

ARAŞTIRMA / RESEARCH ARTICLE

doi: 10.17986/blm.2017227936

Potansiyel Yaralama Etkileri Açısından Havai Fişekler

Aerial Shells with the Aspect of Wounding Potential

Murat Durdu¹, Nergis Cantürk²¹Van Jandarma Kriminal Laboratuvar Amirliği, Van²Ankara Üniversitesi Adli Bilimler Enstitüsü, Ankara

Özet

Amaç: Havai fişekler eğlence amacına yönelik bir piroteknik ürün çeşididir. Yapımında kullanılan malzemeler ve tasarımları nedeniyle bazı potansiyel riskler içermektedirler. Basit bir “silah” sistemi şeklinde kullanılabilirlikleri yanında, tasarımlarında kullanılan enerjik malzemeler de ev yapımı bombalarda kullanılabilir niteliktedir. Zaman zaman yangın, yaralanma ve ölüm olaylarına ilişkin haberlerle karşımıza çıkmaktadır. Çalışmamızda havai fişeklerin yaralama potansiyelini incelemek amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Yerli üretim havai fişek bataryalarının fiziki incelemesi, hızlı kamera eşliğinde havai fişek bataryasının fonksiyonu ile ateşlenmesi, fişeklerin namludan çıkış anının görüntülenmesi ve hız ölçümü, fişeklerin infilak anının görüntülenmesi ve basınç ölçümü olmak üzere dört farklı çalışma yapılmıştır. Havai fişeklerin fiziki incelemelerinde; fişek bataryalarının, silindirik yapıda kartondan mamul namluların birleştirilmesinden oluşturulmuş bloklar halinde olduğu, bataryayı oluşturan her bir namlunun alt kısmından geçirilmiş bir fitilin yakılması ile namlular içindeki fişeklerin belirli aralıklarla ve sırayla ateşlendiği, patlayarak görsel efekti oluşturan fişeklerin, tasarlanan efekti oluşturacak şekilde toz ve katı formda bir dizi piroteknik bileşikler ile toprak, tahıl gibi ilave maddeler kullanılarak tasarlandıkları gözlemlenmiştir.

Bulgular: Bataryanın ateşlenmesi sırasında yoğun bir duman ve namlu ağzlarından ortalama 40,02 cm (SD:7,21) yükseklikte alev püskürmesi olduğu, ortalama 28 g (SD:3,8) ağırlığındaki havai fişeklerin 0,5 m mesafede ortalama 52,61 m/sn (SD:6,92) hıza ulaştıkları belirlenmiştir. Fişeklerin infilak anında ortalama 144,42 cm (SD:144,42) çapında alev topu olduğu ve aynı zamanda efekt materyali saçılımı gözlemlenmiş, fişeklerin patlama basıncı ortalama 89,10 kPa (SD:16,62) olarak ölçülmüştür.

Sonuç: Yapılan tespitler ışığında havai fişeklerin, içerdikleri piroteknik bileşiklerden kaynaklanan, namludan çıkışta alev püskürmesi, fişeklerin ulaştığı hız, alev topu oluşumu ve parça tesiriyle yaralama potansiyeline sahip oldukları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Piroteknik Maddeler; Havai Fişek; Yaralama.

Abstract

Objective: Aerial shells -a sample of pyrotechnics- are produced for recreational purposes. Due to the materials used in construction and design, they have some potential risks. Besides, there is a risk of utilization of shells as a simple weapon system and utilization of energetic ingredients in home-made bombs. Occasionally some news has been seen about wounding and deaths related to aerial shells. With this perspective, our study aimed to research wounding potential of shells.

Materials and methods: Four experiments were held including the physical examination of locally produced batteries, observation of battery functioning, expelling and detonation of shells, as well as speed and blast pressure measurement by utilizing a fast camera and pressure sensors. In physical examinations it is identified that, batteries are constructed in form of a cylindrical-cardboard-made barrels packed together, fired with short time intervals with a time fuse attached to barrels. Shells are configured with some powder/solid form of pyrotechnic mixtures added with little amount of earth and grains.

Results: Upon expelling of shells, intensive white-color smoke is observed and 40,2 cm length (SD:7.21) flame eruption is measured. In 0.5 m distance from barrels, the speed of the 28g-weight-shells (SD:3.8) is calculated as 52,61 m/s (SD:6.92). Approximately 144,42cm (SD:36.61) diameter flame ball and fragmentations were identified and 89,09 kPa (SD: 16,62) detonation pressure value is calculated.

Conclusion: Considering all these findings, due to the pyrotechnic mixtures in their designs, their speed, flame eruption from barrels, fire-ball formation and fragmentation effects, it is evaluated that aerial shells have potential wounding risk.

Keywords: Pyrotechnics; Aerial Shells; Wounding.

1. Giriş

“Piroteknik maddeler” geniş bir kullanım alanına sahip olsa da toplumda tanınmamakta veya en azından “piroteknik madde” adıyla bilinmemektedir (1). Piroteknik maddelerin keşfi oldukça eski olup icat edilen ilk piro-

teknik ürün kara baruttur. Birçok piroteknik madde türü, ateşlendiğinde yanabilen (combustible), ısı, ışık, sis ve ses gibi özel etkiler üreten materyaller olarak tanımlanmakta, fonksiyon temel alınarak yapılan bir başka tanımlamada da parlak ışık üreterek aydınlatma sağlayan veya duman üreterek yer işaretleme, yer belirtme, sinyal verme amaçları için kullanılan maddeler olarak nitelendirilmektedir (2,3).

Kelime anlamı olarak Yunanca ateş anlamına gelen “pyr” ve sanat anlamındaki “techne” kelimelerinden üre-

Sorumlu Yazar: Doç. Dr. Nergis Cantürk

Ankara Üniversitesi Adli Bilimler Enstitüsü, Ankara

E-mail: nergiscanturk@yahoo.com

Geliş:14.03.2017 Düzeltme:07.04.2017 Kabul:05.06.2017

tilmiş bir kelime olan “pyrotechnics-piroteknik”, esasen görsel etkiyi tanımlayan bir kavramdır. Renkli sis, ses ve parlak anlık ışık gibi görsel etkilere sahip piroteknik maddeler aslında endüstriyel olarak ısı üreteçleri, mühimmat ateşleme mekanizmalarında geciktirici eleman veya başlatıcı/tutuşturucu (igniter) olarak da kullanılmaktadır. Temel olarak bakıldığında piroteknik maddeler, patlayıcı maddeler ve bazı mühimmat yakıtlarına oldukça benzer yapıda bir bileşim ve özellik gösterirler. Özellikle reaksiyona girme ve reaksiyonun gelişimi açısından karşılaştırıldıklarında, patlayıcı maddelerin çok yüksek hızda gaz haline dönüştüğü, bunun yanında sevk yakıtlarının daha yavaş yanarak gaz fazına geçtiği, pirotekniklerin ise gözle görülebilir seviyelerde gaz haline dönüşüm reaksiyonu gösterdiği, yani yanma hızı açısından farklılıklar olduğu dikkat çekmektedir (4).

Günümüzde görsel amaçlı kullanılan havai fişeklerin yanında, demiryolları, denizcilik ve dağcılık sektörlerinde kullanılan işaret amaçlı havai fişekler gibi sivil amaçlı kullanılan piroteknik maddeler de oldukça önemli bir yere sahiptir. Apollo-12 uzay aracının çeşitli aksamalarında 200 adetten fazla piroteknik cihazın kullanıldığı göz önüne alınırsa, aslında piroteknik maddelerin endüstrideki yeri ve öneminin hiç azımsanamaz olduğu söylenebilir (5).

1.1. Piroteknik Bileşiklerin Çalışma Mekanizmaları

Piroteknik bileşikler yakıt ve oksitleyici olmak üzere iki ana bileşenden ve bağlayıcı maddeden oluşmaktadır (4). Patlayıcı maddeler ve sevk yakıtlarına göre oldukça fazla türü olan piroteknik bileşikler genellikle toz formda, yakıt olarak metal ve ametal maddeler ile bileşikte oksijen kaynağı olarak işlev gören çeşitli türdeki kimyasal tuzlardan oluşmaktadır (2).

Tasarımlarında piroteknik bileşiklerin kullanıldığı piroteknik ürünler; bir sürtünmeli veya iğne vuruşlu olarak çalışan başlatıcı, gecikme elemanı, başlatıcı kimyasal madde, ara kimyasal madde ve ana dolgu maddesi olmak üzere çeşitli bileşenlerden oluşan, istenen özelliklere göre daha değişik alt aksamaların ilavesi ile meydana getirilen ve patlayıcı özellik arz eden mekanizmalardır (3).

Piroteknik ürünler, inisiyal patlayıcı olarak kullanılan piroteknik maddeye verilen ilk enerji ile işlevini yerine getirmeye başlar. Piroteknik maddenin reaksiyonu için gereken enerji; genellikle içinde hassas patlayıcı madde bulunan küçük bir kaba uygulanan darbe, kap içinde elektrik enerjisi ile ya da sürtünme kuvveti ile oluşturulan ısı enerjisi ile sağlanmaktadır. Sonuçta üretilen alev ve parlayan partiküller ateşleme sürecinin sonunda ısı, ışık, ses, duman gibi ürünün asıl fonksiyonunu oluşturan ana dolgu maddesini ateşlemektedir (6).

Türkiye’de ticari olarak satışı yapılan torpil, kız kaçıran, çatlayan top, havai fişek gibi eğlence amaçlı piroteknik ürünler oldukça basit tasarıma sahiptirler. Örneğin “çatapat” adı verilen ürün, bir şerit kâğıt üzerine yerleştirilmiş muhtelif sayıda bir miktar kimyasal maddeden oluşmakta olup bu madde sert bir zemine sürtüldüğünde ateşlenmekte ve küçük patlamalar oluşmaktadır. Silindirik karton veya plastik muhafaza şeklindeki “torpil” olarak adlandırılan diğer bir ürün ise bu muhafazaya irtibatlı fitilin ateşlenmesi suretiyle ateşlenmekte ve patlayarak ses efekti üretmektedir.

1.2. Potansiyel Tehlikeler

Patlayıcı maddelere ilişkin literatürde patlayıcı etkisi olarak (explosive effects), basınç (blast) ve parça (fragmentation) etkisi, termal etki, mizney-şardin (miznsnayschardin) etkisi, çukur imla (shaped charge) etkisi ve parça koparma (spalling) etkisi gibi temel etkilerden bahsedilmektedir (3). Piroteknik ürünler ise ısı, ışık, duman ve ses üretmek üzere tasarlanan içeriklerindeki kimyasal bileşiklerin temel özellikleri nedeniyle, patlayıcı etkileri kıyaslandığında özellikle basınç ve parça tesiri açısından yüksek güçlü patlayıcı maddelere göre oldukça zayıf etkiler göstermektedir.

Ancak piroteknik ürünlerin ani ve şiddetli yanma özelliğine sahip olmaları ve özellikle havai fişeklerde dikkati çeken infilak özelliği nedeniyle çevre ve insan sağlığını tehdit eden özellikler taşımaktadır. Doğal hayat üzerinde toksik etki, yanma ve patlamalara maruz kalan canlılar üzerinde oluşabilecek yaralanmalar, infilak özellikli ürünlerde oluşan gürültü nedeniyle işitme sorunları, yanma/infilak sonrası oluşan yoğun duman ve partiküller nedeniyle solunum rahatsızlıkları, büyük gösterilerde hava kirliliği, yanlış kullanım veya kaza sonucu oluşabilecek yangınlar, hava alanları yakınında ve hava araçlarının uçuş rotaları üzerinde kullanılmaları halinde kazaya sebep olma ihtimali gibi çeşitli etkiler söz konusu olmaktadır (7-9).

1.3. Yaralanma Olguları

Eğlence amaçlı pirotekniklerin, milli günlerde, anma törenlerinde ve özellikle yılbaşı kutlamalarında yaygın olarak kullanıldığı başta Çin, ABD, İran, İngiltere, Hindistan gibi ülkeler olmak üzere dünyada birçok ülkede, bu ürünlerin kullanımını, hava kirliliği, yaralama, ölüme sebep vermektedir.

Moore ve ark. tarafından, Tüketici Ürünleri Güvenliği Komisyonu (Consumer Product Safety Commission-CPSC) Milli Elektronik Yaralanma İzleme Sisteminden (National Electronic Injury Surveillance System-NEISS) alınan verilerle yapılan bir araştırmada, 2000-2010 yılları

arasında ABD’de, piroteknik ürün yaralanmalarının yaklaşık %82’sinin el, gözler, baş ve yüz bölgesinde olduğu, yaralanma türünün %55.5’ini yanıkların oluşturduğu, yaralanma oranının en yüksek 10-19 yaş arası bireylerde görüldüğü (%34.7), %17.1 oranla havai fişek kategorisindeki (aerial devices) ürünlerin yaralanmalara neden olduğu belirtilmiştir (10).

Amatör piroteknik kullanımının yasal olduğu ABD’de, fonksiyon itibariyle havai fişek bataryalarına benzer metal namlulardan oluşturulmuş bir hava fişek bataryasında, ateş almayan namluların kontrolü esnasında aniden ateş alan düzenekten atılan fişek nedeniyle, alında oluşan delinme bağlı bir ölüm vakası bildirilmiş, kullanılan el yapımı fişek bataryası “silah” olarak tanımlanmıştır (11).

Antalya İl Emniyet Müdürlüğüne yayımlanan piroteknik maddeler konulu bir yönergede, çeşitli tören ve kutlamalarda “havai fişek diye tabir edilen Piroteknik maddelerin” kullanımında önemli bir artış olduğundan bahisle, bunlardan “şenlik ve işaret fişeği” olanların; yasadışı toplumsal olaylarda güvenlik güçlerine karşı kullanıldığının tespit edildiği bu maddelerden kaynaklanan yaralanma ve ölüm olaylarında artış gözlemlendiği, izinsiz, korku, heyecan ve paniğe neden olduğu, can ve mal güvenliğinin tehlikeye girdiği” vurgulanmaktadır (12).

Oyun ve eğlence amaçlı üretilmiş piroteknik ürünlerin, özellikle çocuklarca yanlış veya bilinçsiz kullanımları sonucunda zehirlenme, yaralanma ve ölüm olaylarının yaşandığından bahisle, olayların önlenmesi amacıyla yayınlanan tebliğ ve genelgelerle, bu maddelerin taşıdığı risklere işaret edilerek, çeşitli idari tedbirlerin alınmaya çalışıldığı gözlemlenmektedir (13).

Piroteknik ürünlerin dikkat çeken bir diğer yönü de ürün içeriklerinin el yapımı patlayıcı madde düzeneklerinde/bombalarda (Improvised Explosive Devices) kullanılmasıdır (14-16).

Piroteknik içerikleri yanında havai fişeklerin amaç dışı kullanımlarından biri de toplumsal olaylarda kolluk kuvvetlerine karşı bir ateşli silah gibi kullanılmasıdır. Basına yansıyan haberlerde, havai fişeklerin ve benzeri “roket” adı verilen piroteknik maddelerin kolluk kuvvetleri hava araçlarına ve personeline karşı kullanıldığı, patlayan havai fişekler nedeniyle müdahale eden görevlilerin olumsuz etkilendiği ve hatta yaralandığı ifade edilmektedir (17,18).

Çeşitli endüstri kollarında kullanımı bulunan piroteknik maddelerin bir çeşidi olan ve eğlence amaçlı üretilen havai fişeklerin, Türkiye’de son yıllarda halk arasında çeşitli etkinliklerde ve özel günlerde yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanıldığı gözlemlenmektedir. Ayrıca havai fişeklerin toplumsal olaylarda kolluk kuvvetlerine karşı bir silah şeklinde kullanıldığı da görülmektedir. Bu gözlemlerden hareketle havai fişeklerin; fiziksel özelliklerini

inceleyerek muhtemel yaralama potansiyeli ve mekanizmaları üzerine araştırma yapmak amacıyla bu çalışma planlanmıştır.

2. Gereç ve Yöntem

Piroteknik ürünlerden olan havai fişeklerin çalışma mekanizmasını incelemek, tasarımlarında yer alan enerji maddelerin fonksiyon ve muhtemel yaralama potansiyeli üzerinde bir değerlendirme yapmak amacıyla; yerli üretim aynı marka ve model 25 atışlı 8 adet havai fişek bataryası piyasadan tedarik edilmiştir. Ardından sırasıyla; batarya ve fişeklerin fiziki incelemesi, bataryaların 0,5 cm mesafeden fişeklerin namludan çıkış şekli ve uçuş esnasındaki hareketinin görüntülenmesi, namludan çıkıştan sonra 0,5 m mesafedeki hızının ölçümü, itki esnasındaki alev püskürmesinin gözlemlenmesi amacıyla, test kurulumuna 10 m mesafedeki güvenli oda içinde bulunan Photron Marka SA1.1 Model Hızlı Kamera ile 3000 fps ayarında görüntü kaydı eşliğinde ateşlenmiştir.

PCB Marka 137A21 Model kalem tipi blast ölçer (Kalibrasyon tarihi: Temmuz 2011) basınç ölçümü amacıyla kullanılmıştır. Sensör duyarlılığı, sensör çubuğu uç kısmına 19 cm mesafede bulunduğu, fişek duyurga arası 19 cm olarak belirlenmiştir. Fişeğin patlaması anında oluşan alev topu oluşumu ve efekt materyallerinin ve fişek dış kabına ait parçacıkların saçılımı gözlemlenmiştir. Ateşlenen her bir fişeğe ait hızlı kamera kaydından, CyberLink PowerDVD 14 Media Player görüntüleme yazılımı vasıtasıyla alınan 200 adet resim (snapshot) üzerinde inceleme yapılarak, fişeğin çıkışı esnasında püsküren alevin en yüksek ve en geniş olduğu noktalar belirlenmiş, bu noktalar ile gözlemlenebilen kıvılcım atımlarının mesafeleri, fişeğin patlaması anında oluşan alev topu genişliği sınır noktaları belirlenmiş, arka fonda bulunan 10x10 cm ebatlarındaki siyah ve beyaz renkli kare şekilli skala ve Adobe Photoshop CS5 Extended (Sürüm: 12.0 X64) Görüntü İşleme Yazılımı vasıtasıyla alev topunun genişliği ölçülmüştür.

Çalışmalar araştırmacının mesleki ihtisası kapsamında kendisi tarafından planlanmış, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırmalar Kurumu (TÜBİTAK), Savunma Sanayii Araştırma ve Geliştirme Enstitüsünden (SAGE) hizmet alımı ile H.11.74.13/0012 numaralı İş Emri onayı ile SAGE test alanında yapılmıştır.

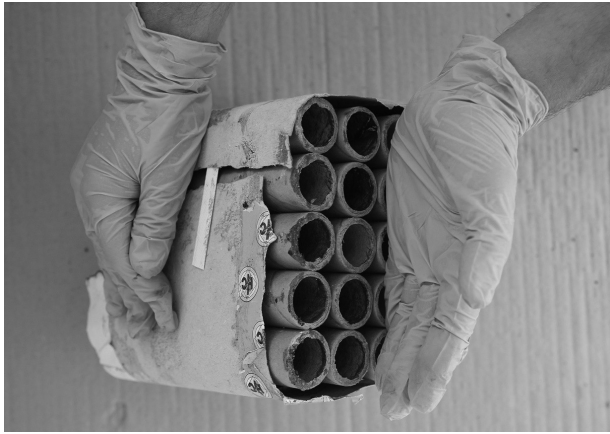
2.1. Bataryanın Fiziki İncelemeleri

Havai fişek bataryaları; fişekleri sırayla ateşleyecek şekilde birbirine irtibatlanmış, içlerinde hava fişek bulunan kartondan üretilmiş namluların irtibatlanmasıyla oluşturulmuş, “batarya” ya da “sakı” adı verilen kutular şeklinde dizayn edilmektedirler. 16, 32, 100 gibi marka

ve modele göre değişen sayılarda fişek atabilen bataryalar bulunmaktadır. Bataryaların dış kısmı, üzerinde görsel efekti gösteren renkli ve resimli çizim ya da fotoğraflar, kullanma kılavuzu, bazı uyarı işaretleri, ürün-üretici bilgilerini içeren kâğıt bir kap ile kaplanmıştır. Kutunun üst ve alt kısmına ayrıca birer kâğıt, kapak şeklinde yapıştırılmıştır (Resim 1, 2).

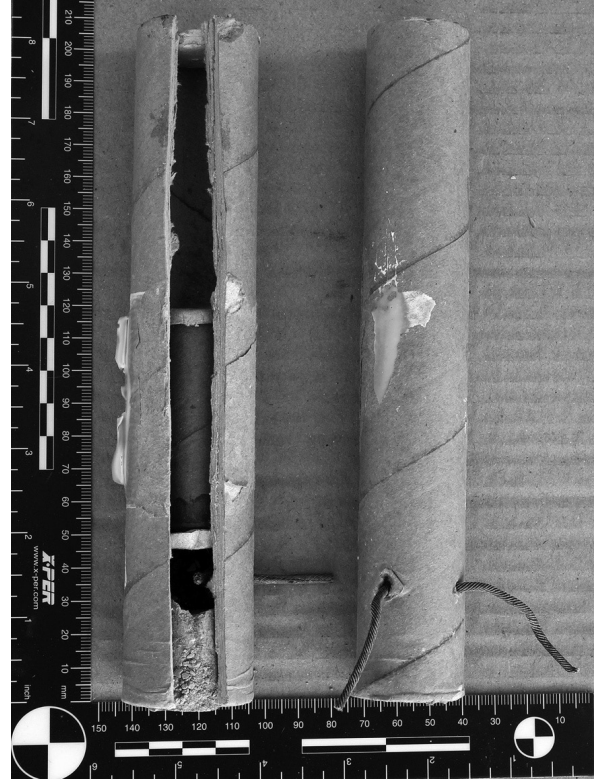


Resim 1. Havai Fişek Bataryası Genel Görünümü

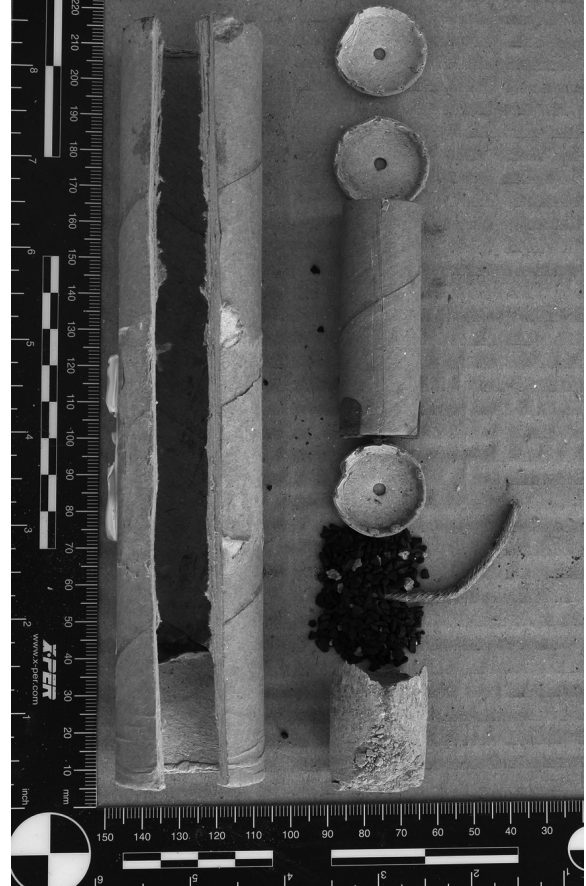


Resim 2. Kullanılmış Bataryanın Görünümü

Havai fişek bataryasının fonksiyonu ile ateşlenmesi çalışmasında, ürün tasarımında kullanılan enerjik malzemelerin ve çalışma karakteristiğinin görsel efekt oluşturmaya yönelik olarak, hafif ve sıkıştırılmış karton malzemeler ile efekt ve fonksiyon amacına yönelik piroteknik bileşiklerden olduğu belirlenmiştir. Batarya, kendisini oluşturan namlular içindeki fişekleri, ucu batarya bloğu dışına çıkarılarak üzeri kâğıt bir etiketle kapatılmış olan ve tüm namluların alt kısımlarındaki sevk imla hakkı haznesinden geçirilmiş olan fitilin yakılması suretiyle, namludan atmaktadır (Resim 3, 4).



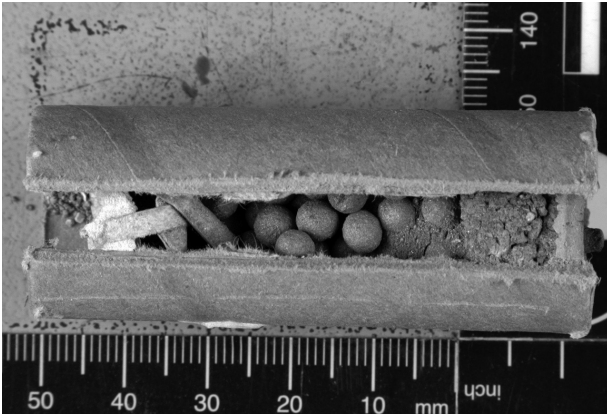
Resim 3. Namlu (sağ) ve Namlu Kesit Görünümü (sol)



Resim 4. Namlu içindeki aksamlar

2.2. Fişeklerin Fiziki İncelemesi

Havai fişeklerin fiziki incelemelerinde; AND marka (GX-1000, d=0.001g, maks 1100 g, min 0,1g) dijital hassas tartı kullanılmıştır. Fişeği oluşturan fişek dış kabı, sevk imla dolgusu, fişek ateşleme fitili, fişek gecikme elemanı, fişek ana dolgusu, fişeğin infilakı sonrası yanarak ilerleyen efekt materyalleri, sıkıştırılmış toprak gibi aksamların, enerjik malzemelerin yanması esnasında ve fişeğin infilakı anında paralanması nedeniyle saçılımları esnasında yaralama potansiyeli içerdikleri değerlendirilmiştir (Resim 5,6).



Resim 5. Fişek Kesit Görünümü



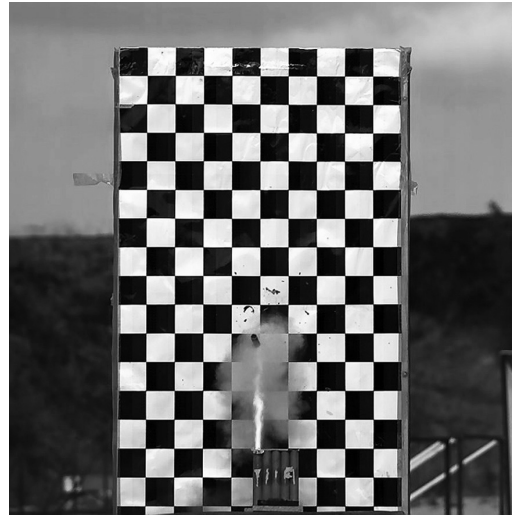
Resim 6. Fişeği Oluşturan Aksamlar

3. Bulgular

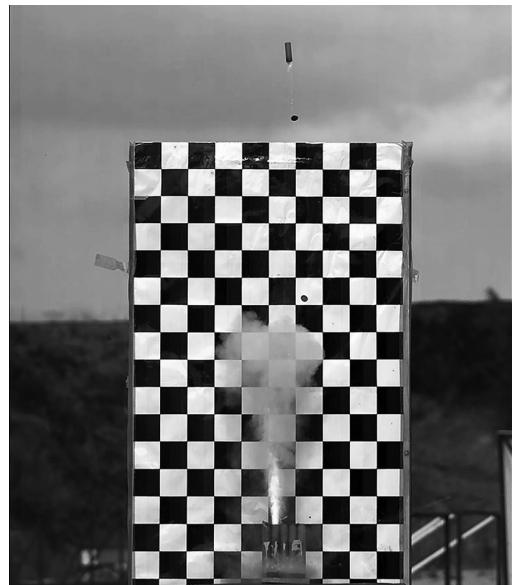
Havai fişek bataryaları, atım adedi sayısınca içine fişek yerleştirilmiş, silindirik şekilde kartondan mamul namluların bir araya getirilmesi ile oluşturulmuş tek kullanımlık birer kutu şeklinde dizayn edilmişlerdir. Kutunun bir yüzeyinden içeri sokulmuş ve her namlunun alt kısmındaki sevk imla maddesi barutun bulunduğu hazne içinden geçirilmiş olan basit saniyeli fitil ile tüm namluların kısa aralıklarla arka arkaya ateşlenmesi sağlamaktadır.

Her namlunun içinde, alttan üste doğru sırasıyla, ağırlık oluşturan bir miktar sıkıştırılmış toprak, sevk imla maddesi boşluğu ve içinde barut, bu alanın üstüne yerleştirilmiş fişek ve fişeğin üstünde kapak konulmuştur. Fitilin yanışı esnasında tutuşan sevk barutunun yanması sonucu haznede oluşan basınç ile fişek namludan atılmaktadır. Görsel etkiyi yapan fişekler, tasarlanan etkiye göre üretilmiş piroteknik bileşikler ile bir miktar toprak ve nem tutucu maksatlı tahıllar ile doldurulmuştur.

Fişek namlu çıkış hızı ölçümlerinde yapılan tespitlerde, ortalama 28 g (SD:3,8) ağırlığındaki havai fişeklerin özellikle namludan çıkışlarında 0,5 m mesafede ölçülen ortalama 52,61 m/sn'ye (SD:6,92) ulaşan hızlarının ve fişek namludan uzaklaştıkça uzayan ve genişleyen bir şekilde en kısa 24 cm en uzun 56 cm olmak üzere ortalama 40,02 cm (SD:7,21) alev püskürmesi olduğu belirlenmiştir (Resim 7, 8).

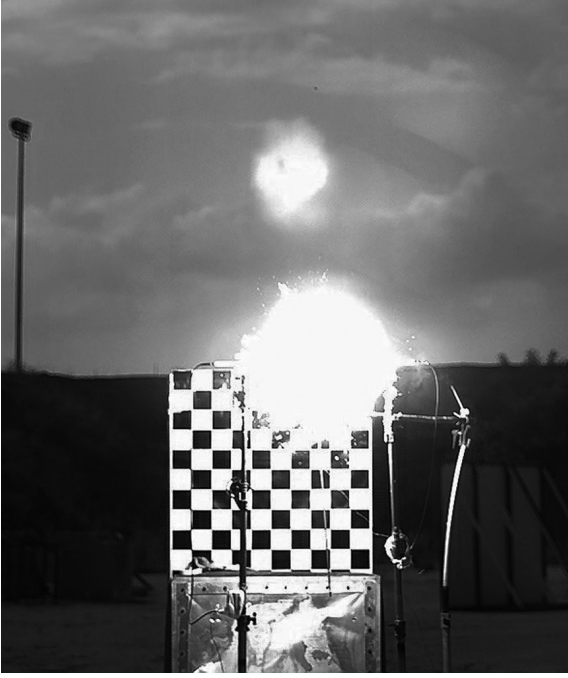


Resim 7. Fişeğin Namludan Çıkışı



Resim 8. Fişeğin Namludan Çıkışı-Yanarak İlerleyen Fişek

Hızlı kamera kaydı ve basınç ölçümlerinde; havai fişeg'in kontrollü patlatılması sonucu oluşan en küçük 101 en büyük 227 cm olmak üzere ortalama 144,42 cm (SD:144,42) çapında oluşan alev topu ve aynı zamanda oluşan efekt materyali saçılımı ile ortalama en az 57,83 kPa en fazla 113,85 kPa olmak üzere ortalama 89,10 kPa (SD:16,62) infilak basıncı olduğu belirlenmiştir (Resim 9,10).



Resim 9. Fişeg'in Patlama Anı-Alev Topu Oluşumu



Resim 10. Fişeg'in Patlama Anı-Materyal Saçılımı

4. Tartışma

Günümüzde eğlence amaçlı olarak çeşitli etkinliklerde kullanılan havai fişekler ve diğer piroteknik ürünler; neden oldukları yangın, yaralanma ve ölüm olayları ile bireylere ve kamu güvenliğine karşı bir tehdit unsuru haline almıştır.

Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi'nin 1995 yılı Haziran ayında yayınladığı bir raporunda Amerika Birleşik Devletleri acil ünitelerinde, % 20'si göz yaralanmaları olmak üzere yılda ortalama 12000 piroteknik ürün kaynaklı yaralanma olayının tedavi edildiği bildirilmiştir (19).

Gerek yurt dışı akademik yayınlar ve yurt içinde karşılaşılan piroteknik ürünler kaynaklı kaza ve yaralanma haberlerinde, gerekse kamu kurumlarınca yapılmaya çalışılan idari düzenlemelerde havai fişeklerin tehlike arz eden patlayıcı nitelikli ürünler olduğu bildirilmektedir. Patlayıcı ve patlayıcı niteliğe sahip piroteknik ürünlerin kullanımında kimyasal yapılarından kaynaklanan potansiyel yaralama riskleri bulunmaktadır. Ayrıca kolay ulaşılabilir olmaları yanı sıra, basit tasarımlı bir "silah" olarak kullanılabilme ve piroteknik içeriklerinin bombalı saldırılarda kullanılabilir olması kamu güvenliğini tehdit etmektedir (14,15). Bu nedenle salt eğlence aracı olarak görülmeden üretim, depolama, satış ve kullanımına ilişkin süreci kontrol altında tutabilecek etkili bir izleme mekanizması oluşturulmalıdır.

Piroteknik ürünlerin gözler üzerindeki etkilerini gözlemlemek amacıyla 10 gr Pyrodex marka barut ile kadavra insan gözü kullanılarak yapılan bir deneysel çalışmada, fişek ile göz arası (kornea) 22, 12 ve 7 cm mesafede yapılan patlatma deneylerinde, patlama sonucu ölçülen basınç değerlerinin (22 cm mesafede toplam 21,1 kPa (SD:4,1) statik 16,9 kPa (SD:1,8), 12 cm de toplam 27,4 kPa (SD:3,0) statik 25,2 kPa (SD:2,7), 7 cm de toplam 51,1 kPa (SD:6,9) statik 41,6 kPa (SD:7,1) olduğu bildirilmiştir (20). Bu deneysel çalışmada, sadece 10 gr barut infilak ettirilmiş olup, çalışmamızda minimum 57,83 kPa, maksimum 113,85 kPa olmak üzere ortalama 89,10 kPa (SD:16,62) infilak basıncı ölçülmüştür. Her iki çalışmada kullanılan tertibat birbirinden farklı olduğu için basınç farklılıkları bulunması doğaldır. Alphonse ve arkadaşları patlama sonucu oluşan basıncın yalnızca küçük ölçekli (grain sized) korneal abrazyonlar oluşturduğu, patlatılan materyalin göze yaklaşmasıyla göz içinde oluşan basıncın da arttığı ve daha çok abrazyon oluşumunun gözlemlendiğini, küçük çaplı abrazyonların da göze doğru yönelen patlayıcı madde partikülleri nedeniyle olduğu, elde edilen sonuçlara göre, hifema, lens hasarı, retina hasarı ve glob rüptürü riskinin % 0,01 olarak hesaplandığını bildirmektedir (20). Çalışmamızda gözlemlenen havai fişekle-

rin namludan çıkışı esnasında oluşan alev püskürmesi ve patlama anında oluşan alev topu ile fişek yolu üzerinde ise özellikle baş bölgesinde gözler ve saçlar ile boyun bölgesinde yanık yaralanmalarına ve basınç etkisiyle de maruziyet nispetinde yaralanma ve ölümlere sebep olabileceği anlaşılmaktadır.

Piroteknik ürünlerden özellikle havai fişeklerin potansiyel riskleri belirli olmakla birlikte, halk tarafından yaygın olarak kullanımı temayül nedeniyle, 1970'lerde Amerikan Tüketici Ürünleri Güvenlik Komisyonu (United States Consumer Product Safety Commission-CPSC) bu ürünlerin kullanımına ilişkin kurallar geliştirilmesi yönünde yaptığı bir çalışmada, ürünlerin tamamen yasaklanmasına ilişkin bir talep üzerine; komisyon tarafından yapılan açıklamada havai fişeklerin tehlikeli olduğu, yaralanmalara ve çevre zararına yol açtıkları kabul edilmekle birlikte, yasaklama yoluna gidilmemiştir (5). Söz konusu dönemde havai fişeklerin üretim, ithalat, ihracat ve kullanımının ABD'de önemli bir ticaret hacmine ulaşması nedeniyle, ekonomik ve politik kaygılarla yasaklanmadığı düşünülmektedir.

Cronin ve arkadaşları tarafından, İrlanda'nın Dublin kentindeki bir hastanenin Plastik, Rekonstrüktif ve El Cerrahisi bölümünde, 01 Ocak 1992-01 Ocak 1993 tarihleri arasında yapılan bir çalışmada, tedavileri yapılan 0-14 yaş arası 336 çocuk yanık vakasında, piroteknik ürün kaynaklı yaralanmanın bulunmadığı, bunun nedeninin piroteknik ürünlerin İrlanda'da yasadışı olması ve dolayısıyla bu ürünlere çocukların erişiminin mümkün olmaması olduğu belirtilmiş, benzeri yasal kısıtlamalarla diğer ülkelerde de piroteknik ürün kaynaklı yanık vakalarının azaltılabileceği ya da ortadan kaldırılabileceği ifade edilmiştir (21).

Yunanistan'da Acil Üniteleri Yara İzlem Sistemi (Emergency Department Injury Surveillance System-EDISS) verileri kullanılarak, 1996-2000 yıllarını kapsayan 5 yıllık bir dönemde, 0-14 yaş grubu 110.066 çocuk yaralanmasını kapsayan bir çalışmada; 91 piroteknik ürün (maytap, kraker, roket, ev yapımı kraker) kaynaklı yaralanma olgusunda (ülke geneli tahmini yılda 113 ya da yıllık 100.000 çocukta 7 piroteknik ürün kaynaklı yaralanma), 28 olguda (%30,8) gözlerde, 13 olguda (%14,3) baş/yüz bölgesinde, 31 olguda (%34) üst kol bölgesinde, 15 olguda alt kol bölgesinde (%15,4), 5 olguda (%5,5) gövdede yaralanma olduğu belirlenmiştir. Yara türü yoğunluğunun sırasıyla yanık (%48,8), açık yara (%16,5), kontüzyon (%16,5), gözde yabancı cisim (%11), amputasyon (%4,4) ve kırık (%3,3) olarak belirtildiği çalışmada, yaralama mekanizmasının, olguların çoğunluğunda beklenmeyen ani patlama ve patlayan ürün artıklarının göze girişi olduğu ifade edilmiştir (22).

1998-2007 yılları arasında Suudi Arabistan Kral Halid Üniversitesi Hastanesi Plastik Cerrahi Bölümünde tedavi edilen, 32 lokalize el yanıklarına ilişkin yapılan bir çalışmada, piroteknik (fireworks) ürün kaynaklı yanıkların genellikle; "sparkler" olarak adlandırılan maytap ile oynayan çocukların elbiselerinin ateş alması sonucu oluşan majör (full-thickness) alev yanıkları, piroteknik üretim tesislerinde çalışan yetişkinlerde barut patlamaları sonucu oluşan majör alev yanıkları, pirotekniklerin yanması esnasında oluşan ısı nedeniyle ellerde yanık şeklinde olabileceği bildirilmektedir. Piroteknik ürünlerin patlaması sonucu oluşan basınç etkisi nedeniyle, lokal el yanıkları yanında dijital tip amputasyon, tendon/sinir yaralanması ve kırıklar/dislokasyonların görüldüğü belirtilmektedir (23). Çalışmamızda patlatılan ortalama 28 g (SD:3,8) ağırlığındaki havai fişeklerin özellikle namludan çıkışlarında 0,5 m mesafede ölçülen ortalama 52,61 m/sn'ye (SD:6,92) ulaşan hızda ve fişek namludan uzaklaştıkça uzayan ve genişleyen bir şekilde minimum 24 cm, maksimum 56 cm olmak üzere ortalama 40,02 cm (SD:7,21) alev püskürmesi yanık yaraları oluşumu ile yakından ilişkili bulunmuştur.

Çalışmamızda kullanılan havai fişek türüne benzer bir fişekin konu olduğu, 29 yaşında bir erkek şahsın ölüm olayına ilişkin bir olgu sunumunda; olay yeri incelemesi sırasında başlangıçta şahsın ağzında gözlemlenen ağır hasar nedeniyle ateşli silah yaralanması nedeniyle öldüğünün değerlendirildiği, yapılan detaylı çalışmada tespit edilen bulgular ile şahsın fişek ağzında patlatarak intihar etmesi nedeniyle öldüğü bildirilmiştir (24). Anılan olguda bildirilen, ağız içinde meydana gelen basınç değişikliğinin ölüme yol açması sonucu dikkate alındığında, çalışmamızda ölçülen minimum 57,83 kPa, maksimum 113,85 kPa olmak üzere ortalama 89,10 kPa (SD:16,62) patlama basıncının ağız içinde benzer şekilde hasara, organ amputasyonları ve hatta ölüme yol açabileceği değerlendirilmiştir.

Gerek literatürde bildirilen olgular gerekse çalışmamızda tespit edilen riskler göz önüne alındığında havai fişeklerin kullanımına ilişkin ilave bazı tedbirlerin alınması, idari ve yasal bazı düzenlemelerin yapılmasının uygun olacağı kıymetlendirilmektedir. Türkiye'de de halk arasında kullanımı yaygınlaşan havai fişeklerin yasaklanması yerine, güvenli kullanım için toplumsal farkındalığı artıracak, kamu spotu, konferans, seminer vb. etkinlikler ile özellikle çocukların potansiyel risklerden korunması açısından ilk ve orta öğretim müfredatında eğlence amaçlı piroteknik ürünlere de yer verilmesi veya tanıtıcı, bilgilendirici etkinlikler yapılması gibi çalışmalar yapılmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir. Çocukların bilinçlendirilmesine yönelik yapılacak olan çalışmalarda

renkli resimli materyaller ile tehlikeye dikkat çekilebileceği ve ayrıca bu tür ürünlerin ambalajlarında kullanılan uyarı ikaz etiketlerinin tehlikenin boyutunu anlatır şekilde geliştirilebileceği üzerinde durulmalıdır (25).

Tüm bireylerin, uzuv kayıplarına kadar varabilecek potansiyel yaralama etkilerinden korunması, can ve mal kaybı ile çevre zararının önlenmesi amacıyla yapılacak olan her türlü çalışmanın temel amacı toplumsal farkındalık olmalıdır. Bireysel kullanımın yaygınlığı, özellikle çocuklar tarafından eğlence amaçlı piroteknik ürünlere kolay erişilebilirlik dikkate alındığında toplumsal farkındalığın önemli olduğu düşünülmektedir.

Çalışma mekanizmaları incelendiğinde fişekler ateşlenirken namludan çıkışlarında ve balistik menzili sonundaki infilaklarında çeşitli şekillerde potansiyel yaralama risklerini içermektedir. Bu itibarla ürünlerin kimler tarafından hangi şartlarda kullanılacağına ilişkin düzenlemeler de dahil olmak üzere havai fişek kullanımının şartları yeniden ele alınmalı, ilgili mevzuatta yapılan tanımlama ve düzenlemeler gözden geçirilmeli ve güncellenmelidir.

Kaynaklar

- Özdikmen T, Derici R. Tehlikeli Maddelerin Güvenliği ve Emniyetli Nakli, Özel Alan Sınıf 1 Patlayıcı Maddeler. Ankara: Duman Ofset; 2011.
- Bailey A, Murray G. Explosives, Propellants and Pyrotechnics. Townbridge, Wiltshire, England: Royal Military College of Science, Redwood Books; 2000.
- Lenz R. Explosives and Bomb Disposal Guide. 5th ed. Illinois: Charles C Thomas Publisher; 1976.
- Akhavan J. The Chemistry of Explosives. 2nd ed. Cambridge: UK The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park; 2004.
- Mclain JH. Pyrotechnics. Philadelphia: The Franklin Institute Press; 1980.
- Ellern H. Military and Civilian Pyrotechnics. New York: Chemical Publishing Co. Inc.; 1968.
- Erdoğan A, Karaardıç H, Yavuz M, Karaardıç ÖL. Manavgat/Side Yöresinde Havai Fişek Gösterilerinin Fauna Elemanları Üzerine Etkisi. Türkiye Tabiatını Koruma Derneği. 2011;3:2-5.
- Pilatin R. Havai Fişekler ve Ses Kirliliği. Batman Postası Gazetesi. [Erişim Tarihi: 2017 Nisan 11] URL: <http://www.batmancagdas.com/havai-fisekler-ses-kirliligi-makale,11371.html>
- Sirel E. Havai Fişek. Habertürk. 2009 [Erişim Tarihi: 2017 Nisan 11] . URL: <http://www.haberturk.com/yazarlar/219105-havai-fisek>
- Moore JX, McGwin Jr. G, Griffin RL. The epidemiology of firework-related injuries in the United States: 2000–2010. Injury. 2014; 45: 1704–1709. doi: 10.1016/j.injury.2014.06.024
- Kunz SN, Zinka B, Peschel O, Fieseler S. Case report; Accidental head explosion: An unusual blast wave injury as a result of self-made fireworks, Forensic Science International. 2011; 210: e4–e6. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.04.013
- Antalya İl Emniyet Müdürlüğü İnternet Sitesi. Havai Fişekler ile İlgili Valilik Yönergesi. [Erişim Tarihi: 2015 Haz 17] URL: <http://www.antalya.pol.tr/Sayfalar/ruhsat-Havai-Fisekler-ile-Ilgili-Valilik-Yonergesi.aspx>
- Sağlık Bakanlığı İnternet Sitesi. Çocuklar ve Gençler Arasında Oyun ve Eğlence Amaçlı Olarak Kullanılan Piroteknik Maddeler. 2011 Mayıs [Erişim Tarihi: 2015 May 18] URL: <http://www.saglik.gov.tr/TSHGM/belge/1-9320/cocuklar-ve-gencler-arasinda-oyun-ve-eglenme-araci-olar.html>
- Erwin V, Duvalois W., Webb R, Koeberg M. Morphology and composition of pyrotechnic residues formed at different levels of confinement. Forensic Science International. 2009; 186: 68–74. doi: 10.1016/j.forsciint.2009.01.019
- Phillips SA. Pyrotechnic residues analysis-detection and analysis of characteristic particles by scanning electron microscopy/energy dispersive spectroscopy. Science & Justice. 2001; 41: 73-80. [https://doi.org/10.1016/S1355-0306\(01\)71857-6](https://doi.org/10.1016/S1355-0306(01)71857-6)
- Yinon J, Zitrin S. Modern Methods of Applications in Analyses of Explosives. England: John Wiley & Sons, West Sussex; 1996.
- Hürriyet Gazetesi. Havai fişek polisi yaraladı. [Erişim Tarihi: 2014 Tem 23] URL: <http://www.hurriyet.com.tr/gundem/23490377.asp>
- Sözcü Gazetesi. Okmeydanı'nda Gergin Saatler. [Erişim Tarihi: 2014 Tem 23] URL: <http://sozcu.com.tr/2014/gun-icinden/okmeydaninda-gergin-saatler-534311/>
- CDC-Centers for Disease Control and Prevention [İnternet] Serious Eye Injuries Associated with Fireworks. United States, 1990-1994. [Erişim Tarihi: 2013 May 05] URL: http://wonder.cdc.gov/wonder/prevguid/m0037986/m0037986.asp#Figure_1
- Alphonse VD, Kemper AR, Strom III BT, Beeman SM, Duma SM. Mechanisms of injuries from fireworks. JAMA. 2012; 308(1): 33-34. doi:10.1001/jama.2012.6964
- Cronin KJ, Butler PEM, McHugh M, Edwards G. A 1-year prospective study of burns in an Irish pediatric burns unit. Burns. 1996; 22 (3): 221-224. [https://doi.org/10.1016/0305-4179\(95\)00109-3](https://doi.org/10.1016/0305-4179(95)00109-3)
- Konte V, Petridou E, Trichopoulos D. Firework-related childhood injuries in Greece: a national problem. Burns. 2004; 30: 151–153. doi: 10.1016/j.burns.2003.09.019
- Al-Qattan MM, Al-Tamimi AS. Localized hand burns with or without concurrent blast injuries from fireworks. Burns. 2009; 35: 425-429. doi: 10.1016/j.burns.2008.06.015
- Ladham S, Koehler SA, Woods P, Huston R, Dominick J, Fochtman FW, Wecht CH. A case of a death by explosives: the keys to a proper investigation. Journal of Clinical Forensic Medicine. 2005; 12: 85–92 . doi: 10.1016/j.jcfm.2004.10.003
- Sinha I, Patel A, Kim FC, MacCorkle ML, Watkins JF. Comic Books Can Educate Children About Burn Safety in Developing Countries. Journal of Burn Care & Research 2011; 32(4): 112-117. doi: 10.1097/BCR.0b013e3182223c6f