri alınırsa alınsın %100 güvenli bir kaynak uygulaması değildir. Ölüm ya da yaralanma tehlikesi çok yüksek bir kaynak türüdür. İşlem esnasında yapılan dikkatsizlikler ve küçük hatalar tüplerin veya hortumların patlamasıyla sonuçlanabilir. Bu bağlamda kaynak işlerinde çalışırken çalışanların, işverenlerin iş sağlığı ve güvenliği konusunda yükümlülükleri bulunmaktadır.

Ulusal veya uluslararası mevzuatlarda çalışanların; aldıkları eğitimler ve talimatlar gereği çalışmalarında kendilerinin ve diğer çalışanların sağlık ve güvenliklerini tehlikeye düşürmeme sorumlulukları bulunmaktadır. Çalışanlar, kendilerine verilen KKD'leri (Kişisel Koruyucu Donanım) doğru kullanılmalıdır. Çalışanların karşılaştıkları veya olası bir tehlikeyi işverene ve diğer çalışanlara derhal haber vermeleri gerekmektedir.

Aynı şekilde 30 Haziran 2012 tarih ve 28339 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 4. Maddesinde bildirilen amir hüküm gereğince işveren; çalışanlarının işle ilgili sağlık ve güvenliğini sağlamakla yükümlüdür. İşveren iş yerindeki risklerin değerlendirmesinin yapılması, önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi gibi tedbirlerin alınması ve bu konularda yapılan harcama maliyetlerini çalışanlara yansıtması gerekmektedir (6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 2012).

29 Aralık 2012 Cumartesi gün ve 28512 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği'nin 5. Maddesi işverenlerin alınacak tedbirleri belirlemek üzere risk analizi yapmak, yaptırmak zorunluluğundan bahsetmektedir.

Risk analizinde risklerden kaçınma, kaçınmak mümkün değilse ve kaynağında müdahale etme prensibine göre değerlendirme yapılması gerekmektedir. Risk değerlendirmesi çalışmalarında çalışanların sürece katılmalarının sağlanması, görüşleri alınarak değerlendirme yapılması hedeflenmelidir (İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, 2012).

29 Aralık 2012 tarih ve 28512 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmeliğin 9. maddesinde risk değerlendirmesi yapacak iş güvenliği uzmanlarının rehberlik, risk değerlendirmesi çalışma ve uygulamalarına katılarak işverene önerilerde bulunmak, çalışma ortamının gözetimi ve periyodik bakım, kontrol ve ölçümleri planlamak ve uygulamayı kontrol etmek, çalışanlara eğitimlerin planlamasını yapmak ve kayıtlarını tutmak, ilgili birimlerle iş birliği sağlamak sorumluluğu bildirilmiştir (İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik, 2012).

25 Nisan 2013 tarih ve 28628 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık Ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği'nin amir hükümleri uyarınca kullanılan karıştırma kabının basınçlı kaplar sınıfında yer aldığından kaynak operasyonu için uygunluğu kullanım öncesi raporlandırılmış olmalıdır (İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği, 2013).


Risk analizi yapacak iş güvenliği uzmanlarının, genel oksiasetilen kaynakları ile ilgili alınacak tedbirlere ilave olarak trimetil borat bileşiklerinin kullanımı, depolaması ile uygulamada kullanılan ilave aparat için basınçlı kaplarla ilgili tedbirler ve ilave önlemleri de dikkate alması gerekmektedir.

4.2 Trimetil Borat'ın Etiketlenmesi Ve Zararlılık İşaretleri

Trimetil boratın etiketlenmesi ve zararlılık işaretlerinin belirlenmesinde (AB) 1907/2006 No'lu REACH Yönetmeliği'ne istinaden 13.12.2014 tarih ve 29204 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmeliğin amir hükümleri uyarınca güvenlik bilgi formu düzenlenir ve bu bilgiler etiketlemede kullanılır (Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmelik, 2014). Yönetmelikte belirtilen 16 ana başlıktan ilk 8 madde için hazırlanan trimetil borata ait örnek Güvenlik Bilgi Formu Tablo 2. de sunulmuştur.

Tablo 2. Trimetil Borat Azeo Güvenlik Bilgi Formu (Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmelik, 2014)

Bölüm 1: Tanımlama		
1.1	Ürün tanımı	Trimetil borat metanol azeotrobu (Borat esteri)
1.2	Kullanım Amacı	Laboratuar kullanımı ve endüstriyel (kaynak v.b.)
Bölüm 2: Tehlike Tanımlama		
2.1 Maddenin sınıflandırılması (EC No 1272/2008 Direktifine göre sınıflandırma)		

	<p>Alevlenebilir sıvı (Sınıf 2), H225</p> <p>Akut zehirlilik, Sindirim (Sınıf 3), H301</p> <p>Akut zehirlilik, Solunum (Sınıf 3), H331</p> <p>Akut zehirlilik, Deri (Sınıf 3), H311</p> <p>Göze Tahriş (Sınıf 2), H319</p> <p>Tekrarlayıcı zehirlilik (Sınıf 1B),H360 FD</p> <p>Özel hedef organ zehirliliği (Sınıf 1), gözler, merkez sinir sistemi, H370</p>						
2.2	Etiketleme (EC No 1272/2008 Direktifine göre sınıflandırma)						
	<p>Piktogram</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Şekil 5. (a) Alevlenebilir sıvı (b) Zehirli Madde (c) Solunum yoluna zararlı madde</p>						
	<p>Tehlike tanımları</p> <p>H225 Çok alevlenebilir sıvı veya buhar</p> <p>H301+H311+H331 Yutulduğunda, ciltle temasta veya solunduğunda zehirli</p> <p>H319 Ciddi göz tahrişine neden olur</p> <p>H360FD Üremeye zarar verebilir. Doğmamış bebeği etkiler.</p> <p>H370 Organ hasarına eden olur (gözler, merkezi sinir sistemi)</p> <p>Uyarı tanımları</p> <p>P210 Isıdan, sıcak yüzeylerden, kıvılcımlardan, açık alev ve diğer tutuşturma kaynaklarından uzak tutun. Sigara içmeyin.</p> <p>P261 Tozunu/dumanını/gazını/sisini/buharını/ spreyini solumaktan kaçının.</p> <p>P280 Koruyucu eldiven/ koruyucu elbise giyin/ gözünüzü koruyun/ yüzünüzü koruyun/ kulaklarınızı koruyun.</p> <p>P301+ P310 YUTULURSA: Derhal zehir danışma merkezini/ doktoru arayın.</p> <p>P303+P361+P353 CİLDE (veya saça) TEMASTA: Kirli elbisenizi hemen çıkarın. Cildinizi su ile yıkayın.</p> <p>P304 + P340 + P311 SOLUNDUĞUNDA: Personeli temiz havaya çıkarın. Zehir Danışma Hattı' nı veya doktoru arayın</p> <p>P305+P351+P338 GÖZE SIÇRADIĞINDA: Birkaç dakika sürekli su ile durulayın. Kontakt lensler var ise çıkarın. Durulamaya devam edin.</p>						
Bölüm 3: Karışım/ bileşen bilgisi							
3.2	<p>Karışımlar</p> <p>Molekül Ağırlığı: 103,91 g/mol</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Bileşen</th> <th style="width: 33%;">Sınıfı</th> <th style="width: 33%;">Derişim</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Bileşen	Sınıfı	Derişim			
Bileşen	Sınıfı	Derişim					

	<p>Trimetil Borat CAS- No. 121-43-7 EC-No. 204-468-9</p>	<p>Alevlenebilir sıvı, 2 Akut zehirlilik 3 Göz Tahriş etkisi 2 Özel organ hasar etkisi 1 B, STOT SE 1, H225, H301, H331, H319, H360FD, H370</p>	<p>≥ 70 - < 90 %</p>
	<p>Metanol CAS- No. 67-56-1 EC-No. 200-659-6</p>	<p>Alevlenebilir sıvı, 2 Akut zehirlilik 3 STOT SE 1, H225, H301, H331, H311, H370</p>	<p>≥ 30 - < 50 %</p>
Bölüm 4: İlk Yardım Önlemleri			
4.1	<p>İlk Yardım Önlemlerinin tanımı Genel tavsiye: İlk yardımcının kendini korumaya ihtiyacı olacağından GBF bu kişilere gösterilir. Solunması halinde: Açık havaya çıkarın. Derhal sağlık ekibine haber verin. Solunum durmuşsa suni teneffüs yapın ve gerektiğinde oksijen takın. Deriye temas ettiğinde: Kirlenmiş elbiseyi çıkarın temas eden bölgeyi suyla yıkayın. Göze sıçradığında: Bir miktar suyla yıkayın. Kontakt lensleri çıkarın ve göz doktoruna götürün. Yutulması durumunda: Etil alkol içirin (örneğin % 40 alkol içeriğine sahip bir bardak alkollü içecek) . Derhal doktora ulaştırın ve metanol yutulduğundan bahsedin. Medikal yardım alınmadığında ve kişinin bilicinin açık olması şartıyla bir saat içinde kusturun ve tekrar yaklaşık saatte bir vücut ağırlığına bağlı olarak (kg başına yaklaşık 0,3 ml alkollü içecek içirin).</p>		
Bölüm 5: Fiziksel ve kimyasal özellikler			
5.1	Temel fiziksel ve Kimyasal özellikler		
	<p>a) Görünüm: sıvı b) Kaynama noktası başlangıcı ve kaynama aralığı: 53-58 °C c) Alevlenme noktası: -8 °C d) Yoğunluğu: 0,883 g/ml (25 °C da) e) Patlama alt limiti : %5,5 f) Patlama üst limiti : %36,5</p>		
Bölüm 6: Kararlılık ve Reaktiflik			
6.1	Reaktiflik: Buharlar hava ile patlayıcı karışım oluşturabilir.		
6.2	Kimyasal Kararlılık: Standard çevre koşullarında (oda sıcaklığında) ürün kararlıdır.		
6.3	Uyumsuz olduğu maddeler: Kuvvetli oksitleyici kimyasallar , kuvvetli asitler		
Bölüm 7: Zehirlilik bilgileri			
7.1	<p>Akut zehirlilik: Akut zehirlilik tahmini Ağız yoluyla: 100,1mg / kg (hesaplanan) Akut zehirlilik tahmini Solunum: 4 saat 3,1 mg / l (hesaplanan)</p>		

	<p>Olası belirtiler: Doku tahribatları, Akut zehirlilik tahmini Deriden : 300,1 mg/kg (hesaplanan) Göze zararı: Ciddi göz tahrişi Özel organ zehirleyiciliği Gözler, merkezi sinir sistemi</p> <p>Endüstriyel hijyen verileri: Trimetil borat için Akut zehirlilik: Belirtiler: Mide/bağırsak hasarı Akut zehirlilik belirleme Ağız yoluyla: 100,1 mg/kg Akut zehirlilik belirleme Solunumla: 4 saat 3,1 mg/l Akut zehirlilik belirleme Deri yoluyla: 300,1 mg/kg Gözler mide barsak sistemine hasar oluşturur.</p> <p>Metanol: Akut zehirlilik Akut zehirlilik belirleme Ağız yoluyla: 100,1 mg/kg Belirtiler: Bağı ağrısı, kusma Akut zehirlilik belirleme solunum yoluyla: 4 saat- 3,1 mg/l Akut zehirlilik belirleme Deri yoluyla: 300,1 mg/kg</p>
Bölüm 8. Taşıma Depolama ve elleçleme	
8.1	<p>Depolama</p> <p>Taşıma depolama ve elleçleme esnasında EN 166 koruyucu gözlük, EN 374 özellikli nitril kauçuk eldiven EN 14605 özellikli tulum kullanılmalıdır.</p> <p>P210 Isıdan/kıvılcımdan/aleviden/sıcak yüzeylerden uzak tutun.</p> <p>P240 Kabı ve ekipmanı topraklayın</p> <p>P241 Patlamaya dayanıklı malzeme kullanın.</p> <p>P242 Sadece ateş almayan aletler kullanın.</p> <p>P243 Statik boşalmaya karşı önleyici tedbirler alın.</p> <p>P264 Elleçlemeden sonra ellerinizi su ve sabun ile iyice yıkayın</p> <p>P271 Sadece dışarıda veya iyi havalandırılan bir alanda kullanın.</p> <p>P280 Koruyucu eldiven/koruyucu kıyafet/göz koruyucu/yüz koruyucu kullanın.</p> <p>P403 + P233 İyi havalandırılan bir yerde depolayın. Kabın kapağını sıkıca kapatın</p> <p>P 405 Kilitli yerde muhafaza edin.</p>
8.2	<p>Dökülme</p> <p>Yanlışlıkla dökülme halinde üzeri soda külü veya kum ile kapatılır. Çalışmalar esnasında KKD kullanılır. Temizlenen bölge yıkanıp havalandırılır.</p>

4.3 Depolama

Trimetilborat, DOT ve NFPA ile tanımlı tehlikeli madde listesinde yer almaktadır. Çalışmalara başlamadan önce çalışanlar kullanım ve depolama koşulları hakkında bilinçlendirme eğitime tabi tutulmalıdır.

Perkloratlar, peroksitler, permanganatlar, kloratlar, nitratlar, klor, brom ve flor gibi oksitleyici ajanlarla şiddetli reaksiyonlar oluşturacağından trimetil borat bunlarla teması önleyecek şekilde depolanmalıdır. Rutubetli hava ve suya maruz kaldığında bozunabilmektedir. Bu nedenle serin kuru iyi havalandırılmış alanlarda sıkıca kapatılmış kaplarda depolanmalıdır. Depolama, elleçleme ve kullanım işlemlerinin yapıldığı yerlerde sigara ve açık alev gibi kıvılcım kaynağı yasaklanmalıdır.

Metal ambalaj içine yapılan trimetil borat aktarma işlemlerinde metal ambalajlar statik elektriğe karşı mutlaka topraklanmalıdır. Özellikle ambalajları açarken ve kapatırken yalnızca kıvılcım çıkarmayan avadanlık ve donanım kullanılmalıdır. Bulundurulduğu her yerde patlamaya dirençli (Exproof) elektrikli donanım ve bağlantı elemanları kullanılmalıdır.

Trimetil borat dökülür ya da sızarsa kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanmayan kişiler, temizlik işlemi tamamlanana kadar dökülme veya sızıntı sahasından tahliye edilmelidir. Tüm kıvılcım kaynakları uzaklaştırılır. Kuru kireç, kum veya soda külü ile üzeri kapatılmalı ve imhası için örtülü kaplarda tutulmalıdır. Temizleme işlemi bittikten sonra ortam yıkanıp havalandırılmalıdır.

4.4 Yangın Tehlikesi

Trimetil Borat yanıcı bir sıvıdır. Su trimetil boratın bozunmasına sebep olabileceği için kuru kimyevi toz, CO₂, alkol veya polimer köpük söndürücü kullanılmalıdır. Yangında boran/ bor oksitler, karbonik oksitler içeren zehirli gazlar üretir, oluşan gaz nedeniyle ambalajlar patlayabilir. Yangına maruz kalan kapları soğutmak için su püskürtücü kullanılmalıdır. Buharlar havdan ağır olduğundan zemine yayılabilir ve tutuşturma kaynağına doğru ilerleyerek yeniden parlama oluşturabilir. Çevre sıcaklığında patlayıcı karışımlar oluşabilir. Eğer yangına müdahale çalışanlardan bekleniyorsa, çalışanlar OSHA 191.156'da belirtildiği gibi donatılmalı ve eğitim verilmelidir. Yangın söndürme ekipleri tehlikeli bölgeye müdahale esnasında pozitif basınçlı solunum cihazı ile müdahale etmelidir. Ayrıca cilt yanıklarından korunmak için emniyetli mesafede kalarak özel koruyucu giysi ile müdahale sağlanmalıdır.


NFPA'ya göre yangın tehlike sınıflarında *Ciddi tutuşabilirlik* sınıfında (sınıf-3), *hafif reaktivite* sınıfında (sınıf-1) değerlendirilmektedir. Yanıcılık bakımından yangında zehirli gazlar oluşur, yangında kaplar patlayabilir.

4.5 Acil durumlar

Sıvı trimetil borat varil ya da diğer depolama ambalajlarından süreç ünitelerine mümkünse otomatik pompalanır. Trimetil boratın bulunma olasılığı olan kapalı boş alanlara girerken patlayıcı derişimin olmadığına emin olunmalıdır. Kirlenmiş giysiler temizleri ile değiştirilip, bu kimyasalın tehlikeleri hakkında bilgilendirilmiş kişiler tarafından yıkanmalıdır. Çalışma yerlerinde göz duşu bulundurulmalıdır.

Trimetil borat elleçlenen, işlenen, depolanan yerlerde kimyasalın yutulma riski sebebiyle bir şey yiyip içilmemelidir. Bir şey yiyip içmeden, sigara içmeden ya da kozmetik ürünlerini uygulamadan önce eller iyice yıkanmalıdır. Çözücü kimyasallara dayanıklı elbise ve eldiven giyinilmelidir. Sıvı sıçramalarına karşı gözlük ve indirekt ventilli maske kullanılmalıdır.

4.6 Karayolu, Demiryolu, Denizyolu ve Havayoluyla Taşıma Bilgileri**Tablo 3. Uluslararası Taşıma Mevzuat Hükümlerine Uygun Sınıflandırma ((EC) No.1907/2006) Sayılı REACH Tüzüğü, 18.12.2006)**

UN Numarası:		
ADR/RID: 1992	IMDG: 1992	IATA: 1992
UN Tehlikeli Malın adı		
ADR/RID: ALEVLENEBİLİR SIVI, ZEHİRLİ, B.B.B (Trimetil borat, Metanol)	IMDG: ALEVLENEBİLİR SIVI, ZEHİRLİ, B.B.B (Trimetil borat, Metanol)	IATA: ALEVLENEBİLİR SIVI, ZEHİRLİ, B.B.B (Trimetil borat, Metanol)
Taşıma Tehlike Sınıfı		
ADR/RID: 3 (6,1)	IMDG: 3 (6,1)	IATA: 3 (6,1)
Paketleme grubu:		
ADR/RID: II	IMDG: II	IATA: II
Etiketler		
		
Şekil 6. (a)Alevlenir Sıvı (b) Zehirli Madde		
<p>Uluslararası mevzuat ((EC) No.1907/2006) Sayılı REACH Tüzüğü Ek 17 uyarınca metanol taşıma ve kullanımında kısıtlamalara tabidir. Avrupa Parlamentosunun 2012/18/EU sayılı Seveso III direktifi ile tehlikeli kimyasal maddeleri kapsayan büyük kaza tehlikelerinin kontrolü konseyi metanolü akut toksik ve tutuşabilir sıvı olarak tehlikeli maddeler sınıfına almıştır.</p>		

((EC) No.1907/2006) Sayılı REACH Tüzüğü)

Trimetil boratın karayolu, demiryolu, denizyolu ve havayolu ile taşınmasında alınması gereken önlemler için yönetmelik gereği güvenlik bilgi formunun ilgili bölümüne yazılması gereken trimetil borata ait örnek bilgiler Tablo 3. de sunulmuştur.

5. Sonuç

Oksiasetilen kaynaklarında asetilen gazında oluşan fosfor hidrojeni gidermek, kaynak yüzeyinde oksidasyonu önlemek amacıyla kullanılan trimetil borat bileşikleri özel düzeneklerle alınarak kullanılmaktadır. Uygulamada gerekli tedbirlerin alınmaması sonucunda meydana gelen basınçlı kap patlaması, yanıcı sıvı yangını, tehlikeli kimyasal maruziyeti sonucunda ölümlü iş kazaları meydana gelmektedir.

Trimetil borat bileşikleri kullanılan iş yerlerinde işverenden bu konuda bilgi alınması, oksiasetlen kaynak sistemlerini değerlendirirken ilave düzenek kurulup kurulmadığının gözlenmesi önem taşımaktadır. Kaynak sistemine ilave düzen kurulması durumunda, ilave aparat için basınçlı kaplarla ilgili tedbirler ve önlemlerin dikkate alınması, ayrıca kullanılan kimyasal üzerine yoğunlaşılması gerekmektedir.

Trimetil borat bileşiklerinin gaz yakıt ile karışımının sağlandığı düzeneklere ait tehlikeleri, riskleri ve alınan tedbirleri kapsayan risk değerlendirmesi titizlikle yapılmalıdır. Kaynak sürecine ait tüm değişiklikler izlenmeli, ayrıca kullanılan tehlikeli kimyasal maddeler için depolama ve elleçleme şartları da titizlikle kontrol altında tutularak güvenli işletme şartları sağlanmalıdır.

Kaynaklar

- Anık, S., (1991). Kaynak Tekniği El Kitabı Yöntemler ve Donanımlar, İstanbul, Gedik Eğitim Vakfı
- Aslanlar, S. (2009). Kaynak Teknolojisi Ve Uygulamaları Elektrik Ark Kaynak ve Gaz Eritme Kaynak Teknolojisi Ders Notu, Sakarya, Sakarya Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Metal Eğitimi Bölümü
- Carlisle, R., (2004). Scientific American Inventions and Discoveries, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc. <https://bioloskiblog.files.wordpress.com/2012/03/izumi-i-otkrica.pdf>, (Erişim Tarihi 26.10.2021)
- Çakan, Ç., Gürü, M., (2015). “Alternatif enerji depolanması anahtar bileşeni Trimetil Borat: Üretimi, Su giderimi ve kinetik parametreleri”, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, V.35, No:1, 53-57, ISSN 1300-3615
- EC No 1272/2008 Avrupa Parlamentosu ve Konseyi CLP Tüzüğü (Madde ve karışımların sınıflandırılması, etiketlenilmesi ve ambalajlanması) <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2008/1272/oj> (Erişim Tarihi 26.10.2021).
- EC No.1907/2006 Avrupa Parlamentosu ve Konseyi REACH Tüzüğü (Kimyasal maddelerin kaydı, değerlendirilmesi, izinleri ve kısıtlamaları) <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2006/1907/corrigendum/2009-02-05/oj> (Erişim Tarihi 26.10.2021).
- EU 2012/18 Avrupa Parlamentosu ve Konseyi SEVESO III Direktifi <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32012L0018&qid=1636451962676> (Erişim Tarihi 26.10.2021).
- Geliş, K., (2014), Kaynak Teknolojisi Ders Notları, Ağrı, İbrahim Çeçen Üniversitesi Meslek Yüksekokulu. https://abs.cu.edu.tr/Dokumanlar/2016/MK%20226/756768739_kaynak-teknolojisi_makine.pdf (Erişim Tarihi 26.10.2021).
- İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik, (2012). İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik, İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 29 Aralık 2012, Resmi Gazete Sayı: 28512, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16923&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> (Erişim Tarihi 26.10.2021).
- İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, (2012). İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 29 Aralık 2012, Resmi Gazete Sayı: 28512, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121229-13.htm> (Erişim Tarihi 26.10.2021).
- İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık Ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği, (2013). İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık Ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği, İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 25 Nisan 2013, Resmî Gazete Sayısı: 28628, <https://mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18318&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> (Erişim Tarihi 26.10.2021)
- Obut, A., Girgin, İ., (2003), “Trimetil Borat B(OCH₃)₃ Üretim Yöntemleri”, Madencilik, 42(4), 37-42.
- Reisgen, U., Willms, K., Buchholz, G. (2015). “Gaseous Shielding Gas Additives as Flux Substitute for TIG Arc Brazing”, Soldagem&Inspeçao, 20(3), 315-323, DOI:10.1590/0104-9224/SI2003.06.
- Roberts, P.,(2003), Industrial Brazing Practice, London, CRC Press. [https://books.google.com.tr/books?id=Ifjo-d7QRGgC&pg=PA218&dq=Roberts.+P.,\(2003\),+Industrial+Brazing+Practice,+London,+CRC+Press&hl=tr&sa=X&ved=2ahUKEwioy56Oy5L0AhX-Q_EDHQYGDhAQ6AF6BAgCEAI#v=onepage&q=Roberts%2C%20P.%2C\(2003\)%2C%20Industrial%20Brazing%20Practice%2C%20London%2C%20CRC%20Press&f=false](https://books.google.com.tr/books?id=Ifjo-d7QRGgC&pg=PA218&dq=Roberts.+P.,(2003),+Industrial+Brazing+Practice,+London,+CRC+Press&hl=tr&sa=X&ved=2ahUKEwioy56Oy5L0AhX-Q_EDHQYGDhAQ6AF6BAgCEAI#v=onepage&q=Roberts%2C%20P.%2C(2003)%2C%20Industrial%20Brazing%20Practice%2C%20London%2C%20CRC%20Press&f=false) (Erişim Tarihi 26.10.2021)
- Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmelik, (2014). Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmelik, Çevre Kanunu, Ürünlere İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanun, 13 Aralık 2014, Resmi Gazete Sayı: 2920, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=20309&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> (Erişim Tarihi: 26.10.2021)

Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

No conflict of interest was declared by the authors.

KISALTMALAR

ADR: European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (Tehlikeli malların uluslararası karayoluyla taşınması hakkında Avrupa anlaşması)

DOT: Amerikan Ulaştırma Bakanlığı

IATA: International Air Transportation Association (Uluslararası deniz taşımacılığı birliği)

IMDG: International Maritime Dangerous Goods (Tehlikeli malların uluslararası denizyoluyla taşıma kodu)

NFPA: National Fire Protection Association (Amerika Birleşik Devletleri İtfaiye Birliği)

RID: The Regulation concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail (Tehlikeli malların uluslararası demiryoluyla taşınması hakkında yönetmelik)

TMB-azeo: Trimetil borat azeotropik karışımı