

KAZALARDAKİ TEHLİKE RİSKLERİ

Bütün enerji taşıyıcılarda olduğu gibi hidrojenin de benzin, dizel, doğalgaz veya propanın taşıdığı tehlikeleri de taşıması şaşırtıcı değildir. Bu nedenle taşıma, depolama ve kullanım sırasında belirli önlemleri almak gerekir. Önlem alınmadığı her durumda kaza riski oldukça yüksektir. Kullanılan enerji türüne göre önlemler farklılaşmıştır. Yakıt olarak benzin kullanılan bir sistemde ki tedbirler ile doğalgazın kullanıldığı sistemdeki tedbirler birbirinden farklı olmalıdır.

Alınacak önlemler iki alanda toplanmıştır. Birinci önlem yakıtın yani hidrojenin, çevreye serbest kalmasını engellemektir. Diğer yakıt sistemleri içinde yakıtın dışarı sızıp çevredeki oksijen ve muhtemel bir ateşli kaynakla birleşmesi mutlak surette engellenmelidir. Burada risk için yakıtın tutuşma sıcaklığı önemlidir. Yakıt ile çalışan düzeneğin kesinlikle kapalı devre olması ve kullanılan her parçanın sağlamlığının ve hortum vanaların sızdırmazlığının kontrol edilmesi gerekir.

İkinci önlem ise oksijenin hidrojen yanan sisteminin içine girmesinin engellenmesidir. Bu durumda üst yanma sınır değeri bilinmeli, karışımın bu değerin altına inmesi engellenmelidir. Normal koşullarda sistemin iç basıncı dışarıya göre daha yüksektir ve gazın içeriye girmesi olanaksızdır.

Alınan bütün önlemlere rağmen yanıcı bir gaz karışımı sistemden kaçarsa belirli bir enerji harcanarak tutuşması engellenmelidir. Bunun için gerekli minimum enerji değeri, kullanılan bütün diğer yakıtlara oranla oldukça küçüktür. (0,0017 m³J)

Gerekli olan minimum alevlenme enerjisi oksijenin mevcudiyetinde sisteme verilince, karışım suya dönüşür ve harcanan enerjinin % 90'ı geri kazanılmış olur. Böyle bir yanma reaksiyonunda havada bulunan azot sebebiyle bir miktar azotoksit ve buhar formunda su meydana gelir. Diğer fosil yakıtlarının, yanmasında meydana gelen kükürt-dioksit, hidrokarbonlar, karbonmonoksit, korbondioksit gibi ürünler asla oluşmaz, çünkü yakıtın içinde ne karbon vardır ne de kükürt. Bu en büyük avantajıdır.

Hidrojen gaz bulutunun tutuşması durumunda iki tür önlem alınmalıdır. İlki alevi mümkün olduğu kadar geniş bir alana yayıp uzaklaştırmak ikincisi ise alevlenmeyi geçiktirmek. Kaçan hidrojenin oksijenle iyice karışması durumunda büyük zararlara sebebiyet veren bir patlama meydana gelebilir. Aniden meydana gelen bu tür bir patlama yeteri kadar oksijenle karışması engellenirse hasarlar biraz daha az olur. Tehlikeli olan gazın yavaş yavaş sızıp birikmesi ve yeteri kadar oksijenle birleştiğinde büyük bir enerji boşalması ile patlamasıdır. Bu olay hemen hemen tüm yakıtlarda aynı prensiple olur. Özellikle çok güvenli olmayan LPG (sıvılaştırılmış propan gazı) kullanan

araçlarda daha kalıcılığı büyük hasarlara sebebiyet verir. Bu reaksiyonların başlamasının temelinde tutuşturucu bir kaynağın olması koşulu vardır.

Sıvılaştırılmış gazlarla yapılan testlerin çoğunda asıl patlamanın gazın oluşmaya başladığı ilk 5 ile 20 dakika arasında olduğu görülmüştür. Ancak bu süreden önce yapılan müdahaleler kazayı önlemiştir.

Tüm alınan önlemlere rağmen yinede hidrojen - hava karışımından kaynaklanan bir yanma meydana gelmişse, aşağıdaki noktalara dikkat edilmesi gerekir.

- ✓ Alevler, morötesi alanda ışık yaydığı için insan gözü tarafından gündüz gözüyle pek iyi görünmez.
- ✓ Yanma hızı oldukça yüksektir ve alevler çok hızlı oluşur, ancak o kadar hızlı da söner.
- ✓ Yanan gazın yoğunluğu çok küçük olduğundan önce hızlıca yükselir daha sonra yandıkça havanın yoğunluğuna yaklaşır ve her yere yayılır.
- ✓ Parlama enerjisi oldukça düşüktür.
- ✓ Oluşan alevin ve ışınların sıcaklığı oldukça düşüktür çünkü yapıda kor haline gelebilecek ve ısı yayacak, karbon parçacıkları yoktur.
- ✓ Yangına başka maddeler katılmadığı sürece koku meydana gelmez.
- ✓ Alevi söndürmeye kalkmak tavsiye edilmeyen bir durumdur. Yangını besleyen kaynağı uzaklaştırmak yada kontrollü bitimini izlemek daha mantıklıdır. Ayrıca su kullanılarak soğutma yapılabilir. Zaten alev görülmediğinden söndürmekte oldukça zordur.
- ✓ Yapılan araştırma ve incelemeler hidrojen sisteminin meydana getirdiği risklerin mevcut yakıtlara oranla daha düşük olduğunu göstermektedir.

Örneğin bir uçak kazasında 20.000 kg LH₂ serbest kaldığını düşünelim. Bu yakıt 50m çaplı bir daire şeklinde yayılır. Yaklaşık 20 saniye gibi kısa bir sürede sıvı yakıtın hepsi gaz haline geçer. Üç dakika içinde ise oluşan gaz hidrojen bulutu 800 m yüksekliğine ulaşır ve alevlenme sınır değerinin altında bir değerde olur. Buna karşın aynı uçakla uçak yakıtı Kerosin taşınmış olsaydı (yaklaşık 70. 000 kg) yakıt 2 m/s gibi düşük bir rüzgar hızında bile 10 km lik alana yayılan bir bulut oluştururdu. Alevlenme riski ise yaklaşık 5 saat sürerdi.¹

Yine hidrojen yakıt taşıyan araçlarla ilgili yapılan başka bir testle aracın hidrojen tankından ana vanayı kırarak hızlıca çıkan hidrojen, üç ile beş metre arasında bir mesafeye kadar fıskırılmış ve orada birikinti oluşturmuştur. Oluşan alev ise 90 saniye gibi bir sürede sönmüştür. Benzinli araçta yapılan benzer bir testle meydana gelen yangın 90 s de aracın ön motor kısmını sarmış, 140 sn lik bir süre içinde basınçla kabine sıçramış ve iç döşemeler, bagaj dahil her yer yanmıştır. Aracın lastikler patlamış ve klimanın gaz deposuda boşalmıştır. Bu koşullar altında sürücünün yaşama şansı oldukça düşüktür.²

Bütün bu deneysel çalışmalar ve testlerden çıkan en önemli sonuçlardan biri de

hidrojenin alevlenme süresinin hidrokarbon bileşiklere oranla kısa olmasının büyük bir avantaj oluşturduğudur. Böylece metal aksam daha çok ısınmamakta, kararlılığı ve koruma fonksiyonunu yitirmemektedir. Özellikle evlerde ve uçaklarda bulunan çelik donatılar bu sebepten dolayı hiç deforme olmazlar.

Bununla birlikte araçlarda hidrojen kaçıp birikmesini sağlayan etkenlerin ortadan kaldırılması en önemli tedbirlerdendir. Gaz hidrojen kullanılan bir araçta aşağıda verilen belirli başlı sebeplerden dolayı tehdit oluşur.

- ✓ Yakıt iletim borusunda bir kopma olmuştaysa,
- ✓ Deponun üstünde bulunan basınçlı kapak deforme olursa,
- ✓ Hidrojeni gönderen ve depo basıncını kontrol eden sensör bölümünde arıza meydana gelirse,
- ✓ Yada depodan ihtiyaca göre hidrojen çeken bilgisayar programında arıza meydana gelmişse.

Sürekli kontrol altında tutulması gereken mevcut durumlar haricinde şiddetli bir çarpma ya da darbe anında da tehlikeli durumlar oluşur.

Tehlike unsurları sıvı hidrojen (LH_2) taşıyan araçlar için biraz daha farklıdır. Sıvı hidrojenin sıcaklığının dış atmosfere oranla oldukça düşük olması ve tanktan kaçtığı an hemen bulunduğu yerde buhara dönüşmesi ve üzerinde donmuş su buharı tabakası oluşturması en karakteristik davranışıdır. Soğuk olarak depolanmış GH_2 (gazhidrojenin) yoğunluğu 20K sıcaklığında 1.34 g/dm^3 olup havadan oldukça büyüktür. Sıcaklık 2K yükseltildiğinde yoğunluğu $1,18 \text{ g/dm}^3$ 'e ulaşmış olur ve bu değer yaklaşık havanın yoğunluğuna eşittir. Ancak dış atmosferle olan bu yüksek sıcaklık farkından dolayı açığa çıkan hidrojen çok hızlı ısınır ve yoğunluğu ($0,082 \text{ g/dm}^3$) gibi çok küçük değerlere ulaşır. Bu yüzden açığa çıkan hidrojen hemen yükselir. Bu durumda yayılma hızıda $1,2 - 9 \text{ m/s}$ ye ulaşabilir. Taşıdığı bu özellik kazalardaki riski azaltır.

Gaz hidrojen insan için toksik değildir, yani solunması sırasında bir tehlike oluşmaz. Ancak havadaki oksijen oranını % 15 kadar azaltacak oranda hidrojen karışımı oluşursa solunum güçleşir ve boğulma meydana gelebilir.

Sıvı hidrojenin cilde kısa süreli teması da tehlikeli değildir. Ancak uzun süreli temasta ciltte soğuk yanma meydana gelir. Bu bütün soğuk gazların ciltle temasta meydana getirdiği etkidir.

Genel olarak özetlenecek olursa hidrojen yakıt sistemi mevcut yakıt sistemlerinden, kaza riski ve kazaların doğurduğu sonuçlar açısından daha güvenlidir.

Kaynakça

BÖLÜM 10

- 1. Walther, E., John Muir Institute at the University of Nevada, 1978*
- 2. Swain, M. R., Fuel Leak Simulation University of Miami, Florida, 2001*