

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜRÜŞ KONFORU ÖZELLİKLERİNDEN SARSINTI ÖNLEYİCİ
FONKSİYONUNUN NESNEL METRİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE
İNCELENMESİ**

Ahmed ARSLANTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı
Enerji Programı

Danışman
Doç. Dr. Alp Tekin ERGENÇ

Temmuz, 2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜRÜŞ KONFORU ÖZELLİKLERİNDEN SARSINTI ÖNLEYİCİ
FONKSİYONUNUN NESNEL METRİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE
İNCELENMESİ**

Ahmed ARSLANTÜRK tarafından hazırlanan tez çalışması 11.07.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Alp Tekin ERGENÇ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Alp Tekin ERGENÇ, Danışman

Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Levent YÜKSEK

Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Akın KUTLAR

İstanbul Teknik Üniversitesi

Danışmanım Doç. Dr. Alp Tekin ERGENÇ sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Sürüş Özelliklerinden Sarsıntı Önleyici Fonksiyonun Nesnel Metriklerinin Belirlenmesi ve İncelenmesi başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Ahmed ARSLANTÜRK

İmza

*Bu tezimi çalışmalarım sırasında beni destekleyen aileme ve özellikle sevgili ikizlerimizi
yetiřtiren annelerine en kalbi sevgilerimle ithaf ederim.*

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması sürüş özellikleri değerlendirme yöntemlerinin nesnel değerlendirme yöntemleri ile geliştirilmesi için hazırlanmıştır. Bu çalışmanın başlangıcını yapan ve ilerleten Özer Uluçay'a tezim için bana destekleri dolayısıyla teşekkürü bir borç bilirim.

Ahmed ARSLANTÜRK

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ.....	VIII
KISALTMA LİSTESİ	IX
ŞEKİL LİSTESİ	X
TABLO LİSTESİ	XI
ÖZET	XIII
ABSTRACT	XIII
BÖLÜM 1	
1 Giriş	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	1
1.3 Hipotez	1
BÖLÜM 2	
2.1 Nesnel Değerlendirme - Yavaşlama Esnasında Gaz Vermenin Nesnel Değerlendirilmesi.....	4
2.1.1 İstikrarlı Tork Uyuşması	5
2.1.2 Zirve İvmelenme Açısı.....	6
2.1.3 Tepki	7
2.1.4 İvmelenme Dalgalanması.....	8
2.1.5 İvmelenme Sehimî	9
2.1.6 İvmelenme Gecikmesi	10
2.1.7 Geçici İvmelenme Tork Uyuşması.....	11
2.1.8 Motor Hızı Aşırı Artımı.....	12

BÖLÜM 3

SONUÇ ve ÖNERİLER.....	14
3.1 Nesnel Ölçüt Tanımlaması	14
3.1.1 İstikrarlı Tork Uyuşması	16
3.1.2 Zirve İvmelenme Açısı.....	17
3.1.3 Tepki	18
3.1.4 İvmelenme Dalgalanması.....	19
3.1.5 İvmelenme Sehimini	20
3.1.6 İvmelenme Gecikmesi	21
3.1.7. Geçici İvmelenme Tork Uyuşması.....	22
3.1.8 Motor Hızı Aşırı Artımı	23
EK A	
Değerlendirme Ölçüm Kistası	24
Kaynaklar	25

SİMGE LİSTESİ

HP	Horse Power
kg	Kilogram
kW	Kilo Watt
m	Metre
N	Newton
Nm	Newton Metre
m/s^2	Saniye karede metre
m/s	Saniyede metre

AG	Acceleration gain
AR	Acceleration response
AS	Acceleration shock
ARMS	Acceleration root mean square
DA	delta acceleration
LA	longitudinal acceleration
NEDC	New European Driving Cycle
OEM	Original Equipment Manufacturers
PCM	Powertrain Control Module
POT	Partial open throttle for accelerator pedal
RT	Response time
SS	shift shock
RD	response delay
TP	Transient performance
WOT	Wide open throttle for accelerator pedal

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1	Ani pedal hareketine bağlı talebe kıyasla daha yumuşak tork talebi ve ivmelenme grafiği.....	3
Şekil 2.1	Yavaşlama Esnasında Gaz Verme	4
Şekil 2.2	İstikrarlı Tork Uyuşması	5
Şekil 2.3	Zirve İvmelenme Açısı.....	6
Şekil 2.4	Tepki	7
Şekil 2.5	İvmelenme Dalgalanması	8
Şekil 2.6	İvmelenme Sehimî	9
Şekil 2.7	İvmelenme Gecikmesi	10
Şekil 2.8	Geçici İvmelenme Tork Uyuşması	11
Şekil 2.9	Motor Hızı Aşırı Artımı	12
Şekil 3.1	Sürüş Çevrimi Histogram Grafikleri	15
Şekil 3.2	İstikrarlı Tork Uyuşması.....	16
Şekil 3.3	Zirve İvmelenme Açısı.....	17
Şekil 3.4	Tepki	18
Şekil 3.5	İvmelenme Dalgalanması	19
Şekil 3.6	İvmelenme Sehimî	20
Şekil 3.7	İvmelenme Gecikmesi	21
Şekil 3.8	Geçici İvmelenme Tork Uyuşması	22
Şekil 3.9	Motor Hızı Aşırı Artımı	23

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1 Araç Özellikleri Tablosu	1
Tablo A.1 Öznitelik Değerlendirme Sıkalası.....	2

Sürüş Özelliklerinden Sarsıntı Önleyici Fonksiyonun Nesnel Metriklerinin Belirlenmesi ve İncelenmesi

Ahmed ARSLANTÜRK

Makine Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Alp Tekin ERGENÇ

Sürüş özellikleri diğer bir namıyla tepki yumuşaklığı araç sürücüsünün talebine verilen karşılık olarak bilinir. Tepki yumuşaklığı gün geçtikçe araç kalite değerlendirmelerinde daha önemli bir yer tutmaktadır. Araç özneliklerini iyileştirmek için manual yöntemlerle yapılan kalibrasyon geliştirme çalışmaları yüksek maliyetlere sebep olmaktadır, tekrar edilebilirliği zordur ve araç kalibrasyonu sürecinde uzun bir süreyi kaplamaktadır. Motor kontrol ünitesinde her geçen gün artan sayıdaki kalibre edilecekler sayısı daha uzun sürelerde çalışmalara sebep olmaktadır.

Bu tezin kapsamı objektif sürüş konforu değerlendirmesini analitik analize dayalı olarak yapmaktır. Bu method objektif sürüş değerlendirmesi ile müşterinin beklentilerini öngörebilmek ve sürüş konfor mühendislerine parametre sınır şartlarını tanımlayarak bir yol gösterici olmayı hedef edinmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürüş konforu,, tepki yumuşaklığı, objektif değerlendirme, , objektif metrik, analiz, parametre limiti, kalibrasyon, motor kontrol ünitesi

OBJECTIVE DRIVEABILITY METRIC DETERMINATION ON ANTI JERK FUNCTION

Ahmed ARSLANTÜRK

Department of Mechanical Engineering

Master of Science Thesis

Advisor: Assoc. Prof. Dr. AlpTekin ERGENÇ

Driveability is called as vehicle response smoothness against a specific driver request. Response Smoothness leads to be more important in the assessment of overall vehicle quality. Manual calibration development methods that improve attribute qualities are highly costed, difficult to reproduce and requires long period of time for a vehicle calibration cycle. The development of the increasing number of calibratables in ECU requires more time in the Driveability development cycle.

The scope of this paper will be objective evaluation of Driveability with analysis of objective metrics. This methodology provides Objective driveability assessment, to predict the expected feelings of vehicle owners and definition of parameter limit range to Driveability Engineers as a guideline.

Keywords: Driveability , response smoothness, objective evaluation, objective metrics, analysis, parameter limit, calibration, calibratables, ECU

YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

1.1 Literatür Özeti

Sürüş özellikleri sürücülerin araca dokundukları son nokta olarak öne çıkmaktadır. Bu yönüyle müşteri duygularına hitap eder nitelikte geliştirilmesi gereken bir geliştirilmesi ve değerlendirilmesi gerekir. İnsan duygularının nesnel yöntemlerle tanımlanmasının ve değerlendirilmesinin ortaya çıkardığı zorluklar dolayısıyla öznel değerlendirme yöntemleri genel bir kabul görmektedir. Ancak endüstride bir takım yeni akımlar bu konuda nesnel bir takım ölçütler belirlenmesi noktasında çalışmalar ortaya koymaya başladılar ve bu çalışmaların mühendislik geliştirme çalışmalarına sağlayacağı fayda yadsınamaz bir gerçeklik boyutundadır.

Kaynak araştırma safhasında otomotiv endüstrisine bu anlamda nesnel ölçütler baz alınarak değerlendirme fırsatı sunan en önemli çalışmalardan birinin AVL Drive [1] ticari ürünü olduğunu farkettilik.

Teori 1.1. Sürüş koşullarını değerlendiren nesnel bir yöntem ancak belirlenecek ölçütlerin hesaplanabildiği bir çalışma ile elde edilebilir.

Gerekçe 1.1.1. Hesaplama yönteminin dayanacağı ölçütler tanımlanarak, çalışmaya yön vermek mümkün olacaktır.

Gerekçe 1.1.2. Geliştirilecek ölçütlerin sağlanması sayesinde araç kontrol ünitesinde en uygun değere ayarlaması çalışmaları ivme kazanacaktır.

1.2 Tezin Amacı

Geleneksel olarak, araç özellikleri öz nitelikleri öznel değerlendirme usulleri ile değerlendirildiğinde insan duygularının ifade zorluklarını beraberine getirmiştir. Değerlendirmenin tekrar edebilirliği ve kişiye dayalı tutarlılığı değerlendiricinin yeteneklerine bağlı zorlukların önünde geçmek için bizlere nesnel ölçütler tanımlama fikrini uyandırdı. Bu çalışmada bir örneklem üzerinde daha detaylı bir çalışma yapma imkanı açısından “Yavaşlama Esnasında Gaza Basma” konusuna odaklanılacaktır. Geriye kalan öznitelik özelliklerinin benzer yöntem ile geliştirilmesi imkanı çalışmanın gelişime açık yönlerini teşkil etmektedir. Örneklem çalışmanın detayında ise kıstas ve değişken tanımlaması araç test bilgilerinin toplanması ve analizi ile desteklenecektir.

1.3 Hipotez

Nesnel sürüş özellikleri hesaplama yöntemi gerçek insan tecrübelerine dayalı bir modellemeyi temel almalıdır. İnsanlığın be duyu organı ile çevresini tanımladığını göz önüne bulduğumuzda, araç sürücüsünün bu duyulardan dokunmayı çevresindeki direksiyon, pedal, koltuk gibi araç parçalarında tecrübe ettiğini görebiliriz. Aracın yavaşlaması esnasında vücut kütesine etkiyen eylemsizlik kuvveti ters yönlü bir ivme kuvvetine sebep olur. Sürücü bu ivmeyi yüzey temasında bulunduğu araç parçalarından hisseder. Eğer kullanılan araç daha yüksek bir ivme ile hızlanırsa ve yavaşlarsa dokunulan cisimlerden etkiyen tepki kuvveti de o nispette arttığı görülecektir.

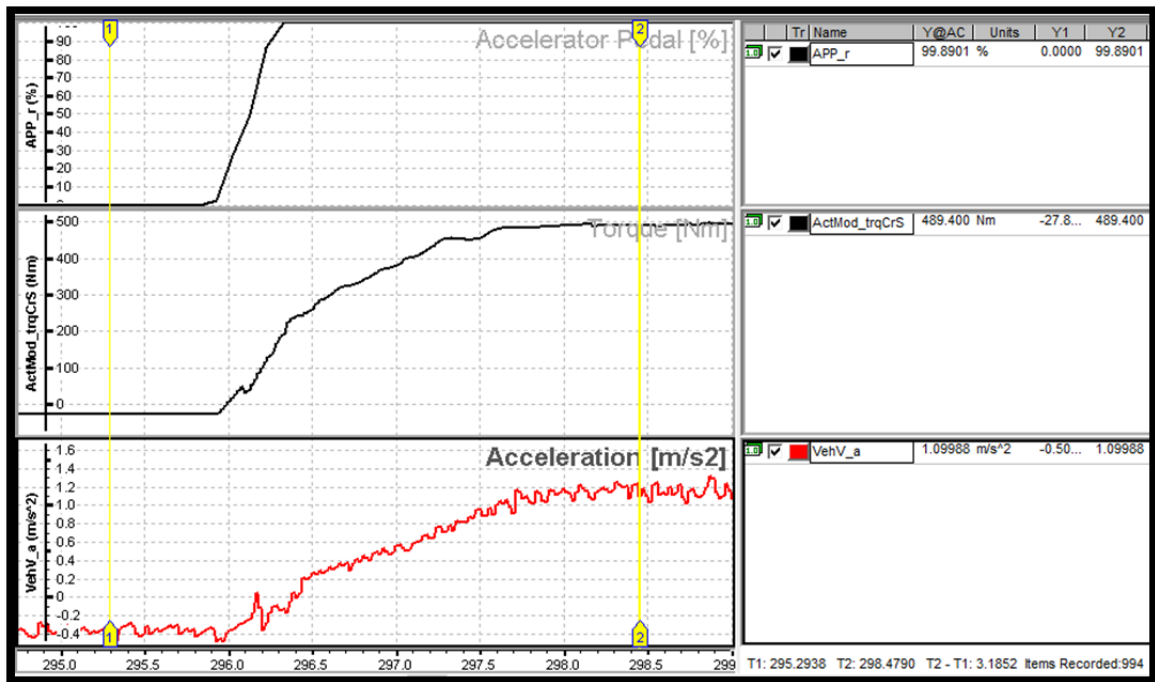
$$F = m * a \quad (1.1)$$

Diğer taraftan hayatın gereklilikleri aracın hızlanma ve yavaşlamasını ise bir ihtiyaç olarak karşımıza çıkarmakta ve sürücülerin en temel gereksinimlerinden biri olan araç randımanı büyük ölçüde bu hızlanma kıstasına dayanılarak değerlendirilmektedir. Bu durumda ivmelenmenin önüne geçme imkanı olmayan dünyamızda ivmeye karşı gelişen tepki kuvvetini beklenen düzeye indirebilmek için araç özellikleri geliştirilmelidir.

Tanım 1.1. Hareketin en temel bileşenlerinden birisi olan ivme tork talebi ile kontrol altında tutularak sürücü rahatlığı temin edilebilir.

Elektrikli veya içten yanmalı motorlu araçlarda araç kontrol ünitesinde oluşturulan tekerlek torku talebi vasıtası ile ivmelenme sağlanır. Tork talebi ECU'nun (motor kontrol ünitesinin) içerisinde şekillendirilen birçok fonksiyonlun bir çıktısı olarak oluşturulmaktadır. Biz ise bu foksiyonlardan Gaz Verme foksiyonuna odaklanacağız. Gaz verme, pedala verilen açisal hareketin yüzde orantısal olarak bir sensor yardımı ile ölçölüp sonrasında doğrusal olmayan bir karakteristiğe göre tork talebine dönüştürüldüğü bir fonksiyondur.

Tork talebi ECU'nun içerisinde yazılım değışkenleri ile ayarlanan karmaşık fonksiyonların ortak bir çıktısı olarak pedal açısının değışimine bağılı olarak oluşturulur. Bu tork talebinin ani bir artım yerine yumuşak bir ivmelenme almak ve düşük gaz emisyonu elde etmek gibi farklı amaçlar için filtrelenmesi gerekir. Böylece sürücü araç kullanımına bağılı olarak yumuşak bir tepki ile karşılaşır.



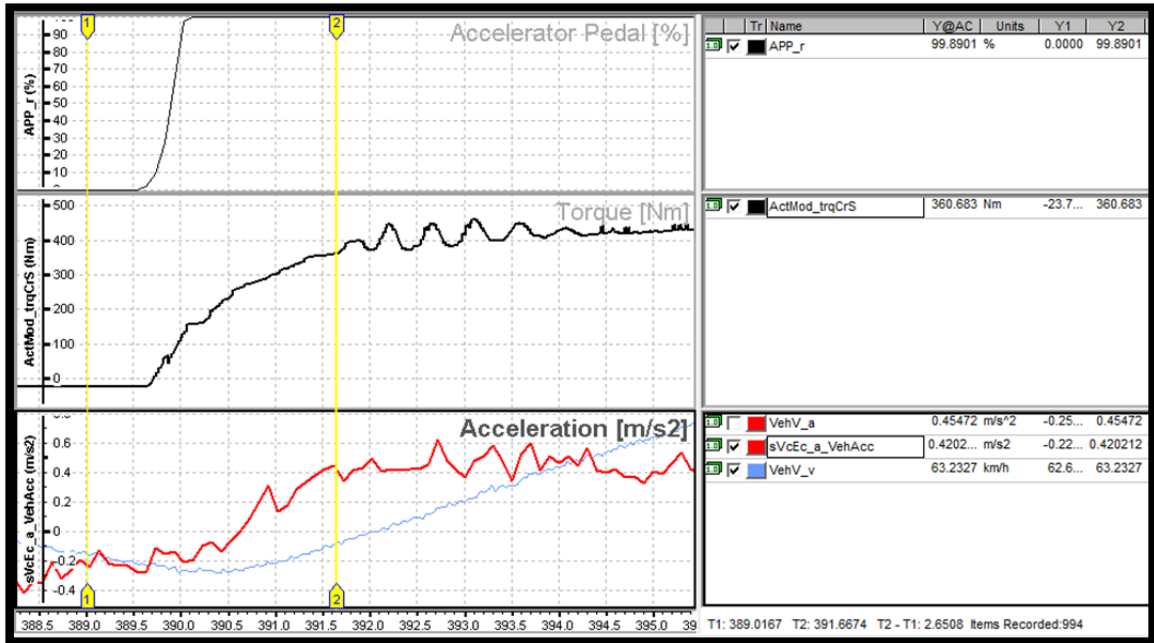
Şekil 1.1 Ani pedal hareketine bağılı talebe kıyasla daha yumuşak tork talebi ve ivmelenme grafiğı.

2.1. Yavaşlama Esnasında Gaz Vermenin Nesnel Değerlendirilmesi

Bu bölümde örnek fonksiyonumuz olan yavaşlama esnasında gaz verme durumunda nesnel değerlendirme yönteminin hesaplama detaylarına gireceğiz.

Tanım 2.1. Yavaşlama esnasında gaz verme, sadece tetikleyici şartların bir araya geldiği durumlarda geçerli bir değerlendirmeye tabi olur. Bu şartlar;

1. Gaz pedalı yüzdesi > pedal açısı eşiği olarak tanımlanan en az toplam pedalın 6%'sından büyük olmalıdır.
2. Bu manevra yalnızca yavaşlama esnasında tetiklenir. Bu durum eksi ivmeden başlangıç olarak da tanımlanabilir.



Şekil 2.1 Yavaşlama Esnasında Gaz Verme

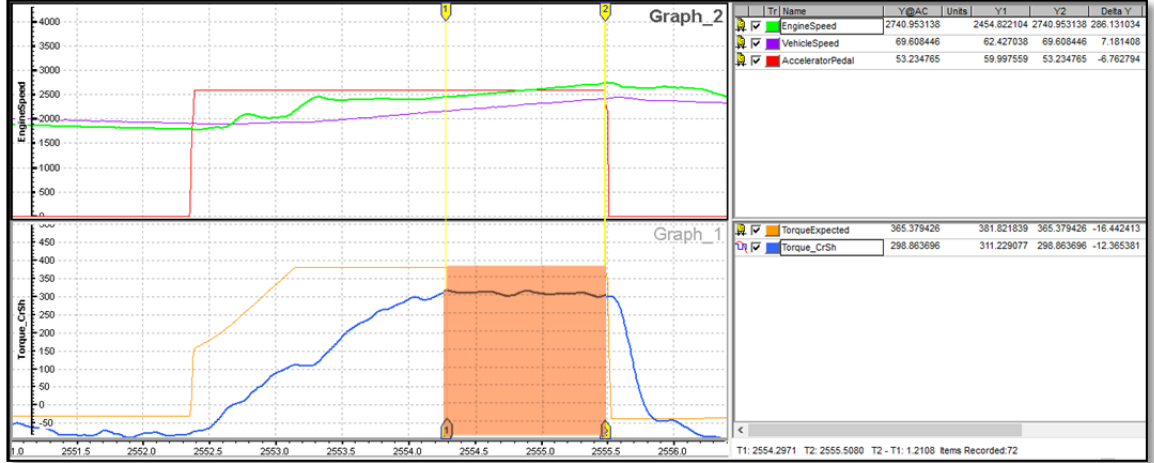
Nesnel Değerlendirme Kıstasları

Yavaşlama esnasında gaz verme'yi tanımlamak için aşağıdaki kıstasların belirlenmesi gerekir.

- İstikrarlı Tork Uyuşması
- Zirve İvmelenme Açısı
- Tepki
- İvmelenme Dalgalanması
- İvmelenme Sehim
- İvmelenme Gecikmesi
- Geçici İvmelenme Tork Uyuşması
- Motor Hızı Aşırı Yükselimi

2.1.1. İstikrarlı Tork Uyuşması

Manevra: Gaz pedalına basılmasını takiben gelişen tork yükselmesinin dengeli bir seyir seyretmesi sonrasında beklenen tork ile talep edilen torkun uyuma oranıdır.



Şekil 2.2 İstikrarlı Tork Uyuşması

Değerlendirme:

Gerçekleşen tork eğrisi ile beklenen tork eğrisi arasında oluşan alan hesaplanır. Bu alan gerçekleşen torkun en yüksek noktasında başlar ve olay sonuna kadar devam eder.

İstikrarlı Tork Uyuşmama alanı ne kadar az ise verilen not o ölçüde yüksek olur.

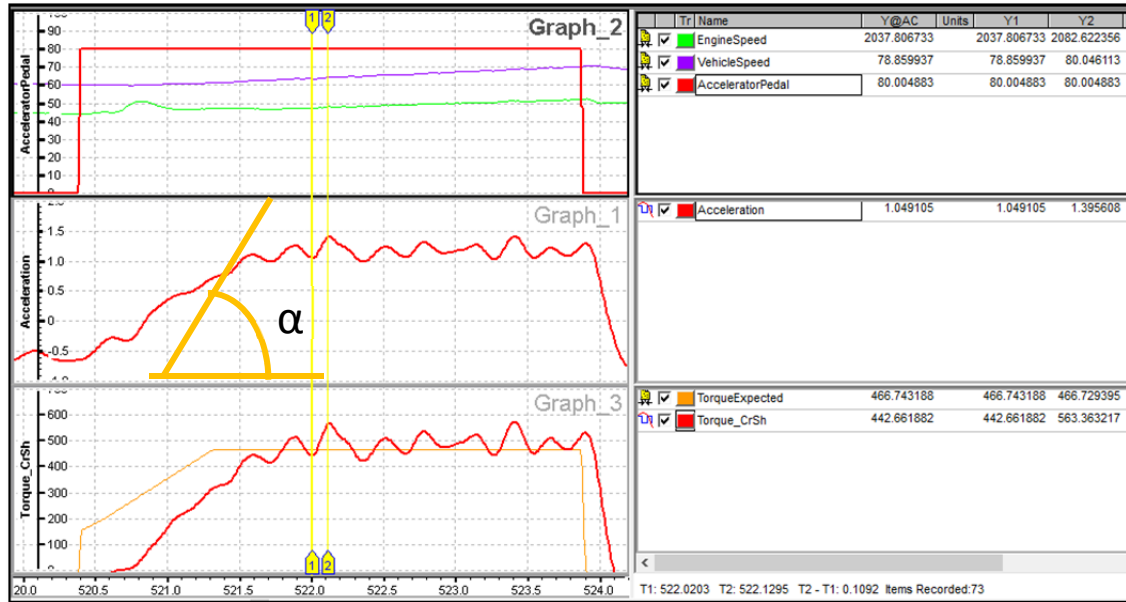
Yüksek hoşgörü gösterilen durumlar: Çok hafif veya tam gaz pedalı basıldığı durumlar, düşük veya yüksek motor hızları.

Değerlendirme Engelleyici Durumlar: Geri viteste veya pedala basılı iken vites değişimi esnasında değerlendirme yapılmaz.

2.1.2. Zirve İvmelenme Açısı

Manevra: Gaz pedalı basımını takip eden en yüksek artı ivmelenme noktasındaki ivme sinyalinin açısıdır.

Olay değerlendirme süresi = 2.1 saniye



Şekil 2.3 Zirve İvmelenme Açısı

Değerlendirme:

En yüksek ivmelenme açısı [m/s²/s]

$$dax_dt = \text{diff}(ACCx) ./ \text{diff}(\text{zaman}) \quad (2.1)$$

ACCx: İvmelenme_SMO(5)

İvmelenme açısı ne kadar az ise verilen not o ölçüde yüksek olur.

Yüksek hoşgörü gösterilen durumlar: Yüksek pedal farkları, yüksek pedal açıları ve yüksek ve düşük motor hızlar

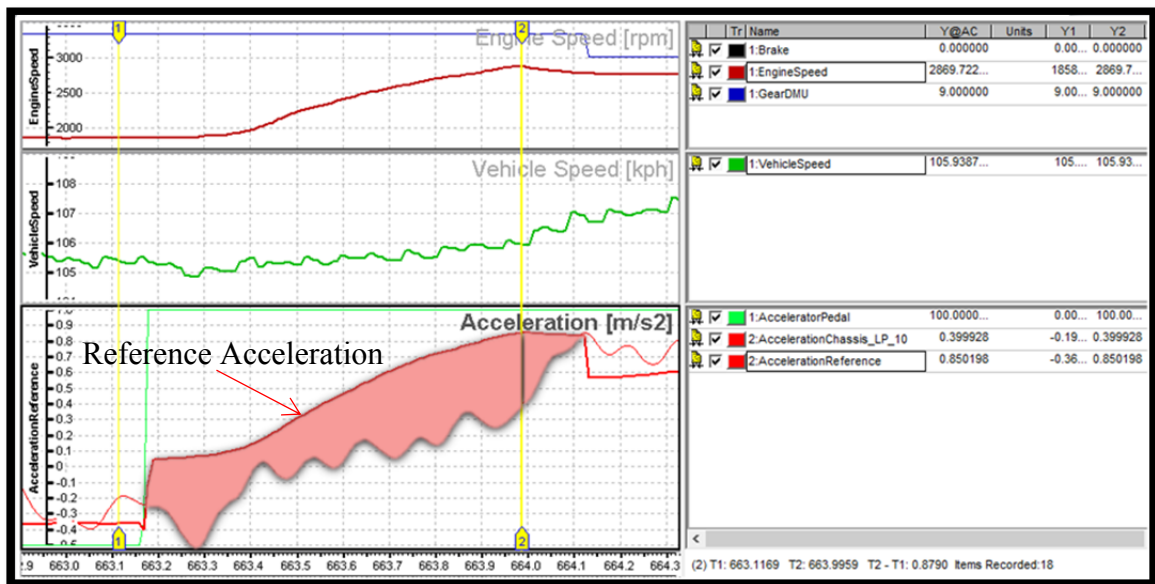
2.1.3. Tepki

Manevra: Gaz basmayı takip eden 2 saniyelik süre için değerlendirme yapılır.

İvmelenmenin seviyesi ve gidişatı sınıfa özgü beklenen performansa göre değerlendirilir.

Sonuçlar ne kadar düşük ise verilen not o ölçüde yüksek olur.

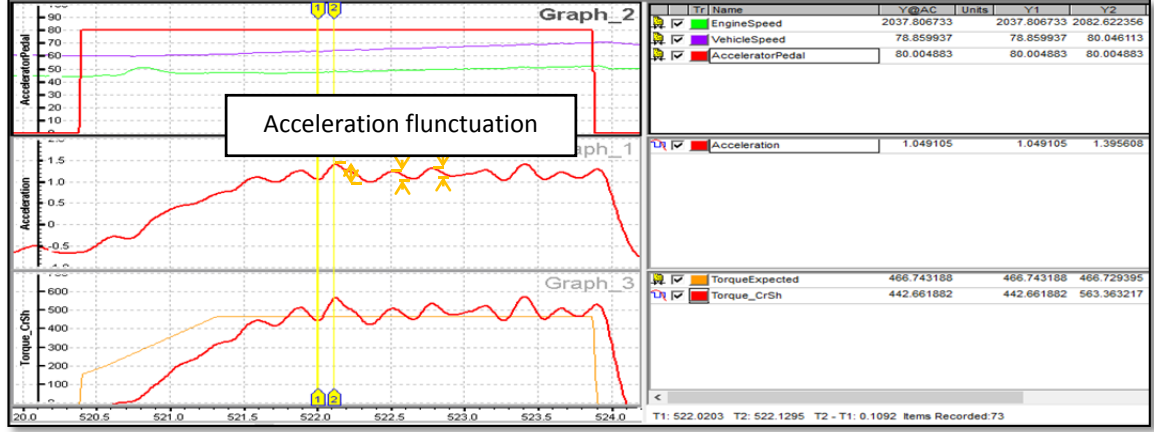
Değerlendirme Engelleyici Durumlar: Şanzıman manual modda iken ve pedal açısı %90 üzerinde iken değerlendirme yapılmaz.



Şekil 2.4 Tepki

2.1.4. İvmelenme Dalgalanması

Manevra: Gaz basma hareketi sonrasında ivmenin ilk tepelenmesi sonrasındaki yavaşlama salınımı.



Şekil 2.5 İvmelenme Dalgalanması

Giriş Sinyalleri

İvme Genliği 1 - 5 [m/s²]

- İvme genliği LP(10)
- Motor hızı_SMO_20

Değerlendirme

Genlik ne kadar yüksek ise verilen not o ölçüde düşük olur.

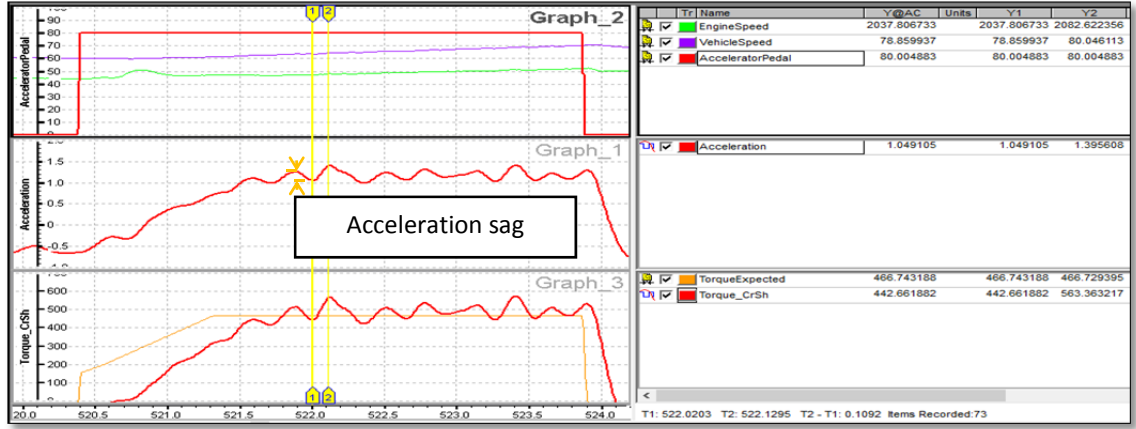
Değerlendirme Engelleyici Durumlar: Eğer gaz basma hareketi sonrasında vites değişimi olursa veya gaz basımı sonrasında fren uygulanırsa.

Yüksek hoşgörü gösterilen durumlar: Düşük sayıda genlikler, hızlı düşüm, yüksek pedal farkı, düşük vites, düşük kıyaslama oranı.

Kıyaslama oranı gaz verme manevrası sonrasında ivmenin ilk zıplamasının ortalama ivmelenmesine oranıdır.

2.1.5. İvmelenme Sehimi

Manevra: Gaz pedalı basımı sonrasındaki ivme tepesinin ilk eksi ivmelenmesidir.



Şekil 2.6 İvmelenme Sehimi

Giriş Sinyalleri

İvmelenme Sehimi [m/s²]

- İvmelenme_LP(10)

Değerlendirme

Genlik ne kadar yüksek ise verilen not o ölçüde düşük olur.

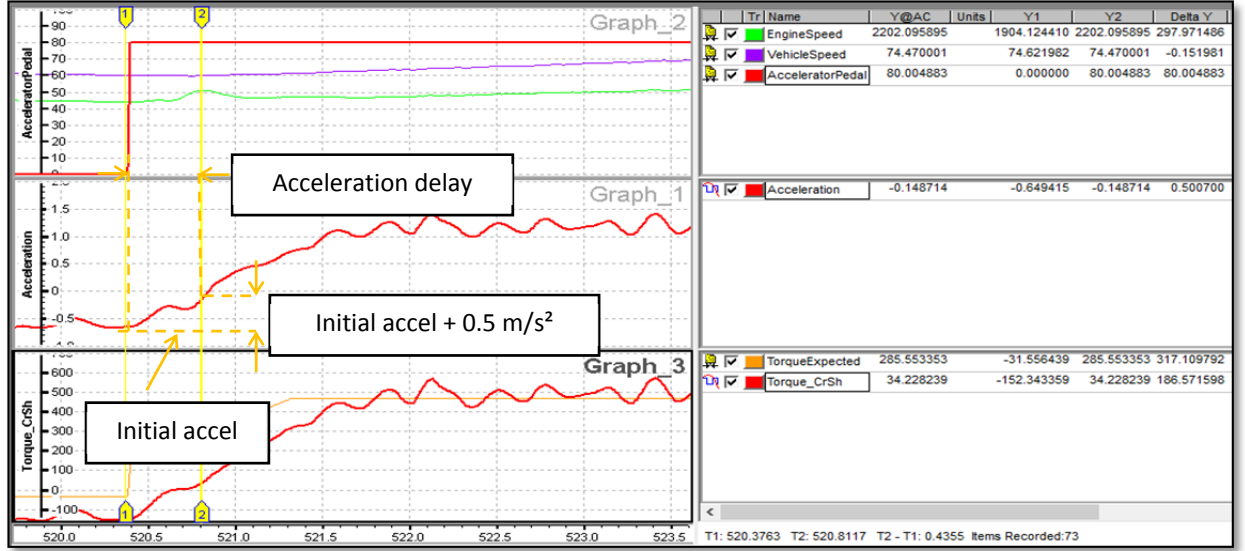
Gaz basımını takiben ivmenin başlangıçtaki genliği hesaplanır.

Değerlendirme Engelleyici Durumlar: Eğer gaz basma hareketi sonrasında vites değişimi olursa veya gaz basımı sonrasında fren uygulanırsa.

Yüksek hoşgörü gösterilen durumlar: Yüksek pedal değişimi oranı, düşük vites, yüksek sehim periyodu ve yüksek bitiş ivmelenme seviyesi.

2.1.6. İvmelenme Gecikmesi

Manevra: Gaz basımı sonrasında dikkate değer ivmelenmenin gerçekleşmesindeki gecikme.



Şekil 2.7 İvmelenme Gecikmesi

Giriş Sinyalleri

İvmelenme Gecikmesi [s]

- Gaz Pedalı
- İvmelenme_SMO(20)

Değerlendirme

Eğer gecikme uzun sürerse, verilen not o ölçüde düşük olacaktır.

Süre, gaz pedalının %10 açılmasından ivmelenmenin 0.5 m/s²'ye ulaşmasına kadardır.

İstisna: İvme değişiminin < 1 m/s²'nin altında kaldığı durumlar.

Süre başlangıç ivmesinin üzerine ivme değişiminin yarısına kadar geçen eklenerek bulunur.

Süre: Başlangıç ivmesi'ne kadar geçen süre + (delta ax) / 2

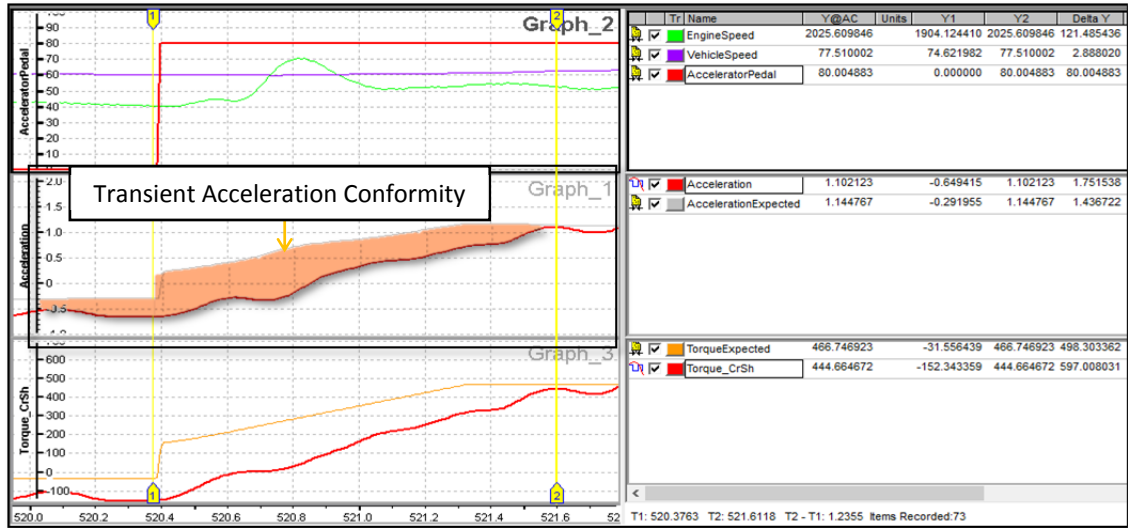
İvme boşluğu gaza basım noktasından ivmenin 0.25 m/s²'ye kadar ulaşana kadar geçen süredir.

Değerlendirme Engelleyici Durumlar: Düşük en yüksek ivmelenme [en yüksek ivmelenme $< 0.2 \text{ m/s}^2$] veya çok düşük ivmelenme artışı [en yüksek ivmelenme – başlangıç ivmelenmesi $< 0.5 \text{ m/s}^2$].

Yüksek hoşgörü gösterilen durumlar: Düşük motor hızı, düşük pedal değişimi, kısa ivmelenme gecikmesi, düşük bitim ivmelenmesi seviyesi, olay başlangıcı yüksek tork, uzun vites değişimi süresi (vites değişimi esnasında)

2.1.7. Geçici İvmelenme Tork Uyuşması

Manevra: Gaz pedalı ve elde edilen ivmelenme arasındaki ilintidir.



Şekil 2.8 Geçici İvmelenme Tork Uyuşması

Giriş Sinyalleri

Geçici İvmelenme Tork Uyuşması [-]

- İvmelenme_SMO(20)
- Gaz Pedalı

Değerlendirme

Eğer aradaki ilinti yüksek ise verilen not o ölçüde yüksek olacaktır.

Talep edilen ivmelenme ve yumuşatılmış doğrusal ivmelenme arasındaki fark alanına bağlı olarak hesaplanır. Her ikisi arasındaki yüksek çakışması oranı yüksek notlandırılan bir Geçici İvmelenme Tork Uyuşması olarak değerlendirilir.

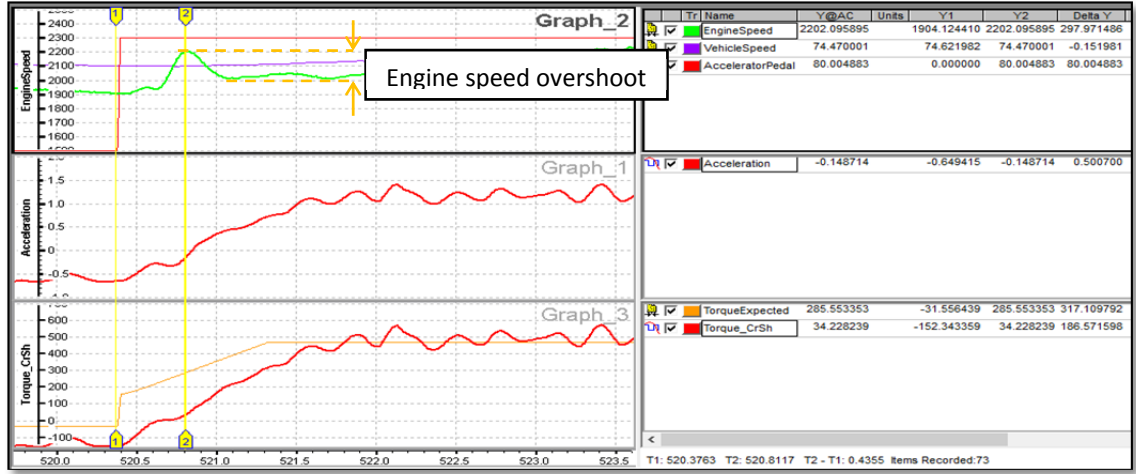
Değerlendirme Engelleyici Durumlar:

Pedal değişimi oranı %15 üzerinde ise ve başlangıç torku en yüksek torkun %80'inden az ise değerlendirme yapılmaz.

Yüksek hoşgörü gösterilen durumlar: Başlangıç torku yüksekse, yüksek viteste ise, çok yüksek veya çok düşük motor hızlarında, olay başlangıcında yüksek tork, uzun vites değiştirme süresi (eğer vites değişimi varsa)

2.1.8. Motor Hızı Aşırı Artımı

Manevra: Gaz basımını takiben motor hızındaki parlama.



Şekil 2.9 Motor Hızı Aşırı Artımı

Giriş Sinyalleri

Motor hızı aşırı artımı [rpm]

- Motor Hızı_SMO(20)

Değerlendirme

Eğer motor hızı aşırı artımı az ise, değerlendirme o ölçüde yüksek not alacaktır.

Gaz basımının sonrasındaki motor hızı artımları değerlendirilir.

Değerlendirme Engelleyici Durumlar:

Eğer gaz basımı sonrasında bir vites değişikliği veya kendi kendine motor başlangıcı olursa değerlendirme yapılmaz.

Yüksek hoşgörü gösterilen durumlar: Motor hızı kaçırması, yüksek motor hızı, yüksek.

3.1 Nesnel Ölçüt Hesaplama Sonuçları

Bu bölümde, nesnel değerlendirme hesaplaması sonuçlarından nesnel ölçüt tanımlama sonuçları elde edilecektir. Bu çalışmanın temel beklentisi motor kontrol ünitesi değişkenlerinin ayarlaması için tekrar kullanılabilir bir model geliştirilmesidir.

Değişen mod'lar ve kritik alt değişkenler değerlendirilmiştir ve buna bağlı ölçüt kuralları tanımlanmıştır.

Ölçüt tanımlama kuralları;

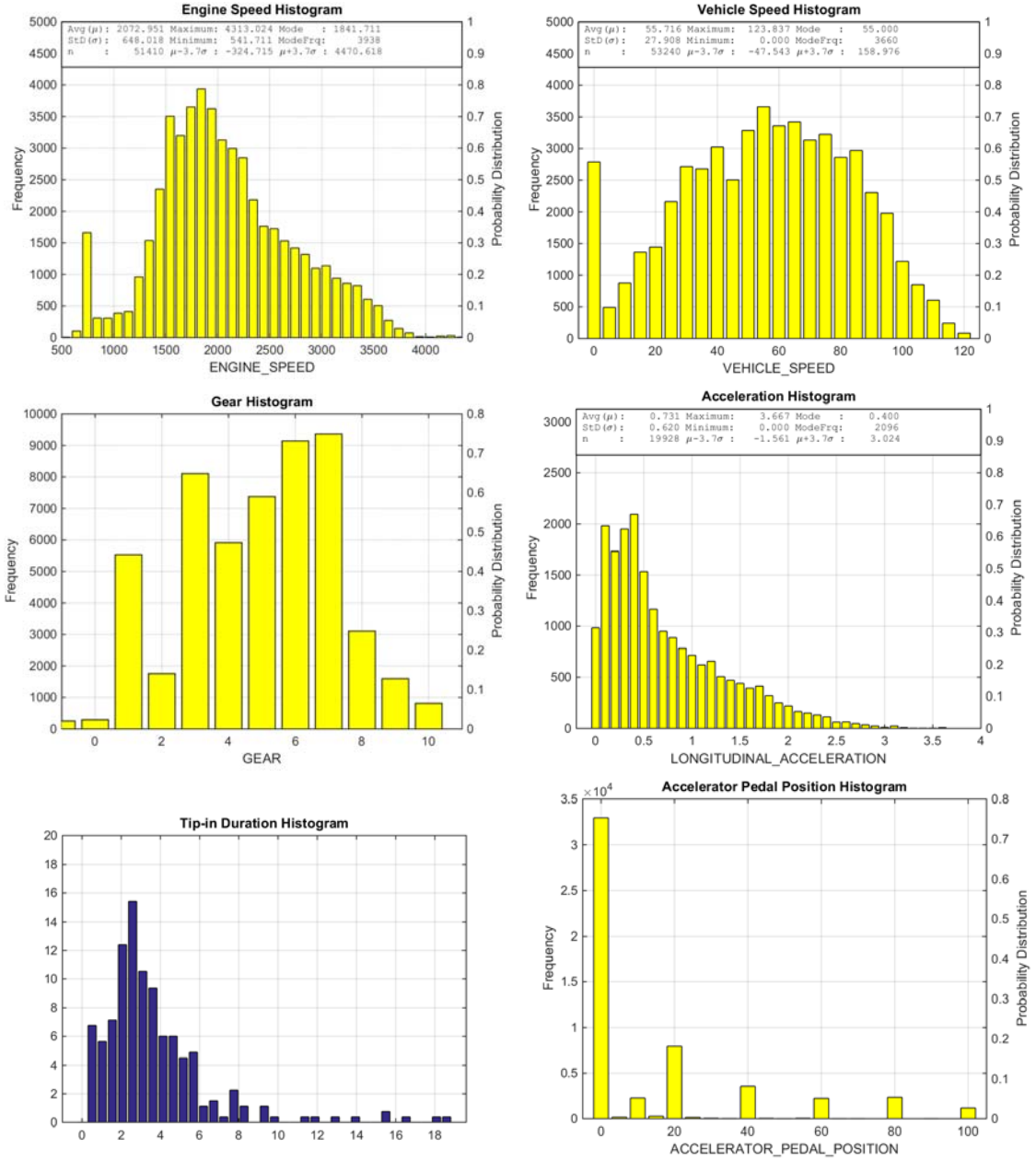
- En düşük değerlendirme notu 6.0 DR'dan büyük olmalıdır. > 6.0 DR
- Toplam değerlendirmelerin sayısı hedeflenenden daha düşük değerlendirilenlerden en az %10 fazla olmalıdır.
- Kritik olayların ortalama değerlendirme sonucu 6.7 DR'ın üzerinde olmalıdır.
- Ölçüt eğrisinden sapma oranı %5'ten az olmalıdır.

Araç Özellikleri:

Tablo 1.1 Araç Özellikleri

Araç Kategorisi	Motor	Şanzıman	Max Tork	Güç
Ticari Araç	2.0L Dizel	10 Vites Otomatik	500Nm	~200PS

Bu değerlendirme için kullanılan bilgiler şehir içi, şehir dışı ve otoban türü yollarda kullanılan araçlardan elde edilmiştir. Aşağıda kullanım detaylarını veren grafikleri inceleyebilirsiniz.



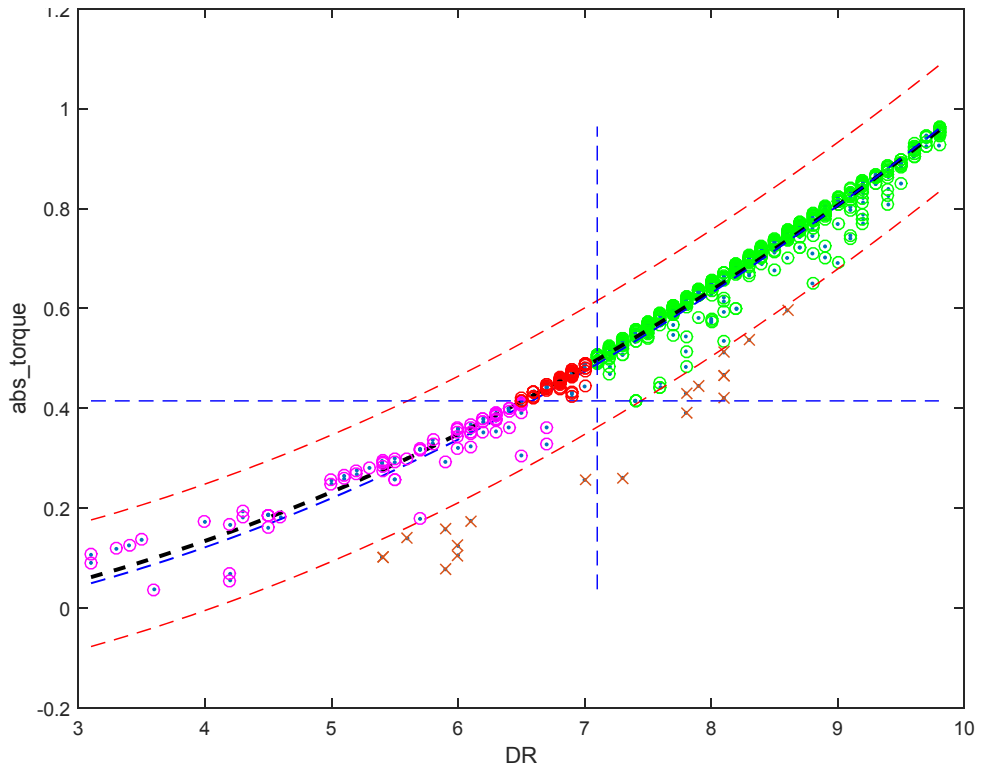
Şekil 3.1 Sürüş Çevrimi Histogram Grafikleri

(Motor Hızı, Araç Hızı, Vites, İvmelenme, Gaz Basma Süresi ve Gaz Pedalı)

3.1.1 İstikrarlı Tork Uyuşması

İstikrarlı Tork Uyuşması, beklenen tork sapması sonuçları grafiğinde görünen sonuçlara göre değerlendirildi. Sonuç grafiğindeki değerler interaction metodu ile modellendi. Kontrolsüz test koşulları nedeniyle ortaya çıkan aykırı değerler ölçüt değer modelinde göz ardı edilmiştir.

Beklenen tork sapması ölçütü: Bu modele göre kabul edilebilir sonuçlar elde etmek için 0.41'in üzerinde değerler elde edilmelidir. (7DR üzeri).

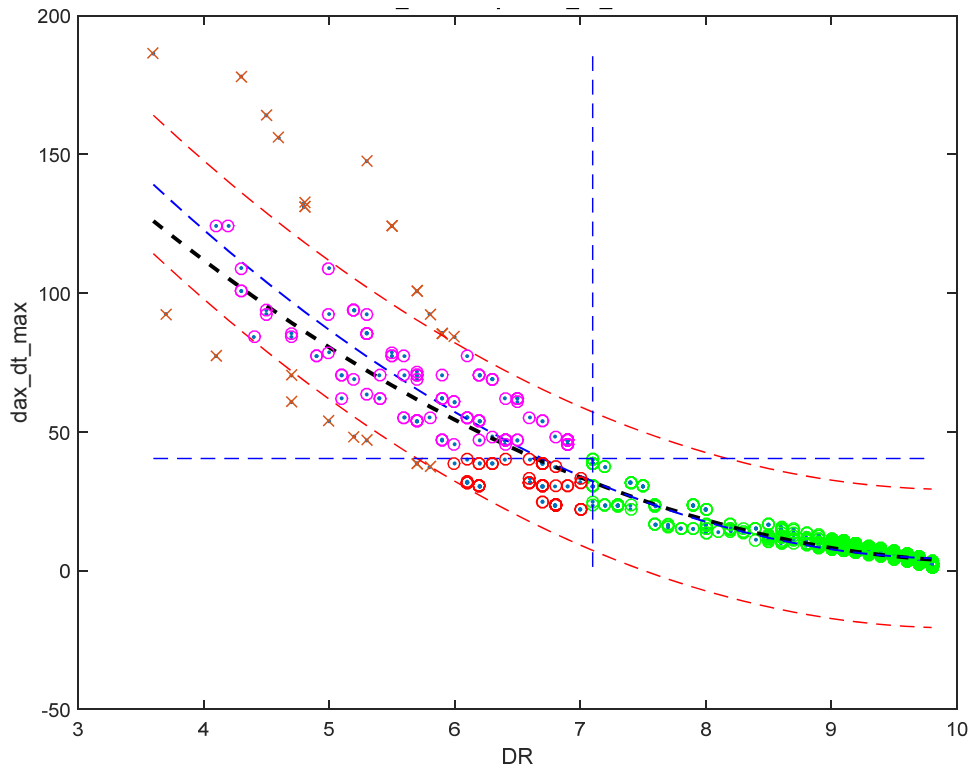


Şekil 3.2 İstikrarlı Tork Uyuşması

3.1.2 Zirve İvmelenme Açısı

Zirve İvmelenme Açısı, en büyük ivmelenme oranı sonuçlarında alt değişkene göre değerlendirilir. Sonuç grafiğindeki değerler interaction metodu ile modellendi. Kontrolsüz test koşulları nedeniyle ortaya çıkan aykırı değerler ölçüt değer modelinde göz ardı edilmiştir.

En büyük ivmelenme oranı ölçütü: Bu modele göre kabul edilebilir sonuçlar elde etmek için 46'nın altında değerler elde edilmelidir. (7DR üzeri).

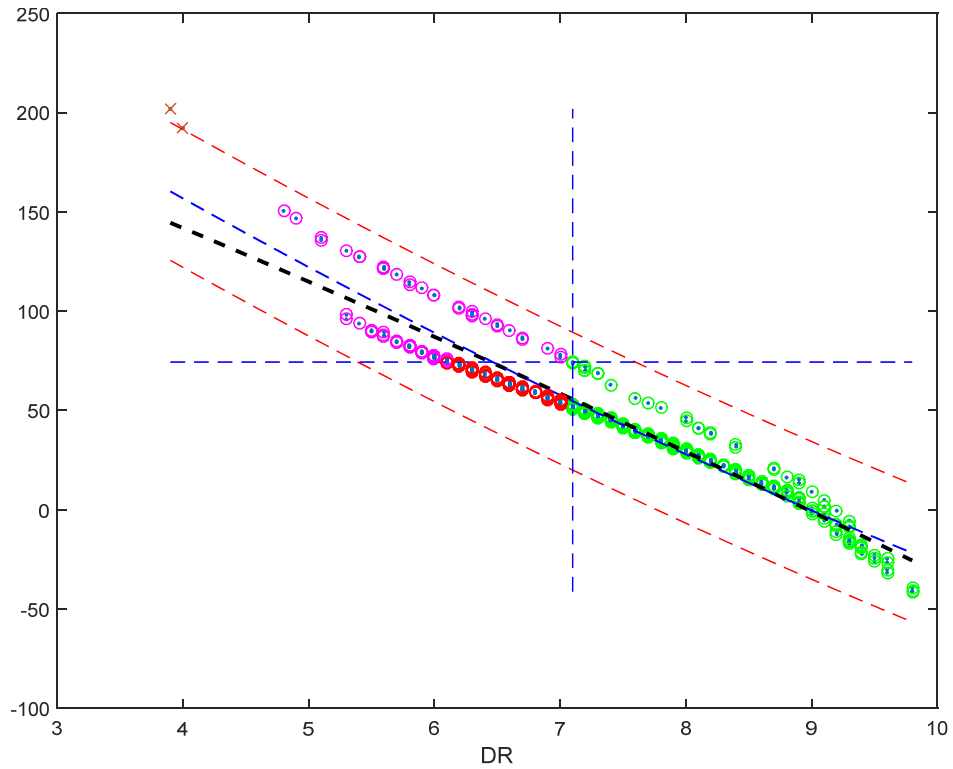


Şekil 3.3 Zirve İvmelenme Açısı

3.1.3 Tepki

Tepki, referans ivmelenme sapması sonuçlarındaki alt değişkene göre değerlendirilir. Sonuç grafiğindeki iki farklı eğilim gösteren değerler interaction metodu ile tekil modellendi. Kontrolsüz test koşulları nedeniyle ortaya çıkan aykırı değerler ölçüt değer modelinde göz ardı edilmiştir.

Referans ivmelenme sapması ölçütü: Bu modele göre kabul edilebilir sonuçlar elde etmek için 54'ün altında değerler elde edilmelidir. (7DR üzeri).

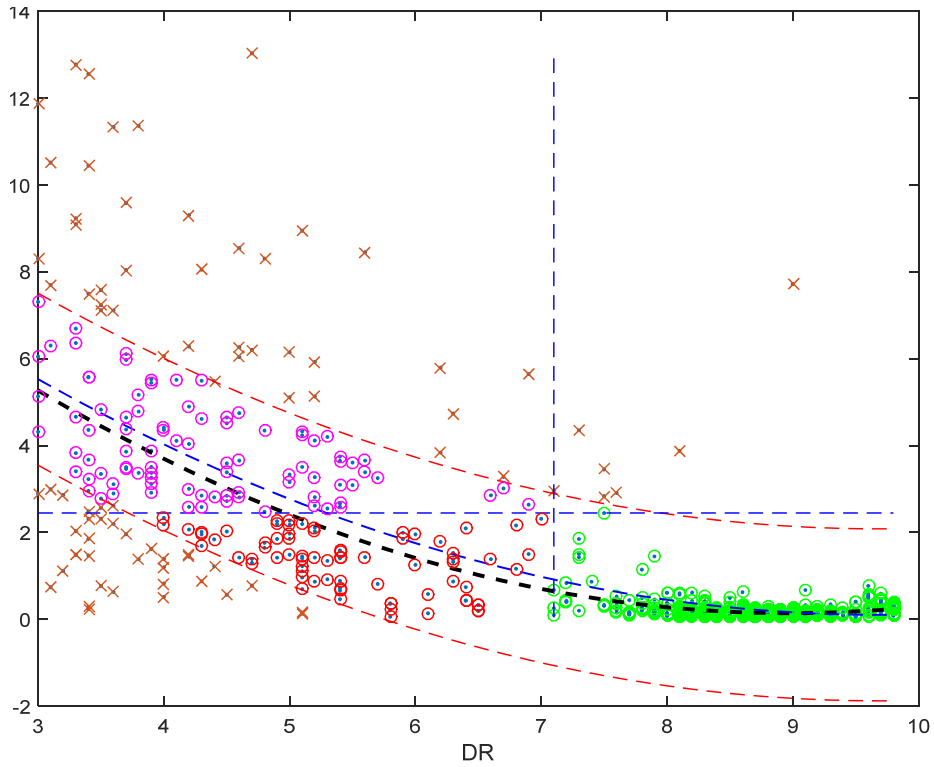


Şekil 3.4 Tepki

3.1.4 İvmelenme Dalgalanması

İvmelenme Dalgalanması, ilk ivmelenme salınımı sonuçlarındaki alt değişkene göre değerlendirilir. Sonuç grafiğinde kesin bir eğilim gösteren değerler elde edilememekle birlikte, interaction metodu ile tekil modellendi. Kontrolsüz test koşulları nedeniyle ortaya çıkan aykırı değerler ölçüt değer modelinde göz ardı edilmiştir.

Referans ivmelenme sapması ölçütü: Bu modele göre kabul edilebilir sonuçlar elde etmek için 2.2'nin altında değerler elde edilmelidir. (7DR üzeri). Ancak güvenilir bir ölçüt elde edilememiştir.

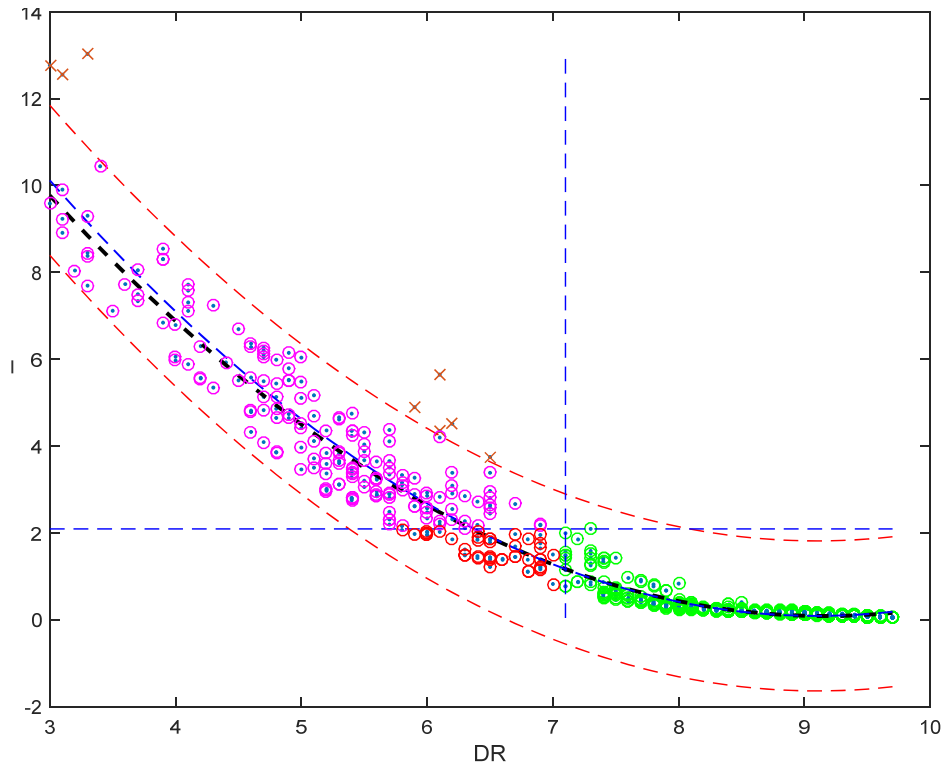


Şekil 3.5 İvmelenme Dalgalanması

3.1.5 İvmelenme Sehimi

İvmelenme Sehimi, ivmelenme düşmesi sonuçlarındaki alt değişkene göre değerlendirilir. Sonuç grafiğindeki değerler interaction metodu ile tekil modellendi. Kontrolsüz test koşulları nedeniyle ortaya çıkan aykırı değerler ölçüt değer modelinde göz ardı edilmiştir.

İvmelenme düşmesi ölçütü: Bu modele göre kabul edilebilir sonuçlar elde etmek için 2.1'in üzerinde değerler elde edilmelidir. (7DR üzeri).

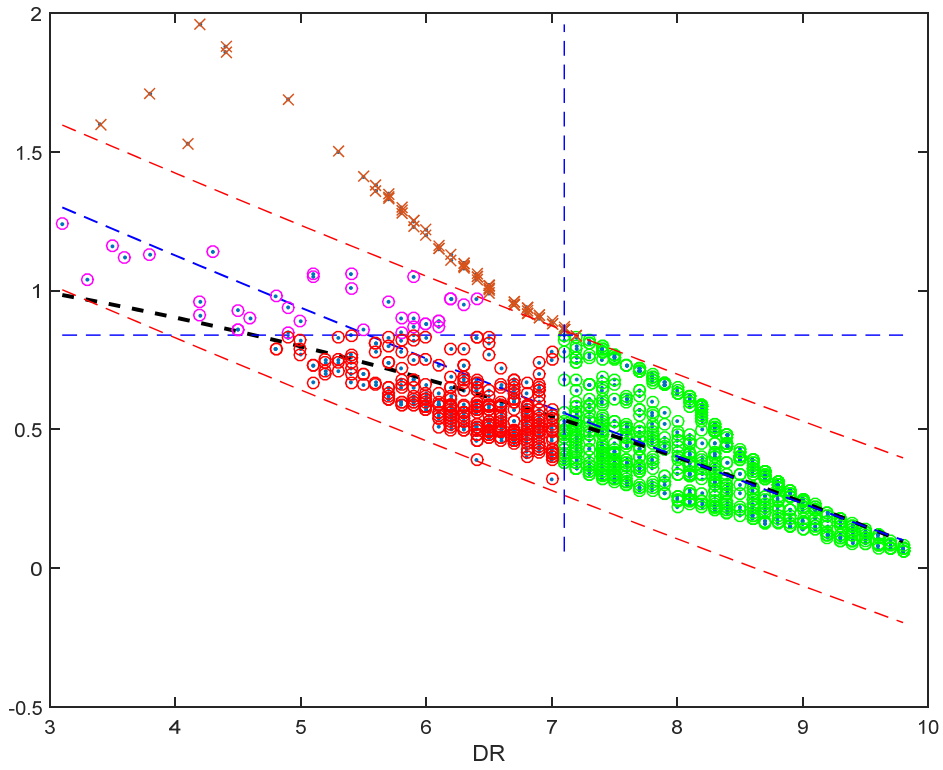


Şekil 3.6 İvmelenme Sehimi

3.1.6 İvmelenme Gecikmesi

İvmelenme Gecikmesi, aynı isim ile adlandırılan ilk değişken sonuçlarındaki alt değişkene göre değerlendirilir. Sonuç grafiğindeki değerler interaction metodu ile tekil modellendi ancak kesin bir yönelim göstermemektedir. Kontrolsüz test koşulları nedeniyle ortaya çıkan aykırı değerler ölçüt değer modelinde göz ardı edilmiştir.

İvmelenme Gecikmesi ölçütü: Bu modele göre kabul edilebilir sonuçlar elde etmek için 0.85'in üzerinde değerler elde edilmelidir (7DR üzeri). Ancak güvenilir bir ölçüt elde edilememiştir.



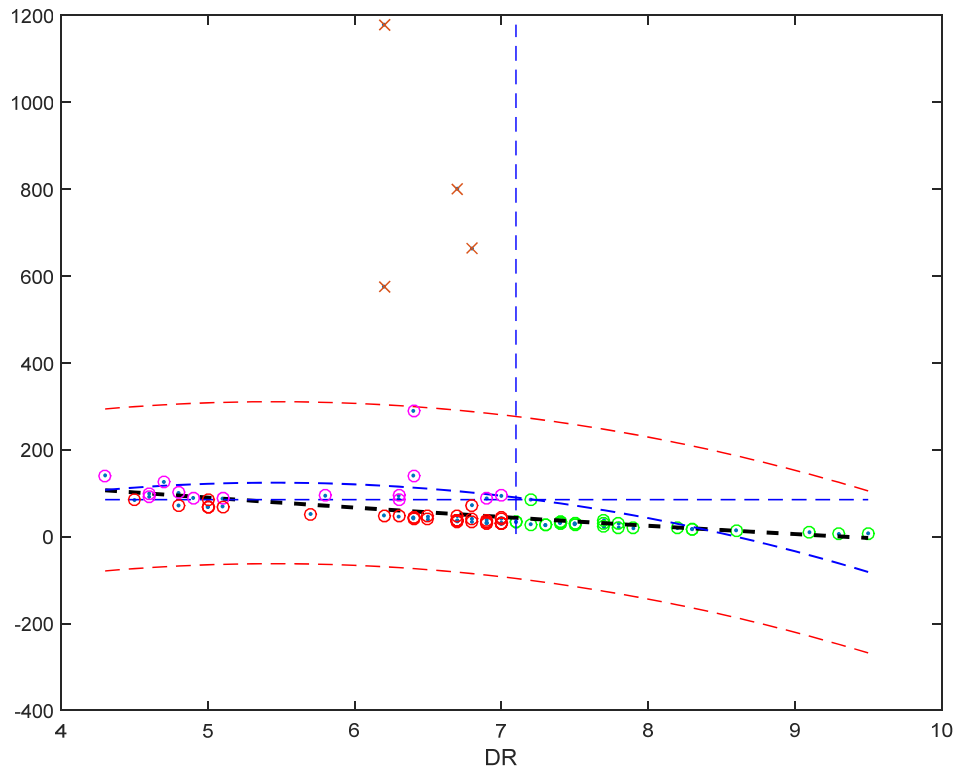
Şekil 3.7 İvmelenme Gecikmesi

3.1.7 Geçici İvmelenme Tork Uyuşması

Geçici İvmelenme Tork Uyuşması, gaz pedalı uyumu sonuçlarındaki alt değişkene göre değerlendirilir. Sonuç grafiğindeki değerler interaction metodu ile tekil modellendi. Ancak kesin bir yönelim tespit edilemedi.

Kontrolsüz test koşulları nedeniyle ortaya çıkan aykırı değerler ölçüt değer modelinde göz ardı edilmiştir.

Geçici İvmelenme Tork Uyuşması ölçütü: Bu modele göre kabul edilebilir sonuçlar elde etmek için 156'nın altında değerler elde edilmelidir. (7DR üzeri). Ancak güvenilir bir ölçüt elde edilememiştir.

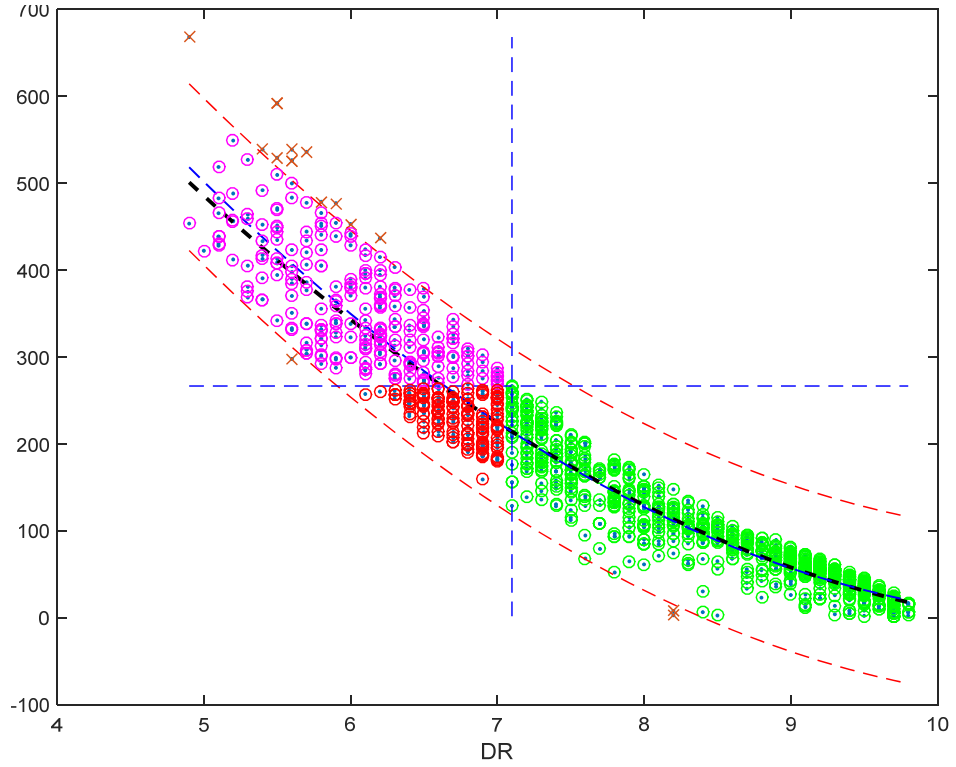


Şekil 3.8 Geçici İvmelenme Tork Uyuşması

3.1.8 Motor Hızı Aşırı Yükselimi

Motor Hızı Aşırı Yükselimi, yine aynı ad ile anılan sonuçlarındaki alt değışkene göre değerdendirilir. Sonuç grafiğindeki değerdler interaction metodu ile tekil modellendi. Kontrolsüz test koşulları nedeniyle ortaya çıkan aykırı değerdler ölçüt değerd modelinde göz ardı edilmiştir.

Motor Hızı Aşırı Yükselimi ölçütü: Bu modele göre kabul edilebilir sonuçlar elde etmek için 267'nin üzerinde değerdler elde edilmelidir. (7DR üzeri).



Şekil 3.9 Motor Hızı Aşırı Yükselimi

A

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜM KISTASI

Tablo A.1 Öznitelik Değerlendirme Sıkalası

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Engineers Appraisals	<i>Very Bad</i>	<i>Bad</i>	<i>Very poor</i>	<i>Poor</i>	<i>Mediocre</i>	<i>Agreeable</i>	<i>Satisfactory</i>	<i>Good</i>	<i>Very good</i>	<i>Excellent</i>
Product / Attribute Status	Product Failure				Re-think Design (Danger Zone)	Further Improvement Necessary (May Slip)		Good Product (Safe Viable Always)		

- [1] Haijiang Liu and Wei Huang, “The Research of Drivability Evaluation Index and Quantitative Method”, SAE Technical Paper 2016-01-1906 , 2016.
- [2] Sanjay Lakshmanan, Arthanareeswaran Palaniappan, and Vijayakumar Chekuri, “Methodology for Evaluation of Drivability Attributes in Commercial Vehicle”, SAE Technical Paper 2015-01-2767, 2015.
- [3] P. Schöggel, H. M. Koegeler, K. Gschweidl, H. Kokal, P. Williams and K. Hulak, “Automated EMS Calibration using Objective Driveability Assessment and Computer Aided Optimization Methods”, SAE 2002-01-0849, SAE 2002 World Congress Detroit, Michigan, 2002.
- [4] Travis Lee Walters/ Phillip Shaw/Mahesh Madurai Kumar/Joshua Hoop , “Analysis Lead Drivability Assessment”, SAE Technical Paper 2015-01-2804, 2015.
- [5] AVL-DRIVE(V4.0.0), Computer Software, AVL, Graz, Austria, 2016