

BOYA SEKTÖRÜNDE SOLVENT KULLANIMI: İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN TEHLİKELERİ VE ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Esin A. KÜRKCÜ^a
^a İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı,
İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi Müdürlüğü, Ankara
ekarakilic@csgb.gov.tr

ÖZET

Diğer maddeleri fiziksel olarak çözebilen maddeler anlamına gelen solventler, gerek sanayi ürünlerinin üretiminde ara ürün, gerekse günlük yaşamda son ürün olarak yaygın şekilde ve yüksek miktarlarda tüketilmektedir. Solventler boya, cila, yapıştırıcı gibi kimyasal maddelerden, ayakkabı ya da mobilya gibi son ürünlerin üretimine kadar çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

Solventlerin bu şekilde yaygın olarak kullanılması solventlere ya da solvent buharlarına maruziyeti kaçınılmaz kılmaktadır. İşyerlerinde solventlere başta solunum ve deri teması yoluyla yüksek düzeyde ve uzun süreli maruziyet söz konusu olmaktadır.

Solventler sağlık açısından tehlikelere sebep olmakla birlikte yanıcı, uçucu, kolay buharlaşır özelliğe sahip olduklarından işyeri ortamında solvent buharlarının patlayıcı karışımlar oluşturma ihtimali çok yüksektir. İşyeri ortamında bulunan solventler yangın ve patlamalara neden olabilmektedir.

Solventlerin en yaygın olarak kullanıldığı sektörlerden biri de boya sektörüdür. Boyanın bir bileşeni olan solventler boyanın akma direncini ayarlamak ve reçineyi çözelti haline getirmek için kullanılır.

Bu çalışmada, solventlerin boya sektöründe kullanımı, iş güvenliği açısından solventlerin tehlikeleri ile solventlerin güvenli kullanım ve depolanmasına ilişkin önlemler hakkında bilgiler yer almaktadır.

1.GİRİŞ

Solventler diğer maddeleri fiziksel olarak çözebilen daha dar bir tanımla gaz, sıvı ve katı haldeki diğer maddeleri çözen organik ve inorganik sıvılardır. Çözünme sırasında ne solvent ne de çözünen kimyasal bir değişikliğe girer.^[1]

Organik ve inorganik solventler mevcuttur. Amonyak, karbon dioksit, fosfor tribromür ve su inorganik solventlerdir. Karbon içeren solventler ise organik solventler olarak adlandırılmaktadır. Organik solventlere örnek olarak hidrokarbon solventler, alkoller, eterler, esterler, aminler verilebilir.

Solventler endüstride çeşitli amaçlarla kullanılırlar. Boya ve matbaa mürekkebi yapımı, tekstilve kağıt sanayiinde elyafın yayılabilir bir hamur haline getirilmesi, bazı katı maddelere, şekil alabilir plastik hamur özelliğini kazandırma, yağ ekstraksiyonu, metallerin yağlı maddelerden arıtılması, kuru temizleme işleri, kimyasal maddeleri çözerek etkileşmelerini sağlayacak reaksiyon ortamının oluşturulması en çok kullanıldığı işlerdir.

Solventlerin en yaygın olarak kullanıldığı sektörlerden biri de boya sektörüdür. Solventler boyada boya üretimini ve boyanın uygulanmasını kolaylaştırmak için kullanılmaktadır.

2.BOYA SEKTÖRÜNDE SOLVENT KULLANIMI

2.1 Boyanın Yapısı

Boya bir bağlayıcı içine katılmış değişik maddelerin bir araya gelmesinden oluşan bileşik bir malzemedir. Boyanın içeriğini bağlayıcı, pigment, solventler ve diğer katkı malzemeleri oluşturur.^[2]

Boyanın bir bileşeni olan solventler boyanın vizkozitesini ayarlamak, katı veya çok kalın olan reçineyi çözelti haline getirmek böylece boya üretimini ve boyanın uygulanmasını kolaylaştırmak için kullanılmaktadır.

Solventler uçucudur, boya tabakasının bir parçası olmazlar. Solventler akıcılığı ve boyanın uygulanma özelliğini ve boyanın sıvı haldeki kararlılığını etkiler. Solventlerin temel

fonksiyonu boyadaki uçucu olmayan bileşenler için taşıyıcı olmaktadır. Boyanın içindeki solvent buharlaştıktan sonra boyanın geri kalan kısmı yüzeye sabitlenir. Solvent bazlı boyalar çeşitli solventlerin kombinasyonunu içerebilirler, örneğin alifatik, aromatik, alkoller ve ketonlar gibi. [2]

Pigmentler boyaya renk, örtücülük özelliklerini veren ve boyanın katılaşmasına yardımcı solventlerde ve bağlayıcılarda çözünmeyen tanecikli katılardır. Bağlayıcı ya da reçine, pigment ve dolgu maddelerinin içinde homojen olarak dağıldığı ve boyanın film oluşturan bileşenidir. Bağlayıcı yapışmayı sağlar, pigmentleri birbirine bağlar ve kalıcılık, esneklik ve sertlik gibi boyanın birçok özelliğini etkiler. [2]

Boyadaki bu üç temel bileşenin yanısıra boyanın yüzey gerilimini, akışkanlık özelliklerini, bitmiş haldeki görünümünü ya da UV ışınlarına direnç veya bakteri oluşumunu engelleyici vb. özellikleri sağlamak için başka katkı maddeleri de eklenebilir. [2]

2.2 Boyada Kullanılan Solventler

Boyada kullanılan solventlerin birinci görevi boyaya sürülebilir veya püskürtülebilir bir kıvam sağlamak ve boyanın uygulanmasından sonra uçup giderek boyanın yüzeye ince bir tabaka halinde yapışmasını sağlamaktır. Bunun dışında solventler boyayı oluşturan değişik organik bileşenlerin birbirleri içinde çözünmelerini, boyanın düzlenmesini, kuruma zamanını ve yüzeye yapışma kuvvetini etkiler. [2]

Reçineye konulan bir solvent önce zincirler arasına girerek zincirleri birbirinden ayırmaya çalışır. Biraz daha solvent eklenince zincirler birbirinden iyice uzaklaşırlar. Bunun sonucu olarak da kenetlenmiş zincirler birbirlerinden ayrılırlar ve viskosite hızla düşer. [2]

Boya sanayisinde en çok kullanılan solventler hidrokarbon solventlerdir. Hidrokarbon solventler hem ucuz olmaları hem de yağ, alkit, vernik ve diğer reçineleri iyi çözmeleri nedeniyle tercih edilir. [2] Hidrokarbon solventler grubundan alifatik hidrokarbonlardan n-hekzan ve n-heptan, aromatik hidrokarbonlardan ise toluen, ksilen ve etilbenzen en çok tercih edilen solventlerdir. Bunların yanısıra halojenlenmiş hidrokarbon solventler, alkoller, ketonlar, esterler ve eterler de boya üretiminde kullanılırlar.

Geçmişte boya sanayisinde aromatik hidrokarbon solventlerden benzen çok yaygın olarak kullanılmaktaydı. Kanserojen olması nedeniyle benzen kullanımı nadir görülmektedir. Günümüzde aromatik hidrokarbon solvent olarak en yaygın olarak kullanılanlar; toluen ve ksilendir. Toluen daha kolay bulunabildiği için ksilenden daha çok kullanılır. Aslında birini diğerinin yerine kullanmak genel olarak bir sorun çıkarmaz. Toluen ve ksilen dışında az da olsa kullanılan diğer aromatik solventler; n-propil benzen(kümen), n-bütül benzen ve izobütül benzendir. Aromatik solventler alifatik solventlere göre çok yüksek çözücü güce sahiptir. [2]

Alkoller, esterler, glikol esterleri ve asetatları ve ketonlar oksijenli solventler grubunda olup boya sektöründe hidrokarbonlarda çözünmeyen reçineleri çözmek için kullanılmaktadır. Oksijenin bulunması nedeniyle polar özellik kazanan solventin çözücülük kuvveti yükselir. Ancak oksijenli solventler hidrokarbonlardan daha pahalı oldukları için sanayide kullanımı hidrokarbonlara göre daha azdır. [2]

Alkoller arasında çözücü gücü en yüksek olan metanol toksik etkisi ve çok çabuk buharlaşması nedeniyle çok fazla kullanılmaz. Boya sanayisinde etanolün de kullanımı yaygın değildir.

Glikol eterleri ve asetatları yağ, doğal reçine, alkit akrilik, nitroselüloz, etil selüloz, polistiren, polivinilasetat gibi polimerleri çözmede kullanılır. Etilen glikollü ürünlere toksik olmaları sebebiyle son yıllarda ilgi azalmıştır, propilen glikol türevlerine ilgi artmıştır. [2]

Ketonlar grubundan aseton çok iyi bir çözücü olmasına karşın yüksek buharlaşma hızı nedeniyle pek tercih edilmemektedir. Metil etil keton ana çözücü olarak lake boyalarda kullanılmaktadır. Çözücülük gücü asetona yakındır ve ondan daha yavaş buharlaşır.

2.3 Boya Sektöründe İş Güvenliği

Boya fabrikalarında veya imalathanelerde olan kazaların çok büyük bir kısmı solventlerin sebep olduğu yangınlar ve patlamalardır. Solventler hidrokarbon esaslı kolay buharlaşabilen kimyasallar olduğu için kolay yanarlar, patlayabilirler ve az veya orta şiddette toksiktirler. Boya sanayisinde kullanılan solventlerin kuvvetli çözücü olmaları yanında aranan diğer önemli özellikleri de tutuşma, patlama ve toksik etkilerinin düşük olmalarıdır. [2]

Solventler aşağıda belirtilen özellikleri nedeniyle işyeri ortamında iş güvenliği açısından tehlikelidir.

Solvent buharlarının işyeri ortamında bulunması patlamaya neden olabilir. Bir patlamanın ya da yangının olabilmesi için üç bileşenin olması gerekmektedir; yanıcı buharlar (solvent buharları), oksitleyici (genellikle havada bulunan oksijen) ve bir alev kaynağı. Bir maddenin yanıcı özelliğe sahip olabilmesi uçuculuğuna ve patlama sınırlarına bağlıdır. [3]

Belli sıcaklık derecesinde, buhar basıncı yüksek olan bir maddenin uçuculuğu, diğerlerine göre daha fazla demektir. Solventler genel olarak çok uçucu kimyasallardır.

Yanıcı bir sıvı olan solvent buharları hava ile belli konsantrasyonlarda karışımlar oluşturduğuunda ve alev kaynağının bulunması halinde hızlı bir yanma ve patlama gerçekleşebilir. Bu belirli buhar/hava konsantrasyonu “parlayıcılık aralığı” veya “patlama aralığı” olarak adlandırılır. Parlayıcılık aralığında karışım alev alırsa parlama ya da alev oluşumu olabilir. Parlayıcılık aralığının sınırları Alt Patlama Limiti (LEL) ve Üst Patlama Limitidir (UEL). Alt patlama limiti buhar/hava karışımının yanıcı olduğu havadaki en düşük buhar konsantrasyonudur. Üst patlama limiti buhar/hava karışımının yanıcı olduğu havadaki en yüksek buhar konsantrasyonudur. LEL/UEL buharın havadaki hacimsel yüzdesi olarak ifade edilir. LEL ve UEL verileri aksi belirtilmedikçe normal sıcaklık ve basınç değerlerinde belirlenmiştir. Parlayıcılık Limitleri basınç ve sıcaklık değişimi ile değişebilir. Genellikle sıcaklık artışı LEL’i düşürken, UEL’i yükseltir. [3]

Tablo 1: Bazı Solventlerin Parlama Noktaları, Patlama Sınırları, Kendiliğinden Alev Alma Sıcaklıkları [3]

	Parlama Noktası (°C)	Alt Patlama Sınırı (v/v %)	Üst Patlama Sınırı (v/v %)	Kendiliğinden alev alma Sıcaklığı (°C)
Benzen	-11.0	1.3	7.9	560
Toluen	4.4	1.27	7.0	535
o-ksilen	17.2	1.1	7.0	465
m-ksilen	28.9	1.1	6.4	525

p-ksilen	27.2	1.1	6.6	466
n-pentan	-49.4	1.4	8.3	285
n-heptan	-3.9	1.0	7.0	215
n-hekzan	-21.7	1.2	7.7	233
n-oktan	13.3	1.0	6.5	210
White Spirit	38	0.8	6.5	-

Parlama noktası, yanıcı sıvıların sınıflandırılması için daha genel olarak kullanılır. Bir solventin kaynama noktası arttıkça parlama noktası da artar. Parlama noktası, sıvının havada alev kaynağı ile karşılaştığında, alevlenecek bir yanıcı buhar karışımı oluşturmasına kadar ısıtıldığındaki sıcaklık değeri olarak tanımlanmaktadır. Parlama noktasındaki sıcaklıkta sürekli yanma gerçekleşmez. Bu durum daha yüksek bir sıcaklık olan yangın noktasıdır.

Parlamamın gerçekleştiği sıcaklık LEL değerine karşılık gelen sıcaklığa çok yakındır. Bu nedenden dolayı birçok durumda bir maddenin parlayıcılık özelliği değerlendirilirken parlama noktası alt parlayıcılık sınırındaki sıcaklık yerine kullanılır. Parlama noktası düşük oldukça, maddenin uçuculuğu, dolayısıyla potansiyel tehlikesi daha yüksek olur. ^[3]

Kendiliğinden alev alma noktası, solventlerle yüksek sıcaklıklarda çalışmanın gerektiği proseslerde önem kazanır. Eğer sıcaklık yeterince yüksekse havadaki solvent buhar karışımı alev kaynağı olmadan kendiliğinden alev alır. Kendiliğinden alev alma noktası, yanıcı buhar ve hava karışımının alev kaynağı olmadan alevlendiği minimum sıcaklıktır. Genellikle kendiliğinden alev alma sıcaklığı kimyasalın kaynama noktasının epeyce üzerindeki bir sıcaklık değeridir. ^[3] Solventlerin kendiliğinden yanma sıcaklığı çok yüksektir. Boyanın depolandığı ve kullanıldığı koşullarda kendiliğinden parlama olayı pek görülmez. Yalnız yanıcı yüzeyler üzerine sürülen alkit boyalarında havanın oksijeni ile kuruma sırasında ısı açığa çıkar. Bu ısı yeterli bir şekilde uzaklaştırılmazsa yangına yol açabilir. Her zaman kendiliğinden alev alma sıcaklığının oldukça altında çalışılması tavsiye edilir. ^[2]

Solvent seçimi yapılırken, güvenlik açısından, solventlerin parlama noktaları incelenmelidir. Eğer parlama noktası çalışma ortamının sıcaklık derecesinden daha düşük olan bir solventin kullanımı zorunlu ise, çok sıkı güvenlik önlemleri alınmalıdır. [3]

3. SOLVENTLERİN GÜVENLİ KULLANIMINA İLİŞKİN ÖNLEMLER

Solventler birçok sanayi kolunda gereklidir ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak solventler görece olarak düşük kaynama noktaları (yüksek uçuculuk) nedeniyle tehlikeli olarak kabul edilirler. Aslında düşük kaynama noktası birçok uygulama için istenen bir özelliktir; örneğin istenen film kaplamasının veya yapıştırıcının elde edilebilmesi için proseste kullanılan solventin buharlaşması gerekmektedir. Ancak solventin düşük kaynama noktasına sahip olması demek, ortam sıcaklığında depolama ve proses şartları uygun bir şekilde kontrol altına alınmadıysa parlamaya sebebiyet verecek solvent buharlarının oluşması demektir. Bu kontrol işlemi “risklerin yönetimi” olarak bilinmektedir. [3] Başarılı kontrol sistemleri patlama ve yangına sebep olabilecek gereksiz solvent buhar salımlarının azaltılmasını sağlar. Bazı temel önlemler aşağıda verilmektedir; [3]

1. İşçiler, kullandıkları solventin fiziksel ve kimyasal özellikleri ve güvenli kullanımları konusunda bilgi sahibi olmalıdır.
2. Tedarikçi firma tarafından sağlanmış olan Malzeme Güvenlik Bilgi Formları (MSDS) okunmalıdır.
3. İşyeri ortamındaki, yanıcı solvent buharlarının varlığı, solventin parlama noktası ve patlayıcılık sınırları kullanılarak tahmin edilebilir. Düşük parlama noktası (55°C’den düşük) solventin daha tehlikeli olduğunu ve daha dikkatli kullanılması gerektiğini işaret eder.
4. Kendiliğinden alev alma sıcaklığı, yanıcı/parlayıcı solvent karışımının havada kendi kendine alev almasından önceki maksimum sıcaklığı vermesi açısından bir yol göstericidir. Kendiliğinden alev alma sıcaklığı ile çalışma sıcaklığı arasında anlamlı bir güvenlik marjini bırakılmalıdır.
5. Solventlerin duman zerrecikleri solventin parlama noktasının altında bile parlayıcı olabilir. Duman (mist) ve spreylerin önlenemediği durumlarda özel güvenlik tedbirleri alınmalıdır.
6. İşyeri havasındaki parlayıcı solvent buharlarının alev almasına sebep olacak pek çok alev kaynağı mevcuttur;

- a. Sigara, kaynak, ya da çıplak alev kaynağını solvent buharlarının bulunması muhtemel yerlerden uzak tutmak gerekmektedir.
 - b. Ex-proof (kıvılcım çıkarmayan) malzemeler kullanılmalıdır.
 - c. Sıcak bölgeler ve yüzeyler kontrol altında tutulmalıdır. Çünkü, sıcak yüzeyler endüstride çok fazla görülür ve yanıcı solvent-hava karışımının doğrudan ya da dolaylı olarak alev almasına sebep olur. Doğrudan alev alma, sıcak yüzeyin sıcaklığının ortamda çoğunlukla bulunan solvent-hava karışımının kendiliğinden alev alma sıcaklığının üstünde bir sıcaklıkta olması halinde olur. Dolaylı alev alma, maddenin sıcak yüzeyden kaynaklanan bir yanma ya da dumansız alev alması halinde gerçekleşir. Endüstrideki sıcak yüzeylere örnek olarak; fırın ya da büyük ocakların duvarları, elektrikli araçlar ve ısıtma boruları verilebilir.
 - d. En az farkında olunan alev alma kaynağı statik elektiriktir. Statik elektriğin alev kaynağı oluşturmasına ilişkin riskleri azaltmak için;
 - i. Ekipmanların topraklanmasının sağlanması,
 - ii. Topraklama direncinin kontrolünün yapılması; topraklama direncinin 10 Ohm'dan küçük olmasının sağlanması,
 - iii. Dolum sırasında sıçrama olmamasının sağlanması,
 - iv. Boruların içinde akan sıvının hızının sınırlandırılması,
 - v. Yük dağılımının olması için beklenmesi,
 - vi. İletken hortumlar kullanılması gerekmektedir.
 - e. Elektrik düğmesini açmak eğer bölgede gaz birikimi varsa çok tehlikelidir.
 - f. Parlama noktaları 40°C'den düşük olan hidrokarbonlar plastik kaplara doldurulmamalıdır.
 - g. Parlayıcı solventlerin kullanımından sonra temizlik için sıkıştırılmış hava kullanılmamalıdır.
 - h. Anti-statik koruyucu giysiler ve ayakkabılar giyilmelidir.
7. Solvent buhar konsantrasyonu, solventin Alt Patlama Sınırının altında olmalıdır.
- a. Eğer mümkünse parlama noktasının 15°C ile 20°C altında çalışılmalıdır.^[3]
 - b. Uygun havalandırma sağlanmalıdır: Güvenliği sağlamak için buharlar Alt Patlama Sınırının %25'inden az olacak seviyeye kadar seyreltilmelidir. Havalandırmayı sağlamak için en kolay yol kapı ve pencerelerin açılmasıdır, ancak birçok durumda mekanik havalandırma da gereklidir. Havalandırma, solventin parlama noktasının üstünde sıcaklıklarda çalışma zorunluluğu varsa daha da önem kazanır. Havalandırma çıkışı, yer seviyesinden en az 3 m yüksekte olmalı ve binanın kapı

veya pencerelerinden 3 m uzaklıkta olmalıdır. Saatte 6 tam hava değişimi yapılmalıdır. Oluklarda alarm bağlı bir detektör bulundurulması gereklidir.^[3]

8. Eğer alev kaynağı yok edilip, sıcak bölgelerden tamamen kurtulma sağlanamıyorsa, sistemden oksijenin yok edilmesi gerekmektedir. Böylelikle oksitleyici kaynak ortadan kalkacaktır. Bunun sağlanması için asal gazlar (örn. azot çadırı) kullanılabilir.^[3]
9. Solvent buharlarının havadan ağır olduğu ve yere çöktükleri unutulmamalıdır.
10. Hatalar ve vakalar, küçük dökülmeler ve kaçaklar dahil, raporlanmalıdır. Bu raporların değerlendirilmesi gelecekteki daha büyük olayları önleyecektir.
11. Yangınlar, dökülmeler ve kaçaklarla ilgili olarak acil durum planları hazırlanmalıdır; örn. alarm sistemi kurulması, yangın söndürme ekipmanlarının hazırlanması, güvenli taliye prosedürlerinin hazırlanması^[3]

4. SOLVENTLERİN GÜVENLİ DEPOLANMASINA İLİŞKİN ÖNLEMLER

Solventler alevlenebilir özellikle oldukları için, solventlerin depolanmasında tedarikçilerin sağladıkları teknik bilgiler ve talimatlara uygun hareket edilmelidir.

Solventlerin depolanmasında aşağıdaki önlemler alınmalıdır;

1. Solventlerin birçoğu havadan ağırdır ve yerde birikmektedir. Bu nedenle, depolama yerleri havalandırılması daha güç olan zemin ya da bodrum katları olmamalıdır.^[4]
2. Solventler işyerlerinde parlayıcı maddeler için uygun paslanmaz ya da demir, çelik dolaplarda ve yanmaz kaplarda saklanmalıdır.^[4]



Şekil 1: Çelik Depolama Kabini

3. Dolapların dışında sadece günlük kullanılacak miktar kadar solvent tutulmalıdır. Solventlerin depolama kabinlerinin dışında tutulduğu yerler iyi havalandırılmalı ve böylelikle solvent buharları ortamdaki uzaklaştırılmalıdır. Böylelikle palayıcı ortam oluşumu önlenmiş olur. ^[5]
4. Boş kaplar kesinlikle çalışma alanında tutulmamalıdır, kaplarda solvent kalmış olabilir ve bu patlama tehlikesi yaratır.
5. Depolama kabinlerinde birbiriyle reaksiyon verebilecek, uygunsuz kimyasallar birarada tutulmamalıdır. Bu kimyasalların buharları bir reaksiyon başlatabilir ve bu reaksiyonların çok yıkıcı etkileri olabilir.
6. Parlayıcı maddeleri barındıran depolama kabinleri alev kaynaklarından ve yanabilecek maddelerden- kutular, bez, paçavra- uzak tutulmalıdır. Depolama kabinlerinin bulunduğu alanlarda sıcaklık 26 °C'nin altında olmalıdır. ^[5]
7. Solventler göz ile temas etme ihtimalini azaltmak amacıyla göz seviyesinin altında kullanılmalı ve depolanmalıdır. ^[4]
8. Basıncılı tüpler tutuşturucu kaynaklardan uzak tutulmalı, kaba kullanıma ya da ani hareketlere maruz kalmayacak şekilde korunmalıdır. Solvent tüpleri, buharlarının uzaklaştırılabileceği çeker ocaklarda doldurulmalıdır. ^[4]
9. Solventlerin kapakları kapalı tutulmalı, üzerleri örtülmelidir.
10. Solvent kaplarında olabilecek kaçaklar, delikler kontrol altına alınmalıdır. ^[5]

5. KAYNAKLAR

1. Handbook of Solvents, Wypych G., ChemTec Publishing&William Andrew Publishing, Toronto, New York 2001
2. Gündüz, G., “Boya Bilgisi”, TMMOB Kimya Mühendisleri Odası.
3. http://www.esig.org/uploads/documents/36-4-bpg_2.pdf
4. http://www.netregs.gov.uk/netregs/275207/584249/1715742/?version=1&lang=_e
5. Che Man, A. B. & Gold, D., Safety and Health in the Use of Chemicals at Work, ILO.