

Araştırma Makalesi / Research Article

TRIZ Yaklaşımını Kullanarak Önden Çarpmalı Trafik Kazalarında Yayaların Güvenlik Koşullarının İyileştirilmesiİsmail Durgun¹, Emre Doruk¹¹ Tofaş, Türk Otomobil Fabrikası A.Ş., İleri Araştırmalar Yöneticiliği, Bursa.
e-posta: ismail.durgun@tofas.com.tr, emre.doruk@tofas.com.tr

Geliş Tarihi: 24.06.2014 ; Kabul Tarihi:04.11.2014

Özet

Son yıllarda otomotiv teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak, Euro NCAP standartları incelendiğinde yaya güvenliği çok daha önemli bir hale gelmiştir. Otomotiv üreticileri de ürettikleri araçlarda bu standartları sağlamak için, yayaları ilgilendiren aktif ve pasif birçok güvenlik sistemi geliştirmektedirler. Bu çalışmada, yayaların kaza anında ve kazanın kaçınılmaz olduğu durumlarda güvenlik koşullarının nasıl daha iyi bir hale getirilebileceği konusuna TRIZ metodolojisi ile bir yaklaşım sergilenmektedir. Trafik kazalarında yayaların güvenlik problemi; ideallik, çelişkiler, yaratıcı prensip ve standartlar, örnek teknolojik gelişim gibi TRIZ araçlarıyla en ideal çözüme kavuşturulmaya çalışılacaktır. Problemimize TRIZ yönteminin uygulanması ile araç üzerinde gerçekleştirilen 4 farklı inovatif çözüm çalışma sonunda maliyet ve uygulanabilirlik açısından değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler

TRIZ Yaklaşımı; Yaya Güvenliği; Euro NCAP.

Improvement of Pedestrian Safety Conditions in Frontal Impacted Traffic Accidents Using TRIZ Approach**Abstract**

In recent years, parallel with developments in automotive technology, considering the Euro NCAP pedestrian safety standards have become much more important. Automotive manufacturers develop many active and passive safety systems involving pedestrians to ensure these standards. In this study, how can be pedestrian security situation in case of accident better using TRIZ methodology is examined. Pedestrian safety problem in traffic accidents will get ideal final result with TRIZ tools such as ideality, contradictions, inventive principles and standards, sample technological development. Four different innovative solutions which is gained from implementation of TRIZ tools are evaluated in terms of cost and applicability end of the study.

Key wordsTRIZ Approach;
Pedestrian Safety; Euro
NCAP.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

1. Giriş

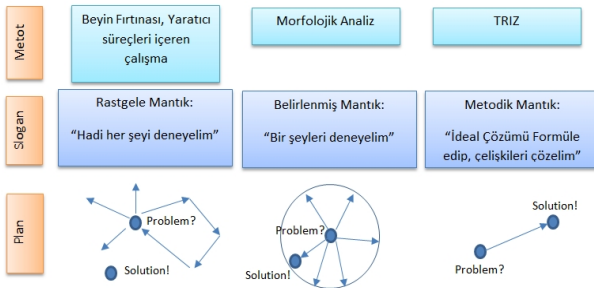
Euro NCAP - 2003/102/EC regülasyonları ile birlikte araçların güvenlik politikalarının sınırları genişletilmiştir. Bu regülasyonlar, sadece sürücü ve yolcuları korumaya yönelik olmaktan çıkartılarak, trafikte yayaların güvenliği ile ilgili sistemlerin geliştirilmesini sağlamak amacıyla yeniden düzenlenmiştir. Yaya güvenliğini ilgilendiren bu sistemler iki şekilde karşımıza çıkabilmektedir. Bunlardan ilki, kazanın önceden bir uyarı sistemi ile önlenildiği diğeri ise kazanın kaçınılmaz olduğu

durumlarda etkilerinin en aza indirildiği durumdur. Bu çalışmada, trafik kazalarında yayaların güvenlik probleminin TRIZ yaklaşımı ile ideal çözüme kavuşturulması amaçlanmaktadır. Ele aldığımız bu problem, metodik bir problem çözme yaklaşımı olan TRIZ yöntemi ile çözülecektir. ideallik, çelişkiler, yaratıcı prensip ve standartlar, örnek teknolojik gelişim gibi TRIZ araçlarıyla en ideal çözüm aranacaktır.

2. TRIZ Metodu

TRIZ, kısaltması aslen Rusça "теория решения изобретательских задач" kelimelerinin baş harflerinden oluşan ve dilimizde "Yaratıcı Problem Çözme Teorisi" anlamına gelen metodik bir problem çözme yaklaşımıdır. TRIZ, 1946'da Genrich Saulovich Altshuller ve meslektaşları tarafından 40,000 seçilmiş patentin incelenmesi sonucu geliştirilmiş mantığa ve verilere dayalı sorun kalıplarına odaklanan sistematik bir çözüm yöntemidir.

TRIZ ile algoritmik yaklaşımlar kullanılarak eski sistemlerin iyileştirilmesi ve yeni sistemlerin geliştirilmesi sağlanır. Bu amaca ulaşmaya çalışırken iyileştirmeye çalıştığımız bir takım değerler ve buna karşılık fedakârlıkta bulunmamız başka değerlerle karşılaşırız. Örneğin; bir aletin dayanıklılığını artırılmaya çalışıldığında ağırlıktan ödün verilerek yeni bir problem ortaya çıkması gibi. Bu tip problemler yaratıcılık problemi olarak adlandırılmaktadır. Yaratıcı çözümler bu fedakârlıkları minimuma indirerek amaçlanan değere ulaşmamızı sağlarlar. Bu çelişkilerin belirlenmesi için sistem yaklaşımları ya da ayırma prensipleri, hata analizleri yapılabilir. TRIZ şirketlerde hızla yayılma göstererek inovasyon süreçlerinde, proje yönetimi ve risk yönetimi gibi alanlarda sıkça kullanılmaktadır. Ayrıca otomotiv sektöründe Ford ve Chrysler markaları, havacılık sektöründe Boeing ve NASA, teknoloji sektöründe ise Hewlett Packard, Motorola, General Electric, Xerox, IBM, LG ve Samsung gibi birçok firmanın geliştirme aşamalarında TRIZ'i kullandığı rapor edilmiştir (Int Kyn. 1). Şekil 1'de TRIZ problem çözme yaklaşımının diğer metotlarla karşılaştırılmasına yer verilmiştir.



Şekil 1. TRIZ yönteminin diğer problem çözme teknikleri

ile karşılaştırılması (Kraev, 2014)

3. TRIZ Metodu'nun Probleme Uygulanması

3.1. Problemin Tanımlanması

Yaya ölümü ile sonuçlanan trafik kazaları, gerçekleşen tüm ölümlü trafik kazalarının yaklaşık %14'ünü oluşturmaktadır. Bu oranın büyük çoğunluğu ise çocuk ve yaşlı yayalardan oluşmaktadır. Daha yaya dostu araç tasarımları ile aracın bir yetişkin veya çocuğa çarpması durumunda potansiyel yaralanma riskini azaltmak mümkündür. Öyleyse bizim problemimiz, araç üzerine uygulanabilecek ve yayaların karıştığı önden çarpmalı trafik kazalarında onların güvenliğini arttırabilecek en ideal sistemi ortaya koymaktır. Problemi daha iyi anlamak için Şekil 2'de önden çarpmalı trafik kazalarında yaya yaralanma tipleri incelenmiştir.



Şekil 2. Trafik kazalarında yaya yaralanma tipleri (Int Kyn. 2)

3.2. Teknik Çelişki Formülasyonu

TRIZ yaklaşımının bu adımında probleme ait teknik çelişkiler (technical contradictions) tespit edilir. Daha sonra bu çelişkiler TRIZ çelişki matrisine göre değerlendirilerek çözüm için yol haritası oluşturulur.

Bir aracın bir yetişkin veya çocuğa çarpması durumunda potansiyel yaralanma riskini azaltmak için; motor kaputu ve ön camda enerji emen yapılar, deformasyon açıklığını artıran açılabilir motor kaputu ve harici hava yastıkları gibi açılabilir koruma sistemleri kullanılabilir. Bizim buradaki teknik çelişkimiz, yaya güvenlik sistemlerinin adapte edilebilirliğinin iyi olmasını istememiz fakat aynı zamanda bu sistemlerin çok fazla kompleks olmamasını istememizdir. Oluşturulan bu teknik çelişki formülasyonu Şekil 3'teki gibi gösterilebilir.



Şekil 3. Teknik çelişki gösterimi

3.3. TRIZ Çelişki Matrisinin Kullanımı

Bu teknik çelişkiler belirlendikten sonra TRIZ çelişki matrisinde ilgili sütün, ilgili satır ile birleştirilip, yöntemin çözüm için bize sunduğu prensipler tespit edilir. TRIZ yaklaşımında 40 tane prensip tanımlanmıştır. Tablo 1'deki rakamlar bu 40 prensibi temsil etmektedir. Örneğin 15 numaralı prensip dinamizm anlamına gelirken 29 numaralı prensip pnömatik veya hidrolik konstrüksiyon ekleme anlamına gelmektedir. Bunlar yaklaşık 40, 000 patent incelenerek olası problemlere olası çözümler sunmak için oluşturulmuş prensiplerdir. Tablo 1'de TRIZ çelişki matrisinin bizim problemimizle ilgili olan kısmı bölgesel olarak gösterilmektedir. Çelişki matrisinde kırmızı ile gösterilen soldan sağa sütunlar çözüme ulaşırken kötüye giden özellikleri, yeşil ile gösterilen yukarıdan aşağıya satırlar çözüme ulaşırken iyiye giden özellikleri göstermektedir.

Tablo 1. Teknik Çelişkilerin TRIZ Çelişki matrisinde değerlendirilmesi (Altshuller, 2005)

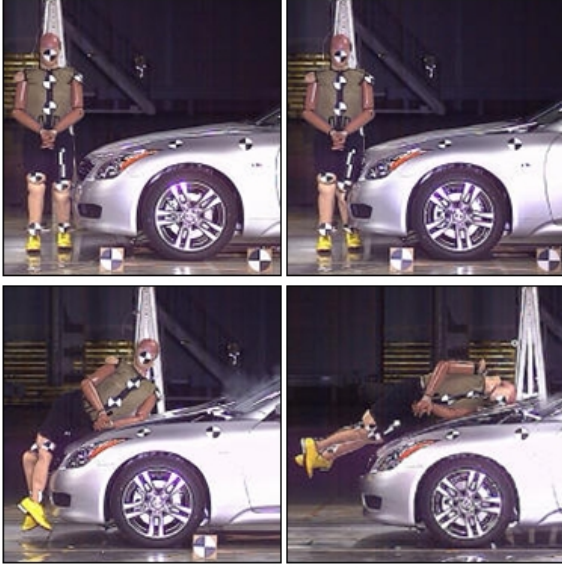
Kötüye giden özellikler → İyiye giden özellikler ↓	Tamir Edilebilirlik	Adapte Olabilirlik	Aletin Kompleksliği	Kontrolün Kompleksliği
Tamir edilebilirlik		7, 1, 4, 16	35, 1, 25, 13, 11	
Adapte olabilirlik	1, 16, 7, 4		15, 29, 27, 28	1
Aletin kompleksliği	1, 13	29, 15, 28, 37		15, 10, 37, 28
Kontrolün Kompleksliği	12, 26	1, 15	15, 10, 37, 28	

Bizim problemimize bakarsak teknik çelişki formülasyonumuzda adapte edilebilirlik iyiye gitmesini istediğimiz özelliktir ancak kompleks yapı bu iyileşmenin karşısındaki engel olarak tanımlanmıştır. Öyleyse bizim satır seçimimiz Tablo 1'de gösterildiği gibi "adapte olabilirlik" sütun seçimimiz ise "aletin kompleksliği" dir. Tablo-1'de satır ve sütün eşleştirmesi ile bulunan 15, 29, 27, 28 numaralı prensipler TRIZ metodolojisinde sırasıyla şu şekilde tanımlanmaktadır; dinamizm (dynamicity), pnömatik veya hidrolik konstrüksiyon (pneumatic or hydraulic construction), düzenlenebilir-ortadan kaldırılabilir (disposable), operasyonun türünü değiştirme (replacement of mechanical system). Şimdi problemimizi bu TRIZ prensiplerine göre çözmeye çalışacağız. (Altshuller, 2005)

3.4. Çözüm Önerileri

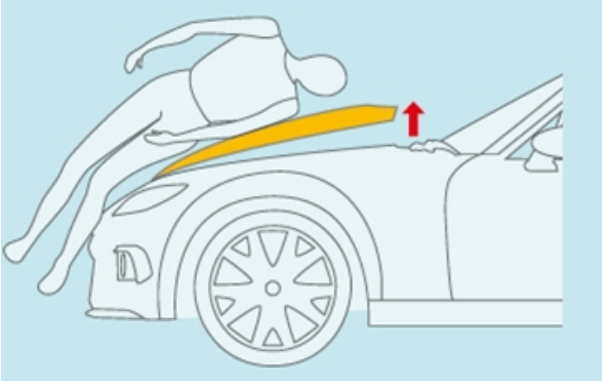
3.4.1. Çözüm Önerisi-1

TRIZ çelişki matrisinden gelen 15 numaralı dinamizm prensibine göre sistemi fiziksel olarak değiştirilebilir ve esnek bir yapıya getirmemiz gereklidir. Hedef sistemimiz aracın motor kaputu, ön tamponu ve ön camın olduğu bölgelerdir. Bu kısımlarda konstrüktif değişikliklere gidilebilir. Amacımız burada kullanılan güvenlik sistemleri ile yayanın kaza anında ön kaputa çarpan kafasının daha az hasar görmesini sağlamaktır. Aynı zaman bu güvenlik sistemlerinin araç üzerine adapte edilebilir olmasını ve bu sistemlerin çok fazla karmaşık bir yapıya sahip olmamasını istemekteyiz.



Şekil 4. Kaza anında açılabilen motor kaput teknolojisi (Int Kyn. 3)

Kaza anında yayanın baş bölgesi, motor kaputuna çarpmaktadır. Yayanın başını çarptığı bölge rijit bir bölge olup, açılan motor kaputu ile Şekil 5'te gösterilen bir deformasyon boşluğu oluşturularak (90-100 mm), yayanın kafa yaralanma derecesini azaltmak amaçlanmaktadır. Şekil 4'te kaza anında milisaniyeler mertebesinde açılarak yayanın kafa yaralanma derecesini azaltan açılabilen motor kaput teknolojisi gösterilmektedir.



Şekil 5. Yayanın başı ile kaput arasındaki deformasyon boşluğu (Int Kyn. 4)

Açılabilen kaput tasarımındaki en önemli parametrelerden bir tanesi de sistemin kaza anında açılma süresinin çok iyi belirlenmesidir. Burada tasarım yapılırken yayanın çocuk veya yetişkin olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Şekil 6'dan da anlaşılacağı gibi çocuk veya yetişkin bir yayanın kaza anında kafasını kaputa çarptığı bölgeler ve kafa ile kaputun ilk temas

süreleri farklıdır. Bunun sistem tasarımında göz önüne alınması gerekir.

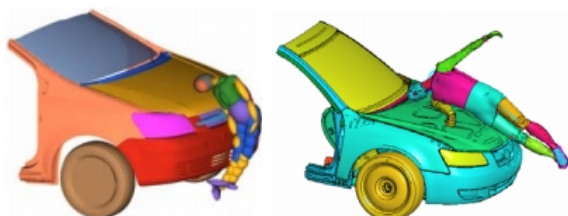
Şekil 6. 6 yaşında bir çocuk yayanın ve bir erkek yetişkenin kafasını ön kaputa çarpması (Lee et al. 2009)

3.4.2. Çözüm Önerisi-2

TRIZ çelişki matrisinden gelen 29 numaralı pnömatik veya hidrolik konstrüksiyon prensibine göre sistemizde açılabilen kaputu pnömatik veya patlamalı bir yapı ile harekete geçirebiliriz.

Bu sistem üretilebilirlik ve araç üzerine monte edilebilirlik açısından düşünüldüğünde uygun bir çözüm gibi düşünülebilir. Kaputu kaza anında yukarı doğru kaldırarak mekanizmalar (actuator) aracın kaput kaldırma menteşesine entegre edilebilir. Sistemde ayrıca, yayaya belirli bir mesafe kala kontrol ünitesine sinyal göndererek eyleyicinin (actuator) kaputu açmasını sağlayan ve tampona yerleştirilen sensörler bulunmaktadır. Sistem maliyet açısından ele alındığında alt segmentteki araçlara uygulanması zor gözükmemektedir.

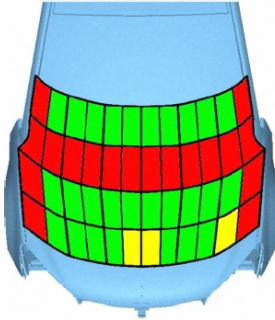
Kaza anında yaya güvenliğini sağlayan bir başka çözüm önerimiz dış hava yastıklarıdır. Yayanın kaza anında başının ve/veya diğer uzuvlarının araca çarptığı bölgelerde dış hava yastıkları, yaralanma derecelerini azaltabilmektedir. Şekil 7'da bu çözümümüze ait aracın önden çarpma bölgelerinde açılabilen dış hava yastıkları görülmektedir.





Şekil 7. Aracın istenilen bölgesinde açılabilen dış hava yastığı (Int Kyn. 5)

Bu sistem üretilebilirlik ve araç üzerine monte edilebilirlik açısından düşünüldüğünde açılabilen kaput teknolojisine göre daha zor gibi düşünülebilir. Bu dış hava yastıkları özellikle, önden çarpışma esnasında yayanın baş bölgesi için kritik olan ön cam ile kaputun birleştiği noktada etkin bir biçimde kullanılabilir. Önden çarpışma anında yayanın baş bölgesi için kritik olan bölgeler Şekil 8'de (Int. Kyn 6) gösterilmiştir. Bu kritik bölgeler dikkate alındığında araç ön tarafına yerleştirilecek dış hava yastıklarının yerleşim bölgeleri daha sağlıklı yapılabilir.



Şekil 8. Motor ön kaputu üzerinde kafa yaralanmalarının kritik olduğu bölgeler. K: En kritik, S: Kritik, Y: Normal

Sistem maliyet açısından ele alındığında alt segmentteki araçlara uygulanması zor gözükmektedir.

3.4.3. Çözüm Önerisi-3

TRIZ çelişki matrisinden gelen 27 numaralı düzenlenebilir-ortadan kaldırılabilir (disposable) prensibinden hareketle açılan yaya güvenlik sistemlerini elemine ederek, Şekil 9'de görüldüğü gibi aracın yayaya çarpmadan etkin bir frenleme mesafesinde durması sağlanabilir.



Şekil 9. Aracın yayaya çarpmaması için ekstra bir frenleme mekanizması ile durdurulması (Int. Kyn 7)

Bu sistem üretilebilirlik ve araç üzerine monte edilebilirlik açısından düşünüldüğünde uygun bir çözüm gibi düşünülebilir. Yaya belli bir mesafe kala ölçüm alan sensörler, elektronik kontrol ünitesine bir sinyal göndermekte ve araç üzerine monte edilecek bir eyleyici ile sürücünün kendi çabasıyla yaptığı frenlemeye ek olarak, bir frenleme mekanizması devreye girecektir. Böylece sorun kaynağında çözülmüş olacaktır. Sistem maliyet açısından ele alındığında alt segmentteki araçlara uygulanması zor gözükmektedir.

3.4.4. Çözüm Önerisi-4

TRIZ çelişki matrisinden gelen 15 numaralı dinamizm prensibine göre sistemi fiziksel olarak değiştirilebilir ve esnek bir yapıya getirmemiz gereklidir. Buradaki çözümümüz kaputu sandviç malzemeden yapmak ve kaput geometrisini yapısal optimizasyonla değiştirmek olacaktır. Kaputun yeni geometrisi tasarlanırken kısıtlarımız Şekil 8'de gösterilen motor ön kaputu üzerinde kafa yaralanmalarının kritik olduğu bölgeler olacaktır. Şekil 10'da gösterilen bu yeni tasarımla ve kullanılan sandviç malzeme ile kaputun katılık (stiffness) özellikleri geliştirilmiş olacak ve çarpışma esnasında yaya kafa yaralanma miktarı azalacaktır.

Bu çözüm uygulanabilirlik açısından düşünüldüğünde uygun bir çözüm olarak düşünülebilir. Getirilen bu çözüm araçlarda hafifletme (lightweighting) çalışmaları açısından

bakıldığında da çok uygun bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Her ne kadar yeni nesil malzemelerin bu sistemde kullanılması bir maliyet artışı getirecekse de, ağırlık azalması ve buna bağlı araçta emisyon değerlerinin düşecek olması bu çözümü cazip hale getirmektedir.



Şekil 10. Yeni nesil motor ön kaput tasarımı (Lösch et al. 2009)

4. Tartışma ve Sonuç

Yapılan bu çalışmada, olası trafik kazalarında yayaların güvenlik problemlerine TRIZ yöntemini kullanarak çözüm bulmaya çalışılmıştır. Problemimizde TRIZ Çelişki matrisinden çıkan; sisteme dinamizm getirme, sistemde pnömatik veya hidrolik yapılar kullanma ve ortadan kaldırma gibi TRIZ prensipleri ışığında çözüm aranmıştır. Birinci çözümümüz olan açılabilen kaput teknolojisi dinamizm ve pnömatik sistem kullanma prensiplerinin doğrultusunda gerçekleşmiştir. İkinci ve dördüncü çözümümüz yine sisteme farklı karakterler eklemek, esnek hale getirmek fikrinden hareketle dinamizm prensibinden yararlanılarak geliştirilmiştir. Üçüncü çözümde ise TRIZ metodolojisinin temel mantığı olan sistemi ortadan kaldırarak, fonksiyonelliğin hala devam etmesi anlamına gelen “disposable” TRIZ prensibinden gelmektedir. Sunulan tüm bu çözümler araç üzerine monte edilebilirlik açısından uygunluk göstermekte, maliyet açısından ise geliştirilebilir olduğu düşünülmektedir. Bu çalışma ile görülmektedir ki, TRIZ yönteminin bize sunduğu TRIZ Çelişki Matrisi (40,000 patent incelenerek, genel bir çözüm metodolojisi geliştirilmiştir) kullanılarak, problemimizin çözümüne daha bilimsel verilerle

yaklaşabilmekteyiz. Bu durum da bize ideal sonuca daha yakın ve efektif biçimde ulaşmamızı sağlamaktadır.

Kaynaklar

- Kraev, V., 2014. TRIZ Apprentice Course. And Invent, Inc. 398 Blue Hills Parkway, Milton, MA 02186, 12-16.
- Altshuller, G., 2005. 40 Principles Extended Edition: TRIZ Keys to Technical Innovation, 1-137.
- Lösch, A., Giese, H. E., Göklü S., Kleinschmidt, K.O., 2009. Hood Made of Sandwich Material with Improved Stiffness. *The ThyssenKrupp InCar Project*, 101-106.
- Lee, K. B., Jung, H. J., Bae H. I., The Study on Developing Active Hood Lift System for Decreasing Pedestrian Head Injury. *Hyundai-Kia Motors*, 07-0198.

İnternet kaynakları

- 1- <http://tr.wikipedia.org/>, (24.06.2014)
- 2- <http://www.euroncap.com/pedestrian-protection> (24.06.2014)
- 3- http://www.autopressnews.com/2007/m11/Nissan/pop-up_engine_hood.shtml (24.06.2014)
- 4- http://www.mazda.com/technology/safety/passive_safety/bonnet_bumper.html (24.06.2014)
- 5- <http://www.digitaltrends.com/cars/attack-of-the-stay-puft-marshmallow-man-external-airbags-coming-to-the-side-of-a-car-near-you/> (24.06.2014)
- 6- <http://www.euroncap.com/> (24.06.2014)
- 7- <http://www.euroncap.com/tests/ratings/pedestrian.aspx> (24.06.2014)