

Sistem dinamiği çözümlerinde birçok bilgisayar yazılımından yararlanmak mümkündür. Bu yazıda, sistem dinamiği konularında güçlü çözümler sunan Hexagon ürün grubundaki yazılımlar açıklanmıştır. Sınıfının en iyi simülasyon araçlarından biri olan Adams, Romax, Elements ve Easy5 ile 1B tasarımdan detaylı alt sistem optimizasyonuna ve sanal prototip doğruluğuna kadar olan süreç geliştirilebilmektedir. Performans, dayanım, titreşim, gürültü, verimlilik ve model doğrulaması gibi çalışmalarda güçlü çözümler sunmaktadır.

ADAMS – ÇOKLU CİSİMLER DİNAMIĞI YAZILIMI

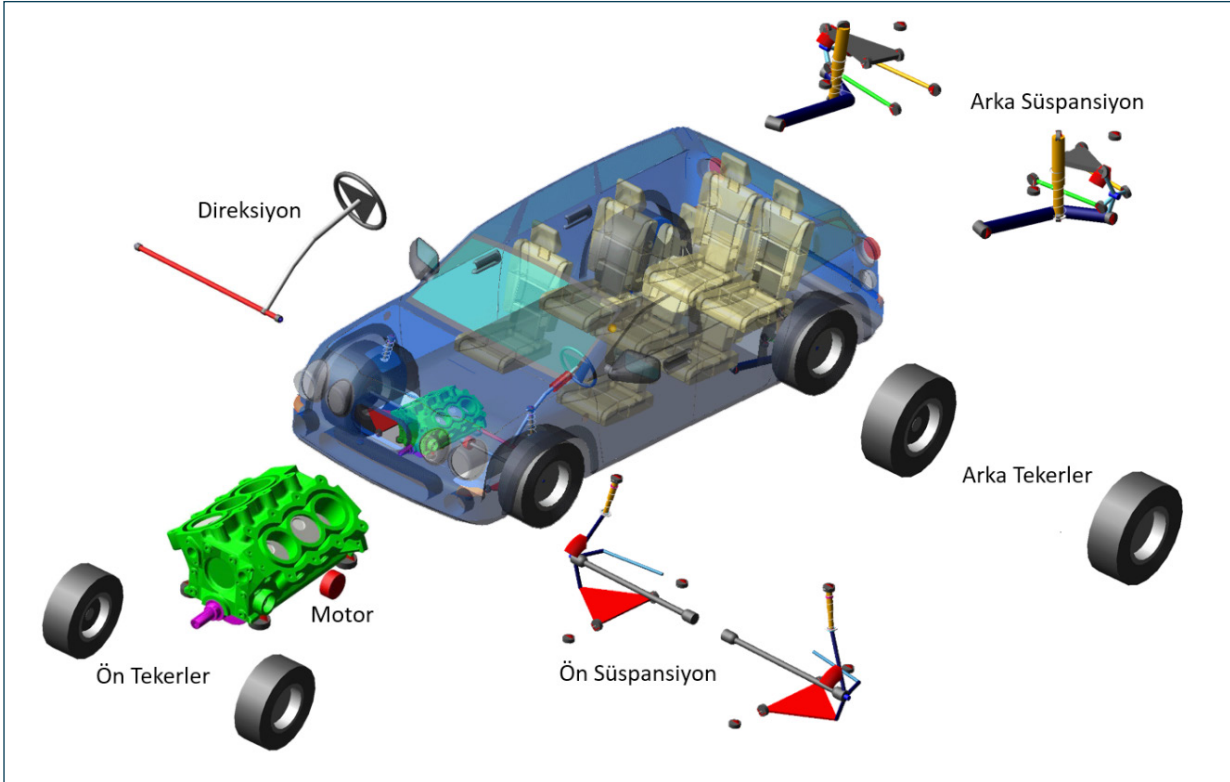
Adams, mekanik sistem simülasyonu yazılımıdır. Mekanik sistemlerin, sanal test prototipleri bilgisayar ortamında modellenerek gerçek hayattaki çalışma şartlarında test edilebilmektedir. Tüm sistemin kinematik/hareket, statik, yarı statik ve dinamik denklemlerini çözerek, gerçek fiziğini incelemektedir. Adams ile sistemlerin dinamik davranışları incelenerek, kuvvetlerin (yüklerin) sistem içinde nasıl dağıldığı hesaplanabilmektedir. Sistemlerin titreşim davranışı analiz edilebilmekte ve mekanizmalar optimize edilerek sistemlerin performansları artırılabilir.

Adams/Car, Adams/Flex, Adams/Durability, Adams/Vibration, Adams/Mechatronics, Adams/Controls, Adams/Insight, Adams/Machinery gibi özelleşmiş modülleri sayesinde kullanıcılarına güçlü çözümler sunmaktadır.

2.1 Adams Car

Taşıt tasarımı ve analizi için özelleştirilmiş bir modüldür. Araçların tasarım ve geliştirilme süreçlerinde, standartlaşmış adımların otomatikleştirilmesi amacıyla geliştirilmiştir.

Araç, birbirini tanıyarak birleşebilen alt sistemler (süspansiyon, direksiyon, tekerlek gibi) halinde oluşturulmaktadır. Bu alt sistemler bağımsız olarak incelenebileceği gibi, bütün araç modeli oluşturularak da incelenebilmektedir. Alt sistemlerin parçaları değişkenlere bağlı olarak oluşturulduğu için, çok kısa sürede farklı biçimdeki sistemleri analiz etme olanağı sunmaktadır. Ayrıca Adams/Car, standart araç testlerini de (şerit değiştirme, ivmelenme gibi) otomatik olarak modele uygulayabilmektedir. Gerktiğinde yeni test senaryosu veya test sistemi oluşturulmasına da olanak tanımaktadır.

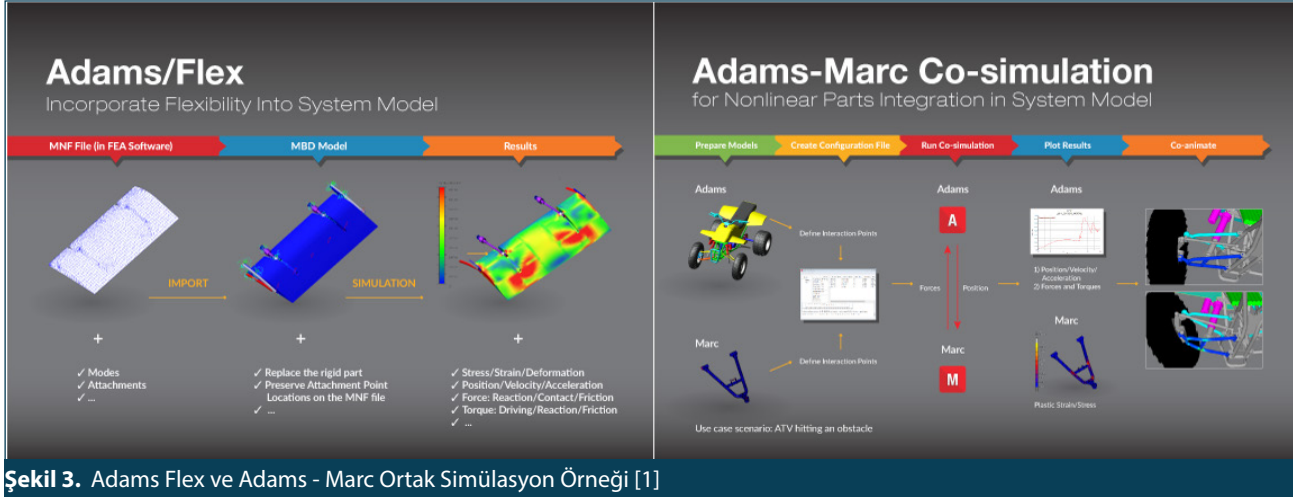


Şekil 2. Adams/Car Araç Alt Sistemleri ve Tam Araç Modeli [1]

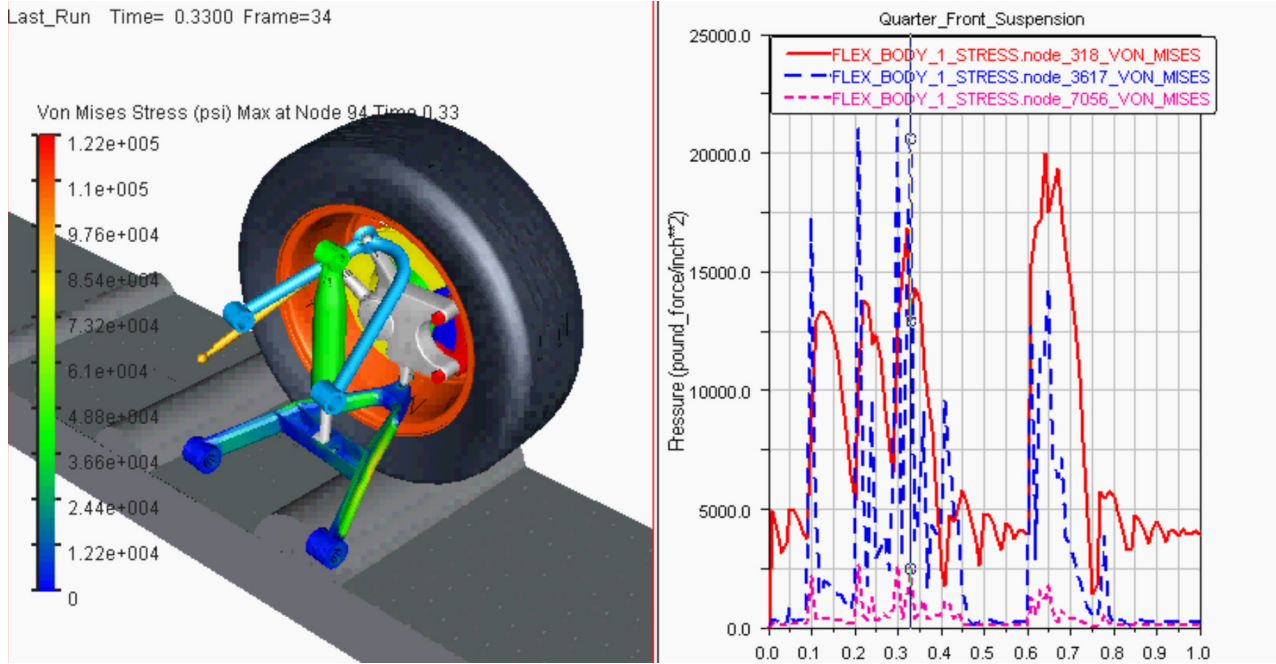
2.2 Adams Flex ve Adams Durability

Çoklu cisim dinamiği çalışmalarında sistem performansını geliştirmek ve gerçeğe daha uygun modeller oluşturmak adına esnek cisimler simülasyon modellerine eklenebilmektedir. Esnek cisim dinamiği yaklaşımı, parça üzerinde şekil değişimi ve gerilme durumunu incelemek, sistem titreşimlerini gözlemek gibi amaçlarla kullanılmaktadır.

parça esnekleştirme işlemleri farklı yöntemlerle gerçekleştirilebilmektedir. Doğrusal şekil değişimi (linear deformasyon) bölgesinde davranış özelliği gösteren parçalar için sonlu elemanlar analizi programından alınan MNF (Modal Neutral File) ile Adams içerisinde esnek cisim dinamiği çalışmaları gerçekleştirilebilmektedir. Doğrusal olmayan şekil değişimi (linear olmayan deformasyon) bölgesinde davranış özelliği gösteren parçalar için de



Şekil 3. Adams Flex ve Adams - Marc Ortak Simülasyon Örneği [1]

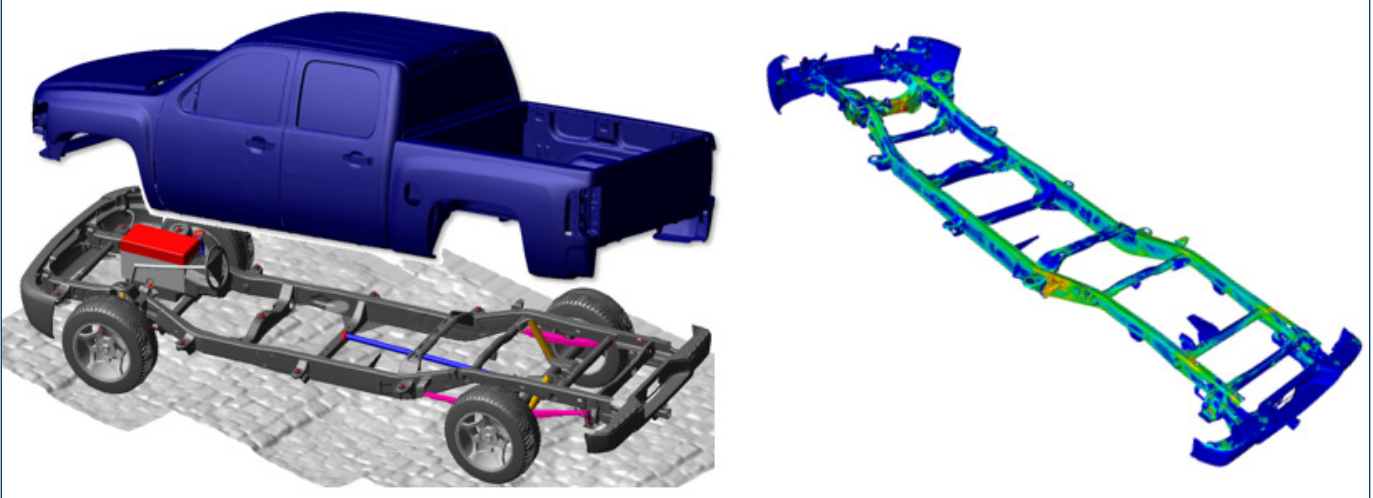


Şekil 4. Adams Flex ve Adams - Marc Ortak Simülasyon Örneği [1]

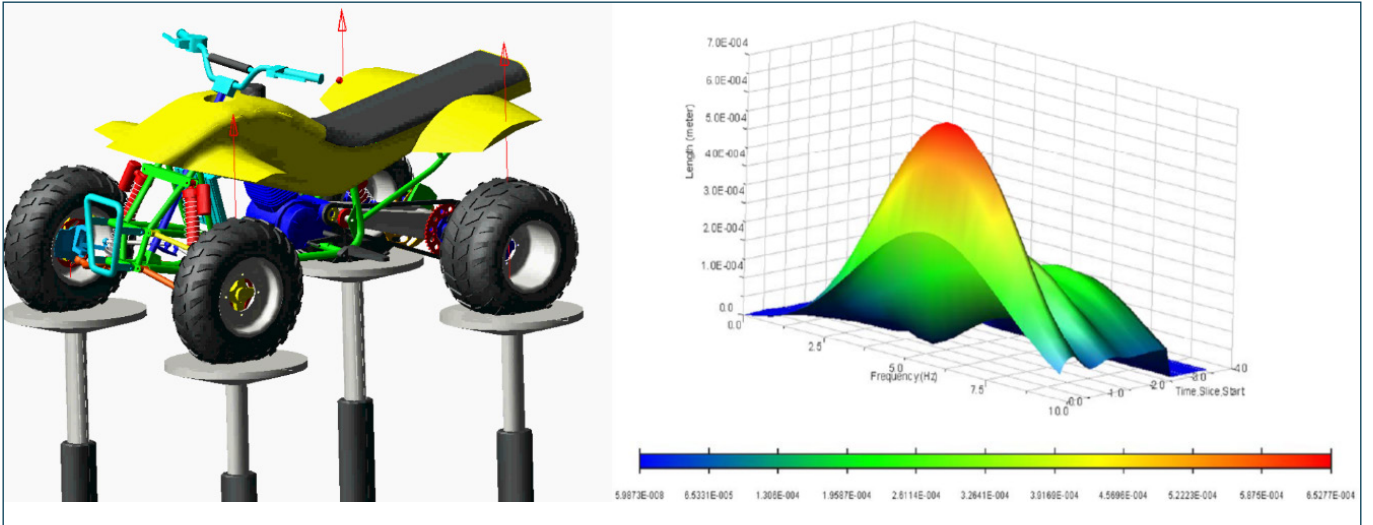
Esnekleştirilecek parça özelliklerine göre, farklı esnekleştirme yöntemleri kullanılabilir. Çoklu cisim dinamiği konusunda önde gelen çözücü olan Adams'da,

Adams – Marc ortak simülasyon (CoSimulation) yöntemi ve Adams MaxFlex yöntemi kullanılabilir.

Adams Durability, geleneksel test tabanlı dayanıklılık ta-



Şekil 5. Adams Durability – Esnekleştirilmiş Süspansiyon Kolu [1]



Şekil 6. Adams Vibration ile Frekans Cevap Analizi [1]

sarım sürecinin sanal dünyaya uygulanmasını sağlamaktadır. Sistem performansı ve arızaları hakkında bilgi vererek yorulma yazılımlarına girdi oluşturabilmektedir.

2.3 Adams Vibration

Frekans düzleminde analize olanak tanıyarak sistem için modal analiz ve frekans cevap analizi gerçekleştirilebilmektedir.

2.4 Adams Mechatronics ve Adams Controls

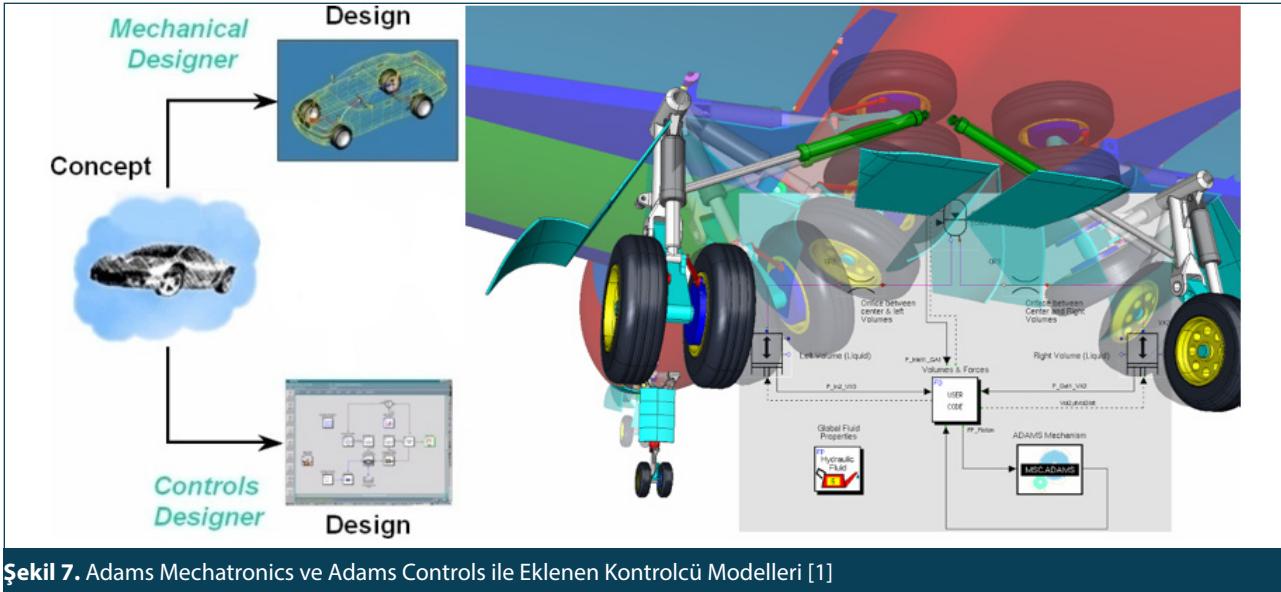
Sistem dinamiği ve kontrolü arasındaki etkileşimi katarak simülasyon gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır. Adams Mechatronics ile ESL uzantılı kontrolcü dosyaları mekanik modele eklenebilmektedir.

Adams Controls ise Elements, Easy5, Matlab gibi kont-

rol üzerine özelleşmiş yazılımlar ile Adams'ın iletişim kurmasını sağlamaktadır. Mekanik parçaları, pnömatik, hidrolik, elektronik ve kontrol sistemleri ile birleştirerek, bu sistemlerin birbirleri ile etkileşimlerini sağlayarak, bütün bir sistemin sanal ortamda modellenmesi yapılabilmektedir.

2.5 Adams Insight

Simülasyon modeli için belirlenen değişkenler ile belirlenen çıktı fonksiyonlarını kontrol ederek DOE (Design of Experiment) ve Optimizasyon çalışmaları yapılmasına olanak tanımaktadır. Fiziksel bir prototipin performansını, bir üretim sürecinin verimini veya bitmiş bir ürünün kalitesini ölçerek, Excel, html ve pareto diyagramları ile sonuç çıktıları oluşturabilmektedir.



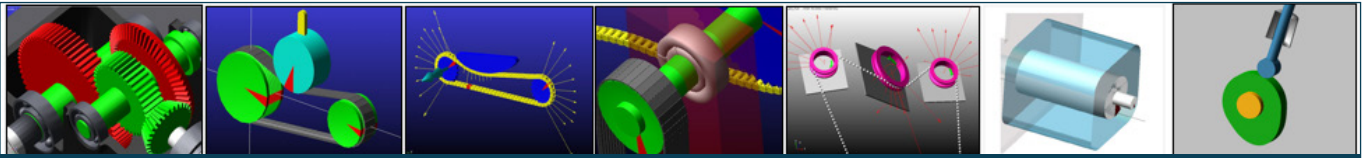
Şekil 7. Adams Mechatronics ve Adams Controls ile Eklenen Kontrolcü Modelleri [1]

2.6 Adams Machinery

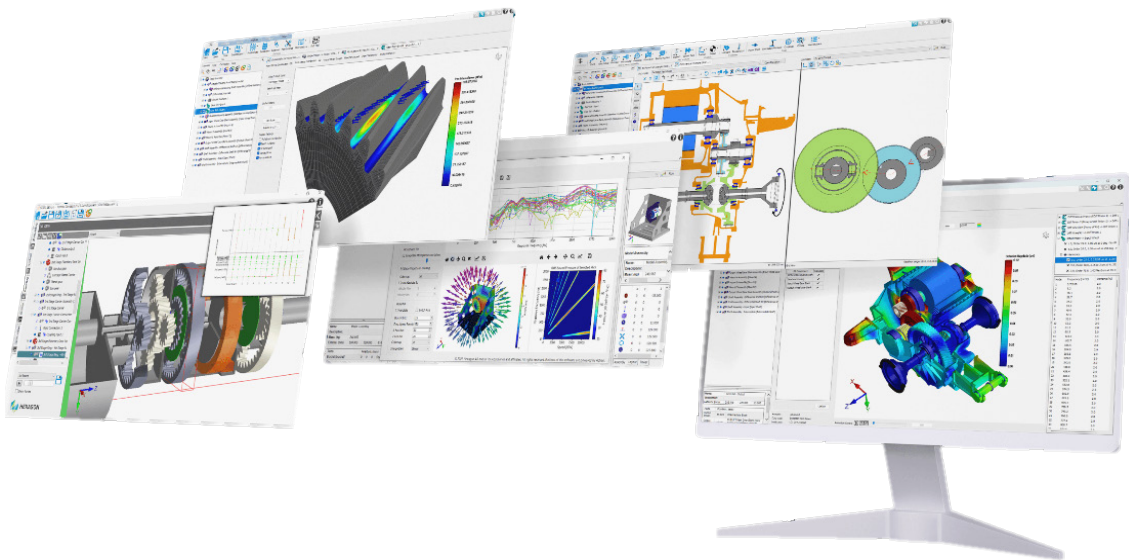
Adams/Machinery makina elemanları üzerine yoğunlaşmış bir analiz yazılımıdır. Sistemin dinamik özelliklerine makina elemanlarının etkisini eklemeye olanak sunmaktadır. Adams arayüzü içerisinde erişilebilir olup, standart makina elemanlarını Adams modellerine kolayca ekleyerek daha gerçekçi modeller hazırlayıp sonuçlar elde edilmesine olanak sağlamaktadır.

3. ROMAX – GÜÇ AKTARMA ORGANLARI TASARIM VE ANALİZ YAZILIMI

Elektromekanik tahrik sistemleri konusunda eksiksiz ve bütünlük, yeni nesil bir simülasyon platformu sunan Romax Technology, güç aktarma organı tasarım aşamalarında, veri transferleri ve modelleri yeniden oluşturma gibi süreçlerle zaman kaybetmeden tüm aktarma organı



Şekil 8. Adams Machinery Bileşen Çeşitleri [1]



Şekil 9. Romax Ürün İşlevselliği [2]

sisteminin tasarım, simülasyon ve testlerinin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır.

Romax Concept, Romax Enduro, Romax Spectrum, Romax Spin, Romax Energy, Romax Evolve gibi özelleşmiş modülleri sayesinde kullanıcılarına güçlü çözümler sunmaktadır.

3.1 Romax Concept

Erken tasarım aşamaları için tasarlanmıştır. Hızlı modelleme özelliği ve sezgisel ara yüzü ile farklı uygulamalar için aktarma sistemlerinin verimli bir şekilde tanımlanmasına olanak sağlamaktadır. Tasarımların kolayca CAD (Computer Aided Design) ve CAE (Computer Aided Engineering) platformlarına aktarılabilmesinin yanı sıra diğer Romax araçlarıyla da iş birliği yapılabilmektedir.

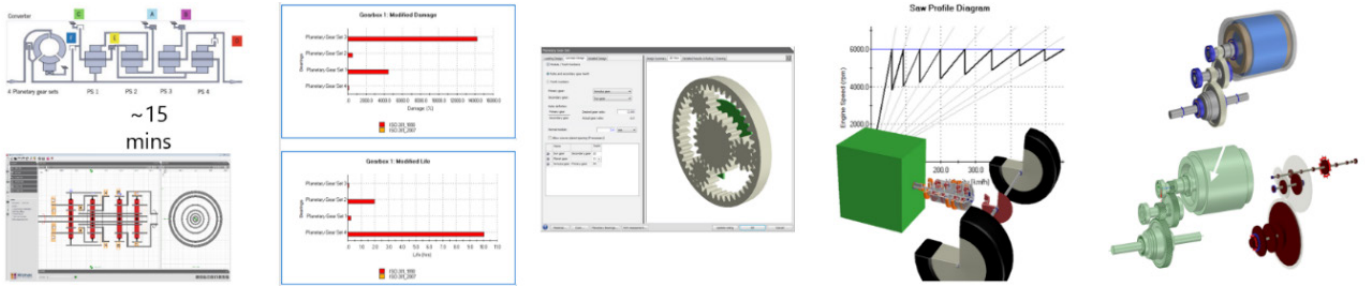
3.2 Romax Enduro

Ayrıntılı yapısal analiz yeteneğiyle, güç aktarma organ-

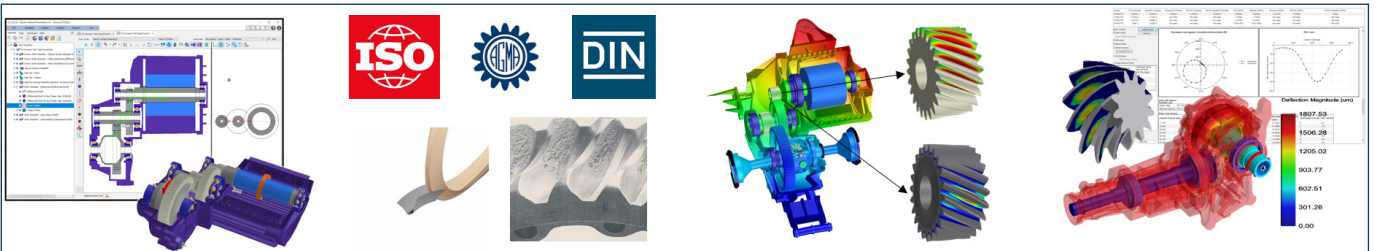
larının dayanıklılık simülasyonu ve optimizasyon çalışmaları için güvenilir çözüm sunmaktadır. Parça bazında yapısal analizlerle beraber tüm aktarma sisteminin de yapısal analizini gerçekleştirerek, geliştirilmiş görsellerle incelenmesine olanak tanımaktadır. Romax Enduro, sistem veya bileşen optimizasyonu için değişken bazlı çalışmaları gerçekleştirilebilir kılarak dışarıdan çalıştırma (batch running) olanağı da tanımaktadır.

3.3 Romax Spectrum

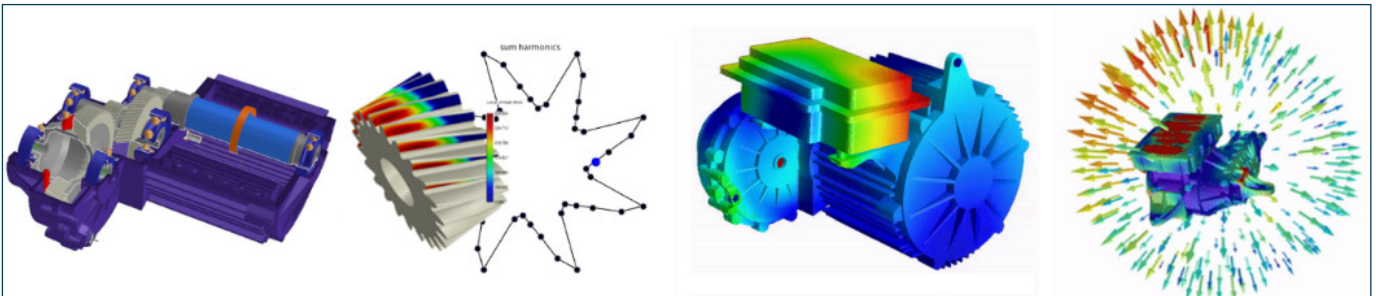
Romax Spectrum, frekans düzleminde hızlı ve doğru bir çözümlene olanağı sağlamaktadır. Gelişmiş tekniği ve yeteneklerinin gerçek durumlar ile doğrulandığı Romax Spectrum, Romax ekosisteminin geri kalan CAE araçlarıyla uyumlu bir şekilde çalışabilmektedir. Aktarma sistemlerinin titreşim ve gürültüsü (NVH) konusunda gerek duyulan yetenekleri bünyesinde barındırmaktadır.



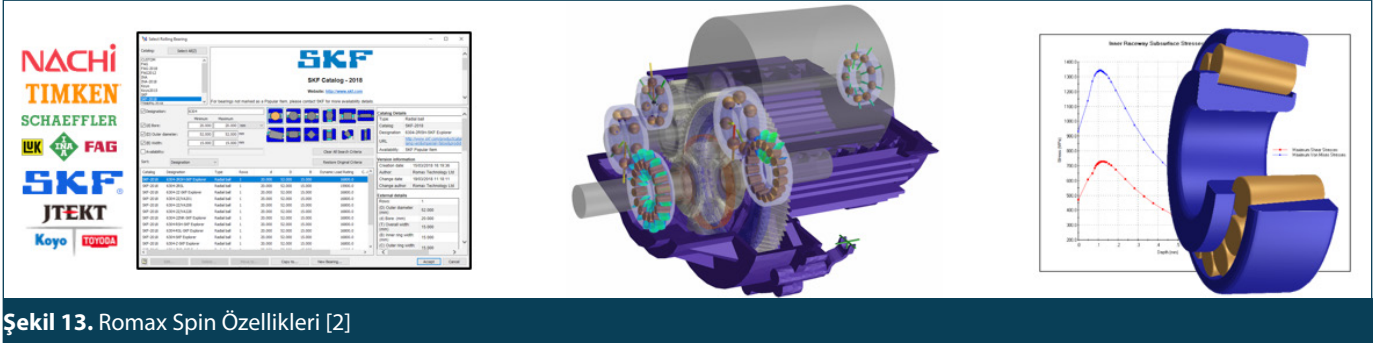
Şekil 10. Romax Concept Özellikleri [2]



Şekil 11. Romax Enduro Özellikleri [2]



Şekil 12. Romax Spectrum Özellikleri [2]



3.4 Romax Spin

Rulman tasarımları için gelişmiş simülasyonları sunan Romax Spin, rulman endüstrisinin güçlü temsilcileri kurduğu ağ ile rulman uzmanlarının seçimi olmaktadır. Dünya genelinde en iyi altı rulman üreticisinin de tercihi olan Romax Spin, kullanıcıların zengin kütüphanesindeki rulmanları kullanmalarına, düzenlemelerine ve sıfırdan özel olarak tasarlamalarına olanak tanımaktadır. Romax Spin, rulman tasarımı, seçimi, analizi ve ömrü için entegre bir ortam sağlamaktadır.

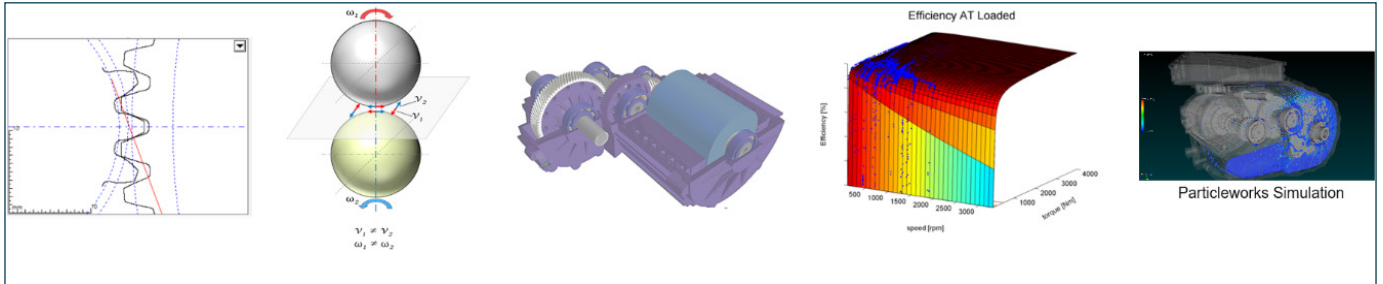
3.5 Romax Energy

Elektromekanik aktarım sistemleri için verimlilik konusunda özelleşmiş olan Romax Energy, sistemin en iyi

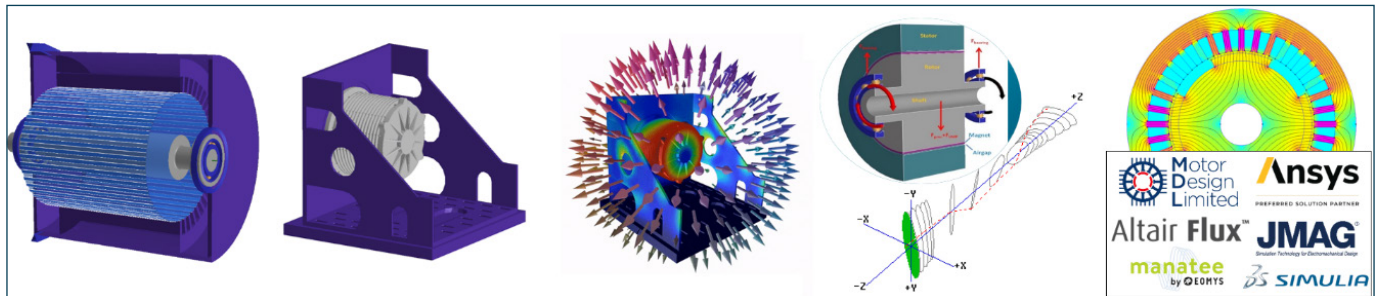
koşullarda enerji verimliliğinin artırılması adına kullanıcılarına yardımcı olmaktadır. Yüke bağımlı veya yükten bağımsız kayıpların hesaplanması için güç kayıplarının öngörülmesini sağlayan Romax Energy, sistem değişkenlerinin değiştirilerek sistem veriminin artırılması için deney tasarımı (DOE) ve optimizasyon çalışmalarının yapılmasına da olanak tanımaktadır.

3.6 Romax Evolve

Elektrikli makina tasarımları için gelişmiş elektromekanik analiz aracı olan Romax Evolve ile elektronik tasarımlar oluşturulurken analiz ve iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilebilir. Tüm makina tasarımının test süreçleri sanal ortama taşınarak erken safhalarda yapısal, titreşim ve gürültü (NVH) performansı göz önünde bulundurulabilir.



Şekil 14. Romax Energy Özellikleri [2]



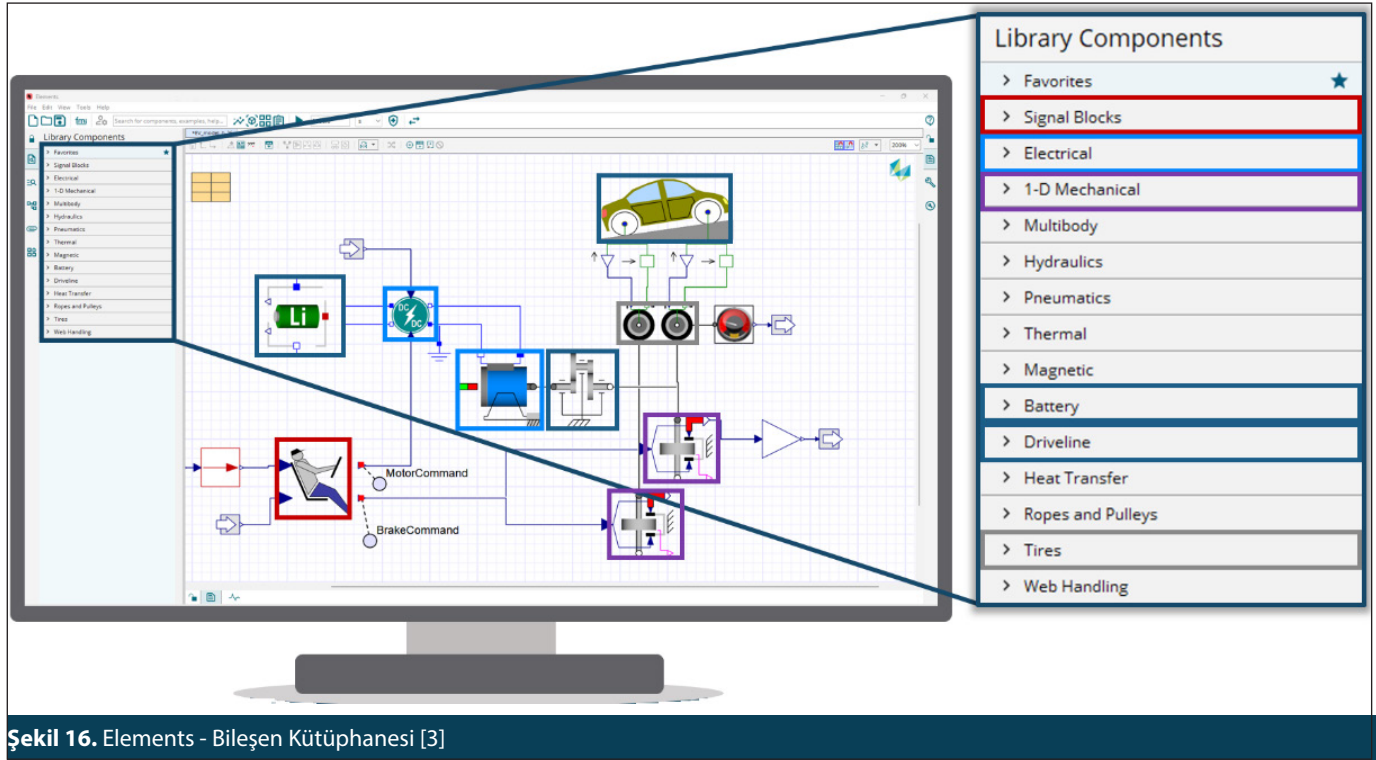
Şekil 15. Romax Evolve Özellikleri [2]

4. ELEMENTS – ÇOKLU FİZİK SİSTEM SİMÜLASYON VE ENTEGRASYON YAZILIMI

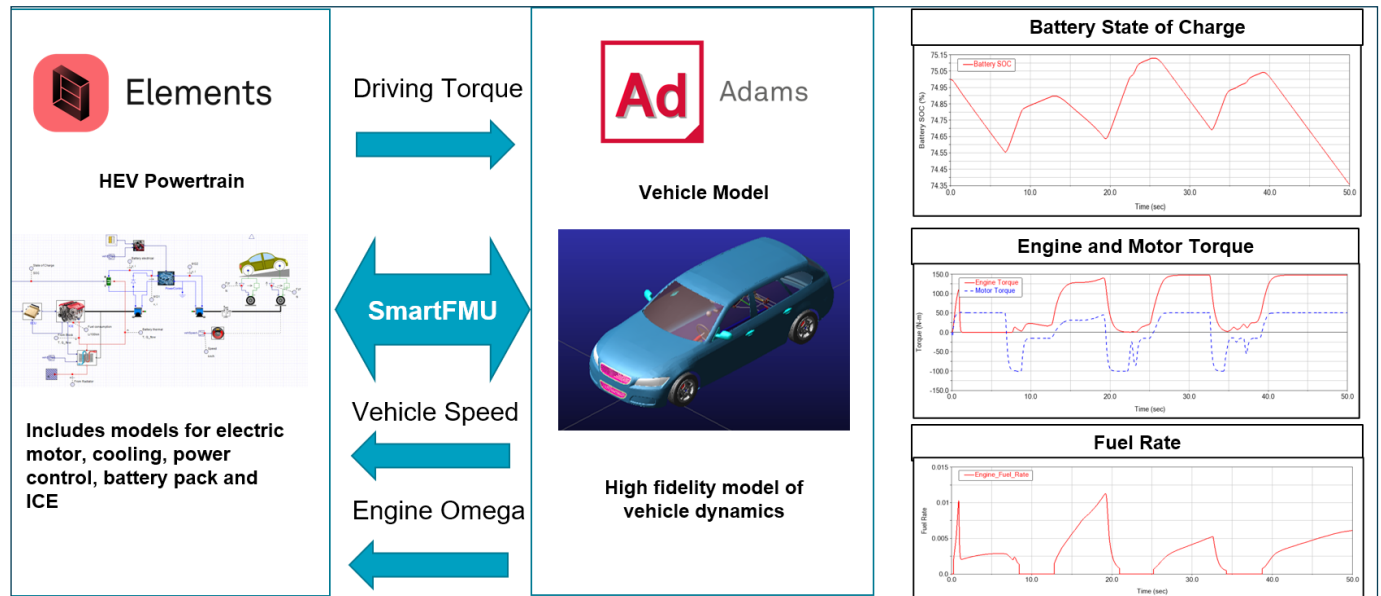
Kullanıcıların, tasarımları hızlı bir şekilde test edebilmeleri, sistem performansını değerlendirebilmeleri ve ürün geliştirmeyi hızlandırabilmeleri için 1B modelleme olanı sağlamaktadır. Sezgisel sürükle ve bırak modelle-

me kolaylığı, çoklu alan (domain) modelleme, çoklu fizik simülasyonu gibi özellikleri ile kullanıcıların mekanik, elektrik, termal, hidrolik, pnömatik gibi alanlarda eş zamanlı olarak çalışmasına ve sistem düzeyindeki sorunları tek bir modelde çözmesine olanak tanımaktadır.

SmartFMU özelliği ile test ve doğrulama sırasında fiziksel



Şekil 16. Elements - Bileşen Kütüphanesi [3]



Şekil 17. Elements - Adams İş Birliği ile Hibrit Elektrikli Araç Modellemesi [3]

prototiplere olan gereksinimi azaltmak için FMI (Functional Mock-up Interface) Standartı ile %100 uyumlu çalışarak Adams, Easy5, Cradle gibi yazılım paketleri ve harici donanımlara bağlanabilmektedir.

SONUÇ

Sanal ortamda oluşturulan modeller ile yapılan çalışmalarla birlikte fiziksel teste olan ihtiyaç her geçen gün azalmaktadır. Fiziksel modeller olmadan sistem tasarımını ve doğrulamasını hızlandırarak zaman, maliyet gibi konularda tasarruf edilebilmektedir.

Sistem dinamiği konularında kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik geliştirilen özelleşmiş yazılımlar ile

araç dinamiği, mekanik sistem simülasyonu, güç aktarma organlarının tasarımı ve analizi, 1B modelleme gibi farklı alanlarda ve farklı disiplinlerde güçlü çözümler elde edilebilmektedir.

KAYNAKÇA

1. Hexagon Nexus Documentation Center, Adams Software, <https://nexus.hexagon.com/home/product/adams/>
2. Hexagon Nexus Documentation Center, Romax Software, <https://nexus.hexagon.com/home/product/romax-suite/>
3. Hexagon Nexus Documentation Center, Elements Software, <https://nexus.hexagon.com/home/product/elements/>

DEĞERLİ ÜYELERİMİZE

Bugün, siz değerli üyelerimizin örgütlü gücüne her zamankinden daha fazla ihtiyaç duymaktayız.

İktidarın, kamusal denetimi gerileten uygulamaları, halkın can güvenliğini ortadan kaldırmakla birlikte, Odamızın hizmet alanlarının daralmasına da yol açmaktadır.

Bütün ekonomik zorluklara rağmen, bilimsel gerçeklikler ışığında, mühendislik uygulamalarının önemini ortaya koyan raporlar yayımlama; mesleğimizi, meslektaş gelişirmeye yönelik eğitim çalışmaları ile yine meslek alanlarımız üzerinde üyelerimizi ve toplumu bilgilendirmeye yönelik bülten, dergi, kitap, broşür ve benzeri yayın çalışmalarımızı sürdürme kararlılığımızdayız.

Bu nedenle, sizlere ve halkımıza verdiğimiz hizmetlerin yanında çok temsili kaldığına inandığımız üyelik aidatlarının ödenmesi konusunda katkılarınızı bekliyoruz.

<https://aidat.mmo.org.tr>

