



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KAVŞAK TASARIMI VE KAVŞAKLARDA YAPILAN
İYİLEŞTİRMELER BİTLİS VE KOCAELİ İLİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatih YAVUZ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Hümeysra BOLAKAR TOSUN

AKSARAY, 2024

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 212303416 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi Fatih YAVUZ tarafından hazırlanan “**KAVŞAK TASARIMI VE KAVŞAKLARDA YAPILAN İYİLEŞTİRMELER BİTLİS VE KOCAELİ İLİ ÖRNEĞİ**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Hümeysra BOLAKAR TOSUN

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Üye: Doç. Dr. Can ERENŞON

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Üye: Prof. Dr. Ahmet TORTUM

Atatürk Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.....

Tez Savunma Tarihi: 28/06/2024

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Mehmet Ali HİNİS

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinalliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Fatih YAVUZ

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bilgi ve birikimini paylaşan ve tezin tamamlanmasında katkıları ile yardımını esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Öğr. Üyesi Hümeysra BOLAKAR TOSUN'a, karayolları projesinde teknik olarak bilgi birikimi edinmemi sağlayan görev yaptığım Karayolları Genel Müdürlüğüne (Yol Etüt ve Proje Şube Müdürlüğü) teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca hayatımın en büyük değeri olan eşim Havva Yavuz, oğlum Muhammed Selim Yavuz, annem, babam, kardeşlerim ve yeğenlerime bu tez çalışmamı adıyorum.

Fatih YAVUZ
AKSARAY, 2024

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAVŞAKLAR	7
2.1 Eş Düzey Kavşaklar	7
2.1.1 Kol sayısına göre eş düzey kavşaklar	7
2.1.1.1 Üç kollu eş düzey kavşaklar	7
2.1.1.2 Dört kollu eş düzey kavşaklar	9
2.1.1.3 Çok kollu eş düzey kavşaklar	11
2.1.1.4 Dairesel adalı eş düzey kavşaklar	12
2.1.2 İşaretleme ve adalar ile yapılan yönlendirmeye göre kavşaklar	14
2.1.2.1 Kanalize kavşaklar	14
2.1.2.2 Kanalize olmayan kavşaklar	16
2.1.3 Trafik kontrol sistemine göre kavşaklar	17
2.1.3.1 Sinyalize kavşaklar	17
2.1.3.2 Sinyalize olmayan kavşaklar	18
2.1.3.2.1 Kontrollü olarak düzenlenen sinyalize olmayan kavşak	18
2.1.3.2.2 Kontrolsüz sinyalize olmayan kavşak	19
2.2 Eş Düzey Kavşak Tasarım Tipleri	20
2.2.1 Sola sığınmalı kavşaklar	20
2.2.2 Dönel kavşaklar	25
2.2.2.1 Dönel adalı kavşaklar kendi içinde 3 farklı şekilde tasarlanır	26
2.2.2.1.1 Mini dönel kavşaklar	27
2.2.2.1.2 Tek şeritli dönel kavşaklar	28
2.2.2.1.3 Çift şeritli dönel kavşaklar	29
2.2.2.2 Modern dönel kavşaklarda sürücü ve yayalar	30
2.2.2.2.1 Araç sürücüleri açısından güvenli sürüş kuralları	30
2.2.2.2.2 Yayalar açısından mdk kullanılmasında güvenlik kuralları	30
2.2.2.3 Modern dönel kavşaklarda trafik akışında gerçekleşme durumları	30
2.2.3 Diğer modern dönel kavşaklar	31
2.2.3.1 Turbo modern dönel kavşaklar	31
2.2.3.2 Sinyalize modern dönel kavşaklar	36
2.3 Farklı Seviyeli Kavşaklar	37
2.3.1 Trompet farklı seviyeli kavşak	39
2.3.3 Yonca kavşak	43
2.3.4 Direksiyonel ve yarı direksiyonel kavşaklar	45
2.3.5 Diamond farklı seviyeli kavşak	48
2.3.6 Katlı dönel farklı seviyeli kavşak	49
2.3.7 Tek nokta farklı seviyeli kavşak	52
2.3.8 Farklı seviyeli kavşak birleşimleri	54
3. KAVŞAKLARDA GEOMETRİK STANDARTLAR VE DRENAJ	55
3.1 Kavşak Tasarımında Yapılan Düzenlemeler	55
3.2 Yatay ve Düşey Hat Tasarımı	58

3.2.1 Yatay hat tasarımı	59
3.2.2 Düşey hat tasarımı	59
3.3 Dever Tasarımı	63
3.4.2 Yüzey altı drenajlar.....	72
4. EŞ DÜZEY VE FARKLI SEVİYELİ KAVŞAK TASARIM İNCELEMESİ	77
4.1 Harita Hazırlama Süreçleri	78
4.2 Kavşak Tasarım Süreçleri	78
4.2.1.1 İdare onay süreci	80
4.2.1.2 Mevcut kavşak durumu ve bölge hakkında genel durum	81
4.2.1.3 Kavşak tasarımı.....	82
4.2.1.4 Kavşak tasarım sürecinde yapılan çizim aşamaları	82
4.2.1.4.1 Ana yol geometrik tasarım süreçleri	82
4.2.1.4.2 Ana yol yatay hat çalışması.....	82
4.2.1.4.3 Ana yol düşey hat çalışması	84
4.2.1.4.4 Kuzey yan yol yatay hat çalışması	87
4.2.1.4.5 Kuzey yan yol düşey hat çalışması	87
4.2.1.4.6 Güney yan yol yatay hat çalışması	90
4.2.1.4.7 Güney yan yol düşey hat çalışması	90
4.2.1.4.8 1 Yolu yatay hat çalışması	93
4.2.1.4.9 1 Yolu düşey hat çalışması.....	93
4.2.1.4.10 2 Yolu yatay hat çalışması	94
4.2.1.4.11 2 Yolu düşey hat çalışması.....	94
4.2.1.4.12 3 Yolu yatay hat çalışması	95
4.2.1.4.13 3 Yolu düşey hat çalışması.....	95
4.2.2 Bitlis-Ahlat devlet yolu külliye kavşağı tasarımı	99
4.2.2.1 İdare onay süreci	101
4.2.2.2 Mevcut kavşak durumu.....	101
4.2.2.3 Kavşak tasarımı.....	101
4.2.2.4 Kavşak tasarım sürecinde yapılan çizim aşamaları	102
4.2.2.4.1 Ana yol geometrik tasarım süreçleri	102
4.2.2.4.1.1 Ana yol yatay hat çalışması	102
4.2.2.4.1.2 Ana yol düşey hat çalışması	103
4.2.2.4.1.3 Sağ pivot yatay hat çalışması	103
4.2.2.4.1.4 Sağ pivot düşey hat çalışması.....	104
4.2.2.4.1.5 Sol pivot yatay hat çalışması	105
4.2.2.4.1.6 Sol pivot düşey hat çalışması	105
4.2.2.4.2 Tali yol-1 yatay hat çalışması.....	106
4.2.2.4.3 Tali yol-1 düşey hat çalışması	107
4.2.2.4.5 Tali yol-2 düşey hat çalışması	108
4.2.2.4.6 Tip enkesit çizimi	109
5. MICROSTATION PROGRAMI İLE TASARIM SÜREÇLERİ	113
5.1 Sayısal Arazi Modeli	114
5.1.1 Zemin yüzey (üçgenleme) çalışması	114
5.2 Geometry (alg) Dosyası Oluşturma.....	128
5.2.1 Geometry yatay hat (alg) dosyası oluşturma	128
5.2.2 Geometry düşey hat (alg) dosyası oluşturma	135
5.3 Tip Enkesit Tasarımı	141
5.4 Kavşağın Modellemesi	143
5.5 Dever Tasarımı	147
5.6 Kavşak Planında Şev Tarama.....	156

5.7 Tip Enkesitlerin Programda Gösterilmesi	159
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	161
KAYNAKLAR	168
ÖZGEÇMİŞ.....	171



YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAVŞAK TASARIMLARI VE KAVŞAK TASARIMLARINDA YAPILAN İYİLEŞTİRMELER BİTLİS VE KOCAELİ İLİ ÖRNEĞİ

Fatih YAVUZ

**Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Hümeysra BOLAKAR TOSUN

ÖZET

Yoğun olarak kazaların kavşaklarda meydana gelmesi, kavşak tasarımı ve uygulama esaslarını oldukça önemli kılmaktadır. Genel anlamda alt yapı yetersizliği ve sürücü hataları nedeniyle oluşan kazaların önlenmesinde, hatalı kavşakların yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Çalışmada, Karayolları 11. Bölge Müdürlüğüne tasarım çalışmaları yapılan eş düzey kavşak ile Karayolları 1. Bölge müdürlüğü ve Gölcük Belediye Başkanlığınca tasarım çalışmaları yapılan farklı seviyeli kavşak tasarımları incelenmiş olup bu kavşakların tasarımlarında yapılan iyileştirmeler üzerine çalışma yapılmıştır. Kavşak tasarım iyileştirmelerinde birtakım kriterler göz önüne alınmıştır. Bu kriterler kavşak düzenlemenin amacı, tasarımı etkileyen faktörler ve tasarım için gerekli veriler başlıkları altında incelenmiştir. Kavşak tasarımların uydu görüntüleri ile plan, profil ve tip enkesit çalışmaları anlatılmış ve yapılan çalışmaların kavşak tasarımına etkilerinden bahsedilmiş olup mevcut kavşak ile revize çalışması yapılan kavşakların avantaj ve dezavantajları dikkate alınarak değerlendirmeler yapılmıştır. Ayrıca microstation (Inroads) programı ile kavşak tasarım süreçlerinden bahsedilmiştir. Çalışma neticesinde elde edilen bulgular değerlendirilerek öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kavşak tasarımı, Tali yol, Ana yol, Yögt, Plan, Profil, Tip enkesit.

Haziran, 2024; 171 sayfa

M.Sc. THESIS

**INTERCHANGE DESIGNS AND IMPROVEMENTS IN INTERCHANGE
DESIGNS THE CASE OF BITLIS AND KOCAELI**

Fatih YAVUZ

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering**

Supervisor: Associate Prof. Hümeýra BOLAKAR TOSUN

ABSTRACT

The fact that most accidents occur at intersections makes intersection design and implementation principles very important. In general, faulty intersections need to be rearranged to prevent accidents caused by infrastructure deficiency and driver errors. In the study, the equal-level intersection designed by the 11th Regional Directorate of Highways and the different-level intersection designs designed by the 1st Regional Directorate of Highways and Gölcük Municipality were examined and a study was conducted on the improvements made in the designs of these intersections. A number of criteria were taken into consideration in intersection design improvements. These criteria were examined under the headings of the purpose of intersection arrangement, factors affecting the design and data required for design. Satellite images of intersection designs and plan, profile and type cross-section studies were explained, the effects of the studies on intersection design were mentioned, and evaluations were made by taking into account the advantages and disadvantages of the existing intersection and the revised intersections. Additionally, intersection design processes were mentioned with the microstation (Inroads) program. The findings obtained as a result of the study were evaluated and suggestions were presented.

Keywords: Junction design, Secondary road, Highway, AADT, Plan, Profile, Type cross-section.

June, 2024; 171 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Ahlat külliye kavşağı planı	5
Şekil 1.2. Mevcut Ahlat külliye kavşağı	5
Şekil 1.3. Farklı seviyeli kavşak planı	6
Şekil 1.4. Mevcut farklı seviyeli kavşak	6
Şekil 2.1. 3 Kollu kanalize t tipi eş düzey kavşak tipi-1	8
Şekil 2.2. 3 Kollu kanalize t tipi eş düzey kavşak tipi-2	8
Şekil 2.3. 3 Kollu kanalize y tipi eş düzey kavşak	9
Şekil 2.4. 4 Kollu eş düzey kavşak tipi-1	10
Şekil 2.5. 4 Kollu dairesel adalı eş düzey kavşak tipi-2.	10
Şekil 2.6. 4 Kollu eş düzey kavşak tipi-3	10
Şekil 2.7. Çok kollu eş düzey kavşak düzenlemesi tip-1	11
Şekil 2.8. Çok kollu eş düzey kavşak düzenlemesi tip-2	11
Şekil 2.9. Dairesel adalı eş düzey kavşak tip-1	12
Şekil 2.10. Dairesel adalı eş düzey kavşak tip-2	13
Şekil 2.11. Somun şeklinde eş düzey kavşak tipi-3	14
Şekil 2.12. 4 Kollu kanalize eş düzey kavşak-1	15
Şekil 2.13. 4 Kollu kanalize eş düzey kavşak-2	15
Şekil 2.14. 4 Kollu kanalize olmayan eş düzey kavşak-1	16
Şekil 2.15. 4 Kollu kanalize olmayan eş düzey kavşak-2	16
Şekil 2.16. Sinyalize eş düzey kavşak-1	17
Şekil 2.17. Sinyalize eş düzey kavşak-2	17
Şekil 2.18. Sinyalize eş düzey kavşak-3	18
Şekil 2.19. Sinyalize olmayan eş düzey kavşak	19
Şekil 2.20. Kontrolsüz sinyalize olmayan eş düzey kavşak	19
Şekil 2.21. Sola sığınmalı eş düzey kavşak-1	20
Şekil 2.22. Sola sığınmalı eş düzey kavşak-2	21
Şekil 2.23. Sola sığınmalı eş düzey kavşak-3	21
Şekil 2.24. Sola dönüş trafiğin düz devam ettiği kavşak.	22
Şekil 2.25. Sola sığınmalı kavşak doğrusal rakortmanı.	22
Şekil 2.26. Sola sığınmalı kavşak kısmi doğrusal rakortmanı.	23
Şekil 2.27. Sola sığınmalı kavşak simetrik ters kurp rakortmanı.	23
Şekil 2.28. Sola sığınmalı kavşak asimetrik ters kurp rakortmanı	23
Şekil 2.29. Sola sığınmalı kavşak bileşenleri	24
Şekil 2.30. Mini dönel kavşak	27
Şekil 2.31. Tek şeritli dönel kavşak	28
Şekil 2.32. Çift şeritli dönel kavşak	29
Şekil 2.33. Modern dönel kavşak detayları	31
Şekil 2.34. Turbo modern dönel kavşaklar	31
Şekil 2.35. Turbo modern dönel kavşak tasarım detayları	32
Şekil 2.36. Temel turbo modern dönel kavşak	33
Şekil 2.37. Yumurta tipli modern dönel kavşak	34
Şekil 2.38. Dirsek tipli modern dönel kavşak	34
Şekil 2.39. Spiral tipli mdk-1	35
Şekil 2.40. Spiral tipli mdk-2	35
Şekil 2.41. Pervane tipli modern dönel kavşak	35
Şekil 2.42. Sinyalize modern dönel kavşak-1	36
Şekil 2.43. Sinyalize modern dönel kavşak-2	37

Şekil 2.44. Trompet fsk-1	39
Şekil 2.45. Trompet fsk-2	40
Şekil 2.46. Trompet fsk-3	41
Şekil 2.47. Trompet fsk-4	41
Şekil 2.48. Yarım yonca fsk.....	43
Şekil 2.49. Yonca fsk-1.....	44
Şekil 2.50. Yonca fsk-2.....	44
Şekil 2.51. Yonca fsk-3.....	44
Şekil 2.52. Yonca fsk-4.....	45
Şekil 2.53. Yarı direksiyonel fsk-1	46
Şekil 2.54. Yarı direksiyonel fsk-2	46
Şekil 2.55. Direksiyonel fsk-1	47
Şekil 2.56. Direksiyonel fsk-2	47
Şekil 2.57. Diamond fsk-1	48
Şekil 2.58. Diamond fsk-2	49
Şekil 2.59. Dairesel Katlı fsk-1.....	50
Şekil 2.60. Dairesel katlı fsk-2.....	51
Şekil 2.61. Eliptik katlı dönel fsk.....	51
Şekil 2.62. Tek nokta fsk-1	53
Şekil 2.63. Tek nokta fsk-2	53
Şekil 2.64. Fsk birleşimleri-1.....	54
Şekil 2.65. Fsk birleşimleri-2.....	55
Şekil 3.1. Bağlantı yolu düzenlemesi-1.....	56
Şekil 3.2. Bağlantı yolu düzenlemesi-2	56
Şekil 3.3. Bağlantı yolu düzenlemesi-3	57
Şekil 3.4. Bağlantı yolu düzenlemesi-4	57
Şekil 3.5. Bağlantı yolu düzenlemesi-5	57
Şekil 3.6. Yatay ve düşey eksen çizimleri.	62
Şekil 3.7. Planda dever değişimi.....	64
Şekil 3.8. Aliyman kurp geçişi dever uygulaması.	64
Şekil 3.9. Dever geçiş bandı	65
Şekil 3.10. Dever uygulaması-1.....	67
Şekil 3.11. Dever uygulaması-2.....	68
Şekil 3.12. Yüzeysel drenaj	72
Şekil 3.13. Düşüm oluğu.....	73
Şekil 3.14. Koruge boru	73
Şekil 3.15. Kenar hendekler.....	73
Şekil 3.16. Kafa hendeği.....	73
Şekil 3.17. Boru menfez.....	74
Şekil 3.18. Kutu menfez.....	74
Şekil 3.19. Kemerli menfez	75
Şekil 3.20. Tek eğimli oluk.....	75
Şekil 3.21. Kör ve borulu dren.....	75
Şekil 3.22. Borulu dren	75
Şekil 3.23. Yeraltı drenajı hendeği-1	76
Şekil 3.24. Yeraltı drenajı hendeği-2	76
Şekil 3.25. Kılçık dren ve bağlantısı.....	76
Şekil 3.26. Düşey kum dren.....	77
Şekil 4.1. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk proje alanı.....	79
Şekil 4.2. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk ana yol plan-1.....	83

Şekil 4.3. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk ana yol plan-2.....	83
Şekil 4.4. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk ana yol plan-3.....	84
Şekil 4.5. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk ana yol profil-1.....	84
Şekil 4.6. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk ana yol profil-2.....	85
Şekil 4.7. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk ana yol profil-3.....	85
Şekil 4.8. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk ana yol profil-4.....	86
Şekil 4.9. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk ana yol profil-5.....	86
Şekil 4.10. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk kuzey yan yol profil-1.....	88
Şekil 4.11. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk kuzey yan yol profil-2.....	88
Şekil 4.12. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk kuzey yan yol profil-3.....	89
Şekil 4.13. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk kuzey yan yol profil-4.....	89
Şekil 4.14. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk güney yan yol profil-1	91
Şekil 4.15. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk güney yan yol profil-2	91
Şekil 4.16. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk güney yan yol profil-3	92
Şekil 4.17. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk güney yan yol profil-4	92
Şekil 4.18. 1 Yolu plan	93
Şekil 4.19. 1 Yolu profil	93
Şekil 4.20. 2 Yolu plan	94
Şekil 4.21. 2 Yolu profil	94
Şekil 4.22. 3 Yolu plan	95
Şekil 4.23. 3 Yolu profil	95
Şekil 4.24. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk tip enkesit-1.....	96
Şekil 4.25. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk tip enkesit-2.....	97
Şekil 4.26. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk tip enkesit-3.....	97
Şekil 4.27. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk tip enkesit-4.....	98
Şekil 4.28. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk üstyapı ve bordür detayı.....	98
Şekil 4.29. Ahlat külliye kavşağı proje alanı	99
Şekil 4.30. Ahlat külliye kavşağı ana yol plan.....	102
Şekil 4.31. Ahlat külliye kavşağı ana yol profili	103
Şekil 4.32. Ahlat külliye kavşağı sağ pivot plan.....	104
Şekil 4.33. Ahlat külliye kavşağı sağ pivot profil.....	104
Şekil 4.34. Ahlat külliye kavşağı sol pivot plan	105
Şekil 4.35. Ahlat külliye kavşağı sol pivot profil	106
Şekil 4.36. Ahlat külliye kavşağı tali yol-1 plan.....	107
Şekil 4.37. Ahlat külliye kavşağı tali yol-1 profil.....	107
Şekil 4.38. Ahlat külliye kavşağı tali yol-1 profil.....	107
Şekil 4.39. Ahlat külliye kavşağı tip enkesit-1	109
Şekil 4.40. Ahlat külliye kavşağı tip enkesit-2	110
Şekil 4.41. Ahlat külliye kavşağı tip enkesit-3	110
Şekil 4.42. Ahlat külliye kavşağı bordür detayı.....	111
Şekil 4.43. Ahlat külliye kavşağı topuk hendeği	111
Şekil 4.44. Ahlat külliye kavşağı kafa hendeği.....	112
Şekil 4.45. Ahlat külliye kavşağı kenar hendeği.....	112
Şekil 4.46. Ahlat külliye kavşağı kontrol bacası ve ızgara kesiti	113
Şekil 5.1. Programa zemin tanımlama.....	115
Şekil 5.2. Zemin bilgilerin programa aktarılması-1.....	117
Şekil 5.3. Zemin bilgilerin programa aktarılması-2.....	118
Şekil 5.4. Zemin bilgilerin programa aktarılması-3.....	119
Şekil 5.5. Zemin bilgilerin programa aktarılması-4.....	120
Şekil 5.6. Zemin bilgilerin programa aktarılması-5.....	121

Şekil 5.7. Zemin bilgilerin programa aktarılması-6.....	122
Şekil 5.8. Zemin bilgilerin programa aktarılması-7.....	123
Şekil 5.9. Zemin bilgilerin programa aktarılması-8.....	124
Şekil 5.10. Zemin yüzey üçgenleme detayı	125
Şekil 5.11. Zemin (dtm) dosya kaydetme	125
Şekil 5.12. Zemin dış yüzey çizgisi oluşturma-1	126
Şekil 5.13. Zemin dış yüzey çizgisi oluşturma-2	126
Şekil 5.14. Zemin yüzey oluşturma-1	127
Şekil 5.15. Zemin yüzey oluşturma-2	128
Şekil 5.16. Yatay hat çalışması	128
Şekil 5.17. Yatay hat çalışması eksen	129
Şekil 5.18. Geometry bölümünde kavşak tanımlaması-1	129
Şekil 5.19. Geometry bölümünde kavşak tanımlaması-2	130
Şekil 5.20. Yatay hat çizimin (alg) dosyasına tanımlanması-1.....	130
Şekil 5.21. Yatay hat çizimin (alg) dosyasına tanımlanması-2.....	131
Şekil 5.22. Yatay hat çizimin (alg) dosyasına tanımlanması-3.....	131
Şekil 5.23. Yatay hat çizimin (alg) dosyasına tanımlanması-4.....	132
Şekil 5.24. Yatay hat çizimin (alg) dosyasına tanımlanması-5.....	133
Şekil 5.25. Yatay hat çizimin (alg) dosyasına tanımlanması-6.....	134
Şekil 5.26. Geometry bölümünde düşey hat tanımlaması-1	135
Şekil 5.27. Geometry bölümünde düşey hat tanımlaması-2	136
Şekil 5.28. Geometry bölümünde düşey hat tanımlaması-3	136
Şekil 5.29. Geometry bölümünde düşey hat tanımlaması-4	137
Şekil 5.30. Geometry bölümünde düşey hat tanımlaması-5	137
Şekil 5.31. Geometry bölümünde düşey hat tanımlaması-6	138
Şekil 5.32. Profil çizim ekranı oluşturma-1	139
Şekil 5.33. Profil çizim ekranı oluşturma-2	140
Şekil 5.34. Profil çizim ekranı oluşturma-3	140
Şekil 5.35. Tip enkesitin tanımlanması-1	141
Şekil 5.36. Tip enkesitin tanımlanması-2	142
Şekil 5.37. Tip enkesitin tanımlanması-3	142
Şekil 5.38. Kavşak modellemesi-1.....	143
Şekil 5.39. Kavşak modellemesi-2.....	144
Şekil 5.40. Kavşak modellemesi-3.....	144
Şekil 5.41. Kavşak modellemesi-4.....	145
Şekil 5.42. Kavşak modellemesi-5.....	145
Şekil 5.43. Kavşak modellemesi-6.....	146
Şekil 5.44. Dever tasarımı-1	148
Şekil 5.45. Dever tasarımı-2	149
Şekil 5.46. Dever tasarımı-3	149
Şekil 5.47. Dever tasarımı-4	150
Şekil 5.48. Dever tasarımı-5	150
Şekil 5.49. Dever tasarımı-6	151
Şekil 5.50. Dever tasarımı-7	151
Şekil 5.51. Dever tasarımı-8	152
Şekil 5.52. Dever tasarımı-9	152
Şekil 5.53. Dever tasarımı-10	153
Şekil 5.54. Dever tasarımı-11	153
Şekil 5.55. Dizayn dosyası (dtm)-1.....	154
Şekil 5.56. Dizayn dosyası (dtm)-2.....	155

Şekil 5.57. Dizayn dosyası (dtm)-3.....	155
Şekil 5.58. Dizayn dosyası (dtm)-4.....	156
Şekil 5.59. Şev plan çizimi-1	157
Şekil 5.60. Şev plan çizimi-2	157
Şekil 5.61. Şev plan çizimi-3	158
Şekil 5.62. Şev plan çizimi-4	158
Şekil 5.63. Tip enkesitlerin programda gösterilmesi-1.....	159
Şekil 5.64. Tip enkesitlerin programda gösterilmesi-2.....	160
Şekil 5.65. Tip enkesitlerin programda gösterilmesi-3.....	160
Şekil 5.66. Tip enkesitlerin programda gösterilmesi-4.....	161
Şekil 6.1. Bitlis-Ahlat devlet yolu alternatif kavşak tipi.....	164



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Bitlis-Ahlat devlet yolu yogt değerleri	4
Çizelge 1.2. İzmit-Yalova devlet yolu yogt değerleri gölcük geçişi.....	4
Çizelge 2.1. Şerit değiştirme ve yavaşlama mesafesi	24
Çizelge 2.2. Sola dönüş şeridi için depolama mesafeleri.....	25
Çizelge 2.3. Mini dönel kavşak geometrik özellik	27
Çizelge 2.4. Tek şeritli dönel kavşak geometrik özellik	29
Çizelge 2.5. Çift şeritli dönel kavşak geometrik özellik	29
Çizelge 3.1. Düşey kurp katsayı değerleri	60
Çizelge 3.2. Boyuna eğim maksimum değerleri	63
Çizelge 3.3. Merkezkaç kuvveti hesabı	65
Çizelge 3.4. Enine sürtünme katsayıları	69
Çizelge 6.1. Bitlis-Ahlat devlet yolu yogt değerleri.....	162
Çizelge 6.2. Ahlat-Külliye Kavşağı yaralanma ve ölümle sonuçlanan trafik kaza verileri.....	163
Çizelge 6.3. İzmit-Yalova devlet yolu Gölcük şehir geçişi yogt değerleri.....	165
Çizelge 6.4. Kavşak tipine göre yaralanmalı-ölümlü trafik kaza verileri.....	165
Çizelge 6.5. İzmit-Yalova devlet yolu fsk kavşağı yaralanma ve ölümle sonuçlanan trafik kaza verileri.....	166
Çizelge 6.6. Yerleşim yeri durumuna göre ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarındaki kusur oranları.....	167

SİMGELER VE KISALTMALAR

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
Alg	Geometri Proje Dosyaları
D	Dever
DGM	Duruş Görüş Mesafesi
D_{teo}	Teorik Dever
Dtm	Yüzey Sayısal Arazi Modelleri
E	İki Tekerlek Arası Mesafe
F	Merkezkaç Kuvvet
F'	Merkezkaç Kuvvet Bileşeni
Fsk	Farklı Seviyeli Kavşak
G	Yer Çekim İvmesi
H	Taşıtın Ağırlık Merkezinin Yerden Yüksekliği
Ird	Platform Tasarım Dosyaları
Itl	Şablon Kütüphane Dosyaları
K	Düşey Duruş Katsayısı
L_d	Dever Uygulama Uzunluğu (Rakordman Uzunluğu)
Mdk	Modern Dönel Kavşak
N	Taşıta Etkiyen Kuvvet
NCHRP	National Cooperative Highway Research Program
P	Enine Sürtünme Kuvveti
P'	Sademe
PIARC	Permenant International Association Of Road Congresses
R	Kurp Yarıçapı
T	Sademe
T_{ga}	Taşıt İle Yatay Hat Arasındaki Tanjant Açısı
TSO	The Stationery Office
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
V	Taşıt Hızı
V_{dev}	Dever Hızı
V_p	Proje Hızı
V_{sav}	Savrulma Hızı
Yogt	Yıllık Ortalama Günlük Trafik
W	Taşıtın Ağırlığı
μe	Enine Sürtünme Katsayısı

1. GİRİŞ

Kavşaklar, çok yönlü gelen trafik akımının kesiştiği veya ayrıldığı alanlar olarak tanımlanır. Bu hareketler aynı düzlem içinde ise buna eş düzey kavşak, farklı düzlem içinde ise buna köprülü kavşaklar denir (Yetkin, 2000). Karayolu kavşakları kent içi ve dışı yollarda sıkça karşımıza çıkmaktadır. Yolun performansı, güvenlik, hız, işletme maliyeti ve kapasite gibi özellikleri etkilediğinden dolayı karayollarında oldukça önemlidir. Kavşak tasarımında gerekli olan ilkeler şu şekildedir:

- Güvenlik: Kavşakların esas amacı kullanıcıların güvenli bir şekilde kavşağa girmeleri ve çıkmalarıdır.
- Yeterli hizmet düzeyi: Kavşakların yüksek sayıda kullanıcıya hizmet etmesi ancak kaybedilen zamanın az olması istenir.
- Ekonomi: Elbette diğer faktörler kadar bir diğer önemli unsur da ekonomidir.
- Çevreye Uyumluluk: Son olarak yapılan çalışmanın estetik olarak çevreyle uyumlu olması önemlidir.

Kavşaklar, araştırmalar sonucunda elde edilen bilgiler ile tasarlanmalıdır. Bunlar bölgesel ve trafik bilgilerinde elde edilen verilerdir. Yani bölgesel olarak; topoğrafik yapı, yol geometrisi, imar planları olarak sıralanır. Trafik verileri ise yollardaki taşıt miktarları, zirve saat değerleri, araç hızları, yaya hareketliliği, kavşaktaki kaza raporları vs. olarak özetlenebilir (Karayolları Genel Müdürlüğü [KGM], 2005). Kavşak olarak tanımlanan kesişim yerleri kazaların en çok yaşandığı kritik noktalar (Elvik vd., 2009; PIARC, 2003; Ogden, 1996; Tiwari ve Mohan, 2016). Literatürde yapılan incelemelere göre Amerika'da kazaların yaklaşık %50'sinin, Avrupa da ise yaklaşık %27'sinin kavşak noktalarında olduğu tespit edilmiştir (Novák vd., 2018). Yapılan çalışmalara göre yine şehir içinde meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı kazaların %93'ünün kavşaklarda meydana geldiği belirlenmiştir (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2013).

Karayolları 11. Bölge Müdürlüğü sorumluluk alanında yer alan Bitlis-Ahlat Devlet Yolu üzerinde 5+817.59 km'sine tasarlanan eş düzey Ahlat-Küllüye kavşak tasarımı ve Karayolları 1. Bölge Müdürlüğü sorumluluk alanında yer alan Gölcük D-130

karayolu geçişinde İzmit-Yalova Devlet Yolu üzerinde 20+100.00-21+590.00 km’leri arasına tasarlanan farklı seviyeli kavşak tasarımı ile mevcut kavşaklar revize edilerek yapılan iyileştirmeler üzerine inceleme yapılmıştır.

Kavşak tasarımları

- Bitlis-Ahlat Devlet Yolu’nun 5+871.59 km’sinde yer almaktadır.
- İzmit-Yalova Devlet Yolu’nun 20+100.00-21+590.00 km’leri arasında yer almaktadır.

Kavşak tasarımları yapılmadan önce birtakım kriterler gözden geçirilerek kavşaklar tasarlanır. Kavşak tasarımında, tipinden bağımsız olarak aşağıdaki amaçlar gözetilmelidir (National Cooperative Highway Research Program [NCHRP], 2007).

- ✓ Hızın kontrol altına alınması
- ✓ Sürekliliğinin sağlanması
- ✓ Güvenliğin artırılması
- ✓ Yavaşlama ve durmalar nedeniyle oluşan gecikmelerin azaltılması
- ✓ Yeterli hizmet seviyesinin sağlanması
- ✓ Taşıt işletme maliyetlerinin azaltılması

Kavşak tasarımı için gerekli veriler (KGM, 2022):

Bölgesel veriler

- ✓ Kavşak bölgesinin topoğrafik durumu, haritası ve plankotesi
- ✓ Kesişen yolların yatay ve düşey geometrileri, enkesit tipleri ve kaplama durumları
- ✓ Kavşak bölgesi için kültürel, tarihi, fiziksel ve hukuki sınırlamalar getirecek durumlar
- ✓ Mevcut zemin ve drenaj sistemi
- ✓ Kavşak bölgesinde bulunan mevcut yollar, imar yolları, mevcut veya planlanmış kavşakların kategori ve tipleri
- ✓ Mevcut imar koridoru ve kamulaştırma sınırları
- ✓ İlgili yerel yönetim, idare ve kurumların ihtiyaçları
- ✓ Özellik taşıyan tesis ve kurumların konumu

Trafik verileri

- ✓ Ana yol ve tali yolların bütün yönlerdeki trafik sayımları (taşıt sınıfına göre ve saat, gün, YOGT)
- ✓ Zirve saat değerleri
- ✓ Taşıt karakteristikleri ve cinsleri
- ✓ Bütün kesişen yollar için taşıt hızları
- ✓ Yaya trafik sayımları ve hareketleri (özellikle kent geçişlerinde)
- ✓ Kaza raporları, analizleri ve istatistikleri
- ✓ Mevcut kavşakların kapasite analizleri
- ✓ Planlanan kavşakların kapasite analizleri

Kavşak tasarımını etkileyen faktörler

İnsan faktörü

- ✓ Sürücü alışkanlığı
- ✓ Sürücünün karar verme kabiliyeti ve beklentileri
- ✓ Algı-tepki süresi
- ✓ Hareket yörüngesine uyum
- ✓ Yaya alışkanlıkları ve kavşağı kullanım sıklığı

Trafik faktörü

- ✓ Mevcut kapasite ve tasarım kapasitesi
- ✓ Dönüş trafiklerini de içeren trafik hacim değerleri (taşıt sınıflarına göre saatlik, günlük ve yıllık trafik sayımlarının yapılarak hangi kavşak tipinin tasarımının yapılacağına karar verilmeli.)
- ✓ Zirve saat değerleri
- ✓ Taşıt boyutları ve nitelikleri
- ✓ Taşıt hareketlerinin dağılımı olarak incelendiğinde; Ayrılma, katılma, örülme ve kesişme durumları
- ✓ Taşıt hızları
- ✓ Yaya hareketler

Fiziksel faktörler

- ✓ Kavşak alanının geometrik özellikleri
- ✓ Çevresel faktörler
- ✓ Mülkiyet ve imar durumu
- ✓ Güvenlik kriterleri
- ✓ Trafik işaretlemeleri ve aydınlatma ekipmanları
- ✓ Yaya geçitleri

Ekonomik faktörler

- ✓ Yapım maliyeti
- ✓ İmar ve kamulaştırma kısıtlamaları ve maliyetleri
- ✓ Bakım-işletme maliyeti

Sosyal faktörler

- ✓ Demografik yapı
- ✓ Kamuoyu

Çizelge 1.1. Bitlis-Ahlat Devlet Yolu yogt değerleri.

Otomobil	Orta Yüklü Ticari Taşıt	Otobüs	Kamyon	Treyler
7054	1417	35	447	644

Çizelge 1.2. İzmit-Yalova Devlet Yolu yogt değerleri Gölcük geçişi.

Otomobil	Orta Yüklü Ticari Taşıt	Otobüs	Kamyon	Treyler
19270	1665	335	1204	2241

Kavşak tasarımında başlıca kriterler göz önüne alınarak değerlendirilmeler yapılmış olup söz konusu kavşak tasarımlarından olan Ahlat-Küllüye Kavşağı, Bitlis-Ahlat Devlet Yolu üzerinde tasarlanmıştır.

Bitlis-Ahlat Devlet Yolu'nun 5+817.59 km'sinde sola sığınmalı sinyalize kavşak yer almaktadır. Söz konusu sığınmalı kavşak bölgesinde hem hastane olması hem de külliye bulunmasından dolayı trafik yoğunluğu fazla olmaktadır. Mevcut kavşakta trafiğin akışının sağlanması ve "U" dönüşüne imkân verebilmesi için dönel adalı kavşak olarak tasarlanmıştır. Kavşak tasarımı trafik güvenliği esasları dikkate alınarak tasarlanmış aynı zamanda da şehir geçişi olduğu için tretuvarlı plan çalışması yapılmıştır. Mevcut ve taslak çalışması yapılan kavşaklar Şekil 1.1 ve Şekil 1.2'de gösterilmektedir.

Gölcük D-130 Karayolu Geçişinde İzmit-Yalova Devlet Yolu üzerinde 20+100.00-21+590.00 km'leri arasında mevcutta yer alan eş düzey kavşağın trafik yoğunluğunda kapasitesinin yetersiz olması, "U" dönüşüne imkân vermemesi ve kazalara sebebiyet vermesi gibi durumlardan dolayı farklı seviyeli kavşak olarak revize taslak çalışması yapılmıştır. Mevcut ve taslak çalışması yapılan kavşaklar Şekil 1.3 ve Şekil 1.4'te gösterilmektedir.



Şekil 1.1. Ahlat külliye kavşağı planı.



Şekil 1.2. Mevcut Ahlat külliye kavşağı.



Şekil 1.3. Farklı seviyeli kavşak planı.



Şekil 1.4. Mevcut farklı seviyeli kavşak.

2. KAVŞAKLAR

2.1 Eş Düzey Kavşaklar

Eş düzey kavşaklar aynı düzlem üzerinde karayollarının kesişmesi ile oluşan kavşaklardır. Eş düzey kavşaklar kol sayısına göre, işaretleme ve adalar ile yapılan düzenlemeye göre ve trafik kontrol sistemine göre incelenmektedir (KGM, 2022).

Kol sayısına göre kavşaklar

- Üç kollu kavşaklar
 - T tip kavşaklar
 - Y tip kavşaklar
- Dört kollu kavşaklar
- Çok kollu kavşaklar

İşaretleme ve adalar ile yapılan yönlendirmeye göre kavşaklar

- Kanalize kavşaklar
- Kanalize olmayan kavşaklar

Trafik kontrol sistemine göre kavşaklar

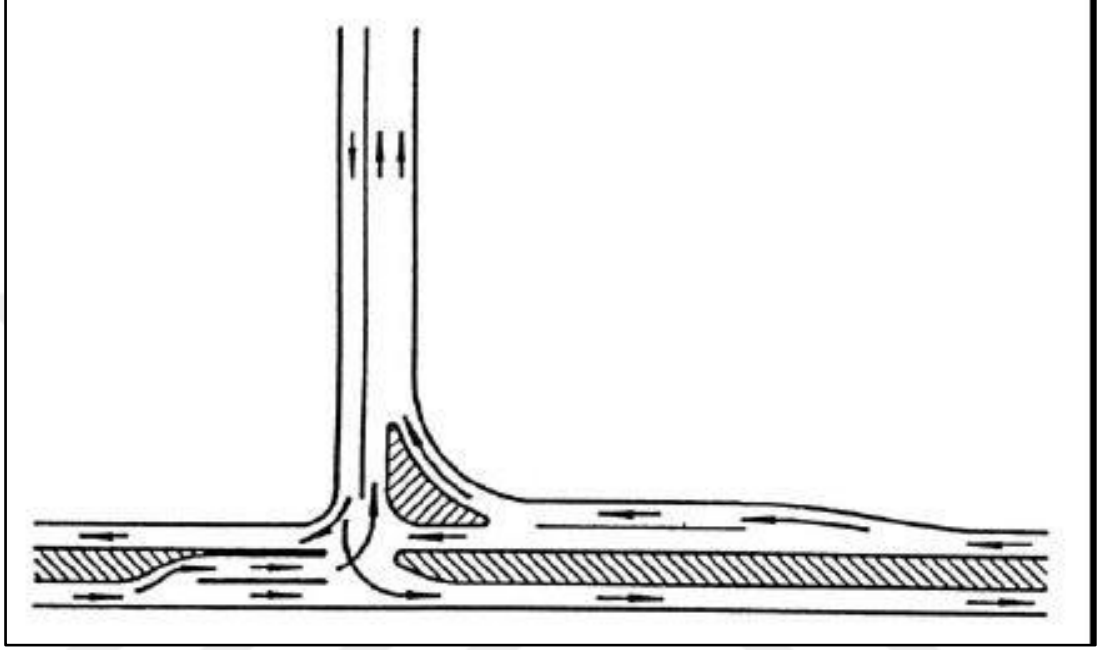
- Sinyalize kavşaklar
 - Sinyalize dönel kavşaklar
- Sinyalize olmayan kavşaklar
 - Kontrolsüz kavşaklar
 - Kontrollü kavşaklar (İki yönlü dur kontrollü, tüm yönler dur kontrollü ve dönel kavşaklar)

2.1.1 Kol sayısına göre eş düzey kavşaklar

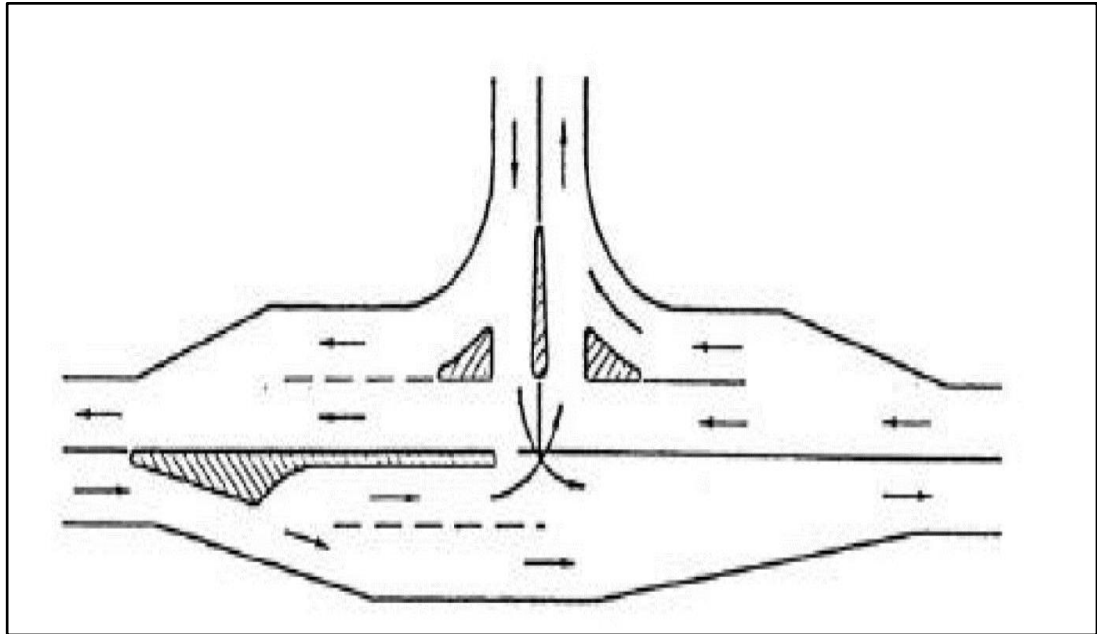
2.1.1.1 Üç kollu eş düzey kavşaklar

Üç kollu eş düzey kavşak tasarımları T ve Y şeklinde olacak şekilde oluşturulmaktadır. T ve Y kavşak tasarımları kanalize ve kanalize edilmeyerek tasarlanabilir. Kanalize edilmeden tasarlanan kavşaklar trafik yoğunluğunun düşük olduğu kırsal yerleşimlerin

olduğu yollarda uygulanmaktadır. Trafik yoğunluğunun olduğu yerlerde ise trafik güvenliğini sağlamak için kavşaklar kanalize edilerek tasarlanır. T kavşak tasarımlarında ana yol ve tali yol dönüşlerinde bölgeden geçen araçların cinsleri göz önüne alınarak dönüş yapabilecek şekilde gerekli minimum yarıçaplar uygulayarak kanalize edilmek suretiyle tasarlanmalıdır.



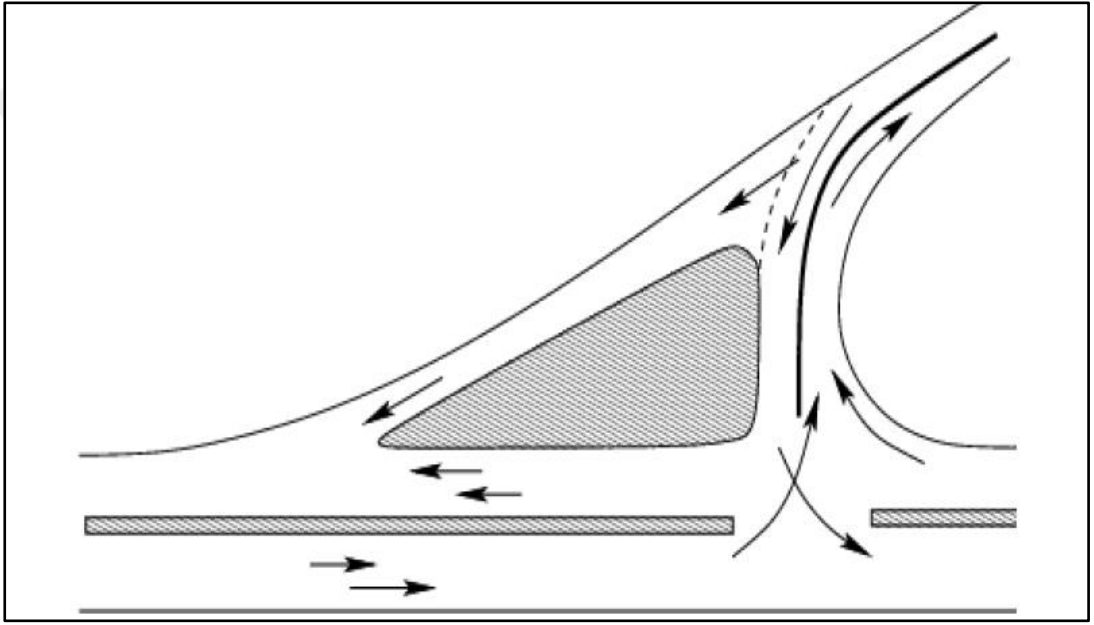
Şekil 2.1. 3 Kollu kanalize t tipi eş düzey kavşak tipi-1 (American Association of state Highway and Transportation Officials [AASHTO], 2001).



Şekil 2.2. 3 Kollu kanalize t tipi eş düzey kavşak tipi-2 (AASHTO, 2001).

Y tipi kavşakların uygulanması tercih edilmez ancak T kavşakların tasarlanması mümkün olmadığı (imar ve kamulaştırma gibi) durumlarda uygulanır. T ve Y tipi kavşaklarda ana yol-tali yol kesişimler tasarlanırken T tipi kavşakların dik açılı olarak düzenlenmesine ve Y tipi kavşakların ise 75° ile 105° arasında düzenlenerek tasarlanması gerekmektedir (KGM, 2022).

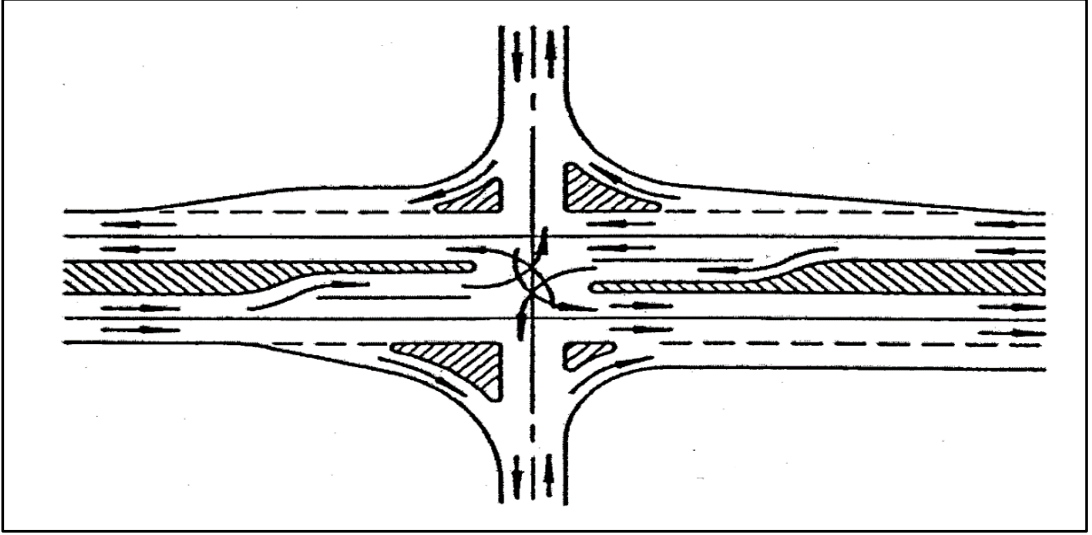
Y tipi kavşaklarda ana yol ile tali yol kesişmelerinde trafik güvenliğini sağlayacak şekilde araçların çakışmasını engellemek için gerekli tanzim adalar ile kanalize edilerek şekilde görüldüğü gibi tasarlanması gerekir.



Şekil 2.3. 3 Kollu kanalize y tipi eş düzey kavşak (KGM, 2022).

2.1.1.2 Dört kollu eş düzey kavşaklar

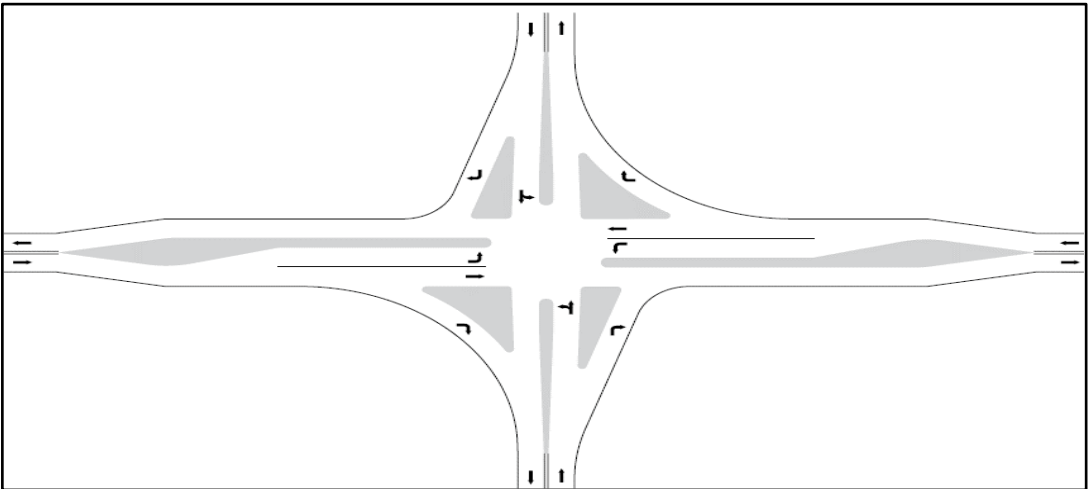
Dört kollu eş düzey kavşaklar farklı tiplerde kanalize edilerek ana yol ile tali yol kesişmelerinde trafik güvenliğini sağlayacak şekilde gerekli ayrılma-katılma şeritleri de uygulayarak tasarlanır. Dört kollu eş düzey kavşaklar 2x1 şeritli yollarda uygulanması tercih edilmez ancak dairesel adalı kavşak tipleri uygulanarak hem “U” dönüşüne imkân vermek hem de ana yoldan tali yollara geçiş sağlanır. Üç kollu eş düzey kavşaklarda olduğu gibi dört kollu eş düzey kavşaklarda da ana yol ile tali yol kesişmelerinde araçların dönebileceği şekilde minimum yarıçaplar uygulanarak tasarım yapılmalıdır.



Şekil 2.4. 4 Kollu eş düzey kavşak tipi-1 (AASHTO, 2001).



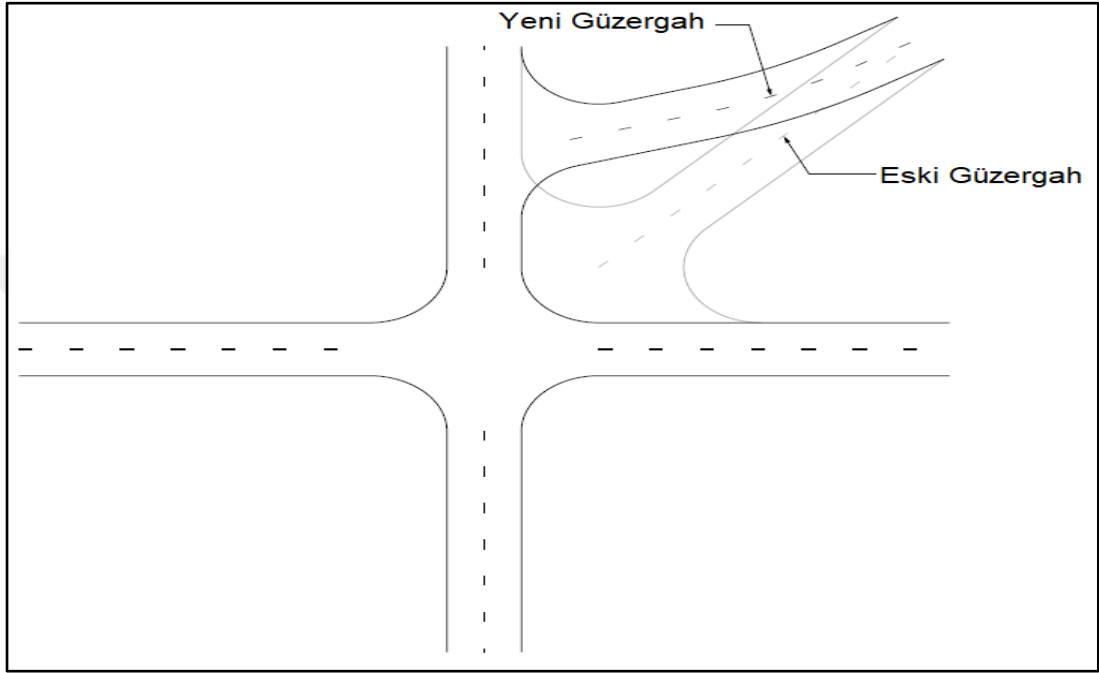
Şekil 2.5. 4 Kollu dairesel adalı eş düzey kavşak tipi-2.



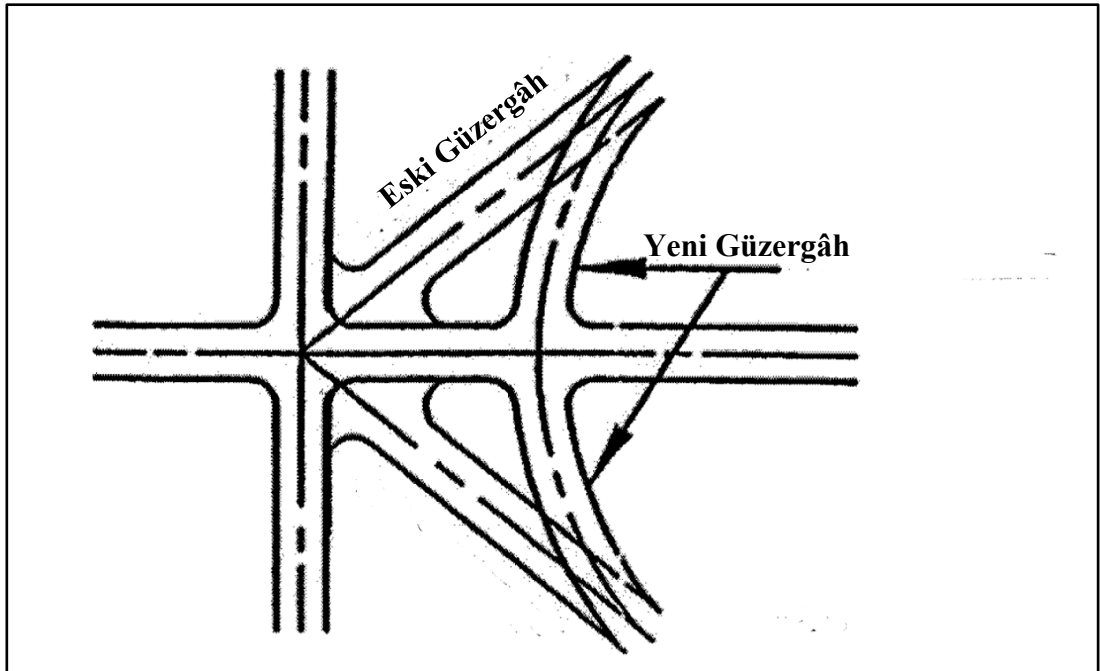
Şekil 2.6. 4 Kollu eş düzey kavşak tipi-3 (KGM, 2022).

2.1.1.3 Çok kollu eş düzey kavşaklar

Çok kollu kavşak tasarımları yerleşim yerlerine ulaşımı sağlamak amacıyla yapılır. Ancak trafik güvenliği açısından olumsuz durumlar oluşturacağı için tasarımından kaçınılır. Bazı durumlarda yerleşim yerlerinden dolayı bağlantı sağlanması gerektiğinden tali yol bağlantısı sağlanır.



Şekil 2.7. Çok kollu eş düzey kavşak düzenlemesi tip-1 (KGM, 2022).

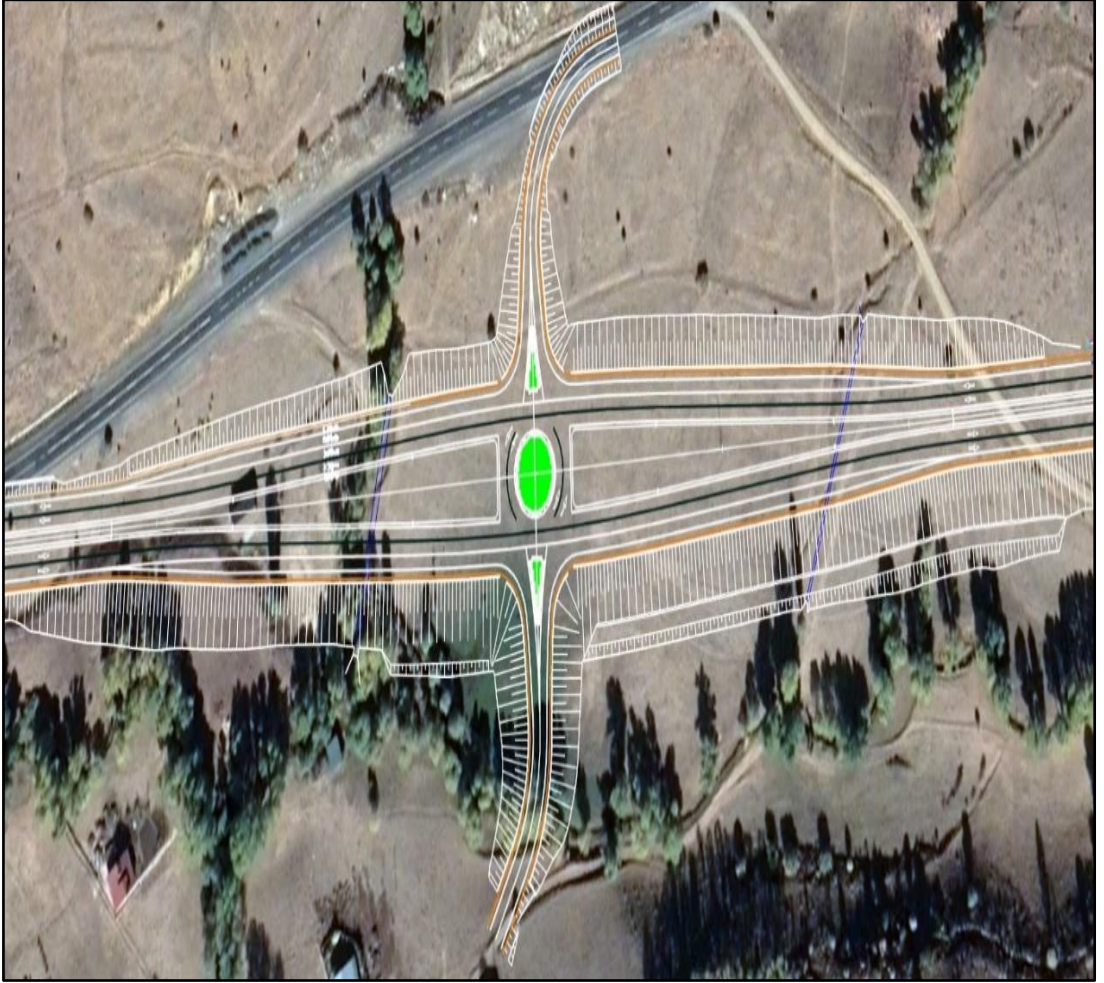


Şekil 2.8. Çok kollu eş düzey kavşak düzenlemesi tip-2 (AASHTO, 2001).

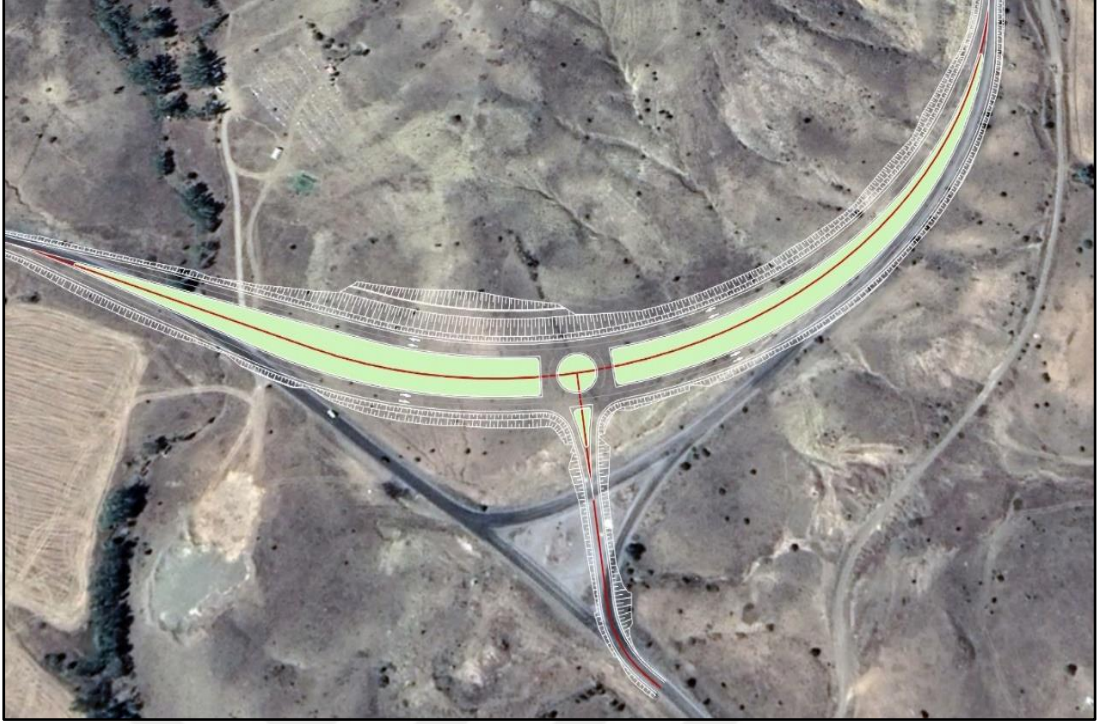
2.1.1.4 Dairesel adalı eş düzey kavşaklar

Dairesel adalı kavşaklar, refüj ve tanzim adalar ile kanalize edilmek suretiyle tasarımı yapılmaktadır. Dairesel adalı kavşaklar, araçların “U” dönüşüne imkân vermesi ve kamulaştırma yönünden diğer tipteki birçok kavşağa göre avantajlı olması nedeniyle çoğunlukla tercih edilmektedir.

Dairesel adalı kavşakların avantajları yanında dezavantajları olan durumlarda yer almaktadır. Kavşak bölgesinde transit olarak geçen araçların hızlarını azaltmadan geçiş yapmaları kavşak alanından dönüş yapacak araçlar ile tehlikeli bir durum oluşturmakta ve araçların kaza yapmasına neden olmaktadır. “U” dönüşü yapan araçlar ile tali yoldan gelen araçların dönüşlerinde, özellikle sinyalizasyon olmayan dairesele adalı kavşaklarda tehlike oluşturarak kazalara neden olmaktadır. Ayrıca kavşak bölgesinde 50 km/saat hız sınırlaması uygulayarak trafik güvenliği açısından önlemler alınabilir.



Şekil 2.9. Dairesel adalı eş düzey kavşak tip-1.



Şekil 2.10. Dairesel adalı eş düzey kavşak tip-2.

Dairesel adalı kavşakların tasarımında geometrik standartlara uyularak tasarım gerçekleştirilmelidir. Söz konusu kavşaklarda dairesel ada çapı minimum 10 metre alınmalı, ağır taşıt trafiğinin yoğun olduğu yerlerde ise ada yarıçapı minimum 12 metre alınarak tasarım yapılmalıdır. Refüj ve tanzim adalar ile tasarımı yapılan dairesel adalı kavşaklarda ana yol-tali yol uyumuna dikkat edilmeli, tali yoldan çıkış yapan araçların ada bölgesine geçişinin standartlara uygun bir şekilde olması gerekmektedir. Ana yoldan ayrılma ve tali yoldan katılma şeritlerine uyularak tasarımda ayrılma ve katılma şeritleri oluşturulmalıdır. Şehir geçişi olan bölgelerde özellikle tretuvar çalışması hem ana yolda hem de tali yolda yapılmalıdır. Kavşak bölgesinde iki şerit düzenlenmeli ve 3.5 metre şerit genişliği olarak uygulanması uygun olacaktır. Dönel ada çevresinde ise iki şerit ve şerit genişlikleri 4 metre olarak uygulanması uygun olacaktır.

Dairesel adalı kavşaklar, dönel adalı kavşaklar olarak bilinmekte olup dönel kavşakların farklı tipleri de tasarlanmaktadır. Dönel kavşakların farklı tipte tasarımları şekilde görülmektedir.

Şekil 2.11’de görüldüğü gibi Somun tip şeklinde düzenlenmiş Dönel adalı kavşak tipi görülmektedir.



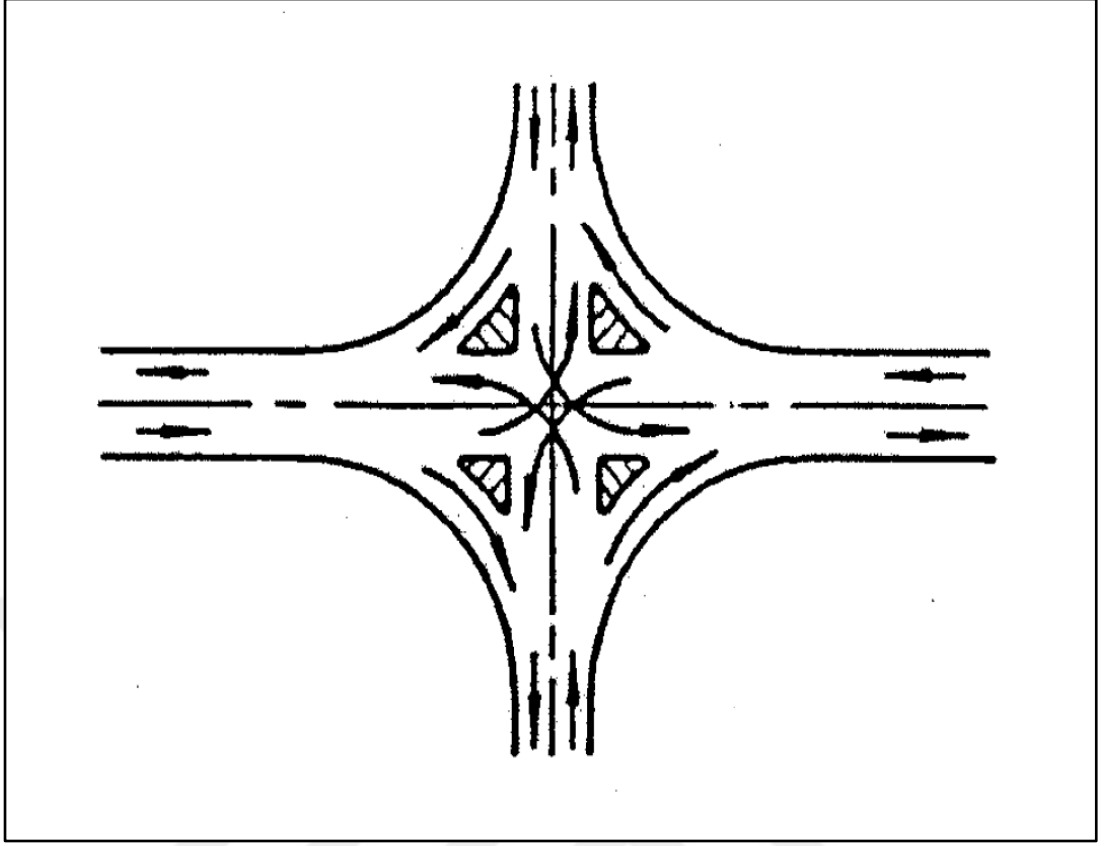
Şekil 2.11. Somun şeklinde eş düzey kavşak tipi-3.

2.1.2 İşaretleme ve adalar ile yapılan yönlendirmeye göre kavşaklar

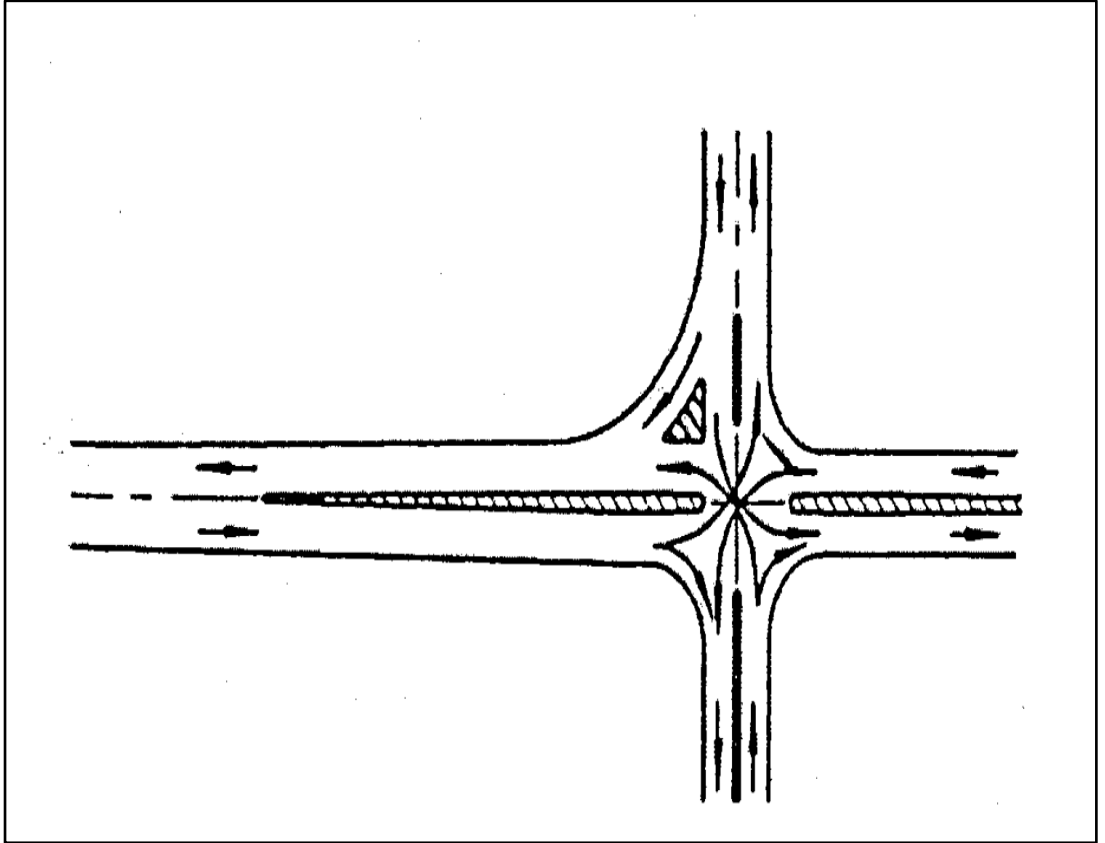
2.1.2.1 Kanalize kavşaklar

Kanalize kavşaklarda trafik güvenliğini sağlamak için adalar ile kavşak bölgesinde gerekli düzenlemeler yapılarak araçların güvenilir bir şekilde kavşak bölgesinden geçiş yapması sağlanır.

Şekil 2.12 ve Şekil 2.13’te kanalize düzenlemesi yapılan kavşak tipleri görülecektir.



Şekil 2.12. 4 Kollu kanalize eş düzey kavşak-1 (AASHTO, 2001).

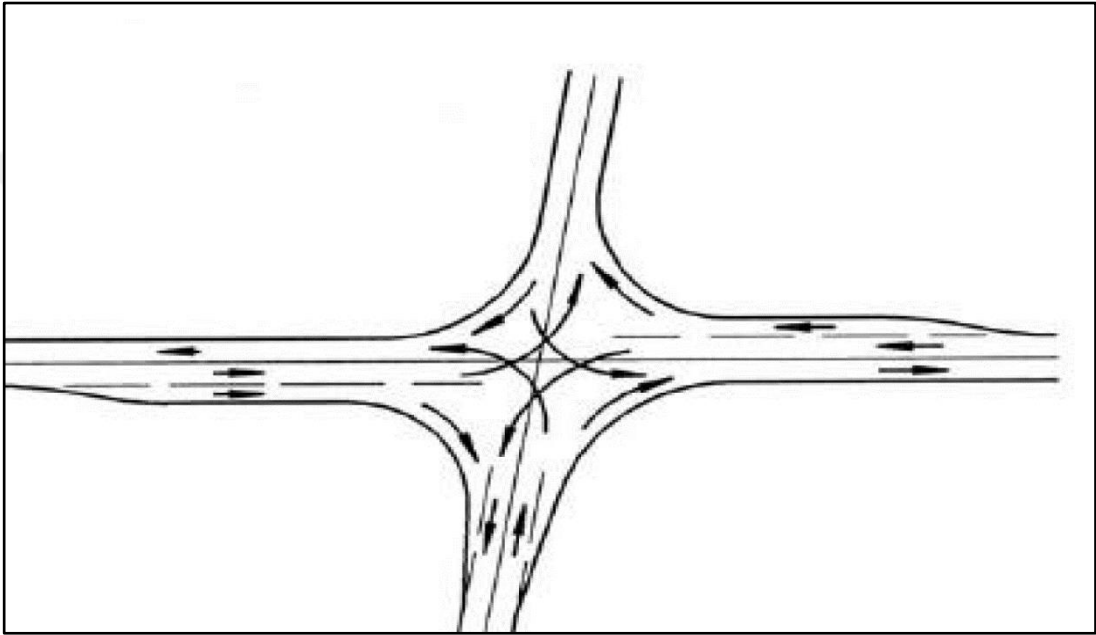


Şekil 2.13. 4 Kollu kanalize eş düzey kavşak-2 (AASHTO, 2001).

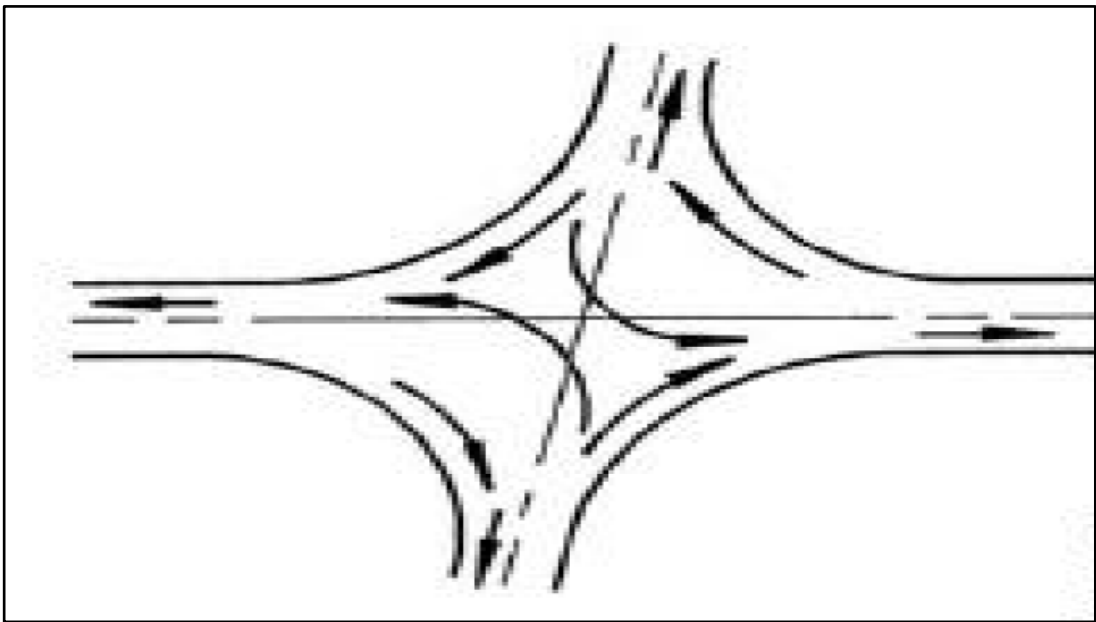
2.1.2.2 Kanalize olmayan kavşaklar

Trafik güvenliği açısından olumsuz durumlar oluşturarak kanalize düzenlemesi olmayan kavşak bölgesinde trafik kazalarına neden olmaktadır. Bu tür kavşaklar tercih sebebi olmayıp gerekli işaretleme ve adalar ile düzenleme yapılarak trafik güvenliğinin sağlanacağı şekilde revize edilerek tasarlanmalıdır.

Şekil 2.14 ve Şekil 2.15'te kanalize düzenlemesi olmayan kavşaklar gösterilmektedir.



Şekil 2.14. 4 Kollu kanalize olmayan eş düzey kavşak-1 (AASHTO, 2001).



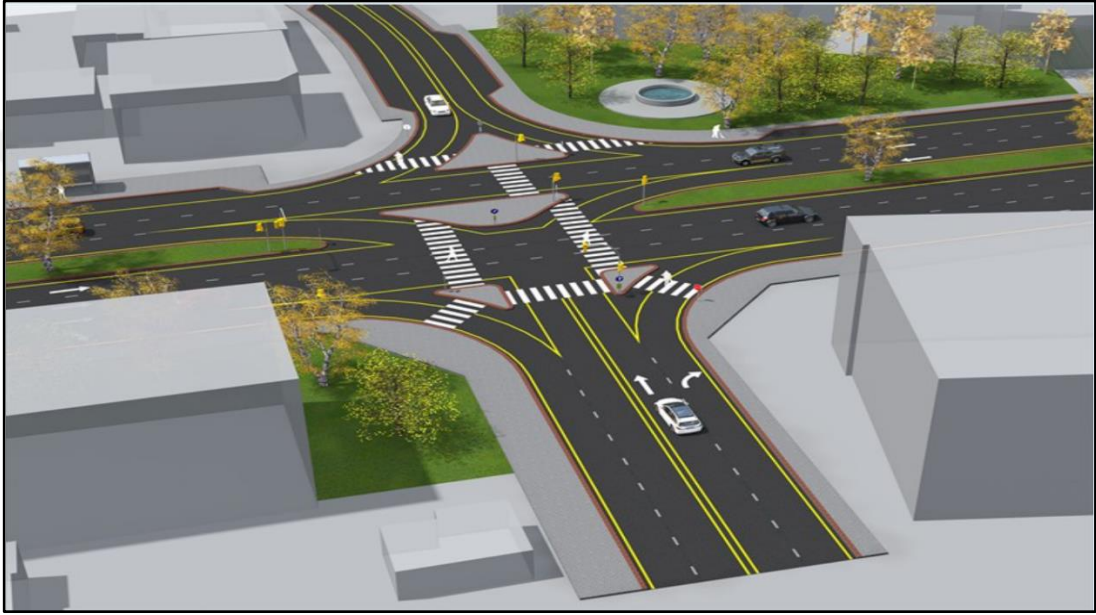
Şekil 2.15. 4 Kollu kanalize olmayan eş düzey kavşak-2 (AASHTO, 2001).

2.1.3 Trafik kontrol sistemine göre kavşaklar

2.1.3.1 Sinyalize kavşaklar

Sinyalize kavşaklar, genel olarak şehir içlerinde kullanılmakta olup bu tür kavşaklar dönel kavşaklar, sığınmalı kavşaklar ve tanzim adaları ile kanalize edilen kavşaklar olarak tasarlanmaktadır.

Şekil 2.16, Şekil 2.17 ve Şekil 2.18’de tasarlanan sinyalize kavşaklar görülmektedir.



Şekil 2.16. Sinyalize eş düzey kavşak-1 (URL-1).



Şekil 2.17. Sinyalize eş düzey kavşak-2.



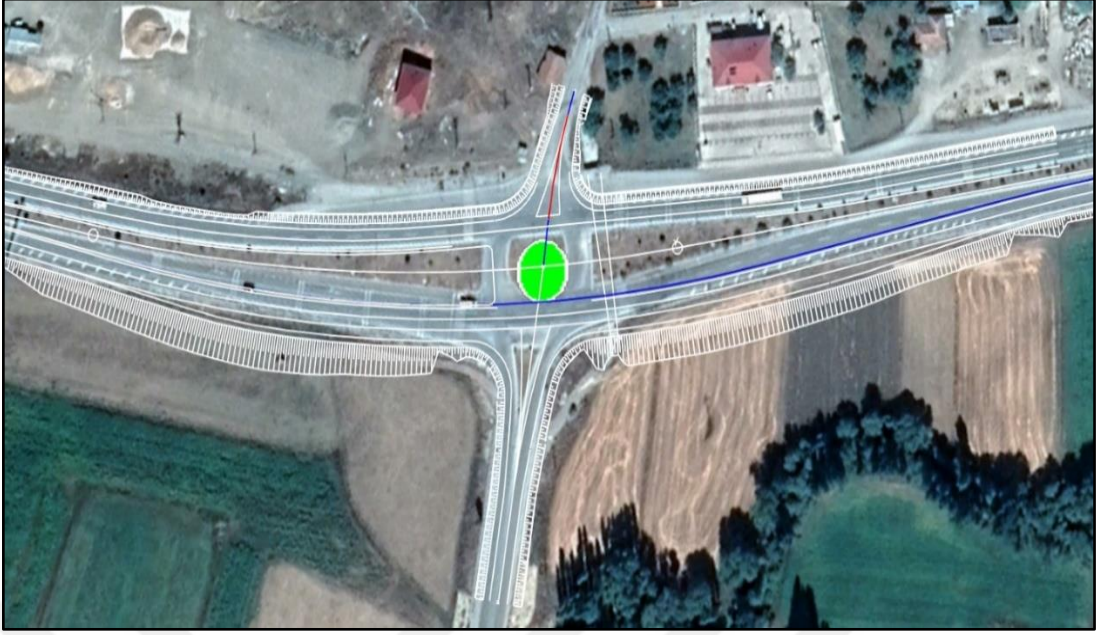
Şekil 2.18. Sinyalize eş düzey kavşak-3.

2.1.3.2 Sinyalize olmayan kavşaklar

Kanalize olmayan ve kanalize olarak düzenlenen kavşaklar olarak sinyalizasyon sistemi uygulanmadan düzenlenen kavşaklar tasarlanmaktadır.

2.1.3.2.1 Kontrollü olarak düzenlenen sinyalize olmayan kavşak

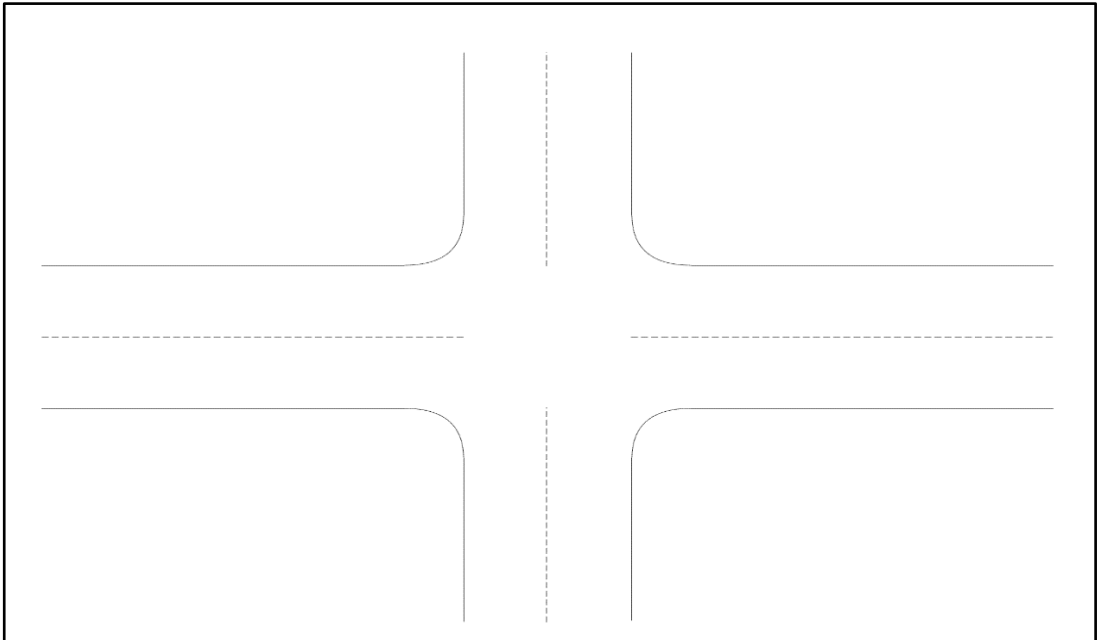
Kontrollü olarak düzenlenen sinyalize olmayan kavşak, farklı tiplerde tasarlanmakta olup bunlar dairesel adalı kavşaklar, sığınmalı kavşaklar ve tanzim adalar ile düzenlenerek kontrollü hale getirilen kavşaklardır. Refüjler ve ayırma adaları ile kavşaklar düzenlenmekte ve yatay, düşey işaretlemeler yapılarak kavşak bölgesinden kontrollü geçişlerin yapılması sağlanır. Şekil 2.19’da sinyalize olmadan düzenlenen kavşak tipi görülmektedir.



Şekil 2.19. Sinyalize olmayan eş düzey kavşak.

2.1.3.2.2 Kontrolsüz sinyalize olmayan kavşak

Kontrolsüz sinyalize olmayan kavşak sistemleri tasarlanmamakta olup mevcutta yer alan bu tür kavşaklar revize edilmek suretiyle gerekli trafik güvenliğini sağlayacak şekilde geometrik standartları iyileştirilerek tasarlanır. Bu tipte olan kavşakları refüj ve ayırma adaların uygulanmadığı trafiğin tamamen kontrolsüz bir şekilde hiçbir uyarı işaretleri olmadan geçtiği kavşak bölgeleri olarak nitelemek doğru olacaktır.

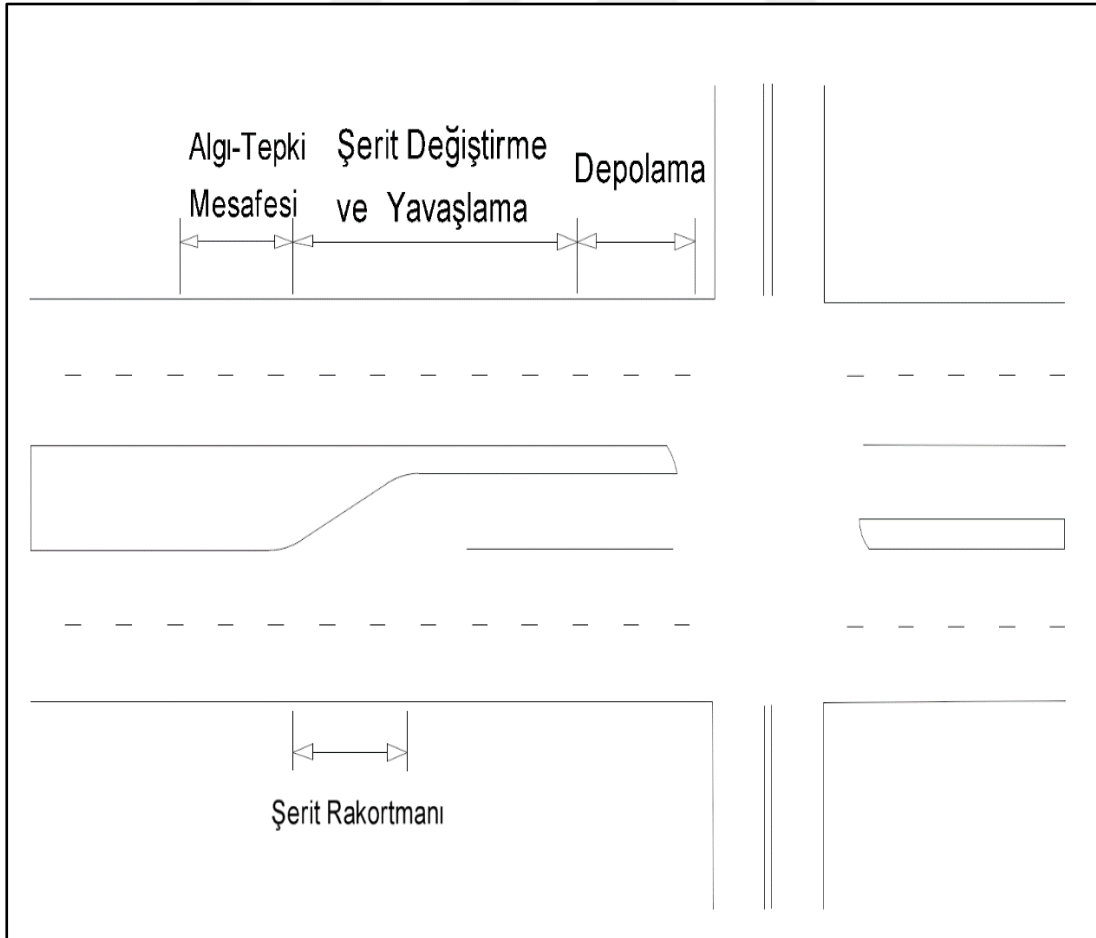


Şekil 2.20. Kontrolsüz sinyalize olmayan eş düzey kavşak.

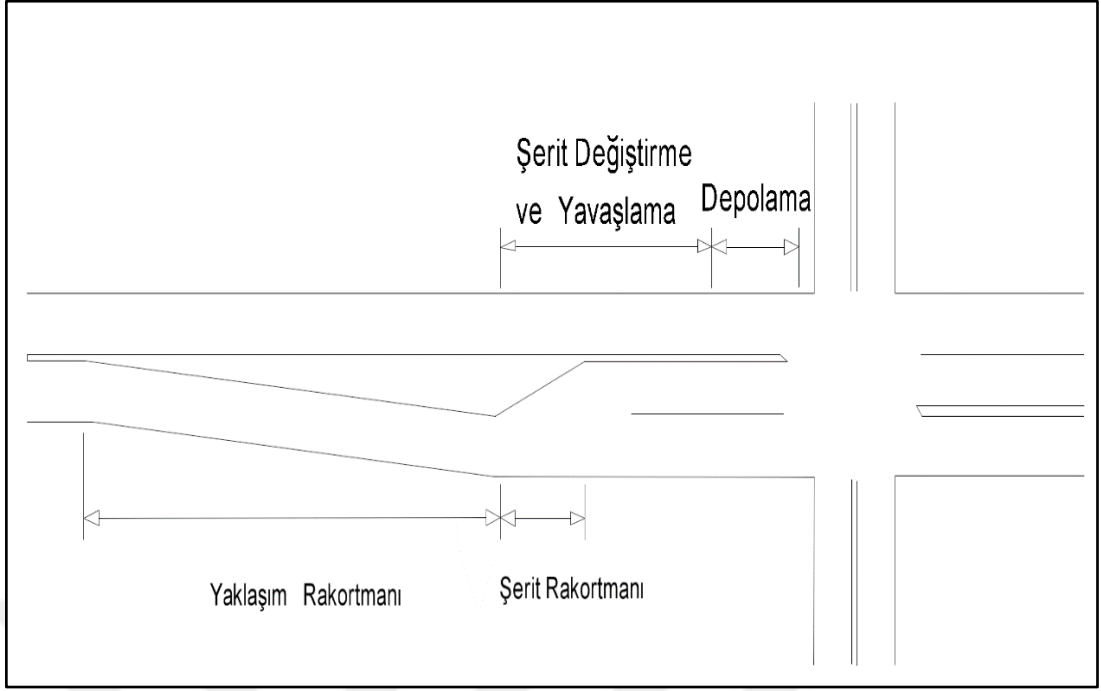
2.2 Eş Düzey Kavşak Tasarım Tipleri

2.2.1 Sola sığınmalı kavşaklar

Eş düzey kavşaklardan 3 kollu ve 4 kollu tasarlanan kavşaklar, aynı zamanda sola sığınmalı kavşak tipi olarak tasarlanabilir. Sola sığınmalı kavşaklardan 3 kollu olan kavşak tipinde ana yol üzerinden hareket eden taşıtların kavşak bölgesinden sola dönüş hareketini yaparak tali yola geçişini sağlamak amacıyla tasarlanmaktadır. İki şeritli yolda sol şeritten gelen trafiğin hızlı olmasından dolayı şerit refüj ada ile rakorde edilerek sığınmalı kavşaktan cep oluşturularak sığınmalı cep bölgesine girecek taşıtların kontrollü bir şekilde sıralanması sağlanmış olup sağ şeritten direk trafik geçişleri olur. 4 kollu sola sığınmalı kavşaklarda ise yolun her iki tarafına sığınma cebi açılarak karşılıklı olan tali yollara güvenli bir şekilde ana yoldan taşıtların geçmesi sağlanır. 3 kollu sığınmalı kavşaklarda Şekil 2.23'te görüleceği üzere tali yoldan ana yola katılma, ana yoldan tali yola katılma durumlarında yardımcı şerit ilaveleri yapılabilir.

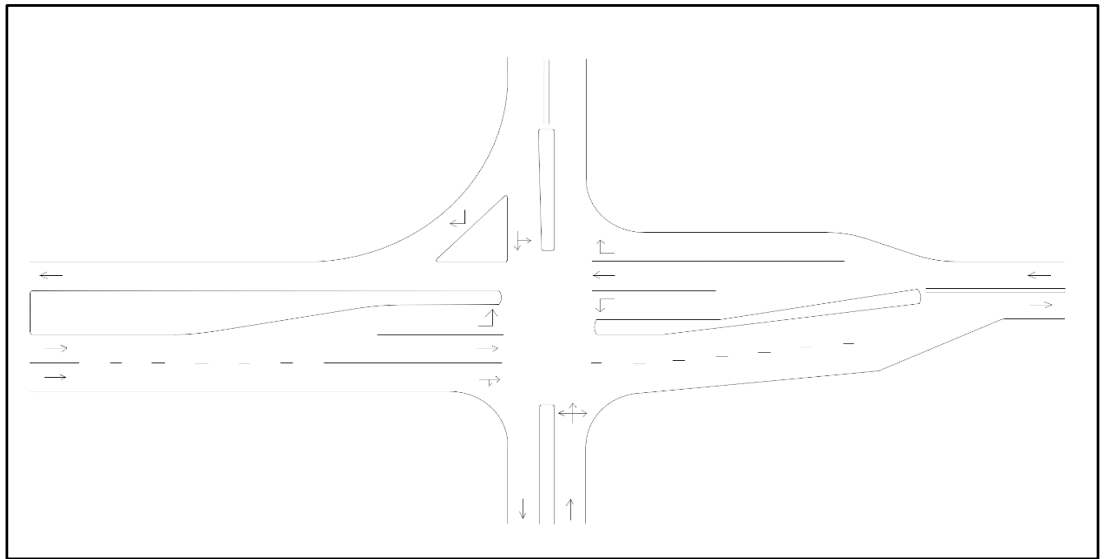


Şekil 2.21. Sola sığınmalı eş düzey kavşak-1.

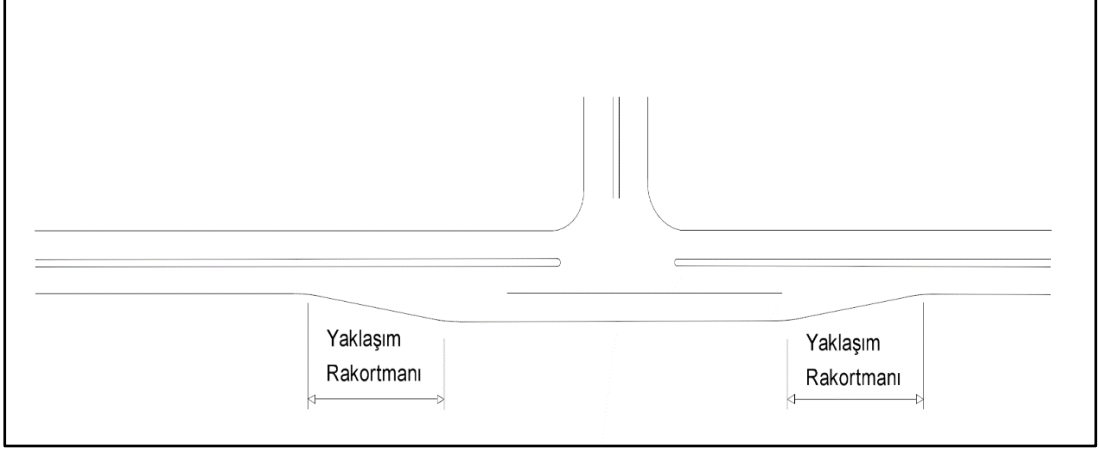


Şekil 2.22. Sola sığınmalı eş düzey kavşak-2.

Sinyalize olmayan kavşaklarda araç sürücülerinin dur kontrol yaparak güvenli bir şekilde tali yoldan ana yola geçiş yapması gerekir. 4 kollu kavşaklarda tali yol anayol veya ana yol tali yol geçişlerinde gerekli tanzim adalarla yol kanalize edilerek trafiğin daha kontrollü geçişleri sağlanabilir. Özellikle trafik yoğunluğunun olduğu durumlarda kavşak bölgesinin sinyalize edilmesi ve ayrılma, katılma yardımcı ilave şeritleri de dikkate alınarak tasarım yapılması gerekmektedir.



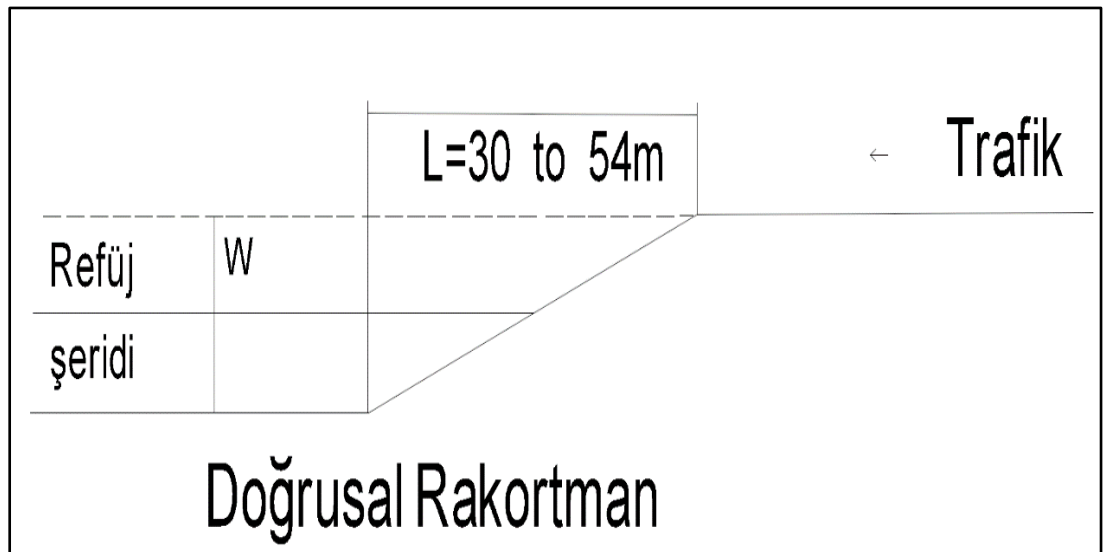
Şekil 2.23. Sola sığınmalı eş düzey kavşak-3.



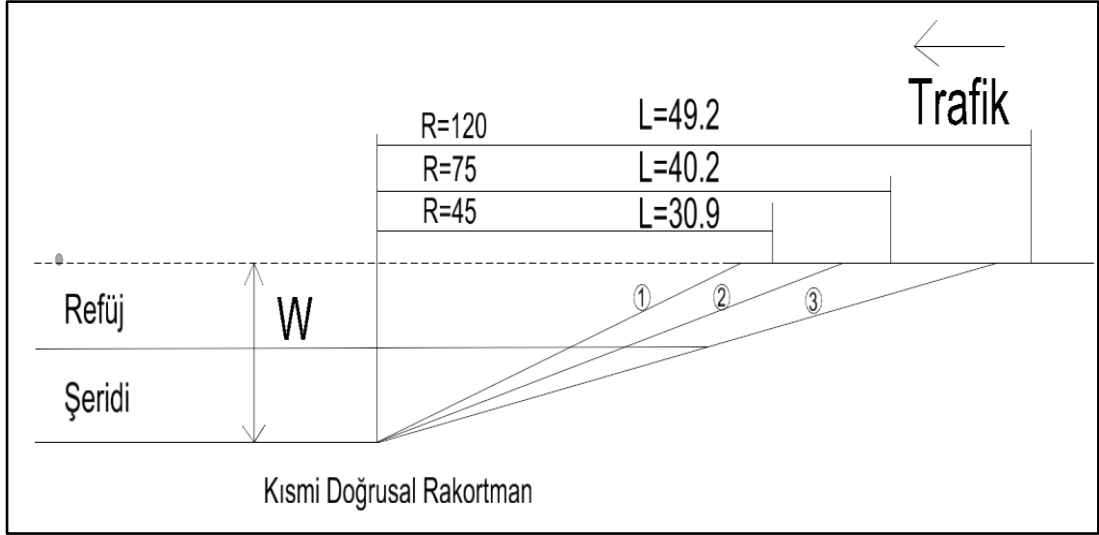
Şekil 2.24. Sola dönüş trafiğin düz devam ettiği kavşak.

Sola sığınmalı kavşaklar kamulaştırma açısından kavşak genişlemesine ihtiyaç duymadığı için tercih edilebilir. Ancak sola sığınmalı kavşakların olumsuz durumları; sola sığınmalı kavşaklar orta refüj'ün bulunduğu kavşak bölgesinde çakışma sayılarının fazla olması, sürücülerin kavşak bölgesinin geometrik durumunu anlayamaması, araçların “U” dönüşüne imkân vermemesi, araçların depolama mesafeleri ile kuyruklanma oluşturması gibi olumsuz etkileri olmaktadır.

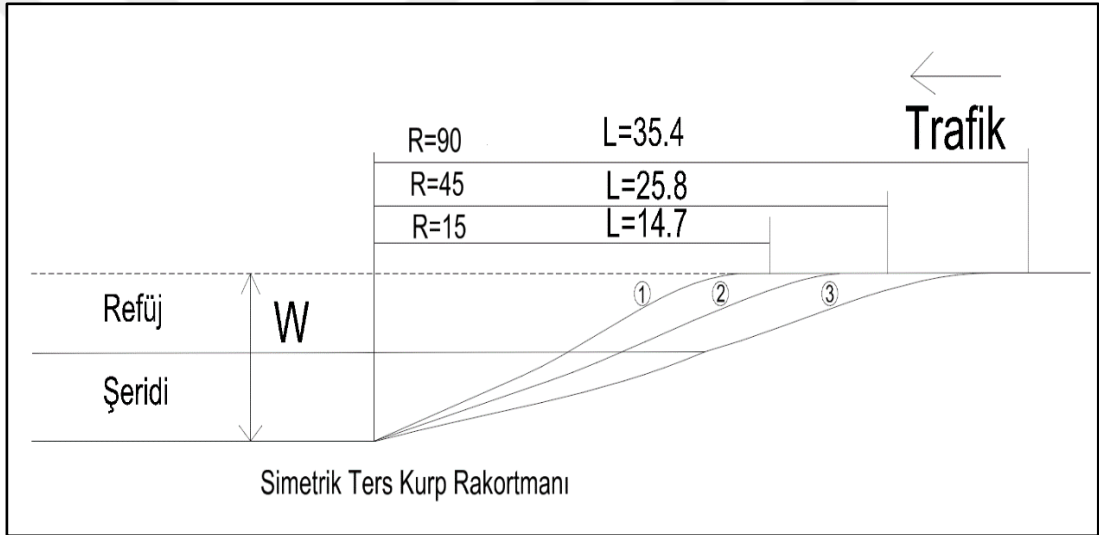
Sola sığınmalı kavşakta, özellikle karayolları geometrik standartlarına uyularak kavşak bölgesinde gerekli uzunlukta sığınma cebinin oluşturularak rakorde edilmesi ve ayrılma, katılma ve örülme gibi durumlara dikkat edilerek tasarımın gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Sola sığınmalı kavşaklarda ceplerin geometrik standartları şekillerde gösterildiği gibi olmalıdır.



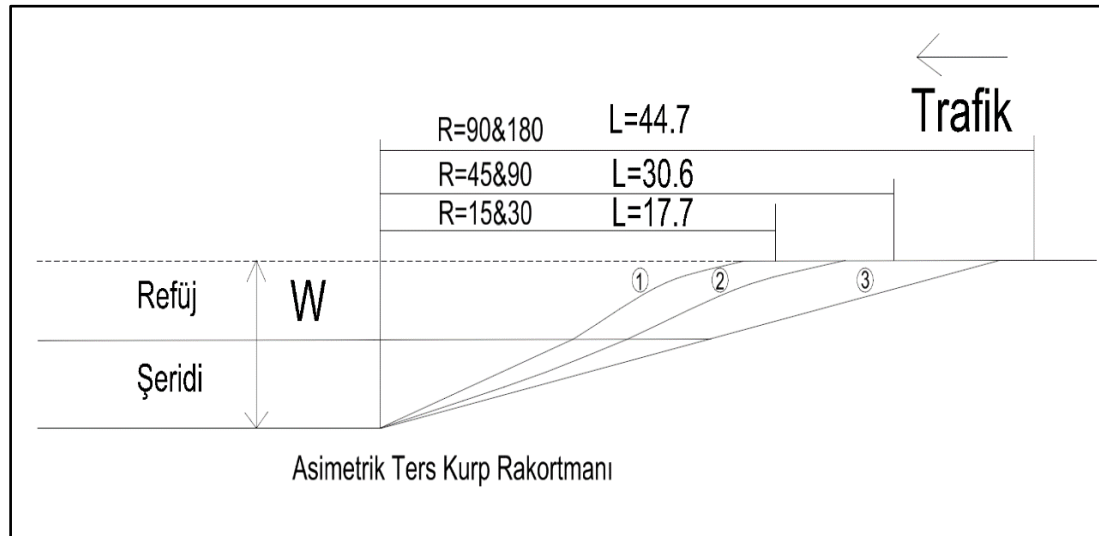
Şekil 2.25. Sola sığınmalı kavşak doğrusal rakortmanı.



Şekil 2.26. Sola sığınmalı kavşak kısmi doğrusal rakortmanı.

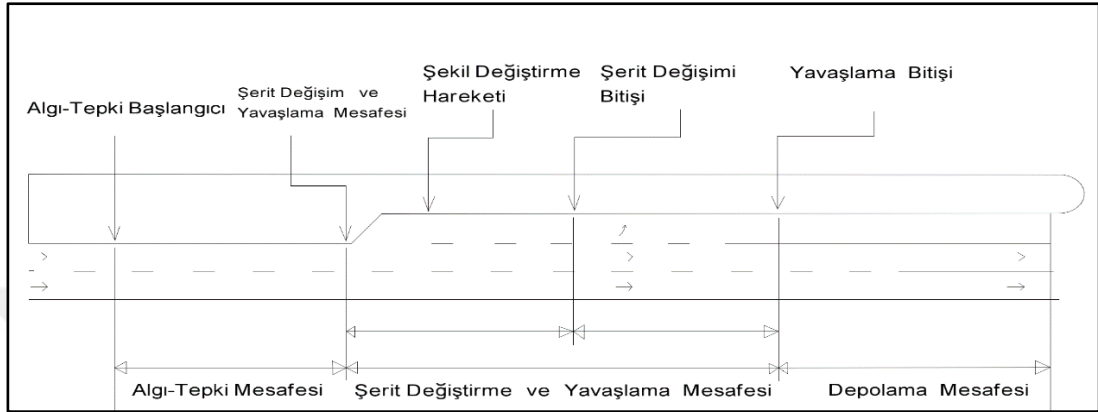


Şekil 2.27. Sola sığınmalı kavşak simetrik ters kurp rakortmanı.



Şekil 2.28. Sola sığınmalı kavşak asimetrik ters kurp rakortmanı.

Sola sığınmalı kavşaklarda ceplerin tasarlanmasında 3 temel durum üzerinde tasarım gerçekleştirilir. Bu tasarım yapılırken dikkate alınan durumlar; sürücülerin kavşak bölgesinde cebin olduğu yere yaklaşırken göstermiş oldukları algı-tepki reaksiyonu mesafesi, sonraki durumda sürücülerin şerit değiştirme ve yavaşlama mesafesi ile araçların bekleme yaptıkları depolama mesafesi göz önüne alınarak cep mesafeleri belirlenir.



Şekil 2.29. Sola sığınmalı kavşak bileşenleri.

Sola dönüş şeritlerinde hesaplarda dikkate alınacak değerler şekillerde gösterilmektedir.

Çizelge 2.1. Şerit değiştirme ve yavaşlama mesafesi.

Ana Yol Tasarım Hızı (km/sa)	Şerit Değiştirme ve Yavaşlama (m)
30	25
40	35
50	50
55	65
65	85
70	105
80	130
90	155
95	185
105	215
110	250

Çizelge 2.2. Sola dönüş şeridi için depolama mesafeleri.

Sola Dönüş Trafik Hacmi (Taşıt/saat)	Depolama Mesafesi (m)				
	Karşı Yol Taşıt Trafik (taşıt/saat)				
	200	400	600	800	1000
40	16	16	16	16	16
60	16	16	16	16	16
80	16	16	16	16	23
100	16	16	16	23	23
120	16	16	23	23	31
140	16	16	23	31	39
160	16	23	23	31	46
180	16	23	23	39	46
200	16	23	31	39	61
220	23	23	31	46	69
240	23	23	39	46	84
260	23	31	39	54	100
280	23	31	39	61	122
300	23	31	46	69	161

2.2.2 Dönel kavşaklar

Eş düzey kavşaklardan olan dönel kavşaklar, kavşağın merkez bölümünde dairesel veya eliptik olarak ada etrafında tek yönde trafik hareketlerine izin verecek şekilde tasarlanır. Dönel kavşaklar günümüzde kent merkezlerinde trafik kapasitesinin fazla olduğu yerlerde ve trafik güvenliğini de sağlayacak şekilde tercih edilmektedir. Dönel ada kavşak tasarımlarının tercih edilmesinin en önemli nedeni trafik güvenliğinin sağlanması ve trafik kapasitesi açısından günlük 45000 taşıt yoğunluğunu sağlayabilmektedir. Dönel adalı kavşaklar yol-ver sistemiyle çalıştığından adayı kullanan sürücüler açısından trafik işaretlerine uymaları son derece önemlidir. Bunların dışında transit trafiğe dönel adalı kavşak sistemi uymamakta ancak “U” dönüşü, sola-sağa dönüşlerde ve yayaların fazla olduğu yerlerde tasarlanması uygun

olacaktır. Özellikle tek şeritli mdk'ların trafik güvenliği yönünden incelenmesi konusunda Avrupa'da birtakım araştırmalar yapılmıştır. Hollanda da öncelikli kavşakların olduğu noktalar mdk'ya dönüştürüldüğünde toplam kaza sayılarının yaklaşık %50 düzeyinde azaldığı görülmüştür (Fortuijn, 2005).

2.2.2.1 Dönel adalı kavşaklar kendi içinde 3 farklı şekilde tasarlanır

- Mini dönel adalı kavşaklar
- Tek şeritli dönel adalı kavşaklar
- Çok şeritli dönel adalı kavşaklar

Yukarıda yer alan kavşak tiplerinin yanı sıra modern dönel kavşak tipleri de yer almaktadır. Söz konusu modern dönel adalı kavşak tipleri aşağıda yer almaktadır (KGM, 2018):

- ✓ Temel turbo modern dönel kavşak
- ✓ Yumurta tipli modern dönel kavşak
- ✓ Dirsek tipli modern dönel kavşak
- ✓ Spiral tipli modern dönel kavşak
- ✓ Pervane tipli modern dönel kavşak

Büyük Britanya'da 2004 yılında 207400 kişisel yaralanmalı trafik kazası meydana gelmiş, bunların 18000'i (%8.7) mdk'larda olmuştur. Mdk'larda ölümlü kazaları oranı %0.35 iken diğer tüm kavşak tiplerindeki oran %0.88 ve bağlantı kazalarının %2.2'si de ölümlüdür. Bu değerler kaza şiddetinin azaltılmasında mdk'ların etkinliğini ortaya koymaktadır (The Stationery Office [TSO], 2007).

Dönel kavşakları diğer kavşaklardan ayıran bir takım avantaj ve dezavantajlar vardır. Kavşak tasarımında bu avantajlar ve dezavantajları mutlaka tasarıma başlamadan önce belirli kriterler göz önüne alarak değerlendirmek gerekir.

Tasarımda dikkat edilmesi gereken başlıca kriterler

- Yaya ve bisiklet kullanımı tasarım sırasında dikkate alınmalı.
- Trafik güvenliği son derece önemli, gerekli tüm durumlar düşünülerek gerekli yatay ve düşey hatta önlemler alınarak tasarım gerçekleştirilmeli.

- İşletme açısından kavşağın diğer kavşak tiplerine göre olumlu ve olumsuz durumları bulunmaktadır. Bu nedenle dönel adanın tüm kollarından gelen yoğunluk fazla olduğu durumda verim düşmekte ayrıca geçiş önceliği olan ambulans, itfaiye gibi araçlar açısından da olumsuzluklar oluşabilmektedir. Ancak kavşak bölgesinde kuyruklanmanın önüne geçilebilecektir.
- “U” dönüşünü kolaylaştırmak, yaya geçişlerinin trafik yoğunluğundan dolayı zorlaştığı durumlarda tasarım sırasında yaya geçişlerinin güvenliğini sağlayacak şekilde tasarım gerçekleştirilmeli.
- Bakım maliyetleri bu kavşaklarda düşüktür. Ayrıca peyzaj çalışması gerekir.
- Çevreye etkileri açısından değerlendirildiğinde gürültü kirliliği ve yakıt tüketimi azalır. Geniş alan kapsadığında çevrede yer alan kültürel kaynaklar açısından olumsuzluklar olmaktadır.

Dönel kavşak tasarımı yapılırken hangi dönel kavşak tipinin yapılacağına trafik yoğunluğuna göre karar verilir.

2.2.2.1.1 Mini dönel kavşaklar

Mini dönel kavşak tasarımı günlük 15000 taşıt kapasitesine kadar sahip olan yollarda tasarlanması gerekir. Mini dönel kavşak tasarımı yapılırken gerekli geometrik standartlar göz önüne alınarak tasarım gerçekleştirilmelidir.



Şekil 2.30. Mini dönel kavşak (KGM, 2022).

Çizelge 2.3. Mini dönel kavşak geometrik özellik.

Tasarım Bileşeni	Mini Dönel
Tasarım Hızı (km/sa)	25 – 30
Giriş Şeridi Sayısı	1
Dış Çember (Çevrel) Çapı (m)	13 – 27
Ada Tipi	Bordürsüz Hemzemin
4 Kollu Kavşak için Trafik Kapasitesi (taşıt/gün)	0 – 15000

Mini dönel kavşak tasarımı yapılırken dikkat edilmesi gereken geometrik standartlar; tasarım hızı 25-30 km/saat alınmalı, giriş şeridi sayısı 1, dış çember çapı 13-27 metre alınmalı ayrıca dönel ada bordürsüz tasarlanmaktadır.

2.2.2.1.2 Tek şeritli dönel kavşaklar

Tek şeritli dönel kavşak tasarımı minimum günlük 20000 taşıt kapasitesine sahiptir. Ayrıca tek şeritli bir mdk günlük 25000 taşıtı kesintisiz şekilde geçirebilir (CROW, 1998). Tek şeritli dönel kavşak tasarımı yapılırken gerekli geometrik standartlar göz önüne alınarak tasarım gerçekleştirilmelidir.



Şekil 2.31. Tek şeritli dönel kavşak (KGM, 2022).

Çizelge 2.4. Tek şeritli dönel kavşak geometrik özellik.

Tasarım Bileşeni	Tek Şeritli Dönel
Tasarım Hızı (km/sa)	30 – 40
Giriş Şeridi Sayısı	1
Dış Çember (Çevrel) Çapı (m)	27 – 55
Ada Tipi	Bordürle yükseltilmiş
4 Kollu Kavşak için	
Trafik Kapasitesi (taşıt/gün)	0 – 20.000

Tek şeritli dönel kavşak tasarımı yapılırken dikkat edilmesi gereken geometrik standartlar; Tasarım hızı 30-40 km/saat alınmalı, giriş şeridi sayısı 1, dış çember çapı 27-55 metre alınmalı ayrıca dönel ada bordür ile yükseltilerek tasarlanmalıdır.

2.2.2.1.3 Çift şeritli dönel kavşaklar

Çift şeritli dönel kavşak tasarımı minimum günlük 45000 taşıt kapasitesine sahip olan yollarda tasarlanması gerekir. Çift şeritli dönel kavşak tasarımı yapılırken gerekli geometrik standartlar göz önüne alınarak tasarım gerçekleştirilmelidir.



Şekil 2.32. Çift şeritli dönel kavşak (KGM, 2022).

Çizelge 2.5. Çift şeritli dönel kavşak geometrik özellik.

Tasarım Bileşeni	Çift Şeritli Dönel
Tasarım Hızı (km/sa)	40 – 50
Giriş Şeridi Sayısı	≥ 2
Dış Çember (Çevrel) Çapı (m)	46 – 91
Ada Tipi	Bordürle yükseltilmiş
4 Kollu Kavşak için	
Trafik Kapasitesi (taşıt/gün)	0 – 45.000

Çift şeritli dönel kavşak tasarımı yapılırken dikkat edilmesi gereken geometrik standartlar; Tasarım hızı 40-50 km/saat alınmalı, giriş şeridi sayısı ≥ 2 , dış çember çapı 46-91 metre alınmalı, dönel ada bordür ile yükseltilerek tasarlanmalıdır. Ayrıca ağır vasıta dönüşleri için apron tasarımı yapılmalıdır.

2.2.2.2 Modern dönel kavşaklarda sürücü ve yayalar

2.2.2.2.1 Araç sürücüleri açısından güvenli sürüş kuralları

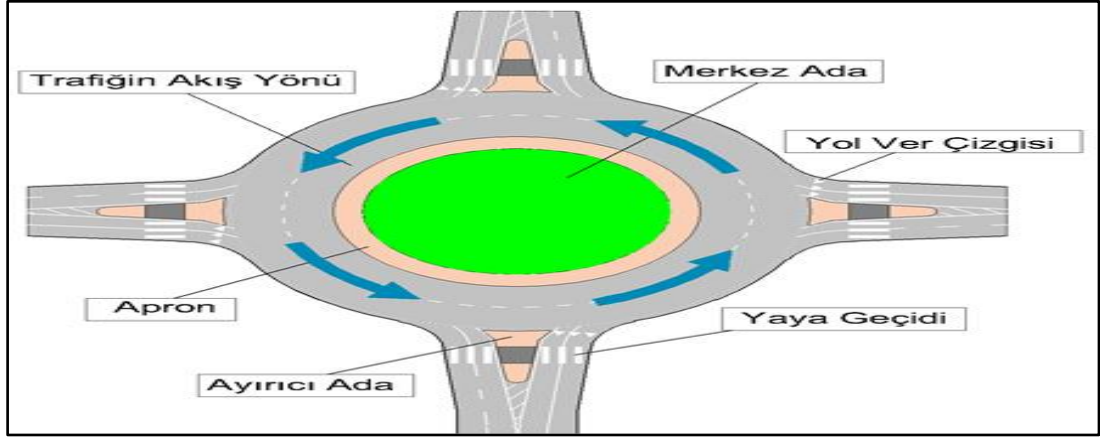
- Kavşak bölgesine yaklaşırken sürücülerin yavaşlaması gerekir.
- Sürücülerin kavşak bölgesine giriş ve çıkışlarında yayalara yol vermesi gerekir.
- Kavşak bölgesinde trafik akışında, boşluk olduğu zaman giriş yapılmalı.
- Kavşak bölgesinde tüm araçlara yol verilmeli.
- Kavşak içerisinde bekleme yapılmamalı.
- Kavşak içerisinde ağır taşıtların apron bölgesini kullanmasından dolayı bu tür araçların etrafında bulunulmamalı.
- Kavşak bölgesinden çıkış yaparken sinyalize ışıklandırmanın sağ bölgesinden geçiş yapılmalı.
- Kavşak çıkış bölgesi kaçırıldığı zaman ada etrafı yeniden dönmek suretiyle çıkış yapılmalı.

2.2.2.2.2 Yayalar açısından mdk kullanılmasında güvenlik kuralları

- Kavşak bölgesinde giriş ve çıkışlarda yer alan yaya geçitlerinin kullanılması gerekir.
- Kavşak bölgesinin adanın bulunduğu kesimden geçilmemeli.
- Trafik akışının durması beklenmeli.
- Kavşak bölgesinden geçiş yaparken araçlar kontrol edilerek geçiş yapılmalı.
- Kavşak bölgesinden geçiş yaparken sürücülerin sizi gördüğünden emin olarak geçiş yapılmalı.

2.2.2.3 Modern dönel kavşaklarda trafik akışında gerçekleşme durumları

Modern kavşak kullanımında sürücülerin araçlarını kullanırken kavşak bölgesine yaklaşma durumunda sağ şeriti kullanmalı, hızını azaltmalı, çıkış yaparken sağa sinyal verip çıkış gerçekleştirilmeli, kavşağı terk ederken sağ şerit kullanılmalı, ada etrafında dönüş yaparken gereksiz şerit değişimlerinden kaçınılması gerekmektedir.



Şekil 2.33. Modern dönel kavşak detayları (URL-2).

2.2.3 Diğer modern dönel kavşaklar

2.2.3.1 Turbo modern dönel kavşaklar

Modern dönel kavşakların trafik güvenliği ve kapasite yetersizliği gibi durumlardan dolayı bu kavşakların iyileştirmesi gerekliliği olduğu için Avrupa ülkelerinde, farklı tipte modern kavşaklar tasarlanmıştır.

Almanya’da yapılan bir araştırmada modern dönel kavşaklar sinyalizasyon kavşaklardan daha güvenli olduğu tespit edilmiştir (Spahn ve Baumer, 2007).

Hollanda da iki şerit giriş-çıkışlı ve iki şeritli modern dönel kavşaklar konusundaki deneyim komşu çıkışların insanlar tarafından kesilmesi, yol kullanıcıların iç içe geçmesi sebebiyle yüksek kaza sonuçları ortaya koyduğundan genel olarak olumsuz olarak değerlendirilmiştir. Bu sebeple Hollandalı yol mühendisleri turbo modern dönel kavşak çözümünü geliştirmişlerdir (CROW, 2008).



Şekil 2.34. Turbo modern dönel kavşaklar (KGM, 2018).

Turbo modern dönel kavşakların tasarlanmasında dikkate alınan özellikleri

1. Turbo modern kavşaklar; kavşak bölgesinde giriş, çıkış ve sirkülasyonun sağlandığı ada çevresinde şerit sayısı birden fazladır.
2. Turbo modern kavşaklarda, kavşak bölgesine girmeden doğru şeritin seçilerek kavşak bölgesinden geçiş yapılmalı.
3. Geçişlerde maksimum iki şeritle sınırlanmış kavşak geçişinin olduğu sirkülasyonun sağlandığı araçlara öncelik verilmelidir.
4. Turbo kavşaklar, örülme ve kesişme açısından avantajlıdır.
5. Kavşak bölgesinde, önceden karar verilen şerit takibinin sürdürülerek izlenmesi ile kavşak bölgesinden çıkış yapılır.



Şekil 2.35. Turbo modern dönel kavşak tasarım detayları (KGM, 2018).

Turbo kavşakların avantaj, dezavantaj ve diğer kavşaklara göre tercih edilme sebepleri

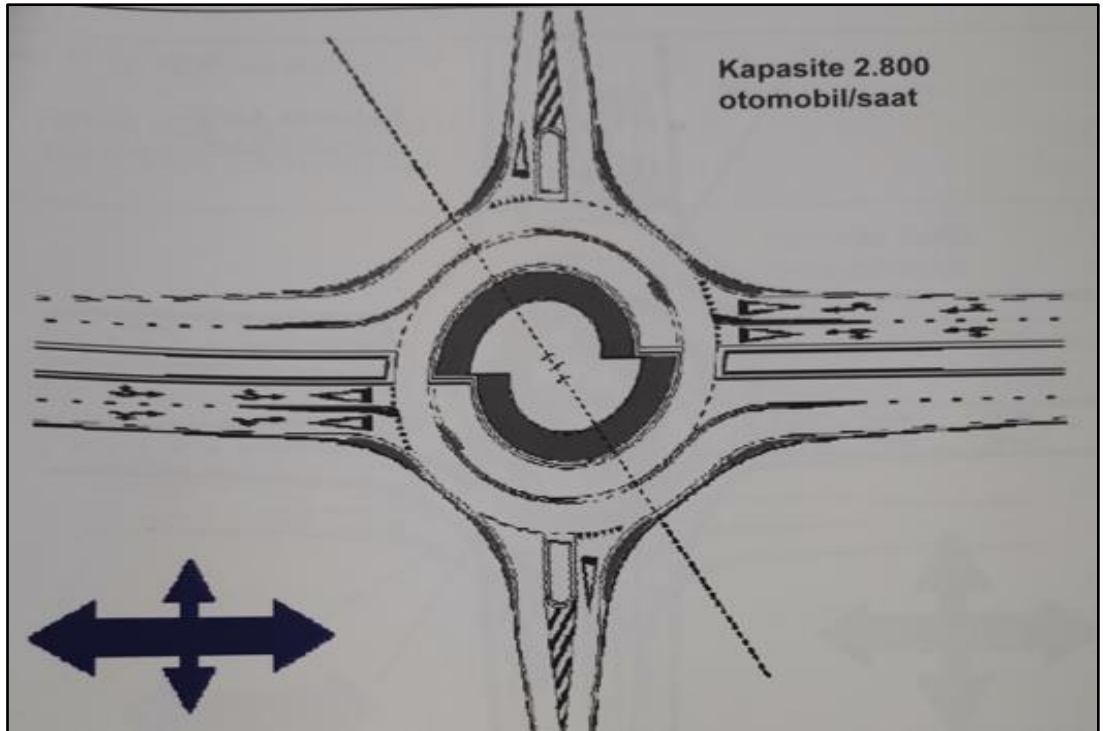
- Sürücünün kavşak bölgesinden kavşağa giriş yaparken kavşak detayını, kavşak geçişlerinde yol vermesi gerekli olan zorunluğu ve ada etrafında sirkülasyon yolunu algılayabilmesi trafik güvenliği açısından önemlidir.
- Kavşak bölgesinde önemli hususlardan biri olan şerit değişikliğinde kaza oranı çok düşüktür.

- Şerit ayırıcılarının yükseltilmesi ile kavşak bölgesini düz olarak geçen araçların hızları düşüktür.
- Turbo modern dönel kavşaklar tek şeritli ve çift şeritli kavşaklara göre kapasitesi daha yüksek olup sinyalize kavşaklara göre ise kapasite açısından aynı seviyede veya daha yüksektir. Gecikme durumu ise daha azdır.
- Turbo modern dönel kavşakların trafik güvenliği açısından kaza oranları düşüktür. Ancak tek şeritli kavşaklara göre kaza oranları yaklaşık %20-%40 daha yüksektir.
- Turbo modern dönel kavşakların yapım maliyetleri yüksektir. Ancak işletme ömürleri açısından maliyetleri azdır.

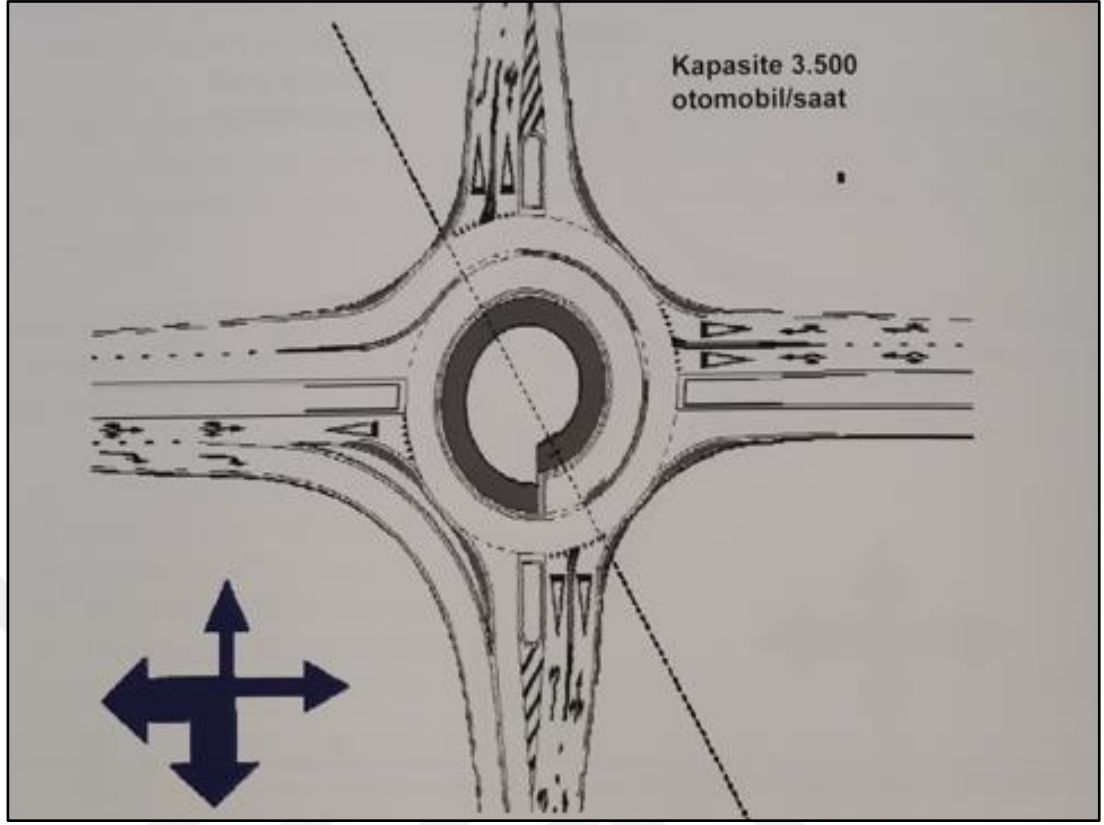
Modern dönel kavşakların kavşak kollarını aşan trafiğin dağılımına göre farklı tipte tasarlanan kavşak tipleri de bulunmaktadır.

Söz konusu kavşak tipleri:

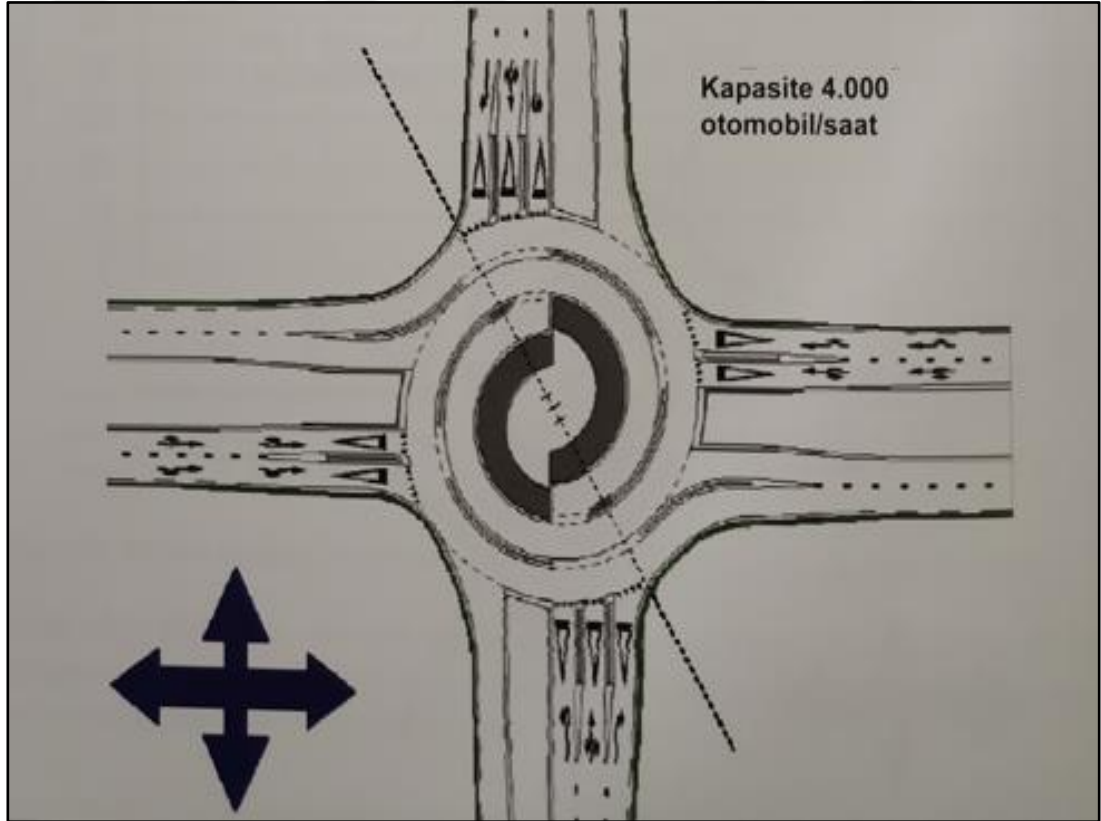
- Temel turbo modern dönel kavşak
- Yumurta tipli modern dönel kavşak
- Dirsek tipli modern dönel kavşak
- Spiral tipli modern dönel kavşak
- Pervane tipli modern dönel kavşak



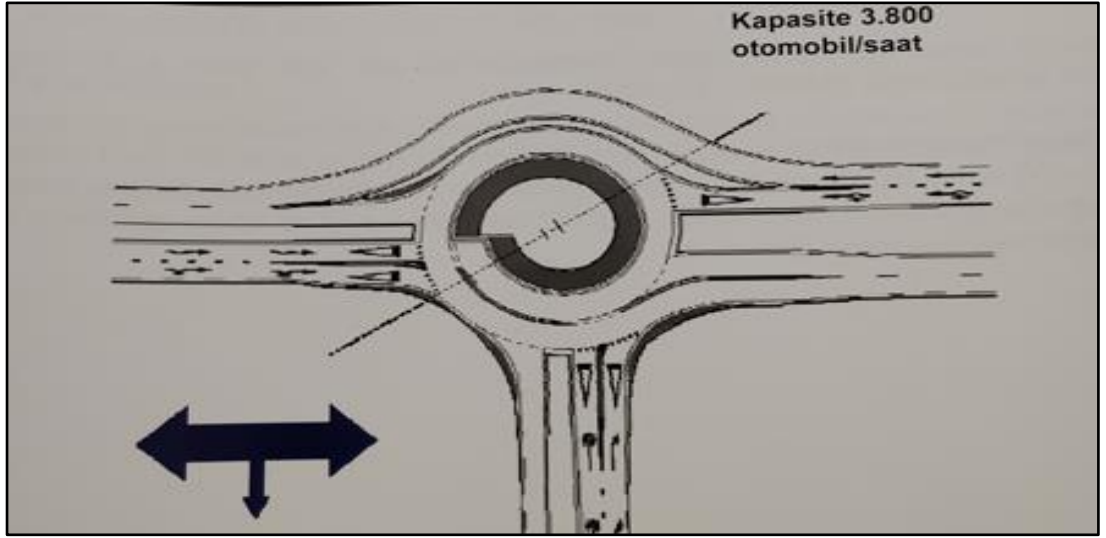
Şekil 2.36. Temel turbo modern dönel kavşak (KGM, 2018).



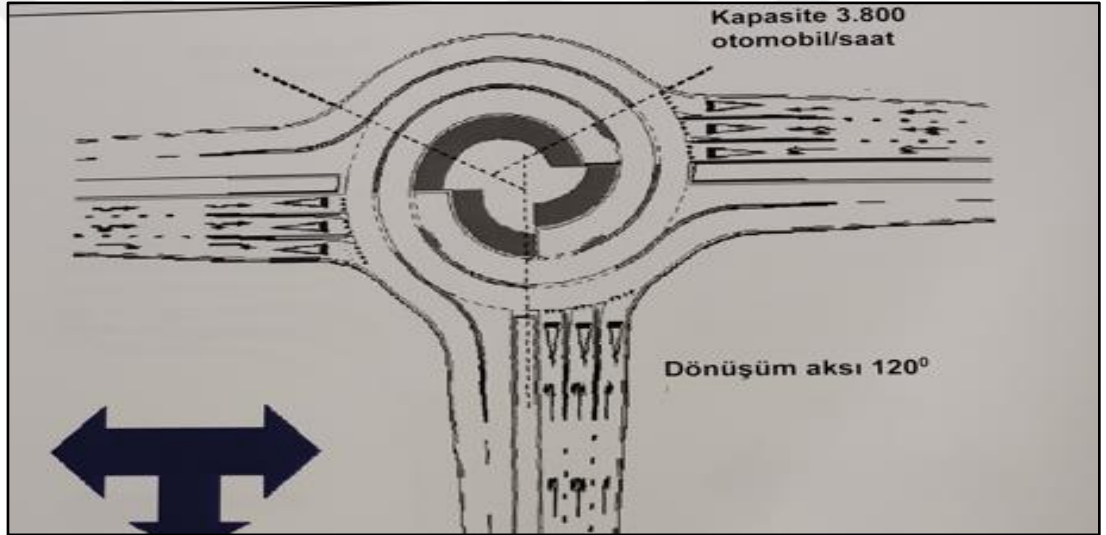
Şekil 2.37. Yumurta tipli modern dönel kavşak (KGM, 2018).



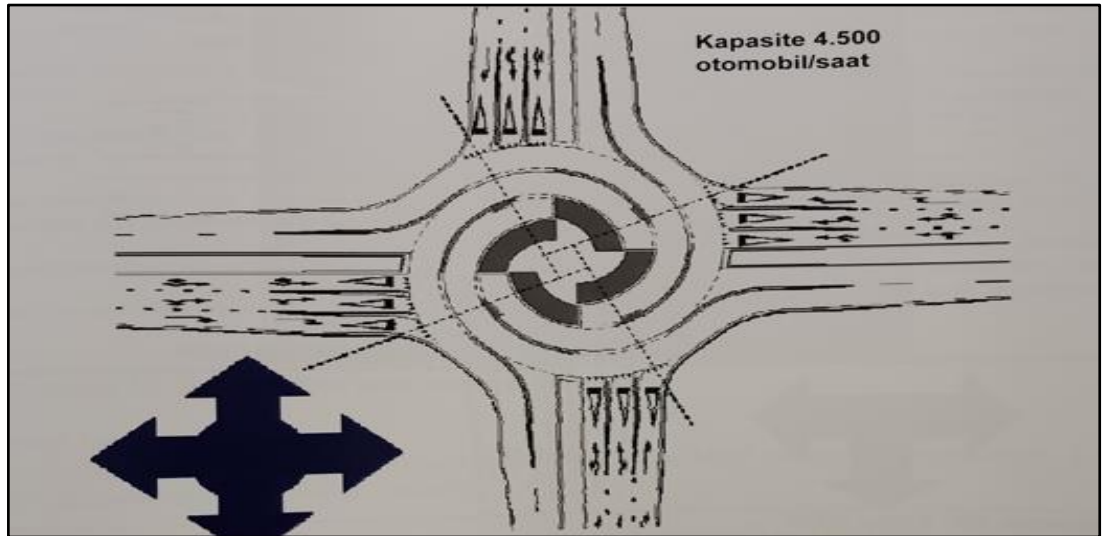
Şekil 2.38. Dirsek tipli modern dönel kavşak (KGM, 2018).



Şekil 2.39. Spiral tipli mdk-1 (KGM, 2018).



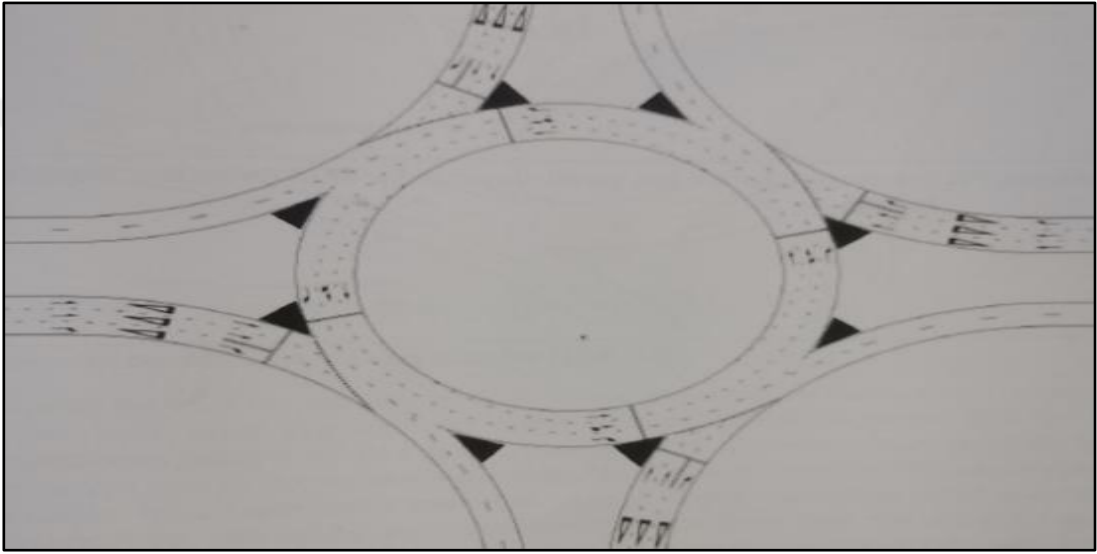
Şekil 2.40. Spiral tipli mdk-2 (KGM, 2018).



Şekil 2.41. Pervane tipli modern dönel kavşak (KGM, 2018).

2.2.3.2 Sinyalize modern dönel kavşaklar

Sinyalize modern dönel kavşaklar; tek ve çok şeritli modern dönel kavşaklar, turbo modern dönel kavşaklar ile hemzemin kavşaklar trafik akımı açısından yeterli işletmeyi sağlayamadığında tasarlanması gereken kavşak tipidir. Sinyalize modern dönel kavşakların tercih edilme sebepleri olarak bakıldığında sola dönüş trafiğin fazla olduğu yerlerde, bağlantı kollarında gecikme ve kuyruklanma gibi durumların oluşmasında ve diğer kavşak tiplerinin gerekli kapasiteyi karşılamadığı durumlarda tasarlanmaktadır.



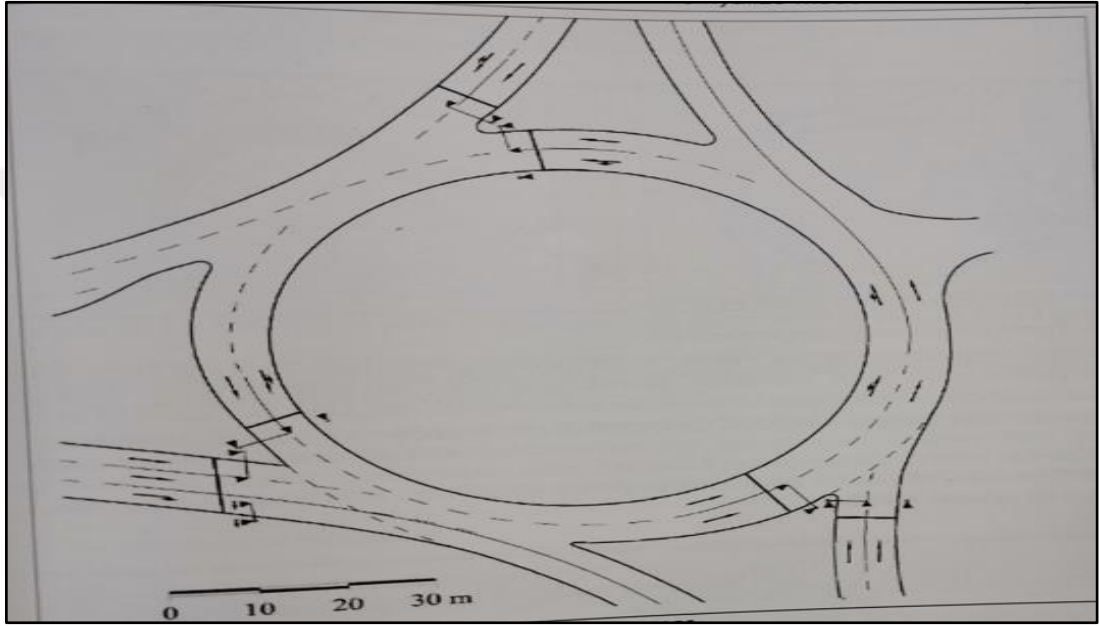
Şekil 2.42. Sinyalize modern dönel kavşak-1 (KGM, 2018).

Bir mdk’de giriş ve sirkülasyon hacimleri eşit olarak dağılmıyorsa, bir veya daha fazla giriş kolunda uzayan kuyruklar meydana gelebilir. Bu durum genellikle kentsel alanlarda modern dönel kavşaklarda pik saatlerde oluşur ve çoğu kez bu durum yönsel bir nitelik gösterir (Natalizio, 2005).

Sinyalize modern dönel kavşaklar fonksiyonel açıdan belirli kriterler çerçevesinde değerlendirilerek farklı sistemler içerisinde farklı amaçlar doğrultusunda hizmet etmek amacıyla tasarlanırlar. Bu sistemler; sinyalize modern dönel kavşaklarda kavşak giriş ve kavşak bölgesinde sirkülasyon şeridinde trafik sinyalizasyon sisteminin kontrol durumu, yaya ve bisikletli sürücülerin kavşak bölgesi giriş ve çıkışlarında trafik sinyalizasyonu ile kontrol durumu, kavşak bölgesinin birden fazla sinyalize sistemi ile araç geçişlerinin kontrol durumu olarak belirli amaçlar doğrultusunda hazırlanarak kendi içerisinde farklı özellikler göstermektedir.

Modern sinyalize kavşak tasarımlarına baktığımızda trafik yoğunluğu, trafik güvenliği ve kavşak bölgesinde trafik akışının sağlanması temel amaçlar olarak görülmektedir.

Sinyalize modern dönel kavşaklar eş düzey kavşaklar içerisinde özellikle trafik yoğunluğu olan bölgelerde uygulanmakta ve önemli bir alternatif olarak hizmet vermektedir. Ancak belirli durumlarda tasarlanması planlanan bölgede ihtiyaca cevap vermediği durumlarda olumsuz sonuçlarla karşılaşıldığında alternatif tasarımlar planlanarak farklı seviyeli kavşaklar ile çözümler üretilebilir.



Şekil 2.43. Sinyalize modern dönel kavşak-2 (FGSV, 2006).

2.3 Farklı Seviyeli Kavşaklar

Farklı seviyeli kavşaklar, eş düzey kavşaklardan farklı olarak en az iki karayolundaki kesişimlerin kot farkı olacak şekilde farklı tiplerde tasarlanması ile oluşan kavşaklardır.

KöprülÜ kavşak, yön değiştirmelerin yer aldığı iki ana trafik akımının dikey olarak ayıran sistemlerde kullanılır. Bir başka deyişle modern köprülÜ kavşak birbiri ile bağlantılı rampaların kavisli bir şekilde ayrılmasıdır (Çubuk, 1999).

Kavşak bölgelerinde kavşak tipi seçiminde farklı seviyeli kavşak tasarımı yapılması için belirli kriterlerin oluşması gerekmektedir. Bu kriterler göz önüne alınarak farklı seviyeli kavşak tiplerinden en uygun tip tasarımına karar verilerek çizim yapılabilir.

Farklı Seviyeli Kavşakların Tasarlanmasında Zorunlu Olduğu Durumlar

- Otoyolların şehirler ile bağlantısının sağlandığı yerlerde farklı seviyeli kavşak tasarlanmalıdır.
- Eş düzey kavşaklarda trafik yoğunluğundan dolayı kavşak bölgesinde oluşan trafikte oluşan gecikmeler ve kuyruklanmaların artması ile trafik kazalarının önlenemeyecek duruma gelmesi durumunda can ve mal kayıplarının önüne geçebilmek için farklı seviyeli kavşak tasarlanması gerekir.
- Eş düzey kavşakların topoğrafik açıdan uygun olmadığı yerlerde farklı seviyeli kavşak tasarlanması gerekir.
- Proje tasarım hızının yüksek olduğu durumlarda (90 km/saat ve üzeri) bölünmüş yollarda trafik güvenliğini sağlamak koşulu ile farklı seviyeli kavşak olarak tasarlanmalıdır.

Farklı seviyeli kavşak tipinin seçiminde; tasarım hızı, tasarım geometrik standartları, topoğrafya durumu, dere yatağına yakınlık durumu, trafik cinsleri, yogt değerleri, yol bağlantıları arasında trafik yoğunluk durumları, maliyet durumları dikkate alınarak tasarım yapılmalıdır. Ayrıca trafik güvenliği açısından kavşaklar arasındaki mesafenin özel durumlar haricinde 1500-1700 metre olmasına, tünel giriş ve çıkış noktalarının kavşak bölgesine mesafesine, kavşak rampalarının tali yol mesafelerine ve kavşak bölgesinde yer alan tesislerin rampaların anayol üzerinde geometrik değişim başladığı noktalar arasındaki mesafeleri dikkate alınarak tasarımlar gerçekleştirilmelidir.

Farklı seviyeli kavşakların tasarımında yatay ve düşey hat çalışmasında geometrik standartlara dikkat etmek gerekir. Yatay hat tasarımında, rampalarda giriş ve çıkış tasarımlarında ana yol alıyman kesiminde gerçekleştirilmeli, yatay hatta trafik işaretlemeleri son derece önemli olup doğru işaretlemeler ile sürücülerin kavşağı doğru algılayabilmesi, küçük sağ kurplardan kaçınarak görüş güvenliğinin sağlanması ve ana yol giriş-çıkışlarda rampalar ile uyumuna dikkat edilmesi gerekir. Düşey hat açısından farklı seviyeli kavşaklara bakıldığı zaman kesişen yolların boyuna eğimlerinin az olması sağlanmalı, ayrılma-katılma rampaları doğru bir şekilde tasarlanarak katılma rampası inişte ve ayrılma rampası ise çıkışta olacak şekilde tasarlanmalı ve ayrılma-katılma durumlarının dere tipi düşey kurp içerisinde kalacak şekilde tasarlanması gerekir.

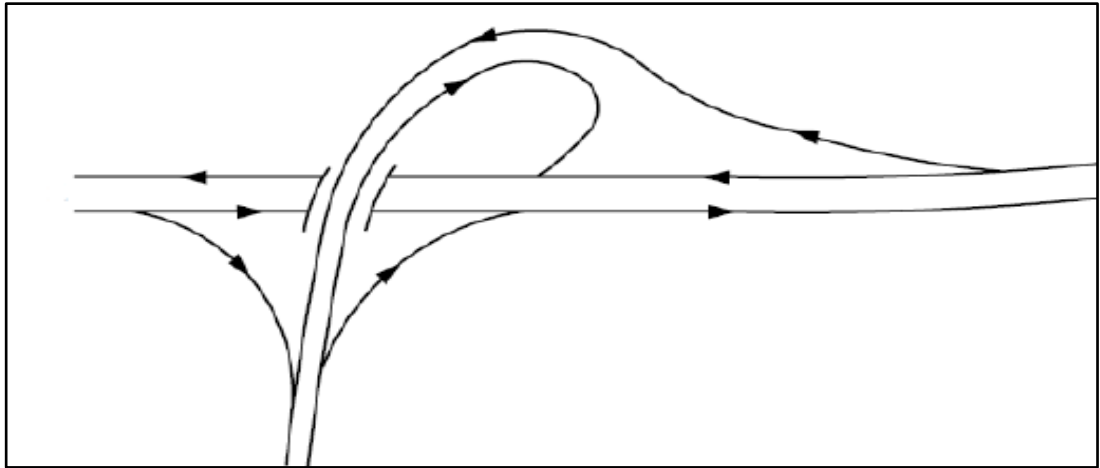
Farklı seviyeli kavşaklarda oluşabilecek birtakım sorunlar yer almaktadır. Kot farkından dolayı rampayı fark edememe durumu ile karşılaştığı durumda, rampayı geçtiği durumda geri dönüş yapma gibi trafiği tehlikeye düşürme durumuyla karşılaşılması, görüş alanının zayıf olması durumunda, sürücünün kafasını karıştıran kavşak tasarımı olduğu durumlarda, giriş-çıkış noktaların geometrik standartlar dışında tasarlanması durumunda ve yatay-düşey işaretlemelerin yetersiz olması durumunda sürücülerin kavşak bölgesini algılamaması gibi sorunlarla karşılaşılabilir.

Farklı seviyeli kavşak tipleri:

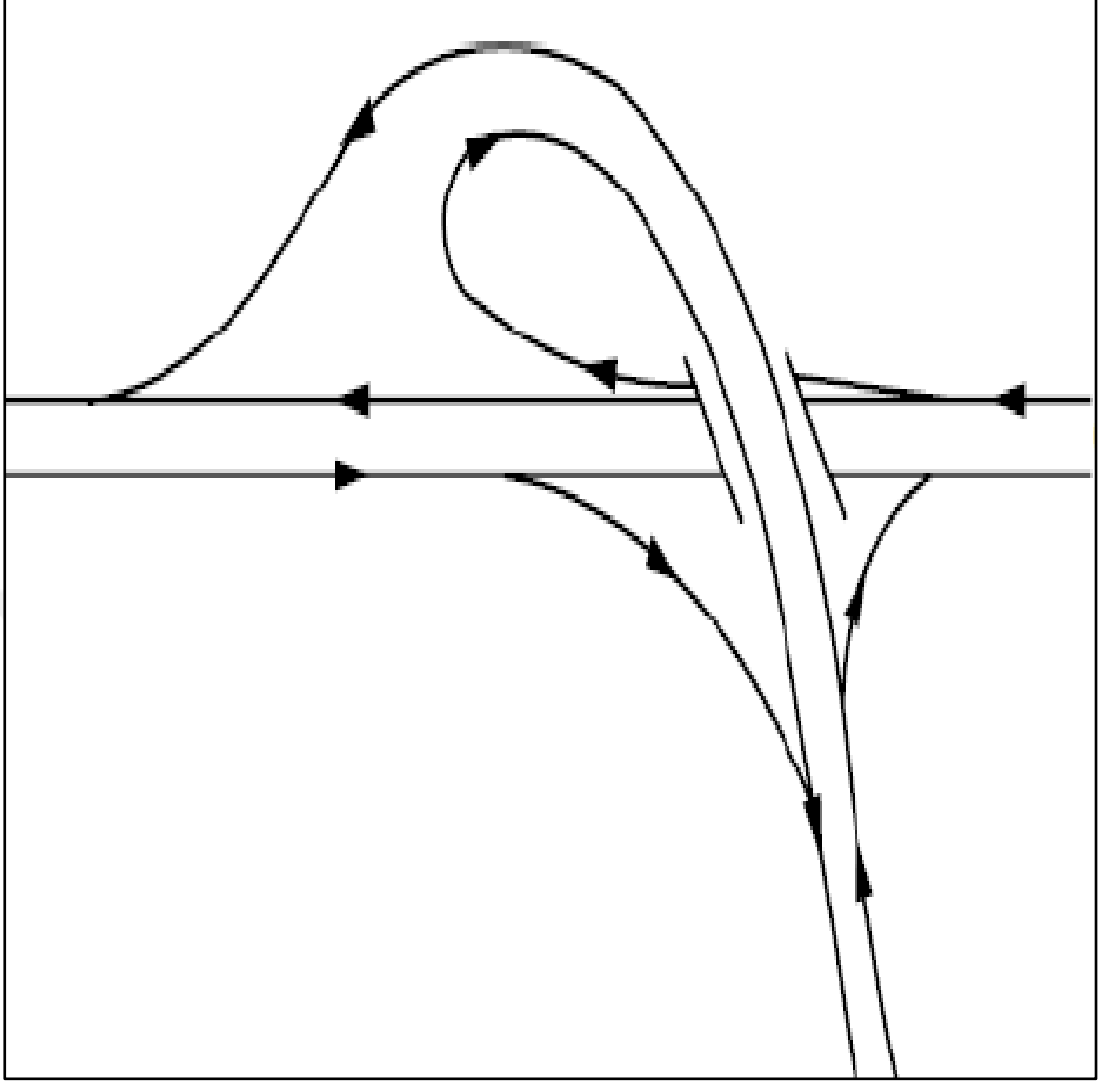
- Trompet kavşak
- Yarım yonca kavşak
- Yonca Kavşak
- Direksiyonel ve yarı direksiyonel kavşaklar
- Diamond kavşak
- Katlı dönel kavşak
- Tek nokta kavşak
- FSK kavşak birleşimleri

2.3.1 Trompet farklı seviyeli kavşak

Trompet kavşak, ana yol ile tali yol kesişim bölgelerinde ana yol ile tali yol geçişlerinde rampalar ile tasarlanmakta olup ana yol üzerinde tasarımı yapılan köprü ile geçişleri sağlanır. Kendi içerisinde farklı tiplerde tasarlanmakta ve şekillerde görülmektedir.



Şekil 2.44. Trompet fsk-1 (KGM, 2022).



Şekil 2.45. Trompet fsk-2 (KGM, 2022).

Trompet kavşak tasarımında trafik yoğunluğu ve kamulaştırma gibi durumlar göz önüne alınır. Tasarım açısından vevrevli ve dik kesişim şeklinde tasarlanması gerçekleştirilir. Ancak trafik güvenliği açısından tasarımda vevrevli kesişmelerin tercih edilmesi doğru olacaktır. Vevrevli kesişmelerin tercih edilme durumları kurp geçişlerinin güvenli olacak şekilde geçilmesi ve ani frenlerden kaçınarak güvenli geçişlerin yapılmasını sağlamaktadır. Trompet kavşakların olumlu ve olumsuz yönleri bulunmakta olup yüksek hızlarda kavşak bölgesinden geçişler sağlanmakta, kavşakta örölme durumları ile karşılaşılmemakta, tüm hareketleri sağlayarak yüksek kapasite ile çalışmakta, tek köprü ile geçiş sağlanmakta ve ağır trafik dönüşleri için yeterli trafik hacmine sahip olmaktadır. Ancak kavşak ayak ve rampa kollarında eğim arttığı durumda kavşak bölgesinde kapasite azalmakta ve “U” dönüşü imkân vermemesi de kavşağın olumsuz etkenleri arasında sayılmaktadır.



Şekil 2.46. Trompet fsk-3.



Şekil 2.47. Trompet fsk-4.

2.3.2 Yarım yonca farklı seviyeli kavşak

Yarım yonca kavşaklar farklı tiplerde tasarlanmakta olup bir takım avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Yarım yonca kavşaklarda tasarım yapılmadan önce ana yol-tali yol trafik hacim değerlerinin araştırılması ve tali yol trafik hacminin ana yol trafik hacmine göre daha az olduğu durumlarda tercih edilmelidir. Ana yol üzerinden tali yollara bağlantı sağlamak üzere yapılan bu tip kavşak tasarımında trafik yoğunluğunu karşılamadığı durumlarda tam yonca kavşak tasarımına geçiş yapılabilmesinden dolayı avantaja sahiptir. Yarım yonca kavşağı avantaj ve dezavantajları ile doğru bir şekilde değerlendirme yaparak tasarıma geçilmesi gerekir.

Yarım yonca kavşakların simetrik ve asimetrik tasarımlarına göre avantaj ve dezavantajları şu şekilde belirtilmektedir:

Simetrik yonca kavşağın avantajları olarak değerlendirecek olursak; ana yol üzerinde işaretleme yönünden basitleştirici etki yapar tek çıkışlar ve demir yoluna yakın yerde bağlanan tali yollarda uygulanmasında avantaj sağlar. Bu tip kavşakların dezavantajları olarak değerlendirdiğimizde, tali yollarda rampalar üzerinden gelen trafiğin kesişmesi durumlarında trafik kapasitesini sınırlar ve trafik güvenliğini olumsuz etkiler. Trafik hacim değerleri açısından düz giden ve dönüş yapan araçların fazla olması durumunda tali yol üzerinde gerekli yatay ve düşey işaretlemelerin trafik güvenliğini sağlamak için yapılması gerekir.

Asimetrik yarım yonca kavşak tiplerinde ise örülmeler açısından herhangi bir problem bulunmamakta, trafik kapasitesinin artması durumunda ilave kavşak genişlemelerine imkân sağlamakta, simetrik yonca kavşaklarda tek çıkışlarda tali yolda sağlanan işaretleme kolaylığı tek girişlerde sağlanmamaktadır. Asimetrik kavşakların avantajları yanında dezavantajlı durumları da yer almakta olup bu dezavantajlar; araçların yan yollar üzerinden sola dönüş yapabilmeleri için şeritte bekleme yapmaları ve geçişlerde trafik güvenliği açısından olumsuz etkilere neden olabilmekte ve kazalar gerçekleşebilmekte, yan yollarda rampalar kapasite ve trafik güvenliği açısından istenilen durumu tam olarak karşılayamamaktadır.

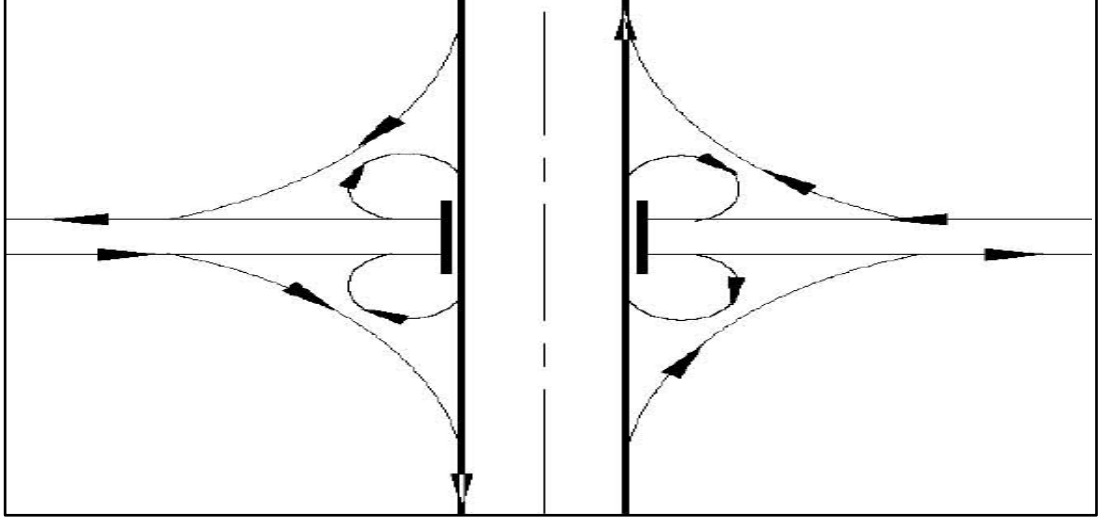
Yarım yonca kavşak Şekil 2.48’de gösterilmektedir.



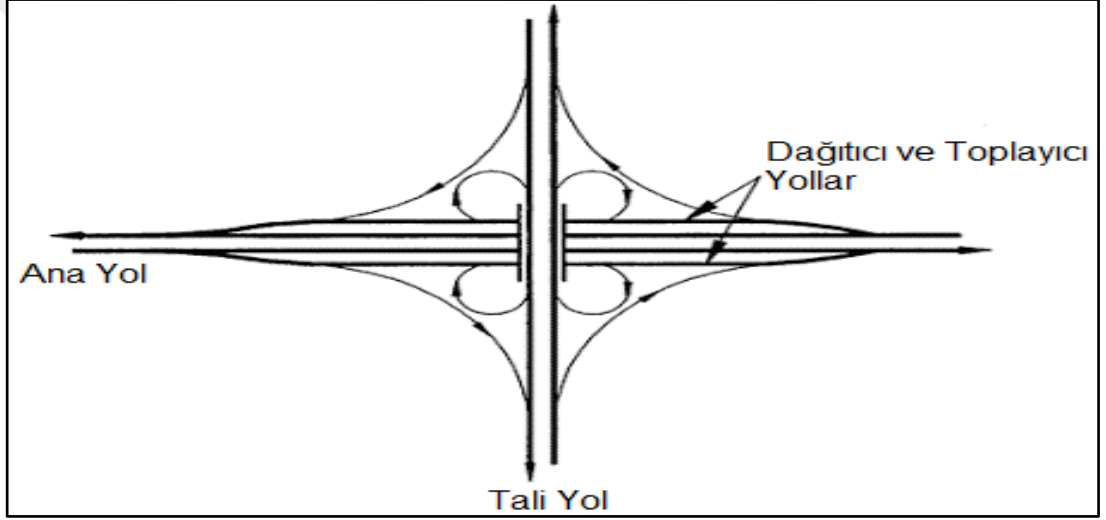
Şekil 2.48. Yarım yonca fsk.

2.3.3 Yonca kavşak

Dört kollu köprülü kavşak tipi olan yonca kavşak, yan yollardan sola dönüşleri kaldırarak araçların karşılıklı kesişmesini önlemektedir. Yonca kavşaklarda sol yol hattına dönüş rampalar ile sağlanmakta, sağa dönüşler ise dış rampa yan yol ile sağlanmaktadır. Yonca kavşaklarda diğer kavşak tiplerde olduğu gibi avantaj ve dezavantajları ile değerlendirilerek kavşak bölgesinde en doğru kavşak tipi tasarlanması gerekmektedir. Yonca kavşaklarda, yan yollardan sola dönüşler ile trafik güvenliğini tehlikeye düşürecek kesişmeler ortadan kaldırılarak güvenlik sağlanmakta, araç trafik akışının sürekliliği sağlanmakta ve trafik sinyalizasyon sistemine ihtiyaç duyulmadığı için önemli avantajlara sahiptir. Bu tip kavşak dezavantajları olarak değerlendirildiğinde; kavşak alanında geniş alanlara ihtiyaç olduğu için kamulaştırma ve ekonomik maliyetler artmakta, örülmeler yönünden trafik güvenliğini olumsuz etkilemekte, örülmelerden dolayı ilave şerit genişletmeleri ile maliyetlerin artması, ana yol-tali yol kesişimlerinde döngülerden sağlanan katılımlarda kontrol hızların düşürülmesi ve trafik güvenliği açısından kavşak tipi genel hatları ile değerlendirildiği zaman kritik seviyenin altındadır.



Şekil 2.49. Yonca fsk-1 (KGM, 2022).



Şekil 2.50. Yonca fsk-2 (KGM, 2022).



Şekil 2.51. Yonca fsk-3.



Şekil 2.52. Yonca fsk-4.

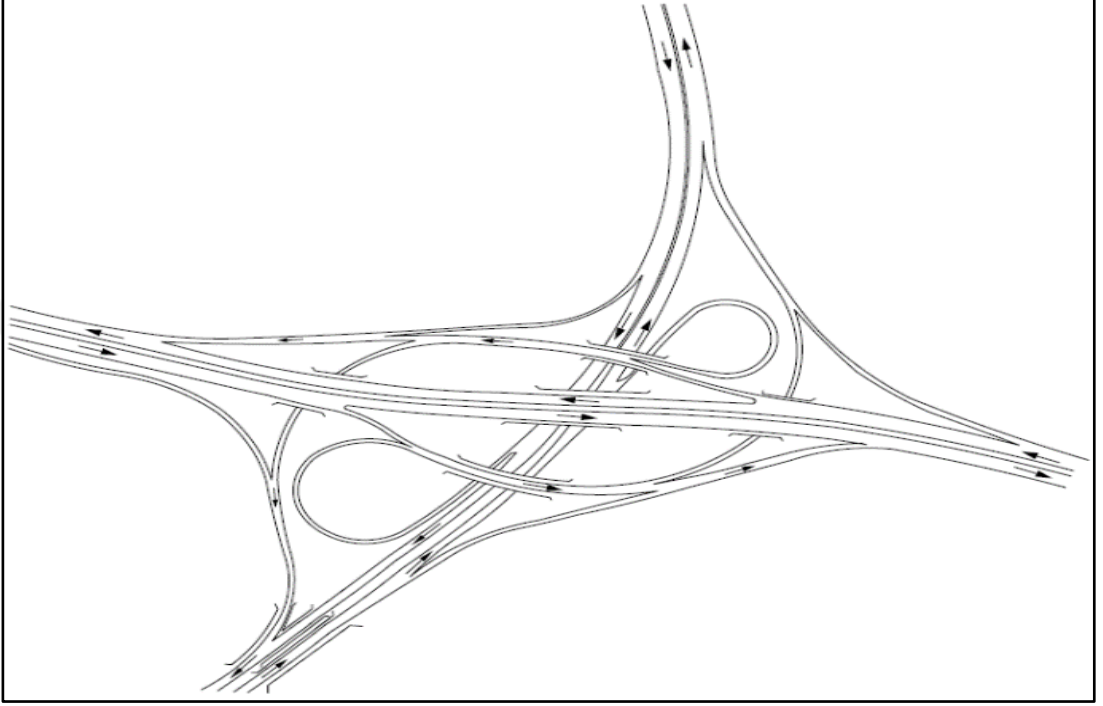
2.3.4 Direksiyonel ve yarı direksiyonel kavşaklar

Direksiyonel ve yarı direksiyonel farklı seviyeli kavşaklar sola dönüş trafiğin yoğun olduğu kentlerde ve otoyol bağlantılarında tasarlanmaktadır. Bu tip farklı seviyeli kavşaklar trafik kapasitesi açısından en yüksek kapasiteye sahip, işletme hızı yüksek, trafik güvenliği açısından önemli avantaj sağlamakta, konforlu seyahat artmaktadır. Dezavantajı olarak ise yüksek maliyetler ile imalatları yapılmaktadır.

Direksiyonel farklı seviyeli kavşaklar her yöne gerekli köprü geçişleri ile rampa şeklinde geçiş sağlayarak örülmelerin olmasını engelleyerek trafik kapasitesini artırmakta, trafikte beklemeyi azaltmakta böylelikle seyahat süresini kısaltarak konforu artırmakta ve daha az yakıt tüketimi sağlanarak ekonomik açıdan faydaları olduğu gibi çevre kirliliğinin azalmasında da katkıları olmaktadır.

Yarı direksiyonel farklı seviyeli kavşakların, kavşak bölgesinde sola dönüş sağlanarak köprüler ile geçişleri sağlanmaktadır. Bu tip kavşaklarda örülme gibi trafik güvenliği açısından olumsuzluklardan kaçınmak için toplayıcı yollar tasarlanarak kavşak

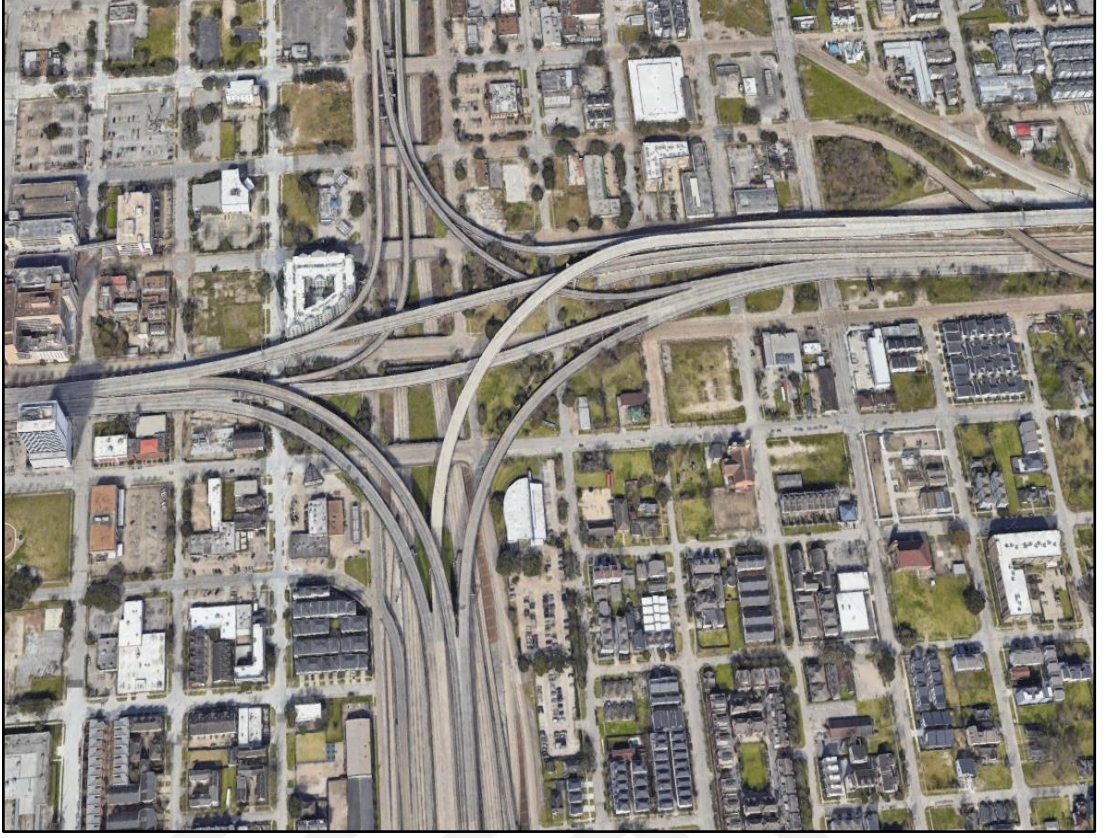
bölgesine daha güvenliği sağlayacak farklı tip kavşak tasarlanmış olur. Bu tip kavşaklara baktığımızda dünya üzerinde özellikle maliyetleri yüksek olmasına rağmen kent nüfusu fazla olan ve trafiğin kapasitesini ve güvenliğini artırmak için tasarlandığı görülmektedir. Köprü sistemlerinin yardımıyla tek bir kavşak noktasından birden fazla trafik hareketi sağlamaktadır.



Şekil 2.53. Yarı direksiyonel fsk-1 (KGM, 2022).



Şekil 2.54. Yarı direksiyonel fsk-2.



Şekil 2.55. Direksiyonel fsk-1.



Şekil 2.56. Direksiyonel fsk-2.

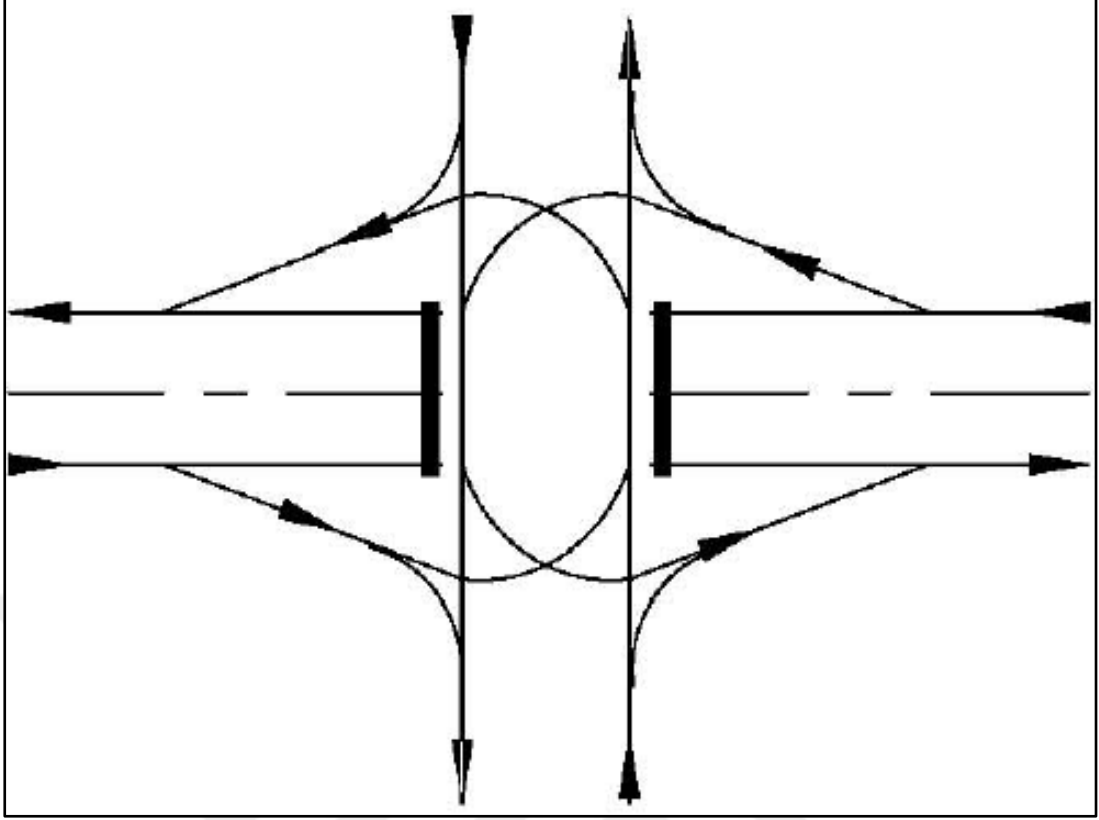
2.3.5 Diamond farklı seviyeli kavşak

Diamond tipi farklı seviyeli kavşaklar ana yol ile tali yol bağlantılarında dört adet rampa ile ana yol üzerinden tali yollara geçiş yapılarak ve ana yol hattında köprü sistemi ile tasarlanmaktadır. Bu farklı seviyeli kavşak tipinde araçların tüm hareketine imkân vermekte olup ayrılma ve katılmalarda çakışmalar olmakta örölme yönünden ise trafik güvenliği açısından herhangi bir sorun teşkil etmemektedir. Tali yol bağlantı geçişlerinde araçların çakışmasından dolayı trafik güvenliğini olumsuz etkilemektedir.

Diamond farklı seviyeli kavşak, diğer farklı seviyeli kavşaklardan maliyeti yüksek olanlara göre tercih edilebilir. Trafik güvenliği açısından olumsuzluğa düşürecek örölmeler olmamaktadır. Giriş ve çıkışları ile yüksek kapasiteye sahip olup ana yol ve tali yol geçişlerinde tüm dönüş hareketlerini sağlamaktadır. Tali yoldan ana yola geçişte görüş kısıtlı olmamaktadır. Rampa çıkışlarında bağlantı yollarına geçişte eş düzey kavşak noktasından dolayı çakışmalar olmaktadır. Bu kesişmeleri önlemek için kavşak noktası dönel adalar ile tasarlanarak trafik güvenliğinde iyileştirmeler yapılır. Ana yol üzerinden tali yollara geçiş yapılacağı için ana yolda trafiği tehlikeye atmamak için yardımcı şerit uygulaması yapılmalıdır.



Şekil 2.57. Diamond fsk-1.



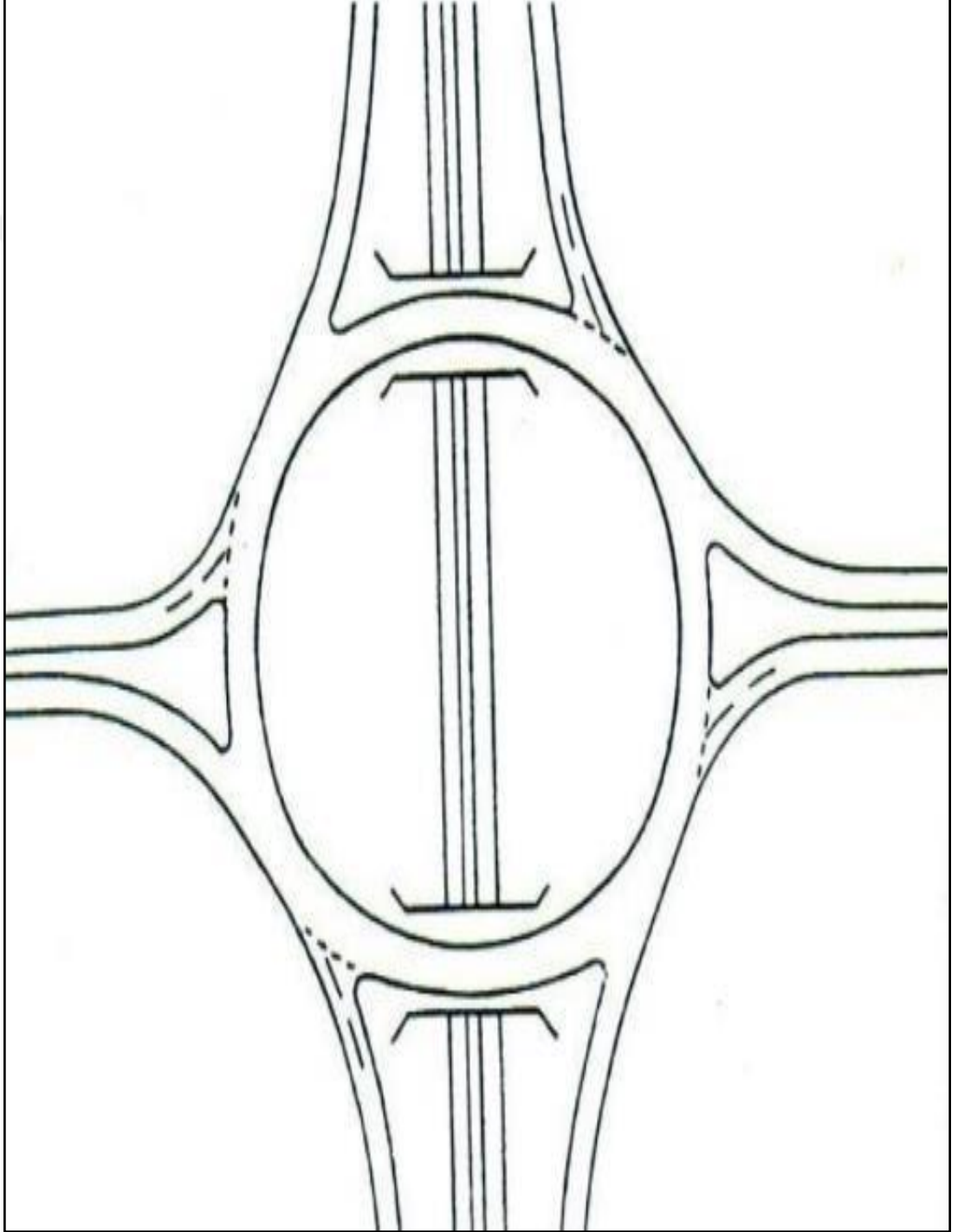
Şekil 2.58. Diamond fsk-2 (KGM, 2022).

2.3.6 Katlı dönel farklı seviyeli kavşak

Katlı dönel kavşak, köprü tasarımları ile kesişen yolların birbiriyle entegre olması sonucu sola dönüş, sağa dönüş ve “U” dönüşünü sağlayarak tasarlanan farklı seviyeli kavşaklardır. Kesişen yollar ile transit olarak geçen trafiğin rampalarla geçiş sağlayarak köprüler ile tasarımı gerçekleşen dönel ada etrafında dönüşlerini sağlayarak transit trafiğin akışını sağlamaktadır. Katlı kavşakların, kesişim yolların fazla olduğu ve ana yol trafik yoğunluğuna göre ana yol ile kesişen yolların trafik yoğunluğunun daha az olduğu bölgelerde tasarlanması gerekmektedir. Bu tip kavşaklarda diğer kavşak tiplerinde olduğu gibi avantaj ve dezavantajları dikkate alınarak tasarlanması gerekmektedir.

Kent dışı olan yerlerde trafik yoğunluğunun fazla olmadığı yerlerde diğer kavşak tiplerine alternatif oluşturması ile tasarlanabilir. Örülme olmasından dolayı trafik güvenliği açısından olumsuz durumlarla karşılaşılır. Geniş alan kapladığından dolayı maliyet açısından yüksek kavşak tasarımı gerçekleşmiş olur.

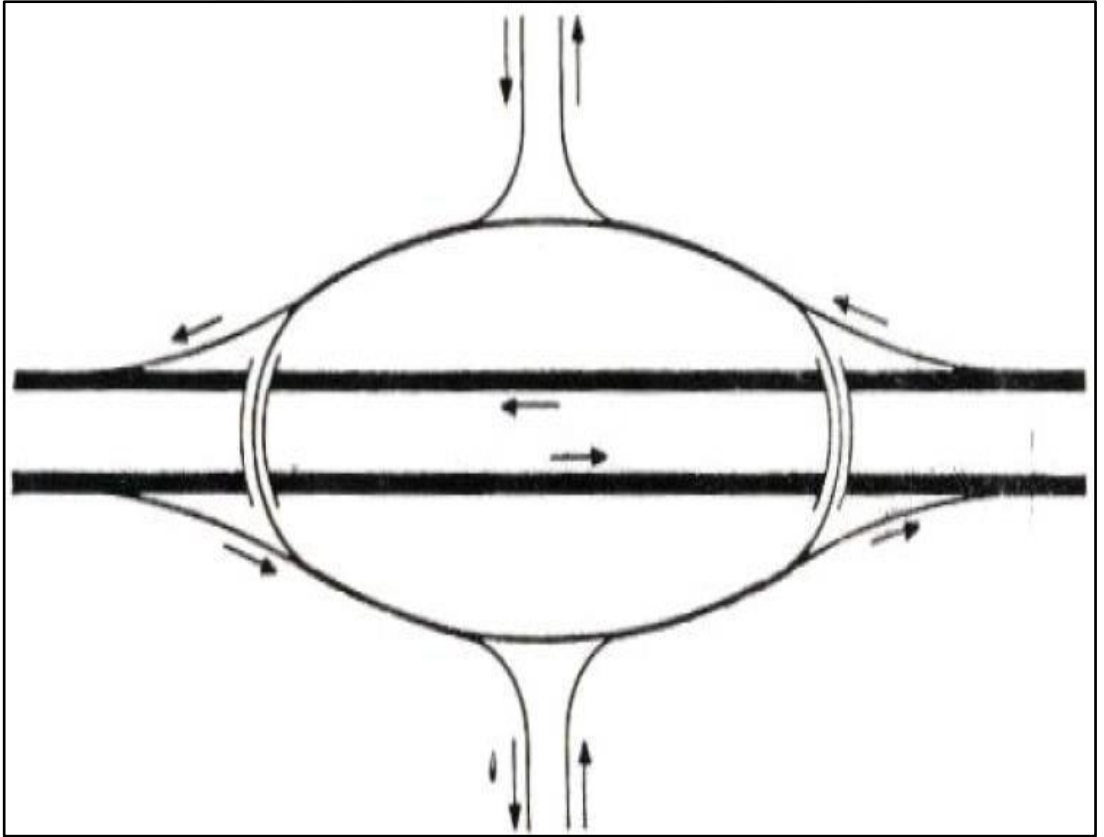
Bu tip kavşaklar dairesel ve eliptik olarak farklı seviyeli katlı kavşak olarak tasarlanmaktadır. Dairesel ve eliptik katlı kavşak tasarımına karar vermek için, ana yol ve tali yol trafik hacim değerlerinin bilinmesi gerekir. Yıllık değerleri açısından ana yol ve kesişen yollardaki trafik değerlerinin yakın olması durumunda dairesel katlı kavşak tipi tasarlanmalı, ana yol trafik yoğunluğu fazla olduğu durumlarda ise eliptik dönel katlı farklı seviyeli kavşak tasarımının tasarlanması doğru olacaktır.



Şekil 2.59. Dairesel Katlı fsk-1 (KGM, 2022).



Şekil 2.60. Dairesel katlı fsk-2.



Şekil 2.61. Eliptik katlı dönel fsk (KGM, 2022).

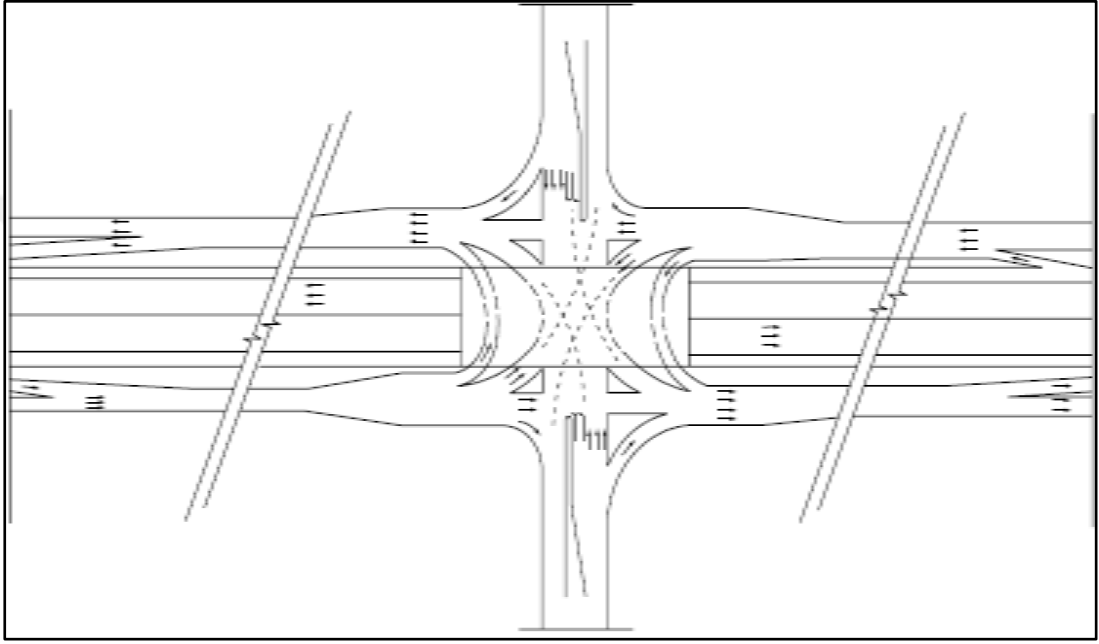
2.3.7 Tek nokta farklı seviyeli kavşak

Tek nokta kavşak, ana yol üzerinden trafiğin köprü ile inşa edilen yapının altından geçecek şekilde ana yoldan gelen trafiğin tali yollarla köprü sistemi ile bağlantısını sağlayacak şekilde, köprü üzerinde trafik akışının eş düzey kavşak ile trafik akışını sağlamaktadır. Diğer farklı seviyeli kavşak tasarımlarında olduğu gibi bu tip kavşağın avantaj ve dezavantajları dikkate alınarak tasarımı yapılır. Özellikle bu tip kavşakların tasarımı ülkemizde yaygın olarak yapılmaktadır. Tek nokta kavşaklar kamulaştırma ihtiyacı açısından daha az alan kaplamakta ancak köprü ile tasarımından dolayı yapım maliyetleri fazladır. Yoğun trafiğin olduğu yerlerde ise farklı seviyeli kavşağın işletme yönünden sorun oluşturmaktadır. Karayolları geometrik standartları açısından değerlendirildiğinde sağa dönüş rampalarında dikkat edilmesi gereken durumlar;

- Trafiğin serbest dönüş ile sağa çıkış rampalarıyla ana yol üzerinden geçiş yaptığı durumlarda, sağa çıkış rampa tasarımının sonlandığı kısımdan önce 60 m olacak şekilde ilave şerit uygulaması yapılması gerekmektedir. Örüme mesafelerinden dolayı bir başka kavşak girişi 150 metre mesafesi içinde olduğu yerlerde sağa çıkış rampası uygulamasından kaçınılmalıdır. Kavşak tasarımının yapıldığı bölgede yoğun yaya ve bisikletli trafiği ile araç trafiğinin çakışması sonucu trafik güvenliğini tehlikeye düşürmesinden dolayı sağa çıkış rampaların yapımından kaçınılmalıdır.
- Trafik sinyalizasyon sistemi ile trafiğin geçişi sağlanan sağa çıkış rampalarının tasarlanması durumunda, düz ve sola dönüş yapan trafiğin engellenmemesi için sağa dönüş bölgesinde yeterli depolama mesafesi olmalıdır. Geometrik standartlara uymak için giriş rampalarında sağa dönüş şeridi oluşturulurken, sağa dönüş şeridinin katılma şeridinin birleşimine kadar olan mesafenin minimum 30 m olacak şekilde tasarlanması gerekmektedir. Tek nokta farklı seviyeli kavşaklarda yolların verevli olarak kesişmesi sürücülerin görüş mesafesini olumsuz olarak etkilediğinden tasarımda köprü uzunluklarının artması ile ilave maliyetler ortaya çıkabilmektedir.
- Bu tip kavşaklarda sola dönüşlerin mümkünse tek kurp geçişiyle yapılması istenir ancak maliyetler açısından köprü uzunluğu ve kamulaştırma gibi durumlardan dolayı birden fazla kurp ile geçiş yapılarak tasarım yapılabilir. İki kurp ile geçiş yapıldığı zaman ikinci kurp yarıçapının ilk kurp yarıçapından minimum

yarısı olacak şekilde tasarım yapılmalıdır. Ayrıca Tüm kavşaklarda olduğu gibi duruş görüş mesafelerinin sağlanması gerekmektedir.

- Tek noktalı kavşaklarda toplayıcı yola ayrılma ve katılmayı sağlayan geçiş rampasının 300 metreden fazla olması tercih edilmekte ancak farklı durumlardan bu mesafe sağlanamadığı durumlarda minimum 200 metre olarak tasarlanması gerekmektedir. Rampalar ile toplayıcı yol aynı yön ve tek yönlü olacak şekilde oluşturulmalıdır.



Şekil 2.62. Tek nokta fsk-1 (KGM, 2022).



Şekil 2.63. Tek nokta fsk-2.

2.3.8 Farklı seviyeli kavşak birleşimleri

Bu tip kavşaklar, farklı seviyeli kavşak tiplerinin bir arada tasarlanması ile oluşturulmaktadır. Trafiğin kavşakta dönüş hareketlerine bakıldığı zaman trafik sayısının fazla geçiş yaptığı kesim ile diğer kesimler arasında farklı kavşak tipleri tasarlayarak oluşturulan farklı seviyeli kavşak birleşimleridir.



Şekil 2.64. Fsk birleşimleri-1 (KGM, 2022).

Büyük şehirlerde endüstriyel gelişmenin hızla ilerlemesi ile trafik yoğunluğunun artması sonucu kavşak bölgesinde tıkanmanın önüne geçmek için Şekil 2.64’te görülen yarı direksiyonel farklı seviyeli kavşak uygulaması yapılabilmektedir. Yarı direksiyonel ile ana yol üzerinde, trafik akışının işletme hızında olmasını sağlar. Diğer kavşaklara göre rampalar iki şeritli olarak düzenlenmektedir.



Şekil 2.65. Fsk birleşimleri-2 (KGM, 2022).

3. KAVŞAKLARDA GEOMETRİK STANDARTLAR VE DRENAJ

3.1 Kavşak Tasarımında Yapılan Düzenlemeler

Karayolunun kesişim noktalarını sağlayan kavşaklar trafik güvenliği yönünden riskli alanlar olarak değerlendirilmektedir. Kavşak alanlarında trafik güvenliğini en aza indirmek için azami hız uygulayarak tasarım yapılması gerekir. Kavşak tasarımı yapılırken trafik güvenliğinde dikkat edilmesi gerekli durumlara aşağıda bahsedilmektedir.

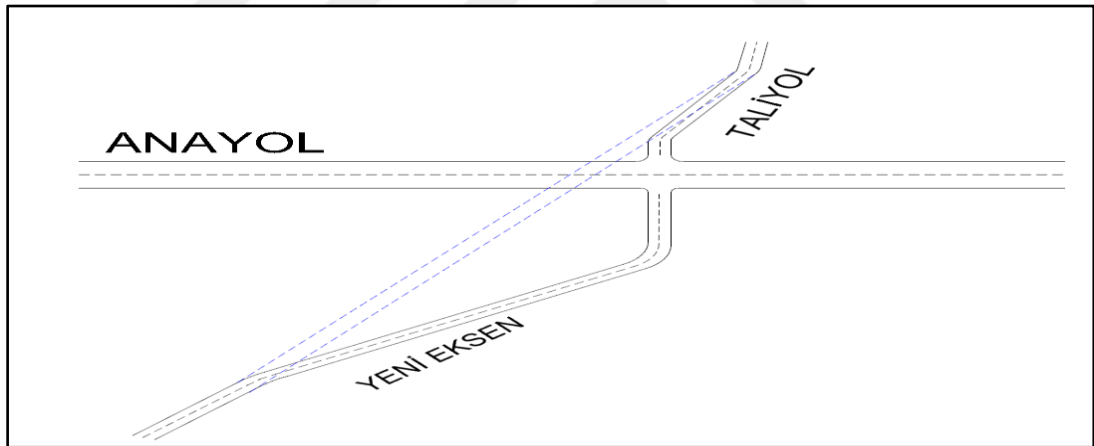
- Ana yol-tali yol kesişiminde araçların ana yolu hızlı terk edebilmeleri için kavşak kollarında dik ve dike yakın kesişimlerin olması tercih edilmeli.
- Kavşak kol sayısının dörtten fazla olmamasına dikkat etmek gerekir.
- Duruş görüş mesafesi ve üçgen (yanal) görüş alanı, karayolları geometrik standartlara uyulacak şekilde olmalı.
- Arazi topoğrafik yapının elvermediği dışında kavşak içinde yatay ve düşey kurplardan kaçınılması gerekmektedir.
- Yatay ve düşey hatta işaretlemeler trafik güvenliğini sağlayacak standartta olmalı.

Kavşak tasarımında sürücülerin rahat bir şekilde kavşağı algılayacak şekilde geçiş yapabilmesi ve trafik güvenliğini sağlayabilmesi için yatay ve düşey hat çalışması yapılırken karayolları geometrik standartlara uygun bir şekilde tasarım yapılması gerekmektedir. Kavşak bölgesinde ana yol ve tali yol kesişimleri sürücülerin güvenli geçişini sağlamak için dik ve diken yakın olması tasarım açısından önemlidir.

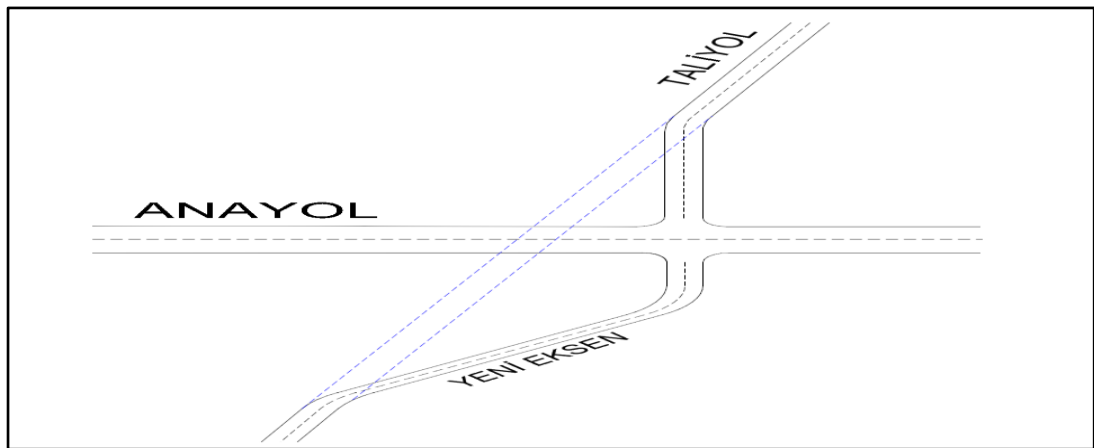
Ana yol ve tali yol kesişmelerinin dik ve dike yakın olması durumunda sağlanan avantajlar şunlardır:

- Taşıtlar ve sürücüler kavşak bölgesini azami sürede geçmesini sağlar.
- Sürücülerin görüş mesafesinin artmasını sağlar.
- Ağır taşıtların kavşak bölgesinde dönüşleri sağlanmış olur.
- Taşıtların ve yayaların geçişlerinin daha kolay olmasını sağlar.

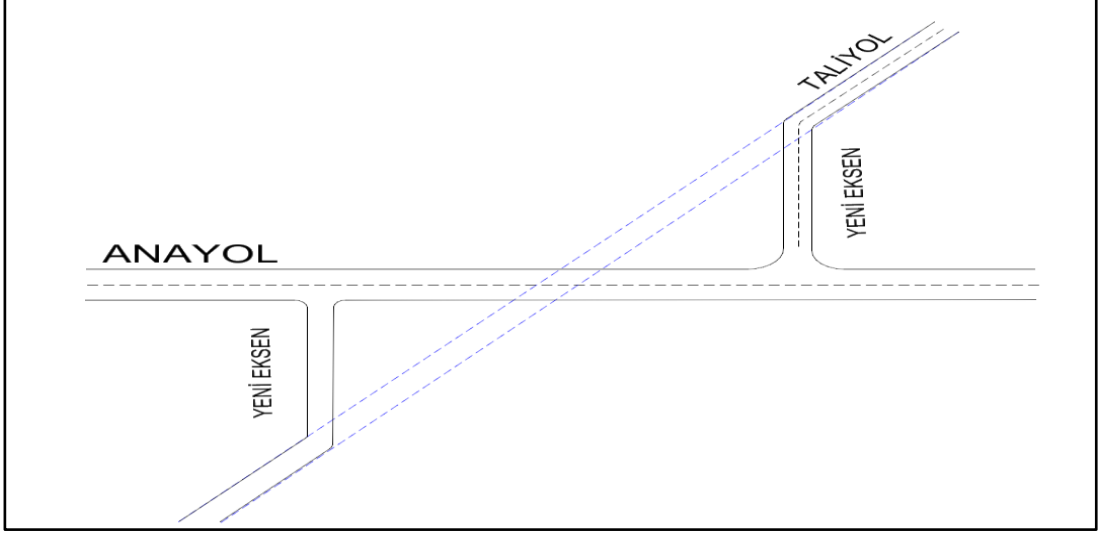
Yatay hat çalışmasında ana yol ve tali yol tasarımında trafik güvenliği dikkate alınarak yapılan düzenlemeler aşağıda şekillerde gösterilmektedir.



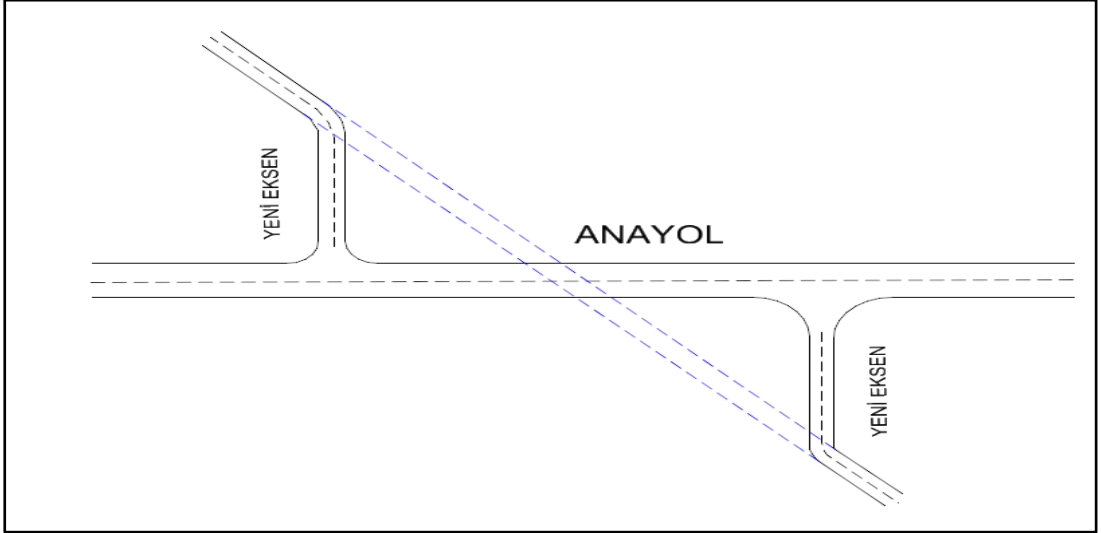
Şekil 3.1. Bağlantı yolu düzenlemesi-1.



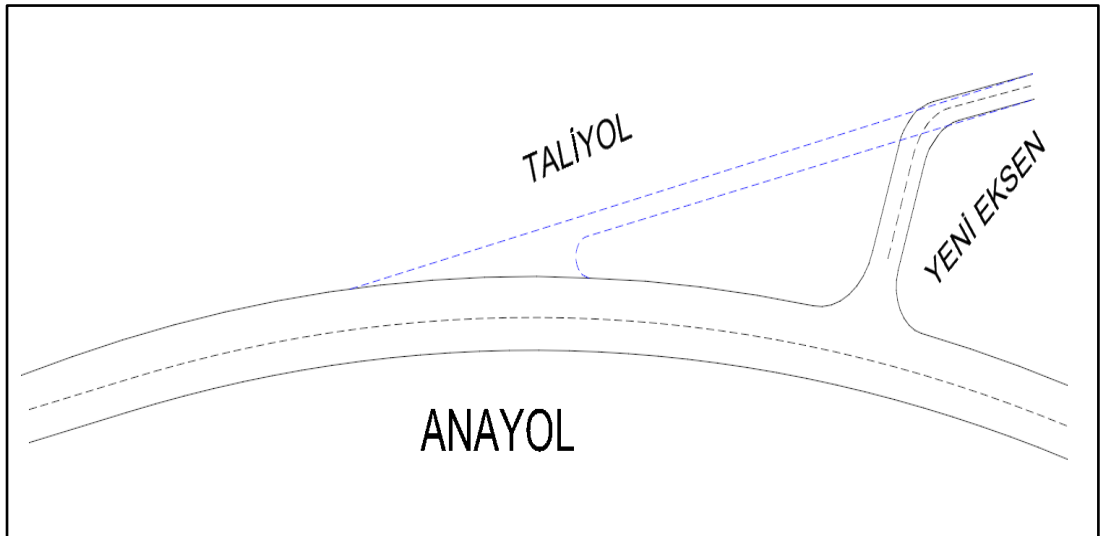
Şekil 3.2. Bağlantı yolu düzenlemesi-2.



Şekil 3.3. Bağlantı yolu düzenlemesi-3.



Şekil 3.4. Bağlantı yolu düzenlemesi-4.



Şekil 3.5. Bağlantı yolu düzenlemesi-5.

Tali yol ile ana yol kesişmelerinde Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’de gösterilen dik açılı düzenleme ile tali yoldan doğrusal şekilde geçiş yapan araçların ana yolu kısa sürede terk ederek trafik güvenliği sağlanmış olur. Ancak küçük yarıçaplar tasarımda kullanmayarak şerit ihlallerinin önüne geçmek gerekir.

Verevli geçişlerin çok olduğu ana yol-tali yol birleşimlerinde, Şekil 3.3 ve Şekil 3.4’te gösterilen paralel şekilde ana yola bağlantı sağlayarak tali yol istikametinden gelecek araçların görüş açıları daha uygun hale getirilir. Şekil 3.3’te gösterilen tasarımda, tali yoldan ana yola geçiş yapan araçların ana yol üzerinden diğer karşı tali yola geçiş yaparken tali yoldan sola dönüş yaparak ana yol üzerinden sağa dönüş yaparak karşı tali yol istikametine doğru hareket edecektir. Bu tali yol-ana yol-tali yol geçişini yapan sürücü gerekli karar verme süresini tali yoldan ana yola geçiş yapmadan verebileceğinden, ana yol üzerindeki trafiğe olumsuz etkisi azalacaktır. Şekil 3.4’te tali yoldan gelerek ana yol üzerinden karşı tali yola geçecek aracın önce tali yol-ana yol geçişinde sağa dönüş yaparak ana yola geçiş yapması ve daha sonraki hamlede ise ana yol üzerinden sola dönüş yaparak karşı tali yola geçiş yapacak olması, sürücülerin gerekli karar verme sürelerini artırdığından ana yol trafiği üzerinde olumsuz etkisi olacaktır. Bu olumsuz etkiyi azaltmak için iki tali yol bağlantısı arasında ana yol platform genişliğinde genişletme yapılabilir.

Ana yol-tali yol tasarımlarında kurp bölgesine geldiği Şekil 3.5’te görüleceği üzere tali yol ve ana yol birleşimlerinde görüş mesafelerini arttırmak için mümkün olduğu derecede dik olacak şekilde yeniden düzenlenmesi gerekir. Bu durumda tali yol ve ana yol bağlantı tasarımlarında, araçların dönüşüne imkân verecek şekilde yarıçap kullanarak kurplar oluşturulmalıdır.

3.2 Yatay ve Düşey Hat Tasarımı

Kavşaklar tasarlanırken yolun yatay ve düşey eksen tasarımlarını gözden geçirerek ana yol ile kavşak bağlantı noktalarında gerekli standartların sağlanması gerekir. Kavşak tasarımını tek başına değerlendirmek doğru olmadığından kavşak bölgesi ile yolun güzergâhını oluşturan yatay-düşey hat dikkate alınarak tasarım süreçleri gerçekleştirilir. Bu nedenle karayolunda yatay ve düşey hat tasarımında dikkat edilmesi gereken durumlar aşağıda yatay hat tasarımı ile düşey hat tasarımı olarak anlatılmaktadır.

3.2.1 Yatay hat tasarımı

- Yatay eksen tasarımı yapılırken topoğrafya koşulları göz önüne alınarak aliymanlar doğallığı bozmadan uygun bir şekilde çizilmeli ve kısa kurp geçişlerinden kaçınılmalıdır.
- Kurp seçimlerinde arazi yapısının elvermediği durumlarda diğer etkenler boyuna eğim gibi durumlar göz önüne alınarak geometrik standartlarda belirtilen hız-kurp değerlerine uyulmalıdır.
- Kısa kurpların uzun aliymanların sonunda kullanmaktan kaçınılmalıdır.
- Dolguyla geçiş yapılan güzergâhta keskin kurplardan kaçınılmalıdır. Ancak topoğrafyadan dolayı yapılması gereken keskin kurpların gerekli trafik işaretlemeleri ve otokorkuluk vb. güzergâh üzerinde gerekli önlemler alarak sürücülerin kurp bölgesini algılaması sağlanmalıdır.
- Yatay kurpların ardışık şekilde tasarlanmasından kaçınılmalı bunun yerine tek kurp ile geçiş yapılmalıdır.
- Ters kurplarda kısa aliymanlardan kaçınılmalı gerekli standartları sağlayan aliyman uzunluğu tercih edilmelidir.
- Aliymanların uzun veya kısa olması sürüş güvenliği açısından olumsuz sonuçlar doğurur.

Ayrıca proje tasarımı hızının 20 katı uzun aliymanın, 6 katı ise kısa aliymanın sınır değerleri olarak kabul edilir.

- Yatay hat çizimine kurp geçişlerinde büyük yarıçaplı kurplardan küçük yarıçaplı kurplara ani geçişler yapılmamalıdır. Ayrıca kurp geçişleri kademeli şekilde azaltılarak büyük yarıçaplı kurplardan küçük yarıçaplı kurplara geçiş yapılmalıdır.
- Yatay kurplarda sürücülerin görüş açısını artırmak için kurp sapma açıları olabildiğince küçük tutulmalıdır.
- Güneş ışınları dikkate alınarak doğu-batı istikametinde uzun aliyman tasarımlarından kaçınılmalıdır.

3.2.2 Düşey hat tasarımı

Düşey hat tasarımı yapılırken sürücülerin boyuna eğimin görüşü sağlamadığı durumlarda, trafik güvenliği açısından tehlike oluşturmaktadır. Düşey hat tasarımı

yaparken trafik güvenliğini tehlikeye düşürecek bu durumdan uzaklaşmak için boyuna eğim maksimum %3 olacak şekilde tasarlanmalıdır. Ancak arazi topoğrafik durumundan dolayı maksimum eğimin %3 olarak alınamadığı durumlarda boyuna eğim %6'ya kadar olacak şekilde tasarım yapılabilir. Ayrıca düşey eksen hattı geçirilirken deverde eğimin sıfır olduğu durumlarda suların yol hattına zarar vermeden deşarj edebilmek için düşey hattın minimum %0.5 eğim verilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

Çizelge 3.1. Düşey kurp katsayı değerleri.

Tasarım Hızı (Km/sa)	Duruş Görüş Mesafesi İçin			Geçiş Görüş Mesafesi İçin	
	DGM(m)	Tepe Düşey Kurp, K	Dere Düşey Kurp, K	GGM (m)	Tepe Düşey Kurp, K
20	20	1	3	-	-
30	30	2	4	120	17
40	45	5	8	140	23
50	60	9	11	160	30
60	75	13	15	180	38
70	95	21	20	210	52
80	120	33	27	245	70
90	145	48	34	280	91
100	170	66	41	320	119
110	200	91	49	355	146
120	235	125	59	-	-

Karayolunda düşey eksen çizimi yapılırken ekonomik maliyetler, trafik güvenliği kriterleri, suyun deşarjı, sürücülerin konforlu bir şekilde seyahat etmeleri gibi etkenler ile yatay eksenle standartlara uygun planlanması göz önüne alınarak kapsamlı değerlendirmeler yapılmalıdır. Düşey eksen tasarımında, düşeyde yer alan tepe ve dere düşey kurplar ile aliymanlar gerekli geometrik standartlar sağlanarak oluşturulmalıdır.

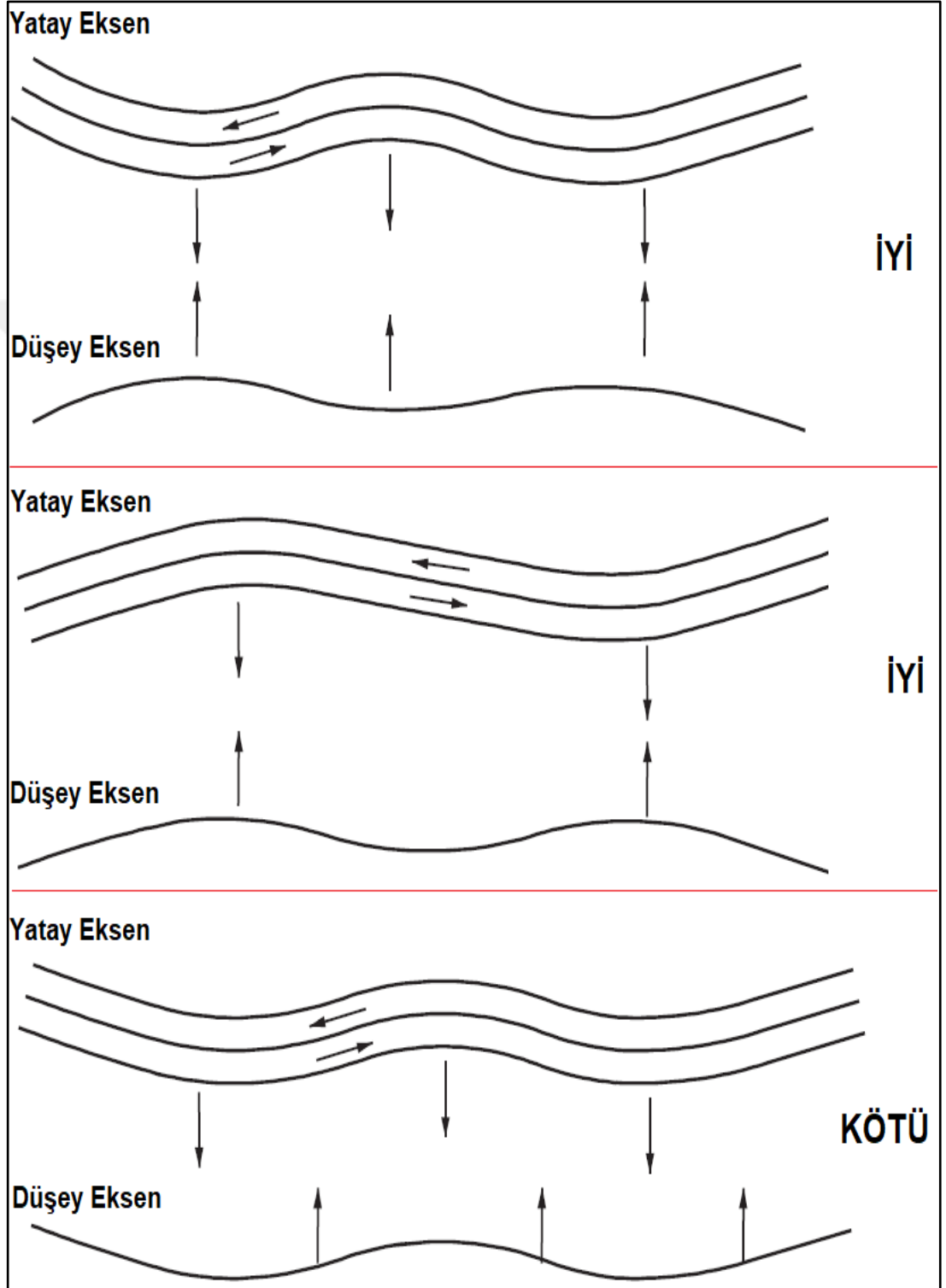
Düşey eksenin çizimi sırasında dikkat edilmesi gereken birtakım kriterler vardır. Söz konusu bu kriterler aşağıda yer almaktadır:

- Düşey eksen çiziminde yarma ve dolgu hacimleri oluşturulurken dengeli geçişler yapılmalıdır.
- Düşey hat mevcutta yer alan yer altı su seviyesi, boru hatları vb. durumlar göz önüne alınarak yeterli kotlardan geçecek şekilde düzenlenmelidir.
- Menfezler su seviyesinin yükselbileceği kotlar dikkate alınarak yeterli kotlardan geçecek şekilde tasarlanarak düşey hat oluşturulmalıdır.
- Mevcutta yer alan kavşak, tali yol kotlarına uyulacak şekilde düşey hat çalışması yapılmalıdır.

Düşey hat çiziminde dikkat edilmesi gerekenler:

- Kırmızı hat çiziminde mümkün mertebe toprak işini az tutmak veya yarma-dolgu hacimleri açısından dengeli geçiş yapmak gerekir.
- Duruş görüş mesafeleri geometrik standartlar doğrultusunda dikkate alınarak düşey hat oluşturulmalıdır.
- Yüksek eğimli kesimler yolun standartlarını sağlayacak kriterlerde olmalıdır.
- Özellikler düz arazilerde su birikintilerinin önüne geçebilmek için hemzemin kotuna göre kırmızı kot yükseltilerek gerekli eğim verilmelidir.
- Dere yatağına yakın yol hattı geçtiği zaman yolda gerekli önlemler alınarak menfez, derivasyon vb. çalışmalar yapılmasından dolayı düşey hattın geçişi sağlayacak şekilde tasarlanması gerekmektedir.
- Yatay kurp ve düşey kurp birleşimlerine uygun ve uygun olmayan durumlar Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Ayrıca yatay ve düşey kurp çakışmalarından kaçınmak gerekir.
- Sürüş emniyeti açısından tekdüzeliğe sebep olmayacak şekilde sabit eğimli uzun kesimler oluşturmayacak şekilde hat geçirilmelidir.

- Eş düzey kavşakların tasarımında düşey kurp geçişinden kaçınacak şekilde hat geçişi yapılmalıdır.
- Menfezlerin geçtiği kısımlarda trafik yükünü dağıtmak için gerekli yükseklikten dolgunun geçmesi gerekir.



Şekil 3.6. Yatay ve düşey eksen çizimleri (KGM, 2022).

Çizelge 3.2. Boyuna eğim maksimum değerleri.

Karayolları Geometrik Sınıfları		Boyuna Eğim (%)		
		Düz	Dalgalı	Dağlık
Bölünmüş Karayolları		4	5	6
İki Yönlü Karayolları	1. Sınıf	4	6	7
	2. Sınıf	5	7	8
	3. Sınıf	6	8	12
	4. Sınıf	6	12	16
Çevre Yolları	Bölünmüş	4	5	6
	İki Yönlü	4	6	7
Kentsel Yollar	Bölünmüş	4	5	6
	İki Yönlü	4	6	7

3.3 Dever Tasarımı

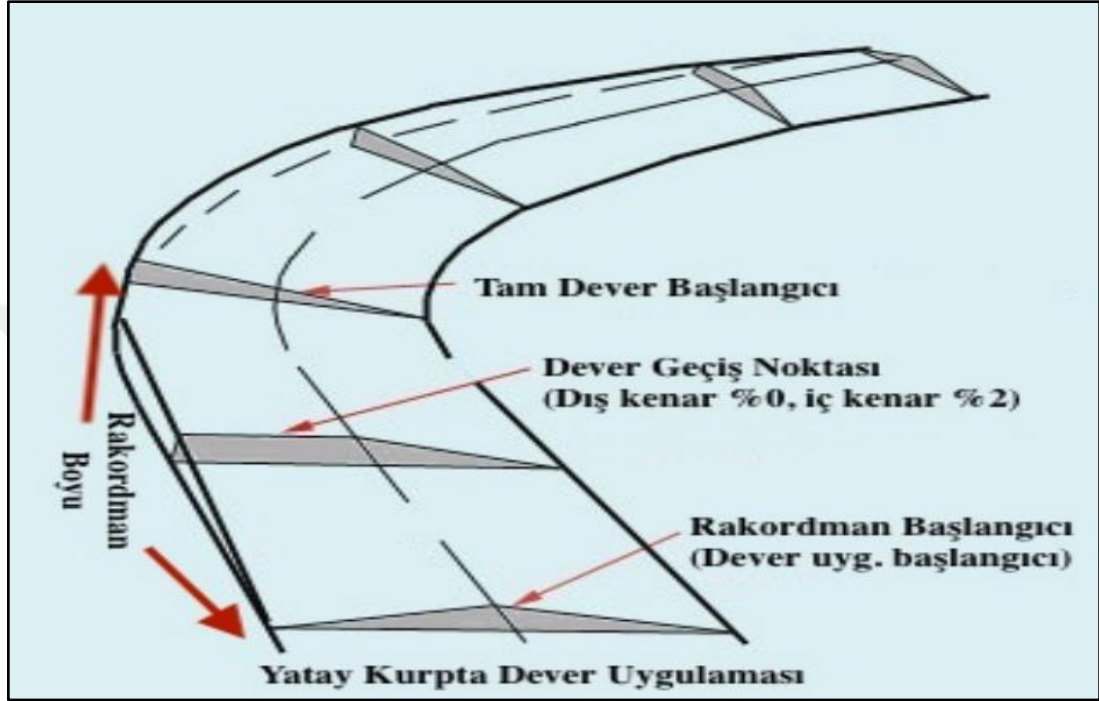
Dever tasarımı sürücü güvenliği açısından son derece önemlidir. Deverden kısaca bahsedecek olursak araçların merkezkaç kuvvetinden dolayı savrulma ve devrilme durumuna engel olmak için enine kesitte uygulanan eğimdir (Yayla, 2004).

Dever uygulaması 3 farklı şekilde uygulanmaktadır.

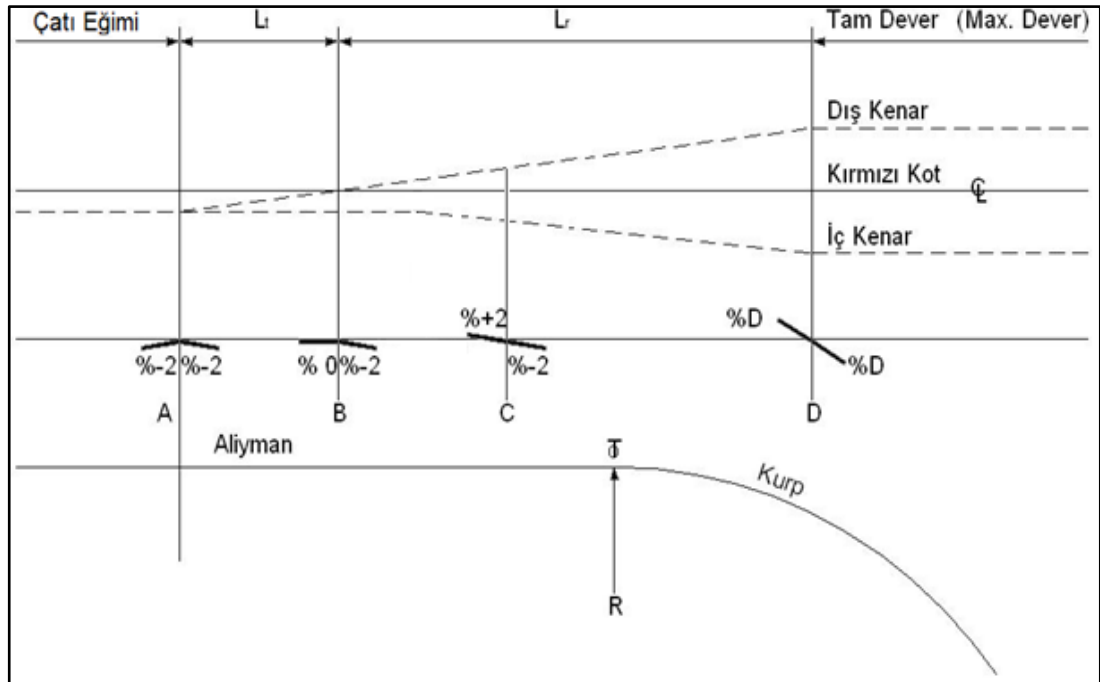
Dever uygulamaları (Yayla, 2004):

- Yolun iç kenar hattının sabit tutulup eksen hattı ile dış kenar hattın yükseltilmesi ile uygulanır.
- Yolun dış kenar hattının sabit tutulup iç kenar ve eksen hattın düşürülmesi ile uygulanır.
- Yolun eksen hattının sabit tutularak iç kenarın düşürülüp dış kenarın yükseltilmesi şeklinde uygulanmak üzere 3 farklı uygulama ile dever hesapları yapılır.

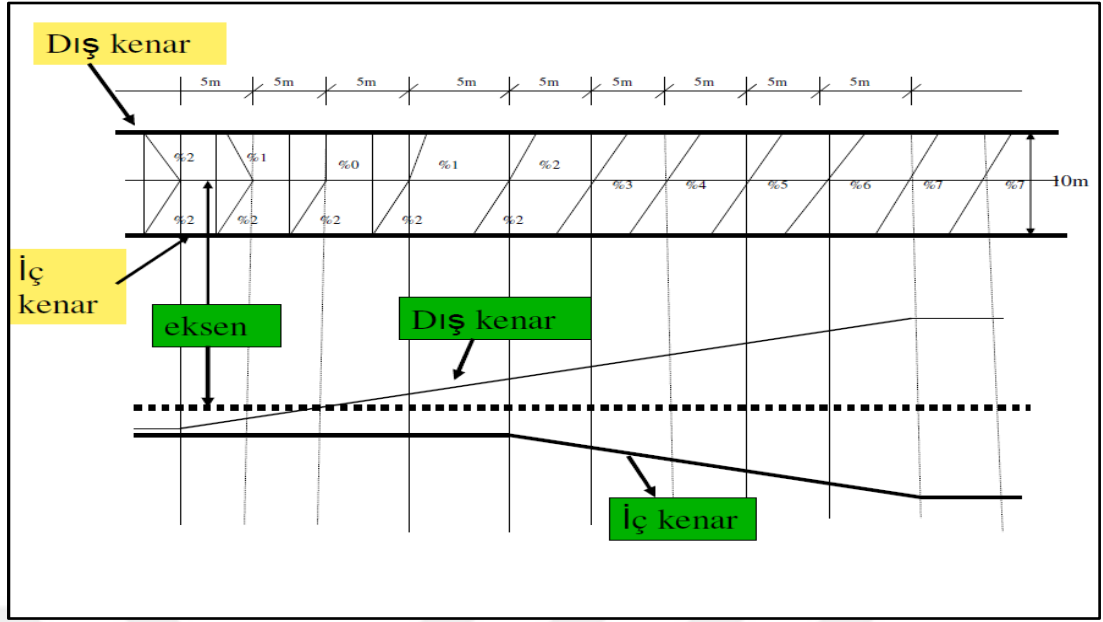
Dever tasarımı genel olarak profil hattının değişmemesi için bu uygulamalardan eksen hattının sabit tutularak iç kenarın düşürülüp dış kenarın yükseltilmesi olan yöntem uygulanmaktadır. Dever tasarımı aliymanda %2-%2.5 uygulanmaktadır. Kurp bölgesinde ise dever uygulaması Şekil 3.7’de gösterilmektedir. Ayrıca dever hesaplamaları kurp yarıçapları ile hızlara göre değişkenlik göstermektedir.



Şekil 3.7. Planda dever değişimi (Özden, 2008).



Şekil 3.8. Aliyman kurp geçişi dever uygulaması.



Şekil 3.9. Dever geçiş bandı.

Araçların kurp dönüşlerinde güvenli bir şekilde dönebilmeleri yatay kurp yarıçapına, aracın boyutları ile hızına bağlıdır. Yatay kurbun başlangıç kısmında eğrilik yarıçapı sonsuz iken kurp bölgesinde ilerledikçe eğrilik yarıçapı değeri devamlı küçülerek yatay kurbun içerisinde araç kabul gören dönüş açısını kazandığında eğrilik yarıçapı sonsuz değere ulaşmaktadır. Aliymandan yatay kurba giren bir araç merkezkaç kuvvetine maruz kalır. Merkezkaç kuvveti hesabı aşağıda çizelgede gösterilmektedir (Seçkin, 2011).

Çizelge 3.3. Merkezkaç kuvveti hesabı.

$F = (W/g) \cdot (V^2/R)$	W	Taşıtın ağırlığı (kg)
	V	Taşıtın hızı (m/sn)
	R	Kurba yarıçapı (m)
	g	Yerçekimi ivmesi
	F	Merkezkaç kuvveti (kg)

Deversiz durumda:

h = Taşıtın ağırlık merkezinin yerden yüksekliği (m)

P = Merkezkaç kuvvetini dengeleyen enine sürtünme kuvveti (Kg)

μ_e = Enine sürtünme katsayısı

e =İki tekerlek arası mesafe

($P=F$ kabul edilmiştir.)

$$F = P = \mu_e \cdot N = \mu_e \cdot w \quad (3.1)$$

Merkezkaç kuvveti, enine sürtünme katsayısının taşıta etkiyen kuvvetin çarpımıyla bulunur.

$$\mu_e = \frac{v^2}{127,4 \cdot R} \quad (3.2)$$

Enine sürtünme katsayısı, taşıtın hızının karesinin kurp yarıçapının 127.4 ile çarpımına bölünmesi ile bulunur.

Kurbun dever şeklinde geçildiği durumda savrulmaya neden olan hız V_{sav} = 11.3'tür.

Yatay kurplarda araçların merkezkaç kuvvetine maruz kaldığı devirme etkisi, taşıtın w ağırlığının dış kısmında yer alan tekerleklerin yol yüzeyine temas ettiği bölgeye uyguladığı $w \cdot (e/2)$ momenti ile karşılanır (Seçkin, 2011).

$$F \cdot h = \frac{w \cdot e}{2} \quad (3.3)$$

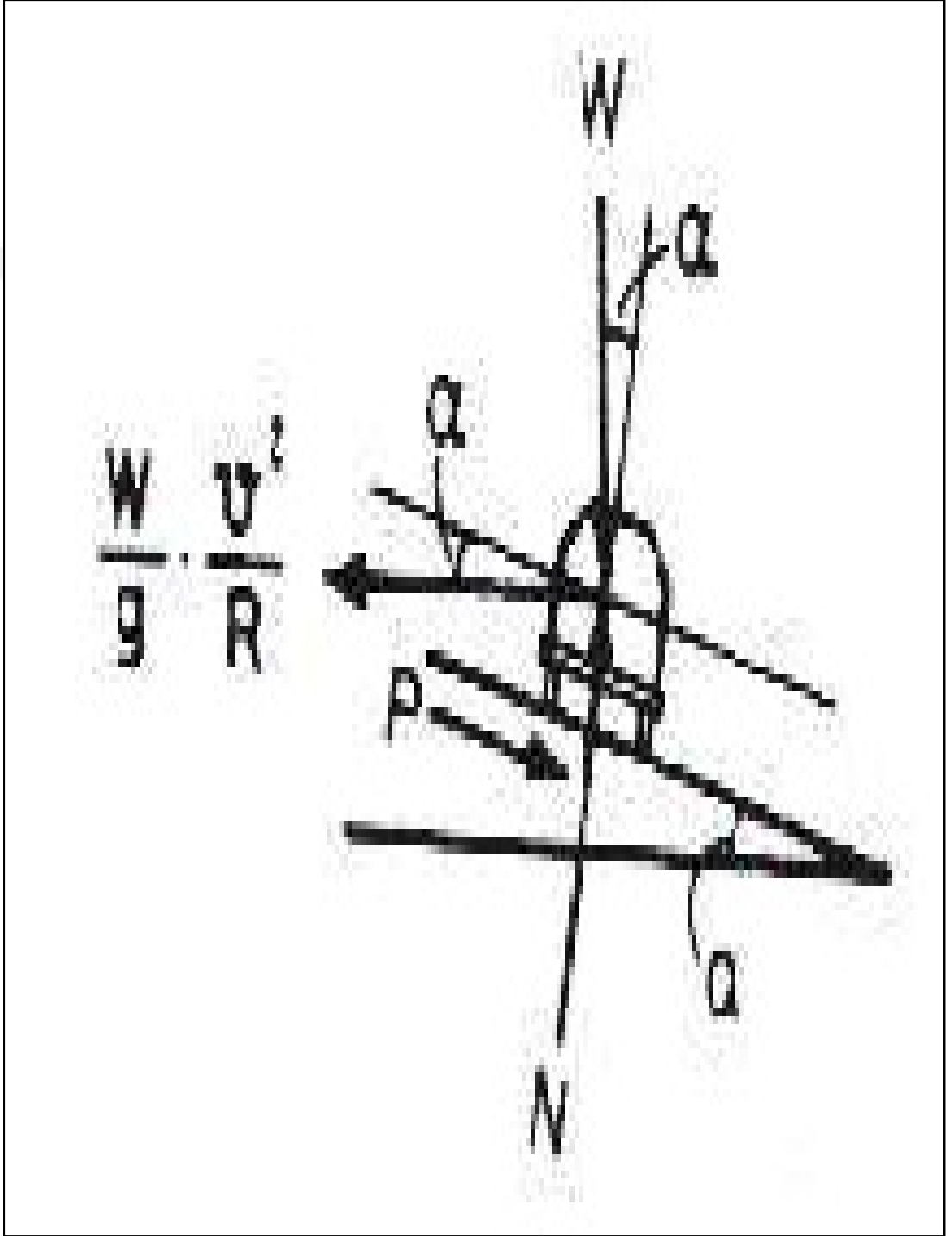
Merkezkaç kuvvetin taşıtın ağırlık merkezinin yerden yüksekliğinin çarpımı, taşıtın ağırlığı ile iki tekerlek arası mesafesinin çarpımının yarısına eşittir.

$$\frac{V_{sav}}{V_{dev}} = 1,4 \cdot \frac{\mu_e \cdot h}{2} \quad (3.4)$$

Savrulma hızın deverin hızına oranı, enine sürtünme katsayısının taşıtın ağırlık merkezinin yerden yüksekliğinin çarpımının yarısının 1.4 katına eşittir.

$$P = \frac{v^2}{R} - \frac{g \cdot d}{100} \quad (3.6)$$

Merkezkaç kuvvetini dengeleyen enine sürtünme kuvveti, taşıt hızının karesinin kurp yarıçapına bölünmesi ile elde edilen sonucun yerçekim ivmesinin dever ile çarpımının yüze bölünmesiyle bulunan sonucun çıkarılmasına eşittir.



Şekil 3.11. Dever uygulaması-2 (Seçkin, 2011).

Sademe: Kurplarda gerçekleşen enine ivmenin birim zamandaki değişimine denir.

Sademe t, L uzunluğundaki geçiş eğrisinin geçilmesi gereken zamandır.

Sademe $t = \frac{L}{V}$ veya $\frac{3,6}{V}$ olarak hesaplanır. Sademe 0,3 m/sn³ ten itibaren hissedilir ve en yüksek değeri 0.6 m/sn³ alınır (Seçkin, 2011).

$$P' = \frac{V^2}{12,96 \cdot R} \cdot \frac{V}{3,6 \cdot L} - 0,0981 \cdot d \cdot \frac{V}{3,6 \cdot L} \quad (3.7)$$

Sademe, taşıt hızının karesinin karp yarıçapının 12.96 ile çarpımına bölünmesi ile çıkan sonucun dever ve yerçekim ivmesinin çarpımıyla elde edilen sonuçtan çıkarılarak taşıt hızının geçiş eğrisinin 3.6 ile çarpımına bölünen sonucun çarpımına eşittir.

Merkezkaç kuvvetinin bir kısmı dever ile bir kısmı enine sürtünme katsayısı ile karşılanmaktadır. Enine sürtünme katsayısının hıza bağlı değişimi tabloda gösterilmektedir.

Çizelge 3.4. Enine sürtünme katsayıları (Seçkin, 2011).

Proje hızı (km/saat)	50	70	90	100	110	120
Enine sürtünme katsayısı	0.16	0.15	0.13	0.13	0.12	0.12

Taşıtın maruz kaldığı enine ivmenin gerçekleşmesi dever ve enine sürtünme ile karşılanır. Ancak tamamen enine eğim ile karşılandığı durumlarda, enine ivme sıfıra eşitlenir. Bu şekilde elde edilen devere teorik dever adı verilir. Enine ivme bağıntısı sıfıra eşitlenerek bulunur.

$$P = \frac{V^2}{12,96 \cdot R} - 9,81 \cdot d = 0 \text{ ve } V = V_p \quad (3.8)$$

Merkezkaç kuvvetini dengeleyen enine sürtünme kuvveti, taşıt hızının karesinin karp yarıçapının 12,96 ile çarpımına bölünmesiyle elde edilen sonucun yerçekim ivmesinin dever ile çarpımının çıkarılmasıyla sıfıra eşitlenir.

$$d_{teo} = 0.00786 \cdot \frac{V_p^2}{R} \quad (3.9)$$

Teorik dever, proje hızının karesinin kurp yarıçapına oranının 0.00786 ile çarpımı sonucu bulunur.

Deverin fazla değer almasının belirli sakıncaları vardır (Seçkin, 2011):

- Kurp içinde hareket ederken duruş haline geçiş veya yavaş seyreden taşıtların kurbun içine doğru kayma ve devrilme tehlikesi olduğu için en yüksek dever %8 olarak alınır.
- Kar yağışlarının yoğun olduğu ve don olan bölgelerde kot değeri 900 metreden fazla olan kesimlerde dever en yüksek %6 alınır.
- Enine ivme, bir kısmı deverle bir kısmı enine sürtünme ile karşılanmakta olup sadece enine eğim ile karşılandığı durumlarda olduğu zaman yukarıdaki formülde belirtildiği üzere hesaplama yapılır.

Yarısının dever, yarısının enine sürtünme ile karşılandığı durumda dever miktarı (Seçkin, 2011):

$$d = 0.00393 \cdot \frac{V_p^2}{R} \quad (3.10)$$

Dever, proje hızının karesinin kurp yarıçapına oranının 0.00393 ile çarpımıyla bulunur.

Ülkemizde kullanılan dever formülü ise,

$$d_{teo} = 0.00443 \cdot \frac{V_p^2}{R} \quad (3.11)$$

Ülkemizde kullanılan teorik dever, proje hızının karesinin kurp yarıçapına bölümünün 0,00443 ile çarpımı sonucu bulunur.

$$L_d = 0.0354 \cdot \frac{V_p^2}{R} \text{ ve } L_{d(min.)} = 45m \quad (3.12)$$

Rakortman uzunluğu, proje hızının karesinin kurp yarıçapına bölümünün 0.0354 ile çarpımının sonucu olarak bulunur.

Dever uygulama uzunluğu minimum 45 metre olarak alınmalıdır.

3.4 Drenaj

Karayollarında güzergâh hattı kavşak çalışması ile değerlendirdiğimizde önemli konulardan biri de yolun yüzey üst kısmı ile yüzey alt kesiminde yer alan suların deşarjının yapılmasıdır. Yapılan çalışmalarda da gördüğümüzde uygulaması yapılan kavşak bölgelerinde suyun deşarj edilememesi sebebi ile hem can kayıplarına neden olmakta hem de maliyetler açısından zararlara neden olmaktadır.

Bu nedenle drenaj projesi tasarımı dikkate alınması gerekmektedir.

Yol Yüzeyine Suyun Zararlı Etkileri (Kırbaş, 2016; Seçkin, 2011)

- Yüzeysel sular uzaklaştırılamadığı zaman yol yüzeyine ve alt temel, temel tabakaları ile dolgu kesimine zarar vermektedir. Özellikle zemin, suya doymun hale geldiği zaman boşluk suyu basıncının oluşması ile trafik yükü altında yol yüzeyinde çökmelere neden olur, içsel sürtünme azalar ve kayma mukavemetinin azalması ile zemin taşıtları taşıyamayacak durumu gelmesiyle yol tabakalarında tahribatlar oluşacaktır.
- Yarma ve dolgu kesimlerinde suya karşı gerekli önlemler alınmadığı zaman dolgu ve yarmalarda şevlerin akmasına neden olur. Zemin yapımızda özellikle kaçırdığımız kil ve siltin su ile birleşiminde büyük hacim değişimleri oluşmakta böylece zeminin taşıma gücü azalmaktadır.
- Yol gövdesinden uzaklaştırılamayan su donma ve çözülme gerçekleştirdiği zaman yol yüzeyi katmanlarında tahribat meydana gelecektir.
- Yağışlardan sonra oluşan yüzey suları drene edilmediği takdirde kaplama ile yarma ve dolgu kesimlerinde tahribatlara neden olacaktır.
- Yol yüzeyinde oluşan su birikintileri drene edilmediği takdirde taşıtların su sıçratması ile sürücülerin görüşlerini zayıflatması ve yol yüzeyinin kayma katsayısı azalacağından sürücülerin araçlarının kontrolünü kaybetmesine neden olur.

Yol yapım çalışmalarında özellikle proje tasarımları yapılmadan önce bölgede suyun yola vereceği tahribat dikkate alınarak gerekli drenaj çalışmalarında, hangi drenaj tipinin uygulanacağına gerekli hesaplamalar yapılarak karar verilmelidir.

Drenajlar yüzeysel drenaj ve yüzey altı drenajları olmak üzere iki aşamada incelenir.

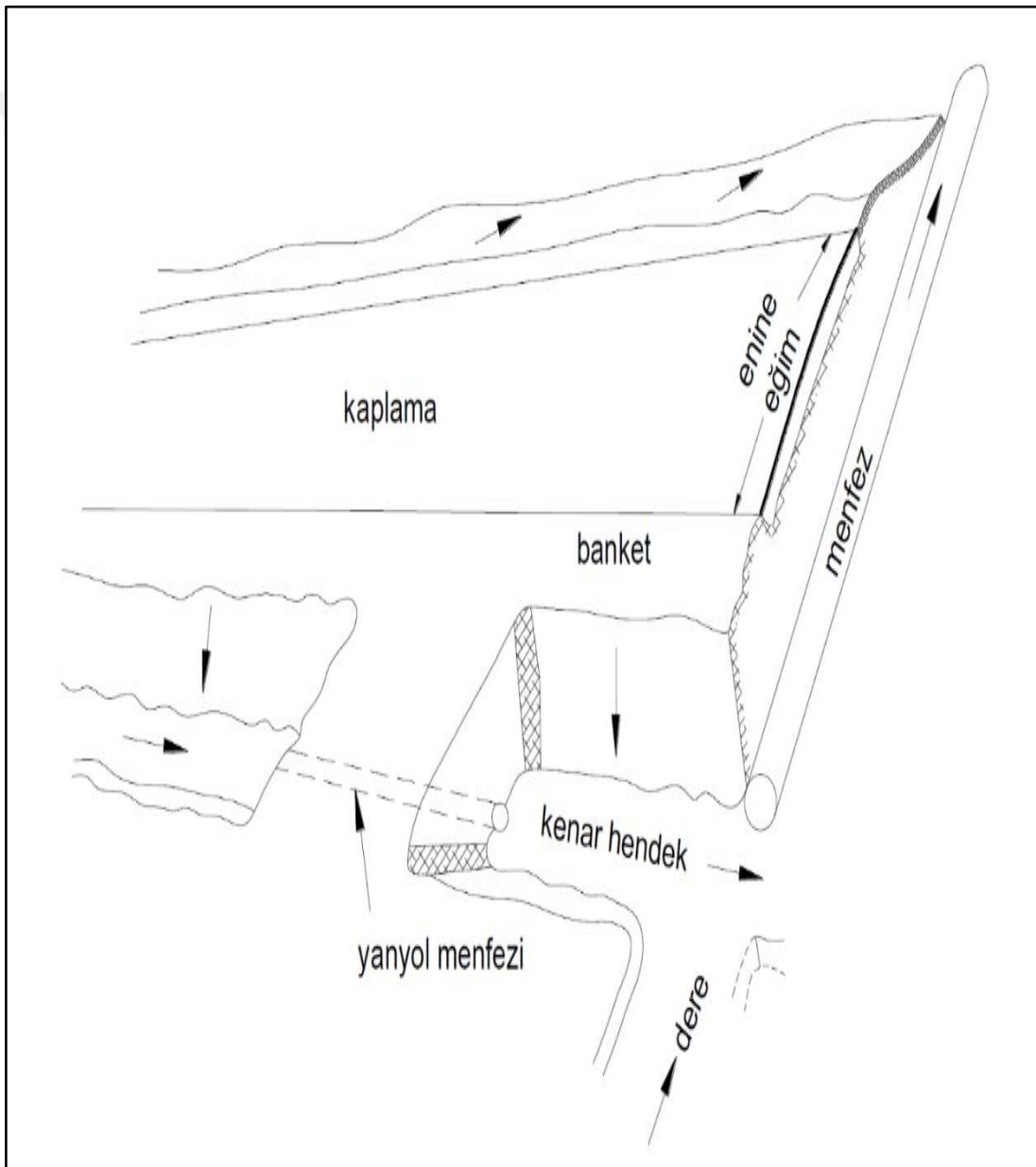
3.4.1 Yüzeysel drenajlar

Dren hendekleri, menfezler, düşüm olukları, kollektör köprüler ve kafa hendekleri ile topuk hendekleridir.

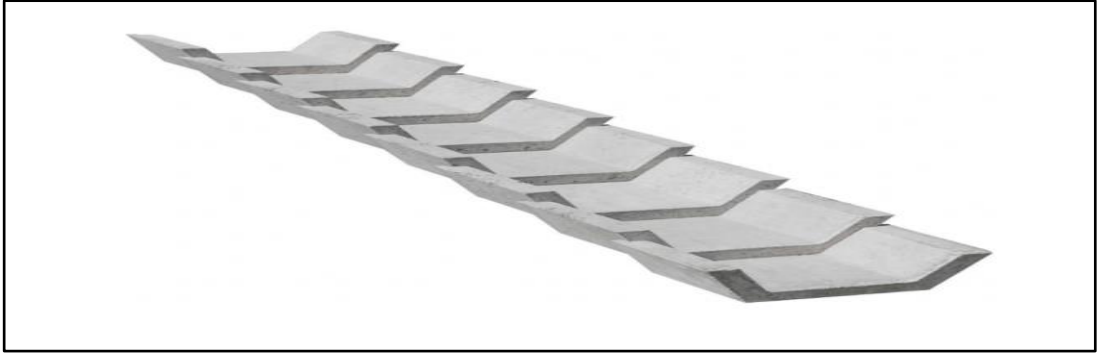
3.4.2 Yüzey altı drenajlar

Kör drenler, borulu drenler, kılçık drenler, yatay drenler ve düşey drenlerdir.

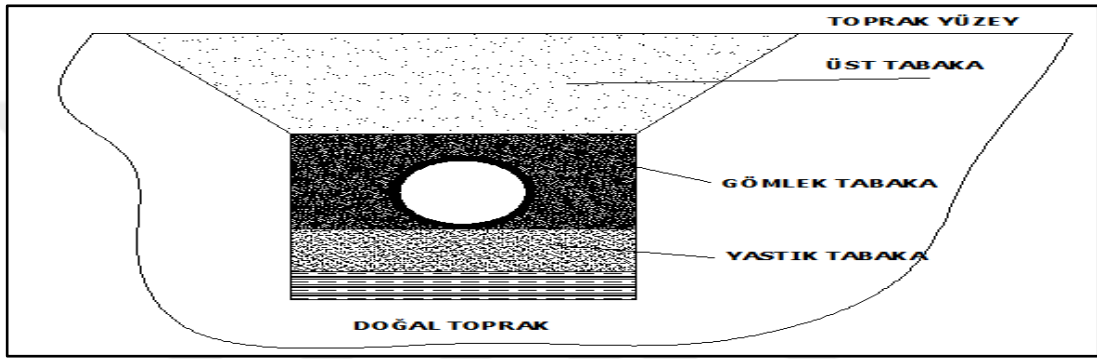
Drenaj sistemleri şekillerde gösterilmektedir.



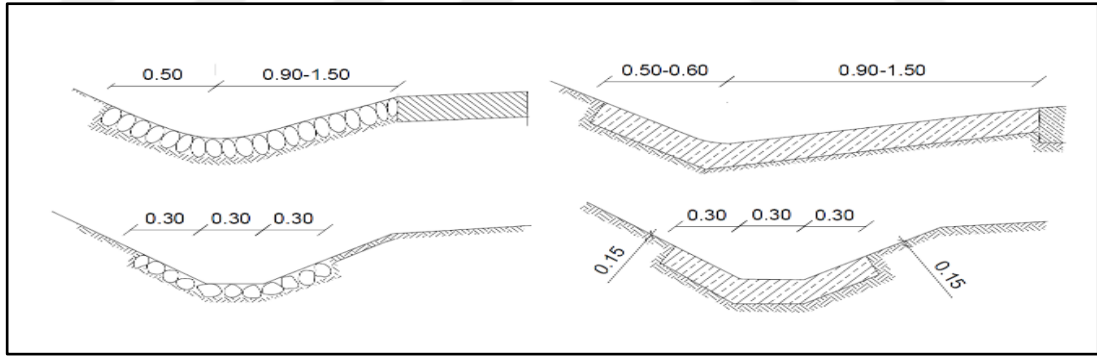
Şekil 3.12. Yüzeysel drenaj (Kırbaş, 2016).



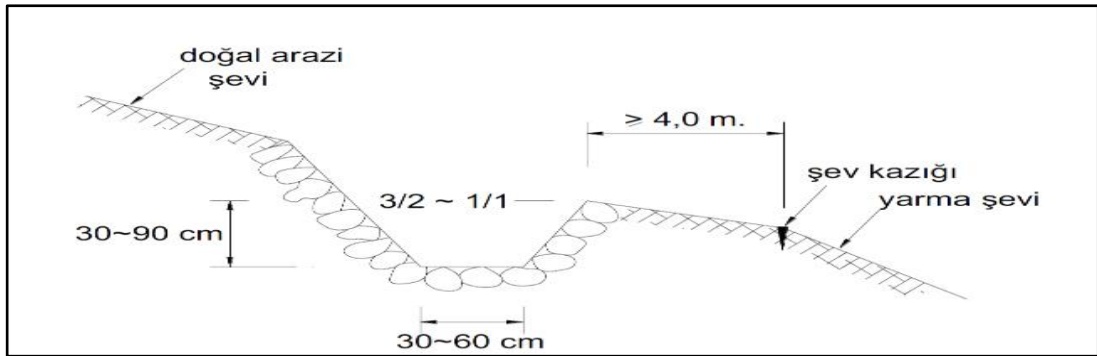
Şekil 3.13. Düşüm oluğu (URL-3).



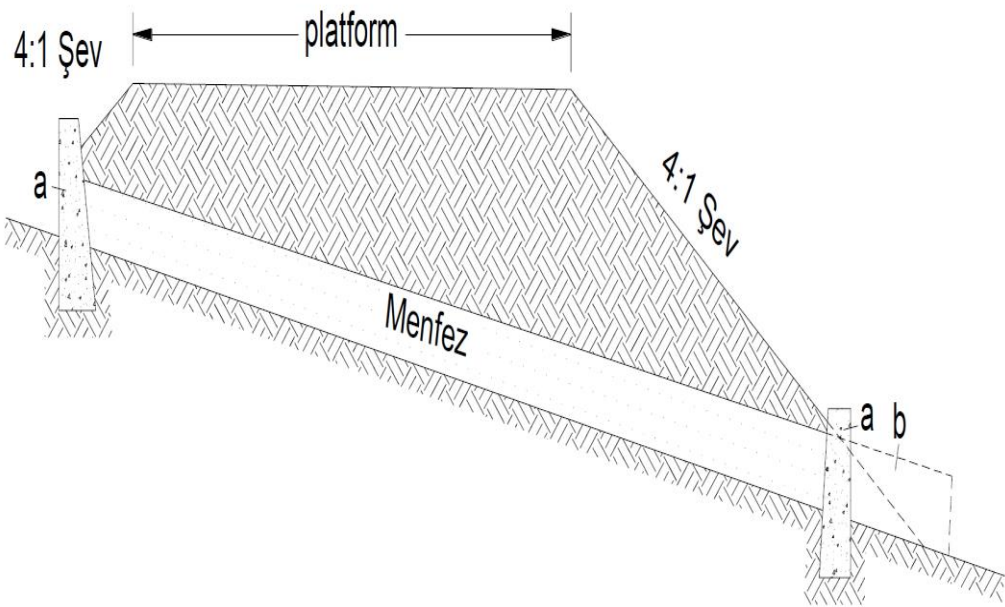
Şekil 3.14. Koruge boru (URL-4).



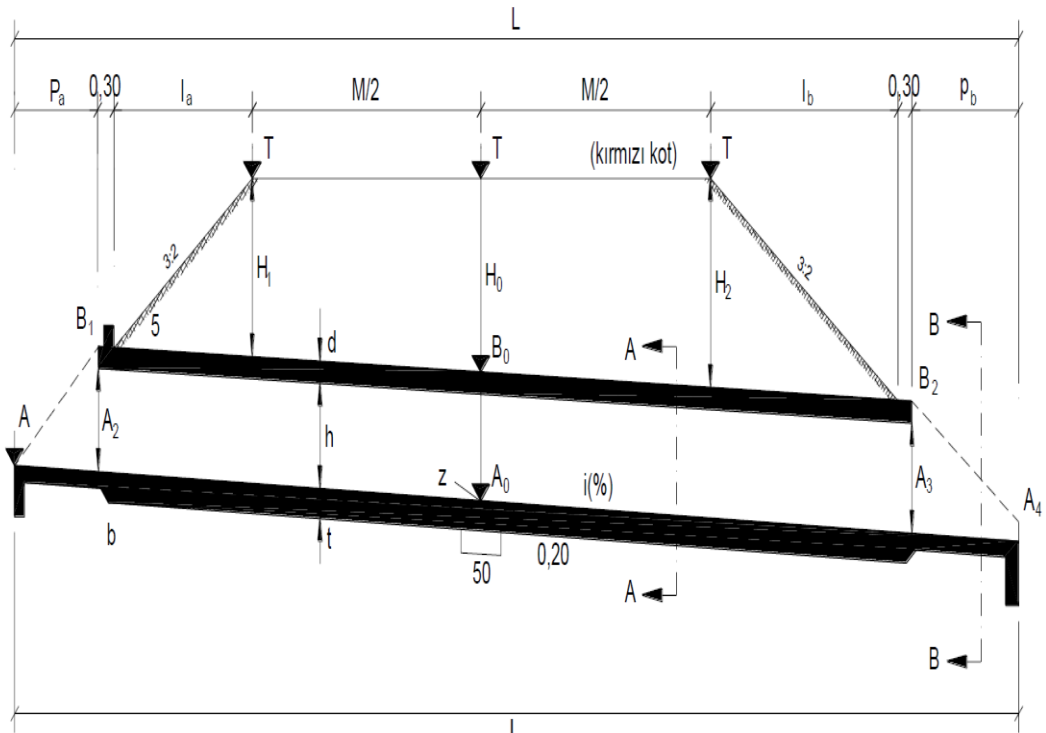
Şekil 3.15. Kenar hendekler (Kırbaş, 2016).



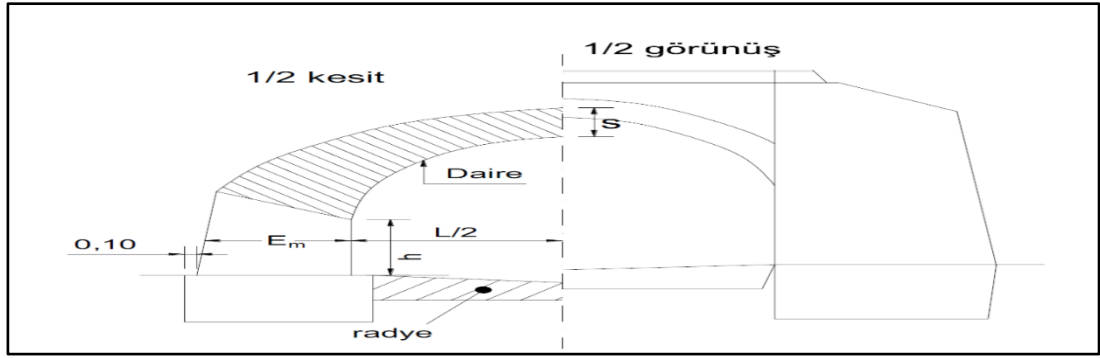
Şekil 3.16. Kafa hendeği (Kırbaş, 2016).



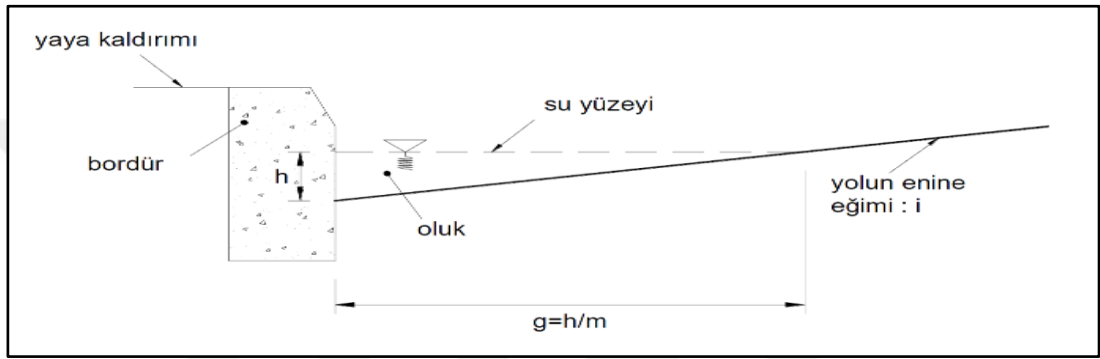
Şekil 3.17. Boru menfez (Kırbaş, 2016).



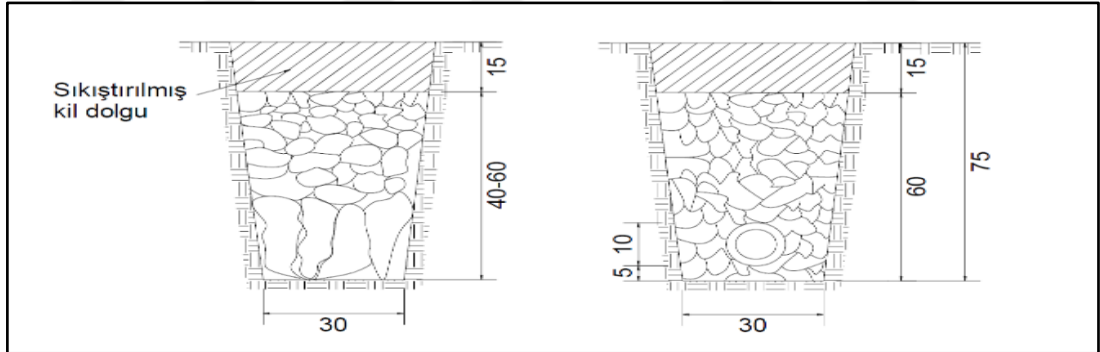
Şekil 3.18. Kutu menfez (Kırbaş, 2016).



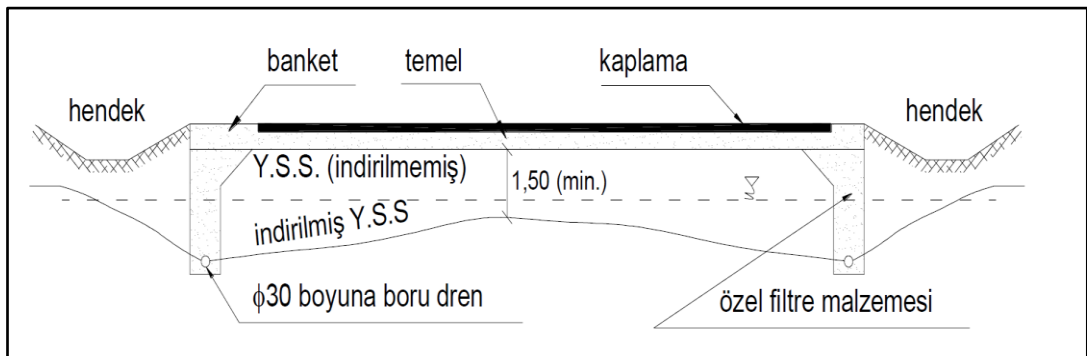
Şekil 3.19. Kemerli menfez (Kırbaş, 2016).



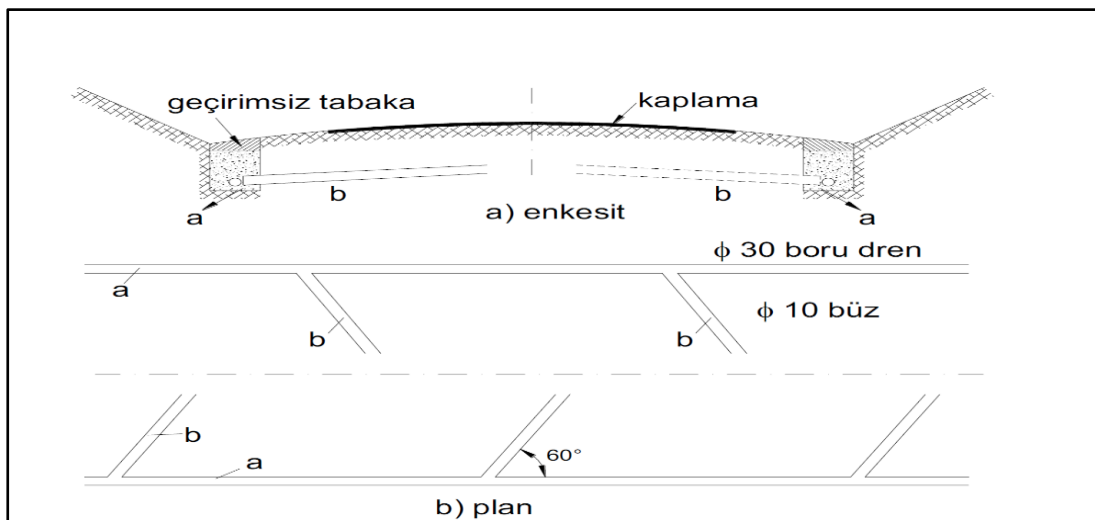
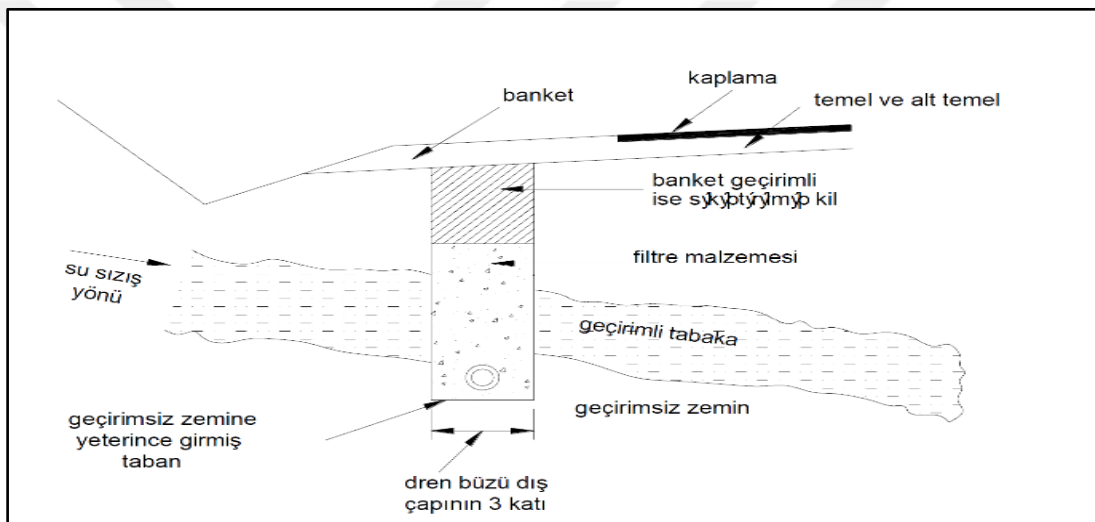
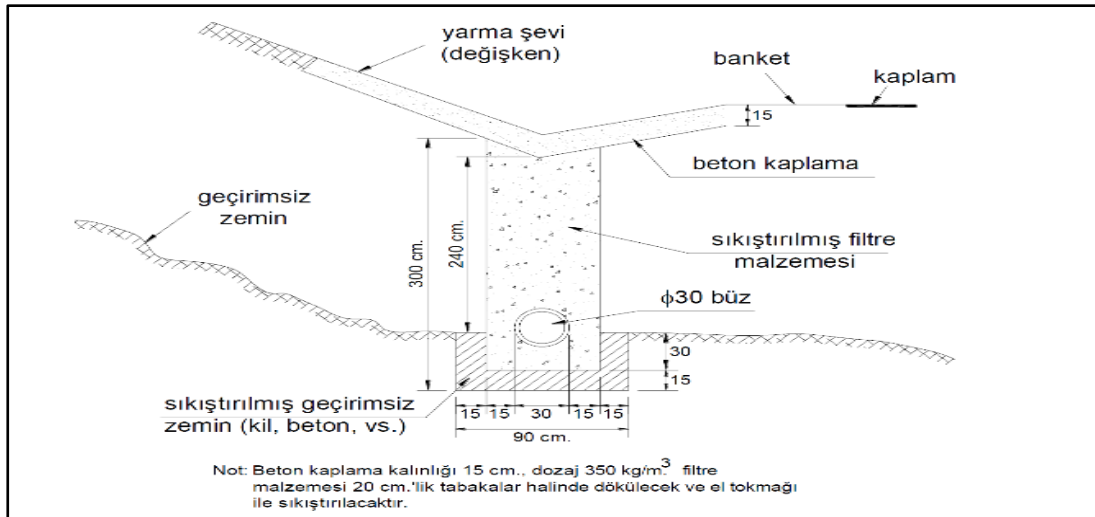
Şekil 3.20. Tek eğimli oluk (Kırbaş, 2016).

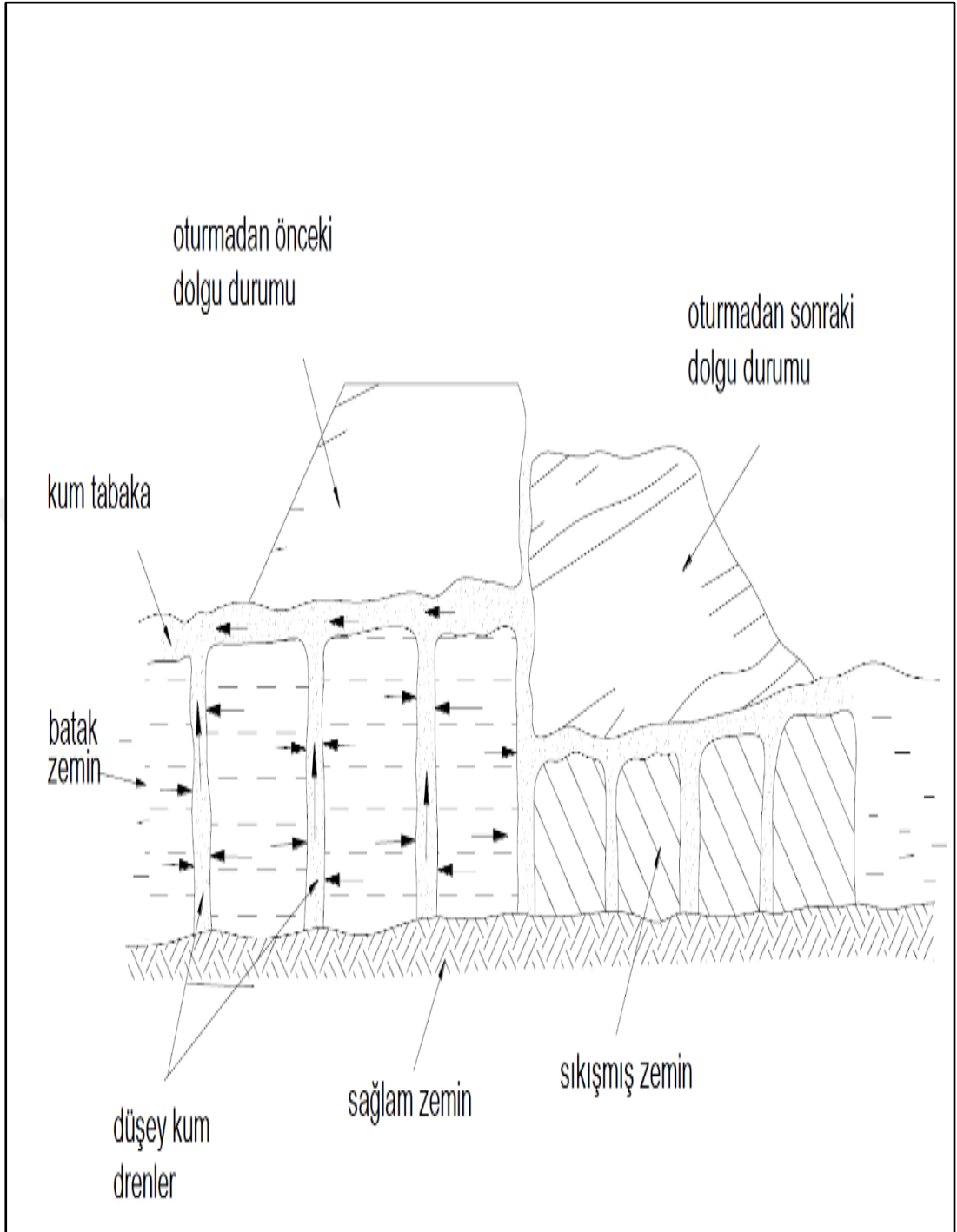


Şekil 3.21. Kör ve borulu dren (Kırbaş, 2016).



Şekil 3.22. Borulu dren (Kırbaş, 2016).





Şekil 3.26. Düşey kum dren (Kırbaş, 2016).

4. EŞ DÜZEY VE FARKLI SEVİYELİ KAVŞAK TASARIM İNCELEMESİ

Bitlis-Ahlat Devlet Yolu Külliye Kavşağı ile İzmit-Yalova Devlet Yolu Gölcük D130 Karayolu Geçişi farklı seviyeli kavşağında; kapasite iyileştirmeleri yapılması, yaya ve sürücülerin daha konforlu kavşağı kullanabilmesi ile kazaları minimize edebilmek için

revize kavşak tasarımı yapılan eş düzey ve farklı seviyeli kavşakların tasarımları karayolları geometrik standartları göz önüne alınarak incelenmiştir. Bu kavşakların taslak süreçlerinde ne gibi aşamalardan geçtiğini ve tasarım içerisinde nelere dikkat edildiği gözlemlenmiştir. Kavşak tasarımının yapılabilmesi için tasarım yapılacağı alanın öncelikle güncel haritasının hazırlanarak bulunduğu bölgenin tüm detayları haritaya işlenerek tasarıma bir altlık oluşturulur.

4.1 Harita Hazırlama Süreçleri

Kavşak tasarımının doğru yapılabilmesi için öncelikle tasarıma altlık oluşturacak verilerin güncelliğini yansıtması gerekir. Daha önceden harita alımı yapılmış olsa bile o günün koşullarına göre tekrar harita alımı yapılması gerekir. Harita üretimi Karayolları Yersel ve Fotogrametrik Harita Mühendislik Hizmetlerine Ait Teknik Şartnamesine göre hazırlanmaktadır. Tasarıma iyi bir altlık oluşturmak için mevcutta yer alan kavşak bölgesinden gerekli okumaların yapılması gerekir. Okumaları yapabilmek için güncelliğini sağlıyorsa bölgeden daha önceden belirlenmiş olan poligon noktalarından okumalar yapılabilir. Önem verilmesi gerek durum ise Harita Genel Komutanlığının verilerinden alınarak oluşturulan nivelmanlardan kot çıkışları alınarak poligonların koordinatları belirlenir ve sıklaştırma yapılması gerekiyorsa belirli aralıklarla poligon noktaları tesis edilir. Tasarımın yapılabilmesi için zemin yüzey işlemi; dere yatakları, mevcut yollar, boru hatları, şev altı-üstü vb. durumlar belirlenerek yapılır. Tasarım yapılacak alanda diğer kurum ve kuruluşların imar planı çalışmaları, elektrik direkleri, boru hatları vb. gibi durumlarda harita alımlarında olması gerekir.

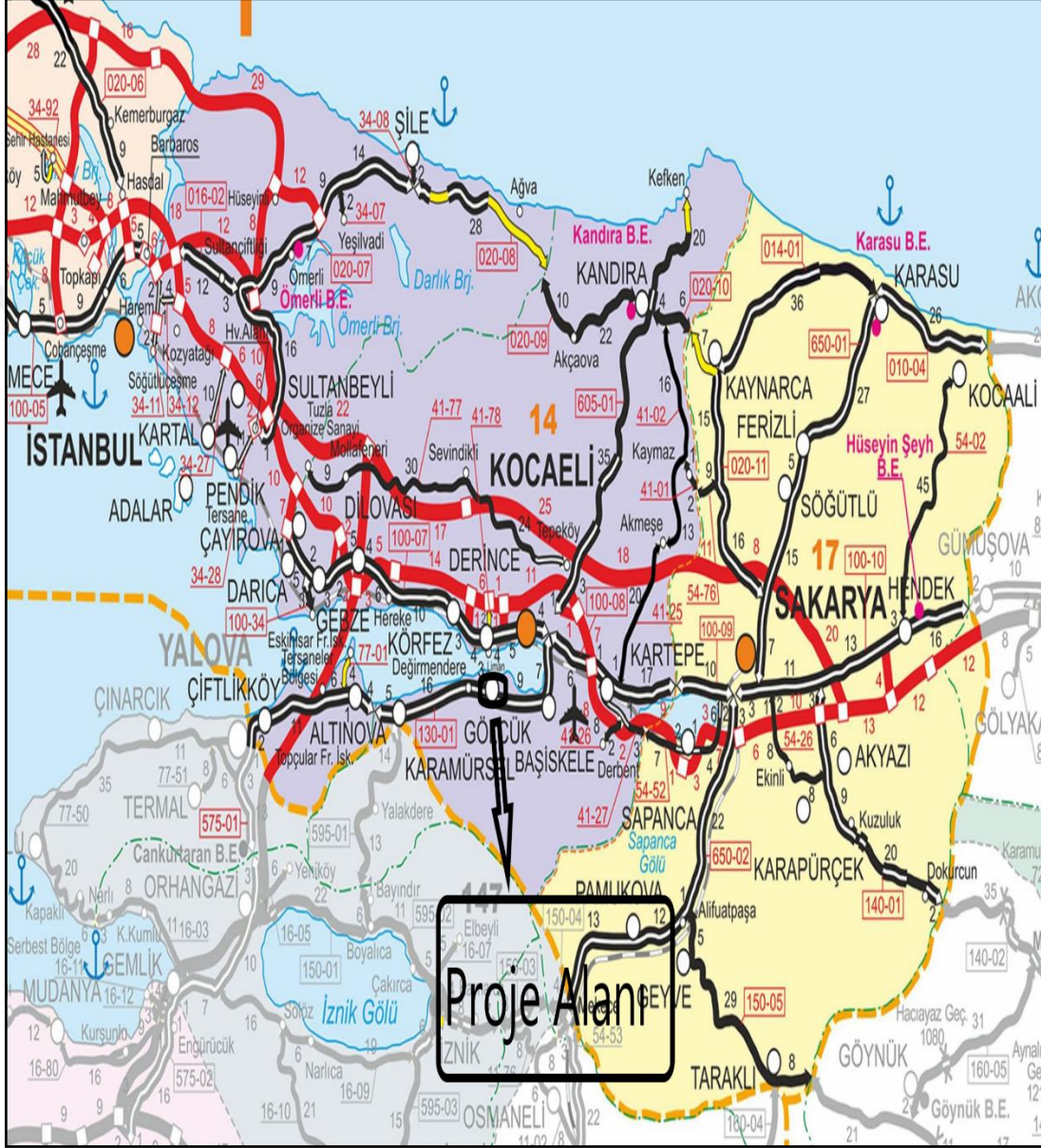
Mevcut yol ve kavşak bölgesinin alımında yolun ekseni, iç ve dış banketler, şev altı-üstü bölgelerinde 20 metre arayla alımlar yapılmalıdır. Harita alımlarının tamamlanmasıyla kavşak tasarım süreçlerine geçilebilir.

4.2 Kavşak Tasarım Süreçleri

Kavşak tasarımlarından İzmit-Yalova Devlet Yolu Gölcük D130 Karayolu Geçişi fsk incelenmiş olup bu kavşağın tasarım süreçlerinden bahsedilmiştir. Bu tasarımda kavşak tipleri, enkesit seçimleri, yatay-düşey hat çalışmaları, dever çalışmaları gibi durumlara değinilmiştir.

4.2.1 İzmit-Yalova devlet yolu Gölcük D130 karayolu geçişi fsk tasarımı

Gölcük D130 Karayolu Geçiş farklı seviyeli kavşak tasarımı Kocaeli ili, Gölcük İlçe merkezinde İzmit-Yalova Devlet Yolu üzerinde D130 Karayolu (Atatürk Bulvarı) ile Gölcük şehir merkezinde yapılmıştır.



Şekil 4.1. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk proje alanı (URL-5).

Kocaeli ili; karayolu, deniz yolu ve demir yolu ile ulaşım çeşitliliği olan gelişmiş sanayisi, önemli kesişim arterinde yer alması, kültürel değerleri ve tarihiyle ülkemiz için önemi büyüktür. Bunun yanında nüfus olarak ülkemizin yoğun şehirlerinden biridir ve iş olanakları açısından da devamlı olarak talep görmektedir.

Söz konusu incelemesi yapılan kavşak bölgesi İzmit-Yalova arasında yer alan Gölcük İlçe merkezinde, Karayolları Genel Müdürlüğü yol ağında bulunan D130 Karayolu ile Gölcük İlçe merkezinin birleşiminde mevcut sinyalize kavşak bölgesinde yoğun trafikten dolayı kavşak revize ihtiyacına gerek duyulmuştur. Kavşak yetersizliğini çözmek için Gölcük şehrinin kuzey-güney istikametlerinin de çalışması, ana arter karayolunun alt geçitle geçişinin sağlanması, mevcut arazi kotlarında dönel adalı kavşak yapılması, yan yolların düzenlenmesi, ayrılma-katılma şeritleri ile ilçe merkezine giriş çıkışları trafik güvenliği de göz önüne alınarak düzenlenmiştir.

4.2.1.1 İdare onay süreci

Proje hazırlanması süresince belirli kriterlerden geçilerek idarenin onayına sunulur ve idare karayolları standartları çerçevesinde gerekli incelemeleri yaptıktan sonra uygun görürse proje onaylanmış olur. Gölcük Belediyesince hazırlanan proje Karayolları 1. Bölge Müdürlüğünün onayına sunulur ve proje ile birlikte protokol yapılması kararlaştırılırsa karşılıklı protokol maddeleri düzenlenerek Gölcük Belediyesi ve Karayolları 1. Bölge Müdürlüğünce onaylanır. Karayolları projede eksiklikler görürse gerekli düzeltmeleri Gölcük Belediyesine yaptırdıktan sonra Karayolları Genel Müdürlüğüne onay için gönderir. Karayolları Genel Müdürlüğü Projeyi karayolları geometrik standartlarınca inceleyip uygun görmediği durumlar tespit ettiğinde projenin revize edilmesi için ilgili Kuruma bildirir ve düzenlemesi yapılan proje, Karayolları Genel Müdürlüğünde proje kapsamında ilgili Daire Başkanlıklarının görüşleri alınmak suretiyle üst yazıyla gönderilerek görüş talepleri istenir.

Proje kapsamı görüşü alınan başkanlıklar şu şekildedir:

- Yol Yapım Dairesi Başkanlığı
- Taşınmazlar Dairesi Başkanlığı
- Tesisler ve Bakım Dairesi Başkanlığı
- Trafik Güvenliği Dairesi Başkanlığı
- Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı
- Sanat Yapıları Dairesi Başkanlığı

İlgili Daire Başkanlıklarından olumlu görüş gelmesi durumunda Karayolları Genel Müdürünün onayını almak suretiyle projede onay aşamasına geçilebilir.

Proje Çalışmasında Yapılması Gerekli Durumlar:

- Bölgenin topoğrafik yapısının saha çalışmalarında yerinde incelenmesi, kavşak tasarımı öncesinde çıkabilecek herhangi bir durumlara karşı gerekli tespitlerin yapılabilmesi
- Kavşak tipinin seçiminin, yerinde yapılan incelemeyle çıkabilecek olumsuz durumlara karşı alternatiflerin oluşturulabilmesi
- Kavşak bölgesinde suyun deşarjının sağlanması yönünden gerekli havza planlarının sağlanarak hidrolik çalışmaların yapılması
- Kavşak bölgesini etkileyecek dere yatağı gibi durumlarda gerekli önlemleri alacak çalışma yapılması
- İmar koridoruyla kavşağın uyum içerisinde çalışacak şekilde tasarlanması
- Tasarlanacak kavşak bölgesinin ileri ve gerisinde kavşak mesafelerinin belirlenmesi
- Bölgede yer alan tesislerin belirlenerek kavşak bölgesine gerekli mesafesinin sağlanarak trafik güvenliği önlemlerinin alınması
- Kamulaştırma durumlarının gözden geçirilerek optimum seviyede kamulaştırma yapılması
- Projenin yapılacağı bölgede elektrik-telefon direkleri, boru hatları vb. durumların deplasesi için kurumlarla yazışmalar yapılarak gerekli önlemlerin alınması
- Proje standartlarının sağlanması için karayolları geometrik standartlara uyulması

4.2.1.2 Mevcut kavşak durumu ve bölge hakkında genel durum

Mevcut kavşak bölgesi İzmit-Yalova Devlet Yolu üzerinde sinyalize kavşak olarak Gölcük şehir geçişiyle D130 Karayoluna eş düzey kavşak olarak bağlantı sağlamaktadır. D130 Karayolu, bölünmüş yol olarak 2x2 şeritli olarak hizmet vermektedir. Kavşak bölgesi Kocaeli İli, Gölcük İlçesinde Gölcük şehir merkezinde yer almaktadır. Kavşak bölgesinde konut, işyeri merkezleri ve ticari tesisler yer almaktadır. Bölge yoğun trafiğe sahip olmakta ve trafik cinsi olarak şehir içi toplu taşıma araçları, şehirlerarası otobüsler, hususi araçlar, ticari araçlar ve ağır taşıtlarda yer almaktadır. Projeye engel teşkil edecek arkeolojik ve tarihi yapı gibi durumlar kavşak bölgesinde yer almamaktadır. D130 Karayolu geçişinde 2 adet yaya üst geçit ve 1 adet yaya alt geçit yer almaktadır. Sinyalize kavşaklar, önceliği araçlara verdiğinden yaya geçişleri açısından güvenlik riski oluşturmaktadır. Mevcut kavşak

alanında demir yolu hattı, demir yolu geçidi ve bisiklet yolu bulunmamaktadır. Yağış açısından Kocaeli İlinin yıllık yağış miktarı 815.2 mm'dir. Yağışın yoğun olarak yağdığı mevsimler kış ve sonbahar aylarıdır. Yıgıt trafik değeri açıısından değeriendirildiğinde Karayolları Genel Müdürlüğü verilerine göre 25218'dir.

4.2.1.3 Kavşak tasarımı

İzmit-Yalova Devlet Yolu üzerinde Gölcük İlçesini kesen D130 Karayoluna tasarımı yapılan farklı seviyeli kavşak, karayolu geometrik standartlar açıısından belirli kriterler göz önüne alınarak tasarımı yapılmıştır. Kavşak tasarımı proje hızı, yatay-düşey görüş mesafeleri, dönel ada ve kavşak yarıçapları, dever, hızlanma ve yavaşlama şeritleri durumları dikkate alınmıştır. Bunların dışında ayrıca kavşak bölgesinde kavşak tipine topoğrafyanın uygunluğu, ana yol-tali yol ile bölgelerin tamamına ulaşımın sağlanması, kamulaştırma ve çevreye uyumluluk gibi durumlarda dikkate alınmıştır.

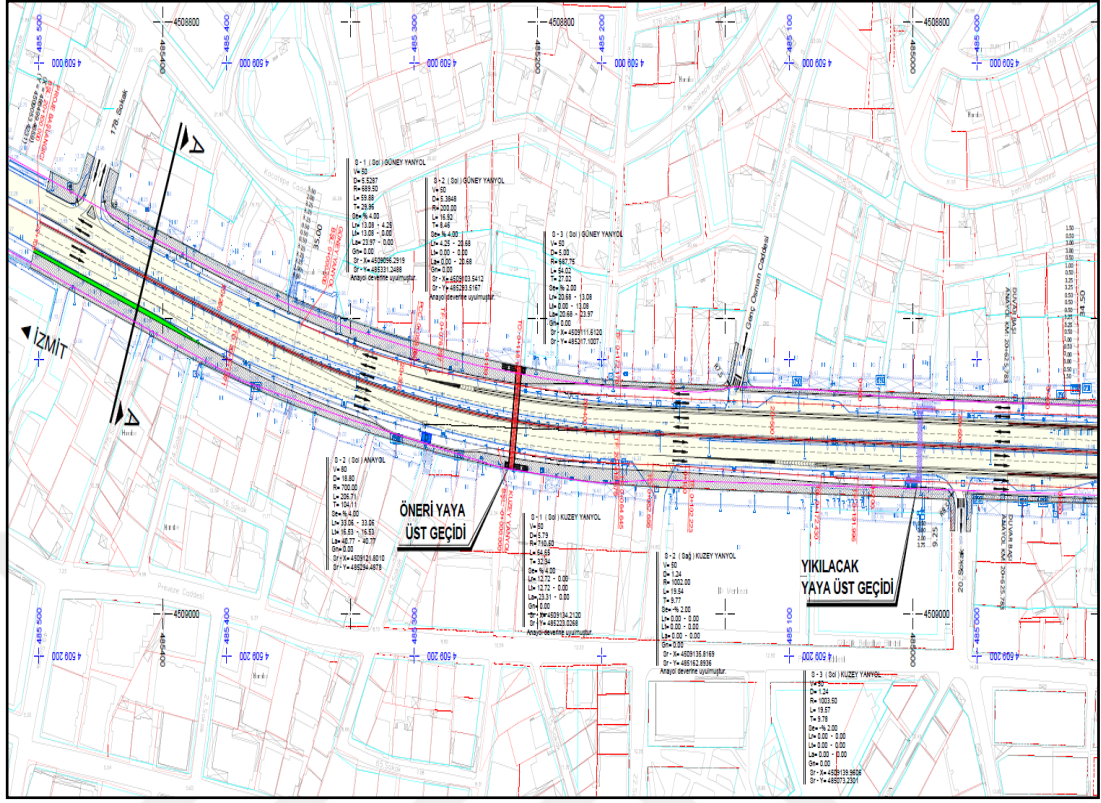
4.2.1.4 Kavşak tasarım sürecinde yapılan çizim aşamaları

4.2.1.4.1 Ana yol geometrik tasarım süreçleri

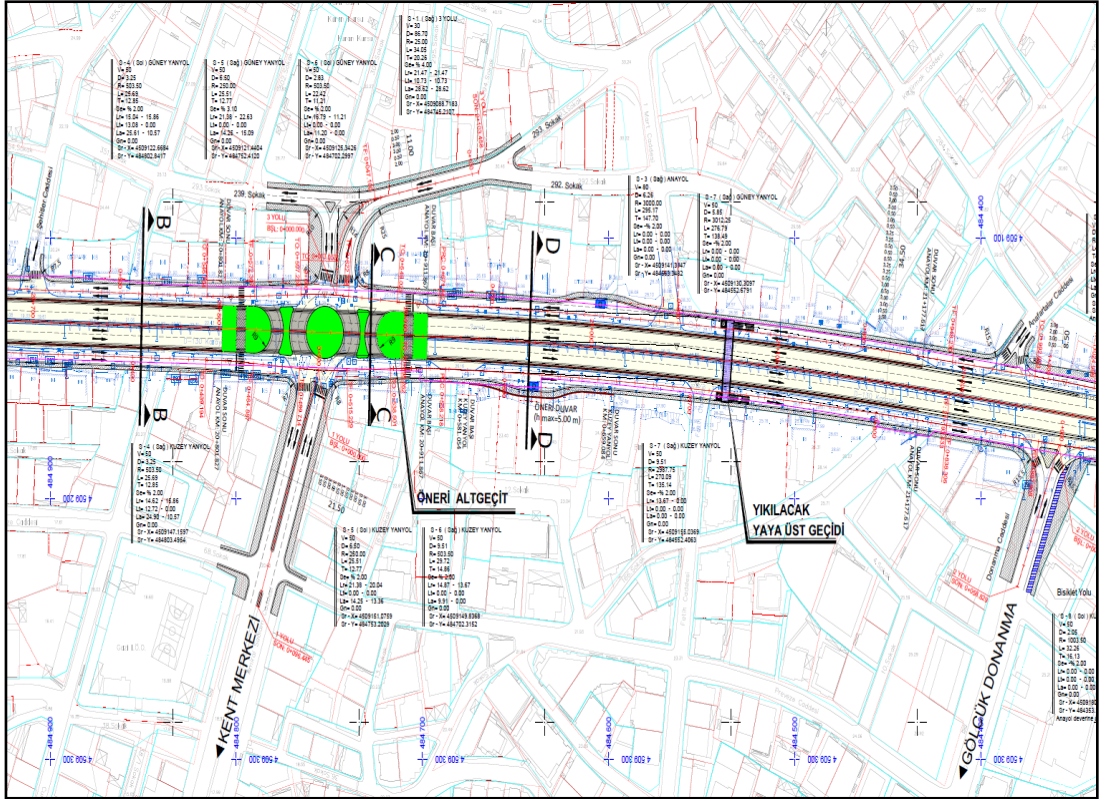
Ana yol geometrik tasarımı yapılırken yatay ve düşey hattı uyum içerisinde değeriendirilmiştir. Ana yol geometrisi 20+100.00-21+590.00 km'leri arasına tasarlanmıştır.

4.2.1.4.2 Ana yol yatay hat çalışması

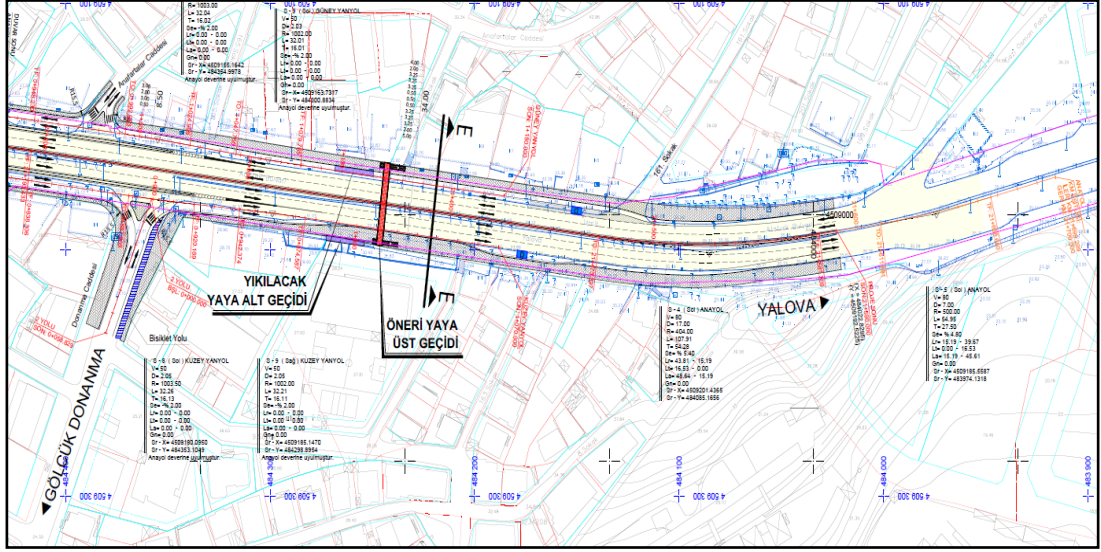
Kavşak bölgesinde ana yol hattı, İzmit-Yalova Devlet Yolu üzerinde 20+100.00-20+211.97 km'leri arası aliyman, 20+211.97-20+418.98 km'leri arasını 80 km/saat hız ve 700 metre yarıçap ile yatay sol kurp geçişi, 20+418.98-20+898.26 km'leri arası aliyman, 20+898.26-21+193.43 km'leri arasını 80 km/saat hız ve 3000 metre yarıçap ile yatay sağ kurp geçişi, 20+898.26-21+473.40 km'leri arası aliyman, 21+473.40-21+581.31 km'leri arası 80 km/saat hız ve 404 metre yarıçap ile yatay sol kurp geçişi ve 21+581.31-21+590.00 km'leri arası aliyman geçiş ile ana yol yatay hattı onaylı projesine bağlanarak tamamlanmıştır. Ayrıca ana yol hattı D130 Karayolunu alt geçit ile geçecek şekilde tasarım yapılmıştır. Mevcut yolda yer alan 2 adet yaya üst geçidi ve 1 adet yaya alt geçidi yıkılarak yerlerine yeni 2 adet yaya üst geçidi yapılacaktır.



Şekil 4.2. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk ana yol plan-1.



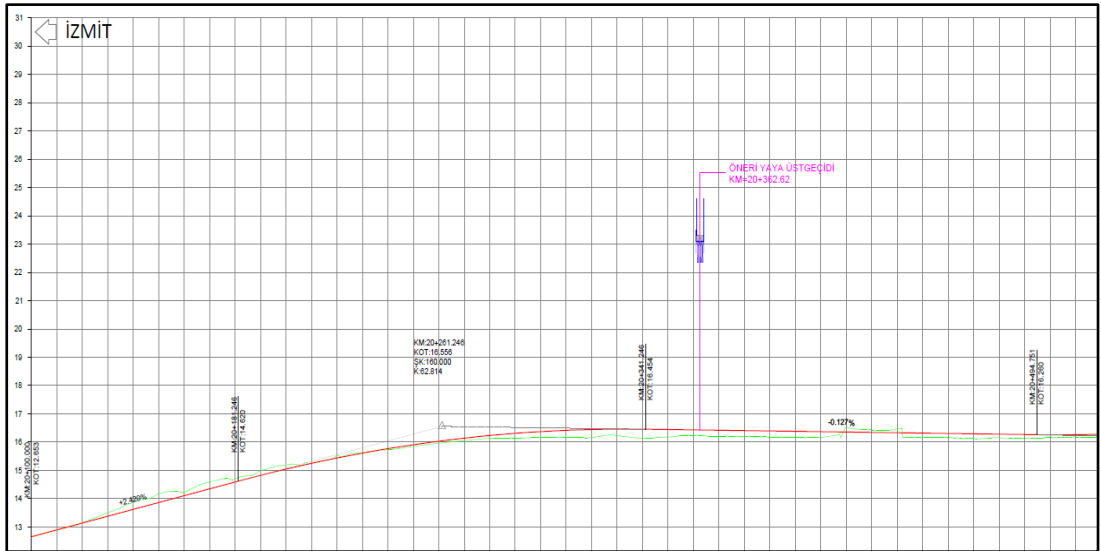
Şekil 4.3. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk ana yol plan-2.



Şekil 4.4. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk ana yol plan-3.

4.2.1.4.3 Ana yol düşey hat çalışması

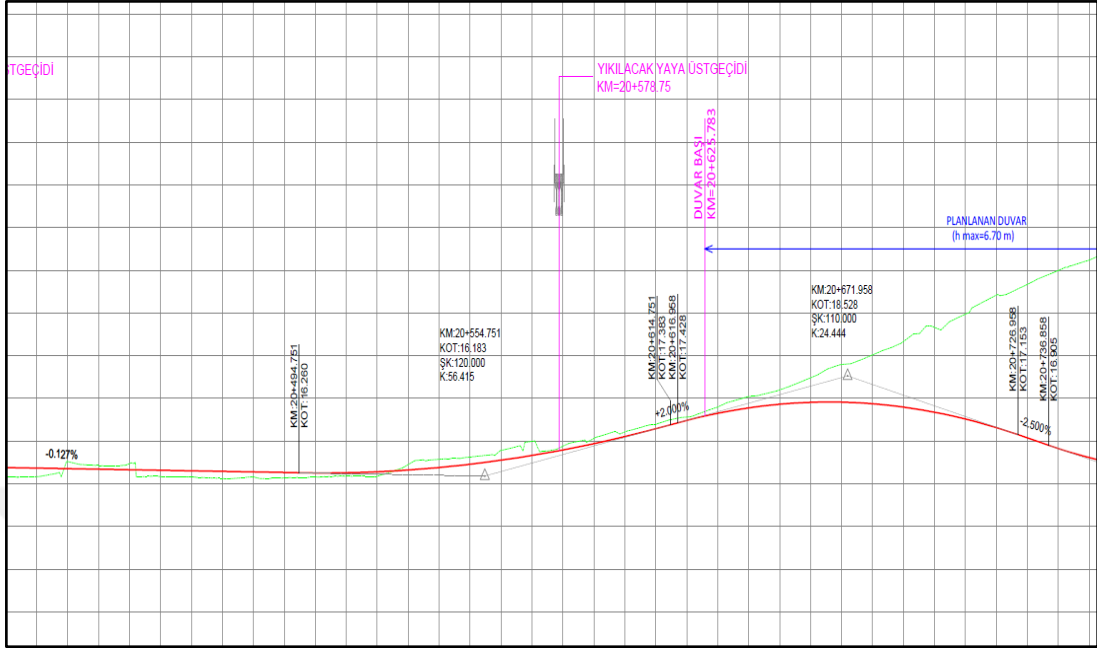
Ana yol düşey hat çalışması %2.42 boyuna eğimle başlayıp 20+181.25-20+341.25 km'leri arasında 160 metre şakuli kurp ve K değeri 62.81 olacak şekilde tepe düşey kurp, 20+341.25-20+494.75 km'leri arasında %-0.127 boyuna eğim ile devam etmektedir.



Şekil 4.5. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk ana yol profil-1.

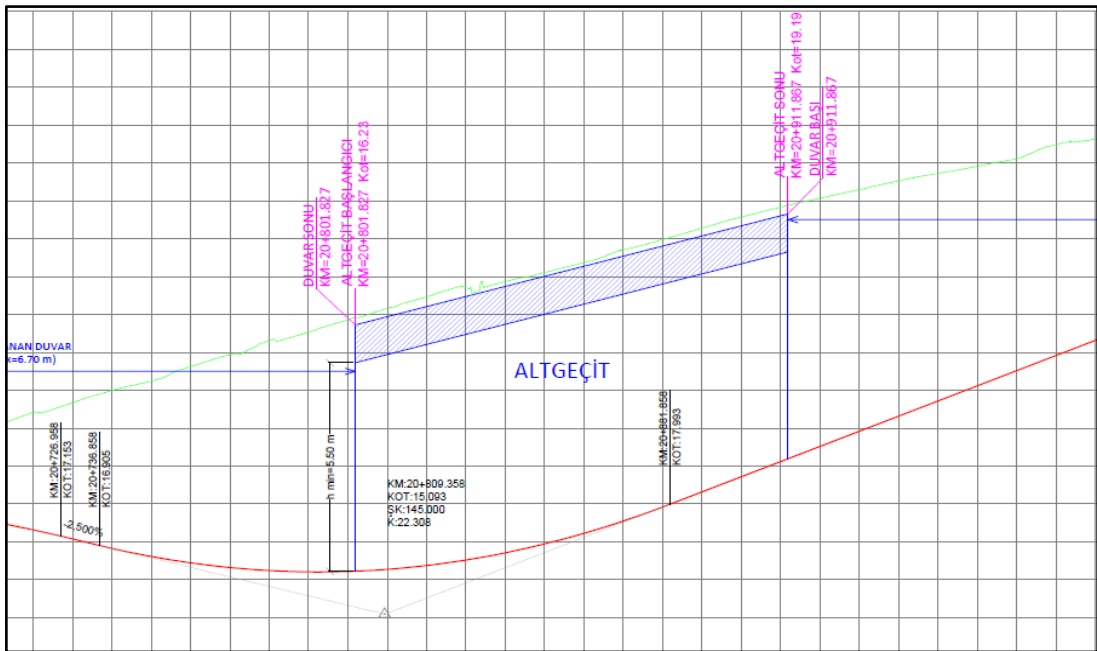
Ana yol düşey hattı 20+494.75-20+614.75 km'leri arasında 120 metre şakuli kurp ve K değeri 56.42 olacak şekilde dere düşey kurp, 20+614.75-20+616.96 km'leri arasında %2 boyuna eğim, 20+616.96-20+726.96 km'leri arasında 110 metre şakuli

kurp ve K değeri 24.44 olacak şekilde tepe düşey kurp, 20+726.96-20+736.86 km'leri arasında %2.5 boyuna eğim ile devam etmektedir.



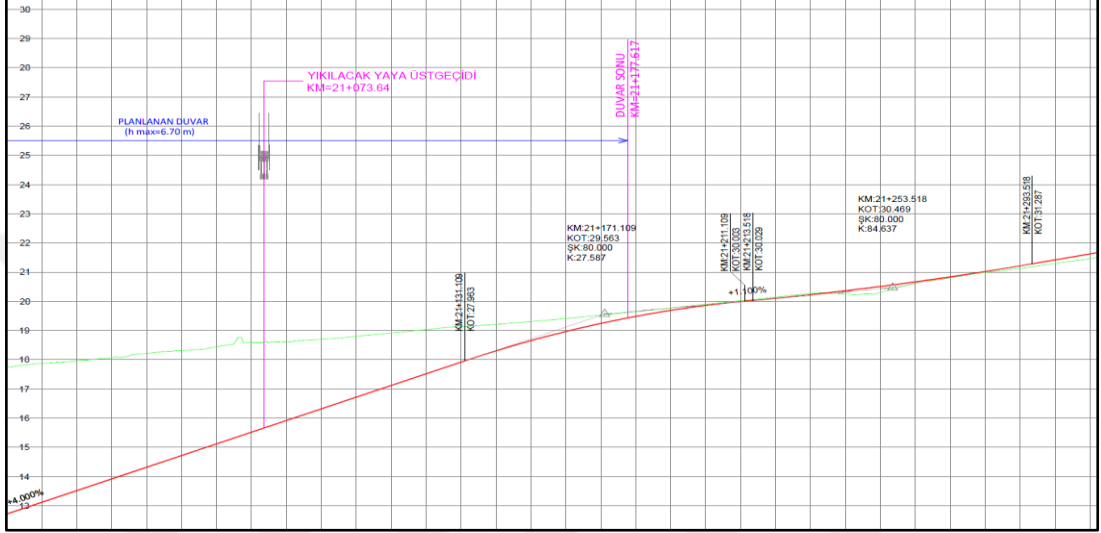
Şekil 4.6. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk ana yol profil-2.

Ana yol altgeçit bölgesine geçiş yaparken ana yol eksen hattının sağ ve sol tarafında 20+625.78-20+801.82 km'leri arasında maksimum 6.7 metre yüksekliğinde duvar planlanmakta, 20+736.86-20+881.86 km'leri arasında şakuli kurp 145 metre K değeri 22.31 olacak şekilde dere düşey kurp, altgeçit 20+801.83-20+911.867 km'leri arasında minimum alt geçit kot yüksekliği 5.5 metre olarak geçiş yapmaktadır.



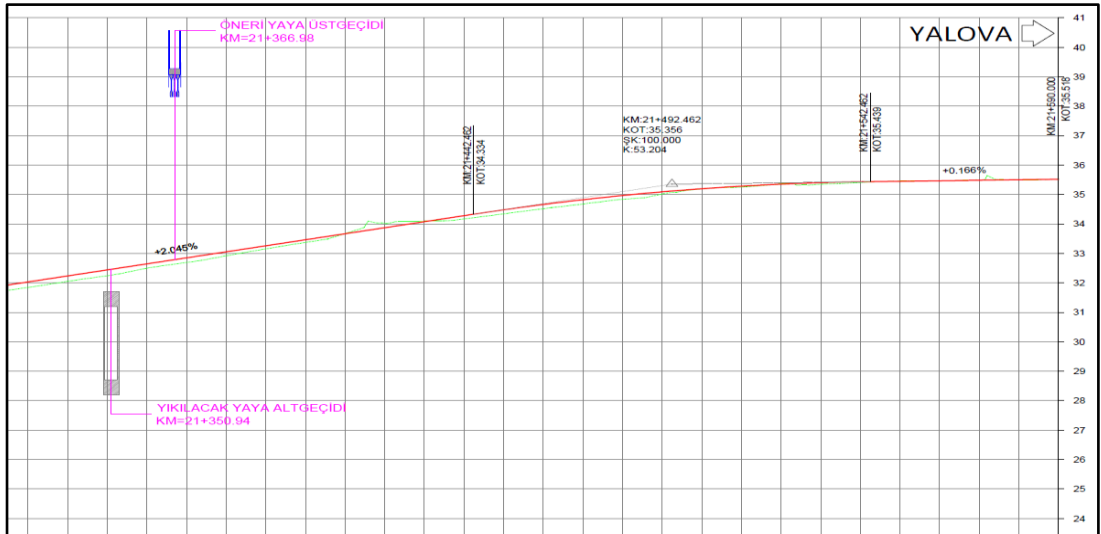
Şekil 4.7. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk ana yol profil-3.

Ana yol düşey hattı 20+881.86-21+131.11 km'leri arasında %4 boyuna eğim, 21+131.11-21+211.11 km'leri arasında 80 metre şakuli kurp ve K değeri 27.59 olacak şekilde tepe düşey kurp, 21+211.11-21+213.52 km'leri arası %1.1 boyuna eğim, 21+213.52-21+293.52 km'leri arasında şakuli kurp 80 metre K değeri 84.64 olacak şekilde dere düşey kurp ve alt geçit çıkışında anayol eksen hattı'nın sağ ve sol kesimlerinde 20+911.87-21+177.62 km'leri arasında duvar planlanarak ana yol hattı devam etmektedir.



Şekil 4.8. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk ana yol profil-4.

Ana yol düşey hattı 21+293.52-21+442.46 km'leri arasında %2.05 boyuna eğim, 21+442.46-21+542.46 km'leri arasında şakuli kurp 100 metre ve K değeri 53.20 olacak şekilde tepe düşey kurp, 21+542.46-21+590.00 km'leri arasında %0.17 boyuna eğim ile ana yol düşey hattı tamamlanmaktadır.



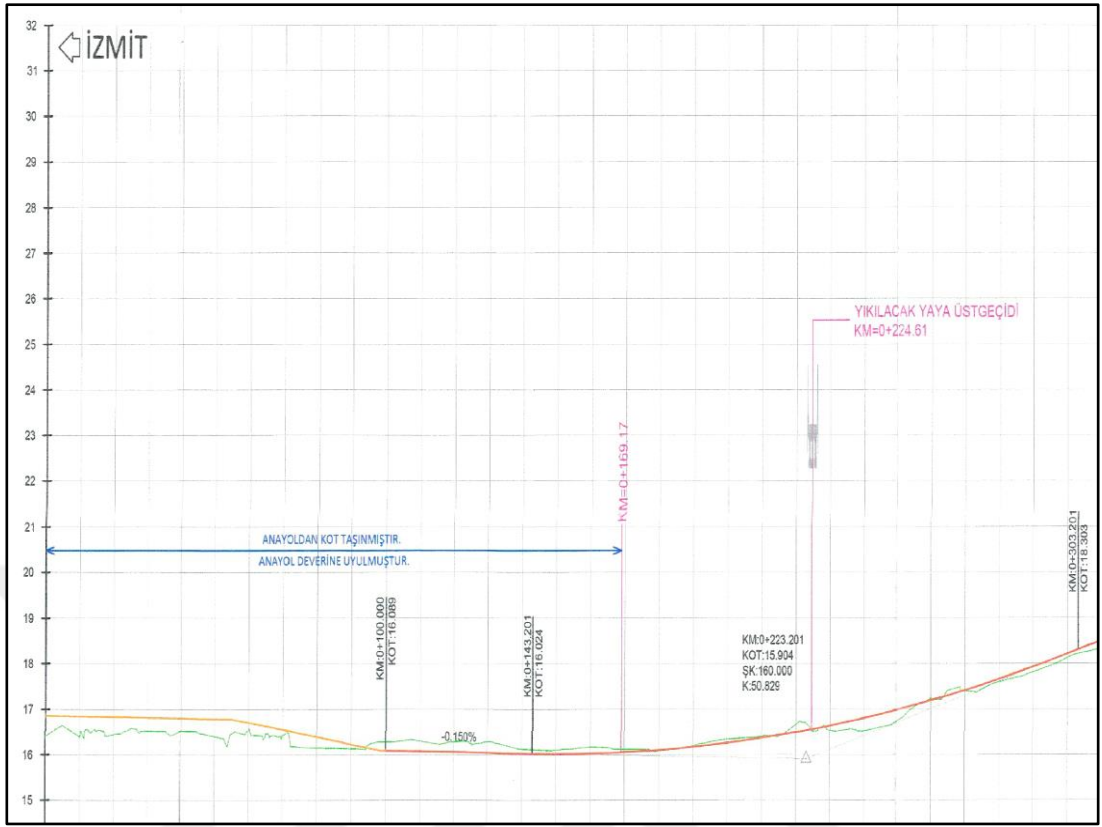
Şekil 4.9. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk ana yol profil-5.

4.2.1.4.4 Kuzey yan yol yatay hat çalışması

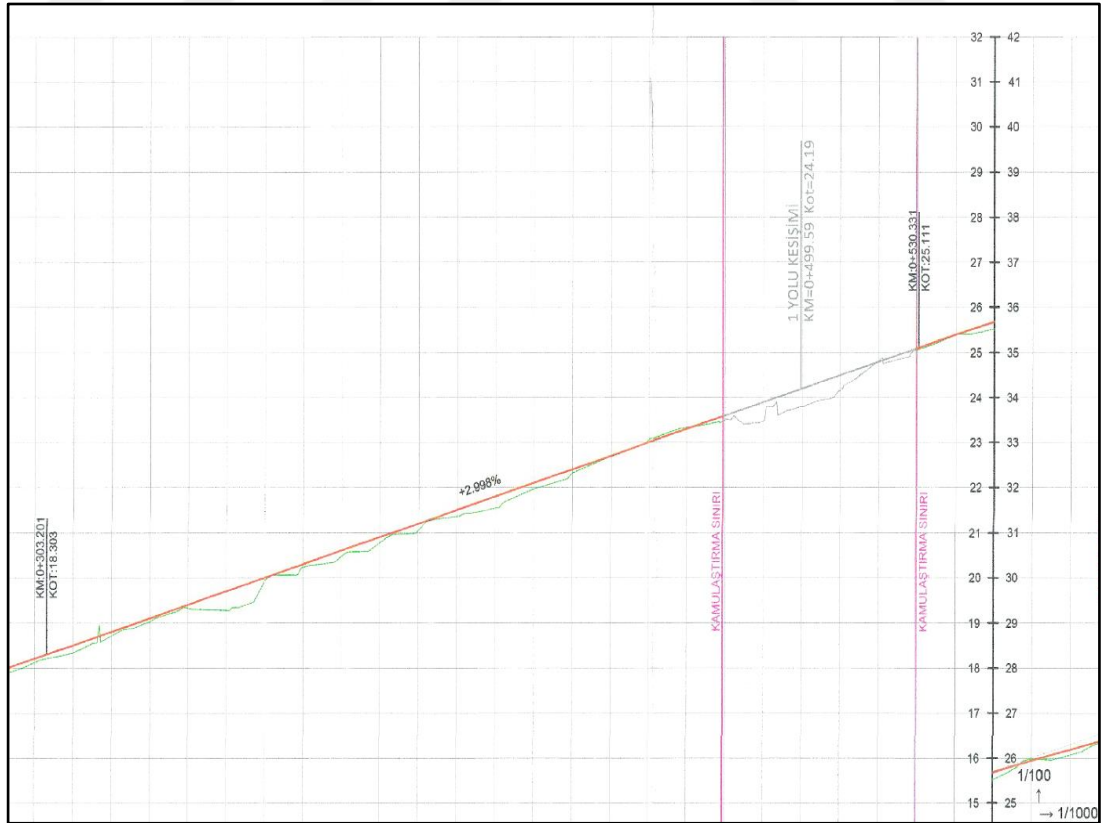
Kuzey yan yol başlangıç hattı 0+000.00-0+052.78 km'leri arasında 50 km/saat ve 710.25 metre yarıçap olacak şekilde yatay sol kurp, 0+052.78-0+060.68 km'leri arasında 50 km/saat ve 1001 metre yarıçap olacak şekilde yatay sağ kurp, 0+060.68-0+149.63 km'leri arasında 88.95 metre olacak şekilde aliyman, 0+149.63-0+169.19 km'leri arasında 50 km/saat ve 1003.5 metre yarıçap olacak şekilde yatay sol kurp, 0+169.19-0+439.00 km'leri arasında 269.81 metre olacak şekilde aliyman, 0+439.00-0+464.70 km'leri arasında 50 km/saat ve 503.5 metre yarıçap olacak şekilde yatay sağ kurp, 0+464.70-0+489.53 km'leri arasında 24.83 metre olacak şekilde aliyman, 0+489.53-0+515.04 km'leri arasında 50 km/saat ve 250 metre yarıçap olacak şekilde yatay sol kurp, 0+515.04-0+538.32 km'leri arasında 23.27 metre olacak şekilde aliyman, 0+538.32-0+568.03 km'leri arası 50 km/saat ve 503.5 metre yarıçap olacak şekilde yatay sağ kurp, 0+568.03-0+838.12 km'leri arası 50 km/saat ve 2987.75 metre yarıçap olacak şekilde yatay sağ kurp, 0+838.12-0+919.44 km'leri arasında 81.32 metre olacak şekilde aliyman, 0+919.44-0+951.70 km'leri arası 50 km/saat ve 1003.5 metre yarıçap olacak şekilde yatay sağ kurp, 0+951.70-0+981.66 km'leri arası 29.96 metre olacak şekilde aliyman, 0+981.66-1+013.92 km'leri arası 50 km/saat ve 1003.5 metre yarıçap olacak şekilde yatay sağ kurp ve son olarak 1+013.92-1+070.00 km'leri arasında 56.08 metre olacak şekilde aliyman ile kuzey yan yol yatay hattı tamamlanır.

4.2.1.4.5 Kuzey yan yol düşey hat çalışması

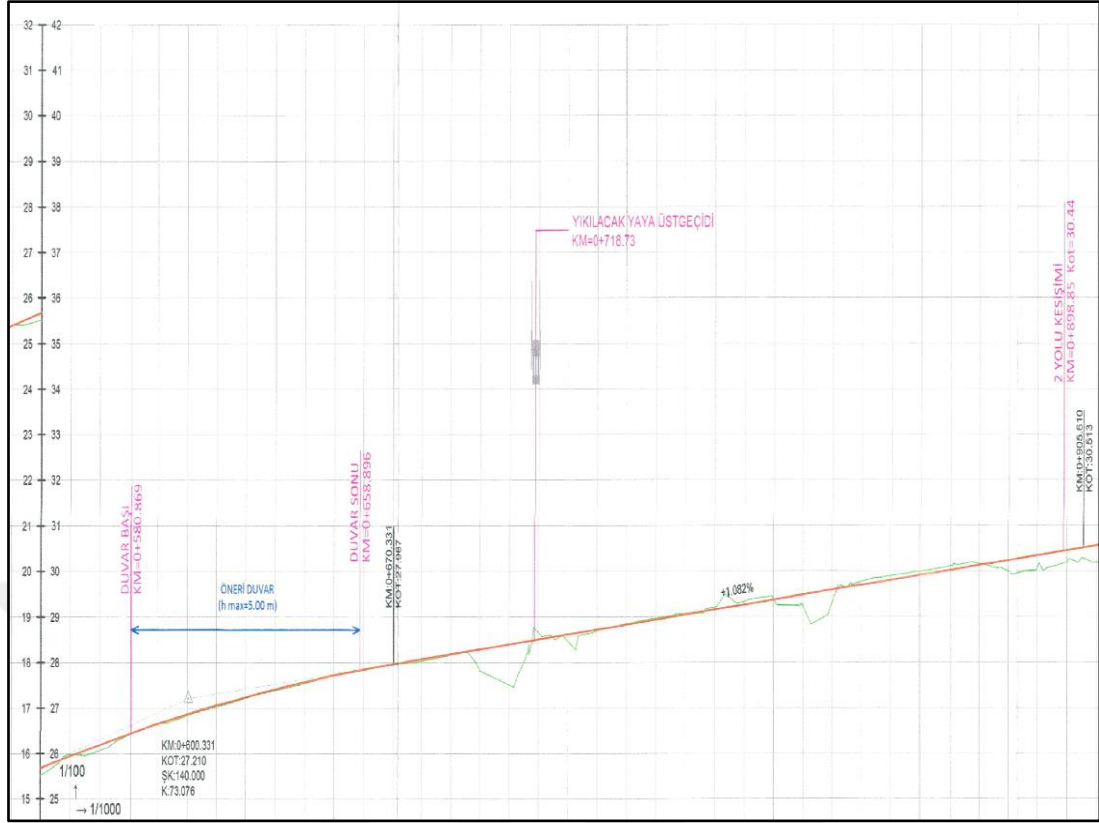
Ana yol düşey hattından kot taşınması yapılarak kuzey yan yol düşey hat çalışmasına başlanmıştır. 0+100.00-0+143.20 km'leri arasında %0.15 boyuna eğim, 0+143.07-0+303.20 km'leri arasında şakuli kurp 160 metre ve K değeri 50.83 olacak şekilde dere düşey kurp, 0+303.20-0+530.33 km'leri arasında %3 boyuna eğim, 0+530.33-0+670.52 km'leri arasında şakuli kurp 140 metre ve K değeri 73.08 olacak şekilde tepe düşey kurp, 0+670.52-0+905.61 km'leri arasında %1.082 boyuna eğim, 0+905.61-0+935.61 km'leri arasında şakuli kurp 30 metre ve K değeri 29.43 olacak şekilde dere düşey kurp, 0+935.61-1+000.00 km'leri arasında %2.1 boyuna eğim ve ana yol düşey hattından kot taşınması yapılarak kuzey yan yol düşey hat çalışması tamamlanarak Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'te profil olarak gösterilmektedir.



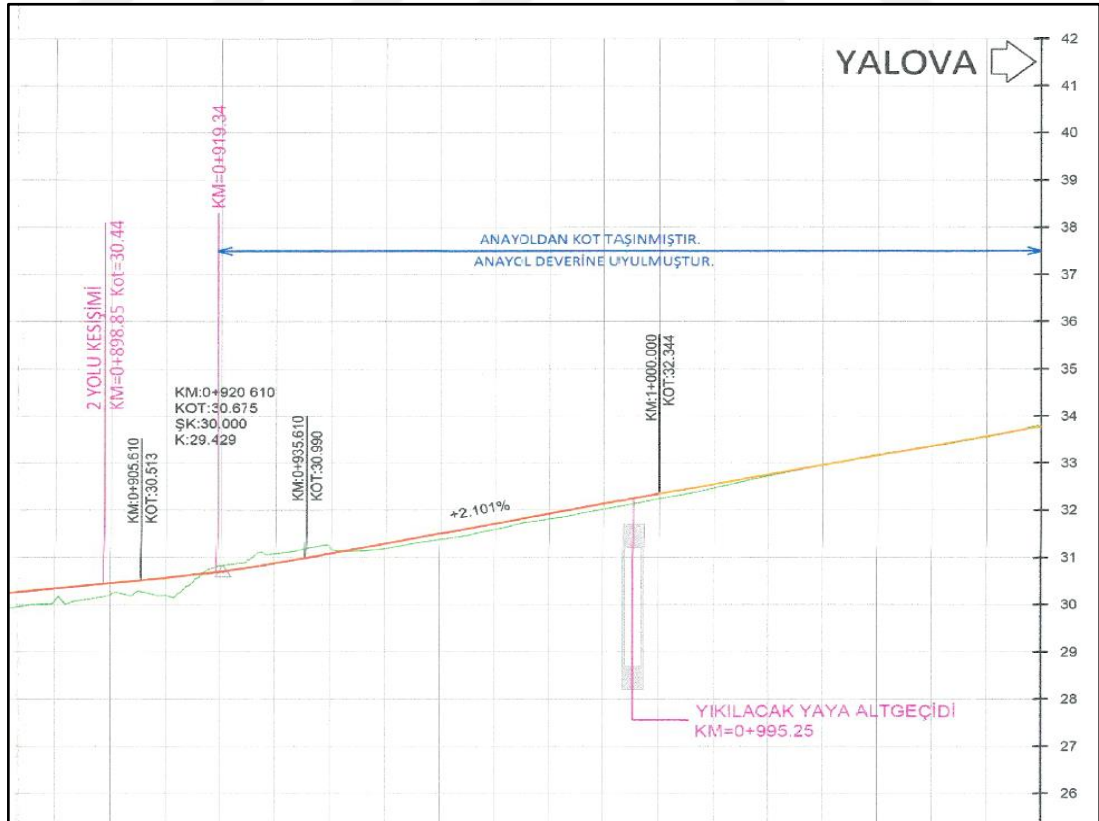
Şekil 4.10. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk kuzey yan yol profil-1.



Şekil 4.11. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk kuzey yan yol profil-2.



Şekil 4.12. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk kuzey yan yol profil-3.



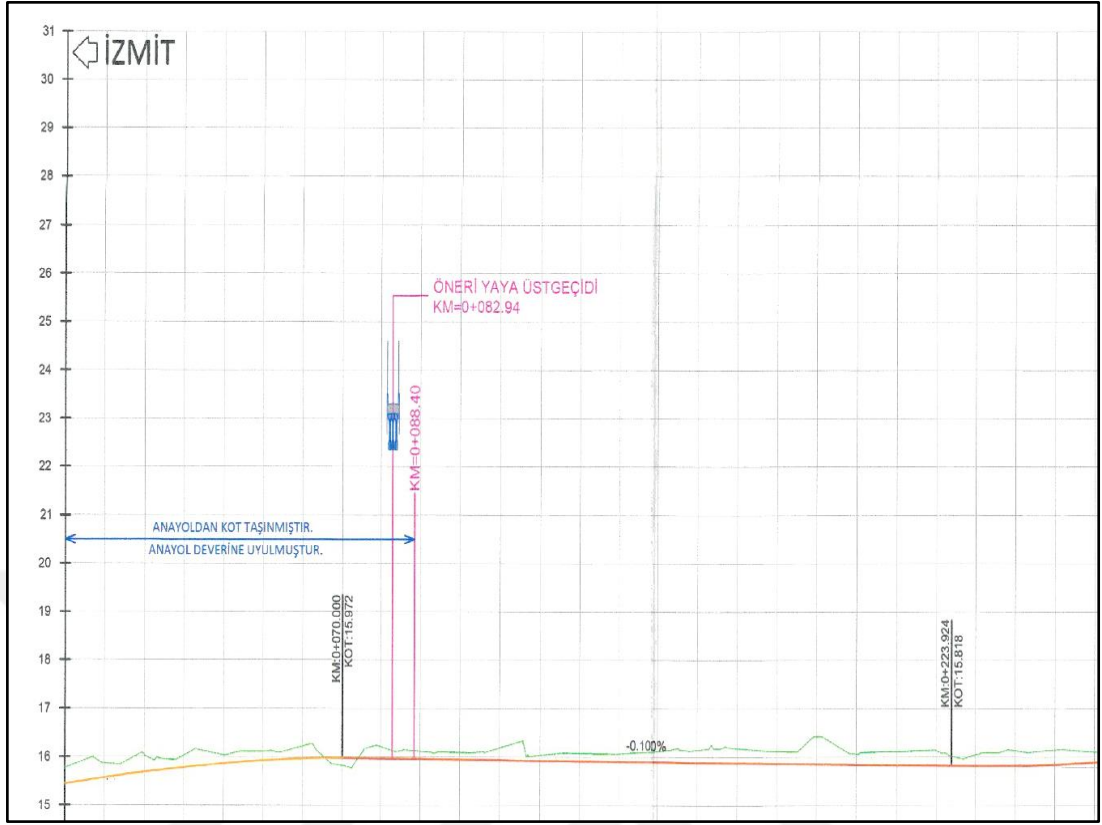
Şekil 4.13. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk kuzey yan yol profil-4.

4.2.1.4.6 Güney yan yol yatay hat çalışması

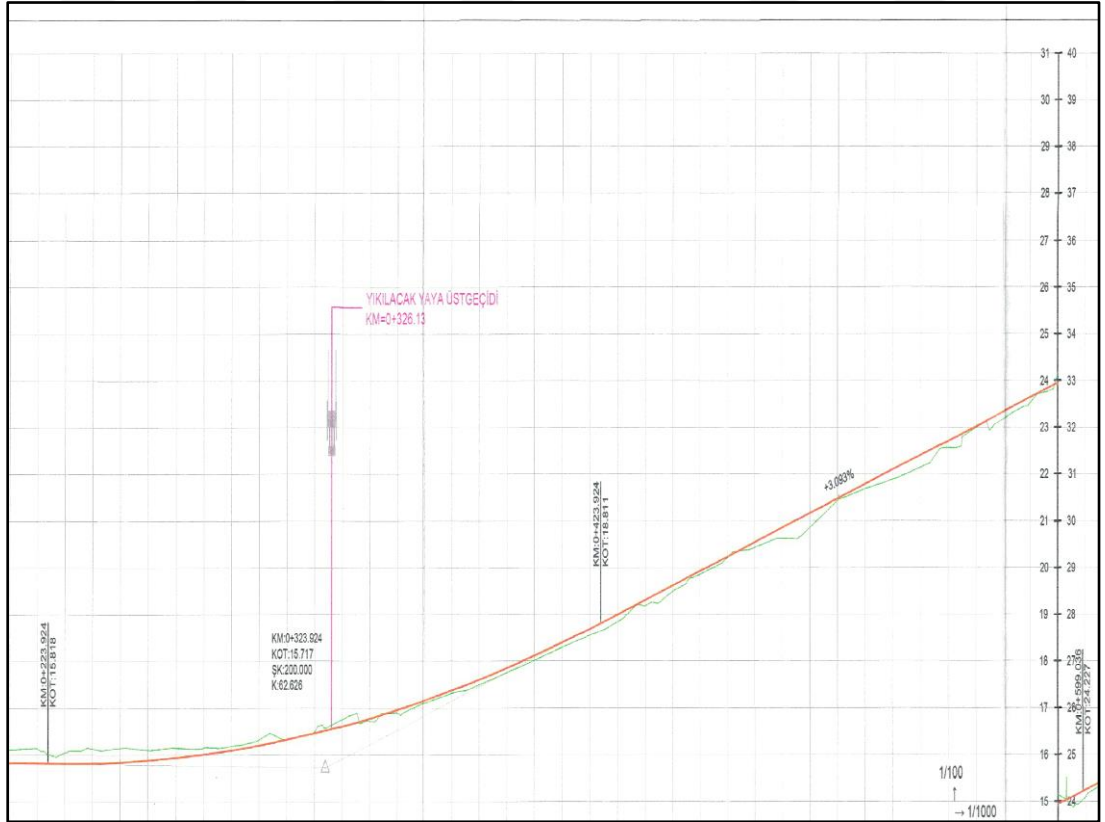
Güney yan yol başlangıç hattı, 0+000.00-0+049.56 km'leri arasında 50 km/saat ve 689.25 metre yarıçap olacak şekilde yatay sol kurp, 0+049.56-0+68.77 km'leri arasında 50 km/saat ve 201 metre yarıçap olacak şekilde yatay sol kurp, 0+68.77-0+93.87 km'leri arasında 50 km/saat ve 803 metre olacak şekilde yatay sağ kurp, 0+93.87-0+169.60 km'leri arasında 50 km/saat ve 687.75 metre yarıçap olacak şekilde yatay sol kurp, 0+169.60-0+540.65 km'leri arasında 371.04 metre olacak şekilde aliyman, 0+540.65-0+566.34 km'leri arası 50 km/saat ve 503.5 metre yarıçap olacak şekilde yatay sol kurp, 0+566.34-0+591.17 km'leri arasında 24.83 metre olacak şekilde aliyman, 0+591.17-0+616.68 km'leri arasında 50 km/saat ve 250 metre yarıçap olacak şekilde yatay sağ kurp, 0+616.68-0+642.97 km'leri arasında 26.28 metre olacak şekilde aliyman, 0+642.97-0+665.39 km'leri arasında 50 km/saat ve 503.5 metre yarıçap olacak şekilde yatay sol kurp, 0+665.39-0+942.17 km'leri arasında 50 km/saat ve 3012.25 metre yarıçap olacak şekilde yatay sağ kurp, 0+942.17-1+010.69 km'leri arasında 68.46 metre olacak şekilde aliyman, 1+010.69-1+042.69 km'leri arası 50 km/saat ve 1003.5 metre yarıçap olacak şekilde yatay sağ kurp, 1+042.69-1+073.28 km'leri arasında 30.59 metre olacak şekilde aliyman, 1+073.28-1+105.26 km'leri arasında 50 km/saat ve 1001 metre yarıçap olacak şekilde yatay sol kurp ve son olarak 1+105.26-1+180.00 km'leri arasında 74.74 metre olacak şekilde aliyman ile güney yan yol yatay hattı tamamlanmaktadır.

4.2.1.4.7 Güney yan yol düşey hat çalışması

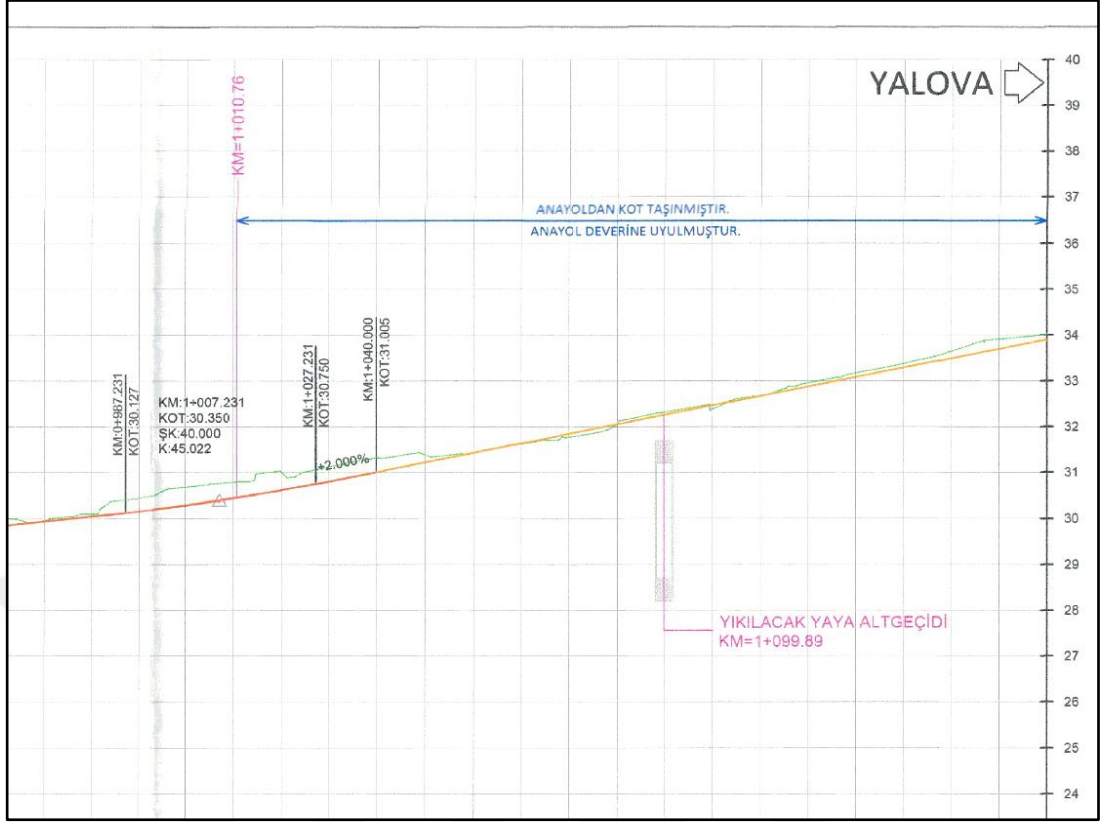
Ana yol düşey hattından kot taşıması yapılarak güney yan yol düşey hat çalışmasına başlanmıştır. 0+088.40-0+223.92 km'leri arasında %0.1 boyuna eğim, 0+223.92-0+423.92 km'leri arasında şakuli kurp 200 metre ve K değeri 62.63 olacak şekilde dere düşey kurp, 0+423.92-0+599.04 km'leri arasında %3.1 boyuna eğim ile güney yan yol düşey hattı devam etmektedir. 0+599.04-0+759.04 km'leri arasında şakuli kurp 160 metre ve K değeri 80.74 olacak şekilde tepe düşey kurp, 0+759.04-0+987.23 km'leri arasında %1.11 boyuna eğim, 0+987.23-1+027.23 km'leri arasında şakuli kurp 40 metre ve K değeri 45.02 olacak şekilde dere düşey kurp, 1+027.23-1+040.00 km'leri arasında %2 boyuna eğim ve ana yol düşey hattından kot taşıması yapılarak güney yan yol düşey hat çalışması tamamlanmıştır.



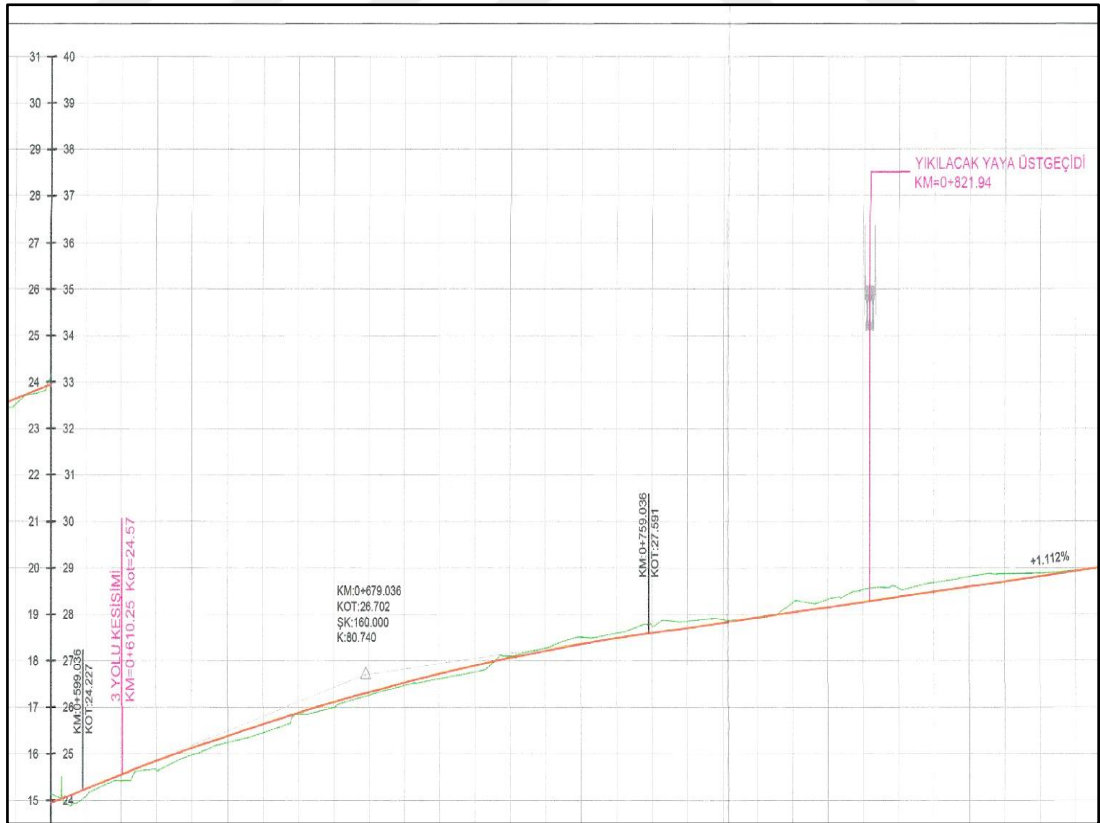
Şekil 4.14. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk güney yan yol profil-1.



Şekil 4.15. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk güney yan yol profil-2.



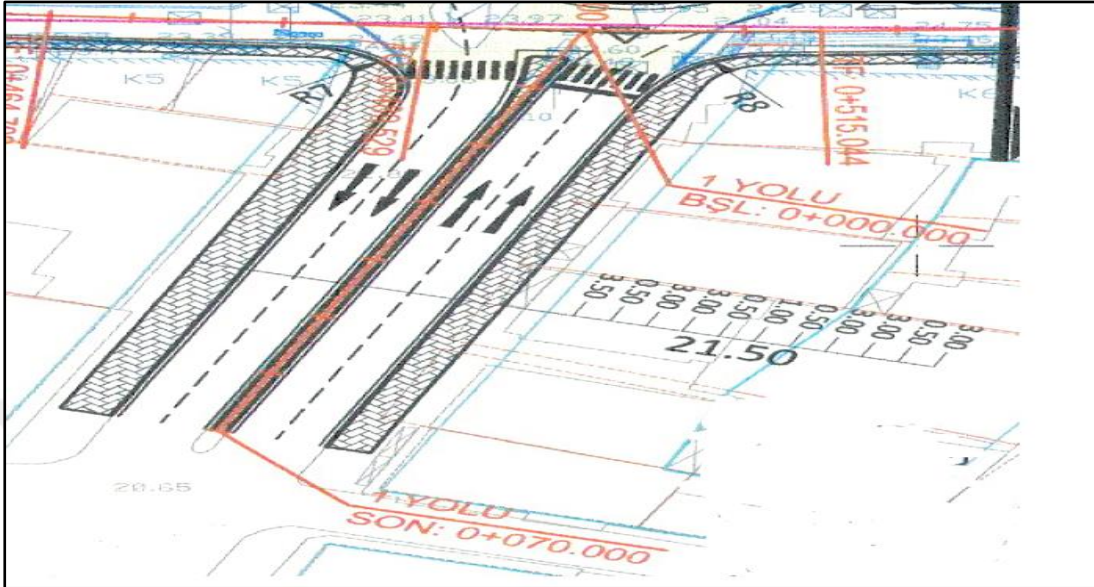
Şekil 4.16. Gölçük D130 karayolu geçişi fsk güney yan yol profil-3.



Şekil 4.17. Gölçük D130 karayolu geçişi fsk güney yan yol profil-4.

4.2.1.4.8 1 Yolu yatay hat çalışması

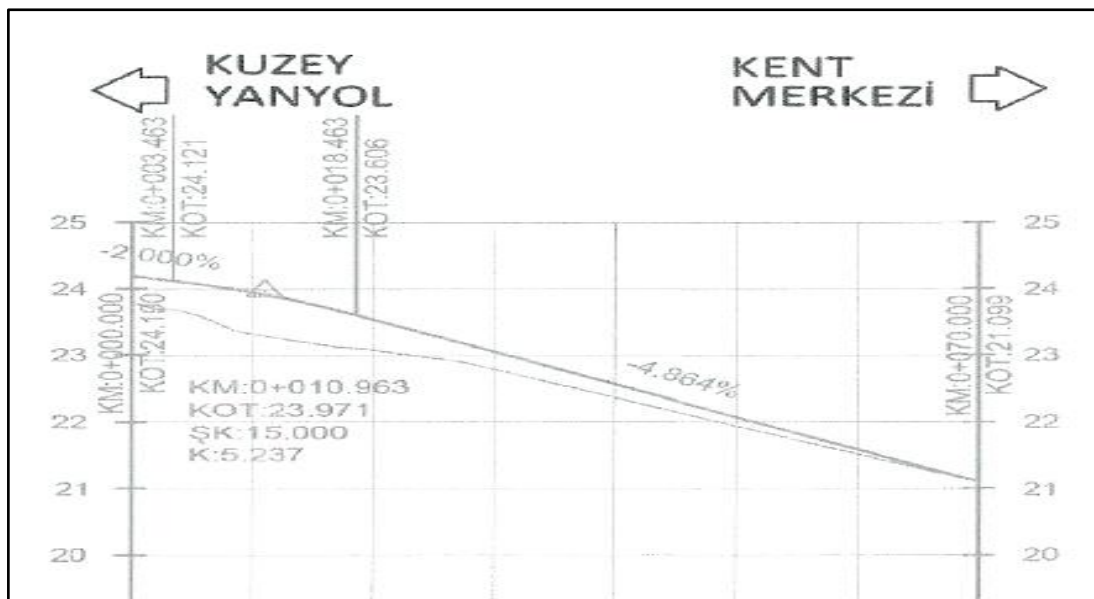
Kuzey yan yoldan çıkış alınarak 0+000.00-0+070.00 km'leri arasında 70 metre alıymın olacak şekilde yatay hattı tamamlanmıştır.



Şekil 4.18. 1 Yolu plan.

4.2.1.4.9 1 Yolu düşey hat çalışması

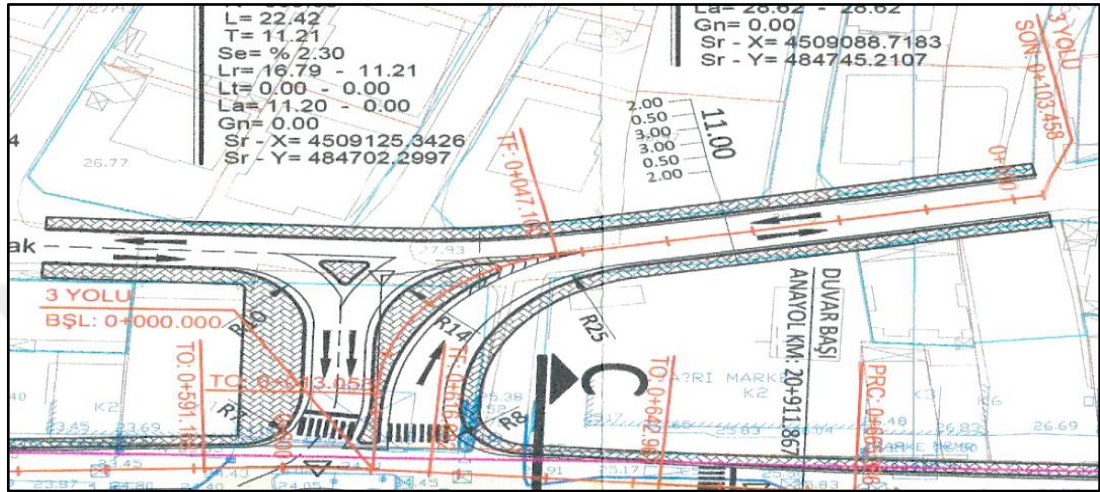
Kuzey yan yoldan geçiş yapılmış olup 0+003.46-0+018.46 km'leri arasında şakuli karp 15 ve K değeri 5.24 olacak şekilde, 0+018.46-0+070.00 km'leri arasında %-4.86 boyuna eğimle yol 1 düşey hattı tamamlanmıştır.



Şekil 4.19. 1 Yolu profil.

4.2.1.4.12 3 Yolu yatay hat çalışması

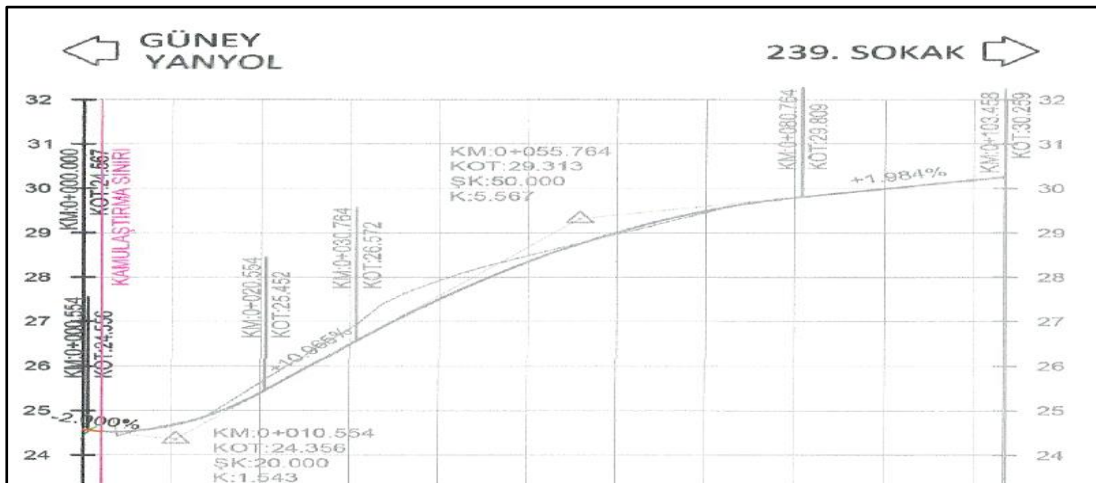
Güney yan yoldan çıkış alınarak 0+000.0-0+013.05 km'leri arasında 13.05 metre alıyman olacak şekilde yatay hattı, 0+013.05-0+047.10 km'leri arasında 30 km/saat ve 25 metre yarıçap olacak şekilde sağ yatay kurp ve 0+047.10-0+103.46 km'leri arasında 56.36 metre alıyman olacak şekilde 3 yol yatay hattı tamamlanmıştır.



Şekil 4.22. 3 Yolu plan.

4.2.1.4.13 3 Yolu düşey hat çalışması

Güney yan yoldan geçiş yapılmış olup 0+000.55-0+020.55 km'leri arasında şakuli kurp 20 metre ve K değeri 1.5 olacak şekilde, 0+020.55-0+030.76 km'leri arasında %10.96 boyuna eğim, 0+030.76-0+080.76 km'leri arasında şakuli kurp 50 metre ve K değeri 5.6 olacak şekilde ve 0+080.76-0+103.46 km'leri arasında %1.98 boyuna eğim olacak şekilde 3 yol düşey hattı tamamlanmıştır.

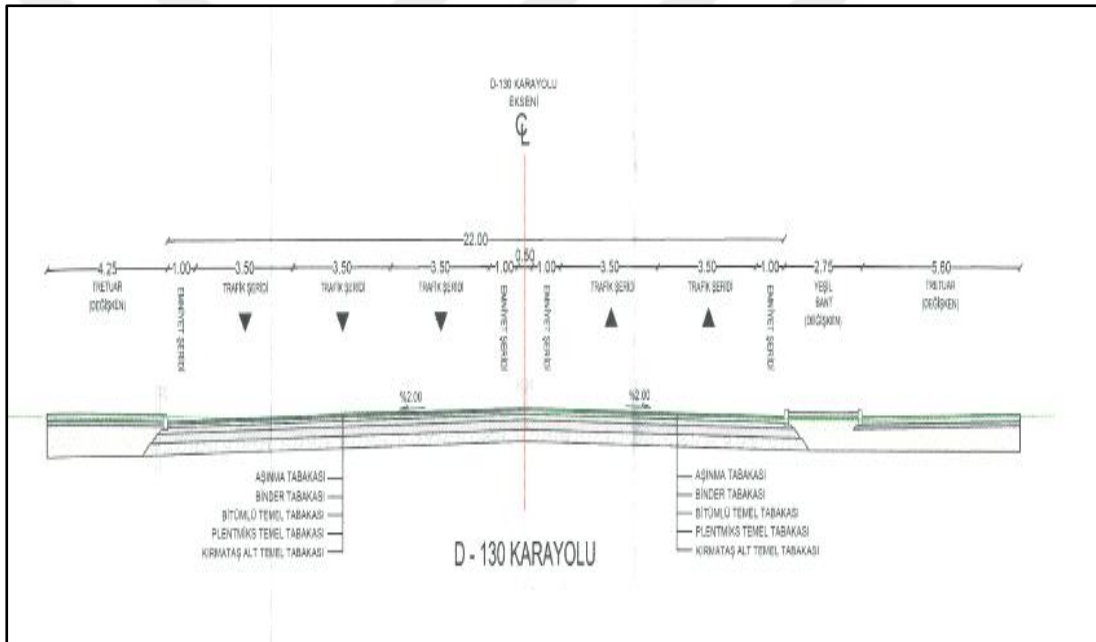


Şekil 4.23. 3 Yolu profil.

4.2.1.4.14 Tip enkesit çizimi

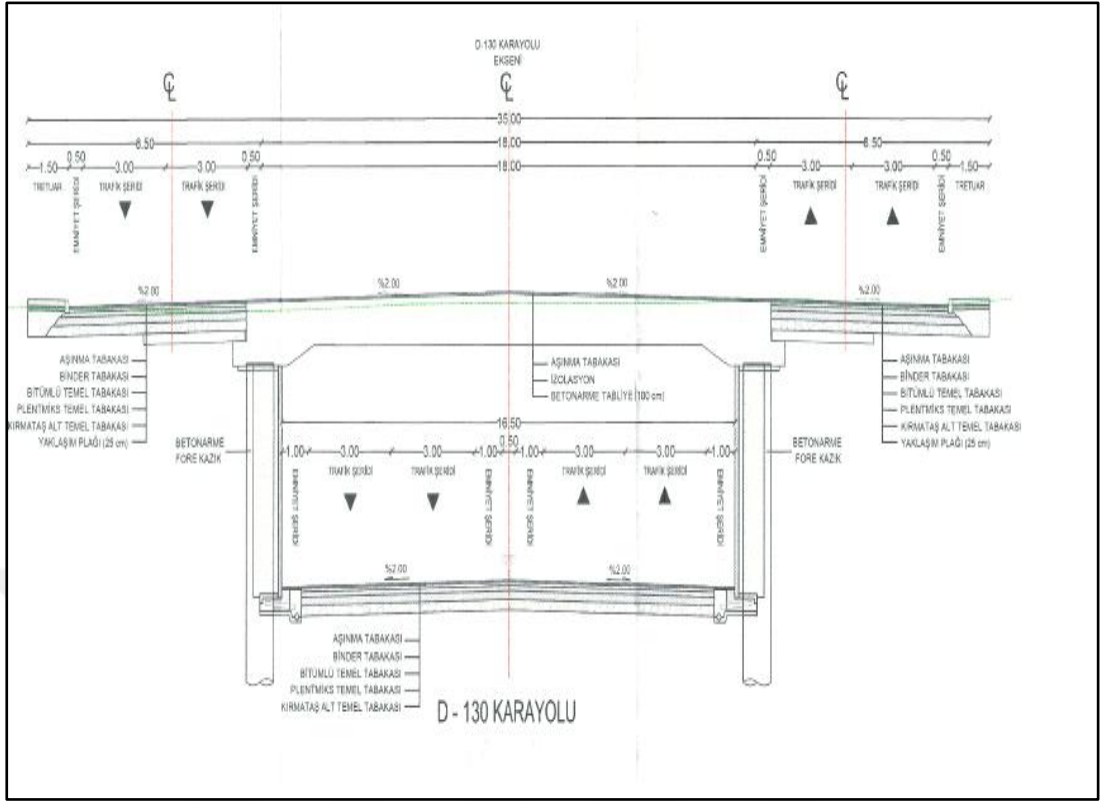
Karayolları geometrik standart tip enkesitleri dikkate alınarak tip enkesit çizimleri yapılmıştır. Ayrıca tip enkesit tercihlerinde yaya ve araçlar bir bütün içerisinde değerlendirilerek şehir geçişi olduğu için tip enkesitlerde tretuvarlı tip enkesitler tercih edilmiştir.

Mevcut D130 Karayolu üzerinde tip enkesit şekilde gösterilmekte olup tip enkesit olarak ana yol şerit genişliği 3.5 metre, iç ve dış banketler 1 metre alınmıştır. Tretuvarlı tip enkesit değişken olacak şekilde mevcut ana yol D130 Karayolunda yer almaktadır. Ana yol üzerinde alt geçit ile geçiş yapılan bölgede güney yan yolundan tali yola geçiş yapacak şekilde tip enkesitte ilave bir şerit yer almaktadır.

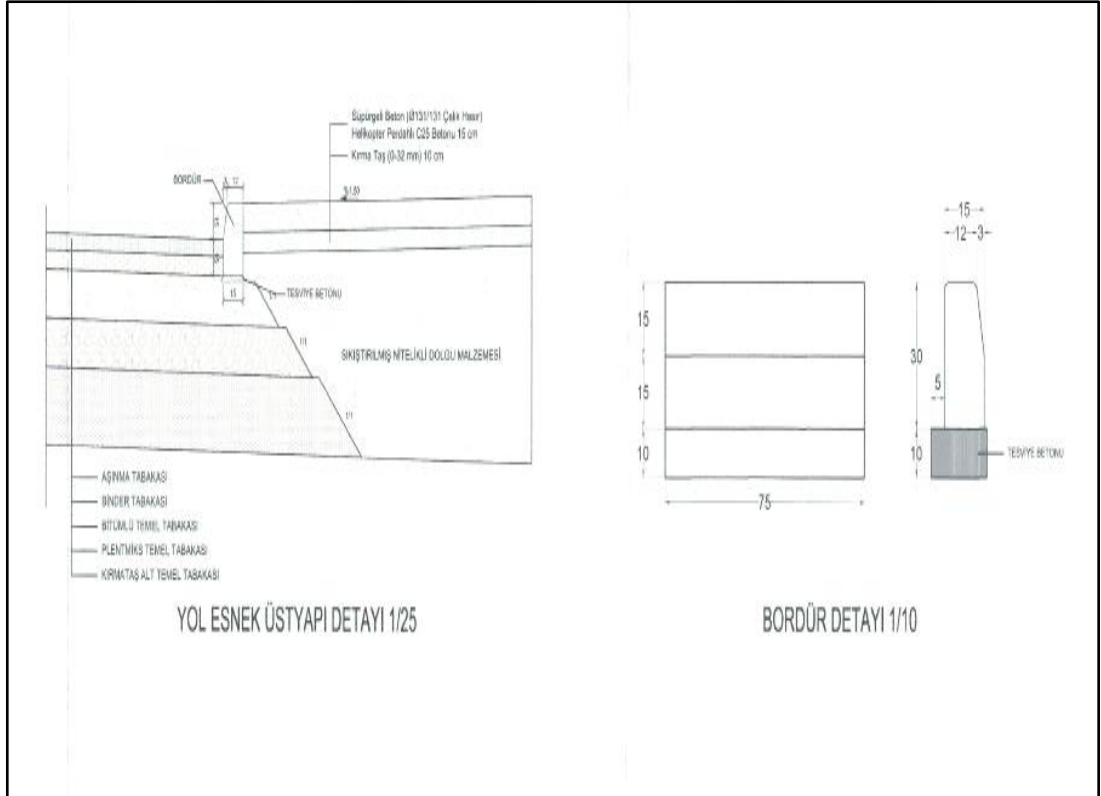


Şekil 4.24. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk tip enkesit-1.

Ana yol üzerinde alt geçit ile geçiş yapılan kesimde tip enkesit tercihi Şekil 4.25'te görülmekte olup bu tip enkesitte şerit genişliği 3 metre, iç ve dış banketler 1 metre, yol üzerinde suyun drenajını sağlayacak şekilde alt geçit kenarlarında yer altı drenajlı tip enkesit ile alt geçit platform genişliği 16.5 metre olacak şekilde tip enkesit tercih edilmiştir. Kuzey ve güney yan yollarında ise şerit genişliği 3 metre, iç ve dış banket 0.5 metre, tretuvar genişliği 1.5-2 metre ve platform genişliği 6-10 metre olacak şekilde tip enkesit tercih edilmiştir.



Şekil 4.27. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk tip enkesit-4.



Şekil 4.28. Gölcük D130 karayolu geçişi fsk üstyapı ve bordür detayı.

Ahlat İlçesi Doğu Anadolu Bölgesinin, Yukarı Murat Van Bölümü'nde, Nemrut Dağı arasında yerleşimi bulunmakta ve Van Gölü kıyı şeridinde yer almaktadır. Bitlis İli nüfusu 353988, Ahlat İlçesi nüfusu ise 42810'dur. Ahlat İlçesinde Cumhurbaşkanlığı Külliyesi yer almakta olup her sene etkinlikler düzenlenmektedir.

Söz konusu incelemesi yapılan kavşak Bitlis-Ahlat Devlet Yolu'nun 5+817.59 km'sinde sola sığınmalı sinyalizasyon kavşak olarak yer almaktadır. Sola sığınmalı kavşak bölgesinde hem hastane olması hem de külliye bulunmasından dolayı trafik yoğunluğu fazla olmaktadır. Karayolları 11. Bölge Müdürlüğü bünyesinde sahada gerekli incelemeler yapılarak kavşak bölgesinde trafik akışının sağlanması ve "U" dönüşüne imkân verebilmesi için dairesel adalı kavşak olarak revize olması gerekliliğine karar verilmiştir. Kavşak tasarımı trafik güvenliği esasları dikkate alınarak tasarlanmış olup aynı zamanda da şehir geçişi olduğu için yayaların önceliği göz önüne alınarak tretuarlı plan çalışması yapılmıştır.

Kavşak tasarımında yapılması gerekli durumlar

Kavşak tasarımında doğru tasarımın ortaya çıkması için gerekli araştırmalar ile birlikte incelemeler yapılarak en doğru tasarımın yapılması gerekmektedir. Farklı seviyeli kavşak tasarımında da değindiğimiz durumlar aşağıda belirtilmektedir.

- Bölgenin topoğrafik yapısının saha çalışmalarında yerinde incelenmesi, kavşak tasarımı öncesinde çıkabilecek herhangi bir durumlara karşı gerekli tespitlerin yapılabilmesi
- Kavşak tipinin seçiminin yerinde yapılan incelemeyle çıkabilecek durumlara karşı alternatiflerin oluşturulabilmesi
- Kavşak bölgesinde suyun deşarjının sağlanması yönünden gerekli havza planlarının sağlanarak hidrolik çalışmaların yapılması
- Kavşak bölgesini etkileyecek dere yatağı gibi durumlarda gerekli önlemleri alacak çalışma yapılması
- İmar koridoruyla kavşağın uyum içerisinde çalışacak şekilde tasarlanması
- Tasarlanacak kavşak bölgesinin ileri ve gerisinde kavşak mesafelerinin belirlenmesi
- Bölgede yer alan tesislerin belirlenerek kavşak bölgesinde trafik güvenliğinin sağlanacağı şekilde mesafelerin sağlanması

- Kamulaştırma durumlarının gözden geçirilerek optimum seviyede kamulaştırma yapılması
- Projenin yapılacağı bölgede elektrik-telefon direkleri, boru hatları vb. durumların deplasesi için kurumlarla yazışmalar yapılarak gerekli önlemlerin alınması
- Proje standartlarının sağlanması için karayolları geometrik standartlara uyulması

4.2.2.1 İdare onay süreci

Karayolları 11. Bölge Müdürlüğü ve Kavşak tasarımı gerçekleştirecek firma arasında gerekli incelemelerden sonra revizesi yapılan kavşak taslağı ilgili Bölge Müdürlüğünce onaylandıktan sonra kavşak taslak plan, profil ve tip enkesit paftaları düzenlenerek kavşak gerekçe raporuyla birlikte Karayolları Genel Müdürlüğüne sunulur. Karayolları Genel Müdürlüğünün ilgili Daire Başkanlıklarca kavşak tasarımı gerekli karayolları geometrik standartları ve trafik güvenliği esasları doğrultusunda incelemeleri yapılarak gerekli durumları sağlamaları koşulu ile onaylanır.

4.2.2.2 Mevcut kavşak durumu

Mevcut kavşak bölgesi Bitlis-Ahlat Devlet Yolu üzerinde sola sığınmalı sinyalizasyon kavşak olarak D695 Karayoluna geçiş sağlayan eş düzey kavşaktır. D695 Karayolu bölünmüş yol olarak 2x2 şeritli olarak hizmet vermektedir. Kavşak bölgesi Bitlis ili, Ahlat ilçesinde külliye ve hastane bölgesine bağlantıları sağlayacak şekilde yer almaktadır. Kavşak tasarımına engel teşkil edecek arkeolojik ve tarihi yapı gibi durumlar kavşak bölgesinde yer almamaktadır.

4.2.2.3 Kavşak tasarımı

Bitlis-Ahlat Devlet Yolu üzerinde Ahlat İlçesinden geçiş sağlayan D695 Karayoluna tasarımı yapılan dairesel adalı kavşak tasarımı karayolu geometrik standartlar açısından belirli kriterler göz önüne alınarak tasarımı yapılmıştır. Kavşak tasarımı proje hızı, yatay-düşey görüş mesafeleri, dönel ada kavşak yarıçapları, dever, hızlanma-yavaşlama şeritleri durumları dikkate alınmıştır. Bunların dışında ayrıca kavşak bölgesinde; kavşak tipine topoğrafyanın uygunluğu, ana yol-tali yollarla bölgelerin tamamına ulaşımın sağlanması, kamulaştırma ve çevreye uyumluluk gibi durumlarda dikkate alınmıştır.

4.2.2.4 Kavşak tasarım sürecinde yapılan çizim aşamaları

4.2.2.4.1 Ana yol geometrik tasarım süreçleri

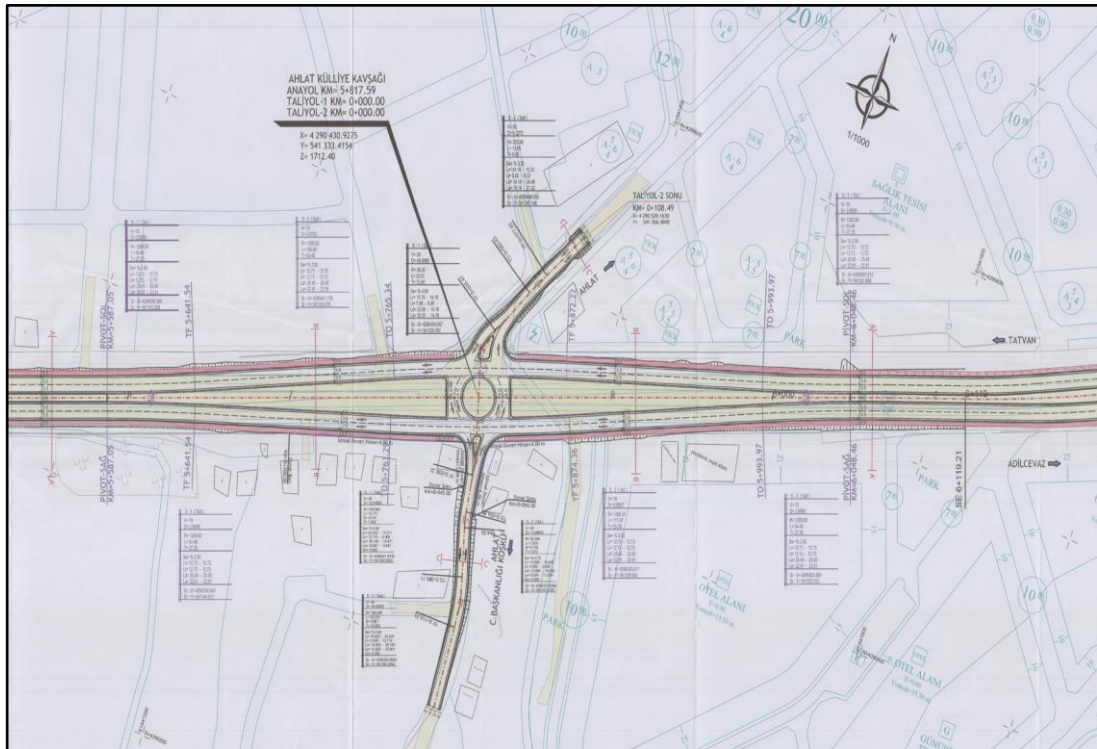
Ana yol geometrik tasarımı yapılırken yatay ve düşey hattı uyum içerisinde değerlendirilmiştir.

Kavşak bölgesi ana yol geometrisi 5+300.00-6+119.20 km'leri arasında Bitlis-Ahlat Devlet Yolu ile yatay ve düşey hatta uyum içerisinde tasarlanmıştır. Ana yol geometrisinde sağ ve sol pivot olarak çalışmalar yapılmış olup dever tasarımları da pivotlara göre belirlenmiştir.

Ana yol yatay ve düşey hat çalışması ana yol, sağ ve sol pivot çalışmaları başlıkları altında anlatılacak olup kavşak bölgesinde geometrik standartlar çerçevesinde ana yol geometrik standartları bu pivot çalışmaları ile doğru bir şekilde tasarlanmış olacaktır.

4.2.2.4.1.1 Ana yol yatay hat çalışması

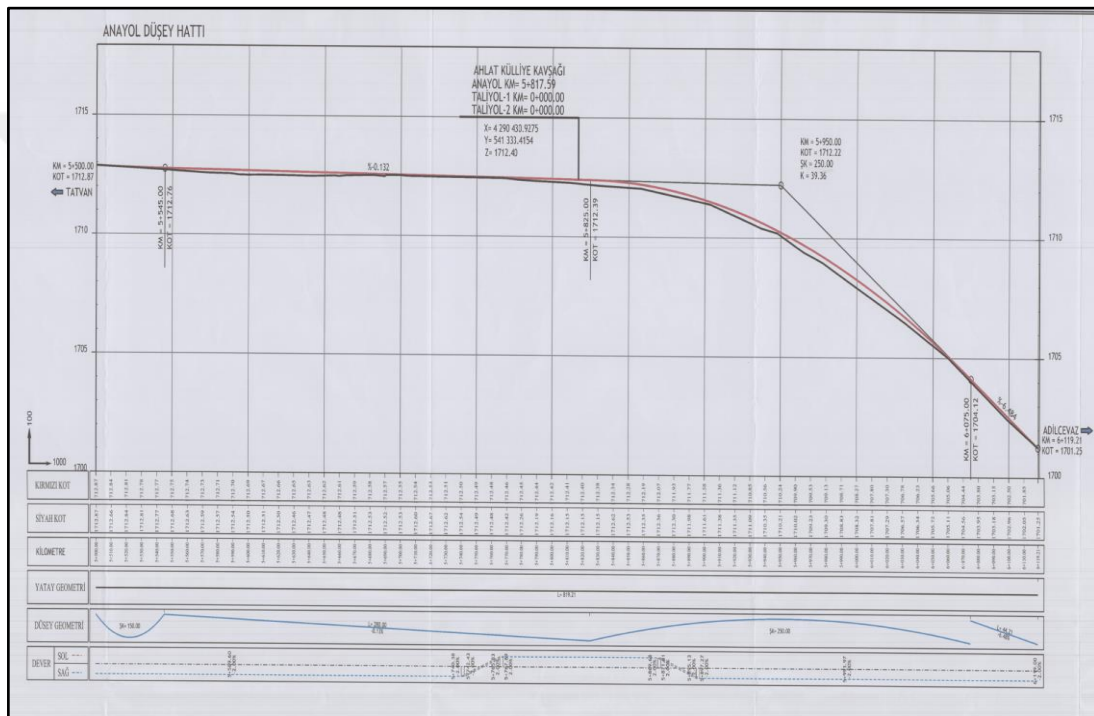
Kavşak bölgesinde anayol hattı Bitlis-Ahlat Devlet Yolu üzerinde 5+300.00-6+119.21 km'leri arasında 819.21 metre alıyman olacak şekilde anayol yatay hattı mevcut yola bağlanarak geçiş yapılmıştır.



Şekil 4.30. Ahlat köyü kavşağı ana yol planı.

4.2.2.4.1.2 Ana yol düşey hat çalışması

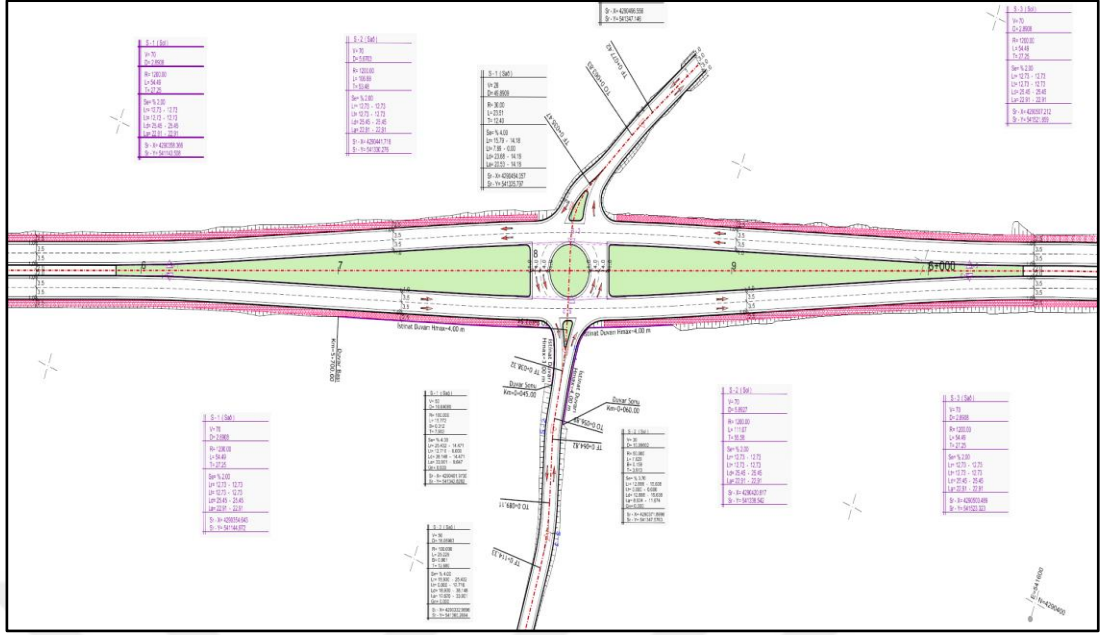
Mevcut yol hattına uyum sağlayacak şekilde kırmızı hat çalışması yapılarak 5+545.00-5+825.00 km'leri arasında %-0.13 boyuna eğim, 5+825.00-6+075.00 km'leri arasında şakuli kurp 250 metre ve K değeri 39.36 olacak şekilde tepe düşey kurp ile 6+075.00-6+119.21 km'leri arasında %-6.49 boyuna eğim olacak şekilde mevcut yol ile uyum sağlayacak şekilde ana yol kırmızı hattı tamamlanmış olur. Dever hesabı ise karayolları geometrik standartlarını sağlayacak şekilde yatay hattı kurp dönüşleri dikkate alınarak hesaplanmış olup sağ ve sol dever hesapları profilde gösterilmiştir.



Şekil 4.31. Ahlat külliye kavşağı ana yol profili.

4.2.2.4.1.3 Sağ pivot yatay hat çalışması

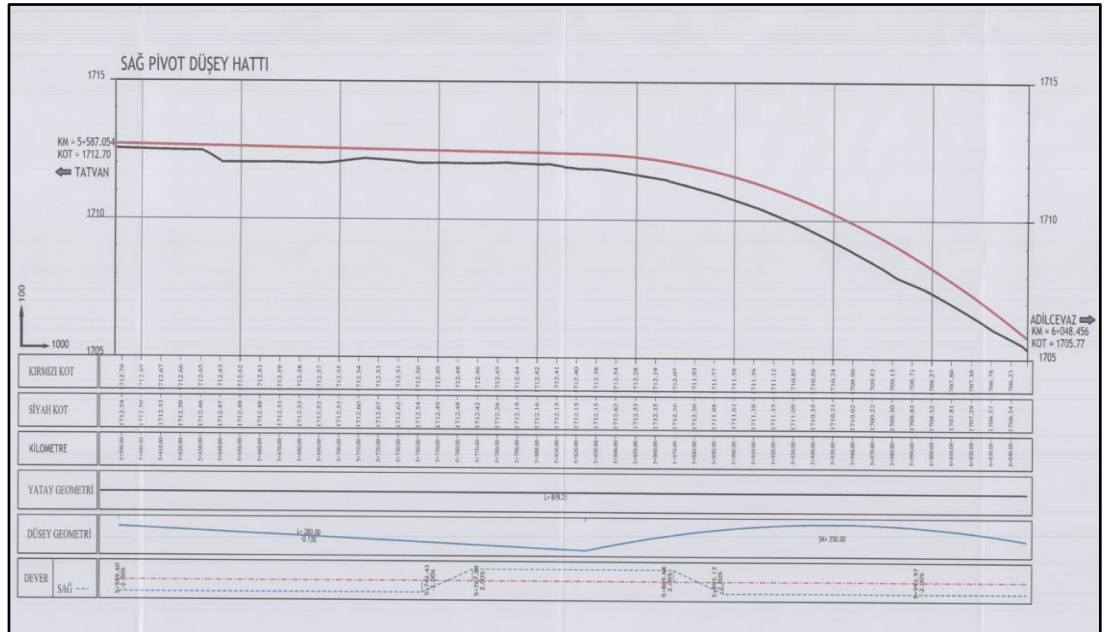
Ana yol yatay hattı 5+300.00 başlanarak 5+587.05 km'leri arasında 287.05 metre olacak şekilde aliyman ile geçiş yaptıktan sonra kavşak refüj sağ bölgesinde 5+587.05-5+641.54 km'leri arasında 70 km/saat ve yarıçap 1200 metre olacak şekilde yatay sağ kurp, 5+641.54-5+763.29 km'leri arasında 121.75 metre olacak şekilde aliyman, 5+763.29-5+874.36 km'leri arasında 70 km/saat ve yarıçap 50 metre olacak şekilde yatay sol kurp, 5+874.36-5+993.97 km'leri arasında 119.61 metre olacak şekilde aliyman, 5+993.97-6+048.46 km'leri arasında 70 km/saat ve yarıçap 1200 metre olacak şekilde yatay sağ kurp ile 6+048.46-6+119.21 km'leri arasında 70.75 metre aliyman ile sağ pivot yatay hattı tamamlanarak mevcut yola bağlanmaktadır.



Şekil 4.32. Ahlat külliye kavşağı sağ pivot plan.

4.2.2.4.1.4 Sağ pivot düşey hat çalışması

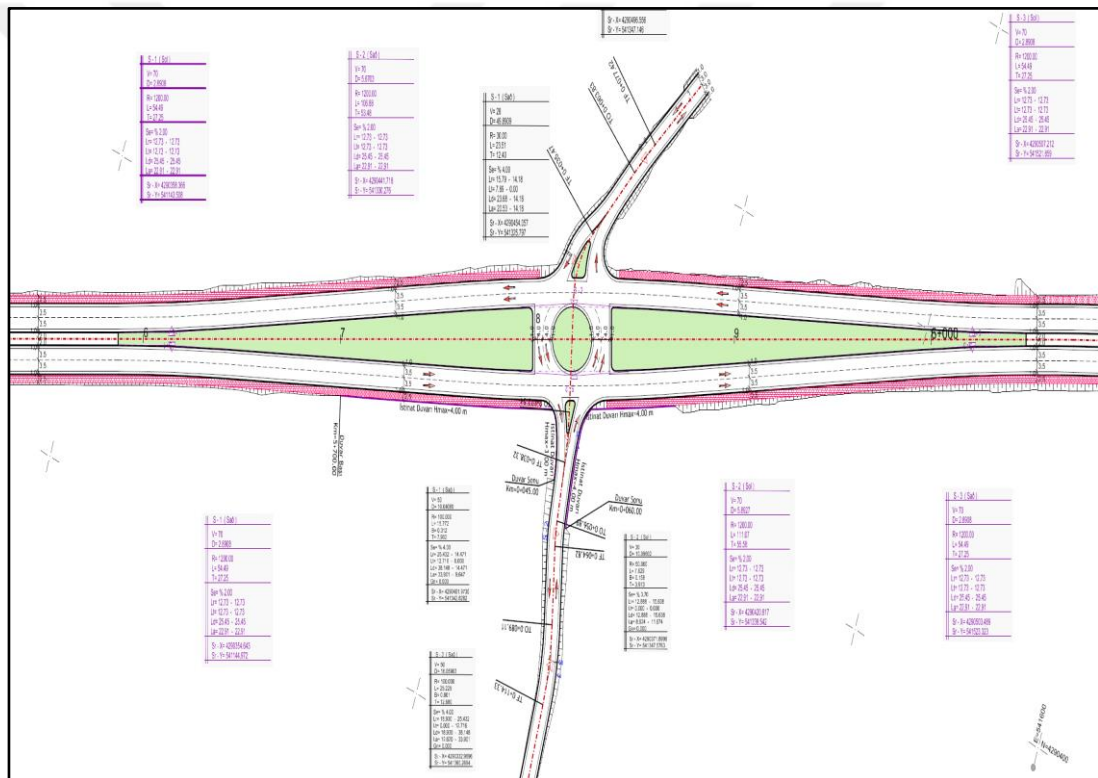
Sağ pivot kırmızı hat çalışması anayol kırmızı hattından kot taşımak suretiyle aynı çalışma sağ pivot kırmızı hattına uygulanarak kırmızı kot çalışması tamamlanmıştır. Dever tasarımı ise karayolları geometrik standartlarını sağlayacak şekilde yatay hattı kurp dönüşleri dikkate alınarak hesaplanmış olup sağ dever hesapları profile gösterilmiştir.



Şekil 4.33. Ahlat külliye kavşağı sağ pivot profil.

4.2.2.4.1.5 Sol pivot yatay hat çalışması

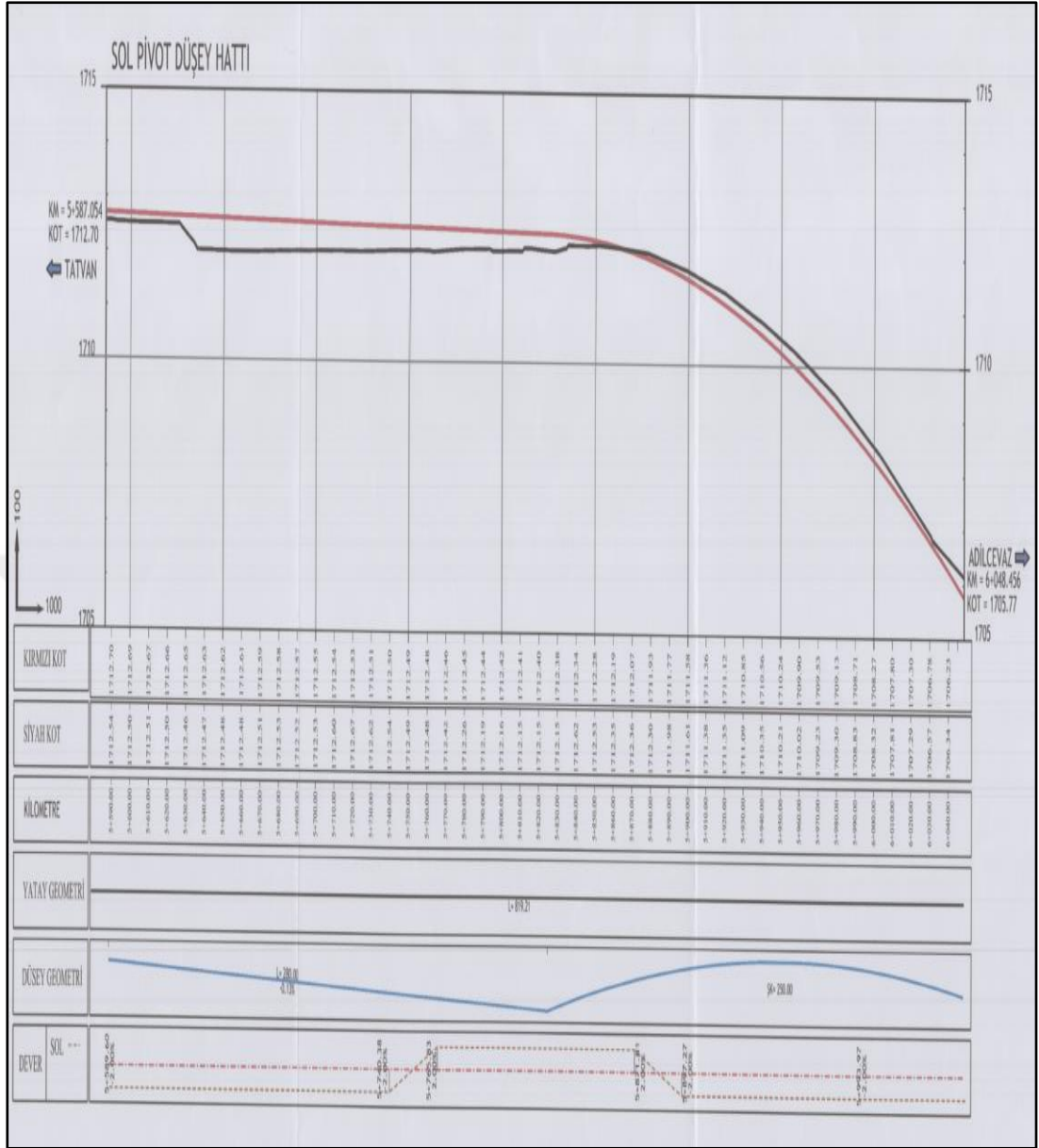
Ana yol yatay hattı 5+300.00 başlanarak 5+587.05 km'leri arasında 287.05 metre olacak şekilde aliyman ile geçiş yaptıktan sonra kavşak refüj sol bölgesinde 5+587.05-5+641.54 km'leri arasında 70 km/saat ve yarıçap 1200 metre olacak şekilde yatay sol kurp, 5+641.54-5+763.29 km'leri arasında 121.75 metre olacak şekilde aliyman, 5+763.29-5+874.36 km'leri arasında 70 km/saat ve yarıçap 50 metre olacak şekilde yatay sağ kurp, 5+874.36-5+993.97 km'leri arasında 119.61 metre olacak şekilde aliyman, 5+993.97-6+048.46 km'leri arasında 70 km/saat ve yarıçap 1200 metre olacak şekilde yatay sol kurp ile 6+048.46-6+119.21 km'leri arasında 70.75 metre aliyman ile sol pivot yatay hattı tamamlanarak mevcut yola bağlanılır.



Şekil 4.34. Ahlat külliye kavşağı sol pivot plan.

4.2.2.4.1.6 Sol pivot düşey hat çalışması

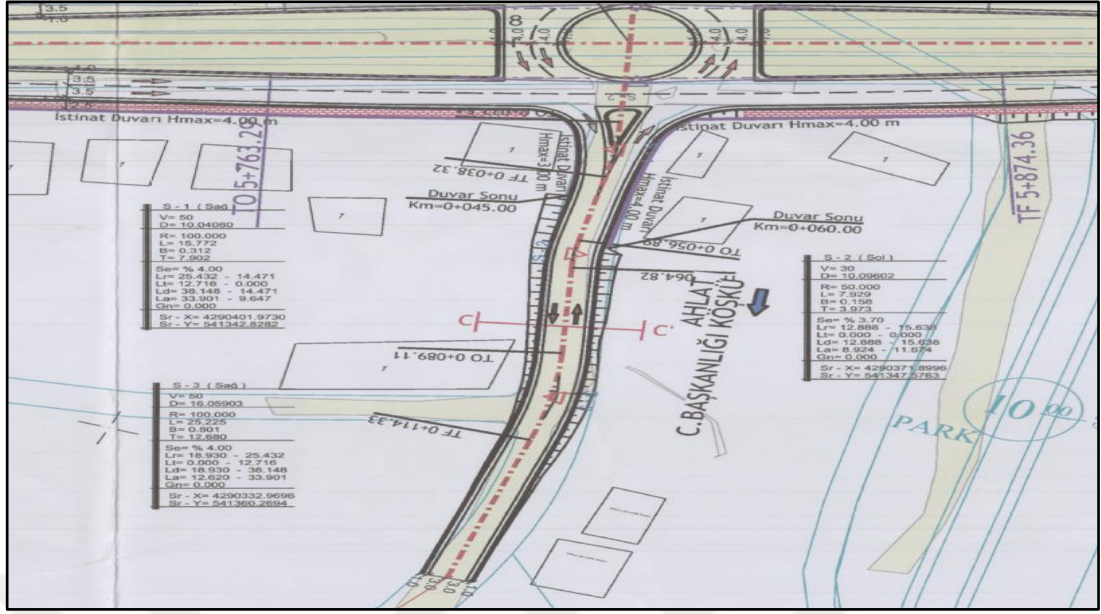
Sol pivot kırmızı hat çalışması ana yol kırmızı hattından kot taşımak suretiyle aynı çalışma sol pivot kırmızı hattına uygulanarak kırmızı kot çalışması tamamlanmıştır. Dever hesabı ise karayolları geometrik standartlarını sağlayacak şekilde yatay hattı kurp dönüşleri dikkate alınarak hesaplanmış olup sol dever hesapları profilde gösterilmiştir.



Şekil 4.35. Ahlat külliye kavşağı sol pivot profil.

4.2.2.4.2 Tali yol-1 yatay hat çalışması

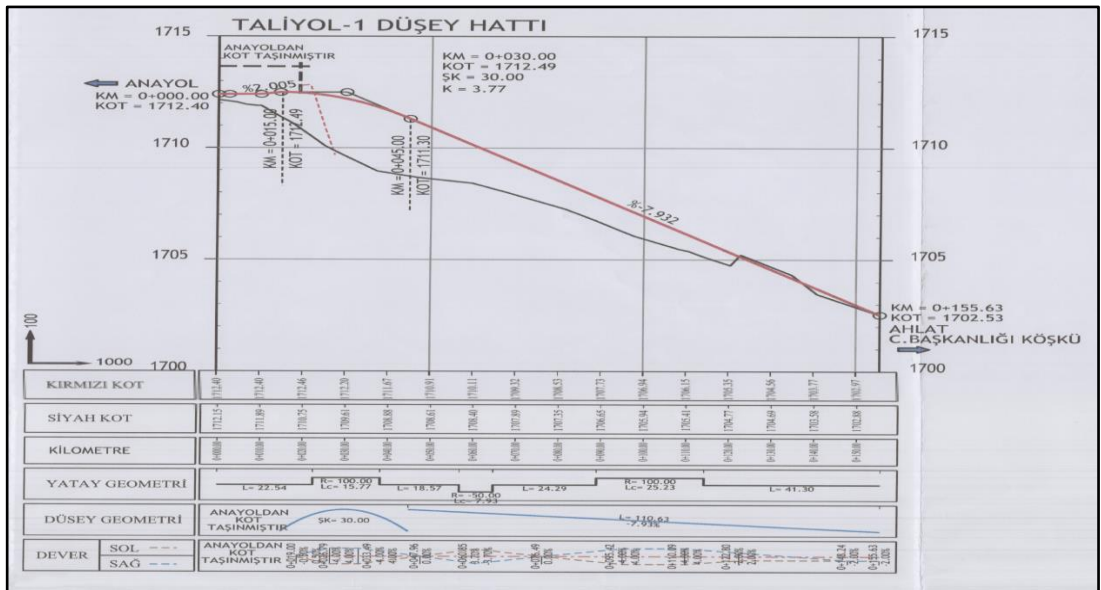
Ana yol yatay hattı 5+817.59 km'sinde dairesel ada tali yol-1 başlangıç noktası olarak başlanarak 0+00.000-0+022.54 km'leri arasında 22.54 metre olacak şekilde alıyman, 0+022.54-0+038.32 km'leri arasında 50 km/saat ve yarıçapı 100 metre olacak şekilde yatay sağ kurp, 0+038.32-0+089.11 km'leri arasında 30 km/saat ve yarıçapı 50 metre olacak şekilde yatay sol kurp, 0+089.11-0+114.33 km'leri arasında 50 km/saat ve yarıçapı 100 metre olacak şekilde yatay sağ kurp ve 0+114.33-0+155.63 km'leri arasında 41.52 metre olacak şekilde alıyman ile tali yol-1 yatay hat çalışması tamamlanmıştır.



Şekil 4.36. Ahlat külliye kavşağı tali yol-1 plan.

4.2.2.4.3 Tali yol-1 düşey hat çalışması

Ana yoldan kot taşıma ile tali yol-1 kırmızı hat çalışmasına başlanmış olup 0+015.00-0+045.00 km'leri arasında şakuli kurp 30 metre ve K değeri 3.77 olacak şekilde tepe düşey kurp ile 0+045.00-0+155.63 km'leri arasında % -7.93 boyuna eğim olacak şekilde tali yol-1 düşey hattı tamamlanmış olur. Dever hesabı ise karayolları geometrik standartlarını sağlayacak şekilde yatay hattı kurp dönüşleri dikkate alınarak hesaplanmış olup sağ ve sol dever hesapları profile gösterilmiştir.



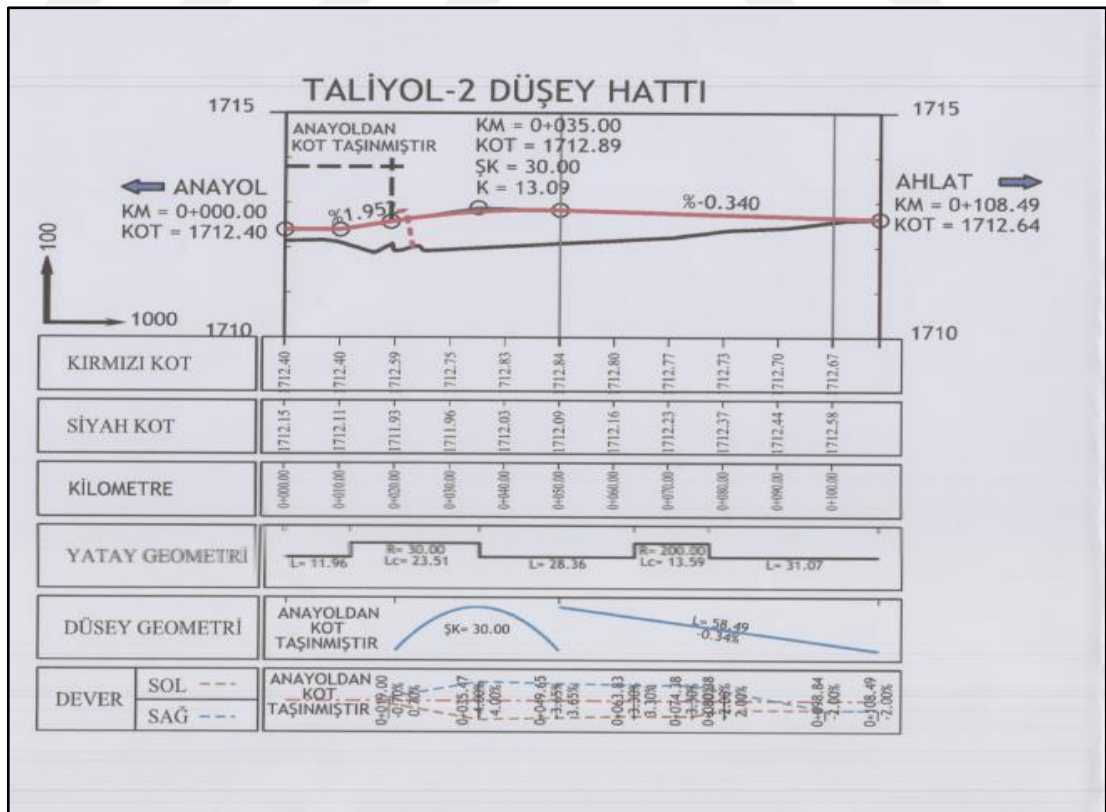
Şekil 4.37. Ahlat külliye kavşağı tali yol-1 profil.

4.2.2.4.4 Tali yol-2 yatay hat çalışması

Ana yol yatay hattı 5+817.59 km'sinde dairesel ada tali yol-2 başlangıç noktası olarak başlanarak 0+00.000-0+035.47 km'leri arasında aliyman ve kurp ile geçiş yapılmış olup 28 km/saat ve yarıçap 30 metre olacak şekilde yatay sağ kurp, 0+035.47-0+063.83 km'leri arasında 28.36 metre olacak şekilde aliyman, 0+063.83-0+077.42 km'leri arasında 50 km/saat ve yarıçap 200 metre olacak şekilde yatay sağ kurp ve 0+077.42-0+108.49 km'leri arasında 31.07 metre olacak şekilde aliyman ile tali yol-2 yatay hattı tamamlanmıştır.

4.2.2.4.5 Tali yol-2 düşey hat çalışması

Ana yoldan kot taşıma ile taliyol-2 kırmızı hat çalışmasına başlanmış olup yaklaşık 0+020.00-0+050.00 km'leri arasında şakuli kurp 30 metre ve K değeri 13.09 olacak şekilde tepe düşey kurp ile yaklaşık 0+050.00-0+108.63 km'leri arasında % -0.34 boyuna eğim olacak şekilde tali yol-2 düşey hattı tamamlanmış olur. Dever hesabı ise karayolları geometrik standartlarını sağlayacak şekilde yatay hattı kurp dönüşleri dikkate alınarak hesaplanmış olup sağ ve sol dever hesapları profile gösterilmiştir.

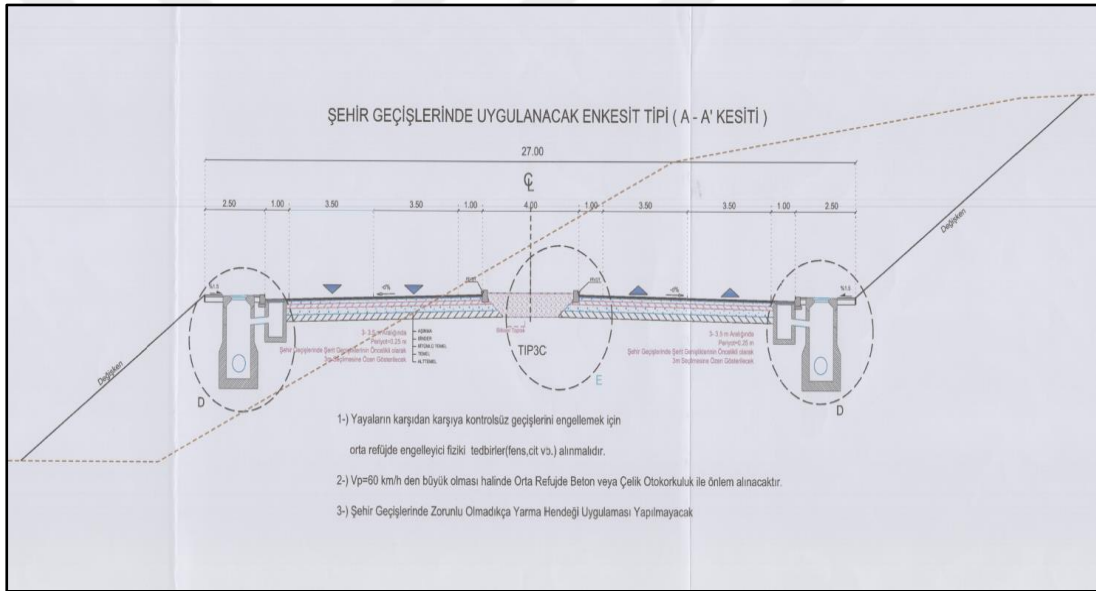


Şekil 4.38. Ahlat külliye kavşağı tali yol-2 profil.

4.2.2.4.6 Tip enkesit çizimi

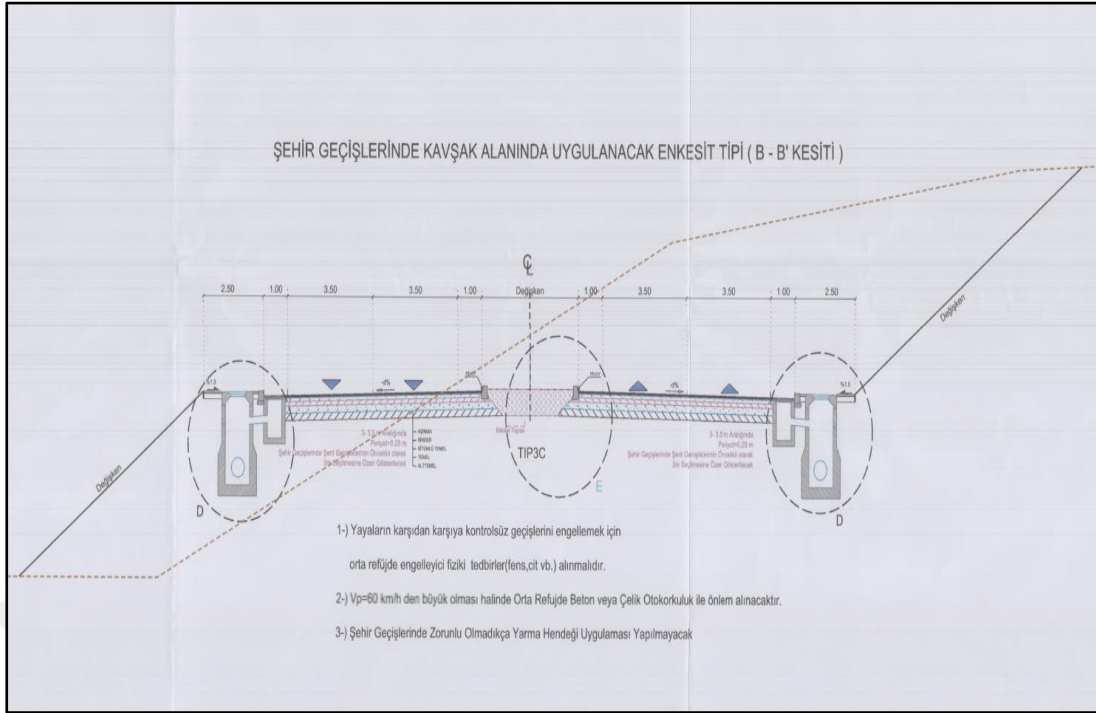
Karayolları geometrik standart tip enkesitleri dikkate alınarak tip enkesit çizimleri yapılmıştır. Ayrıca tip enkesit tercihlerinde yaya ve araçlar bir bütün içerisinde değerlendirilerek şehir geçişi olduğu için tip enkesitlerde tretuvarlı yer altı drenajlı tip enkesitler tercih edilmiştir.

Mevcut Bitlis-Ahlat Devlet Yolu şehir geçişinde uygulanan tip enkesiti Şekil 4.39'da gösterilmekte olup tip enkesit olarak ana yol şerit genişliği 3.5 metre, iç ve dış banketler 1 metre, orta refüj genişliği 4 metre ve tretuvar genişliği 2.5 metre yer altı drenajlı olacak şekilde 2x2 bölünmüş yol olarak 27 metre genişliğinde tip enkesit tasarımı yapılmıştır.



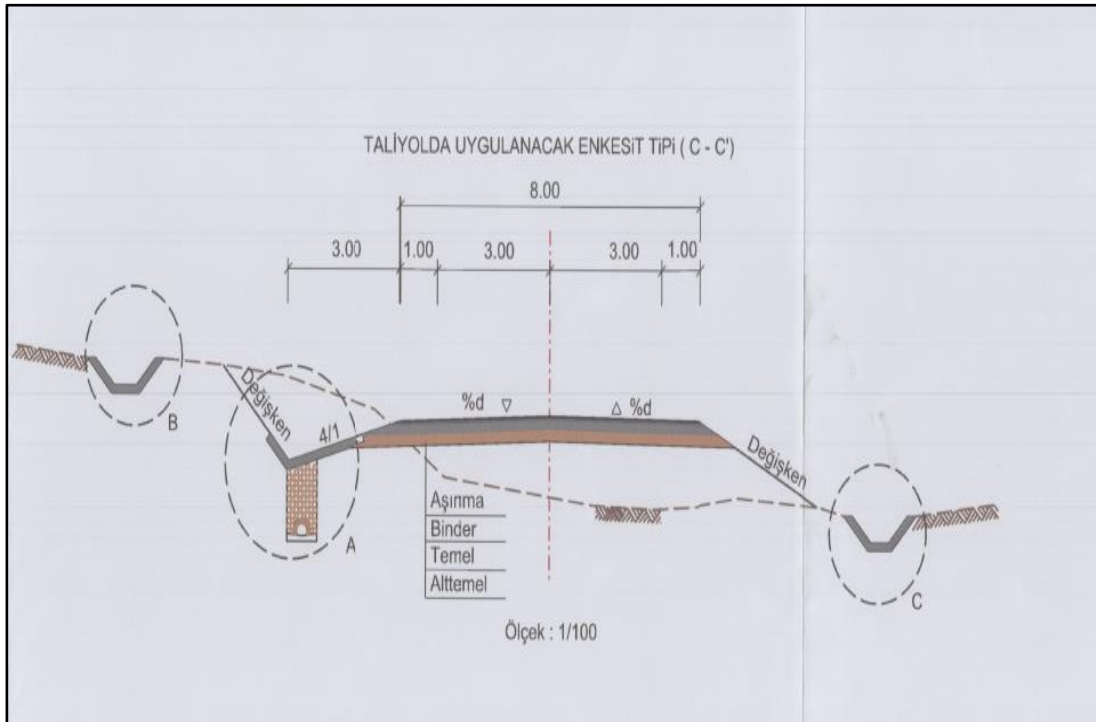
Şekil 4.39. Ahlat külliye kavşağı tip enkesit-1.

Kavşak bölgesi geçişinde uygulanan tip enkesit çalışması şekilde gösterilmekte olup tasarımı yapılan tip enkesit çalışmasında kavşak bölgesinde şerit genişliği 3.5 metre, iç ve dış banketler 1 metre, orta refüjler ise kavşak bölgesinden geçişleri sağladığı için kademeli olarak değişken olacak şekilde ve 2.5 metre tretuvarlı tip enkesit çalışması yapılmıştır. Bölge şehir geçişi olduğu için özellikle trafik güvenliği açısından yayaların kavşak bölgesinde hareketi için tretuvarlı tip enkesit uygun görülmüştür. Ayrıca kavşak bölgesinde orta refüjlerde ise bordür uygulaması ana yol orta refüjünde olduğu gibi uygulanmıştır.



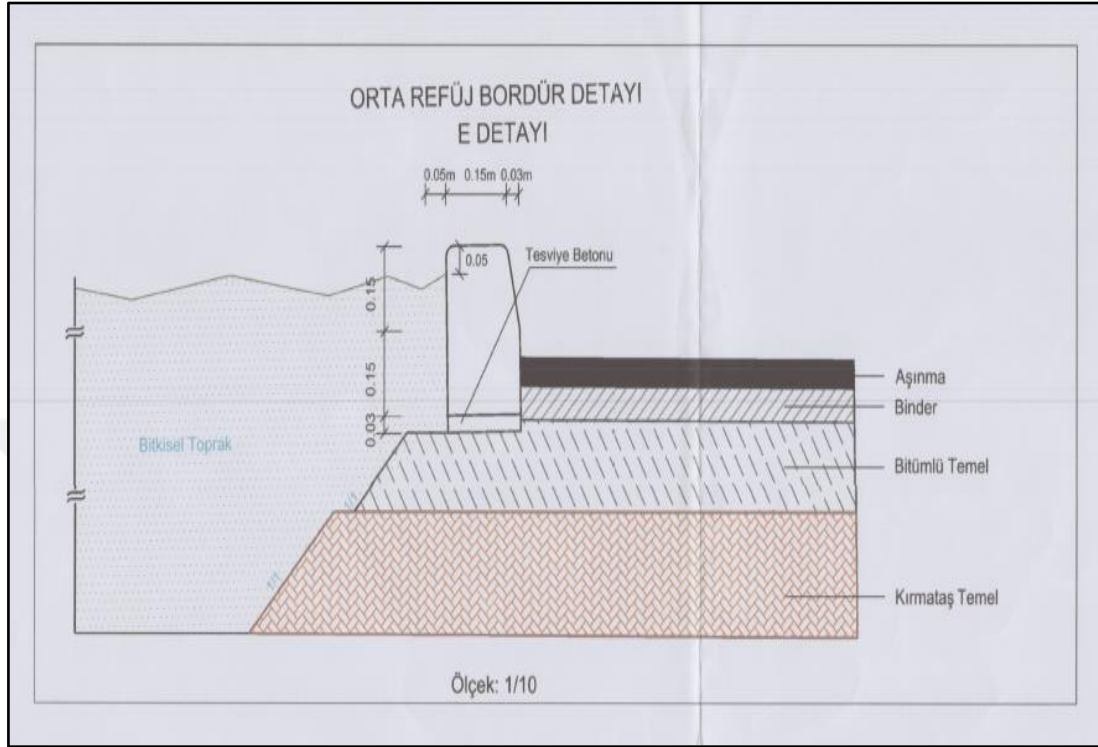
Şekil 4.40. Ahlat külliye kavşağı tip enkesit-2.

Tali yolda tasarlanan tip enkesit ise Şekil 4.41’de görülmekte olup şerit genişliği 3 metre, banket genişliği 1 metre, kaplama genişliği 8 metre olacak şekilde tip enkesit tasarımı yapılmıştır.

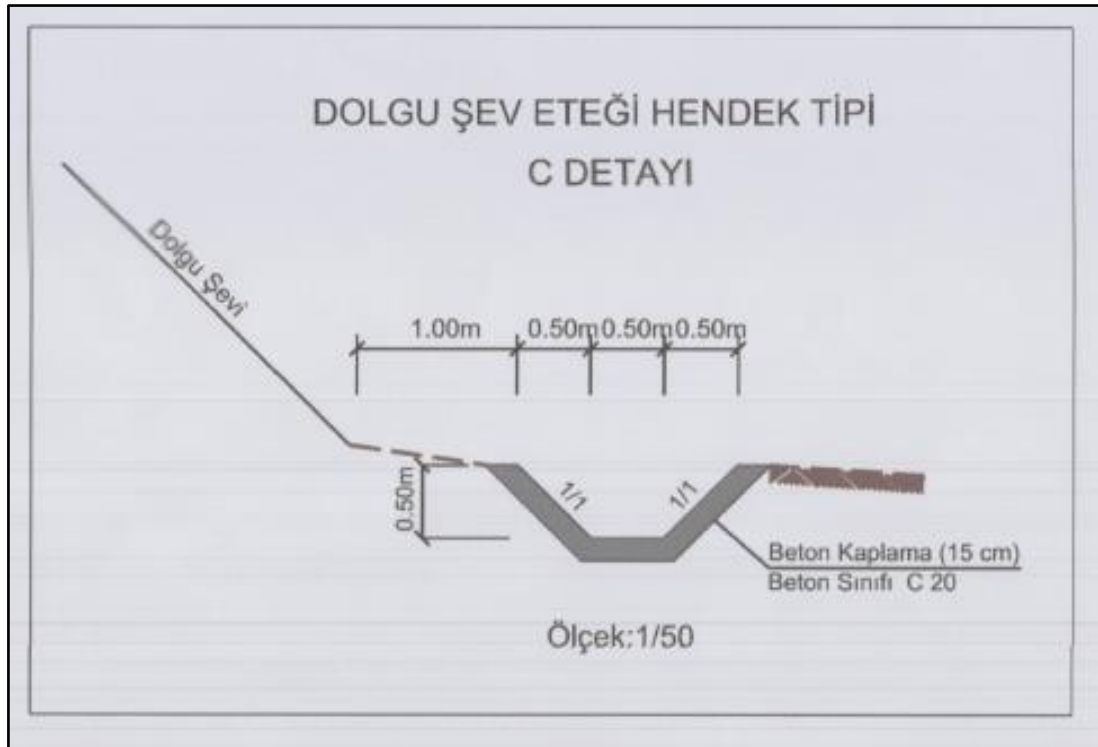


Şekil 4.41. Ahlat külliye kavşağı tip enkesit-3.

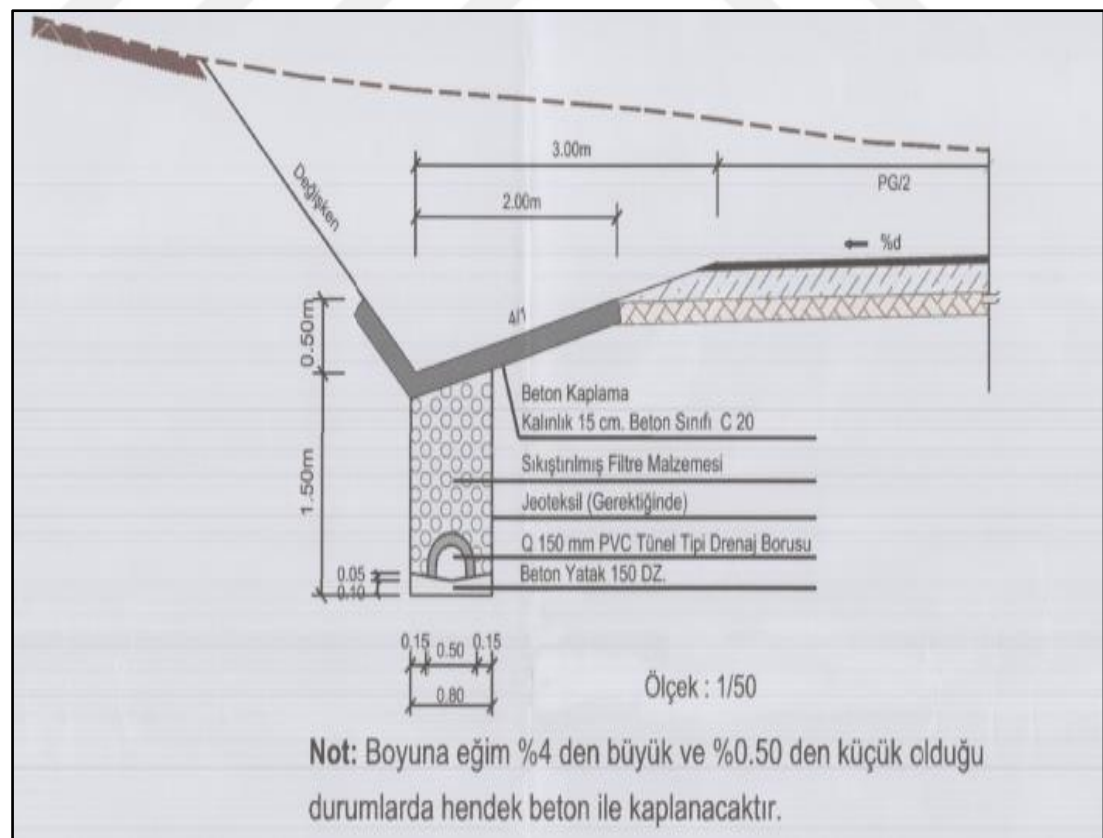
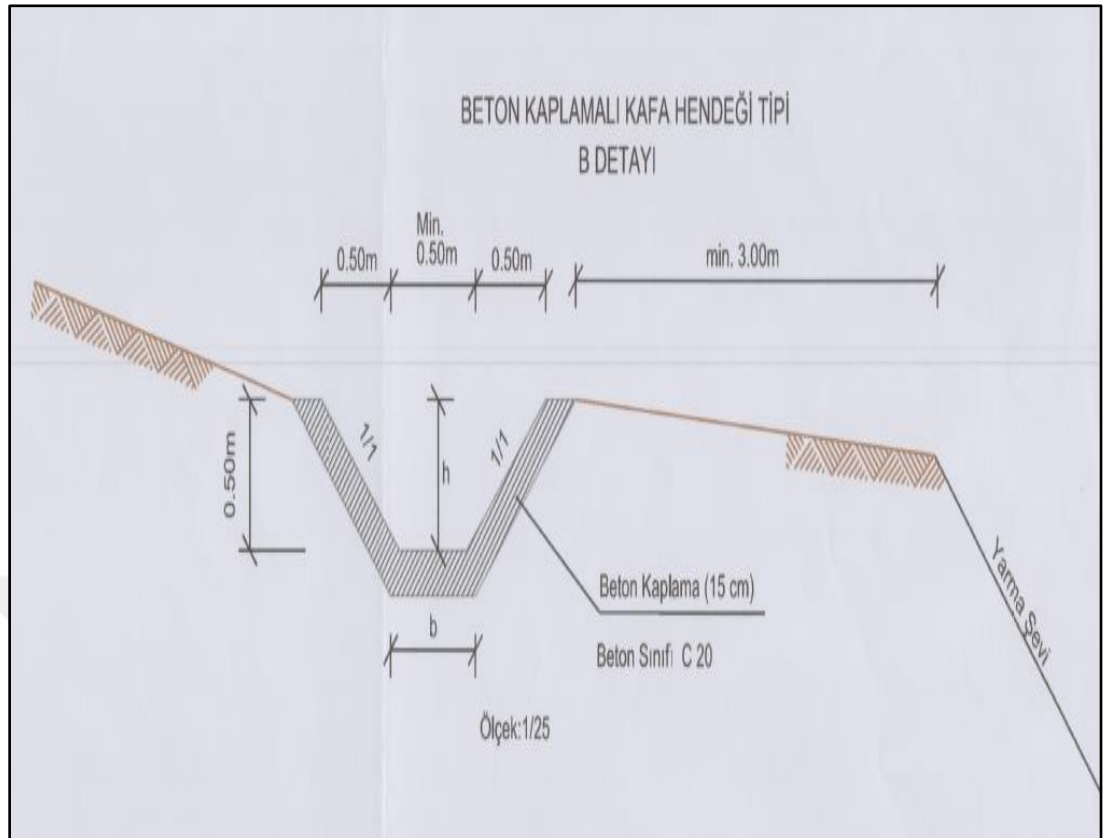
Tasarımda yol üstyapı, bordür detayları, topuk hendeği, kafa hendeği, yeraltı drenaj tipi ve kontrol bacası ile ızgara tipleri Şekil 4.42, Şekil 4.43, Şekil 4.44, Şekil 4.45 ve Şekil 4.46’da görülmektedir.

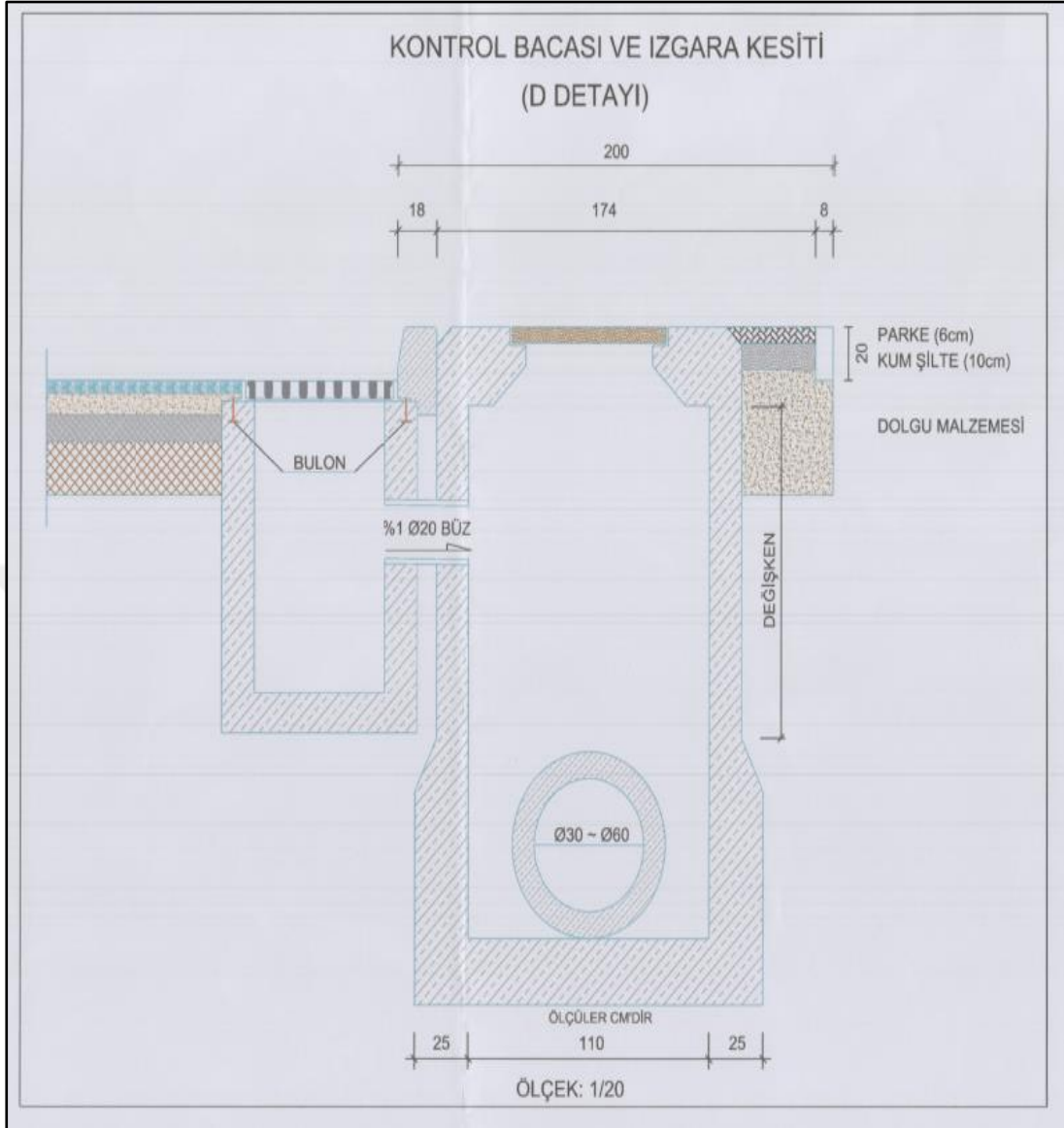


Şekil 4.42. Ahlat külliye kavşağı bordür detayı.



Şekil 4.43. Ahlat külliye kavşağı topuk hendeği.





Şekil 4.46. Ahlat külliye kavşağı kontrol bacası ve ızgara kesiti.

5. MICROSTATION PROGRAMI İLE TASARIM SÜREÇLERİ

Microstation inroads programı ile kavşak tasarım aşamaları şekiller ile gösterilerek maddeler halinde bu bölümde anlatılacaktır.

Tasarımı yapılacak kavşak bölgesinde kavşak tasarımına altlık oluşturmak için harita alımları ile başlanır. Harita alımlarında tasarımı yapılacak alanın mevcut durumunda olan tüm durumlar haritaya işlenecek ve kavşak tasarımda hazırlanan harita doğrultusunda tasarım gerçekleştirilecektir. Kavşak tasarımda arazide yapılan alımlar sonucunda sayısal arazi modellemesi oluşturularak zemin yüzey işlemine başlanır. Zemin yüzey işlemi tamamlandıktan sonra kavşak tasarımı 2 boyut ile çizim yapılarak

Plan ve profiller oluşturulur. Daha sonrasında tip enkesitler oluşturulduktan sonra modelleme işlemi ile kavşak tasarımı tip enkesitler, hacim hesaplamaları ve raporlamalar ile tamamlanır. Microstation inroads programında, genel başlıklar altında anlatılarak tasarımın nasıl yapıldığından bahsedilecektir.

Sayısal arazi modeli, plan, profil, tip enkesit ve modelleme başlıkları altında Microstation inroads programının işleyişinden bahsedilecektir.

5.1 Sayısal Arazi Modeli

Sayısal arazi modeli, arazi alımlarında ölçülen noktaların üçgenleme sistemi ile birleştirilmesiyle programda (dtm) uzantısı ile dosya oluşturularak 3 boyutlu yüzey işlemi yapılmasıdır.

5.1.1 Zemin yüzey (üçgenleme) çalışması

Zemin Yüzey işleminde zemin (dtm) dosyası oluşturmak için aşağıdaki adımların yapılması gerekir.

Bu yapılan işlemler ile zemin isimlendirilmiş ve üçgenleme için dosya oluşturulmuş olur. Yapılan işlemlerde isimlerin program yazılımı İngilizce olduğu için ilerleyen bölümlerde programın hata vermemesi için İngilizce karakterler kullanılması gerekmektedir.

Programda işlem adımları aşağıda gösterilmektedir.

1. File> New
2. Surface
3. Name alanına zemin yaz.
4. Apply
5. Close

New

Surface Geometry

Type: Existing

Name: zemin

Description: örnek proje

Maximum Length: 0.000

Preference: Default

Apply Help

Name	Description
Default	
Zemin	

Close

Şekil 5.1. Programa zemin tanımlama.

Zemin programa tanımlandıktan sonra arazide yapılan alımların tanımlanan zemin dosyasının içerisine aktarılması gerekmektedir.

Yüzey (dtm) dosyasının tanımlanmasında belirli nokta isimleri yer almaktadır. Zemin yüzey işleminin doğru olması için tanımlamanın doğru yapılması gerekir. Yüzey işleminde random, breakline, interior, exterior ve contour olmak üzere tanımlanan tipler bulunmaktadır.

Yüzey (dtm) noktalardan oluşan bir yapıya sahiptir. Beş adet nokta tipimiz mevcuttur. Şimdi bu nokta tiplerini tanıyalım.

Random: x, y ve z koordinatlar bilgilerini içeren noktasal değerler olarak okunan verileri içermektedir.

Breakline: Çizgisel verilerden oluşan koordinat değerleridir

Exterior: Harita alımı ile oluşturulan alanı çevreleyerek üçgenlemenin bu alanın dışına çıkmasını engeller ve sınırları belirler.

Contour: Eşyüksekti eğrileri ile oluşan çizgilerin koordinat değerleridir.

Interior: Kapalı alanı oluşturan yapıların koordinat değerlerini içermektedir.

Yüzey (dtm) dosyası oluşumunda tanımlanan nokta tiplerinin aktarımı microstation inroads programında aşağıda belirtilen adımlar ile yapılmaktadır.

Sahada yapılan çalışmada yapılan alımlar ile haritası oluşturulan bölgeden microstation inroads programı ile alımlar programa aktarılarak yüzey (dtm) dosyası oluşturulur.

Verileri program içerisine aktarmak için aşağıda yer alan adımların yapılması gerekmektedir.

Şekilde görülen File Import Surface ile şekilde görülen Import Surface ekranından Surface bölümünden zemin seçilir, load from bölümünden Level seçilir, Level bölümünden Nokta seçilir, Elevations bölümünden Use Element Elevations seçilir, Seed Name bölümünden Nokta seçilir, Feature Style bölümünden Random seçilir, Point Type bölümünden seçilir ve Apply ile onaylanarak (dtm) dosyanın içerisine veriler aktarılmış olur.

1. File> Import> Surface
2. Surface> zemin
3. Load From> Level
4. Level> Nokta
5. Elevations> Use Element Elevations
6. Seed Name> Nokta yaz.
7. Feature Style> Random
8. Point Type> Random seç Apply ile onayla.

Import Surface

From Graphics DEM From Geometry

Surface: Zemin

Load From: Level

Level: Nokta

Elevations: Use Element Elevations

Intercept Surface: Default

☐ Drape Vertices Only

☐ Thin Surface

Tolerance: 5,000

Apply

Filter...

Results...

Preferences...

Help

Features

☐ Use Tagged Graphics Information

Seed Name: Nokta

Feature Style: Random

Point Type: Random

☐ Maximum Segment Length: 0,000

☐ Point Density Interval: 0,000

Duplicate Names:

☐ Append ☐ Replace ☒ Rename

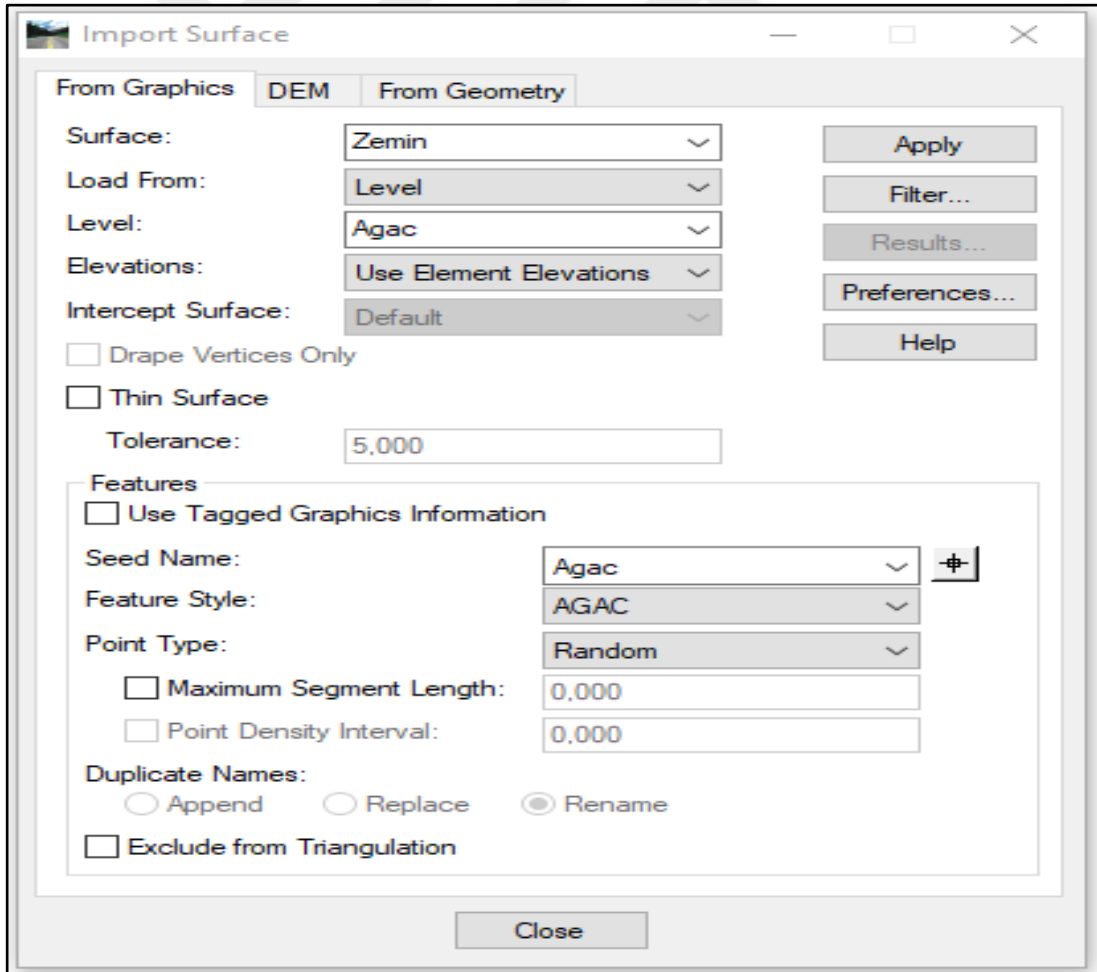
☐ Exclude from Triangulation

Close

Şekil 5.2. Zemin bilgilerin programa aktarılması-1.

Şekil 5.3'te görülen Surface bölümünden zemin seçilir, Load from bölümünden Level seçilir, Level bölümünden Agac seçilir, Elevations bölümünden Use Element Elevations seçilir, Seed Name bölümünden Agac seçilir, Feature Style bölümünden Agac seçilir, Point Type bölümünden Breakline seçilir ve Apply ile onaylanarak (dtm) dosyanın içerisine veriler aktarılmış olur.

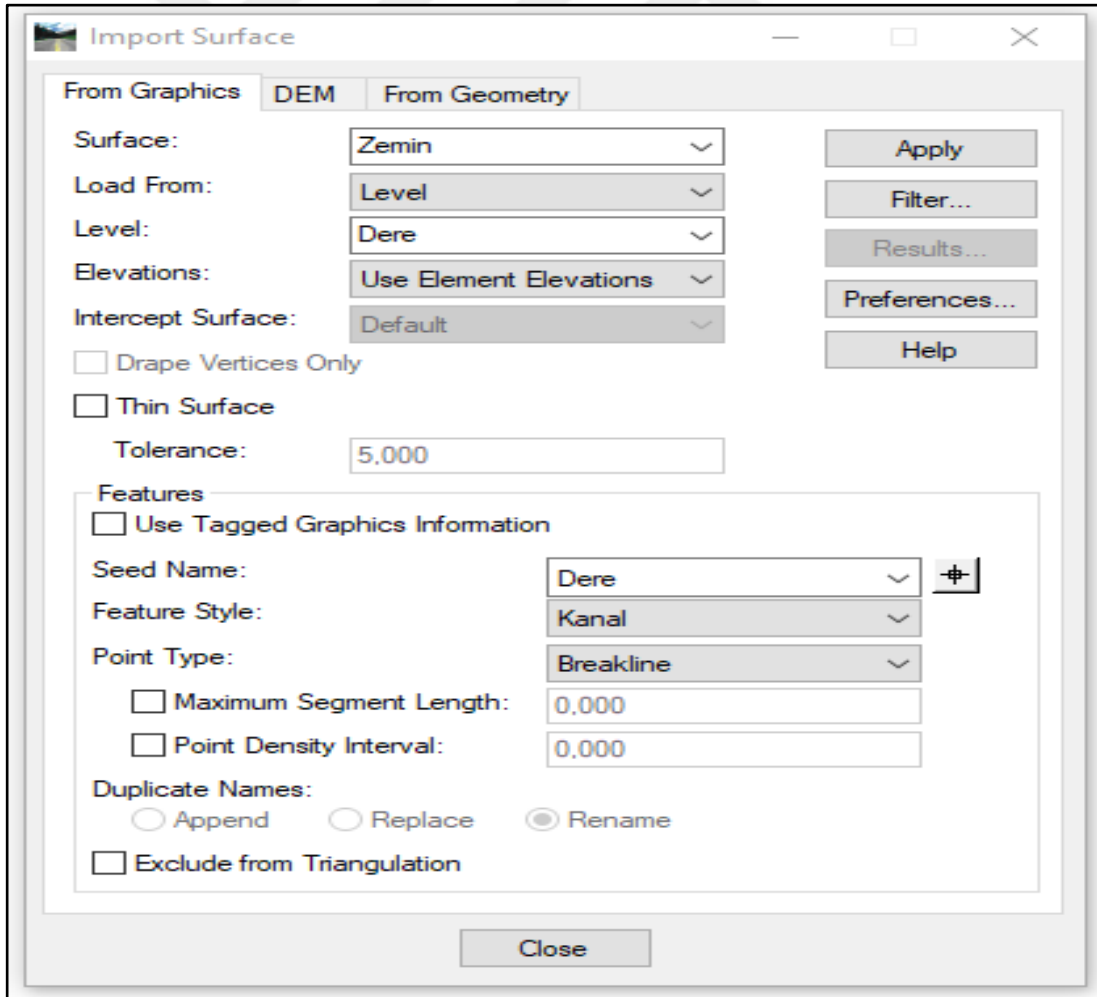
1. Surface> zemin
2. Load From> Level
3. Level> Agac
4. Elevations> Use Element Elevations
5. Seed Name> Agac yaz.
6. Feature Style> Agac
7. Point Type> Random
8. Apply



Şekil 5.3. Zemin bilgilerin programa aktarılması-2.

Şekil 5.4'te görülen Surface bölümünden zemin seçilir, Load from bölümünden Level seçilir, Level bölümünden Dere seçilir, Elevations bölümünden Use Element Elevations seçilir, Seed Name bölümünden Dere seçilir, Feature Style bölümünden Kanal seçilir, Point Type bölümünden Breakline seçilir ve Apply ile onaylanarak (dtm) dosyanın içerisine veriler aktarılmış olur.

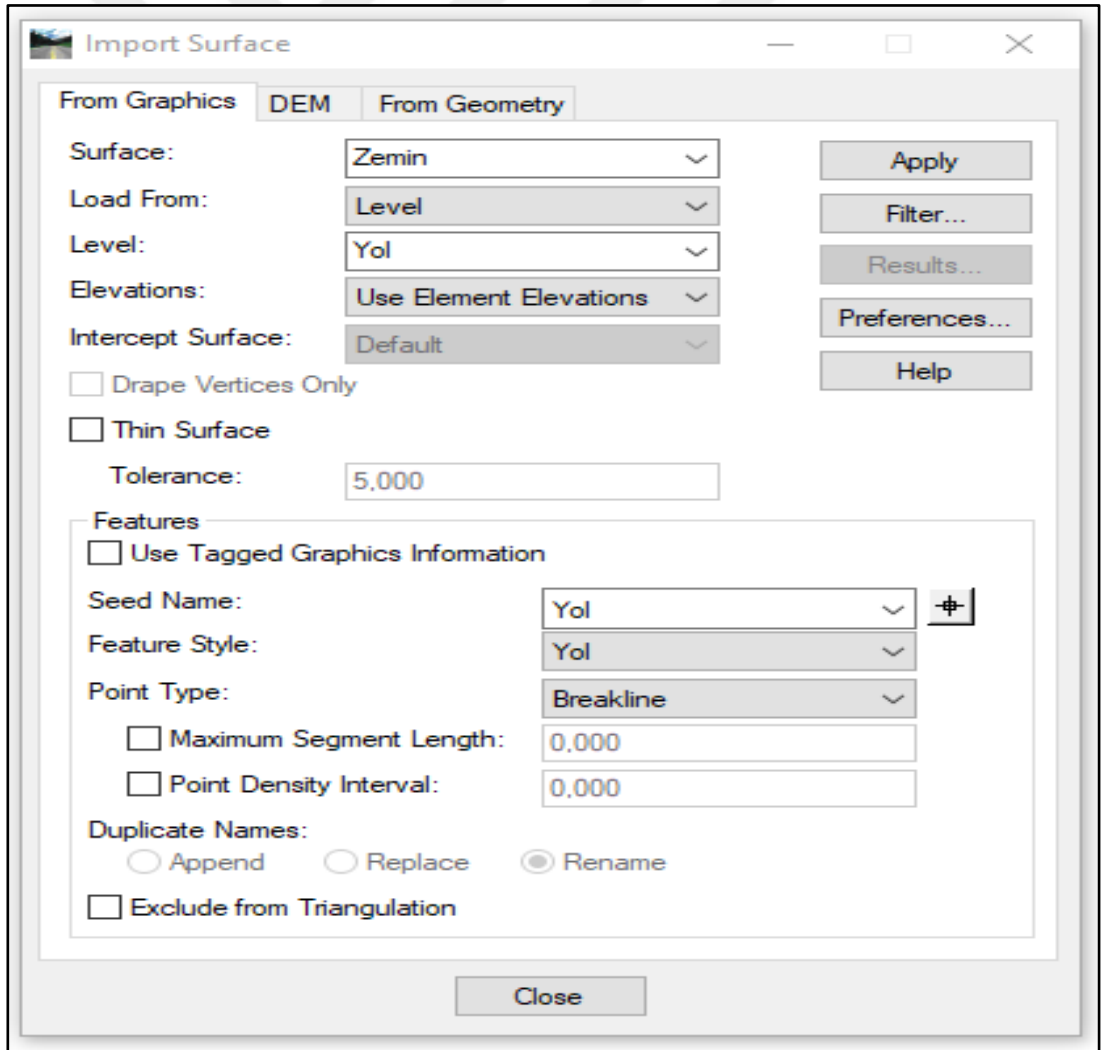
1. Surface> zemin
2. Load From> Level
3. Level> Dere
4. Elevations> Use Element Elevations
5. Seed Name> Dere yaz.
6. Feature Style> Kanal
7. Point Type> Breakline
8. Apply



Şekil 5.4. Zemin bilgilerin programa aktarılması-3.

Şekil 5.5'te görülen Surface bölümünden zemin seçilir, Load from bölümünden Level seçilir, Level bölümünden Dere seçilir, Elevations bölümünden Use Element Elevations seçilir, Seed Name bölümünden Yol seçilir, Feature Style bölümünden Yol seçilir, Point Type bölümünden Breakline seçilir ve Apply ile onaylanarak (dtm) dosyanın içerisine veriler aktarılmış olur.

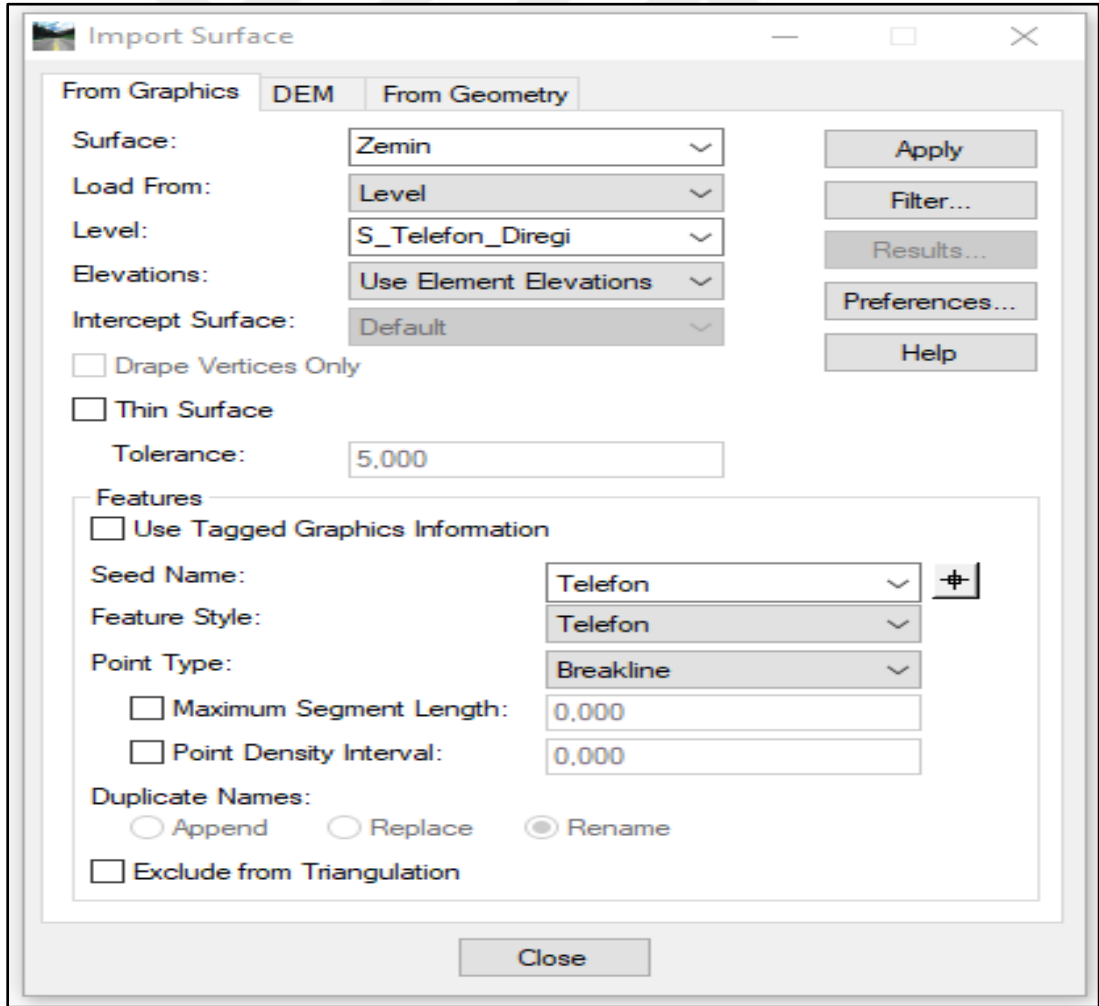
1. Surface> zemin
2. Load From> Level
3. Level> Yol
4. Elevations> Use Element Elevations
5. Seed Name> Yol yaz.
6. Feature Style> Yol
7. Point Type> Breakline
8. Apply



Şekil 5.5. Zemin bilgilerin programa aktarılması-4.

Şekil 5.6’da görülen Surface bölümünden zemin seçilir, Load from bölümünden Level seçilir, Level bölümünden S_Telefon_Diregi seçilir, Elevations bölümünden Use Element Elevations seçilir, Seed Name bölümünden Telefon seçilir, Feature Style bölümünden Telefon seçilir, Point Type bölümünden Breakline seçilir ve Apply ile onaylanarak (dtm) dosyanın içerisine veriler aktarılmış olur.

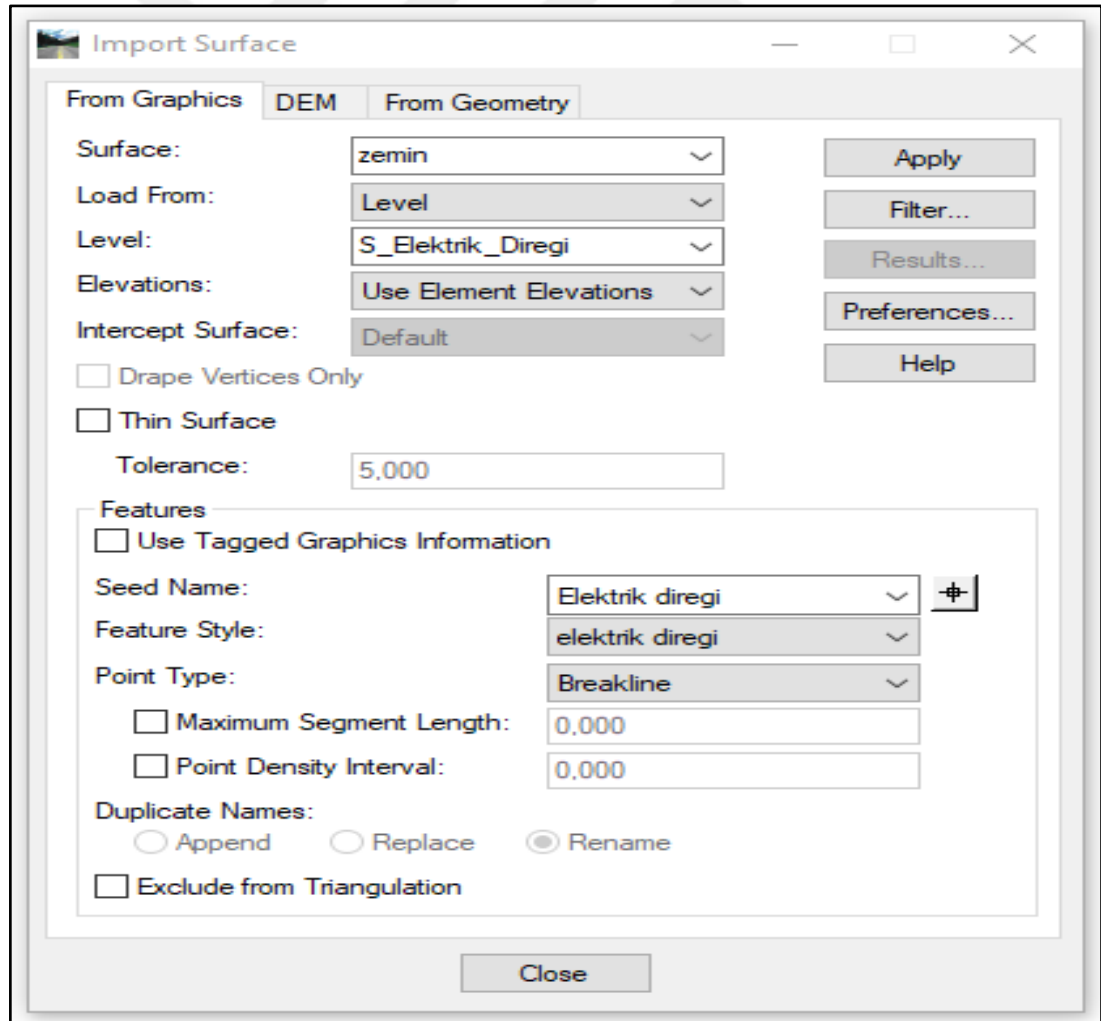
1. Surface> zemin
2. Load From> Level
3. Level> S_Telefon_Diregi
4. Elevations> Use Element Elevations
5. Seed Name> Telefon yaz.
6. Feature Style> Telefon
7. Point Type> Breakline
8. Apply



Şekil 5.6. Zemin bilgilerin programa aktarılması-5.

Şekil 5.7’de görülen Surface bölümünden zemin seçilir, Load from bölümünden Level seçilir, Level bölümünden S_Elektrik_Diregi seçilir, Elevations bölümünden Use Element Elevations seçilir, Seed Name bölümünden Elektrik diregi seçilir, Feature Style bölümünden Elektrik Diregi seçilir, Point Type bölümünden Breakline seçilir ve Apply ile onaylanarak (dtm) dosyanın içerisine veriler aktarılmış olur.

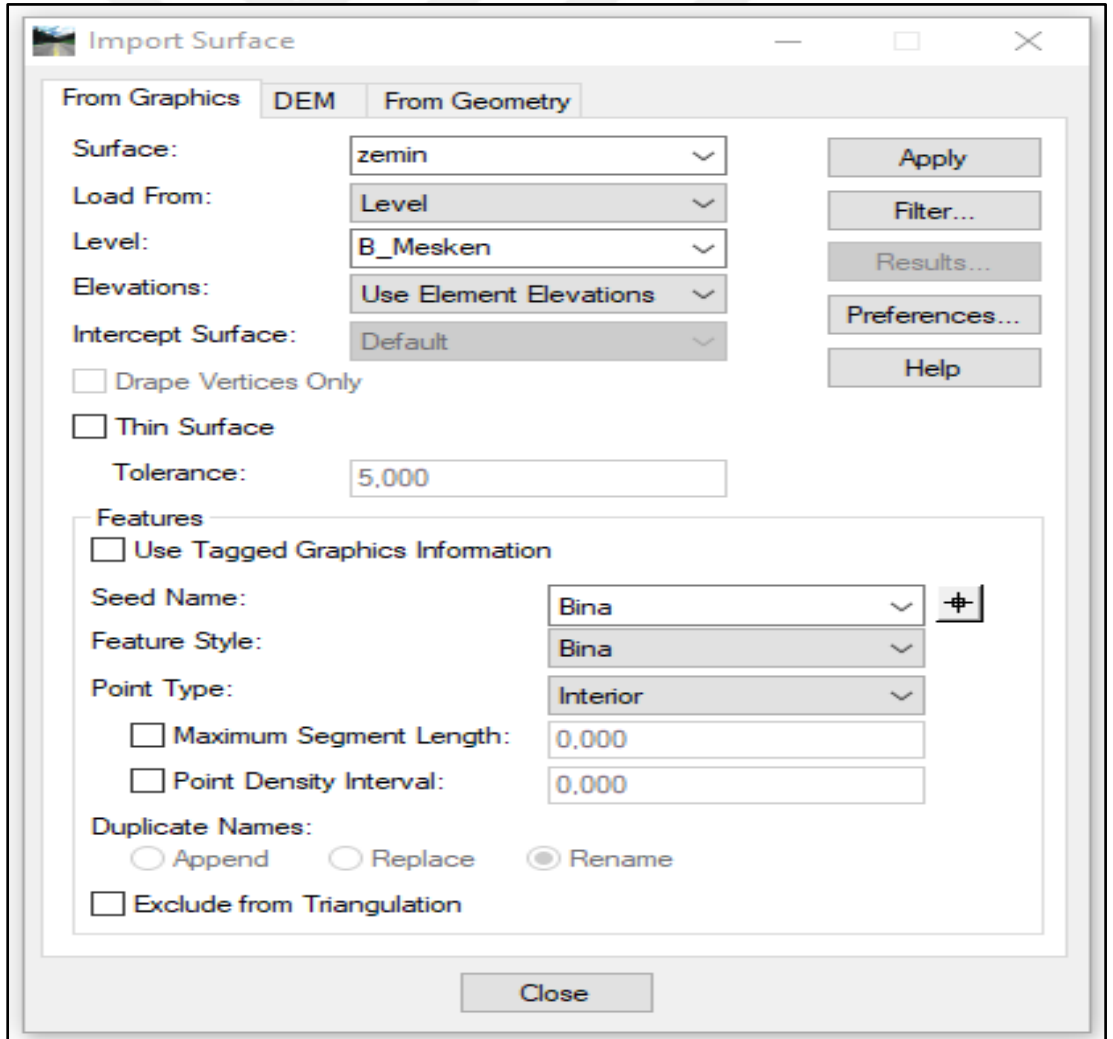
1. Surface> zemin
2. Load From> Level
3. Level> S_Elektrik_Diregi
4. Elevations> Use Element Elevations
5. Seed Name> Elektrik diregi yaz.
6. Feature Style> Elektrik diregi
7. Point Type> Breakline
8. Apply



Şekil 5.7. Zemin bilgilerin programa aktarılması-6.

Şekil 5.8’de görülen Surface bölümünden zemin seçilir, Load from bölümünden Level seçilir, Level bölümünden B_Mesken seçilir, Elevations bölümünden Use Element Elevations seçilir, Seed Name bölümünden Bina seçilir, Feature Style bölümünden Bina seçilir, Point Type bölümünden Interior seçilir ve Apply ile onaylanarak (dtm) dosyanın içerisine veriler aktarılmış olur.

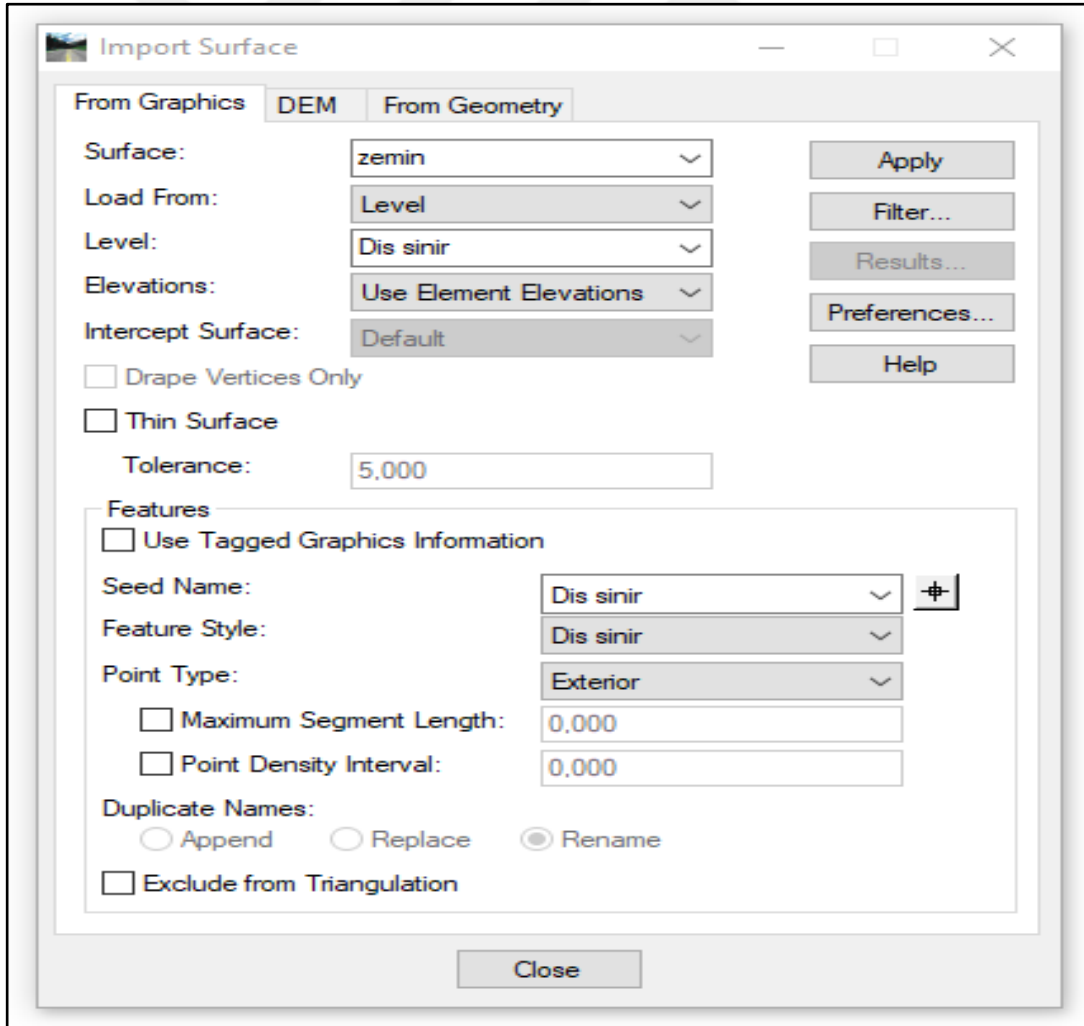
1. Surface> zemin
2. Load From> Level
3. Level> B_Mesken
4. Elevations> Use Element Elevations
5. Seed Name> Bina yaz
6. Feature Style> Bina
7. Point Type> Interior
8. Apply



Şekil 5.8. Zemin bilgilerin programa aktarılması-7.

Şekil 5.9’da görülen Surface bölümünden zemin seçilir, Load from bölümünden Level seçilir, Level bölümünden Dis sınır seçilir, Elevations bölümünden Use Element Elevations seçilir, Seed Name bölümünden Dis sınır seçilir, Feature Style bölümünden Dis sınır seçilir, Point Type bölümünden Exterior seçilir ve Apply ile onaylanarak (dtm) dosyanın içerisine veriler aktarılmış olur.

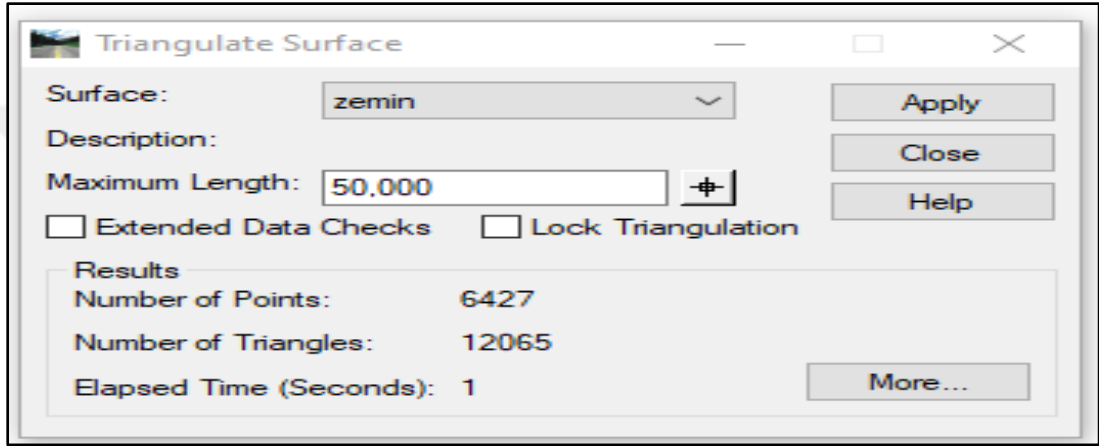
1. Surface> zemin
2. Load From> Level
3. Level> Dis sınır
4. Elevations> Use Element Elevations
5. Seed Name> Dis sınır yaz
6. Feature Style> Dis sınır
7. Point Type> Exterior
8. Apply



Şekil 5.9. Zemin bilgilerin programa aktarılması-8.

Yüzey üçgenlerin hesaplama işlemleri ve yüzey (dtm) dosyası oluştuktan sonra kaydedilme işlemleri aşağıda Şekil 5.10'da gösterilmekte ve adımlar bölümünde anlatılmaktadır.

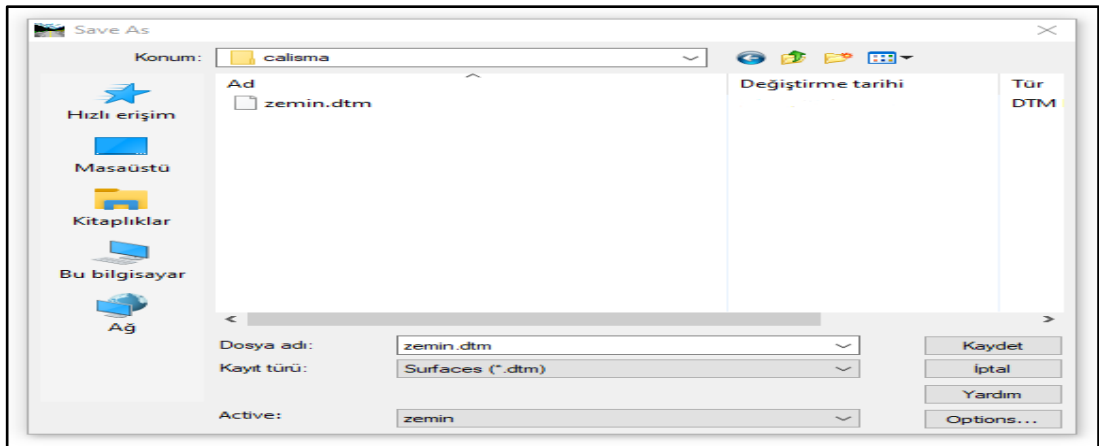
1. Surface> Triangulate Surface
2. Surface> zemin
3. Maximum Length> 50
4. Apply
5. Close



Şekil 5.10. Zemin yüzey üçgenleme detayı.

Yüzey (dtm) dosyasının üçgenleme işlemi yapıldıktan sonra dosyayı kaydetmek için aşağıda şekilde ve adımlar bölümünde anlatılmaktadır.

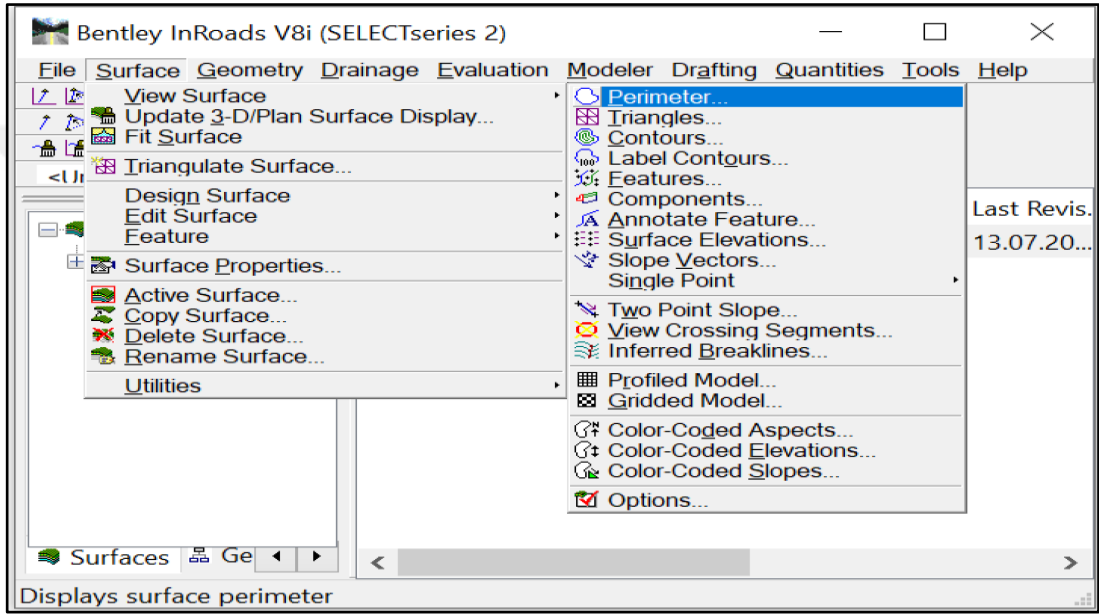
1. File> Save As.
2. Masaüstü> çalışma dosyası açılarak kaydet ile (dtm) dosyası kaydedilmiş olur.



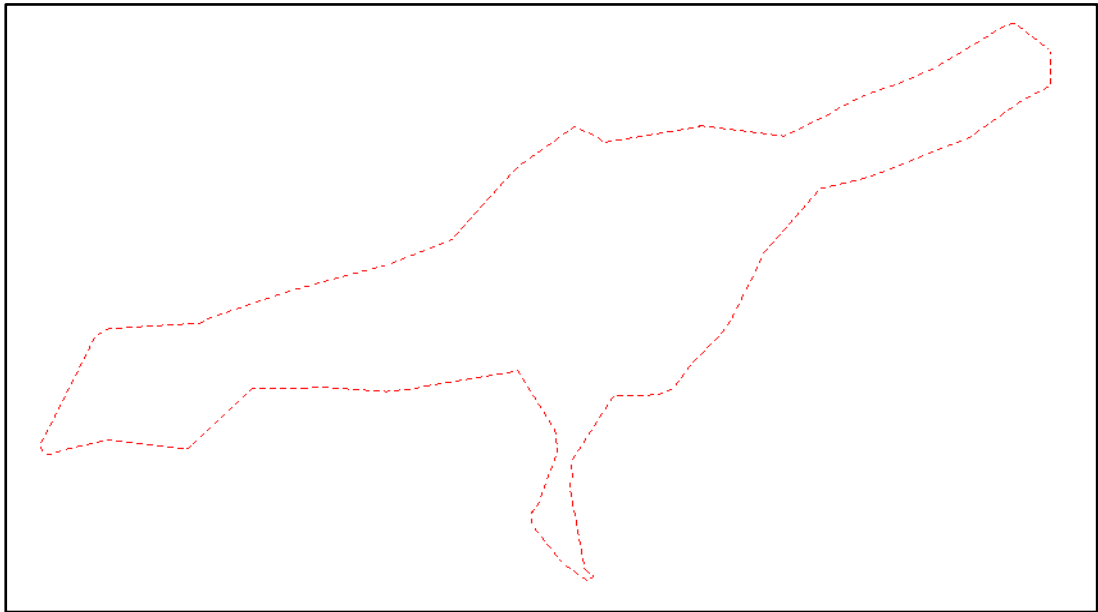
Şekil 5.11. Zemin (dtm) dosya kaydetme.

Kavşak tasarımında hazırlanan dtm dosyasının dış sınır çizgilerinin görüntüsü aşağıdaki adımlar ile microstation inroads programı ile Surface-View Surface bölümünden Perimetre tıklanarak View Perimeter ekranını açılır. Surface bölümünden zemin dosyası seçilerek Apply tıklanır ve zemin dış yüzeyi microstation ekranında gösterilir.

1. Surface> View Surface> Perimeter
2. View Perimeter ekranında Surface> zemin
3. Apply



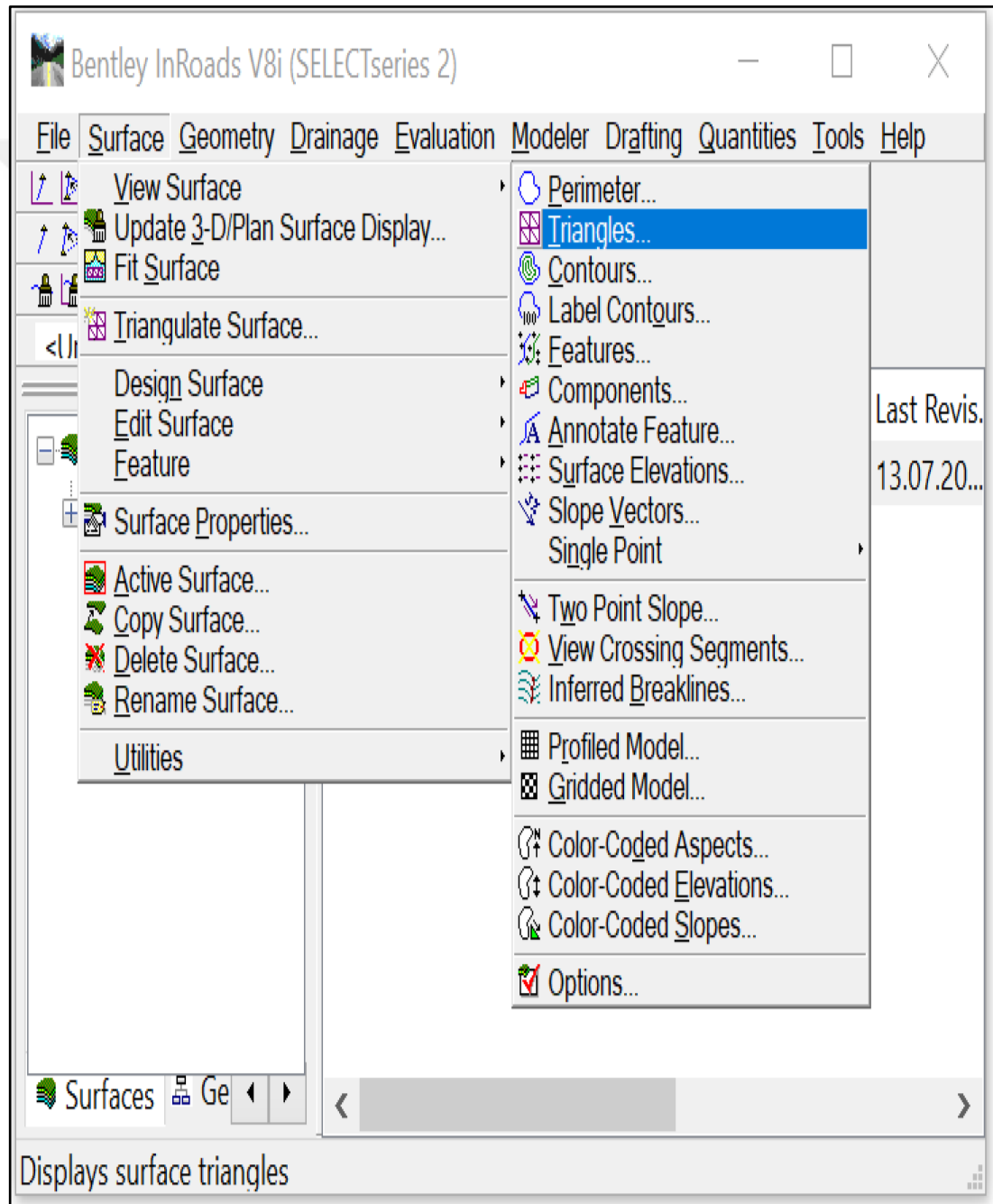
Şekil 5.12. Zemin dış yüzey çizgisi oluşturma-1.



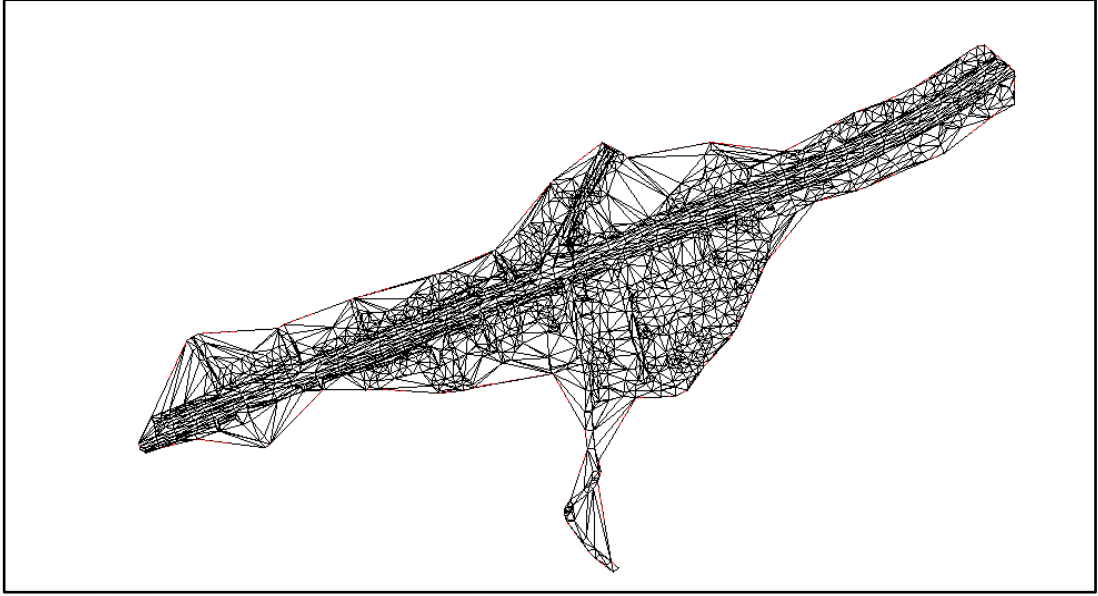
Şekil 5.13. Zemin dış yüzey çizgisi oluşturma-2.

Kavşak tasarımında hazırlanan dtm dosyasının ekranda gösterilmesi aşağıdaki adımlar ile microstation inroads programı ile Surface-View Surface bölümünden Triangles bölümüne tıklanarak View Triangles ekranı açılır. Surface bölümünden zemin dosyası seçilerek Apply tıklanarak yüzey işlemi microstation ekranında gösterilir.

1. Surface> View Surface> Triangles
2. View Triangles ekranında Surface> zemin
3. Apply



Şekil 5.14. Zemin yüzey oluşturma-1.

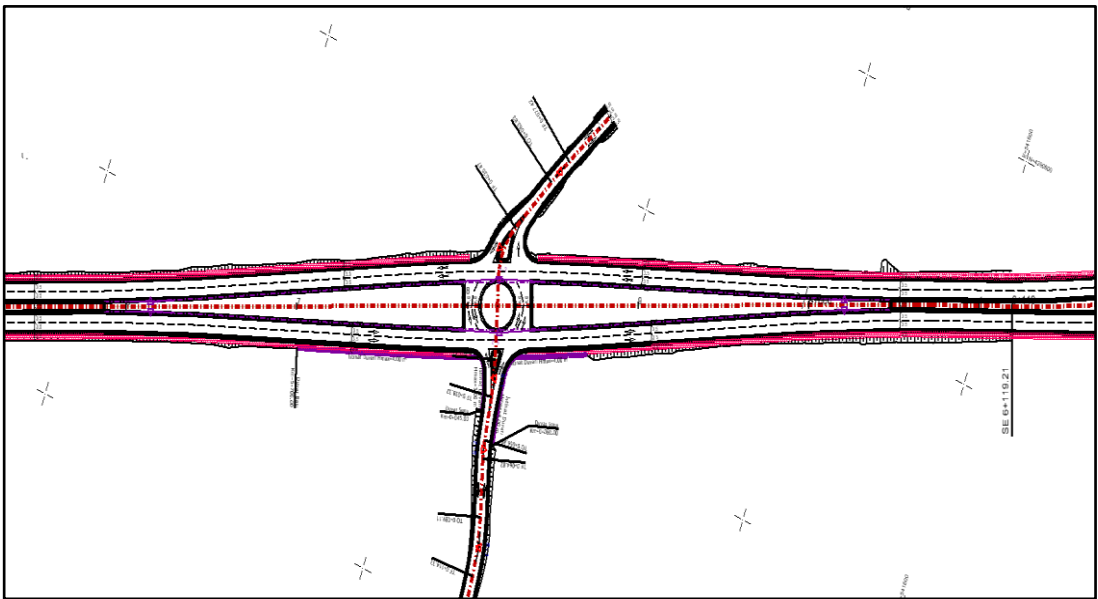


Şekil 5.15. Zemin yüzey oluşturma-2.

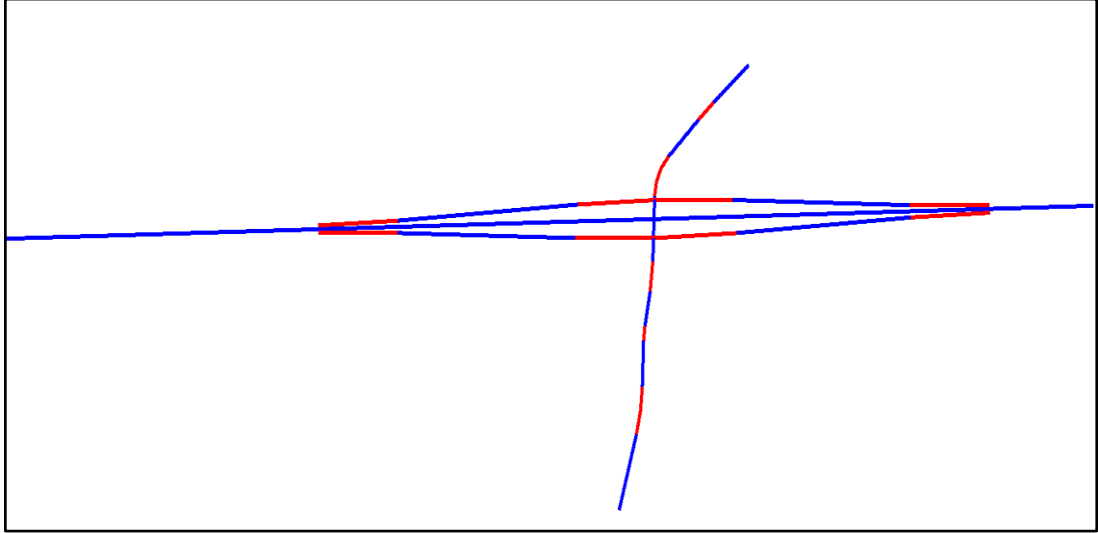
5.2 Geometry (alg) Dosyası Oluşturma

5.2.1 Geometry yatay hat (alg) dosyası oluşturma

Geometry yatay hat (alg) dosyası oluşturmada önce kavşak tasarımı 2 boyutlu olarak çizimi yapılır ve yatay güzergâhta belirlenen hatlar import ile oluşturulan yatay hat (alg) dosyasının içine atılarak tanımlaması yapılır. Örnek olarak aşağıda 2 boyutlu olarak çizilmiş kavşak tasarımı gösterilmektedir. Bu kavşak tasarımında ana yol hattı, sağ-sol pivot hattı, tali yol hatları (alg) dosyası içerisinde yatay hat olarak tanımlanır.



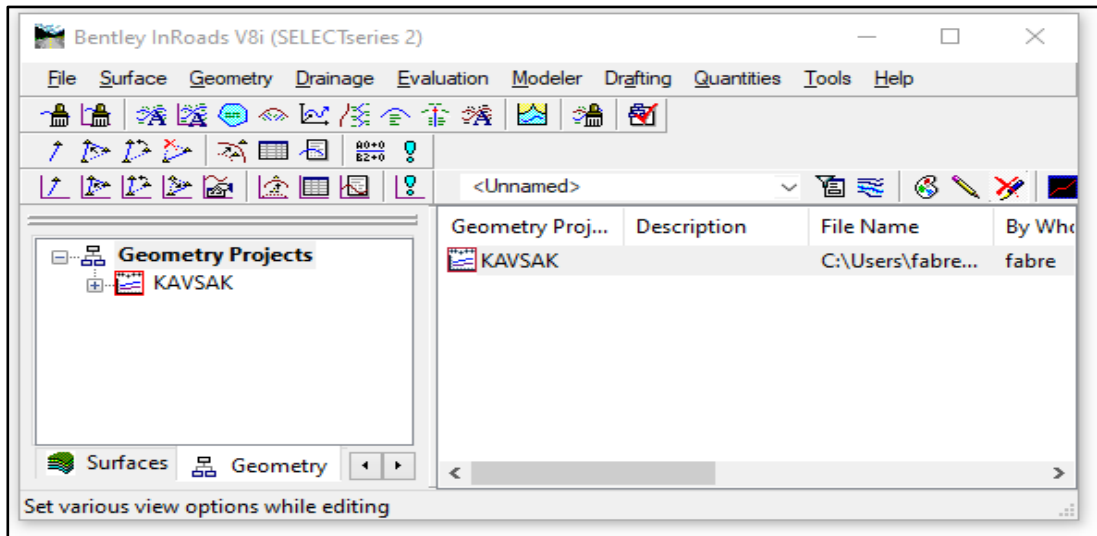
Şekil 5.16. Yatay hat çalışması.



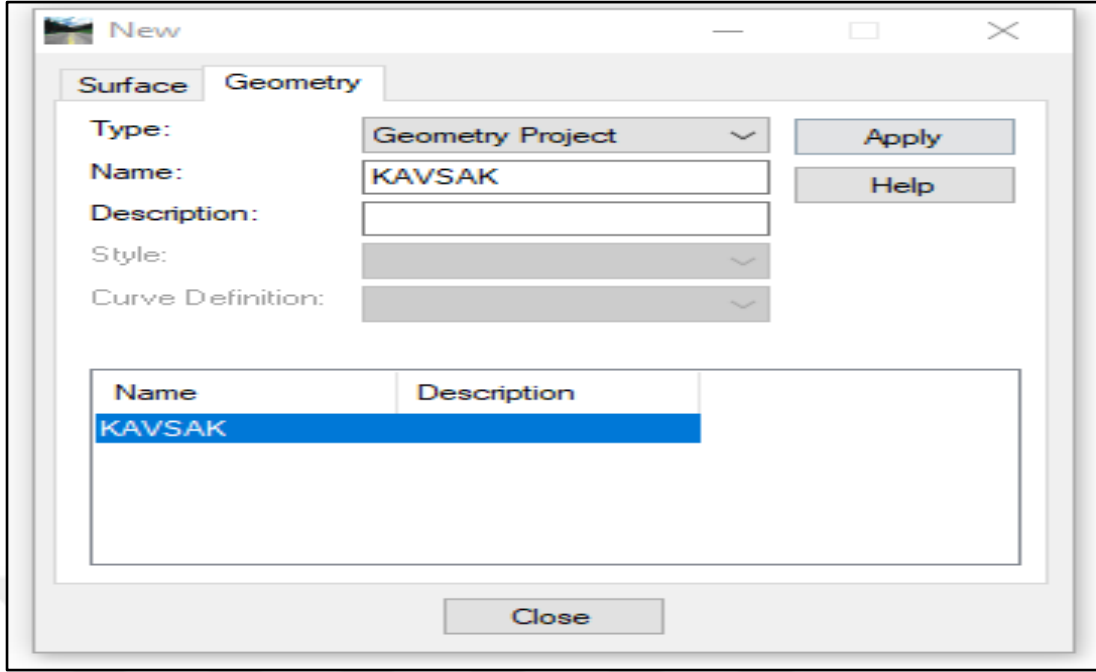
Şekil 5.17. Yatay hat çalışması eksen.

Kavşak çiziminde (alg) dosyasının içerisine tanımlanacak hatlar microstation programında line ile çizilmesi durumunda File, Import ve Geometry bölümünden gelen ekran ile tanımlanır. Tanımlama yapmadan önce Geometry Project bölümünden sağ tıklayarak New sekmesine tıklayarak açılan New ekranından Type bölümünden Geometry Project seçilir. Name bölümüne isim verilir ve Apply tıklanarak (alg) dosyası tanımlanmış olur.

1. Geometry Project sağ tıklanarak New bölümüne girilir.
2. Type> Geometry Project
3. Name> KAVSAK
4. Apply

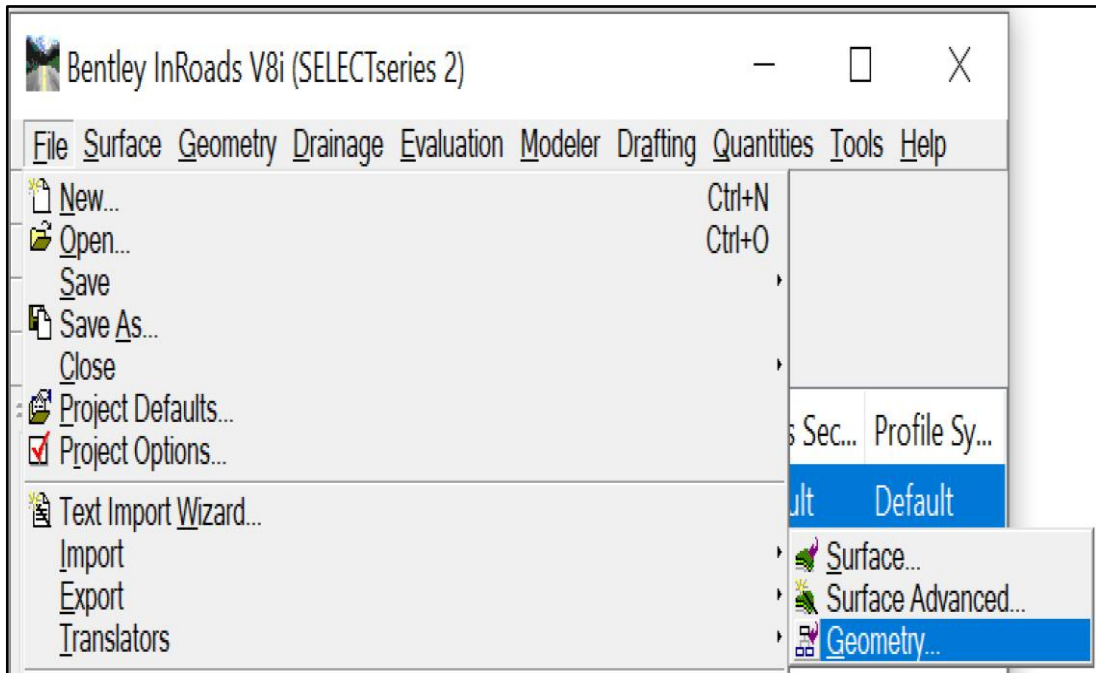


Şekil 5.18. Geometry bölümünde kavşak tanımlaması-1.

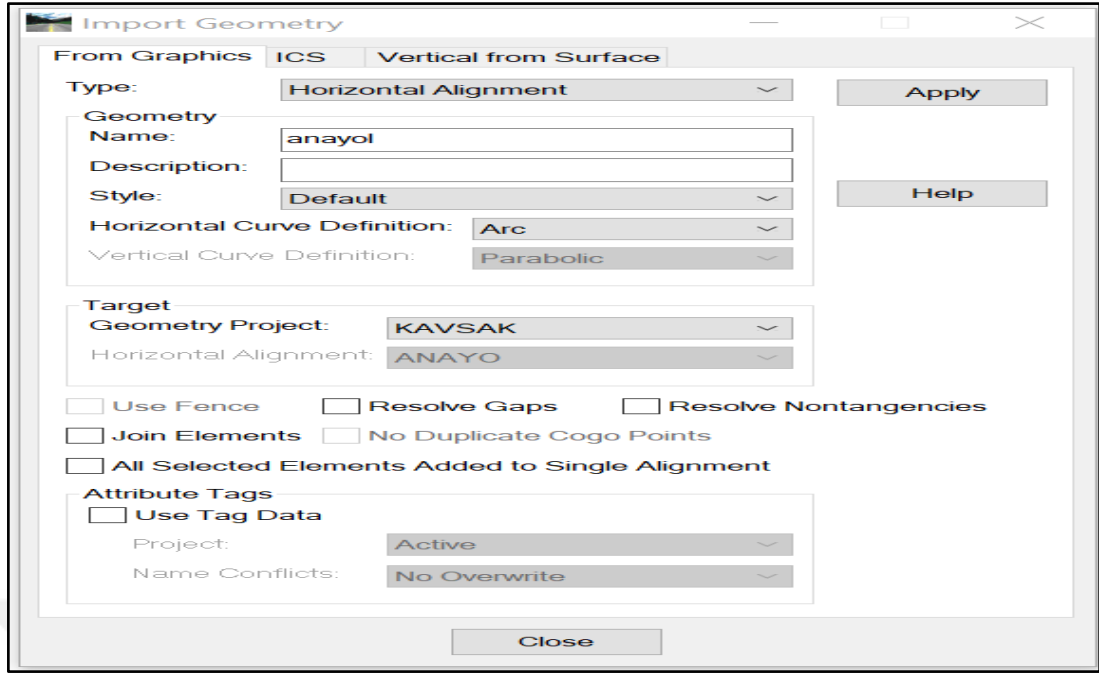


Şekil 5.19. Geometry bölümünde kavşak tanımlaması-2.

1. File> Import> Geometry
2. From Graphics Bölümünden Type> Horizontal Alignment
3. Name> ana yol
4. Geometry Project> KAVSAK
5. Apply

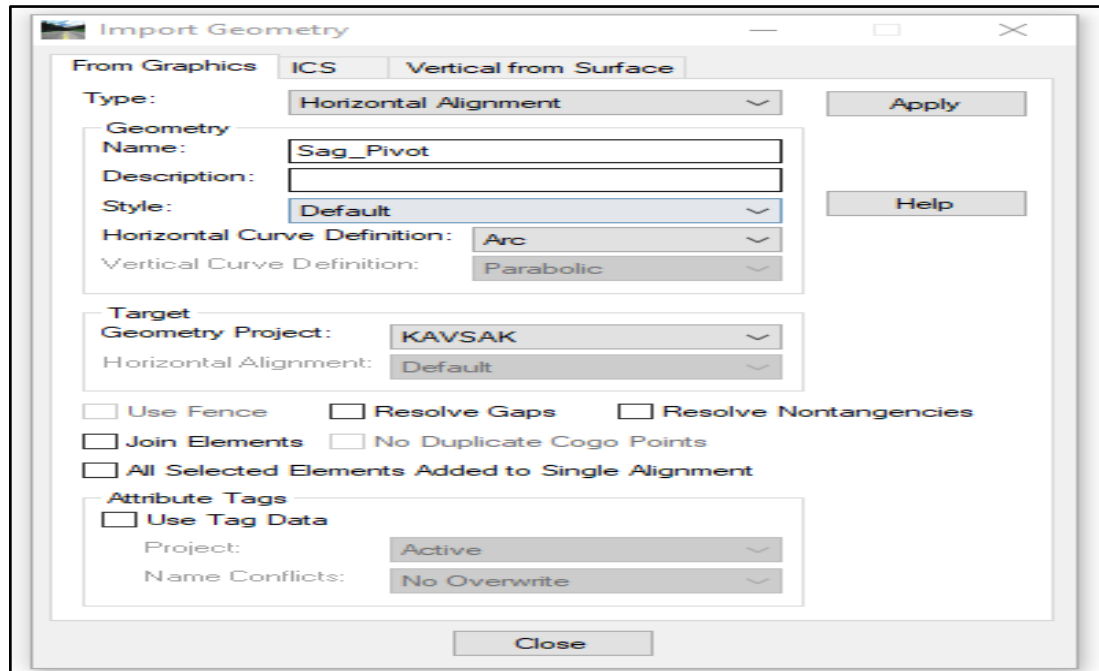


Şekil 5.20. Yatay hat çizimin (alg) dosyasına tanımlanması-1.



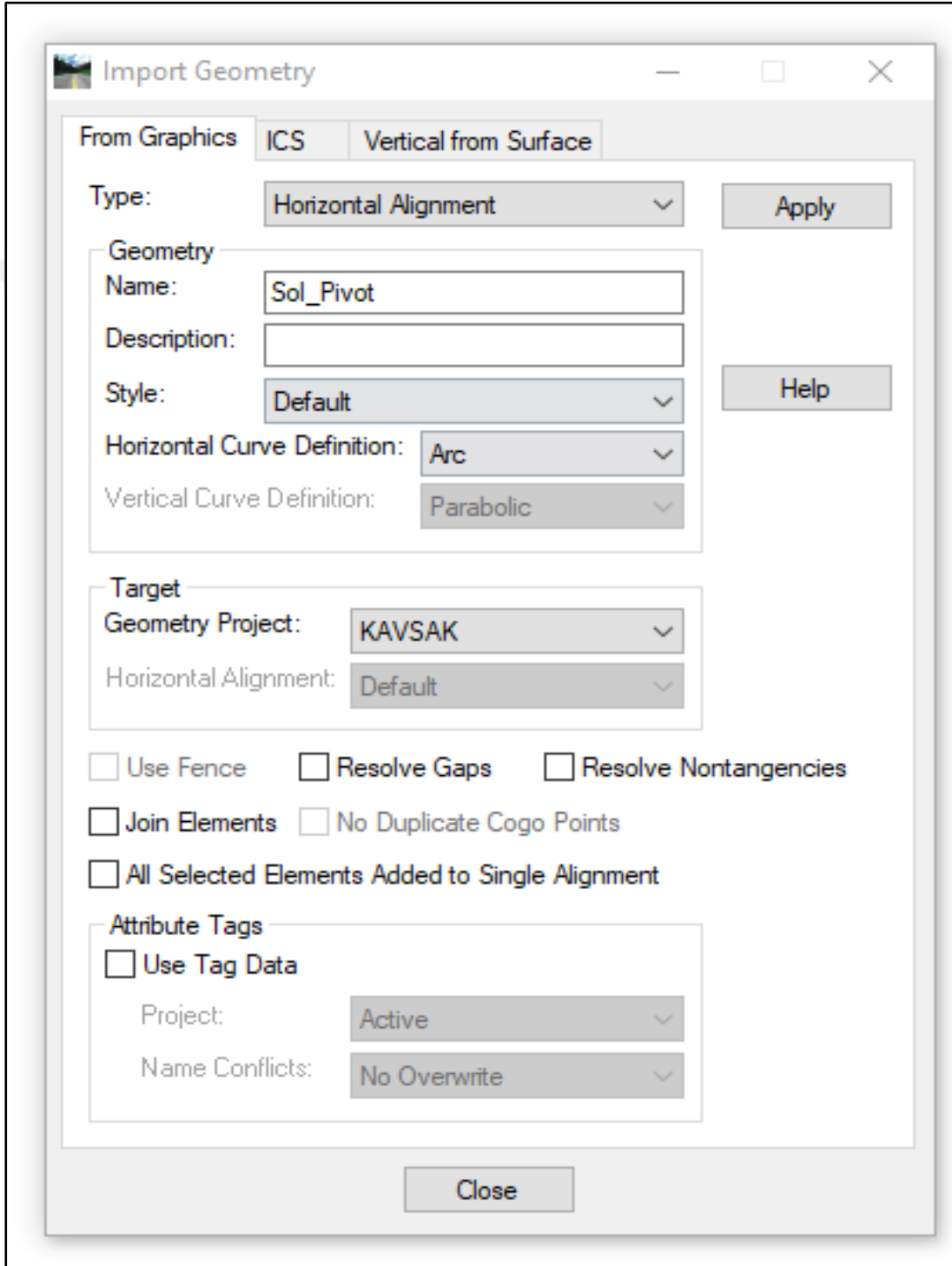
Şekil 5.21. Yatay hat çizimin (alg) dosyasına tanımlanması-2.

1. File> Import> Geometry
2. From Graphics Bölümünden Type> Horizontal Alignment
3. Name> Sag_Pivot
4. Geometry Project> KAVSAK
5. Apply



Şekil 5.22. Yatay hat çizimin (alg) dosyasına tanımlanması-3.

1. File> Import> Geometry
2. From Graphics Bölümünden Type> Horizontal Alignment
3. Name> Sol Pivot
4. Geometry Project> KAVSAK
5. Apply



Şekil 5.23. Yatay hat çizimin (alg) dosyasına tanımlanması-4.

1. File> Import> Geometry
2. From Graphics Bölümünden Type> Horizontal Alignment
3. Name> Tali-1
4. Geometry Project> KAVSAK
5. Apply

Import Geometry

From Graphics | ICS | Vertical from Surface

Type: Horizontal Alignment

Geometry

Name: Tali-1

Description:

Style: Default

Horizontal Curve Definition: Arc

Vertical Curve Definition: Parabolic

Target

Geometry Project: KAVSAK

Horizontal Alignment: ANAYO

☐ Use Fence ☐ Resolve Gaps ☐ Resolve Nontangencies

☐ Join Elements ☐ No Duplicate Cogo Points

☐ All Selected Elements Added to Single Alignment

Attribute Tags

☐ Use Tag Data

Project: Active

Name Conflicts: No Overwrite

Şekil 5.24. Yatay hat çizimin (alg) dosyasına tanımlanması-5.

1. File> Import> Geometry
2. From Graphics Bölümünden Type> Horizontal Alignment
3. Name> Tali-2
4. Geometry Project> KAVSAK
5. Apply

Import Geometry

From Graphics | ICS | Vertical from Surface

Type: Horizontal Alignment [v] [Apply]

Geometry

Name: Tali-2

Description: []

Style: Default [v]

Horizontal Curve Definition: Arc [v]

Vertical Curve Definition: Parabolic [v]

Target

Geometry Project: KAVSAK [v]

Horizontal Alignment: ANAYO [v]

☐ Use Fence ☐ Resolve Gaps ☐ Resolve Nontangencies

☐ Join Elements ☐ No Duplicate Cogo Points

☐ All Selected Elements Added to Single Alignment

Attribute Tags

☐ Use Tag Data

Project: Active [v]

Name Conflicts: No Overwrite [v]

[Close]

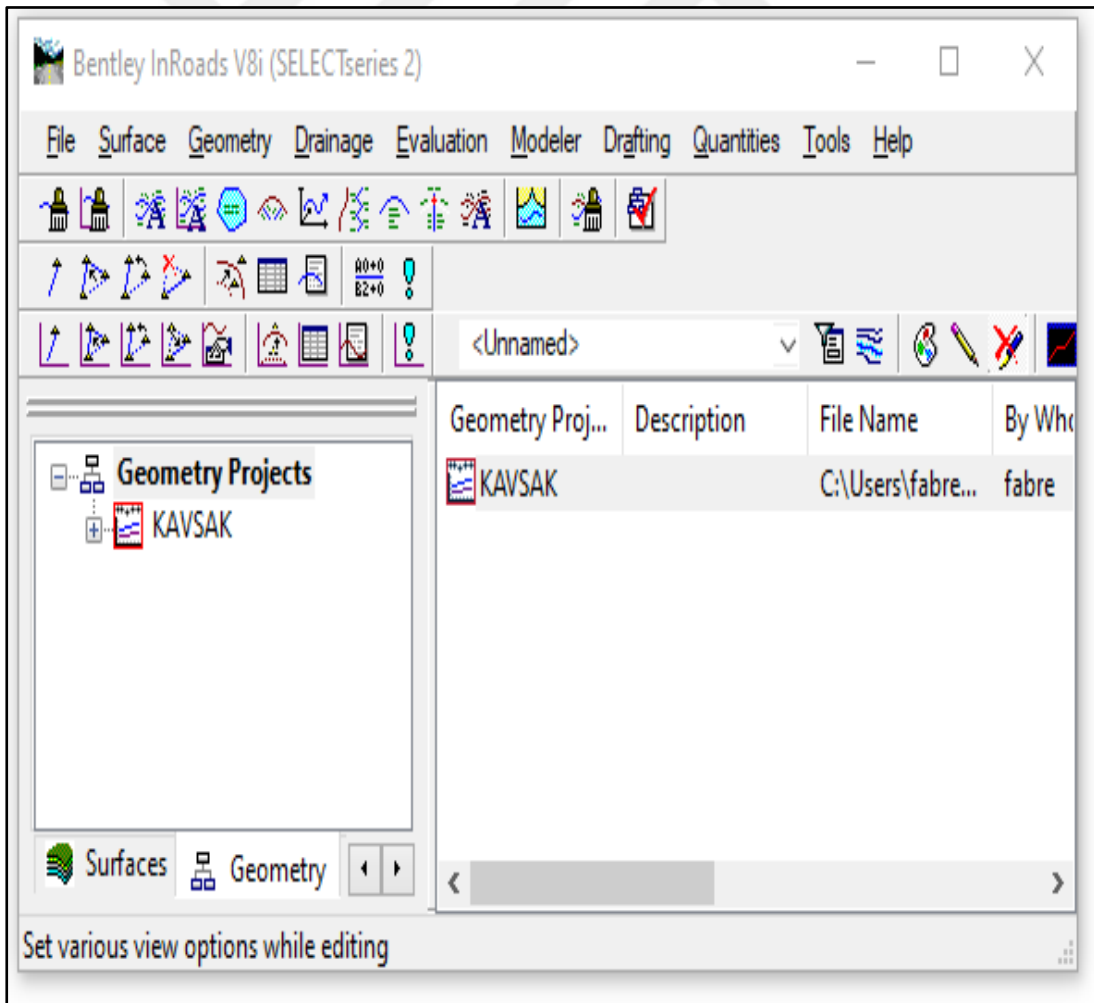
Şekil 5.25. Yatay hat çizimin (alg) dosyasına tanımlanması-6.

5.2.2 Geometry düşey hat (alg) dosyası oluşturma

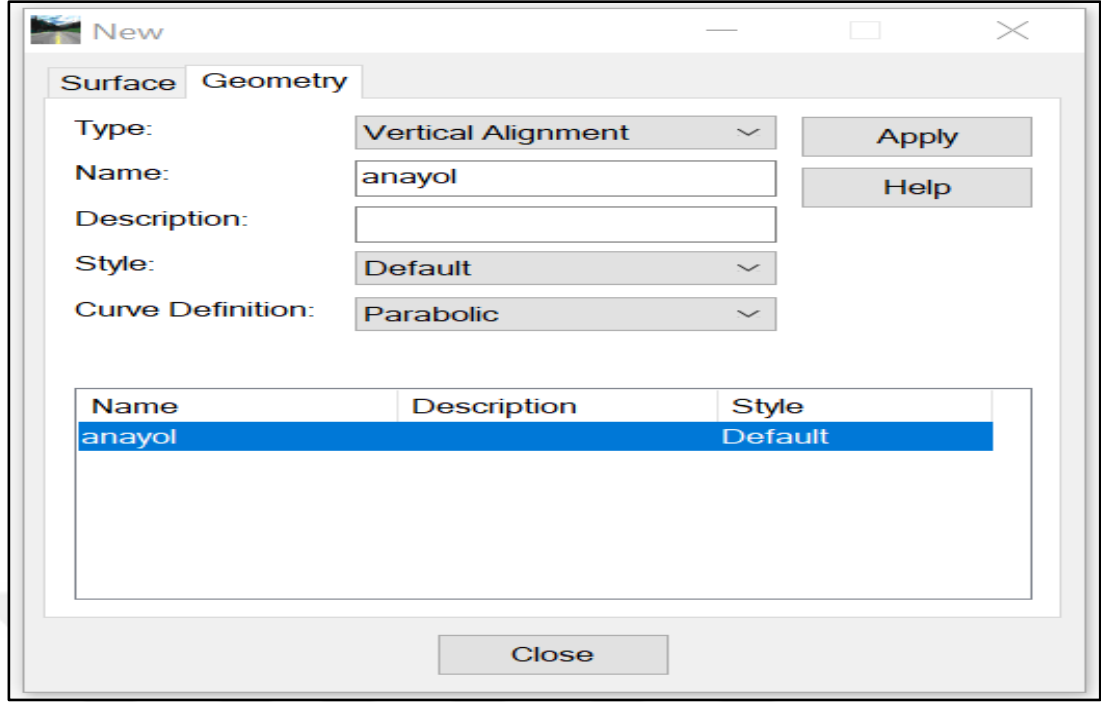
Yatay hat çalışması 2 boyutlu olarak line çizimi ile gerçekleştirilmiş olarak File, Import, Geometry bölümünden aktararak yatay hat (alg) dosyası oluşturuldu. Düşey hat alışması Geometry bölümünden düşey hat tanımlanarak microstation inroads programında Add fixed line çizimi yapılacak şekilde hat tanıma işlemleri yapılmıştır.

Geometry Project bölümünden sağ tıklayarak New sekmesinde tıklayarak aılan New ekranından Type bölümünden Vertical Alignment seçilir. Name bölümüne isim verilir ve Apply tıklanarak (alg) dosyası içerisine tanımlanmış olur.

1. Geometry Project sağ tıklanarak New bölümüne girilir.
2. Type> Vertical Alignment
3. Name> anayol
4. Apply

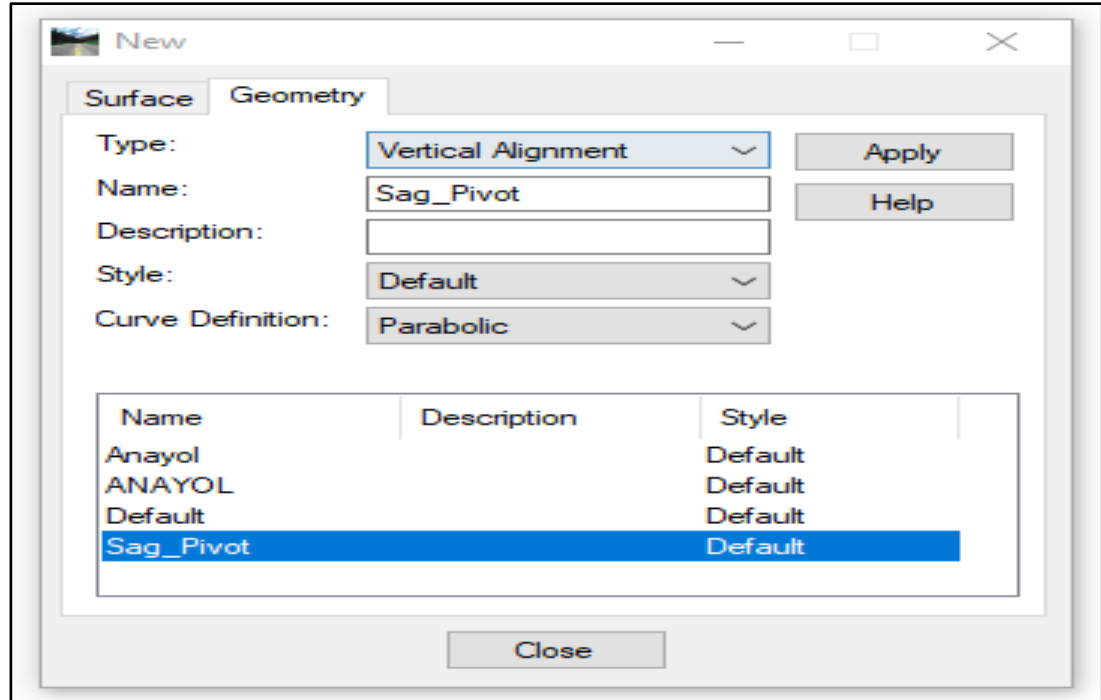


şekil 5.26. Geometry bölümünde dşey hat tanımlaması-1.



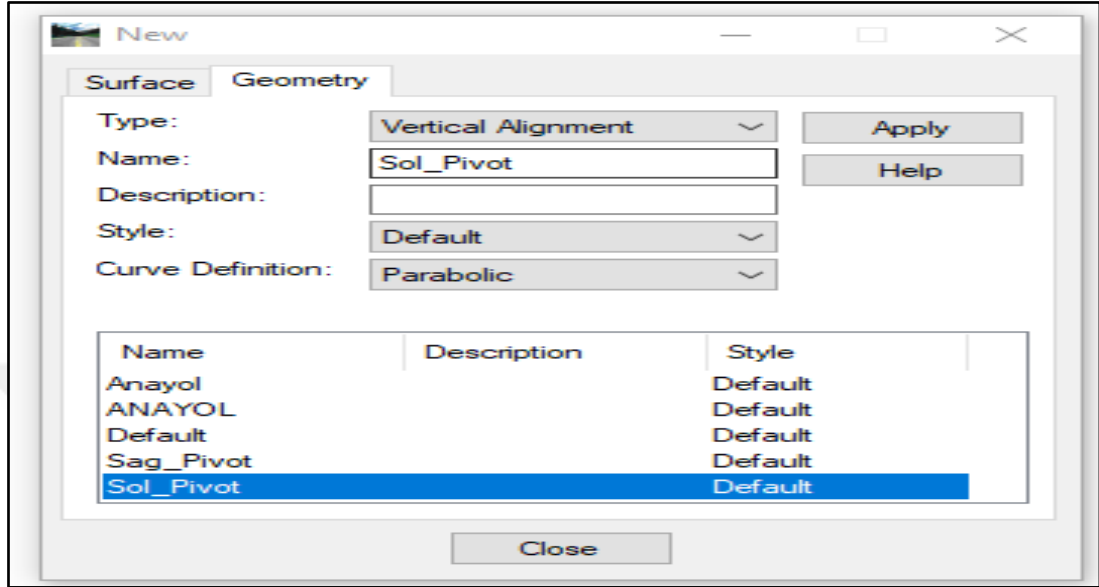
Şekil 5.27. Geometry bölümünde düşey hat tanımlaması-2.

1. Geometry Project sağ tıklanarak New bölümüne girilir.
2. Type> Vertical Alignment
3. Name> Sag_Pivot
4. Apply



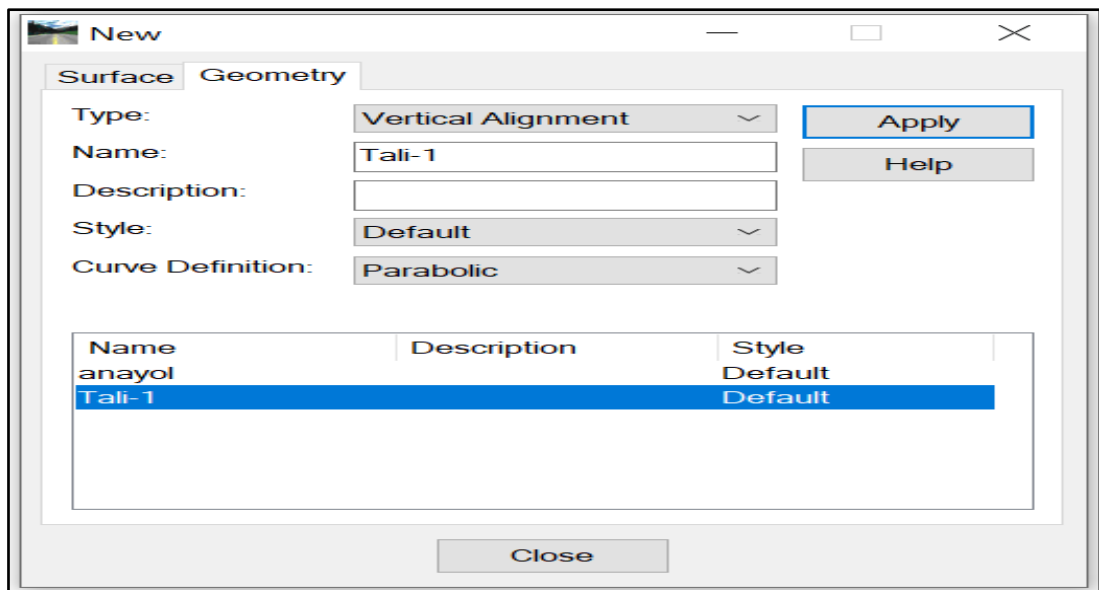
Şekil 5.28. Geometry bölümünde düşey hat tanımlaması-3.

1. Geometry Project sağ tıklanarak New bölümüne girilir.
2. Type> Vertical Alignment
3. Name> Sol_Pivot
4. Apply



Şekil 5.29. Geometry bölümünde düşey hat tanımlaması-4.

1. Geometry Project sağ tıklanarak New bölümüne girilir.
2. Type> Vertical Alignment
3. Name> Tali-1
4. Apply



Şekil 5.30. Geometry bölümünde düşey hat tanımlaması-5.

1. Geometry Project sağ tıklanarak New bölümüne girilir.
2. Type> Vertical Alignment
3. Name> Tali-2
4. Apply

New

Surface Geometry

Type: Vertical Alignment

Name: Tali-2

Description:

Style: Default

Curve Definition: Parabolic

Apply

Help

Name	Description	Style
anayol		Default
Tali-1		Default
Tali-2		Default

Close

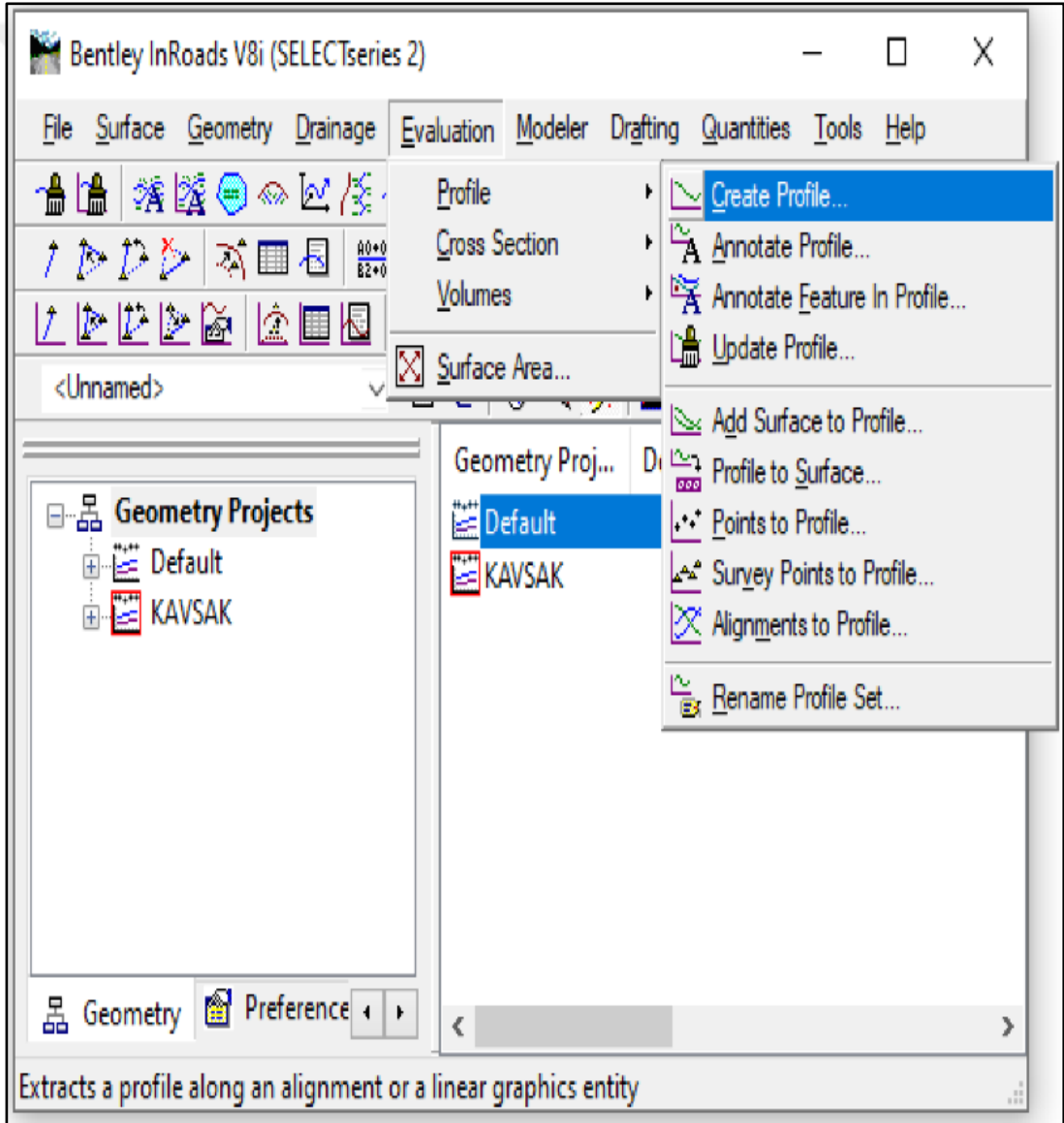
Şekil 5.31. Geometry bölümünde düşey hat tanımlaması-6.

Düşey hatta kırmızı kotun belirlenmesi için tanımlanan (alg) dosyalarından ana yol, Sag_Pivot, Sol_Pivot, Tali-1 ve Tali-2 düşey hatlar Evaluation, Profil, Create Profil bölümüne girilerek ekrana çıkan zemin seçilir. Geometry bölümünde hangi yatay hattın düşey hattı belirlenecekse set active duruma getirilmesi gerekmektedir. Create Profil bölümünden zemin seçildikten sonra Apply tıklanarak Siyah kot olarak yatay hattın düşeydeki kotları profilde gösterilir. Profil üzerinde gerekli karayolları geometrik standartlar içerisinde duruş görüş mesafelerini sağlayacak şekilde şaküli kurpların hızlar ile standartları sağlayacak ve menfez vb. durumlarda dikkate alınarak

ana yol ile tali yol kotlarının uyumlu olacak şekilde kırmızı hat çizimi gerçekleştirilmektedir.

Profilde kırmızı kot çizimini gerçekleştirmek için microstation (Inroads) programında adımlar şeklinde Şekil 5.32’de gösterilerek aşağıda maddeler halinde anlatılmaktadır.

1. Şekilde Geometry bölümünde seçilecek alg dosyası set active yapılır.
2. Evaluation> Profile> Create Profile
3. Create Profile ekranı açılır.
4. Surfaces> Zemin kutusu seçilir.
5. Apply

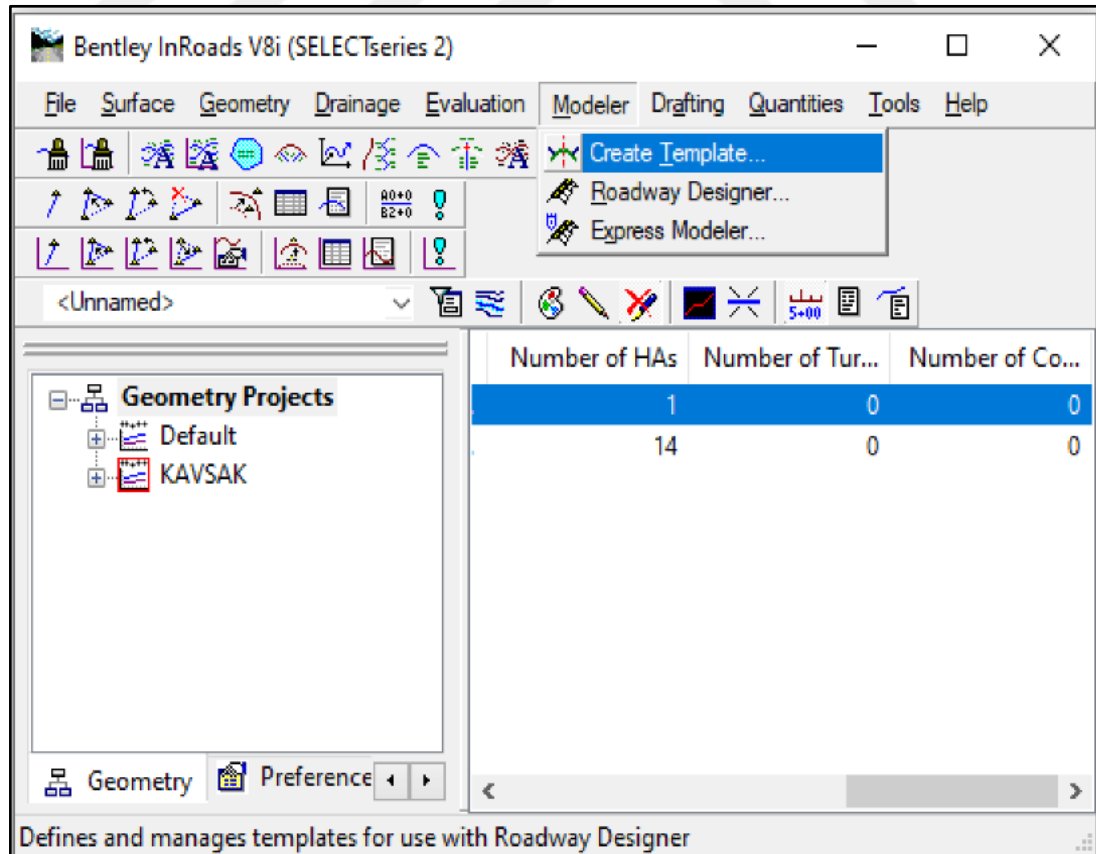


Şekil 5.32. Profil çizim ekranı oluşturma-1.

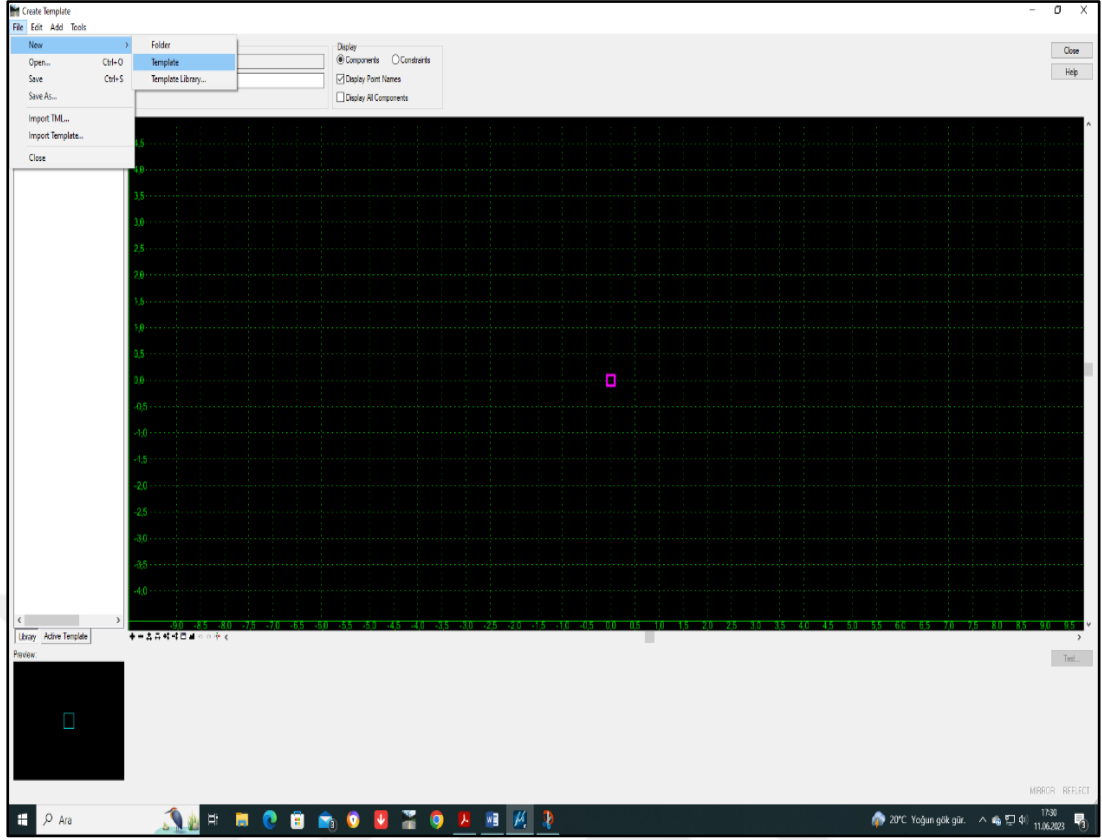
5.3 Tip Enkesit Tasarımı

Kavşak tasarımının yüzey, yatay ve düşey hat çalışması yapıldıktan sonra kavşak tasarımına modelleme yapabilmek için tip enkesit (itl) çalışmasının yapılması gerekmektedir. Tip enkesit çalışmasında şerit genişlikleri, banket genişlikleri, orta refüj, tretuvar genişliği, bordür çalışması, platform genişliği, dolgu eğimi, yarma eğimi, palye genişlikleri, hendek tasarımı, yer altı drenajı tasarımı, palye hendeği, kafa hendeği, topuk hendeği vb. durumlar tanımlanarak tip enkesit tasarımı yapılır. Ayrıca terasman düzenlemesi ile üst yapıda kullanılacak alt temel, temel, bitümlü temel, binder, aşınma malzemeleri veya sathi kaplamalı tasarım yapılacak ise sathi kaplama malzemesi tanımlanması gerekmektedir. Tip enkesit tasarımının yapılacağı bölüm aşağıda Şekil 5.35'te gösterilmekte ve adımlar bölümü ile anlatılmaktadır.

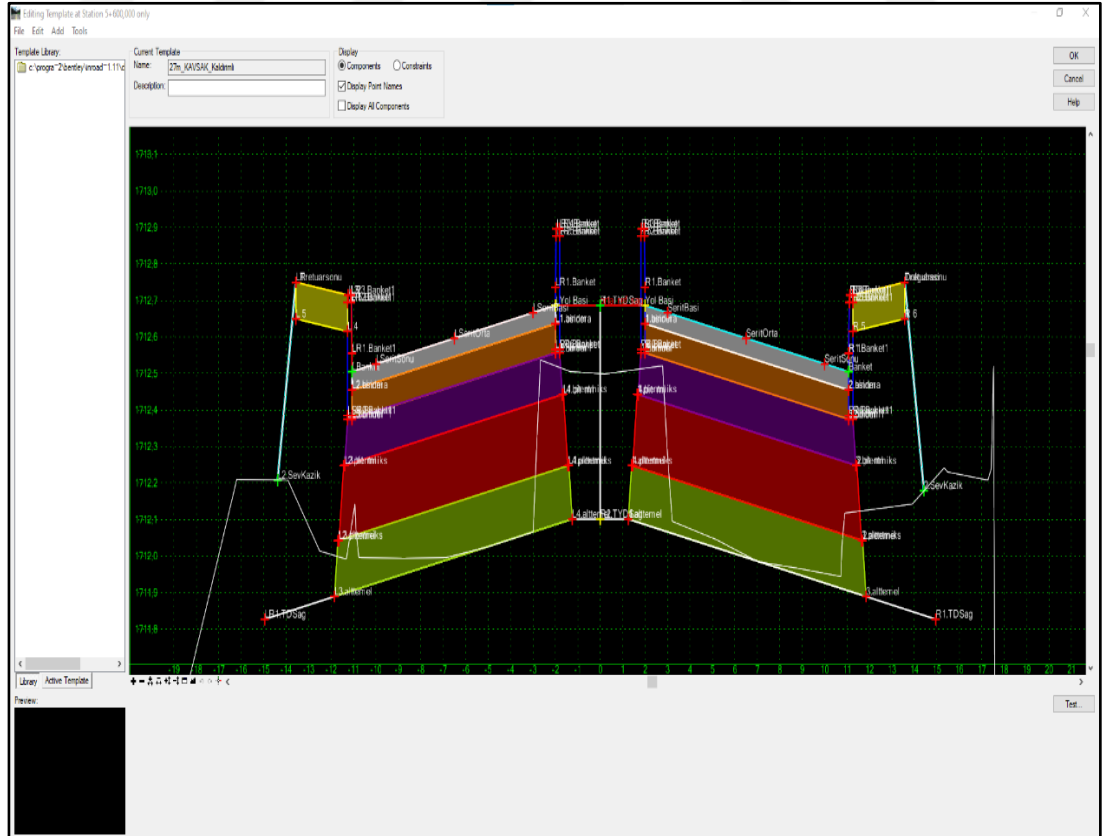
1. Şekilde Modeler > Create Template bölümüne girilir.
2. Create Template> File> New> Template
3. Tip enkesit isimlendirilir. (KAVSAK)
4. Tip enkesit kavsak öncesi ve sonrasını kapsayacak şekilde çizimi yapılır.



Şekil 5.35. Tip enkesitin tanımlanması-1.



Şekil 5.36. Tip enkesitin tanımlanması-2.



Şekil 5.37. Tip enkesitin tanımlanması-3.

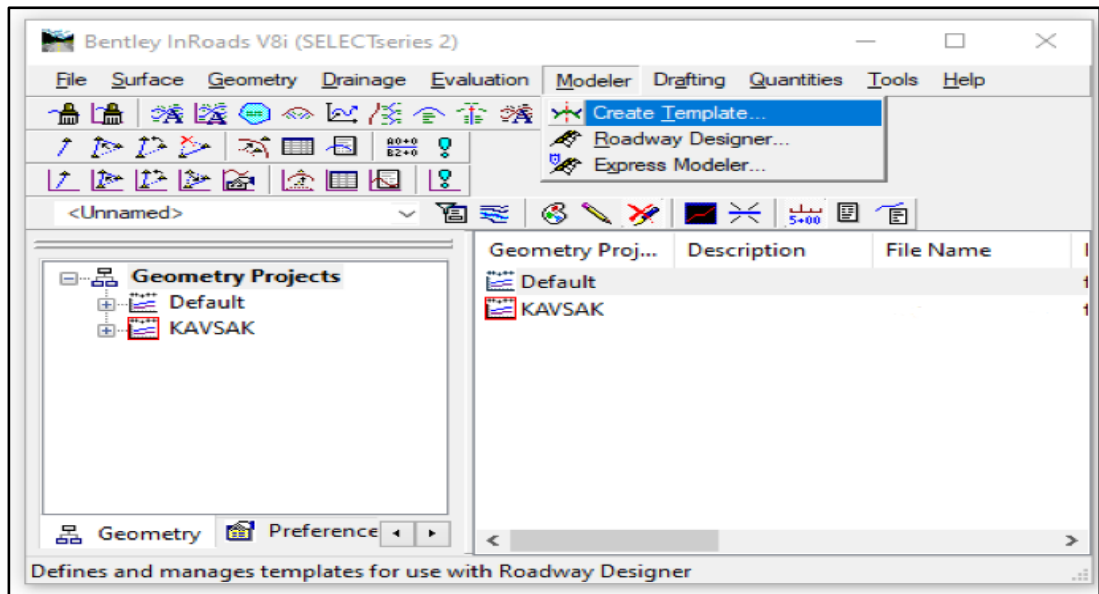
Tip enkesit tasarımı sağ ve sol platform olacak şekilde aşınma, binder, bitümlü temel, temel, alt temel, terasman, yarma hendeği, dolgu şevi, yarma şevi, dolgu palye, yarma palye, dolgu palye hendeği, yarma palye hendeği ve dever tanımlamaları yapılarak çizimleri gerçekleştirilir. Bölünmüş yol tip enkesiti oluşturulduğunda Şekil 5.37’de görüldüğü gibi orta refüjler bordürler ile tasarlanır. Aliymanda sağ ve sol kaplama %2 dever olacak şekilde tasarlanmıştır. Sağ ve sol kaplamada kavşak bölgesinde şehir geçişi ile geçildiğinden tretuvarlı tasarım gerçekleştirilmiştir.

5.4 Kavşağın Modellemesi

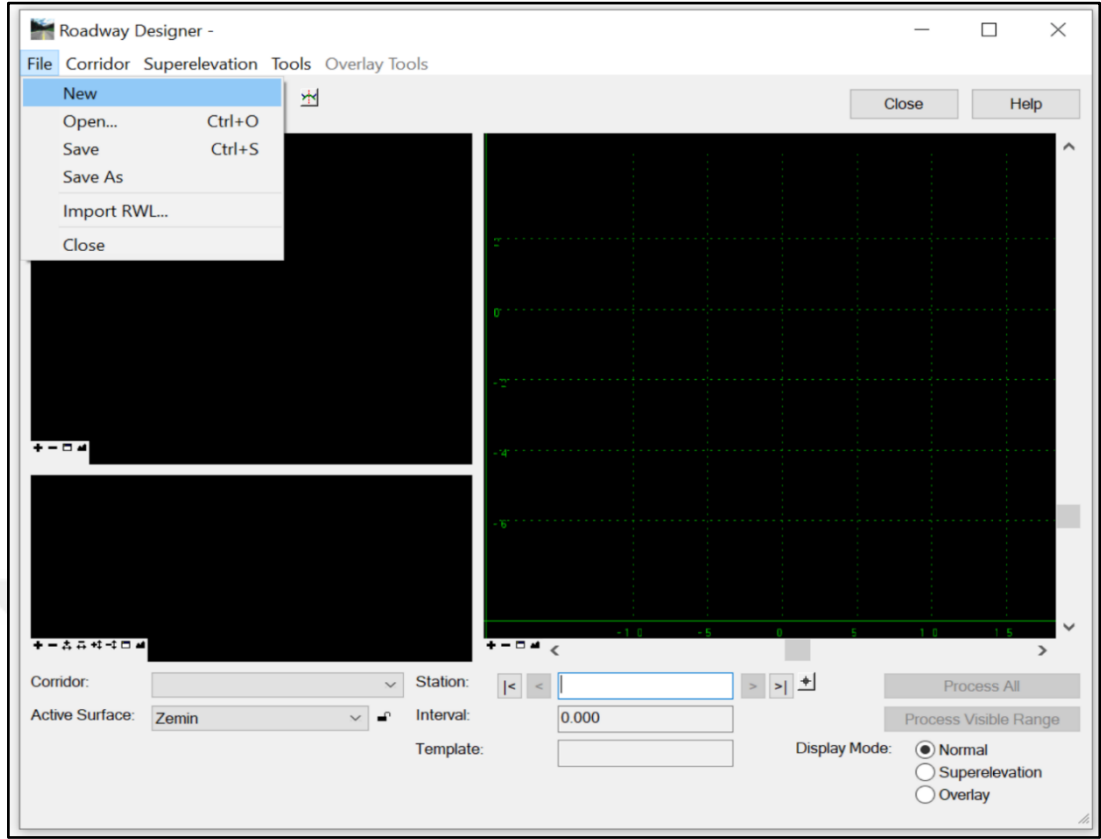
2 boyutlu olarak çizimi yapılan kavşağın yüzey çalışması, yatay hattı, düşey hattı, tip enkesit tanımlamaları yapıldıktan sonra modelleme bölümüne geçilmiştir. Road designer modelleme bölümünü yapabilmek için kavşak çizimi içerisini de kapsayan üçgenleme yüzey işlemini oluşturan (dtm) dosyası, yatay hat ve düşey hat ile oluşturulan (alg) dosyası ve tanımlanan (itl) dosyasının açılması gerekmektedir.

Kavşak modellemesi şekillerde gösterilmekte ve adımlar bölümünde anlatılmaktadır.

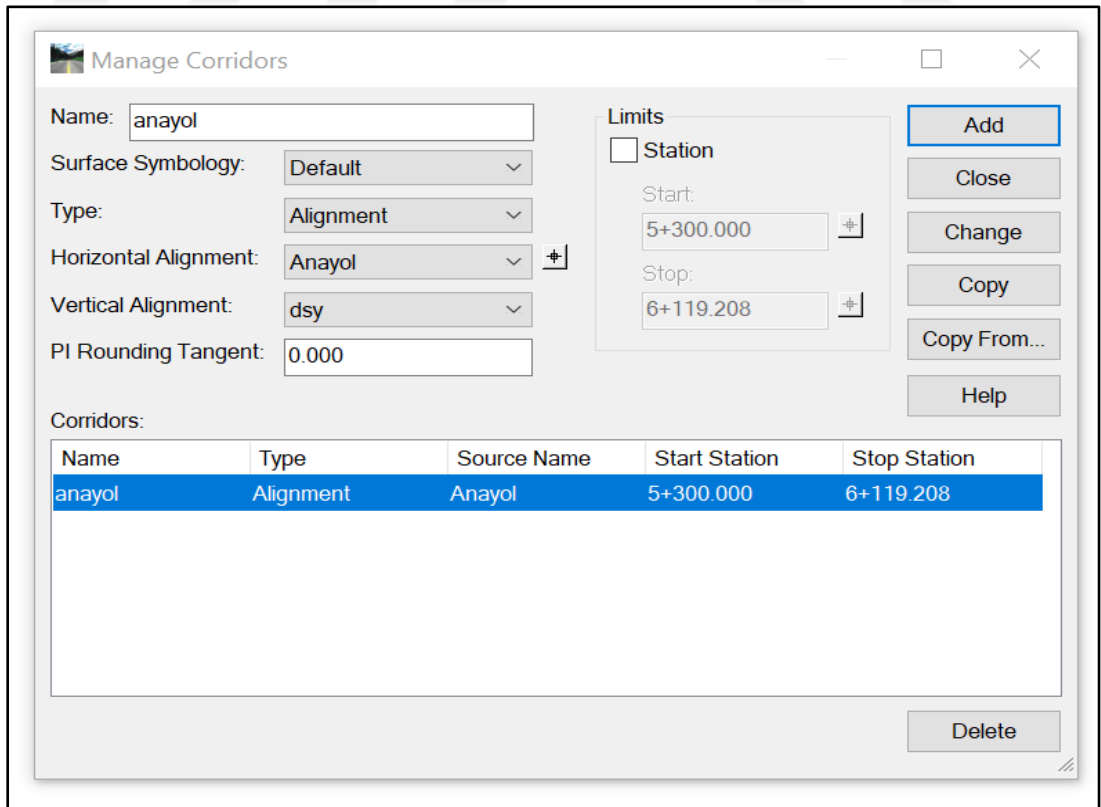
1. Şekilde Modeler> Road Designer bölümüne girilir.
2. Road Designer> File> New sekmesinden Manage Corridor bölümüne girilir.
3. Name> anayol yazılır.
4. Add
5. Close



Şekil 5.38. Kavşak modellemesi-1.



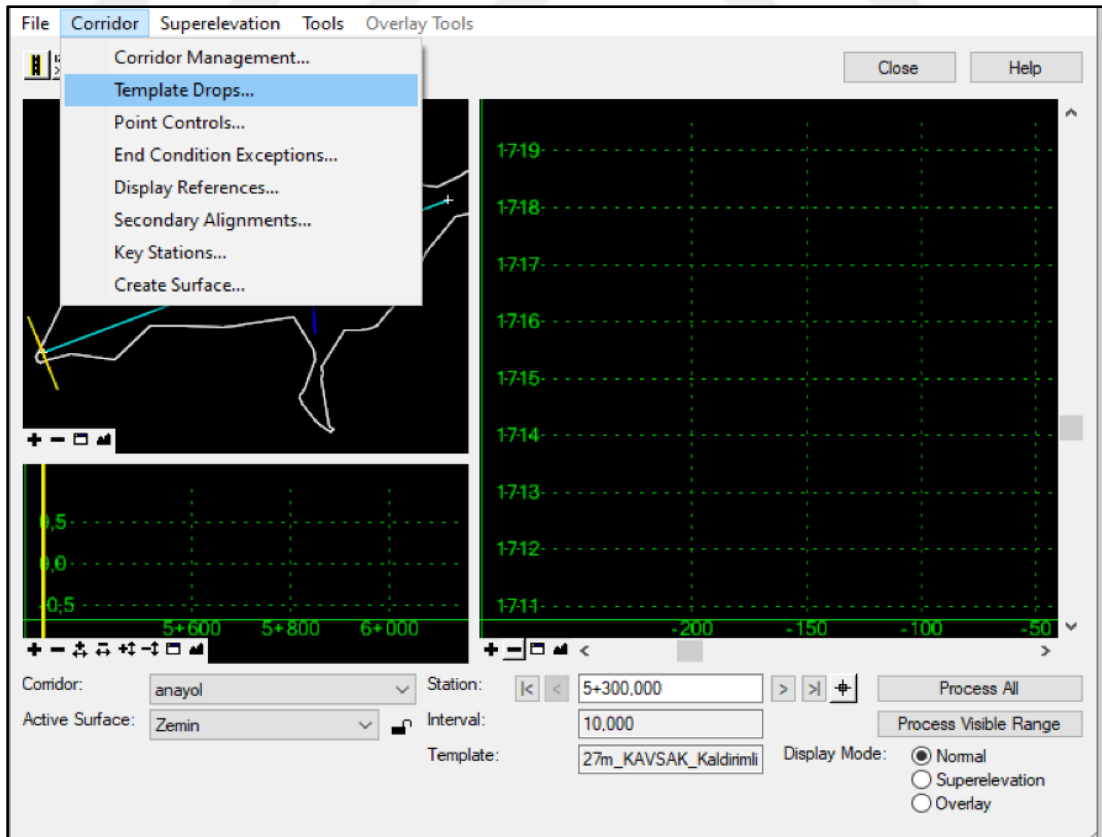
Şekil 5.39. Kavşak modellemesi-2.



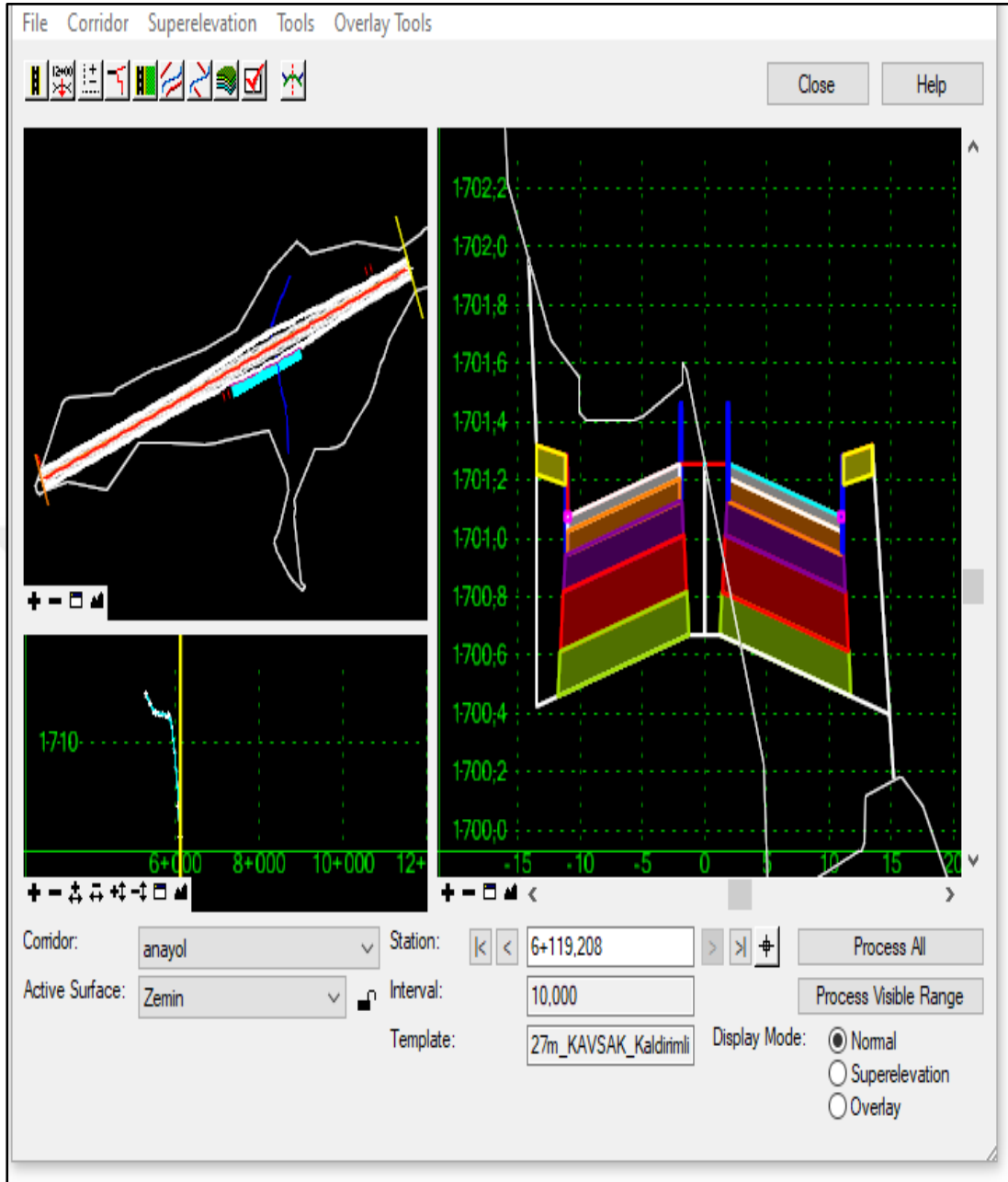
Şekil 5.40. Kavşak modellemesi-3.



Şekil 5.41. Kavşak modellemesi-4.



Şekil 5.42. Kavşak modellemesi-5.



Şekil 5.43. Kavşak modellemesi-6.

Kavşak modellemesinde Ana yol hattı Şekil 5.43'te gösterilen yatay, düşey ve tip enkesit ile modellemesi yapıldığı gibi tali yol modellemesi de aynı şekilde yapılmaktadır. Özellikle Ana yolda kavşak bölgesinden geçişte genişleme ve daralma olacağı için Point controls menüsünden gerekli refüj banket çizgisi takip edilerek tip enkesit modeline komut verilmek suretiyle tanımlama yapılmaktadır. Kavşak modellemesinin tamamlanabilmesi için tip enkesite gerekli deyer uygulandıktan sonra modelleme tamamlanacaktır.

5.5 Dever Tasarımı

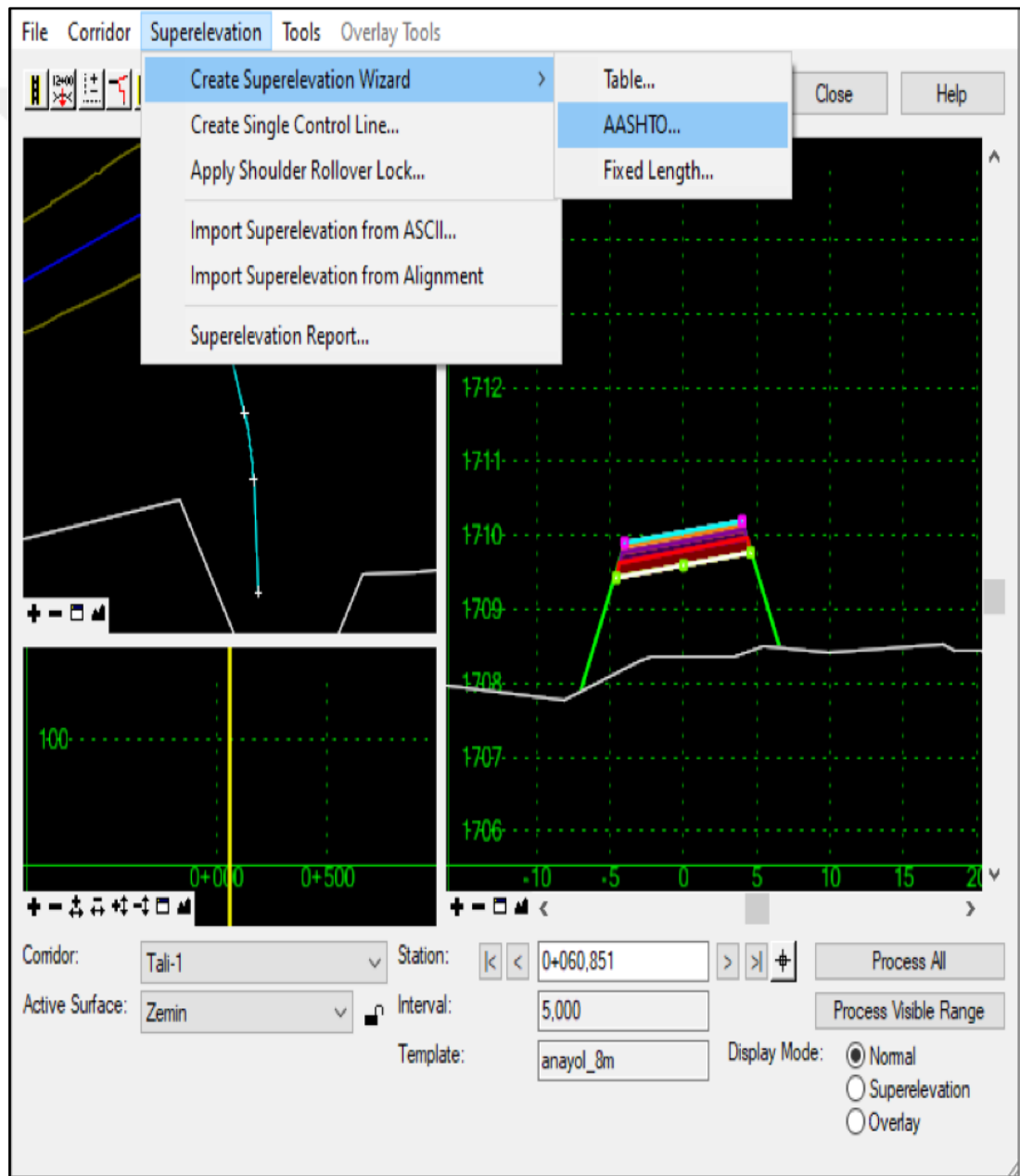
Kavşak modellemesini tamamlayabilmek için dever tanımları yapılması gerekmektedir. Dever tanımlamasında kavşak bölgesinde maksimum %4 olacak şekilde enine eğim uygulanacaktır.

Ana yolda yatay hattın alıyman ile geçmesinde %2 dever uygulanır. Kavşak bölgesinden geçişte ise uygulanan sağ ve sol pivotlarda kurp geçişlerinde yarıçap değerlerinin %2'yi sağlayacak şekilde olması durumunda %2 dever uygulanır. Ancak yarıçapların küçük olmasında ise dever hesabı yapılarak kavşak bölgesinde dever %4'ü geçmeyecek şekilde dever hesabı yapılarak tip enkesitlere uygulanır.

Dever uygulaması aşağıda şekilde gösterilmekte ve adımlar bölümünde anlatılmaktadır.

1. Şekilde Superelevation> Create Superelevation Wizard> AASHTO bölümüne girilir.
2. AASHTO Wizard bölümünde Maximum Delta G ve % Runoff on Tangent olan yerler doldurulur.
3. Şekil 5.45'te Rate Calculator bölümüne girilir.
4. Şekil 5.46'da görülen bölümler seçilerek Edit bölümüne girilir.
5. Edit bölümünde Method sekmesinden AASHTO Method 5 seçilir.
6. Design speed, Friction Factor, Running Speed, Absolute Maximum Rate, Preferred Maximum Rate değerleri Karayolları tasarım el kitabı 2022'de yer alan veriler doğrultusunda doldurulur ve Computed Rate değeri program tarafından ilgili veriler doğrultusunda hesaplanarak dever değeri yazılır.
7. OK ile işlem bitirilir. Yapılan işlemler her kurp için aynı adımlar yöntemi ile yapılarak tamamlanır ve 8. Adıma geçilir.
8. AASHTO Wizard> Next
9. Superelevation Section Definitions> Add
10. Add Superelevation Section bölümünde Name> Dever, Crown Point> R (Eksen), Left Range Point> Banket_Sol, Right Range Point> Banket_Sag ve Pivot Direction> From Crown Point seçilir.
11. Ok
12. Şekil 5.53'te Next sekmesine girilir. Şekil 5.54'te Finish işlemi ile sonlandırılır.

Adımlar bölümü ile anlatılan ve şekillerde gösterilen dever tasarımı ana yol, tali yol ve pivotlar için aynı şekilde uygulanarak yapılmaktadır. Dever hesaplamaları program tarafından hesaplanmakta değişiklik yapılması gereken yerde ise program tasarımcısı program içerisinde karayolları tasarım el kitabı 2022'ye göre AASHTO verileri doğrultusunda yapacağı düzenlemeler ile dever tasarımı revize eder. Hesaplanan dever tasarımı tip kesitlere tanımlama yapılarak sonlandırılmış olur. Özellikle dever tasarımında yol üzerinde suyun deşarjını sağlaması için deverin geçiş yaptığı sıfır değerinde suyun yol yüzeyinde toplanmayacak şekilde düşey eğim değeri minimum % 0.5 verilmelidir.



Şekil 5.44. Dever tasarımı-1.

AASHTO Wizard

Corridor: Tali-1 Help

General Superelevation Data

Maximum Delta G: 0,65 Spiral Tangent Point at:

☐ % Runoff on Tangent 80% ☒ Zero Cross Slope

☐ Non-Linear Curve Length: 0,000 ☐ Normal Crown

Horizontal Curve Sets:

ID	Start Station	Stop Station	Superelevation R...
1	0+022,544	0+038,316	0,00%
2	0+056,886	0+064,816	0,00%
3	0+089,109	0+114,335	0,00%

Rate Calculator...

< Back Next > Preferences... Close

Şekil 5.45. Dever tasarımı-2.

Superelevation Rate Calculator

Superelevation Rates:

Curve Nu...	Start Stat...	Stop Stat...	Radius	Design Speed (...)	Superelevat...
1	0+022,544	0+038,316	100,000	0,000	0,000%
2	0+056,886	0+064,816	-50,000	0,000	0,000%
3	0+089,109	0+114,335	100,000	0,000	0,000%

Apply Close Edit... Undo Report... Help

Şekil 5.46. Dever tasarımı-3.

Superelevation Rate Calculator Editor

Method: **AASHTO Method 5**

Design Speed: **50,000**

Friction Factor: **19,000%**

Running Speed: **50,000**

Absolute Maximum Rate: **4,000%**

Preferred Maximum Rate: **4,000%**

Computed Rate: **3,900%**

☒ Round Rates To: **0.1**

Curve Limits

☐ Use Curve Limits

	Radius	%f Used	f Demand	e Value
NC to RC:	3000,000	4,937	0,006	1,483%
RC to Superelevation:	2100,000	7,395	0,010	2,074%
Start Maximum Rate:	350,000	79,666	0,104	7,853%

OK Cancel Preferences... Help

Şekil 5.47. Dever tasarımı-4.

Superelevation Rate Calculator Editor

Method: **AASHTO Method 5**

Design Speed: **30,000**

Friction Factor: **28,000%**

Running Speed: **30,000**

Absolute Maximum Rate: **4,000%**

Preferred Maximum Rate: **4,000%**

Computed Rate: **3,300%**

☒ Round Rates To: **0.1**

Curve Limits

☐ Use Curve Limits

	Radius	%f Used	f Demand	e Value
NC to RC:	3000,000	0,022	0,000	0,230%
RC to Superelevation:	2100,000	0,044	0,000	0,325%
Start Maximum Rate:	350,000	15,803	0,030	2,618%

OK Cancel Preferences... Help

Şekil 5.48. Dever tasarımı-5.

 Superelevation Rate Calculator

Superelevation Rates:

Curve Nu...	Start Stat...	Stop Stat...	Radius	Design Speed (...)	Superelevat...
1	0+022,544	0+038,316	100,000	50,000	3,900%
2	0+056,886	0+064,816	-50,000	30,000	-3,300%
3	0+089,109	0+114,335	100,000	50,000	3,900%

Apply

Close

Edit...

Undo

Report...

Help

Şekil 5.49. Dever tasarımı-6.

 AASHTO Wizard

Comidor: Tali-1

Help

General Superelevation Data

Maximum Delta G: 0.65

Spiral Tangent Point at:

☒ Zero Cross Slope

☐ Normal Crown

☐ Non-Linear Curve Length: 0,000

% Runoff on Tangent 80%

Horizontal Curve Sets:

ID	Start Station	Stop Station	Superelevation R...
1	0+022,544	0+038,316	3,90%
2	0+056,886	0+064,816	3,30%
3	0+089,109	0+114,335	3,90%

Rate Calculator...

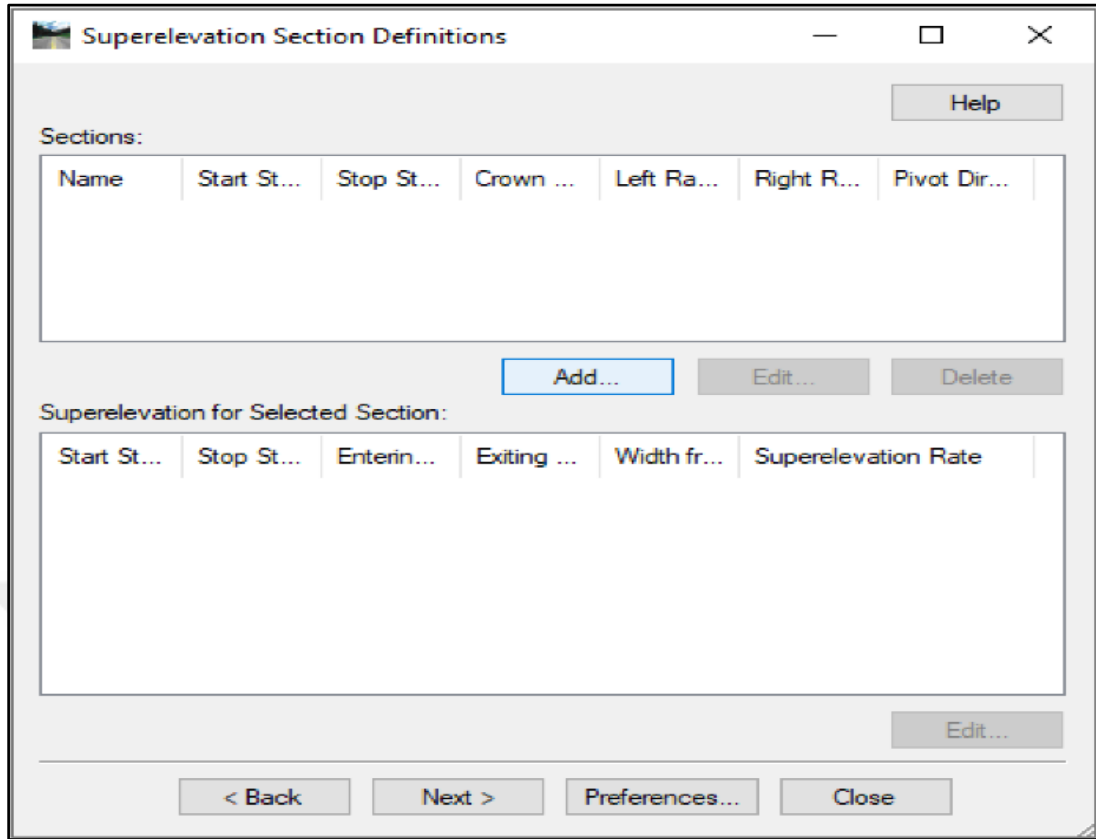
< Back

Next >

Preferences...

Close

Şekil 5.50. Dever tasarımı-7.



Superelevation Section Definitions

Help

Sections:

Name	Start St...	Stop St...	Crown ...	Left Ra...	Right R...	Pivot Dir...

Add... Edit... Delete

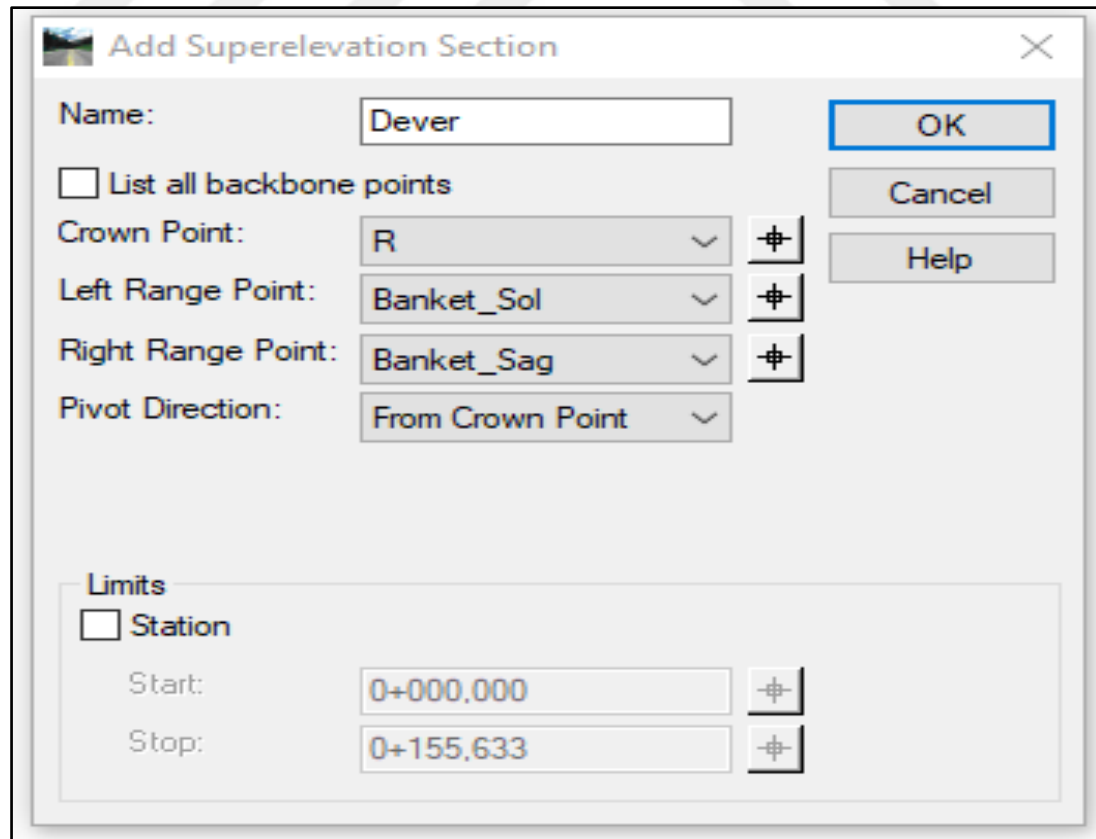
Superelevation for Selected Section:

Start St...	Stop St...	Enterin...	Exiting ...	Width fr...	Superelevation Rate

Edit...

< Back Next > Preferences... Close

Şekil 5.51. Dever tasarımı-8.



Add Superelevation Section

Name: Dever OK

☐ List all backbone points Cancel

Crown Point: R +

Left Range Point: Banket_Sol +

Right Range Point: Banket_Sag +

Pivot Direction: From Crown Point

Limits

☐ Station

Start: 0+000,000 +

Stop: 0+155,633 +

Help

Şekil 5.52. Dever tasarımı-9.

Superelevation Section Definitions

Help

Sections:

Name	Start St...	Stop St...	Crown ...	Left Ra...	Right R...	Pivot Dir...
Dever	0+000,...	0+155,...	R	Banket...	Banket...	From Cro...

Add... Edit... Delete

Superelevation for Selected Section:

Start St...	Stop St...	Enterin...	Exiting ...	Width fr...	Superelevation Rate
0+011,024	0+049,...	14,40	14,40	4,00	3,90%
0+047,138	0+074,...	12,18	12,18	4,00	3,30%
0+077,589	0+125,...	14,40	14,40	4,00	3,90%

Edit...

< Back Next > Preferences... Close

Şekil 5.53. Dever tasarımı-10.

Superelevation Controls

Section: Dever Help

Superelevation Controls:

Name	Point	Pivot Point	Initial Slope	Applies To
Dever L SeritS...	Banket_Sol	LSeritSonu	2,000%	
Dever R 1-LS...	LSeritSonu	R 1	2,000%	
Dever Yol Ba...	SeritSonu	Yol Basi	2,000%	
Dever SeritSo...	Banket_Sag	SeritSonu	2,000%	

Edit... Delete

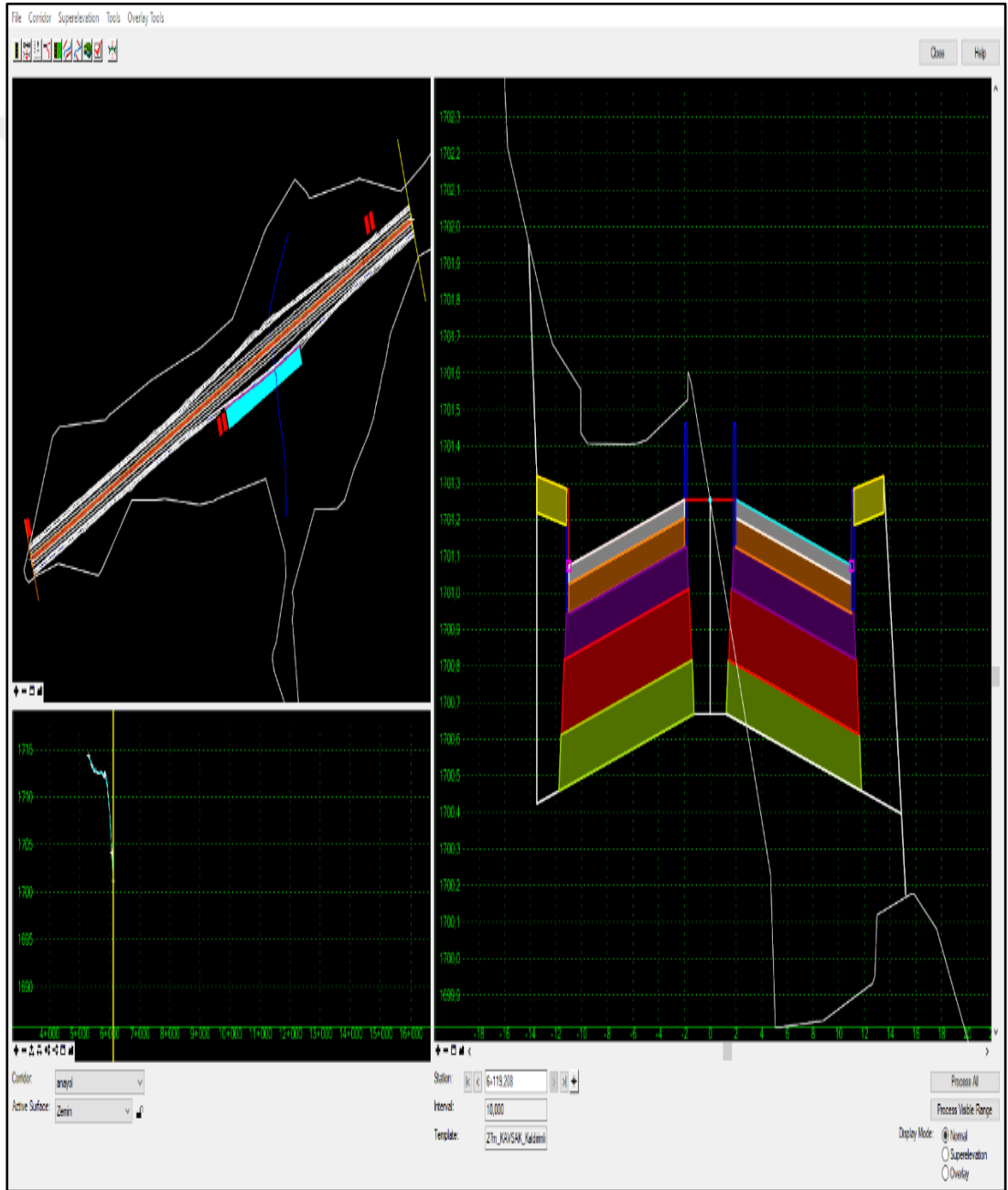
☒ Round Station to Nearest: 0+001,000

< Back Finish Preferences... Close

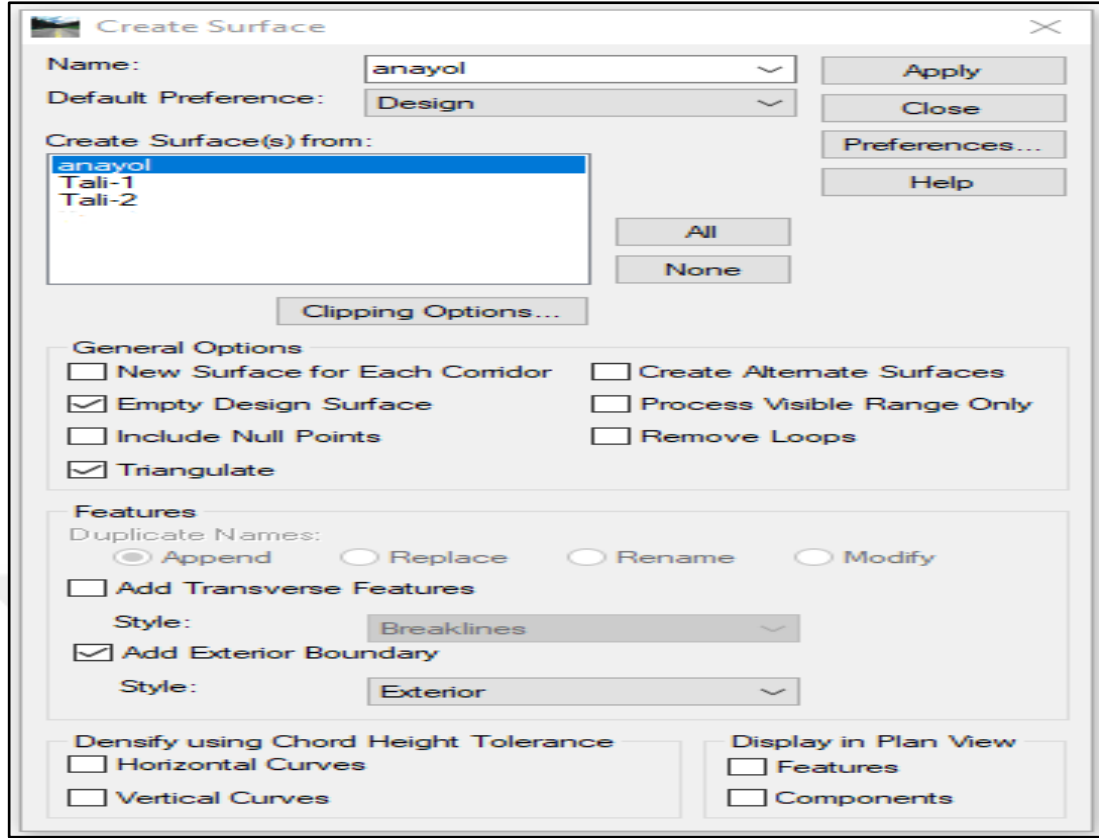
Şekil 5.54. Dever tasarımı-11.

Dever tanımlamaları, tip enkesitlere tanımlandıktan sonra modellemeyi tamamlamak için Create Surface bölümünden (dtm) dosyası oluşturulur. Tanımlamaları yapılan Roadway designerde yer alan ana yol, Tali-1 ve Tali-2 (ird) dosyaları ve zemin bölümünde yer alan ana yol, Tali-1 ve Tali-2 (dtm) dosyaları kaydedilir. Bu işlemlerden sonra modelleme işlemi tamamlanmış olur.

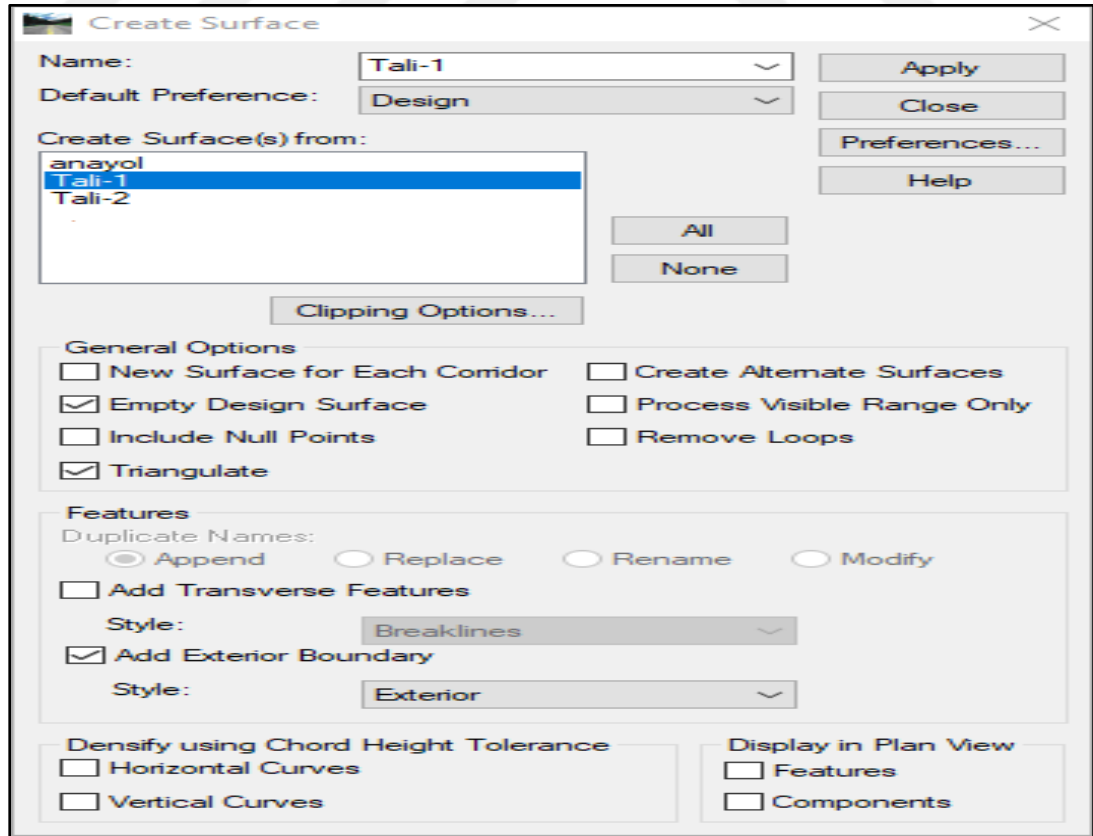
Create Surface bölümünde (dtm) dosyası oluşturmak için şekilde görülen Create Surface sekmesinde girilir. Create Surface bölümünde Şekil 5.55, Şekil 5.56 ve Şekil 5.57'de görülen işaretlemeler seçilerek Apply işlemi ile onaylanarak (dtm) dizayn dosyası ana yol, Tali-1 ve Tali-2 için oluşturulmuş olur.



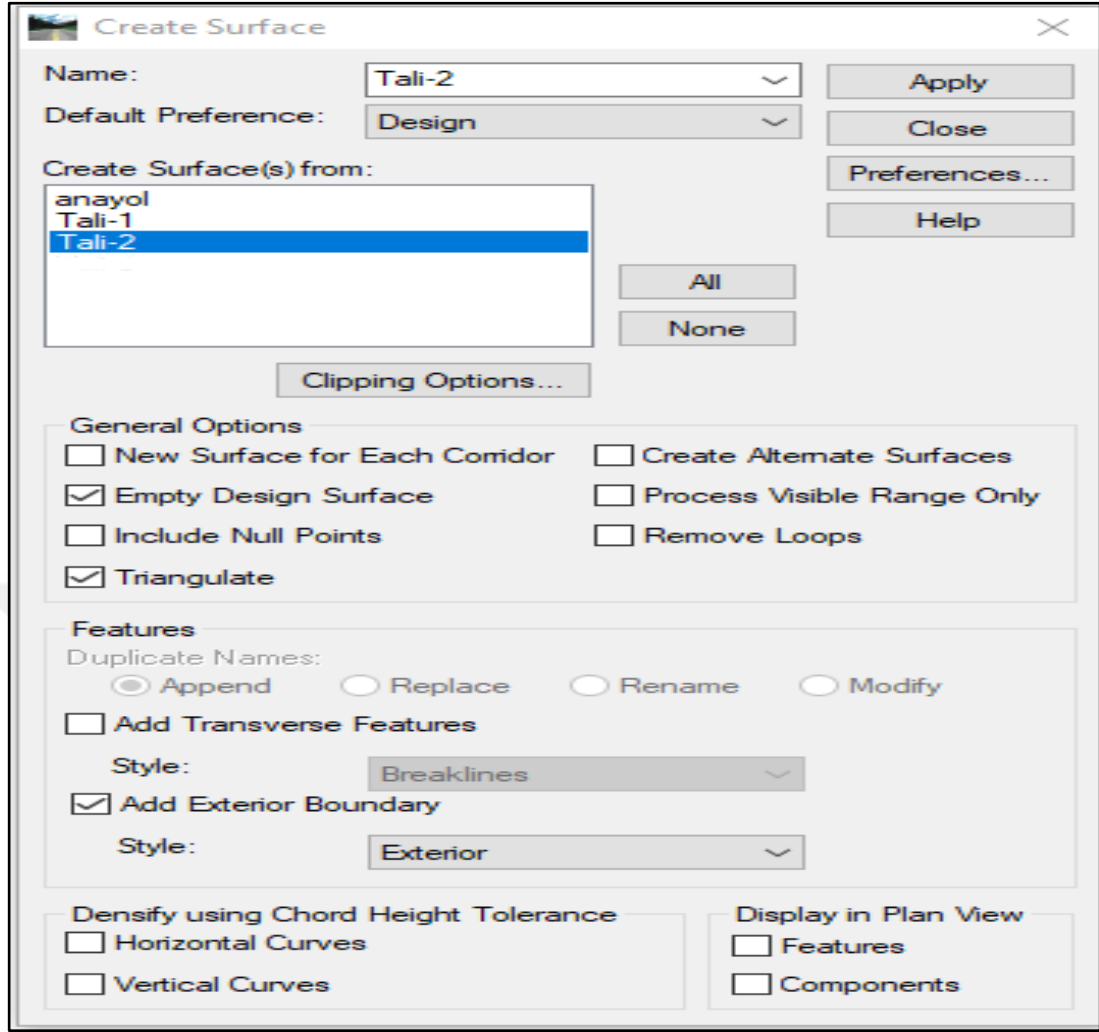
Şekil 5.55. Dizayn dosyası (dtm)-1.



Şekil 5.56. Dizayn dosyası (dtm)-2.



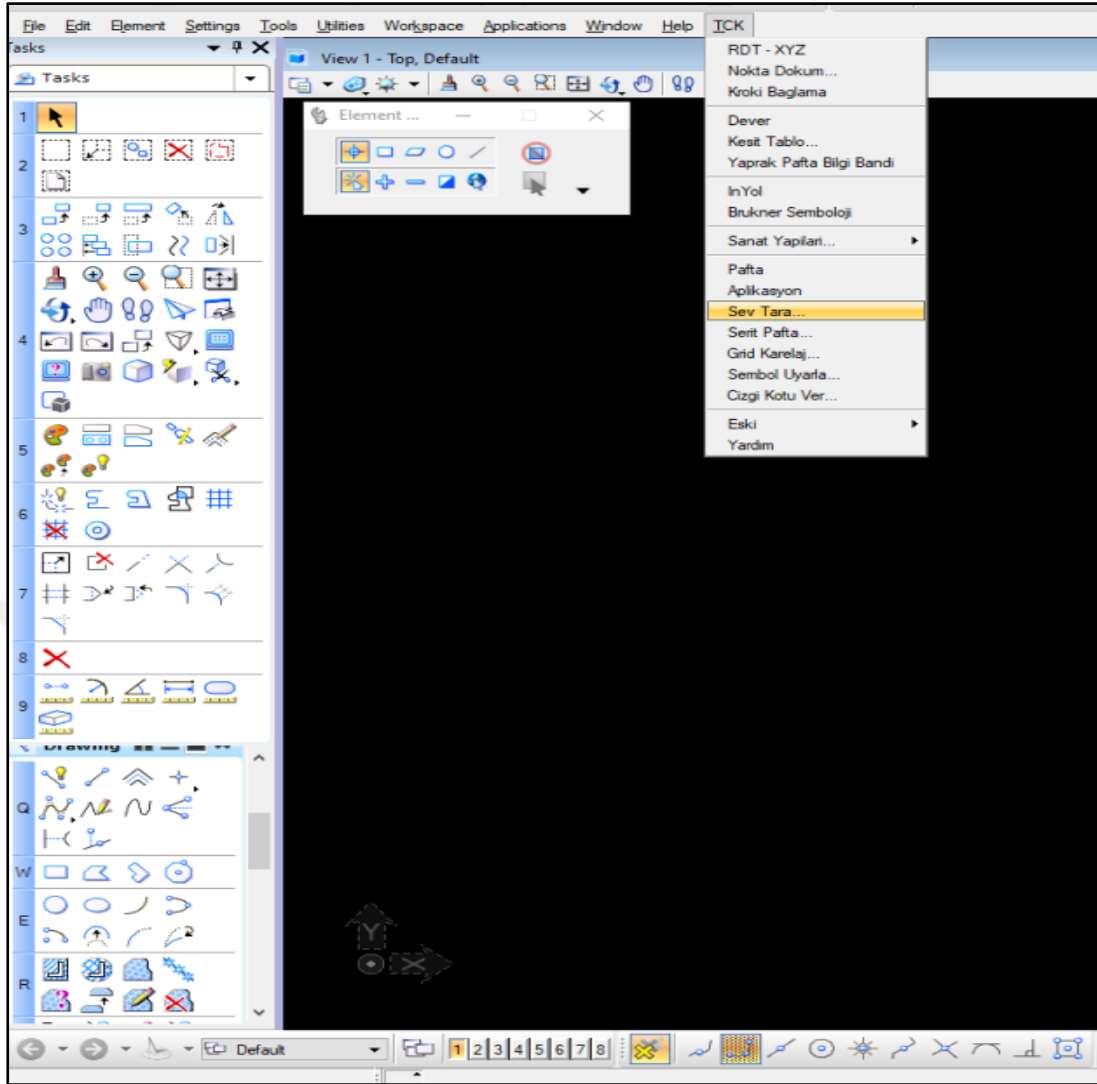
Şekil 5.57. Dizayn dosyası (dtm)-3.



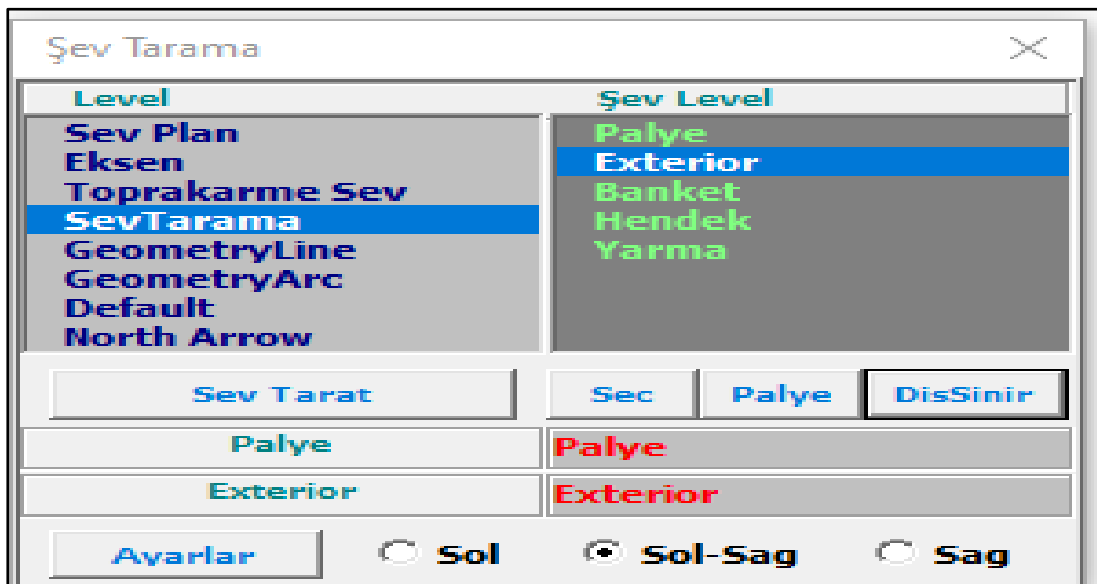
Şekil 5.58. Dizayn dosyası (dtm)-4.

5.6 Kavşak Planında Şev Tarama

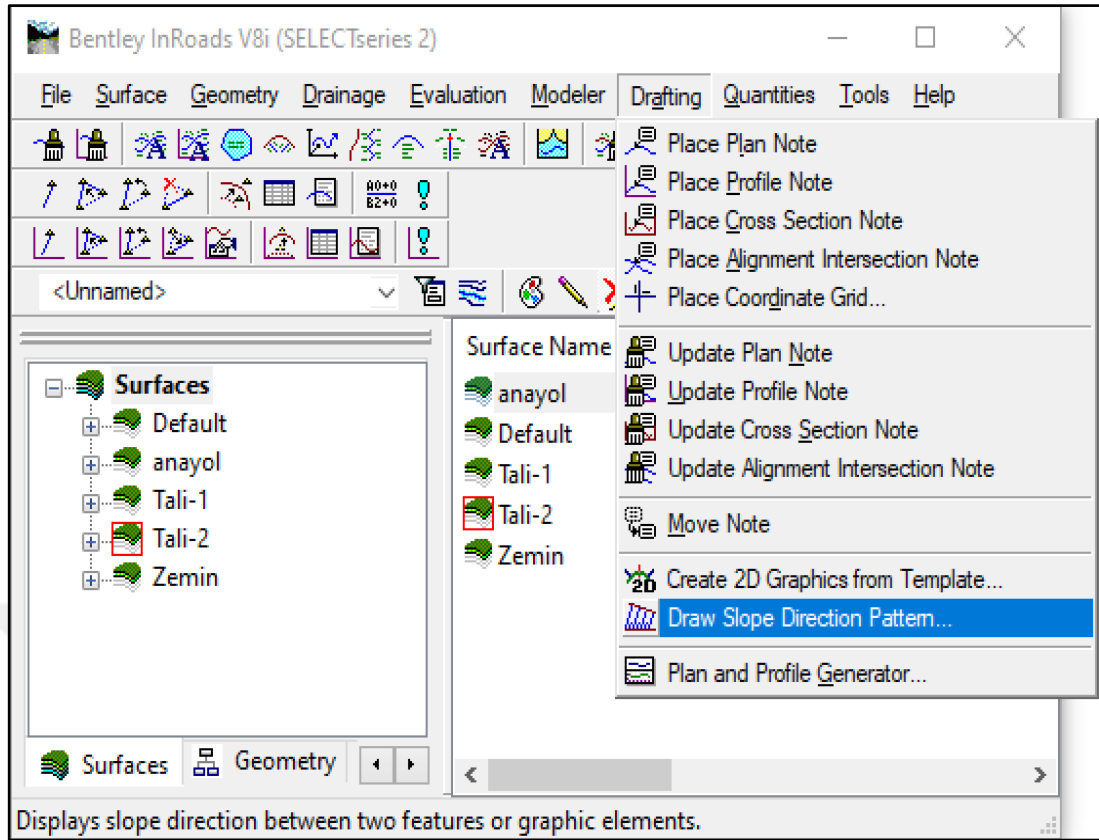
Modelleme işlemi tamamlandıktan sonra inroads ekranından Surface>View Surface>Features bölümüne girilerek ana yol, tali-1 ve tali-2 microstation (Inroads) ekranına bastırılır. Şekilde görüldüğü gibi kavşak planında şev taramasının yapılması gerekmektedir. Şev taraması programda TCK ve Inroads bölümlerinde yapılmaktadır. Ana yol, Tali-1 ve Tali-2 eksen çizgileri seçildikten sonra TCK bölümünde şev tara seçilerek şev tarama bölümüne girilir. Şev tarama bölümünde taranacak tanımlar seçilir, ayrıca palye ve dış sınır programa tanıtılarak tarama işlemi yapılır. Inroads ekranından ise Drafting>Draw Slope Direction Pattern bölümüne girilerek Apply onayı verildikten sonra kavşak planda taranacak bölgeler seçilerek şev tarama işlemi yapılır. Şev taramaların yapılması için microstation (Inroads) programında yapılan işlemler Şekil 5.59, Şekil 5.60, Şekil 5.61 ve Şekil 5.62’de gösterilmektedir.



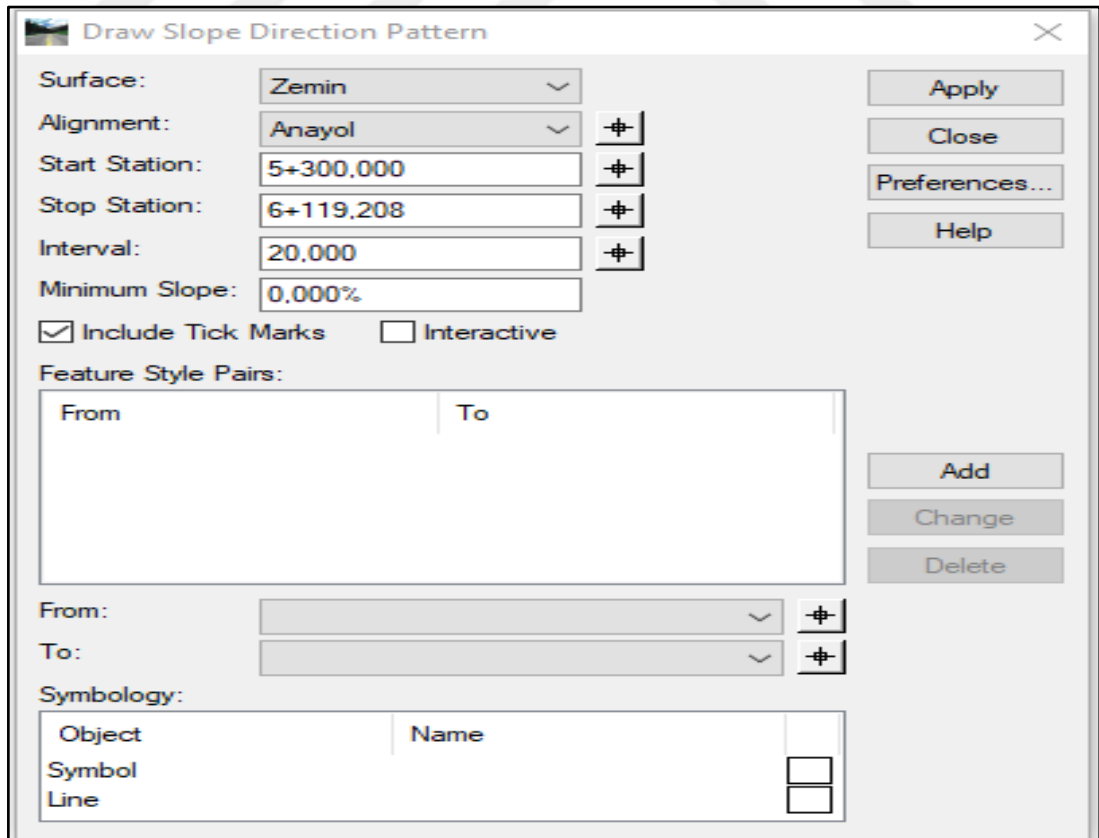
Şekil 5.59. Şev plan çizimi-1.



Şekil 5.60. Şev plan çizimi-2.



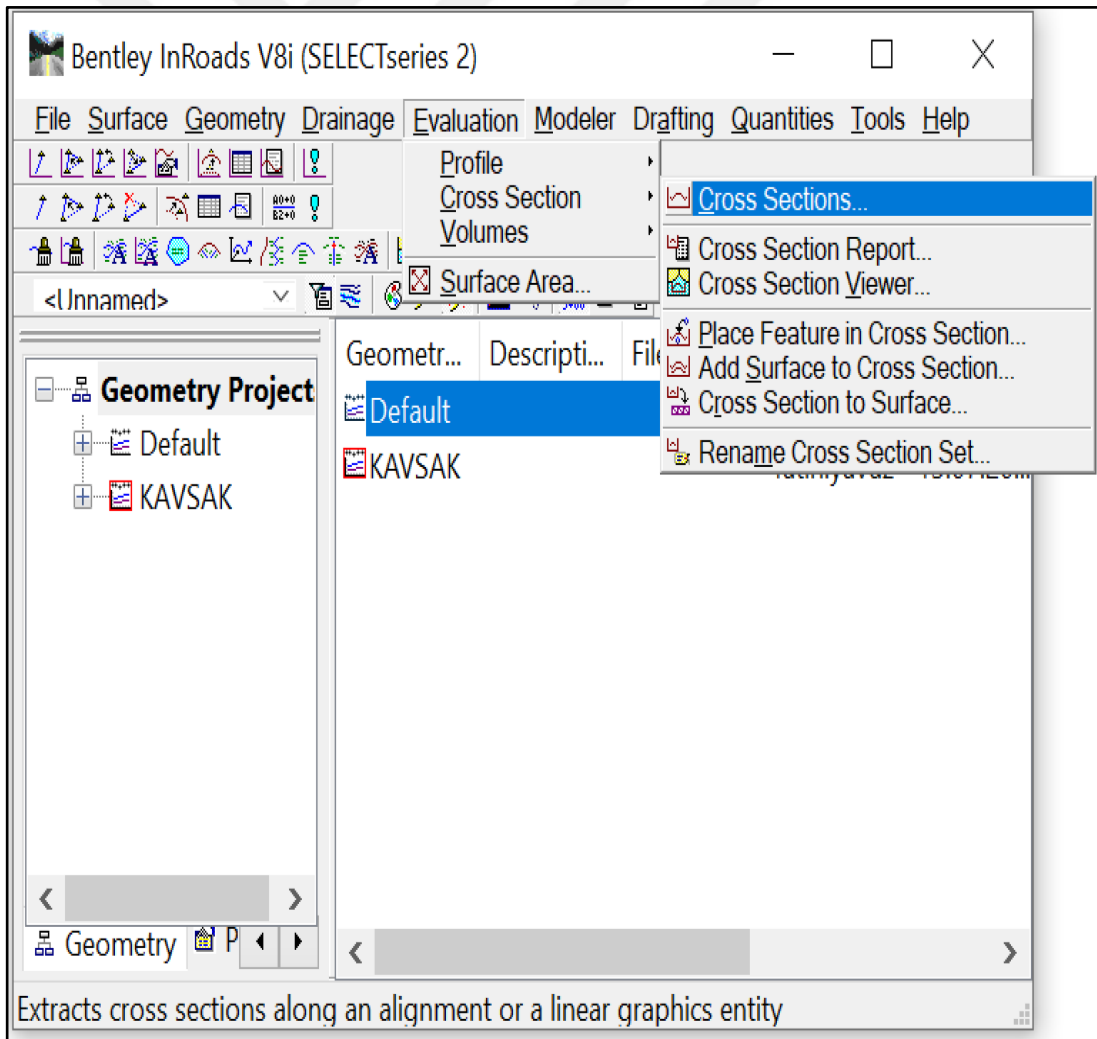
Şekil 5.61. Şev plan çizimi-3.



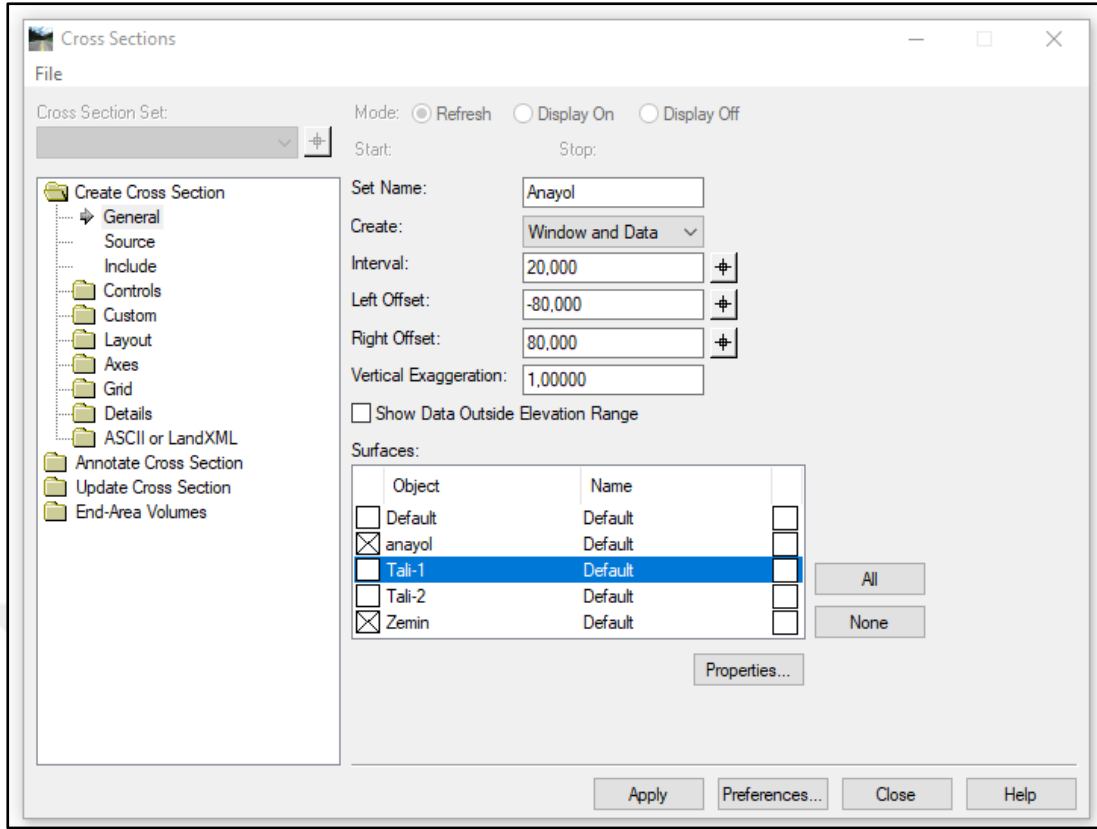
Şekil 5.62. Şev plan çizimi-4.

5.7 Tip Enkesitlerin Programda Gösterilmesi

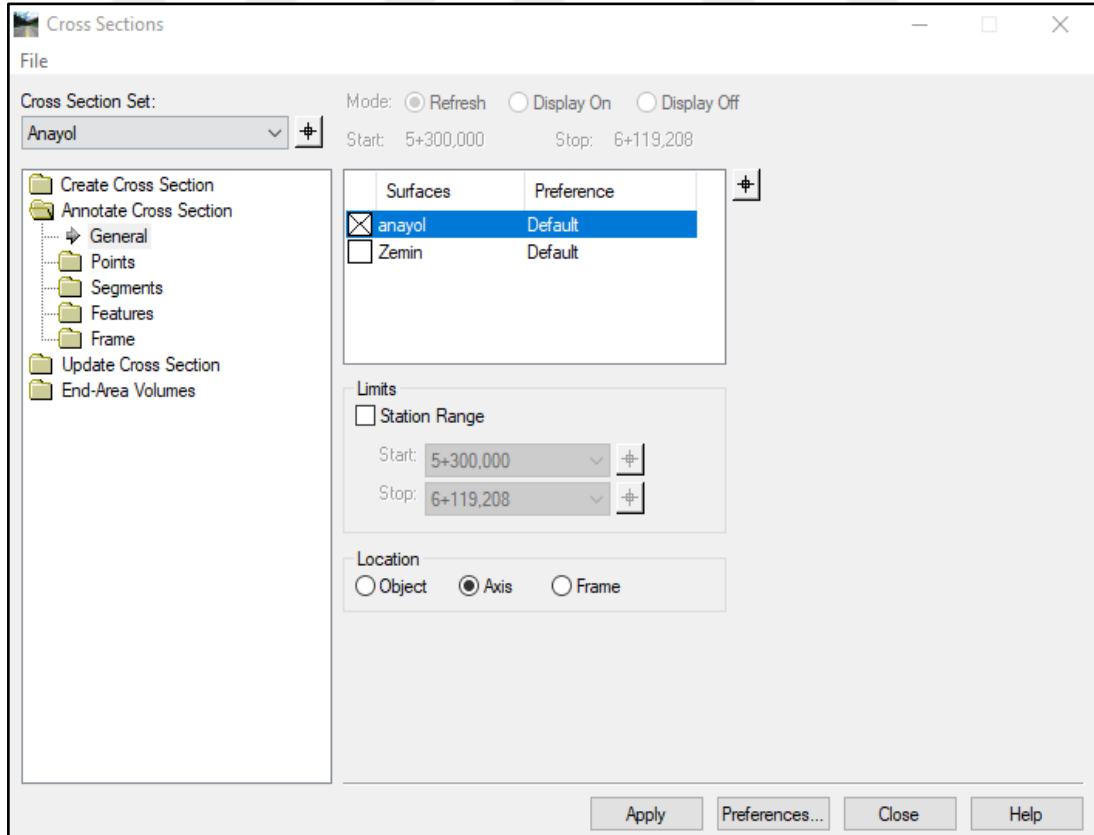
Tip enkesit bölümünde tasarımı yapılan enkesitler microstation (Inroads) programında Evaluation>Cross Section>Cross Sections bölümüne girilerek bu bölümde şekilde gösterilen kısımlar doldurularak preference bölümünden seçim yapılarak Apply ile program ekranında kesitler gösterilir. Tip enkesitlerde zemin kot değerleri ve üst kot değerlerini göstermek için Cross Sections bölümünde Annotate Cross Section bölümüne girilerek ana yol sekmesi işaretlendikten sonra preference kısmına girilerek üçgen üst seçilerek onaylanır ve Apply ile program ekranında tip enkesitler üzerine üst kot değerleri ve eksene mesafeleri yazdırılır. Annotate Cross Section Bölümünde zemin sekmesi işaretlendikten sonra preference kısmına girilerek zemin seçilerek onaylanır ve Apply ile program ekranında tip enkesitler üzerine kot değerleri ve eksene mesafeleri yazdırılır.



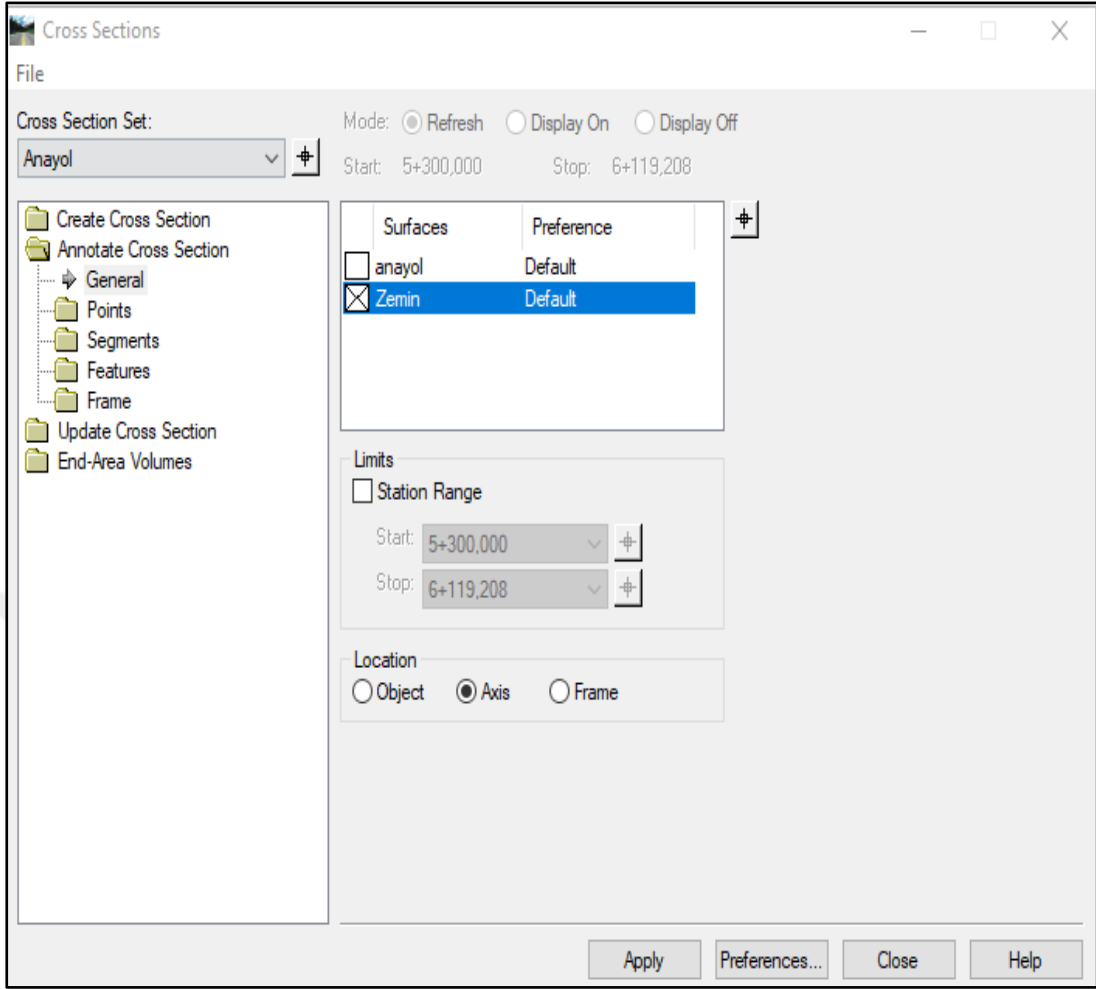
Şekil 5.63. Tip enkesitlerin programda gösterilmesi-1.



Şekil 5.64. Tip enkesitlerin programda gösterilmesi-2.



Şekil 5.65. Tip enkesitlerin programda gösterilmesi-3.



Şekil 5.66. Tip enkesitlerin programda gösterilmesi-4.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İncelemesi yapılan kavşaklardan Bitli-Ahlat Devlet Yolu'nun 5+817.59 km'sine dönel kavşak tasarlanmıştır. Mevcutta yer alan sinyalize sola sığınmalı kavşak tipi yoğun trafikte kavşak bölgesinde trafiğin kilitlenmesinden dolayı sinyalize ışıktaki araçlar geçiş üstünlüğünü sağlayamamakta olup ayrıca sola sığınmalı kavşak tipi "U" dönüşlerine de izin vermediğinden söz konusu kavşak bölgesinde dönel kavşak tasarımı yapılması gerekli olmuştur. Dönel kavşak ile hem trafiğin akışı sağlanmış hem de "U" dönüşüne imkân verilmiş olacaktır. İzmit-Yalova Devlet Yolu D-130 Gölcük Geçişi 20+100.00-21+590.00 km'leri arasında Amiral Sağlam Caddesinden Ana yola çıkış bölgesinde mevcutta yer alan eş düzey kavşağın trafik yoğunluğunu karşılayamadığından revize edilerek farklı seviyeli kavşak tasarımıyla hem trafiğin

akışı sağlanmış hem de kazaların önlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca farklı seviyeli kavşak tasarımıyla kavşakta “U” dönüşüne imkân verilmiştir.

Kavşak tasarımlarından Bitlis-Ahlat Devlet Yolu üzerinde Ahlat Külliye bölgesine tasarlanan dönel kavşak tasarımı söz konusu bölgede hem hastane olması hem de külliye olması nedeniyle ana yol ile tali yol kesişiminde yoğun araç trafiğine neden olmakta olup trafiğin mevcutta yer alan sinyalizasyonla sola sığınmalı kavşakta tıkanmasına neden olmaktadır. Mevcutta bulunan sola sığınmalı kavşağın dönüş hareketinin sağlandığı orta refüjün bulunduğu kesimde diğer tip kavşaklara göre çakışma sayılarının fazla olması, kavşak bölgesindeki araçların geri dönüşüne imkân vermemesi, ana yolda kavşağa girişte geometrik olarak değişiklik olmaması sonucu sürücülerin kavşak bölgesine girdiğini anlayamaması, sürücülerin durma ve dönüş hareketleri için tasarlanan sola sığınma şeridinin depolama kapasitesinin diğer kavşaklara göre düşük olmasıdır (Göktan, 2018). Ayrıca kavşak bölgesinde trafik kazaları olduğu için mevcut kavşak revize edilerek dönel kavşak tipi tercih edilmiştir. Dönel kavşakla trafik akışını sağlayarak kazaların önüne geçmek, kavşağın kapasitesini artırarak trafiğin akışını sağlamak ve “U” dönüşüne imkân vermek amaçlanmıştır. Bitlis-Ahlat Devlet Yolunda yer alan kavşak bölgesinde son 10 yılda gerçekleşen trafik hacim değerleri ile yaralanma ve ölümlerle sonuçlanan trafik kaza sayıları incelendiğinde;

Çizelge 6.1. Bitlis-Ahlat devlet yolu yığılma değerleri (URL-7).

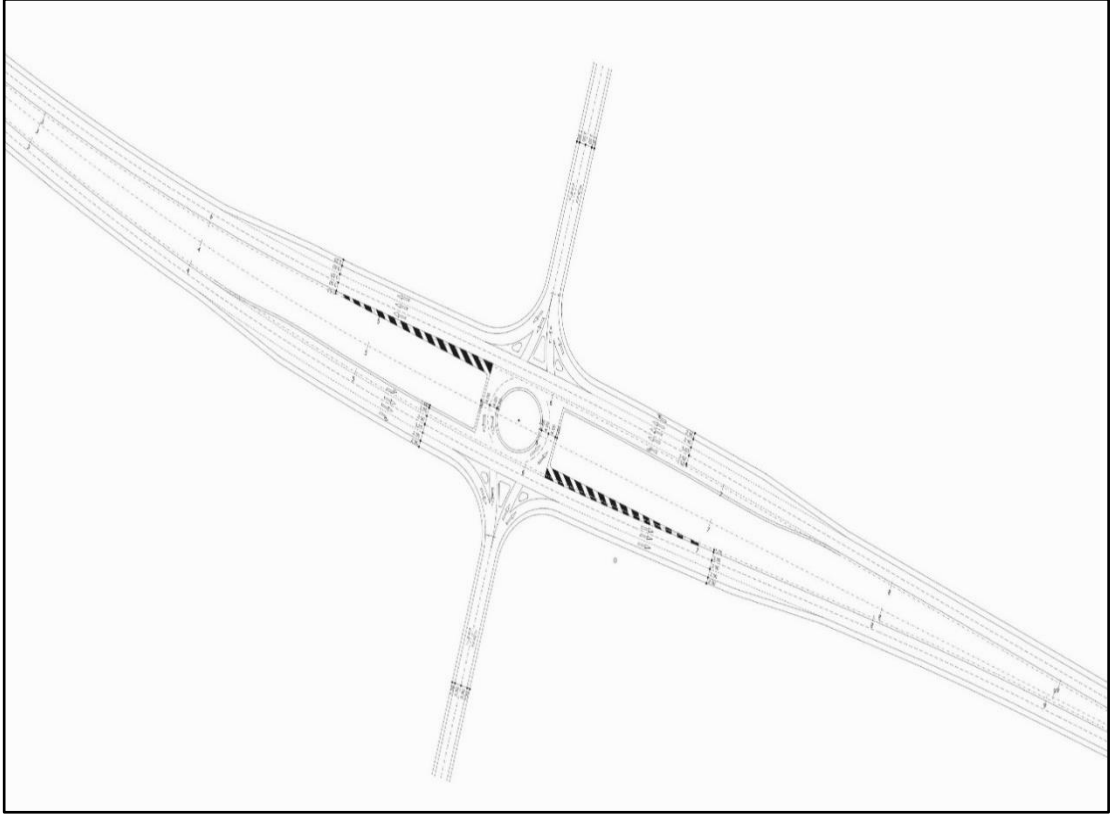
Yıl	Otomobil	Orta Yüklü Ticari Taşıt	Otobüs	Kamyon	Treyler
2013	4341	650	38	778	482
2014	4171	657	35	733	532
2015	4041	115	19	268	305
2016	4990	817	31	556	577
2017	5230	1018	35	349	588
2018	5807	1176	38	245	502
2019	6018	1208	37	242	540
2020	5903	1334	30	310	545
2021	6693	1392	29	519	626
2022	6156	1369	32	460	582
2023	7054	1417	35	447	644

Çizelge 6.2. Ahlat-Külliye Kavşağı yaralanma ve ölümle sonuçlanan trafik kaza verileri.

Yıl	Kavşak düzenlemesinin yapıldığı alan dışı		Kavşak düzenlemesinin yapıldığı alan		Toplam	
	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
2013-2023	4	26.7	11	73.3	15	100

- Mevcut kavşak bölgesinde son 10 yıl içerisinde yapılan kaza sayıları incelendiğinde kavşak geometrik düzenlemenin içerisinde kalan alanda %73.3 oranında kaza olmaktadır. Trafik sayımları incelendiğinde 2013 yılında toplam yolgı değeri 6289, 2023 yılında toplam yolgı değeri ise 9597’dir. Mevcut kavşakta yapılan incelemede kavşak bölgesinde yıllara göre artış gözlenen araç sayısı ve bölgede külliye her sene yapılan kutlamalarda trafik yoğunluğu artmaktadır.
- Kavşak bölgesinde son 10 yıl içerisinde elde edilen veriler incelendiğinde; trafik yoğunluğunun %53 artış göstermesi ile mevcut kavşak bölgesindeki akışın sağlanamaması ve mevcut kavşak tipinin “U” dönüşüne imkân vermemesi sürücüler tarafından hatalı şekilde “U” dönüşü yapmasıyla hem trafiğin tıkanmasına hem de trafik kazalarına neden olması, kaza oranlarının % 73.3 olması gibi durumlar neticesinde son 10 yıllık verilerde yer alan trafik yoğunluk artışı da göz önüne alındığında tasarımı yapılan revize kavşağın mevcut kavşağa göre trafiğin akışını sağlayarak daha hızlı bir şekilde terk edebileceği öngörülmektedir.
- Mevcutta yer alan kavşağın yoğun araç trafiğinde çalışmaması, söz konusu kesimde revize kavşağın tasarlanması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Revize dönel kavşakta karar alınması, ülkemizde kamulaştırma maliyetinin yüksek olduğu yerlerde ve özellikle kent geçişlerinde sıklıkla uygulanan dönel kavşak tipi olması, gereken bütün trafik hareketlerine imkân vermesi, herhangi bir dönüş yapmayacak araçlar için yüksek işletme hızını sağlayabilmesi ve kamulaştırma ihtiyacının görece azlığı sebebiyle farklı seviyeli kavşaklara alternatif olmasından dolayı tercih edilmiştir.

- Tasarımı yapılan kavşaklardan dönel kavşakta ana yol üzerinden gelen ve kavşağı transit geçen araçların hızlarını kesmeden kavşak alanından geçme eğilimleri sıklıkla gözlenen ve oldukça tehlikeli bir durumdur. Özellikle “U” dönüşü yapan araçların karşı ana yol platformunun hız şeridinden (sol şerit) trafiğe katılacak olmaları, transit geçen araçların yüksek hızlarda seyretmeleri durumunda ciddi kazalara sebebiyet verebilecektir. Şekil 6.1’de görülen alternatif sığınmalı rotary kavşak tipi, kavşak bölgesine tasarımı yapılarak kavşak bölgesinde ilave şerit genişlemeleri ile ayrılma ve katılma şeritleri yapılarak güvenli bir şekilde araçların ana yoldan ayrılması ve ana yola katılım sağlanması sağlanır. Kavşak bölgesinde oluşan yoğunlukta azaltılarak kavşak kapasitesi artırılmış olur. Ayrıca sığınma cebine araçların girmesi ile kavşak bölgesinden genişletilerek kavşak bölgesinden transit geçecek araçların kavşak bölgesini hızlı şekilde geçmesini sağlayacaktır. Her türlü trafik dönüşlerine imkân vermesi de bu tip kavşağın tasarımını alternatif olarak değerlendirilebilir. Özellikle bölünmüş yollarda trafik güvenliği ve yoğun trafik açısından en doğru kavşak tipinin farklı seviyeli kavşakla giderilmesi daha doğru olacaktır.



Şekil 6.1. Bitlis-Ahlat devlet yolu alternatif kavşak tipi.

İzmit-Yalova Devlet Yolunda yer alan kavşak bölgesinde son 10 yılda gerçekleşen trafik hacim değerleri ile yaralanma ve ölümlü sonuçlanan trafik kaza sayıları incelendiğinde;

Çizelge 6.3. İzmit-Yalova devlet yolu Gölcük şehir geçişi yolgı değerleri (URL-7).

Yıl	Otomobil	Orta Yüklü Ticari Taşıt	Otobüs	Kamyon	Treyler
2013	19177	2012	564	2983	3065
2014	16507	810	485	2150	2869
2015	18813	887	556	2325	3329
2016	19155	874	552	2148	3016
2017	18098	1171	518	1617	2495
2018	18136	1518	545	1190	2252
2019	18631	1511	447	1113	2141
2020	16857	1455	354	1086	2119
2021	19280	1728	344	1291	2575
2022	18013	1585	356	1229	2237
2023	19270	1665	335	1204	2241

Çizelge 6.4. Kavşak tipine göre yaralanmalı-ölümlü trafik kaza verileri (URL-8).

(2023 Yılı)	Yerleşim	Yeri	Yerleşim	Yeri Dışı	Toplam	
KAVŞAK	KAZA SAYISI	%	KAZA SAYISI	%	KAZA SAYISI	%
Dört Yönlü	39196	20.07	1228	3.08	40424	17.20
Üç Yönlü (T)	30686	15.71	1518	3.82	32204	13.70
Dönel Kavşak	10908	5.58	2273	5.72	13181	5.61
Diğer Kavşak Çeşidi	15424	7.90	15570	39.17	30994	13.18
Üç Yönlü (Y)	4482	2.29	624	1.57	5106	2.17
Köprülü Kavşak	739	0.38	146	0.37	885	0.38
Kavşak Yok	93886	48.07	18391	46.27	112277	47.76
Toplam	195321	100	39750	100	235071	100

Çizelge 6.5. İzmit-Yalova Devlet Yolu fsk kavşağı yaralanma ve ölümle sonuçlanan trafik kaza verileri.

Yıl	Kavşak düzenlemesinin yapıldığı alan dışı		Kavşak düzenlemesinin yapıldığı alan		Toplam	
	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
2013-2023	22	25.59	64	74.41	86	100

- Mevcut kavşak bölgesinde son 10 yıl içerisinde yapılan kaza sayıları incelendiğinde kavşak geometrik düzenlemenin içerisinde kalan alanda %74.41 oranında kaza olmaktadır. Trafik sayımları incelendiğinde 2013-2023 trafik sayım verileri incelendiğinde yıllar arasında yapılan trafik sayı değerleri incelendiğinde 21871-27801 yolg trafik sayımları arasında olduğu görülmektedir. Mevcut kavşakta sinyalize eş düzey kavşakta araçların kavşak içerisinde ana yol ve tali yol kesişmelerinden geçen araçların yoğunluğunda sinyalize sistem yetersiz kalmakta, kavşak içerisinde araçların tıkanmasına neden olmakta ve kavşak kapasitesini düşürmektedir.
- Kavşak bölgesinde son 10 yıl içerisinde elde edilen veriler incelendiğinde; mevcut kavşak bölgesinde trafik yoğunluğunda artış olmamaktadır. Ancak kavşak bölgesinden geçen trafik yoğunluğunun özellikle pik saatlerde trafiğin akışının sağlanamaması ve mevcut kavşak tipinin “U” dönüşüne imkân vermemesi sürücüler tarafından hatalı şekilde “U” dönüşü yapmasıyla hem trafiğin tıkanmasına hem de trafik kazalarına neden olmaktadır. Kavşak bölgesi incelendiğinde kaza oranlarının kavşak geçiş bölgesinde %74.41 olduğu görülmektedir. Karayolları ağında yer alan kavşak tipleri incelendiğinde farklı seviyeli kavşaklarda gözlenen yaralanma ve ölümle gerçekleşen trafik kaza oranları %0.38’dir. Tasarlanan revize farklı seviyeli kavşakla hem can kayıplarının önüne geçilmiş olacak hem de kavşak bölgesinde kapasite artırılarak trafik akışı sağlanmış olacaktır.
- Kavşak tasarımlarından İzmit-Yalova Devlet Yolu Üzerinde Gölcük Şehir Geçişi ’ne tasarlanan farklı seviyeli kavşak, ana yol üzerinden alt geçitle, ana yolun kuzey ve güney tarafında ise dönel kavşakla tasarlanmıştır. Söz konusu

bölgede farklı seviyeli kavşağın tasarlanması; Yolun tasarım hızının 90 km/saat ve üzeri olduğu bölünmüş yollarda öncelikli olarak değerlendirildiği, kesişen yollardan bir ya da daha fazla kavşak kolları ile sağa-sola dönüş trafik hacminin fazla ve eş düzey kavşak kapasitesinin yetersiz olduğu durumlarda, trafik kazalarının sık olması ve kavşak kollarındaki yavaşlama ve beklemekten kaynaklanan gecikmelerin fazla olması durumunda farklı seviyeli kavşakların yapılması ile kesişen yollardaki trafik akımlarının çakışması önlenir. Ayrıca trafikte beklemelerin önüne geçerek hem çevre kirliliği azaltılmış olur hem de ekonomiye katkı sağlanır.

Çizelge 6.6. Yerleşim yeri durumuna göre ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarındaki kusur oranları (URL-8).

Kaza Faktörleri (2022 Yılı)	Yerleşim Yeri		Yerleşim Yeri Dışı		Toplam	
Faktörler	Kusur Sayısı	%	Kusur Sayısı	%	Kusur Sayısı	%
Sürücü	164938	85.66	39293	93.26	204231	87.03
Yaya	21446	11,14	788	1.87	22234	9.47
Yolcu	2012	1.04	741	1.76	2753	1.17
Taşıt	3826	1.99	1188	2.82	5014	2.14
Yol	327	0.17	123	0.29	450	0.19
Toplam	192549	100	42133	100	234682	100

Farklı seviyeli kavşaklar, eş düzey kavşaklara göre yapım maliyetleri daha yüksek olup kamulaştırma açısından da daha geniş alan kaplamaktadır. Söz konusu kavşak tasarımında en önemli etken olan trafik güvenliği göz önüne alınarak tasarım yapılmalıdır. Ayrıca karayollarında yaralanma ve ölümle sonuçlanan trafik kaza kusurlarında Çizelge 6.6’da yer alan veriler incelendiğinde sürücülerin %87.03 oranında kusurlu olduğu görülmektedir. Bu nedenle sadece kavşak tasarımının doğru olması yeterli olmamakta olup aynı zamanda sürücülerin gerekli eğitimleri alarak trafik kurallarına uyması sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- AASHTO, American Association of State Highway And Transportation Officials, 2001. A Policy on Geometric Design Of Highway and Streets, Washington, D.C.
- CROW, 1998. Uniform design of roundabouts, 126, Amsterdam, Netherlands.
- CROW, 2008. Turbo roundabouts, 257, Amsterdam, Netherlands.
- Çubuk, K., 1999. Köprülü Kavşak Tiplerinin Avantaj ve Dezavantajları, 2. Ulaşım ve Trafik Kongresi, Ankara, Bildiriler Kitabı, 105-110.
- Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. ve Sørensen, M., 2009. The Handbook of Road Safety Measures, Second Edition, Emerald Group Publishing, Leeds, England.
- FGSV, 2006. Information sheet for the creation of roundabouts, road design working group, advice on the construction of roundabouts, Köln, Germany.
- Fortuijn, L.G.H., 2005. Safety effect of turbo roundabouts compared to single-lane roundabouts traffic-savvy working day, safety or turbo roundabouts in comparison single roundabouts, CROW, Amsterdam, Netherlands.
- Göktan, B., 2018. Türkiye Karayolu Ağında Kullanılan Hemzemin Kavşaklar İle Farklı Seviyeli Kavşakların Karşılaştırılması ve Başpınar Kavşağı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- KGM, 2005. Karayolları Tasarım El Kitabı, KGM Basımevi, Ankara.
- KGM, 2018. Modern Dönel Kavşaklar Planlama, Tasarım ve Uygulama Rehberi, KGM Basımevi, Ankara.
- KGM, 2022. Karayolları Tasarım El Kitabı, KGM Basımevi, Ankara.
- Kırbaş, U., 2016. Yol Drenaj Sistemleri Ders Notları, OMÜ Basımevi, Samsun.
- Natalizio, E., 2005. Roundabouts with Metering Signals Paper presented at the Institute of Transportation Engineers, Melbourne, Australia.

NCHRP, National Cooperative Highway Research Program, 2007. Roundabouts in the United States, Transportation Research Board, Washington, USA.

Novák, J., Ambros, J. ve Frič, J., 2018. How Roundabout Entry Design Parameters Influence Safety, Transportation Research Record, 2672, 34, 73-84.

Ogden, K.W., 1996. Safer roads: A guide to road safety engineering, Gower Technical, Hampshire, England.

Özden, A., 2008. Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ders Notları, SUBÜ Basımevi, Sakarya.

PIARC, Permanent International Association of Road Congresses, 2003. Road Safety Manual: Recommendations from the World Road Association, Route2 Market, Berkshire, United Kingdom.

Seçkin, N., 2011. Ulaşım-1 Ders Notları, Çukurova Üniversitesi Basımevi, Adana.

Spahn, V. ve Baumer, G., 2007. Safety of roundabouts and Traffic light in Bavaria, road traffic technology safety of roundabouts and traffic signal in Bayern, Straßenverkehrstechnik, 7, 357-362.

Tiwari, G. ve Mohan, D., 2016. Transport planning and traffic safety: making Cities, roads, and vehicles safer, 1st. Edition, CRC Press, Boca Raton, USA.

TSO, The Stationery Office, 2007. Design manual for roads and bridges, The geometric design of roundabouts London, London, England.

TÜİK, 2013. Trafik Kazaları İstatistiği 2012, TÜİK Yayınları, Ankara.

Yayla, N., 2004. Karayolu Mühendisliği, Birsan Yayınevi, İstanbul.

Yetgin, Z., 2000. Türkiye`de Şehir İçi Kavşak Tasarım ve Uygulamalarının Trafik Kazalarına Etkisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

URL-1 <<https://www.denizli.bel.tr/Default.aspx?k=haber-detay&id=14749>>, Erişim tarihi: 20.01.2023

URL-2 <<https://www.kgm.gov.tr/sayfalar/kgm/sitetr/trafik/trafikmoderndonelkavsak.aspx>>, Erişim tarihi: 24.03.2023

URL-3 < <https://www.ozkul.com.tr/urun/35x50x20-cm-sev-dusum-olugu>>, Erişim tarihi: 24.03.2023

URL-4 < <https://polibor.com.tr/korige-boru-hendek-secimi.htm> >, Erişim tarihi: 24.03.2023

URL-5 < <https://www.kgm.gov.tr/sayfalar/kgm/sitetr/bolgeler/1bolge/harita.aspx> >, Erişim tarihi: 20.01.2023

URL-6 < <https://www.kgm.gov.tr/sayfalar/kgm/sitetr/bolgeler/11bolge/harita.aspx>>, Erişim tarihi: 20.01.2023

URL-7 < <https://www.kgm.gov.tr/sayfalar/kgm/sitetr/trafik/trafikveulasimBilgileri.aspx>>, Erişim tarihi: 01.06.2024

URL-8 <<https://www.kgm.gov.tr/sayfalar/kgm/sitetr/trafik/trafikkazalariozeti.aspx>>, Erişim tarihi: 01.06.2024

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Fatih YAVUZ

Adres : Ankara

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Mustafa Kemal Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği
Bölümü, 2010

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim
Dalı, 2024

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. Karayolları 3. Bölge Müdürlüğü- Yol Yapım Başmühendisliği (2017-2021)
2. Karayolları 3. Bölge Müdürlüğü- Strateji Geliştirme Başmühendisliği (2021)
3. Karayolları Genel Müdürlüğü-Yol Etüt ve Proje Müdürlüğü (2021-Devam)

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Kongrelerde Sunulan Makaleler

1. Yavuz, F. ve Tosun B., H., 2023. Kavşak Tasarımları ve Kavşak Tasarımında Yapılan İyileştirmeler Bitlis ve Kocaeli İli Örneği, UBAK 16. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, Ankara.