

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YOL - ARAÇ KİNEMATİĞİNDE GEÇKİ YATAY VE DÜŞEY
GEOMETRİSİNİN SADEME BAKIMINDAN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Selçuk BAHÇİVAN**

Anabilim Dalı : Geomatik Mühendisliği

Programı : Geomatik Mühendisliği

HAZİRAN 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YOL - ARAÇ KİNEMATİĞİNDE GEÇKİ YATAY VE DÜŞEY
GEOMETRİSİNİN SADEME BAKIMINDAN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Selçuk BAHÇIVAN
(501071625)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06 Mayıs 2011

Tezin Savunulduğu Tarih : 07 Haziran 2011

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ergin TARI (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Yrd. Doç. Dr. Himmet KARAMAN(İTÜ)
Prof. Dr. Halil ERKAYA (YTÜ)**

HAZİRAN 2011

ÖNSÖZ

Bu çalışmayı hazırlarken bana her türlü konuda yardımcı olan ve sabrını esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ergin TARI' ya çok teşekkür ederim. Değerli meslektaşım Yük. Müh. Necip Enes GENGEÇ'e ve değerli arkadaşım Araş. Gör. Yük. Müh. İrem ELİTEZ'e yardımlarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışma sırasında manevi desteklerini esirgemeyen İnş. müh. Adem ŞAHİN'e, yakın arkadaşlarım Tuğba ÇEŞMECİ, Nagihan KALAYCI ve aileme sonsuz teşekkür ederim.

Haziran 2011

Selçuk BAHÇIVAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
SEMBOL LİSTESİ.....	xxiii
ÖZET.....	xxv
SUMMARY.....	xxvii
1. GİRİŞ	1
2. YATAY GEÇKİ ELEMANLARININ EĞRİLİK VE DEVER FONKSİYONLARI.....	7
2.1 Doğru Parçasının (Alinyiman) Eğrilik ve Dever fonksiyonları	8
2.2 Dairesel Kurbun Eğrilik ve Dever Fonksiyonları	9
2.3 Klotoid Eğrisinin Eğrilik ve Dever Fonksiyonları	9
2.4 Bloss Eğrisinin Eğrilik ve Dever Fonksiyonları	11
2.5 Tarı1 Eğrisinin Eğrilik ve Dever Fonksiyonları.....	13
2.6 Tarı2 Eğrisinin Eğrilik ve Dever Fonksiyonları.....	15
2.7 Baykal Eğrisinin Eğrilik ve Dever Fonksiyonları.....	17
3. DÜŞEY GEÇKİ ELEMANLARININ EĞRİLİK VE EĞİM FONKSİYONLARI.....	7
3.1 Düşey Geometride Doğru Parçasının Eğrilik ve Eğim Fonksiyonları	19
3.2 Düşey Geometride Parabolik Düşey Kurbunun Eğrilik ve Eğim Fonksiyonları.....	20
3.3 Düşey Geometride Dairesel Düşey Kurbunun Eğrilik ve Eğim Fonksiyonları.....	21
3.4 Hareket Modelinde Hızın Yatay Bileşeni	22
4. YOL – ARAÇ KİNEMATİĞİ VE SADEME FONKSİYONLARI.....	23
4.1 Boyuna Sademe	24
4.2 Yanal Sademe.....	24
4.3 Normal Sademe	25
4.4 Yatay Geometride Sademe Fonksiyonlarına İlişkin Hesaplar	25
4.5 Düşey Geometride Sademe Fonksiyonlarına İlişkin Hesaplar	29
5. GEÇKİ GEOMETRİSİ TANIMLARI.....	31
5.1 A1 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - Dairesel Kurb - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman	32
5.2 B1 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman	34
5.3 C1 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - Dairesel Kurb - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman	38

5.4 D1 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - Dairesel Kurb - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman.....	40
5.5 E1 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman.....	41
5.6 F1 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman.....	46
5.7 G1 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman.....	47
5.8 H1 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman.....	49
5.9 C2 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - Dairesel Kurb - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman.....	51
5.10 D2 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - Dairesel Kurb - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman.....	51
5.11 E2 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman.....	52
5.12 F2 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman.....	53
5.13 G2 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman.....	54
5.14 H2 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman.....	55
5.15 C3 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - Dairesel Kurb - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman.....	56
5.16 D3 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - Dairesel Kurb - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman.....	58
5.17 E3 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman.....	60
5.18 F3 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman.....	64
5.19 G3 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman.....	65

5.20 H3 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman	66
5.21 C4 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - Dairesel Kurb - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman	68
5.22 D4 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - Dairesel Kurb - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman	68
5.23 E4 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman	69
5.24 F4 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman	70
5.25 G4 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman	70
5.26 H4 Tip Geometri	
Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman	
Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman	71
6. İNCELEMELERDE KULLANILAN GEÇKİ VE HIZ	
BÜYÜKLÜKLERİ.....	73
6.1 Geçki Büyüklükleri	73
6.2 Hız Büyüklükleri	74
6.3 A1 Tip Geometri İçin Kullanılan Diğer Büyüklükler	75
6.4 B1 Tip Geometri İçin Kullanılan Diğer Büyüklükler.....	75
6.5 C1, C2, C3 C4 Tip Geometrilere İçin Kullanılan Diğer Büyüklükler	75
6.6 D1, D2, D3 D4 Tip Geometrilere İçin Kullanılan Diğer Büyüklükler	75
6.7 E1, E2, E3, E4 Tip Geometrilere İçin Kullanılan Diğer Büyüklükler	76
6.8 F1, F2, F3, F4 Tip Geometrilere İçin Kullanılan Diğer Büyüklükler	76
6.9 G1, G2, G3, G4 Tip Geometrilere İçin Kullanılan Diğer Büyüklükler	76
6.10 H1, H2, H3, H4 Tip Geometrilere İçin Kullanılan Diğer Büyüklükler	76
7. SABİT HIZLI HAREKET MODELİNDE TÜM GEÇKİ GEOMETRİ	
TANIMLARININ SADEME FONKSİYON GRAFİKLERİ	77
7.1 V=200 km/h hız için B1 Tip Geçki modelinin Sademe Yönünden	
İncelenmesi.....	77
7.2 V=400 km/h hız için B1 Tip Geçki modelinin Sademe Yönünden	
İncelenmesi.....	80
7.3 V=200 km/h hız için C2 Tip Geçki modelinin Sademe Yönünden	
İncelenmesi.....	83
7.4 V=400 km/h hız için C2 Tip Geçki modelinin Sademe Yönünden	
İncelenmesi.....	86
7.5 V=100 km/h hız için D2 Tip Geçki modelinin Sademe Yönünden	
İncelenmesi.....	89
7.6 V=200 km/h hız için D2 Tip Geçki modelinin Sademe Yönünden	
İncelenmesi.....	91
7.7 V=400 km/h hız için D2 Tip Geçki modelinin Sademe Yönünden	
İncelenmesi.....	93

7.8 V=400 km/h Hız için E1 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi	95
7.9 V=400 km/h Hız için E3 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi	98
7.10 V=400 km/h Hız için F1 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi	101
7.11 V=200 km/h Hız için F2 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi	103
7.12 V=400 km/h Hız için F2 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi	106
7.13 V=400 km/h Hız için G1 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi	109
7.14 V=100 km/h Hız için G4 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi	111
7.15 V=200 km/h Hız için G4 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi	114
7.16 V=200 km/h Hız için H2 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi	117
7.17 V=400 km/h Hız için H2 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi	119
7.18 V=400 km/h Hız için H3 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi	122
7.19 R=7250m Yatay Yarıçap İçin Klotoid Eğrisinde Sademe Büyüklüklerinin Seçilen Modellerde İncelenmesi	125
7.20 R=7250m Yatay Yarıçap İçin Tarı2 Eğrisinde Sademe Büyüklüklerinin Seçilen Modellerde İncelenmesi	126
7.21 R=7250m Yatay Yarıçap İçin Tarı1 Eğrisinde Sademe Büyüklüklerinin Seçilen Modellerde İncelenmesi	127
8. POZİTİF VE NEGATİF İVMELİ HAREKET MODELİNDE TÜM GEÇKİ GEOMETRİ TANIMLARININ SADEME FONKSİYON GRAFİKLERİ	129
8.1 V1=400 km/h, V2=200 km/h Hızlar için Negatif İvmeli Hareket Modelinde B1 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	129
8.2 V1=200 km/h, V2=400 km/h Hızlar için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde B1 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	132
8.3 V1=400 km/h, V2=200 km/h Hızlar için Negatif İvmeli Hareket Modelinde C2 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	135
8.4 V1=200 km/h, V2=400 km/h Hızlar için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde C2 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	138
8.5 V1=200 km/h, V2=100 km/h Hızlar için Negatif İvmeli Hareket Modelinde D2 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	140
8.6 V1=100 km/h, V2=200 km/h Hızlar için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde D2 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	142
8.7 V1=400 km/h, V2=200 km/h Hızlar için Negatif İvmeli Hareket Modelinde E1 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	144
8.8 V1=200 km/h, V2=400 km/h Hızlar için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde E1 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	147
8.9 V1=400 km/h, V2=200 km/h Hızlar için Negatif İvmeli Hareket Modelinde E3 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	149

8.10 V1=200 km/h, V2=400 km/h Hızlar için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde E3 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	151
8.11 V1=400 km/h, V2=200 km/h Hızlar için Negatif İvmeli Hareket Modelinde F1 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	153
8.12 V1=200 km/h, V2=400 km/h Hızlar için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde F1 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	155
8.13 V1=400 km/h, V2=200 km/h Hızlar için Negatif İvmeli Hareket Modelinde F2 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	158
8.14 V1=200 km/h, V2=400 km/h Hızlar için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde F2 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	160
8.15 V1=400 km/h, V2=200 km/h Hızlar için Negatif İvmeli Hareket Modelinde G1 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	162
8.16 V1=200 km/h, V2=400 km/h Hızlar için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde G1 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	164
8.17 V1=200 km/h, V2=100 km/h Hızlar için Negatif İvmeli Hareket Modelinde G4 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	167
8.18 V1=100 km/h, V2=200 km/h Hızlar için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde G4 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	169
8.19 V1=400 km/h, V2=200 km/h Hızlar için Negatif İvmeli Hareket Modelinde H2 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	171
8.20 V1=200 km/h, V2=400 km/h Hızlar için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde H2 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	173
8.21 V1=400 km/h, V2=200 km/h Hızlar için Negatif İvmeli Hareket Modelinde H3 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	176
8.22 V1=200 km/h, V2=400 km/h Hızlar için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde H3 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi	178
9. SONUÇ VE ÖNERİLER	181
9.1 Geçiş Eğrisi Modellerine Göre İnceleme	181
9.2 Geçki Tanımlarına Göre İnceleme	183
9.3 Geçki ve Hız Kombinasyonundan Oluşan Tüm Modellere Göre İnceleme...	183
KAYNAKLAR	187
EKLER	189
ÖZGEÇMİŞ	191

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 7.1 : Klotoid Eğrisinin Seçilen Geometri Tiplerinde Km 0+400 için Sademe	124
Çizelge 7.2 : Klotoid Eğrisinin Seçilen Geometri Tiplerinde Km 0+750 için Sademe	124
Çizelge 7.3 : Klotoid Eğrisinin Seçilen Geometri Tiplerinde Km 1+000 için Sademe	125
Çizelge 7.4 : Tarı2 Eğrisinin Seçilen Geometri Tiplerinde Km 0+400 için Sademe	125
Çizelge 7.5 : Tarı2 Eğrisinin Seçilen Geometri Tiplerinde Km 0+750 için Sademe	126
Çizelge 7.6 : Tarı2 Eğrisinin Seçilen Geometri Tiplerinde Km 1+000 için Sademe	126
Çizelge 7.7 : Tarı1 Eğrisinin Seçilen Geometri Tiplerinde Km 0+400 için Sademe	127
Çizelge 7.8 : Tarı1 Eğrisinin Seçilen Geometri Tiplerinde Km 0+750 için Sademe	127
Çizelge 7.9 : Tarı1 Eğrisinin Seçilen Geometri Tiplerinde Km 1+000 için Sademe	127

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Klotoid, Bloss, Tarı1 bileşik eğrileri için yatay geometri tipi.....	7
Şekil 2.2: Tarı2 ve Baykal eğrileri için yatay geometri tipi.....	8
Şekil 2.3: Klotoid eğrisinin yola bağlı genel eğrilik ve dever grafiği	11
Şekil 2.4: Bloss eğrisinin yola bağlı genel eğrilik ve dever grafiği	13
Şekil 2.5: Tarı1 eğrisinin yola bağlı genel eğrilik ve dever grafiği.....	15
Şekil 2.6: Tarı2 eğrisinin yola bağlı genel eğrilik ve dever grafiği.....	17
Şekil 2.7: Baykal eğrisinin yola bağlı genel eğrilik ve dever	18
Şekil 3.1: Parabolik tepe kurbun geometri tip durumu.....	21
Şekil 3.2: Parabolik dere kurbun geometri tip durumu	21
Şekil 5.1: A1 Tip Geometrinin Genel Yapısı.....	31
Şekil 5.2: B1 Tip Geometrinin Genel Yapısı	32
Şekil 5.3: C1 Tip Geometrinin Genel Yapısı.....	34
Şekil 5.4: D1 Tip Geometrinin Genel Yapısı.....	38
Şekil 5.5: E1 Tip Geometrinin Genel Yapısı	41
Şekil 5.6: F1 Tip Geometrinin Genel Yapısı	42
Şekil 5.7: G1 Tip Geometrinin Genel Yapısı.....	46
Şekil 5.8: H1 Tip Geometrinin Genel Yapısı.....	48
Şekil 5.9: C2 Tip Geometrinin Genel Yapısı.....	50
Şekil 5.10: D2 Tip Geometrinin Genel Yapısı.....	51
Şekil 5.11: E2 Tip Geometrinin Genel Yapısı	52
Şekil 5.12: F2 Tip Geometrinin Genel Yapısı	53
Şekil 5.13: G2 Tip Geometrinin Genel Yapısı.....	54
Şekil 5.14: H2 Tip Geometrinin Genel Yapısı.....	55
Şekil 5.15: C3 Tip Geometrinin Genel Yapısı.....	56
Şekil 5.16: D3 Tip Geometrinin Genel Yapısı.....	57
Şekil 5.17: E3 Tip Geometrinin Genel Yapısı	59
Şekil 5.18: F3 Tip Geometrinin Genel Yapısı	60
Şekil 5.19: G3 Tip Geometrinin Genel Yapısı.....	64
Şekil 5.20: H3 Tip Geometrinin Genel Yapısı.....	65
Şekil 5.21: C4 Tip Geometrinin Genel Yapısı	67
Şekil 5.22: D4 Tip Geometrinin Genel Yapısı.....	68
Şekil 5.23: E4 Tip Geometrinin Genel Yapısı	69
Şekil 5.24: F4 Tip Geometrinin Genel Yapısı	70
Şekil 5.25: G4 Tip Geometrinin Genel Yapısı.....	71
Şekil 5.26: H4 Tip Geometrinin Genel Yapısı.....	72
Şekil 6.1: Hareket Modeli.....	74
Şekil 7.1: B1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği $V=200\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$	78
Şekil 7.2: B1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V=200\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$	78

Şekil 7.3: B1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m.....	79
Şekil 7.4: B1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m.....	80
Şekil 7.5: B1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m	80
Şekil 7.6: B1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m	81
Şekil 7.7: B1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m.....	81
Şekil 7.8: B1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m.....	82
Şekil 7.9: C2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m	83
Şekil 7.10: C2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m	84
Şekil 7.11: C2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m.....	85
Şekil 7.12: C2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m.....	85
Şekil 7.13: C2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m	86
Şekil 7.14: C2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m	87
Şekil 7.15: C2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m.....	87
Şekil 7.16: C2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m.....	88
Şekil 7.17: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=100km/h, Yatay R=460m	89
Şekil 7.18: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=100km/h, Yatay R=460m	89
Şekil 7.19: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=100km/h, Yatay R=460m.....	90
Şekil 7.20: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=100km/h, Yatay R=460m.....	90
Şekil 7.21: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=460m	91
Şekil 7.22: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=460m	92
Şekil 7.23: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=460m.....	92
Şekil 7.24: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=460m.....	93
Şekil 7.25: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=460m	93
Şekil 7.26: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=460m	94
Şekil 7.27: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=460m.....	94

Şekil 7.28: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=460m	95
Şekil 7.29: E1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m	96
Şekil 7.30: E1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m	96
Şekil 7.31: E1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m	97
Şekil 7.32: E1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m	98
Şekil 7.33: E3 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m	98
Şekil 7.34: E3 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m	99
Şekil 7.35: E3 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m	100
Şekil 7.36: E3 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m	100
Şekil 7.37: F1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m	101
Şekil 7.38: F1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m	102
Şekil 7.39: F1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m	102
Şekil 7.40: F1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m	103
Şekil 7.41: F2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m	103
Şekil 7.42: F2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m	104
Şekil 7.43: F2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m	104
Şekil 7.44: F2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m	105
Şekil 7.45: F2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m	106
Şekil 7.46: F2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m	106
Şekil 7.47: F2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m	107
Şekil 7.48: F2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m	107
Şekil 7.49: G1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m	108
Şekil 7.50: G1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m	109
Şekil 7.51: G1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m	109
Şekil 7.52: G1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m	110

Şekil 7.53: G4 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=100km/h, Yatay R=460m	111
Şekil 7.54: G4 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=100km/h, Yatay R=460m	112
Şekil 7.55: G4 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=100km/h, Yatay R=460m.....	112
Şekil 7.56: G4 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=100km/h, Yatay R=460m.....	113
Şekil 7.57: G4 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=460m	114
Şekil 7.58: G4 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=460m	114
Şekil 7.59: G4 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=460m.....	115
Şekil 7.60: G4 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=460m.....	115
Şekil 7.61: H2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m	116
Şekil 7.62: H2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m	117
Şekil 7.63: H2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m.....	117
Şekil 7.64: H2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m.....	118
Şekil 7.65: H2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m	119
Şekil 7.66: H2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m	119
Şekil 7.67: H2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m.....	120
Şekil 7.68: H2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m.....	120
Şekil 7.69: H3 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m	121
Şekil 7.70: H3 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m	122
Şekil 7.71: H3 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m.....	122
Şekil 7.72: H3 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m.....	123
Şekil 8.1: B1 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m.....	129
Şekil 8.2: B1 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m.....	130
Şekil 8.3: B1 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m.....	131

Şekil 8.4: B1 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m.....	132
Şekil 8.5: B1 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m.....	133
Şekil 8.6: B1 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m.....	133
Şekil 8.7: B1 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m.....	134
Şekil 8.8: B1 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m.....	135
Şekil 8.9: C2 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m.....	136
Şekil 8.10: C2 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m.....	136
Şekil 8.11: C2 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m.....	137
Şekil 8.12: C2 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m.....	137
Şekil 8.13: C2 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m.....	138
Şekil 8.14: C2 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m.....	138
Şekil 8.15: C2 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m.....	139
Şekil 8.16: C2 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m.....	139
Şekil 8.17: D2 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=100km/h Yatay R=460m.....	140
Şekil 8.18: D2 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=100km/h Yatay R=460m.....	140
Şekil 8.19: D2 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=100km/h Yatay R=460m.....	141

Şekil 8.20: D2 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=100km/h Yatay R=460m	141
Şekil 8.21: D2 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=100km/h, V2=200km/h Yatay R=460m	142
Şekil 8.22: D2 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=100km/h, V2=200km/h Yatay R=460m	142
Şekil 8.23: D2 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=100km/h, V2=200km/h Yatay R=460m	143
Şekil 8.24: D2 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=100km/h, V2=200km/h Yatay R=460m	143
Şekil 8.25: E1 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m	144
Şekil 8.26: E1 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m	145
Şekil 8.27: E1 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m	145
Şekil 8.28: E1 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m	146
Şekil 8.29: E1 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m	147
Şekil 8.30: E1 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m	147
Şekil 8.31: E1 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m	148
Şekil 8.32: E1 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m	148
Şekil 8.33: E3 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m	149
Şekil 8.34: E3 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m	150
Şekil 8.35: E3 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m	150

Şekil 8.36: E3 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m.....	151
Şekil 8.37: E3 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m.....	151
Şekil 8.38: E3 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m.....	152
Şekil 8.39: E3 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m.....	152
Şekil 8.40: E3 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m.....	153
Şekil 8.41: F1 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m.....	153
Şekil 8.42: F1 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m.....	154
Şekil 8.43: F1 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m.....	154
Şekil 8.44: F1 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m.....	155
Şekil 8.45: F1 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m.....	156
Şekil 8.46: F1 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m.....	156
Şekil 8.47: F1 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m.....	157
Şekil 8.48: F1 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m.....	157
Şekil 8.49: F2 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m.....	158
Şekil 8.50: F2 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m.....	158
Şekil 8.51: F2 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m.....	159

Şekil 8.52: F2 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m	159
Şekil 8.53: F2 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m	160
Şekil 8.54: F2 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m	161
Şekil 8.55: F2 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m	161
Şekil 8.56: F2 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m	162
Şekil 8.57: G1 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m	162
Şekil 8.58: G1 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m	163
Şekil 8.59: G1 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m	163
Şekil 8.60: G1 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m	164
Şekil 8.61: G1 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m	165
Şekil 8.62: G1 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m	165
Şekil 8.63: G1 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m	166
Şekil 8.64: G1 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m	166
Şekil 8.65: G4 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=100km/h Yatay R=7250m	167
Şekil 8.66: G4 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=100km/h Yatay R=460m	167
Şekil 8.67: G4 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=100km/h Yatay R=460m	168

Şekil 8.68: G4 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=100km/h Yatay R=460m.....	168
Şekil 8.69: G4 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=100km/h, V2=200km/h Yatay R=460m.....	169
Şekil 8.70: G4 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=100km/h, V2=200km/h Yatay R=460m.....	170
Şekil 8.71: G4 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=100km/h, V2=200km/h Yatay R=460m.....	170
Şekil 8.72: G4 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=100km/h, V2=200km/h Yatay R=460m.....	171
Şekil 8.73: H2 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m.....	171
Şekil 8.74: H2 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m.....	172
Şekil 8.75: H2 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m.....	172
Şekil 8.76: H2 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m.....	173
Şekil 8.77: H2 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m.....	174
Şekil 8.78: H2 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m.....	174
Şekil 8.79: H2 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m.....	175
Şekil 8.80: H2 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m.....	175
Şekil 8.81: H3 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m.....	176
Şekil 8.82: H3 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m.....	176
Şekil 8.83: H3 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m.....	177

Şekil 8.84: H3 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m	177
Şekil 8.85: H3 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m	178
Şekil 8.86: H3 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m	179
Şekil 8.87: H3 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m	179
Şekil 8.88: H3 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m	180

SEMBOL LİSTESİ

- A** : Yatay geometride alinyiman başlangıç ana noktası
B : Yatay geometride 1. eğri başlangıç ana noktası
TO : Yatay geometride dairesel kurb başlangıç ana noktası
TF : Yatay geometride dairesel kurb bitiş ana noktası
C : Yatay geometride 2. eğri bitiş ana noktası
D : Yatay geometride alinyiman bitiş ana noktası
G1 : Düşey geometride alinyiman başlangıç ana noktası
G2 : Düşey geometride alinyiman bitiş ana noktası
E : Düşey geometride düşey kurb başlangıç ana noktası
F : Düşey geometride düşey kurb bitiş ana noktası
L_A : Yatay geometride A noktasının belirli bir başlangıç noktasından olan uzaklığı
L_B : Yatay geometride B noktasının belirli bir başlangıç noktasından olan uzaklığı
L_{TO} : Yatay geometride TO noktasının belirli bir başlangıç noktasından olan uzaklığı
L_{TF} : Yatay geometride TF noktasının belirli bir başlangıç noktasından olan uzaklığı
L_C : Yatay geometride C noktasının belirli bir başlangıç noktasından olan uzaklığı
L_D : Yatay geometride D noktasının belirli bir başlangıç noktasından olan uzaklığı
L_E : Düşey geometride E noktasının belirli bir başlangıç noktasından olan uzaklığı
L_F : Düşey geometride F noktasının belirli bir başlangıç noktasından olan uzaklığı
L_{G1} : Düşey geometride G1 noktasının belirli bir başlangıç noktasından olan uzaklığı
L_{G2} : Düşey geometride G2 noktasının belirli bir başlangıç noktasından olan uzaklığı
L_{O1} : Tarı2 ve Baykal eğrileri için başlangıç ana noktası
L_{O2} : Tarı2 ve Baykal eğrileri için bitiş ana noktası
R : Yatay kurb yarıçapı
R_D : Düşey dairesel kurb yarıçapı
v' : Aracın bir p noktasındaki a'_T doğrultusundaki ani hızı (m/sn²)
v : v' hızının yatay bileşeni
a_T : İvme
Z_b : Boyuna sademe
Z_y : Yanal sademe
Z_n : Normal sademe

Z_B : Bileşke sademe

u : $u(l)$ Deverin yola bağlı değişimi

b : Platform genişliği

W : $W(l)$ Boyuna eğinin yola bağlı değişimi

k_Y : $k_Y(l)$ Yatay eğriliğin yola bağlı değişimi

k_D : $k_D(l)$ Düşey eğriliğin yola bağlı değişimi

l : Hareketlinin t zamanındaki konumu

$\frac{dW_p}{dl}$: Eğimin yola bağlı türevi

$\frac{du}{dl}$: Deverin yola bağlı türevi

$\frac{dk_Y}{dl}$: Yatay eğriliğin yola bağlı türevi

$\frac{dk_D}{dl}$: Düşey eğriliğin yola bağlı türevi

ÖZET

YOL - ARAÇ KİNEMATİĞİNDE GEÇKİ YATAY VE DÜŞEY GEOMETRİSİNİN SADEME BAKIMINDAN İNCELENMESİ

Teknolojik gelişmelerin raylı sistem ve kara yolu araç imalatına olan etkisi her geçen gün yeni bir boyut kazanmakta ve gelişime açık olmaktadır. Bu gelişim günlük hayatta ulaşımında kullanılan hız kavramının artmasını ortaya koymuş, bununla beraber yüksek hızlı seyahat esnasında güvenlik ve konfor sorunu ortaya çıkmaya başlamıştır.

Bu sorunu gidermek amacıyla ulaştırma yapılarının genel tasarımında hız ve konforun artmasını sağlayan çeşitli geçiş eğrisi önerileri ile karşılaşılmaktadır. Geçiş eğrilerinin amacı yol - araç kinematığı bakımından en uygun geçki tasarımını elde etmektir. Karayolu ve demiryolu güzergah tasarımında yol - araç kinematığını en iyi belirleyen özelliğin de “sademe” olduğu vurgulanmaktadır.

Bu çalışma, Baykal (2009)'da verilen boyuna sademe, yanal sademe, normal sademe ve bileşke sademe fonksiyonları kullanılarak çeşitli eğrilerin birbirlerine göre sademe bakımından incelenmesini grafikler yardımıyla göstermektedir. İncelenen modellerde 26 farklı geçki geometri modeli oluşturulmuş bu geometri modellerinde 3 farklı yatay kurb yarıçapı kullanılmıştır. Ayrıca oluşturulan bu geometri modelleri de sabit, pozitif ivmeli ve negatif ivmeli hız modelinde 3 farklı hız modeli için incelenmiştir.

Sonuç olarak hazırlanan modellere ait çözümler incelendiğinde sademenin üç boyutlu olarak yol - araç kinematığına etki ettiği görülmektedir. Bu etkinin büyüklüğünün, hız modeline ve geometri modeline bağlı olarak değiştiği hazırlanan grafiklerde gözlemlenebilir niteliktedir. Ayrıca grafikler geçki modellerini ve eğrileri birbirine göre üstünlüğünü kıyaslama şansı da sunmaktadır.

SUMMARY

THE ANALYSIS OF THE HORIZONTAL AND VERTICAL GEOMETRY OF THE ROAD-VEHICLE KINEMATICS IN TERMS OF CHANGE OF ACCELERATION

The effect of the technological developments on rail system and vehicle manufacturing is gaining a new dimension day by day. This development displays the increase of the use of speed term in daily life, also during the high speed travelling the security and comfort problems are appeared.

In order to resolve this problem, the recommendations of various transition curve providing increased speed and comfort for the overall design of transportation structures are encountered. The purpose of the transition curves in terms of the road - vehicle kinematics is to get the most appropriate alignment design. For road and rail routes design, it is emphasized that the best property that determines the road-vehicle kinematics is “change of acceleration”.

This work displays the examination of the curves relative to each other in terms of change of acceleration with the help of graphs by using longitudinally change of acceleration, lateral change of acceleration, normal change of acceleration and resultant change of acceleration functions (Baykal, 2009). Twenty six different alignment geometry models were created and three different horizontal curve radius were used for these models. Also these geometry models are examined for constant, positive acceleration and negative acceleration, three different velocity models.

In conclusion, when the solutions for prepared models are examined, it is seen that the change of acceleration affects the road-vehicle kinematics in three dimensions. The change of the amount of this effect relative to the velocity and geometry model is observable in graphs. Also the graphs gives a chance to compare the superiority of the alignment models and curves to each other.

1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında süreklilik halinde devam eden teknolojik gelişmeler, insan sayısının artması, şehirlerin her geçen gün yeni alanlara yayılması ve bu gelişmelere bağlı ihtiyaçlar hızla değişmekte ve geliştirilmektedir. Teknolojik gelişmelerin hızlı bir biçimde ilerlemesi günlük hayatta kullanılan ulaşım araç modellerinin aerodinamik tasarımıyla beraber motor yapısının da gelişmesine etki etmektedir. Zamanla beraber gelişen bu ince detayların hepsine bağlı olarak hız kavramı yeni bir boyut kazanmıştır.

Tüm bu gelişmeler hem bireysel araç kullanımında hem de toplumsal araç kullanımında yeni icat ve bakış anlayışlarını beraberinde getirmiştir. Gelişmeler tek başına yeterli olmamakla beraber, ayrıca yeniliklerin kullanılabileceği amaca uygun tasarım ve yapılara ihtiyaç vardır. Bu ihtiyaç, niteliğe uygun biçimde tasarlanmış ulaştırma yapı modelleri ile giderilmektedir.

Zaman ilerledikçe, insanların çalıştıkları ve yaşadıkları mekansal ortamlara hızlı, emniyetli ve konforlu biçimde varmalarını sağlamak amacıyla oluşturulan ulaştırma yapıları, günlük hayatta en sık ihtiyaç duyulan insan ihtiyaçlarından biridir ve buna bağlı olarak her geçen gün yeni ulaştırma yapıları model tasarım biçimleri geliştirilme ihtiyacı duyulmaktadır. Öncelikli işlevi, arasında belirli bir mesafe bulunan iki yaşam alanı arasında ulaşımı sağlamak olan demir yollarında ve yüksek standartlı karayollarında (ekspres yol, otoyol) inşaat maliyetinde ekonomi sağlanması ikinci plana itilmekte, güvenlik, konfor ve verimlilikten ödün vermeksizin işletme hızının artırılması, diğer bir deyişle yolculuk süresinin kısaltılması öncelik kazanmaktadır (Baykal, 2009).

Ulaştırma yapılarının model tasarımı rastlantısal olarak oluşturulmamakla birlikte belirli standart ve kurallara uyularak yapılmaktadır. Araç veya taşıt benzeri bir hareketlinin üzerinde mesafe kat ettiği, uzayda belirli bir koordinat sistemine dayalı, doğru ve eğrilerin birbirine ardışık olacak biçimde eklenmesiyle elde edilen eksenin bütününe, yol inşaatı dilinde yol ekseni veya güzergah denir. Güzergahı oluşturan

doğru ve eğriler geçki parçası olarak adlandırılır. Bir güzergaha bağlı olarak oluşturulan ulaştırma yapısına ilişkin standartların oluşmasında bir çok kriterin rolü vardır. Bunların en önemlilerinden biri geçkinin yatay ve düşey geometrisidir (Baybura, 2001). Yatay ve düşey geometri kriterlerine bağlı olarak ulaştırma yapısı modellenir ve kullanım amacına uygun olarak inşaatı başlar.

Yatay ve düşey geometri sistem bakımından birlikte çalışmasına rağmen birbirinden bağımsız olarak sayısal arazi modeline göre tasarlanırlar. Dünya, arazi ve yüzey yapısı olarak çok değişken bir yapıya sahip olmasından dolayı ulaştırma yapıları model tasarım biçimlerinde düşey ve yatay geometride, sürekli doğrusal geçki parçası kullanmayı mümkün kılmamış, ortaya çıkan dönüş sorununu gidermek amacıyla 180 dereceden farklı bir açıyla iki doğru parçasını birleştirme zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. İlk olarak modellemede arazi uygulaması düşünülerek kısa doğru parçalarını (5 metreden kısa), arasında bir açı olacak şekilde ardışık kullanarak dönüş sorunu giderilebilmesi düşünülebilir, ancak bu durumda matematiksel hesap ve modellemede önceden ön görülemeyen birçok kritere ters düşen güçlüklerle karşılaşılacaktır. Bu tür sorunları gidermek amacıyla birbiri ile hem yatay hem de düşey geometride 180 dereceden farklı bir açıyla birleşen doğrusal iki geçki parçasını, eğrisel yörüngeye sahip, matematiksel fonksiyonu ifade edilmiş R yarıçaplı bir geçki parçasıyla birleştirmek sayısal hesap ve modelleme bakımından en uygun çözüm olarak düşünülmüş ve kullanılmıştır. Yatay geometride bu durum en basit şekilde, açılı bir şekilde birleşen iki alinyiman arasına dairesel kurb yerleştirilerek giderilmeye çalışılmıştır. Fakat dairesel kurbun doğru parçalarına teğet olduğu noktalarda ortaya çıkan ani merkezkaç kuvvet etkisinin başta güvenlik ve konfor olmak üzere standartlara ilişkin tüm tasarım kriterlerini olumsuz yönde etkilediği ve işletme hızının artmasıyla bu etkinin tehlikeli boyutlara ulaştığı bilinmektedir (Baybura ve diğ., 2001). Ulaştırma yapılarına ilişkin projelerde yatay güzergahta bu olumsuz etkiyi gidermek amacıyla eğrisel geçki parçasına göre tasarlanmış yol platform parçasını tasarım yönüne göre $\pm$ dever şeklinde eğimlendirilerek giderilmeye çalışılmışsa da bu yüksek hızlı poje tasarımlarında yetersiz kaldığı bilinmektedir. Dever uygulaması en olumsuz koşullar göz önünde bulundurularak belirli bir yüzde eğim sınırını aşamayan, gelişigüzel yapılamayan bir uygulamadır. Arazi modeline bağlı dairesel kurb yarıçapının sınırlanması, hız sınırının artması, dever uygulamasının sınırlayıcı etkisi gibi sebepler göz önünde

bulundurularak, ulaştırma yapılarının yatay modellemesinde, iki geçki parçası arasında geçiş eğrisi yerleştirerek bu kaçınılmaz problemlerin etkisi yüksek hızlı projelerde en az seviyeye indirilmeye çalışılmıştır.

Literatürde geçiş eğrisi niteliğinde kullanılmak üzere motorun icadından başlayıp günümüze kadar olan zaman diliminde ihtiyaa göre farklı eğri modelleri ve bu modellere ait fonksiyonlar türetilmiştir. Bu eğrilerden bazıları Euler spirali olarak bilinen klotoid, kübik parabol, 2R yarıçaplı daire yayı, Tarı1 eğrisi, Bloss eğrisi, kosinsoit, sinzoittir. Ayrıca farklı doğrultu yönüne sahip iki doğru parçasını tek bir eğri ile birleştirilmesini sağlayan ve bileşik eğri olarak adlandırılan Tarı2 ve Baykal eğri nerileri de bulunmaktadır. Bu eğriler arasında kullanımı en yaygın olan eğri klotoiddir. Gelişmiş bilgisayar programlarının içeriğinde de klotoid çizim tanımının olması tasarımıları kolaylaştırmış ve kullanımını oldukça yaygınlaştırmıştır.

Düşey geometride matematiksel fonksiyonu bilinen parabolik düşey kurb ve dairesel düşey kurb kullanılarak düşey güzergahta dönüş sorunu giderilmeye çalışılmıştır. Tasarımda herhangi bir geçiş eğrisi niteliğinde bir geçki parçasına ihtiyaç duyulmamıştır. Yatay geometride olduğu gibi düşey geometri tasarımı da belirli standart ve kriterlere göre yapıldığı dikkate alınmalıdır.

Ulaştırma yapılarına ait projeler tasarlanırken giderilmesi gereken en büyük sorun, daha önce de sözü edilen yolun işletme aşamasındaki hızı, ve bu hızlanmadan oluşan güvenlik ve konfor durumudur. Geçiş eğrilerinin fonksiyonel modelinden kaynaklanan hıza bağlı güvenlik ve konfor durumu birbirinden farklılık göstermesi, dolayısıyla tasarımda kullanılacak geçiş eğrisi seçimini de bir kritere dayandırma koşulu ortaya çıkmaktadır. Bu sorunların aşılması için yol-araç kinematiğine daha iyi uyan geometrik geçki elemanları önerilmiş ve bunların bir bölümü uygulamada kullanılmıştır (Baykal, 2009).

Yol araç kinematiğinin önemli bileşenleri şunlardır;

- Araç hızının yol (hareket) boyunca değişimi (hareket modeli);
- Yolun yatay-düşey geometrisi ve fiziksel özellikleri (en kk daire yayı yarıçapları, geçiş eğrisi uygulanıp uygulanmadığı, uygulanan geçiş eğrileri boyunca eğriliğin değişim fonksiyonları, en büyük dever değerleri ve dever değişim fonksiyonları, boyuna eğimler, düşey eğrilerin büyüklüğü ve

eğriliklerinin değişim fonksiyonları, yol yuvarlanma yüzeyinin ıslak, buzlu, tozlu, yağlı ve bakımsız ya da temiz ve bakımlı olması);

- Araçların teknik özellikleri ve fiziksel durumları;
- Hava koşulları (rüzgar hızının yönü ve şiddeti, sis, yağış, v.d.) (Baykal, 2009).

Yukarıdaki ifadelerde de belirtildiği gibi üzerinde hareket edilen model yüzey ile hareket eden araç beraber çalışırlar. Bu esnada aracın hareketine etkiyen zorlayıcı etmenlere karşı dayanım gücünün ne kadar olduğunun bilinmesi, hıza bağlı konfor ve güvenliğin durumu bir araştırma konusu olmuştur. Çalışma ve araştırmalar sonucunda bunu en iyi ifade eden kriterin yol-aracın kinematiği yani ivme ve sademe olduğu kaynaklarda vurgulanmaktadır. Ayrıca ivme ve sademenin büyüklüğüne ve değişimine bağlı olan konfor (rahatsızlık) katsayısı, yolculuk hastalığı gibi ölçütlerin, demir yolu hatlarının konfor bakımından uygunluğunun kararlaştırılmasında kullanılması önerilmektedir (Baykal, 2009).

Ulaştırma mühendisliğinde ivme ve sademenin dikkate alınmasını gerektiren durumlar şunlardır (Baykal, 2009);

- Geçki geometrisine yönelik ölçütlerin belirlenmesi
- Yeni geçki tasarımında değişik geçki önerilerinin karşılaştırılması ve yol-aracın kinematiği açısından en uygun geçkinin saptanması
- Mevcut bir yolun yol-aracın kinematiği açısından sorgulanması

Yayınlanan çeşitli kaynaklarda ivme ve sademe tek boyutlu olarak “yanal ivme” ve “yanal sademe” olarak incelenmiştir (Baykal, 2009).

Baykal (1996)’da tüm hareket modelleri ve geçki yatay geometrileri için geçerli olan yanal sademe bağıntısı verilmiştir. Ancak bu yayında da diğer yayınlarda olduğu gibi çözümleme tek boyutlu olarak düşünülmüş ve geçki düşey geometrisi dikkate alınmamıştır. Baybura (2001)’de geçki düşey geometrisini içeren fonksiyonlara ait eşitlikler türetilse de yine inceleme ve karşılaştırma tek boyutta yapılmıştır (Baykal, 2009).

Geçki yatay ve düşey geometri tasarım sonucu oluşacak sademe bağıntıları, üç boyutlu olarak Baykal (2009)’da verilmektedir. Bu fonksiyonlar aynı anda yatay ve

düşey geometri parametreleri kullanılarak sademe hesabını üç boyutlu olarak değerlendirebilme ve kıyaslama yapma şansını sunmaktadır.

Bu çalışma, aynı sayısal değere sahip yatay ve düşey geçki parametrelerini, farklı eğri modellerinde kullanılarak eğrilerin sademe bakımından karşılaştırılması ve birbirlerine göre üstünlük derecesinin kıyaslanmasını amaçlamıştır. Bunun için örnek model teşkil eden alinyiman – klotoid - dairesel kurb - klotoid - alinyiman şeklinde oluşan yatay güzergah ve düşey alinyiman - düşey parabolik kurb - düşey alinyiman şeklinde düşey güzergah referans alınmış ve bu güzergahların geometrik durumları göz önüne alınarak üç boyutlu olarak sademe çözümlemeleri yapılmıştır. Sademe hesabı çözümlemeleri sabit hızlı hareket modeli, sabit negatif ivmeli ve sabit pozitif ivmeli hareket modelleri için yatay geometride klotoid, Bloss, Tarı1, Tarı2 ve Baykal eğrilerinde uygulanmıştır. Düşey geometride parabolik kurb ve dairesel kurb kullanılmış, oluşan kombinasyon sonuçları grafik diyagramlarında gösterilmiştir.

2. YATAY GEÇKİ ELEMANLARININ EĞRİLİK VE DEVER FONKSİYONLARI

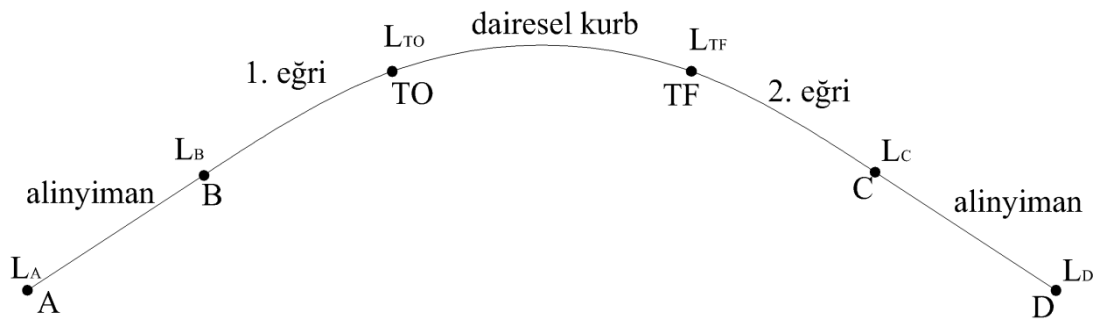
Sademe hesabının doğru bir biçimde yapılabilmesi için (Sademe Hesapları, bak Bölüm 3) sademe bağıntılarında belirtilen ve yatay geçki parçasının geometrik tip özelliğini gösteren,

$k_Y = k_Y(l)$: geçki parçasının yatay eğriliğin aldığı yola bağlı değişimi,

$u = u(l)$: geçki parçasının deverinin aldığı yola bağlı değişimi,

büyükliklerinin bilinmesi gereklidir. Geçki parçalarının büyüklüklerine ilişkin fonksiyonel modelleri oluşturulurken ilk olarak eğrilik fonksiyonları oluşturulmuş ve dever hesabında da bu eğrilik fonksiyonuna bağlı benzer bir fonksiyonun önerilmektedir (Baybura, 2001).

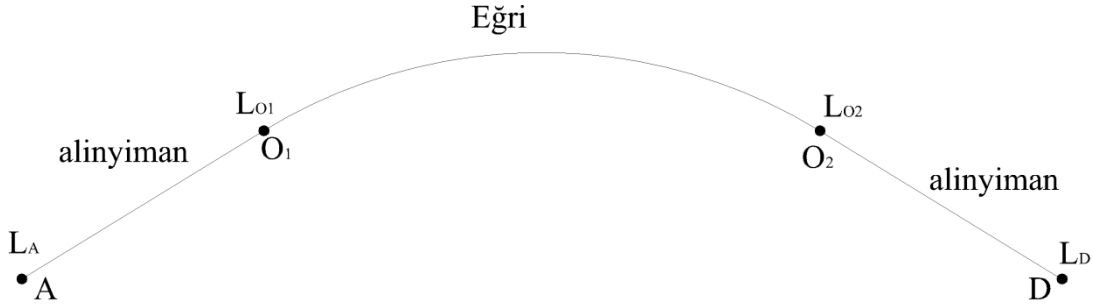
Kaynaklarda, geçiş eğrisi niteliğinde iki geçki parçasının birleşiminde ara geçişi sağlamak üzere çeşitli isimler adı altında fonksiyonlar verilmiştir. Bunlardan klotoid, Bloss, Tar1, Tar2, Baykal eğri modelleri ile dairesel kurb ve alinyimana ait eğrilik ve dever fonksiyonları çalışma kapsamında ele alınmıştır. Şekil 2.1’de klotoid, Bloss, Tar1 bileşik eğrileri için yatay geometri tipi gösterilmektedir.



Şekil 2.1: Klotoid, Bloss, Tar1 bileşik eğrileri için yatay geometri tipi

Klotoid, Bloss ve Tar1 eğrilerinin geometrik olarak Şekil 2.1’de gösterildiği gibi dairesel kurb ile beraber kullanılmaktadır. Klotoid eğrisinin iki alinyiman arasında tek başına kullanıldığı durumlar da mevcuttur.

Şekil 2.2’de Tarı2 ve Baykal eğrilerinin geometri tipi gösterilmektedir. Tarı2 ve Baykal eğrileri iki alinymanı tek bir eğri geometrisi ile birleştirmektedir.



Şekil 2.2: Tarı2 ve Baykal eğrileri için yatay geometri tipi

2.1 Doğru Parçasının (Alinyiman) Eğrilik ve Dever Fonksiyonları

Yatay güzergah tasarımında ucuna eklenecek herhangi bir geçki parçasına teğet olma koşulu olan, belirli bir l boyuna sahip doğru parçasıdır. Belirlenmiş bir eğriliği olmadığı için eğriliği;

$$k_{YA} = 0 \quad (2.1)$$

olur.

Doğru parçasının deveri ise koşullara göre değişiklik göstermektedir. Dever bir nevi referans yüzeye sahip, güzergaha paralel bir mesafede bulunan yatay eksenin düşey yönde kaldırılmasıyla veya indirilmesiyle ortaya çıkan eğimdir. Yüzde veya l miktarı olarak gösterilir. Demiryolunda, tasarım kriterlerine bağlı olarak yatay güzergahta doğru parçasında herhangi bir dever uygulaması gerekmediğinden,

$$u_A = 0 \quad (2.2)$$

olur.

Karayollarında ise durum farklıdır. Yağış sularını yol yüzeyinden uzaklaştırmak amacıyla yol platformunda $\%(1.5-2)$ enine eğim uygulanmaktadır (Umar ve Yayla 1994). Bu yaklaşım ile kara yollarında doğru parçasında deverin yola bağlı değişimi;

$$u_A(l) = u_A = \text{sabit} \quad (2.3)$$

olarak alınır. Uygulamada farklı iki doğrultuya sahip iki doğru parçasını dairesel kurb ile birleştirirken birleşim yerlerinde, hem karayolu hem de demiryolu platformunun yüzeyinde oluşacak ani düşey yol kırılmasını gidermek amacıyla

kurbun TO noktasından önce ve TF noktasından sonra doğru parçası üzerinde l boyu kadar mesafede artan ve azalan şekilde dever uygulanmaktadır. Bu uygulama araştırma konusunda dikkate alınmıştır.

2.2 Dairesel Kurbun Eğrilik ve Dever Fonksiyonları

Yatay düzlem üzerinde koordinatı bilinen sabit bir M noktasında R boyu kadar mesafede olan noktaların oluşturduğu eğri modelidir. R boyu dairesele kurbun yarıçapını belirtir. Dairesel kurbun eğriliği,

$$k_{YD}(l) = \frac{1}{R} \quad (2.4)$$

fonksiyonu olarak verilir. Dairesel kurbun dever fonksiyonu,

$$u_D(l) = \text{sabit} = u_{max} \quad (2.5)$$

Dairesel kurbun diğer açı, mesafe ilişkisine dayalı fonksiyonlar ve kriterleri bu çalışmada belirtilmeyecektir.

2.3 Klotoid Eğrisinin Eğrilik ve Dever Fonksiyonları

Klotoid, lineer eğrilik fonksiyonu kullanarak elde edilmiş bir düzlem eğrisidir ve eğrilik fonksiyonu

$$k_{KL}(l) = a + bl \quad (2.6)$$

biçiminde tanımlanmıştır (Tarı, 1997). a ve b katsayıları seçilecek olan modele göre değer alır ve tasarımcı tarafından elindeki verilere uygun olarak seçilir. l tasarımı düşünülen klotoid boyudur. Genel kullanım biçimi alinyiman ile dairesele kurb arasına yerleştirilerek yapılır. Sadece alinyimanlar ile dairesele kurba olmadan kullanım şeklide vardır. Klotoidin değme sınır koşulları göz önünde bulundurularak a ve b katsayıları bilinen olarak ifade edilir. Bunun için klotoidin başlangıç noktasının eğriliği alinyiman ile aynı, bitiş noktasının eğriliği dairesele kurb ile aynı olduğu kabul edilir.

Alinyiman – 1. Klotoid – Dairesel Kurb – 2. Klotoid – Alinyiman şeklinde oluşturulmuş bir güzergah için klotoidlerde,

$$l = L_B \text{ için } k_{KL} = 0 \quad l = L_{TO} \text{ için } k_{KL} = \frac{1}{R} \quad (2.7)$$

sınır koşullarını göz önünde bulundurursak 1. klotoit için

$$k_{YKL}(l) = \frac{l - L_B}{(L_{TO} - L_B)R} \quad L_B \leq l \leq L_{TO} \quad (2.8)$$

eğrilik fonksiyonu olarak yazılır. Dever fonksiyonu

$$l = L_B \text{ için } u_{KL} = 0; \quad l = L_{TO} \text{ için } u_{KL} = u_{max} \quad (2.9)$$

sınır koşullarına bakılırsa

$$u_{KL}(l) = \frac{(-l + L_B)u_{max}}{L_B - L_{TO}} \quad L_B \leq l \leq L_{TO} \quad (2.10)$$

elde edilir.

İkinci klotoit için durum yine 1. klotoit ile aynı koşullar yardımıyla yapılır.

$$l = L_C \text{ için } k_{KL} = 0; \quad l = L_{TF} \text{ için } k_{KL} = \frac{1}{R} \quad (2.11)$$

sınır koşullarını göz önünde bulundurursak 2. klotoit için

$$k_{YKL}(l) = \frac{l - L_C}{(L_{TF} - L_C)R} \quad L_C \leq l \leq L_{TF} \quad (2.12)$$

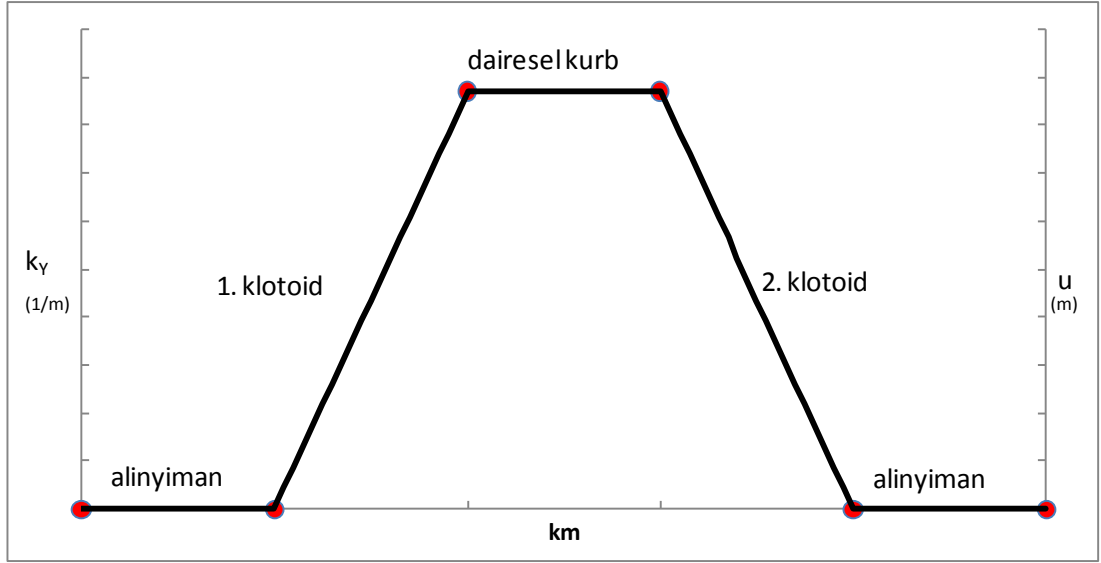
eğrilik fonksiyonu olarak yazılır. Dever fonksiyonu

$$l = L_C \text{ için } u_{KL} = 0; \quad l = L_{TF} \text{ için } u_{KL} = u_{max} \quad (2.13)$$

sınır koşullarına bakılırsa

$$u_{KL}(l) = \frac{(-l + L_C)u_{max}}{L_C - L_{TF}} \quad L_C \leq l \leq L_{TF} \quad (2.14)$$

elde edilir. Şekil 2.3’de klotoit eğrisinin eğim ve dever fonksiyonunun yola bağlı genel tip durumu görülmektedir. Alinyiman ve dairesel kurbun yola bağlı eğim ve dever tip gösterimi bu grafikte de görülebilmesinden dolayı ayrı olarak verilmemiştir.



Şekil 2.3: Klotoid eğrisinin yola bağlı genel eğrilik ve dever grafiği

2.4 Bloss Eğrisinin Eğrilik ve Dever Fonksiyonları

Eğrilik fonksiyonunu 3^o parabolü olan eğri BLOSS tarafından önerilmiştir. (Schuhr 1987, Çelen 1995, Bıçakçı 1977, Möser 1998, Kobryn 1991)'de Bloss eğrisine ilişkin bilgiler verilmiştir (Baykal, 2009). Genel kullanım biçimi klotoidin genel kullanım biçimiyle aynıdır.

Alinyiman – 1. Bloss Eğrisi – Dairesel Kurb – 2. Bloss eğrisi – Alinyiman şeklinde oluşturulmuş bir güzergah için Bloss eğrilerinde,

$$k_{BL}(l) = al^3 + bl^2 + cl + d \quad (2.15)$$

$$l = L_B \text{ için } k_{BL} = 0, \quad l = 0 \text{ için } k'_{BL} = 0 \quad (2.16)$$

$$l = L_{TO} \text{ için } k_{BL} = \frac{1}{R}, \quad l = 0 \text{ için } k'_{BL} = 0 \quad (2.17)$$

sınır koşullarını göz önünde bulundurursak

$$d = 0, \quad c = 0, \quad b = \frac{3}{RL_{BL}^2}, \quad a = -\frac{2}{RL_{BL}^3} \quad (2.18)$$

için genel denklemde yerine konarak

$$k_{BL} = 3 \frac{l - L_B^2}{R L_{TO} - L_B^2} - 2 \frac{l - L_B^3}{R L_{TO} - L_B^3} \quad L_B \leq l \leq L_{TO} \quad (2.19)$$

birinci Bloss eğrisinin eğrilik fonksiyonu elde edilir.

Dever fonksiyonu yine eğrilik fonksiyonu ile benzerdir ve fonksiyonu 3° parabolüdür.

$$u_{BL}(l) = al^3 + bl^2 + cl + d \quad (2.20)$$

$$l = u_{BL} = 0 \text{ için } u_{BL} = 0, \quad l = 0 \text{ için } u'_{BL} = 0 \quad (2.21)$$

$$l = L_{TO} = 0 \text{ için } u_{BL} = u_{max}, \quad l = 0 \text{ için } u'_{BL} = 0 \quad (2.22)$$

$$d = 0, \quad c = 0, \quad b = \frac{3u_{max}}{L_{BL}^2}, \quad a = -\frac{2u_{max}}{L_{BL}^3} \quad (2.23)$$

bulunur ve genel denklemde yerine konarak

$$u_{BL} = 3 \frac{l - L_B^2 u_{max}}{L_{TO} - L_B^2} - 2 \frac{l - L_B^3 u_{max}}{L_{TO} - L_B^3} \quad L_B \leq l \leq L_{TO} \quad (2.24)$$

birinci Bloss eğrisi için dever fonksiyonu bulunur.

İkinci Bloss eğrisi için,

$$k_{BL}(l) = al^3 + bl^2 + cl + d \quad (2.25)$$

$$l = L_{BL} = 0 \text{ için } k_{BL} = 0, \quad l = 0 \text{ için } k'_{BL} = 0 \quad (2.26)$$

$$l = L_{TF} = 0 \text{ için } k_{BL} = \frac{1}{R}, \quad l = 0 \text{ için } k'_{BL} = 0 \quad (2.27)$$

sınır koşulları göz önüne alınırsa,

$$d = 0, \quad c = 0, \quad b = \frac{3}{RL_{BL}^2}, \quad a = -\frac{2}{RL_{BL}^3} \quad (2.28)$$

için genel denklemde yerine konarak

$$k_{BL} = 3 \frac{L_C - l^2}{R L_C - L_{TF}^2} - 2 \frac{L_C - l^3}{R L_C - L_{TF}^3} \quad L_{TF} \leq l \leq L_C \quad (2.29)$$

ikinci Bloss eğrisinin eğrilik fonksiyonu elde edilir.

Dever fonksiyonu yine eğrilik fonksiyonu ile benzerdir ve fonksiyonu 3° parabolüdür.

$$u_{BL}(l) = al^3 + bl^2 + cl + d \quad (2.30)$$

$$l = u_{BL} = 0 \text{ için } u_{BL} = 0, \quad l = 0 \text{ için } u'_{BL} = 0 \quad (2.31)$$

$$l = L_{TF} = 0 \text{ için } u_{BL} = u_{max}, \quad l = 0 \text{ için } u'_{BL} = 0 \quad (2.32)$$

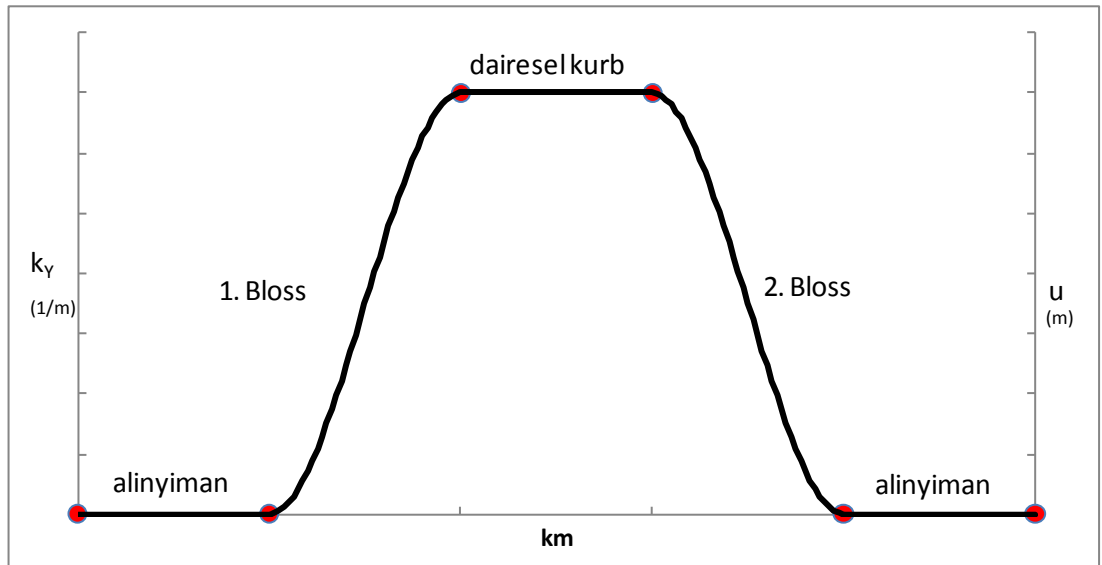
$$d = 0, \quad c = 0, \quad b = \frac{3u_{max}}{L_{BL}^2}, \quad a = -\frac{2u_{max}}{L_{BL}^3} \quad (2.33)$$

bulunur ve genel denklemde yerine konarak

$$u_{BL} = 3 \frac{L_C - l^2}{R L_C - L_{TF}^2} u_{max} - 2 \frac{L_C - l^3}{R L_C - L_{TF}^3} u_{max} \quad L_{TF} \leq l \leq L_C \quad (2.34)$$

dever fonksiyonu bulunur.

Şekil 2.4'te Bloss eğrisinin eğim ve dever fonksiyonunun yola bağlı genel tip durumu görülmektedir.



Şekil 2.4: Bloss eğrisinin yola bağlı genel eğrilik ve dever grafiği

2.5 Tarı1 Eğrisinin Eğrilik ve Dever Fonksiyonları

Tarı1 eğrisinin eğrilik model fonksiyonu olarak 5. derece parabolü seçilmiştir.

$$k(l) = al^5 + bl^4 + cl^3 + dl^2 + el + f \quad (2.35)$$

Alinyiman – 1. Tarıf Eğrisi – Dairesel Kurb – 2. Tarıf eğrisi – Alinyiman şeklinde oluşturulmuş bir güzergah için Tarıf eğrilerinde,

$$l = L_B \text{ için } k_{TR1} = 0, \quad k'_{TR1} = 0, \quad k''_{TR1} = 0 \quad (2.36)$$

$$l = L_{TO} \text{ için } k_{TR1} = \frac{1}{R}, \quad \text{ için } k'_{TR1} = 0, \quad k''_{TR1} = 0, \quad (2.37)$$

sınır koşulları göz önüne alınırsa

(A) ve (B) den aşağıdaki eğrilik fonksiyonu elde edilir.

$$k(l) = \frac{1}{R} \left[a \left(\frac{l}{L} \right)^5 + b \left(\frac{l}{L} \right)^4 + c \left(\frac{l}{L} \right)^3 \right] \quad L_B \leq l \leq L_{TO}, \quad L_{TF} \leq l \leq L_C \quad (2.38)$$

Eğrilik fonksiyonu yalnızca

$$a = 6, \quad b = -15, \quad c = 10 \quad (2.39)$$

değerleri için geçerli olup sınır koşulları yalnızca bu değerler için sağlanmaktadır.

1. Tarıf eğrisinin eğrilik fonksiyonu

$$k_{TR1} = \frac{l - L_B^3}{R (L_{TO} - L_B)^3} \left(\frac{6 (l - L_B)^2}{(L_{TO} - L_B)^2} - \frac{15 (l - L_B)}{L_{TO} - L_B} + 10 \right) \quad L_B \leq l \leq L_{TO} \quad (2.40)$$

1. Tarıf eğrisinin dever fonksiyonu (A) ve (B) sınır koşulları dikkate alınırsa dever fonksiyonu

$$u_{TR1}(l) = \frac{u_{\max} (L_B - l)^3}{L_B - L_{TO}} \left(\frac{6 (L_B - l)^2}{(L_B - L_{TO})^2} - \frac{15 (L_B - l)}{L_B - L_{TO}} + 10 \right) \quad L_B \leq l \leq L_{TO} \quad (2.41)$$

2. Tarıf eğrisinin model fonksiyonu 1. Tarıf eğrisi gibi 5. derece parabolüdür.

$$l = L_C \text{ için } k_{TR1} = 0, \quad k'_{TR1} = 0, \quad k''_{TR1} = 0 \quad (2.42)$$

$$l = L_{TF} \text{ için } k_{TR1} = \frac{1}{R}, \quad \text{ için } k'_{TR1} = 0, \quad k''_{TR1} = 0, \quad (2.43)$$

sınır koşullarını göz önüne alırsak a,b,c den

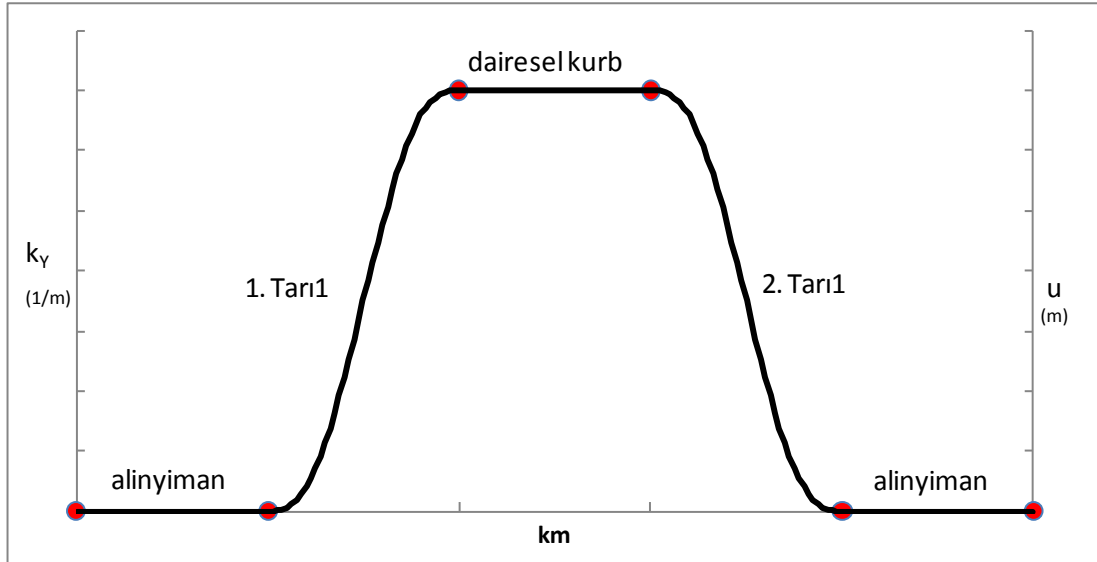
$$k_{TR1}(l) = \frac{(l - L_C)^3}{R (L_{TF} - L_C)^3} \left(\frac{6(l - L_C)^2}{(L_{TF} - L_C)^2} - \frac{15(l - L_C)}{L_{TF} - L_C} + 10 \right) \quad L_{TF} \leq l \leq L_C \quad (2.44)$$

eğrilik fonksiyonu elde edilir.

Dever fonksiyonu ise benzer sınır koşulları uyarınca

$$u_{TR1}(l) = \frac{u_{\max}(L_C - l)^3}{L_C - L_{TF}} \left(\frac{6(L_C - l)^2}{L_C - L_{TF}} - \frac{15(L_C - l)}{L_C - L_{TF}} + 10 \right) \quad L_{TF} \leq l \leq L_C \quad (2.45)$$

elde edilir (Tarı, 2003). Şekil 2.5'te Tarı1 eğrisinin eğim ve dever fonksiyonunun yola bağlı genel tip durumu görülmektedir.



Şekil 2.5: Tarı1 eğrisinin yola bağlı genel eğrilik ve dever grafiği

2.6 Tarı2 Eğrisinin Eğrilik ve Dever Fonksiyonları

Tarı2 eğrisi doğrultusu farklı iki alinymanı tek bir eğri ile birleştirmekte ve alinymanlara teğet olduğu noktalarda ikinci dereceden değme koşulunu sağlamaktadır. Böylece bir yandan geçki yatay geometrisi, yol –araç dinamiği açısından iyileştirilirken diğer yandan geçki yatay geometrisinin tasarımı kolaylaşmaktadır (Tarı, 1997).

Tarı2 eğrisinin model fonksiyonu 7. derece parabolüdür.

$$k(l) = al^7 + bl^6 + cl^5 + dl^4 + el^3 + fl^2 + gl + h \quad (2.46)$$

$$l = L_{O1} \text{ için } k_{TR2} = 0, \quad k'_{TR2} = 0, \quad k''_{TR2} = 0 \quad (2.47)$$

$$l = L_{O2} \text{ için } k_{TR2} = 0, \quad \text{ için } k'_{TR2} = 0, \quad k''_{TR2} = 0 \quad (2.48)$$

$$l = l_M \quad k_M = \frac{1}{R} \text{ için } k'_M = 0 \quad (2.49)$$

l : Başlangıç noktasına göre herhangi bir eğri noktasına ait eğri uzunluğunun doğal değişkeni

L : O1 ve O2 noktaları arası toplam eğri uzunluğu (Bak Şekil 2.2)

l_M : Maksimum eğriliğe sahip M noktası ile O1 noktası arasındaki eğri uzunluğu
sınır koşulları ve genel fonksiyondan aşağıdaki eğrilik fonksiyonu elde edilir.

$$k(l) = \frac{1}{R} \left[a \left(\frac{l}{L_{TR2}} \right)^7 + b \left(\frac{l}{L_{TR2}} \right)^6 + c \left(\frac{l}{L_{TR2}} \right)^5 + d \left(\frac{l}{L_{TR2}} \right)^4 + e \left(\frac{l}{L_{TR2}} \right)^3 \right] \quad L_{O1} \leq l \leq L_{O2} \quad (2.50)$$

Tarı2 eğrisinin katsayılarının elde edilişi Tarı (1997)'de verilmektedir.

$$a = e = \frac{823543}{6912}, \quad b = d = -\frac{823543}{1728}, \quad c = \frac{823543}{1152} \quad (2.51)$$

$$k_{TR2} \quad l = \frac{823543}{6912R} \left(\left(\frac{l}{L_{TR2}} \right)^7 - 4 \left(\frac{l}{L_{TR2}} \right)^6 + 6 \left(\frac{l}{L_{TR2}} \right)^5 - 4 \left(\frac{l}{L_{TR2}} \right)^4 + \left(\frac{l}{L_{TR2}} \right)^3 \right) \quad (2.52)$$

Sınır koşulları ve genel fonksiyon göz önünde bulundurulursa ve $t = \frac{l}{L}$ olmak üzere

$$k_{TR2}(t) = \frac{823543}{6912R} (t^7 - 4t^6 + 6t^5 - 4t^4 + t^3) \quad 0 \leq t \leq 1 \quad (2.53)$$

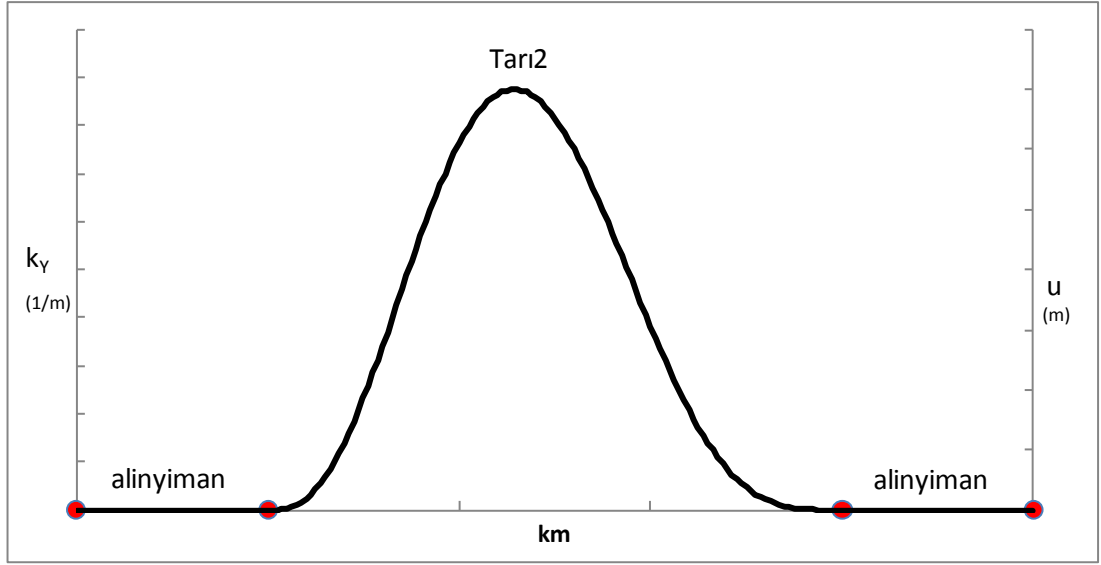
eğrilik fonksiyonu elde edilir (Tarı, 2003).

Tarı2 eğrisinin dever fonksiyonu da eğrilik fonksiyonu ve onun sınır koşullarından yola çıkarak türetilir. Eğrinin dever fonksiyonu.

$$u_{TR2} \quad l = \frac{823543u_{\max}}{6912} \left(\left(\frac{l}{L_{TR2}} \right)^7 - 4 \left(\frac{l}{L_{TR2}} \right)^6 + 6 \left(\frac{l}{L_{TR2}} \right)^5 - 4 \left(\frac{l}{L_{TR2}} \right)^4 + \left(\frac{l}{L_{TR2}} \right)^3 \right) \quad (2.54)$$

$$u_{TR2}(t) = \frac{823543u_{\max}}{6912} (t^7 - 4t^6 + 6t^5 - 4t^4 + t^3) \quad (2.55)$$

elde edilir (Tarı, 2003). Şekil 2.6'da Tarı2 eğrisinin eğim ve dever fonksiyonunun yola bağlı genel tip durumu görülmektedir.



Şekil 2.6: Tarı2 eğrisinin yola bağlı genel eğrilik ve dever grafiği

2.7 Baykal Eğrisinin Eğrilik ve Dever Fonksiyonları

Baykal eğrisi de Tarı2 eğrisi gibi doğrultusu farklı iki alinymanı tek bir eğri ile birleştirmekte ve Tarı2 eğrisi ile benzer özellikler göstermektedir. Bileşik eğri değildir ve ikinci dereceden değme koşullarını sağlar (Baykal, 1997).

$$l = L_{O1} \text{ için } k_{BY} = 0, \quad k'_{BY} = 0, \quad k''_{BY} = 0 \quad (2.56)$$

$$l = L_{O2} \text{ için } k_{BY} = 0, \quad k'_{BY} = 0, \quad k''_{BY} = 0 \quad (2.57)$$

Baykal eğrisinin eğrilik fonksiyonu, $t = \frac{l}{L}$ olmak üzere

$$k_{BY}(t) = \frac{1}{R} (At^5 + Bt^4 + Dt^2), \quad 0 \leq t \leq 1 \quad (2.58)$$

$$k_{BY} \cdot l = \frac{1}{R} \left(A \left(\frac{l}{L_{BY}} \right)^5 + B \left(\frac{l}{L_{BY}} \right)^4 + D \left(\frac{l}{L_{BY}} \right)^2 \right) \quad O_1 \leq l \leq O_2 \quad (2.59)$$

olarak ifade edilmiştir. (2.59) eşitliğindeki A, B ve D sabit büyüklüklerdir.

$$A = 15,53021559 \quad (2.60)$$

$$B = -23,3073233 \quad (2.61)$$

$$D = 7,76910779 \quad (2.62)$$

Baykal eğrisi üzerinde maksimum eğrilik $\frac{1}{R}$, l_m noktasında elde edilir. Maksimum eğriliğin olduğu nokta ile eğrinin toplam uzunluğu arasındaki ilişki

$$l_m = 0.55825757L \quad (2.63)$$

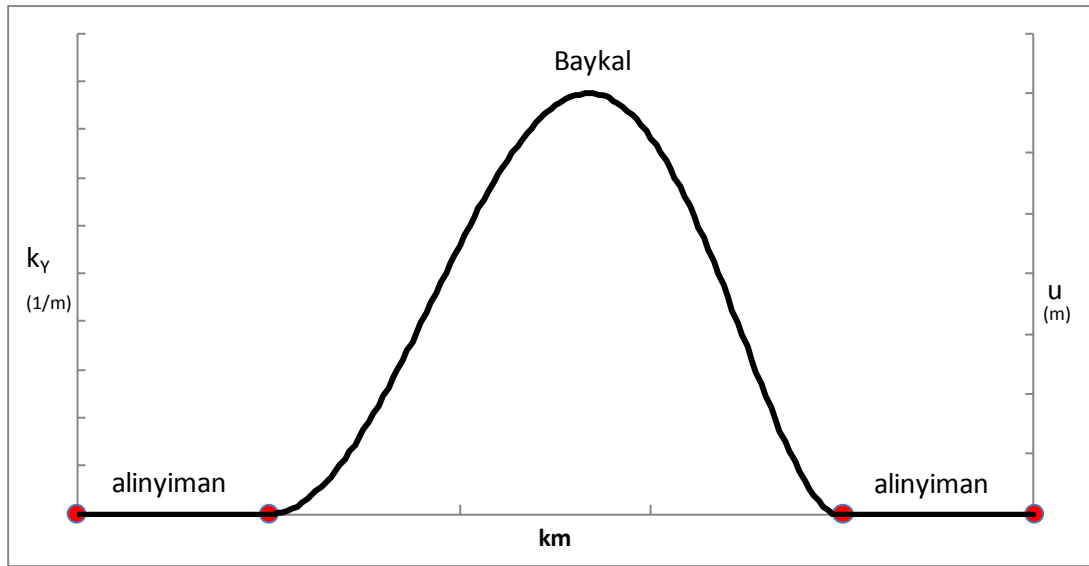
olarak ifade edilmiştir. Yine eğrilik fonksiyonundan dever fonksiyonu

$$u_{BY}(t) = u_{\max} (At^5 + Bt^4 + Dt^2) \quad 0 \leq t \leq 1 \quad (2.64)$$

$$u_{BY} \quad l = u_{\max} \left(A \left(\frac{l}{L_{BY}} \right)^5 + B \left(\frac{l}{L_{BY}} \right)^4 + D \left(\frac{l}{L_{BY}} \right)^2 \right) \quad O_1 \leq l \leq O_2 \quad (2.65)$$

olarak türetilir (Tarı, 2003).

Şekil 2.7’de Baykal eğrisinin eğrilik ve dever fonksiyonunun yola bağlı genel tip modeli görülmektedir.



Şekil 2.7: Baykal eğrisinin yola bağlı genel eğrilik ve dever grafiği

3. DÜŞEY GEÇKİ ELEMANLARININ EĞRİLİK VE EĞİM FONKSİYONLARI

Düşey geometri elemanları da tıpkı yatay geometri elemanları gibi doğru ve eğrilerin ardışık biçimde birbirine eklenmesiyle oluşturulur. Düşey geometri elemanları yatay geometri elemanları kadar çeşitli modellemelere sahip değildir. En çok bilinen ve kullanılan modeller, düşey doğru parçası, parabolik düşey kurb (2^o parabolü), ve dairesel düşey kurbdur. Bunların dışında çeşitli düşey eğri (Kobryn 1991, Danial 1986, Nichols 1991, Easa 1991, Kahler 1990, Easa 1998, Telli 2005) önerileride bulunmaktadır (Baykal, 2009). Bu çalışmada en çok kullanılan düşey doğru parçası, parabolik düşey kurba ve dairesel kurbaya yer verilmiştir. Geçki düşey geometrisine ait, sademe hesabının yapılabilmesi için düşey geometriye ait eğim ve eğrilik parametreleri bilinmelidir.

$k_D = k_D(l)$: düşey eğriliğin geçki parçası boyunca yola bağlı değişimi

$W = W(l)$: boyuna eğimin geçki parçası boyunca yola bağlı değişimi

olarak ifade edilir.

Geçki düşey geometrisi yol-araç kinematiği bakımından incelendiğinde yatay geometri kadar etkili olmamasına rağmen çok yüksek hızlı demir yolları için, yolculuk konforu açısından, geçiş eğrilerinin ve daha nitelikli düşey eğrilerin araştırılması yararlı olacaktır (Baykal, 2009).

3.1 Düşey Geometride Doğru Parçasının Eğrilik ve Eğim Fonksiyonları

Düşey geometride yükseklik söz konusu olduğundan dolayı düşey alinyiman için eğim sabit olup alinyimanın başlangıç noktasının yüksekliği ile bitiş noktasının yüksekliği arasındaki yükseklik farkı ve ara mesafenin yatay izdüşümüne bağlı olarak hesaplanır. Düşey alinyimanda eğim

$$W_A(l) = \tan\theta = \frac{\Delta H_l}{l} = \text{sabit} \quad (3.1)$$

olarak ifade edilir. Eğimsiz bir yüzeyde sabit eğim değeri sıfır olur.

Yatay geometride olduğu gibi düşey geometride de doğru parçasının herhangi bir eğriliği yoktur. Yola bağlı eğrilik değişimi,

$$kd_A \quad l = 0 \quad (3.2)$$

olur.

3.2 Düşey Geometride Parabolik Düşey Kurbanın Eğrilik ve Eğim Fonksiyonları

Düşey Alinyiman – Düşey Parabolik Kurb – Düşey Alinyiman, şeklinde tasarlanmış bir düşey güzergah için 1. alinyiman ve 2. alinyimanın eğim miktarlarına ve tasarımı düşünülen kurbun l boyuna bağlı olarak bu iki alinyiman arasına yerleştirilen düşey kurb üzerindeki değişken eğimler hesaplanır. 2° parabolü olarak bilinen düşey parabolik kurb için eğim fonksiyonu

$$W_p(l) = \frac{dh}{dl} = \frac{W_2 - W_1}{L_F - L_E} \quad l - L_E + W_1 \quad L_E \leq l \leq L_F \quad (3.3)$$

ile ifade edilir ve l boyu üzerinde bir P noktasındaki eğimi verir.

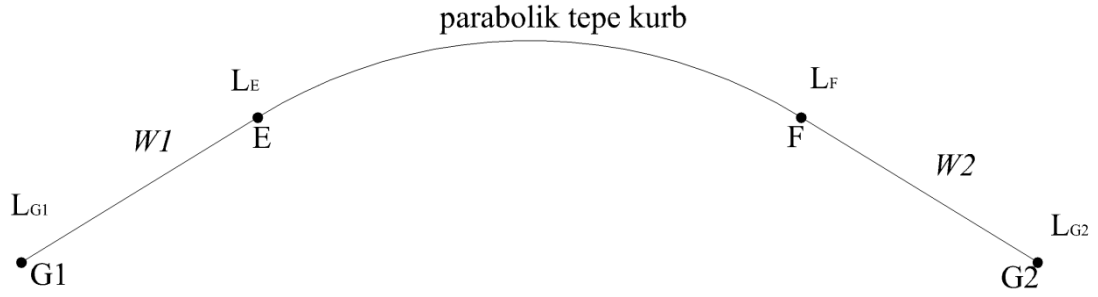
Parabolik düşey kurbanın eğrilik fonksiyonu $L_E \leq l \leq L_D$ olmak üzere

$$kd_p(l) = \frac{\frac{d^2h}{dl^2}}{\left[\left(1 + \left(\frac{dh}{dl} \right)^2 \right)^{\frac{3}{2}} \right]} = \frac{(W_2 - W_1)}{(L_F - L_E) \left[1 + \left(\frac{W_2 - W_1}{L_F - L_E} \quad l - L_E + W_1 \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}} \quad (3.4)$$

olarak ifade edilir. Konuyla ilgili olarak Baykal (2009) ve Yayla (2006)'da ayrıntılı biçimde değinilmiştir.

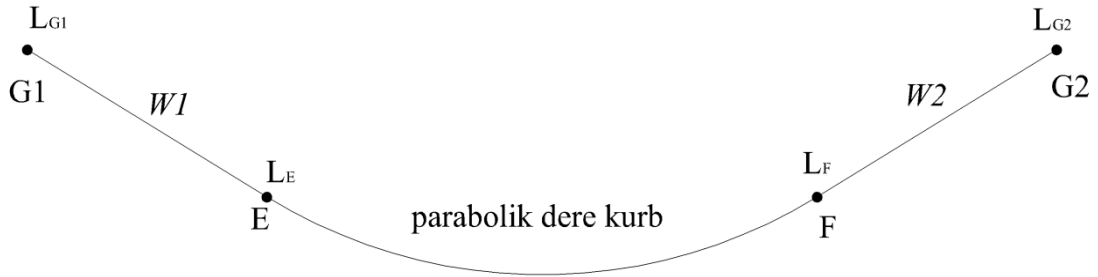
Parabolik düşey kurba eğim yönüne göre tepe veya dere kurb olarak modellenir. Bu geometrik yapının şekillenmesi tamamen düşey kurbdan önce ve sonra gelen alinyimanların boyuna eğimine veya tasarımcının seçeceği eğim büyüklüğüne bağlıdır.

Şekil 3.1’de parabolik tepe kurbun geometri yapısının tip durumu görülmektedir.



Şekil 3.1: Parabolik tepe kurbun geometri tip durumu

Şekil 3.2’de parabolik dere kurbun geometri yapısının tip durumu görülmektedir.



Şekil 3.2: Parabolik dere kurbun geometri tip durumu

3.3 Düşey Geometride Dairesel Düşey Kurbanın Eğrilik ve Eğim Fonksiyonları

Karayolu ve demiryolu projelerinde düşey geometri tasarımında kullanımına sık rastlanılmayan dairesel düşey kurbanın yol boyunca eğim ve eğrilik fonksiyonu dere dairesel kurb modeli için

$$W_D = \frac{\frac{W_1 R_D}{\sqrt{1+W_1^2}} + l - L_E}{\sqrt{R_D^2 - \left[\frac{W_1 R_D}{\sqrt{1+W_1^2}} + l - L_E \right]^2}} \quad L_E \leq l \leq L_F \quad (3.5)$$

tepe dairesel kurba için eğim fonksiyonu (3.6) eşitliğinde verilmiştir.

$$W_D = -\frac{-\frac{W_1 R_D}{\sqrt{1+W_1^2}} + l - L_E}{\sqrt{R_D^2 - \left[-\frac{W_1 R_D}{\sqrt{1+W_1^2}} + l - L_E \right]^2}} \quad L_E \leq l \leq L_F \quad (3.6)$$

Tepe ve dere düşey dairesel kurba için eğrilik fonksiyonu yatay dairesel kurbanın eğrilik fonksiyonu ile aynıdır.

$$kd_D = \frac{1}{R_D} = \text{sabit} \quad L_E \leq l \leq L_F \quad (3.7)$$

Bölüm 3.2'de gösterilen Şekil 3.1 ve Şekil 3.2, tip gösterim için yeterli görülmüş ve dairesel kurba için bu bölümde şekil verilmemiştir.

3.4 Hareket Modelinde Hızın Yatay Bileşeni

Üç boyutlu hareket modelinde yatay hızın kinematik büyüklüğü düşey geometrinin eğimine bağlı olarak ifade edilen,

$$v = v' \cos \alpha = \frac{v'}{\sqrt{1 + Wp^2}} \quad (3.8)$$

fonksiyonu ile hesaplanacaktır.

v' : aracın bir p noktasındaki a'_T doğrultusundaki ani hızı (m/sn²)

v : v' hızının yatay bileşeni (Baykal, 2009).

Fonksiyonları kullanarak yapılan tüm çözümlemede (3.8) eşitliği kullanılacaktır.

4. YOL – ARAÇ KİNEMATİĞİ VE SADEME FONKSİYONLARI

Ulaştırma yapılarında yatay ve düşey geometri dizaynı yapılırken ele alınması en önemli gereken kriterin yol – araç kinematiki olduğu daha önceki bölümlerde vurgulanmıştır. Eğrisel bir yörünge üzerinde hareket eden bir cisme, hızı sabit de olsa hızının doğrultusundaki değişim nedeni ile bir merkezci ivme etki eder (Tarı, 1997). Bu ivme üzerinde,

- sabit gravite değeri (9.81 m/sn^2)
- aracın l yolu boyunca oluşturduğu motor veya fren gücüne bağlı hareket ivmesi

$$a_T = \frac{v_B^2 - v_A^2}{2 l_B - l_A} \quad (4.1)$$

- geçki yatay geometri eğriliğine bağlı olarak meydana gelen merkezkaç ivmesi

$$a_{M,Y} = k_Y v^2 \quad (4.2)$$

- geçki düşey geometri eğriliğine bağlı olarak meydana gelen merkezkaç ivmesi

$$a_{M,Y} = k_D v'^2 = k_D \frac{v^2}{\cos^2 \theta} = 1 + W^2 \quad k_D v^2 \quad (4.3)$$

etkili ivmelerdir (Baykal, 2009).

İvmeler ve bileşenlerinin nasıl meydana geldiği ve nereden türetildikleri bu çalışmanın kapsamına alınmamıştır. Konuyla ilgili ayrıntılı bilgiye Baykal (2009)'da yer verilmiştir.

Kaynaklarda insanı etkileme ölçütüne göre belirlenen sademe (Z) sınır değerlerine ilişkin farklı verilerden bahsedilmektedir. Bunlardan bazıları

Sürekli eğrilik diyagramı: $Z=0.5 \text{ m/sn}^3$

Eğrilik diyagramında kırık biçiminde süreksizlikler olması: $Z=0.4 \text{ m/sn}^3$

Eğrilik diyagramında sıçrama biçiminde süreksizlikler olması: $Z=0.3 \text{ m/sn}^3$

Doğru ile daire yayının geçiş eğrisiz birleşmesi: $Z=0.2 \text{ m/sn}^3$

demiryolları için verilmiştir (Baykal, 2009).

Şehirlerarası yollarda: $Z=0.3 \text{ m/sn}^3$

Yerleşim bölgelerinde şehiriçi yollarda: $Z=0.6 \text{ m/sn}^3$

karayolları için verilmiştir (Baykal, 2009).

(Evren 2002) demiryolları için $Z=0.5 \text{ m/sn}^3$ (Baykal, 2009)

(AASHTO 1994) karayolları için $Z=(1-3) \text{ m/sn}^3$, demiryolları için $Z=1.0 \text{ m/sn}^3$ verilmiştir (Baykal, 2009).

Sademe ivmenin zamana göre türevidir (Baykal ve diğ, 2009). Geçki boyunca hareket eden bir araca üç boyutlu olarak yukarıda belirtilen ivmeler etki eder ve bu ivmelerden kaynaklanan bileşke ivme ve ivmeye bağlı bileşke sademe oluşur. Hareket modeline ve geçki geometri özelliklerine göre üç boyutlu olarak sademenin incelenebilmesi için en genel bağıntılara Baykal (2009)'da yer verilmiştir.

4.1 Boyuna Sademe

$$Z_b = v \left(\frac{Wa_T}{\sqrt{1+W^2}} - \frac{g}{(1+W^2)^{3/2}} \right) \frac{dw}{dl} - (1+W^2)^{3/2} k_D^2 v^3 - \frac{k_y^2 v^3}{\sqrt{1+w^2}} \quad (4.4)$$

(4.4) eşitliği ile ifade edilen fonksiyon X eksenini doğrultusundaki sademe yani boyuna sademe fonksiyonunu ifade eder.

4.2 Yanal Sademe

$$Z_y = \frac{v}{b} \left\{ \left(\frac{-uk_y v^2}{\sqrt{b^2 - u^2}} - g - \sqrt{1+w^2} k_D v^2 + a_T w \right) \frac{du}{dl} + \sqrt{b^2 - u^2} v^2 \frac{dk_y}{dl} \right. \\ \left. + \left(-\frac{u w k_D v^2}{\sqrt{1+w^2}} + u a_T \right) \frac{dw}{dl} - u \sqrt{1+w^2} v^2 \frac{dk_D}{dl} \right. \\ \left. + 3\sqrt{b^2 - u^2} k_y a_T - 2u \sqrt{1+w^2} k_D a_T + \sqrt{b^2 - u^2} w \sqrt{1+w^2} k_y k_D v^2 \right\} \quad (4.5)$$

eşitliği ile ifade edilen fonksiyon Y eksenini doğrultusundaki sademe, yani konfor ve güvenlik kriteri bakımından en etkili olan yanal sademe fonksiyonudur.

4.3 Normal Sademe

$$Z_n = \left\{ \begin{aligned} & \left\{ \frac{-uv}{b\sqrt{b^2-u^2}} \left[\frac{g}{\sqrt{1+W^2}} + (1+W^2)k_D v^2 \right] \right\} \frac{du}{dl} \\ & + \left\{ \frac{v\sqrt{b^2-u^2}}{b} \left[\frac{-gW}{(1+W^2)^{3/2}} + 2Wk_D v^2 \right] \right\} \frac{dW}{dl} \\ & + \left\{ \frac{v^3\sqrt{b^2-u^2}}{b} (1+W^2) \right\} \frac{dk_D}{dl} + \left\{ \frac{3v\sqrt{b^2-u^2}}{b} (1+W^2)k_D a_T \right\} \end{aligned} \right\} \quad (4.6)$$

olarak ifade edilen fonksiyon Z eksenini doğrultusundaki sademeyi yani normal sademeyi ifade eder.

Bileşke sademe ise bu x,y,z eksenini doğrultusunda ifade edilen Z_b , Z_y , Z_n sademe değerlerinin bileşkesi olarak hesaplanır ve bu hesap bağıntısı gereği skaler bir büyüklüktür.

$$Z_B = \sqrt{Z_b^2 + Z_y^2 + Z_n^2} \quad (4.7)$$

bağıntısı ile bileşke sademenin skaler büyüklüğü ifade edilir.

Bileşke sademe vektörel olarak,

$$\vec{Z}_B = Z_b \vec{i} + Z_y \vec{j} + Z_n \vec{k} \quad (4.8)$$

eşitliği ile gösterilir.

4.4 Yatay Geometride Sademe Fonksiyonlarına İlişkin Hesaplar

Geçki boyunca eğriliğin ve deverin yola bağlı değişimi yatay geometriye bağlıdır. Yatay alinyiman, dairesel kurb, Bloss eğrisi, Tarı1 eğrisi, Tarı2 eğrisi ve Baykal eğrisinin eğrilik ve dever fonksiyonlarının yola bağlı değişimlerinin türevleri aşağıda verilmiştir.

Yatay alinyiman için (2.1) eşitliğine göre eğriliğinin türevi

$$\frac{dk_{YA}}{dl} = 0 \quad (4.9)$$

Yatay alinyiman için (2.2) ve (2.3) eşitliğine göre deverin türevi

$$\frac{du_A}{dl} = 0 \quad (4.10)$$

Dairesel kurb için (2.4) eşitliğine göre eğriliğinin türevi

$$\frac{dk_{YD}}{dl} = 0 \quad (4.11)$$

Dairesel kurb için (2.5) eşitliğine göre deverin türevi

$$\frac{du_D}{dl} = 0 \quad (4.12)$$

Birinci klotoid için (2.8) eşitliğine göre eğriliğinin türevi

$$\frac{dk_{YKL}}{dl} = \left(\frac{1}{R \ L_{TO} - L_B} \right) \quad (4.13)$$

Birinci klotoid için (2.10) eşitliğine göre deverin türevi

$$\frac{du_{KL}}{dl} = \left(- \frac{u_{max}}{L_C - L_{TO}} \right) \quad (4.14)$$

İkinci klotoid için (2.12) eşitliğine göre eğriliğinin türevi

$$\frac{dk_{YKL}}{dl} = \left(\frac{1}{R \ L_{TF} - L_C} \right) \quad (4.15)$$

İkinci klotoid için (2.14) eşitliğine göre deverin türevi

$$\frac{du_{KL}}{dl} = \left(- \frac{u_{max}}{L_C - L_{TF}} \right) \quad (4.16)$$

Birinci Bloss eğrisi için (2.19) eşitliğine göre eğriliğinin türevi

$$\frac{dk_{YBL}}{dl} = \left(\frac{\left(\frac{6 \ L_B - l}{L_B - L_{TO}^2} - \frac{6 \ L_B - l^2}{L_B - L_{TO}^3} \right)}{R} \right) \quad (4.17)$$

Birinci Bloss eğrisi için (2.24) eşitliğine göre deverin türevi

$$\frac{du_{BL}}{dl} = u_{max} \left(\frac{6 \ l - L_B}{L_{TO} - L_B^2} - \frac{6 \ l - L_B^2}{L_{TO} - L_B^3} \right) \quad (4.18)$$

İkinci Bloss eğrisi için (2.29) eşitliğine göre eğriliğinin türevi

$$\frac{dk_{YBL}}{dl} = \left(\frac{\left(\frac{6 l - L_C}{L_{TF} - L_C} - \frac{6 l - L_C^2}{L_{TF} - L_C^3} \right)}{R} \right) \quad (4.19)$$

İkinci Bloss eğrisi için (2.34) eşitliğine göre deverin türevi

$$\frac{du_{BL}}{dl} = u_{max} \left(\frac{6 l - L_C}{L_{TF} - L_C} - \frac{6 l - L_C^2}{L_{TF} - L_C^3} \right) \quad (4.20)$$

Birinci Tar1 eğrisi için (2.40) eşitliğine göre eğriliğinin türevi

$$\frac{dk_{YTR1}}{dl} = \left(\frac{l - L_B^3 \left(\frac{12 l - L_B}{L_{TO} - L_B} - \frac{15}{L_{TO} - L_B} \right)}{L_{TO} - L_B^3 R} + \frac{3 l - L_B^2 \left(\frac{6 l - L_B^2}{L_{TO} - L_B} - \frac{15 l - L_B}{L_{TO} - L_B} + 10 \right)}{L_{TO} - L_B^3 R} \right) \quad (4.21)$$

Birinci Tar1 eğrisi için (2.41) eşitliğine göre deverin türevi

$$\frac{du_{TR1}}{dl} = \left(\frac{u_{max} l - L_B^3 \left(\frac{12 l - L_B}{L_{TO} - L_B} - \frac{15}{L_{TO} - L_B} \right)}{L_{TO} - L_B^3} + \frac{3u_{max} l - L_B^2 \left(\frac{6 l - L_B^2}{L_{TO} - L_B} - \frac{15 l - L_B}{L_{TO} - L_B} + 10 \right)}{L_{TO} - L_B^3} \right) \quad (4.22)$$

İkinci Tar1 eğrisi için (2.44) eşitliğine göre eğriliğinin türevi

$$\frac{dk_{YTR1}}{dl} = \left(\frac{l - L_C^3 \left(\frac{12 l - L_C}{L_{TF} - L_C} - \frac{15}{L_{TF} - L_C} \right)}{L_{TF} - L_C^3 R} + \frac{3 l - L_C^2 \left(\frac{6 l - L_C^2}{L_{TF} - L_C} - \frac{15 l - L_C}{L_{TF} - L_C} + 10 \right)}{L_{TF} - L_C^3 R} \right) \quad (4.23)$$

İkinci Tarı1 için (2.45) eşitliğine göre deverin türevi

$$\frac{du_{TR1}}{dl} = \left(\frac{u_{max} l - L_C^3 \left(\frac{12 l - L_C}{L_{TF} - L_C} - \frac{15}{L_{TF} - L_C} \right)}{L_{TF} - L_C^3} + \frac{3u_{max} l - L_C^2 \left(\frac{6 l - L_C}{L_{TF} - L_C} - \frac{15 l - L_C}{L_{TF} - L_C} + 10 \right)}{L_{TF} - L_C^3} \right) \quad (4.24)$$

Tarı2 eğrisi için (2.52) eşitliğine göre eğriliğinin türevi

$$\frac{dk_{YTR2}}{dl} = \frac{823543 \left(\frac{7 l - L_{O1}^6}{L_{O2} - L_{O1}^7} - \frac{24 l - L_{O1}^5}{L_{O2} - L_{O1}^6} + \frac{30 l - L_{O1}^4}{L_{O2} - L_{O1}^5} - \frac{16 l - L_{O1}^3}{L_{O2} - L_{O1}^4} + \frac{3 l - L_{O1}^2}{L_{O2} - L_{O1}^3} \right)}{6912R} \quad (4.25)$$

Tarı2 eğrisi için (2.54) eşitliğine göre deverin türevi

$$\frac{du_{TR2}}{dl} = \frac{823543u_{max} \left(\frac{7 l - L_{O1}^6}{L_{O2} - L_{O1}^7} - \frac{24 l - L_{O1}^5}{L_{O2} - L_{O1}^6} + \frac{30 l - L_{O1}^4}{L_{O2} - L_{O1}^5} - \frac{16 l - L_{O1}^3}{L_{O2} - L_{O1}^4} + \frac{3 l - L_{O1}^2}{L_{O2} - L_{O1}^3} \right)}{6912} \quad (4.26)$$

Baykal eğrisi için (2.59) eşitliğine göre eğriliğinin türevi

$$\frac{dk_{BY}}{dl} = \frac{\left(5A \frac{l - L_{O1}^4}{L_{O2} - L_{O1}^5} + 4B \frac{l - L_{O1}^3}{L_{O2} - L_{O1}^4} + 2D \frac{l - L_{O1}^2}{L_{O2} - L_{O1}^3} \right)}{R} \quad (4.27)$$

Baykal eğrisi için (2.65) eşitliğine göre deverin türevi

$$\frac{du_{BY}}{dl} = u_{\max} \left(5A \frac{l - L_{O1}}{L_{O2} - L_{O1}}^4 + 4B \frac{l - L_{O1}}{L_{O2} - L_{O1}}^3 + 2D \frac{l - L_{O1}}{L_{O2} - L_{O1}}^2 \right) \quad (4.28)$$

4.5 Düşey Geometride Sademe Fonksiyonlarına İlişkin Hesaplar

Düşey alinyiman için (3.1) eşitliğine göre eğimin türevi

$$\frac{dW_A}{dl} = 0 \quad (4.29)$$

Düşey alinyiman için (3.2) eşitliğine göre eğriliğin türevi

$$\frac{dkd_A}{dl} = 0 \quad (4.30)$$

Düşey parabolik kurb için (3.3) eşitliği dikkate alınırsa eğimin türevi

$$\frac{dW_P}{dl} = \frac{W_2 - W_1}{L_E - L_D} \quad (4.31)$$

Düşey parabolik kurb için (3.4) eşitliği dikkate alınırsa eğimin türevi

$$\frac{dkd_P}{dl} = - \frac{3 (W_2 - W_1)^2 \left(W_1 + \frac{W_2 - W_1}{L_{T2} - L_{T1}} (l - L_{T1}) \right)}{L_{T2} - L_{T1}^2 \left[1 + \left(W_1 + \frac{W_2 - W_1}{L_{T2} - L_{T1}} (l - L_{T1}) \right)^2 \right]^{5/2}} \quad (4.32)$$

Düşey dere ve tepe dairesel kurb için (3.7) eşitliği dikkate alınırsa eğriliğin türevi

$$\frac{dkd_d}{dl} = 0 \quad (4.33)$$

Düşey dere dairesel kurb için (3.5) eşitliği dikkate alınırsa eğimin türevi

$$\frac{dW_d}{dl} = \frac{\left[\frac{W_1 R_D}{\sqrt{1 + W_1^2}} + l - L_{T1} \right]^2}{\left[R_D^2 - \left[\frac{W_1 R_D}{\sqrt{1 + W_1^2}} + l - L_{T1} \right]^2 \right]^{3/2}} + \frac{1}{\sqrt{R_D^2 - \left[\frac{W_1 R_D}{\sqrt{1 + W_1^2}} + l - L_{T1} \right]^2}} \quad (4.36)$$

Düşey tepe dairesel kurb için (3.6) eşitliği dikkate alınırsa eğimin türevi

$$\frac{dW_d}{dl} = - \frac{\left[l - L_{T1} - \frac{W_1 R_D}{\sqrt{1 + W_1^2}} \right]^2}{\left[R_D^2 - \left[l - L_{T1} - \frac{W_1 R_D}{\sqrt{1 + W_1^2}} \right]^2 \right]^{3/2}} - \frac{1}{\sqrt{R_D^2 - \left[l - L_{T1} - \frac{W_1 R_D}{\sqrt{1 + W_1^2}} \right]^2}} \quad (4.36)$$

olur.

Burada eşitliklerde yer alan büyüklüklerden bazıları aşağıda tanımlanmıştır.

$u = u(l)$ deverin yola bağlı değişimi

$b =$ platform genişliği

$W = W(l)$ boyuna eğinin yola bağlı değişimi

$v = v(l)$ aracın yola bağlı ani hızı

$k_Y = k_Y(l) =$ yatay eğriliğin yola bağlı değişimi

$k_D = k_D(l) =$ düşey eğriliğin yola bağlı değişimi

$l =$ hareketlinin t zamanındaki konumu

$\frac{dW_p}{dl} =$ eğimin yola bağlı türevi

$\frac{du}{dl} =$ deverin yola bağlı türevi

$\frac{dk_Y}{dl} =$ yatay eğriliğin yola bağlı türevi

$\frac{dk_D}{dl} =$ düşey eğriliğin yola bağlı türevi

5. GEÇKİ GEOMETRİSİ TANIMLARI

Bir geçkinin yol – araç kinematiği bakımından incelenmesi yapılırken sonsuz farklı şekilde hareket modelini referans alma olanağı vardır (Baykal, 2009). Bu modelleme, hareket eden aracı kullanan sürücünün ve aracın imkanları doğrultusunda yaptığı fiziksel hareket koşullarına göre belirli bir zaman dilimi içerisinde çeşitlilik gösterebilir ve hepsini ele alıp incelemek imkansızdır.

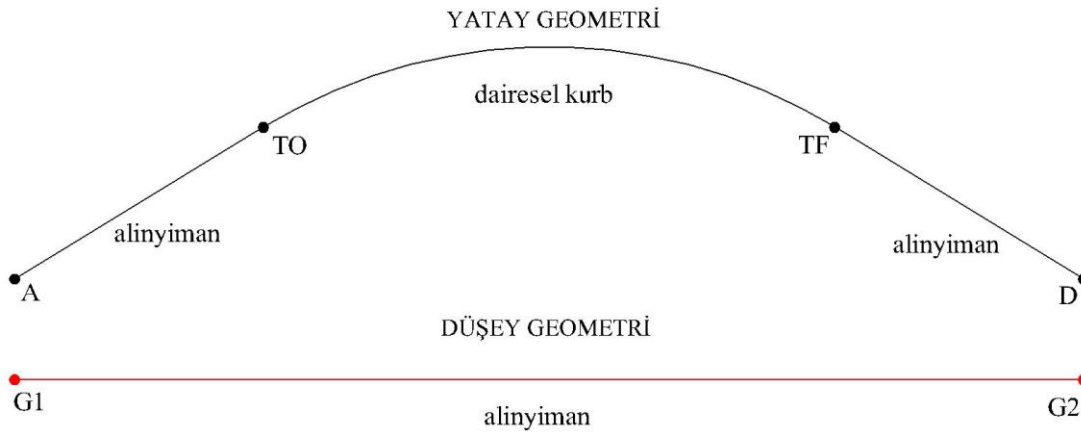
Bu çalışmada, boyuna sademe, yanal sademe ve normal sademe incelenirken aynı geçki modelini sabit hızlı ve sabit ivmeli hareket modeli ana esas alınarak, gerçekleşme olasılığı en yüksek modellemeler üzerinde inceleme yapılmıştır. Modellemede kullanılan veriler her çözümlemede farklıdır. Sademe çözümleri grafik halinde verilmiştir. Her bir sademe çözümlemesi için farklı yatay ve düşey geometrik altlık dikkate alınmıştır. Örnek model olarak alinyiman, dairesel kurb ve klotoidin farklı biçimlerde kullanılmasından oluşan yatay geometri türleri dikkate alınmış, bu model Bloss, Tarı1, Tarı2 ve Baykal eğrilerinin sademe çözümlemeleri için de kullanılmıştır. Düşey geometride alinyiman, parabolik düşey kurb ve dairesel kurbun farklı biçimlerde kullanılması ile oluşan altlık referans alınmıştır. Elde edilen sonuçlar grafikler yardımıyla değerlendirilerek birbirlerine göre üstünlükleri kıyaslanmıştır. Yol platformunu ifade eden b değeri ve g yerçekimi ivmesi yol boyunca değişmeyen sabit büyüklük olarak alınmıştır. Geçiş eğrilerinin birbirlerine göre sademe durumu ve geçiş eğrilerinin altlığına denk gelen düşey geometriden ne derecede etkilendiğini belirlemek için çözümlemelerin tamamı yatay geometri esas alınarak yapılmıştır. Yatay geometri ile düşey geometride yer alan geçki parçalarının birbirlerine göre durumlarını içeren 8 tane ana geometri tip modeli oluşturulmuş ve bu modellerden düşey geometri konumuna göre 26 adet tip model elde edilmiştir. Sademe çözümlemelerine ilişkin bilgiler ilerleyen bölümlerde verilmiştir.

5.1 A1 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - Dairesel Kurb - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman

Yatay geometride A-TO arası alinyiman, TO-TF arası daireysel kurb TF-D arası alinyiman kullanılmıştır. Düşey geometride G1-G2 arası düşey alinyiman kullanılmıştır. Tüm yatay geometri ana noktalarına denk gelen düşey geometri altlığını düşey alinyiman oluşturmaktadır. Bu geometriyle ilgili yapılan çözümlemelerdeki amaç yatay geometride daireysel kurb ve daireysel kurbun yerine kullanılacak olan diğer eğrilerin düşey alinyimanla beraber kullanılması durumunda oluşan sademeleri incelemektir. Şekil 5.1’de A1 tip geometrinin genel yapısı gösterilmektedir.



Şekil 5.1: A1 Tip Geometrinin Genel Yapısı

Yatay ve düşey geometri kilometreleri arasında esas olarak alınan ilişki

$G1 \leq A < TO < TF < D \leq G2$ şeklinde özetlenebilir.

Yatay geometrisi alinyiman – daireysel kurb – alinyiman şeklinde oluşturulmuş geçiş eğrisi içermeyen bu modelde klotoid, Bloss ve Tarıl geçiş eğrileri kullanılmamış, sadece daireysel kurbun yerine Tarıl ve Baykal eğrileri yerleştirilerek çözümlemeler yapılmıştır.

Şekil 5.1’de yatay geometride A-TO ve TF-D arası yatay alinyimanla çakışan düşey geometri düşey alinyimandır. Buradan A-TO ve TF-D arası yatay alinyiman ve düşey alinyiman için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.1), (4.29), (3.2), (2.1) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.1), (2.2), (4.9), (4.10), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.2), (4.10), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.1’de yatay geometride TO-TF arası dairesel kurbula çakışan düşey geometri düşey alinyimandır. Buradan TO-TF arası dairesel kurb ve düşey alinyiman için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.1), (4.29), (3.2), (2.4) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.4), (2.5), (4.11), (4.12), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.5), (4.12), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.1’de yatay geometride TO-TF arası dairesel kurbula çakışan düşey geometri düşey alinyimandır. Buradan TO-TF arası Tarı2 eğrisi ve düşey alinyiman için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.1), (4.29), (3.2), (2.52) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.52), (2.54), (4.25), (4.26), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.54), (4.26), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.1’de yatay geometride TO-TF arası dairesel kurbula çakışan düşey geometri düşey alinyimandır. Buradan TO-TF arası Baykal eğrisi ve düşey alinyiman için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.1), (4.29), (3.2), (2.59) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.59), (2.65), (4.27), (4.28), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

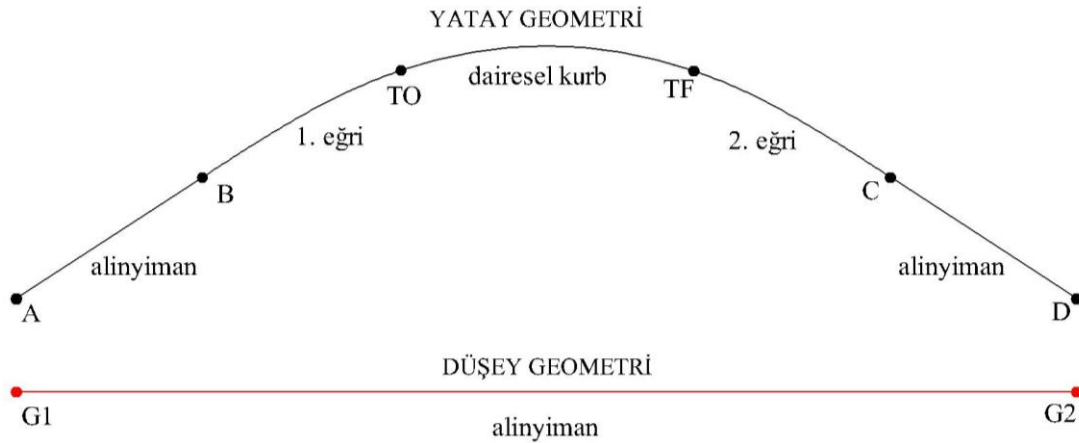
Normal sademe hesabı (2.65), (4.28), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

5.2 B1 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman

Yatay geometride A-B arası alinyiman, B-TO arası geçiş eğrisi, TO-TF arası dairesel kurb, TF-C arası geçiş eğrisi C-D arası alinyiman kullanılmıştır. Düşey geometride G1-G2 arası düşey alinyiman kullanılmıştır. Tüm yatay geometri ana noktalarına denk gelen düşey geometri altlığı bölüm 5.1'de olduğu gibi düşey alinyimandan oluşmaktadır. B1 tip geometrinin amacı yatay geometride dairesel kurbun diğer eğrilerle oluşturduğu bileşik eğri modellerinin düşey alinyimanla beraber kullanılması durumunda oluşan sademeleri incelemektir. Şekil 5.2'de B1 tip geometrinin genel yapısı gösterilmektedir.



Şekil 5.2: B1 Tip Geometrinin Genel Yapısı

Yatay ve düşey geometri kilometreleri arasında esas olarak alınan ilişki

$G1 \leq A < B < TO < TF < C < D \leq G2$ şeklinde özetlenebilir.

Yatay geometrisi alinyiman - 1. klotoid - dairesel kurb - 2. klotoid - alinyiman şeklinde altlık teşkil eden bu modelde klotoid eğrilerinin yerlerine Bloss ve Tarı1 eğrileri kullanılarak çözümlenmiştir. Tarı2 ve Baykal eğrileri iki alinyimanı tek bir

eğri ile birleştirdiği için B-C aralığını belirten 1. eğri - dairesel kurb - 2. eğri parçasından oluşan geçki modeli yerine Tarı2 ve Baykal geçiş eğrileri yerleştirilerek çözümleme yapılmıştır. Düşey geometri aynı şekilde kullanılmıştır.

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.1), (4.29), (3.2), (2.1) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.1), (2.2), (4.9), (4.10), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.2), (4.10), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.2’de yatay geometride B-TO arası 1. eğriyle çakışan düşey geometri düşey alinyimandır. Buradan B-TO arası 1. klotoid eğrisi ve düşey alinyiman için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.1), (4.29), (3.2), (2.8) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.8), (2.10), (4.13), (4.14), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.10), (4.14), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.2’de yatay geometride B-TO arası 1. eğriyle çakışan düşey geometri düşey alinyimandır. Buradan B-TO arası 1. Bloss eğrisi ve düşey alinyiman için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.1), (4.29), (3.2), (2.19) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.19), (2.24), (4.17), (4.18), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.24), (4.18), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.2’de yatay geometride B-TO arası 1. eğriyle çakışan düşey geometri düşey alinyimandır. Buradan B-TO arası 1. Tarı1 eğrisi ve düşey alinyiman için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.1), (4.29), (3.2), (2.40) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.40), (2.41), (4.21), (4.22), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.41), (4.22), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.2’de yatay geometride TO-TF arası dairesel kurbula çakışan düşey geometri düşey alinyimandır. Buradan TO-TF arası dairesel kurb ve düşey alinyiman için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.1), (4.29), (3.2), (2.4) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.4), (2.5), (4.11), (4.12), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.5), (4.12), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.2’de yatay geometride TF-C arası 2. eğriyle çakışan düşey geometri düşey alinyimandır. Buradan TF-C arası 2. klotoid eğrisi ve düşey alinyiman için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.1), (4.29), (3.2), (2.12) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.12), (2.14), (4.15), (4.16), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.14), (4.16), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.2’de yatay geometride TF-C arası 2. eğriyle çakışan düşey geometri düşey alinyimandır. Buradan TF-C arası 2. Bloss eğrisi ve düşey alinyiman için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.1), (4.29), (3.2), (2.29) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.29), (2.34), (4.19), (4.20), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.34), (4.20), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.2’de geometride TF-C arası 2. eğriyle çakışan düşey geometri düşey alinyimandır. Buradan TF-C arası 2. Tarı1 eğrisi ve düşey alinyiman için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.1), (4.29), (3.2), (2.44) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.44), (2.45), (4.23), (4.24), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.45), (4.24), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.2’de yatay geometride B-C arası eğriyle çakışan düşey geometri düşey alinyimandır. Buradan B-C arası Tarı2 eğrisi ve düşey alinyiman için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.1), (4.29), (3.2), (2.52) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.52), (2.54), (4.25), (4.26), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.54), (4.26), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.2’de yatay geometride B-C arası Baykal eğrisiyle çakışan düşey geometri düşey alinyimandır. Buradan B-C arası Baykal eğrisi ve düşey alinyiman için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.1), (4.29), (3.2), (2.59) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.59), (2.65), (4.27), (4.28), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

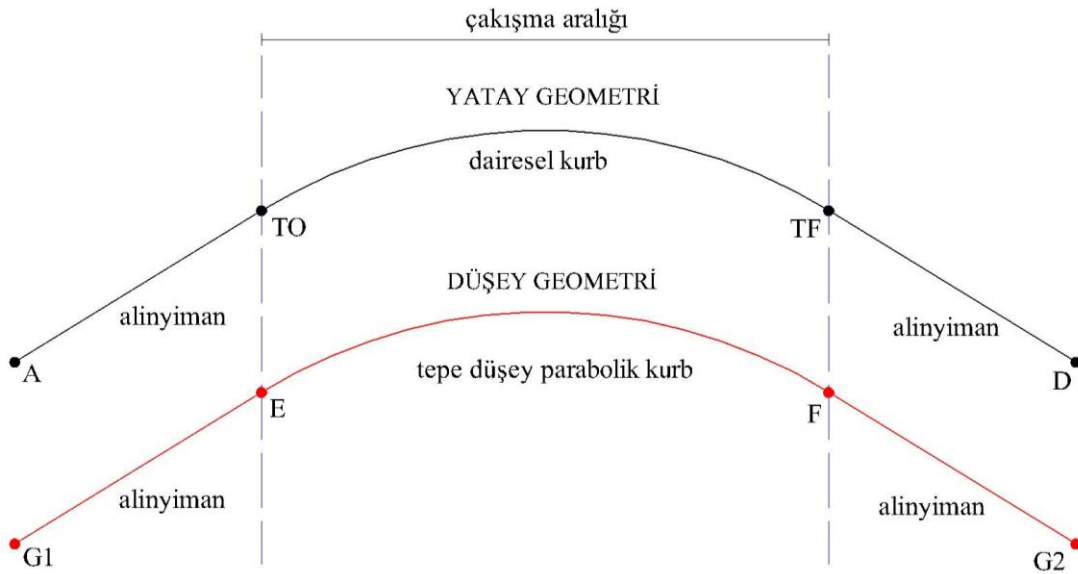
Normal sademe hesabı (2.65), (4.28), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

5.3 C1 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - Dairesel Kurb - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman

Yatay geometride A-TO arası alinyiman, TO-TF arası daireysel kurb TF-D arası alinyiman kullanılmıştır. Düşey geometride G1-E arası düşey alinyiman, E-F arası parabolik düşey kurb, F-G2 arası düşey alinyiman kullanılmıştır. Yatay geometri ana noktalarına denk gelen düşey geometriye ait ana noktalar aynı değere sahiptir. C1 tip geometri çözümlemesi yatay geometride daireysel kurb ve daireysel kurbun yerine kullanılacak olan diğer eğrilerin düşey parabolik kurbu kapsayacak şekilde beraber kullanılması durumunda oluşan sademeleri incelemeyi sağlamaktadır. Şekil 5.3'te C1 tip geometrinin genel yapısı gösterilmekte olup düşey parabolik kurb olarak görselde tepe parabolik kurb seçilmiştir.



Şekil 5.3: C1 Tip Geometrinin Genel Yapısı

Yatay ve düşey geometri kilometreleri arasında esas olarak alınan ilişki

$G1 \leq A < TO=E < TF=F < D \leq G2$ şeklinde özetlenebilir.

Yatay geometrisi alinyiman – daireysel kurb – alinyiman şeklinde oluşturulmuş bu modelde klotoid, Bloss ve Tarı1 geçiş eğrileri kullanılmamış, sadece daireysel kurbun

yerine Tarı2 ve Baykal eğrileri yerleştirilerek çözümleme yapılmıştır. Düşey geometri aynı şekilde kullanılmıştır.

Şekil 5.3'te yatay geometride A-TO ve TF-D arası yatay alinyimanla çakışan düşey geometri düşey alinyimandır. Buradan A-TO ve TF-D arası yatay alinyiman ve düşey alinyiman için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.1), (4.29), (3.2), (2.1) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.1), (2.2), (4.9), (4.10), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.2), (4.10), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.3'te yatay geometride TO-TF arası dairesel kurb la çakışan düşey geometri düşey parabolik kurbdur. Buradan TO-TF arası dairesel kurb ve düşey parabolik kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.3), (4.31), (3.4), (2.4) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.4), (2.5), (4.11), (4.12), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.5), (4.12), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.3'te yatay geometride TO-TF arası dairesel kurb yerine yerleştirilen Tarı2 eğrisiyle çakışan düşey geometri düşey parabolik kurbdur. Buradan TO-TF arası Tarı2 eğrisi ve düşey parabolik kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.1), (4.31), (3.2), (2.52) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.52), (2.54), (4.25), (4.26), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.54), (4.26), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.3'te yatay geometride TO-TF arası dairesel kurb yerine yerleştirilen Baykal eğrisiyle çakışan düşey geometri düşey parabolik kurbdur. Buradan TO-TF arası Baykal eğrisi ve düşey parabolik kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.1), (4.29), (3.2), (2.59) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.59), (2.65), (4.27), (4.28), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

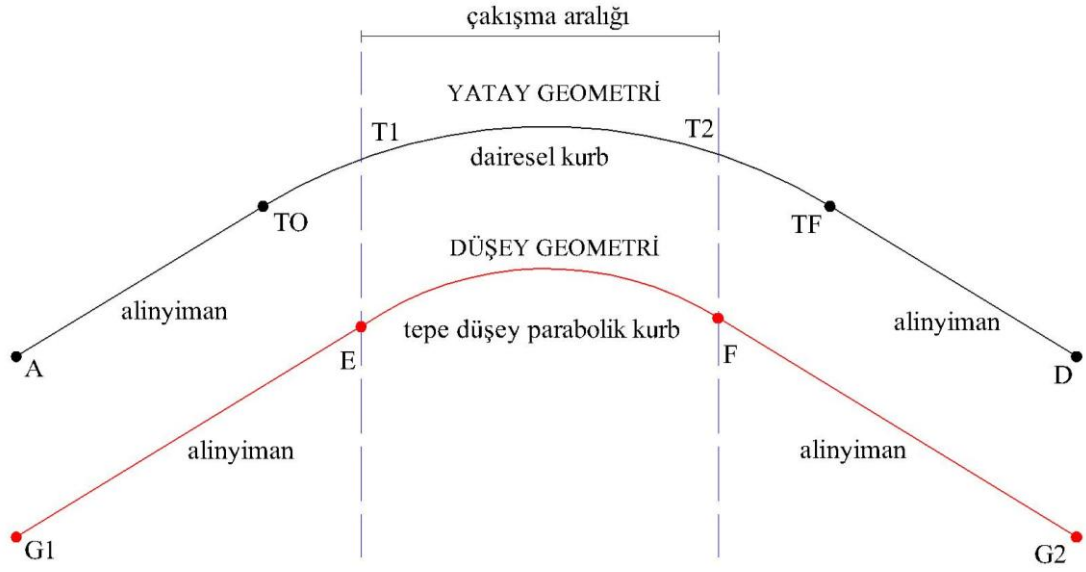
Normal sademe hesabı (2.65), (4.28), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

5.4 D1 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - Dairesel Kurb - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman

Yatay geometride A-TO arası alinyiman, TO-TF arası dairesel kurb TF-D arası alinyiman kullanılmıştır. Düşey geometride G1-E arası düşey alinyiman, E-F arası parabolik düşey kurb, F-G2 arası düşey alinyiman kullanılmıştır. Bu geometri tipinde E-F arası düşey parabolik kurbun yatay geometrideki izdüşümü TO-TF arası dairesel kurbun içinde kalacak biçimde oluşturulmuştur. D1 tip geometri incelemedeki amaç düşey parabolik kurbun, yatay geometride dairesel kurb ve dairesel kurbun yerine kullanılacak olan diğer eğrilerin içinde kalacak şekilde beraber kullanılması durumunda oluşan sademeleri göstermektir. Şekil 5.4'te D1 tip geometrinin genel yapısı gösterilmekte olup düşey parabolik kurb olarak görselde tepe parabolik kurb seçilmiştir.



Şekil 5.4: D1 Tip Geometrinin Genel Yapısı

Yatay ve düşey geometri kilometreleri arasında ana esas olarak alınan ilişki

$G1 \leq A < TO < E=T1 < F=T2 < TF < D \leq G2$ şeklinde özetlenebilir.

Yatay geometrisi Bölüm 5.1 ve Bölüm 5.3'te belirtildiği gibi alinyiman – daireysel kurb – alinyiman şeklinde oluşturulmuş bu modelde klotoid, Bloss ve Tarı1 geçiş eğrileri kullanılmamış, sadece daireysel kurbun yerine Tarı2 ve Baykal eğrileri yerleştirilerek çözümleme yapılmıştır. Düşey geometri TO-TF arasında kullanılmıştır.

Şekil 5.4'te A-TO ve TF-D arası yatay geometriye denk gelen düşey geometri Bölüm 5.1'deki gibi düşey alinyimandır ve çözümü Bölüm 5.1'de verilmiştir.

TO-TF arası yatay geometriye denk gelen düşey geometri Şekil 5.4'e bakılırsa bir kısmına düşey alinyiman bir kısmına düşey parabolik kurb denk gelmektedir. Çözümü Bölüm 5.1 ve Bölüm 5.3'te verilen çözümler kullanılarak yapılmaktadır.

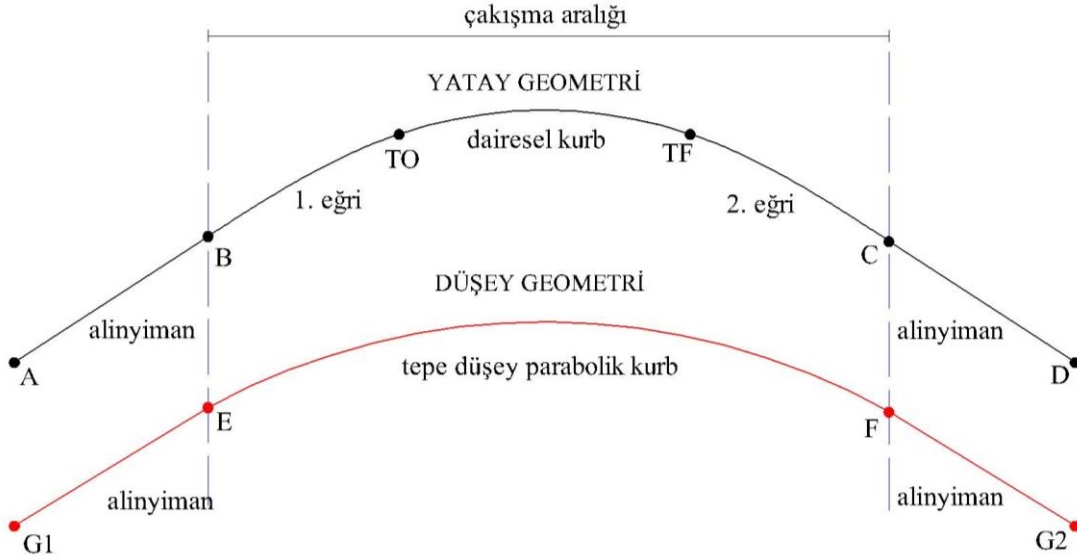
5.5 E1 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman

Yatay geometride A-B arası alinyiman, B-TO arası geçiş eğrisi, TO-TF arası daireysel kurb, TF-C arası geçiş eğrisi C-D arası alinyiman kullanılmıştır. Düşey geometride G1-E arası düşey alinyiman, E-F arası parabolik düşey kurb, F-G2 arası düşey

alinyiman kullanılmıştır. E1 tip geometri dairesel kurbun diğer eğrilerle oluşturduğu bileşik eğri modellerinin düşey parabolik kurbu kapsayacak şekilde beraber kullanılması durumunda oluşan sademeleri incelemeye olanak sağlar. Şekil 5.5'te E1 tip geometrinin genel yapısı gösterilmekte olup düşey parabolik kurb olarak görselde tepe parabolik kurb seçilmiştir.



Şekil 5.5: E1 Tip Geometrinin Genel Yapısı

Yatay ve düşey geometri kilometreleri arasında ana esas olarak alınan ilişki

$G1 \leq A < B=E < TO < TF < C=F < D \leq G2$ şeklinde özetlenebilir.

Yatay geometrisi alinyiman - 1. klotoid - dairesel kurb - 2. klotoid - alinyiman şeklinde altlık teşkil eden modelde klotoid eğrilerinin yerlerine Bloss ve Tarı1 eğrileri kullanılarak çözümlenmiştir. Tarı2 ve Baykal eğrileri iki alinyimanı tek bir eğri ile birleştirdiği için B-C aralığını belirten 1. eğri - dairesel kurb - 2. eğri parçasından oluşan geçki modeli yerine Tarı2 ve Baykal geçiş eğrileri yerleştirilerek çözümleme yapılmıştır. Düşey geometri aynı şekilde kullanılmıştır.

Şekil 5.5'te yatay geometride A-B ve C-D arası yatay alinyimanla çakışan düşey geometri düşey alinyimandır. Burada yatay geometride A-B ile düşey geometride G1-E düşey alinyimanı, C-D arası yatay alinyiman ile F-G2 arası düşey alinyiman çakışımı için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.1), (4.29), (3.2), (2.1) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.1), (2.2), (4.9), (4.10), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.2), (4.10), (3.1), (3.2), (4.29), (4.30), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.5'te yatay geometride B-TO arası 1. eğriyle çakışan düşey geometri düşey parabolik kurbun belirli bir bölümüdür. Buradan B-TO arası 1. klotoid eğrisi ve düşey parabolik kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.3), (4.31), (3.4), (2.8) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.8), (2.10), (4.13), (4.14), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.10), (4.14), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.5'te yatay geometride B-TO arası 1. eğriyle çakışan düşey geometri düşey parabolik kurbun belirli bir bölümüdür. Buradan B-TO arası 1. Bloss eğrisi ve düşey parabolik kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.3), (4.31), (3.4), (2.19) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.19), (2.24), (4.17), (4.18), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.24), (4.18), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.5'te yatay geometride B-TO arası 1. eğriyle çakışan düşey geometri düşey parabolik kurbun belirli bir bölümüdür. Buradan B-TO arası 1. Tarı1 eğrisi ve düşey parabolik kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.3), (4.31), (3.4), (2.40) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.40), (2.41), (4.21), (4.22), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.41), (4.22), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.5'te yatay geometride TO-TF arası dairesel kurbula çakışan düşey geometri düşey parabolik kurbun belirli bir bölümüdür. Buradan TO-TF arası dairesel kurb ve düşey parabolik kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.3), (4.31), (3.4), (2.4) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.4), (2.5), (4.11), (4.12), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.5), (4.12), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.5'te yatay geometride TF-C arası 2. eğriyle çakışan düşey geometri düşey parabolik kurbun belirli bir bölümüdür. Buradan TF-C arası 2. klotoid eğrisi ve düşey parabolik kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.3), (4.31), (3.4), (2.12) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.12), (2.14), (4.15), (4.16), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.14), (4.16), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.5'te yatay geometride TF-C arası 2. eğriyle çakışan düşey geometri düşey parabolik kurbun belirli bir bölümüdür. Buradan TF-C arası 2. Bloss eğrisi ve düşey parabolik kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.3), (4.31), (3.4), (2.29) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.29), (2.34), (4.19), (4.20), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.34), (4.20), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.5'te yatay geometride TF-C arası 2. eğriyle çakışan düşey geometri düşey parabolik kurbun belirli bir bölümüdür. Buradan TF-C arası 2. Tarı1 eğrisi ve düşey parabolik kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.3), (4.31), (3.4), (2.44) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.44), (2.45), (4.23), (4.24), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.45), (4.24), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.5'te yatay geometride B-C arası eğri1- dairesel kurb - eğri2 ile çakışan düşey geometri düşey parabolik kurbun belirli bir bölümüdür. Buradan B-C arası Tarı2 eğrisi ve düşey parabolik kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.3), (4.31), (3.4), (2.52) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.52), (2.54), (4.25), (4.26), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.54), (4.26), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.5'te yatay geometride B-C arası eğri1- dairesel kurb - eğri2 ile çakışan düşey geometri düşey parabolik kurbun belirli bir bölümüdür. Buradan B-C arası Baykal eğrisi ve düşey parabolik kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.3), (4.31), (3.4), (2.59) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.59), (2.65), (4.27), (4.28), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

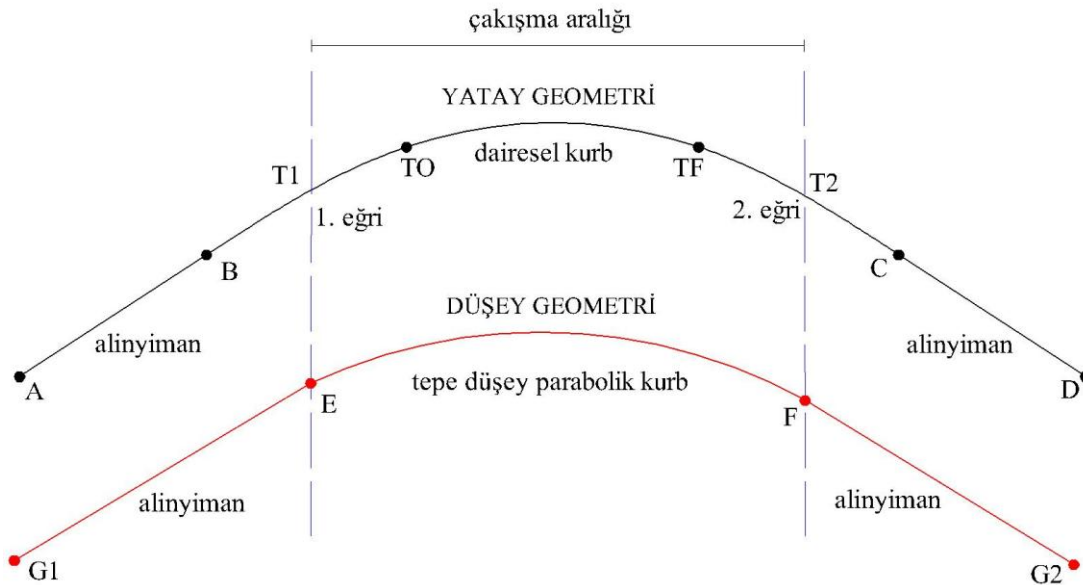
Normal sademe hesabı (2.65), (4.28), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

5.6 F1 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman

Düşey geometriyi tanımlayan geçki parçalarının kullanım yeri bu geometri modelinde farklılık göstermektedir. Yatay geometri ile düşey parabolik kurbun çakışma noktası yatay geometrinin 1. geçiş eğrisinin üzerinde herhangi bir noktasından başlayıp 2. geçiş eğrinin herhangi bir noktası arasında gerçekleşmektedir. Yatay geometride daireysel kurbun diğer eğrilerle oluşturduğu bileşik eğri modellerinde, düşey parabolik kurbun bileşik eğri modelinin içinde kalacak şekilde beraber kullanılması durumunda oluşan sademeleri F1 tip geometri çözümü ile elde edilir. Şekil 5.6'da F1 tip geometrinin genel yapısı gösterilmekte olup düşey parabolik kurb olarak görselde tepe parabolik kurb seçilmiştir.



Şekil 5.6: F1 Tip Geometrinin Genel Yapısı

Yatay ve düşey geometri kilometreleri arasında ana esas olarak alınan ilişki

$G1 \leq A < B < E < TO < TF < F < C < D \leq G2$ şeklinde özetlenebilir. T1 ve T2 noktaları düşey parabolik kurbun E ve F ana noktalarının yatay geometride geçiş eğrileri üzerindeki iz düşümüdür.

Bu geometride A-T1 ve T2-D yatay noktalara göre çözümleme yapılırken Bölüm 5.2’de anlatılan yatay alinyimanla düşey alinyimanın çakışması, geçiş eğrisi ile düşey alinyimanın çakışması esas alınarak çözümleme yapılır. Modelin bu kısımlarda yatay geometri ile sadece düşey alinyiman çakışık durumdadır.

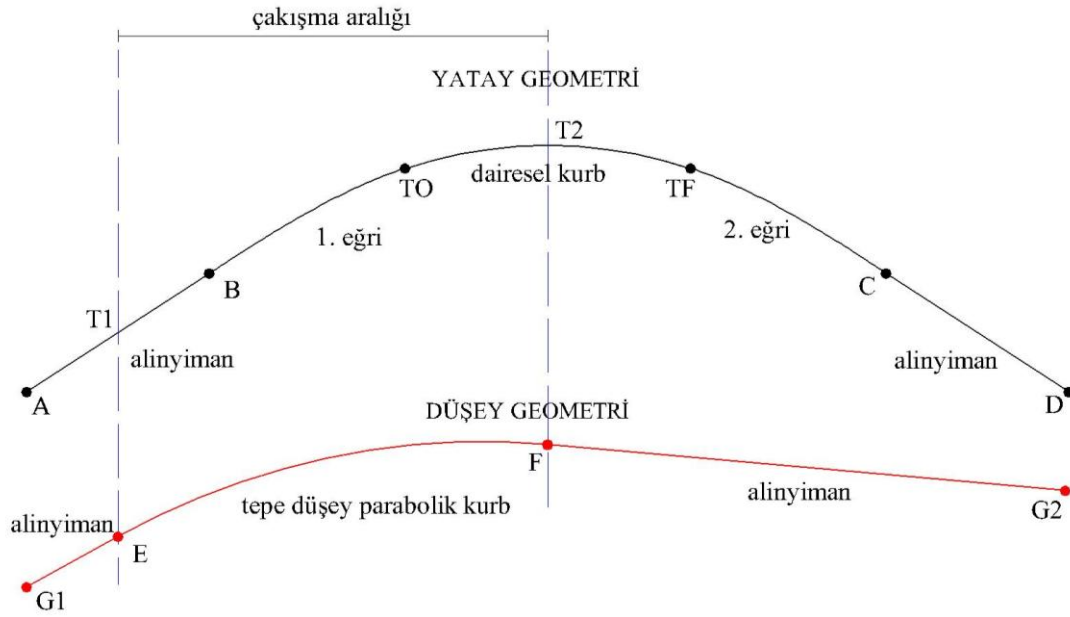
T1-T2 yatay noktalar arası çözümleme Bölüm 5.4’te anlatılan geçiş eğrisi ile düşey parabolik kurbun çakışması, dairesel yatay kurb ile düşey parabolik kurbun çakışması esas alınarak çözümleme yapılır.

5.7 G1 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman

Bölüm 5.6’da olduğu gibi düşey geometrinin kullanım yeri bu geometri modelinde de farklılık göstermektedir. Düşey parabolik kurb yatay geometrinin ilk alinyimanının herhangi bir noktasından başlayıp dairesel kurbun herhangi bir noktası arasında çakışan bir yapıdadır ve ikinci eğri ile çakışmamaktadır. G1 tip geometri, yatay geometride alinyiman ve dairesel kurbun diğer eğrilerle oluşturduğu bileşik eğri modellerinde, düşey parabolik kurbun yatay geometriyi alinyiman ve bileşik eğri modelinin belirli bir aralığında çakışması durumunda oluşacak sademeleri incelemeyi amaç edinilerek oluşturulmuştur. Şekil 5.7’de G1 tip geometrinin genel yapısı gösterilmekte olup düşey parabolik kurb olarak görselde tepe parabolik kurb seçilmiştir.



Şekil 5.7: G1 Tip Geometrinin Genel Yapısı

Yatay ve düşey geometri kilometreleri arasında ana esas olarak alınan ilişki

$G1 \leq A < E < B < TO < F < TF < C < D \leq G2$ şeklinde özetlenebilir. T1 ve T2 noktaları düşey parabolik kurbun E ve F ana noktalarının yatay geometride geçiş eğrisi ve daireysel kurb üzerindeki iz düşümüdür.

Bu geometride A-T1 arası yatay noktalara göre çözümleme yapılırken bölüm 5.1’de anlatılan yatay alinyimanla düşey alinyimanın çakışması esas alınarak çözümleme yapılır.

T1-B aralığında yatay noktalara göre çözümleme yapılırken yatay alinyimanla düşey düşey parabolik kurb çakışması esas alınarak çözümleme yapılır. Modelin bu kısımlarda yatay geometri ile sadece düşey parabolik kurb çakışık durumdadır. Şekil 5.7’de yatay geometride A-B arası yatay alinyimanla çakışan düşey geometri düşey alinyiman ve düşey parabolik kurbun bir kısmıdır. Bu modelde bahsi geçen diğer çakışım modelleri için bilgiler Bölüm 5.2 ve Bölüm 5.5’te verilmiştir. T1-B arası yatay geometride yatay alinyiman ve düşey parabolik kurb çakışması için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.3), (4.31), (3.4), (2.1) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.1), (2.2), (4.9), (4.10), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.2), (4.10), (3.3), (3.4), (4.31), (4.32), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

B-T2 yatay noktalar arası çözümleme Bölüm 5.5'te anlatılan geçiş eğrisi ile düşey parabolik kurbun çakışması, dairesel yatay kurb ile düşey parabolik kurbun çakışması esas alınarak çözümleme yapılır.

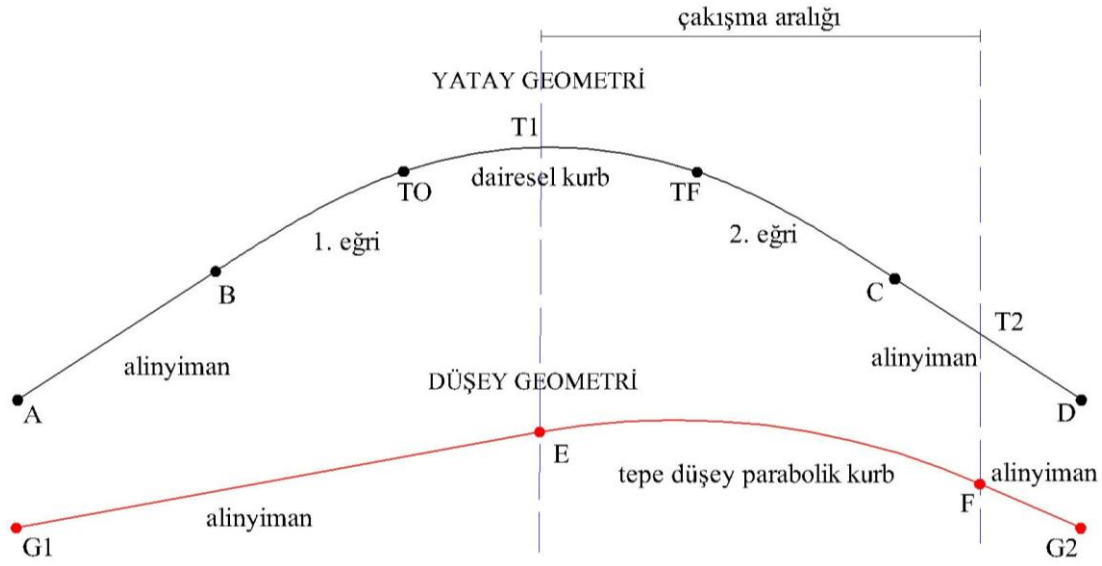
T2-D yatay noktalara göre çözümleme yapılırken Bölüm 5.2'de anlatılan dairesel kurb ile düşey alinyiman çakışması, geçiş eğrisi ile düşey alinyimanın çakışması, yatay alinyimanla düşey alinyimanın çakışması, esas alınarak çözümleme yapılır.

5.8 H1 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman

Bölüm 5.7'nin benzer bir modeli olan bu geometri tipinde düşey geometrinin kullanım yeri bir bakıma bölüm 5.7'de bahsi geçen düşey geometrinin yatay ekseninde aynalanmış modelidir. Düşey parabolik kurb yatay geometrinin dairesel kurbun herhangi bir noktası arasından başlayıp ikinci alinyimanın başlangıç ve bitiş noktaları hariç herhangi bir noktası ile çakışan yapıdadır ve ilk eğri ile çakışmamaktadır. Yatay geometride alinyiman ve dairesel kurbun diğer eğrilerle oluşturduğu bileşik eğri modellerinde, düşey parabolik kurbun yatay geometriyi alinyiman ve bileşik eğri modelinin belirli bir aralığında çakışması durumunda oluşacak sademeler bu modelde elde edilir. Şekil 5.8'de H1 tip geometrinin genel yapısı gösterilmekte olup düşey parabolik kurb olarak görselde tepe parabolik kurb seçilmiştir.



Şekil 5.8: H1 Tip Geometrinin Genel Yapısı

Yatay ve düşey geometri kilometreleri arasında ana esas olarak alınan ilişki

$G1 \leq A < B < TO < E=T1 < F < TF < C < F=T2 < D \leq G2$ şeklinde özetlenebilir. T1 ve T2 noktaları düşey parabolik kurbun E ve F ana noktalarının yatay geometride geçiş eğrisi ve dairesel kurb üzerindeki iz düşümüdür.

A-T1 arası yatay noktalara göre çözümleme yapılırken Bölüm 5.2’de anlatılan yatay geometri modeliyle düşey alinyimanın çakışması esas alınarak çözümleme yapılır.

T1-C arası yatay geometriye denk gelen düşey geometri çözümlemesi Bölüm 5.5’te anlatılan geçiş eğrisi ile düşey parabolik kurbun çakışması, dairesel yatay kurb ile düşey parabolik kurbun çakışması esas alınarak çözümleme yapılır.

C-T2 arası yatay geometride alinyiman ile düşey geometride parabolik kurbun çakışık olması durumu Bölüm 5.7’de verilmiştir.

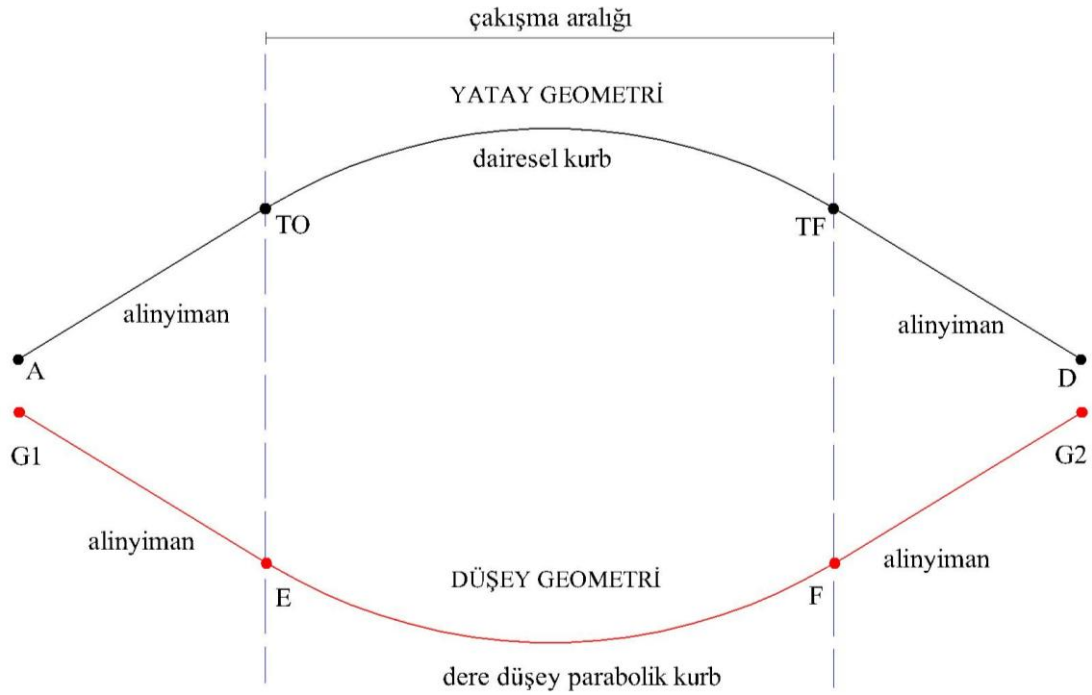
Yatay geometride T2-D arası alinyiman ile düşey geometride alinyimanın çakışması Bölüm 5.1’de çözümü verilmiştir.

5.9 C2 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman

C2 tip geometri C1 tip geometriyle aynı yatay geometri yapısına sahiptir. Düşey geometride Şekil 5.9'da görüldüğü gibi dere düşey parabolik kurb kullanılmıştır.



Şekil 5.9: C2 Tip Geometrinin Genel Yapısı

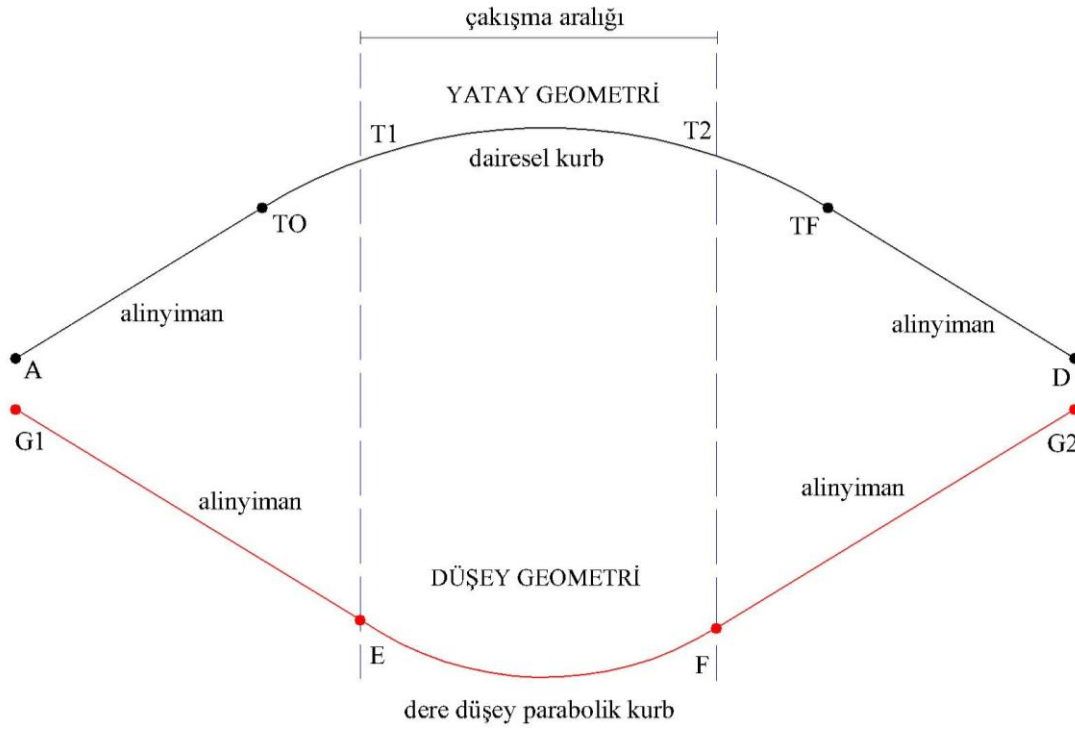
C2 tip geometriye sahip bir geçkinin çözümlemesi C1 tip geometrinin çözümlemesiyle aynıdır.

5.10 D2 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman

D2 tip geometri D1 tip geometriyle aynı yatay geometri yapısına sahiptir. Düşey geometride Şekil 5.10'da görüldüğü gibi dere düşey parabolik kurb kullanılmıştır.



Şekil 5.10: D2 Tip Geometrinin Genel Yapısı

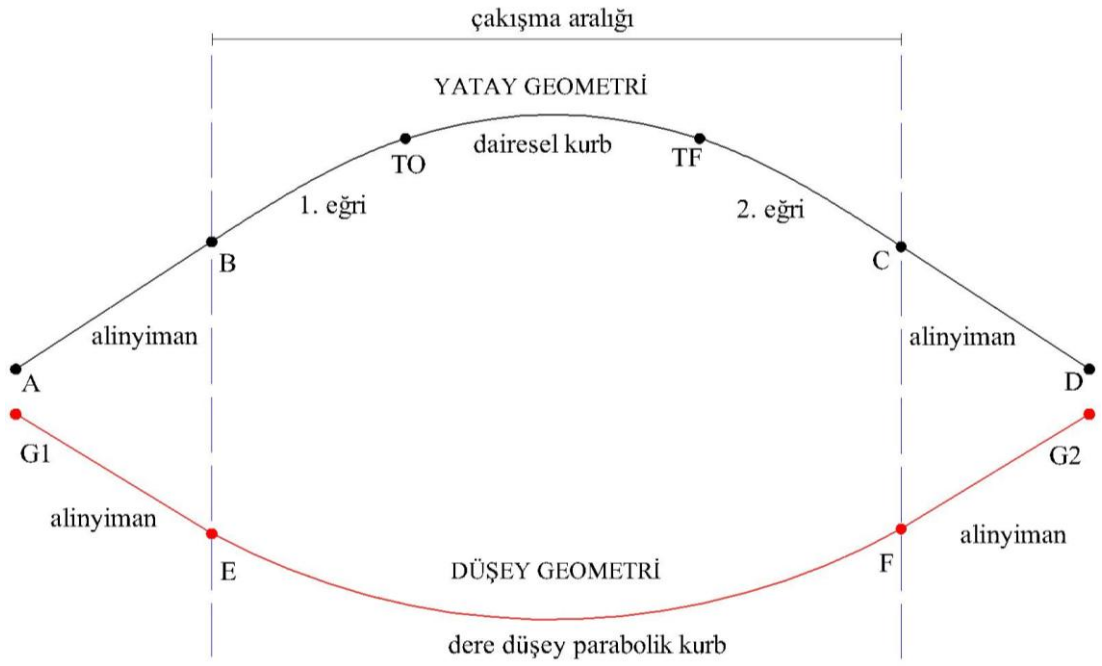
D2 tip geometriye sahip bir geçkinin çözümlemesi D1 tip geometrinin çözümlemesiyle aynıdır.

5.11 E2 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman

E2 tip geometri E1 tip geometriyle aynı yatay geometri yapısına sahiptir. Düşey geometride Şekil 5.11’de görüldüğü gibi dere düşey parabolik kurb kullanılmıştır.



Şekil 5.11: E2 Tip Geometrinin Genel Yapısı

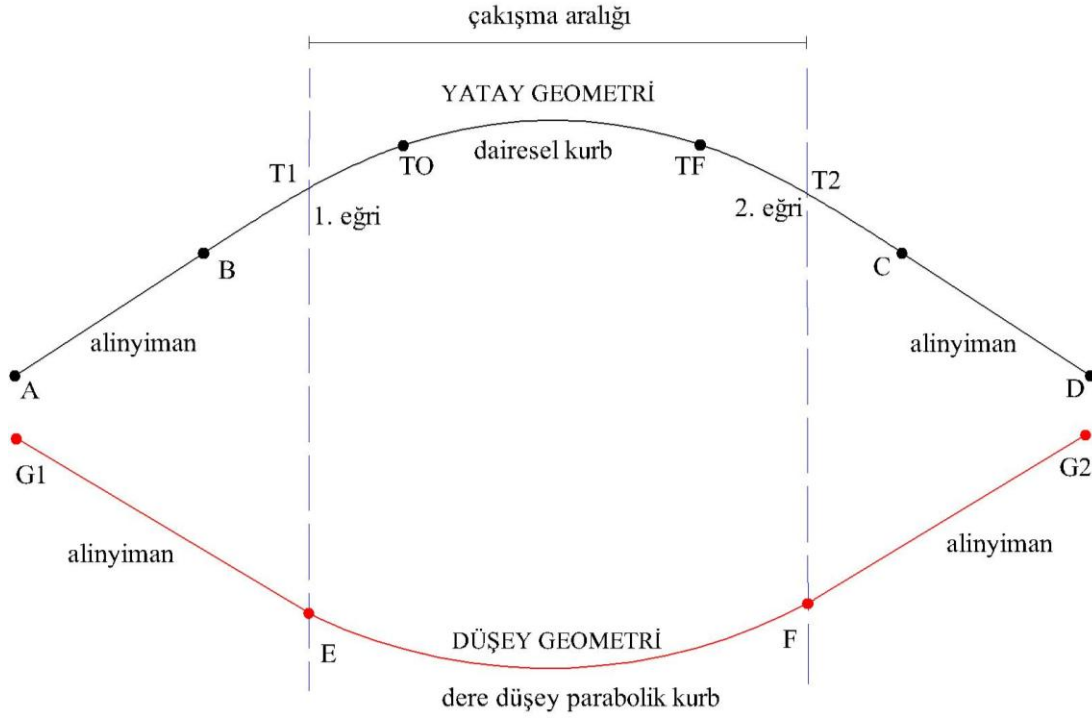
E2 tip geometriye sahip bir geçkinin çözümlemesi E1 tip geometrinin çözümlemesiyle aynıdır.

5.12 F2 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman

F2 tip geometri F1 tip geometriyle aynı yatay geometri yapısına sahiptir. Düşey geometride Şekil 5.12’de görüldüğü gibi dere düşey parabolik kurb kullanılmıştır.



Şekil 5.12: F2 Tip Geometrinin Genel Yapısı

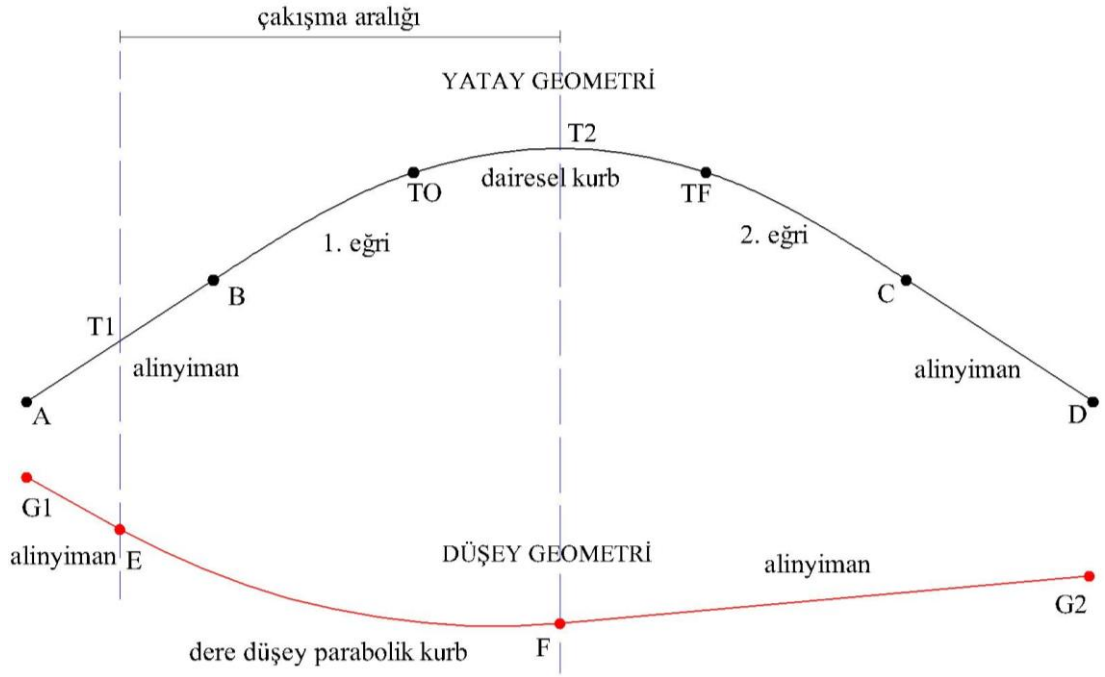
F2 tip geometriye sahip bir geçkinin çözümlemesi F1 tip geometrinin çözümlemesiyle aynıdır.

5.13 G2 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman

G2 tip geometri G1 tip geometriyle aynı yatay geometri yapısına sahiptir. Düşey geometride Şekil 5.13'te görüldüğü gibi dere düşey parabolik kurb kullanılmıştır.



Şekil 5.13: G2 Tip Geometrinin Genel Yapısı

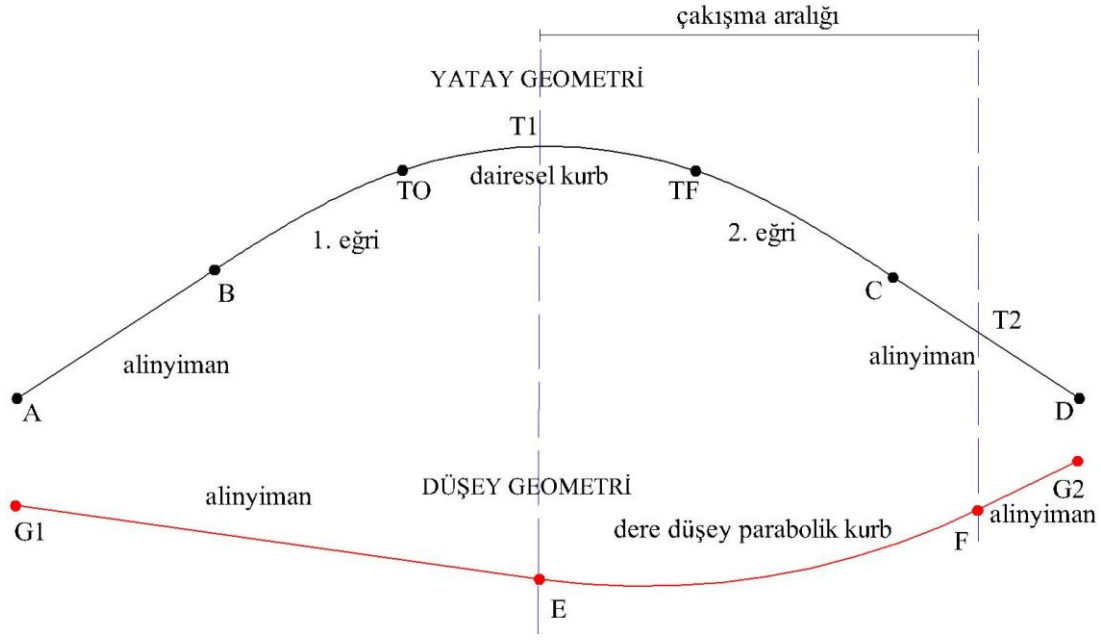
G2 tip geometriye sahip bir geçkinin çözümlemesi G1 tip geometrinin çözümlemesiyle aynıdır.

5.14 H2 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Parabolik Kurb - Alinyiman

H2 tip geometri H1 tip geometriyle aynı yatay geometri yapısına sahiptir. Düşey geometride Şekil 5.14'te görüldüğü gibi dere düşey parabolik kurb kullanılmıştır.



Şekil 5.14: H2 Tip Geometrinin Genel Yapısı

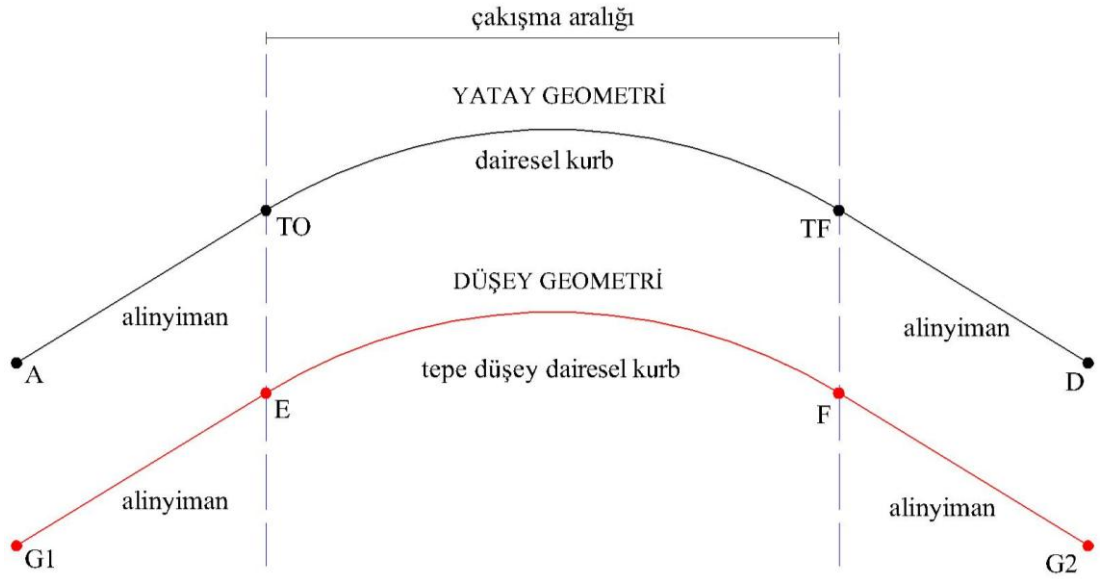
H2 tip geometriye sahip bir geçkinin çözümlemesi H1 tip geometrinin çözümlemesiyle aynıdır.

5.15 C3 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - Dairesel Kurb - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman

Yatay geometride A-TO arası alinyiman, TO-TF arası daireysel kurb TF-D arası alinyiman kullanılmıştır. Düşey geometride G1-E arası düşey alinyiman, E-F arası tepe düşey daireysel kurb, F-G2 arası düşey alinyiman kullanılmıştır. Yatay geometri ana noktalarına denk gelen düşey geometriye ait ana noktalar aynı değere sahiptir. Bu tip geometri oluşturmaktaki amaç, yatay geometride daireysel kurb ve daireysel kurbun yerine kullanılacak olan diğer eğrilerin tepe düşey daireysel kurbu kapsayacak şekilde beraber kullanılması durumunda oluşan sademeleri incelemektir. Şekil 5.15'te C3 tip geometrinin genel yapısı gösterilmekte olup tepe düşey daireysel kurb olarak görselde tepe parabolik kurb seçilmiştir.



Şekil 5.15: C3 Tip Geometrinin Genel Yapısı

Yatay ve düşey geometri kilometreleri arasında esas olarak alınan ilişki

$G1 \leq A < TO=E < TF=F < D \leq G2$ şeklinde özetlenebilir.

Yatay geometrisi alinyiman – daireysel kurb – alinyiman şeklinde oluşturulmuş bu modelde C1,C2 tip geometride olduğu gibi klotoit, Bloss ve Tarı1 geçiş eğrileri kullanılmamış, sadece daireysel kurbun yerine Tarı2 ve Baykal eğrileri yerleştirilerek çözümlenmiştir. Düşey geometri aynı şekilde kullanılmıştır.

Şekil 5.15’te yatay geometride A-TO ve TF-D arası yatay alinyimanla çakışan düşey geometri düşey alinyimandır. Buradan A-TO ve TF-D arası yatay alinyiman ve düşey alinyiman için boyuna sademe, yanal sademe, normal sademe çözümlmeleri C1 tip geometride verilmektedir.

Şekil 5.15’te yatay geometride TO-TF arası daireysel kurb ile çakışan düşey geometri tepe düşey daireysel kurbdur. Buradan TO-TF arası daireysel kurb ve tepe düşey daireysel kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.6), (4.36), (3.7), (2.4) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.4), (2.5), (4.11), (4.12), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.5), (4.12), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.3'te yatay geometride TO-TF arası dairesel kurb yerine yerleştirilen Tarı2 eğrisiyle çakışan tepe düşey dairesel kurbdur. Buradan TO-TF arası Tarı2 eğrisi ve tepe düşey dairesel kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.6), (4.36), (3.7), (2.52) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.52), (2.54), (4.25), (4.26), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.54), (4.26), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.15'te yatay geometride TO-TF arası dairesel kurb yerine yerleştirilen Baykal eğrisiyle çakışan tepe düşey dairesel kurbdur. Buradan TO-TF arası Baykal eğrisi ve tepe düşey dairesel kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.6), (4.36), (3.7), (2.59) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.59), (2.65), (4.27), (4.28), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.65), (4.28), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

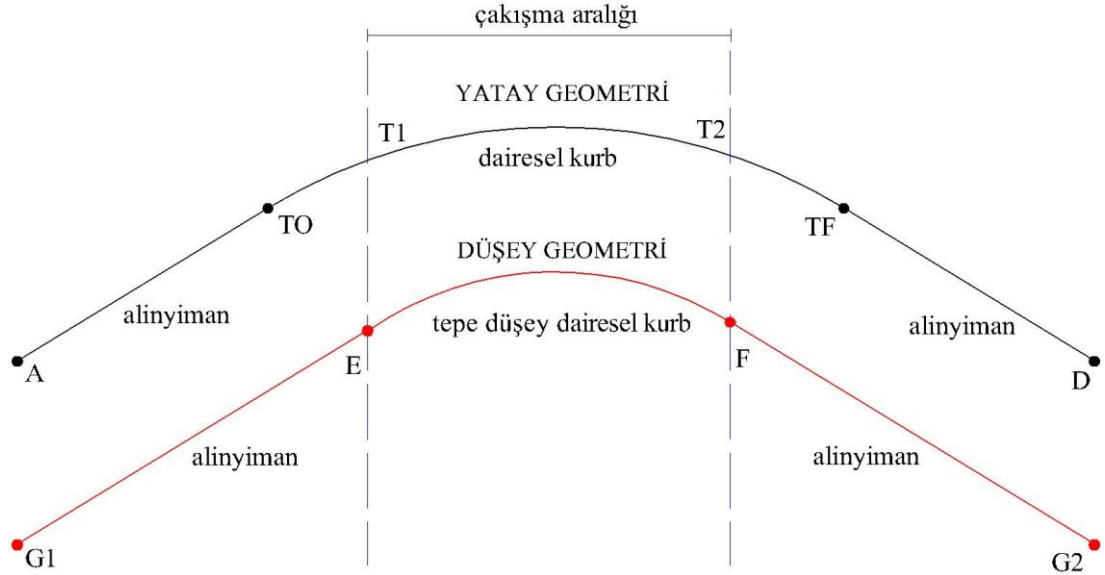
5.16 D3 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - Dairesel Kurb - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman

Yatay geometride A-TO arası alinyiman, TO-TF arası dairesel kurb TF-D arası alinyiman kullanılmıştır. Düşey geometride G1-E arası düşey alinyiman, E-F arası tepe düşey dairesel kurb, F-G2 arası düşey alinyiman kullanılmıştır. Bu geometri tipinde E-F arası tepe düşey dairesel yatay geometrideki izdüşümü TO-TF arası yatay dairesel kurban içinde olacak biçimde oluşturulmuştur. Modelin oluşturulma amacı,

tepe düşey dairesel kurbun, yatay geometride dairesel kurb ve dairesel kurbun yerine kullanılacak olan diğer eğrilerin içinde kalacak şekilde beraber kullanılması durumunda oluşan sademeleri incelemektir. Şekil 5.4'te D1 tip geometrinin genel yapısı gösterilmekte olup düşey dairesel kurb olarak görselde tepe kurb seçilmiştir.



Şekil 5.16: D3 Tip Geometrinin Genel Yapısı

Yatay ve düşey geometri kilometreleri arasında ana esas olarak alınan ilişki

$G1 \leq A < TO < E=T1 < F=T2 < TF < D \leq G2$ şeklinde özetlenebilir.

Yatay geometrisi Bölüm 5.1 ve Bölüm 5.3'te belirtildiği gibi alinyiman – daireSEL kurb – alinyiman şeklinde oluşturulmuş bu modelde klotoid, Bloss ve Tarı1 geçiş eğrileri kullanılmamış, sadece daireSEL kurbun yerine Tarı2 ve Baykal eğrileri yerleştirilerek çözümlene yapılmıştır. Düşey geometri TO-TF arasında kullanılmıştır.

Şekil 5.16'ya bakılırsa A-TO ve TF-D arası yatay geometriye denk gelen düşey geometri Bölüm 5.1'deki gibi düşey alinyimandır ve çözümü Bölüm 5.1'de verilmiştir.

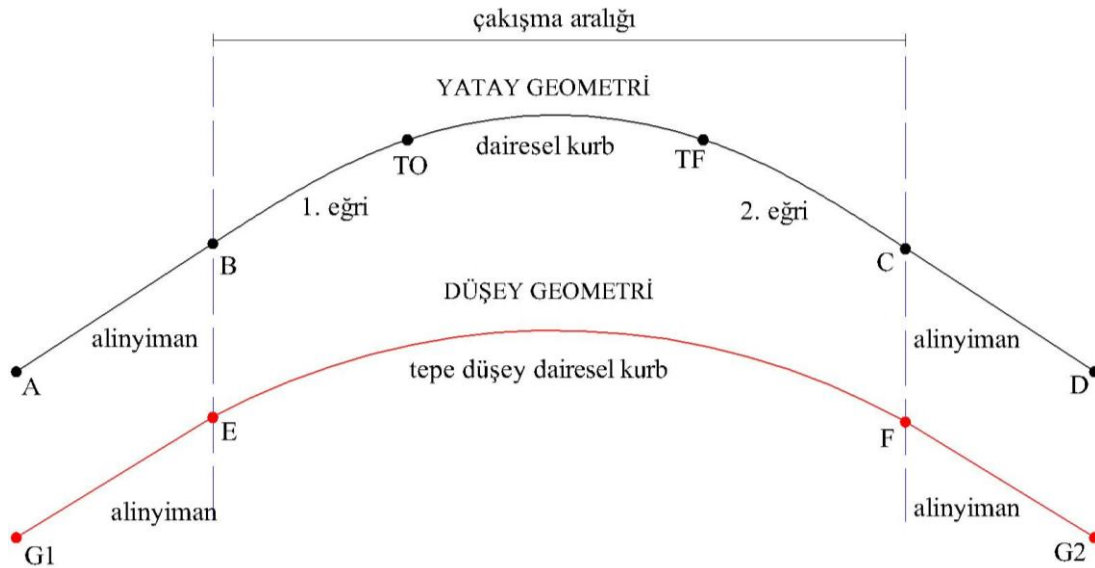
TO-TF arası yatay geometriye denk gelen düşey geometri Şekil 5.16'da bir kısmına düşey alinyiman bir kısmına tepe düşey daireSEL kurb denk gelmektedir. Çözümü Bölüm 5.1 ve Bölüm 5.15'te verilen çözümler kullanılarak yapılmaktadır.

5.17 E3 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - 1. Eğri - Dairesel Kurb - 2. Eğri - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman

Yatay geometride A-B arası alinyiman, B-TO arası geçiş eğrisi, TO-TF arası daireysel kurb, TF-C arası geçiş eğrisi C-D arası alinyiman kullanılmıştır. Düşey geometride G1-E arası düşey alinyiman, E-F arası tepe düşey daireysel kurb, F-G2 arası düşey alinyiman kullanılmıştır. Yatay geometride daireysel kurbun diğer eğrilerle oluşturduğu bileşik eğri modellerinin tepe düşey daireysel kurbu kapsayacak şekilde beraber kullanılması durumunda oluşan sademeler bu modelde incelenir. Şekil 5.17’de E3 tip geometrinin genel yapısı gösterilmekte olup düşey parabolik kurb olarak görselde tepe daireysel kurb seçilmiştir.



Şekil 5.17: E3 Tip Geometrinin Genel Yapısı

Yatay ve düşey geometri kilometreleri arasında ana esas olarak alınan ilişki

$G1 \leq A < B=E < TO < TF < C=F < D \leq G2$ şeklinde özetlenebilir.

Yatay geometrisi alinyiman - 1. klotoid - daireysel kurb - 2. klotoid - alinyiman şeklinde altlık teşkil eden modelde klotoid eğrilerinin yerlerine Bloss ve Tarı1 eğrileri kullanılarak çözümlenmiştir. Tarı2 ve Baykal eğrileri iki alinyimanı tek bir eğri ile birleştirdiği için B-C aralığını belirten 1. eğri - daireysel kurb - 2. eğri parçasından oluşan geçki modeli yerine Tarı2 ve Baykal geçiş eğrileri yerleştirilerek çözümleme yapılmıştır. Düşey geometri aynı şekilde kullanılmıştır.

Şekil 5.17’de yatay geometride A-B ve C-D arası yatay alinyimanla çakışan düşey geometri düşey alinyimandır. Çözümü bölüm 5.1’de verilmektedir.

Şekil 5.17’de yatay geometride B-TO arası 1. eğriyle çakışan düşey geometri tepe düşey dairesel kurbun belirli bir bölümüdür. Buradan B-TO arası 1. klotoid eğrisi ve tepe düşey dairesel kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.6), (4.36), (3.7), (2.8) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.8), (2.10), (4.13), (4.14), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.10), (4.14), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.17’de yatay geometride B-TO arası 1. eğriyle çakışan düşey geometri tepe düşey dairesel kurbun belirli bir bölümüdür. Buradan B-TO arası 1. Bloss eğrisi ve tepe düşey dairesel kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.6), (4.36), (3.7), (2.19) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.19), (2.24), (4.17), (4.18), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.24), (4.18), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.17’de yatay geometride B-TO arası 1. eğriyle çakışan düşey geometri tepe düşey dairesel kurbun belirli bir bölümüdür. Buradan B-TO arası 1. Tarıl eğrisi ve tepe düşey dairesel kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.6), (4.36), (3.7), (2.40) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.40), (2.41), (4.21), (4.22), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.41), (4.22), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.17’de yatay geometride TO-TF arası dairesel kurbula çakışan düşey geometri tepe düşey dairesel kurbun belirli bir bölümüdür. Buradan TO-TF arası dairesel kurb ve tepe düşey dairesel kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.6), (4.36), (3.7), (2.4) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.4), (2.5), (4.11), (4.12), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.5), (4.12), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.17’de yatay geometride TF-C arası 2. eğriyle çakışan düşey geometri tepe düşey dairesel kurbun belirli bir bölümüdür. Buradan TF-C arası 2. klotoid eğrisi ve tepe düşey dairesel kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.6), (4.36), (3.7), (2.12) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.12), (2.14), (4.15), (4.16), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.14), (4.16), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.17’de yatay geometride TF-C arası 2. eğriyle çakışan düşey geometri tepe düşey dairesel kurbun belirli bir bölümüdür. Buradan TF-C arası 2. Bloss eğrisi ve tepe düşey dairesel kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.6), (4.36), (3.7), (2.29) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.29), (2.34), (4.19), (4.20), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.34), (4.20), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.17’de yatay geometride TF-C arası 2. eğriyle çakışan düşey geometri tepe düşey dairesel kurbun belirli bir bölümüdür. Buradan TF-C arası 2. Tarı1 eğrisi ve tepe düşey dairesel kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.6), (4.36), (3.7), (2.44) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.44), (2.45), (4.23), (4.24), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.45), (4.24), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.17’de yatay geometride B-C arası eğri1- dairesel kurb - eğri2 ile çakışan düşey geometri düşey tepe düşey dairesel kurbun belirli bir bölümüdür. Buradan B-C arası Tarı2 eğrisi ve tepe düşey dairesel kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.6), (4.36), (3.7), (2.52) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.52), (2.54), (4.25), (4.26), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.54), (4.26), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Şekil 5.17’de yatay geometride B-C arası eğri1- dairesel kurb - eğri2 ile çakışan düşey geometri tepe düşey dairesel kurbun belirli bir bölümüdür. Buradan B-C arası Baykal eğrisi ve tepe düşey dairesel kurb için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.6), (4.36), (3.7), (2.59) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.59), (2.65), (4.27), (4.28), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Bu geometride A-T1 ve T2-D yatay noktalara göre çözümleme yapılırken yine Bölüm 5.2’de anlatılan yatay alinyimanla düşey alinyimanın çakışması, geçiş eğrisi ile düşey alinyimanın çakışması esas alınarak çözümleme yapılır. Modelin bu kısımlarda yatay geometri ile sadece düşey alinyiman çakışık durumdadır.

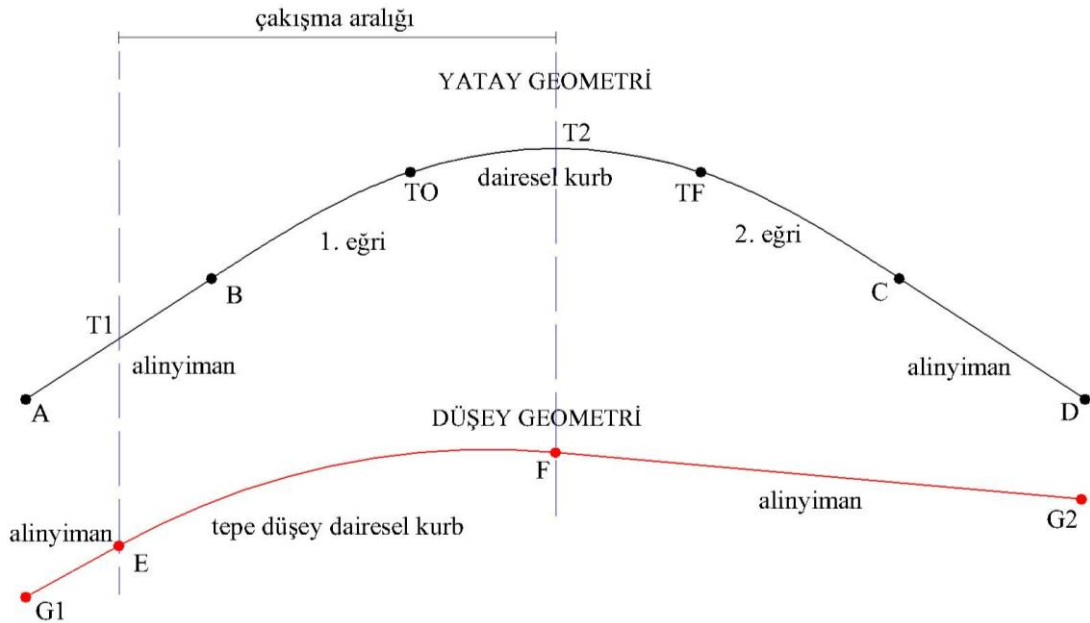
T1-T2 yatay noktalar arası çözümleme Bölüm 5.17’de anlatılan geçiş eğrisi ile tepe düşey dairesel kurbun çakışması, dairesel yatay kurb ile tepe düşey dairesel kurbun çakışması esas alınarak çözümleme yapılır.

5.19 G3 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - Klotoid - Dairesel Kurb - Klotoid - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman

Tepe düşey dairesel kurb, yatay geometrinin ilk alinyimanının herhangi bir noktasından başlayıp yatay dairesel kurbun herhangi bir noktası arasında izdüşüm olan bir nokta arasında çakışan yapıdadır ve ikinci eğri ile çakışmamaktadır. Yatay geometride alinyiman ve dairesel kurbun diğer eğrilerle oluşturduğu bileşik eğri modellerinde, tepe düşey dairesel kurbun yatay geometriyi alinyiman ve bileşik eğri modelinin belirli bir aralığında çakışması durumunda oluşacak sademeleri incelemek amacıyla bu model oluşturulmuştur. Şekil 5.19’da G3 tip geometrinin genel yapısı gösterilmektedir.



Şekil 5.19: G3 Tip Geometrinin Genel Yapısı

Yatay ve düşey geometri kilometreleri arasında ana esas olarak alınan ilişki

$G1 \leq A < E < B < TO < F < TF < C < D \leq G2$ şeklinde özetlenebilir. T1 ve T2 noktaları tepe düşey dairesel kurbun E ve F ana noktalarının yatay geometride geçiş eğrisi ve dairesel kurb üzerindeki iz düşümüdür.

Bu geometride A-T1 arası yatay noktalara göre çözümleme yapılırken Bölüm 5.1’de anlatılan yatay alinyimanla düşey alinyimanın çakışması esas alınarak çözümleme yapılır.

T1-B aralığında yatay noktalara göre çözümleme yapılırken yatay alinyimanla tepe düşey dairesel kurb çakışması esas alınarak çözümleme yapılır. Şekil 5.19’a bakılırsa yatay geometride A-B arası yatay alinyimanla çakışan düşey geometri düşey alinyiman ve tepe düşey dairesel kurbun bir kısmıdır. Bu modelde bahsi geçen A-T1 ve T2-D arasında kalan çakışım modelleri için bilgiler bölüm 5.2’de, B-T2 arası izdüşüm çakışmaları 5.17’de verilmiştir. T1-B arası yatay geometride yatay alinyiman ve tepe düşey dairesel kurb çakışması için;

Boyuna sademe hesabı (3.8), (4.1), (3.6), (4.36), (3.7), (2.1) eşitlikleri (4.4) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Yanal sademe hesabı (2.1), (2.2), (4.9), (4.10), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.5) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

Normal sademe hesabı (2.2), (4.10), (3.6), (3.7), (4.36), (4.33), (4.1), (3.8) eşitlikleri (4.6) eşitliğinde yerine konularak elde edilir.

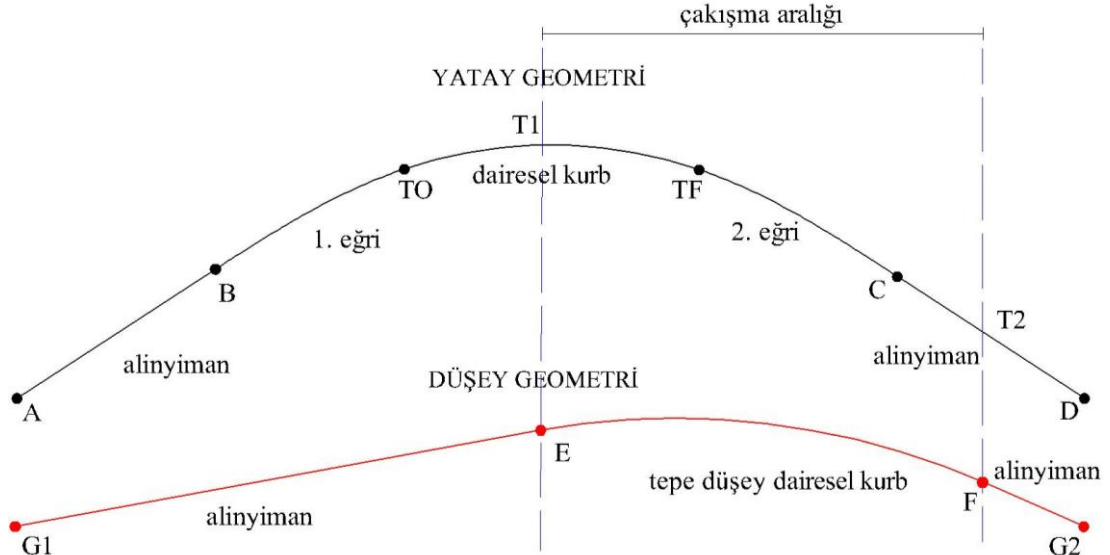
5.20 H3 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - Klotoid - Dairesel Kurb - Klotoid - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Tepe Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman

Bölüm 5.19’da bahsi geçen düşey geometrinin yatay ekseninde aynalanmış model biçiminin Bölüm 5.19’daki yatay geometri ile kullanılmasıyla bu geometri oluşur. Tepe düşey dairesel kurb, yatay geometrideki dairesel kurbun herhangi bir noktası arasından başlayıp ikinci alinyimanın başlangıç ve bitiş noktaları hariç herhangi bir noktası ile çakışan yapıdadır ve ilk eğri ile çakışmamaktadır. Yatay geometride alinyiman ve dairesel kurbun diğer eğrilerle oluşturduğu bileşik eğri modellerinde,

tepe düşey dairesel kurbun yatay geometriyi alinyiman ve bileşik eğri modelinin belirli bir aralığında çakışması durumunda oluşacak sademeler için bu modelin çözümü incelenir. Şekil 5.20’de H3 tip geometrinin genel yapısı gösterilmekte olup görselde tepe düşey dairesel kurb seçilmiştir.



Şekil 5.20: H3 Tip Geometrinin Genel Yapısı

Yatay ve düşey geometri kilometreleri arasında ana esas olarak alınan ilişki

$G1 \leq A < B < TO < E=T1 < F < TF < C < F=T2 < D \leq G2$ şeklinde özetlenebilir. T1 ve T2 noktaları tepe düşey dairesel kurbun E ve F ana noktalarının yatay geometride geçiş eğrisi ve dairesel kurb üzerindeki iz düşümüdür.

A-T1 arası yatay noktalara göre çözümleme yapılırken Bölüm 5.2’de anlatılan yatay geometri modeliyle düşey alinyimanın çakışması esas alınarak çözümleme yapılır.

T1-C arası yatay geometriye denk gelen düşey geometri çözümlemesi Bölüm 5.17’de anlatılan, yatay geometride dairesel kurb ile tepe düşey dairesel kurbun çakışması, geçiş eğrisi ile tepe düşey dairesel kurbun çakışması esas alınarak çözümleme yapılır.

C-T2 arası yatay geometride alinyiman ile tepe düşey dairesel kurbun çakışık olması durumu Bölüm 5.19’da verilmiştir.

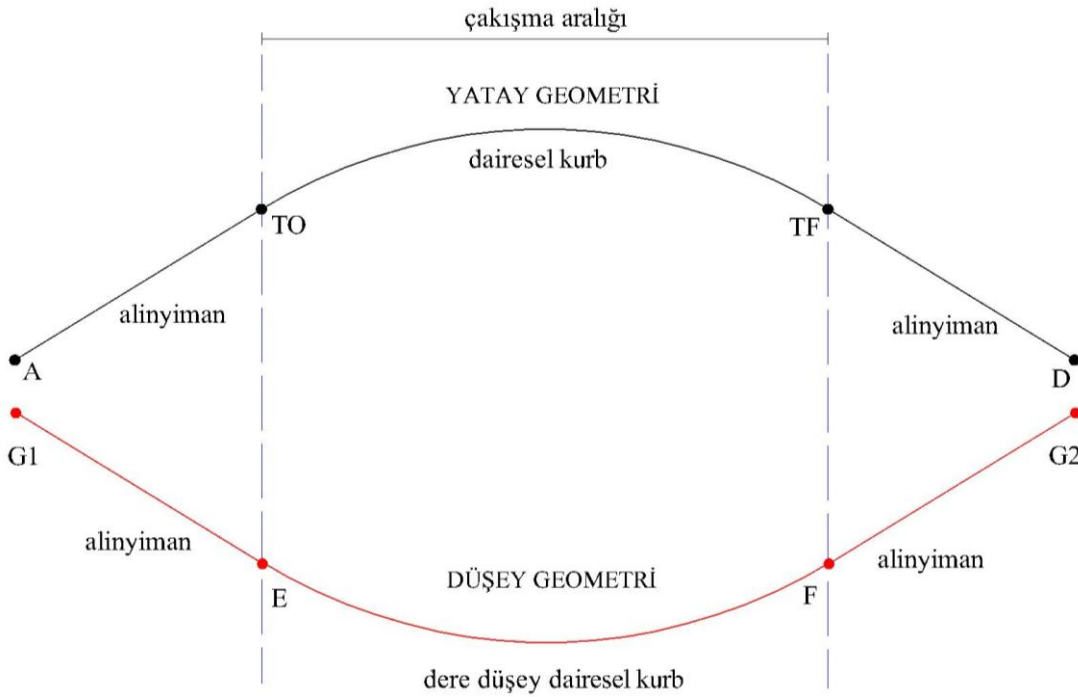
Yatay geometride T2-D arası alinyiman ile düşey geometride alinyimanın çakışması Bölüm 5.1’de çözümü verilmiştir.

5.21 C4 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - Dairesel Kurb - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman

C4 tip geometri C3 tip geometriyle aynı yatay geometri yapısına sahiptir. Düşey geometride Şekil 5.21’de görüldüğü gibi dere düşey daireysel kurb kullanılmıştır. Hesaplamalar yapılırken Bölüm 5.15’te verilen çözümlemelerde (3.6) eşitliği yerine (3.5) eşitliği, (4.36) eşitliği yerine (4.35) eşitliği kullanılarak çözümleme yapılmalıdır.



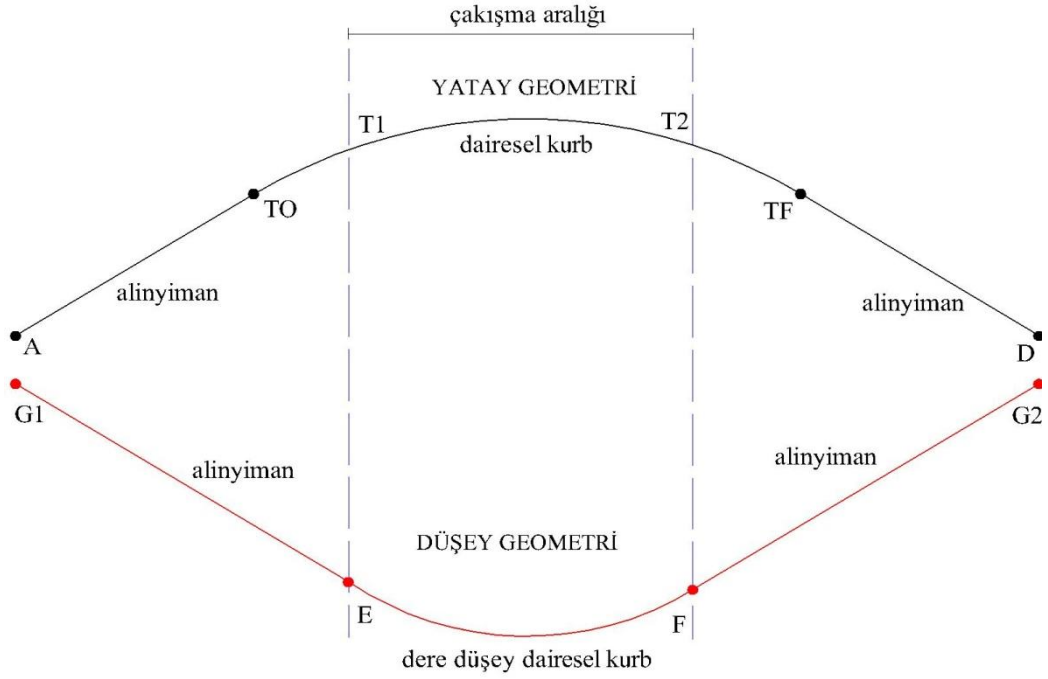
Şekil 5.21: C4 Tip Geometrinin Genel Yapısı

5.22D4 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - Dairesel Kurb - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman

D4 tip geometri D3 tip geometriyle aynı yatay geometri yapısına sahiptir. Düşey geometride Şekil 5.22’de görüldüğü gibi dere düşey daireysel kurb kullanılmıştır. Hesaplamalar yapılırken Bölüm 5.16’da verilen çözümlemelerde (3.6) eşitliği yerine (3.5) eşitliği, (4.36) eşitliği yerine (4.35) eşitliği kullanılarak çözümleme yapılmalıdır.



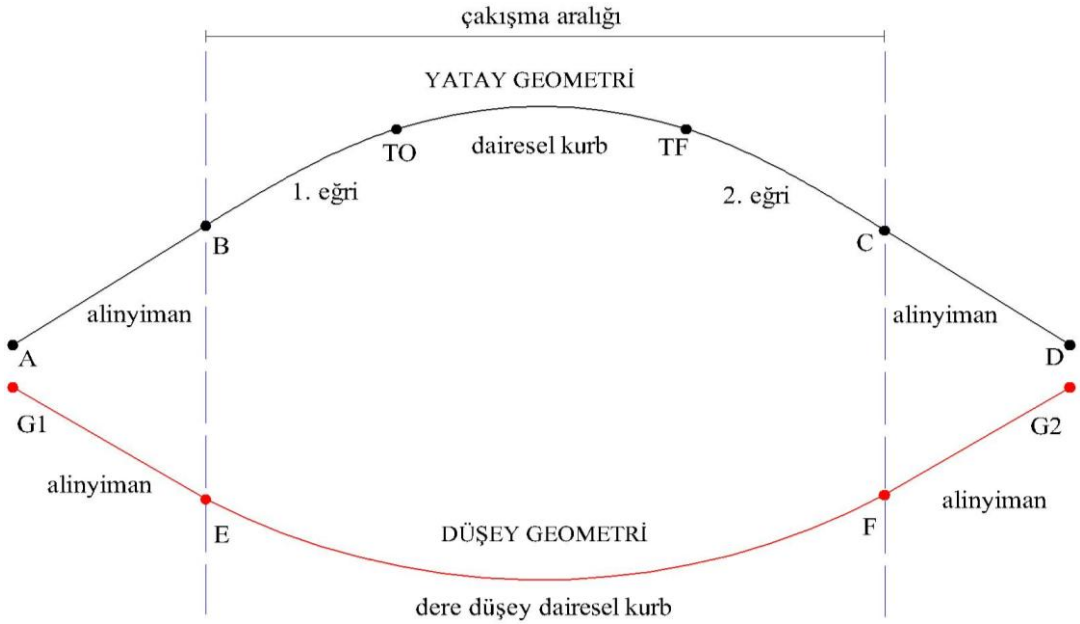
Şekil 5.22: D4 Tip Geometrinin Genel Yapısı

5.23 E4 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - Klotoid - Dairesel Kurb - Klotoid - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman

E4 tip geometri E3 tip geometriyle aynı yatay geometri yapısına sahiptir. Düşey geometride Şekil 5.23'te görüldüğü gibi dere düşey daireysel kurb kullanılmıştır.



Şekil 5.23: E4 Tip Geometrinin Genel Yapısı

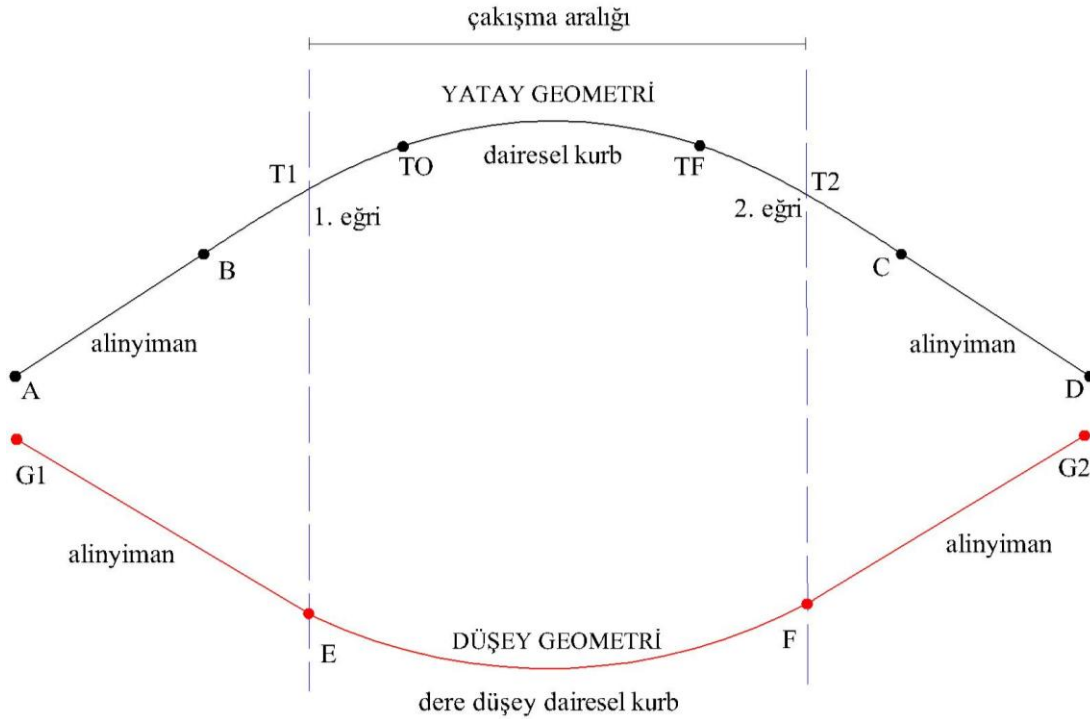
Bölüm 5.23 için hesaplamalar yapılırken Bölüm 5.17’de verilen çözümlemelerde (3.6) eşitliği yerine (3.5) eşitliği, (4.36) eşitliği yerine (4.35) eşitliği kullanılarak çözümleme yapılmalıdır.

5.24 F4 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - Klotoid - Dairesel Kurb - Klotoid - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman

F4 tip geometri F3 tip geometriyle aynı yatay geometri yapısına sahiptir. Düşey geometride Şekil 5.24’te görüldüğü gibi dere düşey dairesel kurb kullanılmıştır. Bölüm 5.18’de verilen çözümlemelerde (3.6) eşitliği yerine (3.5) eşitliği, (4.36) eşitliği yerine (4.35) eşitliği kullanılarak bu bölümün çözümü yapılmalıdır.



Şekil 5.24: F4 Tip Geometrinin Genel Yapısı

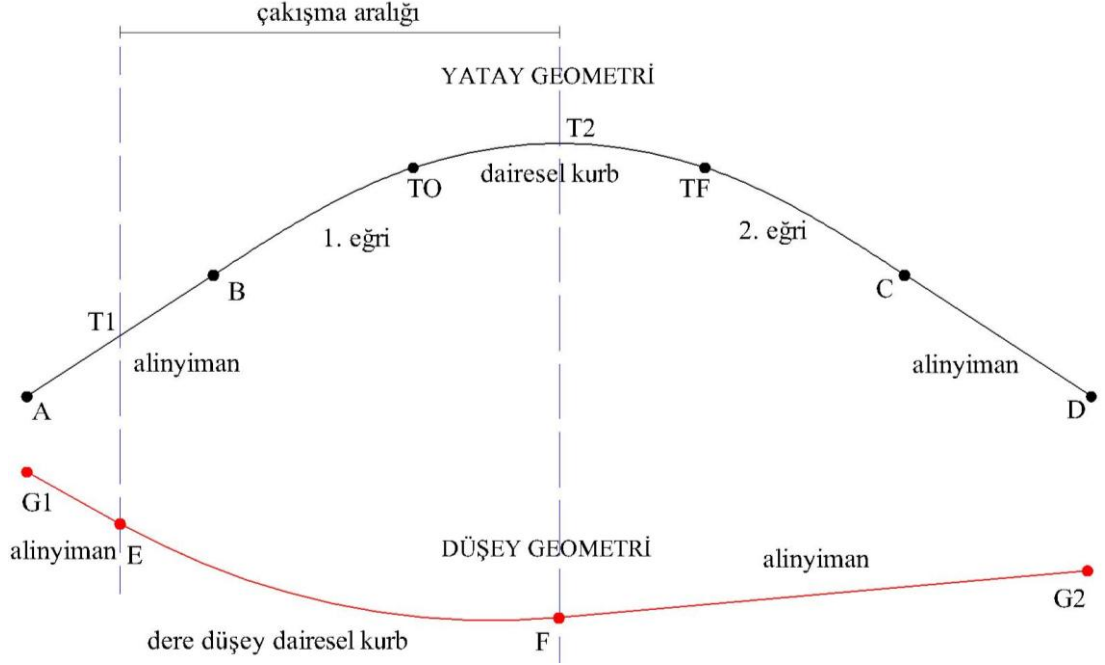
5.25 G4 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - Klotoid - Dairesel Kurb - Klotoid - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman

G4 tip geometri G3 tip geometriyle aynı yatay geometri yapısına sahiptir. Düşey geometride Şekil 5.25’te görüldüğü gibi dere düşey dairesel kurb kullanılmıştır.

Sayısal hesaplamalar yapılırken Bölüm 5.19’da verilen çözümlemelerde (3.6) eşitliği yerine (3.5) eşitliği, (4.36) eşitliği yerine (4.35) eşitliği kullanılarak bu bölümün çözümlemesi yapılmalıdır.



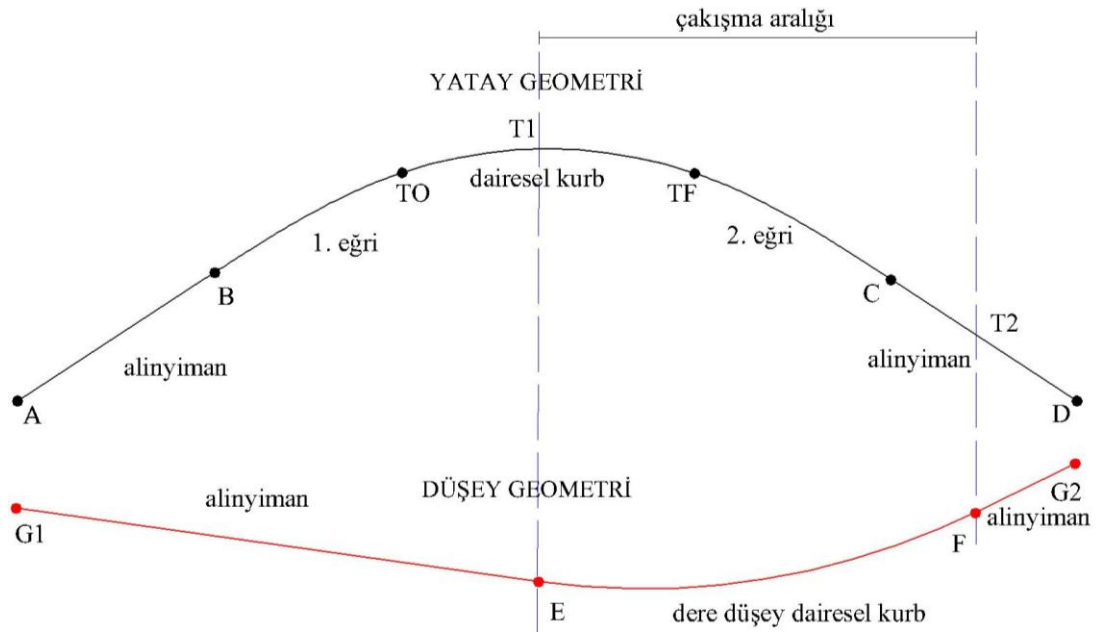
Şekil 5.25: G4 Tip Geometrinin Genel Yapısı

5.26 H4 Tip Geometri

Yatay Geometri: Alinyiman - Klotoid - Dairesel Kurb - Klotoid - Alinyiman

Düşey Geometri: Alinyiman - Dere Düşey Dairesel Kurb - Alinyiman

H4 tip geometri H3 tip geometriyle aynı yatay geometri yapısına sahiptir. Düşey geometride Şekil 5.26’da görüldüğü gibi dere düşey dairesel kurb kullanılmıştır. Hesaplamalar yapılırken Bölüm 5.20’de verilen çözümlemelerde (3.6) eşitliği yerine (3.5) eşitliği, (4.36) eşitliği yerine (4.35) eşitliği kullanılarak bu bölüm için çözümleme yapılmalıdır.



Şekil 5.26: H4 Tip Geometrinin Genel Yapısı

6. İNCELEMELERDE KULLANILAN GEÇKİ VE HIZ BÜYÜKLÜKLERİ

6.1 Geçki Büyüklükleri

Sademe hesaplamalarında kullanılan büyüklükler bölüm 5’te verilen yatay ve düşey geometri kombinasyonları ve geçki geometrisi koşulları göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Çalışmada daha önceden proje şeklinde uygulanmış olan veriler kullanılmak istenirse de istenen tüm kombinasyonları ortaya koyabilmek, geometrik koşullardan dolayı mümkün olmamıştır. Çözümlemelerde kullanılan geometri büyüklükleri geçki tip özelliğine bağlı olarak verilmektedir.

Hız incelemelerinde kullanılan hızlar 100 km/h, 200 km/h ve 400 km/h olarak seçilmiştir. Seçilen bu hız büyüklüklerine ilişkin en küçük minimum yatay R yarıçapının hesabı (6.1) eşitliğinde verilmektedir [7]. Böylece en kötü geometrik koşulda inceleme mümkün olmuştur. G yolun enine genişliğidir ve bu çalışmada demiryolu genişliği olan $b=1.435\text{m}$ alınmıştır [7].

$$R_{min} = \frac{G \left(\frac{V_p}{3.6} \right)^2}{9.81(u_{max} + 0.100)} \quad (6.1)$$

(6.1) eşitliğinde göre minimum yatay yarıçap uzunlukları

100 km/h hız için 460 m,

200 km/h için 1810 m,

400 km/h için 7250 m,

olarak hesaplanmıştır.

Bu hesaplanan yarıçaplara göre minimum geçiş eğrisi uzunluğunu,

$$\min l = \frac{0.04V_p^3}{R_y} \quad (6.2)$$

eşitliği ile hesaplanır (Baykal, 2009, s.369). l boyu büyüklük seçimi yapılırken seçim en büyük yarıçapın en büyük hızı için yapılmalıdır. (6.2) eşitliğine göre $R=7250$ m ve 400 km/h için minimum geçiş eğrisi uzunluğu yaklaşık 360 m olarak hesaplanmıştır.

İki geçiş eğrisi arasına gelen dairesel kurbun uzunluğu, geçiş eğrisi - dairesel kurb - geçiş eğrisi bileşik eğri modelini sademe bakımından kıyaslanırken l boylarının orantılı olması için 380 m olarak alınmıştır. Bileşik eğri modelinin başına ve sonuna 200 m uzunluğunda alinyiman kullanılarak yatay geçki parçası oluşturulmuştur. Düşey geometride dairesel kurb yarıçapı hesabı için (6.3) eşitliği kullanılmıştır.

$$R_D = \frac{l}{W_2 - W_1} \quad (6.3)$$

$u_{max} = 0.15$ m maksimum deyer değeri olarak incelemelerde kullanılmıştır.

6.2 Hız Büyüklükleri

Hareket modelinde sademe hesaplarının yapılabilmesi için hareket modelinde hız ve ivme hesabına ihtiyaç vardır. Şekil 6.1’de aracın yola bağlı hareketi gösterilmiştir.

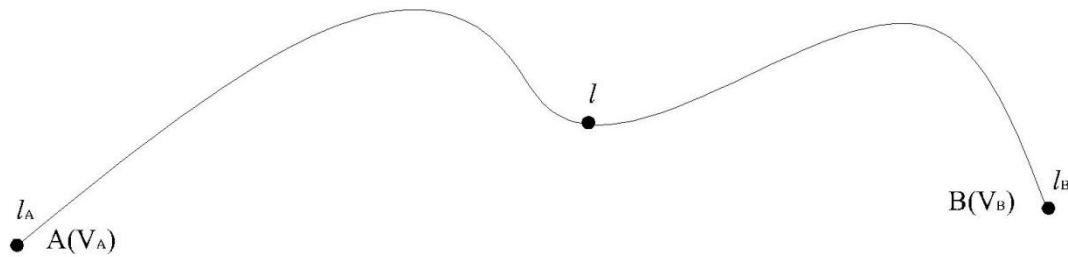
Teğetsel ivme hesabı,

$$a_T = \frac{V_B^2 - V_A^2}{2 l_B - l_A} \quad (6.4)$$

ani hızın yola bağlı değişimi,

$$v = \sqrt{V_A^2 + 2a_T l - l_A} \quad (6.5)$$

eşitlikleri ile verilmektedir.



Şekil 6.1: Hareket Modeli

6.3 A1 Tip Geometri İçin Kullanılan Diğer Büyüklükler

Yatay geometride

$$Km_A=0+000, Km_{TO}=0+200, Km_{TF}=1+300, Km_D=1+500$$

Düşey geometride sadece alinyiman kullanıldığı için $W=0$ alınmıştır.

6.4 B1 Tip Geometri İçin Kullanılan Diğer Büyüklükler

Yatay geometride

$$Km_A=0+000, Km_B=0+200, Km_{TO}=0+560, Km_{TF}=0+940, Km_C=1+300, Km_D=1+500$$

Düşey geometride sadece alinyiman kullanıldığı için $W=0$ alınmıştır.

6.5 C1, C2, C3, C4 Tip Geometriler İçin Kullanılan Diğer Büyüklükler

Yatay ve düşey geometride ana noktalar

$$Km_A=0+000, Km_{TO}=0+200, Km_{TF}=1+300, Km_D=1+500$$

$$Km_{G1}=0+000, Km_E=0+200, Km_F=1+300, Km_{G2}=1+500$$

Düşey geometride çözümlmelerde C1 tip geometride tepe parabolik kurb için

$$W_1= 0.04 \text{ ve } W_2= -0.04$$

C2 tip geometride dere parabolik kurb için $W_1= -0.04$ ve $W_2= 0.04$ eğim değerleri kullanılmıştır.

C3 tip geometride tepe dairesel kurb için $W_1= 0.04$ eğim değeri ve düşey dairesel kurbun yarıçapı $R_D=13750$ m olarak (6.3) eşitliğinden hesaplanmıştır.

C4 tip geometride dere dairesel kurb için $W_1= -0.04$ eğim değeri ve düşey dairesel kurbun yarıçapı $R_D=13750$ m olarak (6.3) eşitliğinden hesaplanmıştır.

6.6 D1, D2, D3 D4 Tip Geometriler İçin Kullanılan Diğer Büyüklükler

Yatay geometri büyüklükleri bölüm 6.3'te verilen ile aynıdır. Düşey geometri büyüklüklerinde

$$Km_{G1}=0+000, Km_E=0+560, Km_F=0+940, Km_{G2}=1+500 \text{ ana nokta değerleri}$$

D3 tip geometride tepe dairesel kurb için $W_1= 0.04$ eğim değeri ve düşey dairesel kurbun yarıçapı $R_D=4750$ m olarak (6.3) eşitliğinden hesaplanmıştır.

D4 tip geometride dere dairesel kurb için $W_1 = -0.04$ eğim değeri ve düşey dairesel kurbun yarıçapı $R_D = 4750$ m olarak (6.3) eşitliğinden hesaplanmıştır.

A1, C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3, D4 tip geometri için dever değişim boyu 150m sabit olarak alınmıştır. Bu boyun 2/3'ü alinyiman üzerinde, 1/3'ü alinyiman sonrası devam eden dairesel kurb üzerinde dever değişimi olarak alınmıştır (Yayla, 2006).

6.7 E1, E2, E3, E4 Tip Geometriler İçin Kullanılan Diğer Büyüklükler

Yatay geometri ana noktaları B tip geometri modeli ile aynıdır. Düşey geometri C tip geometri modeli ile aynı olup kullanılan büyüklüklerde aynıdır.

6.8 F1, F2, F3, F4 Tip Geometriler İçin Kullanılan Diğer Büyüklükler

Yatay geometri ana noktaları B tip geometri modeli ile aynıdır. Düşey geometri büyüklüklerinde

$Km_{G1} = 0+000$, $Km_E = 0+380$, $Km_F = 1+120$, $Km_{G2} = 1+500$ ana nokta değerleri kullanılmıştır.

Düşey eğim değerleri D tip geometri ile aynı olmakla beraber düşey dairesel kurbun yarıçapı $R_D = 9250$ m olarak (6.3) eşitliğinden hesaplanmıştır.

6.9 G1, G2, G3, G4 Tip Geometriler İçin Kullanılan Diğer Büyüklükler

Yatay geometri B, E, F tip modellerdeki geometri ile aynı büyüklüklere sahiptir. Düşey geometri büyüklüklerinde eğimler aynı olmakla beraber

$Km_{G1} = 0+000$, $Km_E = 0+100$, $Km_F = 0+750$, $Km_{G2} = 1+500$ ana nokta değerleri kullanılmış ve bu ana noktalara göre (6.3) eşitliğinden $R_D = 8125$ m olarak hesaplanmıştır.

6.10 H1, H2, H3, H4 Tip Geometriler İçin Kullanılan Diğer Büyüklükler

Yatay geometri B, E, F, G tip modellerdeki geometri ile aynı büyüklüklere sahiptir. Düşey geometri büyüklüklerinde eğimler aynı olmakla beraber

$Km_{G1} = 0+000$, $Km_E = 0+750$, $Km_F = 1+400$, $Km_{G2} = 1+500$ ana nokta değerleri kullanılmış ve bu ana noktalara göre (6.3) eşitliğinden $R_D = 8125$ m olarak hesaplanmıştır.

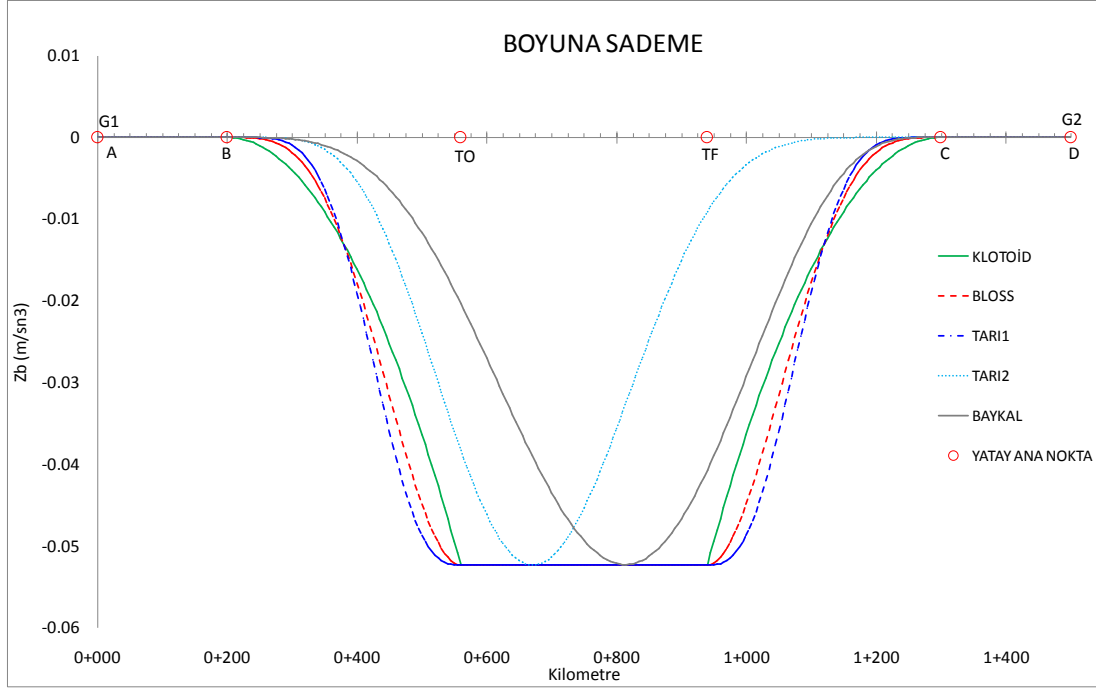
7. SABİT HIZLI HAREKET MODELİNDE GEÇKİ GEOMETRİ TANIMLARININ SADEME FONKSİYON GRAFİKLERİ

Bölüm 6’da verilen tüm geçki ve hız modelleri göz önüne alındığında boyuna sademe, yanal sademe, normal sademe ve bileşke sademe değerlendirmelerinin yapılabilmesi için 1426 tane grafik elde edilmiştir. Bu grafikler çok fazla hacim kaplayacağından dolayı ön görülen bazı model çözümler seçilerek tez sayfasında sunulmuş, diğerleri **Ek1**’de belirtilen CD içerisinde verilmiştir.

Sabit hızlı hareket modeli için 72 grafik tez sunumunda verilmiştir. Bu grafiklerde belirtilen hız ve geometri modeline göre geçki parçalarının sademe bilgileri verilmektedir. Grafiklerde eğrilerin sademe yönünden değerlendirmesi için klotoid, Bloss, Tarı1, Tarı2 ve Baykal eğrileri üst üste gösterilmiştir. A1 tip modelin benzeri B1 tip modelde verildiği için bu modelin incelemesi sadece **Ek1**’de verilmiştir.

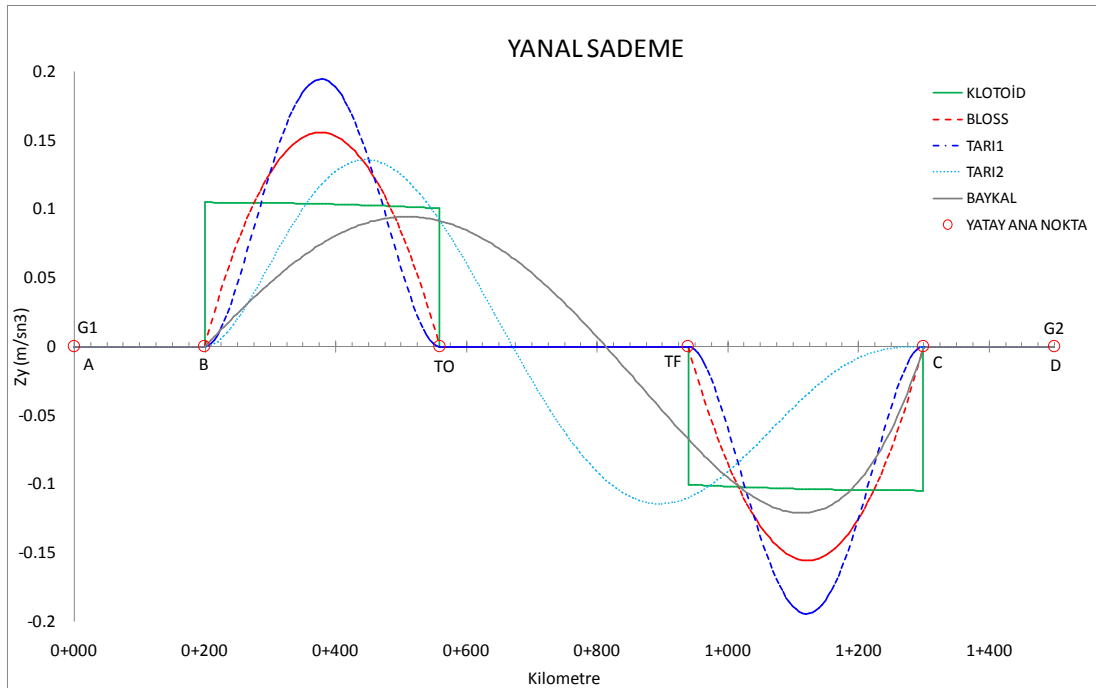
7.1 V=200 km/h Hız İçin B1 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi

Şekil 7.1 de B1 tip geometriye ait 200 km/h sabit hız için boyuna sademe çözümlemesi verilmiştir. Ana noktaların kilometreleri Bölüm 6’da verilmiştir. Şekil 7.1 incelendiğinde 1. alinyimandan sonra devam eden yatay eğrisellik boyunca 2. Alinyimana kadar sademenin (0/-0.054) m/sn³ arasında değiştiği görülmektedir. Buda eğrisel yörünge boyunca bir boyuna sademe varlığını kanıtlamaktadır. Boyuna sademede Bloss, Tarı1, Tarı2, Baykal eğrileri boyunca sademe süreklilik halinde bir değişkenlik gösterir. Klotoidde ise TO ve TF noktalarında kırılma şeklinde bir sademe değişikliği görülmektedir.



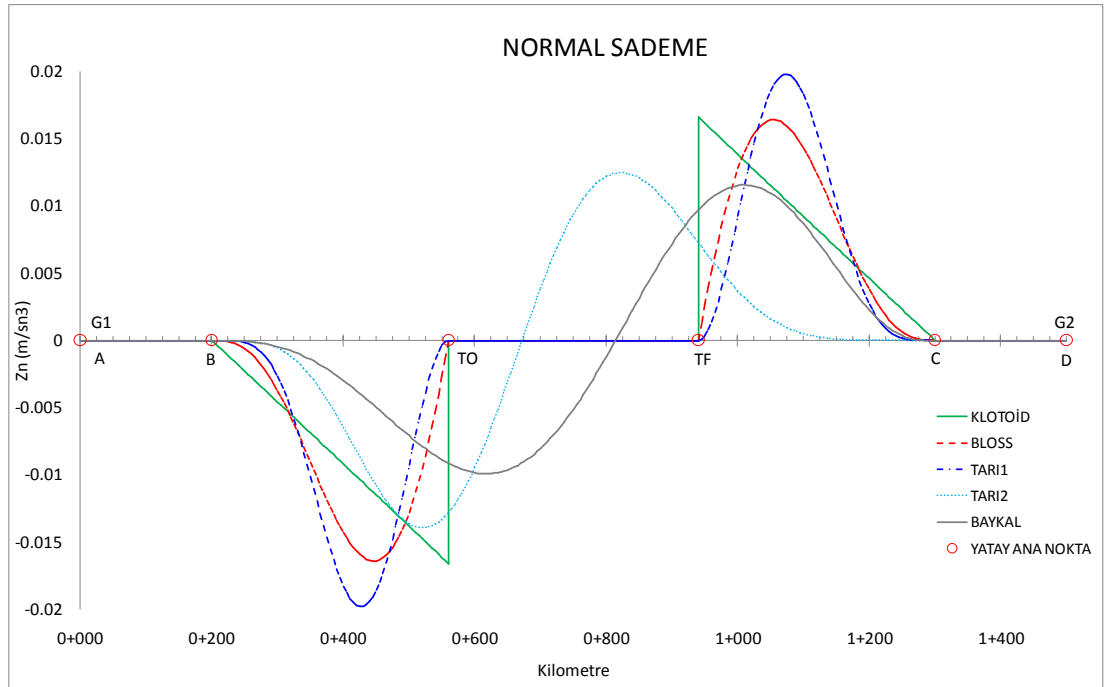
Şekil 7.1: B1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği $V=200\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

Şekil 7.2’de sademede en etkili bileşen olan yanal sademe grafiği B1 tip model için verilmiştir.



Şekil 7.2: B1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V=200\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

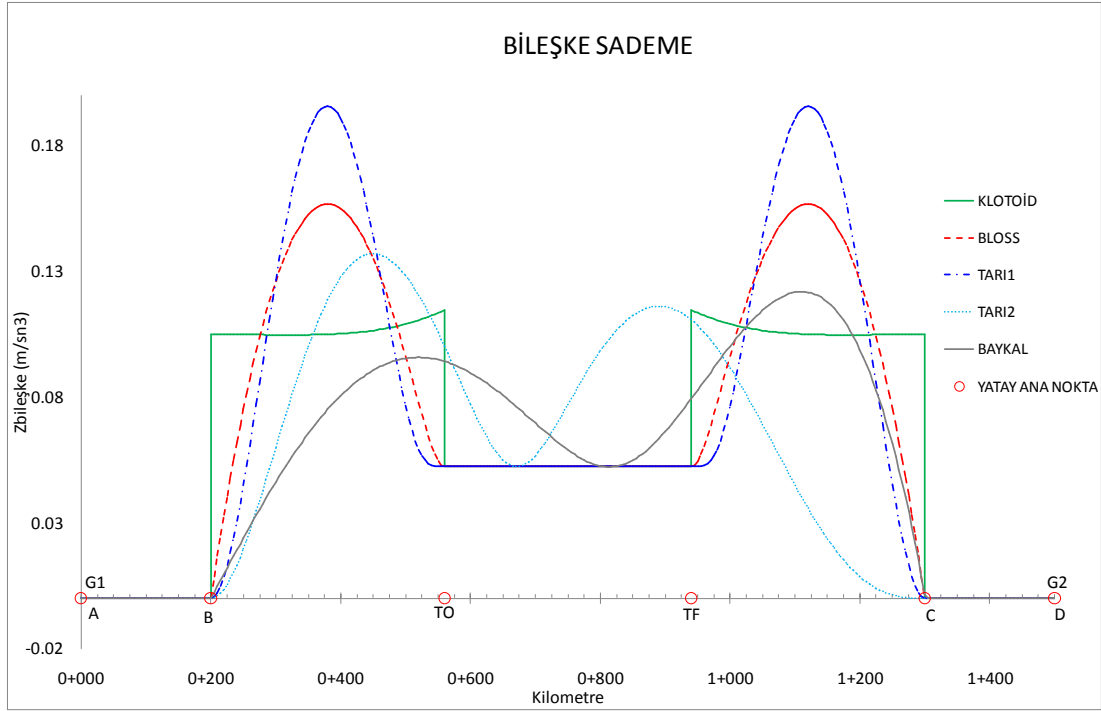
Şekil 7.2 incelendiğinde sademe miktarları tüm eğriler için $(-0.2/0.2)$ m/sn³ arasında değişmektedir. Bu değerler Bölüm 4’te verilen sademenin seyahat esnasında verdiği rahatsız etme sınır koşullarına göre tutarlılık göstermektedir. B, TO, TF, C ana noktalarında klotoid için sıçrama şeklinde, Bloss eğrisi için kırılma şeklinde süreksizlik meydana gelmektedir. Sademe sürekliliği bakımından Tarı1, Tarı2 ve Baykal eğrilerinde diğer bileşik eğrilere göre daha iyi sonuç vermektedir. Maksimum- minimum sademe miktarına göre en düşük sademe değeri Baykal eğrisinde görülmektedir. Sürekliliğin izlediği eğrisellik incelendiğinde Tarı2 eğrisinin en iyi sademe sonucu verdiği görülmektedir. Şekil 7.3’te B1 tip geometri için normal sademe grafiği verilmiştir



Şekil 7.3: B1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V=200\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

Normal sademe Şekil 7.3’te görüldüğü gibi $(-0.02/0.02)$ m/sn³ arasında etki ettiği görülmektedir. Sıçrama kırılma biçimindeki sademe süreksizliği ve sademenin eğriselliği incelendiğinde B1 tip geometri ve 200 km/h sabit hızda normal sademe için en iyi sonucu Tarı2 eğrisinin verdiği görülmektedir.

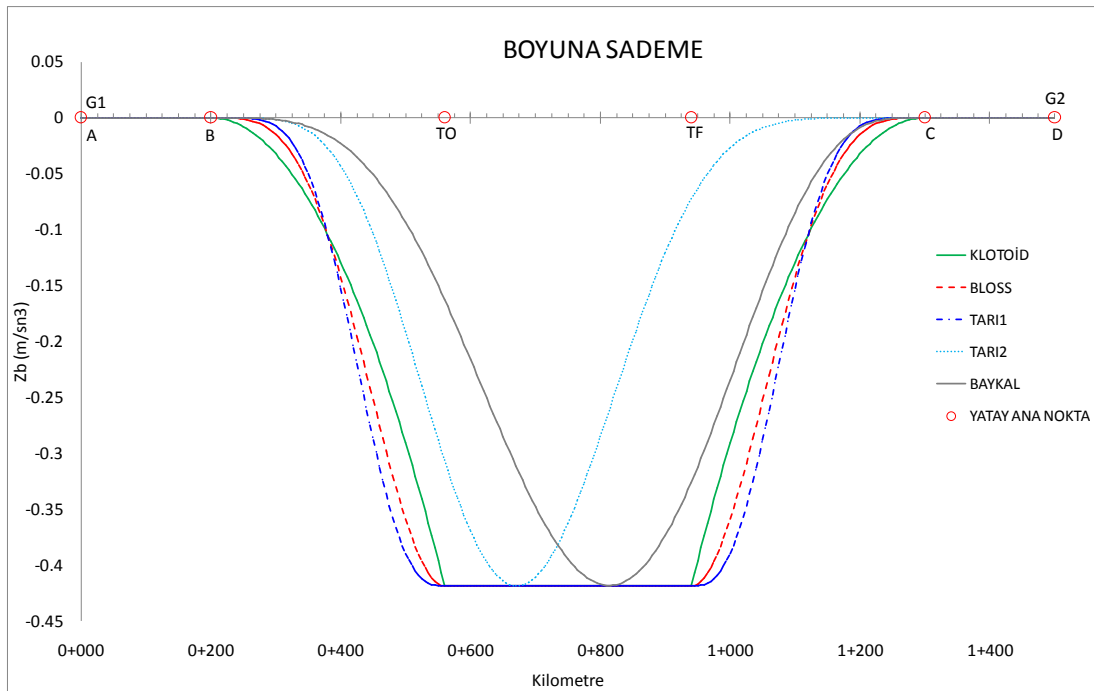
Şekil 7.4’te boyuna sademe, normal sademe ve normal sademenin bileşkesi olan bileşke sademe grafiği verilmiştir. Bileşke sademe skaler büyüklük olduğu için sademenin yönü sadece pozitif yönde olduğu grafikte görülmektedir. Sademenin büyüklüğü değerlendirilmeye alındığında en düşük değere Baykal eğrisi sahiptir.



Şekil 7.4: B1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m

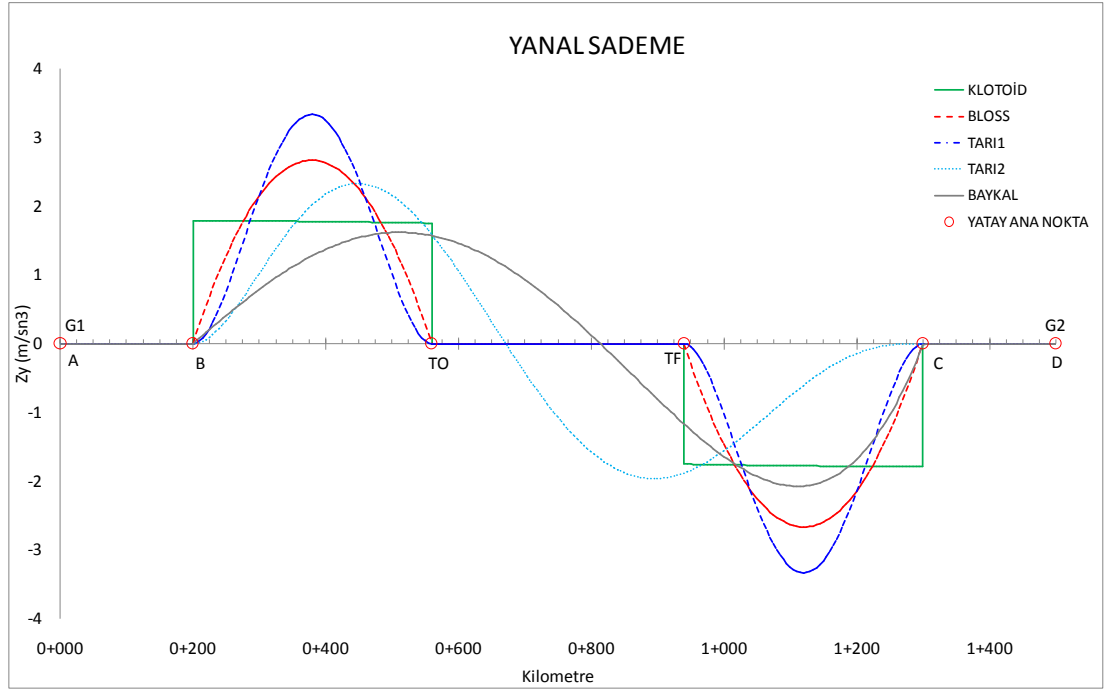
7.2 V=400 km/h Hız İçin B1 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi

Şekil 7.5'te B1 tip geometri için boyuna sademe çözümlemesinin grafiği verilmiştir.



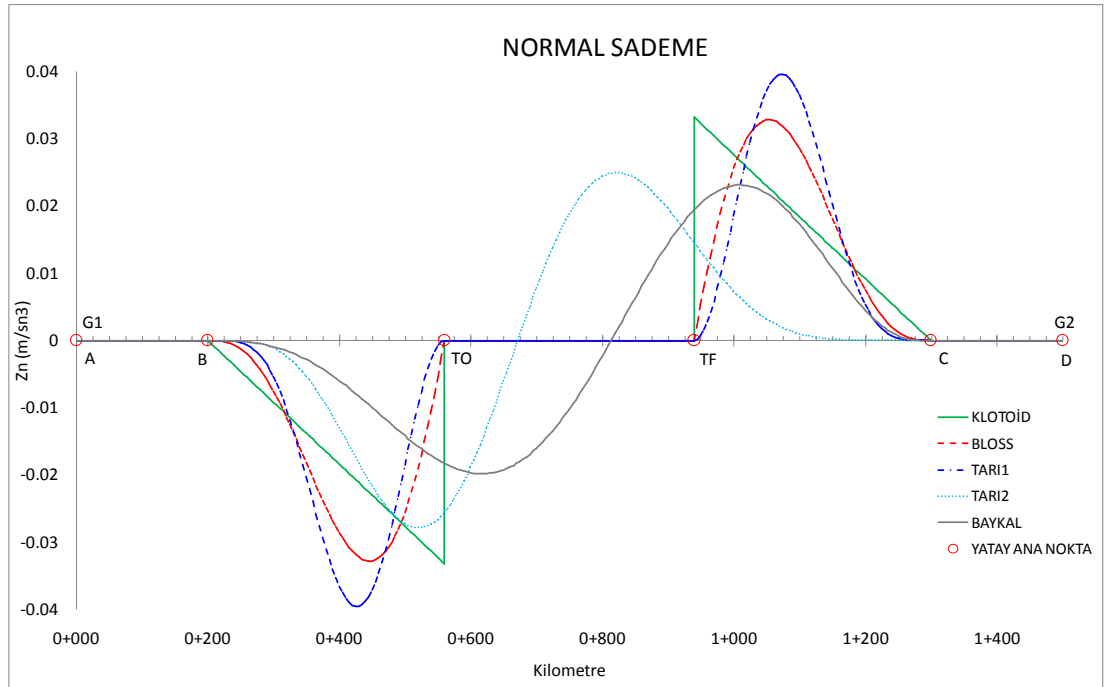
Şekil 7.5: B1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m

Şekil 7.6'da B1 tip geometriye ait yanal sademe grafiği verilmiştir.



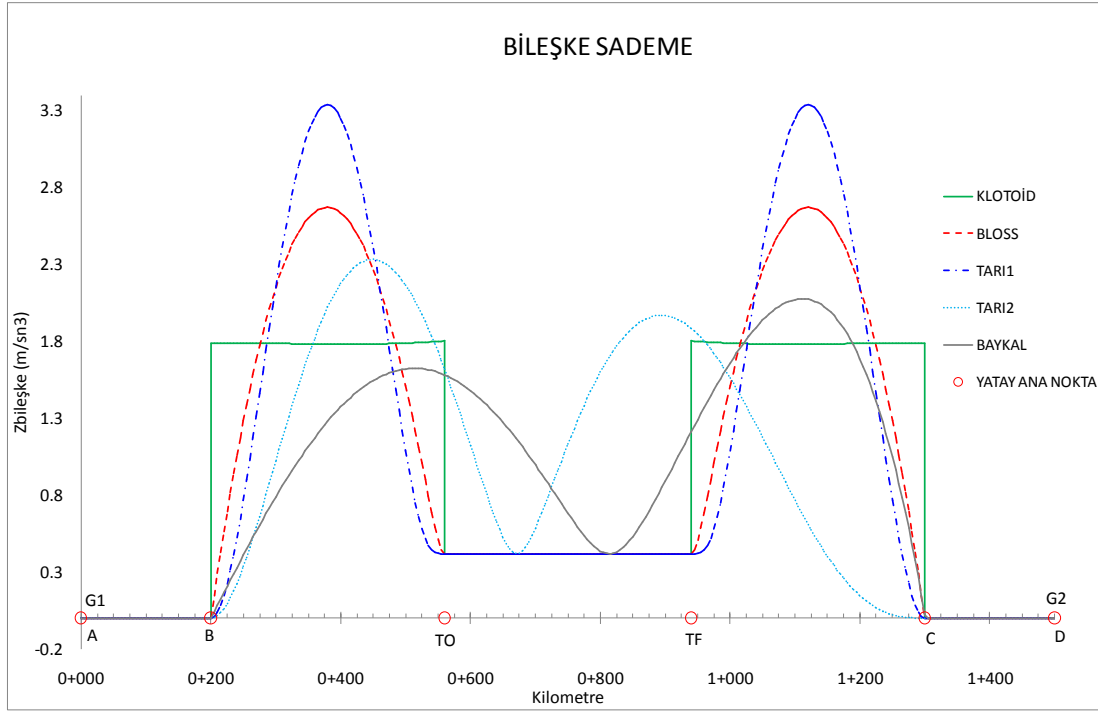
Şekil 7.6: B1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

Şekil 7.7'de B1 tip geometriye ait normal sademe grafiği verilmiştir.



Şekil 7.7: B1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

Şekil 7.8’de B1 tip geometriye ait bileşke sademe grafiği verilmiştir.



Şekil 7.8: B1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

Şekil 7.5, Şekil 7.6, Şekil7.7, Şekil 7.8’de verilen grafikler 400 km/h sabit hızlı model için elde edilmiştir.

Sademe yönünden incelendiğinde grafiklerin tip yapısının Bölüm 7.1’de verilen grafiklerle aynı olduğu fakat sademe miktarlarının arttığı görülmektedir. Özellikle yanal sademe miktarının $(-3.5/3.5)\text{ m/sn}^3$ arasında olduğu Şekil 7.6’da görülmektedir.

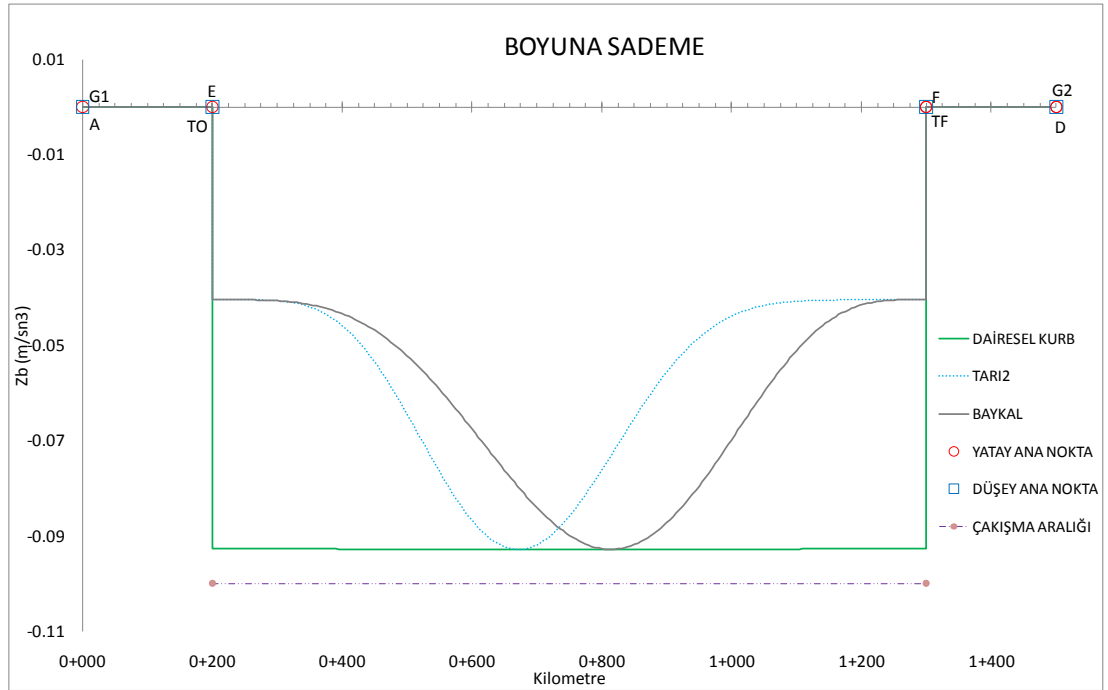
Sademe miktarlarındaki artış hıza bağlı olarak artmıştır. Bölüm 7.2’de verilen büyüklüklere göre sademe çözümlemesi, Bölüm 4’te verilen sademe rahatsızlık sınır koşullarına göre tutarlılık gösterememekte ve belirtilen sınır değerlerinin üzerine çıkmaktadır.

Sonuç olarak 1810 m yarıçaplı kurb B1 tip geometride 400 km/h hız için tüm eğrilere sademe bakımından yetersiz kalmıştır.

7.3 V=200 km/h Hız İçin C2 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi

C tip geometriye ait tüm sabit hızlı ve ivmeli hareket çözümleri **Ek1**'de verilen sademe programıyla çözülmüştür. C tip geometri geçiş eğrisiz kurbadan oluşmaktadır ve dever çözümü geçiş eğrisiz kurbalarda dever uygulaması esaslarına göre yapılmıştır. Programın formül algoritması değiştirilerek geçiş eğrisiz kurbalarda dever uygulaması esaslarına uygun olarak hazırlanmıştır. Dever hesabında kullanılan formül klotoid için kullanılan dever formülü ile aynıdır. Dever değişim boyu olarak Bölüm 6.6'da belirtilen 150m sabit mesafe seçilen güzergah için uygun olup dever değişimi lineer olarak gerçekleşmektedir.

Bölüm 7.4, Bölüm 7.5, Bölüm 7.6, Bölüm 7.7'de verilen çözümlemeler geçiş eğrisiz kurbalarda dever uygulamasına göre yapılmaktadır.

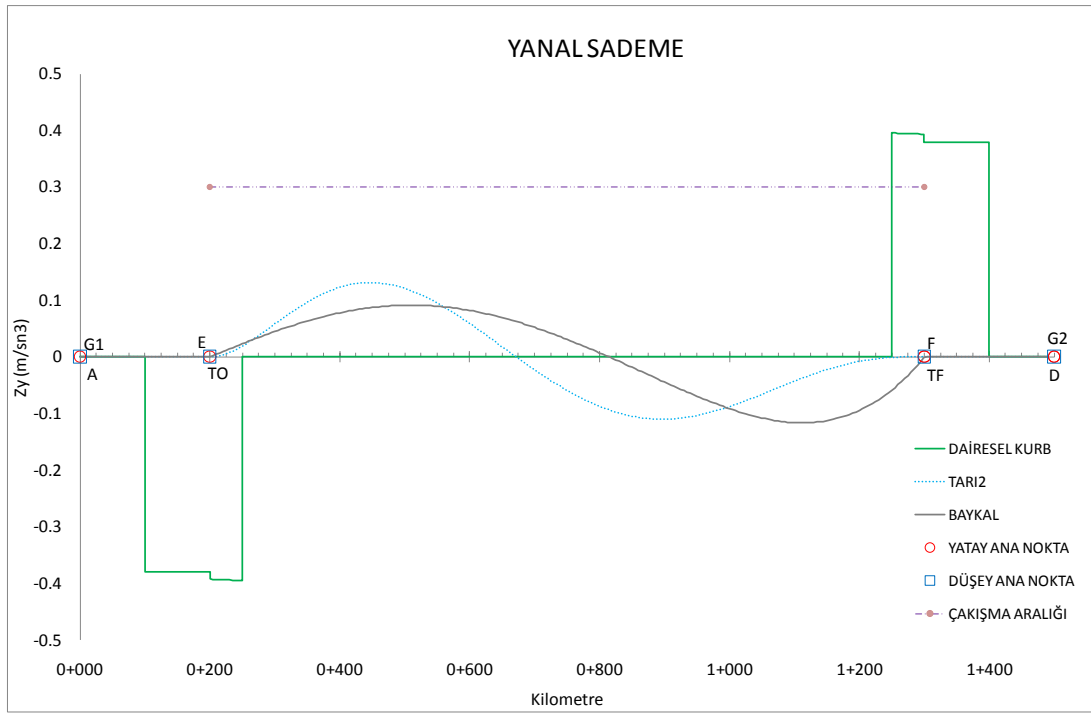


Şekil 7.9: C2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m

Şekil 7.9'da C2 tip geometriye ait boyuna sademe grafiği verilmiştir. Bu geometride geçiş eğrisi olmadığı için sadece dairesel kurb, Tari2 ve Baykal eğrisi grafikte bulunmaktadır. Şekil 7.9'da TO ve TF ana noktalarında sıçrama biçiminde boyuna sademe görülmektedir. Bunun sebebi şekilde görülen düşey geometrinin varlığıdır. TO ve TF noktalarında aynı zamanda C2 tip geometrinin temelinde olan parabolik

dere kurb vardır. Parabolik dere kurb bu bölümdeki diğer grafiklerde de E ve F ana noktaları ile gösterilmektedir. Düşey geometrinin varlığı boyuna sademede yaklaşık -0.04 m/sn³ lük bir sıçrama oluşturmaktadır. Bu durum **Ek1** içinde yer alan A1 tip geometri veya Şekil 7.1’de belirtilen grafiklere bakılarak daha net biçimde görülmektedir.

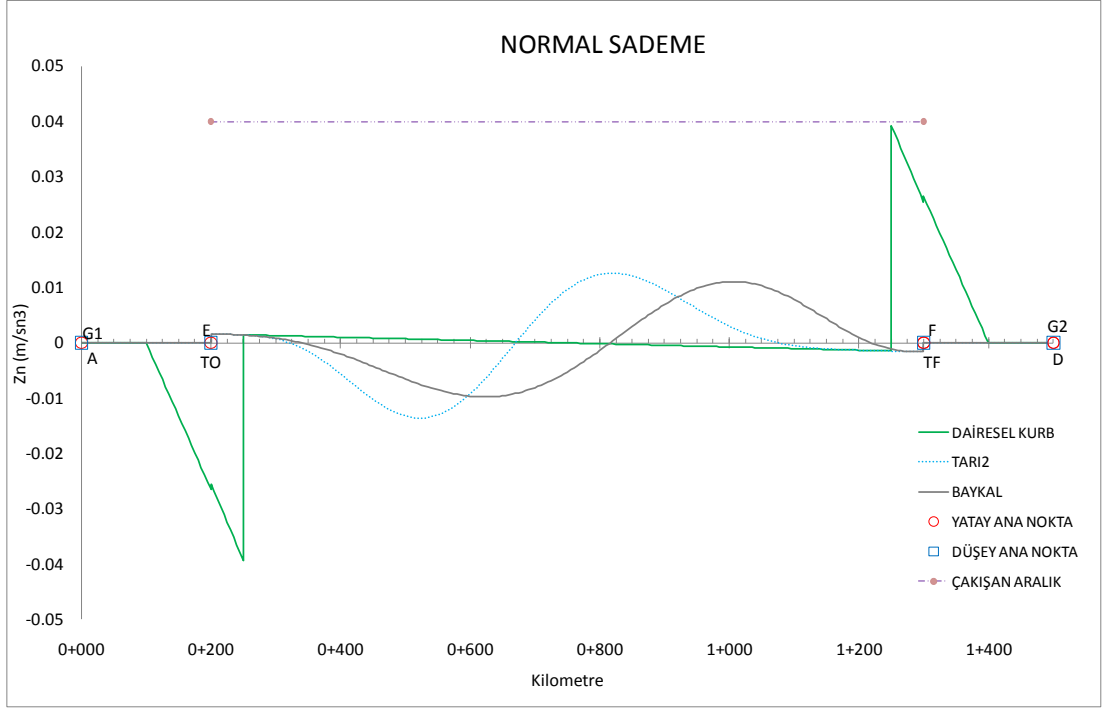
Şekil 7.10’da C2 tip geometriye ait yanıl sademe grafiğı verilmiştir. Düşey geometrinin oluşturduğu yanıl sademe etkisi dairesel kurbada açık bir şekilde görülmektedir. Tarı2 ve Baykal eğrilerinde bu etki çok küçük bir değere sahip olduğundan görülememektedir. Düşey geometrinin yanıl sademeye etkisi mevcuttur fakat yatay geometrinin oluşturduğu sademe kadar etkisi yoktur.



Şekil 7.10: C2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanıl Sademe Grafiğı V=200km/h, Yatay R=1810m

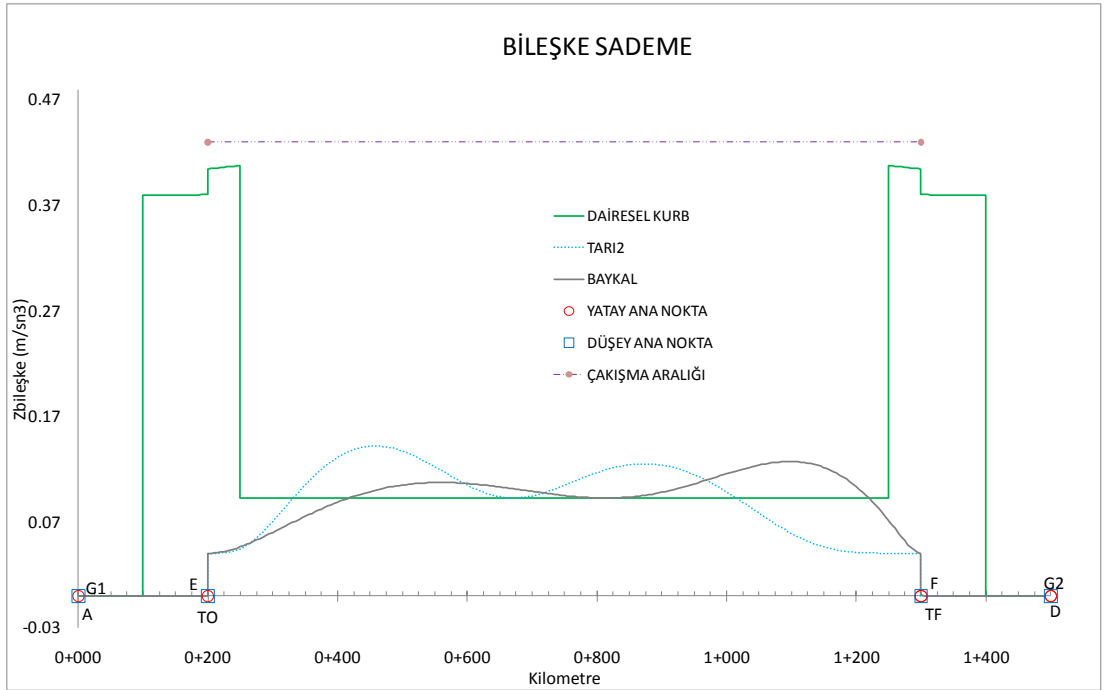
Şekil 7.10'da dairesel kurb için sademede olan sıçrama biçiminde süreksizlikleri değerlendirildiğinde, Tarı2 ve Baykal eğrilerinin yanıl sademe yönünden sürekliliklerini koruduğı ve dairesel kurba göre daha iyi sademe sonucu verdiği görülmektedir.

Şekil 7.11'de C2 tip geometriye ait normal sademe grafiğı verilmiştir. Grafikte düşey geometrinin normal sademeye kırılma biçiminde ve yaklaşık olarak -0.0015/0.0015 m/sn³ arasında değişen aralıkta etki ettiği görülmektedir.



Şekil 7.11: C2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V=200\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

Şekil 7.12 de C2 tip geometriye ait bileşke sademe grafiği verilmiştir.



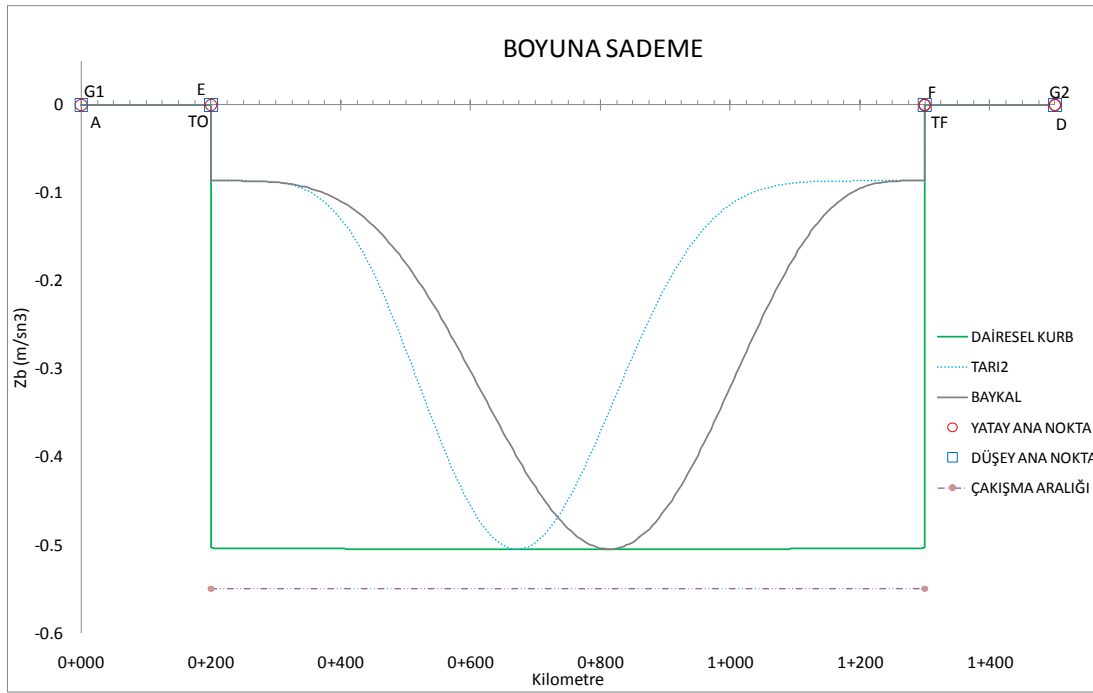
Şekil 7.12: C2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V=200\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

Sonuç olarak Şekil 7.12’de verilen bileşke sademe grafiği incelenirse, Şekil 7.4’te Tari2 ve Baykal eğrilerinde oluşmayan sıçrama biçiminde süreksizlikler bu grafikte görülmektedir. Bu da düşey geometrinin sademeye etkisini göstermektedir. Ayrıca

Ek1 de yer alan A1 tip geometrinin aynı büyüklükler için olan çözümüne ait grafiği incelendiğinde dairesel kurbda oluşan bileşke sademenin büyüklüğünde yaklaşık 0.03 m/sn³ lük bir artış görülmektedir.

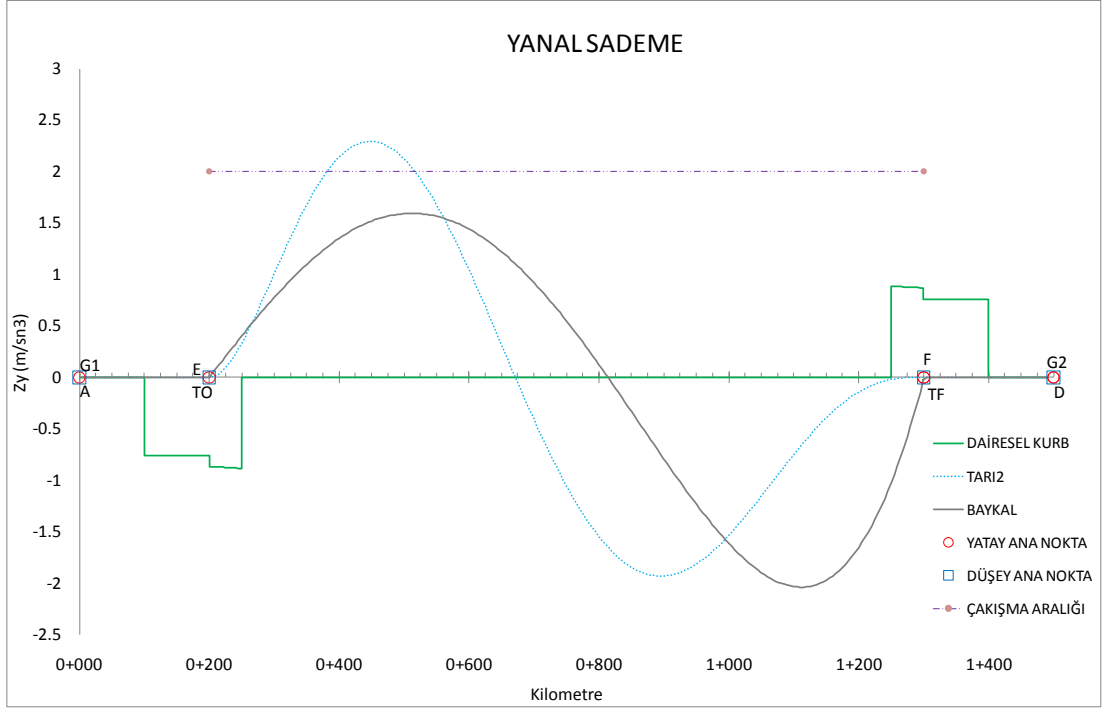
7.4 V=400 km/h Hız İçin C2 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi

Şekil 7.13'te C2 tip geometriye ait boyuna sademe grafiği verilmiştir. Bölüm 7.3'te kullanılan geometri büyüklükleri bu bölümde 400 km/h hız için çözümlenmiştir. Boyuna sademede TO ve TF ana noktalarında düşey dere parabolik kurbun oluşturduğu sıçramanın büyüklüğü hız artışıyla beraber yaklaşık olarak -0.08 m/sn³'e ulaşmıştır.



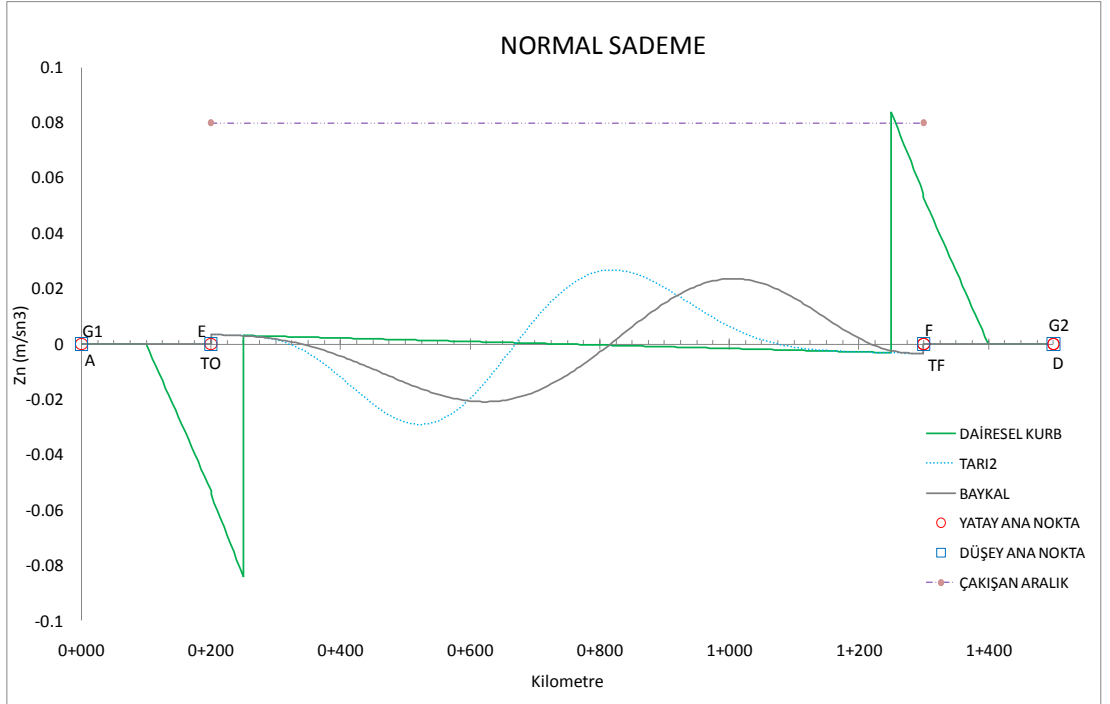
Şekil 7.13: C2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m

Şekil 7.14'te C2 tip geometriye ait yanal sademe grafiği verilmiştir. Düşey geometrinin yanal sademe etkisi Tarı2 ve Baykal eğrilerinde yaklaşık olarak -0.0022 /0.0022 m/sn³ olduğundan dolayı etkisi .grafiklere yansımamıştır. Dairesel kurbada oluşan sıçrama biçiminde süreksizlikler açıkça görülmektedir.



Şekil 7.14: C2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

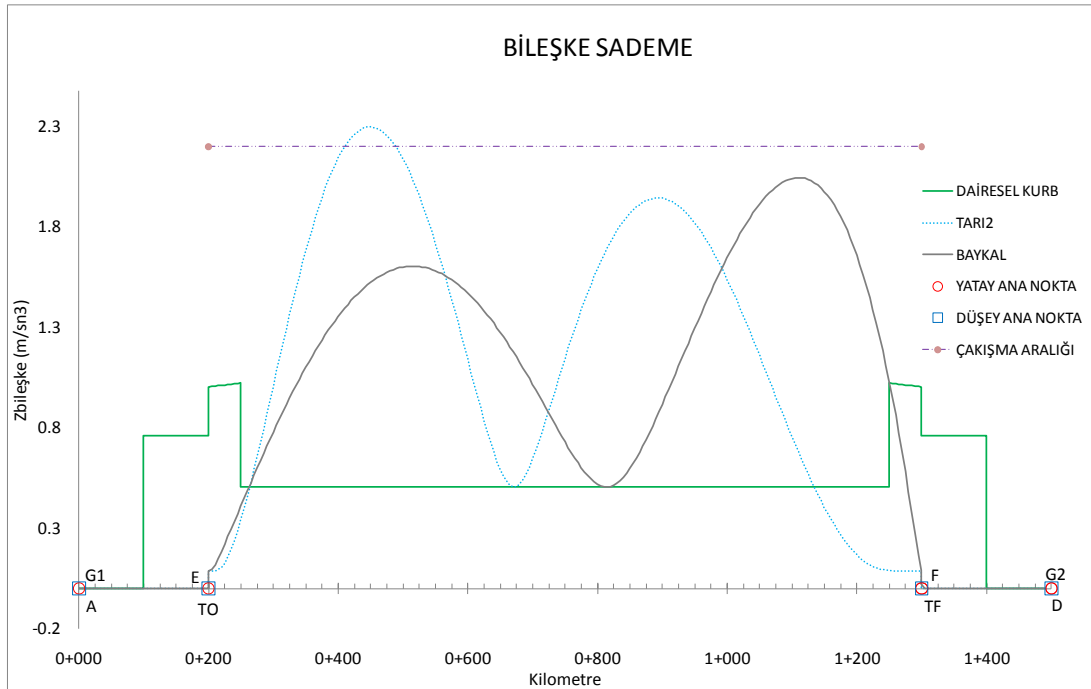
Şekil 7.15'te C2 tip geometriye ait normal sademe grafiği verilmiştir. Grafikte düşey geometrinin normal sademeye sıçrama biçiminde ve yaklaşık olarak $-0.0035/0.0035\text{ m/sn}^3$ arasında değişen aralıkta Tari2 ve Baykal eğrilerinde etki ettiği görülmektedir.



Şekil 7.15: C2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

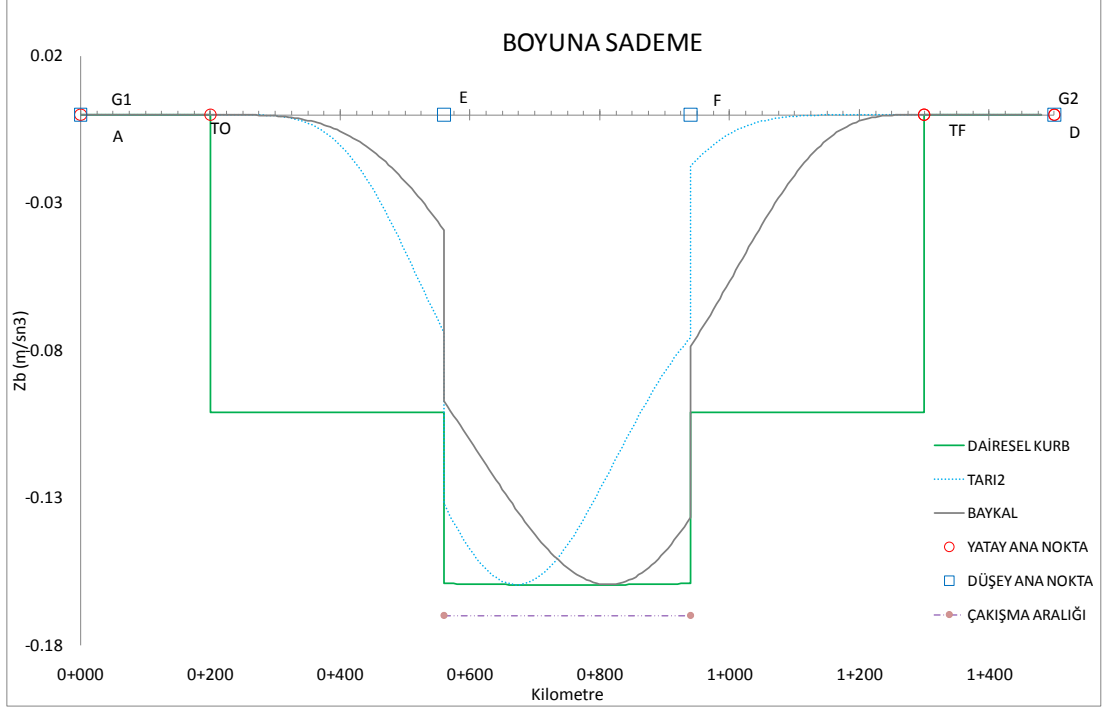
Şekil 7.16’da verilen bileşke sademe grafiği incelenirse ve Şekil 7.12 ile kıyaslanırsa bileşke sademe büyüklüğünün arttığı görülmektedir. Tarı2 ve Baykal eğrilerinde TO ve TF ana noktalarında oluşan sıçrama miktarının da hızla beraber arttığı görülmektedir.

Dairesel kurb, Tarı2 ve Baykal eğrileri bileşke sademe yönünden incelendiğinde bu üç eğride de sıçrama biçiminde süreksizlikler meydana geldiği görülmektedir. Bileşke sademe grafiğinde daireysel kurbun sademe büyüklük değeri düşük olsa da sıçrama biçiminde meydana gelen değişimler, Tarı2 ve Baykal eğrisinin sademe büyüklüklerinin yüksek olması, dolayısıyla konfor ve güvenlik bakımından C2 tip model de 1810m yarıçaplı eğrilerin 400 km/h hız için kullanımı uygun olmamaktadır.

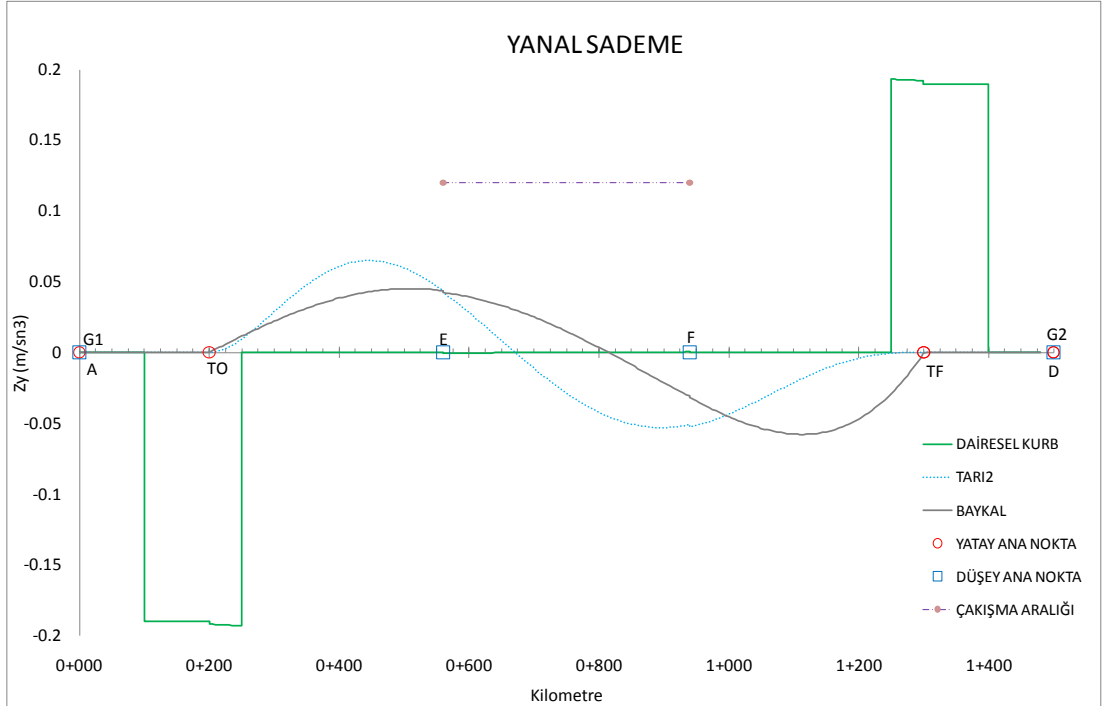


Şekil 7.16: C2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m

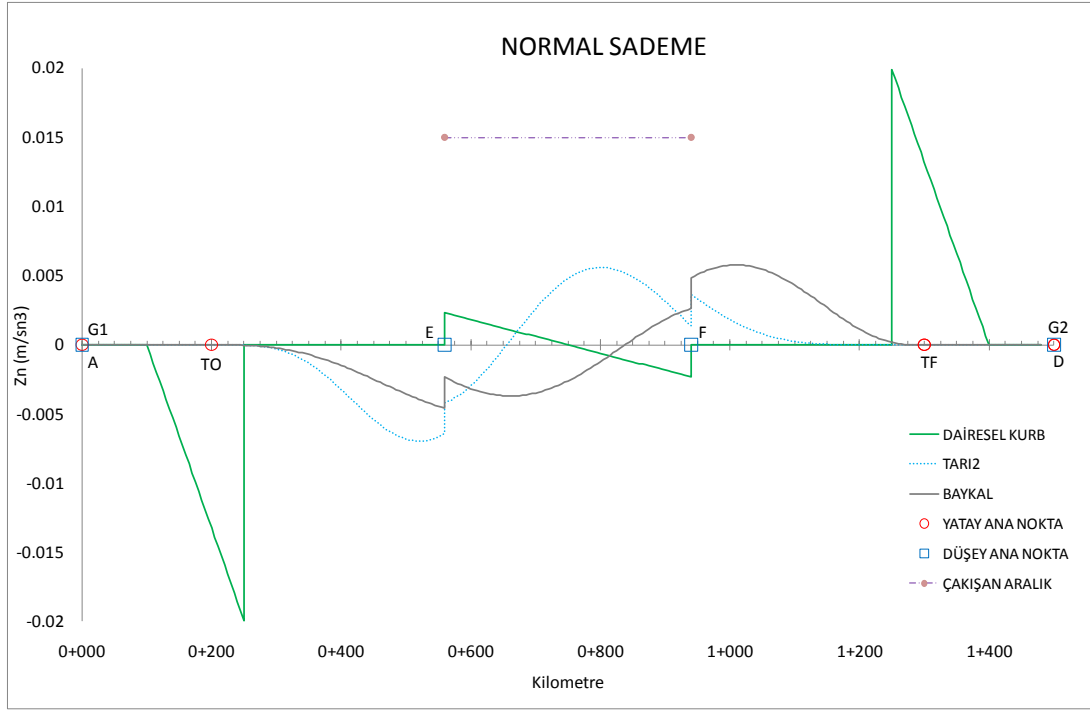
7.5 V=100 km/h Hız İçin D2 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi



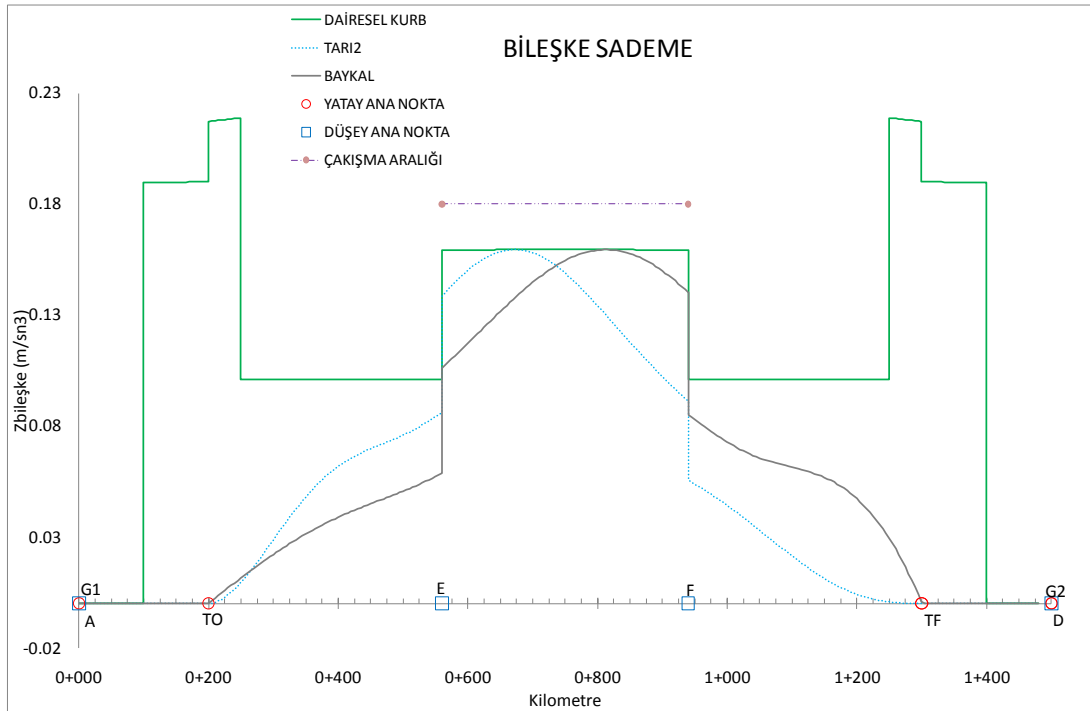
Şekil 7.17: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=100km/h, Yatay R=460m



Şekil 7.18: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=100km/h, Yatay R=460m



Şekil 7.19: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V=100\text{km/h}$, Yatay $R=460\text{m}$



Şekil 7.20: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V=100\text{km/h}$, Yatay $R=460\text{m}$

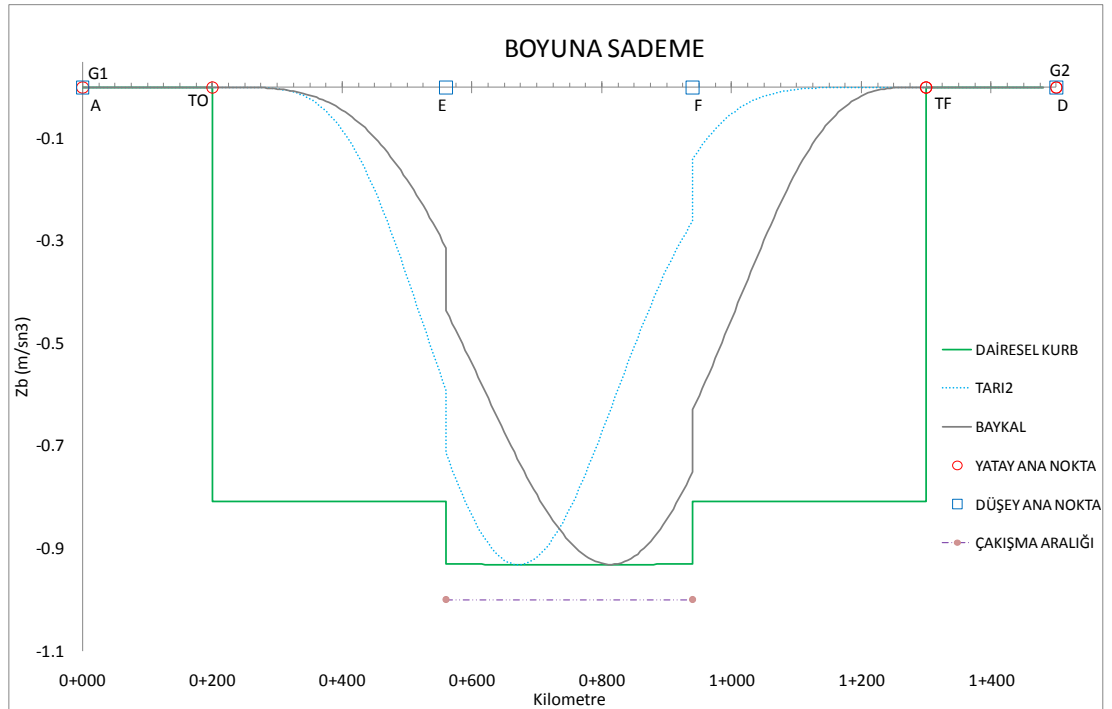
D2 tip geometride Şekil 7.17, Şekil 7.18, Şekil 7.19, Şekil 7.20’de E ve F ana noktalarında sıçrama süreksizliği şeklinde sademe düşey kurb nedeniyle oluşmaktadır. Bu bölümde, Şekil 7.17, Şekil 7.18, Şekil 7.19, Şekil 7.20 için Bölüm

7.3 ve Bölüm 7.4'te yapılan diğer açıklamalar bu geometri modeli içinde geçerli olduğundan çok fazla ayrıntıya girilmemiş ve açıklamalar yeterli görülmüştür.

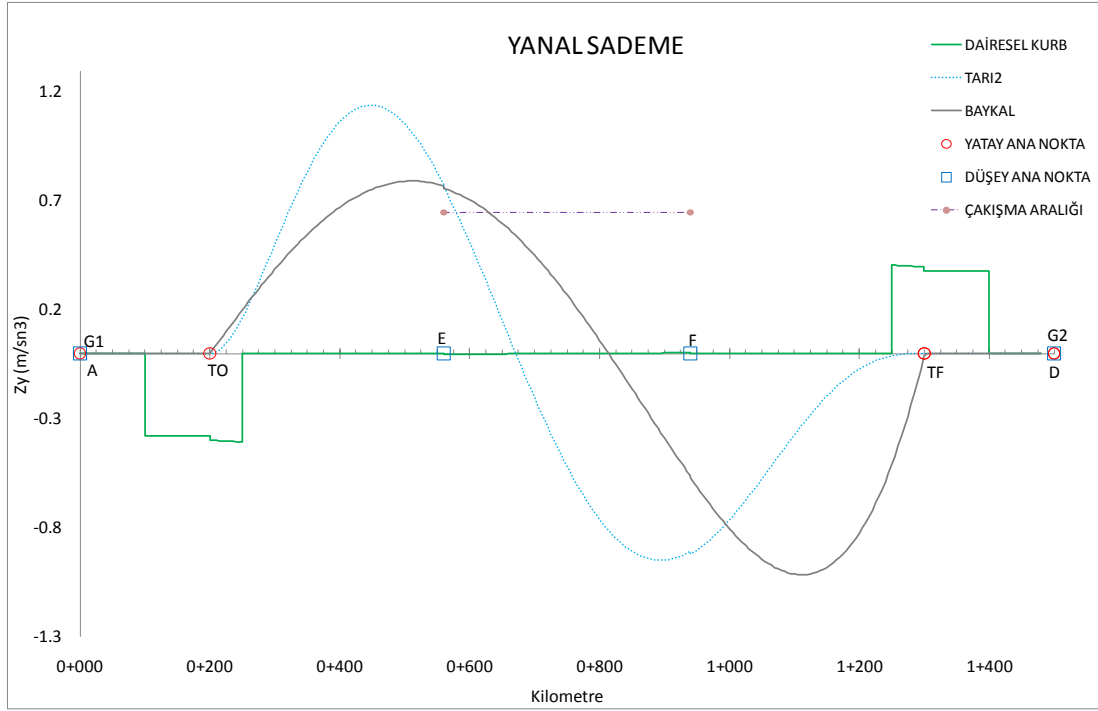
Bölüm 7.6 ve Bölüm 7.7'de D2 tip geometrinin boyuna sademe, yanal sademe, normal sademe ve bileşke sademe grafikleri 200 km/h ve 400 km/h hızlar için verilmiştir. Bölüm 7.7'de verilen grafikler sademe bakımından incelendiğinde 400 km/h hız için 460 m yatay kurb yarıçapının yetersiz kaldığı açıkça görülmektedir.

7.6 V=200 km/h Hız İçin D2 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi

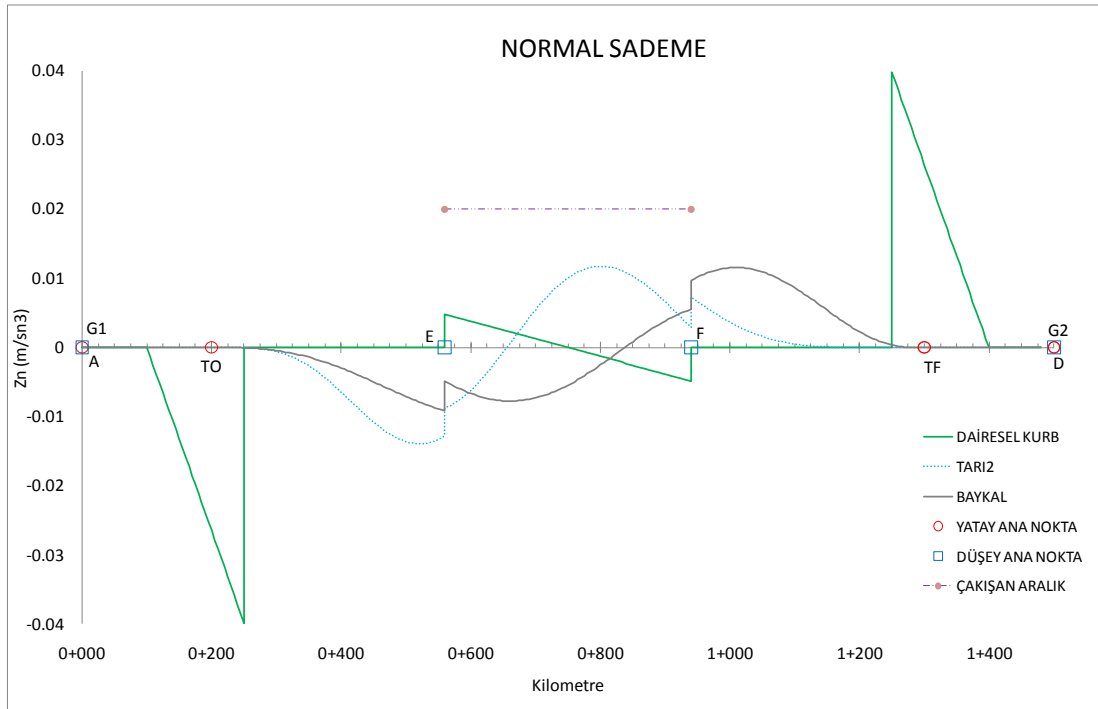
Bu bölümde, Şekil 7.21, Şekil 7.22, Şekil 7.23, Şekil 7.24 için Bölüm 7.4 ve 7.5'te yapılan açıklama yeterli görülmesinden dolayı açıklama yapılmamıştır.



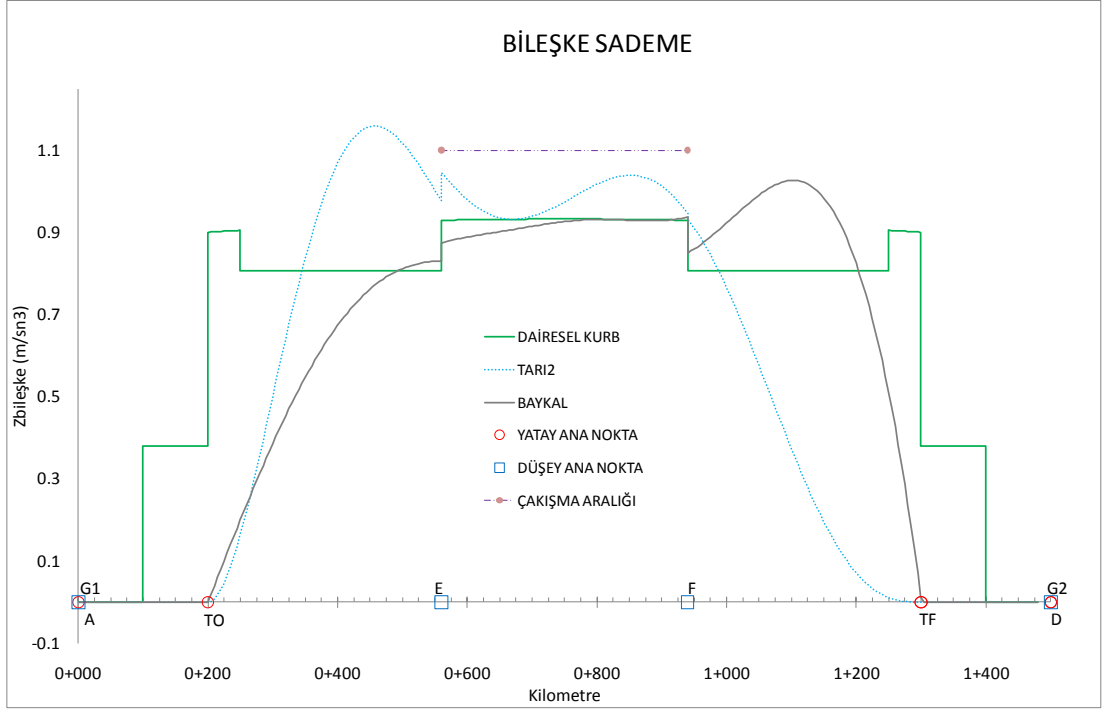
Şekil 7.21: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=460m



Şekil 7.22: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V=200\text{km/h}$, Yatay $R=460\text{m}$

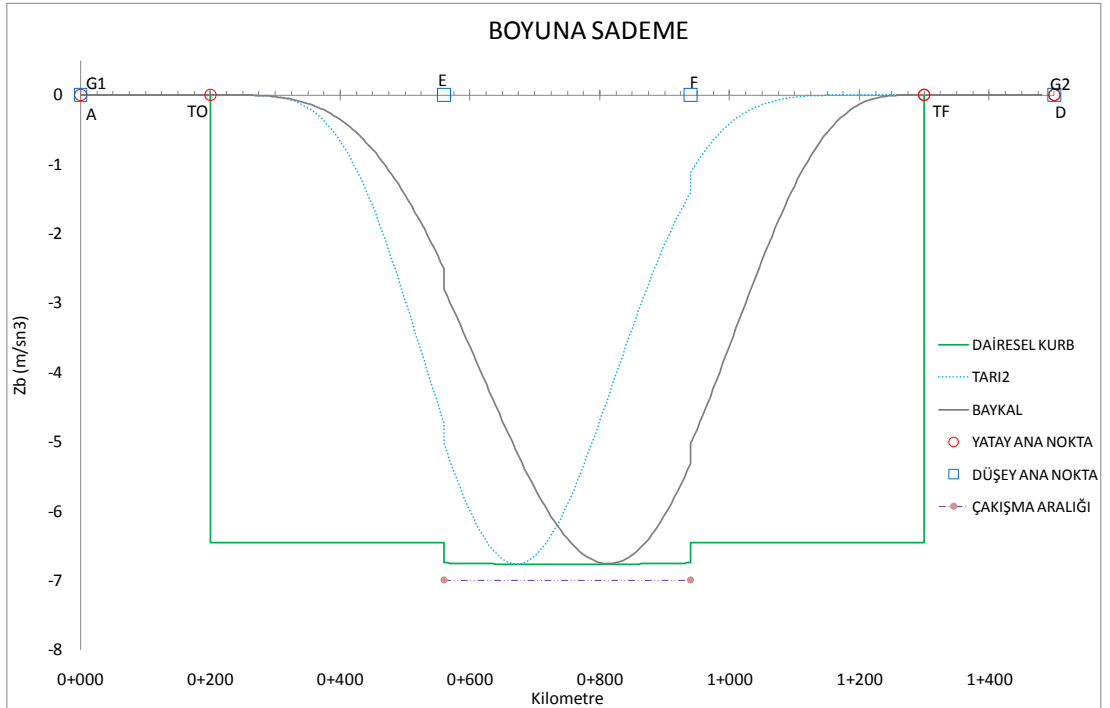


Şekil 7.23: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V=200\text{km/h}$, Yatay $R=460\text{m}$

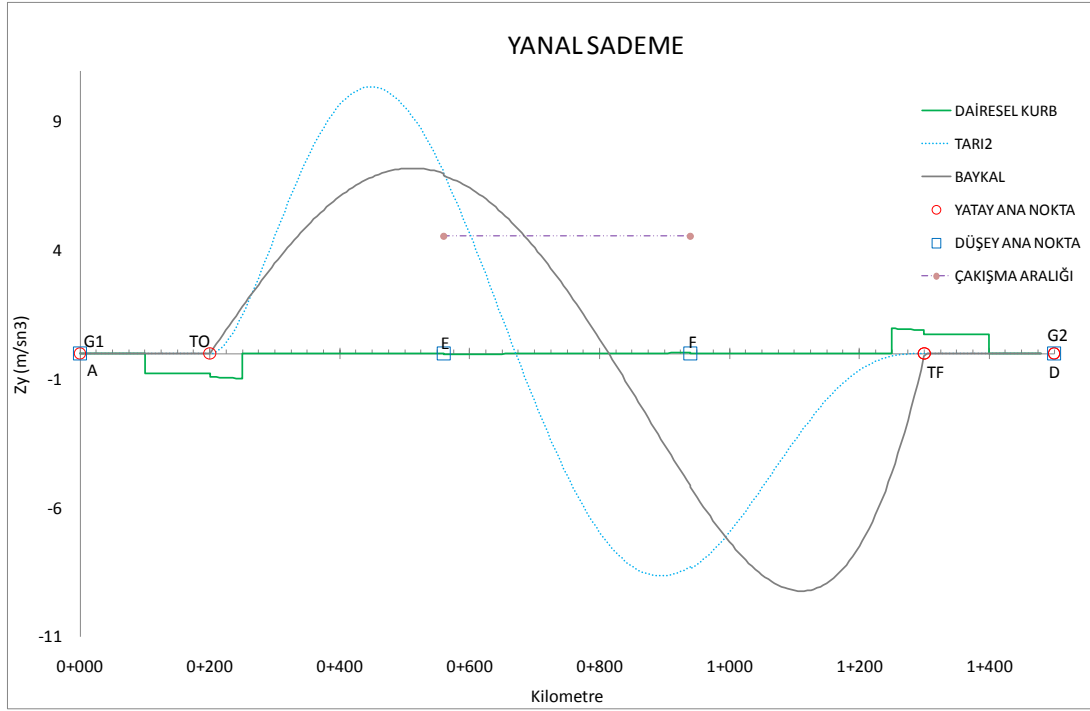


Şekil 7.24: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=460m

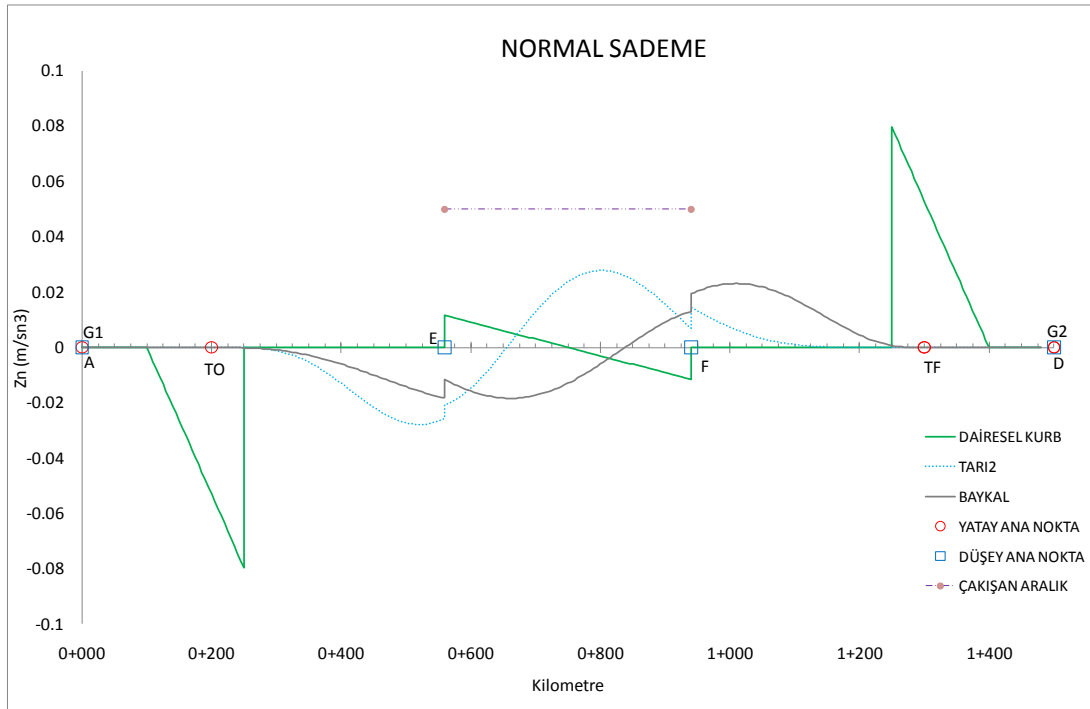
7.7 V=400 km/h Hız İçin D2 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi



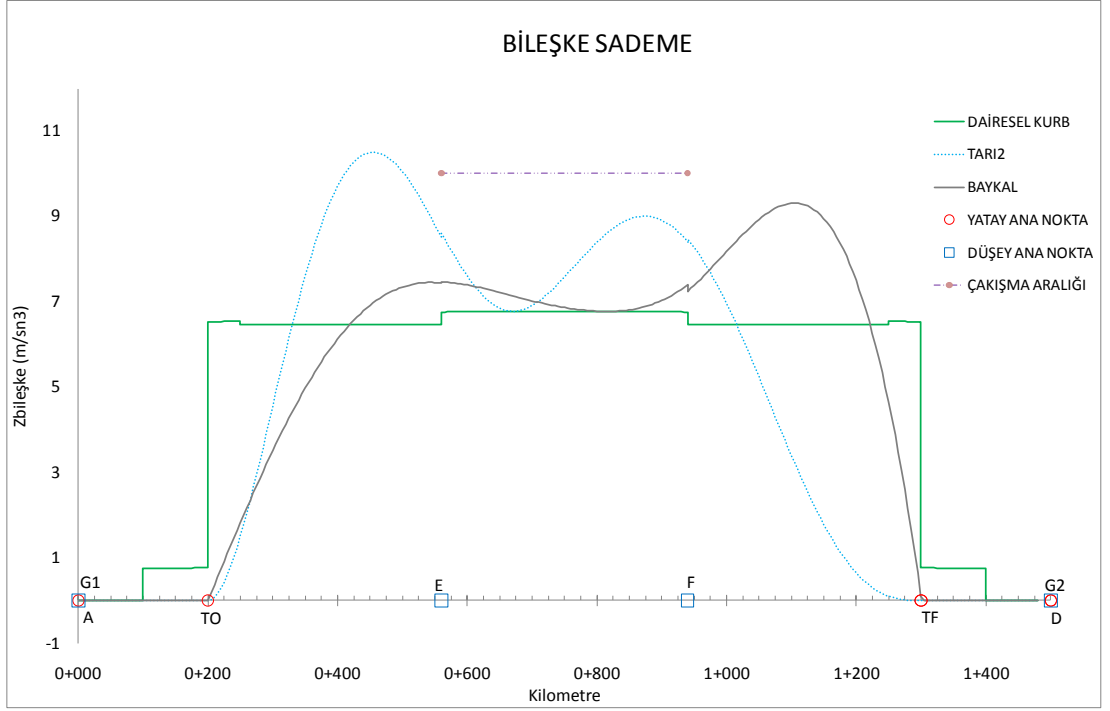
Şekil 7.25: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=460m



Şekil 7.26: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=460\text{m}$



Şekil 7.27: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=460\text{m}$

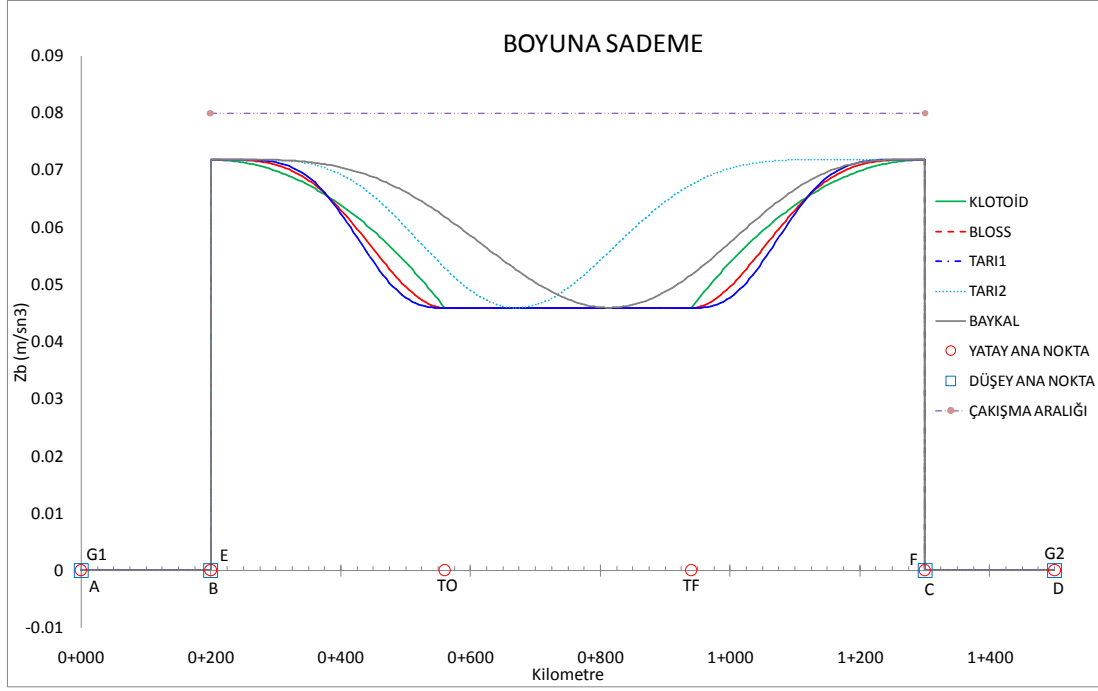


Şekil 7.28: D2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=460\text{m}$

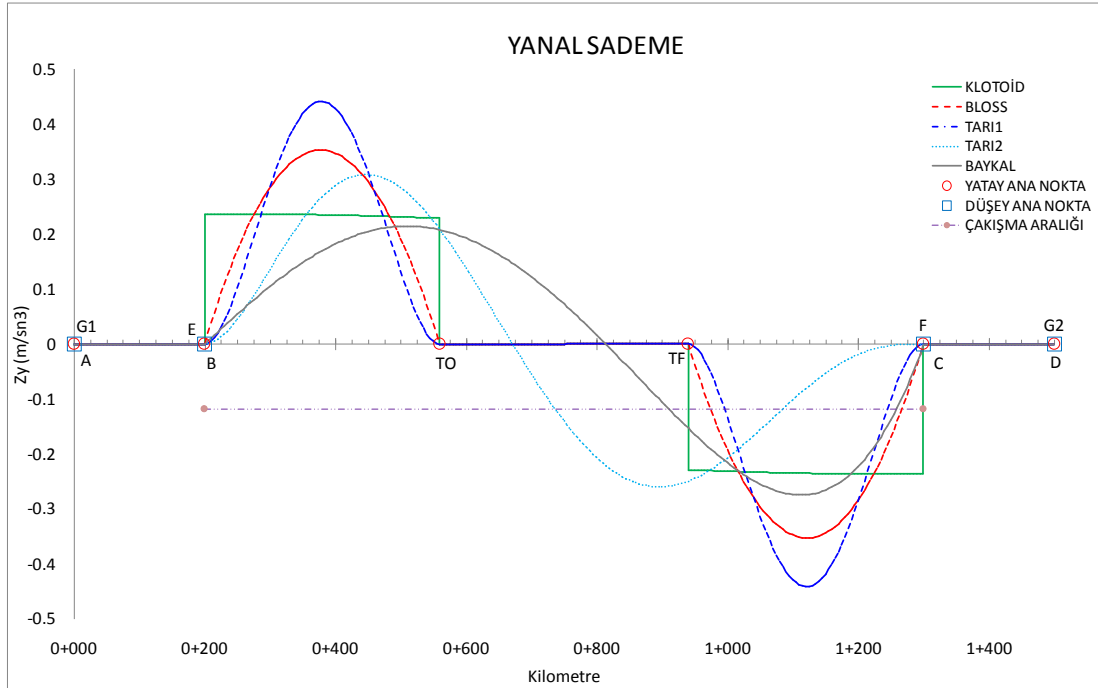
Bu bölümde, Şekil 7.25, Şekil 7.26, Şekil 7.27, Şekil 7.28 için Bölüm 7.4 ve 7.5'te yapılan açıklama yeterli görülmesinden dolayı açıklama yapılmamıştır.

7.8 $V=400\text{ km/h}$ Hız için E1 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi

Şekil 7.29'da E1 tip geometriye ait boyuna sademe grafiği verilmiştir. Şekil 7.29'da B ve C ana noktalarında meydana gelen sıçtama biçimindeki sademeler bu ana noktalarda başlayan ve biten düşey kurbdan kaynaklanmaktadır. Şekilde de görüldüğü üzere düşey geometrinin varlığı boyuna sademede yaklaşık olarak 0.07 m/sn^3 değerinde bir sıçrama etkisi oluşturmuştur. Şekil 7.1 ve 7.5'te verilen B1 tip model geometri ile kıyaslanırsa sademenin (+) yönde kaldığı görülmektedir.



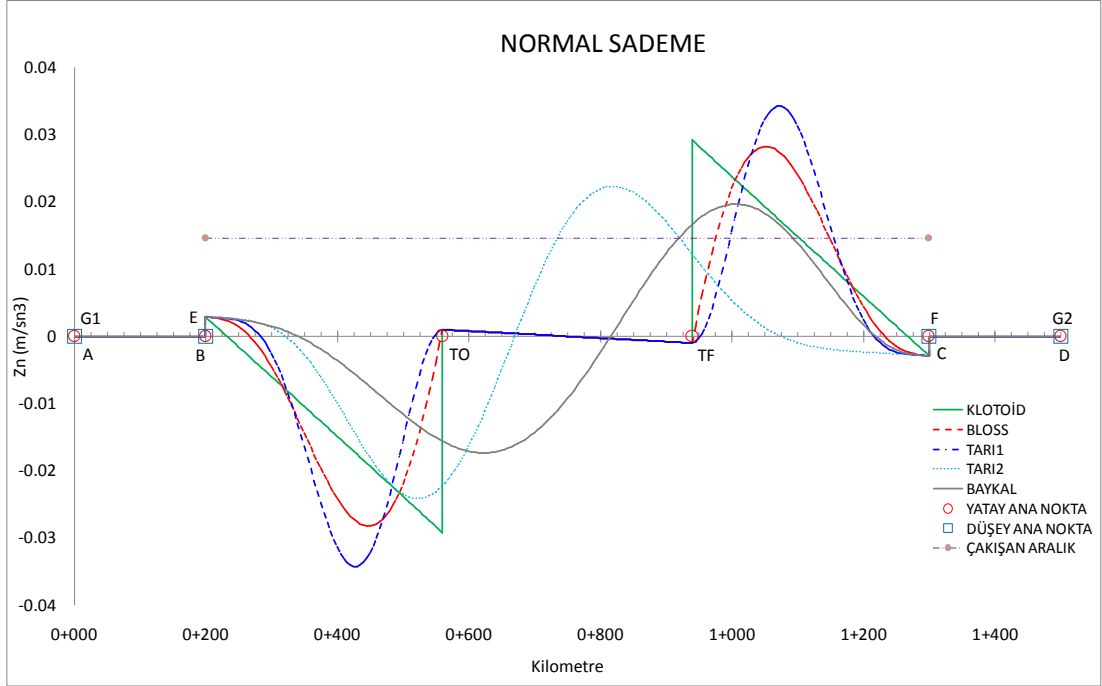
Şekil 7.29: E1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=7250\text{m}$



Şekil 7.30: E1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=7250\text{m}$

Şekil 7.30'da E1 tip geometriye ait yanıl sademe grafiğı verilmiştir. Şekil 7.30'da E1 tip geometride kullanılan büyüklüklere göre yanıl sademe değeri gösterilmektedir. Bu tip geometride yanıl sademe, düşey kurbun ana noktaları arasındaki mesafe fazla olmasından dolayı sıçrama şeklindeki sademe ihmal edilebilecek boyuttadır ve

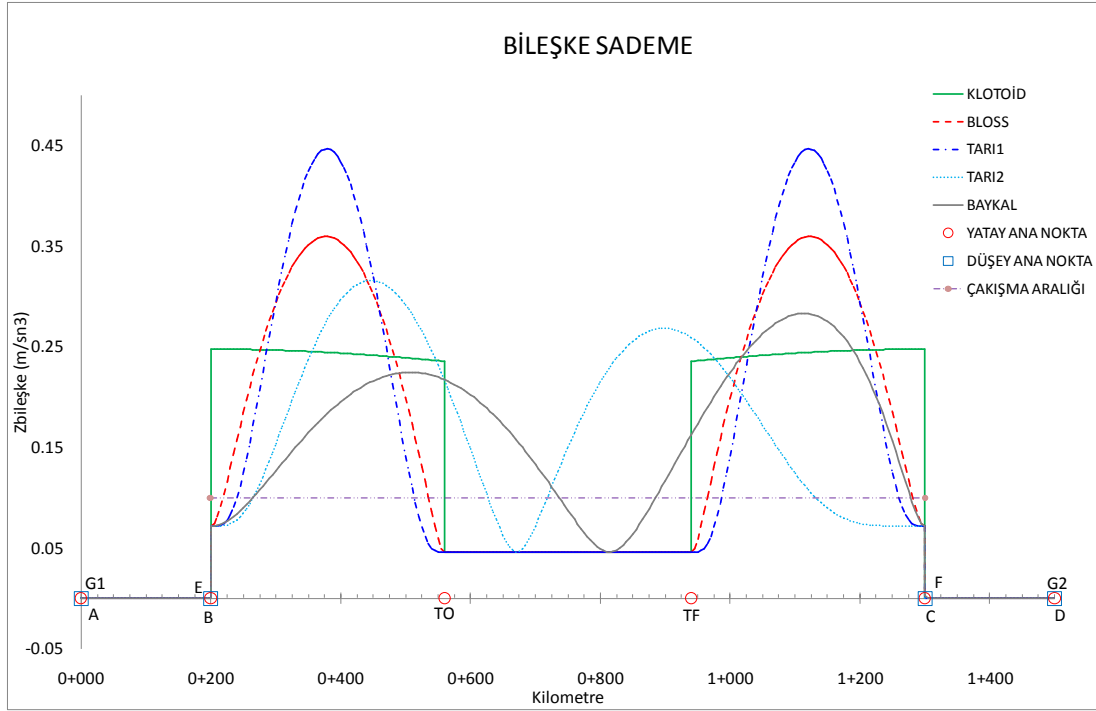
grafikte görülmektedir. Bölüm 4'te verilen sademe sınır koşullarına göre bu geometri tutarlılık göstermektedir. Bu geometride en iyi yanıl sademe sonucunu Tarı2 ve Baykal eğrileri vermektedir. Şekil 7.31'de E1 tip geometriye ait normal sademe grafiğı verilmiştir. Normal sademede düşey kurb ana noktalarını gösteren E ve F ana noktalarında sıçrama şeklinde sademe meydana gelmiştir.



Şekil 7.31: E1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiğı V=400km/h, Yatay R=7250m

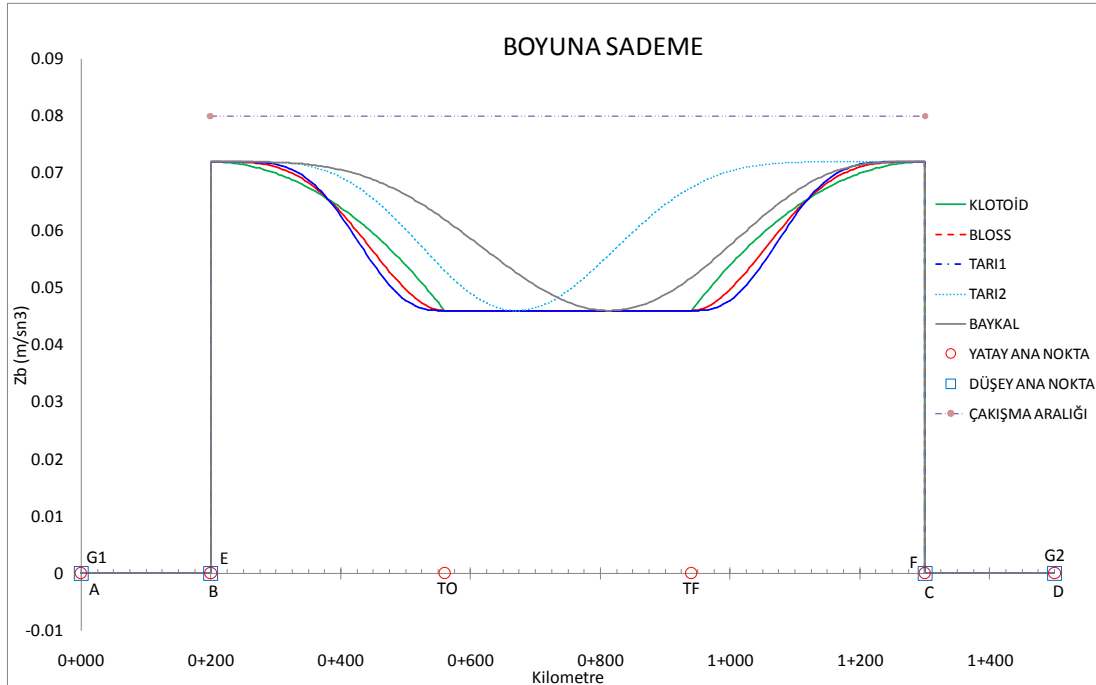
Şekil 7.32'de E1 tip geometriye ait bileşke sademe grafiğı verilmiştir. Bileşke sademe grafiğinde de açıkça görüldüğü gibi E ve F düşey kurb ana noktalarında sıçrama biçiminde sademe meydana gelmektedir.

Sonuç olarak E1 tip geometride düşey kurb, düşey ana nokta başlangıç ve bitiş noktalarında sıçrama biçiminde süreksizliğe neden olmaktadır.



Şekil 7.32: E1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=7250\text{m}$

7.9 $V=400 \text{ km/h}$ Hız İçin E3 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi

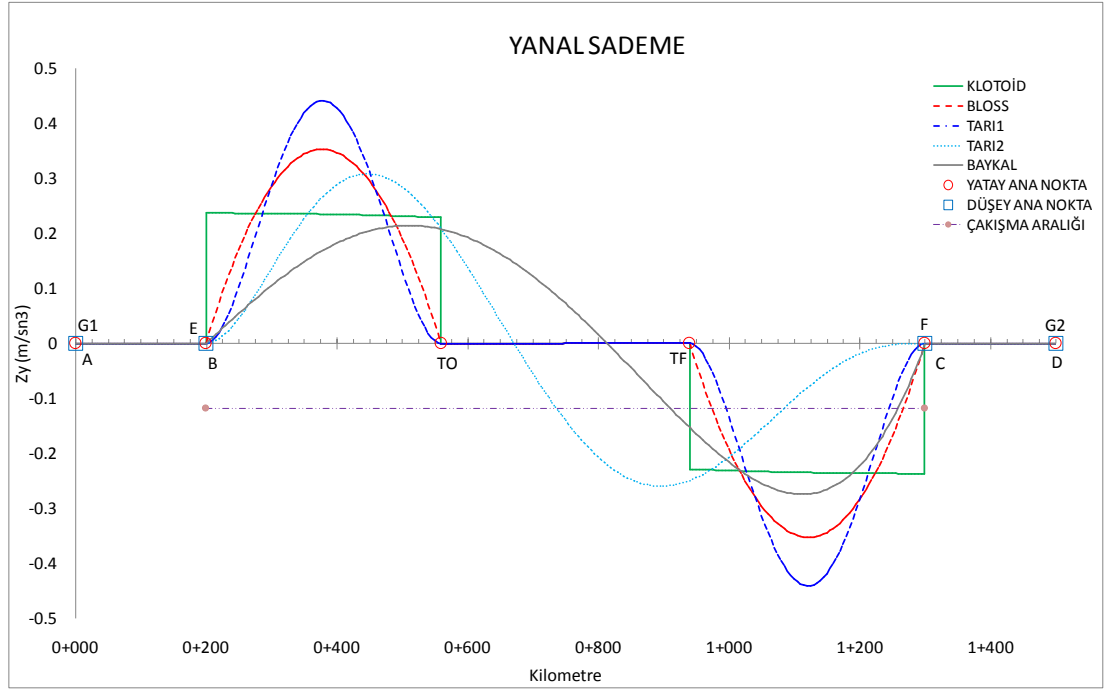


Şekil 7.33: E3 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=7250\text{m}$

Şekil 7.32’de E3 tip geometriye ait boyuna sademe grafiği verilmiştir. E3 tip geometrinin sademe değerleri, Şekil 7.33, Şekil 7.34, Şekil 7.35, Şekil 7.36’da

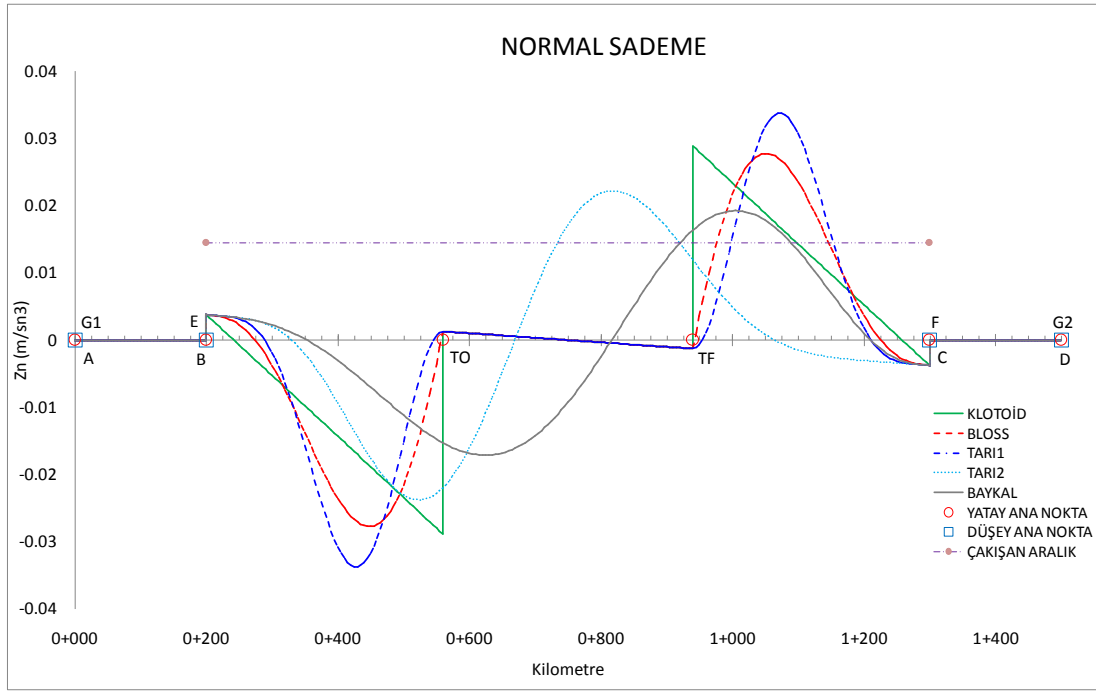
görüldüğü üzere E1 tip geometride Şekil 7.29, Şekil 7.30, Şekil 7.31, Şekil 7.32’de gösterilen sademe değerleri ile aynı olduğu grafiklerde görülmektedir. E tip geometri modellerinde parabolik veya dairesel düşey kurb kullanılması durumunda elde edilen sademe değerleri seçilen geometri büyüklükleri için birbirlerine çok yakındır ve ihmal edilecek kadar küçüktür.

Şekil 7.34’te E3 tip geometriye ait yanal sademe grafiği verilmiştir.



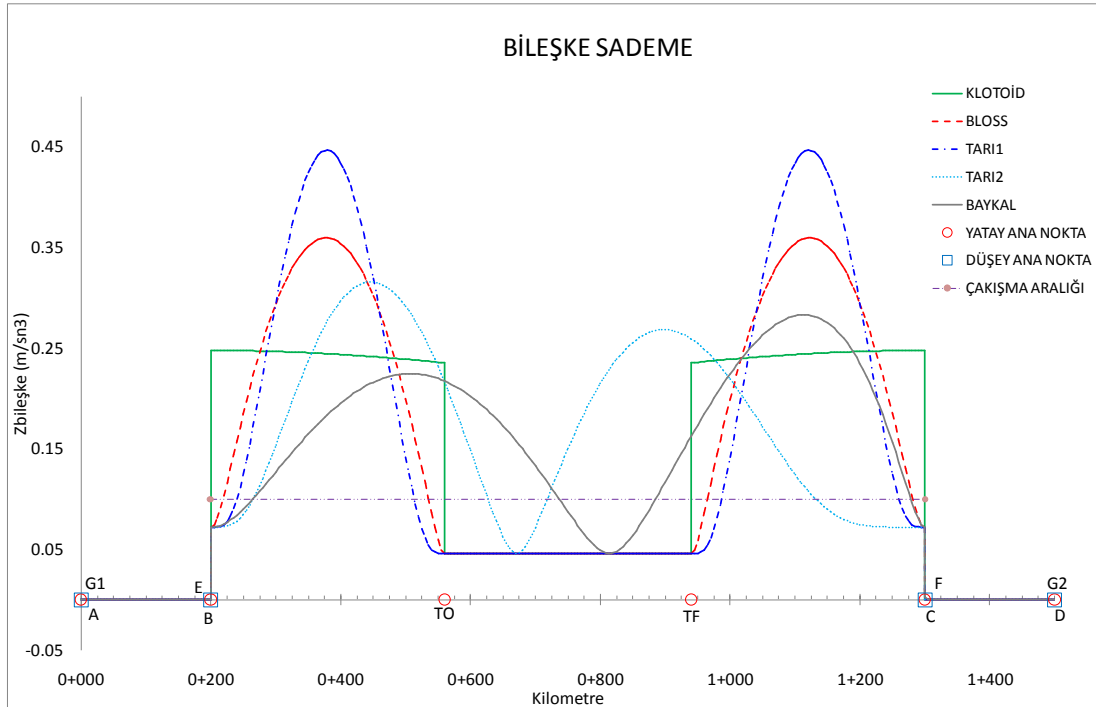
Şekil 7.34: E3 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m

Şekil 7.35'te E3 tip geometriye ait normal sademe grafiği verilmiştir.



Şekil 7.35: E3 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=7250\text{m}$

Şekil 7.36'da E3 tip geometriye ait bileşke sademe grafiği verilmiştir.

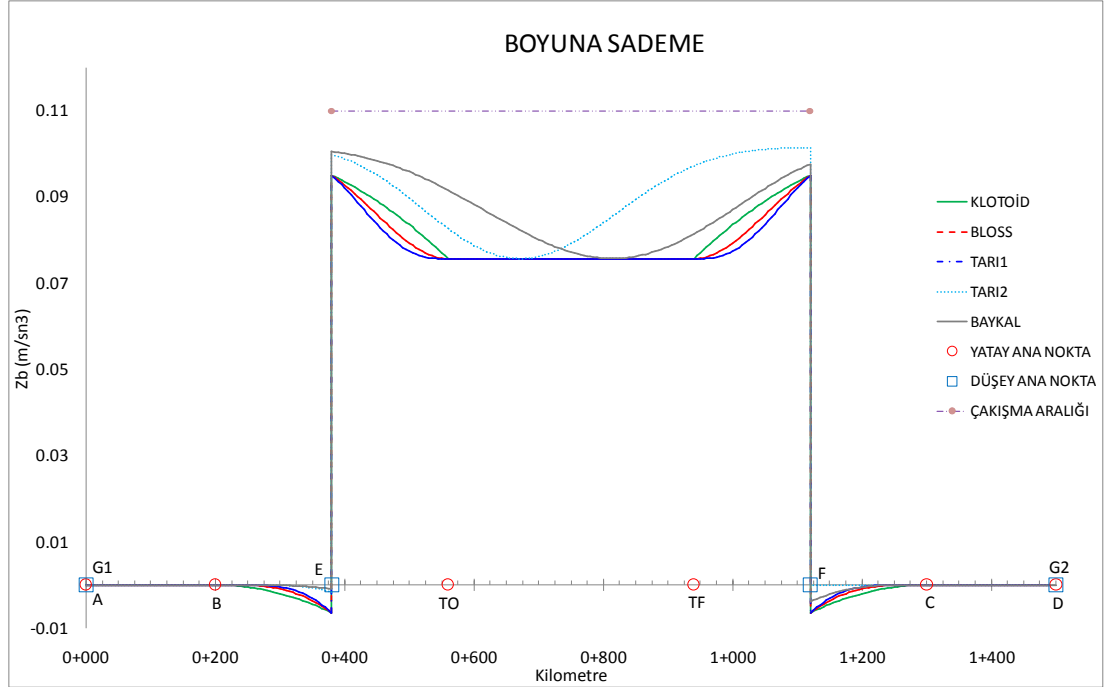


Şekil 7.36: E3 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=7250\text{m}$

7.10 V=400 km/h Hız İçin F1 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi

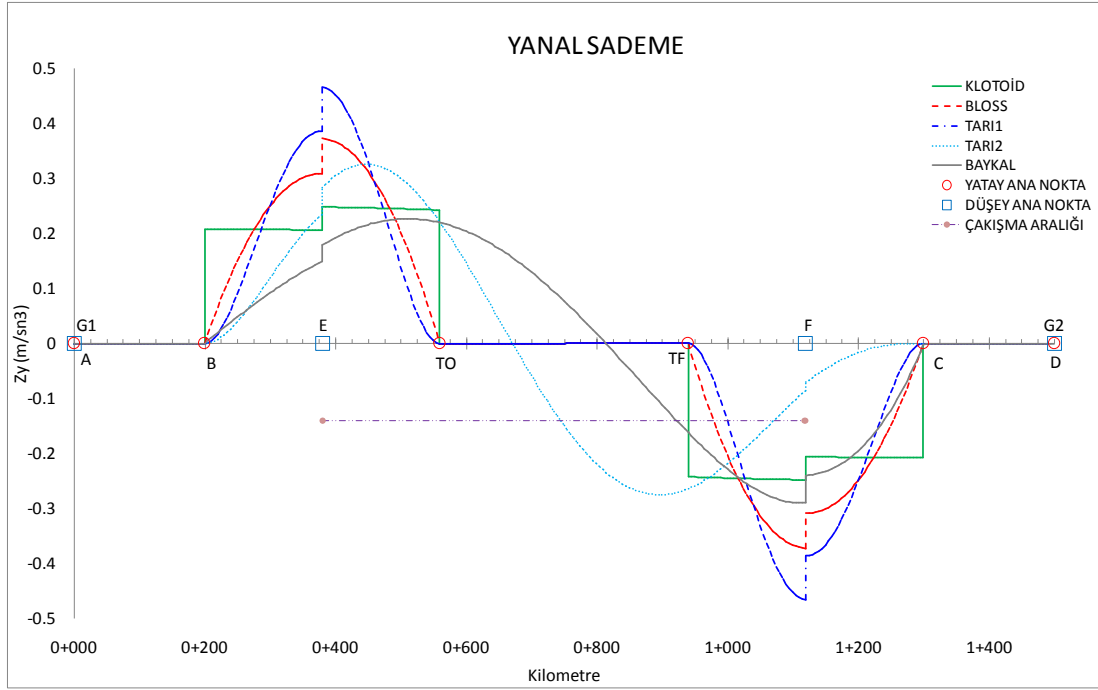
Şekil 7.37, Şekil 7.38, Şekil 7.39, Şekil 7.40 da gösterilen sademelere bakıldığında düşey kurb F1 tip geometri modelinde grafiklerde seçilir biçimde sıçramalara sebep olmaktadır. Bölüm 4’te verilen sademe sınır koşulu için bu geometri sademe büyüklüğü bakımından yeterli gelmektedir, fakat sıçrama biçimindeki belirgin sademe değişiklikleri konforu olumsuz yönde etkilemektedir.

Şekil 7.37’de F1 tip geometriye ait boyuna sademe grafiği verilmiştir. F1 tip geometri modelinde düşey kurb başlangıç ana noktası, yatay 1. eğrinin ortasında başlayıp 2. eğrinin ortasında bitmektedir. Şekil 7.37’de görüldüğü gibi sıçrama biçiminde sademe düşey kurb ana noktalarında gerçekleşmiştir.



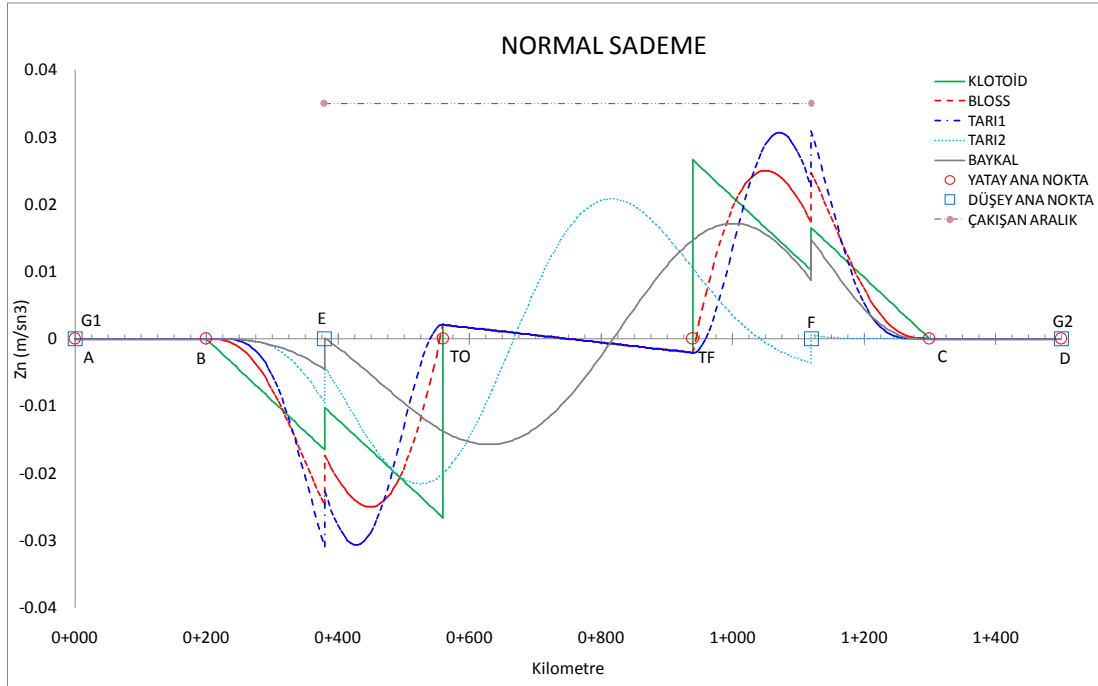
Şekil 7.37: F1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m

Şekil 7.38’de görüldüğü gibi düşey kurb ana noktalarında yaklaşık olarak 0.01 m/sn3 ile 0.1 m/sn3 arasında sıçrama biçiminde sademe görülmektedir.



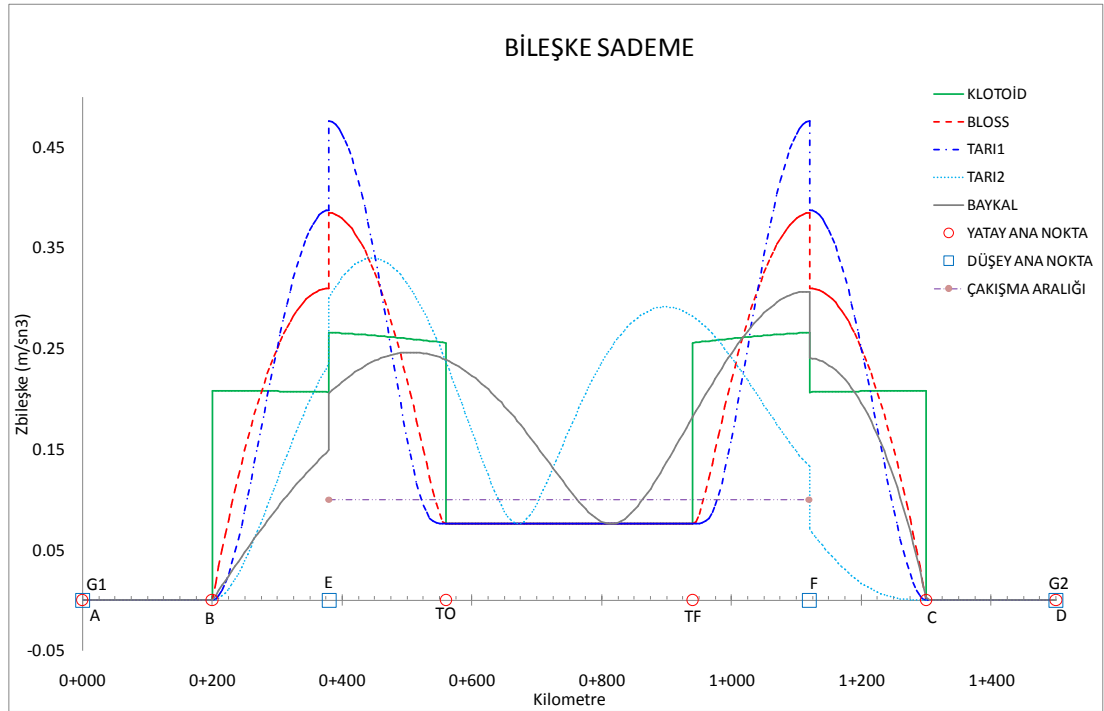
Şekil 7.38: F1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=7250\text{m}$

Şekil 7.39’de F1 tip geometriye ait normal sademe grafiği verilmiştir.



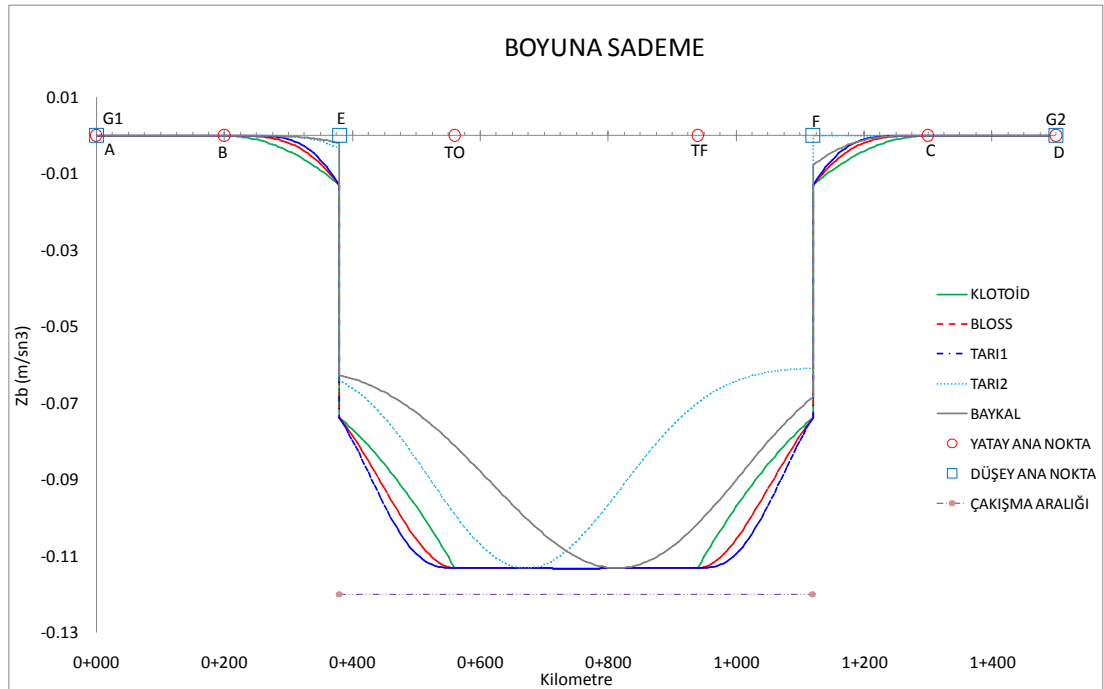
Şekil 7.39: F1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=7250\text{m}$

Şekil 7.40'da F1 tip geometriye ait bileşke sademe grafiği verilmiştir.



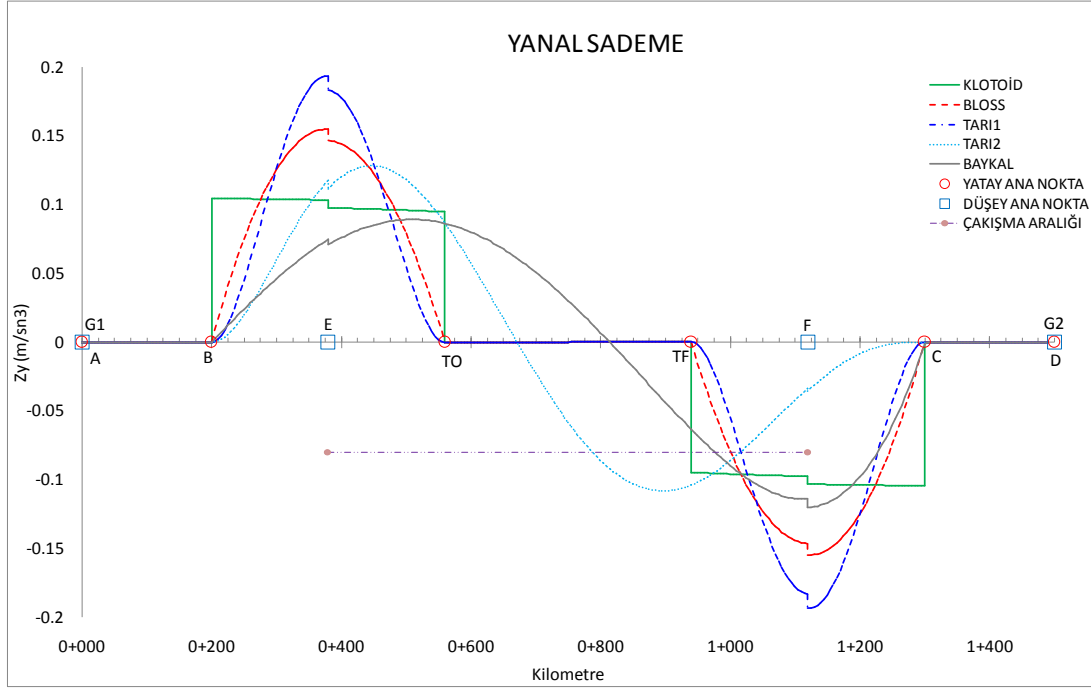
Şekil 7.40: F1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=7250\text{m}$

7.11 $V=200\text{ km/h}$ Hız İçin F2 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi

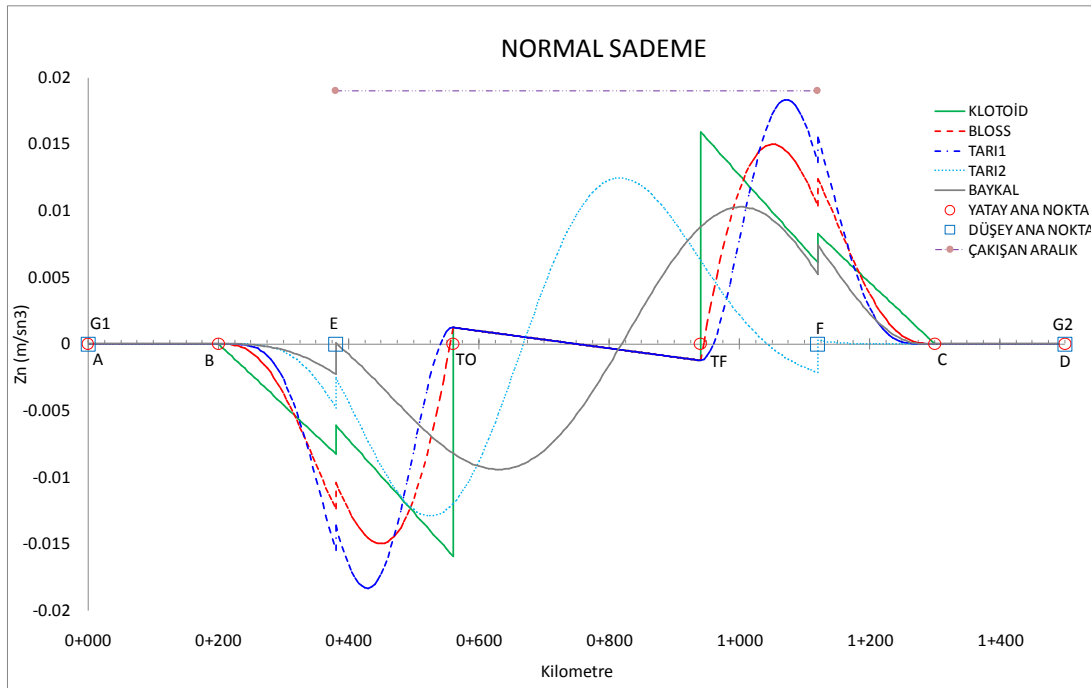


Şekil 7.41: F2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği $V=200\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

Şekil 7.41’de F2 tip geometriye ait boyuna sademe grafiği verilmiştir. Şekil 7.41’de sademede oluşan kırılma sebebi, F1 tip geometride olduğu gibi düşey kurb ana noktalarının başlangıç ve bitim noktası olmasından kaynaklanır.

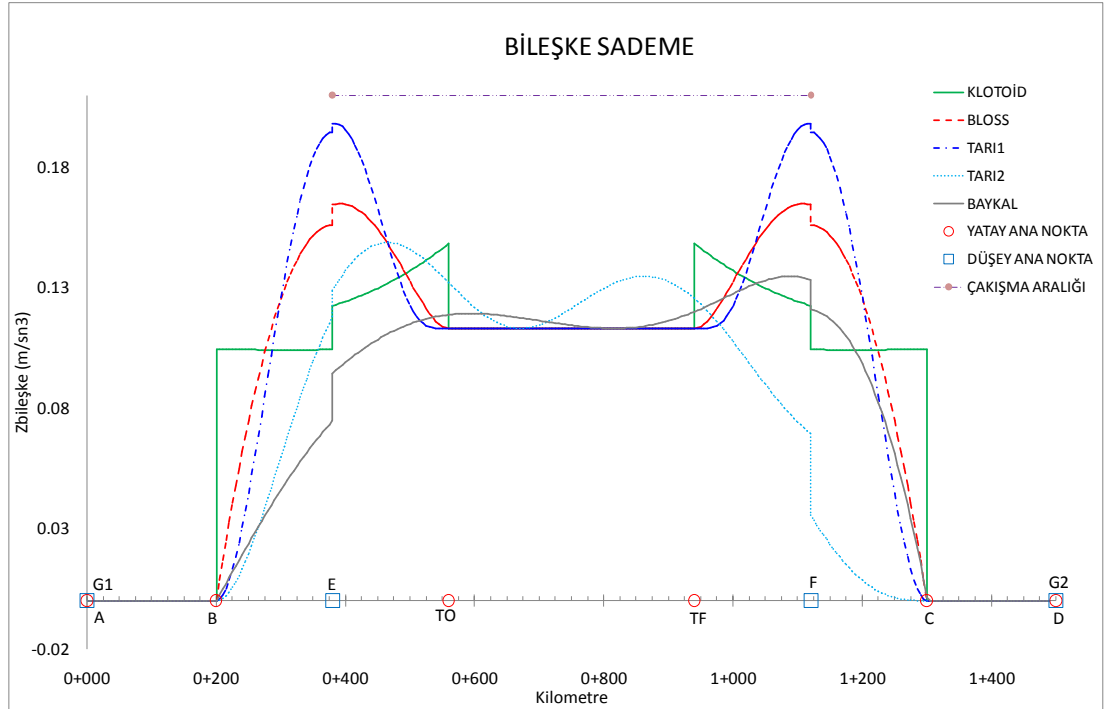


Şekil 7.42: F2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m



Şekil 7.43: F2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m

Şekil 7.44'te F2 tip geometriye ait bileşke sademe grafiği verilmiştir.

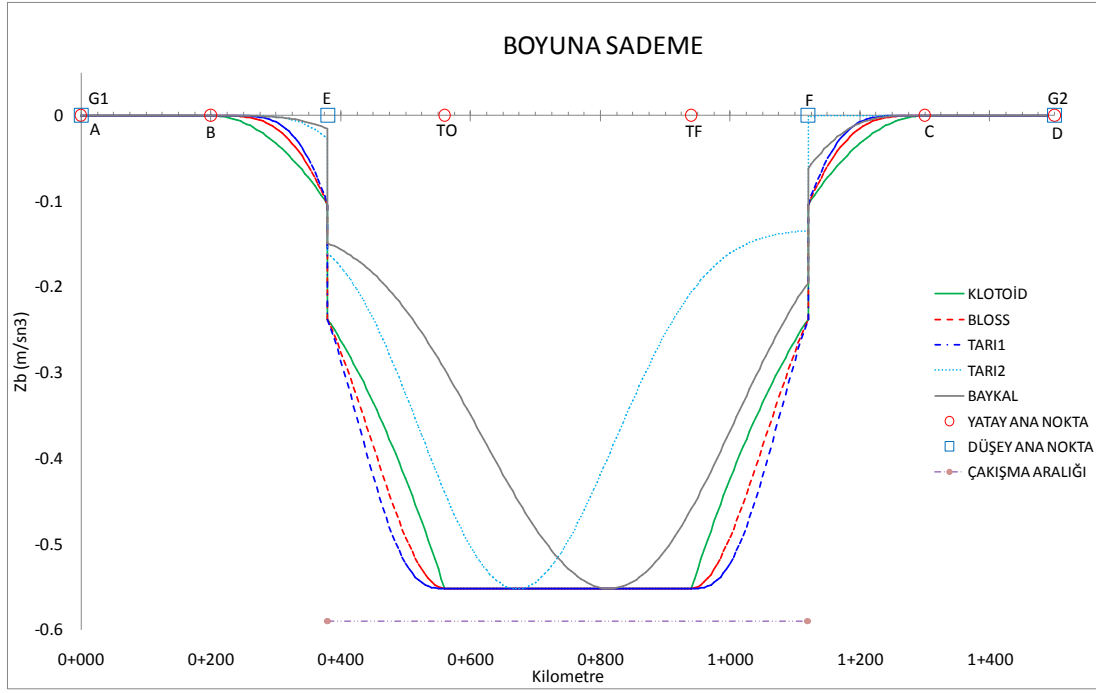


Şekil 7.44: F2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m

Şekil 7.41, Şekil 7.42, Şekil 7.43, Şekil 7.44 incelendiğinde F1 tip geometride olan sıçrama biçimindeki sademelerin yine aynı şekilde burada da meydana geldiği görülmektedir. Düşey kurbanın tepe veya dere olması durumuna göre kırılmanın yönü değişmektedir. Bölüm 5'te açıklanan tip modellere bakılırsa F1 tip modelde tepe F2 tip modelde dere kurb kullanılmıştır. Dere ve tepe kurlar için tüm çözümler kıyaslandığında sademenin farklı düşey kurb ana noktalarında farklı yönde sıçrama yaptığı açık şekilde görülmektedir (bak., F1, F2 tip sademe çözümleri, **Ek1**).

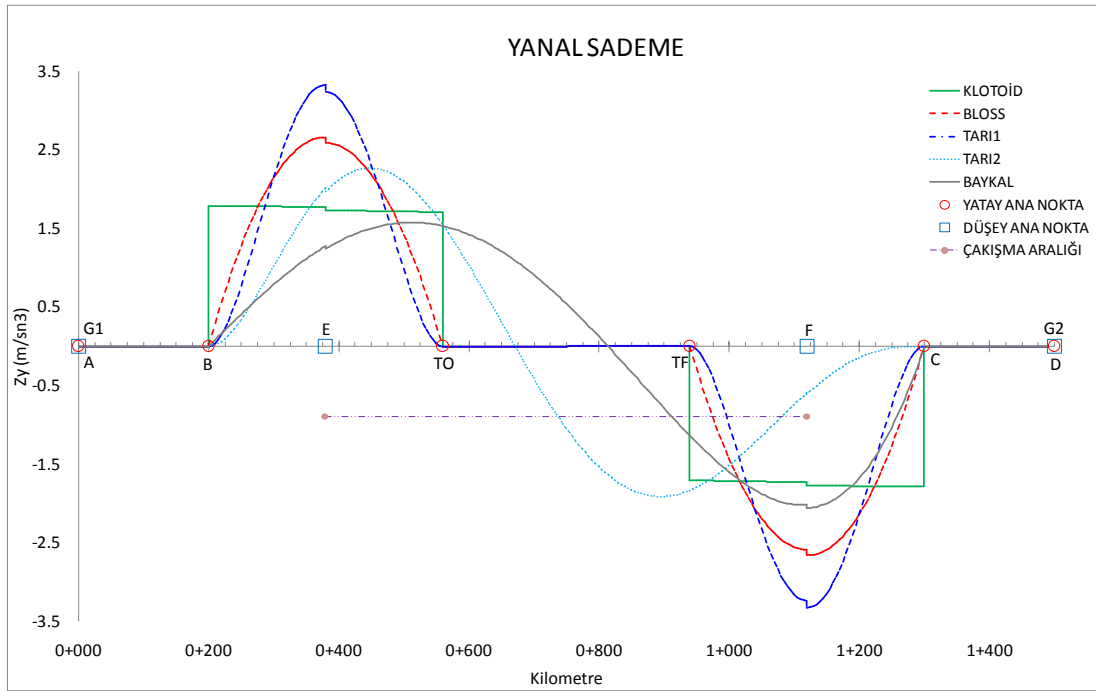
7.12 V=400 km/h Hız İçin F2 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi

Şekil 7.45'te F2 tip geometriye ait boyuna sademe grafiği verilmiştir. 400 km/h hız için inceleme yapılmıştır.



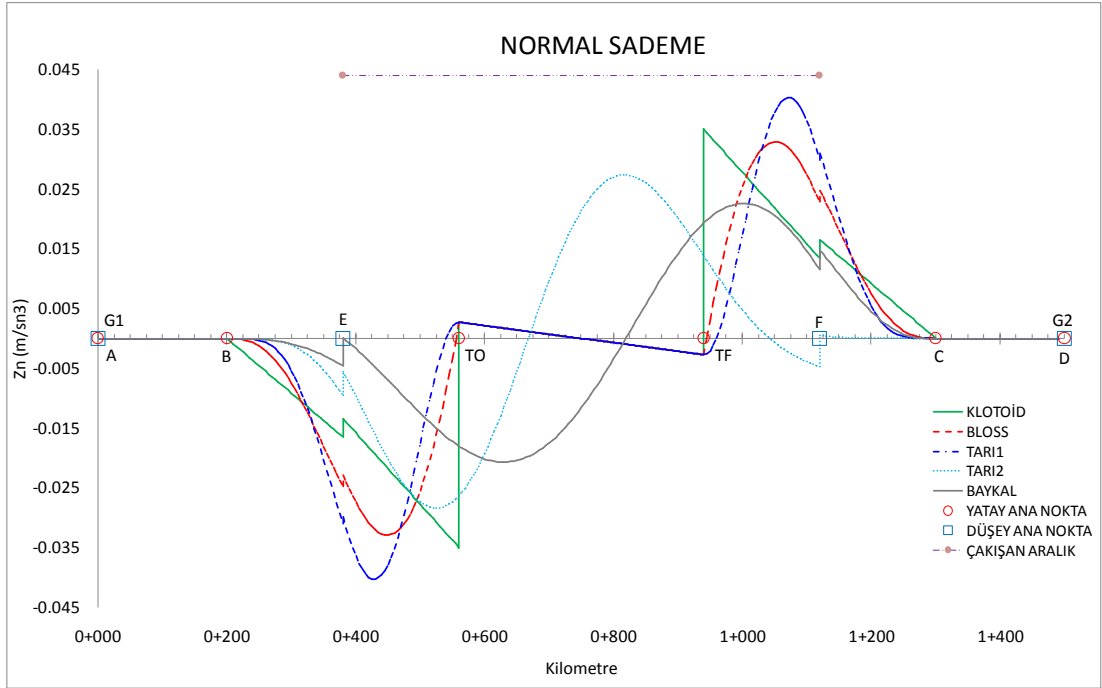
Şekil 7.45: F2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

Şekil 7.46’da F2 tip geometriye ait yanal sademe grafiği verilmiştir.



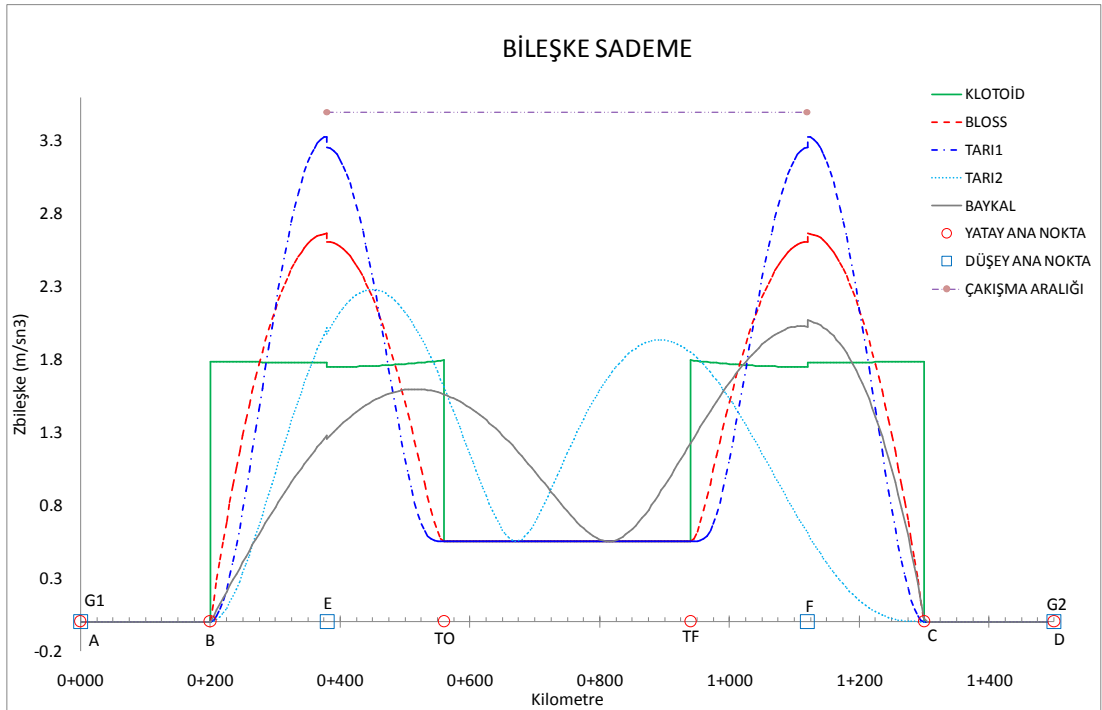
Şekil 7.46: F2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

Şekil 7.47’de F2 tip geometriye ait normal sademe grafiği verilmiştir.



Şekil 7.47: F2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m

Şekil 7.48’de F2 tip geometriye ait bileşke sademe grafiği verilmiştir.



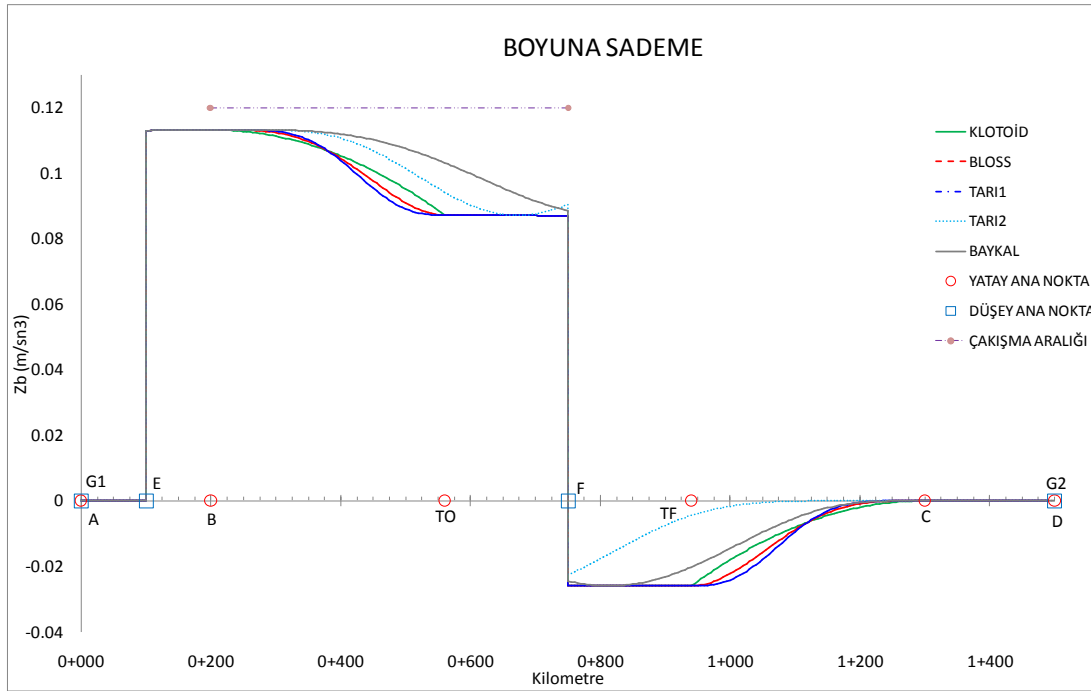
Şekil 7.48: F2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=1810m

Şekil 7.45, Şekil 7.46, Şekil 7.47, Şekil 7.48 incelendiğinde Bölüm 7.11’de verilen geometri büyüklükleri ile aynı büyüklükler kullanılmış, sadece hız büyüklüğü 400 km/h olarak alınarak inceleme yapılmıştır.

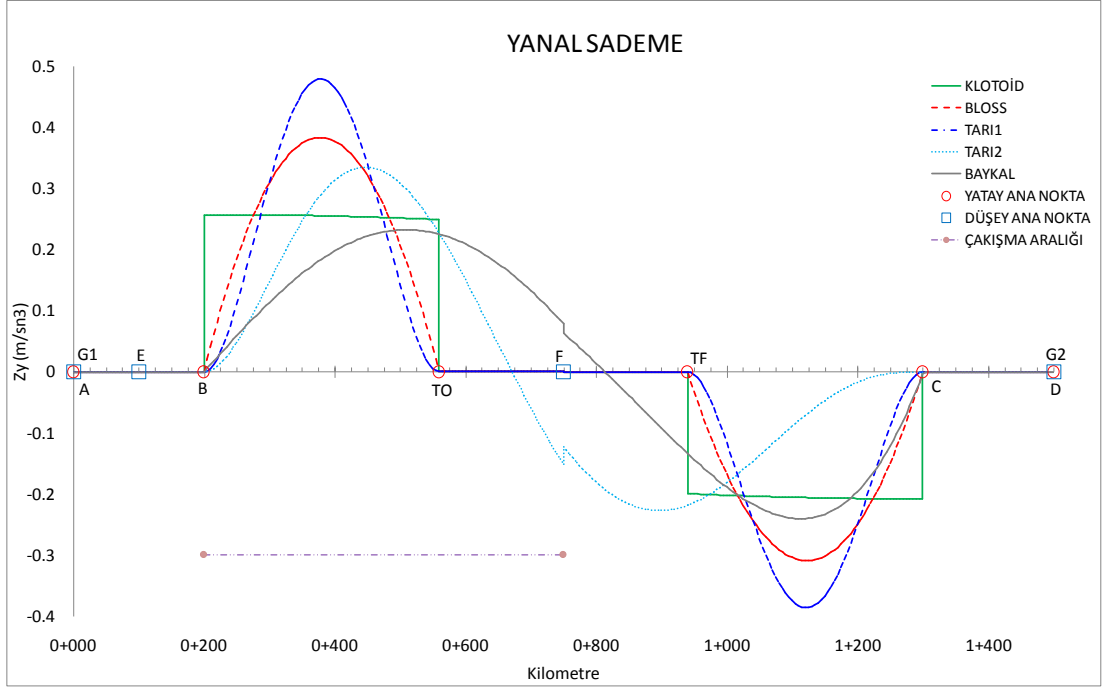
Sonuçta, Bölüm 7.11 ve 7.12’deki çözümlemeler incelendiğinde grafiklerin sadece sademe büyüklüğü olarak değişiklik görülmektedir. Şekil 7.48’e bakılırsa bileşke sademenin yaklaşık 3.3 m/sn³ olduğu görülmekte ve Bölüm 4’te verilen sademe rahatsızlık katsayı değerlerini aştığı ve yeterli konforu sağlayamadığı görülmektedir.

7.13 V=400 km/h Hız İçin G1 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi

Şekil 7.49’da G2 tip geometriye ait boyuna sademe grafiği verilmiştir.

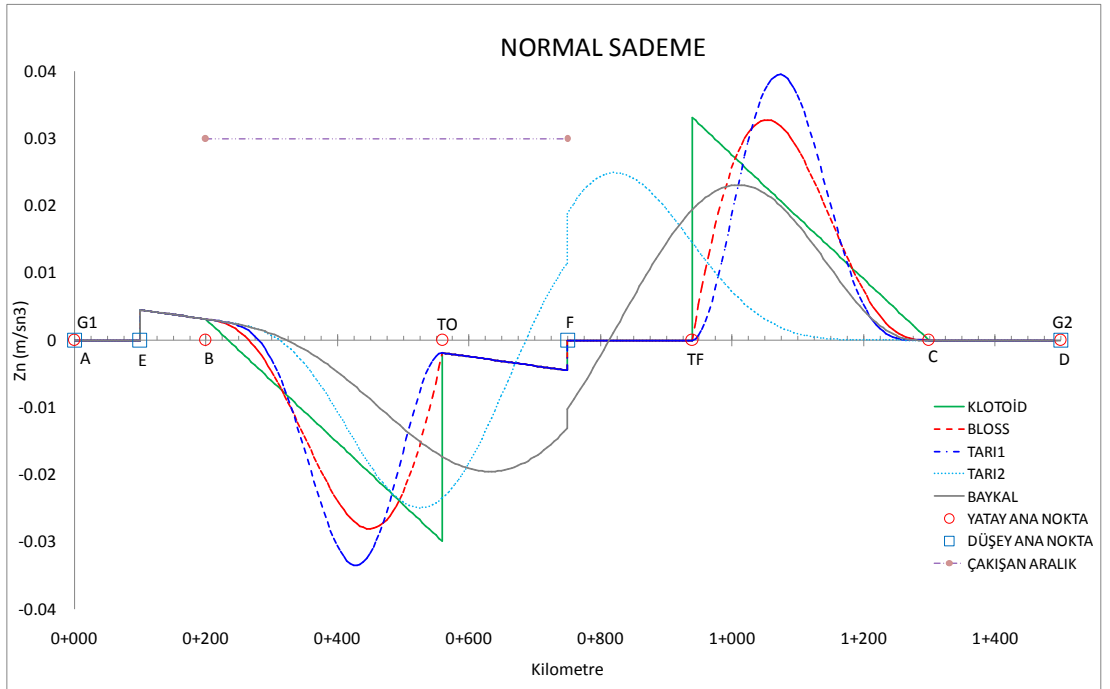


Şekil 7.49: G1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m



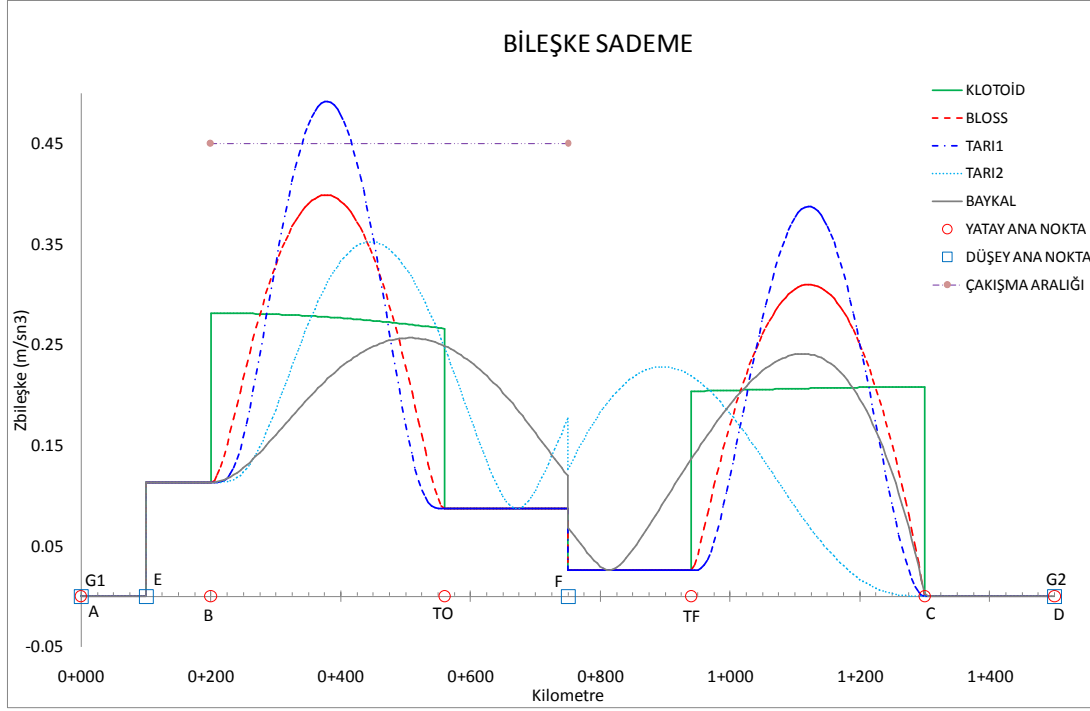
Şekil 7.50: G1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=7250\text{m}$

Şekil 7.51’de G1 tip geometriye ait Normal sademe grafiği verilmiştir.



Şekil 7.51: G1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=7250\text{m}$

Şekil 7.52’de G1 tip geometriye ait bileşke sademe grafiği verilmiştir.



Şekil 7.52: G1 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=7250\text{m}$

Şekil 7.49, Şekil 7.50, Şekil 7.51, Şekil 7.52 incelendiğinde yine düşey kurbun ana noktalarında sıçrama şeklinde sademe görülmektedir.

Şekil 7.52’de görüldüğü üzere E ve F ana noktaları arasında kalan sademe büyüklükleri sıçramayla beraber periyodik olarak artmıştır. Şekil 7.4’te maksimum sademe değerleri 1. ve 2. eğri için yaklaşık 0.2 m/sn^3 ’tür. Şekil 7.52’ye bakılırsa 1. Eğri için maksimum sademe yaklaşık 0.5m/sn^3 , ikinci eğri için yaklaşık 0.39 m/sn^3 olduğu görülmektedir. Buda düşey kurbun bileşke sademeyi arttırıcı etkisi olduğunu kanıtlamaktadır.

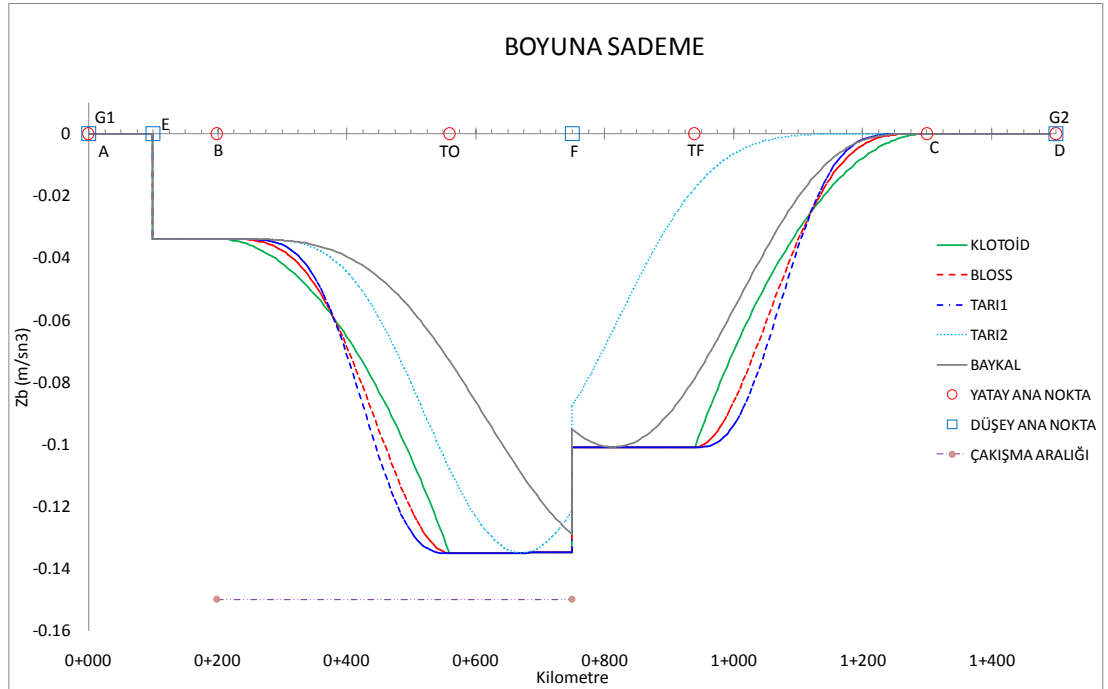
Şekil 7.49 boyuna sademe ve Şekil 7.51 normal sademe grafiklerine bakılırsa düşey kurb sıçrama şeklinde sademe görülmektedir. Şekil 7.50’de görüldüğü gibi yanal sademe grafiğinde yatay alinyimanda E noktasında düşey sademenin sıçrama etkisi olmamaktadır. Sıçrama şeklinde sademe, yatay eğriselliğe denk gelen ve aynı zamanda düşey kurb ana nokta içeren geometride gerçekleşmektedir. (bak., Şekil 7.50 F ana noktası).

7.14 V=100 km/h Hız İçin G4 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi

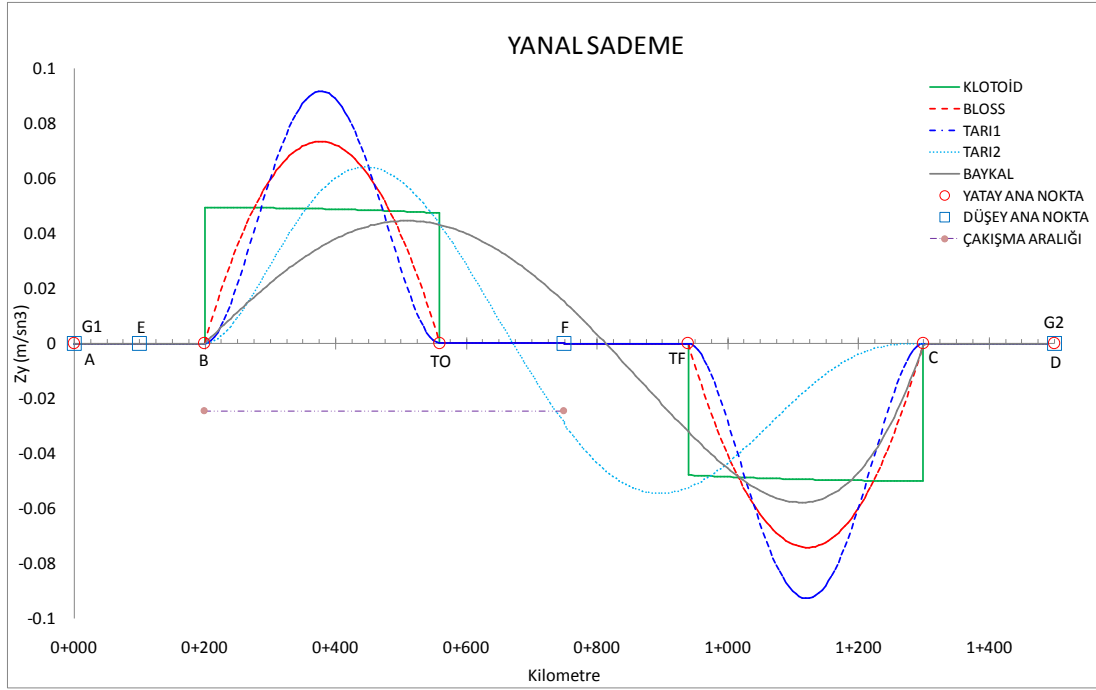
Şekil 7.53'te G4 tip geometriye ait boyuna sademe grafiği verilmiştir. Bu geometri tipinde Bölüm 7.13'te kullanılan parabolik tepe kurbun aksine dairesel dere kurb kullanılmıştır. Dairesel dere kurb Şekil 7.13'te görüldüğü gibi E ve F ana noktalarında boyuna sademede yaklaşık olarak 0.035 m/sn³'lük bir sıçrama meydana getirmektedir.

Şekil 7.54'de G4 tip geometriye ait yanal sademe grafiği verilmiştir. Bu modelde verilen büyüklükler için yanal sademede düşey kurbdan kaynaklanan sıçramalar dikkate alınmayacak kadar küçük değerlere sahiptir. F ana noktasında klotoid, Bloss, Tari1 eğrileri için yanal sademede sıçrama miktarı yaklaşık 0.0002 m/sn³, Tari2 ve Baykal eğrileri için 0.001 m/sn³ olmaktadır.

Şekil 7.55 incelendiğinde az miktarda sademe sıçramaları düşey kurb ana noktaları olan E ve F ana noktalarında görülmektedir.

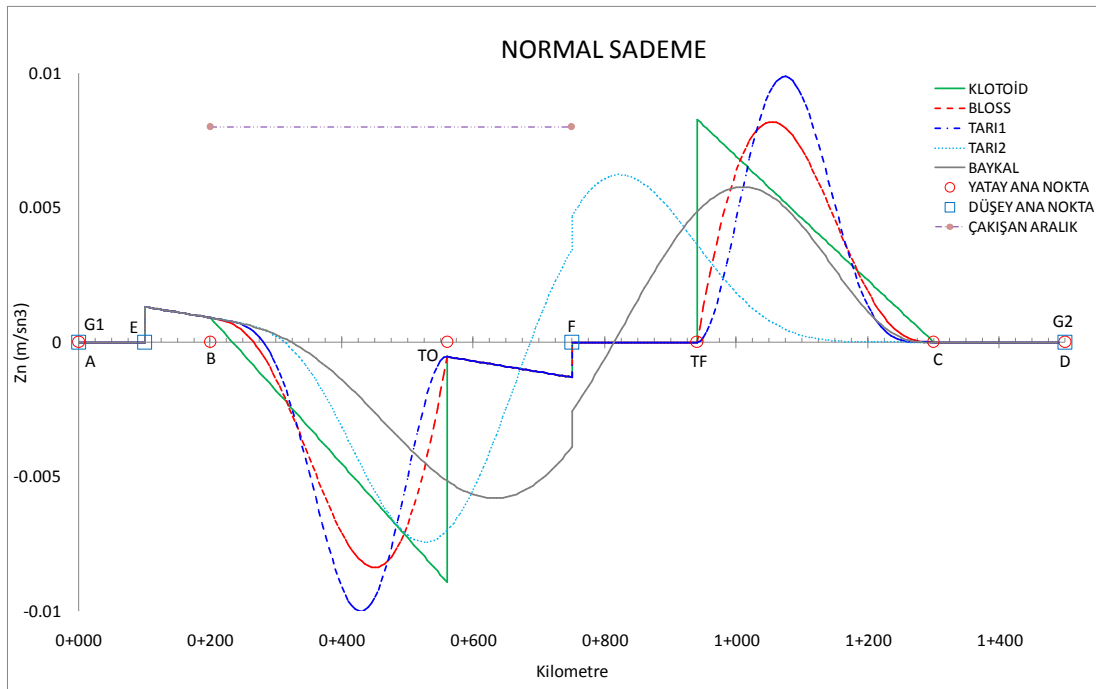


Şekil 7.53: G4 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=100km/h, Yatay R=460m



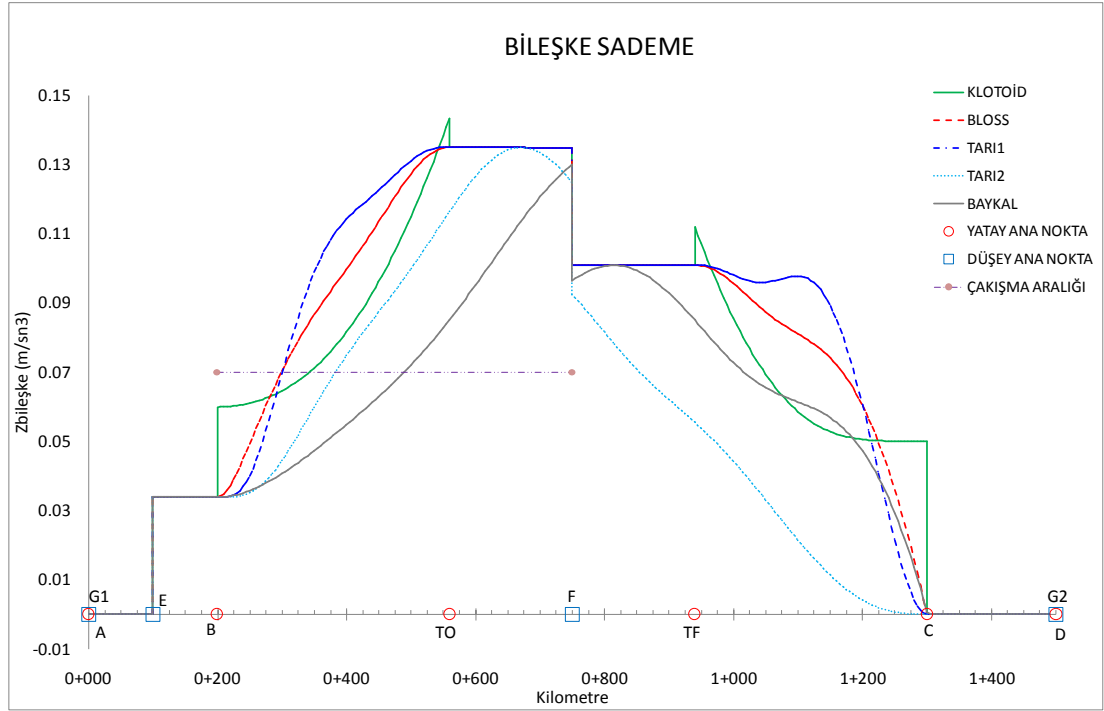
Şekil 7.54: G4 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V=100\text{km/h}$, Yatay $R=460\text{m}$

Şekil 7.55’de G4 tip geometriye ait normal sademe grafiği verilmiştir.



Şekil 7.55: G4 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V=100\text{km/h}$, Yatay $R=460\text{m}$

Şekil 7.56’de G4 tip geometriye ait bileşke sademe grafiği verilmiştir.

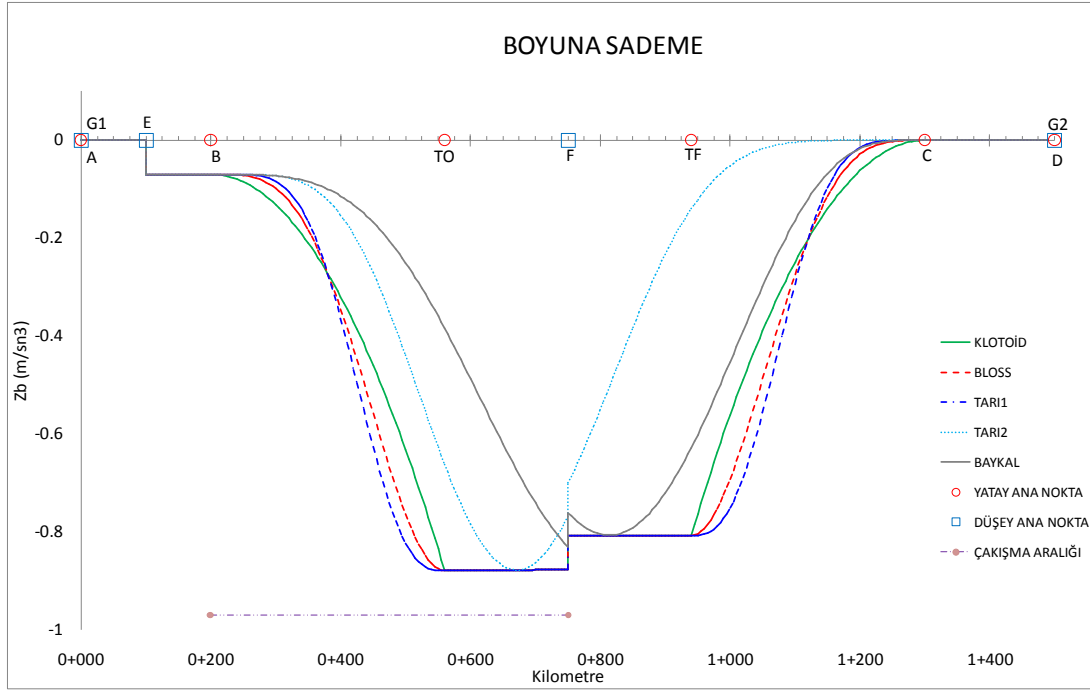


Şekil 7.56: G4 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V=100km/h, Yatay R=460m

Genel olarak G4 tip modeli 100 km/h hız ve 460m yatay kurb yarıçapı için incelediğimizde Şekil 7.53’te verilen boyuna sademe ve Şekil 7.55’te verilen normal sademe grafiğinde oluşan sıçrama şeklinde sademe, Şekil 7.56’da bileşke sademeye etki ettiği ve burada da sademede sıçrama meydana geldiği görülmektedir. Sıçrama şeklinde sademeler mevcut olsa da, Bölüm 4’te verilen sademe sınır koşulları bu model ve büyüklükler için tutarlılık göstermektedir.

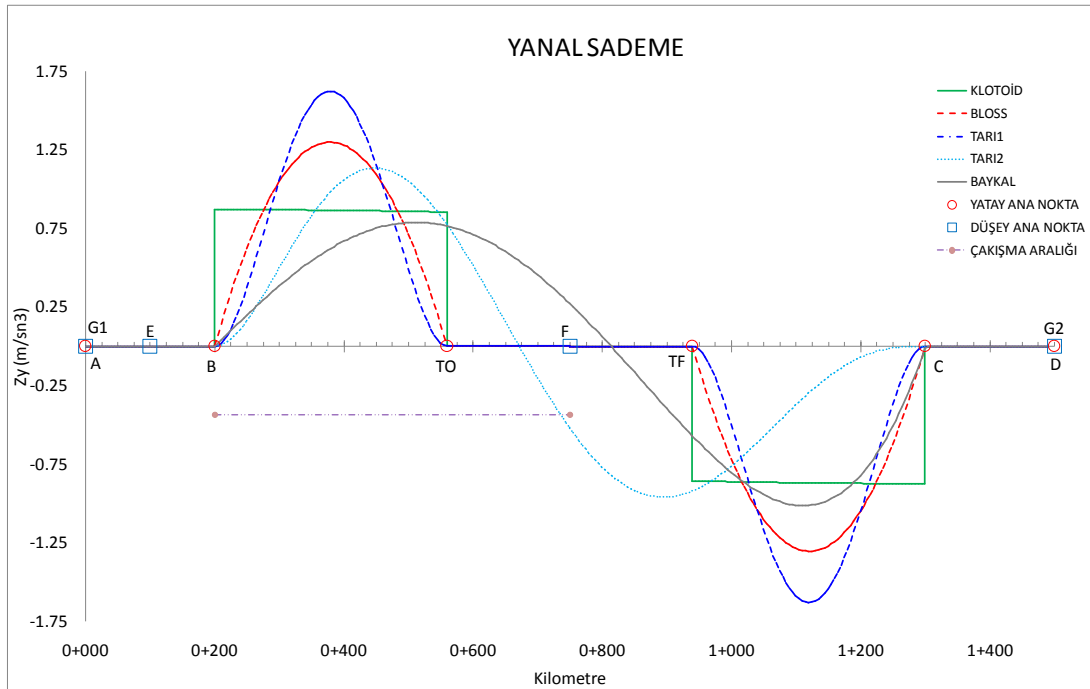
7.15 V=200 km/h Hız İçin G4 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi

Bölüm 7.14’te verilen yatay ve düşey büyüklükler kullanılarak 200 km/h hız için inceleme yapılmıştır. Şekil 7.57’de G4 tip geometriye ait boyuna sademe grafiği verilmiştir.



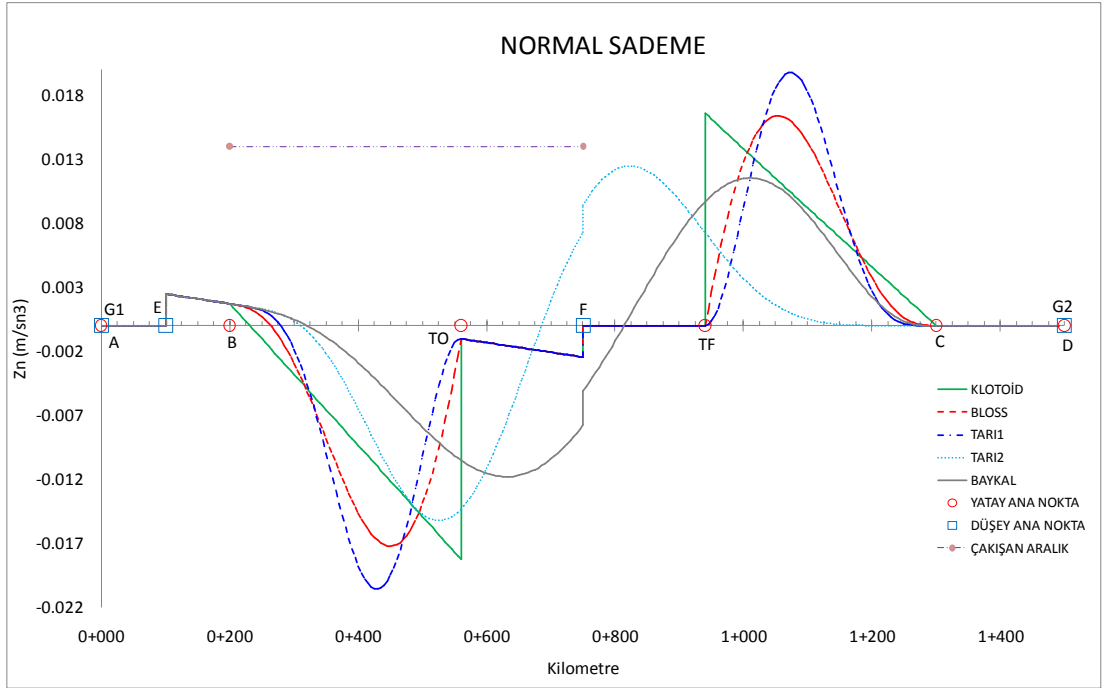
Şekil 7.57: G4 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği $V=200\text{km/h}$, Yatay $R=460\text{m}$

Şekil 7.58’de G4 tip geometriye ait yanal sademe grafiği verilmiştir.



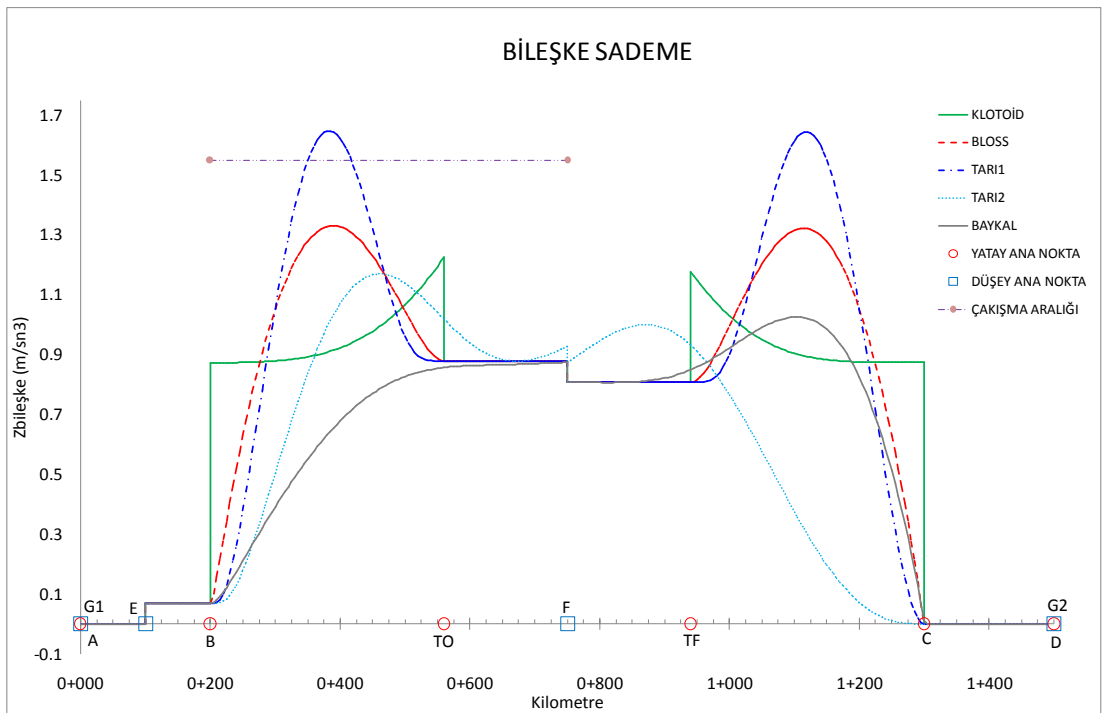
Şekil 7.58: G4 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V=200\text{km/h}$, Yatay $R=460\text{m}$

Şekil 7.59’da G4 tip geometriye ait normal sademe grafiği verilmiştir.



Şekil 7.59: G4 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V=200\text{km/h}$, Yatay $R=460\text{m}$

Şekil 7.60’da G4 tip geometriye ait bileşke sademe grafiği verilmiştir.

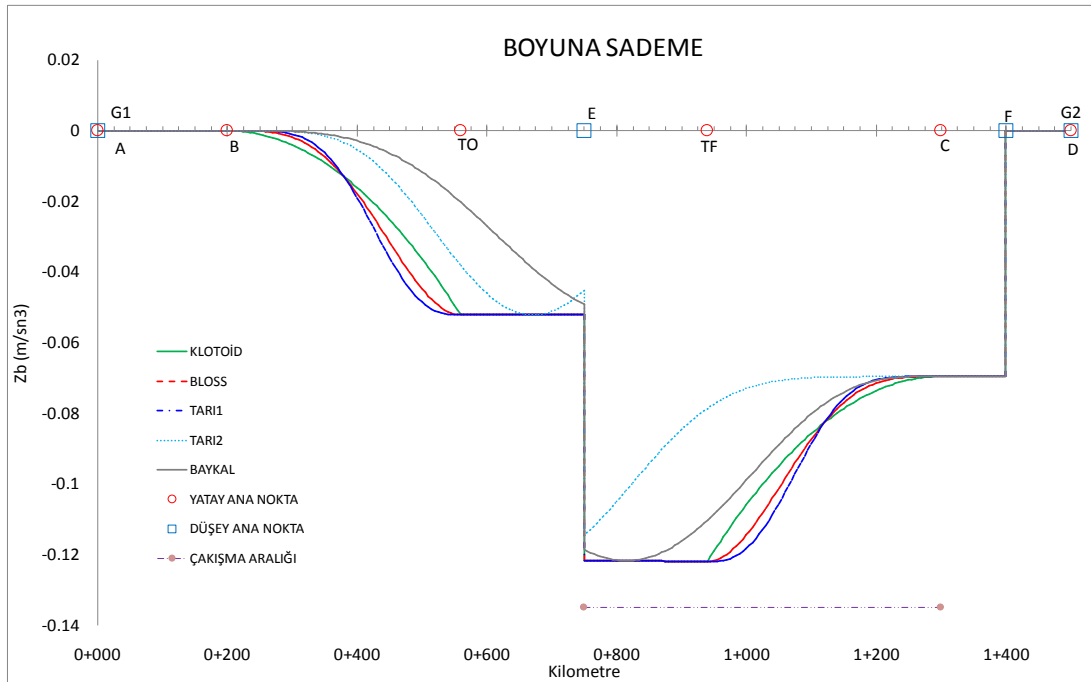


Şekil 7.60: G4 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V=200\text{km/h}$, Yatay $R=460\text{m}$

Sonuç olarak Şekil 7.57, Şekil 7.58, Şekil 7.59, Şekil 7.60 incelendiğinde Bölüm 7.14'te verilen grafikler ile aynı tip modelde sademe oluştuğu ve sadece sademe büyüklüğünün değiştiği görülmektedir. F ana noktasında klotoid, Bloss, Tarı1 eğrileri için yanal sademede yaklaşık 0.0018 m/sn³, Tarı2 ve Baykal eğrileri için 0.023 m/sn³ sıçrama meydana getirmiştir. Maksimum sademe miktarlarındaki değişim bölüme ait grafiklerde görülmektedir. Sademe büyüklüğü yönünden incelendiğinde, bu bölümde verilen incelemelerde bu modelin yetersiz kaldığı görülmektedir.

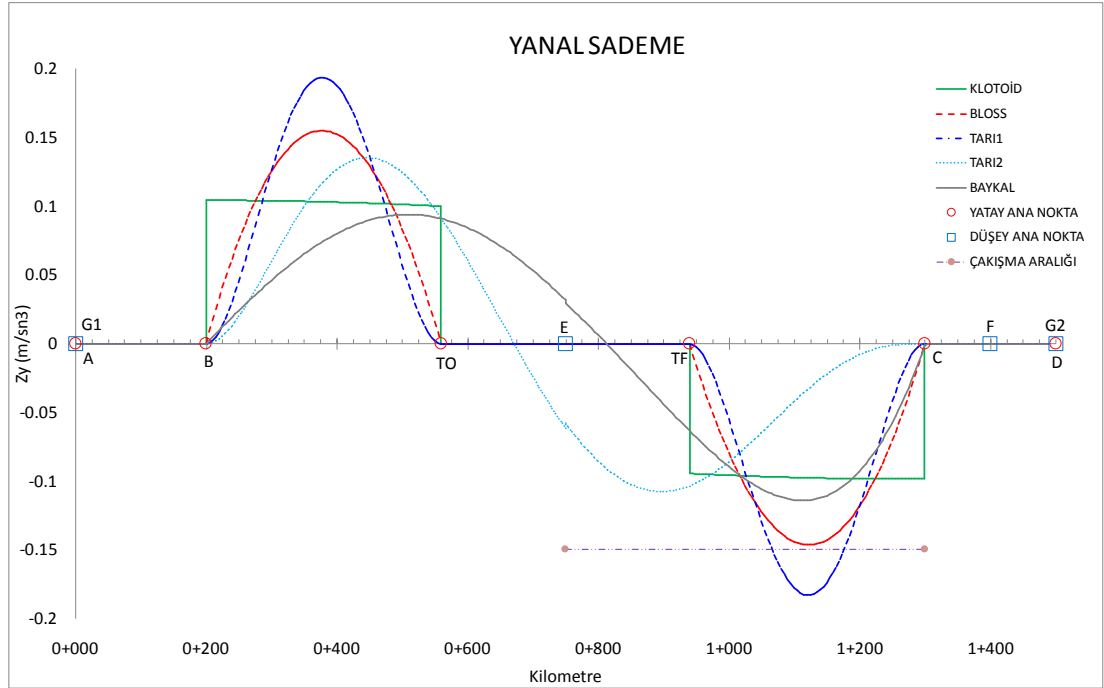
7.16 V=200 km/h Hız İçin H2 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi

H2 tip geometriye ait Şekil 7.61, Şekil 7.63, Şekil 7.64 incelendiğinde bu grafiklerde düşey kurbun ana noktalarının olduğu E ve F noktalarında sıçrama şeklinde sademe meydana gelmiştir. Şekil 7.62 yanal sademe grafiğinde sadece düşey ana nokta başlangıç noktası olan E noktasında sıçrama şeklinde sademe meydana gelmiştir. Sademe büyüklüğü bakımından elde edilen sademeler Bölüm 4'te verilen sademe sınır koşulları ile karşılaştırıldığında tutarlı oldukları ve bu modelin yeterlilik gösterdiği görülmektedir. Şekil 7.61'de H2 tip geometriye ait boyuna sademe grafiği verilmiştir.



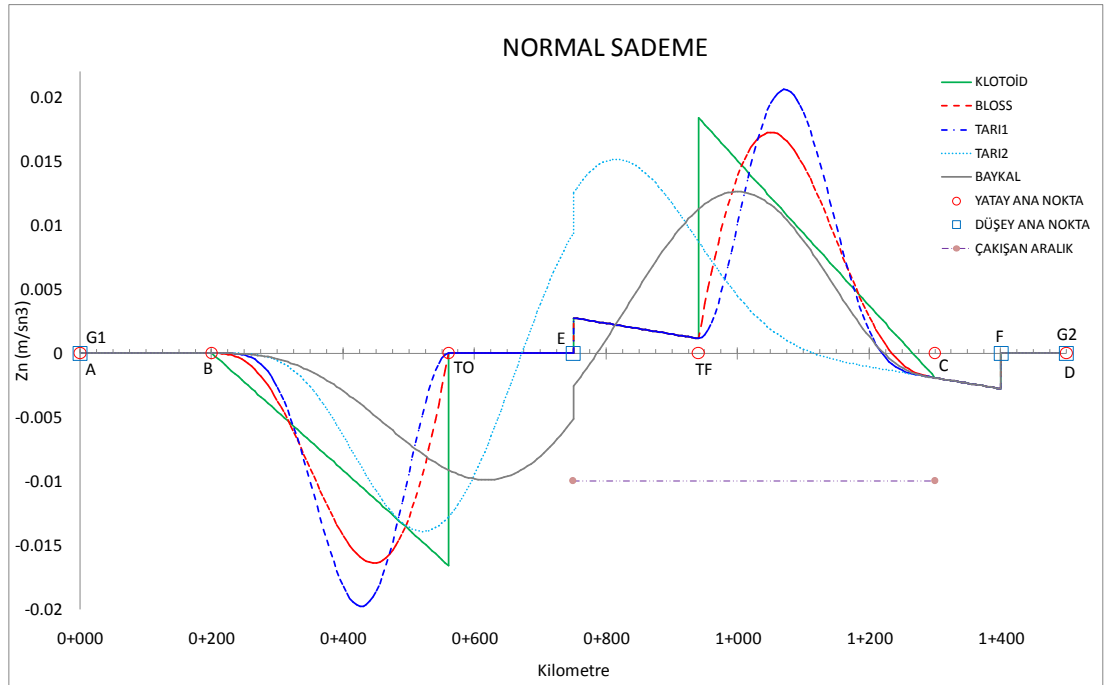
Şekil 7.61: H2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=200km/h, Yatay R=1810m

Şekil 7.62’de H2 tip geometriye ait yanal sademe grafiği verilmiştir.



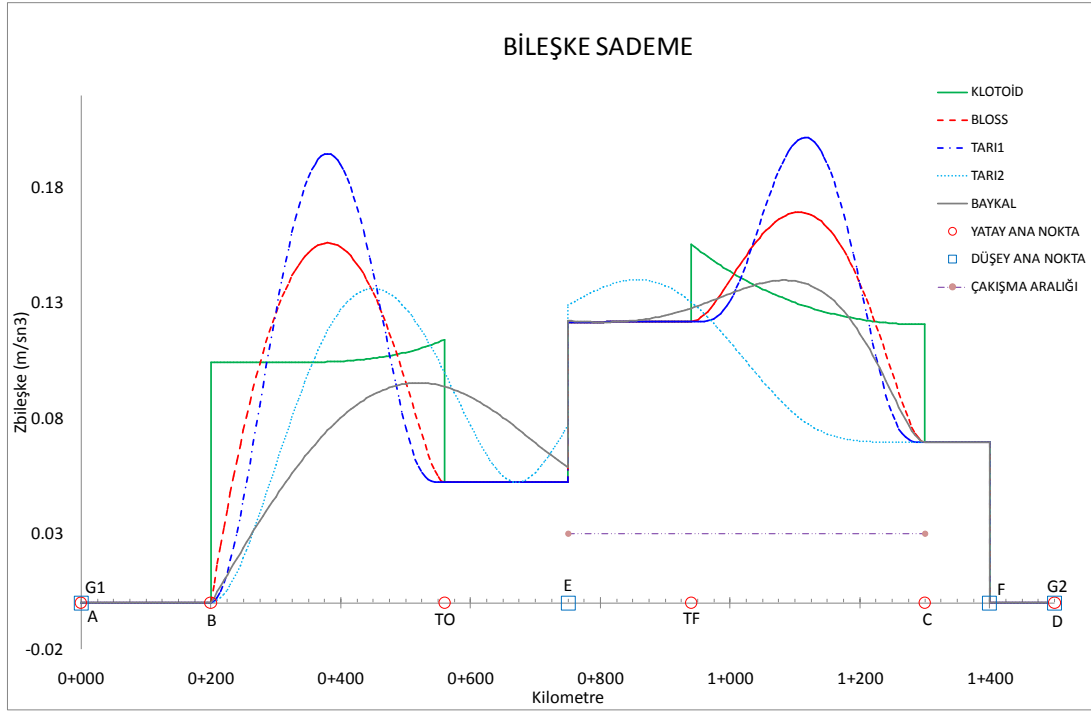
Şekil 7.62: H2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V=200\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

Şekil 7.63’te H2 tip geometriye ait normal sademe grafiği verilmiştir.



Şekil 7.63: H2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V=200\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

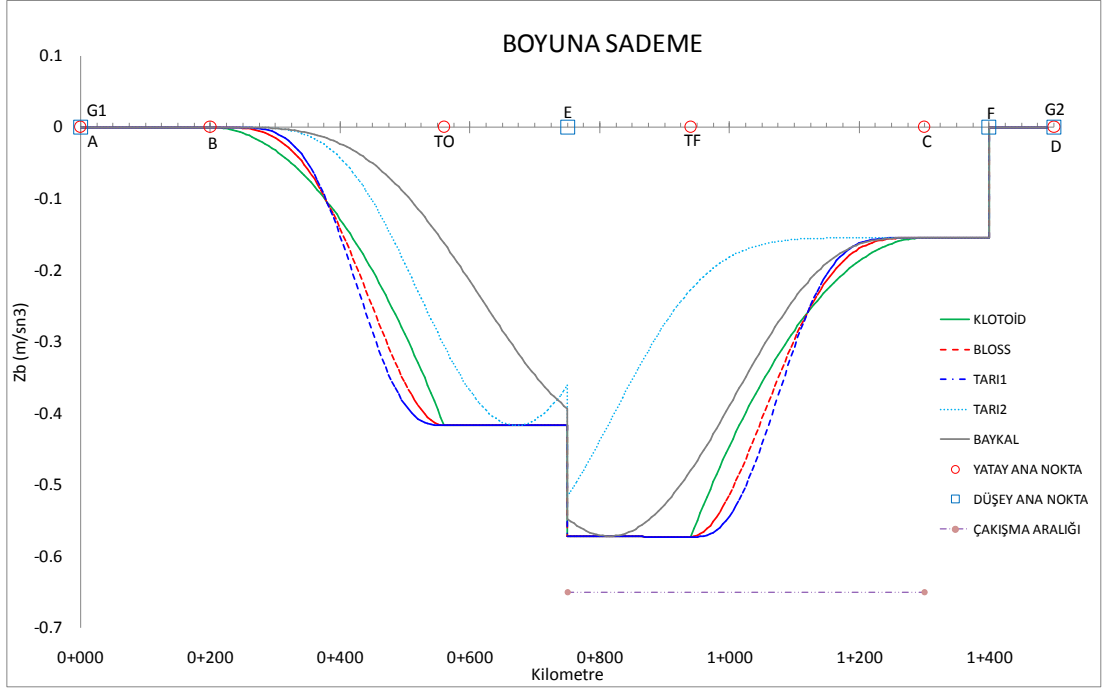
Şekil 7.64'te H2 tip geometriye ait bileşke sademe grafiği verilmiştir.



Şekil 7.64: H2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V=200\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

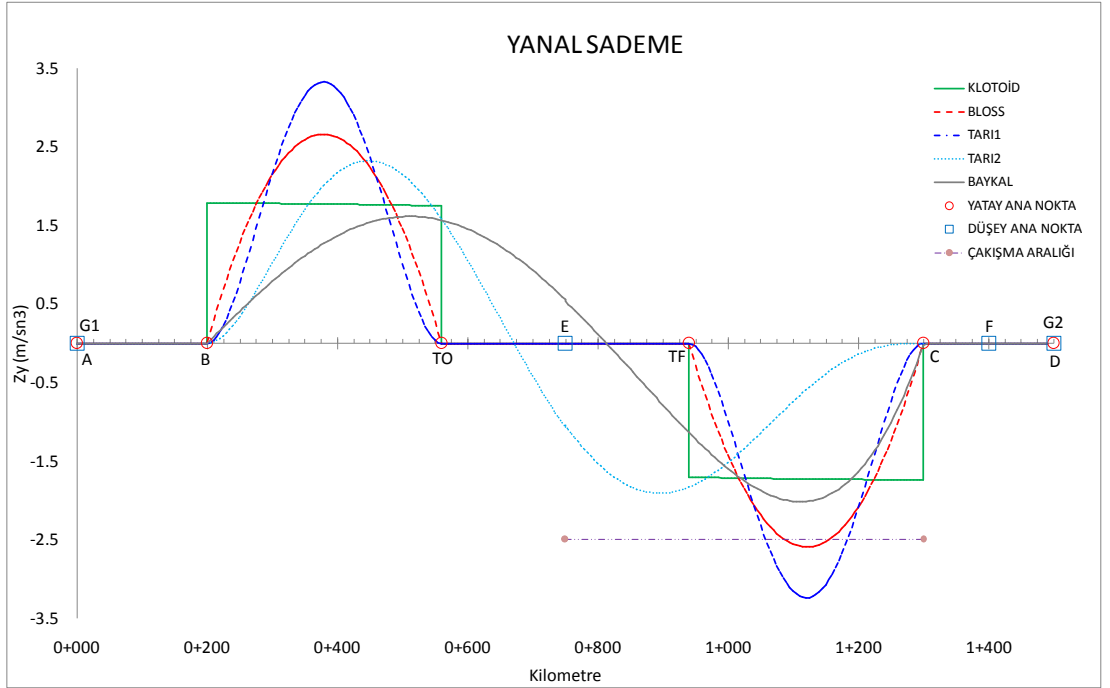
7.17 $V=400\text{ km/h}$ Hız İçin H2 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi

Bölüm 7.16'da verilen yatay ve düşey geometri verileri kullanılarak bu bölümüm incelemesi 400 km/h hız için yapılmıştır. Şekil 7.65, Şekil 7.66, Şekil 7.67, Şekil 7.68'de görüldüğü gibi düşey geometri bu modelde de sıçrama biçiminde süreksizliğe neden olmaktadır ve bu seçilen büyüklükler için sademe değerleri bu incelemede de yetersiz kalmıştır. Şekil 7.65'te H2 tip geometriye ait boyuna sademe grafiği verilmiştir.



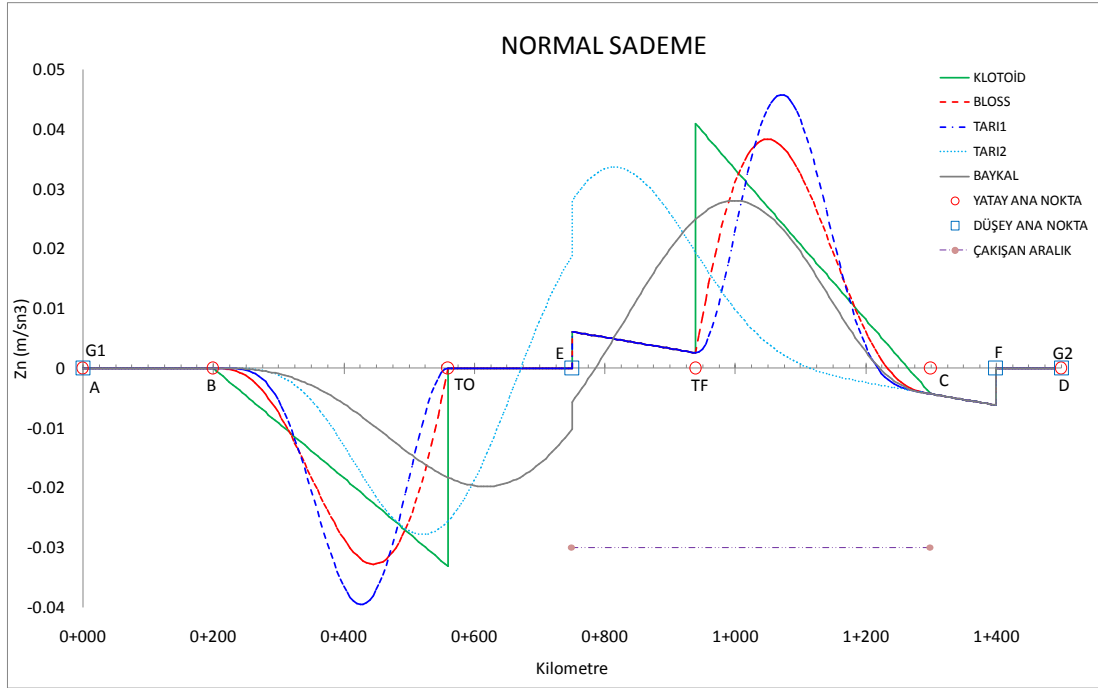
Şekil 7.65: H2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

Şekil 7.66’da H2 tip geometriye ait yanal sademe grafiği verilmiştir.



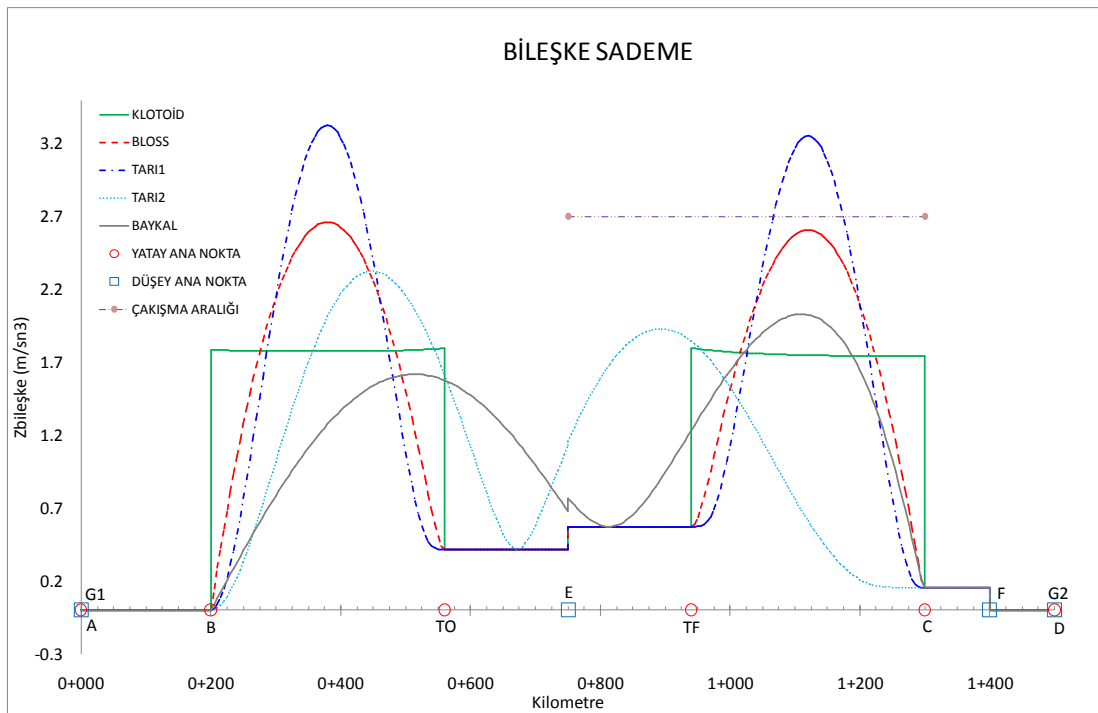
Şekil 7.66: H2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

Şekil 7.67’de H2 tip geometriye ait normal sademe grafiği verilmiştir.



Şekil 7.67: H2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

Şekil 7.68’de H2 tip geometriye ait bileşke sademe grafiği verilmiştir.



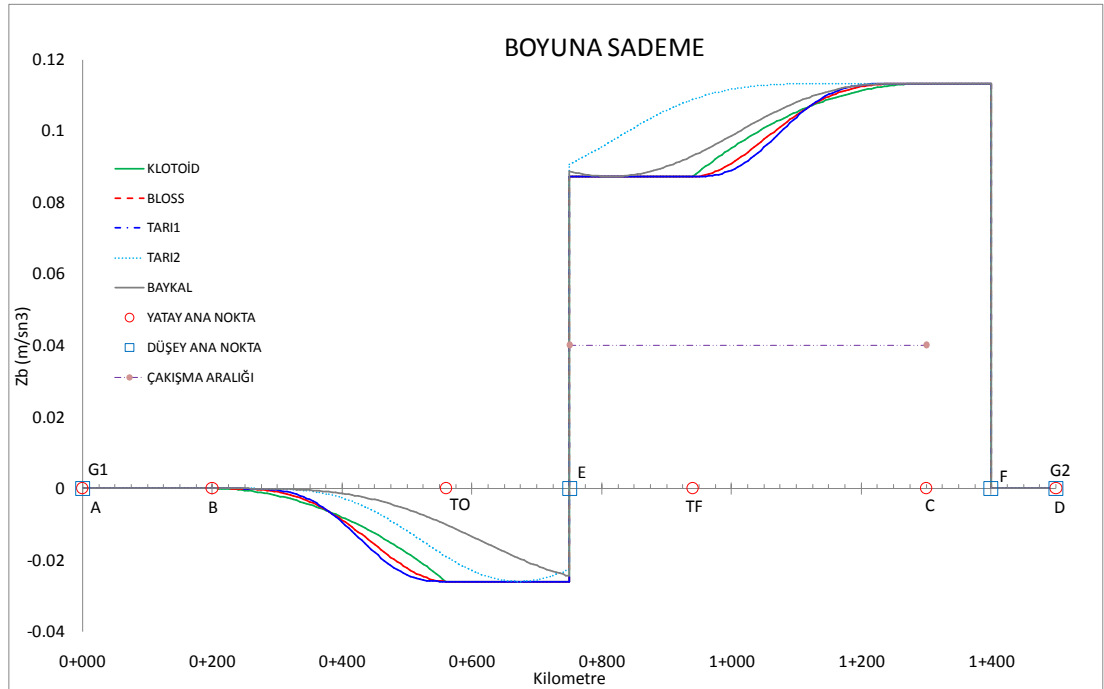
Şekil 7.68: H2 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=1810\text{m}$

7.18 V=400 km/h Hız İçin H3 Tip Geçki Modelinin Sademe Yönünden İncelenmesi

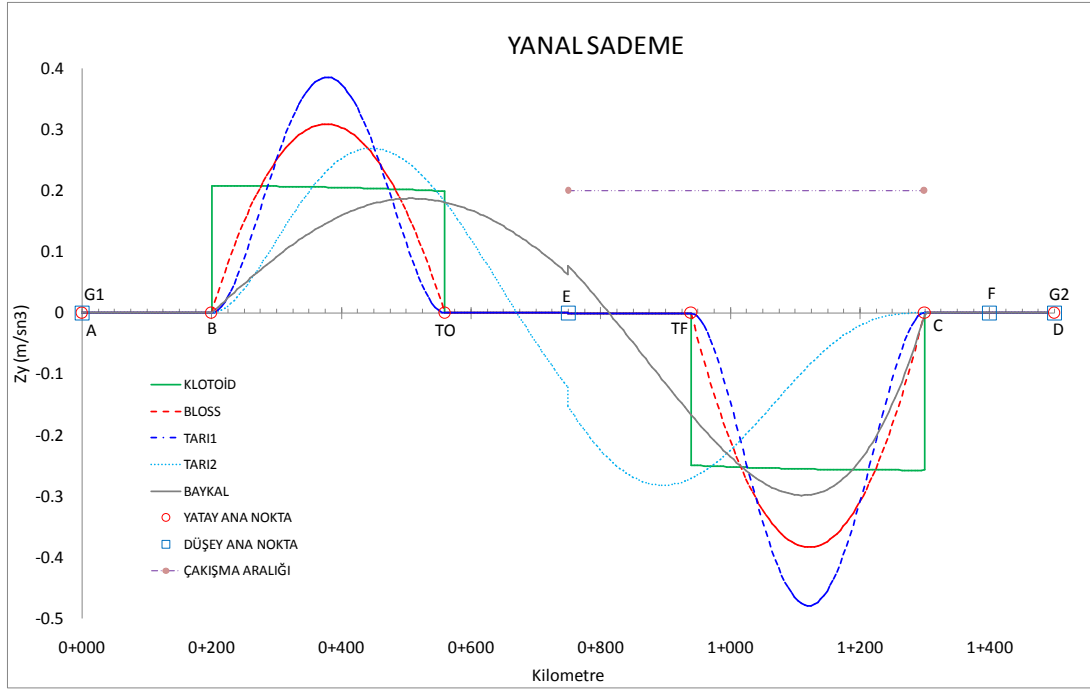
Şekil 7.69’da verilen boyuna sademe incelemesine ait grafikte düşey dairesel kurbun başlangıç ana noktası olan E noktasında yaklaşık 0.12 m/sn³ sademe sıçraması oluşmaktadır. Ayrıca oluşan sıçrama ile beraber sademe yönü (-) yönde ilerlerken (+) yöne doğru ani bir geçiş yapmıştır. Şekil 7.69’dan anlaşılabacağı gibi düşey geometrinin boyuna sademeye etkisi büyük olmaktadır.

Şekil 7.70’de H3 tip geometriye ait yanal sademe grafiği verilmiştir. Yanal sademe grafiğinde düşey kurb başlangıç ana noktası olan E noktasında sademe bakımından sıçrama şeklinde süreksizlik meydana geldiği açık şekilde görülmektedir. Klotoid, Bloss ve Tari1 eğrilerinde E noktasındaki sıçrama yaklaşık olarak 0.001 m/sn³ iken Tari2 ve Baykal Eğrilerinde 0.024 m/sn³ olmaktadır.

Şekil 7.69’da H3 tip geometriye ait boyuna sademe grafiği verilmiştir.

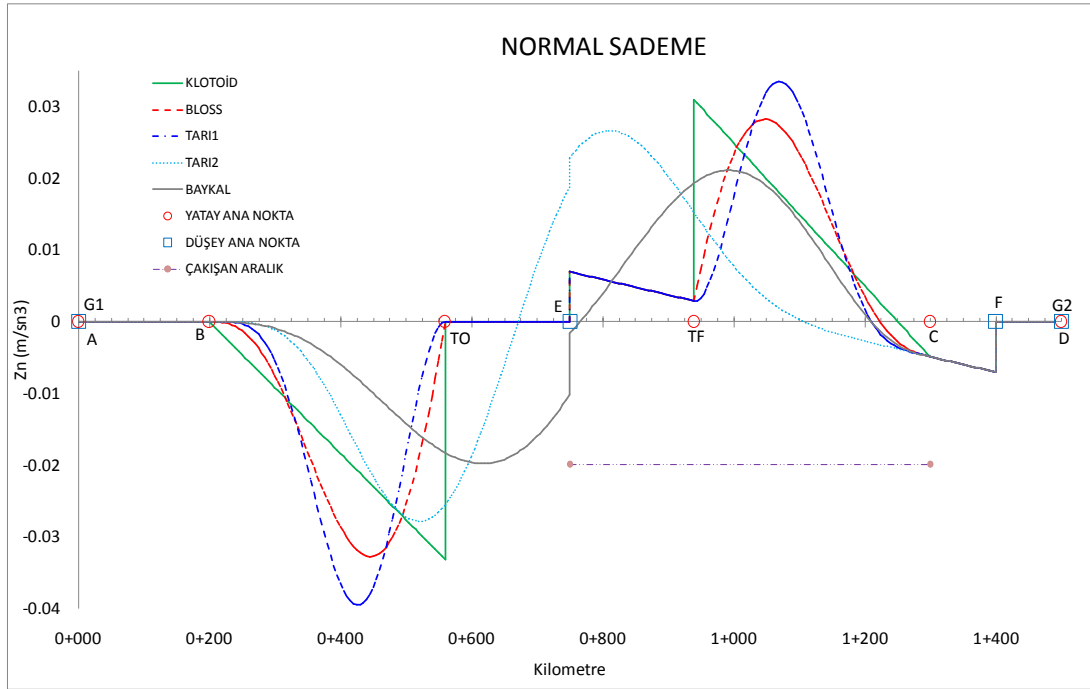


Şekil 7.69: H3 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V=400km/h, Yatay R=7250m



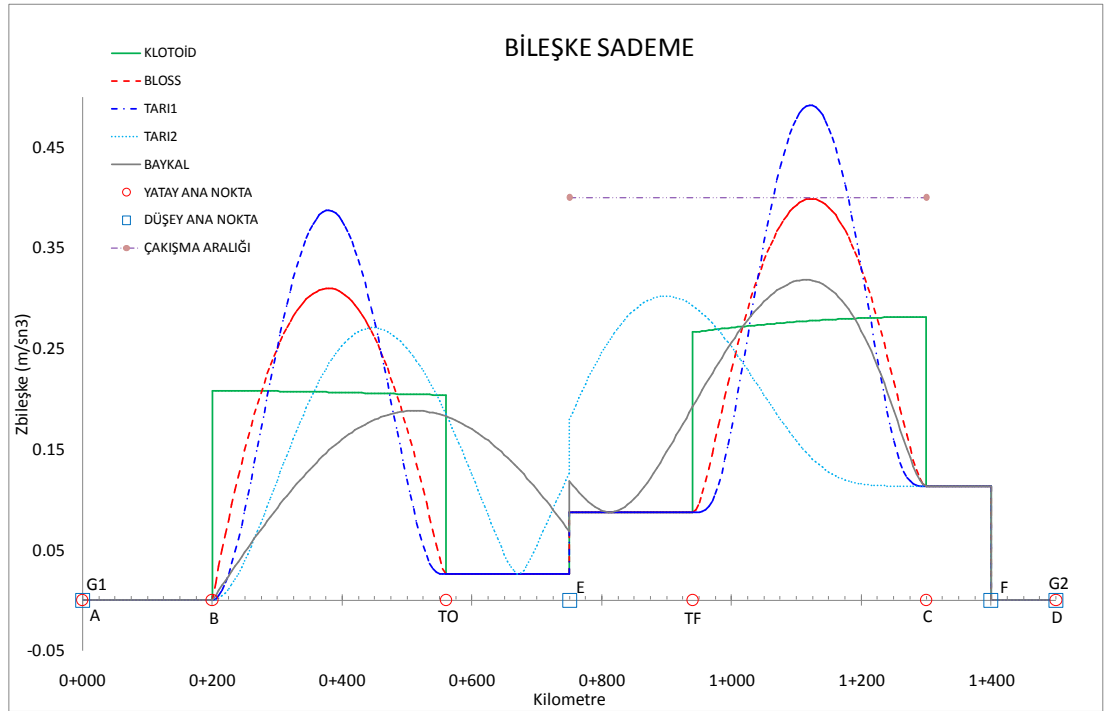
Şekil 7.70: H3 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=7250\text{m}$

Şekil 7.71’de H3 tip geometriye ait normal sademe grafiği verilmiştir. Bu grafikte de düşey kurb başlangıç ve bitiş noktaları olan E ve F noktalarında sıçrama şeklinde sademe süreksizliği oluşmuştur.



Şekil 7.71: H3 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=7250\text{m}$

Şekil 7.72’da H3 tip geometriye ait bileşke sademe grafiği verilmiştir.



Şekil 7.72: H3 Tip Geometri Modeli için Sabit Hızlı Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V=400\text{km/h}$, Yatay $R=7250\text{m}$

Bileşke sademede Şekil 7.72’de görüldüğü gibi düşey kurbun başlangıç noktası olan E ile bitim noktası olan F noktası arasında bileşke sademenin yaklaşık olarak 0.1 m/sn^3 arttığı görülmektedir. E ve F ana noktalar arasında bulunan düşey geometrinin varlığını yine burada da sıçrama şeklinde süreksizliğe neden olmuştur.

Sonuç olarak tüm modeller sabit hızlı hareket modelinde farklı hız ve farklı yatay kurb yarıçapı ile incelendiğinde, düşey kurbun C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3, D4, E1, E2, E3, E4, F1, F2, F3, F4, G1, G2, G3, G4, H1, H2, H3, H4 tip modellerde sademeye etkisinin olduğu açıkça görülmektedir. Bu etkinin büyüklüğünün aynı düşey eğim değeri için kurb boyu kısaldıkça arttığı görülmektedir. Bu durum en uzun düşey kurb boyuna sahip E tip modeller ile en kısa düşey kurb boyuna sahip H ve G tip modellerin kıyaslanması ile elde edilir.

Tezde, fazla hacimden dolayı verilemeyen geometri tiplerine ait tüm incelemelere ait grafikler **Ek1**’de verilmektedir.

7.19 R=7250m Yatay Yarıçap İçin Klotoid Eğrisinde Sademe Büyüklüklerinin Seçilen Modellerde İncelenmesi

Bu bölümde yatay geometride klotoid eğrisinin, düşey geometride dere kurb veya tepe kurb ile beraber kullanılması durumunda oluşan sademeler incelenmiştir. İnceleme için B1 tip geometri ile E1, E2, F1, F2, G1, G2 geometri tipleri kıyaslanmıştır. Kıyaslama için güzergahta 0+400, 0+750, 1+000 kilometreler referans seçilmiştir ve kilometre 0+400’de oluşan sademe sonuçları Tablo 7.1’de gösterilmiştir. Hız olarak 400 km/h sabit hızlı model seçilmiştir.

Çizelge 7.1 : Klotoid Eğrisinin Seçilen Geometri Tiplerinde Km 0+400 için Sademe

	BOYUNA SADEME	YANAL SADEME	NORMAL SADEME	BİLEŞKE SADEME
B1 TİP	-0.00805	0.20642	-0.01841	0.20739
E1 TİP	0.06388	0.23476	-0.01489	0.24375
E2 TİP	-0.14150	0.16212	-0.01584	0.21577
F1	0.09351	0.24807	-0.01205	0.26538
F2	-0.14150	0.16212	-0.01584	0.21577
G1	0.10532	0.25540	-0.01521	0.27668
G2	-0.16298	0.15734	-0.02079	0.22749

Tablo 7.1’de düşey kurbun kullanılmadığı B1 tip geometri ile düşey tepe parabolik kurbun kullanıldığı E1, F1 ve G1 tip modellerin sonuçları kıyaslandığında yanal sademenin değerlerinde büyüklük artışı görülmektedir. Düşey dere parabolik kurbun kullanıldığı E2, F2, G1 tip geometri ile kıyaslandığında ise yanal sademenin büyüklüğünde azalış görülmektedir. Boyuna sademe Normal sademe ve bileşke sademede olan değişimlerde tabloda görülmektedir.

Çizelge 7.2 : Klotoid Eğrisinin Seçilen Geometri Tiplerinde Km 0+750 için Sademe

	BOYUNA SADEME	YANAL SADEME	NORMAL SADEME	BİLEŞKE SADEME
B1 TİP	-0.0260974	0.0000000	0.0000000	0.0260974
E1 TİP	0.0459199	0.0000000	0.0000000	0.0459199
E2 TİP	-0.1599672	0.0000000	0.0000000	0.1599672
F1	0.0757084	0.0000000	0.0000000	0.0757084
F2	-0.1599672	0.0000000	0.0000000	0.1599672
G1	0.0870319	0.0007499	-0.0044971	0.0871512
G1	-0.0260140	0.0000000	0.0000000	0.0260140
G2	-0.1804193	0.0010955	-0.0061424	0.1805271
G2	-0.0260140	0.0000000	0.0000000	0.0260140

Tablo 7.2’de verilen sademe sonuçları incelendiğinde burada da düşey geometride kullanılan dere tepe kurb farkından oluşan sademe değişiklikleri açıkça görülmektedir. Tablo 7.2’de km 0+750’de G1 ve G2 tip model için iki sademe değeri almakta ve bu değerler Tablo 7.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 7.3 : Klotoid Eğrisinin Seçilen Geometri Tiplerinde Km 1+000 için Sademe

	BOYUNA SADEME	YANAL SADEME	NORMAL SADEME	BİLEŞKE SADEME
B1 TİP	-0.01812	-0.20308	0.02767	0.20575
E1 TİP	0.05386	-0.23163	0.02383	0.23900
E2 TİP	-0.15176	-0.15911	0.02781	0.22163
F1	0.08357	-0.24522	0.02116	0.25994
F2	-0.15176	-0.15911	0.02781	0.22163
G1	-0.01807	-0.20209	0.02763	0.20477
G2	-0.01807	-0.20209	0.02763	0.20477

Tablo 7.3’te verilen değerlerde görüldüğü gibi burada da dere veya tepe düşey kurb kullanılması durumunda sademelerde oluşan değişim açıkça görülmektedir.

7.20 R=7250m Yatay Yarıçap İçin Tarı2 Eğrisinde Sademe Büyüklüklerinin Seçilen Modellerde İncelenmesi

Bölüm 7.1’de belirtilen inceleme şeklinin aynısı bu bölümde de yapılmaktadır. Bu bölümde de düşey geometride tepe kurb kullanıldığı durumda yan al sademede büyüklük artışı, dere kurb kullanıldığında büyüklük azalışı görülmektedir. E1 ve E2 tipde oluşan sayısal değerlere göre E1 ile E2 tip modelde oluşan yan al sademe farkı yaklaşık 0.08 m/sn³ olmaktadır. B1 ile E1 modeli kıyaslırsak yan al sademe farkı yaklaşık 0.035 m/sn³’dür. Normal sademe, boyuna sademe ve bileşke sademe değişimleri yine burada da düşey geometrinin sademeye etkisini göstermektedir.

Çizelge 7.4 : Tarı2 Eğrisinin Seçilen Geometri Tiplerinde Km 0+400 için Sademe

	BOYUNA SADEME	YANAL SADEME	NORMAL SADEME	BİLEŞKE SADEME
B1 TİP	-0.00269	0.25389	-0.01295	0.25423
E1 TİP	0.06924	0.28856	-0.00993	0.29692
E2 TİP	-0.08910	0.21800	-0.01193	0.23580
F1	0.09886	0.30491	-0.00734	0.32062
F2	-0.13614	0.20018	-0.00965	0.24228
G1	0.11069	0.31364	-0.01060	0.33277
G2	-0.15762	0.19407	-0.01448	0.25043

Çizelge 7.5 : Tarı2 Eğrisinin Seçilen Geometri Tiplerinde Km 0+750 için Sademe

	BOYUNA SADEME	YANAL SADEME	NORMAL SADEME	BİLEŞKE SADEME
B1 TİP	-0.02261	-0.12282	0.01885	0.12630
E1 TİP	0.04941	-0.14047	0.01713	0.14989
E2 TİP	-0.10914	-0.10517	0.02058	0.15296
F1	0.07919	-0.14906	0.01629	0.16957
F2	-0.15648	-0.09659	0.02142	0.18513
G1	0.09051	-0.15127	0.01141	0.17665
G1	-0.02254	-0.12222	0.01882	0.12570
G2	-0.17695	-0.09145	0.01559	0.19979
G2	-0.02254	-0.12222	0.01882	0.12570

Bölüm 7.19’da açıklanan sademe durumları burada da geçerliliğini koruduğundan açıklama yapılmaya gerek duyulmamaktadır. Tablo 7.5’te km 0+750’de G1 ve G2 tip model için iki sademe değeri almakta ve bu değerler Tablo 7.5’te gösterilmektedir. Tablo 7.6’da kilometre 1+000 için Tarı2 eğrisinin belirtilen tip modellerde elde edilen sademe değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 7.6 : Tarı2 Eğrisinin Seçilen Geometri Tiplerinde Km 1+000 için Sademe

	BOYUNA SADEME	YANAL SADEME	NORMAL SADEME	BİLEŞKE SADEME
B1 TİP	-0.00168	-0.18242	0.00734	0.18257
E1 TİP	0.07030	-0.20750	0.00536	0.21915
E2 TİP	-0.08815	-0.15685	0.00644	0.18003
F1	0.09999	-0.21950	0.00359	0.24123
F2	-0.13534	-0.14425	0.00472	0.19786
G1	-0.00167	-0.18154	0.00733	0.18169
G2	-0.00167	-0.18154	0.00733	0.18169

Bölüm 7.19’da yapılan açıklamalar yeterli görülmüş ve Tablo 7.6 için açıklama yapılmamıştır.

7.21 R=7250m Yatay Yarıçap İçin Tarı1 Eğrisinde Sademe Büyüklüklerinin Seçilen Modellerde İncelenmesi

Burada verilen Tablo 7.7, Tablo 7.8, Tablo 7.9’da açıkça görüldüğü gibi düşey kurbun hem kendisinin hemde dere veya tepe olması durumunda sademeye olan etkileri açık ve net bir biçimde görülmektedir. Fazla hacim kaplayacağından sadece 3 incelemeye ait tablolar Bölüm 7.19, Bölüm 7.20 ve bölüm 7.21’de örnek olarak verilmiştir.

Çizelge 7.7 : Tar1 Eğrisinin Seçilen Geometri Tiplerinde Km 0+400 için Sademe

	BOYUNA SADEME	YANAL SADEME	NORMAL SADEME	BİLEŞKE SADEME
B1 TİP	-0.00950	0.37666	-0.03658	0.37855
E1 TİP	0.06244	0.42863	-0.03138	0.43429
E2 TİP	-0.09590	0.32279	-0.03770	0.33884
F1	0.09207	0.45311	-0.02773	0.46320
F2	-0.14294	0.29601	-0.03645	0.33073
G1	0.10387	0.46627	-0.03056	0.47868
G2	-0.16443	0.28694	-0.04177	0.33334

Çizelge 7.8 : Tar1 Eğrisinin Seçilen Geometri Tiplerinde Km 0+750 için Sademe

	BOYUNA SADEME	YANAL SADEME	NORMAL SADEME	BİLEŞKE SADEME
B1 TİP	-0.02610	0.00000	0.00000	0.02610
E1 TİP	0.04592	-0.00004	0.00026	0.04592
E2 TİP	-0.11263	0.00000	0.00000	0.11263
F1	0.07571	0.00000	0.00000	0.07571
F2	-0.15997	0.00000	0.00000	0.15997
G1	0.08703	0.00075	-0.00450	0.08715
G1	-0.02601	0.00000	0.00000	0.02601
G2	-0.18042	0.00110	-0.00614	0.18053
G2	-0.02601	0.00000	0.00000	0.02601

Çizelge 7.9 : Tar1 Eğrisinin Seçilen Geometri Tiplerinde Km 1+000 için Sademe

	BOYUNA SADEME	YANAL SADEME	NORMAL SADEME	BİLEŞKE SADEME
B1 TİP	-0.02428	-0.11634	0.01856	0.12028
E1 TİP	0.04771	-0.13276	0.01555	0.14192
E2 TİP	-0.11073	-0.09920	0.01869	0.14984
F1	0.07743	-0.14051	0.01329	0.16098
F2	-0.15791	-0.09059	0.01747	0.18288
G1	-0.02420	-0.11577	0.01853	0.11971
G2	-0.02420	-0.11577	0.01853	0.11971

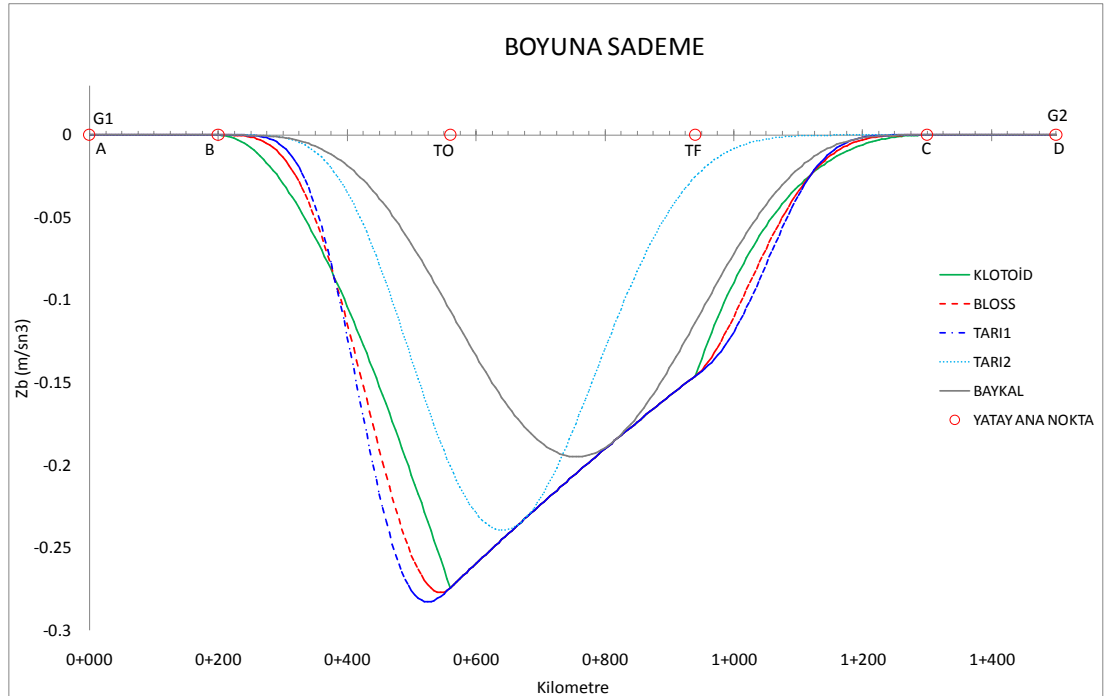
Sonuç olarak, Bölüm 7.19, Bölüm 7.20, Bölüm 7.21 de verilen sademe sonuçları değerlendirildiğinde düşey kurbun dere veya tepe olması durumundaki farklılığın kurb boyunca sademeye (+) veya (-) değer olarak yansıdığı açık bir şekilde Tablo 7.1, Tablo 7.2, Tablo 7.3, Tablo 7.4, Tablo 7.5, Tablo 7.6, Tablo 7.7, Tablo 7.8, Tablo 7.9’da ki değerler incelendiğinde görülmektedir.

Tüm düşey kurb içeren C, D, E, F, G, H tip modellere ait grafikler incelenmiş ve özellikle dere kurbun yol boyunca yan al sademe büyüklüğünü azaltıcı tepe düşey kurbun yol boyunca yan al sademe büyüklüğünü arttırıcı etkisi olduğu görülmüştür.

8. SABİT POZİTİF VE NEGATİF İVMELİ HAREKET MODELİNDE GEÇKİ GEOMETRİ TANIMLARININ SADEME FONKSİYON GRAFİKLERİ

İvmeli hareket modeli yatay geometride alinyimandan eğriselliğe girerken veya eğrisellikten alinyimana girerken aracın frenlemesi ve hızlanmasına bağlı olarak hızın değişkenliğinin görsellendiği modeldir. Bu modeli incelemek için ivmeli hareket başlangıç noktası olarak yatay eğriselliğin başladığı B veya TO noktası (km 0+200.00), bitiş noktası olarak yatay eğriselliğin bitim noktası olan C veya TF noktası (km 1+300.00) referans alınmıştır. Tüm ivmeli hareket modellerinde söz edilen kilometreler arası ivmeli hareket olduğu kabul edilmiş diğer aralıklarda sabit hızlı hareket olduğu varsayılmıştır.

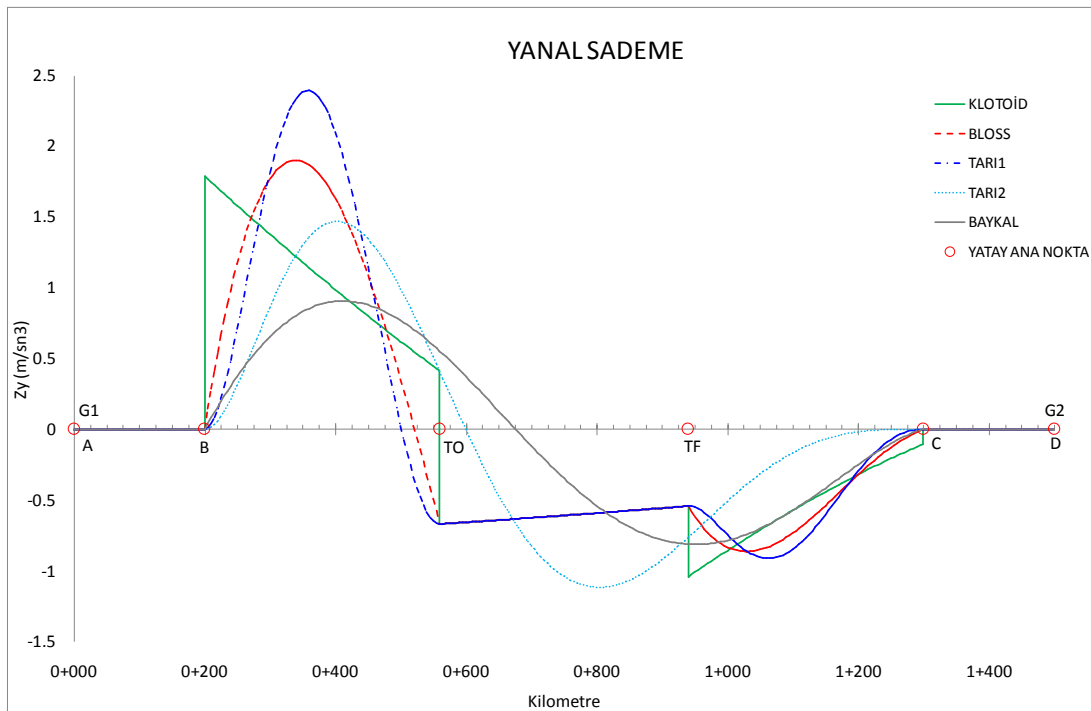
8.1 V1=400 km/h, V2=200 km/h Hızlar İçin Negatif İvmeli Hareket Modelinde B1 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi



Şekil 8.1: B1 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m

Şekil 8.1’de kullanılan hız modeli 400 km/h hızdan 200 km/h hıza doğru negatif ivmeli modeldir. Yavaşlama B ana noktasında başlamış ve C noktasında son bulmuştur. A-B ana noktaları arasında 400 km/h, C-D ana noktaları arasında 200 km/h sabit hız modeli uygulanmıştır. Grafikte boyuna sademenin hızla beraber azaldığı görülmekte, sıçrama şeklinde oluşan bir sademe etkisi görülmemektedir. Aynı hız modeli, belirtilen B1 tip model geometriye ait tüm grafiklerin hazırlanmasında kullanılmıştır.

Şekil 8.2’de B1 tip modelin negatif ivmeli hareket modelinde yanal sademe grafiği verilmektedir.

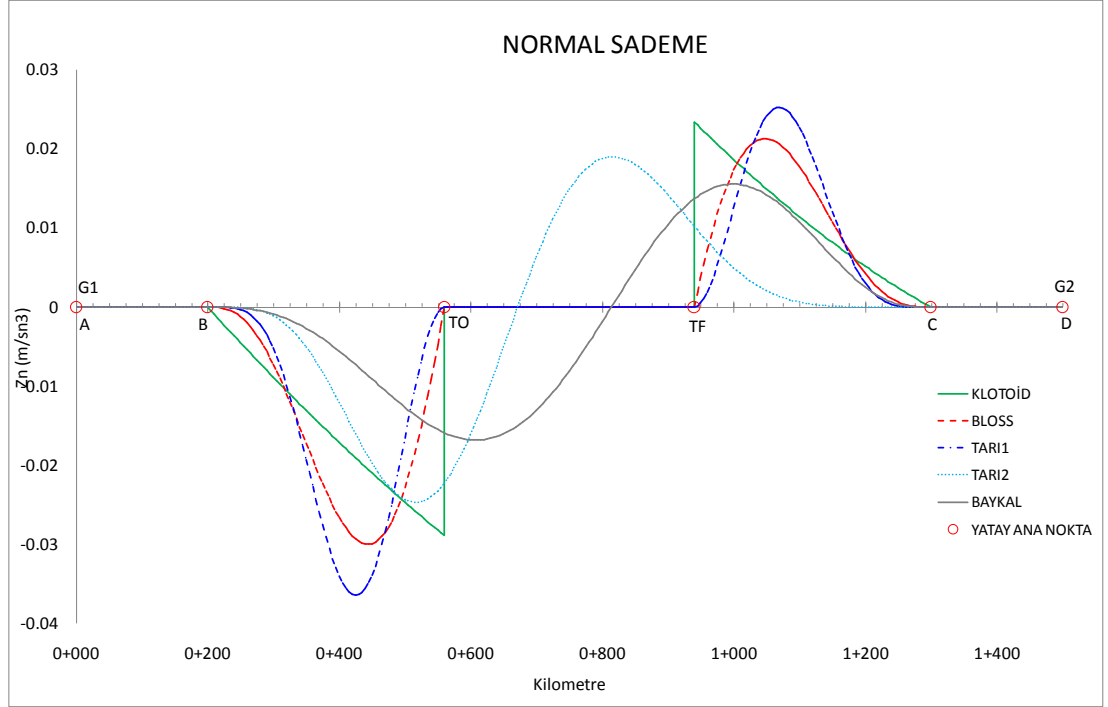


Şekil 8.2: B1 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m

Sabit ivmeli modelin Şekil 8.2’de verilen yanal sademe grafiğinde Tarı2 ve Baykal eğrilerinin Şekil 7.2’de verilen sabit hızlı model ile kıyaslandığında tip modelin yakın olduğu görülmektedir. Klotoid, Bloss ve Tarı1 eğrilerinde TO-TF arasında bulunan dairesel kurb üzerinde Şekil 7.2 de 0 olan sademe etkisinin, Şekil 8.2 de -0.7 m/sn³ e çıktığı görülmektedir. Ayrıca sıçrama şeklinde olan sademe değişkenlikten dolayı Şekil 8.2’de farklı bir tip oluşturmaktadır. Buda ivmeli hareketin sademeye olan etkisini göstermektedir. Eğrilerin sademe büyüklüğüne bakılırsa maksimum 0.9 m/sn³ Baykal eğrisi için elde edilen sademe değeri en düşük değerdir.

Yanal sademe grafiği genel olarak incelendiğinde Baykal eğrisinin B1 tip modelde negatif ivmeli harekette en iyi sademe sonucunu verdiği görülmektedir.

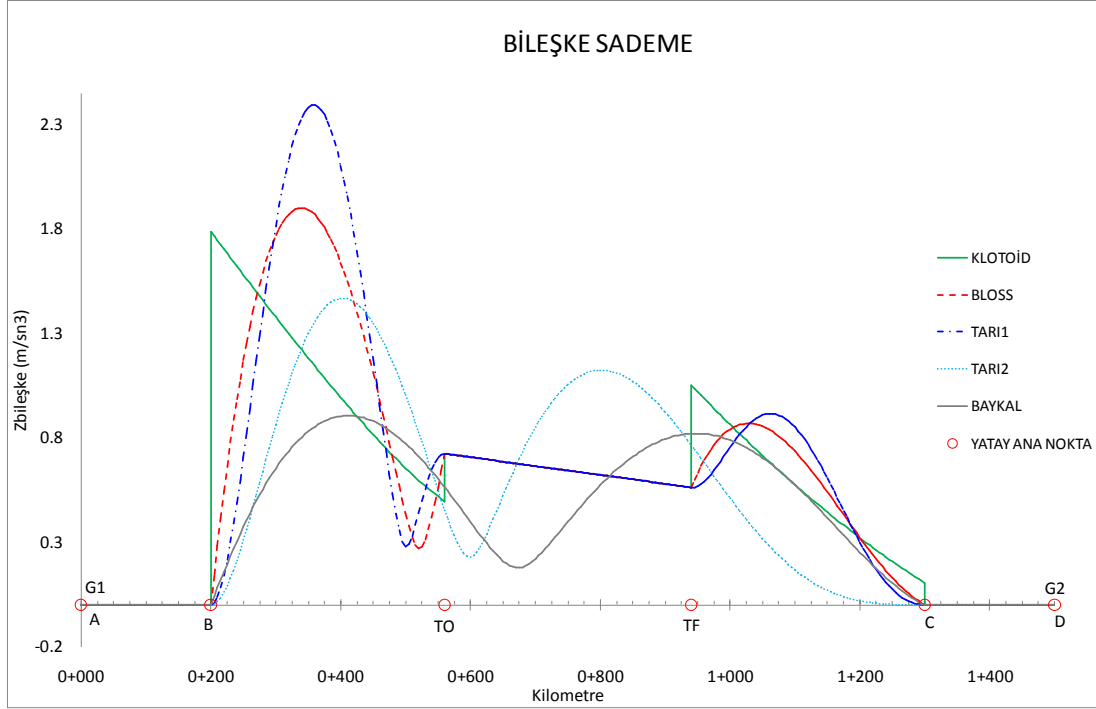
Şekil 8.3'te B1 tip modelin negatif ivmeli hareket modelinde normal sademe grafiği verilmektedir.



Şekil 8.3: B1 Tip Geometri Modeli için Negatif  vmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m

Normal sademe grafiği sabit ivmeli modelde  ekil 8.3 için incelenirse,  ekil 7.7'de oluşan sademe tip modeli ile aynı kalmıştır. Sadece sademe büyüklüğü ivme ile beraber 0 ile 0.012 m/sn3 arasında değişim göstermektedir. Normal sademede geometriden kaynaklanmayan, hıza bağlı sıçrama söz konusu olmamakta, model yapısı korunmaktadır.

Şekil 8.4'te verilen bileşke sademe grafiğini,  ekil 7.8'de verilen grafik ile kıyaslandığında hız modeline bağlı sademe ve tip model değişimleri görülmektedir. Hıza bağlı olarak,  ekil 8.4'te verilen grafikte sademe büyüklüğünde azalma görülmektedir.

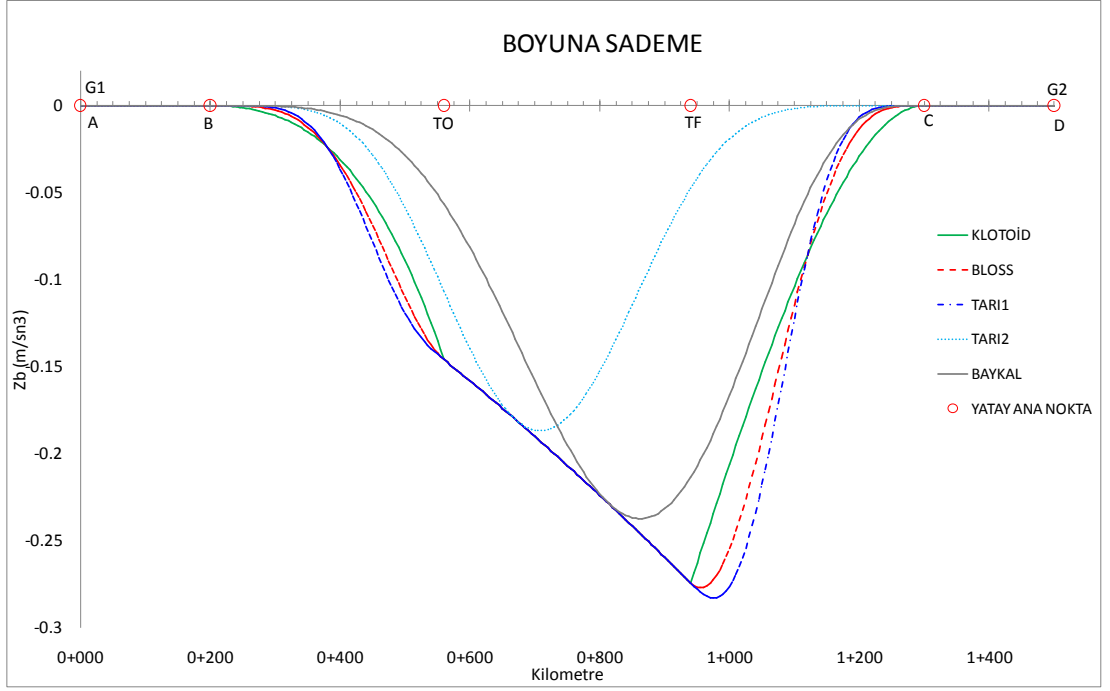


Şekil 8.4: B1 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V_1=400\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$

Genel olarak, Şekil 8.1, Şekil 8.2, Şekil 8.3 ve Şekil 8.4 incelendiğinde oluşan sademelerin ve sıçrama biçiminde süreksizliklerin sabit hızlı modele göre değişiklik gösterdiği görülmektedir. Baykal eğrisi B1 tip modelin negatif ivmeli harekette boyuna, yanal ve normal sademe incelemesinde en iyi sonucu vermektedir. Klotoid, Bloss, Tarı1, Tarı2 eğrileri bu modelde sademe büyüklüğü bakımından yetersiz kalmaktadır.

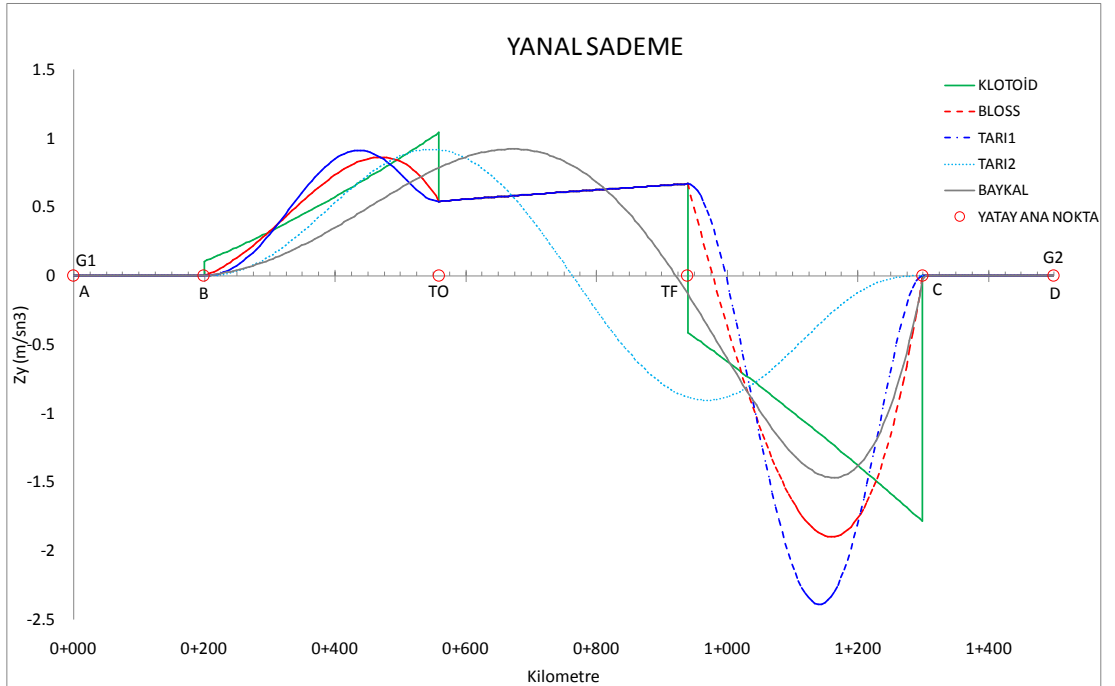
8.2 $V_1=200\text{ km/h}$, $V_2=400\text{ km/h}$ Hızlar İçin Pozitif İvmeli Hareket Modelinde B1 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi

Şekil 8.5'te B1 tip modelin pozitif ivmeli hareket modelinde boyuna sademe grafiği verilmektedir. Boyuna sademe grafiğinde sademe ivmeye bağlı olarak artmış ve model olarak Şekil 8.1'de verilen boyuna sademe grafiğine göre aynalanmış modelini oluşturmaktadır. B1 tip modelin pozitif ivmeli hareket modelinde hıza bağlı olarak herhangi bir sıçrama şeklinde sademe süreksizliği oluşmamaktadır.



Şekil 8.5: B1 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği $V1=200\text{km/h}$, $V2=400\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$

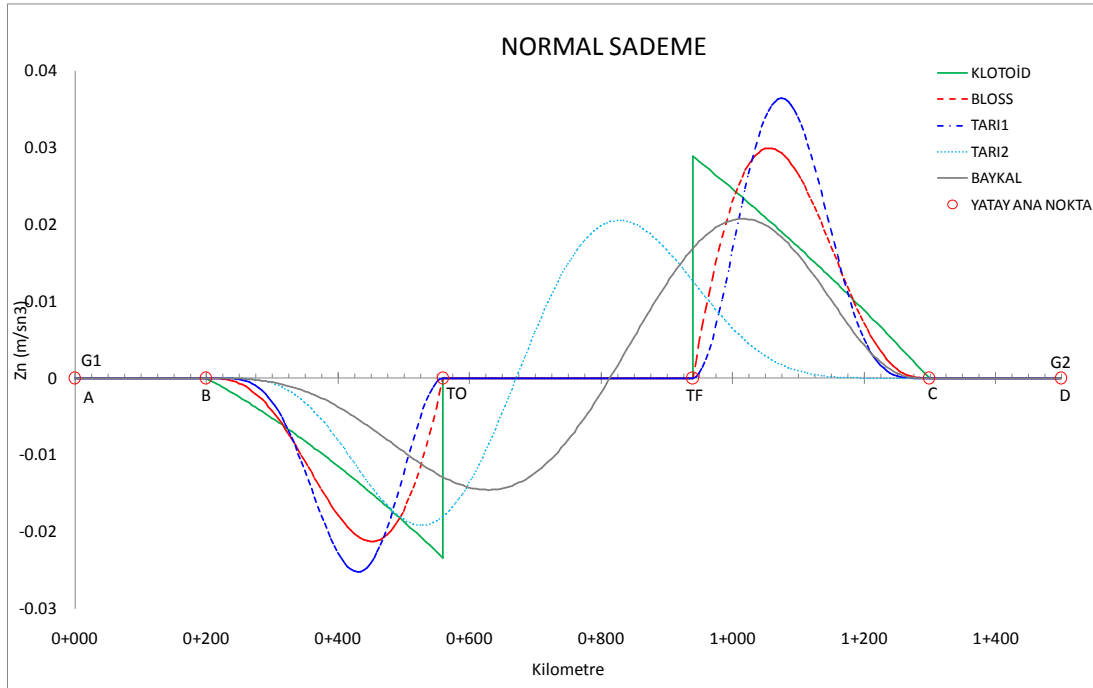
Şekil 8.6’da B1 tip modelin pozitif ivmeli hareket modelinde yanal sademe grafiği verilmektedir.



Şekil 8.6: B1 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V1=200\text{km/h}$, $V2=400\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$

Şekil 8.6’da TF ana noktasından sonra oluşan sademe büyüklükleri klotoid, Bloss, Tari1, Baykal eğrilerinde -1 m/sn³ ile -2.5 m/sn³ arasında değerler almasına rağmen Tari2 eğrisi bu modelde 0.93 m/sn³ üzerine çıkmamaktadır. Bu modelde en iyi sademe sonucu Tari2 eğrisi vermektedir. Grafikte de görüldüğü üzere en düşük genlik değeri yine Tari2 eğrisinde bulunmaktadır.

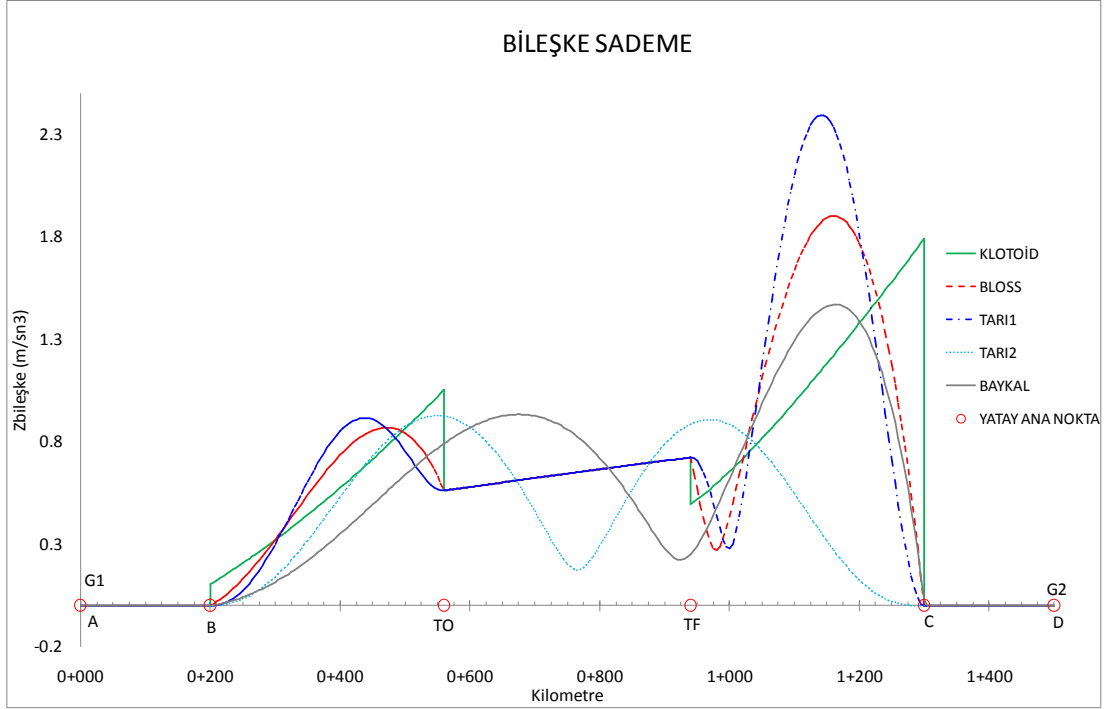
Şekil 8.7’ de B1 tip modelin pozitif ivmeli hareket modelinde normal sademe grafiği verilmektedir.



Şekil 8.7: B1 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m

Şekil 8.7’de normal sademe grafiğine bakılırsa TF ana noktasından sonra hıza bağlı olarak sademe büyüklüğü artmıştır. Grafiğin tip modelinde hıza bağlı herhangi bir sıçrama şeklinde sademe süreksizliği olmamaktadır.

Şekil 8.8’de B1 tip modelin pozitif ivmeli hareket modelinde bileşke sademe grafiği verilmektedir. Bileşke sademe grafiğinde de görüldüğü gibi hıza bağlı olarak TF ana noktasından sonra klotoid, Bloss, Tari1, Baykal eğrilerinde ciddi yükselişler olmasına rağmen Tari2 eğrisinde bu yükseliş görülmemektedir.



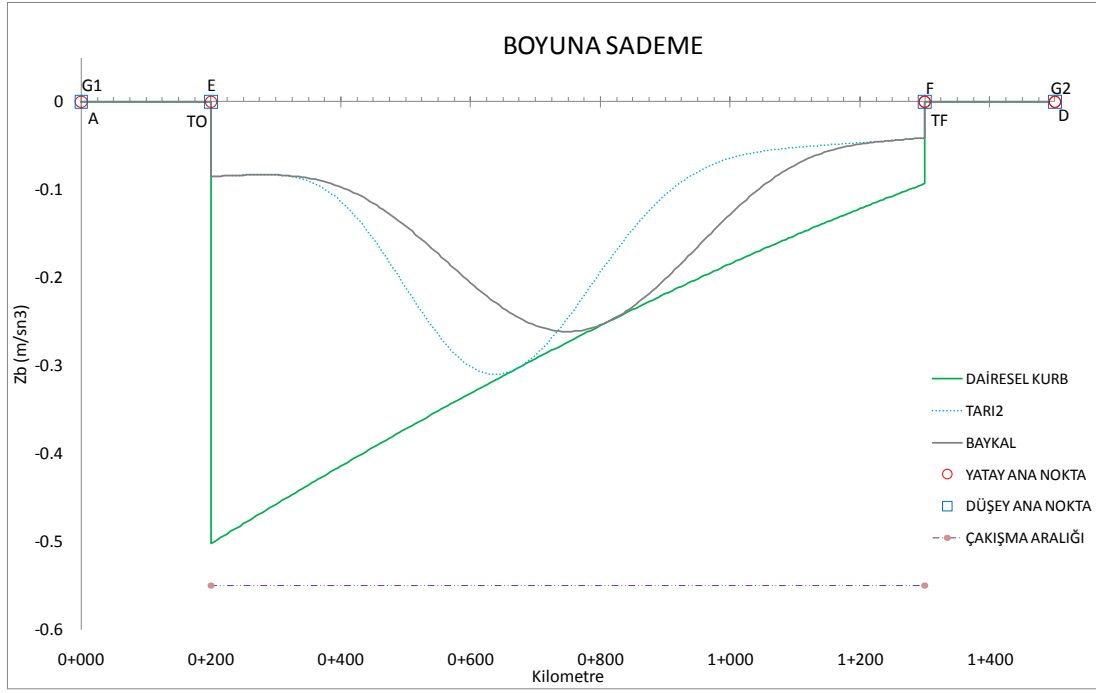
Şekil 8.8: B1 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V1=200\text{km/h}$, $V2=400\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$

Sonuç olarak B1 tip modelde pozitif ivmeli harekette boyuna sademe, yanal sademe, normal sademe ve bileşke sademe için en iyi sonucu Tari2 eğrisi vermektedir.

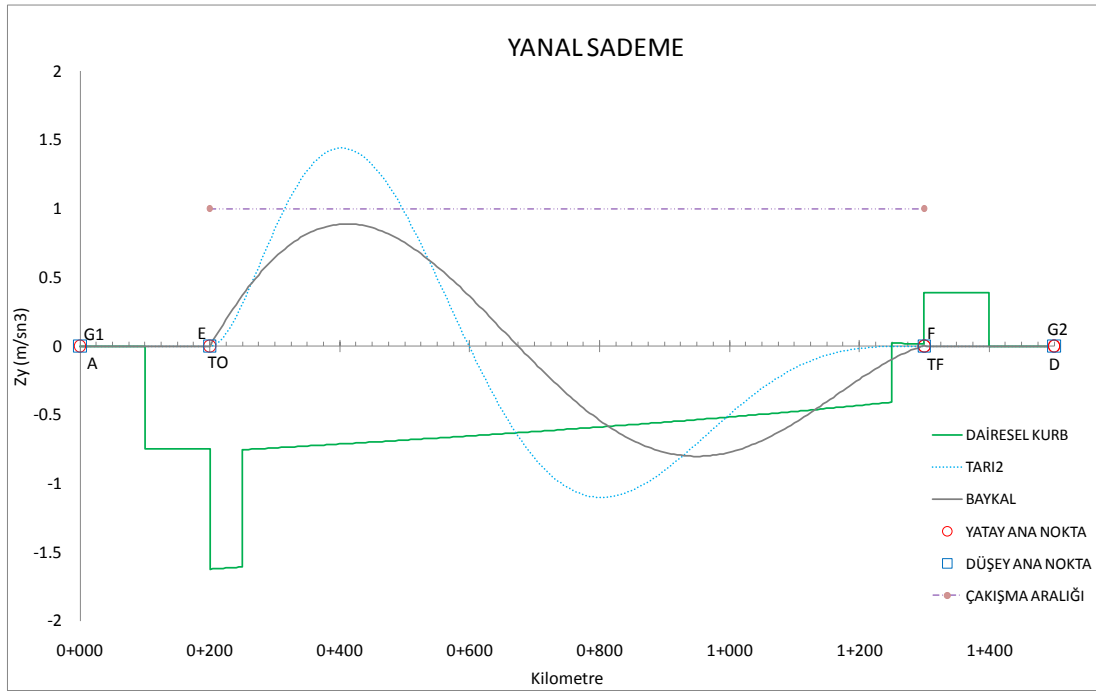
8.3 $V1=400\text{ km/h}$, $V2=200\text{ km/h}$ Hızlar İçin Negatif İvmeli Hareket Modelinde C2 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi

Bu bölüm ve daha sonra verilecek olan Bölüm 8.4, Bölüm 8.5, Bölüm 8.6’da yer alan grafikler değerlendirilirken Bölüm 7.3’te verilen bilgi dahilinde değerlendirme yapılmalıdır.

Şekil 8.9’da C2 tip modelin negatif ivmeli hareket modelinde boyuna sademe grafiği verilmektedir. Bu grafikte görüldüğü gibi sıçrama şeklindeki sademe düşey kurbun varlığından kaynaklanmaktadır. Düşey kurb başlangıç noktası ve bitiş noktası bu geometri tipinde yatay kurb başlangıç ve bitiş noktası ile aynıdır. Negatif ivmeli hareket modeline ait olduğundan dolayı sademe büyüklüğü azalan bir eğilim göstermektedir. Özellikle dairesel kurbada meydana gelen sıçramalar hem dever fonksiyonundan hem de düşey kurbun etkisinden dolayı meydana gelmektedir. En kötü sademe sonucunu grafiklerden de anlaşılacağı gibi dairesel kurb vermektedir.

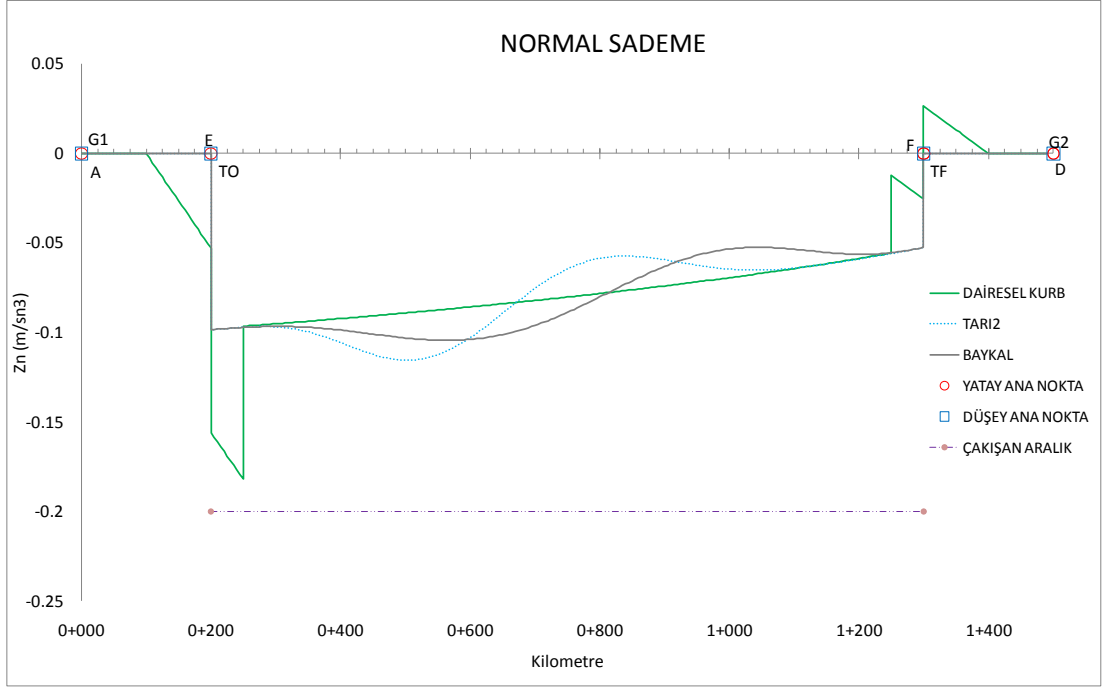


Şekil 8.9: C2 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m

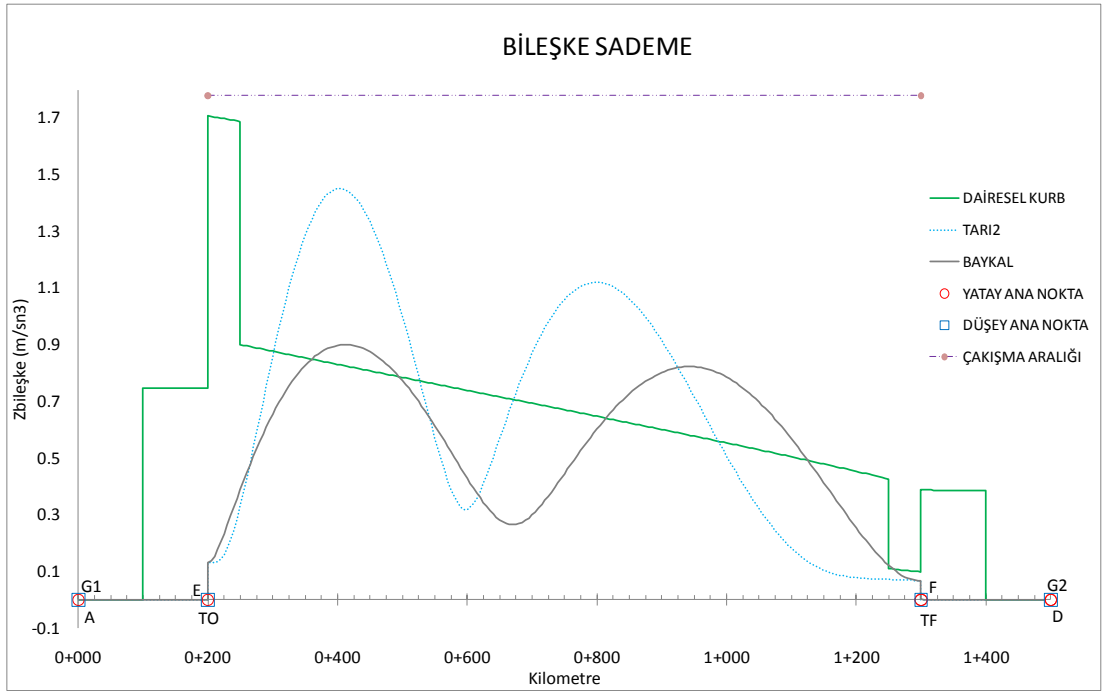


Şekil 8.10: C2 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m

Şekil 8.10'da verilen yanal sadem grafiğinde sademe büyüklüğü bakımından en iyi sonucu Baykal eğrisi vermektedir. Dairesel kurb başlangıç ve bitim noktası olan E ve F ana noktalarında meydana gelen sıçrama düşey kurbdan kaynaklanmaktadır.



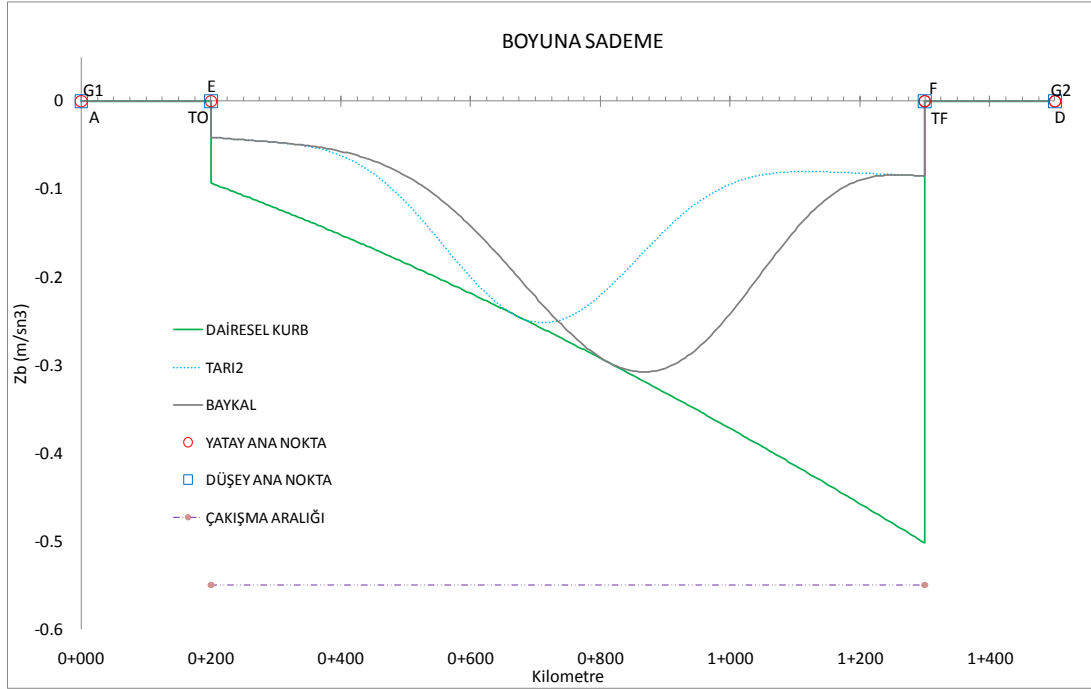
Şekil 8.11: C2 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V_1=400\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$



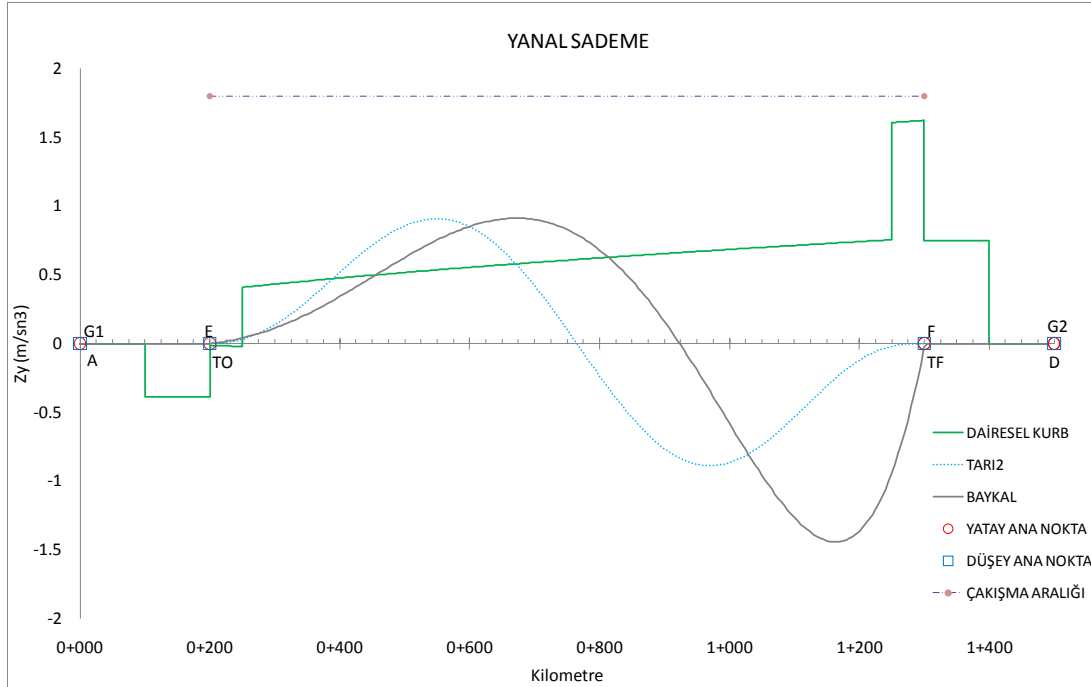
Şekil 8.12: C2 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V_1=400\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$

Şekil 8.11 ve Şekil 8.12 incelendiğinde E ve F noktalarında oluşan sıçrama biçiminde sademe düşey kurbdan dolayı meydana gelmektedir. Konuyla ilgili diğer bölümlerde ayrıntılı açıklama yapılacaktır.

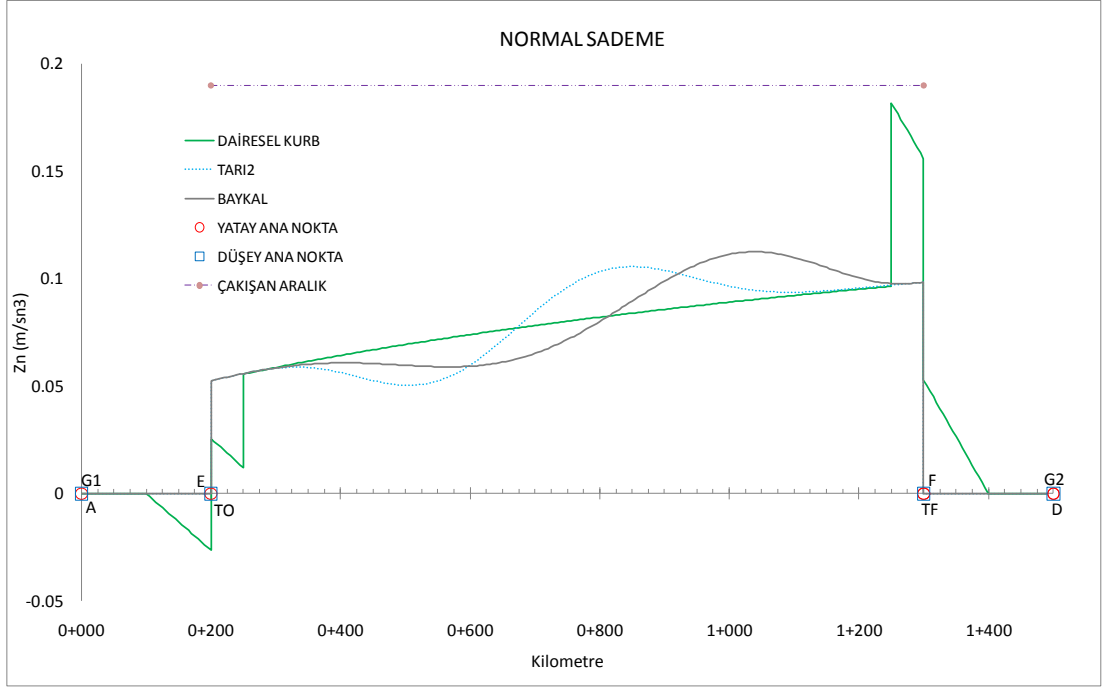
8.4 V1=200 km/h, V2=400 km/h Hızlar İçin Pozitif İvmeli Hareket Modelinde C2 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi



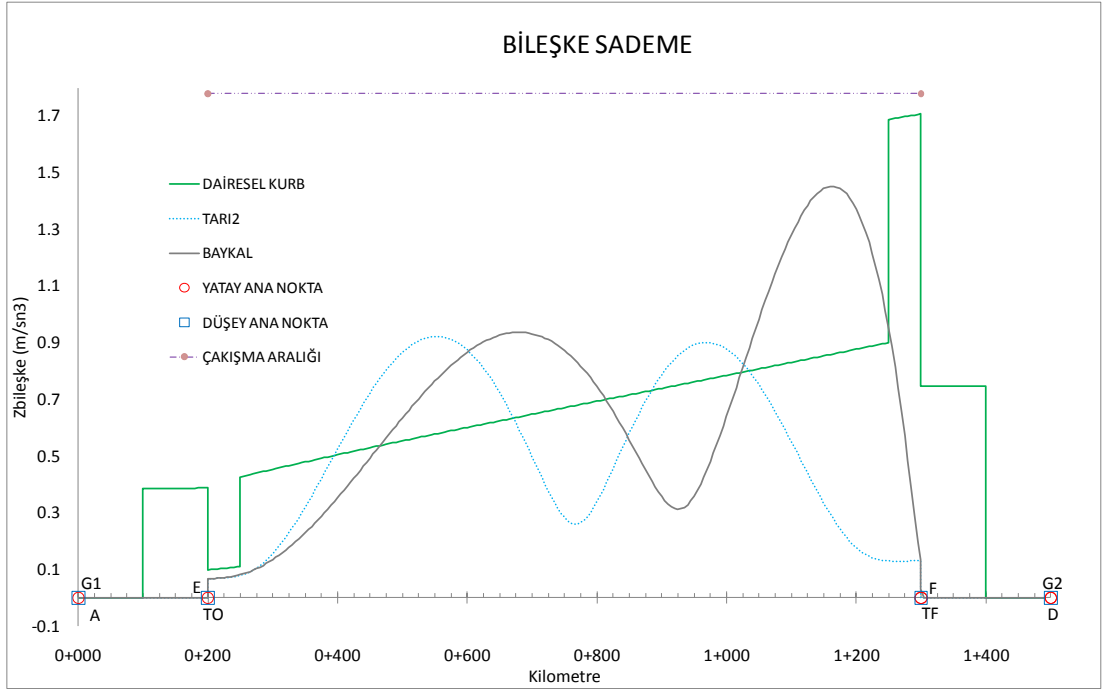
Şekil 8.13: C2 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m



Şekil 8.14: C2 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m



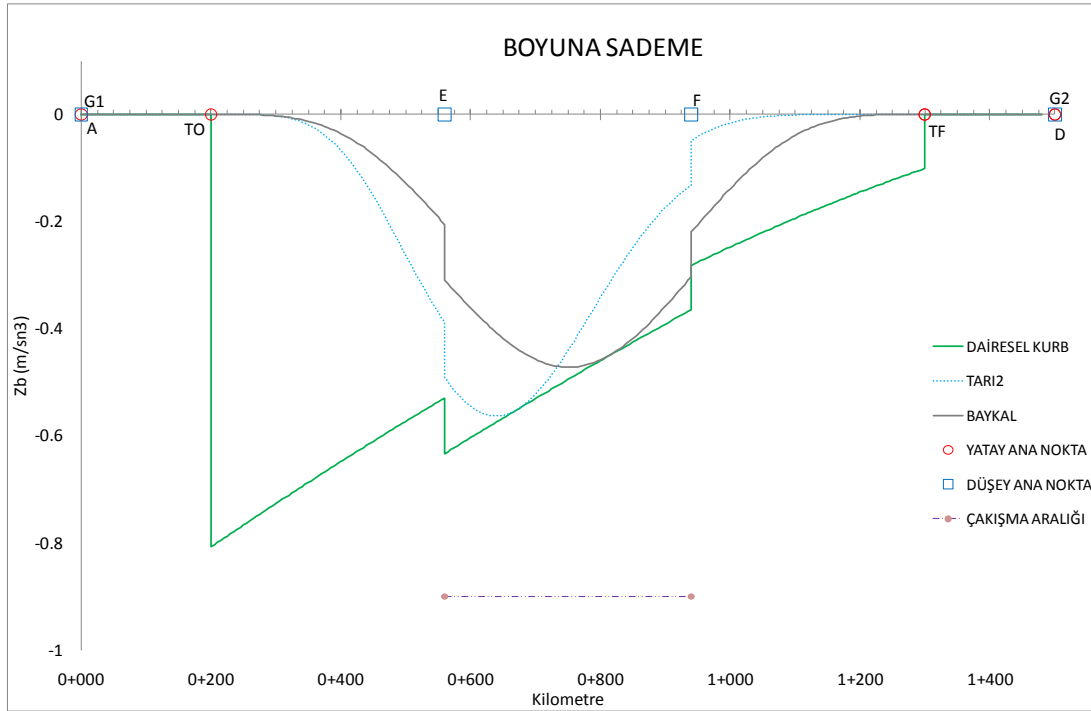
Şekil 8.15: C2 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m



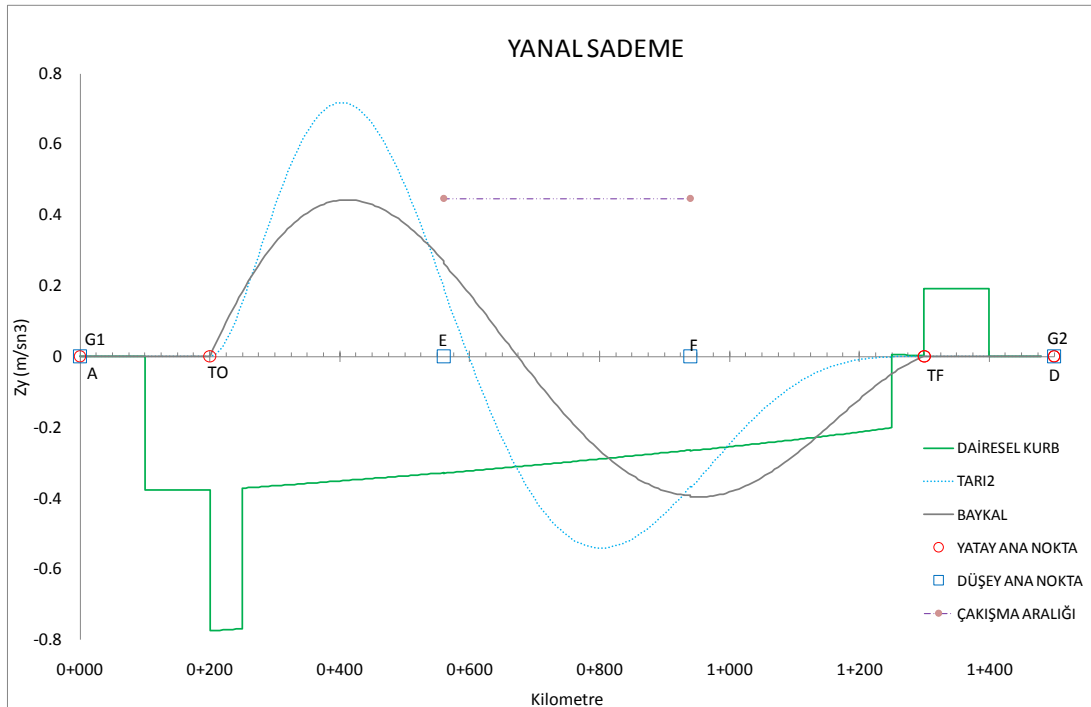
Şekil 8.16: C2 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m

Bölüm 8.1, Bölüm 8.2 ve Bölüm 8.3'te benzer sademe durumları olduğundan dolayı Şekil 8.13, Şekil 8.14, Şekil 8.15, Şekil 8.16'da verilen grafiklerde oluşan sademe ile ilgili açıklama verilmemiştir.

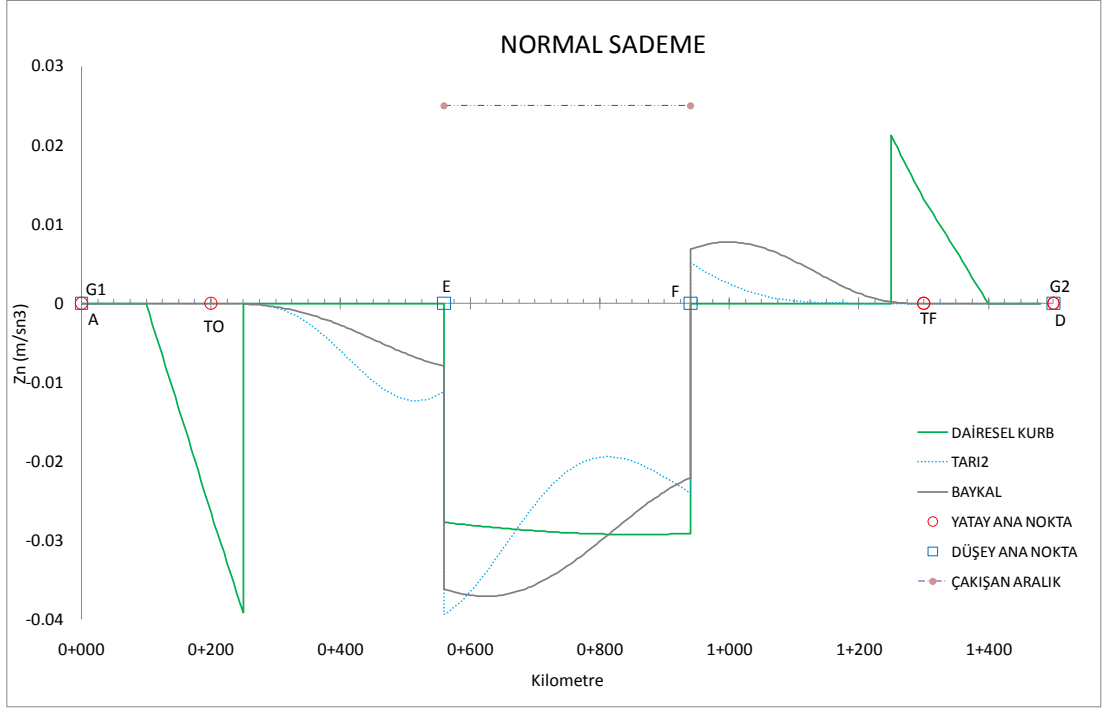
8.5 V1=200 km/h, V2=100 km/h Hızlar İçin Negatif İvmeli Hareket Modelinde D2 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi



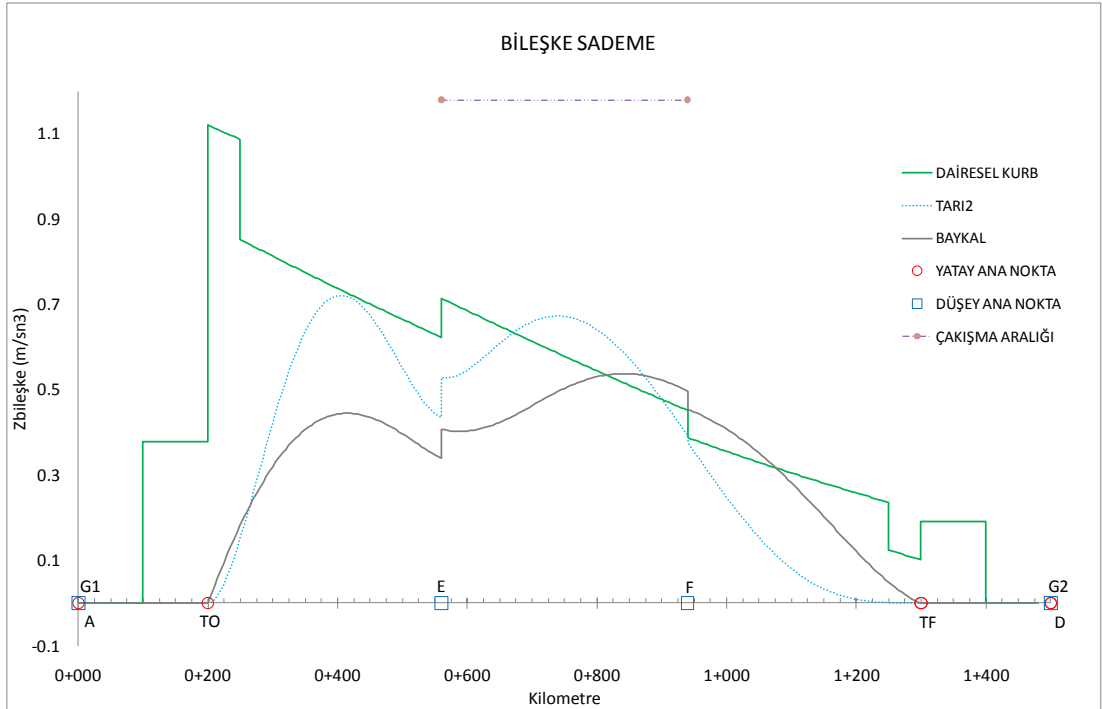
Şekil 8.17: D2 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=100km/h Yatay R=460m



Şekil 8.18: D2 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=100km/h Yatay R=460m



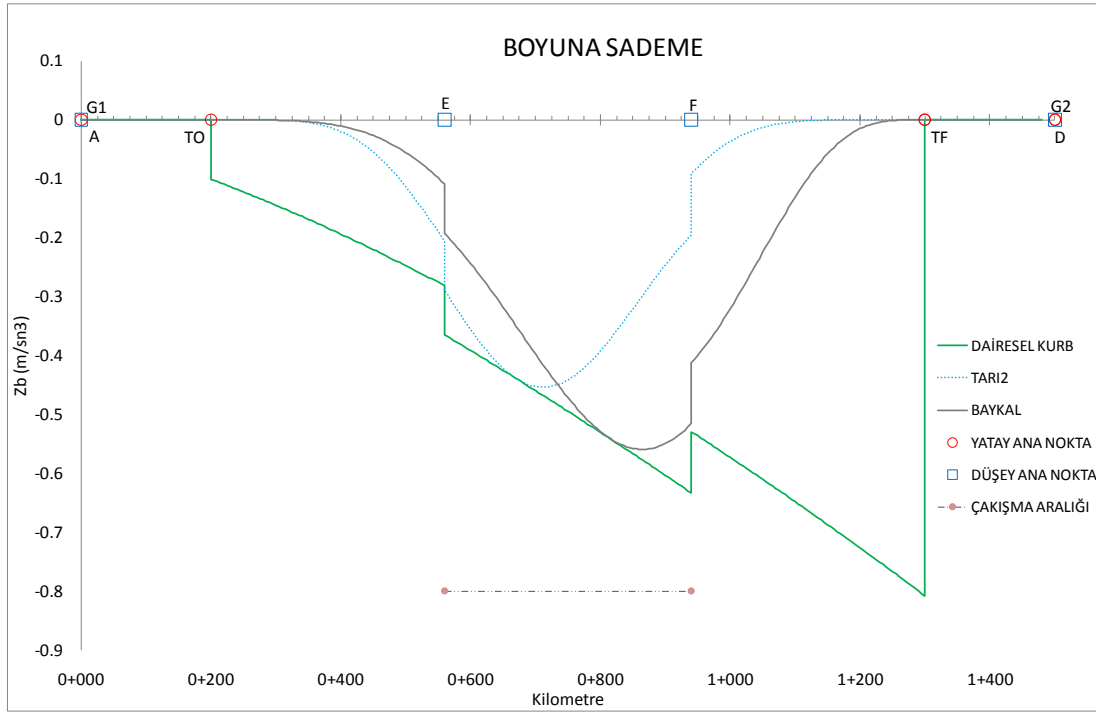
Şekil 8.19: D2 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=100\text{km/h}$ Yatay $R=460\text{m}$



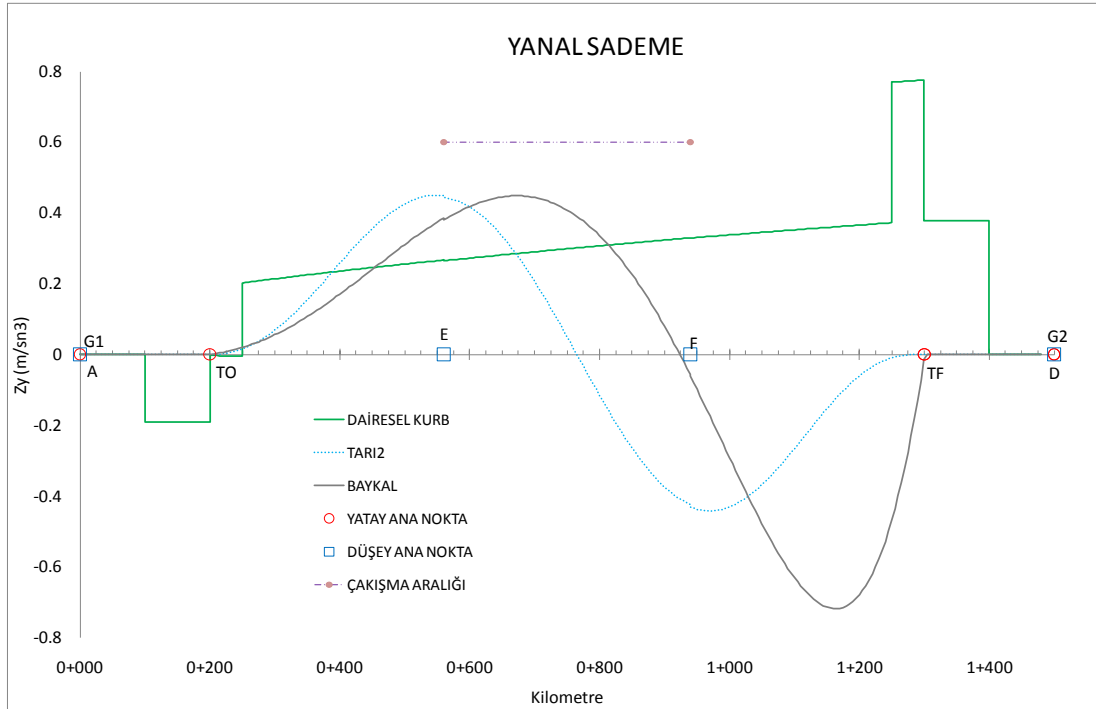
Şekil 8.20: D2 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=100\text{km/h}$ Yatay $R=460\text{m}$

Bölüm 8.1, Bölüm 8.2 ve Bölüm 8.3’de benzer sademe durumları olduğundan dolayı Şekil 8.17, Şekil 8.18, Şekil 8.19, Şekil 8.20’de verilen grafiklerde oluşan sademe ile ilgili açıklama verilmemiştir.

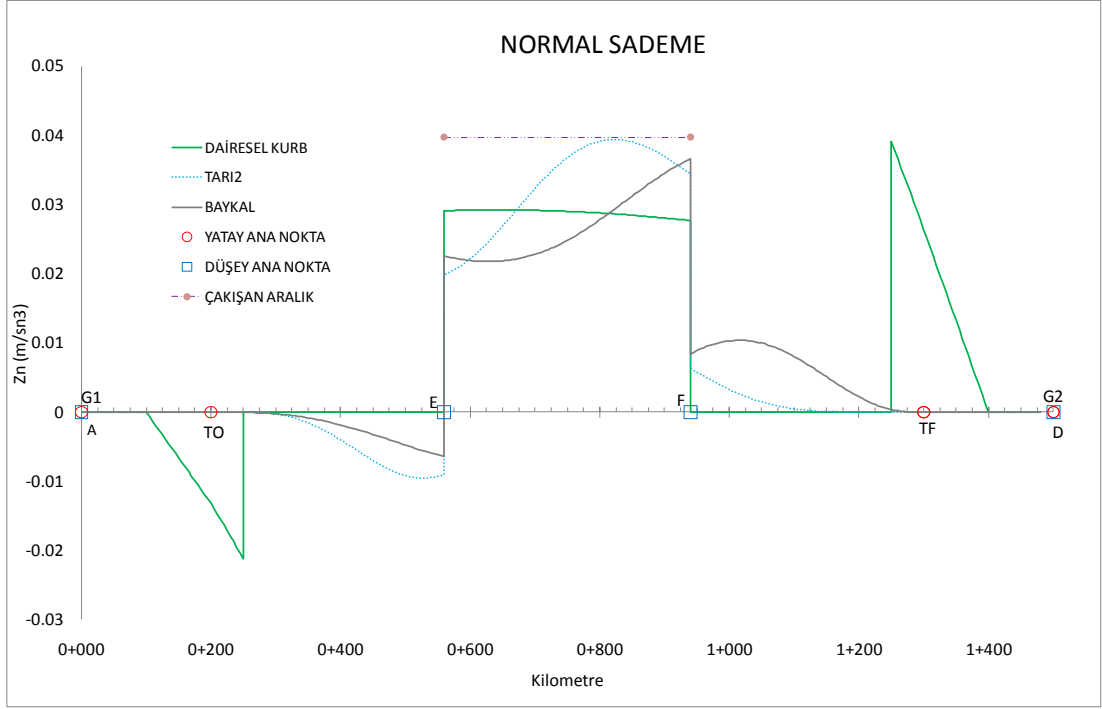
8.6 V1=100 km/h, V2=200 km/h Hızlar İçin Pozitif İvmeli Hareket Modelinde D2 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi



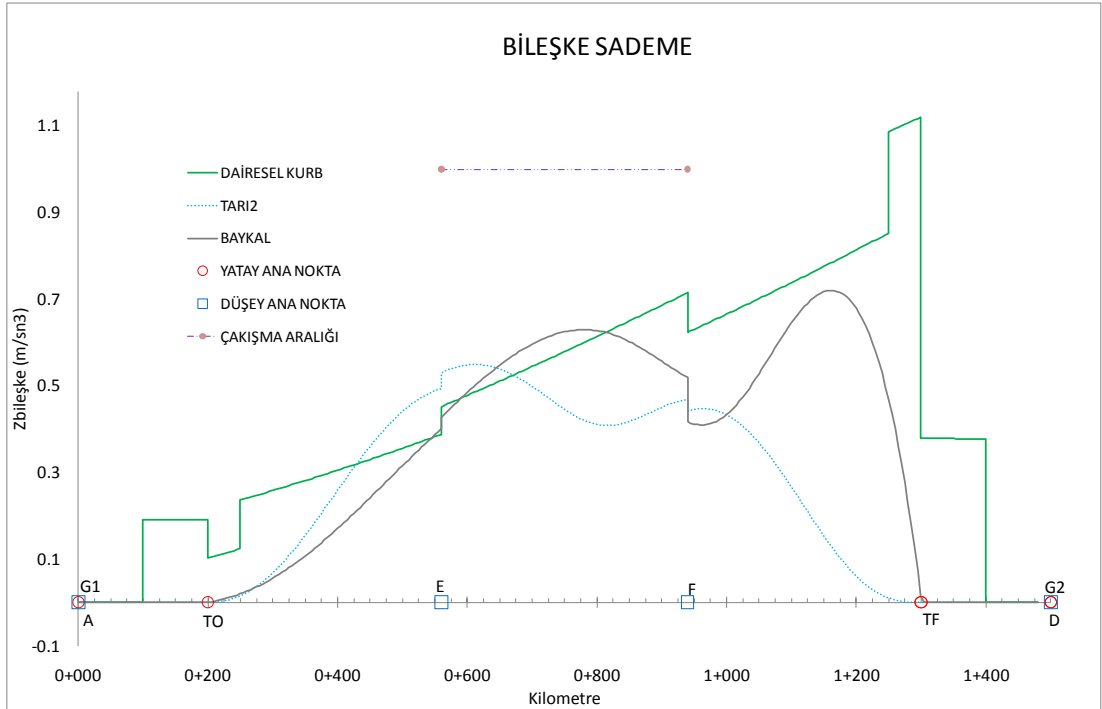
Şekil 8.21: D2 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=100km/h, V2=200km/h Yatay R=460m



Şekil 8.22: D2 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=100km/h, V2=200km/h Yatay R=460m



Şekil 8.23: D2 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=100km/h, V2=200km/h Yatay R=460m



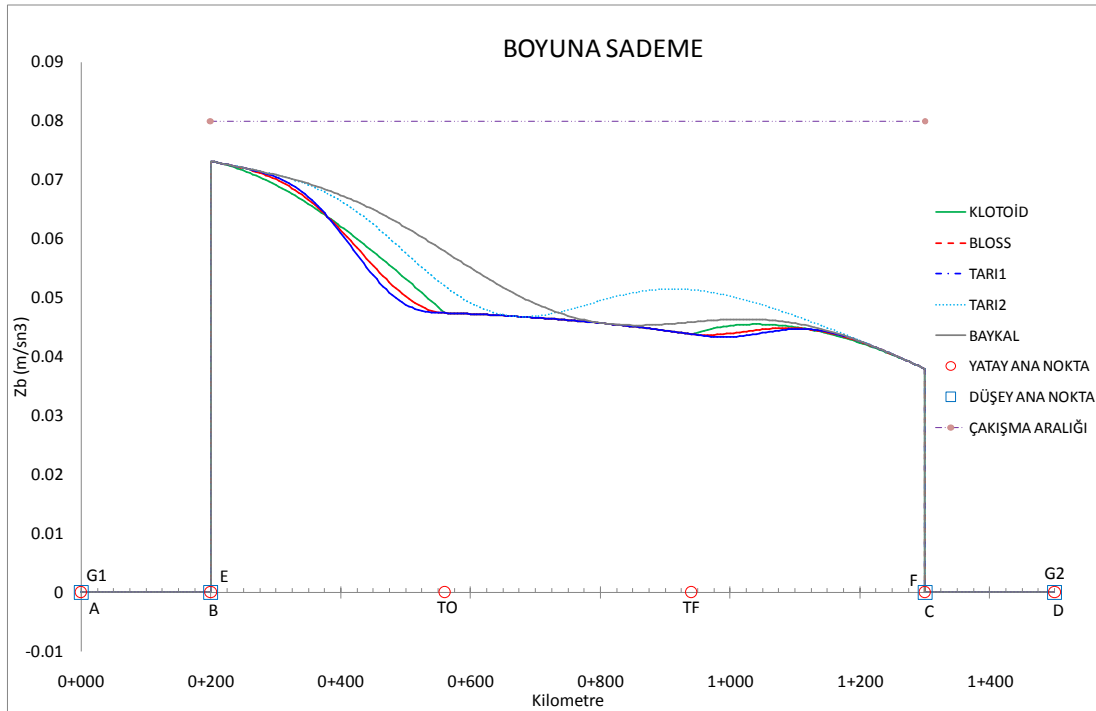
Şekil 8.24: D2 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=100km/h, V2=200km/h Yatay R=460m

Bölüm 8.1, Bölüm 8.2 ve Bölüm 8.3'te benzer sademe durumları olduğundan dolayı Şekil 8.21, Şekil 8.22, Şekil 8.23, Şekil 8.24'de verilen grafiklerde oluşan sademe ile ilgili açıklama verilmemiştir.

8.7 V1=400 km/h, V2=200 km/h Hızlar İçin Negatif İvmeli Hareket Modelinde E1 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi

E1 tip geometrinin negatif ivmeli harekette incelenmesi boyuna sademe bakımından incelendiğinde genel olarak Şekil 7.29’da bulunan sabit hızlı model grafiğinden farkı sademenin sıçramadan sonra düzenli azalması şeklinde gerçekleşmektedir.

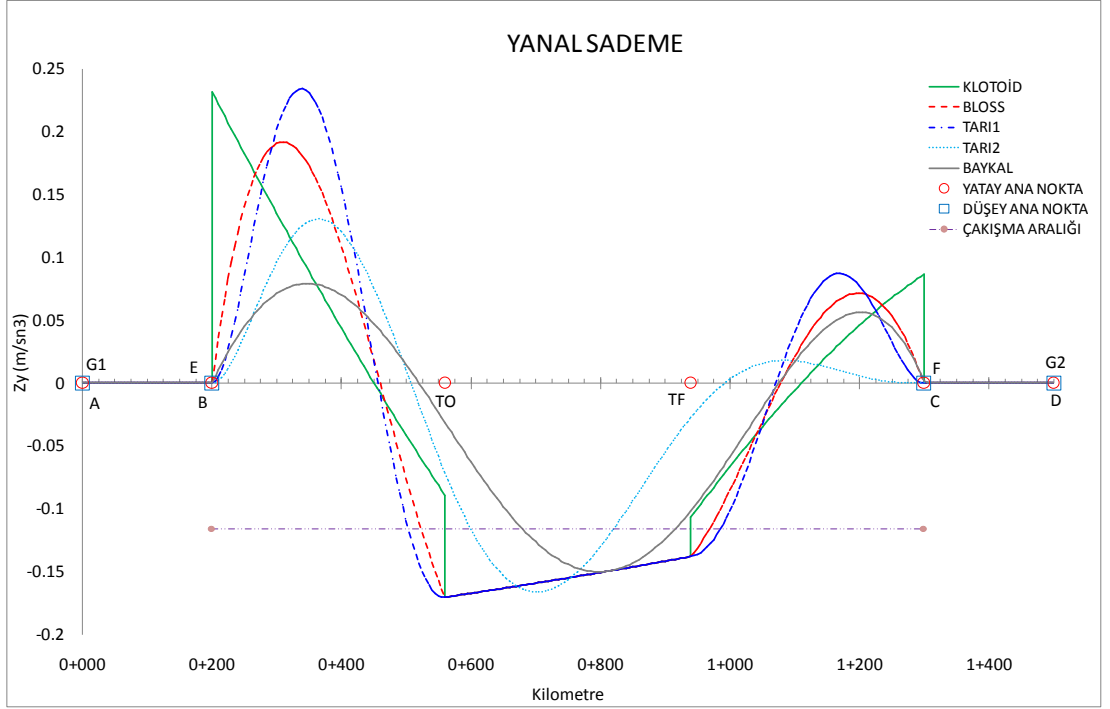
Şekil 8.25’te E1 tip modelin negatif ivmeli hareket modelinde boyuna sademe grafiği verilmektedir.



Şekil 8.25: E1 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m

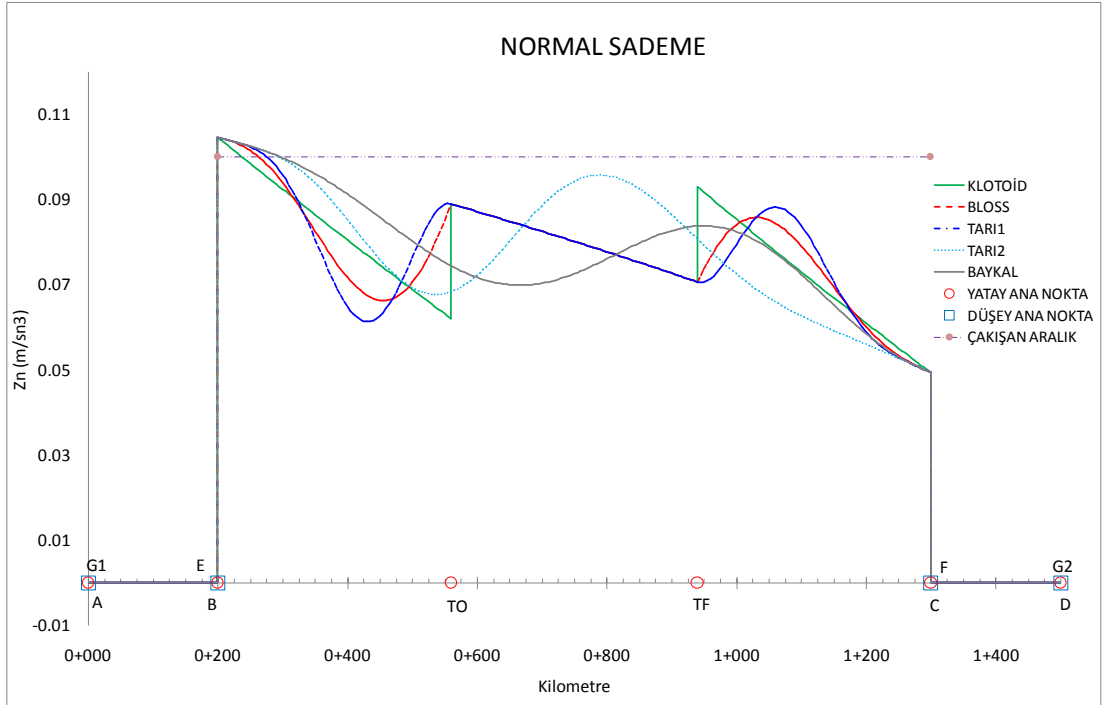
Şekil 8.26’da E1 tip modelin negatif ivmeli hareket modelinde yanal sademe grafiği verilmektedir.

Yanal sademe grafiğinin Şekil 7.30’daki sabit hızlı model grafiğinden farkı, yanal sademe maksimum büyüklüğünün azalması, TO-TF arasında oluşan sademenin klotoid, Bloss, Tar1 eğrileri için yaklaşık -0.13 m/sn³ ile -0.17 m/sn³ arasında değişken olması ve tüm eğriler için TF-C ana noktaları arasında sademenin yön değiştirmesidir. Bu modelde sademe büyüklüğü ve genlik bakımından en iyi sonucu Baykal eğrisi vermektedir.



Şekil 8.26: E1 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V1=400\text{km/h}$, $V2=200\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$

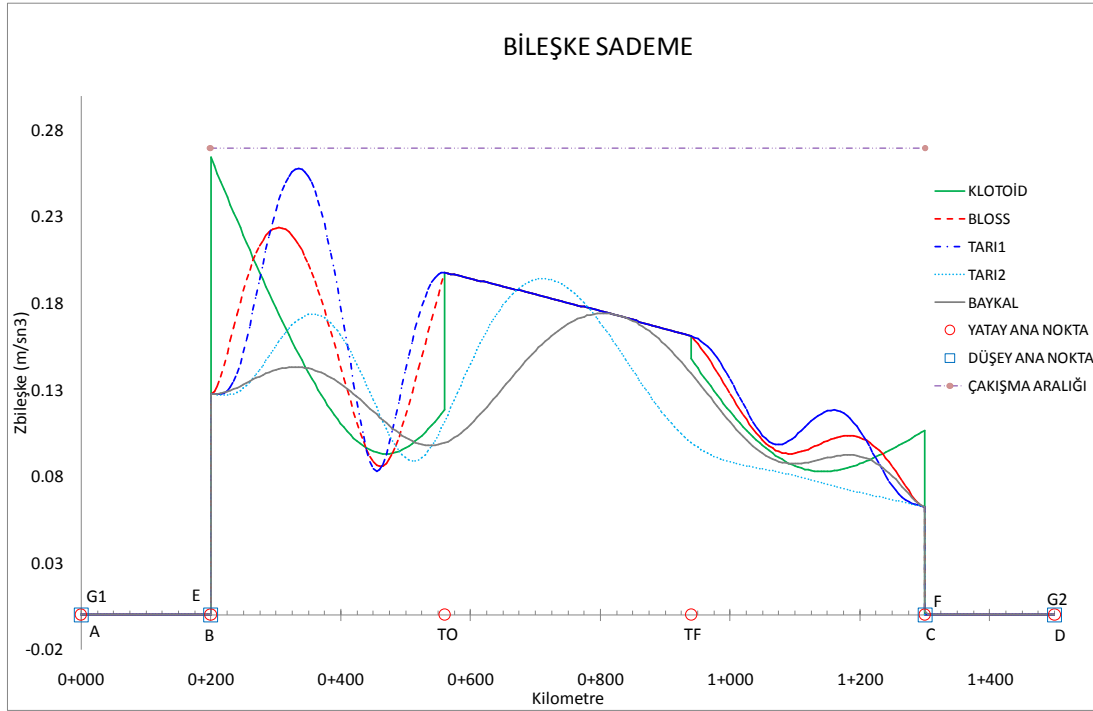
Şekil 8.27’de E1 tip modelin negatif ivmeli hareket modelinde normal sademe grafiği verilmektedir.



Şekil 8.27: E1 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V1=400\text{km/h}$, $V2=200\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$

Şekil 8.27’de normal sademe grafiğinde E noktasında sademe sıçraması yaklaşık olarak 0.105 m/sn³ ve Şekil 7.31’de sabit hızlı hareket modelinde 0.003 m/sn³ sademe sıçraması görülmektedir. Aynı geometri modelinde ani hız azalması normal sademenin artmasına sebep olduğu grafiklerde görülmektedir. Ayrıca normal sademe, Şekil 7.31’de (+) ve (-) yönde değer alırken, Şekil 8.27’de sadece (+) yönde değer almıştır.

Şekil 8.28’de E1 tip modelin negatif ivmeli hareket modelinde bileşke sademe grafiği verilmektedir.

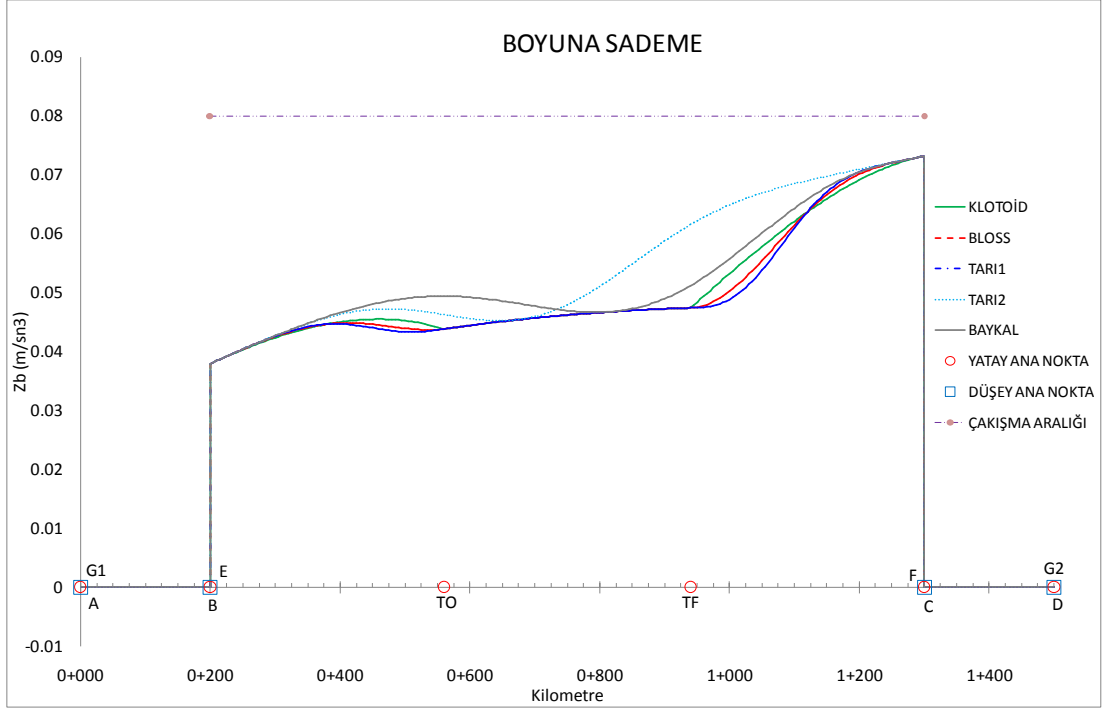


Şekil 8.28: E1 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m

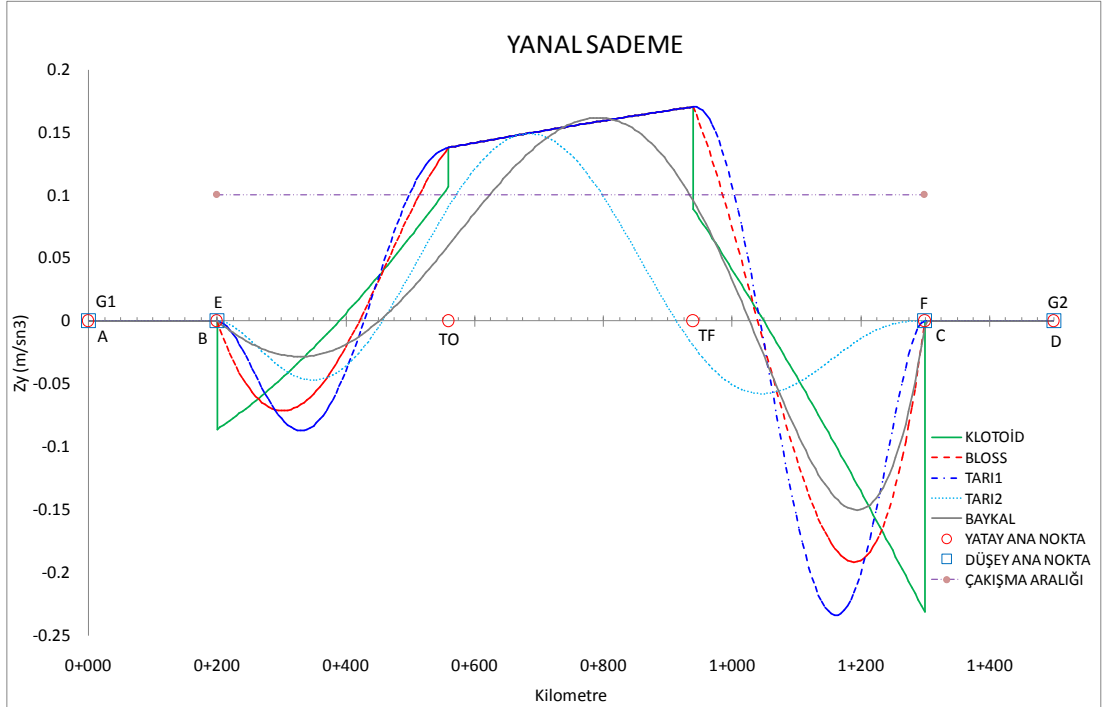
Bileşke sademe grafiği olan Şekil 8.28’de negatif hızlı hareket modelindeki bileşke sademenin büyüklüğünün, Şekil 7.32’de bulunan sabit hızlı modelde olan bileşke sademe grafiği ile kıyaslandığında azaldığı görülmektedir. Buda hızın azalmasıyla ilişkili bir durumdur. Ayrıca düşey ana noktalarda oluşan sıçrama şeklinde sademe Şekil 8.28 de artmıştır.

Genel olarak bu modelde en iyi sademe sonucunu Baykal eğrisi vermektedir. Bunun yanı sıra klotoid eğrisinin model değişiminden en çok etkilenen eğri olduğu verilen Şekil 8.25, Şekil 8.26, Şekil 8.27 ve Şekil 8.28’de görülmektedir.

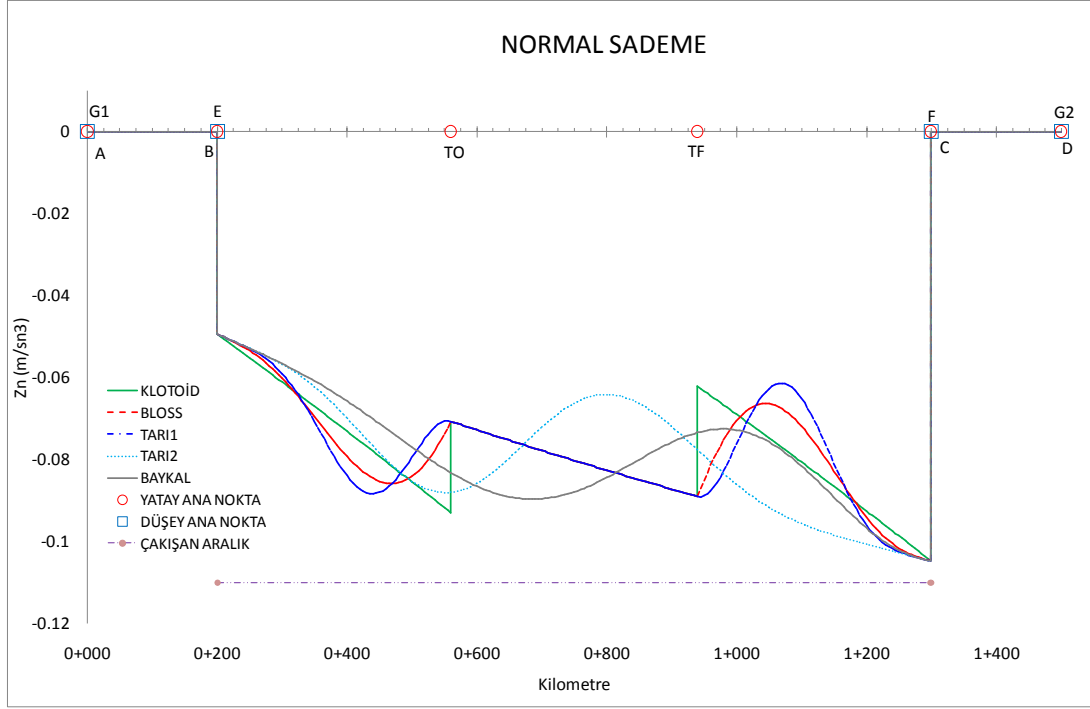
8.8 V1=200 km/h, V2=400 km/h Hızlar İçin Pozitif İvmeli Hareket Modelinde E1 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi



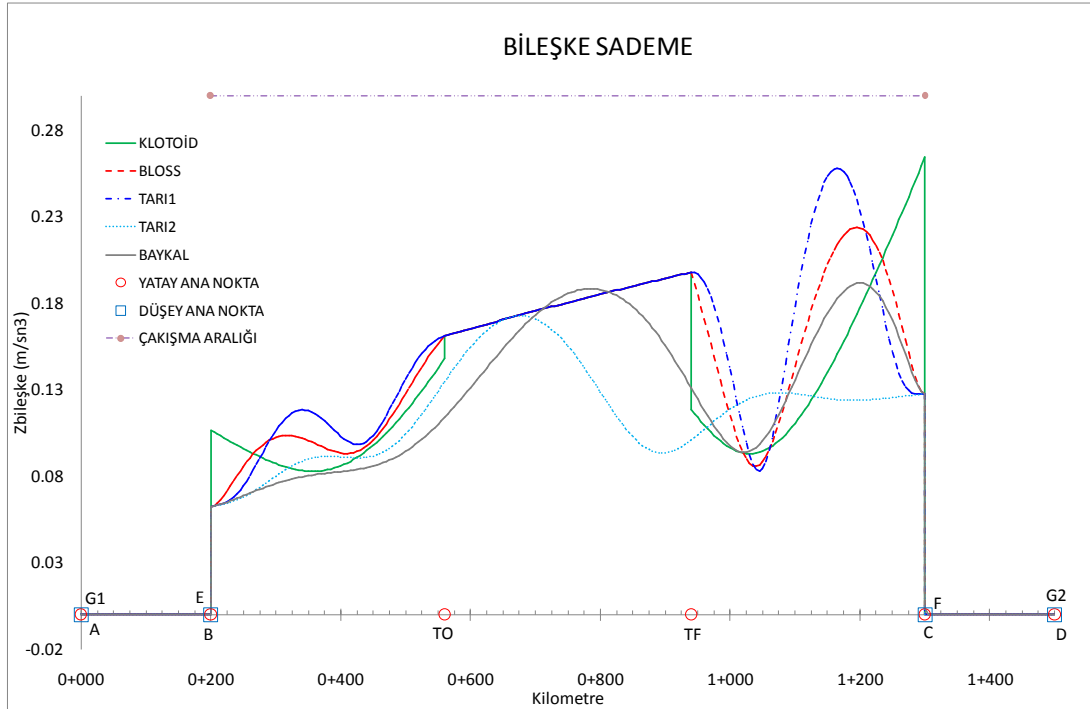
Şekil 8.29: E1 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m



Şekil 8.30: E1 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m



Şekil 8.31: E1 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=400\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$



Şekil 8.32: E1 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=400\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$

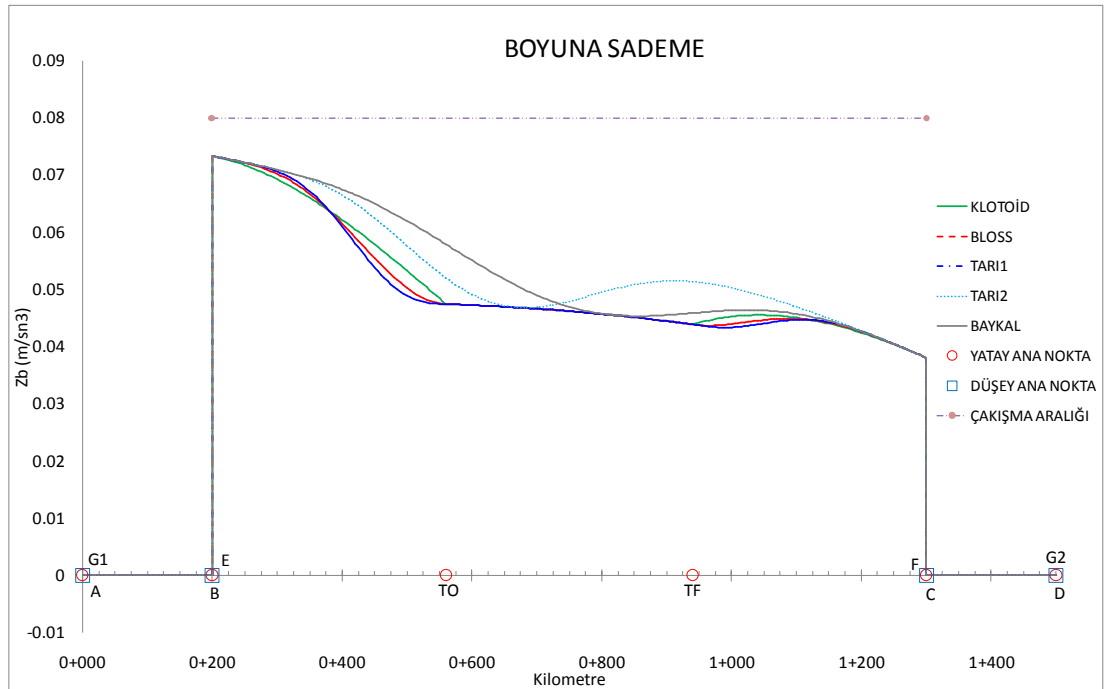
Şekil 8.29, Şekil 8.30, Şekil 31, Şekil 8.322de verilen boyuna sademe, yanal sademe, normal sademe ve bileşke sademe grafikleri incelendiğinde bölüm 8.7’de bulunan incelemelerden farklı olarak yanal sademe ve normal sademe grafiği yön değiştirmiştir ve sademe büyüklükleri tüm grafiklerde artış göstermiştir. Bu bölümde

yapılan inceleme ile Bölüm 8.7’de yapılan inceleme arasındaki en büyük fark sademe yönünden Tarı2 eğrisinin diğer eğrilere göre üstünlük göstermesidir.

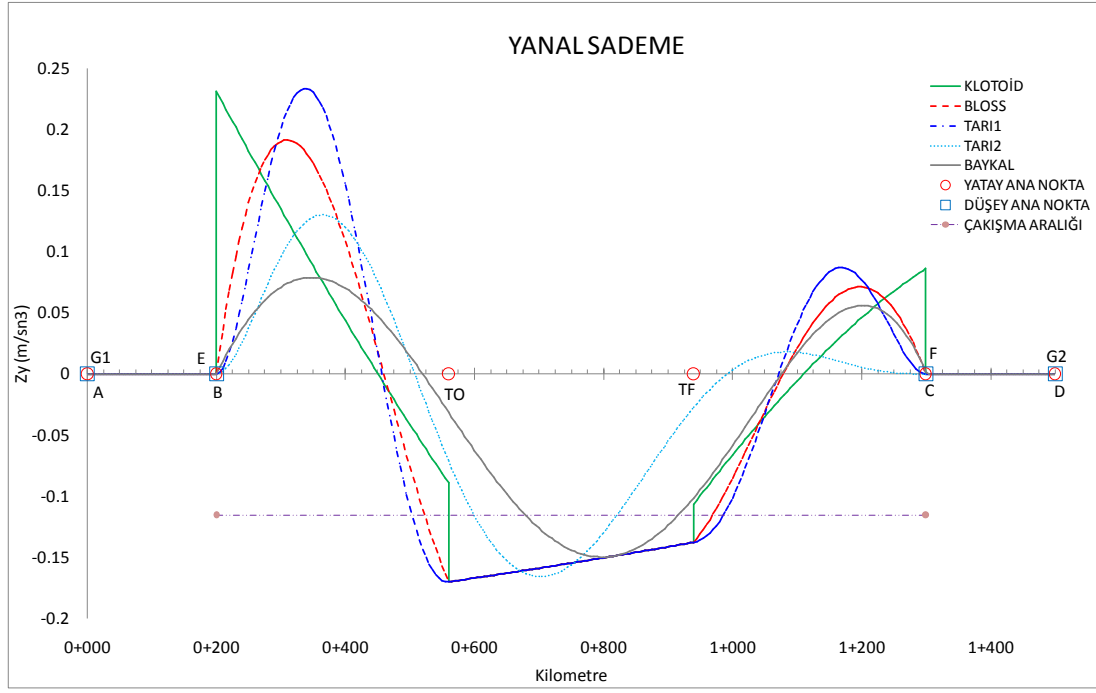
Bölüm 8.7 ve Bölüm 8.8 genel anlamda değerlendirildiğinde sıçrama biçiminde sademe süreksizliği olsa da sademe büyüklüğü bakımından tutarlılık göstermektedir.

8.9 V1=400 km/h, V2=200 km/h Hızlar İçin Negatif İvmeli Hareket Modelinde E3 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi

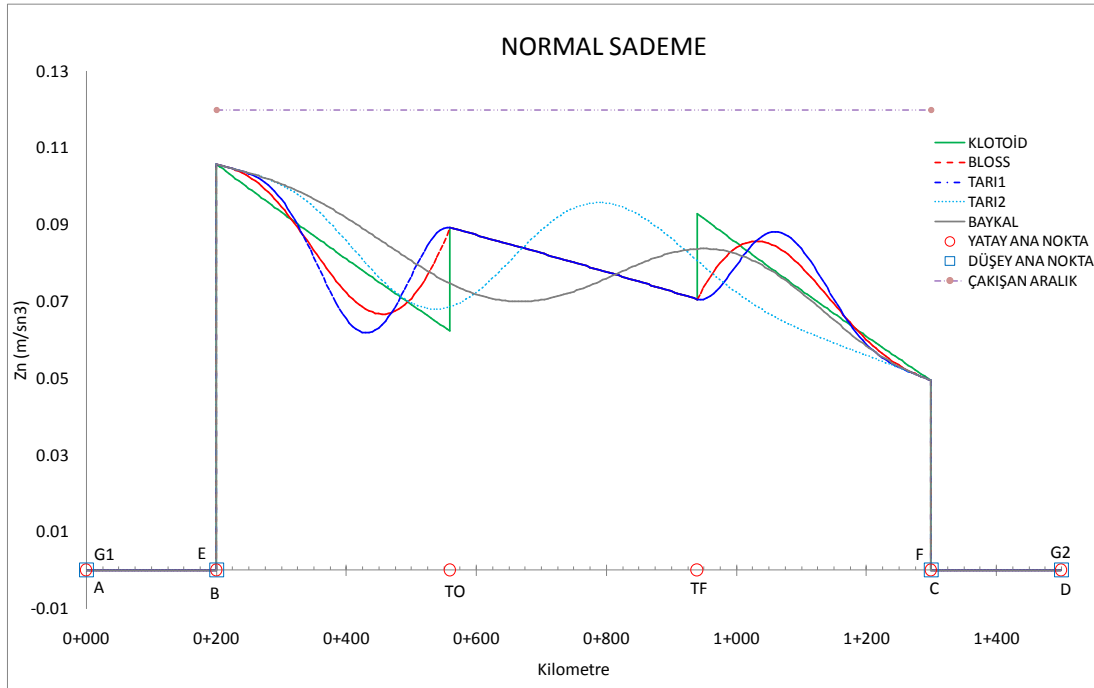
Bu bölümde verilen inceleme ile Bölüm 8.7’de verilen incelemede aynı yatay geometri büyüklükleri kullanılmıştır. Düşey geometri olarak bu modelde dairesel kurb kullanılmıştır. Düşey kurb yarıçapı büyük olduğundan dolayı düşey dairesel kurbun etkisi, Bölüm 8.7’de kullanılan düşey parabolik kurb ile aynı etkiyi göstermektedir ve sademe sonuçları arasındaki fark ihmal edilecek kadar küçüktür. Bu sebebden dolayı bu bölümde ve bundan sonra verilecek olan Bölüm 10’da açıklama yapılmaya gerek duyulmamıştır.



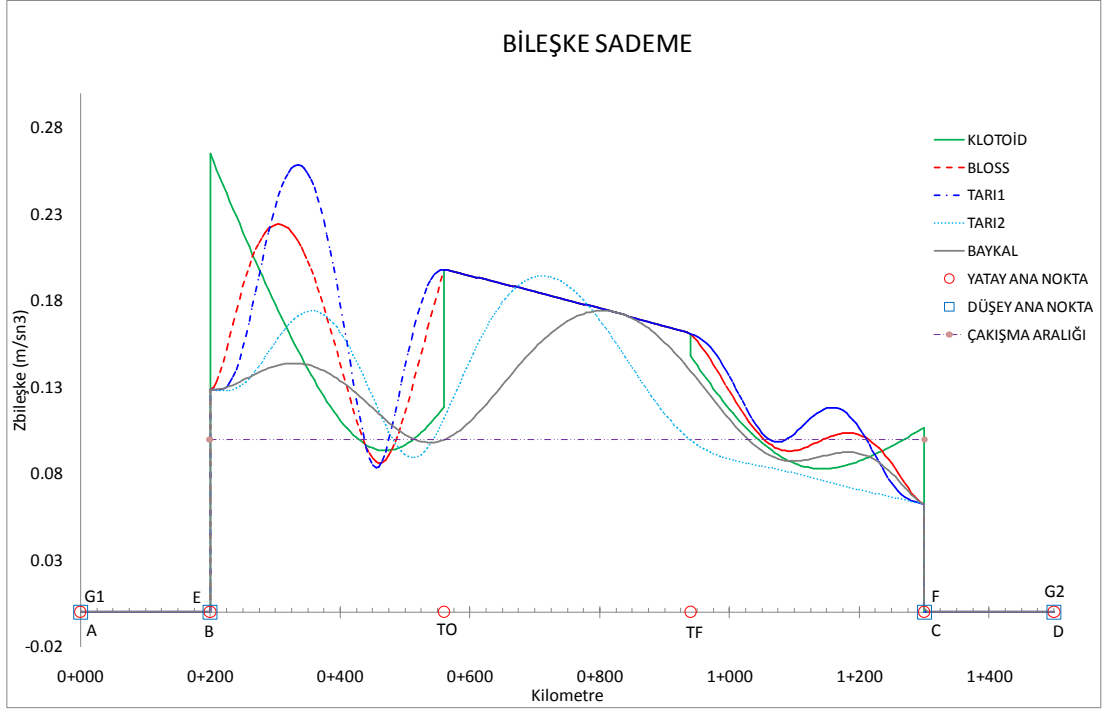
Şekil 8.33: E3 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=7250m



Şekil 8.34: E3 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V_1=400\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$

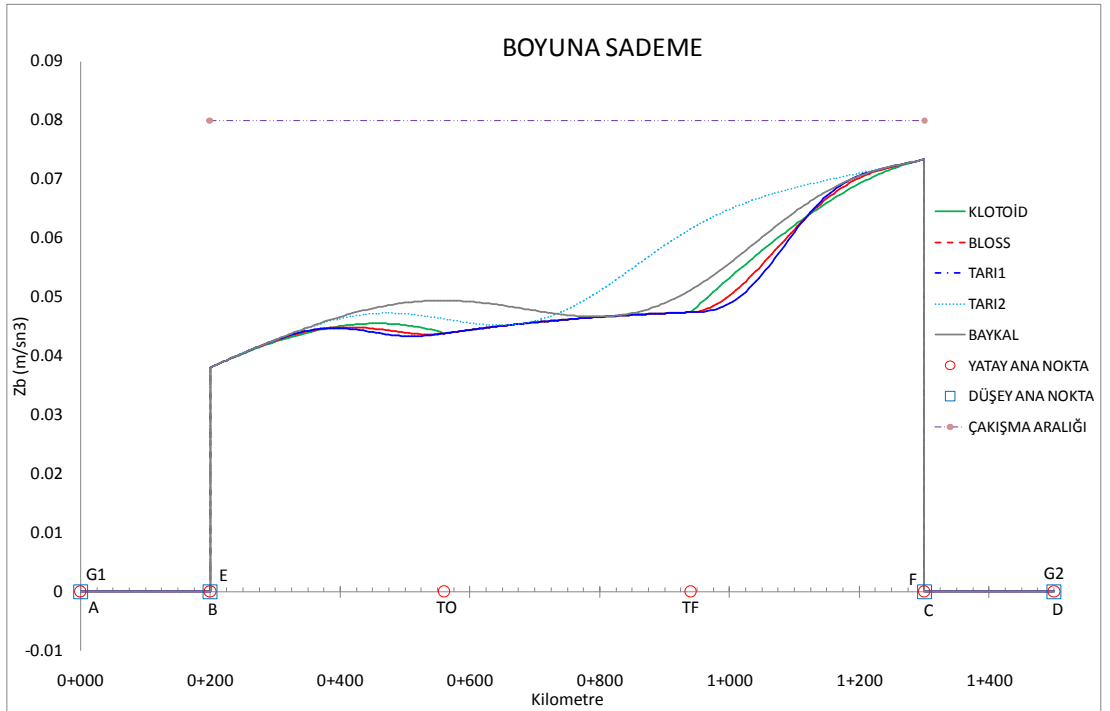


Şekil 8.35: E3 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V_1=400\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$

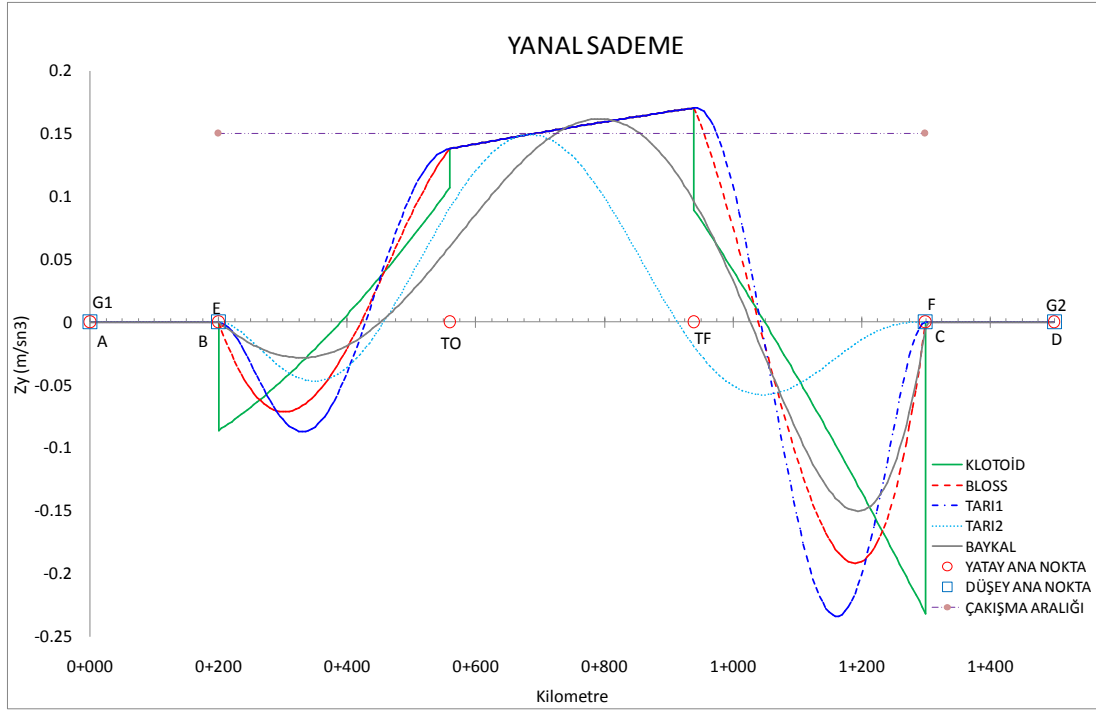


Şekil 8.36: E3 Tip Geometri Modeli için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V1=400\text{km/h}$, $V2=200\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$

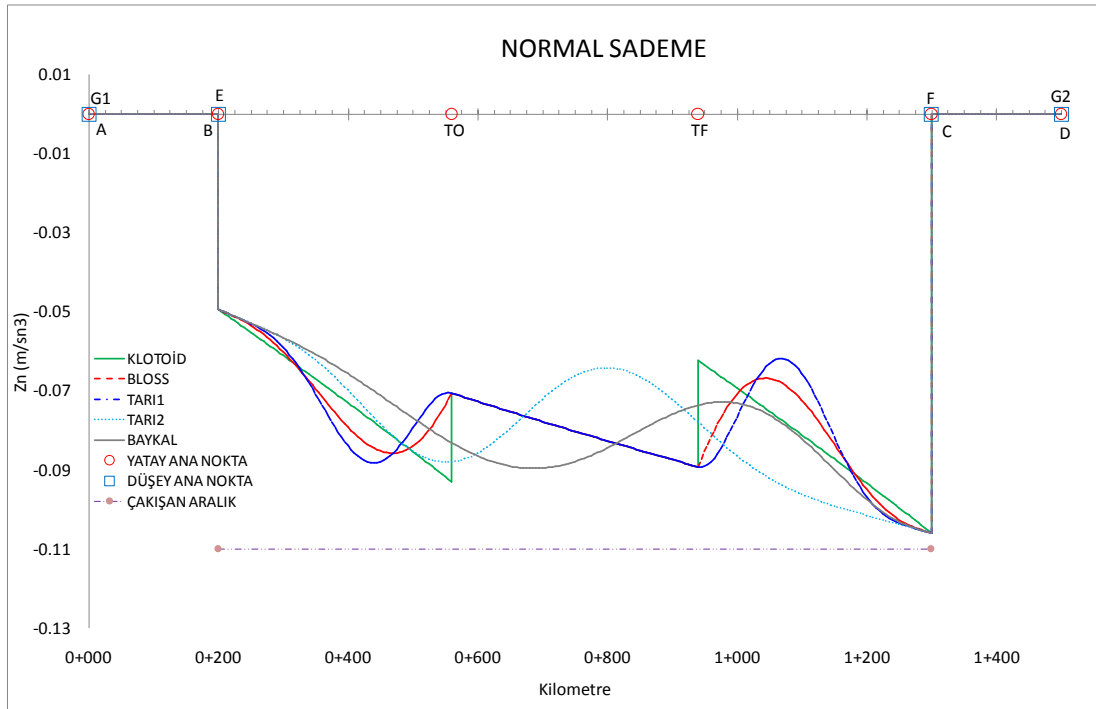
8.10 $V1=200\text{ km/h}$, $V2=400\text{ km/h}$ Hızlar İçin Pozitif İvmeli Hareket Modelinde E3 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi



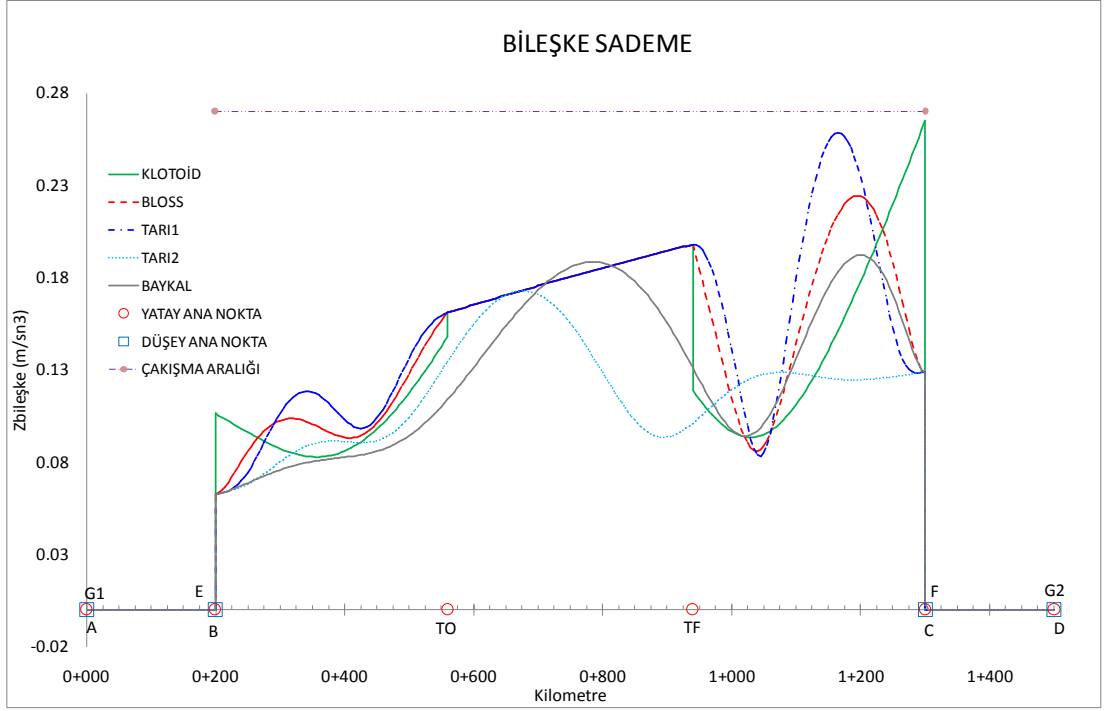
Şekil 8.37: E3 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği $V1=200\text{km/h}$, $V2=400\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$



Şekil 8.38: E3 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m

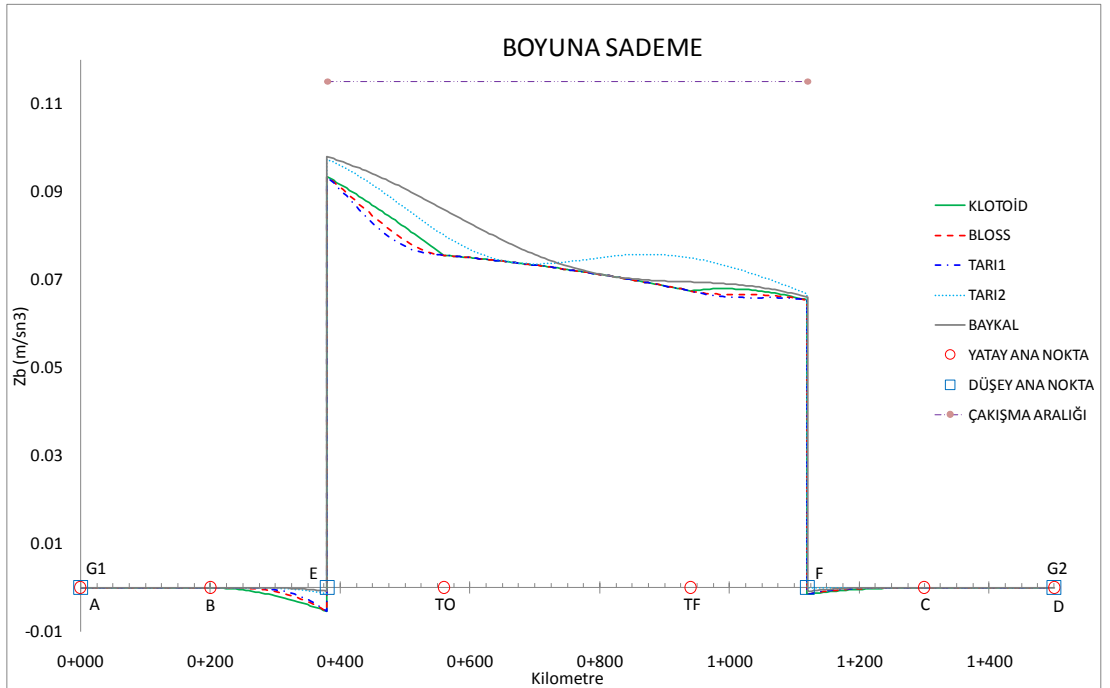


Şekil 8.39: E3 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m

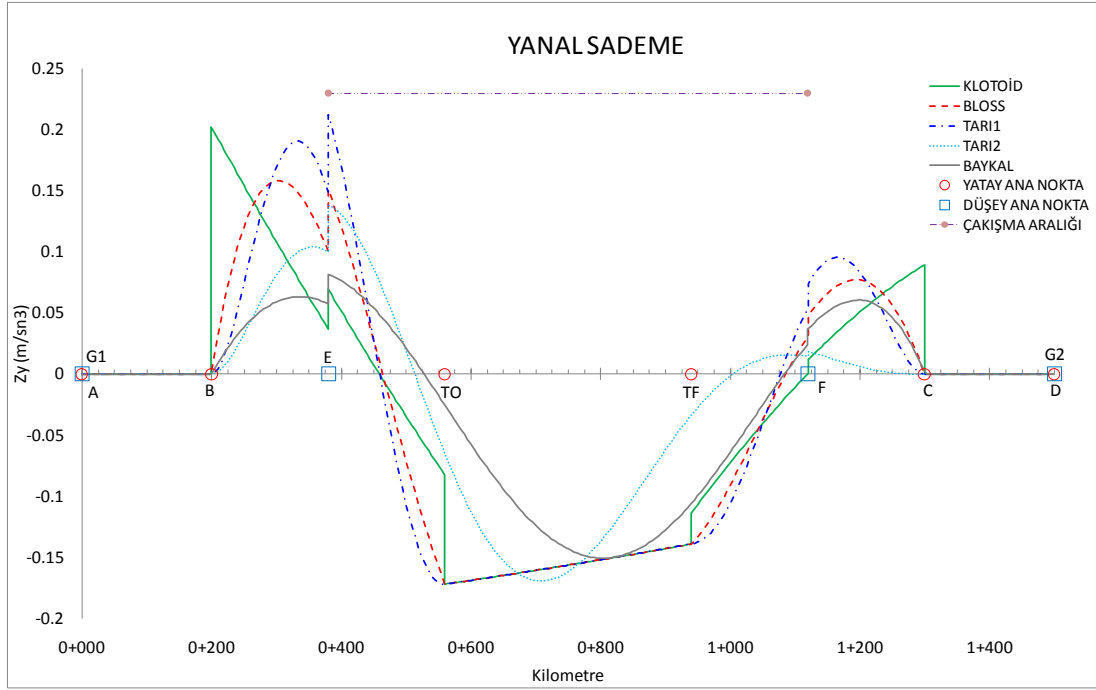


Şekil 8.40: E3 Tip Geometri Modeli için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V1=200\text{km/h}$, $V2=400\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$

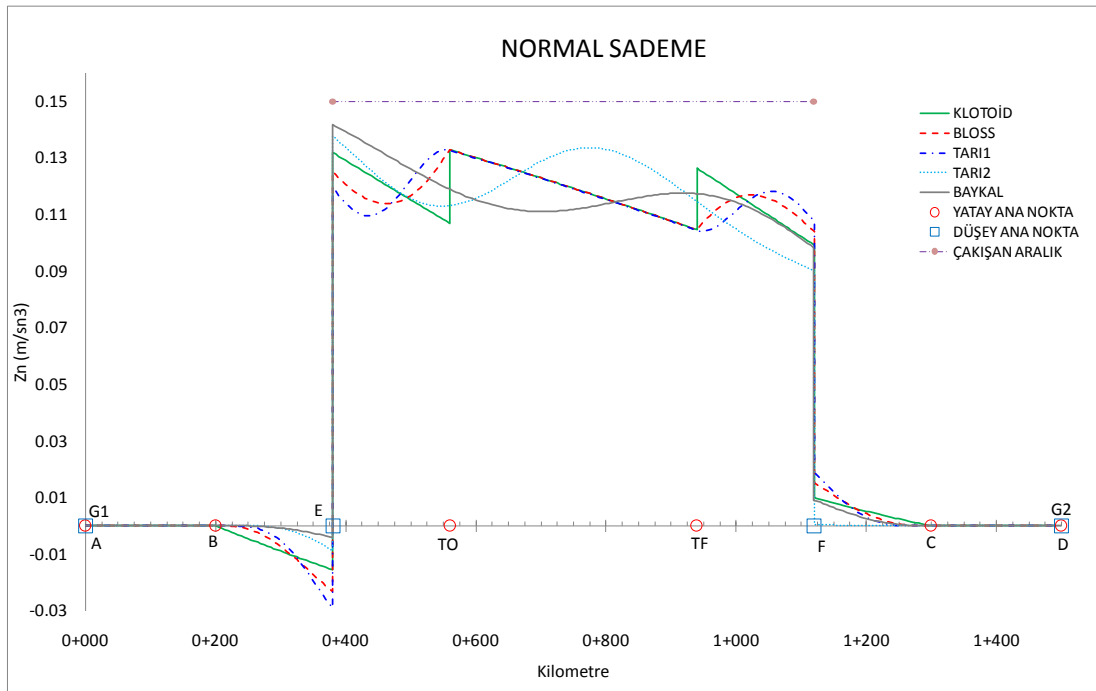
8.11 $V1=400\text{ km/h}$, $V2=200\text{ km/h}$ Hızlar İçin Negatif İvmeli Hareket Modelinde F1 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi



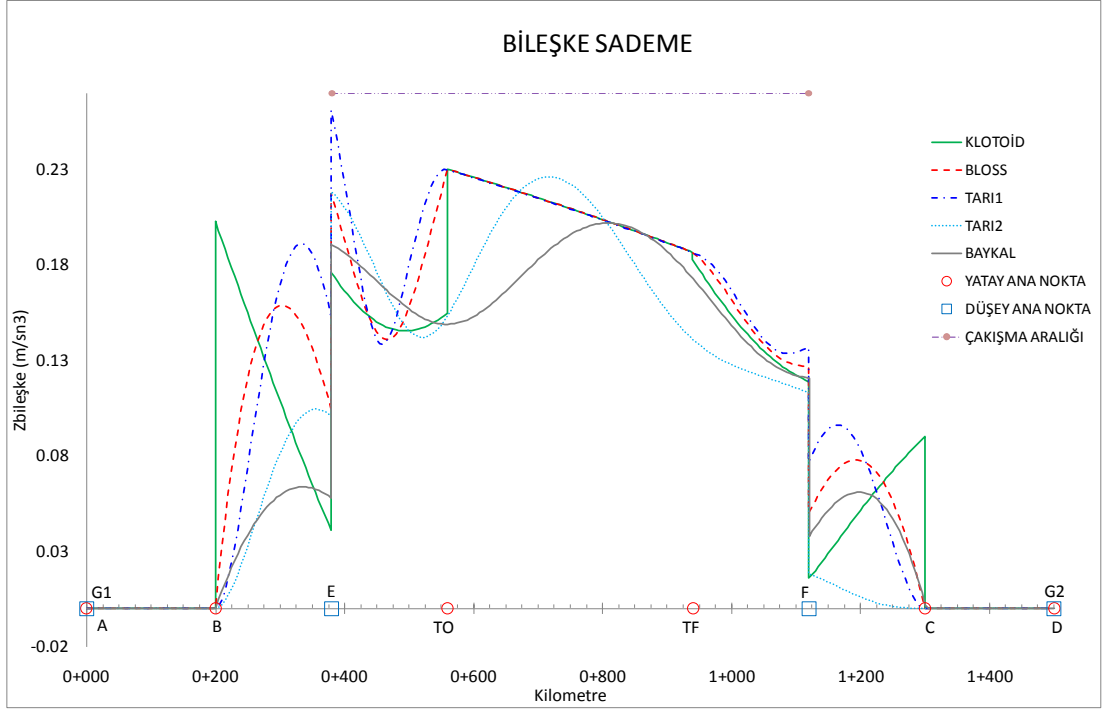
Şekil 8.41: F1 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği $V1=400\text{km/h}$, $V2=200\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$



Şekil 8.42: F1 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V_1=400\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$



Şekil 8.43: F1 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V_1=400\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$

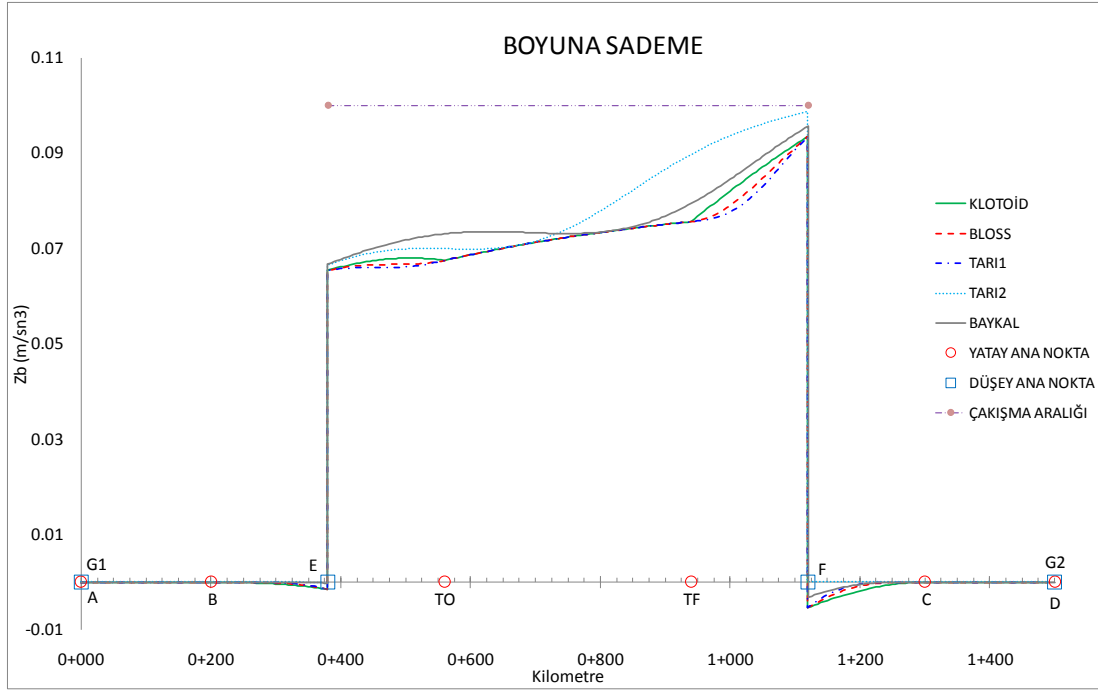


Şekil 8.44: F1 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V1=400\text{km/h}$, $V2=200\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$

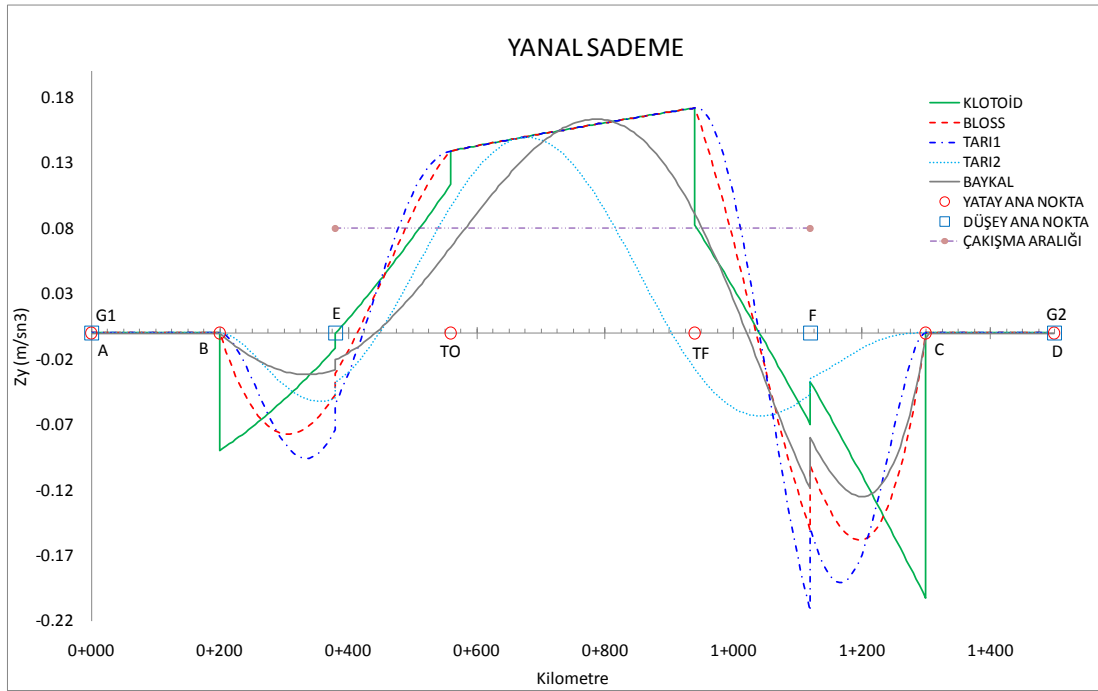
F1 tip geometriye ait Şekil 8.41, Şekil 8.42, Şekil 8.43 ve Şekil 8.44'te E ve F düşey kurb ana noktalarında sıçrama meydana gelmiş ve negatif ivmeli hız modelinden dolayı sademe miktarı yol boyunca azalmıştır. Şekil 8.42'de görülen yanal sademe grafiğinde eğrilerde 0.02 m/sn^3 ile 0.05 m/sn^3 arasında sademe sıçraması meydana gelmiştir. Bu geometri modelinde sademe büyüklüğü tutarlılık göstermesine rağmen sıçrama şeklinde oluşan sademeler dikkate alınmalıdır.

8.12 $V1=200 \text{ km/h}$, $V2=400 \text{ km/h}$ Hızlar İçin Pozitif İvmeli Hareket Modelinde F1 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi

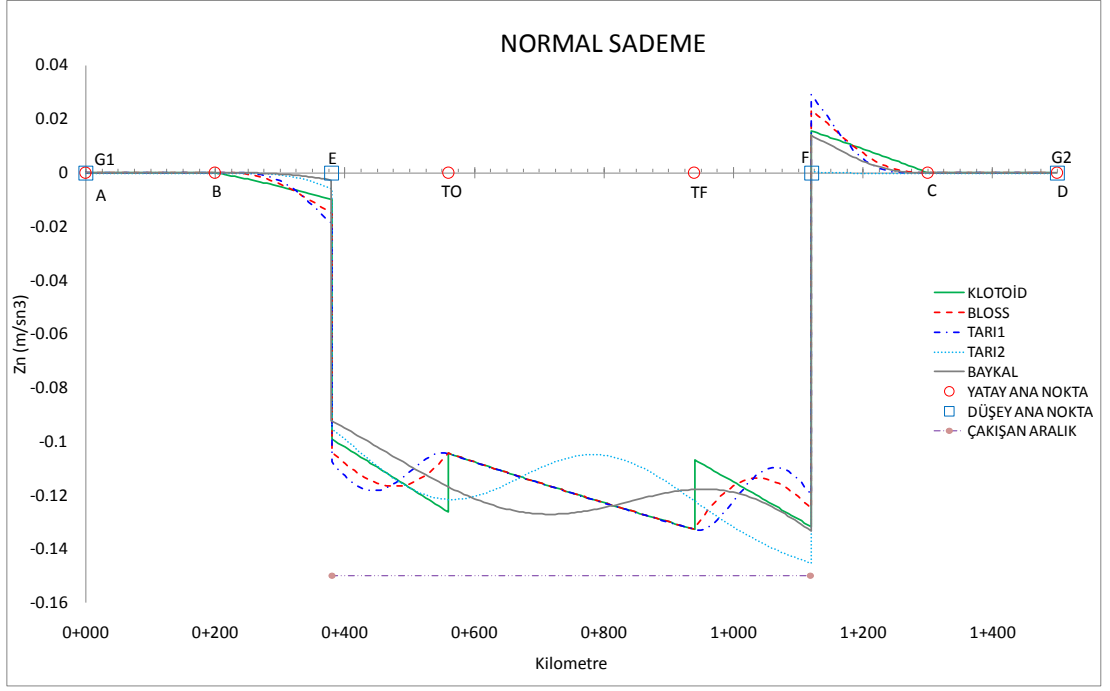
Bölüm 8.11 ile aynı geometri özelliğine sahip bu bölümde, pozitif ivmeli hareket modeli Şekil 8.45, Şekil 8.46, Şekil 8.47, Şekil 8.48'de incelenmiştir. Sıçrama biçiminde sademe süreksizliği bu incelemede de görülmektedir ve sademe büyüklüğü artmaktadır. Sademe bu bölümdeki grafiklerde yön değiştirmiş ve yine Bölüm 8.11'de bahsedildiği gibi sademe miktarı, sademe sınır koşulları içinde kalmıştır.



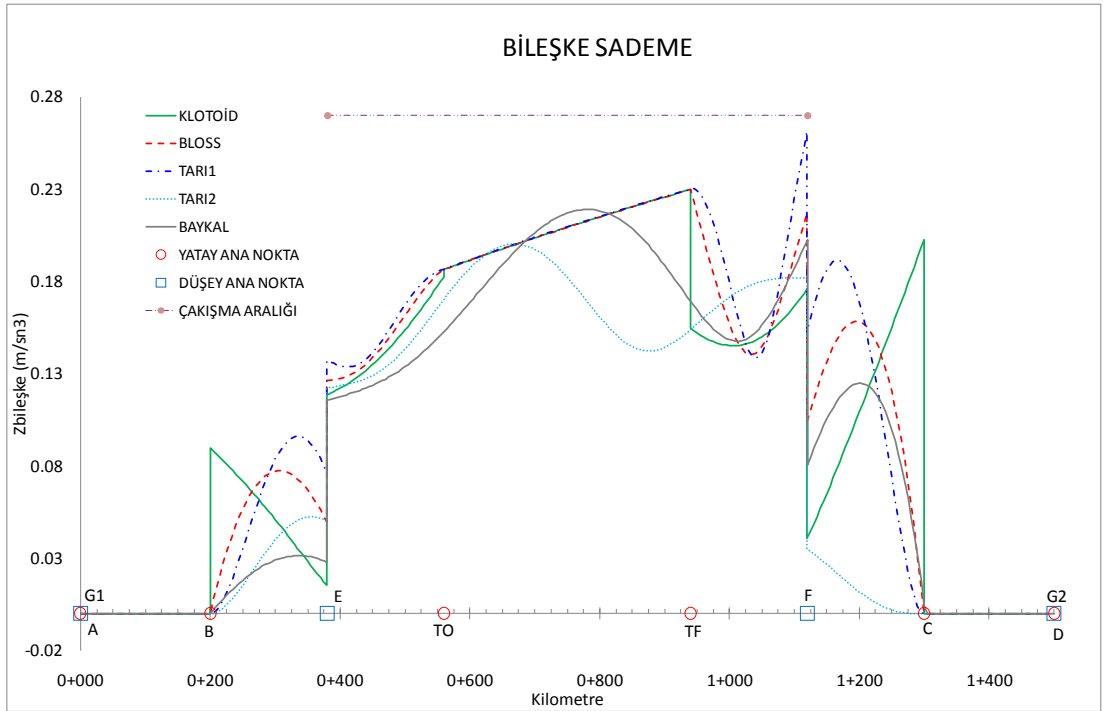
Şekil 8.45: F1 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=400\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$



Şekil 8.46: F1 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=400\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$



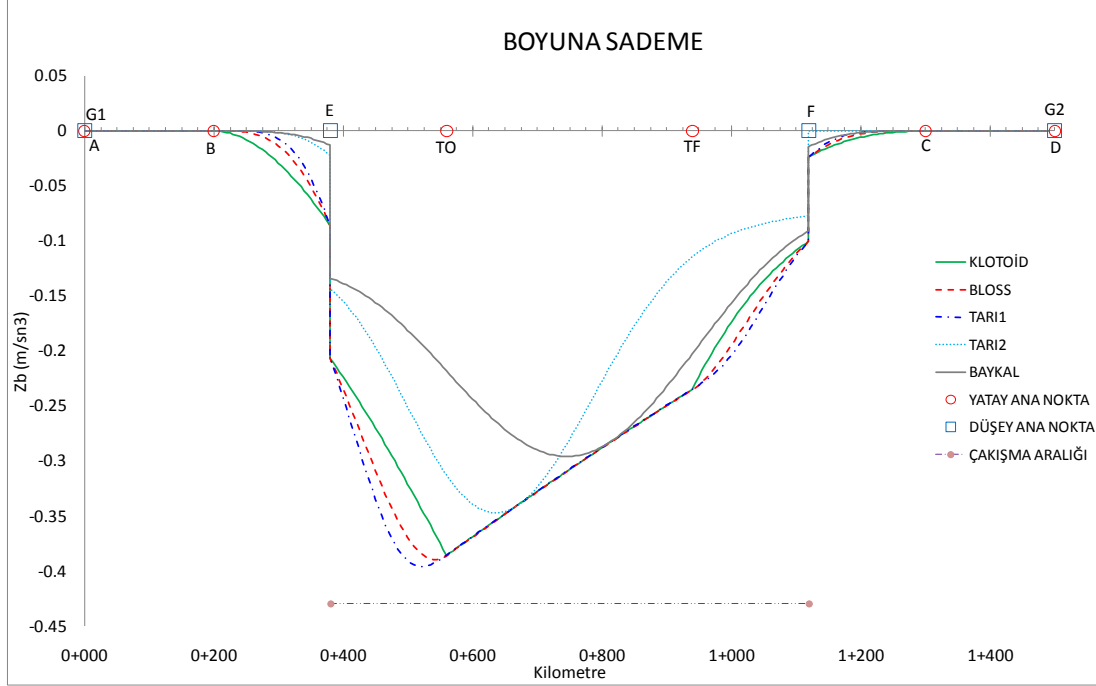
Şekil 8.47: F1 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=400\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$



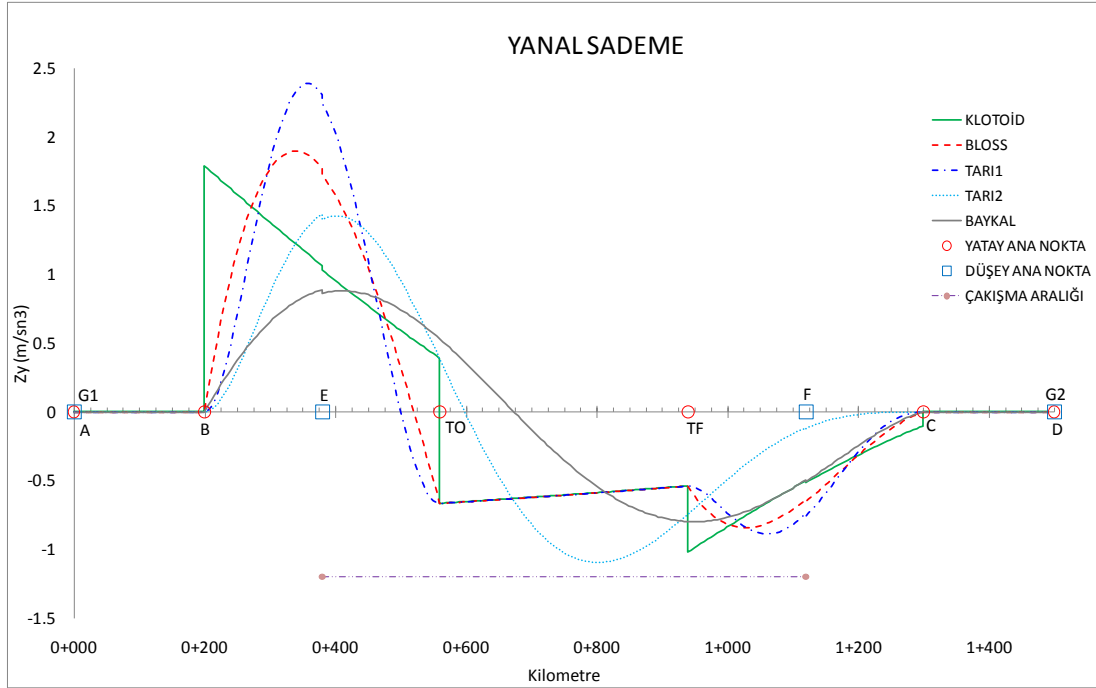
Şekil 8.48: F1 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=400\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$

Sonuç olarak Bölüm 8.11 ve Bölüm 8.12’de bulunan grafikler incelendiğinde sıçrama biçiminde oluşan süreksizliklerden dolayı F tip geometri tasarımı zorunlu olmadıkça tercih edilmemelidir.

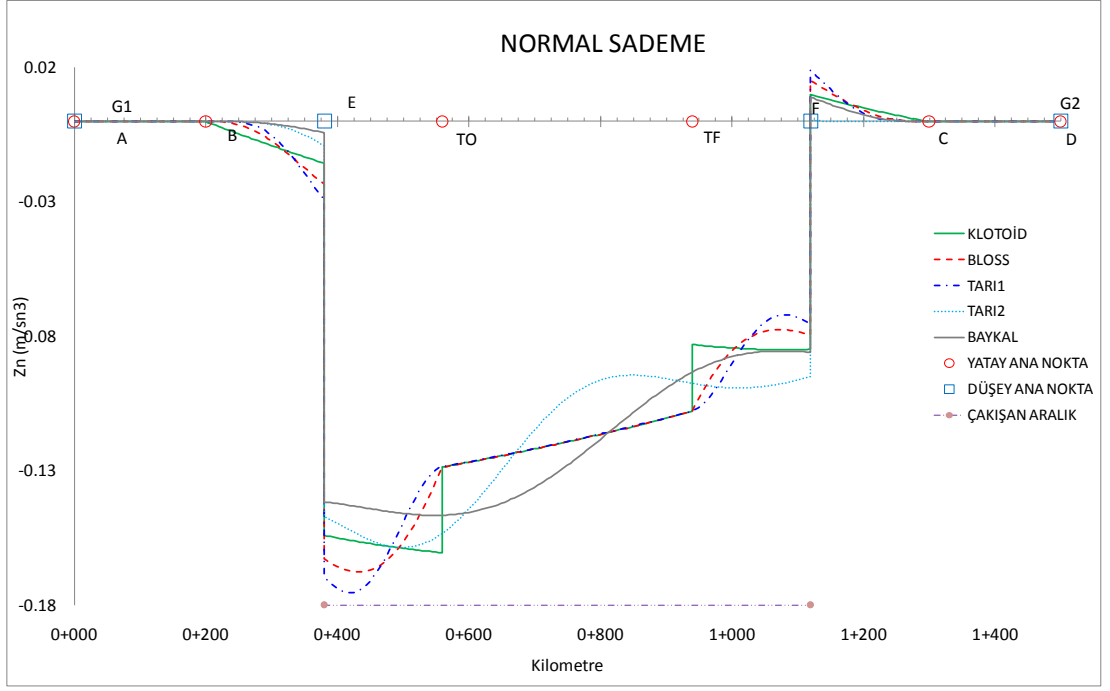
8.13 V1=400 km/h, V2=200 km/h Hızlar İçin Negatif İvmeli Hareket Modelinde F2 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi



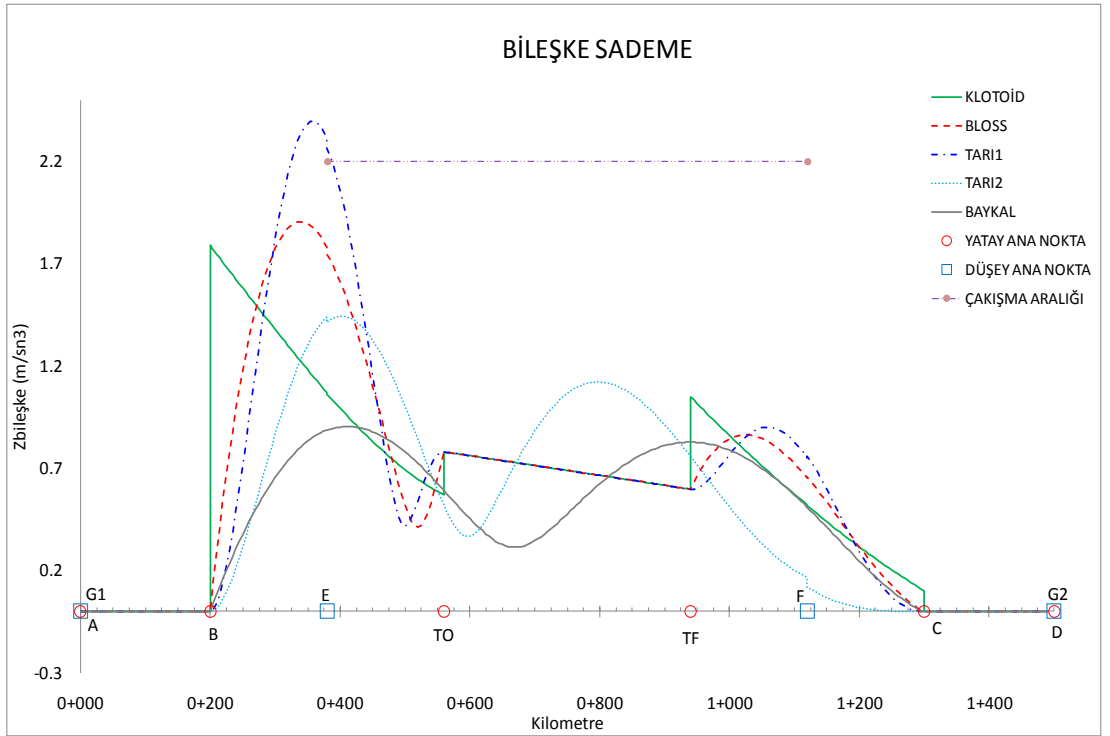
Şekil 8.49: F2 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m



Şekil 8.50: F2 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=400km/h, V2=200km/h Yatay R=1810m



Şekil 8.51: F2 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V_1=400\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$



Şekil 8.52: F2 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V_1=400\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$

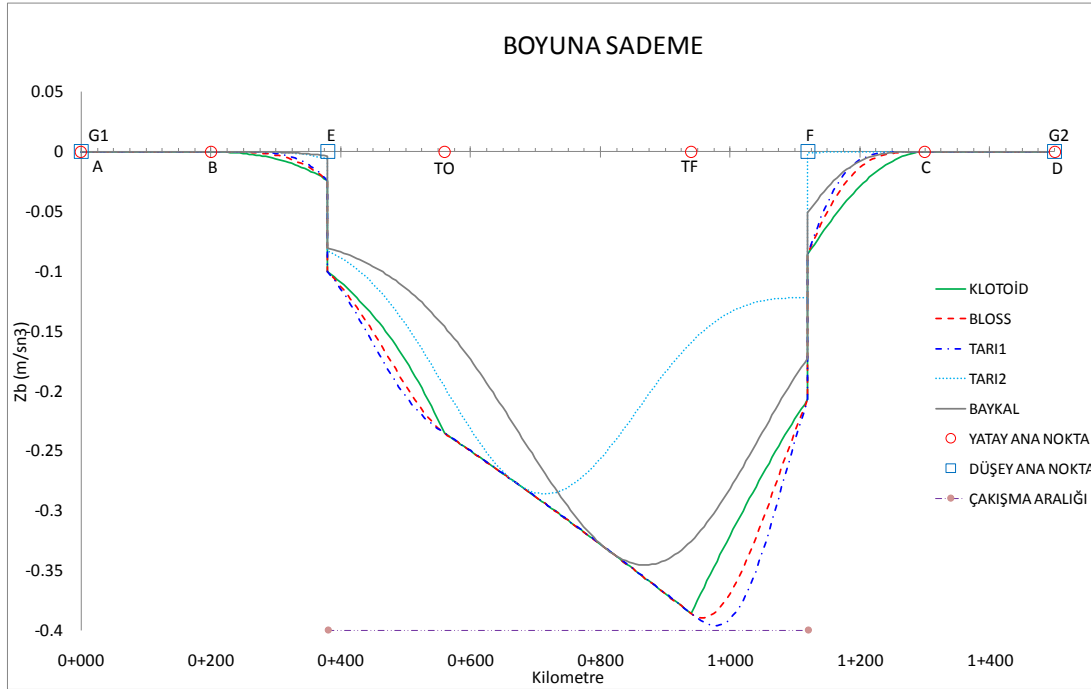
Bu bölümde gösterilen Şekil 8.49, Şekil 8.50, Şekil 8.51, Şekil 8.52’de yine F tip geometriye ait tipik sademe özellikleri verilmiştir. Sademe miktarı ve sıçrama biçimindeki sademeler dikkate alındığında en az etkilenen eğri olarak Baykal eğrisi

en iyi sademe sonucunu vermekte, diğer eğriler yetersiz kalmaktadır. Baykal eğrisinde E ve F ana noktalarında oluşan sıçrama biçiminde sademe etkisi dikkatten kaçmamalıdır.

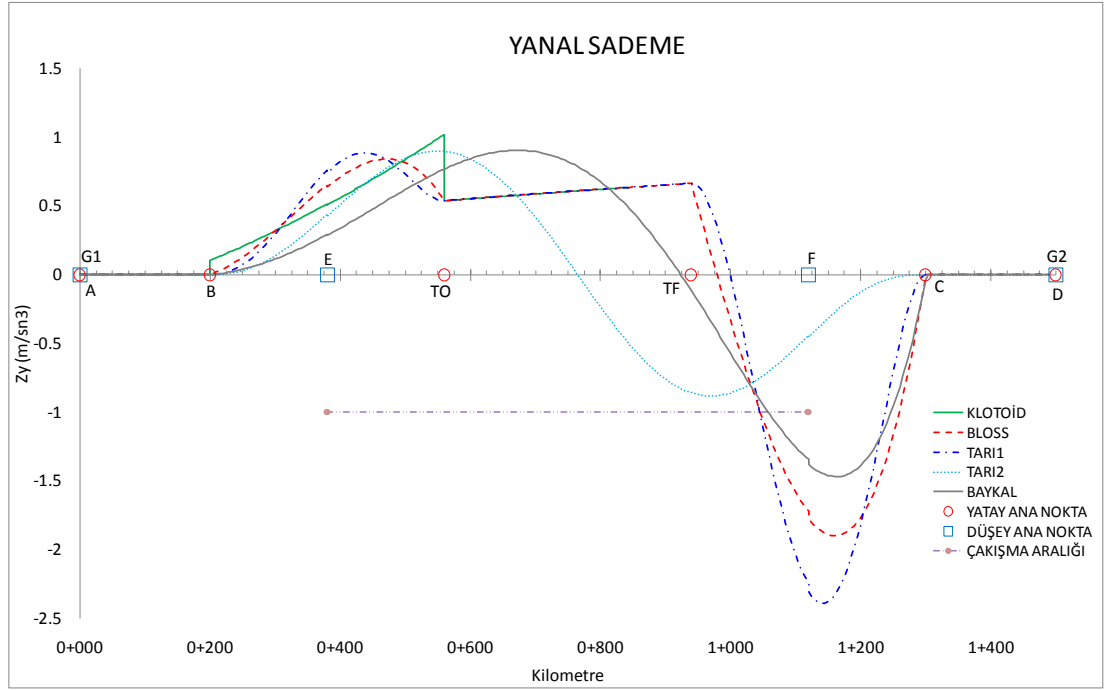
8.14 V1=200 km/h, V2=400 km/h Hızlar İçin Pozitif İvmeli Hareket Modelinde F2 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi

Bu bölüm genel olarak Bölüm 8.13’de verilen incelemenin pozitif ivmeli hareket modelinde incelenmeside oluşan sademeleri göstermektedir. Sademe miktarı incelendiğinde bu modelde en iyi sonucu Tarı2 eğrisi vermekte diğer eğriler yetersiz kalmaktadır.

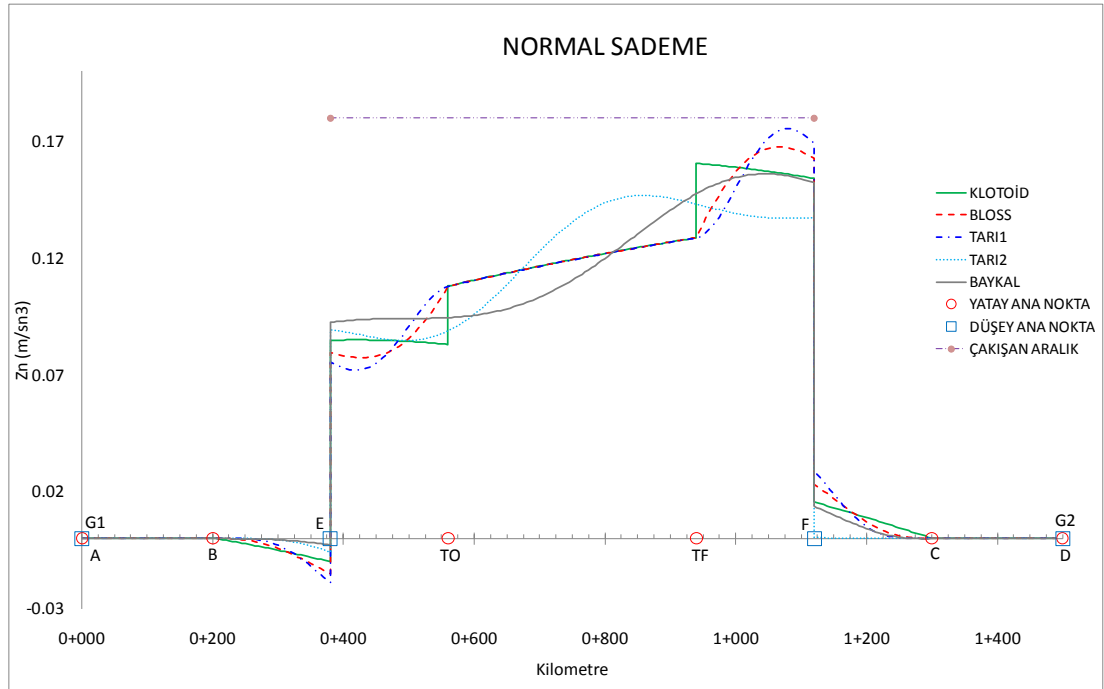
Şekil 8.53, Şekil 8.54, Şekil 8.55, Şekil 8.56 da oluşan sademe durumlarına benzer durumlar daha önceki bölümlerde açıklandığı için, açıklama yapılmaya gerek duyulmamıştır.



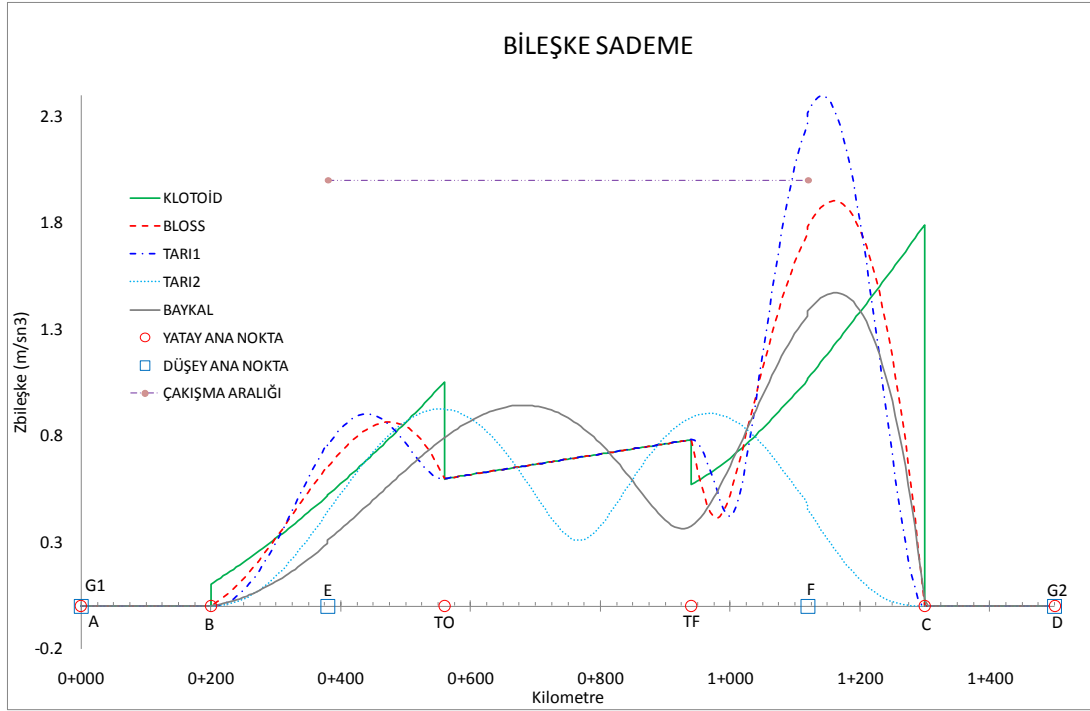
Şekil 8.53: F2 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=1810m



Şekil 8.54: F2 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=400\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$

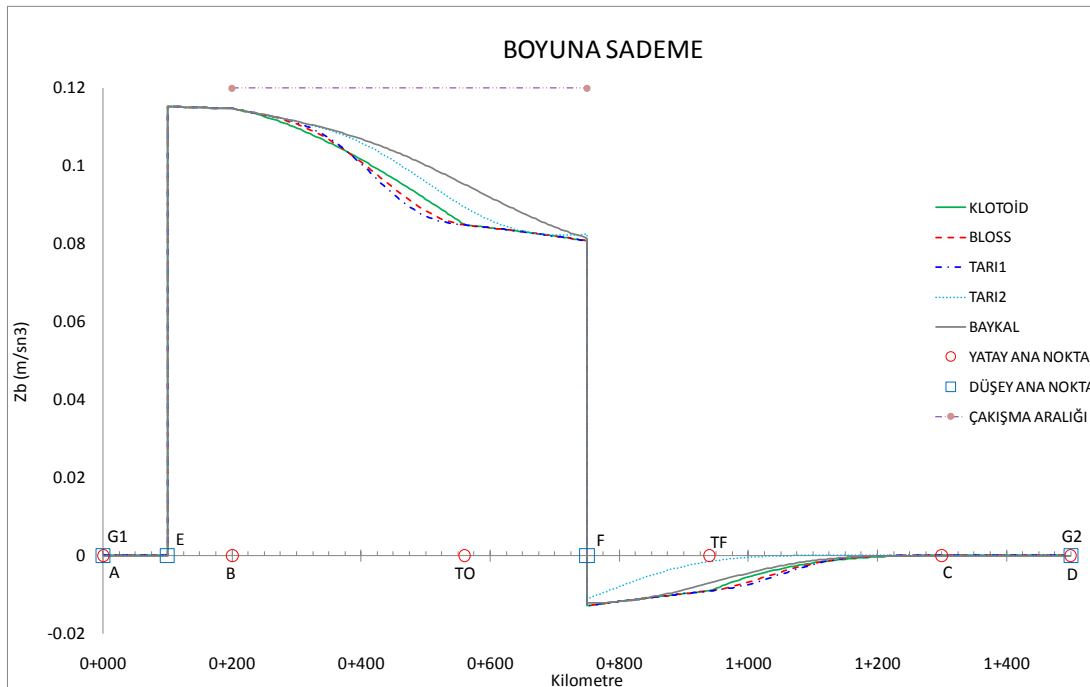


Şekil 8.55: F2 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=400\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$

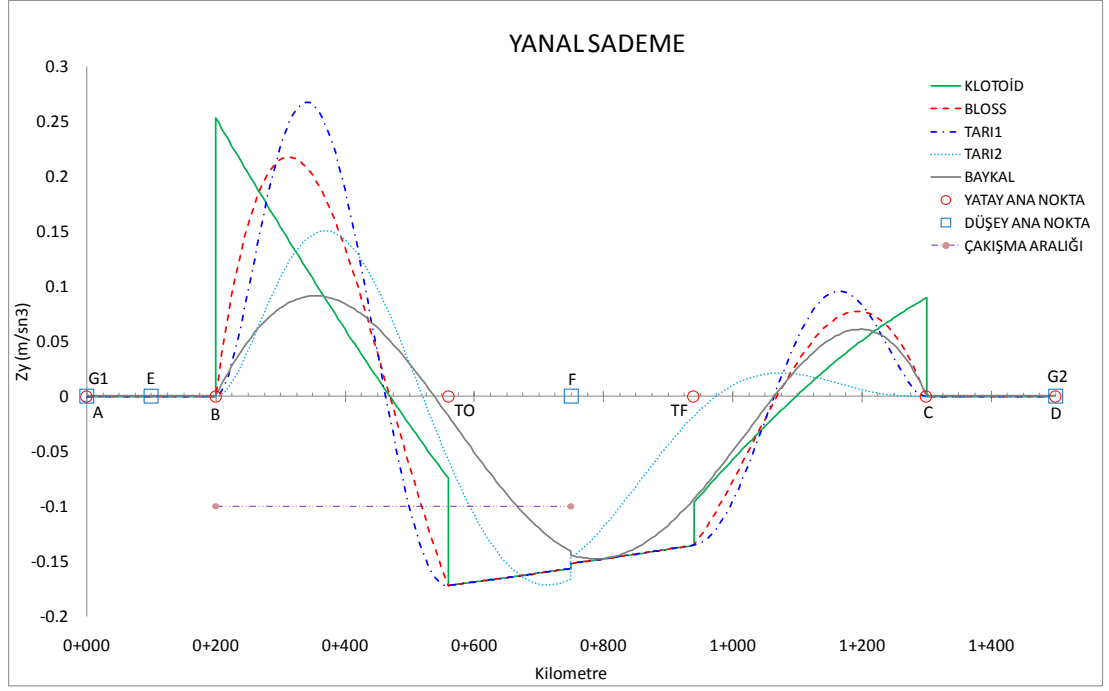


Şekil 8.56: F2 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=400\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$

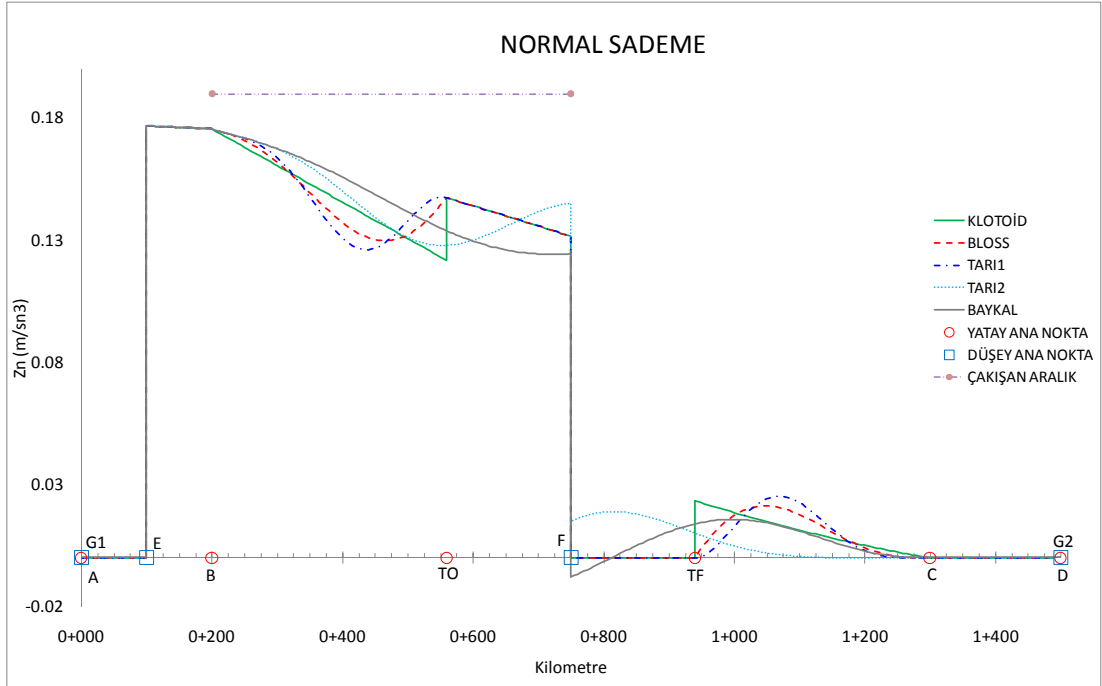
8.15 $V_1=400\text{ km/h}$, $V_2=200\text{ km/h}$ Hızlar İçin Negatif İvmeli Hareket Modelinde G1 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi



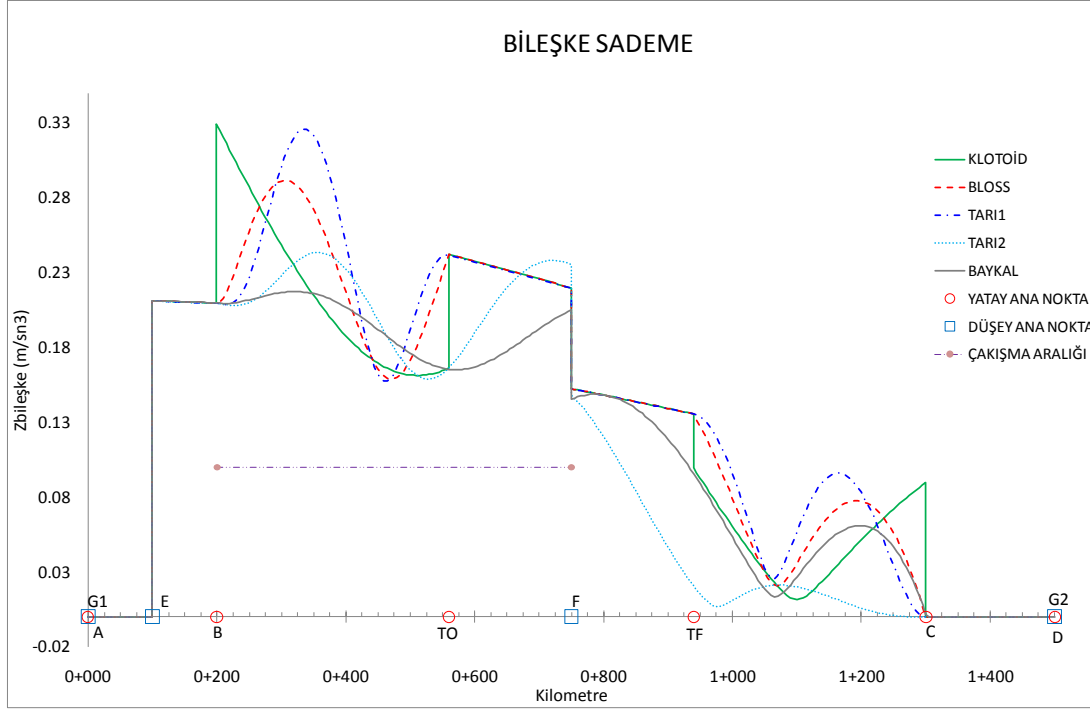
Şekil 8.57: G1 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği $V_1=400\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$



Şekil 8.58: G1 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V1=400\text{km/h}$, $V2=200\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$



Şekil 8.59: G1 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V1=400\text{km/h}$, $V2=200\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$

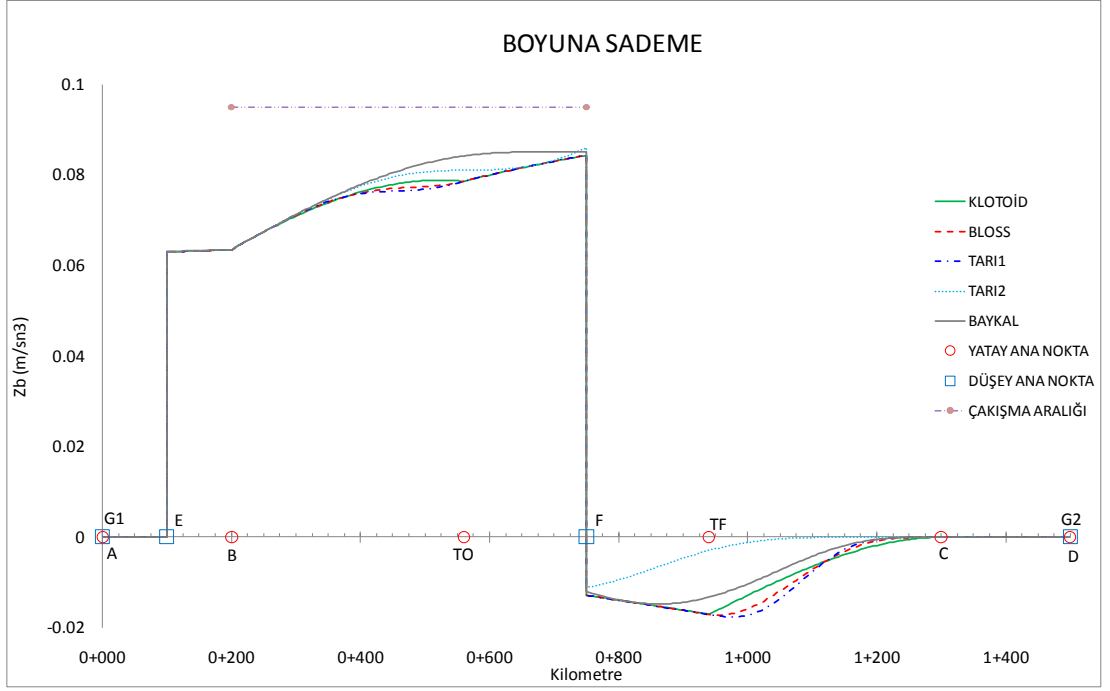


Şekil 8.60: G1 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V_1=400\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$

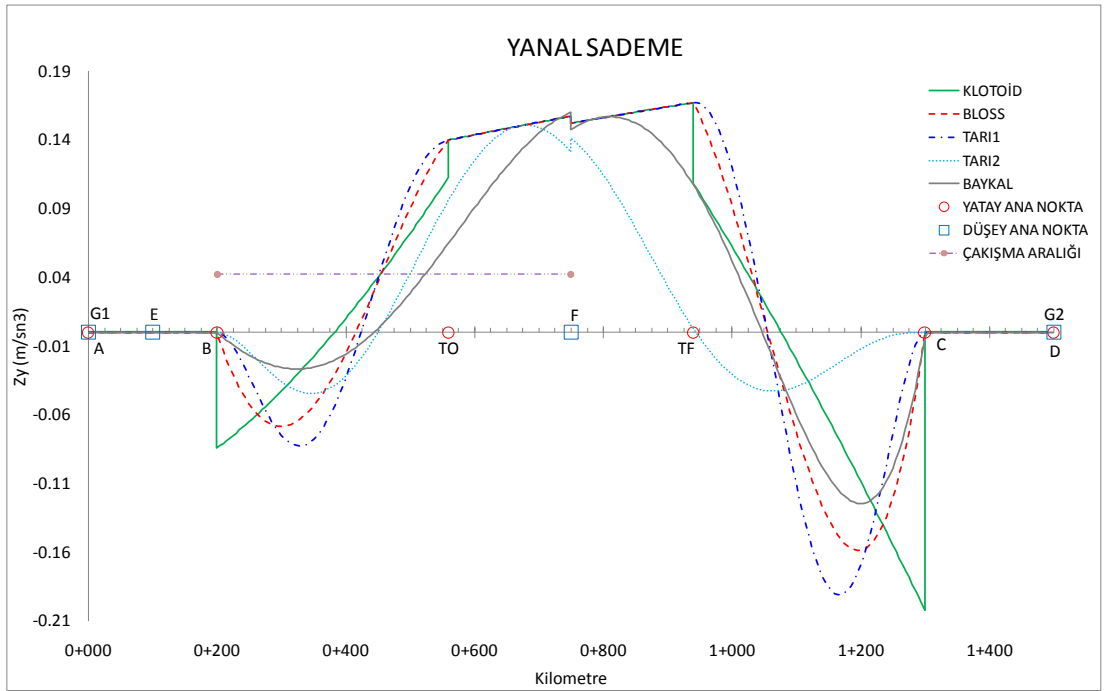
G1 tip geometri negatif ivmeli harekette Şekil 8.57, Şekil 8.58, Şekil 8.59 ve Şekil 8.60'da görüldüğü gibi düşey kurb ana noktalarından kaynaklı sığrama biçiminde sademe süreksizlikleri meydana gelmiştir. Şekil 8.57'de verilen boyuna sademe grafiğinde 0.12 m/sn^3 'e yakın bir sademe sığraması ve Şekil 8.59 normal sademe grafiğinde 0.18 m/sn^3 'e yakın bir sademe sığraması görülmektedir. Şekil 8.58 yanal sademe grafiğinde sadece F ana noktasında 0.005 m/sn^3 ile 0.02 m/sn^3 arasında sademe sığraması eğrilerde görülmektedir. Şekil 8.60 bileşke sademe grafiğinde sığrama biçiminde süreksizlikler açık bir şekilde görülmektedir. Burada da sademe yönünden en iyi sonucu Baykal eğrisi vermektedir.

8.16 $V_1=200 \text{ km/h}$, $V_2=400 \text{ km/h}$ Hızlar İçin Pozitif İvmeli Hareket Modelinde G1 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi

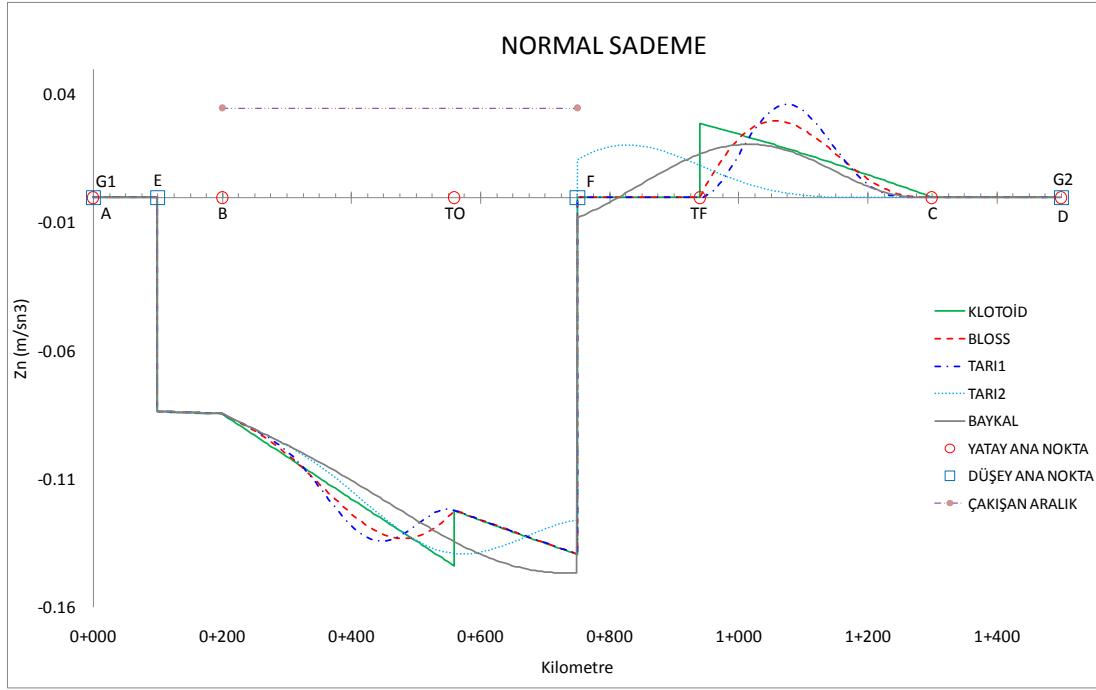
Bölüm 8.15 ile aynı geometri yapısının pozitif ivmeli hareket modeline ait grafikler burada incelendiğinden dolayı bir önceki bölümde verilen açıklamalar yeterli bulunup bu bölümde, Bölüm 8.17 ve Bölüm 8.18'de aynı özellikler hakkında açıklama yapılmamıştır. Bu bölümde Şekil 8.61, Şekil 8.62, Şekil 8.63 ve Şekil 8.64 incelendiğinde en iyi sademe sonucunu Tari2 eğrisi vermiştir.



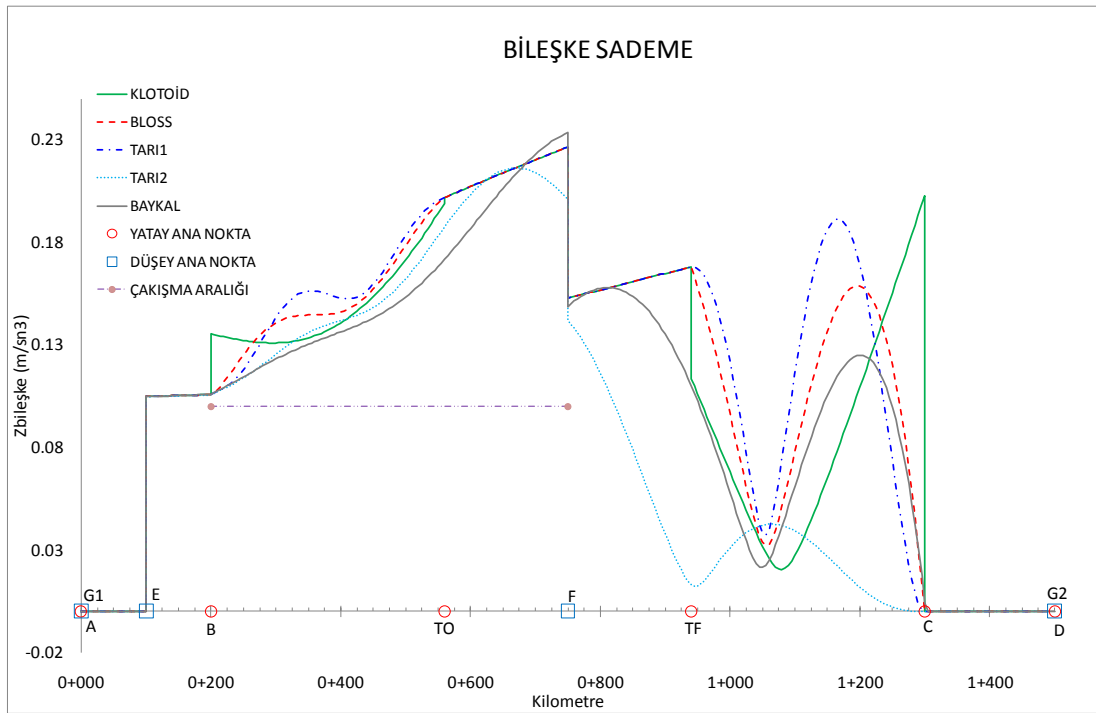
Şekil 8.61: G1 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m



Şekil 8.62: G1 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=400km/h Yatay R=7250m

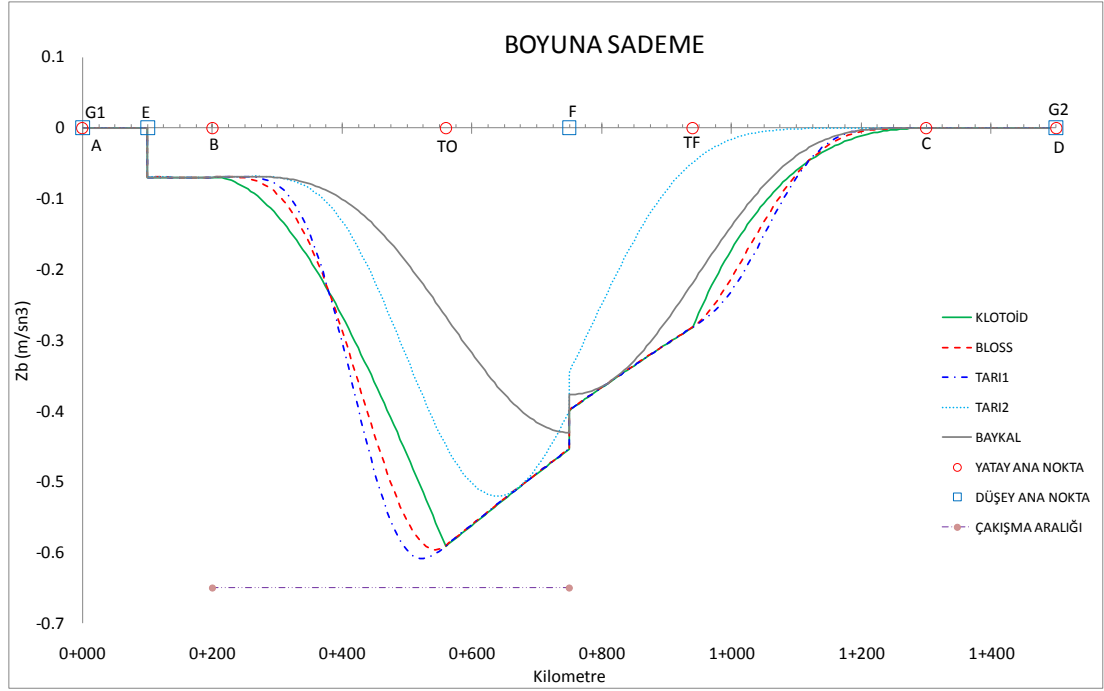


Şekil 8.63: G1 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=400\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$

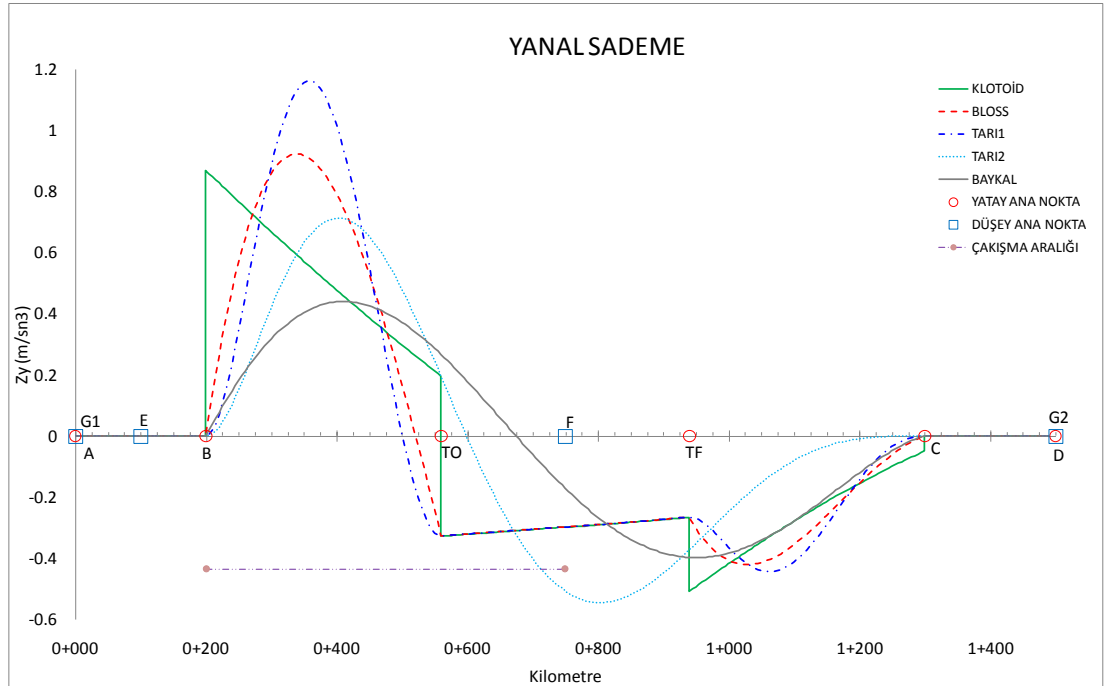


Şekil 8.64: G1 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=400\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$

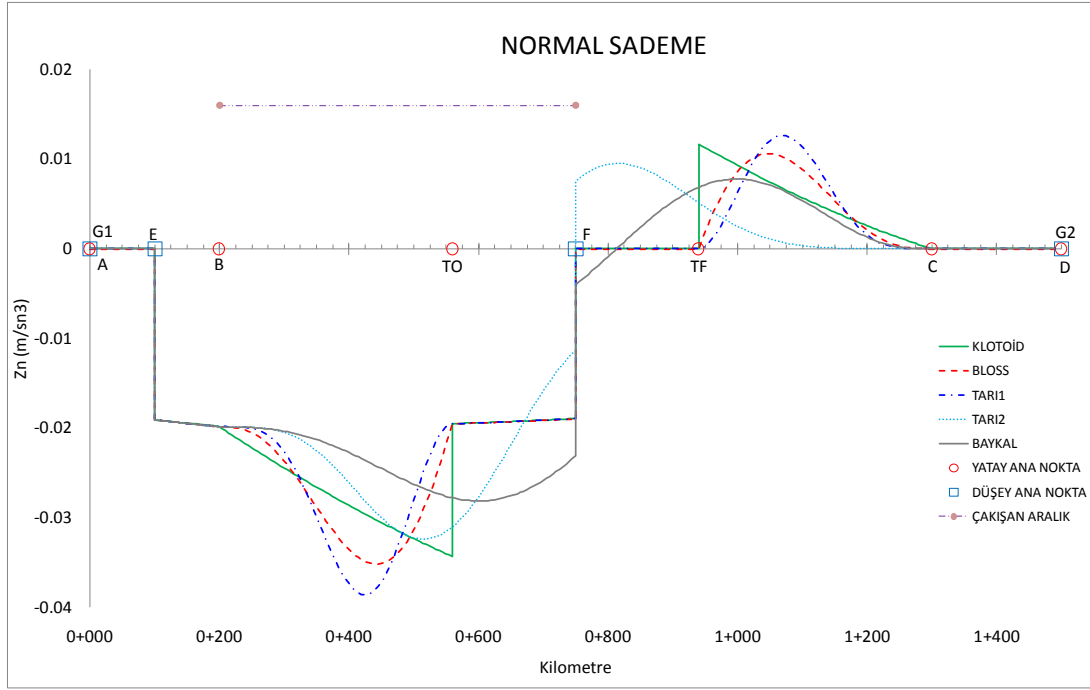
8.17 $V_1=200$ km/h, $V_2=100$ km/h Hızlar İçin Negatif İvmeli Hareket Modelinde G4 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi



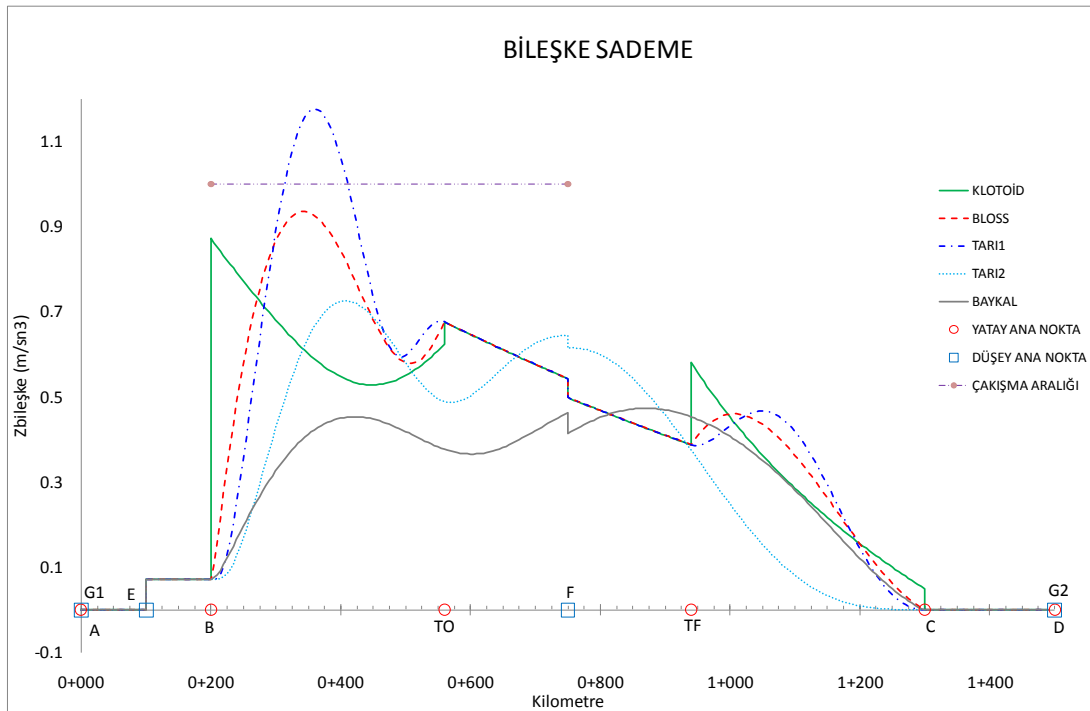
Şekil 8.65: G4 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği $V_1=200$ km/h, $V_2=100$ km/h Yatay $R=460$ m



Şekil 8.66: G4 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V_1=200$ km/h, $V_2=100$ km/h Yatay $R=460$ m



Şekil 8.67: G4 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=100km/h Yatay R=460m



Şekil 8.68: G4 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği V1=200km/h, V2=100km/h Yatay R=460m

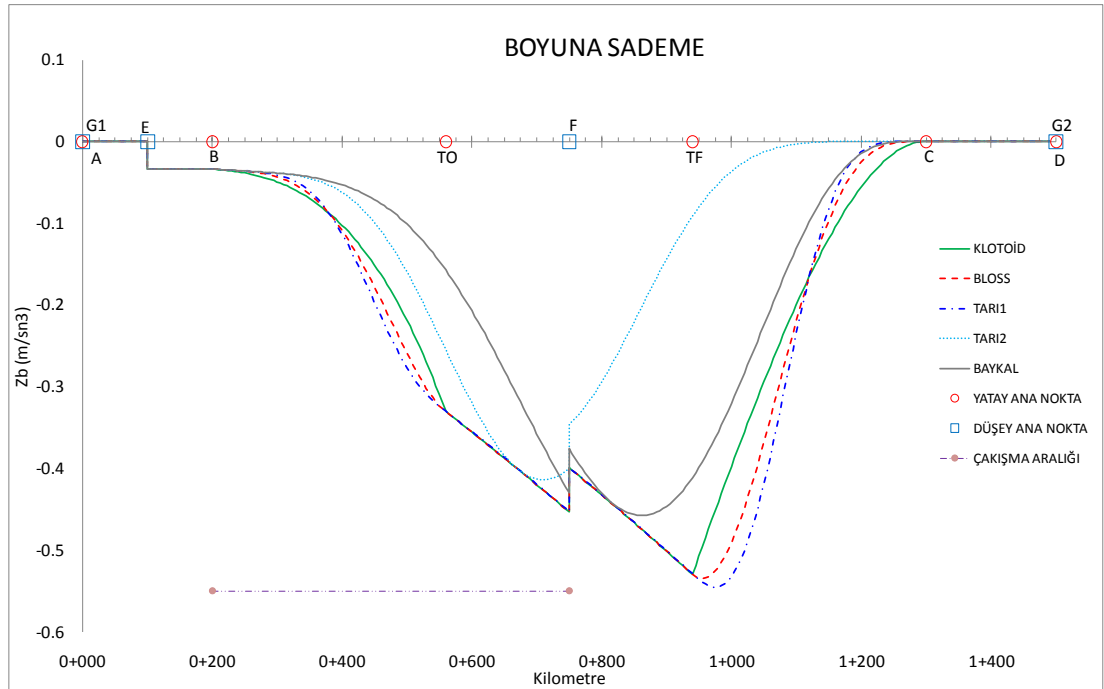
G4 tip geometri modelinin bu incelemesinde Şekil 8.65, Şekil 8.66, Şekil 8.67, Şekil 8.68 incelendiğinde en iyi sademe sonucunu Baykal eğrisi vermektedir. Baykal eğrisini takiben Tarı2 eğrisi, Bloss eğrisi, Tarı1 eğrisi ve en son klotoid izlemektedir.

Tar1 eğrisinin sademe büyüklüğü klotoid eğrisinden fazla bile olsa sademenin sürekliliği bakımından Tar1 eğrisi klotoidden daha iyi sonuç vermektedir.

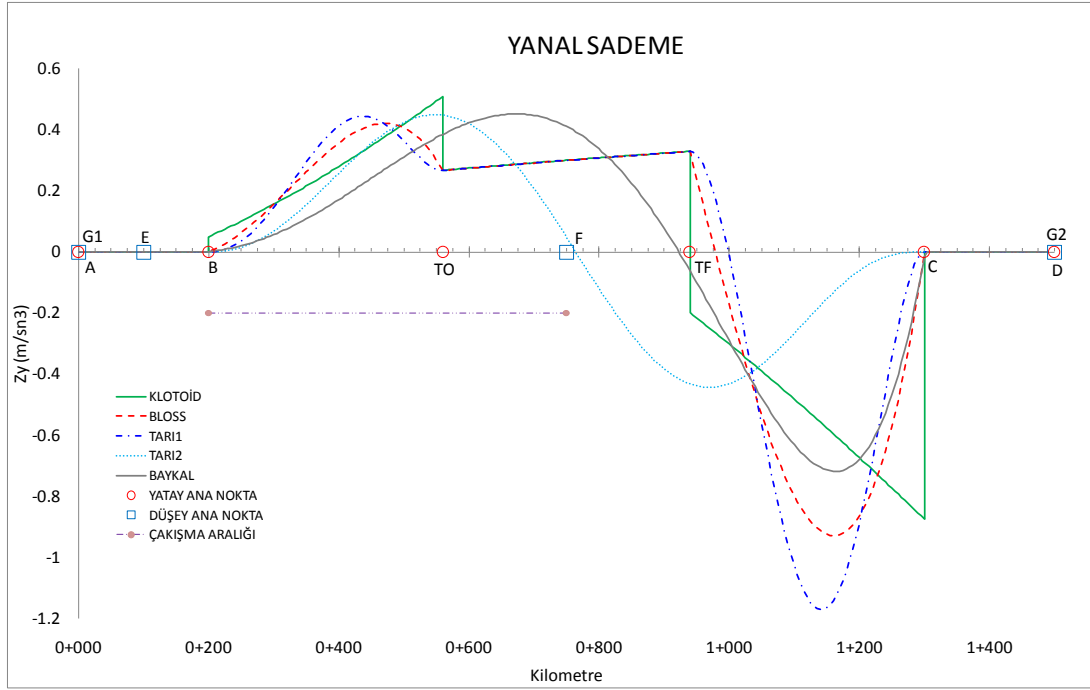
8.18 V1=100 km/h, V2=200 km/h Hızlar İçin Pozitif İvmeli Hareket Modelinde G4 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi

Şekil 8.69, Şekil 8.70, Şekil 8.71, Şekil 8.72 incelendiğinde bu geometride belirtilen pozitif ivmeli hareket modeline göre en iyi sademe sonucunu Tar2 eğrisi vermektedir. Tar2 eğrisini takiben Baykal eğrisi, Bloss eğrisi, Tar1 eğrisi ve klotoid izlemektedir.

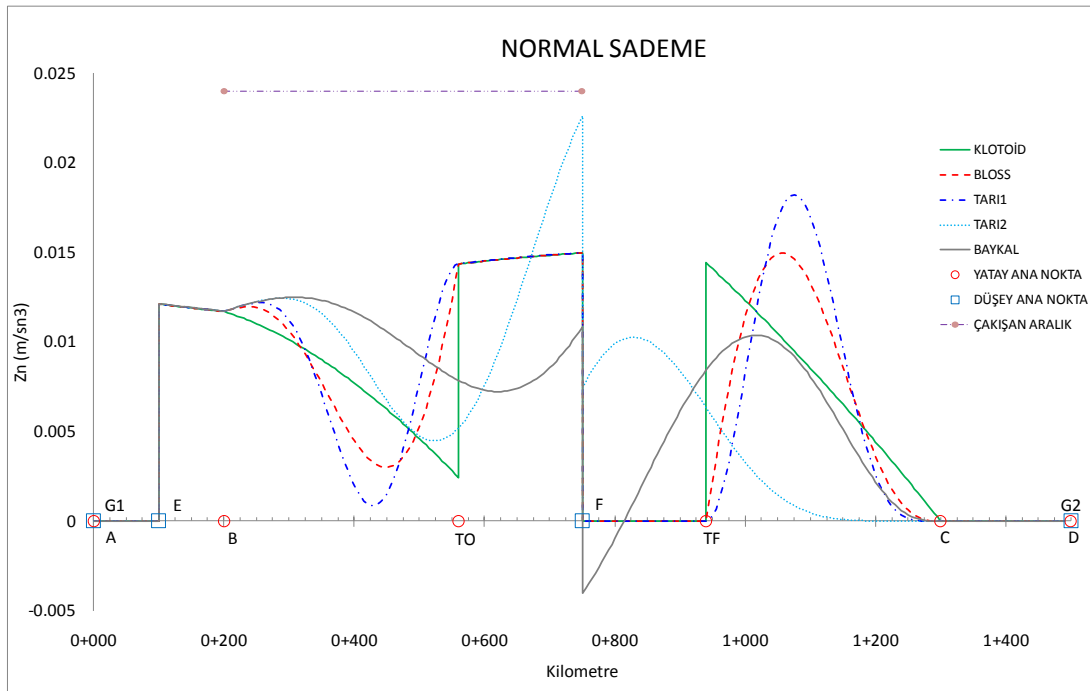
Tar1 eğrisinin Bloss eğrisine göre sademenin sürekliliği konusunda daha üstün olduğuda grafiklerden anlaşılmaktadır.



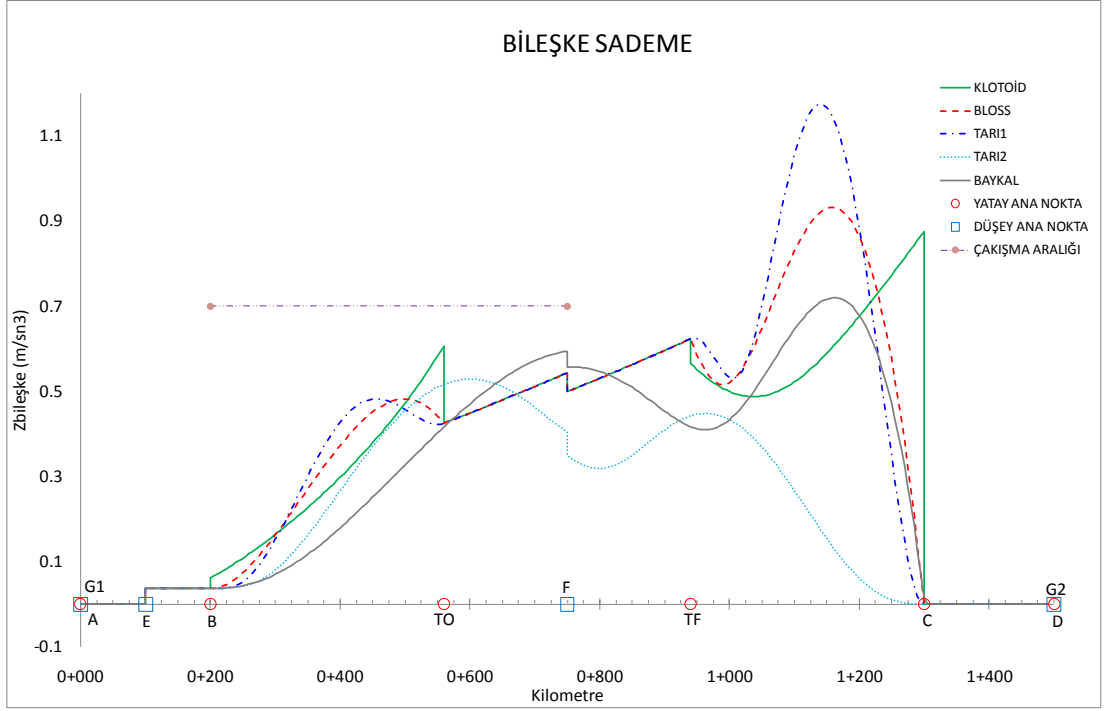
Şekil 8.69: G4 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği V1=100km/h, V2=200km/h Yatay R=460m



Şekil 8.70: G4 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V_1=100\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=460\text{m}$

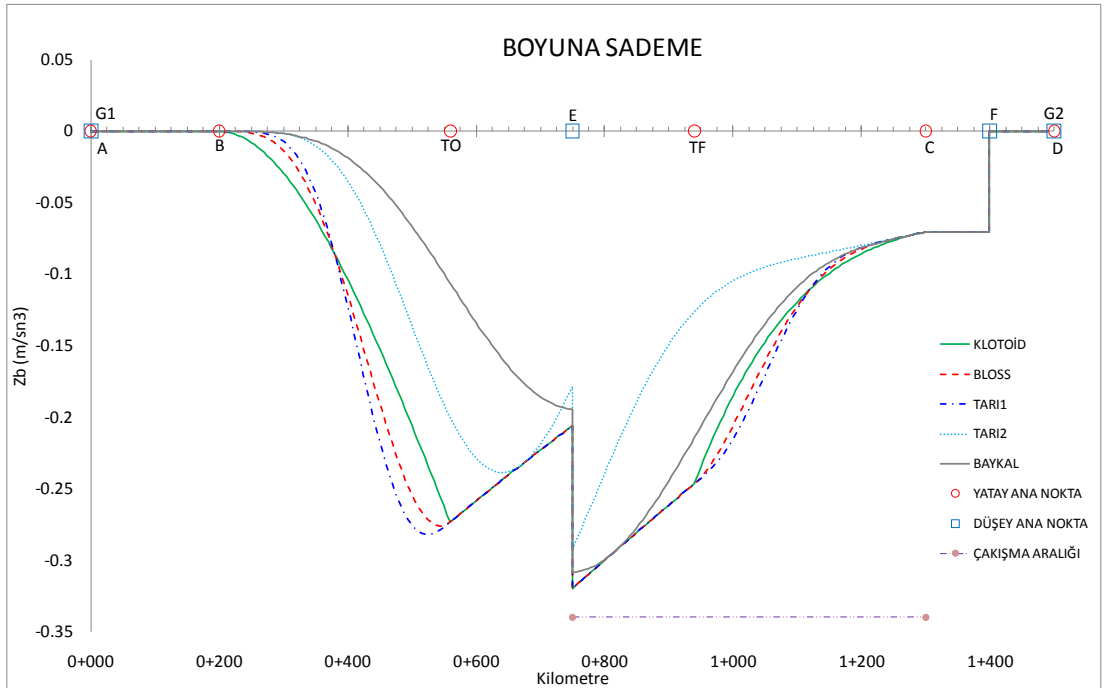


Şekil 8.71: G4 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V_1=100\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=460\text{m}$

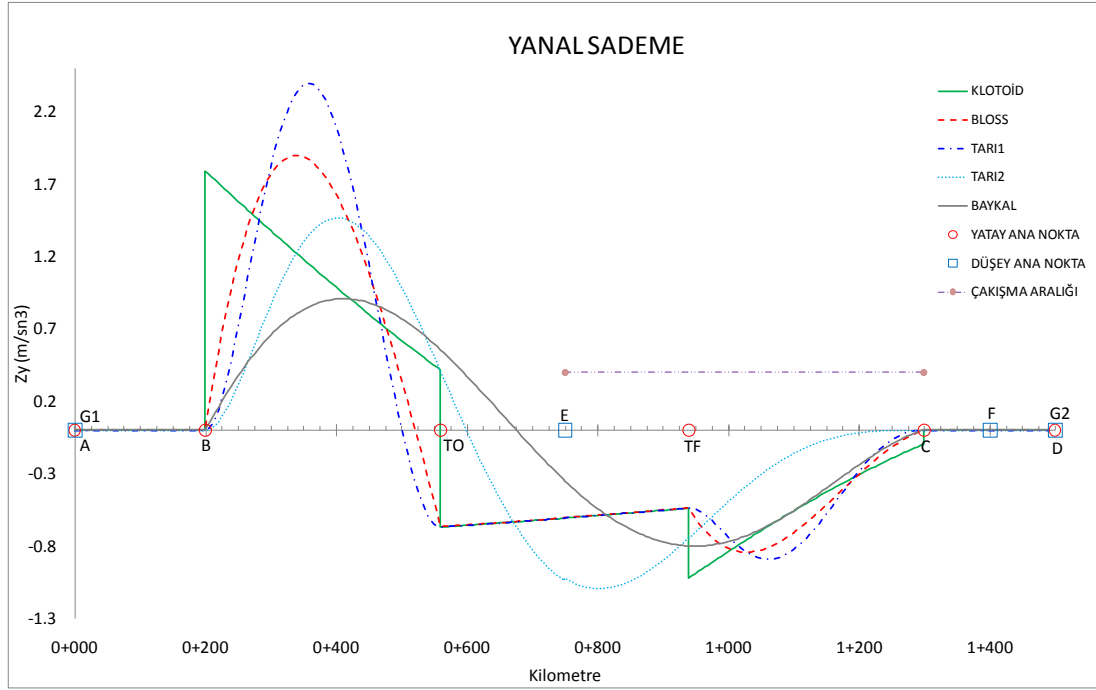


Şekil 8.72: G4 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V_1=100\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=460\text{m}$

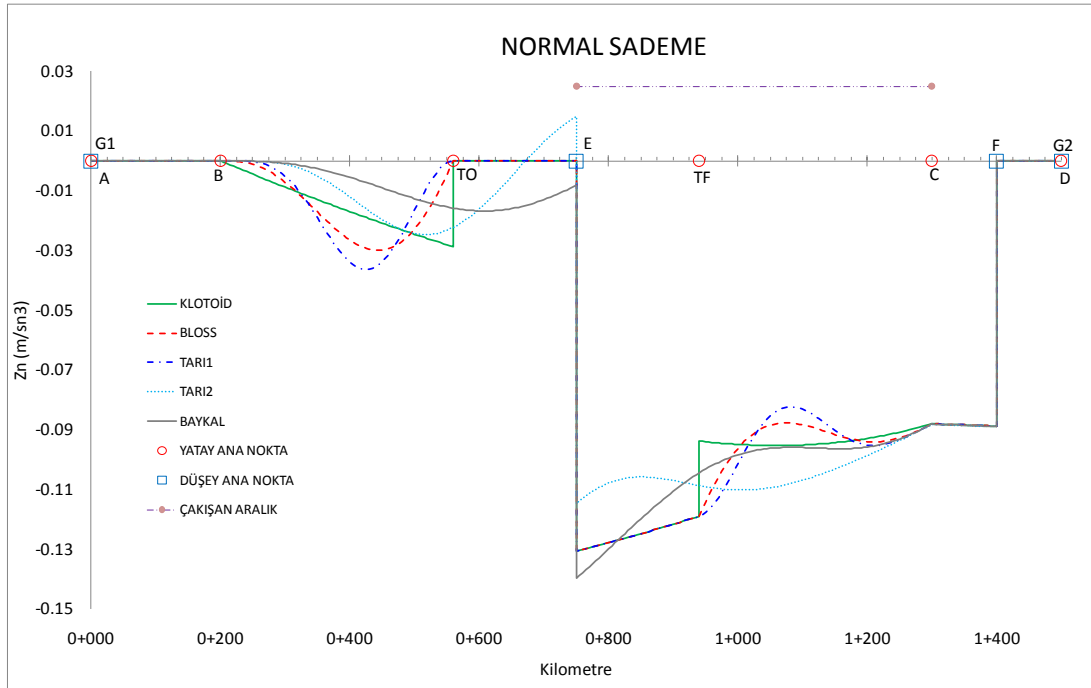
8.19 $V_1=400\text{ km/h}$, $V_2=200\text{ km/h}$ Hızlar İçin Negatif İvmeli Hareket Modelinde H2 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi



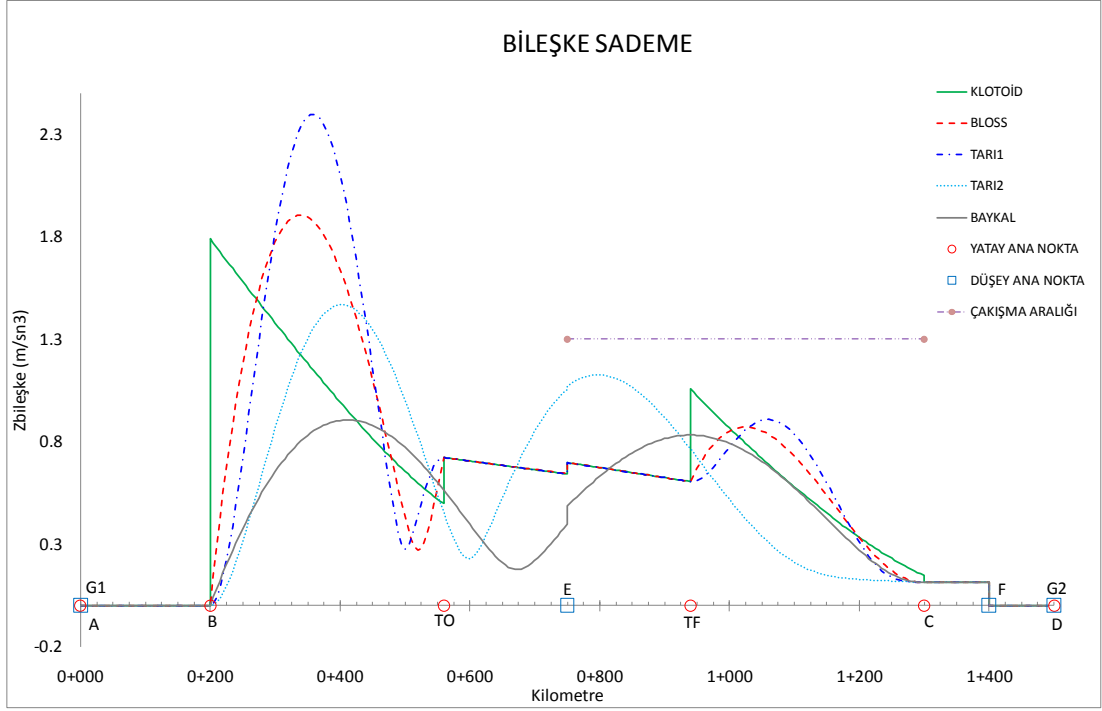
Şekil 8.73: H2 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği $V_1=400\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$



Şekil 8.74: H2 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V_1=400\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$



Şekil 8.75: H2 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V_1=400\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$



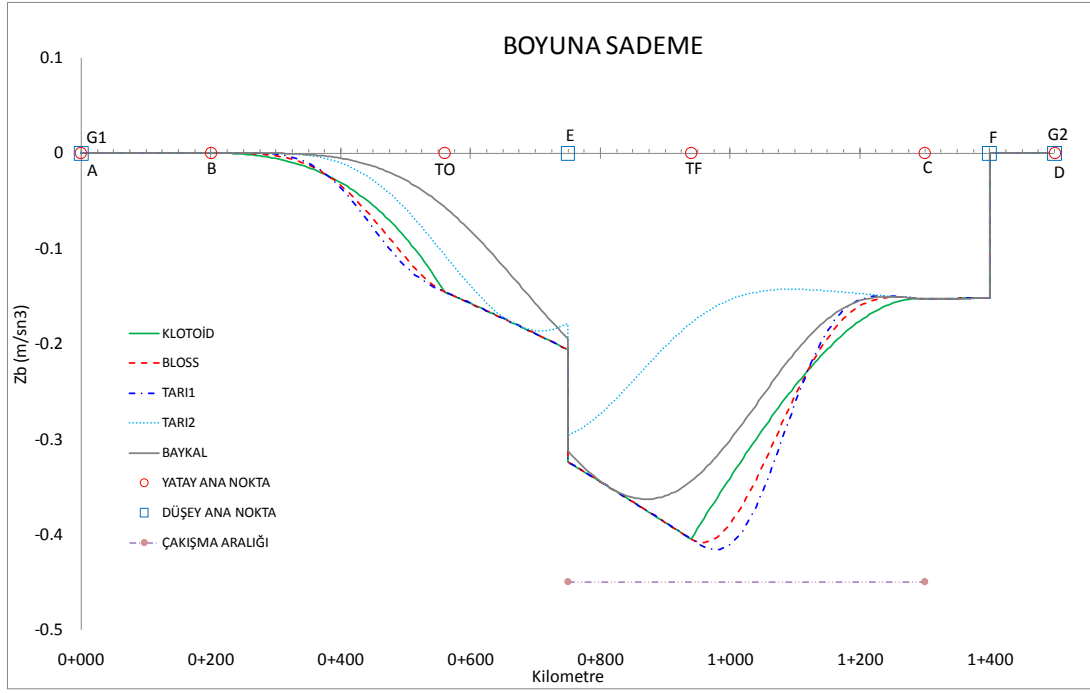
Şekil 8.76: H2 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V1=400\text{km/h}$, $V2=200\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$

H2 tip geometri incelemesinde tıpkı diğer bölümlerde verilen incelemelerde görüldüğü gibi E ve F noktalarında sıçrama şeklinde süreksizlik meydana geldiği Şekil 8.73, Şekil 8.74, Şekil 8.75 ve Şekil 8.76’de görülmektedir.

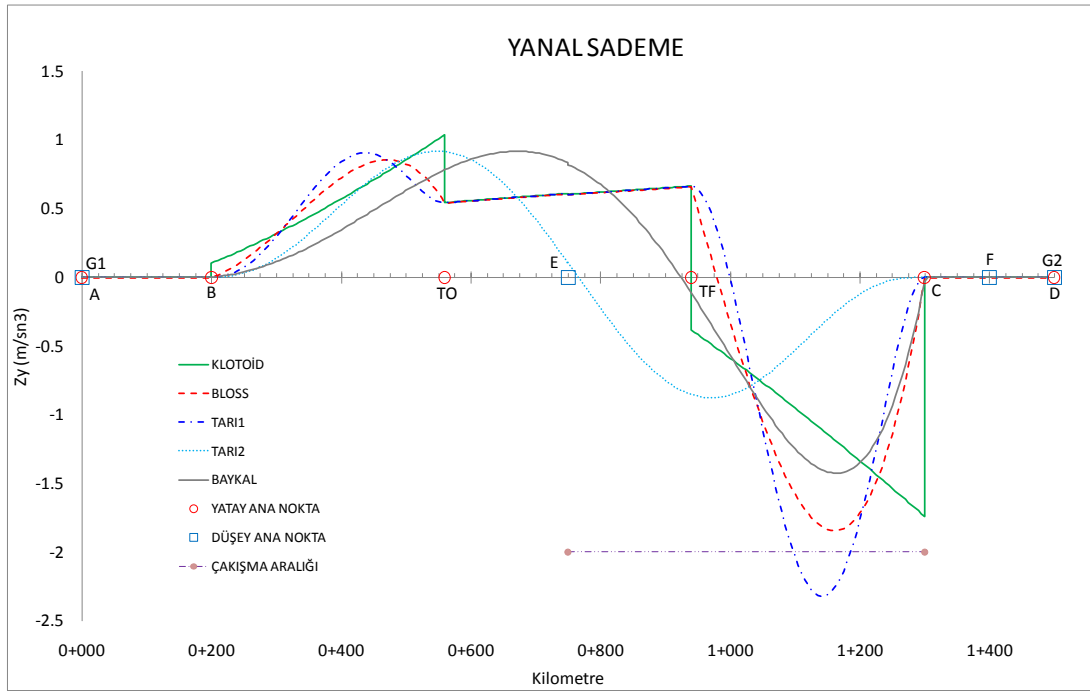
Sademe büyüklüğü bakımından bu modelde ve kullanılan büyüklükler için Baykal eğrisi sademe sınır koşullarını sağlamakta, diğer eğriler sağlamamaktadır. Negatif ivmeli model olduğu için sademe büyüklüğünde yola bağlı olarak azalmaktadır.

8.20 $V1=200\text{ km/h}$, $V2=400\text{ km/h}$ Hızlar İçin Pozitif İvmeli Hareket Modelinde H2 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi

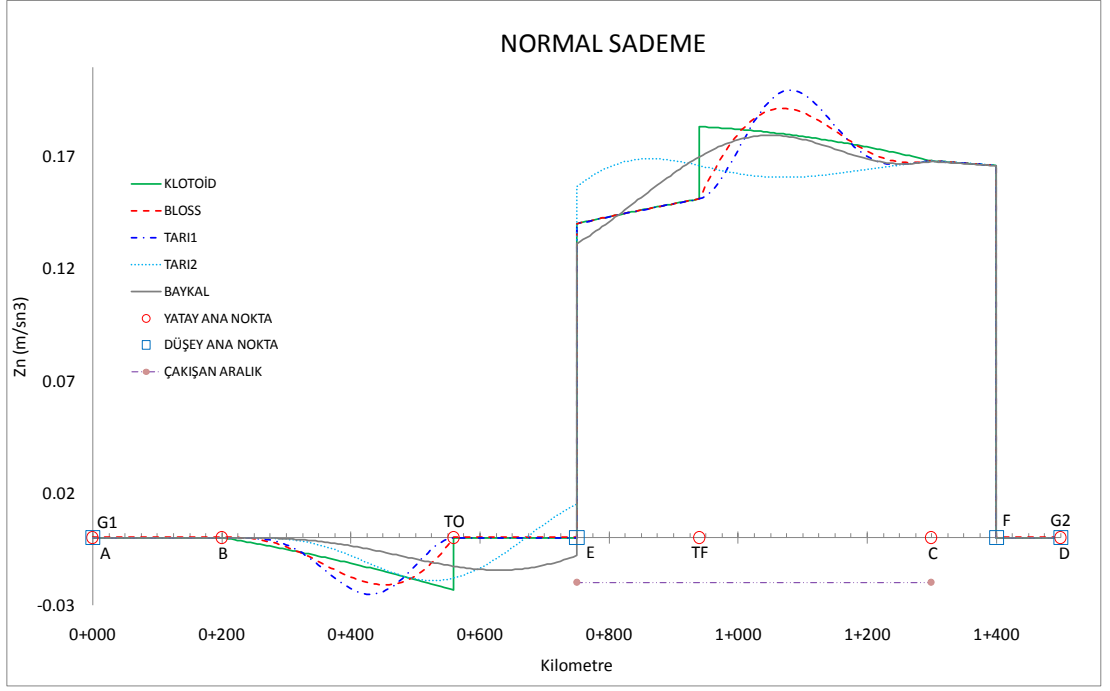
Bu model Bölüm 8.19’da verilen geometrinin pozitif ivmeli hareket modeli için incelenmiştir. Sademe büyüklüğü ve süreklilik bakımından Tarı2 eğrisi bu modelde en iyi sonucu vermektedir. E noktasında sıçrama biçiminde oluşan sademe ihmal edilmemeli ve dikkate alınmalıdır. Gerekli açıklamalar Bölüm 8.19 ve diğer bölümlerde verilmektedir.



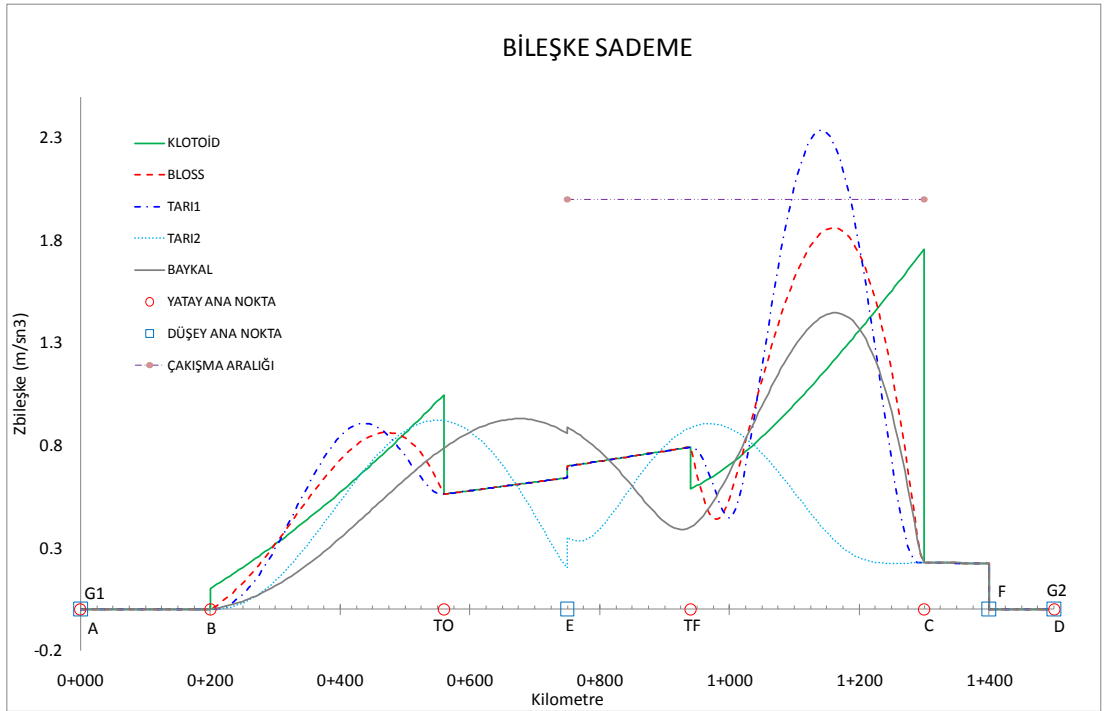
Şekil 8.77: H2 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=400\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$



Şekil 8.78: H2 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=400\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$

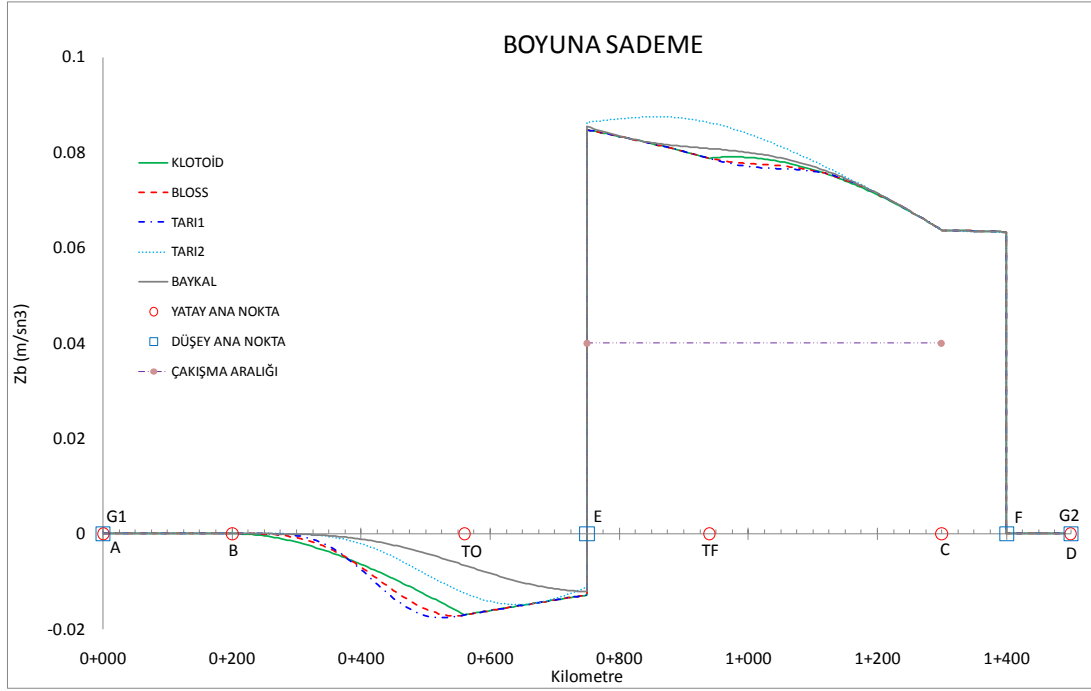


Şekil 8.79: H2 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=400\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$

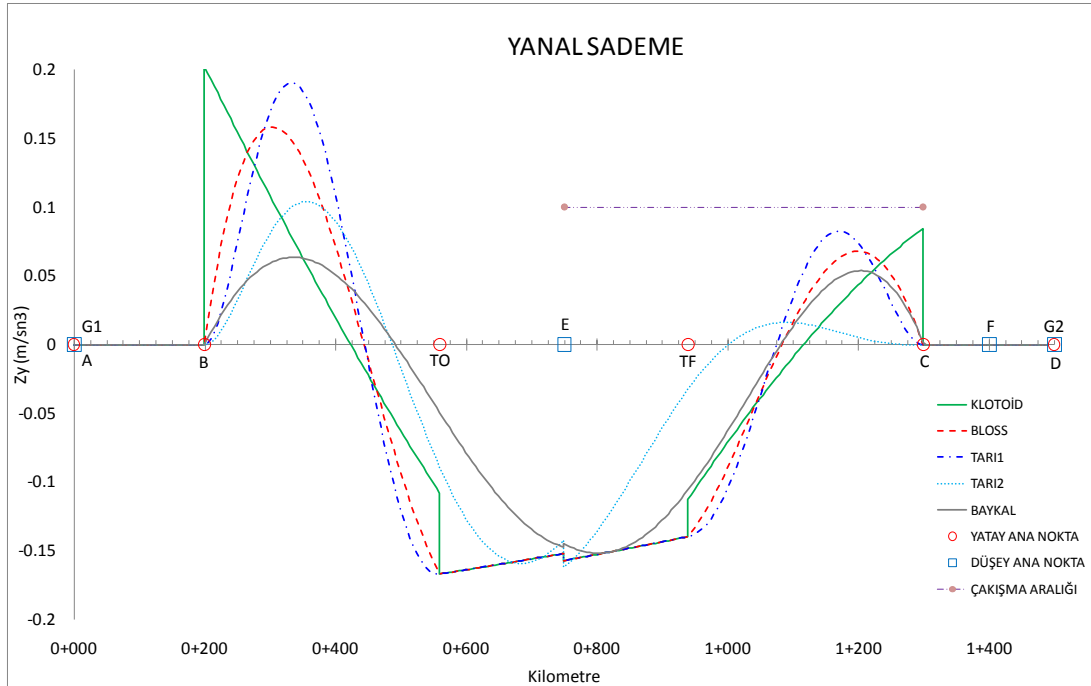


Şekil 8.80: H2 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=400\text{km/h}$ Yatay $R=1810\text{m}$

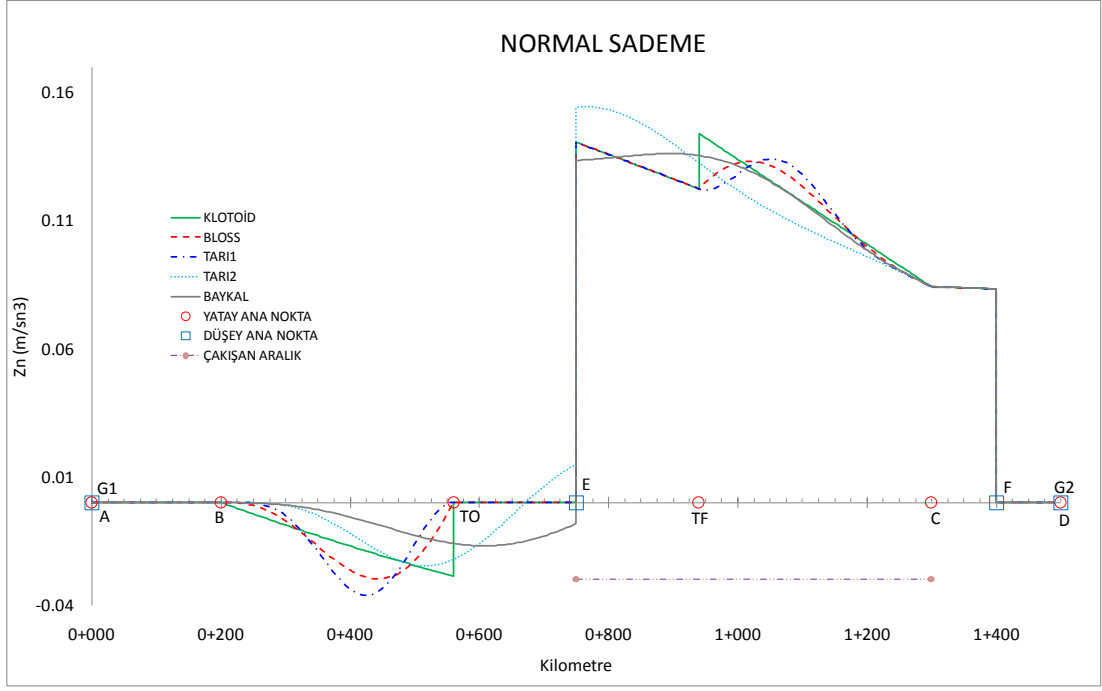
8.21 $V_1=400$ km/h, $V_2=200$ km/h Hızlar İçin Negatif İvmeli Hareket Modelinde H3 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi



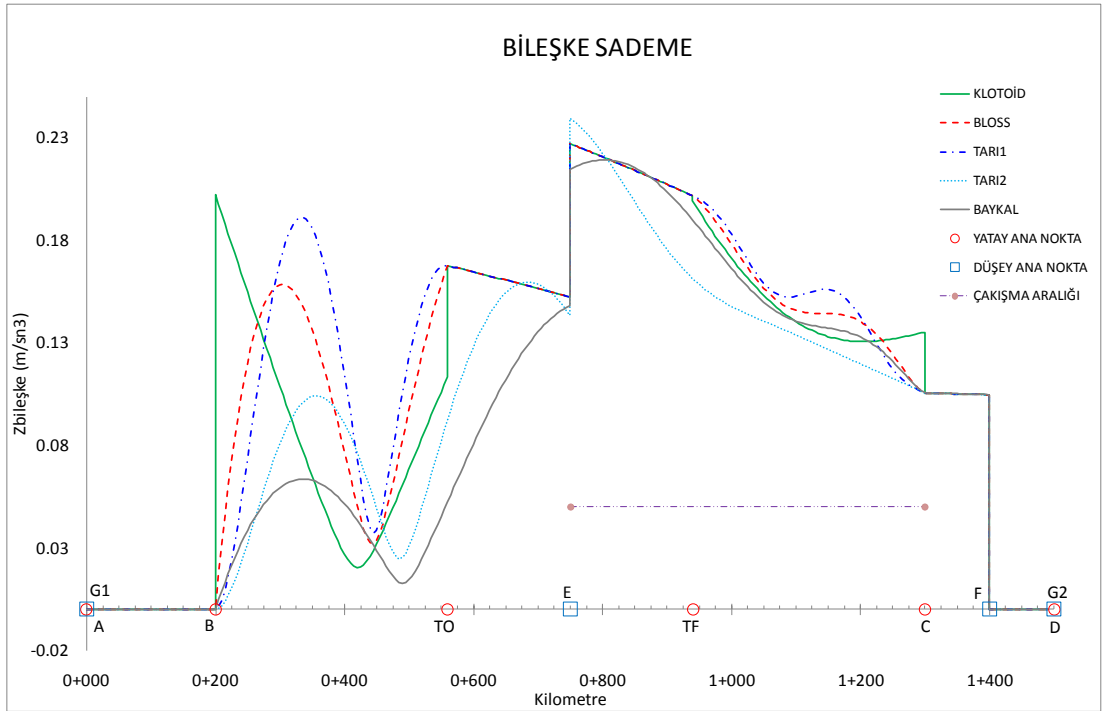
Şekil 8.81: H3 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği $V_1=400$ km/h, $V_2=200$ km/h Yatay $R=7250$ m



Şekil 8.82: H3 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V_1=400$ km/h, $V_2=200$ km/h Yatay $R=7250$ m



Şekil 8.83: H3 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V_1=400\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$



Şekil 8.84: H3 Tip Geometri için Negatif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V_1=400\text{km/h}$, $V_2=200\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$

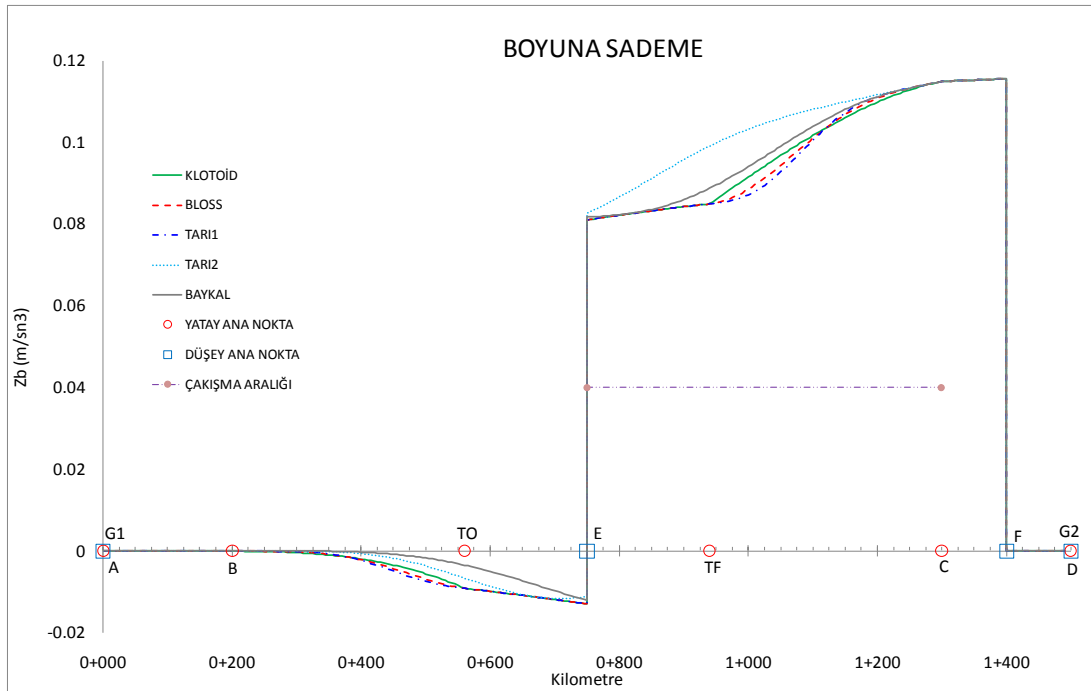
Şekil 8.81, Şekil 8.82, Şekil 8.83 ve Şekil 8.84'te düşey geometride parabolik kurb yerine dairesel kurb kullanımının sademe büyüklüğüne etkisi önemsenmeyecek kadar küçüktür. Ayrıca seçilen büyüklükler için yapılan inceleme sademe büyüklüğü

yönünden tüm eğriler için tutarlılık göstermektedir. Sıçrama biçiminde sademe süreksizliklerin varlığı dikkat çekicidir.

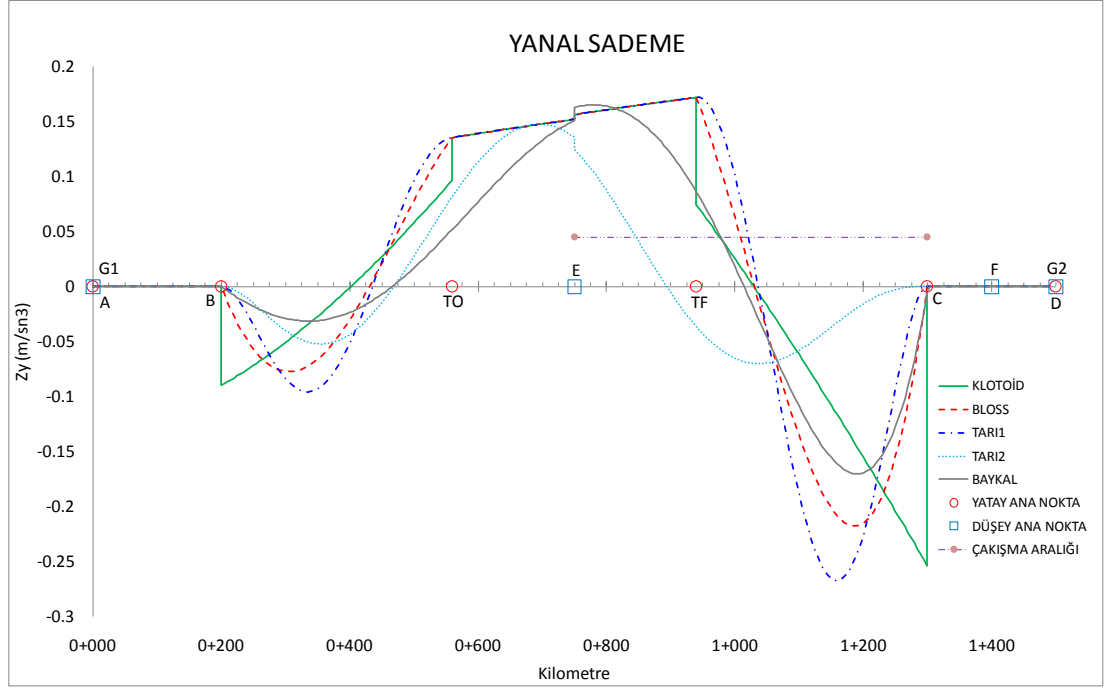
Sonuç olarak bu model ile ilgili diğer gerekli açıklamalar Bölüm 8.20, Bölüm 8.19’da verilmiştir. Bu yüzden bu bölümde fazla açıklama verilmemiştir.

8.22 $V_1=200$ km/h, $V_2=400$ km/h Hızlar İçin Pozitif İvmeli Hareket Modelinde H3 Tip Geçki Tanımının Sademe Yönünden İncelenmesi

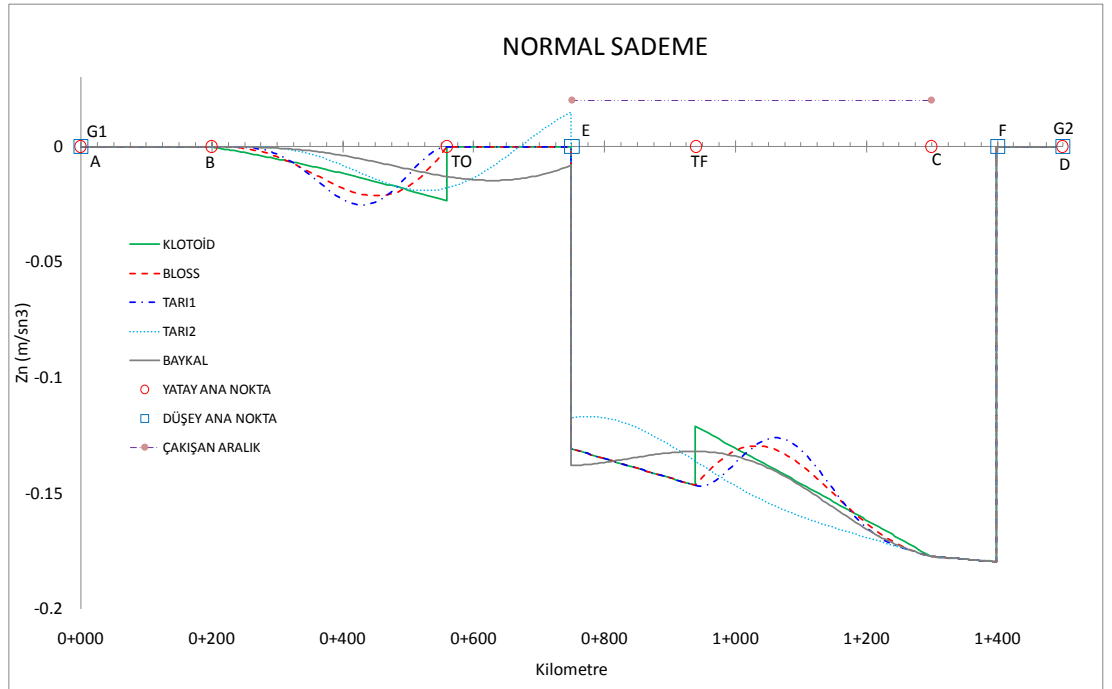
Bu bölümde verilen Şekil 8.85, Şekil 8.86, Şekil 8.87 ve Şekil 8.88’de gösterilen sademe incelemeleri için gerekli bilgiler, benzer incelemeleri içeren Bölüm 19, Bölüm 20 ve Bölüm 21’de verilmiştir.



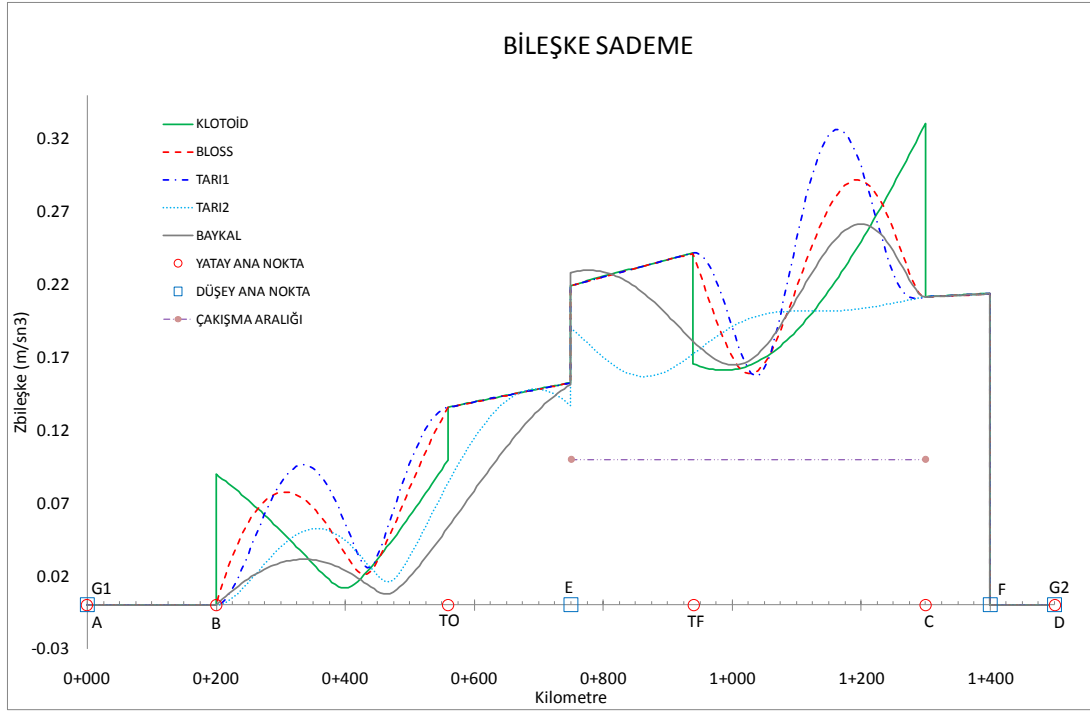
Şekil 8.85: H3 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Boyuna Sademe Grafiği $V_1=200$ km/h, $V_2=400$ km/h Yatay $R=7250$ m



Şekil 8.86: H3 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Yanal Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=400\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$



Şekil 8.87: H3 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Normal Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=400\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$



Şekil 8.88: H3 Tip Geometri için Pozitif İvmeli Hareket Modelinde Bileşke Sademe Grafiği $V_1=200\text{km/h}$, $V_2=400\text{km/h}$ Yatay $R=7250\text{m}$

Yapılan incelemelerde düşey geometrinin sıçrama şeklinde sademeye etki ettiği, negatif ivmeli harekette en iyi sademe sonucunu Baykal eğrisi, pozitif ivmeli harekette ise Tarı2 eğrisinin verdiği grafiklerde görülmektedir. Bu eğrileri sademe sürekliliği ve sademe büyüklüğü bakımından Tarı1 eğrisi, Bloss eğrisi ve klotoid izlemektedir.

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yolcu taşımacılığının ve ulaşımın en hızlı yollarının arandığı günümüz dünyasında geçki ve geçki tasarımının önemi artmış, tasarımda kullanılan geometri elemanlarının yol- araç kinematiği bakımından en uygun sonuca ulaştırması hedeflenmiştir. Bunun için yol güzergahını oluşturan çeşitli geçki parçaları ve eğriler türetilerek en uygun geçki tasarımı elde edilmeye çalışılmış ve türetilen bu eğrilerin birbirleriyle karşılaştırılması amacıyla en uygun tasarımı yapmak için kriter olarak sademe kullanılmaktadır.

Bu çalışmada yatay ve düşey geometriyi dikkate alarak yol - araç kinematiğini en iyi şekilde ifade eden ve literatürde verilen en gelişmiş sademe bağıntıları (bak., (4.4), (4.5), (4.6), (4.7) eşitlikleri) kullanılarak; yol - araç kinematiği çeşitli geçki ve hız modellerinde incelenmiştir. İncelenmesi düşünülen modellerin ve bu modellere ait grafiklerin miktarının çok fazla olmasından dolayı hem hesap kolaylığı sağlayan hem de grafik çizdirebilen bir bilgisayar programı olan MATLAB paket programı kullanılmıştır. MATLAB paket programında oluşturulan grafikler istenilen görselliği sağlayamamakta ve ayrıca Türkçe karakter sorunundan dolayı Microsoft Excell programına veriler aktarılarak tekrar düzenlenmiştir. Program **Ek1**'de mevcuttur.

9.1 Geçiş Eğrisi Modellerine Göre İnceleme

- Yatay geometride klotoid, Bloss, Tarı1, Tarı2, Baykal eğrilerinin yatay geometride alinyiman ve dairesel kurbula oluşturdukları kombinasyonlar,
- Düşey geometride alinyiman, parabolik tepe kurb, parabolik dere kurb, dairesel tepe kurb, dairesel dere kurbun oluşturduğu kombinasyonlar,

kullanılarak elde edilen 26 adet tip modelin 3 farklı yatay kurb yarıçapı büyüklüğüne göre sademe çözümlemelerinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Yatay ve düşey geometride eğrisel geçki parçalarına ait çakışmaların olduğu tasarımlarda tüm eğri modellerinde düşey kurb ana noktalarında sıçrama şeklinde sademe oluşmaktadır (bak. C1-C2-C3-C4 Tip, D1-D2-D3-D4 Tip, E1-

- E2-E3-E4 Tip, F1-F2-F3-F4 Tip, G1-G2-G3-G4 Tip, H1-H2-H3-H4 Tip geometri çözümleri).
2. Düşey geometrinin eğim değerinin $W=0$ alınarak kullanıldığı B1 tip geometride sademenin sürekliliği bakımından Tarı1, Tarı2 ve Baykal eğrileri klotoid ve Bloss eğrilerinden daha iyi sonuç vermektedir.
 3. Düşey geometrinin eğim değerinin $W=0$ olarak kullanıldığı ve yatay geometride alinyiman - klotoid - dairesel kurb - klotoid - alinyiman biçiminde tanımlanan B1 tip geometri C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3, D4, E1, E2, E3, E4, F1, F2, F3, F4, G1, G2, G3, G4, H1, H2, H3, H4 tip geometri modellerine göre en iyi sademe sonucunu vermektedir.
 4. Dere düşey ve tepe düşey kurb lar yatay geometri ile çakışma aralıklarında yanal sademede sıçrama şeklinde etkiye sahip oldukları D2, F2, G2, H2, D4, F4, G4, H4 tip modellerin çözümlemelerindeki grafiklerde görülmektedir. (+) ve (-) yönde oluşan sademe sıçramaları dikkat çekicidir.
 5. C, D, E, F, G, H tip geometride hesaplanan boyuna sademe, yanal sademe, normal sademe ve bileşke sademe büyüklüklerine bu geometri tiplerinde var olan düşey geometrinin (-) veya (+) yönde etki ettiği verilen örnek tablolarda görülmektedir (bak., Tablo 7.1, Tablo 7.2, Tablo 7.3, Tablo 7.4, Tablo 7.4, Tablo 7.5, Tablo 7.6, Tablo 7.7, Tablo 7.8, Tablo 7.9). Dere düşey kurbanın yanal sademe büyüklüğünü düşey kurb boyunca azalttığı, tepe düşey kurbanın yanal sademe büyüklüğünü düşey kurb boyunca arttırdığı yapılan incelemelerden elde edilmiştir. Bu durum düşey kurb içeren tüm modeller için incelenmiş ve aynı etkinin varlığı görülmüştür. Fakat fazla hacimden dolayı sadece belirtilen tablolara çalışmada yer verilmiştir.
 6. Düşey kurbun kullanıldığı geçki tiplerinin tümünde düşey kurbun ana noktaları arasında bileşke sademenin büyüklüğü artmıştır (bak., C, D, E, F, G, H tip geometriye ait bileşke sademe çözümleri).
 7. Kullanılan geçki modellerinde dairesel düşey kurb ile parabolik düşey kurb arasında sademe miktarlarının etkisi bu tasarımda seçilen düşey eğimin %4 olmasından dolayı 3 ve 4. hanede etkilidir. Bu yüzden dairesel düşey kurb ile parabolik düşey kurb arasında herhangi bir değerlendirme yapılmamıştır.

9.2 Hız Modellerine Göre İnceleme

Oluşturulan geometri geçki tipleri sabit hızlı, sabit pozitif ivmeli ve sabit negatif ivmeli hareket modelinde incelenmiştir. İnceleme sonucunda sabit pozitif ve negatif ivmeli hareket modelinde Tarı1, Tarı2 ve Baykal eğrileri sademe bakımından düşey kurbdan kaynaklanan sıçramalar dikkate alınmadığında sürekliliklerini korumuştur. Bu eğrileri Bloss eğrisi takip etmiştir. Klotoid eğrisi diğer eğrilere göre sademe bakımından daha çok etkilendiği gözlemlenmiştir. Pozitif ivmeli hareket modellerinde hız arttıkça sademe miktarı artmıştır (bak., Şekil 8.5, Şekil 8.6, Şekil 8.7, Şekil 8.8, **Ek1** Grafikler).

1. 460m yatay yarıçap kullanılarak hazırlanan tüm geometri ve eğri tipleri 200 km/h hız sonrasında sabit hızlı, sabit pozitif ve sabit negatif ivmeli modellerde yetersiz kalmıştır (bak., Şekil 7.25, 7.26, 7.27, 7.28, ve **Ek1**).
2. 1810m yatay yarıçap kullanılarak hazırlanan geometri tipleri 400 km/h hız için sabit hızlı, sabit pozitif ve sabit negatif ivmeli hareket modellerinde yeterli konforu sağlayamadığı grafiklerde görülmektedir (bak., Şekil 7.6,8.1, 8.2, 8.3 8.4, **Ek1**).
3. 7250m yatay yarıçap kullanılarak yapılan sabit ivmeli ve sabit hızlı model çözümlmeleri sademe bakımından seçilen tüm geometri ve hız modellerinde yeterlilik sağlamaktadır (bak., Şekil 8.29, 8.30, 8.31, 8.32, **Ek1**).
4. İvmeli hareket modelinde sademe yönünden yatay ve düşey geometri ana noktalarında bu geometri tipine ait tüm grafiklerde ani sıçrama, yön değiştirmeler meydana gelmiştir.

9.3 Geçki ve Hız Kombinasyonundan Oluşan Tüm Modellere Göre İnceleme

Geçki ve hız kombinasyonundan oluşan tüm modeller incelendiğinde 460 m yatay yarıçapa sahip geçki geometrisi oluşturan tüm modeller

1. 400 km/h sabit hız için sademe yönünden yetersiz kalmıştır.
2. 200 km/h sabit hız için Baykal eğrisi Bölüm 4'te verilen sademe büyüklüğü sınır koşullarına göre en iyi sonucu vermektedir. Baykal eğrisini Tarı2 eğrisi takip etmektedir. Grafiklerde klotoidin sademe büyüklüğü düşük seviyede olsa da, Bloss ve Tarı1 eğrileri sademenin sürekliliği bakımından klotoidden daha iyi sonuç vermektedir.

3. 200 km/h sabit hızdan 100km/h sabit hıza negatif ivmeli hareket modellerinde en iyi sademe sonucunu Baykal eğrisi vermektedir (Grafikler bak., Bölüm 8.17).
4. 100 km/h sabit hızdan 200 km/h sabit hıza pozitif ivmeli hareket modellerinde en iyi sademe sonucunu Tarı2 eğrisi vermektedir (Grafikler bak., Bölüm 8.18).

1810 m yatay yarıçapa sahip geçki geometrisi oluşturan tüm modeller

1. 400 km/h sabit hız için sademe yönünden yetersiz kalmıştır. 200km/h ve 100 km/h sabit hız için yeterlidir.
2. 400 km/h sabit hızdan 200km/h sabit hıza negatif ivmeli hareket modellerinde en iyi sademe sonucunu Baykal eğrisi vermektedir (Grafikler bak., Bölüm 8.13, Bölüm 8.15, Bölüm 8.19).
3. 200 km/h sabit hızdan 400km/h sabit hıza pozitif ivmeli hareket modellerinde en iyi sademe sonucunu Tarı2 eğrisi vermektedir (Grafikler bak., Bölüm 8.14, Bölüm 8.16, Bölüm 8.20).

7250 m yatay yarıçapa sahip geçki geometrisi oluşturan tüm modeller

1. 100 km/h, 200 km/h, 400 km/h hız ve tüm geçki modellerinde sademe büyüklüğü bakımından eğrilerin tamamı için sınır koşulları içerisinde kalmıştır.
2. Bu modelde incelenen sademe değerleri düşük olmasından dolayı düşey geometrinin sademeye etkisi daha net biçimde grafiklerde görülmektedir (Grafikler bak., Bölüm 7.18, Bölüm 8.21, Bölüm 8.22).
3. Sıçrama biçiminde sademe süreksizlikleri C, D, E, F, G, H tip geometri modellerinin incelemesinde dikkat çekicidir.

Elde edilen sonuçlara göre öneriler aşağıda verilmektedir.

- Yüksek hızlı seyahat ön görülen yollarda yüksek yarıçapa sahip yatay eğrilerin kullanılması gerektiği bir kez daha açıkça görülmektedir.
- Düşey kurbun kullanıldığı geometrilere, düşey kurb ana noktalarında sıçrama şeklinde meydana gelen sademe durumları göz önünde bulundurularak, düşey kurb ana noktalarının yatay eğrisellik içinde olmayacak biçimde geçki tasarımı yapılmalıdır. Zorunlu hallerde ise yatay geometri ana noktaları düşey kurb ana

noktaları olan E ve F ana noktaları arasında kalacak biçimde tasarlanmalı, diğer bir deyişle $Km_E < Km_B < Km_C < Km_F$ olmalıdır.

- Yatay eğriselliğin olduğu güzergahta, düşey güzergahın sebep olduğu sıçrama biçiminde sademe süreksizliklerin olduğu C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3, D4, E1, E2, E3, E4, F1, F2, F3, F4, G1, G2, G3, G4, H1, H2, H3, H4 tip modellerin oluşturduğu güzergah tiplerinden kaçınılmalıdır.
- Yol - araç kinematiği göz önüne alınarak yatay geometride en iyi sademe sonucunu veren Baykal ve Tarı2 eğrileri kullanıma sunulmalıdır.
- Yatay eğriselliğin olduğu ve aynı zamanda düşey kurbun kullanılması gereken güzergah tasarımlarında düşey kurbanın sademeye etkisi göz önünde bulundurularak minimum eğim değerine sahip düşey kurb kullanılmalıdır.
- İvmeli hareket modelinde sademede oluşan ani sıçrama ve yön değiştirme etkisinden kaçınmak için eğrisel kısımlarda geçki tasarımı ivmeli hareket modeline ihtiyaç duyulmayacak şekilde tasarlanmalı ve hareketin gerçekleştiği güzergahta hız değişimi sınırlandırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] **Baybura, T.**, (2001). Geçki Düşey Geometrisinin Yanal Sademeye Etkisinin Araştırılması, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [2] **Baykal O.**, (2009). Mühendislik Ölçmeleri - 1, Kara ve Demir Yollarında Geçki Geometrisi Tasarımı ve Aplikasyonu
- [3] **Tarı, E.**, (1997). Geçki Tasarımında Yeni Eğri Yaklaşımları, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [4] **Tarı, E.**, (2003). The New Generation Transition Curves, *Makale ARI Yayınları* 54. Cilt Sayı:1
- [5] **Umar F., Yayla N.**, (1997). Yol İnşaatı, İ.T.Ü. Rektörlüğü Yayınları No:1588, İ.T.Ü İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul
- [6] **Yayla, N.**, (2006). Karayolu Mühendisliği, Birsen Yayınevi
- [7] **Url-1** <http://en.wikipedia.org/wiki/Minimum_railway_curve_radius>, alındığı tarih 15.03.2011

EKLER

Ek1: CD İçerisinde Bilgisayar Programı ve CD İçerisinde Ek Grafikler

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Selçuk Bahçivan

Doğum Yeri ve Tarihi: TOKAT / 08.10.1982

Adres: Cumhuriyet mah. Toraytaş sit. A blok D:20 Torbalı/İZMİR

Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü (2002-2007)