

TEKERLEKLİ ZIRHLI ARAÇLARIN SÜSPANSİYON SİSTEMİ İÇİN DAYANIM AÇISINDAN TASARIM METODOLOJİSİ OLUŞTURULMASI

Fatih KAĞNICI ^(a)

^(a) Hexagon Studio Araç Mühendisliği, 41420, Kocaeli, fatih.kagnici@hexagonstudio.com.tr

ÖZET

Bu makalede, tekerlekli zırhlı araçların süspansiyon komponentlerinin ürün geliştirme süreçleri için yeni bir metodoloji sunulmaktadır. Oluşturulacak olan bu metodoloji sayesinde tekerlekli zırhlı araçların süspansiyon komponentlerinin tasarımından hemen sonra dayanım açısından validasyonları bilgisayar ortamında yapılabilecektir. Sonuç olarak, tekerlekli zırhlı araç tasarımındaki ürün geliştirme sürecinin daha kısa ve düşük maliyetli olması öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tekerlekli Zırhlı Araç, Dayanım Validasyonu, Süspansiyon, Tasarım Geliştirme Süreci.

ABSTRACT

In this paper, a new methodology is presented for product development process of the wheeled armored vehicles. Durability validations of the suspension components can be done shortly after the design phase through the new methodology. Consequently, product development process of the wheeled armored vehicles is expected to be in a short time with reduced costs.

Keywords: Wheeled Armored Vehicle, Durability Validation, Suspension, Design Development Process.

1. GİRİŞ

Ülkemizde hızlı bir biçimde gelişmekte olan Savunma Sanayii projelerinin sonucunda ortaya çıkan ürün çeşitliliği, mevcut ürünlerin tasarımında dahat

etkin metodların kullanılmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda, tekerlekli zırhlı araçların farklı varyasyonların tasarımında CAE (Bilgisayar Destekli Mühendislik) çalışmaları önemli bir yer tutmaktadır. Zırhlı araçların ürün çeşitliği 4, 6 ve ya 8 tekerlekli olarak ayrıldığı gibi farklı ağır zırhlı araç ürünleride mevcuttur. Bu araçların, ürün geliştirme sürecinde yapılacak iyileştirmeler sayesinde hem zaman hem de maliyet avantajı kazanılacaktır.

Literatüre bakıldığında bu tür araçların sanal pistler oluşturularak dinamik olarak incelenip ve dayanım açısından değerlendirilmelerine rağmen parça bazında tasarımı hızlandıracak yöntemler geliştirilmediği görülmüştür. [1, 2]

Tekerlekli zırhlı araçların tasarımında en fazla önem gösterilmesi gereken kısımlardan bir tanesi süspansiyon bölgesidir. Tekerleki zırhlı araçların süspansiyon sistemlerinden beklenen özellikler aşağıdaki gibidir. [3]

- Zorlu arazi koşullarında ve yol şartlarından meydana gelecek kuvvetleri ayrıca, zorlu yüzeylerde manevra yaparken araç üzerinde oluşacak kuvvetleri absorbe edebilme. (Şekil 1)
- Hareket performansını ve hayatta kalma dayanımını geliştiren araç sürüş yüksekliğini koruma.
- Farklı yol şartlarında ve sürüş yüksekliğinde bile emniyetli bir hareket performansı sağlama.
- Yolda karşılaşılabilecek bir patlayıcı kuvvetine karşı optimum sürüş yüksekliği sağlayarak başarıyla hayatta kalabilme.
- Engeli arazi şartlarında araç içindeki görevlilerin konforunu sağlayabilme.
- Hareket halinde atış hedeflerini tutturabilme.
- Yol ve tekerlek arasındaki çekişi arttırabilme.



Şekil 1. Temsili 6x6 Tekerleki zırhlı aracın farklı yol koşullarındaki davranışı [4]

Tekerlekli zırlı araçların süspansiyon sistemlerinden beklenen özellikler arttıkça kullanılan sistemler de farklılaşmaktadır. Bununla birlikte farklılaşan süspansiyon sistemlerinde kullanılan komponentler yüksek dayanım kriterlerini sağlamak için hem statik hem de dinamik açıdan değerlendirilmesi gerekmektedir.

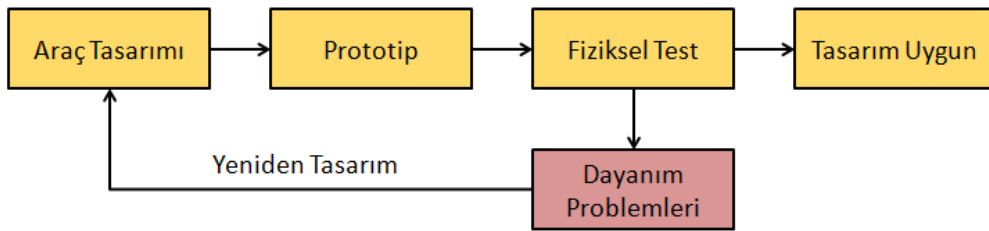
Özellikle CAE çalışmalarının doğruluk oranının yükselmesi ile sanal prototip kavramı, gerçek prototiplerin yerini almaya hazırlanmaktadır. Tüm aracın ve süspansiyon komponentlerin tasarım sürecindeki performansları CAE çalışmaları ile belirlenerek hedef değerleri ile karşılaştırılabilmektedir.

Daha önceden belirlenmiş bu hedeflere ulaşmak için bir çok iterasyon yapmak gerekebilir. Bundan dolayı araç performansı, ağırlığı, maliyeti, imalatı ve diğer tasarım şartlarının arasında optimize edilmiş bir araç tasarımı ihtiyacı doğmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamada CAE çalışmaları önemli bir rol oynamaktadır.

Bu çalışmada tekerlekli zırlı araçların gelişime süreçlerini iyileştirmek için CAE metodlarının etkin bir biçimde kullanarak dayanım açısından bir tasarım metodolojisi sunulacaktır.

2. METOT

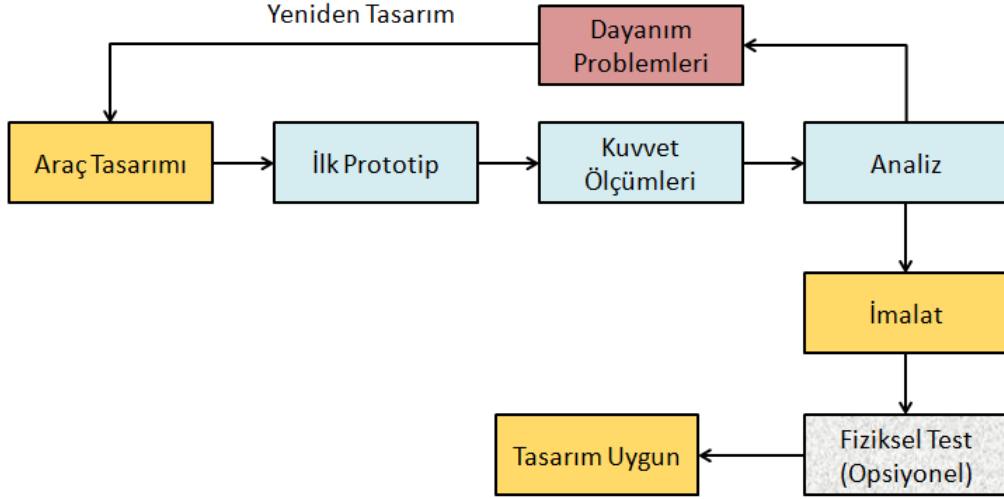
Tekerlekli zırlı araçların süspansiyon elemanlarının tasarımında karşılaşılan en büyük sorunlardan bir tanesi yapılan tasarımların validasyonudur. Geçmiş dönemlerde araç ürün geliştirme sürecinde kullanılan metod Şekil 2'de gösterilmiştir. Bu yöntemde göre aracın bütün parçalarının tasarımı tamamlandıktan sonra prototip araç imal edilmekte ve validasyon testleri bu prototipler üzerinden yapılmaktaydı. Test sonuçlarına göre bir problem görüldüğü takdirde parça tasarımına geri dönülür ve tasarım yeniden şekillendirilirdi. Bu yöntem tekerlekli zırlı araçların ürün geliştirme sürecinde hem maliyet hem de zaman açısından verimsizliklere yol açmaktaydı.



Şekil 2. Geçmiş dönemlerdeki araç tasarım ve validasyon süreci [1]

CAE metodlarının gelişmesi ve doğruluk paylarının yükselmesi ile birlikte tasarımın validasyon sürecinde hem sonlu elemanlar yöntemi hem de simülasyon yöntemlerinden sıklıkla yararlanılmaya başlanmıştır. Günümüz araç ürün geliştirme sürecinin temeli olan bu yaklaşım sayesinde hem ürün

geliştirme maliyetleri azalmış hemde ürün geliştirme süreci hızlanmıştır. (Şekil 3).

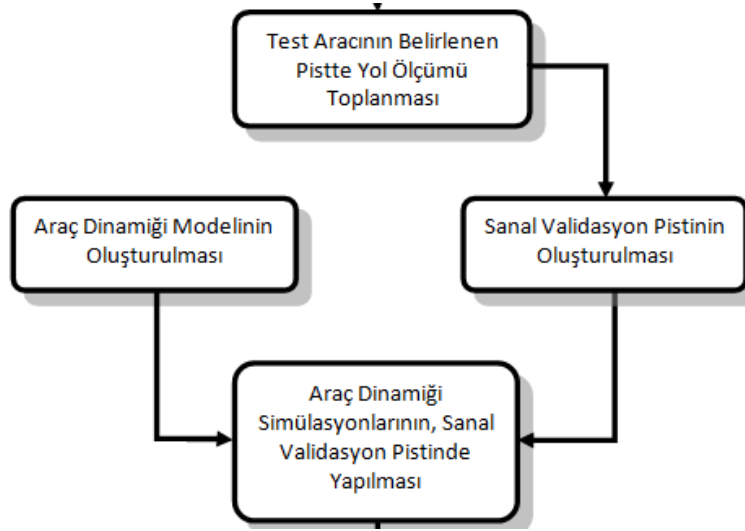


Şekil 3. Mevcut araç tasarım ve validasyon süreci [1]

Bu çalışmada önerilen metod ise CAE yöntemlerinin daha etkin bir biçimde kullanılarak araç parçalarının özellikle de tekerlekli zırhlı araçların kritik olan süspansiyon komponentlerin dayanım ömürlerinin prototip araç ortaya çıkmadan önce hesaplamak ve bu hesapların sonuçlarına göre tasarımları iyileştirmektir. Bu yöntem ile zırhlı araçların tasarımında hem zaman hem de maliyet açısından daha büyük bir avantaj sağlanabilecektir. Mevcut süreçte bütün aracın tasarımı ortaya çıkmadan dayanım ömürlerini hesaplamak mümkün olmamaktadır. Bu makalde sunulan metodoloji ile araç alt sistemlerinin ve parçalarının tasarımından hemen sonra dayanım açısından validasyonları bilgisayar ortamında yapılabilecektir.

Bu çalışmanın ilk ayağı, zırhlı aracın çalışma şartlarındaki yol koşullarının ölçülüp simüle edilmesi ile başlamaktadır. Bu sayede aracın hangi şartlarda hareket edebileceği ve hayatta kalabileceği farklı senaryolar altında incelenebilecektir. Belirlenen arazinin yol ölçümleri alınıp, simülasyon ortamında modellenmesi ile aracın bu arazi şartlarındaki performansı kolaylıkla incelenebilecektir .

Arazi şartlarının modellenmesinde otomotiv validasyon pistlerine benzer şekilde arazi yapılanmasına gidilebilir. Otomotiv dayanım testlerinde kullanılan yol şartları olan bump, pave, speed bump ve değişik varyasyonlar benzer şekilde tekerlekli zırhlı araçların ürün geliştirme süreçlerinde de kullanılabilir. Arazinin validasyon amaçlı bilgisayar ortamında modellenmesinden sonra, aracın dayanım açısından uygun senaryolarının belirlenmesi gerekmektedir. Sanal validasyon pisti akış şeması Şekil 4'de gösterilmiştir.

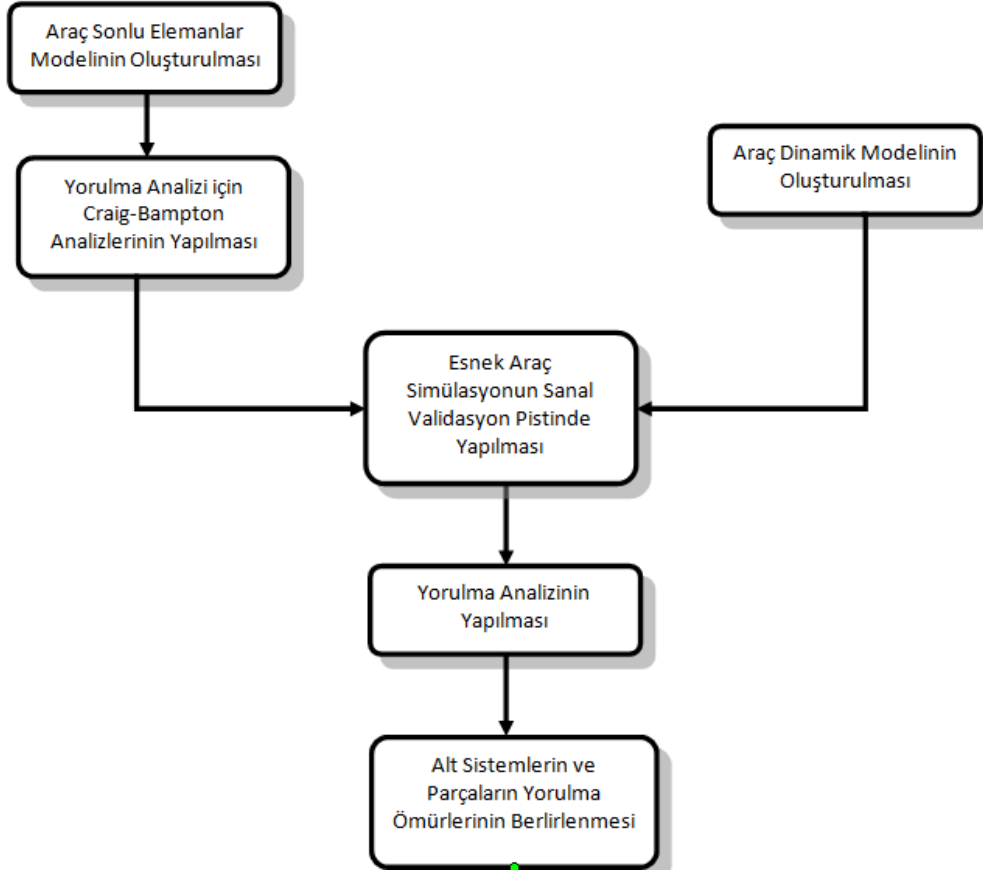


Şekil 4. Sanal Validasyon Pistinin Oluşturulması

Sanal validasyon pisti oluşturulduktan sonra aracın belirlenen senoryalara göre koşturulması ile yorulma simülasyonları için girdiler oluşturulur. Sonlu elemanlar yöntemi ile elde edilen yorulma hasarları ve ömürleri kullanılarak her bir parçanın dayanım validasyonları yapılabilir. Taşıt gövde geometrisinden oluşturulan detaylı sonlu eleman modelleri doğrudan sonlu eleman analizlerinde kullanılabilirdiği gibi birtakım düzenlemeler sonunda dinamik sistem simülasyonlarına da entegre edilebilmektedir.

Bu entegrasyonda Component Mode Synthesis metodu kullanan ve sonlu elemanlar ortamında doğal frekans analizine tabi tutularak elde edilen MNF modeli önemli rol oynamaktadır. Tamamen yapısal doğal frekansların süperpozisyonundan oluşan bu model, uygulanan yüklemelerin gövdedeki frekans cevabını gerilme-gerinme sonuçlarına yansıtmaktadır. [5]

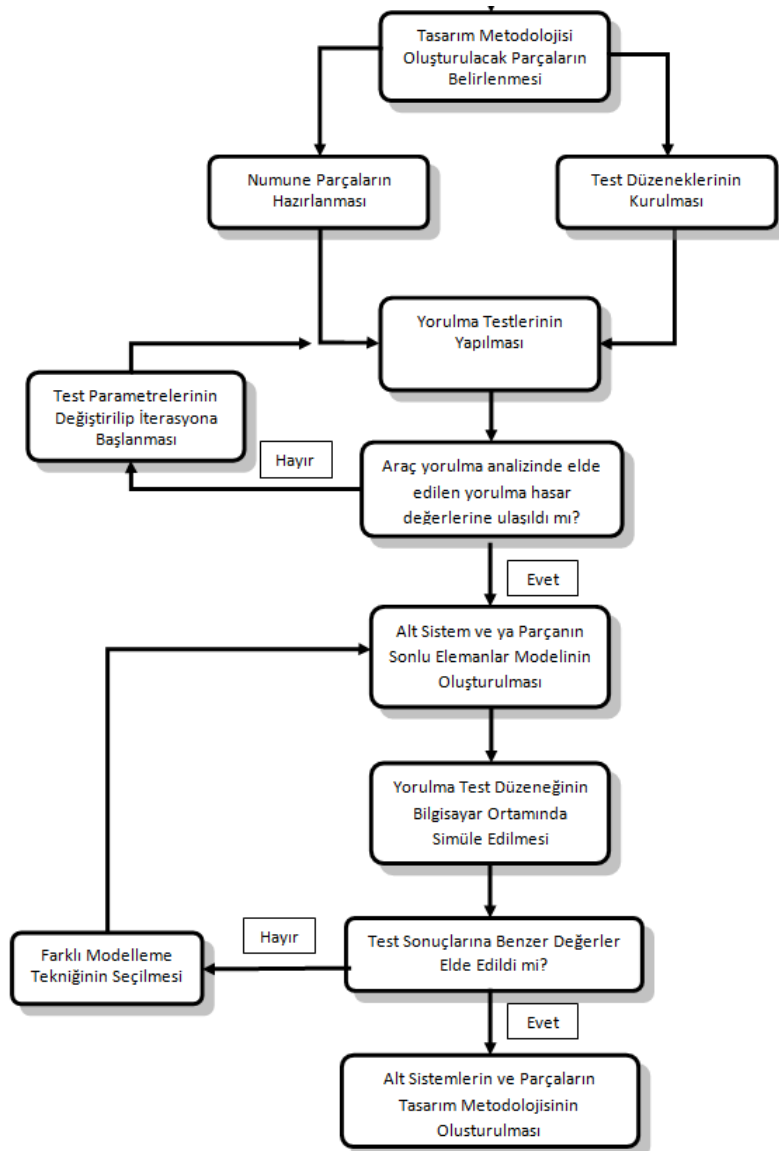
Mevcut yöntemde yapılan yorulma analizleri 4, 6 ve ya 8 poster test düzeneklerinin simüle edilmesi ile yapılmaktadır. Bu durum simülasyon varsayımlarını arttırdığı gibi analiz sonuçlarında da hatalara yol açmaktadır. Burada önerilen metodoloji ile zırhlı araçlar gerçek yol şartlarında simüle edildiği için bu varsayımlarında önüne geçilmektedir. Bu kısmın akış şeması Şekil 5'da gösterilmiştir.



Şekil 5. Belirlenen senaryolara göre süspansiyon komponentlerinin yorulma analizlerinin yapılması

Oluşturulacak metodolojinin son aşamasında süspansiyon komponentlerinin her biri için hedef kuvvet-çevrim miktarlarının belirlenmesi işlemi yapılmalıdır. Bunun için her bir komponent için çalışma şartlarında görülen yorulma hasarlarının benzerleri bu test düzeneklerinde oluşturularak kuvvet-çevrim miktarları prosedür halinde belirlenecektir. Bu kısmın akış şeması Şekil 6'da gösterilmektedir.

Şekil 6'da gösterildiği gibi her bir parçanın yorulma açısından kuvvet-çevrim miktarları belirlenip tasarım metodolojileri oluşturulacaktır.



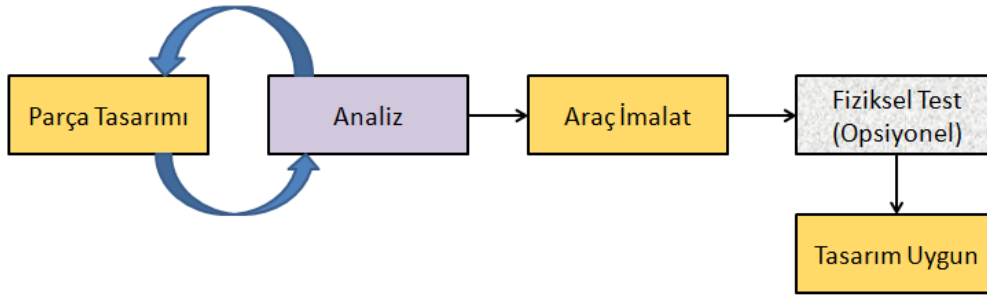
Şekil 6. Tekerlekli zırhlı araçların süspansiyon parçalarının yorulma açısından kuvvet-çevrim miktarlarının belirlenmesi

3. SONUÇ

Bu çalışma tekerlekli zırhlı araçların ürün geliştirme süreçlerinde dayanım açısından tasarımı şekillendirmek için daha hızlı ve düşük maliyetli bir metodoloji sunmaktadır. (Şekil 7) Metodolojinin oluşma süreci aşağıdaki gibidir.

- Sanal validasyon pisti oluşturularak sanal prototip araç üzerinde istenilen denemeler yapılabilecektir.

- Bu pist sayesinde sadece aracın dayanım özellikleri değil aynı zamanda aracın dinamiği ve süspansiyon karakteristikleri belirlenebilecektir.
- Tüm araç sanal prototipi bu pist üzerinde koşturulurken süspansiyon komponentlerinin çalışma koşullarındaki yorulma hasarları ve ömürleri belirlenebilecektir. Referans alınacak bu ömürler sayesinde parçalarda hangi şartlarda yorulma hasarı görüleceği oluşturulacak test düzeneklerinde yapılacak testlerle belirlenecektir.
- Oluşturulan bu test prosedürleri, sonlu elemanlar modelleri ile korele edilip ileride yapılacak parça tasarımlarında bu prosüderler sayesinde bilgisayar ortamında prototip olmadan dayanım açısından validasyonlar yapılabilecektir.



Şekil 7. Tekerlekli zırhlı araçların süspansiyon komponentleri için yeni tasarım metodolojisi

Gelecek çalışmalarda bu prosedür temsili bir araç üzerinde uygulanarak parça tasarımlarının dayanım açısından validasyonları ilgili prosedürler uygulamalı olarak gösterilecektir.

KAYNAKÇA

- [1] N. Purushothaman, P. Jayakumar, J. Critchley, S. Datta, V. Pisipati (2009), "A Robust Durability Process for Military Ground Vehicles", *Proceedings of the 2009 Ground Vehicle Systems Engineering and Technology Symposium*.
- [2] K.K. Choi, J. Tang, E. Hardee, B.D. Youn (2005), "Application of reliability-based design optimization to durability of military vehicles", *SAE Papers*, 2005-01-0530
- [3] D.F. Conradie, (2011), "Controllable Suspension Architecture for Enhanced Armoured Vehicle Survivability", *US Patent*, US 2011/0127733 A1
- [4] S. Fontaine, (2010), "Future Stryker: Stronger, safer and plentiful", <http://snafu-solomon.blogspot.com/2010/03/future-stryker-future-death-trap.html>.
- [5] Fischer, P., Witteveen, W., Schabasser, M., (2000), "Integrated MBS-FE-Durability Analysis of Truck Frame Components by Modal Stress", *ADAMS User Meeting, Rom*.