

HAVA YASTIKLARINDA SON GELİŞMELER

Recent developments in airbags

Aytaç KOÇAK, Melike TOPÇUOĞLU, Ekin Özgür AKTAŞ

Koçak A, Topçuoğlu M, Aktaş EÖ. Hava yastıklarında son gelişmeler. Adli Tıp Bülteni 2010;15(1):32-38

ÖZET

Ülkemizde her geçen gün trafiğe çıkan araç sayısı artmaktadır. Buna bağlı olarak trafik kazaları da artış göstermektedir. Otomobillerde iki tip güvenlik sistemi bulunmaktadır. Aktif Güvenlik Sistemleri kazayı başlamadan önlemeyi amaçlarken (ABS, aktif süspansiyon, çekiş kontrol sistemi, antipatinaj sistemi vb.), Pasif Güvenlik Sistemleri; kaza başladıktan sonra korumayı amaçlar (emniyet kemeri, çelik barlar, hava yastığı vb.). Hava yastıkları 1967 yılında Alman bir otomobil firması tarafından pasif güvenlik önlemi olarak kullanılmaya başlanmış, 1980'li yıllarda sürücüler için, 1988'de ön koltukta oturan yolcular için kullanımı yaygınlık göstermiştir. Bu gelişmelerle birlikte hava yastıklarının hayat kurtarıcı oldukları saptanmış ancak kendilerinin de yaralanmalara sebep olabildikleri ortaya çıkmıştır. Daha sonra hava yastığına bağlı yaralanmaları azaltmak amacıyla ikinci nesil gücü azaltılmış hava yastıkları piyasaya sürülmüştür. Günümüzde ise ağırlık sensörü, araç içindeki kişileri ve kaza şiddetini ölçen sensörlerle çalışan üçüncü nesil hava yastıkları geliştirilmeye çalışılmaktadır. Ayrıca motosiklet sürücüleri için hava yastıklı motosiklet, hava yastıklı kask ve giyilebilir hava yastıkları geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Trafik kazaları, pasif güvenlik sistemleri, hava yastıkları, hava yastığına bağlı yaralanmalar

SUMMARY

The vehicles on the traffic are increasing in number everyday in our country and that's why the traffic accidents are also increasing. There are two types of safety systems in cars. The Ac-

tive Safety Systems on automobiles aim to prevent the accident before it happens (ABS, active suspension etc.) and the Passive Safety Systems aim to prevent the occupants during the accident (safety belts, airbags etc.) In 1967 air bags had been began to be put in cars by a German automobile company first as the passive safety system and in 1980's they had become commonly used by drivers and after 1988 both by drivers and front seat passengers. Together with these developments it was seen that the airbags were saving lives together with the injuries they cause so in 1980's new second generation depowered airbags were developed to prevent airbag caused injuries. And today new studies are in progress to develop the new generation airbags working with sensors that sense the position and weight of the passenger and also the severity and force of the crash to deploy at the most suitable pressure and at the most suitable time during the accident. Together with these new developments in motorcycle airbags and wearable airbags are done.

Key words: Traffic accidents, passive safety systems, airbags, airbag injuries

HAVA YASTIKLARINDA SON GELİŞMELER

Ülkemizde her geçen gün trafiğe çıkan araç sayısı artmaktadır. Buna bağlı olarak trafik kazaları da artış göstermektedir. Bu sebeple ortaya çıkabilecek can kayıplarının önlenmesi amacıyla araçlarda güvenlik önlemlerinin geliştirilmesi ve artırılması yönünde çaba sarfedilmektedir.

Otomobillerde Aktif Güvenlik Sistemleri kazayı başla-

Resim 1. Önde oturan yolcunun ön konsola ve ön cama çarpması sonucu yaralanma

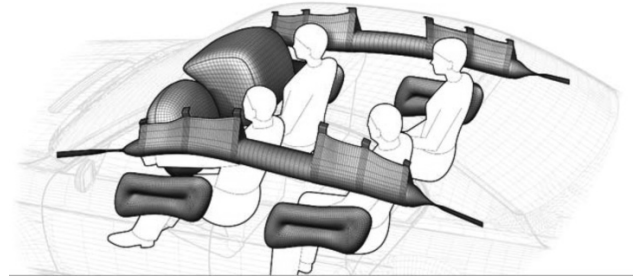


madan önlemeyi amaçlarken (ABS, aktif süspansiyon, çekiş kontrol sistemi, antipatinaj sistemi vb.) Pasif Güvenlik Sistemleri kaza başladıktan sonra korumayı amaçlar (emniyet kemeri, çelik barlar, hava yastığı vb.).

Sürücü ve yolcu kaza anında çarpmanın şiddeti ile özellikle önden çarpmalarda öne doğru fırlamakta ve bu sırada ön konsol veya ön cama çarparak ciddi şekilde yaralanmakta, hatta ölmektedirler (1). Hava yastığının koruma prensibi çarpışma anında açılarak öne doğru fırlayan kişinin ön konsol veya ön cama çarpmasını önleme mantığına dayanır.

Otomobilde hava yastığı kullanımının ilk kez 1950'lerde Amerika'da gerçekleştirilmiş olduğu belirtilmektedir (2), ancak bilinen şekliyle ilk hava yastığı 1967 yılında Alman bir otomobil firması tarafından pasif güvenlik önlemi olarak arabalara yerleştirilmeye başlanmıştır. 1980'li yıllarda sadece sürücüler için, 1988'de ön koltukta oturan yolcular için kullanımı yaygınlık göstermiştir. 1995'te Avrupa'da on bir milyondan fazla araca uygulanmıştır (3). 1998 yılından sonra sürücü ve yolcu hava yastığı bulundurulması Amerika'da yasal bir zorunluluktur (2). 1995 yılından bu yana Amerika'daki otomobillerin %70'inde hava yastığı bulunmaktadır. Ülkemizde ise otomobillerde hava yastığı bulunması yasal bir zorunluluk olmamakla birlikte, yeni satılmakta olan arabaların hemen hemen hepsinde en azından sürücü hava yastığı standart donanımda yer almaktadır. Hava yastıkları şimdiye dek önden çarpışmalarda binlerce hayat kurtararak önemini ve gerekliliğini kanıtlamıştır (2).

Resim 2. Ön ve yan hava yastıkları



Hava Yastığı Nasıl Çalışır?

Hava yastıklarının çalışma ve koruma prensiplerini basitçe ifade etmek gerekirse; özellikle önden çarpmalarda direksiyon simidine yerleştirilmiş bir balonun yüksek basınçta şişerek sürücü ve yolcuyla koruması mantığına dayanmaktadır.

Sürücü bölümündeki hava yastığı sürücünün direksiyon simidine çarpmasını önler, diğer hava yastıkları ise yolcuların ön konsola veya yan panellere çarpmasını engellemektedir (2). Yandan çarpmalarda da yan hava yastıkları aynı sistemle araç içindekileri korumaktadır.

Hava yastıkları, emniyet kemeri vb. gibi güvenlik sistemlerine ek bir güvenlik sistemi [Supplemental Restraint Systems (SRS)] olarak araçlarda bulunmaktadır. Hava yastığı araç içerisinde nerede bulunuyorsa (ön, yan vb.) bulunduğu yerde 'airbag' veya 'SRS airbag' uyarı işareti bulunmaktadır .

Araçta belirli bölgelere yerleştirilmiş sensörler 25 milisaniyede çarpışmayı algılar ve hava yastıkları şişmeye başlar. 45 milisaniyede hava yastıkları tamamen şişer. 60 milisaniyede araç içindeki kişiler hava yastığına çarpar ve 100 milisaniyede kişinin hava yastığına çarpmasıyla hava yastığı sönmeye başlar. Şişme yüksek bir egzotermik reaksiyon sayesinde gerçekleşir ve sıcak gazların yüksek volümleri (genellikle nitrojen) olayda görev alır (4).

Kontrol modülü, hava yastıklarının beyni gibidir ve algılanan çarpışmalardan hangisinde yastığın şişmesi gerektiğini kontrol eder. Hava yastığı birimi ise işi yapan kas sistemidir. Çarpışma olduğunda saniyenin 1/20 hızında hava yastıkları şişmelidir (5). Hava yastığı bir kez şiştiği zaman yastık üzerindeki küçük delikler sayesinde anında sönmeye başlar. Eğer sensör çok yüksek düzeylere göre

ayarlanırsa düşük enerjili çarpışmalarda hava yastıkları açılmaz, eğer çok hassas olarak ayarlanırsa en küçük çarpışmalarda dahi hava yastıkları açılacaktır (2). Bu nedenle hava yastığının zamanlaması iyi ayarlanmalıdır. Çarpışma anında hava yastığı eğer erken açılırsa sönmeye de erken gerçekleşecek kişiler zaten ön konsola veya direksiyona çarpacağından çok geç kalınmış olacaktır (2).

Hava yastıkları halen geliştirilme aşamasındadır. Araç içindeki farklı kişileri algılayıp hava yastığı açılma hızlarını, tetikleme gücünü, gaz hacmini anında otomatik olarak algılayıp ayarlayabilen hava yastıkları üzerinde çalışmalar sürdürülmektedir (2).

Hava Yastıklarının Kronolojik Gelişimi

Birinci nesil hava yastıkları

1987 - 1997 yılları arasında üretilen araçlarda kullanılan ve özellikle sürücü hava yastığı şeklinde kullanılan hava yastıklarıdır (6). Birinci nesil hava yastıkları önde oturan yetişkinlerin ölüm riskini etkin şekilde azaltmıştır. Bu yastıkların emniyet kemeri ile birlikte kullanımının yaralanma riskini azalttığı, ancak açılış kuvvetleri sebebiyle çocuklar ve küçük boylu erişkinler için yaralanma riskini artırdığı gözlemlenmiştir (6).

İkinci nesil hava yastıkları

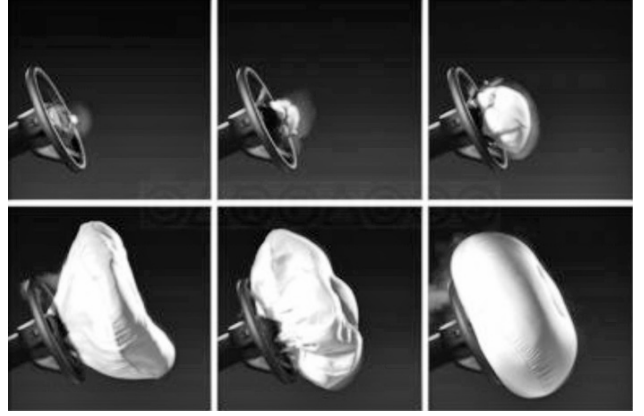
Birinci nesil hava yastıklarının açılış güçlerinin hasar riskini artırdığının gözlenmesi 1998'den sonra araçlarda gücü azaltılmış ve sensörlerden aldığı çarpma şiddeti ve yolcu özelliklerine göre açılma kuvvetini düşüren (multistage airbag) hava yastıkları kullanılmaya başlanmıştır (6).

İkinci nesil hava yastıklarının çocuklarda ortaya çıkabilecek yaralanma riskini %33 azalttığı görülmüştür (6). Son yapılan çalışmalara göre daha önceki hava yastıklarıyla karşılaştırıldığında ikinci nesil hava yastıkları 6 ve daha küçük yaşlardaki çocukların mortalite risklerini gerçekten düşürdüğü saptanmıştır (6). 2007 yılında yapılan bir çalışmaya göre ise birinci ve ikinci nesil hava yastığı olan araçların ön koltukta oturan yolcular için benzer bir koruma sağladıkları, üst ekstremitelerde yaralanmalarını azalttıkları, ancak şiddetli torasik yaralanma riskini artırdıkları gözlemlenmiştir (6).

Yan hava yastıkları

Yan hava yastıkları ilk kez 1990 yılında kullanılmıştır. Daha sonra göğüs yastığı, kafa-göğüs, göğüs-perde yastığı gibi değişik çeşitlilikte hava yastıkları üretilmiştir (7).

Resim 3. Hava yastığının açılma evreleri



Resim 4. Diz hava yastığı



1990'larda ön hava yastıklarıyla ilgili çok sayıda araştırma yapılmış ve çeşitli kombinasyonlardaki hava yastığı ve emniyet kemerinin kullanıldığı postmortem bireylerin yer aldığı çalışmalar yayınlanmıştır. Ön hava yastıklarının kendilerinin de yaralanmalara neden olduğu, ancak mortalite riskini önemli ölçüde azalttıklarından her zaman kullanılma zorunluluğu kabul edilmiştir. Ancak bu çalışmalar yan hava yastıklarıyla sistematik olarak bağdaştırılamamıştır. Yan hava yastıkları birincil olarak göğüs kafesi ve pelvisi korumaya yöneliktir. Perde hava yastıkları ise başı korumaktadır. Koltuğa monte yan hava yastıkları perdelerden daha yaygındır. Çarpışma testlerinde yan perdelerin yandan çarpışmalarda başı korumakta etkin rol oynadıkları gösterilmiştir (8).

Igarashi ve arkadaşları tarafından gönüllü bireylerle yapılan testlerde koltuğa monte kafa göğüs yastığı kullanılmış ve hiçbir yaralanmanın olmadığı görülmüştür. Teste katılan kişiler çarpışmayı bir tokat gibi hissettiklerini belirtmişlerdir (7). Duma ve arkadaşları yan hava yastığı ile kadavra ve mankenleri kullanarak testler yapmış 12 kadavranın 7'sinde kondral ve osteokondral kırıklar saptamıştır. Yaptıkları 18 testten 10'unda dirsek ekleminde kırık olduğunu tespit etmiş, testlere göre en

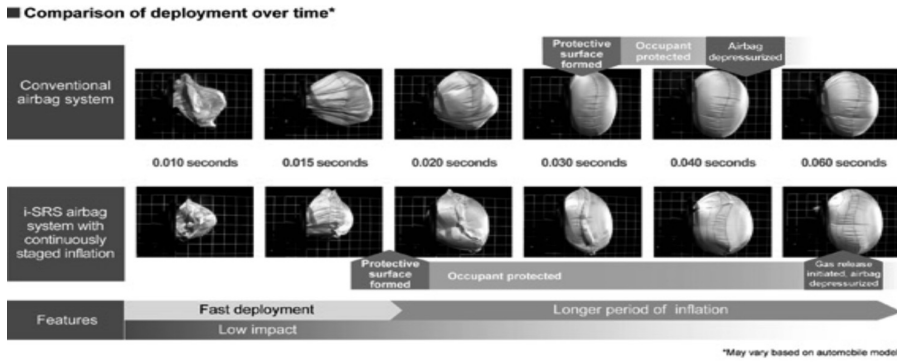
Resim 5. Geleneksel hava yastığı sistemi



Resim 6. i-SRS kademeli hava yastığı sistemi



Resim 7. Geleneksel bir hava yastığı ile yeni kademeli hava yastıklarının karşılaştırılması



sık karşılan yaralanmanın dirsek eklemi distalindeki kırıklar olduğunu saptamışlardır (7).

Şişebilen diz yastığı

Diz yastığı direksiyon simidinin altında yer almaktadır. Önden çarpışmalarda araçtakilerin dizlerini korumayı ayrıca araçtaki yolcunun uygun konumda kalmasını sağlamayı amaçlamaktadır.

Üçüncü nesil hava yastıkları

Kademeli hava yastıkları

Bu tip hava yastıkları darbenin ciddiyetini belirleme (dolayısıyla otomobil içindeki yolcunun hareketini tahmin edebilme) yeteneğine sahip daha karmaşık sistemler içermektedir. Herhangi bir çarpışma durumunda yolcu sabit tutmak için gerekli miktarda gaz kullanarak hava yastığının yol açtığı yaralanmaları azaltmayı amaçlamaktadır.

1998'de Japon bir otomobil firması; ilk kez iki kademeli hava yastığını üretmesinin ardından, Kasım 2008'de sürücüyü ait ilk i-SRS hava yastığı sistemini geliştirdiğini açıklamıştır. Sistem hava yastığını şişiren gaz volümünü kademeli olarak arttırmaktadır (9).

Hava yastığı içerisinde spiral şekilli bir yapı ve gaz çıkış kontrol subabı bulunmaktadır. Böylece hava yastığının hızlı işlev görür hale gelebilmesi için gerekli basınç kontrol edilmektedir. Spiral yapı hava yastığının düşük hacimde olduğu sürelerde de koruyucu bir yüzey oluşturmasını sağlamakta, bunun da eskisinden daha hızlı bir koruma imkanı vereceği belirtilmektedir. Yeni sistemin araç içindeki kişilerin pozisyonlarına ve çarpışma çeşitlerine geniş bir spektrum içinde adapte olabileceği ifade edilmektedir (9).

Sistemin fırlayıştan sönmüşe kadar sabit bir koruma sağladığı ileri sürülse de, çok yeni bir sistem olduğu için henüz koruması ile ilgili bilimsel veriler bulunmamaktadır.

Hava yastıklarında genellikle sodyum azid kullanılmaktadır. Sodyum azid hava yastığını hızla dolduran ısıtılmış nitrojen gazı üretmek için demir veya bakır bir katalizörle kombine edilir. Bu bileşimler ve eser miktardaki gazlar (karbon dioksit, hidrojen ve karbonmonoksit) hava yastığı üzerindeki çıkışlardan araç içine yayılarak alveol ve bronşiol epiteline zarar verebilmektedir (10). Yeni geliştirilen bu sistemde ise; araç içine hava yastığından gaz kaçıışı bulunmadığından yukarıda belirtilen zararların ortadan kalkacağı düşünülmektedir.

Yayaları korumaya yönelik hava yastıkları

Hava yastıkları sürücüyü, yolcuları ve aynı zamanda kazaya iştirak eden diğer kişileri de korumak için devamlı gelişme göstermektedir. Bu gelişmelerden biri de Japon bir otomobil firması tarafından geliştirilen 360 derece hava yastığı sistemidir. Bu sistemle amaçlanan arabanın çarptığı yaya, bisikletli vb. konumda olan kişileri de korumaktır. Ancak şu an için sadece fikir aşamasında olduğu belirtilmektedir (11).

Hava yastığı açıp kapama düğmesi

Çocukların araç içinde uygun çocuk koltuğu kullanılmadan seyahat etmesi, özellikle yolcu hava yastığı bulunan araçlarda ön yolcu koltuğunda oturtulması, en ufak bir kazada bile hava yastıklarına bağlı ölümcül olabilecek yaralanmalara neden olabilmektedir (1). Benzer şekilde hamilelerin ön yolcu koltuğunda seyahati sırasında ön hava yastığının açılmasına bağlı fetal yaralanmalar görülebilmektedir (12).

Küçük çocukları ve hamileleri hava yastığının yolu üzerinden uzak tutmak özellikle arka koltuk olmadığında sorun olmaktadır. Otomobil üreticileri bu tehlikeyi önlemek için, çocuk yolcu veya hamile taşırken hava yastığının açılmasını önleyen bir anahtar uygulamışlardır (13).

Bugün ülkemizde satılan bir çok araçta yolcu hava yastığının açılmasını önleyen kapama düğmesi bulunmaktadır. Bu noktada bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de bu düğmelerin, hamile ve çocuk yolcu taşırken açma diğer zamanlar kapatma gibi yanlış kullanımları olabilme ihtimali her zaman göz önünde bulundurulmalı ve mümkünse çocuklar ve hamileler arka koltuğa oturtulmalıdır.

Yapay sinir ağları kullanımı

Araştırma aşamasında olan bu sistemde; değişik türlerde çarpışma dalgalarının ayırt edilerek farklı çarpışmalara göre hava yastığının istenilen zaman aralığında ve istenilen şiddette ve basınçta tetiklenmesinin sağlanması amaçlanmaktadır.

Planlanan bu sistemde değişik hızlarda araçlarla çarpışma testlerindeki veriler kaydedilerek çarpışmalarda hava yastığının ne kadar basınçla ne zaman şişmesi gerekeceği hesaplanmakta ve ona göre araç bilgisayarına yükleme yapılmaktadır. Sensörler yardımıyla meydana gelen çarpışmayı algılayan ve ona göre hareket eden yapay sinir ağlarıyla çalışan bir tür yapay zeka kullanılarak hava yastığının şişme hızı, basıncı ve zamanı ayarlanmaktadır (14).

Resim 8. 360 derece hava yastığı sistemi



Araçta bulunanları elektrik alanı ile tespit

Elektrik alanı ile yolcu tespit sistemi düşük seviyede elektrik alanlarını saptayan ve dağıtan araç koltuğuna yerleştirilmiş esnek sensörlerdir. Elektrik alanındaki değişimleri göstererek, sistem öne ya da arkaya dönük çocuk güvenlik koltuğundaki bir çocuk, koltuktaki bir yetişkin ve boş koltuk arasındaki farklılıkları belirlemektedir. Koltuğun boş olması durumunda ya da arkaya dönük çocuk güvenlik koltuğu bulunan durumlarda hava yastığı açılmamaktadır (15). Benzer şekilde araç içindeki kişinin pozisyonunu ve yerini algılayan kızılötesi dalgaların kullanıldığı bir sistem de bulunmaktadır (16). Ayrıca ağırlığa duyarlı yolcu koltuğu sensörleri araçta yolcunun bulunup bulunmadığını, çocuk güvenlik koltuğunun olup olmadığını tespit edebilmektedir (17). Ağırlık sensörleri koltuk üzerinde yolcu olmadığı zaman veya belirlenen ağırlıktan daha az ağırlık hissedildiğinde hava yastığı açılmamaktadır.

Motosiklet hava yastığı

Japon motosiklet firmaları tarafından geliştirilen bu tip hava yastığının herhangi bir çarpışma durumunda oturağın altından açılarak koruma sağladığı belirtilmektedir (18).

Resim 9. Motosiklet hava yastığı



Resim 10. Hava yastıklı motosiklet kaskı



Hava yastıklı motosiklet kaskı

2008 yılında kask üreticisi İspanyol bir firma tarafından ilk kez hava yastıklı motosiklet kaskı piyasaya sürülmüştür. Motosiklet sürücüsünün güvenliği için önemli bir aşama olarak tanımlanan kaskın arka bölümündeki haznede bulunan hava yastığı kaza anında 0.15 saniyede açılarak boyun-omur bölgelerini koruduğu belirtilmektedir (19).

Giyilebilir hava yastıkları

Üç çeşit giyilebilir hava yastığı sistemi geliştirilmiştir. Tip1; yüksekten düşmelerde, özellikle motosiklet kazalarında, Tip 2 tekerlekli sandalyenin takla atması durumlarında, Tip 3 ise aynı seviyede yere düşmeler için tasarlanmıştır. Sistem bir hava yastığı, bir sensör ve bir şişiriciden ve bir çeketten oluşmaktadır (20).

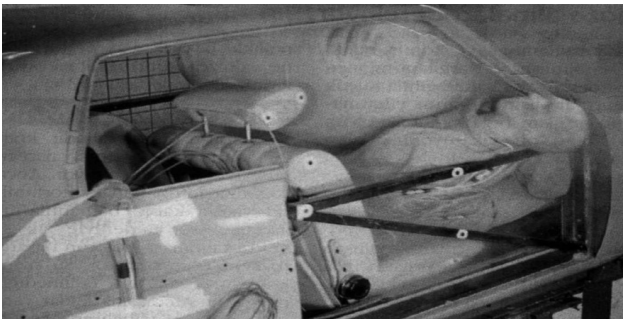
Resim 11. Tip 1 hava yastığı



Resim 12. Tip 2 hava yastığı



Resim 13. Emniyet kemeri takmamış yolcuda hava yastığına bağlı yaralanma



Hava yastıklarına bağlı yaralanmalar

Hava yastığının açılmamasından, çok hızlı açılmasından, çabuk sönmesinden veya hava yastığına temastan

kaynaklanan yaralanmalar görülebilir. Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Karayolları Trafik Güvenliği uygulamasından elde edilen verilere göre hava yastığından kaynaklanan yaralanmalar (hava yastıklarının daha büyük boyuttaki yaralanmaları önledikleri düşünülürse) göze alınabilir yaralanmalar olarak değerlendirilmektedir (2).

Hava yastığı bulunan araçlarda; emniyet kemeri takmayan yolcularda trafik kazası sonucu hava yastıklarına bağlı kafa travmaları, göz yaralanmaları servikal omur yaralanmaları gibi ciddi yaralanmalar meydana gelmektedir.

Hava yastıklarının meydana getirdiği başlıca yaralanmalar şunlardır:

- a) Aniden açılan hava yastığının kafaya çarpması sonucu oluşan yaralanmalar:
 - a. Frontal ve paryetal kemik kırıkları
 - b. Subaraknoidal kanamalar
 - c. Kortikal kontüzyon
 - d. Atlantooksipital eklemde çıkık
 - e. Spinal kord seperasyonu
- b) Hava yastığındaki patlayıcı maddenin yanmasıyla oluşan gazın neden olduğu kimyasal yanıklar.
- c) Yüzdeki yaralanmalar: Sürtünmeden dolayı oluşan sıyrık, burun kemiklerinde kırık.
- d) Ensende gerilmeye bağlı yumuşak doku lezyonları.
- e) Ani şişme ve sönme sonucu oluşan yüksek seviyeli gürültü nedeniyle kısa süreli duyma kaybı.
- f) Göz yaralanmaları: korneal abrazyonlar, retinal hemoraji ve retinal yırtıklar (3).

Öneriler

Hava yastıklarının araçlardaki varlığını yeterli bir güvenlik önlemi olarak algılayan ve özelliklerini bilmeden araç kullanan sürücülerin kaza anında beklenmedik kötü sonuçlara karşı otomobil firmaları tarafından; aracın satışı sırasında müşterinin ayrıntılı olarak bilgilendirilmesi gerekir. Ayrıca hava yastığı olan araçlara Türkçe yazılı uyarı işaretleri konulmalıdır. Bu konuda medyada eğitici programların hazırlanmasında yarar vardır. Mutlaka dikkate alınması gereken konular şunlardır (3):

Sürücü ve ön koltukta oturan erişkin yolcuların mutlaka hava yastıklarına en az 30 cm uzaklıkta olması ve emniyet kemeri takması gereklidir.

Özellikle 12 yaşından küçükler kesinlikle ön koltukta seyahat ettirilmemelidir.

Eğer kullanılan araç yolcu hava yastığı bulunan tek kabinli bir pikap veya iki kişilik spor bir araç ise ve bu nedenle çocuğu önde oturtmak zorunluluğu bulunuyorsa; öndeki yolcu koltuğunu en geri pozisyona almalı ve mutlaka çocuk koltuğu kullanılmalı, hava yastığını devreden çıkaracak bir sistem bulunuyorsa hava yastığı devreden çıkarılmalıdır.

1 yaşından küçük çocukların yolcu hava yastığı bulunan araçta önde oturtulmaması gerekmektedir. Eğer zorunluluk varsa çocuk ters oturtularak araç koltuğunda seyahat ettirilmelidir.

KAYNAKLAR:

1. Koçak A, Aktaş EÖ. Hava Yastığı ile Annesi Arasında Sıkışan Çocuk Olgu Sunumu. VI. Ulusal Adli Bilimler Kongresi Bildiri Özet Formu
2. Wallis LA, Greaves I. Injuries associated with airbag deployment. *Emerg Med J* 2002;19:490-493
3. Aktaş EÖ, Koçak A, Hancı İH, Zeyfeoglu Y. Hava yastıklarına bağlı çocuk yaralanmaları ve ölümleri. Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi özet bildiriler kitabı 25-27 Nisan 2001 Ankara
4. Mercer G, Sidhu H. Modelling Burns Caused By Airbag Deployment. School of Physical, Environmental and Mathematical Sciences, University of New South Wales Australian Defence Force Academy <http://www.pems.adfa.edu.au> (erişim tarihi 17.03. 2009)
5. Boztaş G, Özcebe H. Trafik kazası yaralanmalarında ikincil korunma: hava yastıkları. *Sted* 2005;14(6):120
6. MacLennan PA, Ashwander WS, Griffin R, McGwin Jr.G, Rue III LW. Injury risks between first and second generation airbags in frontal motor vehicle collisions. *Accident Analysis & Prevention* 2008;40(4):1371-1374
7. Dumaa SM, Boggess BM, Crandall JR, Hurwitz SR, Seki K, Aoki T. Upper extremity interaction with a deploying side airbag: a characterization of elbow joint loading. *Accident Analysis and Prevention* 2003;35:417-425
8. Yoganandan N, Pintar FA, Stemper BD, Gennarelli TA, Weigelt JA. Biomechanics of side impact: Injury criteria, aging occupants, and airbag technology. *Journal of Biomechanics* 2007;40:227-243
9. <http://world.honda.com/news/2008/4080918i-SRS-airbag-system/> Erişim tarihi: 17.03.2009
10. Caudle JM, Hawkes R, Howes DW, Brison RJ. Airbag pneumonitis: a report and discussion of a new clinical entity *CJEM* 2007;9(6):470-473
11. <http://www.techchee.com/2008/06/12/toyotas-car-with-360-degree-airbag-extends-the-protection-up-to-the-pedestrians/> Erişim tarihi: 17.03.2009
12. Karimi P, Ramus R, Urban J, Perlman JM. Extensive brain injury in a premature infant following a relatively minor maternal motor vehicle accident with airbag deployment *Journal of Perinatology* 2004;24:454-457
13. Grisoni ER, Pillai SB, Volsko TA, Mutabagani K, Garcia V, Haley K, Schweer L, Marsh E, Cooney D. Pediatric airbag injuries: the ohio experience. *Ohio J Pediatr Surg* 2000;35:160-763
14. Mon Yi-Jen. Airbag controller designed by adaptive-network-based fuzzy inference system (ANFIS) *Fuzzy Sets and Systems* 2007;158:2706- 2714
15. <http://www.patentstorm.us/patents/6816077/full-text.html> Erişim tarihi: 17.03.2009
16. Krotosky SJ, Cheng SY, Trivedi MM. Face detection and head tracking using stereo and thermal infrared cameras for smart airbags. *International IEEE conference on intelligent transportation systems proceeding book*. 2004:17-22
17. <http://www.wipo.int/pctdb/en/wo.jsp?wo=1998041424> Erişim tarihi: 17.03.2009
18. http://www.geekologie.com/2006/05/yamaha_has_crotch_safety_bag.php Erişim tarihi: 23.03.2009
19. www.motosiklet.net/forum/yeni-model/44914-havayastigi... Erişim tarihi: 23.03.2009
20. Fukaya K, Uchida M. Protection against Impact with the ground using wearable airbags. *Industrial Health* 2008;46:59-65

İletişim:

Doç. Dr. Aytaç KOÇAK

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi

Adli Tıp Anabilim Dalı

35100 Bornova-İZMİR

E-posta: aytackocak@yahoo.com