T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

VİTES KUVVETLERİNİN ANALİZİ VE KULLANICI ARAYÜZ TASARIMI

EMRAH ARSLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KONSTRÜKSİYON PROGRAMI

DANIŞMAN
DOÇ.DR. AHMET SAĞIRLI

İSTANBUL, 2018

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

VİTES KUVVETLERİNİN ANALİZİ VE KULLANICI ARAYÜZ TASARIMI

Emrah ARSLAN tarafından hazırlanan tez çalışması 19.06.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Ahmet SAĞIRLI

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Ahmet SAĞIRLI

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Dr. Öğr. Üyesi Oktay AZELOĞLU

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Serpil KURT

İstanbul Teknik Üniversitesi _____

ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tezinde, manuel şanzımanlı araçlardaki vites kalitesi üzerinde etkili olan parametreler incelenerek matematik model geliştirilmiştir. Oluşturulan matematik model temel alınarak yazılım çalışması yapılmış ve gerçek araç ölçüm sonuçlarıyla kıyaslanmıştır.

Bu çalışmaya birçok kişinin katkısı olmuştur. Öncelikle bu tez çalışmasında bana yol gösteren değerli hocam Doç.Dr. Ahmet SAĞIRLI'ya teşekkürü bir borç bilirim. Şanzıman sitemi hakkında geniş bilgilerinden yararlandığım Dr. Onur OZANSOY'a çok teşekkür ederim.

Bu çalışma esnasında bana desteğini esirgemeyen ve her türlü zorlukta beni motive eden değerli eşim Gülşah ARSLAN'a, enerjimi gülücükleriyle yüksek tutan canım kızım Aysima ARSLAN'a ve tüm aile fertlerime saygılarımı sunarım.

Haziran, 2018

Emrah ARSLAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ vi

KISALTMA LİSTESİ vii

ŞEKİL LİSTESİ viii

ÇİZELGE LİSTESİ x

ÖZET xi

ABSTRACT xiii

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1
1.2 Tezin Amacı 7
1.3 Hipotez 8

BÖLÜM 2

ŞANZIMAN SİSTEMİ 9

2.1 Şanzıman Neden Gereklidir? 10
2.2 Şanzıman Tipleri 10
2.2.1 Manuel Şanzıman 10
2.2.2 AMT Şanzıman 11
2.2.3 Çift Kavramalı Şanzıman 11
2.2.4 Tam Otomatik Şanzıman 11
2.2.5 CVT Şanzıman 11
2.3 Manuel Şanzıman Elemanları 12
2.3.1 Dişliler 12
2.3.2 Şaftlar ve Rulmanlar 13
2.3.3 Şanzıman Muhafaza 15
2.3.4 Diferansiyel 15
2.3.5 Şanzıman Yağı 16

2.3.2 Şenkromeç Sistemi 16
2.4 Manuel Şanzıman Vites Mekanizması Kontrol Sistemi 17
2.5 Manuel Şanzımanlı Araçlarda Vites Değiştirme Kalitesi 20
2.5.1 Senkromeç Sistemi 20
2.5.2 Vites Değişim Kalitesi Nedir? 22

BÖLÜM 3

MANUEL ŞANZIMAN VİTES KALİTESİ İÇİN MATEMATİKSEL MODEL GELİŞTİRİLMESİ 23

3.1 Matematiksel Modelin Geliştirilmesi 23

BÖLÜM 4

VİTES KALİTESİ SİMÜLASYONU İÇİN KULLANICI ARAYÜZ GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI 32

4.1 Açılış Sayfasının Tasarımı 32
4.2 Araç Bilgileri Giriş Sayfası 33
4.3 Şanzıman Bilgileri Giriş Sayfası 34
4.4 Vites Mekanizması Giriş Sayfası 36
4.5 Vites Geçiş Süreleri Tanımlama Ekranı 38
4.6 Atalet Etkileri ve Dişli Oranları Giriş Ekranı 39
4.7 Simülasyon Sonuç Ekranı 39

SONUÇ VE ÖNERİLER 46

KAYNAKLAR 48

EK-A

.NET KOD SATIRLARI 49

ÖZGEÇMİŞ 63

YAYINLAR 64

SİMGE LİSTESİ

t_0	Vites değişimi başlangıcı
t_1	Vites değişimi bitişi
I_S	Senkromeç integral
F_{konik}	Konik yüzeylerde eksenel kuvvet
γ_m	Vites mekanizması verim
γ_i	İç kontrol sistemi verimi
γ_h	Vites halatı verim
F_{sak}	Şanzıman alt kol boyu kuvveti
F_n	Normal kuvvet
K	Vites sisteminin mekanik oranı
J	Atalet momenti
Δ_ω	Senkronize olacak sistemin hız farkı
α	Konik açısı
d_m	Dönme eksenine olan mesafe
μ	Konik yüzeylerdeki sürtünme katsayısı
n_k	Konik plaka sayısı
t	Senkronizasyon süresi
k	Yay katsayısı
x	Basma yada çekme yönünde deplasman değeri
F_{sak}	Senkromeç sistemine iletilen son kuvvet
θ	Şanzıman üzeri mekanizma geçirme açısı
F_{topuzs}	Seçme yönündeki kuvvet
ϑ	Şanzıman üzeri mekanizma seçme açısı

KISALTMA LİSTESİ

GSEA	Gear Shift Effort Analyzer
GSQA	Gear Shift Quality Analyzer
GMR	Geçirme Mekanik Oranı
IP	Instrumentation Panel
LCV	Light Commercial Vehicle
SMR	Seçme Mekanik Oranı

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1 Simülasyon parametreleri ve dinamik kurulum 3
Şekil 1. 2 Deneysel ve simülasyon verisinin grafik üzerinden karşılaştırılması 3
Şekil 1. 3 Senkronizasyon Eğrisi 4
Şekil 1. 4 Deneysel düzeneğin şematik görünümü 5
Şekil 1. 5 Değişken atalet sistemi 5
Şekil 1. 6 Vites efor ve hissiyatı ve dinamik modeli 6
Şekil 1. 7 Yazılım arayüz ekranı 6
Şekil 2. 1 Getrag altı hızlı şanzıman 9
Şekil 2. 2 Beş hızlı bir araca ait helisel dişlilerden oluşan manuel şanzıman 12
Şekil 2. 3 Dişli tipleri 13
Şekil 2. 4 Yatak saft montaj örneği 14
Şekil 2. 5 Şanzıman Muhafaza 15
Şekil 2. 6 Diferansiyel 16
Şekil 2. 7 Senkromeç sistemi ve elemanları 17
Şekil 2. 8 Şanzıman ve kontrol mekanziması 18
Şekil 2. 9 IP mekanizmalı vites sistemi 18
Şekil 2. 10 Vites Halatı 19
Şekil 2. 11 Seçme halatı ayar mekanizması 19
Şekil 2. 12 Atalet kütlesi ve ilişikte olduğu sistemler 20
Şekil 2. 13 Vites değişim esnasında sürücünün eline gelen kuvvetin dağılımı ve fazlar 21
Şekil 2. 14 Ricardo ölçüm aleti 22
Şekil 3. 1 Senkronizasyon kuvvet-zaman grafiği 24
Şekil 3. 2 Senkromeç sisitemi hareket akış mantığı 26
Şekil 3. 3 Konik yüzey eksenlerinde oluşan kuvvetler 26
Şekil 3. 4 Beş hızlı bir şanzıman sisteminde geçirme hareketi ve yönü 28
Şekil 3. 5 Vitese geçirme hareketinin mekanik boyutları 28
Şekil 3. 6 Vites seçme hareketini ve beş hızlı vites deseni 30
Şekil 3. 7 Vitese seçme hareketinin mekanik boyutları 30
Şekil 3. 8 Vitese seçme mekanizması 31
Şekil 4. 1 Kullanıcı arayüzü ve simülasyonu çalıştırma sayfası 33
Şekil 4. 2 Araç bilgileri giriş sayfası 34
Şekil 4. 3 Senkromeç bilgileri giriş sayfası 35
Şekil 4. 4 Vites mekanizması bilgileri giriş sayfası 36
Şekil 4. 5 Ölçüler sekmesi 36
Şekil 4. 6 Açılar sekmesi 37

Şekil 4. 7 Kablo sönüm sekmesi 37
Şekil 4. 8 Seçme halatı ayar mekanizması test ekranı 37
Şekil 4. 9 Vites geçiş profili ekranı 38
Şekil 4. 10 Atalet tanım ekranı 39
Şekil 4. 11 Vites mekanizması grafik sonuç ekranı 40
Şekil 4. 12 Sağa-sola vites topuzu yerdeğiştirmeleri 40
Şekil 4. 13 Global koordinat sistemindeki vites pozisyonları 41
Şekil 4. 14 İleri-geri vites levye hareketleri 42
Şekil 4. 15 Vites mekanizması sonuçları özet sayfası 42
Şekil 4. 16 Geçirme mekanizması simülasyon sonuçlarının karşılaştırması 43
Şekil 4. 17 Seçme mekanizması simülasyon sonuçlarının karşılaştırması 43
Şekil 4. 18 Geri vites seçme mekanizması simülasyon sonuçları 44
Şekil 4. 19 Vites eforları grafik sayfası 44
Şekil 4. 20 Vites eforlarının karşılaştırılması 44

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1. 1 Vites değiştimi sitemin genel etki parametreleri.....1
Çizelge 4. 1 Vites değiştimi sitemin genel etki parametreleri.....35
Çizelge 4. 2 Dişli oranları.....39
Çizelge 4. 3 Vites yükseltme sonuçları.....45
Çizelge 4. 4 Vites düşürme sonuçları.....45

ÖZET

VİTES KUVVETLERİNİN ANALİZİ VE KULLANICI ARAYÜZ TASARIMI

Emrah ARSLAN

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ahmet SAĞIRLI

Manuel şanzımanlı araçlardaki vites kalitesi kavramı her geçen gün daha önemli hale gelmektedir. Günümüzde artan rekabetle birlikte otomotiv firmalarının bu alanda yaptıkları çalışmalar artmaktadır. Her ne kadar otomatik şanzımanlı araç yüzdesel olarak artsada, manuel şanzımanlı araçların, ticari araçlarda ve düşük segment otomobillerde fiyat, yakıt ekonomisi, sürüş dinamikleri göz önüne alındığında, kullanımının yaygın olarak devam etmesi düşünülmektedir.

Şanzımanlardaki vites kalitesine etkileyen en önemli parçaların başında senkromeçler gelmektedir. Senkromeçlerin temel görevi sitem içindeki hız farkını eşitleyerek, güvenli ve konforlu bir vites geçişi sağlamasıdır. Senkromeçler bu görevini yerine getirirken, konik yüzeyler birbirine sürtünür ve buradan oluşan durdurma etkisi, vites braketleri, vites halatları ve vites mekanizması vasıtasıyla vites topuzundan sürücüye iletilir. Bu iletilen kuvvet dalgasının deseni ve genliği vites kalitesini belirler. Bu yüzden bu sistemlerin tasarım parametreleri ve bunların iyi seçilerek optimize edilmesi çok önemlidir. Her ne kadar senkromeçler vites kalitesini etkileyen temel eleman olsalar da vites mekanizmasından kaynaklı etmenlerinde unutulmaması gereklidir.

Vites kalitesinin ölçülmesinde GSQA aleti kullanılmaktadır. Ancak bu cihazın araç içerisine kurulumu çok zordur ve zaman alıcıdır. Aynı zamanda bu cihazı kullanacak operatörün iyi eğitilmiş ve konusuna hakim olması gereklidir. Bu tezde .NET programlama altyapısı kullanılarak geliştirilen arayüz sayesinde sisteme etkiyen parametreler ve vites eforları rahatlıkla analiz edilebilecekir. Bu amaçla GSQA cihazından alınmış bir ölçümle, yazılım çıktıları karşılaştırılmış ve yüzdesel olarak birbirine yakınsamaları verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Vites kalitesi, senkromeç, vites mekanizması, vites halatı, .NET arayüz

ABSTRACT

GEAR SHIFT EFFORT ANALYSIS AND USER INTERFACE SOFTWARE DEVELOPMENT

Emrah ARSLAN

Department of Mechanical Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assoc. Prof. Dr. Ahmet SAĞIRLI

Nowadays, with the increasing demand of comfort on passenger cars, many car manufacturer companies focus on manual transmission and external control system. There are many gearshift control mechanisms available such as rod mechanism, hydraulics mechanism and cable mechanism in the current technics that need to be designed resplendently. In the meantime, base manual transmission has a lot of components such as synchronizer, gear cones, friction plates, poppet balls, hubs and rods which affect gear shift comfort. All these main components should be designed and optimized for customer satisfaction. In order to measure gear shift efforts and comfort, Gear Shift Quality Analysis (GSQA) device is developed by Ricardo Company. Using this GSQA device, gear shift force, gear shift integral, free plays, cross gate positions, fore-aft positions, shifter angles are able to be measured objectively. To collect all these attributes data, engineers should spend minimum one day on a selected vehicle. This means loss of work and money for the car manufacturers. The gear shift effort software (GSEA) for a manual transmission and external control mechanism are developed to evaluate/calculate shift and select mechanical ratio, cable strokes, length lever and shift force to provide desirable shifting quality. In addition to software calculation, the vehicle is tested using gear shift quality device. At the end of this study input parameters are discussed in terms of outputs of vehicle

shift quality attributes. The results of simulation software are plotted to present easy understanding for the last user.

Keywords: Shift quality, synchronizer, shift efforts, shift mechanism, shift cable, .Net interface

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Bu bölümde, yüksek lisans tezine temel olacak ve geliştirilmesini sağlayacak makale ve çalışmaların hakkında bir literatür incelemesi sunulmuştur. Literatür özetinde ilk olarak vites değişim kalitesini etkileyen çalışmalar incelenmiştir. Daha sonra sistemin mekanik olarak boyutlandırma parametrelerini araştıran ve bunların üzerine yoğunlaşan çalışmaların detayları incelenmiştir. Son olarak ise sistemin dinamik elemanlarının davranışlarını ve bunların sürücüye etkilerini araştıran makalelerin detayına bakılmıştır.

Vites değişim kalitesini etkileyen çalışmalar vites mekanizmasının ve kuvvet iletim şemasının detaylı olarak anlaşılabilmesi ve sistem üzerine iyileştirmelerin neler olabileceği hakkında öneri sunmak ve bunu geliştirmek için incelenmiştir.

Çizelge 1. 1 Vites değişim sisteminin genel etki parametreleri [1]

	Motora	Direk	Şanzıman	Kabin	Kablo	Hidrolik Sistem	Servo	Elektronik
Vites Eforları	=	+	=	-	=	+	++	+++
Kites Konforu	+	-	=	=	-	++	++	+++
Vites Değişim Haritası	-	+	+	-	+	++	++	+++

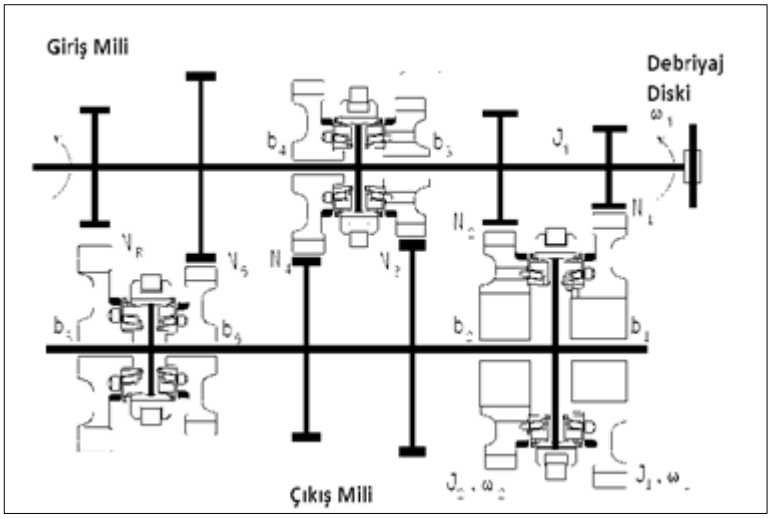
Çizelge 1. 2 Vites değişim sisteminin genel etki parametreleri (Devamı) [1]

Boşluklar	-	=	-	-	-	+	=	+++
Gürültü ve Titreşim	- -	-	-	+	+	++	+	+++
Fiyat	+	++	+	=	=	-	-	- -
Kompleksite	=	++	+	=	=	-	-	- -
+++ Çok çok iyi	++ Çok İyi	+ iyi	= Fark Yok	- Kötü	- - Çok Kötü			

Yamamoto ve Konda tarafından [1] de verilen vites değişim kalitesini etkileyecek olan parametreleri araştırıp bunların sisteme ne kadar etkisi olup olmadığını araştırmıştır. Sistemin bağlı olduğu her bir komponentin etkisi detaylı şekilde incelenmiştir.

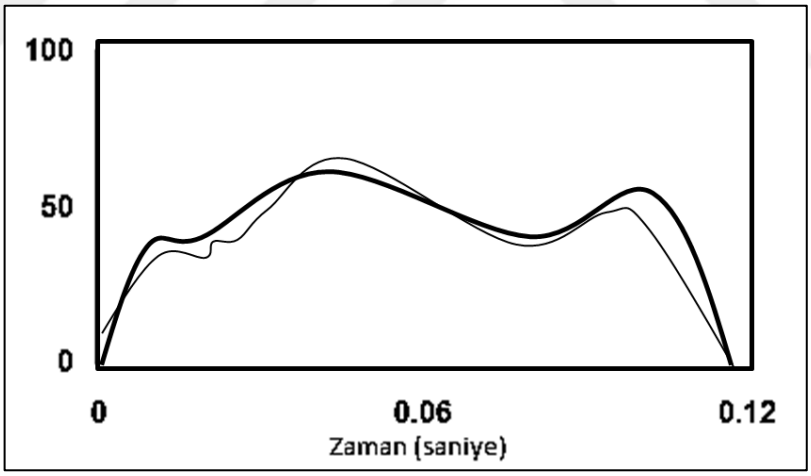
Hiroaki ve Hoshino [2] de verilen çalışmasında senkromeç mekanizmasındaki her birimi alt parçaya ayırmıştır. Bu alt parçalar arasında dinamik ve statik ilişkiler tanımlayarak vites geçişininde oluşan kuvvetlerin dağılımını modellemiştir. Dinamik modelelleme aracı olarak MSC ADAMs yazılımını kullanmıştır. Bu yazılım sayesinde vites geçiş esnasında oluşan fazları bilgisayar ortamında gözlemlemiştir.

Joohyung, Dukhwan, Changsung ve Hyunsoo [3] de sürücünün vites topuzuna verdiği hareketin şanzıman içindeki senkromeç elemanlarına nasıl iletildiğini analiz eden bir model üzerinde çalışmıştır. Bu modelde dış vites mekanizma sistemini, iç vites mekanizma sistemini ve senkromeç sistemini ana unsur olarak simülatörün içine dahil etmiştir. Hareket iletiminide aynı şekilde 11 ayrı faza ayırmıştır. Kontak mekanizmaları kütle yay sistemi gibi düşünülmüştür. Yapılan simülasyon sonucunda yüzük yer değiştirmesi, senkromeç konik yüzey torku,yüzük kuvveti,vites değiştirme kuvveti, giriş ve çıkış şaftı momentleri zamana bağlı olarak hesaplanmıştır.



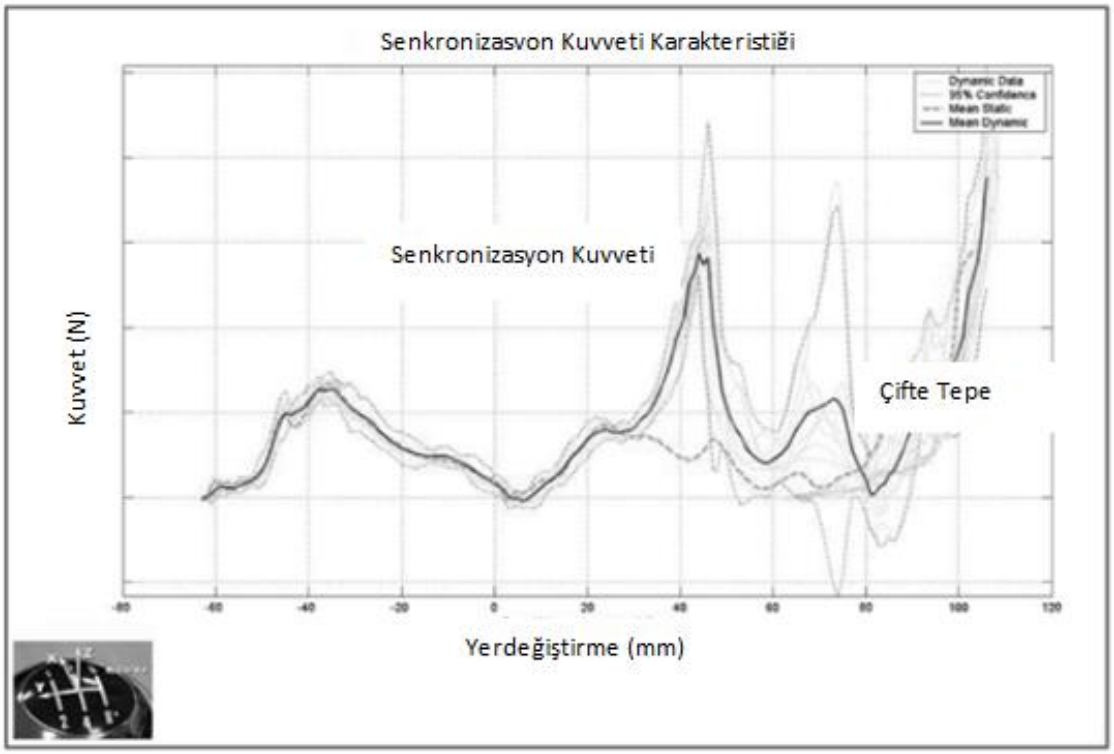
Şekil 1. 1 Simülasyon parametreleri ve dinamik kurulum [3]

Şekil 2.1'de dinamik vites efor dağılımı görülmektedir. Burada kalın çizgi ile gösterilen deneysel veriyi, ince çizgi ile gösterilen ise simülasyon verisini vermektedir. Sonuçlar incelendiğinde geliştirilen simülasyon modeli ile deneysel çalışmalar büyük ölçüde paralellik göstermiştir. Bu çalışmada sonlu eleman yazılımı olarak ABAQUS programı kullanılmıştır.



Şekil 1. 2 Simülasyon parametreleri ve dinamik kurulum [3]

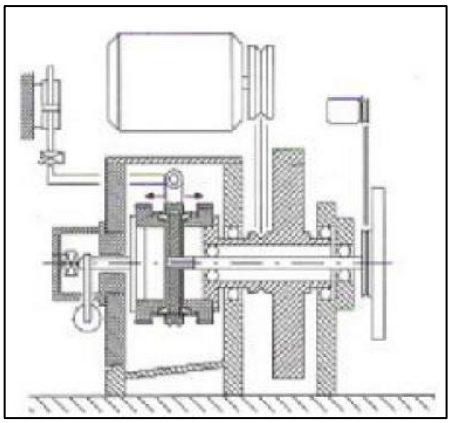
Rohit, Ganesh, Sanjay ve Sharma [4] de vites değişim prosesini elemanların parametreleri ile oynarak optimize etmeye çalışmıştır. Örnek olarak beş hızlı bir şanzıman seçilmiştir. Vites değişim eğrilerinin akışına bakılarak parametreleri üzerinde değişiklikler yapılmıştır. Bu değişiklikler fiziksel ortama yansıtılarak prototip rampa parçaları üretilmiştir. Yapılan parçaların vites değişim kalitesi üzerindeki etkileri Ricardo firmasının Gear Shift Quality Measurement Device aleti kullanılarak incelenmiştir.



Şekil 1. 3 Senkronizasyon eğrisi [4]

Yapılan çalışmaların sonucunda detent profilinin vites kalitesi üzerinde çok önemli bir rol oynadığı gözlemlenmiştir.

Dhanal ve Jadhav [5] de debriyaj diski atalet etkisinin vites geçişi, senkromeç kapasitesi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Debriyaj baskı balatasının tam ayırmaması sonucunda senromeç sisteminde hız ve moment farkı oluşmakta ve bunun neticesinde vites eforları ciddi şekilde artmaktadır. Geliştirilen matamatiksel model ile deneysel veri karşılaştırılmıştır. Deneysel verinin elde edilebilmesi için test düzeneği kurulmuştur. Test düzeneğinde (Şekil 1.4), debriyaj baskı balataya hareket, bir elektik motoru vasıtayısla iletilmiştir. Pedal düzeneğine basıldığı zaman matematiksel modeli tahminleyebilmek için %90 ayrılması sağlanmıştır. Bu şekilde yaratılan tork farkı vites kuvvetlerini etkileyebilmiştir.

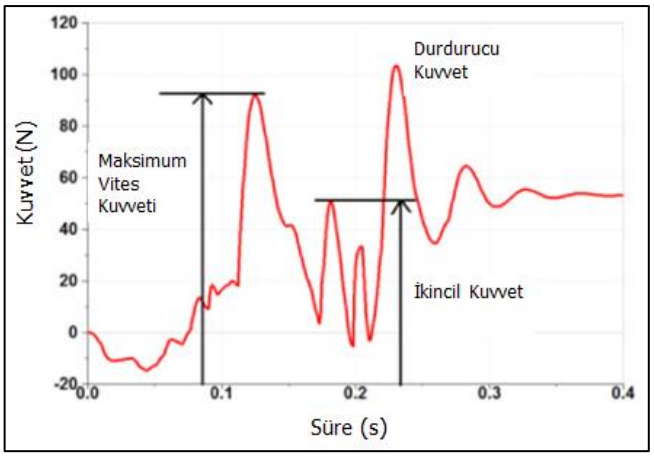


Şekil 1. 4 Deneysel düzeneğin şematik görünümü [5]

Hyundai & Kia Corp şirketinden Kijong, Hongsuk ve Bonggyu [6] da verilen çalışamasında değişken atalet etkisinin vites hissiyatı üzerine etkisini ve bunun optimizasyonu üzerinde çalışmıştır. Kijong, Honguk ve Bonggyu [6] da özellikle çifte tepe olarak isimlendirilen ve vites değişimi esnasında sürücünün elinde ikinci bir kuvvet hissetmesine neden olan fenomenin değişken etki üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğunu anlamak için Siemens Amesin dinamik modelleme yazılımını kullanarak simülasyonunu gerçekleştirmiştir. Çifte tepe kuvveti, dış vites sistemi üzerine atalet etkisi yaratmak için kullanılan bir kütle vasıtasıyla düşürülmüştür. Tepe kuvvetin azaltılmasında ne kadar etkisi olsada bu kütle, titreşim ve dinamik etkileri kötü yönde etkilediği için çok tercih edilmemiştir. Bunun yerine kütleyi sabit tutarak, sisteme değişken bir etkiye sabit bir mekanizma entegre edilerek titreşimsiz bir sistem tasarlanmış ve bu sistemin vites eforları üzerindeki olumlu etkileri gözlemlenmiştir.

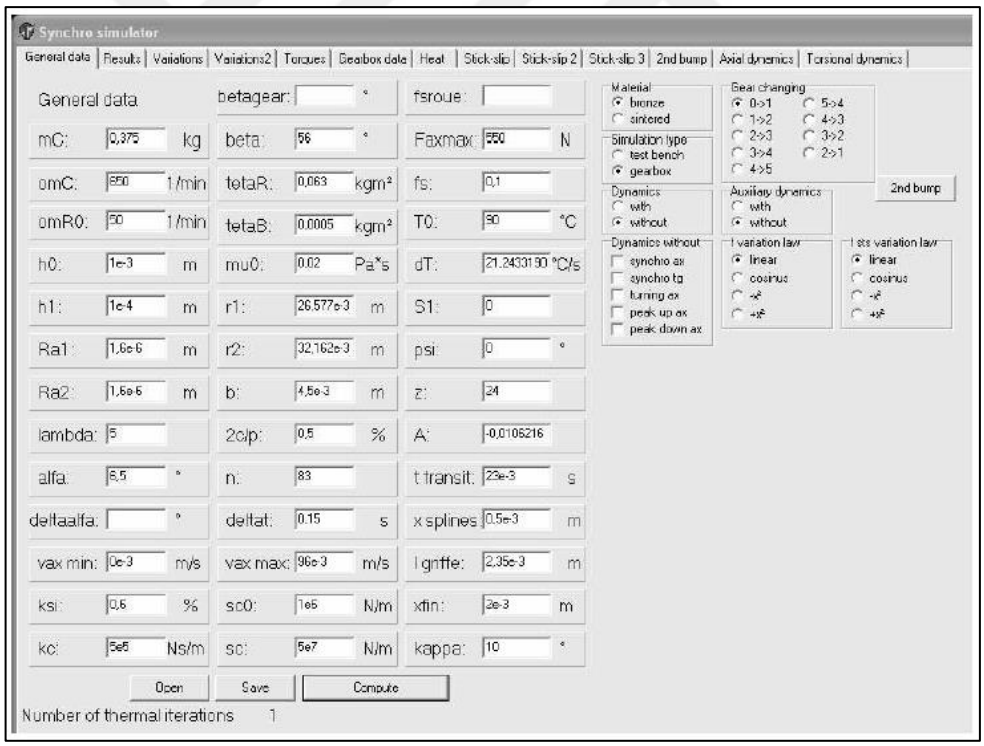


Şekil 1. 5 Değişken atalet sistemi [6]



Şekil 1. 6 Vites efor ve hissiyatı ve dinamik modeli [6]

Laszo, Daniel, Janos ve Jean-François [7] de verilen makalesinde vites değişim fazlarını detaylı olarak incelemiştir. Bu çalışmada nümerik tabanlı bir yazılım geliştirerek sonuçları görüntülemiştir. Vites değişim sırasında fazlarda meydana gelen değişimleri teker teker incelemiştir.



Şekil 1. 7 Yazılım arayüz ekranı [7]

Elde edilen nümerik sonuçlar bir sonraki çalışmada kullanılacak optimizasyon parametlererinin seçiminde önemli bir ışık tutmuştur.

1.2 Tezin Amacı

Günümüzde otomotiv firmaları artan rekabetle birlikte sürüş konforu ile ilgili sistemlerde kalite ve fonksiyonellik arttırmaya yönelik çalışmalara büyük önem vermektedirler. Bu sistemlerin başında şanzıman ve vites değiştirme mekanizması gelmektedir.Her ne kadar şanzıman, vites değiştirme kuvvetleri ve hissiyatı üzerinde en büyük etkiye sahip olsada aşağıdaki etmenler de önemli rol oynamaktadır;

- Araç motor dinamiği
- Araç kalibrasyonu
- Aracın kütlesi
- Diferansiyel çevrim oranı
- Sürücünden kaynaklanan etmenler
- Sürücü koltuk ergonomisi

Sürücüden kaynaklanan etmenler modellenmesi açısından en zor kısımdır, sürücü karakteristiği çok çeşitli olabilmektedir. Bu tezde sürücü dinamiği 3'e ayrılacaktır. Bunlar yavaş vites değişimi, hızlı vites değişimi ve normal vites değişimidir. Bununla birlikte vites değişim kalitesine etki eden ana etmenler bu tez içinde üç ayrı şekilde matematiksel olarak modellenecektir. Bunlar dış kontrol sistemi, iç kontrol sistemi ve senkromeç sistemidir.

Bu tezde Microsoft .Net programlama arayüzü kullanılarak bir hesaplama programı geliştirilmiştir. Bu arayüz kullanılarak giriş parametreleri programa rahatlıkla tanıtılabilecektir. Grafiksel ekranlar sayesinde giriş parametrelerinden yola çıkılarak programın içerisinde gömülü olan matamatiksel ifadelerin çıktıları rahatlıkla okunabilecektir. Program sonuçları ikiye bölerek hem vites eforlarının dağılımını hemde kontrol sisteminin parametrelerini kullanıcının anlayacağı ekranlara dönüştürür.

Geliştirilen yazılım sayesinde elde edilen sonuçlar, Ricordo firmasının ölçüm cihazı olan "Gear Shift Quality Measurement Device" ile alınan gerçek araç ölçümleri ile kıyaslanacaktır. Kıyaslanan değerler arasında yorum geliştirilerek programın çıktıları ve

gerçek değerler arasında korelasyon geliştirilecektir. Korelasyonun tamamlanmasıyla fiziksel olarak test süreleri ve maliyetlerin iyileştirilmesi planlanmaktadır.

1.3 Hipotez

Artan müşteri taleplerinin karşılanabilmesi, vites geçiş hissiyatının iyileştirilmesi amacıyla yaklaşık son 20 yılda yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Bu tezin literatüre sunduğu katkı maddeler halinde aşağıdaki gibi özetlenebilir.

(i) Bu tezde vites eforlarının hesaplanabilmesi ve dış kontrol ve iç kontrol sisteminin parametlerelerinin değerlendirilebilmesi için bir matematik model geliştirilmiştir.

(ii) Vites eforlarının tahmin edilebilmesi, parametrelerin etkilerinin anlaşılabilmesi GSQA test cihazıyla mümkündür. Bu bize zaman ve maliyet açısından dez avantaj getirir.

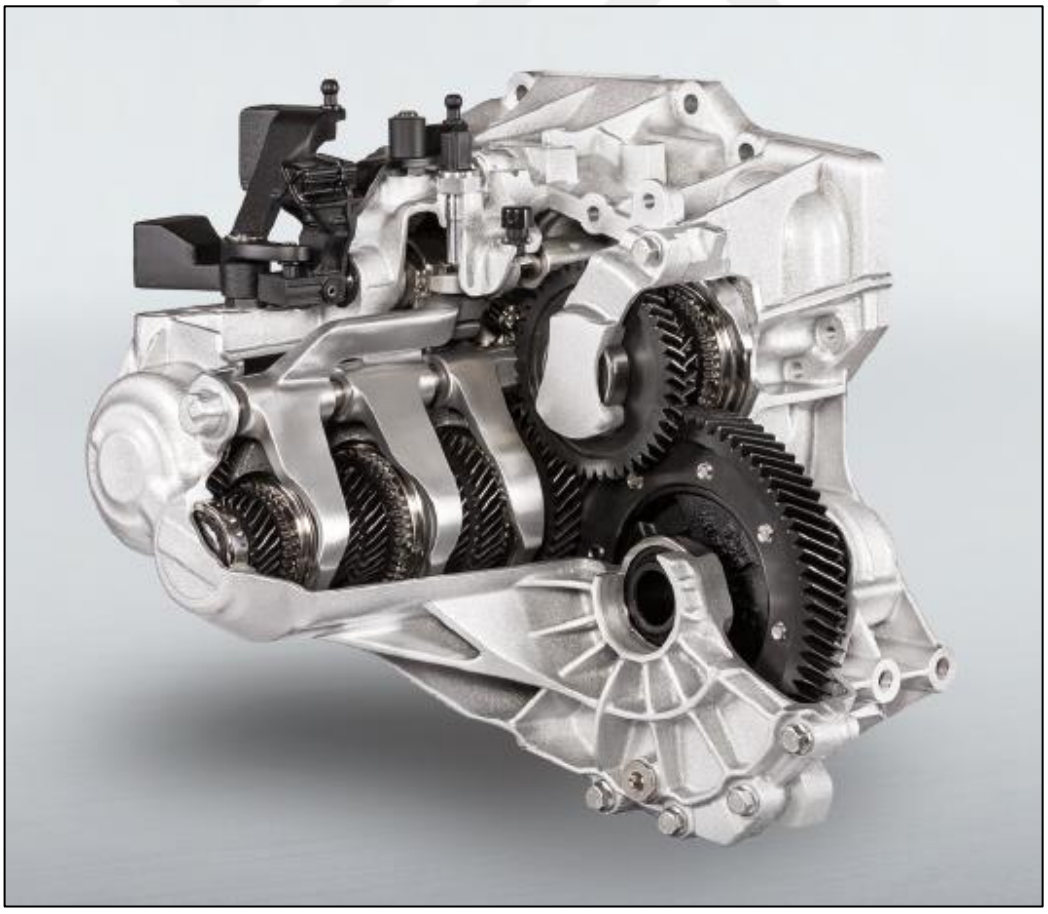
(iii) Tez kapsamında geliştirilen arayüz tasarımı ve hesaplamaların otomatikleştirilmesi sonuçların daha hızlı ve objektif olmasını sağlayacaktır.

(iv) Bu arayüz ve geliştirlen hesaplama algoritması bu konuya katkı sağlamak isteyen sonraki araştırmacılar içinde temel kaynak görevi görecektir.

BÖLÜM 2

ŞANZIMAN SİSTEMİ

Şanzıman motordan aldığı momenti arttırarak yada azaltarak tekerleklere iletmeyi sağlayan aracın en önemli parçalarından biridir. Farklı çevrim oranlarına sahip olup sürüş dinamiklerinde sürücünün istenen hızı ve tork düzenlemesi yapmasına olanak verir.



Şekil 2. 1 Getrag altı hızlı şanzıman[8]

2.1 Şanzıman Neden Gereklidir?

Bir içten yanmalı motorda aracın ivmelendirilebilmesi için aracın kütlesine de bağlı olarak belli tork değerlerinin üzerine çıkılması gerekir. Mevcut teknolojide bu momentlerin elde edilebilmesi için ya çok büyük motorlar gerekmekte yada hız tork dönüşümü yapabilecek bir sistem gerekmekdir. Büyük motorlar maliyet ve paketleme açısından uygun olmadığı için ve güç değerinin sabit olmasında dolayı şanzıman sistemine gerek vardır. Bu şekilde motorun optimum hızlarda çalışması sağlanarak hem yakıt tüketimi hemde sürüş konforu iyileşir.

2.2 Şanzıman Tipleri

2.2.1 Manuel Şanzıman

Manuel dişli kutuları genellikle, kayıcı dişli, kayıcı manşonlu (daimi iştirakli ve senkromeçli tiplerdedirler. Kayıcı dişli vites kutularında, bütün dişliler düz dişlidir. Ana mil, kamalı mil şeklinde yapılmış olup, vites dişlileri bunun üzerine takılmıştır. Grup mili üzerindeki dişliler ise mil ile yekparedir. Vites değişimi için kamalı mil üzerindeki bir dişli, vites çatalının yardımıyla kaydırılarak grup mili üzerindeki bir dişli ile kavraştırılmaktadır[7] Günümüzde trend otomatik şanzıman olsada, manuel şanzıman hem fiyat avantajı hemde yakıt ekonomisi açısından popülerliğini sürdürmektedir.

2.2.2 AMT Şanzıman

AMT'nin açılımı otomatikleştiriilmiş manuel şanzımandır. Burada otomatikleştirme deyimiyle sisteme eklenen yenilik kavramanın ve senkromeçlerin servo motorlarla kontrol edilmesidir. Öncelikli olarak şanzımanın kontrol ünitesinin aldığı vites değiştirme komutu kavrama servo motoruna iletilir ve debriyajın ayrılması sağlanır. Debriyaj tam ayırdıktan sonra geçmek istenen vitesin bağlı bulunduğu servo motora sinyal gider ve senkromeç aktif hale gelir. Senkromecin aktif hale gelmesinden sonra tekrar debriyaj servoya kapa sinyali gider ve tork iletimi yeni vitese geçmiş bir şekilde sağlanır.

2.2.3 Çift Kavramalı Şanzıman

Çift kavramalı şanzıman son 10 yılda kullanımı artan bir şanzıman çeşididir. AMT şanzımana göre vites geçiş kalitesinin daha yüksek olması ve yakıt ekonomisi avantajı sağlaması açısından tercih sebebi olmuştur. İsminden de anlaşılacağı üzere bünyesinde 2 adet kavrama bulundurmaktadır. Bu kavramlar ıslak yada kuru kavrama olabilir. Her bir kavrama belirli vites guruplarını kontrol eder. Bunlar çift dişliler yada tek dişliler olabilmektedir. Senkromeç guruplarını kontrol eden iki adet servo mekanizması vardır. Kavramalar gibi bu servo mekanizmaları aynı şekilde tek ve çift dişlileri kontrol eder. Vites geçisi esnasında akıllı algoritma sayesinde vites değiştirileceğini anlayan şanzıman üzerinde tork olmayan senkromeci devreye sokar, bu şekilde daha kesintisiz bir vites geçisi sağlanmış olur. Buda müşteri memnuniyetini artırı en önemli unsurlardan biridir.

2.2.4 Tam Otomatik Şanzıman

Tam otomatik şanzıman bilinen en eski şanzıman teknolojilerinden biridir, bu kadar eski teknoloji olmasına rağmen günümüzde hala geniş bir kullanıma sahiptir. Bunun en önemli nedenlerinden biri sürüş konforuna olumlu katkılardır. Tam otomatik şanzıman diğer adıyla tork konvörtörlü şanzıman yakıt ekonomisi açısıdan manuel şanzımana göre yada diğer şanzıman tiplerine göre daha kötüdür. Hidrolik sistemlerdeki gelişmeler, sürütünme kayıpların azaltılması yakıt ekonomisinde iyileşme sağlamıştır. Bu şanzımanda vites geçişleri dişliler arasında bulunan lamelli kavramalar vasıtasıyla yapılır. Lameller birbirine temas ederek sürtünme yaratır ve hareket diğer dişliye kesintisiz olarak aktarılmış olur. Özellikle büyük tork gerektiren uygulamalarda tam otomatik şanzıman tercih edilmektedir.

2.2.5 CVT Şanzıman

CVT şanzıman sürüş kalitesi açısından en konforlu şanzıman tipidir. Belirlenen iki dişli oranı arasında sonsuz sayıda çevrime sahip olabilir. Oranlar arasında sürekli bir geçiş olduğundan vites geçişlerini hissettirmez. Basit bir çalışma prensibine sahiptir. İki çapları değişebilen kasnak arasında kayan zincir kayış vasıtasıyla tork iletimini sağlar. Kayışların çaplarını değiştiren sistem bir pompadır. Hidrolik sıvı basınçlandırılarak

disklerin çaplarını değiştirir. Hidrolik sıvının basınçlandırlması esnasında oluşan ısı yakıt ekonomisi açısından bir dezavantaj getirir.

2.3 Manuel Şanzıman Elemanları

2.3.1 Dişliler

Dişliler bilinen en eski makine elemanlarından biridir. Çok eskiden bilinmesiyle birlikte günümüzde hala çok geniş bir kullanım alanı vardır. Bunların en başında otomotiv sektörü gelmektedir. En yaygın kullanımı redüktörler ve güç iletim sistemleridir.



Şekil 2. 2 Beş hızlı bir araca ait helisel dişlilerden oluşan manuel şanzıman [9]

Dişli mekanizmalarının çevrim oranları sabititir ancak farlı eksenlerde yük taşıma işlemi yapabilirler bu yüzden çok çeşitli dişli mekanizmaları vardır. Bunlar ;

- Düz Dişliler
- Helisel Dişliler
- Çift yönlü Helisel Dişliler

- Pinyon Dişliler
- Konik Dişliler
- Planet Dişliler
- Kramayer Dişliler
- Sonsuz Dişliler



Şekil 2. 3 Dişli tipleri [10]

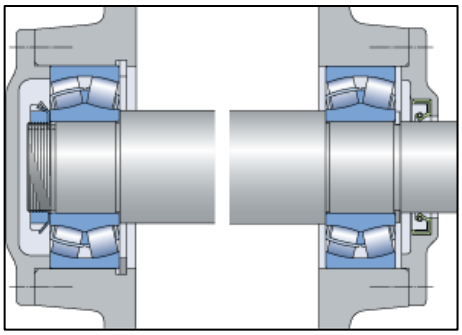
2.3.2 Şaftlar ve Rulmanlar

Düşük maliyet ve daha hafif saft tasarımındaki en önemli parametrelerdir. Şaftın çapı şanzıman boyutlandırmasında paket olarak çok önemli rol oynar. Motordan gelen torkun değişken olması şaftın üzerinede farklı tork yükleri gelmesine neden olur, ömür hesabı yapılırken bu farklı moment dağılımını dikkate almak gerekir. Aynı zamanda aynı dayanımı sağlayacak hafif şaftlar sektördeki en büyük rekabet alanıdır. Firmalar günümüzde kompozit şaft alanında ciddi ilerlemeler kaydetmiştir. Şaft tasarımndaki kritik parametreler şu şekilde sıralanabilir;

- Yağ Kanalları
- Yivler
- Yüzey işlemeleri
- Taşlama
- İç delikler

Makaralı rulmanlar şanzımanları diğer bir önemli makine elemanlarıdır. Rulman seçimi konusunda genel bir kural bulunmamaktadır. Her uygulamanın kendine özel şartlarının gerektirdiği rulman tipi vardır. Bu şartlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

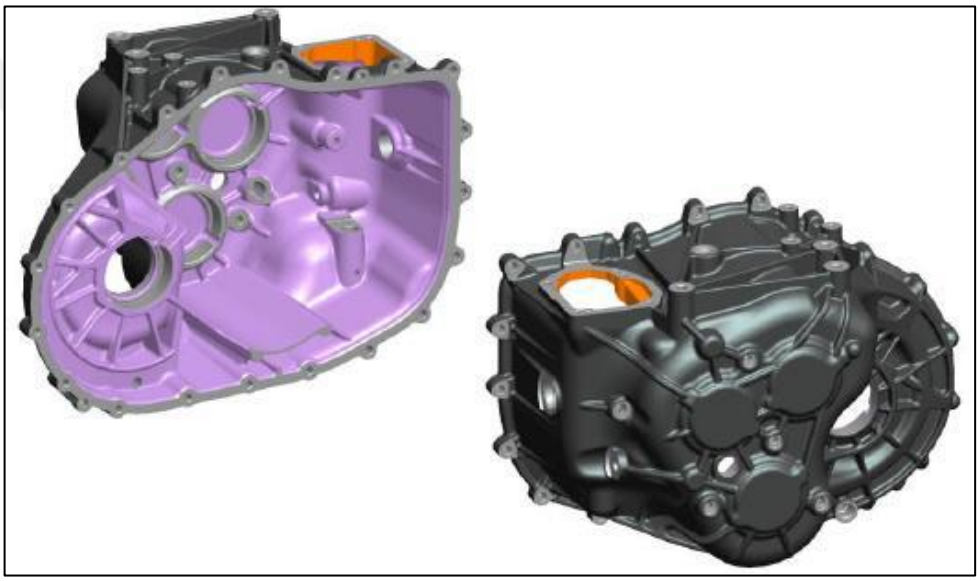
- Gelen Radyal Yük
- Gelen Eksenel Yük
- Devir sayısı
- Çalışma süre ve sürekliliği
- Ömür Beklentisi
- Şaft-yatak yerleşim tasarımı
- Rulmanın montaj paket alanı
- Yağlama yöntemi
- Sızdırmazlık elemanı tasarımı
- Çalışma sıcaklığı
- Boşluklu Çalışma Ölçüsü
- Eksenel Oynama Mikarı
- Vibrasyon miktarı



Şekil 2. 2 Yatak saft montaj örneği [11]

2.3.3 Şanzıman Muhafaza

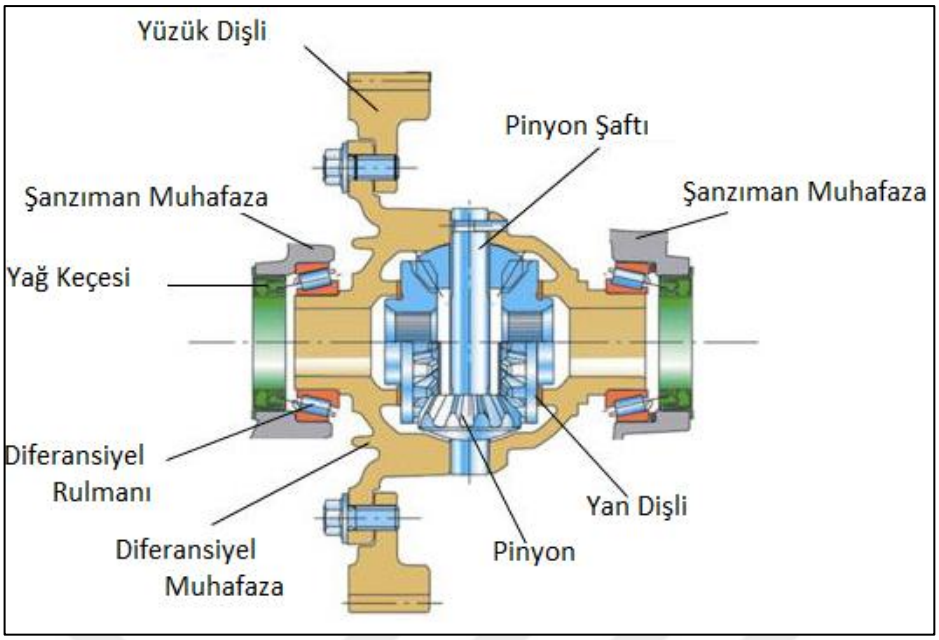
Şanzıman mufaza mekaniksel bir hareket iletiminde kullanılmamasına rağmen en önemli şanzıman elemanlarından biridir. İçerisinde bulunan yatak yuvaları ile torku tek başına karşılar. Aynı zamanda titreşimin ve sesin emilmesinde en önemli rolü oynarlar. İçerisinde bulunan yivler sayesinde şanzımanın yağlanmasına da yardımcı olur. Literatürde iki çeşit muhafata mevcuttur, birincisi yapısal olamayan muhafazadır. Bu genellikle traktör gibi iş makinalarında şase ile bütünleşik bir şekilde olur. Diğeri binek ve ticari araçlarda kullanılan yapısal olmayan (kendine ait) muhafazadir.



Şekil 2. 5 Şanzıman muhafaza

2.3.4 Diferansiyel

Diferansiyelin temel görevi şanzımanın çıkışından aldığı tork ve hızı tekerleklerin ihtiyacına göre paylaştırmasıdır. İki tip diferansiyel mevcuttur. Biri şanzımana bitişik diferansiyel, diğeri ise şanzıman bağımsız diferansiyeldir. Pinyon dişli ayna dişli setinden oluşan diferansiyel aracın en önemli parçalarından biridir.



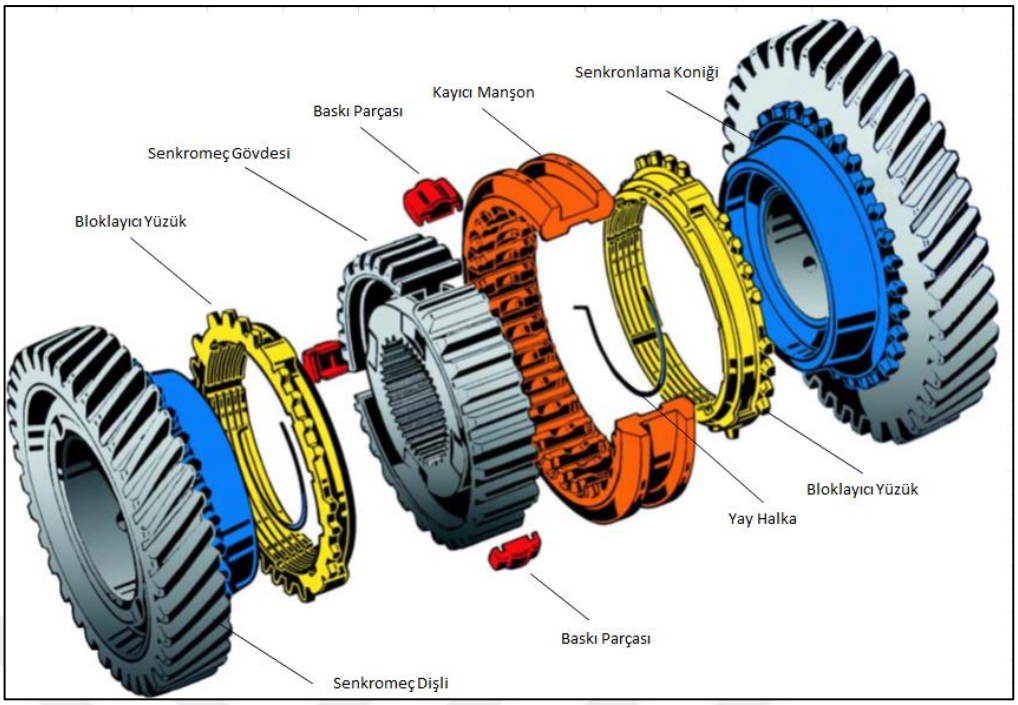
Şekil 2. 6 Diferansiyel

2.3.5 Şanzıman Yağı

Yağ şanzımandaki her bir parça gibi çok önemlidir. Temel görevi tork iletimi esnasında ortaya çıkan ısının atılmasında kullanılır. Aynı zamanda dişliler ve rulmanlar gibi birbirlerine mekanik temas halinde bulunan makine parçalarının yağlanmasını sağlar. Günümüzde otomobil firmaları yağ şeçimi konusuna büyük önem vermektedirler, daha az sürtünme teması ve atılan ısının veriminin artması yakıt ekonomisi alanında büyük faydalar sağlamaktadır. Aynı zamanda kullanılan yağın karakteristiği vites geçiş performansını da etkilemektedir. Soğuk davranış aracın ilk vites değişimlerini zorlaştırmaktadır. Bu yüzden hem soğuk hem sıcak koşulda belli kriterleri sağlayan yağ seçimi yapılmalıdır.

2.3.6 Senkromeç Sistemi

Manuel şanzımanın olmazsa olmaz parçalarının en başında senkromeçler gelir. Redüktörler ile şanzımanları ayıran en önemli özelliklerden biride budur. Senkromeçler sayesinde birden fazla çevrim oranı elde edilebilmektedir. Senkromeçler manuel şanzımanın aynı zamanda en pahallı parçalarıdır. İçerisinde kullanılan kaplamalar ve yüksek yüzey işleme kalitesi nedeniyle diğer makine elemanlarından ayrılmaktadırlar.



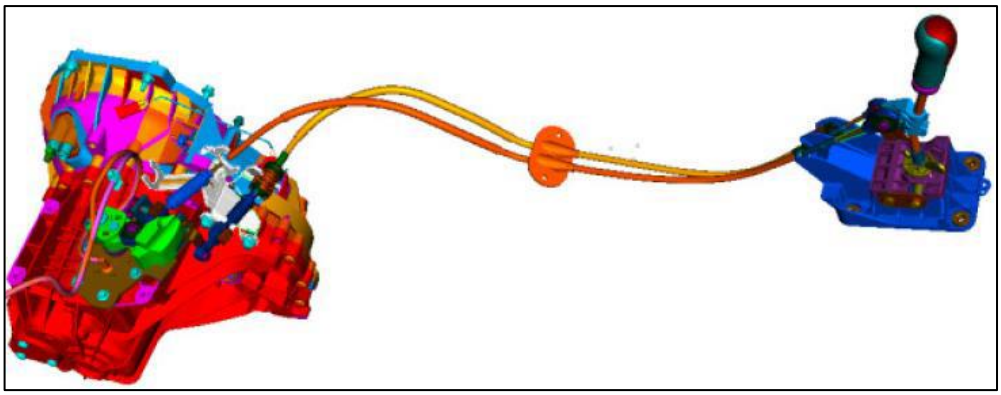
Şekil 2. 7 Senkromeç sistemi ve elemanları [12]

Senkromeçler direk sürücü ile fiziksel olarak bağlantılı elemanlardır. Vites topuzundan iletilen hareketi senkromeçler alır ve gerekli değişimi sağlar. Vites değişim kuvvetlerinin oluşmasında en büyük rolü üstlenirler. Bu yüzden tasarımında seçilen her bir parameterenin çok büyük önemi vardır. Yanlış debriyaj operasyonu ilk senkromeci etkiler ve yanmasına neden olur. Bu yüzden bazı firmalar senkromeç sistemini, koruyucu mekanizmalar geliştirmek için bu alana büyük yatırım yapmaktadırlar.

2.4 Manuel Şanzıman Vites Mekanizması Kontrol Sistemi

Vites mekanizması kontrol sistemi vites levyesi, vites halatları, atalet kütlesi ve levyelerden oluşmaktadır.

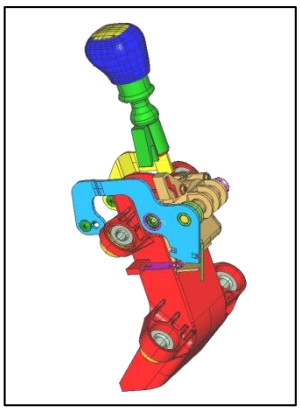
Vites mekanizmaları hem manuel şanzıman hemde otomatik şanzıman için en önemli parçalardan biridir. Vites mekanizmaları sürücü ile doğrudan bağlı sistemler olup şanzımanın doğrudan kontrol edildiği ekipmanlardır. Otomatik şanzımanlarda bu işlem elektronik ünitelerle yapılırken manuel şanzımanlarda ise mekanik vasıta ile yapılmaktadır.



Şekil 2. 8 Şanzıman ve kontrol mekanziması

Sürücünün vites kolundan ilettiği hareketi şanzımana direk bağlayan çeşitli sistemler vardır. Bunların en yaygın kullanılanı istenilen şekli alabilen ve sistem içi boşlukların en aza indirildiği halat sistemidir. Bir diğer sistem ise metal çubuk ile bağlantıdır. Çubuk mekanizmasında sistem içinde oluşan boşluk çok olduğundan daha az tercih edilmektedir.

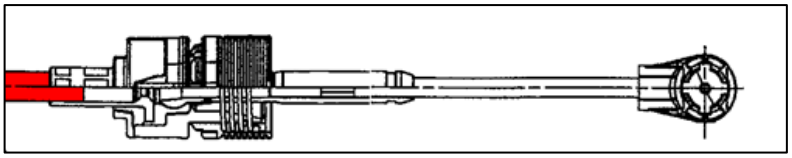
Vites mekanimaları ise temelde ikiye ayrılır. Birincisi IP mekanizmalı vites sistemidir. Bu sistem genellikle hafif ticari araçlarda paket alanından ötürü tercih edilmektedir. Diğeri ise yer mekanizmalı vites sistemidir. Bu sistemde genelde binek araçlarda kullanılmaktadır.



Şekil 2. 9 IP mekanizmalı vites sistemi

Vites meknizmaları sürücüden aldığı açısal hareketi üzerinde bulunan pivot noktası vasıtasıyla doğrusal harekete dönüştürür. Dönüştürülen bu hareket yine vites mekanizması üzerinde bulunan küresel mafsallar ile bağlı bulunan vites halatına iletilir. Aynı zamanda bu vites mekanizması mekanik bir oranla sürücünün topuza uyguladığı kuvvetin azalmasında bir manivela görevi görür.

Vites halatları vites mekanizmasından aldığı hareketi şanzımana ileten ve çeşitli komponentlerden oluşan bir parçadır. Bir manuel araçta iki adet halat bulunur. Bunlardan biri seçme kablosu, diğeri ise geçirme kablosudur. Vites mekanizmasından seçme işlemi yapıldığı zaman bir halat, geçirme işlemi yapıldığı zaman diğer halat aktif olmaktadır.



Şekil 2. 10 Vites halatı

Vites halatlarının uç kısımlarında kayıcı bir çubuk bulunur. Çubuğa bağlı olan bir göz vardır. Bu göz içinde titreşimi absorbe etmek amacıyla kauçuk elemanlar kullanılır. Genellikle vites halatlarında verim %85 ile %98 arasında değişmektedir. Seçme halatının üzerinde bir ayar mekanizması bulunmaktadır. Bu ayar mekanizması ile şanzımanın ilk kurulum aşamasında doğru viteste olup olmadığının ayarı yapılır. Çok hassas bir düzenek olduğu için bu montajı yapan operatörün dikkatli olması gerekir. Yanlış ayar yapılırsa vites eforlarında artış gözlemlenir. Şekil 2.11'de görülen ayar parçasının üzerinde 1mm aralıklarla ayar çizgileri bulunur. İtici çubuk uygun pozisyona geldikten sonra bu parça kilitlenir ve sabit hale getirilir.



Şekil 2. 11 Seçme halatı ayar mekanizması

Vites halatları itici çubuk aracılığı ile kuvveti atalet kütlesinin ucunda bulunan pivot noktasına iletirler. Bu pivot noktası eksene belirli bir mesafededir ve senkromeç üzerine düşen kuvvet değerini arttırır. Atalet kütlesi yani (Şekil 2.12), vites değişimi esnasında önemli bir rol oynayarak şanzıman kaynaklı titreşimin sürücüye daha az iletilmesini sağlar ve bu titreşimi kendi içerisinde absorbe eder. Aynı zamanda bu

kütlenin vites değişimi esnasında oluşan ikinci tepe noktasını azaltmasındaki rolü çok büyüktür.



Şekil 2. 12 Atalet kütleleri [13]

2.5 Manuel Şanzımanlı Araçlarda Vites Değiştirme Kalitesi

2.5.1 Senkromeç Sistemi

Vites değişimi bir manuel şanzımanda çeşitli fazlardan meydana gelmektedir. Her fazda ayrı bir dinamik olay meydana gelir. Bu dinamik olayların toplamında vites değişimi tamamlanmaktadır.

Nötr Pozisyon : Senkromeç hareketinin olmadığı fazdır. Vites topuzu bu fazda nötr pozisyonda durmaktadır.

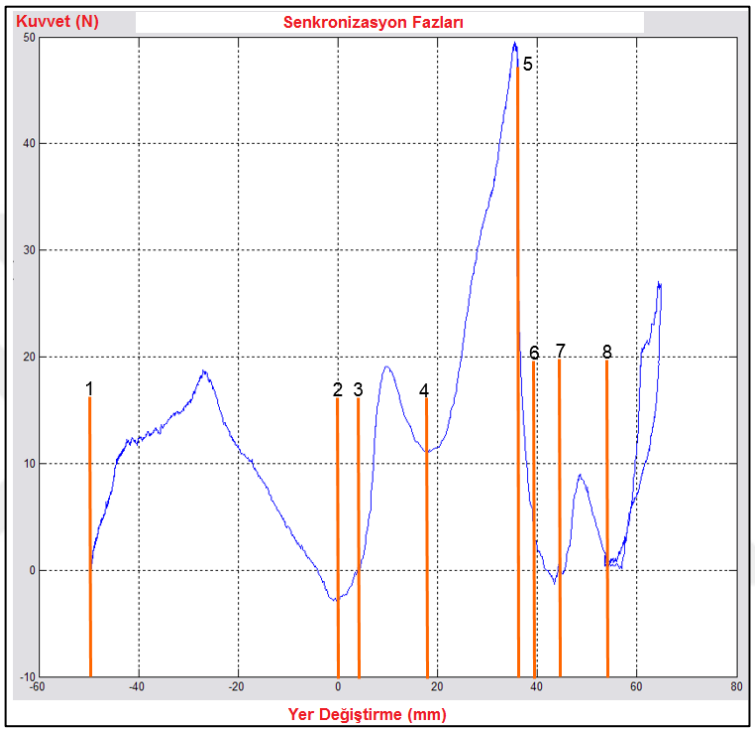
Öncü-Senkronizasyon : Öncü senkronizasyon kilitleyici yüzük ile yay mekanizması arasıda geçen fazdır. Eksenel yöndeki manşonun hareket etmesiyle oluşur. Genelde bu kuvvet 50-100N arasında değişmektedir.

Kilitleme Pozisyonu : En yüksek kuvvetin oluştuğu fazdır. Manşon dişleri ile sürtünme halkasının dişleri arasında oluşur. Yanlış debriyaj operasyonunda senkromeç sisteminde oluşabilecek mevcut hasar bu faz esnasında olmaktadır. Bu fazda konik yüzeyler temas halindedir ve birbirinden farklı olan iki sistemin hızlarını eşitlemeye çalışır.

Kilitleme Tamamlanması : İki dönel parça arasındaki hız farkının sıfıra eşitlendiği fazdır. Sistem tork iletmeye elverişli hale gelmiştir.

Serbest Hareket Fazı : Bu fazda kayıcı manşon hedef dişliye ikinci kilitleme için ilerler, kuvvet değeri bu faz için diğer fazlara oranla daha düşüktür.

Birleşme Fazı : Bu fazda kayıcı manşon ile bloklayıcı yüzük tamamen birleşmiş halde harekete hazır hale gelirler.



Şekil 2. 13 Vites değişim esnasında sürücünün eline gelen kuvvetin dağılımı ve fazlar

1. Vites değiştirme işlemi başlangıcı
2. Nötr Pozisyon
3. Öncü senkronizasyon başlangıcı
4. Öncü senkronizasyon bitişi/senkronizasyon başlangıcı
5. Senkronizasyon Bitişi
6. Kilitleme İşlemi Bitişi
7. Tepe Başlangıcı
8. Tepe Bitişi

2.tepe : Bu faz senkronizasyon işlemi tamamlandıktan sonra bloklayıcı yüzük ile vites dişlisinin teması esnasında oluşan bir kuvvettir. Müşteri tarafından vites kolu vasıtasıyla ele ikincil gelen kuvvet şeklinde hissedilmektedir. Literatürde bu kuvveti azaltmaya yönelik bir çok çalışma bulunmaktadır.

2.5.2 Vites Değişim Kalitesi Nedir?

Vites değiştirme kalitesi manuel şanzımanlı araçlarda sürüş konforuna etki eden önemli parametrelerden biridir. Sürücü ile doğrudan bağlantılı bir yapıdır. Vites değişim kalitesine etki eden yüksek kuvvet, tırtıklı geçiş, sıkışma, gürültü ve ergonomi gibi bir çok faktör vardır. Şanzıman sistemine dahil olan sistemlerdeki sürtünme, mekanik oranlar, fiziksel bağlantılar, seçme halatı ayarı gibi birçok faktörde vites geçiş kalitesini etkilemektedir.

Vites kalitesini değerlendirebilmek için iki çeşit ölçüm yöntemi vardır. Bunlar subjektif ve objektif ölçüm yöntemleridir. Subjektif yöntemde 1 ile 10 aralığında notlandırma yapılır. Sürüş uzmanları her vitese 100 adet ve üzerinde geçiş yaparak her bir geçişi değerlendirir ve puan verir. Böylece subjektif olarak ortalama bir değer çıkar. Aracın satılabilir olması için bu değerin minimum 6.5 olması gerekmektedir. Objektif yöntem olarak Ricardo firmasının GSQA ölçüm aleti kullanılır. Vites topuzuna kuvvet ölçer ve mesafe ölçer yerleştirilerek ölçümler alınır.



Şekil 2. 14 Ricardo ölçüm aleti [14]

BÖLÜM 3

MANUEL ŞANZIMAN VİTES KALİTESİ İÇİN MATEMATİKSEL MODEL GELİŞTİRİLMESİ

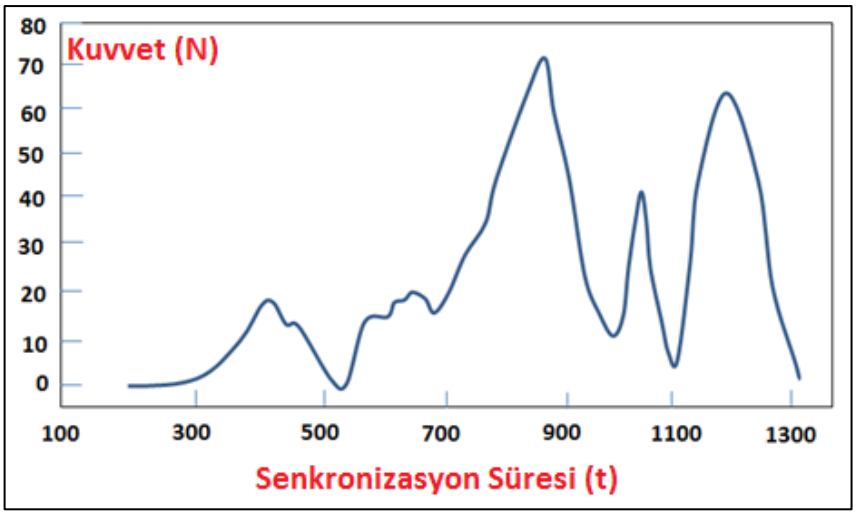
Bir sistemin mekanik karakteristiğinin matematiksel tanımına matematik model adı verilir. Birçok sistem diferansiyel denklemler gibi çeşitli çözüm yöntemleriyle modellenir. Modellenen sistemler daha sonra çeşitli yöntemler kullanılarak modeller optimizede edilebilir.

Bu bölümde, senkromeç sisteminin tasarım parametrelerinin denklemleri sistematik bir şekilde geliştirilmiştir. Bu matematiksel modeller sistemin kuvvet ve moment denklemlerinden oluşmaktadır. Benzetim çalışmalarında sisteme sürücü tarafından bir kuvvet verilerek kuvvet ve yer değiştirme çıktıları incelenmiştir. Bölüm 4'de Microsoft .NET Framework 4.5 programlama dili ile geliştirilen yazılım ve buna bağlı arayüz tasarlanmıştır. Bölüm 5'te ise ölçüm cihazı GSQA ile alınan sonuçlar yazılımdan çıkan sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

3.1 Matematiksel Modelin Geliştirilmesi

Bu bölümde sürücünün vites topuzuna kuvvet uygulamasıyla oluşan hareketin akışı matematiksel ifadelerle modellenmiştir. Literatürde en fazla kullanılan senkromeç tipi tek konikli olduğu için bu uygulamada tek konik plaka dikkate alınacaktır.

Şekil 3. 1'de tipik bir vites kuvvet-zaman grafiği gösterilmektedir. Bu grafik sürücünün vites topuzuna uyguladığı kuvvetin şekilsel bir ifadesidir.



Şekil 3. 1 Senkronizasyon kuvvet-zaman grafiği

Burada sürücünün vites topuzuna uyguladığı kuvvetin zamana bağlı değişimi Ns biriminden senkromeç integral değerini verir. Grafiğin altında kalan alanı temsil ettiği için objektif bir parametredir. Zaman, denklemin içine girdiği için sürücüden kaynaklı hızlı, yavaş yada normal vites değiştirme koşullarından soyutlanmış olur.

$$I_S = \int_{t_0}^{t_1} F_{topuz}(t).dt \tag{3.1}$$

(3.1) eşitliği senkromeç integralinin matamatiksel ifadesini verir. Hareketin başlangıcı ile bitişi arasındaki tüm mekanik olayları kapsamaktadır.

Burada,

I_S : Senkromeç integral (Ns)

t_0 : Vites değişimi başlangıcı (s)

t_1 : Vites değişimi bitişi (s)

F_{topuz} : Senkromeç İntegral (N)

F_{topuz} burada sürücünün eline gelen kuvveti temsil eder. Bu ifadenin kırılımını açarsak denklemin içerisine mekanik oranlar ve verim ifadeleri girer. Eşitlik (3.1)'de bu ifade yerine konulursa eşitlik (3.2) elde edilmiş olur.

$$F_{topuz} = \frac{K.F_{konik}}{\gamma_h.\gamma_m.\gamma_i} \tag{3.2}$$

Burada,

K : Vites visteminin mekanik Oranı

γ_h : Vites valatının verimi

γ_m : Vites mekanizmasının verim

γ_i : İç kontrol sisteminin verimi

F_{konik} : Konik sürtünme yüzeyindeki eksenel kuvvet

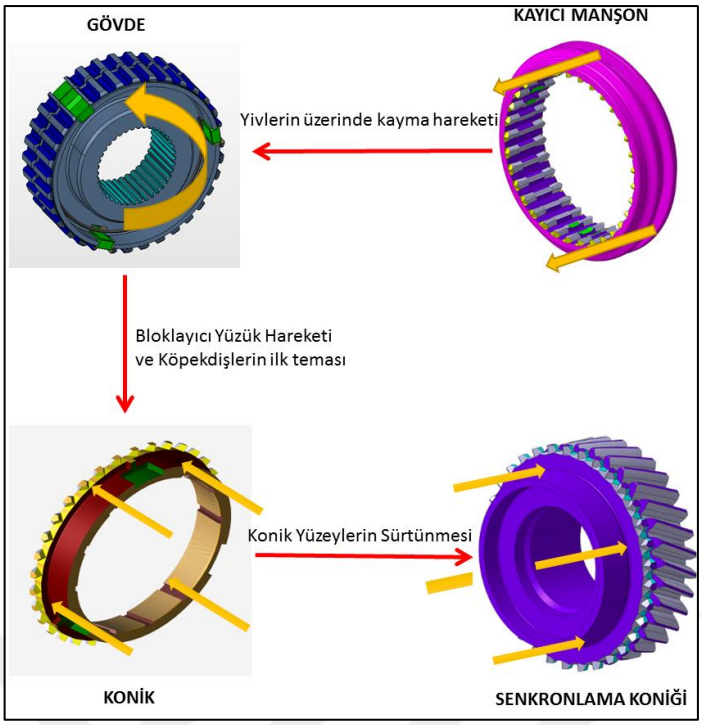
$$I_S = \int_{t_0}^{t_1} \frac{K.F_{konik}}{\gamma_h.\gamma_m.\gamma_i}.dt \quad (3.3)$$

Sabit değerler, katsayılar intagralin dışına alınabilir. Böylece son ifademiz eşitlik (3.4) elde edilmiş olur.

$$I_S = \frac{K}{\gamma_h.\gamma_m.\gamma_i}.\int_{t_0}^{t_1} F_{konik}.dt \quad (3.4)$$

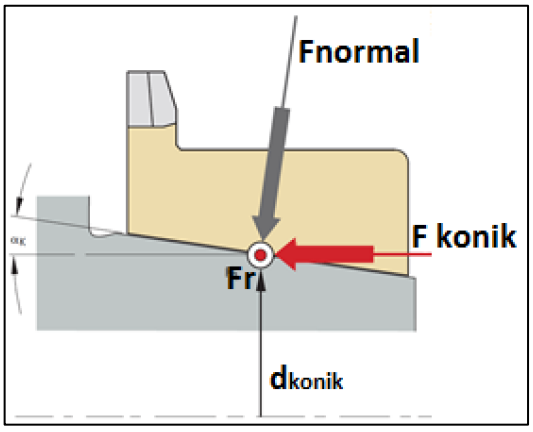
Konik Yüzeyin Modellenmesi : Konik yüzeyinin modellenebilmesi için buradaki hareket algoritmasının iyi anlaşılması gereklidir. Bir birine sürten yüzeler atalet etkileri, geçen süreler, fazlar arası değişimler doğru tanımlanmalıdır. Şekil 3.2'de bu akış algoritması ve hareketin mekaniği gösterilmiştir.

Burada vites topuzundan vites halatına iletilen hareket şanzıman üstü atalet kütlesinden geçerek kayıcı manşona iletilir. Kayıcı manşon gövdenin üzerindeki yivler aracılığı ile doğrusal hareket yapar. Gövde iç çapında bununan yivler momentin aktığı şaftan tahrik alır. Bu yüzden gövde ile kayıcı manşonun açısal hızları eşittir. Kayıcı manşon gövde üzerinden geçerek konik yüzeye temas eder ve harekete zorlar. Konik yüzey hareket iletimini aldıktan sonra senkronlama koniğine iç yüzeyden baskı yapar ve orada sürünme bağı oluşturur. Bu işlem her iki sistem eş hıza ulaşana kadar devam eder ve en son diş yüzeleri sürtünme bağından kurtularak şekil bağını oluşturur. Bu işlem tamamlandıktan sonra debriyaj baskı balata sistemi tekrar kapatılarak tekerleklere doğru moment akışı sağlanmış olur.



Şekil 3. 2 Senkromeç sisitemi hareket akış mantığı

Bu hareket boyunca konik yüzeler arasında iki sistemin hızlarının eşitlenebilmesi için bir sürtünme bağı oluşur. Bu sürtünme bağı senkronizasyon işleminin sonuna kadar devam eder. İki parça arasında bir sürtünme torku oluşur. Bu sürtünme torku, dönme eksenine olan uzaklıkla orantılı olarak kuvvete dönüşür ve sürücününde doğrudan hissettiği kuvveti oluşturur.



Şekil 3. 3 Konik yüzey eksenlerinde oluşan kuvvetler

Buradaki *Fr* kuvveti normal kuvvetin *(F_{normal})* ve konik eksen kuvvetinin *(F_{konik})* bileşkesinden oluşmaktadır. Burada senkromecin yüzüğüne etkiyen kuvvet konik eksen kuvvetidir.

$$F_{konik} = F_n . \sin\alpha \quad (3.5)$$

Sürtünme katsayısı ve konik yüzey sayısını denkleme dahil edersek eşitlik (3.6) elde edilir.

$$T_s = F_n . r_m . \mu . n_k \quad (3.6)$$

Normal kuvvet konik eksen kuvveti cinsinden yazılırsa, eşitlik (3.7)'ya dönüşür.

$$T_s = \frac{F_{konik} . d_m . \mu . n_k}{2 . \sin\alpha} \quad (3.7)$$

$$F_{konik} = \frac{T_s . 2 . \sin\alpha}{d_m . \mu . n_k} \quad (3.8)$$

Burada T_s ifadesi atalet cinsinden yazılabilir. $T_s = F_s . X$ denklemi alt kırılımlara bölünürse;

$T_s = m_s . a . x$ birimlere dönüştürülürse;

$T_s = kg . m^2/s^2$ buradan, eşitlik (3.9) elde edilir.

$$T_s = J . \Delta\omega / t \quad (3.9)$$

Elde edilen T_s , F_{konik} denklemi ile birleştirilirse eşitlik (3.10) elde edilmiş olur.

$$F_{konik} = \frac{J . \Delta\omega . 2 . \sin\alpha}{d_m . \mu . n_k . t} \quad (3.10)$$

Burada,

J $[kgm^2]$: Atalet momenti

$\Delta\omega$ $[1/s]$: Senkronzie olacak sistemin hız farkı

α $[deg]$: Konik açısı

d_m $[m]$: Dönme eksenine olan mesafe

μ : Konik yüzeydeki sürtünme katsayısı

n_k : Konik plaka sayısı

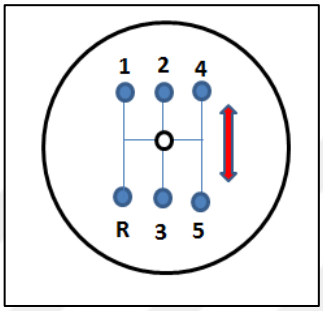
t $[s]$: Senkronizasyon süresi

F_{konik} ifadesi F_{topuz} eşitliğinde yerine konulursa (3.11) elde edilir. Böylece vites topuzunda sürücüye iletilen matematiksel denklemin ifadesi bulunmuş olur.

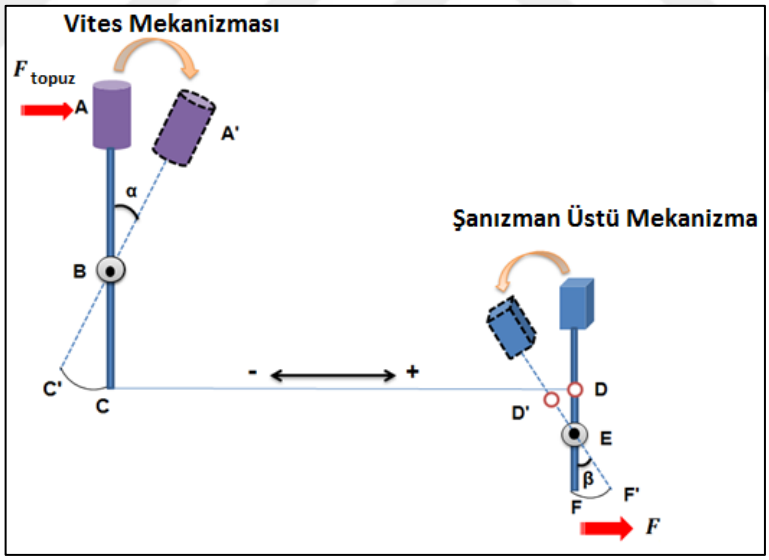
$$F_{topuz} = \frac{K}{\gamma_h \cdot \gamma_m \cdot \gamma_i} \cdot \frac{J.\Delta\omega.2.\sin\alpha}{d_m.\mu.n_k.t} \quad (3.11)$$

Dış Kontrol Mekanzimasının Modellenmesi : Dış kontrol mekanziması sisteminin temel elemanı vites mekanizmasıdır. Vites mekanizması sürücüden aldığı hareketi belli oranda arttırarak şanzıman üzerindeki levyeye vites halatı vasıtasıyla iletir. Vites mekanizmasında, seçme ve geçirme olmak üzere iki hareket vardır.

- **Geçirme Hareketi :** Vitese geçirme hareketi vites topuzunun ileri geri hareketinden oluşur ve esas kuvvet etkisi bu bölümde ortaya çıkar.



Şekil 3.4 Beş hızlı bir şanzıman sisteminde geçirme hareketi ve yönü



Şekil 3. 5 Vitese geçirme hareketinin mekanik boyutları

|AB| - Vites Topuzu Üst Kol Boyu (mm) |BC| - Vites Topuzu Alt Kol Boyu (mm)

|DE| - Şaznıman Üst Kol Boyu (mm |EF| - Şaznıman Alt Kol Boyu (mm)

Bu mekanzimada mekanik oranı türetirsek eşitlik (3.12) elde edilir. Burada GMR, geçirme mekanik oranına temsil eder. Bu oran birimsizdir.

$$GMR = \frac{|AB|}{|BC|}\ X\ \frac{|DE|}{|EF|} \quad (3.12)$$

GMR belli oranlarını üzerine çıkamaz, aksi halde şanzıman çok yüksek kuvvetler gelerek senkromeç sistemindeki konik yüzeylerin yanmasına neden olur. Bu oranları kabaca aşağıdaki şekilde ifade edebiliriz.

- Ağır Vasıtalar (≤ 7,5)
- Otomobiller (≤ 6)

$$F_{topuz} = \frac{F_{\text{sak}}}{GMR} \quad (3.13)$$

F_{sak} kuvveti senkromeç sistemine iletilen son kuvvettir. Vites topuzundaki kuvveti düşürebilmek için buradaki mekanik ölçülerin optimize edilmesi gerekir. Kuvvet ne kadar önemli bir parametre olursa olsun, vites topuzunun yer değiştirme miktarı vites değişim kalitesinde diğer önemli parametredir. Fazla uzun vites topuzu hareketi memnuniyetsizlik yaratır. Aşağıdaki denklemlerde vites topuzunun yer değiştirme denklemleri yer almaktadır.

$$|AA'| \cong |AB|\ X\ sin(\alpha) \quad (3.14)$$

$$|CC'| \cong |BC|\ X\ sin(\alpha) \quad (3.15)$$

$$|DD'| \cong |DE|\ X\ sin(\beta) \quad (3.16)$$

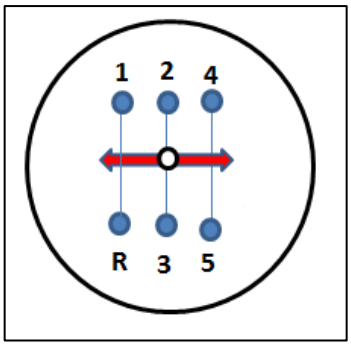
$$|FF'| \cong |EF|\ X\ sin(\beta) \quad (3.17)$$

Ergonomi açısıdan ve fiziksel kısıtlamalardan ötürü vites topuzunun maksimum yer değiştirmesi araç içi konsolun izin verdiği ölçüdedir. Vites mekanizması açısının broşür değeri, hesaplanan vites açısından büyük olmalıdır ki vites değiştirme işlemi başarı ile tamamlanabilsin.

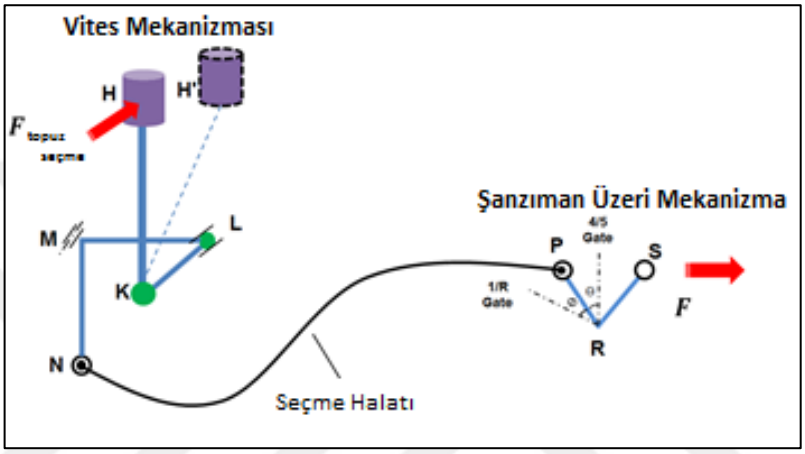
Vites halatlarının üretiminden kaynaklanan boşluk değerlerini de hesaplamaların içerisine dahil edilmesi gerekir.

$$\text{Geçirme Halatı Yerdeğiştirme} \geq \text{Geçirme Mesafesi} + \text{Halat Boşluk} \quad (3.18)$$

- **Seçme Hareketi :** Vitese seçme hareketi vites topuzunun sağa ve sola hareketinden oluşur. Nötr pozisyondan ya 1/2 çizgisine yada 5/6 çizgisine geçiş yapılabilir. Yada seçim yapmaksızın 2/4 pozisyonu seçilebilir. Bu pozisyon çizgisi için seçme hareketi yapılmaz çünkü bu çizgi nötr ile aynı doğrultudadır.



Şekil 3.6 Vites seçme hareketini ve beş hızlı vites deseni



Şekil 3. 7 Vitese seçme hareketinin mekanik boyutları

|HK| - Vites Topuzu Üst Kol Boyu (mm) |KL| - Seçme Levye Uzunluğu (1) (mm)

|LM| - Seçme Levye Uzunluğu (2) (mm) |MN| – Şaznıman Üst Kol Boyu (mm)

|PR| – Şanzıman Seçme Yarıçapı (mm) |RS| – Şanzıman Alt Koy Boyu (mm)

Bu mekanzimada mekanik oranı türetirsek denklem (3.19)'u elde ederiz. Burada SMR, seçme mekanik oranına temsil eder. Bu oran birimsizdir.

$$SMR = \frac{|HK|}{|KL|}\ X\ \frac{|LM|}{|MN|}\ X\ \frac{|PR|}{|RS|} \tag{3.19}$$

$$F_{topuzs} = \frac{F_{\text{sak}}}{SMR} \tag{3.20}$$

Select kablo yerdeğiştirme hareketi aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

$$|GKS| = |PR|\ X\ sin(\Theta) \tag{3.21}$$

Vites halatından kaynaklanan boşluklu yapıdan ötürü, imalatçı katalog değerlerinin sistem yerdeğiştirme miktarına eklenmesi gerekmektedir.

$$|ÇKS| = |GKS| + Kablo\ Boşluk \tag{3.22}$$

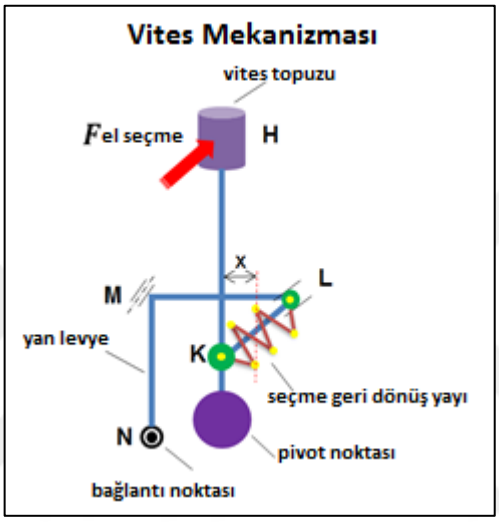
$$|HH'| = |ICS|X\ SMR \tag{3.23}$$

Burada,

|ÇKY| – Çıkış Kablo Yer değiştirme (mm) |GKY| – Giriş Kablo Yer değiştirme (mm)

|HH'| – Vites topuzu seçme Stroğu (mm)

olarak tanımlanabilir. Vites mekanizmasının seçme yönünde vites topuzunun geri dönmesini sağlayan yay bulunmaktadır. Bu yay seçme kuvvetinin oluşmasındaki temel elemandır. Vites topuzunun nötr çizgisine dönmesine yardımcı olur ve vitesi kolayca bulmamızı sağlar.



Şekil 3. 8 Vitese seçme mekanizması

$$F_{yay} = k.x \tag{3.24}$$

k yay katsayısıdır, x basma yada çekme yönündeki deplasman değeridir. $F_{yay} = F_{seçme}$ birbirine eşittir. Bu yay genellikle vites mekanizmasında olmasına rağmen bazı paket problemleri nedeniyle şanzıman içerisinede yerleştirilebilir. R noktasının farklı bir çizgide olması durumunda, pozisyonun doğru bulunabilmesi için iki adet seçme yayıda kullanılabilir.

BÖLÜM 4

VİTES KALİTESİ SİMÜLASYONU İÇİN KULLANICI ARAYÜZ GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI

Bu bölümde son kullanıcılara parametrelerin seçilebileceği, sınır koşullarının girilebildiği bir arayüz tasarlanmıştır. Bu arayüz sayesinde hesaplamalar için harcanan zaman minimuma indirilmiş ve kullanıcı hatalarından kaynaklanan engellenmiştir.

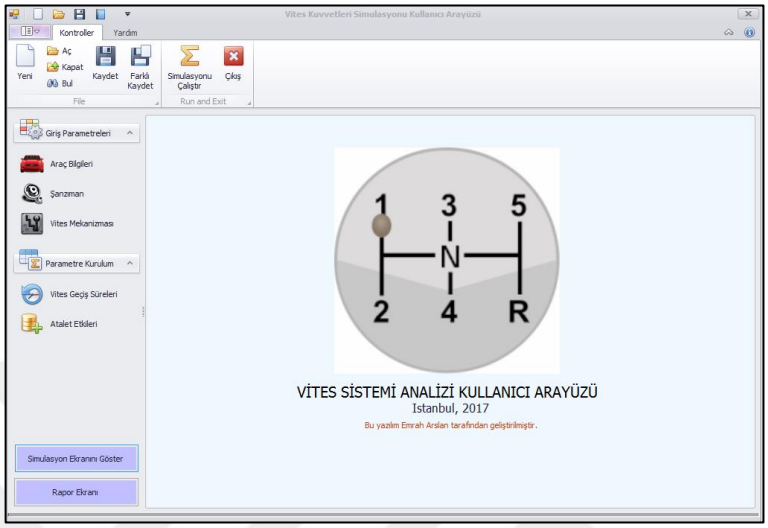
Arayüz Microsoft .NET Framework 4.5 platformu kullanılarak geliştirilmiştir. Program içine gömülen algoritma ile kullanıcıyı yönlendirmektedir. Aynı zamanda özet ekranlarının yanında grafiksel ekranlara yer verilerek sonuçların daha iyi okunması sağlanmıştır. Elde edilen simülasyon sonuçları Ricardo firmasının GSQA cihazından alınan gerçek araç sonuçlarıyla kıyaslanmıştır.

4.1 Açılış Sayfasının Tasarımı

Programın açılış sayfasının tasarımında giriş parametreleri, parametre kurulum olmak üzere veri girişinin yapıldığı iki kısım vardır. Birinci kısımda araç bilgilerinin, şanzıman bilgilerinin ve vites mekanizmasının bilgilerinin girilebildiği kısımlar mevcuttur. İkinci parametre kurulum sayfasında vites geçiş sürelerinin hızlı, yavaş yada normal olarak seçilebileceği bir vites süreleri geçiş bölümü bulunur. Aynı zamanda bu bölümde her bir komponentin atalet bilgilerinin girilebildiği bir kısımda bulunur.

Girilen araç bilgileri ve şanzıman bilgilerine göre otomatik olarak gelen vites mekanizması ve senkromeç bilgileri şeçili olarak gelir. Seçili olarak gelen bilgilerde

değişiklik yaparak parametrelerin etkileri daha rahat gözlemlenebilir ve birbirleri arasında etkileşim kurularak yüzdesel olarak ne kadar etki yaptıkları anlaşılabilir. Şekil 4.1'de yazılımın kullanıcı ön yüzünün şekli görülmektedir. Buradan simülasyonun koşturma işlemi yapılır.



Şekil 4. 1 Kullanıcı arayüzü ve simülasyonun çalıştırma sayfası

4.2 Araç Bilgileri Giriş Sayfası

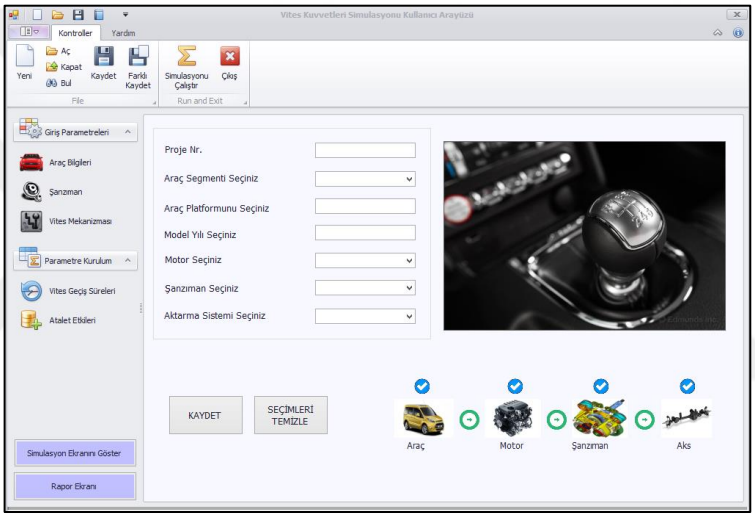
Bu bölümde araca ait temel bilgilerin kullanıcı tarafından girişi sağlanır. Siteme girilen bilgileri kaydetmek ve tekrar düzenlemek içinde bir buton bulunmaktadır. Yeni bir simülasyon çalışması yapılacağı zaman projeye ait bir numara verilir ve diğer simülasyonlar ile karışması engellenir. Böylece alınan ölçümün hangi araca ait olduğu kolayca anlaşılabilir.

Bu bölümde aşağıdaki parametreler yazılım kullanıcısında giriş olarak istenir.

- Projeye ait numara
- Araç Segmenti
  - Ağır Ticari Taşıt
  - Hafif Ticari Taşıt
  - Binek Taşıt
- Araç Platformu

- A Segmenti
- B Segmenti
- C Segmenti
- D Segmenti

- Aracın Model Yılı
- Motor Bilgileri
- Şanzıman Bilgileri
- Aktarma Sistemine ait Bilgiler



Şekil 4. 2 Araç bilgileri giriş sayfası

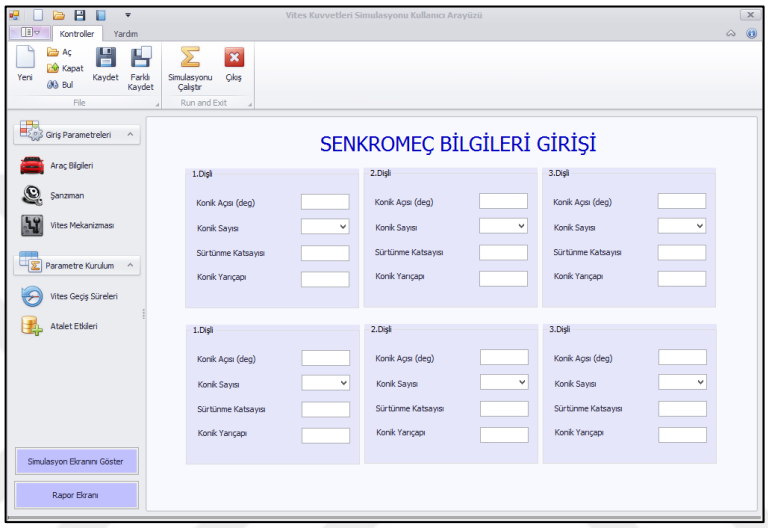
Burada seçilen her bir konfigürasya ait seçim alt ekranlarda temsili resimlerle gösterilir. Seçilen parametrenin seçimi tamamlandıktan sonra ona ait resimin üzerinde seçimin tamam olduğuna dair mavi bir işaret belirir. Böylece yazılım kullanıcısı yapmış olduğu seçimin doğruluğundan emin olmuş olur. Bu tez kapsamında hafif ticari vasıta (LCV), 6 hızı önden çeker şanzıman, ve soldan direksiyonlu konfigürasyon seçilmiştir.

4.3 Şanzıman Bilgi Giriş Sayfası

Senkromeç bilgi giriş sayfası bu yazılımdaki en önemli ekranlardan biridir. Çünkü bu ekrandaki parametreler vites değişimde oluşan kuvvette en büyük etmenlerdir. Burada altı kademeli bir manuel şanzımana kadar simülasyon yapılabilir. Günümüzdeki

otomobillerde kullanılan şanzımanların çoğunluğunda altı vitesli şanzımanlardan oluşur ve büyük bir oranı kapsar. Bu ekranda giriş parametresi olarak dört veri girişi yapılır.

- Konik açısı (derece)
- Konik sayısı
- Konik yüzeyler arasındaki sürtünme katsayısı
- Konik yarıçapı (metre)



Şekil 4. 3 Senkromeç bilgileri giriş sayfası

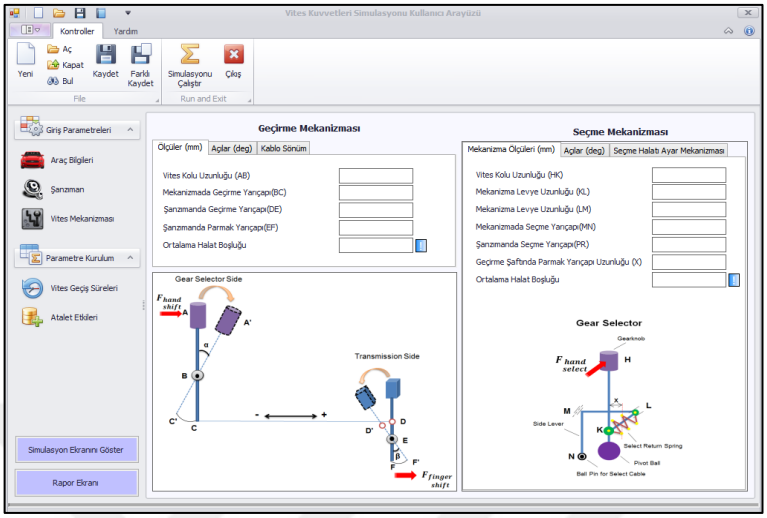
Çizelge 4. 3 Vites değiştimi sitemin genel etki parametreleri

Dişliler	Konik Açısı	Konik Sayısı	Konik Sürtünmesi	Konik Yarıçapı
1.	7,3°	3	0,1	73
2.	7,3°	3	0,1	73
3.	7,1°	3	0,1	65
4.	7,1°	3	0,1	65
5.	6,8°	2	0,1	68
6.	6,8°	2	0,1	68

Çizelge 4.1'de şanzıman senkromeç sistemine ait olan ve yazılımda kullanılacak değerler listelenmiştir.

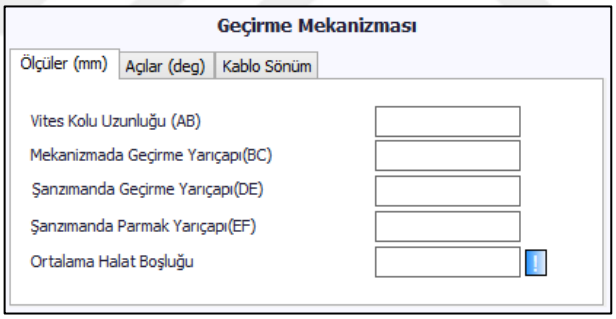
4.4 Vites Mekanizması Giriş Sayfası

Vites mekanizması bilgi giriş ekranı iki bölümden oluşur. Bunlar geçirme mekanizması ve seçme mekanizmasıdır. Her bir bölüm üç sekmeden oluşmaktadır.



Şekil 4. 4 Vites mekanizması bilgileri giriş sayfası

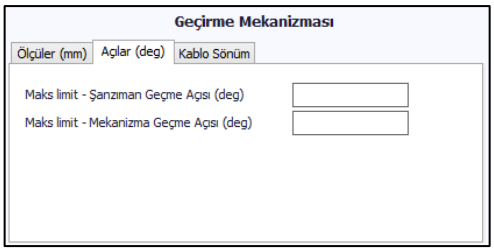
- **Geçirme Mekanizması-Ölçüler :** Ölçüler sekmesi vites mekanizmasının geçirme yönündeki bilgilerini girmemizi sağlar.



Şekil 4. 5 Ölçüler sekmesi

Burada vites kolu uzunluğu 193mm, mekanizma geçirme yarıçapı 79mm, şanzıman geçirme yarıçapı 91mm, şanzıman parmak yarıçapı 39mm ve ortalama halat boşluğu 0.4 mm olarak alınmıştır.

- **Geçirme Mekanizması-Açılar :** Açılar sekmesi vites mekanizmasının geçirme yönündeki açı bilgilerini girmemizi sağlar.



Şekil 4. 6 Açılar sekmesi

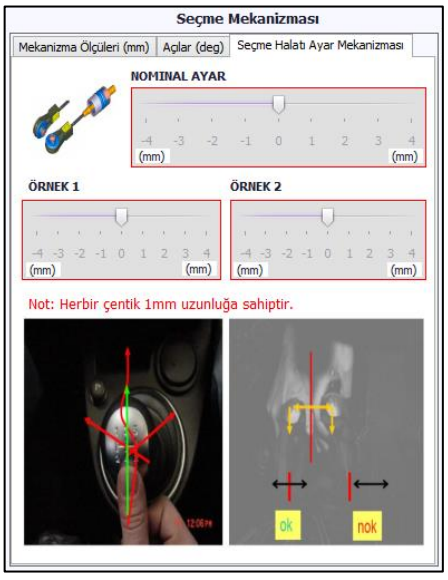
Burada şanzıman seçme açısı 12° ve mekanizma geçirme açısı 17° olarak alınmıştır.

- **Geçirme Mekanizması-Kablo Sönüm :** Kablo sönüm sekmesi vites mekanizmasının geçirme yönündeki damper bilgilerini seçmemizi sağlar. Mevcutta EPDM 70 ve Si 55 malzemeleri kullanılmaktadır.



Şekil 4. 7 Kablo sönüm sekmesi

- **Seçme Mekanizması-Seçme Halatı Ayar Mekanizması :** Seçme halatı ayar sekmesi vites mekanizmasının seçme yönündeki ayar bilgilerini girmemizi sağlar. Bu kısım bir karşılaştırma ekranıdır. Vites halatının yanlış ayarlanması sonucu oluşacak vites noktalarının pozisyonunun ne kadar değiştiğini belirtir.



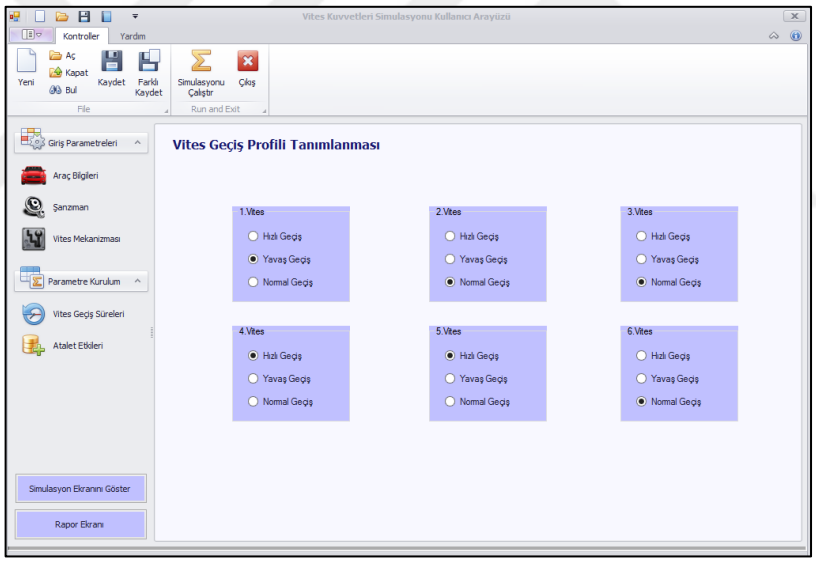
Şekil 4. 8 Seçme halatı ayar mekanizması test ekran

Burada vites kolu uzunluğu 193mm, mekanizma seçme yarıçapı(1) 74mm, mekanizma seçme yarıçapı(2) 48mm, seçme yarıçapı 74mm, şanzıman tarafı seçme yarıçapı 60 mm, seçme parmak yarıçapı 31mm ve ortalama halat boşluğu 0,4mm olarak tanımlanmıştır.

4.5 Vites Geçiş Süreleri Tanımlama Ekranı

Bu ekran parametre kurulum ekranının bir alt ekranı olup sürücünün her vitese geçiş sırasındaki davranışını simule etmek için kullanılır. Burada üç temel vitese geçiş profili belirtilmiştir.

- Hızlı Geçiş Profili
- Yavaş Geçiş Profili
- Normal Geçiş Profili

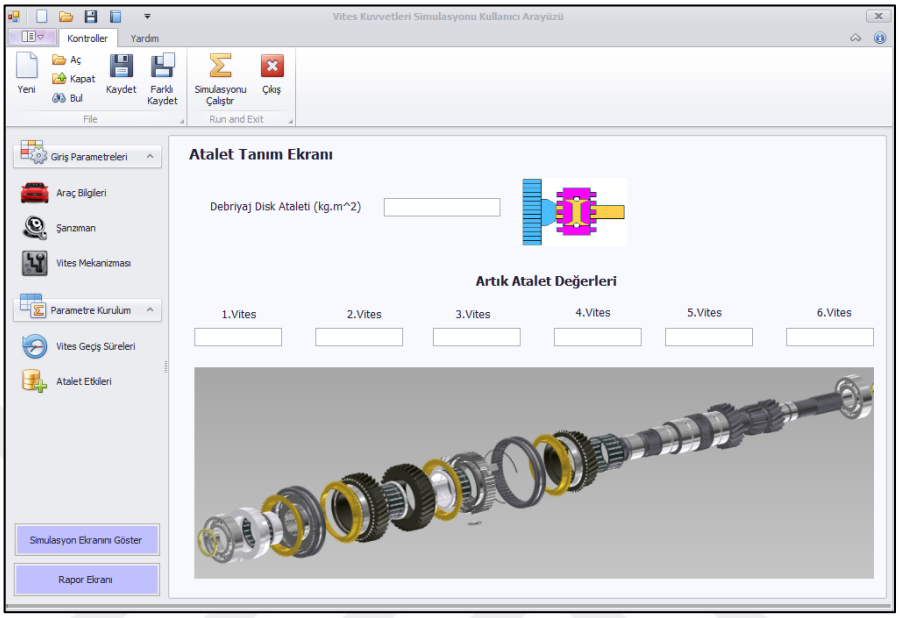


Şekil 4. 9 Vites geçiş profili ekranı

Burada her bir profile ait vites geçiş tanımlarına karşılık süre ifadeleri vardır. Arka planda algoritmada çalışan araç segmentine göre bu değerler yazılım tarafından otomatik olarak seçilir. Bu vites geçiş süreleri daha fazla detaylandırılabilir ancak bunlar yazılımın cevap verme sürelerini arttıran etmenlerdir. Bu yüzden üç adet tanımlama işlemi hızlı cevap verme açısından faydalıdır. Bu tez çalışması kapsamında bu değer normal vites geçisi prosedürüne uygun olarak 0,2s olarak alınmıştır.

4.6 Atalet Etkileri ve Dişli Oranları Giriş Ekranı

Atalet ve dişli seçim ekranı, sistemdeki artık ataleti sistemin içine dahil edip modellememize yardım eder. Her bir vitese ait atalet değerleri bu ekranda girilir. Ayrıca debriyaj baskı diskinin ataleti bu artık ataletin üzerine eklenir.



Şekil 4. 10 Atalet tanım ekranı

Çizelge 2.2'de şanzımana ait dişli oranları verilmektedir. Seçilen şanzıman altı kademeli olduğundan bu oranda sisteme giriş değerimiz vardır. Bu çalışmada debriyaj baskı balata atalet değeri 0, 0091 kgm2 olarak imalatçı katoloğundan alınmıştır.

Çizelge 4. 2 Dişli oranları

1.	2.	3.	4.	5.	6.
3,62	2,05	1,19	0,810	0,902	0,71

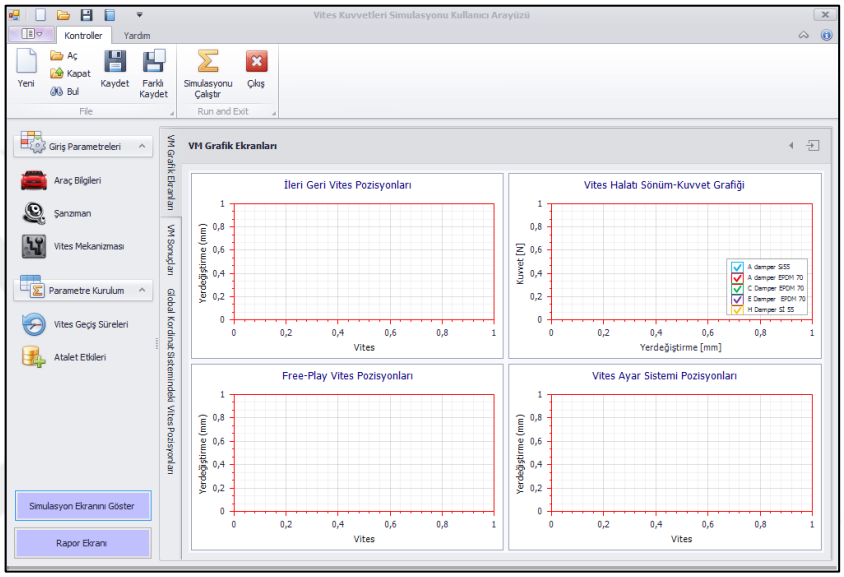
4.7 Simülasyon Sonuç Ekranı

Sonuçların elde edildiği en önemli arayüz ekranıdır. Bu ekranda giriş parametresi olarak girdiğimiz değerlerin algoritma ile birleşerek sonuçlarını elde ederiz. Bu ekranda dört ana bölüm bulunmaktadır.

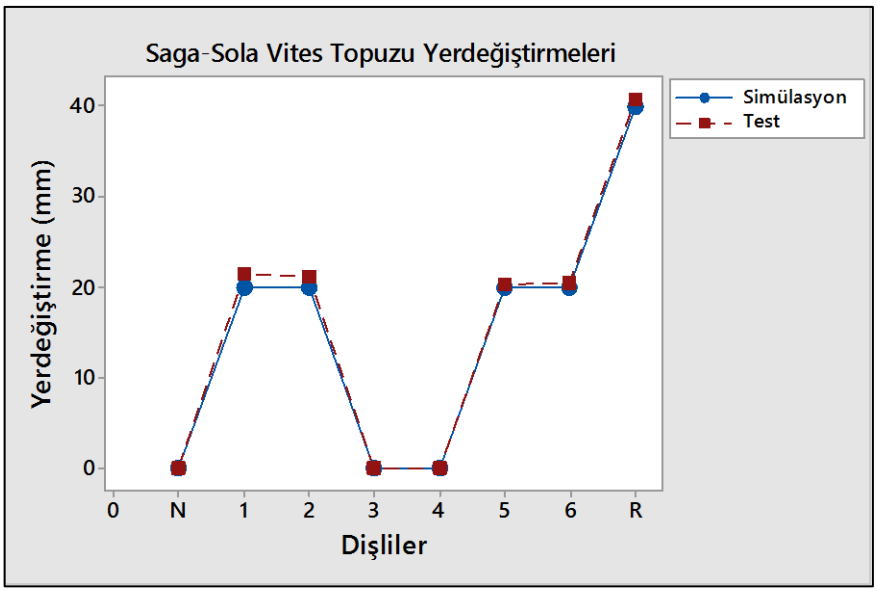
- Vites Mekanizması Grafik Sonuç Ekranı
- Vites Mekanizması Özet Sonuç Ekranı

- Global Kordinat Sistemindeki Vites Pozisyonları Sonuç Ekranı
- Vites Eforları Sonuç Ekranı

Grafik sonuç ekranında karşımıza dört adet grafik çıkmaktadır. İleri-Geri vites pozisyonları vites geçirme yönünde her bir konumu gösterir. Vites halatı sönüm- kuvvet grafiği ise damper etkisini görmemizi sağlar. Vites boşlukları grafiğinde sistem içindeki boşluk değerleri tek bir değere indirgenmiş şekilde gösterilir. Vites ayar sisteminde ise operatörün yanlış vites ayarını simule etmek için konulmuş bir ekrandır.

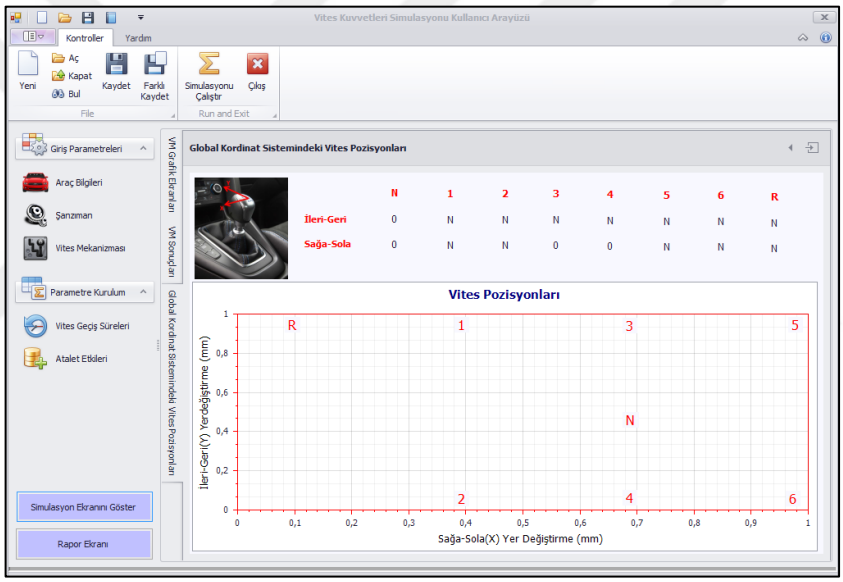


Şekil 4. 11 Vites mekanizması grafik sonuç ekranı



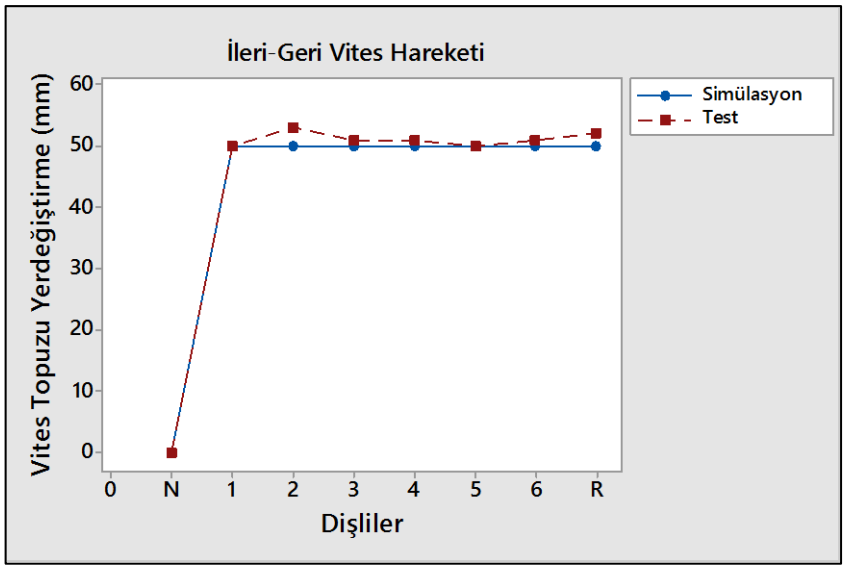
Şekil 4. 12 Sağa-sola vites topuzu yerdeğiştirmelerinin karşılaştırılması

Şekil 4. 12'de vites topuzunun şeçme yönündeki yer değiştirmeleri verilmiştir. Vites N(nötr) pozisyonunda iken sağa sola hareket içermez ve yer değiştirme sıfırdır. 1. ve 3. Viteslerde yer değiştirmeler aynı hatta yer aldıkları için eşittir. Simülasyon çıktısında 1. ve 3. Vitesin yer değiştirmeleri eşit olurken, gerçek araç ölçümünde 2mm'lik bir sapma gözükmektedir. N poziyonunda olan 3. ve 4. viteslerde beklendiği üzere herhangi bir yer değiştirme gözlemlenmemiştir. 1,2 hattının simetriğinde yer alan 3. ve 4. viteslerde ise simülasyon değerleri gerçek ölçüm değerlerinden 1mm uzaktadır. Ayrı bir çizgi hattında bulunan geri vites pozisyonunda ise sonuçlar birbirine örtüşmüştür. Global kordinat sisteminde vites pozisyonlarının konumu ve bunun değerleri oldukça önemlidir. Çünkü gerçek ölçümle arasında bir fark görülürse, mekanizmada bir yanlışlık olduğunun farkına varılır ve kolayca aksiyon alınmasını sağlar.



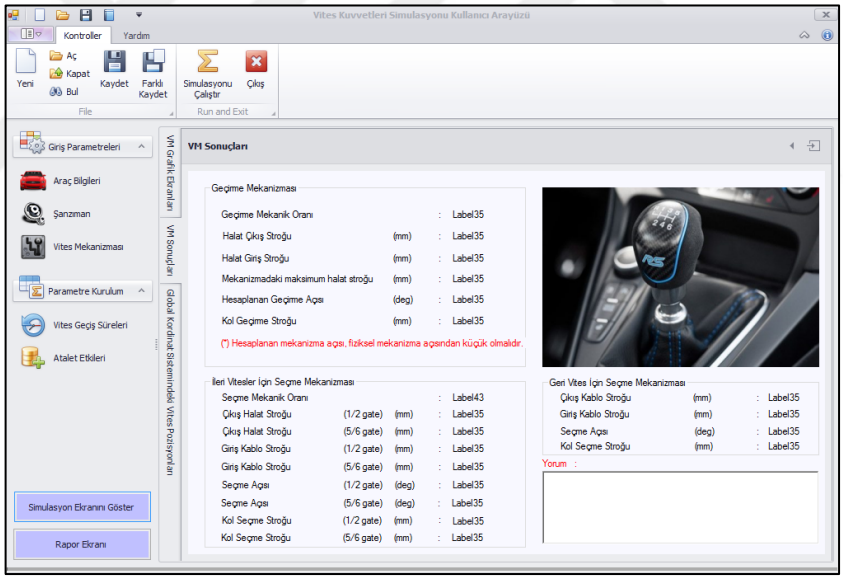
Şekil 4. 13 Global koordinat sistemindeki vites pozisyonlarının karşılaştırılması

Şekil 4.14'de ileri-geri vites hareketlerinin sonuçları tek bir grafik üzerinden verilmiştir. Simülasyon çıktısı doğrusal bir çıktı verirken, test değerlerinde dalgalanma mevcuttur. Bunun nedeni sistem üzerinde hesaplanmayan damper etkilerindendir. Vites atma işleminin tamamlanabilmesi için kol kareketinin yaklaşık olarak 50mm doğrusal yönde yer değiştirme yapması gerekmektedir.



Şekil 4. 14 İleri-geri vites levye hareketleri karşılaştırılması

Özet sayfası sitemdeki bütün parametrelerin bir arada rakamsal olarak görüldüğü bir sayfadır.

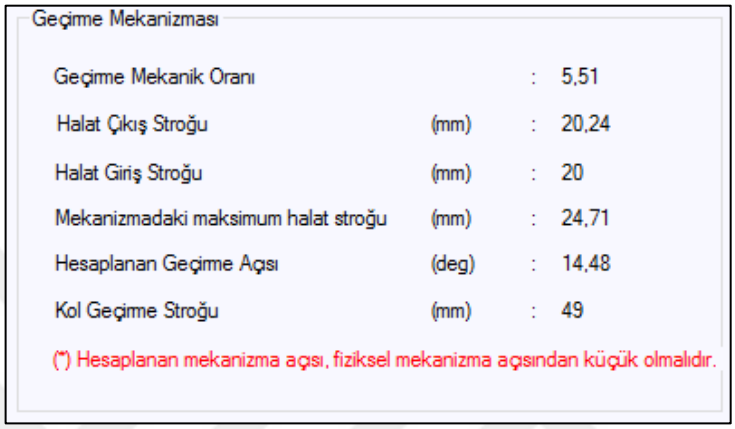


Şekil 4. 15 Vites mekanizması sonuçları özet sayfası

Vites eforları grafik sayfasından vites yükseltme yada vites küçültme gibi operasyonlar sonucu oluşan kuvvetin fiziksel değeri grafiksel olarak gösterilmiştir. Bu sayfa GSQA ölçüm cihazından alınan sonuçların yakınsamasının görüleceği ekrandır.

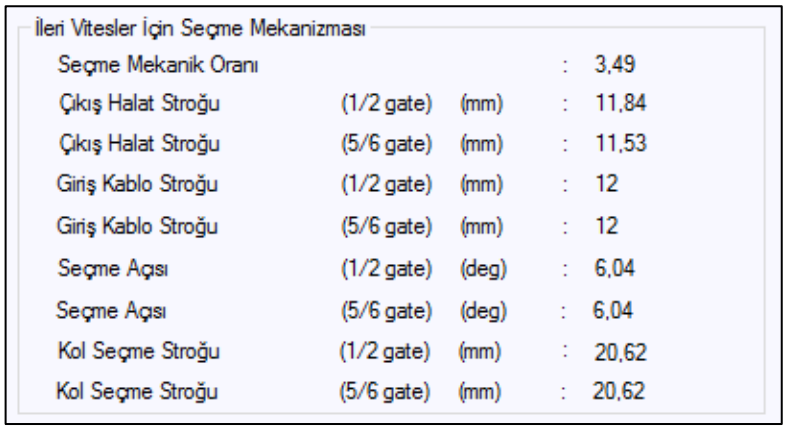
Şekil 4.16'da geçirme mekanizmasının simülasyon sonuçları verilmektedir. Burada vites kontrol mekanizmasına ait beş farklı özellik listelenmiştir. Geçirme mekanik oranı

olarak adlandırılan değer, en önemli parametrelerden biri olup şanzıman vites değiştirme eforları üzerinde doğrusal bir etkiye sahiptir. Burada diğer önemle dikkate alınması gereken konu, hesaplanan değerlerin fiziksel parça ile örtüştüğünün kontrolüdür. Hesaplanan değerlerin vites mekanizması imalatçısından alınan parçaya ait izin verilen mekanik sınırlar içerinde olup olmadığının kontrolünün yapılması gerekmektedir.



Şekil 4. 16 Geçirme mekanizması simülasyon sonuçları

Şekil 4.17'de ileri vitesler için çözdürülen seçme mekanizmasına ait değerler verilmiştir. Sonuçlarda listelenen seçme mekanik oranı vites değiştirme eforu üzerinde etkisi bulunmayan ancak vites pozisyonlarının doğru seçilip seçilmediğinde belirleyici olan bir parametredir.

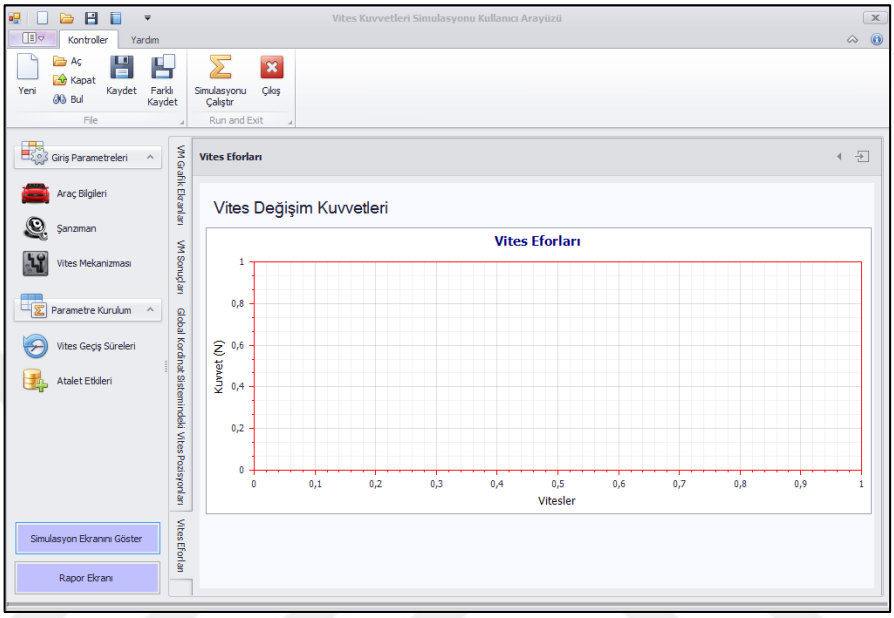


Şekil 4. 17 Seçme mekanizması simülasyon sonuçları

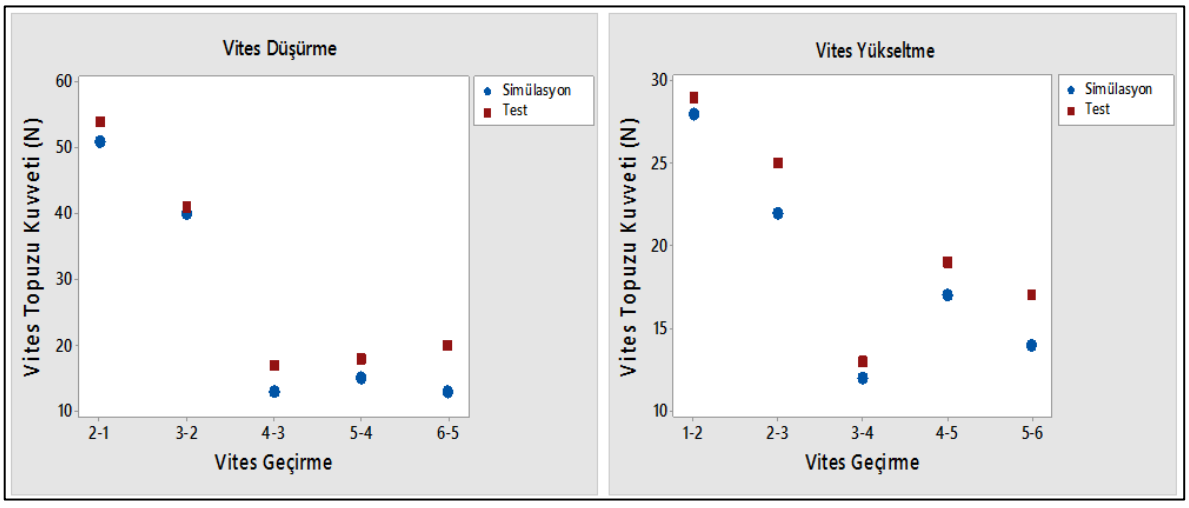
Geri vites için seçme mekanizmasında ise yine aynı mekanik oran geçerlidir. İleri viteslerden tek farkı vites kolu yer değiştirme değerlerinin farklı olmasıdır.

Geri Vites İçin Seçme Mekanizması			
Çıkış Kablo Stroğu	(mm)	:	23,53
Giriş Kablo Stroğu	(mm)	:	24
Seçme Açısı	(deg)	:	12,15
Kol Seçme Stroğu	(mm)	:	41,23

Şekil 4. 18 Geri vites seçme mekanizması simülasyon sonuçları



Şekil 4. 19 Vites eforları grafik sayfası



Şekil 4. 20 Vites eforlarının karşılaştırılması

Şekil 4.20'de karşılaştırılan ölçüm değerleri görülmektedir. Kare ile gösterilen test, mavi ile gösterilen değerler ise simülasyon sunuçlarını göstermektedir. Çizelge 4.3 ve 4.4'te sonuçların yakınsamaları tablo olarak verilmiştir.

Çizelge 4. 3 Vites yükseltme sonuçları (N)

	1/2	**2/3**	**3/4**	**4/5**	**5/6**
GSQA	28	22	12	17	14
GSEA	31	24	15	19	17

Çizelge 4. 4 Vites düşürme sonuçları (N)

	2/1	**3/2**	**4/3**	**5/4**	**6/5**
GSQA	49	41	13	14	12
GSEA	53	46	16	16	20

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Manuel şanzımanlı araçların vites değiştirme kalitesi arayüz geliştirilerek simülasyon sonucu ile karşılaştırılmıştır. Simülasyon çalışmasında her bir sorgu için alt kod satırı oluşturulmuş ve .NET platformunda çözdürülmüştür. Çözdürülen sorgular DevExpress arayüz kullanılarak ekrana yansıtılmıştır. Aynı zamanda çözdürülen her bir data arka planda kullanılan veritabanında saklanmıştır. Saklanan datalar daha sonra gerçek araç verisinden alınan ölçümlerle karşılaştırılmak için kullanılmıştır. Karşılaştırılan değerler grafiksel olarak gösterilmiştir. Gözlemlenen farklıların toleranslar ve sürücü özelliklerinden kaynaklanan sonuçlar dahilinde olduğu düşünülmektedir.

GSEA ile yapılan simülasyon çalışmaları sonucunda senkromeç konik yarıçapının, konik sayısının ve konik yarıçapının vites değiştirme üzerindeki etkisinin çok fazla olduğu anlaşılmaktadır. Vites sistemi kontrol mekanizmasının boyutlarının da sitemin temel davranışı açısından önemi görülmüştür. Bu çerçevede elde edilen çıkarımlar şu şekilde sıralanabilir;

- Şekil 4.12'de sağa-sola vites pozisyonlarının konumları arasına küçük farklılıklar oluşmuştur. Simülasyon suuçlarında aynı hatta bulunan vitesler paralellik gösterirken, gerçek ölçüm sonuçlarında farklılık göstermiştir. Bunun nedeni hatta operatör tarafından yapılan seçme ayarından gelen tolerans sapmalarıdır.
- Şekil 4.14'de verilen ileri-geri vites pozisyonlarında gerçek ölçümlerde etki yapan vites halatındaki damper etkisi gözlemlenmiştir. Damper etkisi ile sonuçların dalgalandığı anlaşılmıştır.

- Çizelge 4.3 ve 4.4'te verilen değerler bu çalışmanın en önemli çıktılarından olup araçların vites kalitesi açısından seviyelerini gösterir. Elde edilen değerler aynı deseni izlediğinden yapılan arayüz çalışmasının kullanılabilirliği teyit edilmiştir.
- Özet olarak bu tez çalışması ile birlikte, manuel şanzımanlı araçların en önemli elemanı olan senkromeç sisteminin tasarımında, bu elemanların vites kalitesine etkisinin anlaşılması kolaylaşmıştır.
- Gelecek çalışmalarda sistemin bütün elemanlarının ayrı ayrı dinamik modelleri kurularak daha kapsamlı grafikler elde edilebilir ve bu grafikler aracılığı ile sistem üzerinde etkili olan altı elemanların tasarımında kullanılabilir.

KAYNAKLAR

[1] Yamamoto, M.K. ve Konda, H.L, (2003). "Some Considerations Regarding the Development Procedure of Commercial Vehicles Shifting Systems", Society of Automotive Engineers, Inc, 01:352.

[2] Hoshino, H., (1999). "Analysis on Synchronization Mechanism of Transmission", Society of Automotive Engineers, Inc, 01:0734.

[3] Joohyung, K., Dunkhwan, S., Changsung, S. ve Hyunsoo, K.,(2002). "Development of Shift Feeling Simulator for a Manual Transmission", Society of Automotive Engineers, Inc, 02:2202.

[4] Rohit, K., Ganesh, A., Sanjay, G. ve Manish, S.,(2010). "Simulation of Gear Shift Force Curve abd Gear Shift Rail Rump Profile", SAE International, Inc, 01:0896.

[5] Yuvraj, V. ve Yuvraj, M.,(2013). "Simulation of Clutch Inertial Effects on Gear Shifting, Synchronizer Capacity and Accelerated Testing of Synchronizers", SAE International, Inc, 01:2807.

[6] Kijong, P. ve Bongsuk, S.,(2015). "Design Optimization of a Control System with a Variable Inertia Mechanism to Improve Shift Feeling in a Manual Transmission", SAE International, Inc, 01:0020.

[7] Lasvo, L., Daniel P. ve Janos M.,,(2005). "Modelling of Gear Change Behaviour", Periodica Polytechnica Ser.Transp.Eng., Inc, 34:3558.

[8] Getrag, Şanzıman Tipleri, http://www.getrag.com/en/products, 4 Mayıs 2015.

[9] Grabcad, https://grabcad.com/library/manual-transmission, 22 Kasım 2011

[10] Mbooster, Dişli Tipleri, http://www.mechanicalbooster.com/2017/02/types-of-gears.html, 10 Şubat 2017

[11] SKF, http://www.skf.com/group/products/bearing-unit-housings/principles, 8 Mart 2015

[12] Praveen,M., Quora, https://www.quora.com/What-are-synchronizer-hubs, 27 Mayıs 2016

[13] Nirmaloutech, http://www.nirmalautotech.com/Power-Transmission.html, 14 Temmuz 2012

[14] Ricardo, http://www.automotive.ricardo.com/driveline-transmission, 3 Haziran 2018

EK-A

.NET KOD SATIRLARI

Bu bölümde arayüz tasarımında kullanılan kodlar verilmiştir. .NET Framework ile yazılan kodlar sıralı olarak listelenmiştir.

```
Imports System.ComponentModel
Imports System.Text
Imports DevExpress.XtraBars
Imports DevExpress.XtraBars.Ribbon
Imports DevExpress.XtraBars.Helpers
Imports DevExpress.Skins
Imports DevExpress.LookAndFeel
Imports DevExpress.UserSkins
Imports DevExpress.XtraCharts
Imports DevExpress.XtraReports.UserDesigner
Imports System.Diagnostics
Imports DevExpress.XtraPrinting
Imports DevExpress.XtraReports.UI


Public Class Form1
    Sub New()
        InitSkins()
        InitializeComponent()

    End Sub
    Sub InitSkins()
        DevExpress.Skins.SkinManager.EnableFormSkins()
        DevExpress.UserSkins.BonusSkins.Register()

    End Sub

    Private Sub inboxItem_LinkClicked(sender As Object, e As
DevExpress.XtraNavBar.NavBarLinkEventArgs) Handles inboxItem.LinkClicked
        Panel1.Visible = True
        Panel2.Visible = False
        Panel3.Visible = False
        Panel4.Visible = False
        Panel6.Visible = False
        Panel7.Visible = False
```

```
    End Sub

    Private Sub outboxItem_LinkClicked(sender As Object, e As
DevExpress.XtraNavBar.NavBarLinkEventArgs) Handles outboxItem.LinkClicked
        Panel1.Visible = True
        Panel2.Visible = False
        Panel3.Visible = False
        Panel7.Visible = True
        Panel6.Visible = True
        Panel4.Visible = True

    End Sub

    Private Sub Form1_Load(sender As Object, e As EventArgs) Handles MyBase.Load
        Panel1.Visible = False
        Panel2.Visible = False
        Panel3.Visible = False
        Panel4.Visible = False
        Panel6.Visible = False
        Panel7.Visible = False

    End Sub
    Private Sub draftsItem_LinkClicked(sender As Object, e As
DevExpress.XtraNavBar.NavBarLinkEventArgs) Handles draftsItem.LinkClicked

        Panel1.Visible = True
        Panel6.Visible = True
        Panel7.Visible = True
        Panel2.Visible = True
        Panel4.Visible = True
        Panel3.Visible = False

    End Sub

    Private Sub calendarItem_LinkClicked(sender As Object, e As
DevExpress.XtraNavBar.NavBarLinkEventArgs) Handles calendarItem.LinkClicked

        Panel1.Visible = True
        Panel2.Visible = False
        Panel3.Visible = False
        Panel7.Visible = True
        Panel6.Visible = True
        Panel4.Visible = False

    End Sub

    Private Sub tasksItem_LinkClicked(sender As Object, e As
DevExpress.XtraNavBar.NavBarLinkEventArgs) Handles tasksItem.LinkClicked

        Panel1.Visible = True
        Panel2.Visible = False
        Panel3.Visible = False
        Panel7.Visible = True
        Panel6.Visible = False
        Panel4.Visible = False

    End Sub

    Private Sub SimpleButton1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
SimpleButton1.Click
        Form2.Show()
```

```
    End Sub

    Private Sub SimpleButton2_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
SimpleButton2.Click
        Form2.Show()
    End Sub

    Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
Button1.Click

        Panel1.Visible = True
        Panel2.Visible = True
        Panel3.Visible = True
        Panel4.Visible = True
        Panel6.Visible = True
        Panel7.Visible = True

    End Sub

    Private Sub BarButtonItem1_ItemClick(sender As Object, e As
ItemClickEventArgs) Handles BarButtonItem1.ItemClick

        'Shift Calculation
        Label35.Text = Math.Round(Val(TextBox4.Text) / Val(TextBox5.Text) *
Val(TextBox6.Text) / Val(TextBox7.Text), 2)
            Label39.Text = Math.Round(Val(TextBox6.Text) *
Math.Sin(Val(TextBox9.Text) * 3.14 / 180), 2)
            Label41.Text = Math.Round(Val(Label39.Text) + Val(TextBox8.Text))
            Label46.Text = Math.Round(Val(TextBox5.Text) *
Math.Sin(Val(TextBox10.Text) * 3.14 / 180), 2)
            Label52.Text = Math.Round(Val(TextBox4.Text) / Val(TextBox5.Text) *
Val(Label41.Text), 2)
            Label50.Text = Math.Round(Math.Asin(Val(Label52.Text) /
Val(TextBox4.Text)) * 180 / 3.14, 2)

            'Select Calculation

            Label43.Text = Math.Round(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text) *
Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text) * Val(TextBox16.Text) /
Val(TextBox17.Text), 2)

            Label57.Text = Math.Round(Val(TextBox16.Text) *
Math.Sin(Val(TextBox19.Text) * 3.14 / 180), 2)
            Label91.Text = Math.Round(Val(TextBox16.Text) *
Math.Sin(Val(TextBox18.Text) * 3.14 / 180), 2)


            'Output Cable Strokes
            Label59.Text = Math.Round(Val(Label57.Text) + Val(TextBox11.Text))
            Label58.Text = Math.Round(Val(Label91.Text) + Val(TextBox11.Text))


        Label61.Text = Math.Round(Math.Asin((Val(Label58.Text) *
Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text) / Val(TextBox14.Text))) * 180 / 3.14,
2)
        Label60.Text = Math.Round(Math.Asin((Val(Label58.Text) *
Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text) / Val(TextBox14.Text))) * 180 / 3.14,
2)

        Label79.Text = Math.Round(Val(TextBox16.Text) *
Math.Sin(Val(TextBox20.Text) * 3.14 / 180), 2)
```

```
        Label76.Text = Math.Round(Val(Label79.Text) + Val(TextBox11.Text))
        Label80.Text = Math.Round(Math.Asin((Val(Label76.Text) *
Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text) / Val(TextBox14.Text))) * 180 / 3.14,
2)


        'Handle Lever Strokes for Nominal Condition


        If TrackBarControl1.Value = 0 Then
            Label65.Text = Math.Round(Val(Label59.Text) * (Val(TextBox13.Text) /
Val(TextBox12.Text)) * (Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)
            Label88.Text = Math.Round(Val(Label58.Text) * (Val(TextBox13.Text) /
Val(TextBox12.Text)) * (Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)
            Label82.Text = Math.Round(Val(Label76.Text) * (Val(TextBox13.Text) /
Val(TextBox12.Text)) * (Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)


            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("N", 0))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("1",
Val(Label65.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("2",
Val(Label65.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("3", 0))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("4", 0))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("5",
Val(Label88.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("6",
Val(Label88.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("R",
Val(Label82.Text)))

        End If

        If TrackBarControl1.Value > 0 Then
            Label65.Text = Math.Round((Val(Label59.Text) -
TrackBarControl1.Value) * (Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text)) *
(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)
            Label88.Text = Math.Round((Val(Label58.Text) -
TrackBarControl1.Value) * (Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text)) *
(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)
            Label82.Text = Math.Round((Val(Label76.Text) -
TrackBarControl1.Value) * (Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text)) *
(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)

            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("N", 0))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("1",
Val(Label65.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("2",
Val(Label65.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("3", 0))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("4", 0))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("5",
Val(Label88.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("6",
Val(Label88.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("R",
Val(Label82.Text)))

        End If
```

```
        If TrackBarControl1.Value < 0 Then
            Label65.Text = Math.Round((Val(Label59.Text) +
TrackBarControl1.Value) * (Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text)) *
(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)
            Label88.Text = Math.Round((Val(Label58.Text) +
TrackBarControl1.Value) * (Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text)) *
(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)
            Label82.Text = Math.Round((Val(Label76.Text) +
TrackBarControl1.Value) * (Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text)) *
(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)

            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("N", 0))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("1",
Val(Label65.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("2",
Val(Label65.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("3", 0))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("4", 0))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("5",
Val(Label88.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("6",
Val(Label88.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("R",
Val(Label82.Text)))

        End If


        ''''''''''''''''''''''''''''''''''''
        'Handle Lever Strokes 1

        If TrackBarControl2.Value = 0 Then

            Label65.Text = Math.Round(Val(Label59.Text) * (Val(TextBox13.Text) /
Val(TextBox12.Text)) * (Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)
            Label88.Text = Math.Round(Val(Label58.Text) * (Val(TextBox13.Text) /
Val(TextBox12.Text)) * (Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)
            Label82.Text = Math.Round(Val(Label76.Text) * (Val(TextBox13.Text) /
Val(TextBox12.Text)) * (Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)


            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("N", 0))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("1",
Val(Label65.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("2",
Val(Label65.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("3", 0))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("4", 0))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("5",
Val(Label88.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("6",
Val(Label88.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("R",
Val(Label82.Text)))

        End If

        If TrackBarControl2.Value > 0 Then
            Label65.Text = Math.Round((Val(Label59.Text) -
TrackBarControl2.Value) * (Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text)) *
(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)
```

```
            Label88.Text = Math.Round((Val(Label58.Text) -
TrackBarControl2.Value) * (Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text)) *
(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)
            Label82.Text = Math.Round((Val(Label76.Text) -
TrackBarControl2.Value) * (Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text)) *
(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)

            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("N", 0))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("1",
Val(Label65.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("2",
Val(Label65.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("3", 0))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("4", 0))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("5",
Val(Label88.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("6",
Val(Label88.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("R",
Val(Label82.Text)))

        End If

        If TrackBarControl2.Value < 0 Then
            Label65.Text = Math.Round((Val(Label59.Text) +
TrackBarControl2.Value) * (Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text)) *
(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)
            Label88.Text = Math.Round((Val(Label58.Text) +
TrackBarControl2.Value) * (Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text)) *
(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)
            Label82.Text = Math.Round((Val(Label76.Text) +
TrackBarControl2.Value) * (Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text)) *
(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)


            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("N", 0))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("1",
Val(Label65.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("2",
Val(Label65.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("3", 0))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("4", 0))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("5",
Val(Label88.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("6",
Val(Label88.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint("R",
Val(Label82.Text)))

        End If

        ''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''

        'Handle Lever Strokes 1

        If TrackBarControl3.Value = 0 Then

            Label65.Text = Math.Round(Val(Label59.Text) * (Val(TextBox13.Text) /
Val(TextBox12.Text)) * (Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)
            Label88.Text = Math.Round(Val(Label58.Text) * (Val(TextBox13.Text) /
Val(TextBox12.Text)) * (Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)
```

```
            Label82.Text = Math.Round(Val(Label76.Text) * (Val(TextBox13.Text) /
Val(TextBox12.Text)) * (Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)


            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("N", 0))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("1",
Val(Label65.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("2",
Val(Label65.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("3", 0))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("4", 0))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("5",
Val(Label88.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("6",
Val(Label88.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("R",
Val(Label82.Text)))

        End If


        If TrackBarControl3.Value > 0 Then
            Label65.Text = Math.Round((Val(Label59.Text) +
TrackBarControl3.Value) * (Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text)) *
(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)
            Label88.Text = Math.Round((Val(Label58.Text) +
TrackBarControl3.Value) * (Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text)) *
(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)
            Label82.Text = Math.Round((Val(Label76.Text) +
TrackBarControl3.Value) * (Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text)) *
(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)

            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("N", 0))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("1",
Val(Label65.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("2",
Val(Label65.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("3", 0))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("4", 0))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("5",
Val(Label88.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("6",
Val(Label88.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("R",
Val(Label82.Text)))

        End If

        If TrackBarControl3.Value < 0 Then
            Label65.Text = Math.Round((Val(Label59.Text) -
TrackBarControl3.Value) * (Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text)) *
(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)
            Label88.Text = Math.Round((Val(Label58.Text) -
TrackBarControl3.Value) * (Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text)) *
(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)
            Label82.Text = Math.Round((Val(Label76.Text) -
TrackBarControl3.Value) * (Val(TextBox13.Text) / Val(TextBox12.Text)) *
(Val(TextBox15.Text) / Val(TextBox14.Text)), 2)


            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("N", 0))
```

```
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("1",
Val(Label65.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("2",
Val(Label65.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("3", 0))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("4", 0))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("5",
Val(Label88.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("6",
Val(Label88.Text)))
            ChartControl2.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint("R",
Val(Label82.Text)))

        End If

        'FORE AFT POSİTİONS

        ChartControl1.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("N", 0))
        ChartControl1.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("1",
Val(Label52.Text)))
            ChartControl1.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("2",
Val(Label52.Text)))
            ChartControl1.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("3",
Val(Label52.Text)))
            ChartControl1.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("4",
Val(Label52.Text)))
            ChartControl1.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("5",
Val(Label52.Text)))
            ChartControl1.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("6",
Val(Label52.Text)))
            ChartControl1.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint("R",
Val(Label52.Text)))

        'Cross Gate Positions

        'GEAR POSİTİONS

        '1-2 LANE
        ChartControl3.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label65.Text), Val(Label52.Text)))
            ChartControl3.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label65.Text), -1 * Val(Label52.Text)))
            '3-4 LANE
            ChartControl3.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint(0,
Val(Label52.Text)))
            ChartControl3.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint(0, -1 *
Val(Label52.Text)))
            '5-6 LANE
            ChartControl3.Series("Series 1").Points.Add(New
SeriesPoint(Val(Label88.Text), Val(Label52.Text)))
            ChartControl3.Series("Series 1").Points.Add(New
SeriesPoint(Val(Label88.Text), -1 * Val(Label52.Text)))
        'R LANE
        ChartControl3.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label82.Text), Val(Label52.Text)))

        ' 1.gear

        ChartControl3.Series("1 Gear").Points.Add(New SeriesPoint((-1 *
Val(Label65.Text)) - 3.8, Val(Label52.Text) - 3.8))
```

```
        ChartControl3.Series("1 Gear").Points.Add(New SeriesPoint((-1 *
Val(Label65.Text)) - 3.8, Val(Label52.Text) + 3.8))
        ChartControl3.Series("1 Gear").Points.Add(New SeriesPoint((-1 *
Val(Label65.Text)) + 3.8, Val(Label52.Text) + 3.8))
        ChartControl3.Series("1 Gear").Points.Add(New SeriesPoint((-1 *
Val(Label65.Text)) + 3.8, Val(Label52.Text) - 3.8))

        ' 2.gear

        ChartControl3.Series("2 Gear").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label65.Text) - 3.8, -1 * Val(Label52.Text) + 3.8))
        ChartControl3.Series("2 Gear").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label65.Text) - 3.8, -1 * Val(Label52.Text) - 3.8))
        ChartControl3.Series("2 Gear").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label65.Text) + 3.8, -1 * Val(Label52.Text) - 3.8))
        ChartControl3.Series("2 Gear").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label65.Text) + 3.8, -1 * Val(Label52.Text) + 3.8))

        ' 3.gear

        ChartControl3.Series("3 Gear").Points.Add(New SeriesPoint(-3.8,
Val(Label52.Text) - 3.8))
        ChartControl3.Series("3 Gear").Points.Add(New SeriesPoint(-3.8,
Val(Label52.Text) + 3.8))
        ChartControl3.Series("3 Gear").Points.Add(New SeriesPoint(+3.8,
Val(Label52.Text) + 3.8))
        ChartControl3.Series("3 Gear").Points.Add(New SeriesPoint(+3.8,
Val(Label52.Text) - 3.8))

        ' 4.gear

        ChartControl3.Series("4 Gear").Points.Add(New SeriesPoint(-3.8, -1 *
Val(Label52.Text) + 3.8))
        ChartControl3.Series("4 Gear").Points.Add(New SeriesPoint(-3.8, -1 *
Val(Label52.Text) - 3.8))
        ChartControl3.Series("4 Gear").Points.Add(New SeriesPoint(+3.8, -1 *
Val(Label52.Text) - 3.8))
        ChartControl3.Series("4 Gear").Points.Add(New SeriesPoint(+3.8, -1 *
Val(Label52.Text) + 3.8))


        ' 5.gear


        ChartControl3.Series("5 Gear").Points.Add(New
SeriesPoint(Val(Label88.Text) - 3.8, Val(Label52.Text) - 3.8))
        ChartControl3.Series("5 Gear").Points.Add(New
SeriesPoint(Val(Label88.Text) - 3.8, Val(Label52.Text) + 3.8))
        ChartControl3.Series("5 Gear").Points.Add(New
SeriesPoint(Val(Label88.Text) + 3.8, Val(Label52.Text) + 3.8))
        ChartControl3.Series("5 Gear").Points.Add(New
SeriesPoint(Val(Label88.Text) + 3.8, Val(Label52.Text) - 3.8))

        ' 6.gear

        ChartControl3.Series("6 Gear").Points.Add(New
SeriesPoint(Val(Label88.Text) - 3.8, -1 * Val(Label52.Text) + 3.8))
        ChartControl3.Series("6 Gear").Points.Add(New
SeriesPoint(Val(Label88.Text) - 3.8, -1 * Val(Label52.Text) - 3.8))
        ChartControl3.Series("6 Gear").Points.Add(New
SeriesPoint(Val(Label88.Text) + 3.8, -1 * Val(Label52.Text) - 3.8))
```

```
        ChartControl3.Series("6 Gear").Points.Add(New
SeriesPoint(Val(Label88.Text) + 3.8, -1 * Val(Label52.Text) + 3.8))

        ' R.gear

        ChartControl3.Series("R Gear").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label82.Text) - 3.8, Val(Label52.Text) - 3.8))
        ChartControl3.Series("R Gear").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label82.Text) - 3.8, Val(Label52.Text) + 3.8))
        ChartControl3.Series("R Gear").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label82.Text) + 3.8, Val(Label52.Text) + 3.8))
        ChartControl3.Series("R Gear").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label82.Text) + 3.8, Val(Label52.Text) - 3.8))

        ' H PATERN ÇİZGİLERİ
        ChartControl3.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label82.Text), 0))
        ChartControl3.Series("Series 2").Points.Add(New
SeriesPoint(Val(Label88.Text), 0))

        ChartControl3.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label82.Text), 0))
        ChartControl3.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label82.Text), Val(Label52.Text)))


        ChartControl3.Series("Series 4").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label65.Text), Val(Label52.Text)))
        ChartControl3.Series("Series 4").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label65.Text), -1 * Val(Label52.Text)))


        ChartControl3.Series("Series 5").Points.Add(New SeriesPoint(0,
Val(Label52.Text)))
        ChartControl3.Series("Series 5").Points.Add(New SeriesPoint(0, -1 *
Val(Label52.Text)))

        ChartControl3.Series("Series 6").Points.Add(New
SeriesPoint(Val(Label88.Text), Val(Label52.Text)))
        ChartControl3.Series("Series 6").Points.Add(New
SeriesPoint(Val(Label88.Text), -1 * Val(Label52.Text)))

        'GEAR POSİTİONS

        '1-2 LANE
        ChartControl4.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label65.Text), Val(Label52.Text)))
            ChartControl4.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label65.Text), -1 * Val(Label52.Text)))
            '3-4 LANE
            ChartControl4.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint(0,
Val(Label52.Text)))
            ChartControl4.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint(0, -1 *
Val(Label52.Text)))
            '5-6 LANE
            ChartControl4.Series("Series 1").Points.Add(New
SeriesPoint(Val(Label88.Text), Val(Label52.Text)))
            ChartControl4.Series("Series 1").Points.Add(New
SeriesPoint(Val(Label88.Text), -1 * Val(Label52.Text)))
            'R LANE
```

```
            ChartControl4.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label82.Text), Val(Label52.Text)))

            ' H PATERN ÇİZGİLERİ
            ChartControl4.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label82.Text), 0))
            ChartControl4.Series("Series 2").Points.Add(New
SeriesPoint(Val(Label88.Text), 0))

            ChartControl4.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label82.Text), 0))
            ChartControl4.Series("Series 3").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label82.Text), Val(Label52.Text)))


            ChartControl4.Series("Series 4").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label65.Text), Val(Label52.Text)))
            ChartControl4.Series("Series 4").Points.Add(New SeriesPoint(-1 *
Val(Label65.Text), -1 * Val(Label52.Text)))


            ChartControl4.Series("Series 5").Points.Add(New SeriesPoint(0,
Val(Label52.Text)))
            ChartControl4.Series("Series 5").Points.Add(New SeriesPoint(0, -1 *
Val(Label52.Text)))

            ChartControl4.Series("Series 6").Points.Add(New
SeriesPoint(Val(Label88.Text), Val(Label52.Text)))
            ChartControl4.Series("Series 6").Points.Add(New
SeriesPoint(Val(Label88.Text), -1 * Val(Label52.Text)))


        'CABLE DAMPER STIFNESS CHARTS

        ChartControl5.Series("A damper Si55").Points.Add(New SeriesPoint(-100, -
2.2))
        ChartControl5.Series("A damper Si55").Points.Add(New SeriesPoint(-50, -
1.85))
        ChartControl5.Series("A damper Si55").Points.Add(New SeriesPoint(-37.5, -
1.8))
        ChartControl5.Series("A damper Si55").Points.Add(New SeriesPoint(-25, -
1.5))
        ChartControl5.Series("A damper Si55").Points.Add(New SeriesPoint(-12.5, -
1.2))
        ChartControl5.Series("A damper Si55").Points.Add(New SeriesPoint(12.5,
1.3))
        ChartControl5.Series("A damper Si55").Points.Add(New SeriesPoint(25,
1.5))
        ChartControl5.Series("A damper Si55").Points.Add(New SeriesPoint(37.5,
1.7))
        ChartControl5.Series("A damper Si55").Points.Add(New SeriesPoint(50,
1.8))
        ChartControl5.Series("A damper Si55").Points.Add(New SeriesPoint(62.5,
1.9))
        ChartControl5.Series("A damper Si55").Points.Add(New SeriesPoint(75, 2))
        ChartControl5.Series("A damper Si55").Points.Add(New SeriesPoint(100,
2.15))
        ChartControl5.Series("A damper Si55").Points.Add(New SeriesPoint(150,
2.2))
```

```
        ChartControl5.Series("A damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(-150,
-1.3))
        ChartControl5.Series("A damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(-100,
-1.4))
        ChartControl5.Series("A damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(-
62.5, -1.2))
        ChartControl5.Series("A damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(-50,
-1.1))
        ChartControl5.Series("A damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(12.5,
0.8))
        ChartControl5.Series("A damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(25,
1))
        ChartControl5.Series("A damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(37.5,
1.2))
        ChartControl5.Series("A damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(87.5,
1.5))
        ChartControl5.Series("A damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(100,
1.6))
        ChartControl5.Series("A damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(150,
1.8))

        ChartControl5.Series("C Damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(-
87.5, -1.8))
        ChartControl5.Series("C Damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(-50,
-1.6))
        ChartControl5.Series("C Damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(-
37.5, -1.4))
        ChartControl5.Series("C Damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(-25,
-0.8))
        ChartControl5.Series("C Damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(-
12.5, -0.2))
        ChartControl5.Series("C Damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(12.5,
1.3))
        ChartControl5.Series("C Damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(25,
1.5))
        ChartControl5.Series("C Damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(37.5,
1.7))
        ChartControl5.Series("C Damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(50,
1.75))
        ChartControl5.Series("C Damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(62.5,
1.8))
        ChartControl5.Series("C Damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(75,
1.85))
        ChartControl5.Series("C Damper EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(100,
2))

        ChartControl5.Series("E Damper  EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(-
87.5, -1))
        ChartControl5.Series("E Damper  EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(-50,
-0.6))
        ChartControl5.Series("E Damper  EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(-
37.5, -0.45))
        ChartControl5.Series("E Damper  EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(-25,
-0.4))
        ChartControl5.Series("E Damper  EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(-
12.5, -0.21))
        ChartControl5.Series("E Damper  EPDM 70").Points.Add(New
SeriesPoint(12.5, 0.4))
        ChartControl5.Series("E Damper  EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(25,
0.6))
```

```
        ChartControl5.Series("E Damper  EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(50,
1))
        ChartControl5.Series("E Damper  EPDM 70").Points.Add(New
SeriesPoint(62.5, 1.3))
        ChartControl5.Series("E Damper  EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(100,
1.9))
        ChartControl5.Series("E Damper  EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(125,
2.1))
        ChartControl5.Series("E Damper  EPDM 70").Points.Add(New SeriesPoint(150,
2.2))

        ChartControl5.Series("H Damper Sİ 55").Points.Add(New SeriesPoint(-87.5,
-1))
        ChartControl5.Series("H Damper Sİ 55").Points.Add(New SeriesPoint(-50, -
0.6))
        ChartControl5.Series("H Damper Sİ 55").Points.Add(New SeriesPoint(-37.5,
-0.45))
        ChartControl5.Series("H Damper Sİ 55").Points.Add(New SeriesPoint(-25, -
0.4))
        ChartControl5.Series("H Damper Sİ 55").Points.Add(New SeriesPoint(-12.5,
-0.21))
        ChartControl5.Series("H Damper Sİ 55").Points.Add(New SeriesPoint(12.5,
0.95))
        ChartControl5.Series("H Damper Sİ 55").Points.Add(New SeriesPoint(25,
1.38))
        ChartControl5.Series("H Damper Sİ 55").Points.Add(New SeriesPoint(37.5,
1.58))
        ChartControl5.Series("H Damper Sİ 55").Points.Add(New SeriesPoint(50,
1.7))
        ChartControl5.Series("H Damper Sİ 55").Points.Add(New SeriesPoint(62.5,
1.8))
        ChartControl5.Series("H Damper Sİ 55").Points.Add(New SeriesPoint(100,
2))
        ChartControl5.Series("H Damper Sİ 55").Points.Add(New SeriesPoint(150,
2.1))

        ChartControl5.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint(-150, 0))
        ChartControl5.Series("Series 1").Points.Add(New SeriesPoint(150, 0))
        ChartControl5.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint(0, -3))
        ChartControl5.Series("Series 2").Points.Add(New SeriesPoint(0, 3))

        Label138.Text = 1 * Val(Label52.Text)
        Label30.Text = 1 * Val(Label52.Text)
        Label143.Text = 1 * Val(Label52.Text)
        Label149.Text = 1 * Val(Label52.Text)
        Label127.Text = -1 * Val(Label52.Text)
        Label140.Text = -1 * Val(Label52.Text)
        Label146.Text = -1 * Val(Label52.Text)
        Label137.Text = -1 * Val(Label65.Text)
        Label128.Text = -1 * Val(Label65.Text)
        Label142.Text = 1 * Val(Label65.Text)
        Label147.Text = 1 * Val(Label65.Text)
        Label150.Text = 1 * Val(Label82.Text)


    End Sub

    Private Sub ChartControl1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
ChartControl1.Click

    End Sub
```

```
    Private Sub NavigationPane1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
NavigationPane1.Click

    End Sub

    Private Sub Panel1_Paint(sender As Object, e As PaintEventArgs) Handles
Panel1.Paint

    End Sub

    Private Sub ComboBox4_SelectedIndexChanged(sender As Object, e As EventArgs)
Handles ComboBox4.SelectedIndexChanged

        If ComboBox4.SelectedItem = "VMT6" Then
            TextBox4.Text = "196"
            TextBox5.Text = "80"
            TextBox6.Text = "90"
            TextBox7.Text = "40"
            TextBox8.Text = "0.5"
            TextBox9.Text = "13"
            TextBox10.Text = "18"
            TextBox15.Text = "196"
            TextBox14.Text = "74"
            TextBox13.Text = "48"
            TextBox16.Text = "61"
            TextBox11.Text = "0.5"
            TextBox12.Text = "74"
            TextBox17.Text = "30"
            TextBox19.Text = "11.2"
            TextBox18.Text = "10.9"
            TextBox20.Text = "22.7"

        End If
    End Sub

    Private Sub Button2_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
Button2.Click

        Dim report As New XtraReport1
        Dim tool As ReportPrintTool = New ReportPrintTool(report)
        report.CreateDocument()
        report.ShowPreview

    End Sub

End Class
```

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Emrah ARSLAN

Doğum Tarihi ve Yeri : 14.09.1989 Çaycuma

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : emraharslan67@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	**Alan**	**Okul/Üniversite**	**Mezuniyet Yılı**
Lisans	Makine Müh.	Yıldız Teknik Üniv.	2012
Lise	Sayısal	Oktay Olcay Yurtbay Anadolu Lisesi	2007

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	**Firma/Kurum**	**Görevi**
2012-	Ford Otosan A.Ş.	Ar-Ge Mühendisi

YAYINLARI

Makale

1. Arslan, E. ve Sagirli, E., (2018). “Gear Shift Efforts Analysis and User Interface Software Development”, International Journal of Engineering Technologies, 4:1