



İSKENDERUN TEKNİK
ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**KARAYOLU PROJELERİNDE
BİLGİSAYAR PROGRAMLARI
KULLANILARAK PROJE
AŞAMALARININ MÜHENDİSLİK
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Avni ERYILMAZ

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

HAZİRAN 2019



**KARAYOLU PROJELERİNDE BİLGİSAYAR PROGRAMLARI
KULLANILARAK PROJE AŞAMALARININ MÜHENDİSLİK AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Avni ERYILMAZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2019

Avni ERYILMAZ tarafından hazırlanan “KARAYOLU PROJELERİNDE BİLGİSAYAR PROGRAMLARI KULLANILARAK PROJE AŞAMALARININ MÜHENDİSLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile İskenderun Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk CANSIZ
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Başkan: Prof. Dr. Umur Korkut SEVİM
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Prof. Dr. Fatih ÜNEŞ
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Prof. Dr. Cahit BİLİM
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin Üniversitesi
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Tez Savunma Tarihi: 10/06/2019

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


Prof. Dr. Tolga DEPCI
Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Yükseköğretim Kuruluna gönderilen kopya ile tarafından Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü'ne verilen basılı ve/veya elektronik kopyaların birebir aynı olduğunu,
- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İmza
Ayri ERGİLİNİZ
10/06/2019

KARAYOLU PROJELERİNDE BİLGİSAYAR PROGRAMLARI KULLANILARAK
PROJE AŞAMALARININ MÜHENDİSLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Avni ERYILMAZ

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Haziran 2019

ÖZET

Karayollarının projelendirmesi uzun ve zahmetli bir sürecin sonunda gerçekleşmektedir. Arazi ölçümlerinden, yarma ve dolgu hacimlerine ulaşılmasına kadar yorucu ve zaman alıcı çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada karayolu projelendirmesinin en baştan en sona kadar sanal ortamda yapılmasının imkânları üzerinde durulmaktadır. Öncelikle arazinin ölçülmesi, topoğrafik noktaların alınması ve eşyükselti eğrilerinin oluşturulması gibi işlemlerin gerçekleşmesi Google Earth ve Global Mapper programları ile sağlanmaktadır. Arazinin tespit edilmesi ve karayolunun yapılacağı koridorun kot değerlerinin bulunması Google Earth programı ile yapılmaktadır. Elde edilen .kmz uzantılı dosya Global Mapper programında açılarak Autocad programının alabileceği .dem uzantılı dosya haline getirilmektedir. Daha sonra Auotcad Civil 3D programı ile üçgenleme ve tekrar eşyükselti eğrileri oluşturularak proje çözümüne devam edilmektedir. Güzergâhın oluşturulması, boy profilinin çizilmesi, enkesitlerin meydana getirilmesi ve dolgu ve yarma hacimlerine ulaşılması gibi işlemler yine Autocad Civil 3D programında yapılmaktadır. Benzer olarak Netcad programı ile üçgenlemeden dolgu ve yarma hacimlerine kadar bütün işlemler gerçekleştirilmektedir. Böylece karayolu projesinde, arazi işlemlerinden paftalamaya kadar geçen bütün süreç sanal ortamda bilgisayar programları ile yapılmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Arazi Ölçümü, Karayolu Projesi, Yarma ve Dolgu Hacmi
Sayfa Adedi : 67
Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk CANSIZ

EVALUATION OF PROJECT STAGES BY ENGINEERING USING COMPUTER
PROGRAMS IN HIGHWAY PROJECTS

(M. Sc. Thesis)

Avni ERYILMAZ

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY
ENGINEERING AND SCIENCE INSTITUTE

June 2019

ABSTRACT

The design of the highways is realized at the end of a long and laborious process. From land surveying to reaching cutting and filling volumes, tiring and time-consuming studies are required. In this study, the possibilities of making the highway Project in virtual environment from the beginning to the end are emphasized. First of all, the land surveying, topographic points and the creation of contour lines, such as the creation of transactions such as Google Earth and Global Mapper programs are provided. The determination of the land and the elevation of the corridor of the highway will be done by Google Earth. The .kmz file can be opened in the Global Mapper program, which can be imported into the .dem file. Then Autcad Civil 3D program with triangulation and repeat contour lines are created to continue the project solution. The process of creating the cutting volumes are done in the Autocad Civil 3D program. Similarly, all operations from triangulation to filling and cutting volumes are carried out with Netcad program. Thus, in the highway Project, the whole process from land surveying to plan-profil is done by computer programs in a virtual environment.

Key Words : Land Surveying, Highway Project, Cut and Fill Volume
Page Number : 67
Supervisor : Assist. Prof. Dr. Ömer Faruk CANSIZ

TEŞEKKÜR

Yüksek Linsans tez konusunun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmayı yönlendiren ve her türlü yardımı esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Dr.Öğr.Üyesi Ömer Faruk CANSIZ'a ve Ceng AYGÜN'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında en büyük destekçilerim olan ve sabırlarını esirgemeyen eşim Feride ERYILMAZ'a, oğluma Mehmet Akif'e ve kızıma Elif Öykü'ye sonsuz teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Araziden Veri alınması	2
1.2. Verilerin Sanal Ortama Aktarılması	2
1.3. Arazinin Üçgen Modelinin Oluşturulması	2
1.4. İzohips (Eşyüksekti) Eğrilerinin Oluşturulması.....	3
1.5. Yatay Güzergâh Oluşturulması	3
1.6. Düşey Güzergâh Oluşturulması	4
1.7. Tip Enkesit Oluşturulması.....	4
1.8. Enkesit Oluşturulması	5
1.9. Kazı ve Dolgu Hacimlerinin Hesaplanması	5
1.10. Proje Paftaların Hazırlanması	6
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	21
3.1. Sanal Ortamda Belirlenen Arazinin Alınması.....	21
3.2. Arazinin Üç Boyutlu Modelinin Oluşturulması	23
3.3. Yazılım 1 İle Proje Aşamalarının Yapılması	26

	Sayfa
3.3.1. Üçgen model oluşturulması.....	26
3.3.2. Eşyüksekti eğrilerinin oluşturulması.....	27
3.3.3. Yatay güzergâhın oluşturulması.....	28
3.3.4. Dever hesaplarının yapılması	29
3.3.5. Arazi enkesitlerinin oluşturulması	29
3.3.6. Boy profilinin oluşturulması	30
3.3.7. Düşey güzergâhın oluşturulması	30
3.3.8. Tip enkesitlerin oluşturulması.....	31
3.3.9. Enkesitlerin oluşturulması.....	31
3.3.10. Yarma ve dolgu hacimlerinin hesaplanması	32
3.3.11. Proje paftalarının oluşturulması	33
3.3.12. Projenin üç boyutlu tasarımı	33
3.3.13. Proje animasyonunun hazırlanması.....	34
3.4. Yazılım 2 İle Proje Aşamalarının Yapılması	34
3.4.1. Üçgen model oluşturulması.....	34
3.4.2. Yatay güzergâhın oluşturulması.....	35
3.4.3. Dever hesaplarının yapılması	36
3.4.4. Arazi enkesitlerinin oluşturulması	36
3.4.5. Boy profilinin oluşturulması	37
3.4.6. Düşey güzergâhın oluşturulması	37
3.4.7. Tip enkesitlerin oluşturulması.....	38
3.4.8. Yarma ve dolgu hacimlerinin hesaplanması	38
3.4.9. Proje animasyonunun hazırlanması.....	39
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	40

4.1. Düz Yolda Karşılaştırmanın İncelenmesi	40
4.1.1. Yol uzunluğunun karşılaştırılması	40
4.1.2. Semt açıların karşılaştırılması	41
4.1.3. Düşey güzergâhın karşılaştırılması	42
4.1.4. Yarma ve dolgu hacimlerinin karşılaştırılması	42
4.2. Tek Yatay Kurplu Yolda Karşılaştırmanın İncelenmesi	43
4.2.1. Yol uzunluklarının karşılaştırılması	43
4.2.2. Semt açıların karşılaştırılması	44
4.2.3. Yatay kurp değerlerinin karşılaştırılması	44
4.2.4. Dever değerlerinin karşılaştırılması	45
4.2.5. Düşey güzergâhın karşılaştırılması	45
4.2.6. Yarma ve dolgu hacimlerinin karşılaştırılması	46
4.3. Tek Düşey Kurplu Yolda Karşılaştırmanın İncelenmesi	47
4.3.1. Yol uzunluklarının karşılaştırılması	47
4.3.2. Semt açılarının karşılaştırılması	48
4.3.3. Düşey kurp değerlerinin karşılaştırılması	48
4.3.4. Yarma ve dolgu hacimlerinin karşılaştırılması	49
4.4. Yatay ve Düşey Kurp Çakışmalı Yolda Karşılaştırmanın İncelenmesi	49
4.4.1. Yol uzunluklarının karşılaştırılması	49
4.4.2. Semt açılarının karşılaştırılması	50
4.4.3. Yatay kurp değerlerinin karşılaştırılması	51
4.4.4. Dever değerlerinin karşılaştırılması	51
4.4.5. Düşey kurp değerlerinin karşılaştırılması	52
4.4.6. Yarma ve dolgu hacimlerinin karşılaştırılması	53

4.5. Çevlik-Kale Yol Projesinde Karşılaştırma	53
4.5.1. Çevlik-Kale arazi parçasının sanal ortamda oluşturulması	54
4.5.2. Çevlik-Kale arazi parçasının üç boyutlu modelinin oluşturulması	54
4.5.3. Çevlik-Kale arazi parçasının izohips eğrilerinin oluşturulması	55
5. BİLGİSAYAR PROGRAMLARI İLE PROJE AŞAMALARINDA ELDE EDİLEN KAZANIMLAR	57
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	58
KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ	65
DİZİN	66

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Düz yola ait semt açılarının karşılaştırılması.....	41
Çizelge 4.2. Düz yola ait yarma-dolgu hacim değerlerinin karşılaştırılması.....	43
Çizelge 4.3. Tek yatay kurplu yola ait semt açılarının karşılaştırılması	44
Çizelge 4.4. Tek yatay kurplu yola ait yatay kurp değerlerinin karşılaştırılması	44
Çizelge 4.5. Yazılım 1'e ait dever değerleri.....	45
Çizelge 4.6. Yazılım 2'ye ait dever değerleri	45
Çizelge 4.7. Tek yatay kurplu yola ait yarma ve dolgu hacim değerlerinin karşılaştırılması.....	46
Çizelge 4.8. Tek düşey kurplu yola ait semt açılarının karşılaştırılması.....	48
Çizelge 4.9. Tek düşey kurplu yola ait yarma ve dolgu hacim değerlerinin karşılaştırılması.....	49
Çizelge 4.10. Hem yatay hem düşey kurplu yola ait semt açılarının karşılaştırılması...	51
Çizelge 4.11. Hem yatay hem düşey kurplu yola ait yatay kurp bilgilerinin karşılaştırılması	51
Çizelge 4.12. Yazılım 1'e ait dever değerleri	45
Çizelge 4.13. Yazılım 2 ye ait dever değerleri.....	45
Çizelge 4.14. Hem yatay hem düşey kurplu yola ait yarma ve dolgu hacim değerlerinin karşılaştırılması	45
Çizelge 4.12. Çevlik-Kale yol güzergâhında hacim değerlerinin karşılaştırılması	45

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Arazinin sanal ortamdaki görünümü.....	2
Şekil 1.2. Arazinin üçgen modelinin oluşturulmuş görünümü	3
Şekil 1.3. İzohips eğrilerinin oluşturulması	3
Şekil 1.4. Yatay güzergâh görünümü.....	4
Şekil 1.5. Arazi modelinin boy profil ve düşey güzergâhın gösterimi	4
Şekil 1.6. Yol projede kullanılan tip kesit.....	5
Şekil 1.7. Yol projeden bir enkesitin görünümü	5
Şekil 1.8. Kübaj tablosu raporu.....	6
Şekil 1.9 Pafta gösterimi	6
Şekil 3.1. Seçilen arazi parçasının görünümü	21
Şekil 3.2. Paris'ten alınan arazi parçasının görünümü.....	21
Şekil 3.3. Avusturya'dan alınan arazi parçasının görünümü	22
Şekil 3.4. Honkong'tan alınan arazi parçasının görünümü.....	22
Şekil 3.5. Tayvan'dan alınan arazi parçasının görünümü	22
Şekil 3.6. Colorado'dan alınan arazi parçasının görünümü	23
Şekil 3.7. Almanya'dan alınan arazi parçasının görünümü	23
Şekil 3.8. Seçilen arazinin üç boyutlu gösterimi.....	24
Şekil 3.9. Paris'ten alınan arazi parçasının üç boyutlu görünümü.....	24
Şekil 3.10. Avusturya'dan alınan arazi parçasının üç boyutlu görünümü	24
Şekil 3.11. Honkong'dan alınan arazi parçasının üç boyutlu görünümü	25
Şekil 3.12. Tayvan'dan alınan arazi parçasının üç boyutlu görünümü	25
Şekil 3.13. Colorado'dan alınan arazi parçasının üç boyutlu görünümü	25
Şekil 3.14. Almanya'dan alınan arazi parçasının üç boyutlu görünümü	26

Şekil	Sayfa
Şekil 3.15. Seçilen arazinin parçasının üçgen modelinin gösterimi	26
Şekil 3.16. Seçilen arazinin parçasının eşyükselti eğrilerinin gösterimi.....	27
Şekil 3.17. Paris'e ait arazinin parçasının eşyükselti eğrilerinin gösterimi	27
Şekil 3.18. Azerbaycan'a ait arazinin parçasının eşyükselti eğrilerinin gösterimi	28
Şekil 3.19. Yazılım 1'e ait yatay güzergâhın gösterimi	28
Şekil 3.20. Yazılım 1'e ait dever diyagramının gösterimi	29
Şekil 3.21. Yazılım 1'e ait enkesit çizgilerinin gösterimi.....	29
Şekil 3.22. Yazılım 1'e ait boy profilin gösterimi	30
Şekil 3.23. Yazılım 1'e ait düşey güzergâhın gösterimi	31
Şekil 3.24. Yazılım 1'e ait tip kesitin gösterimi	31
Şekil 3.25. Yazılım 1'e ait enkesitin gösterimi.....	32
Şekil 3.26. Yazılım 1'e ait hacim tablosunun gösterimi	32
Şekil 3.27. Yazılım 1'e ait pafta görünümü	33
Şekil 3.28. Yazılım 1'e ait yol güzergâhın üç boyutlu gösterimi	34
Şekil 3.29. Yazılım 1'e ait yol animasyon panelinin gösterimi	34
Şekil 3.30. Yazılım 2'ye ait üçgen modelin gösterimi.....	35
Şekil 3.31. Yazılım 2'ye ait yatay güzergâhın gösterimi	35
Şekil 3.32. Yazılım 2'ye ait dever diyagramının gösterimi	36
Şekil 3.33. Yazılım 2'ye ait enkesit çizgilerinin gösterimi.....	36
Şekil 3.34. Yazılım 2'ye ait boy profilin gösterimi	37
Şekil 3.35. Yazılım 2'ye ait düşey güzergâhın gösterimi	37
Şekil 3.36. Yazılım 2'ye ait tip kesitin gösterimi	38
Şekil 3.37. Yazılım 2'ye ait hacim tablosunun gösterimi	39
Şekil 4.1. Yazılım 1'de düz yola ait yol güzergâhının görünümü	41

Şekil	Sayfa
Şekil 4.2. Yazılım 2’de düz yola ait yol güzergâhının görünümü	41
Şekil 4.3. Yazılım 1’de düz yola ait düşey güzergâhın görünümü	42
Şekil 4.4. Yazılım 2’de düz yola ait düşey güzergâhın görünümü	42
Şekil 4.5. Yazılım 1’de tek yatay kurplu yola ait yol güzergâhının görünümü	43
Şekil 4.6. Yazılım 2’de tek yatay kurplu yola ait yol güzergâhının görünümü	44
Şekil 4.7. Yazılım 1’de tek yatay kurplu yola ait düşey güzergâhın görünümü	46
Şekil 4.8. Yazılım 2’de tek yatay kurplu yola ait düşey güzergâhın görünümü	46
Şekil 4.9. Yazılım 1’de tek düşey kurplu yola ait yatay güzergâhın görünümü	47
Şekil 4.10. Yazılım 2’de tek düşey kurplu yola ait yatay güzergâhın görünümü	47
Şekil 4.11. Yazılım 1’de tek düşey kurplu yola ait düşey güzergâhının görünümü	48
Şekil 4.12. Yazılım 2’de tek düşey kurplu yola ait düşey güzergâhın görünümü	49
Şekil 4.13. Yazılım 1’de hem yatay hem düşey yola ait yol güzergâhın görünümü	50
Şekil 4.14. Yazılım 2’de hem yatay hem düşey yola ait yol güzergâhın görünümü	50
Şekil 4.15. Yazılım 1’de hem yatay hem düşey yola ait düşey güzergâhın görünümü .	52
Şekil 4.16. Yazılım 2’de hem yatay hem düşey yola ait düşey güzergâhın görünümü .	52
Şekil 4.17. Çevlik-Kale yol güzergâh görünümü.....	53
Şekil 4.18. Çevlik-Kale arazi parçasının görünümü	54
Şekil 4.19. Çevlik-Kale arazi parçasının üç boyutlu modelinin görünümü	54
Şekil 4.20. Global Mapper ile oluşturulan Çevlik-Kale arazi parçasının izohips eğrilerinin görünümü	55
Şekil 4.21. Yersel yöntem ile elde edilen Çevlik-Kale arazi parçasının izohips eğrilerinin görünümü	55

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar

Açıklamalar

CAD

Bilgisayar Destekli Tasarım

AHP

Analitik Hiyerarşi Prosesi

İHA

İnsansız Hava Aracı

SAM

Sayısal Arazı Modeli

BIM

Bina Bilgi Modellemesi

CBS

Coğrafi Bilgi Sistemleri

MCDM

Multi Kriter Karar Oluşturma

GA

Genetik Algortima

PSO

Parçacıklı Sürü Optimizasyonu

KICT

Kore Yap Teknolojileri Enstitüsü

FEM

Sonlu Elemalar Yöntemi

1. GİRİŞ

Gelişen bilgisayar donanım ve yazılımları her alanda olduğu gibi arazi içerikli projelendirme çalışmalarında da büyük imkânlar sağlamaktadır. Bu kapsamda özellikle geliştirilen çok sayıdaki grafik tasarım programları (CAD) sayesinde, yol projelerinde birçok fayda sağlamaktadır. Yolun eksen geometrisinin arazi topografyasına uygunluğunun sağlanabilmesinde ve bu uygun eksen ile ilgili geometrik unsurların projelendirilip bu unsurlarla ilgili miktar hesaplamalarının bir otomasyon içinde çok daha kolay bir şekilde hazırlanabilmesi gibi imkânları ortaya koymaktadır. Günümüzde her türlü grafik tasarım, gösterim ve hesaplamalara yönelik ticari amaçlı birçok CAD programı bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmada farklı CAD programları kullanılarak bu yazılımların karayolu projelerindeki geometrik unsurların projelendirilmesi ve bu unsurlara dayanan hesaplamaların sağlanabilirliği açısından performanslarının değerlendirilmesine çalışılmaktadır.

Yakın zamana kadar insan gücüne dayalı olarak yapılan ve çok uzun, yorucu ve sınırlı alternatifli çözümlerle gerçekleştirilen yol proje unsurlarının tasarımı CAD yazılımları sayesinde çok daha kolay bir şekilde yapılabilmektedir. Bu programlar bu alandaki gelişmelere paralel olarak gelişen bilgisayar teknolojisi sayesinde hızla gelişmekte ve de beraberinde yeni donanımlar meydana getirmektedir. Halen bu alanda çok sayıda ticari CAD yazılımı bulunmakta olup, bu yazılımlarla aynı konuda benzer sonuçlar alınabilmektedir.

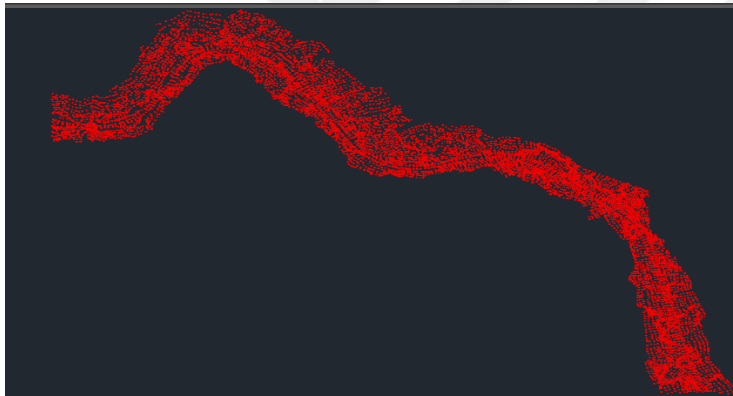
Yapılan bu çalışmada, karayolu projelerinde kullanılmakta olan iki adet ticari yazılımın belirlenen bazı yazılım kriterlerini ve proje tasarım standartlarını sağlamaları açısından programların performanslarının değerlendirilmesinin yapılması amaçlanmıştır. Birinci aşamada genel olarak bir yol projede neler yapılmakta olduğu ilgili genel bilgiler verilmektedir. İkinci aşamada yol proje aşamalarında yapılan işlemlerin araziye çıkmadan tamamen sanal ortamda nasıl yapılacağı hakkında bilgiler verilmektedir. Son aşamada ise CAD programlarından alınan bilgiler doğrultusunda kıyaslama yapılmaktadır. Değerlendirmede programların belirli fonksiyonları incelendiğinden; programların tüm fonksiyonları için bir değerlendirmenin hatalı olabileceği düşüncesiyle incelenen yazılımların isimleri belirtilmemiştir.

1.1. Araziden Veri Alınması

Yüksek doğruluk ve hassasiyette araziden veri alınması, karayolu projelerinde yatay ve düşey güzergâhın doğru bir şekilde belirlenmesi ve buna bağlı olarak toprak işlerinin net bir şekilde hesaplanması için büyük önem arz etmektedir. Araziden verilerin alınması birçok yöntem ile yapılmaktadır. Bunlardan bazıları insansız hava aracı (İHA) ve GPS'tir.

1.2. Verilerin Sanal Ortama Aktarılması

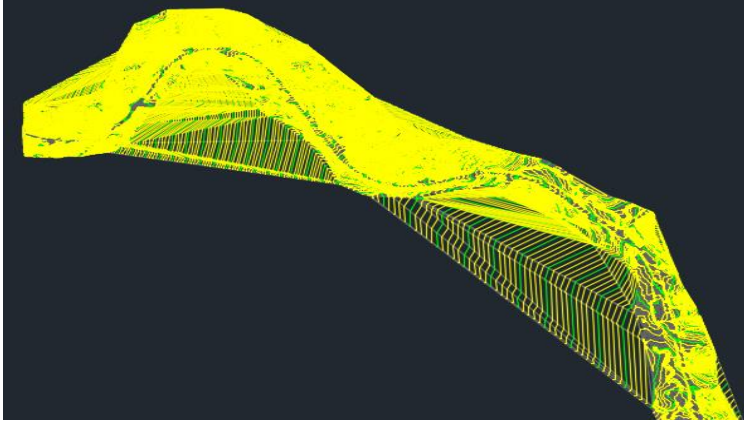
Arazi verilerinin elde edilmesinden sonra veriler kullanılacak yazılım programına aktarılarak arazinin sayısal arazi modeli (SAM) oluşturulmaktadır. SAM işlemi yol proje aşamasında ilk ve önemli adımlardan bir tanesidir. SAM'in oluşturulması Şekil 1.1'de gösterilmektedir.



Şekil 1.1. Arazinin sanal ortamdaki görünümü

1.3. Arazinin Üçgen Modelinin Oluşturulması

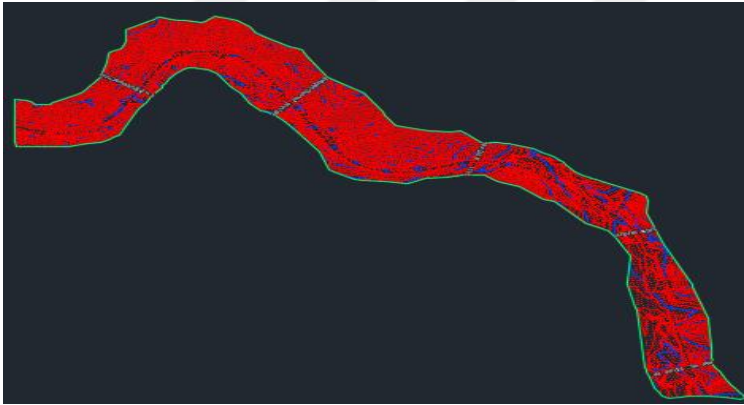
Arazinin üçgenlenmesindeki etken arazinin rastgele alınmış kotlu noktalardan oluşmasından kaynaklanmaktadır. Bu noktalardan arazi modeli üretmek için genel olarak kullanılan bir yöntemdir. Üçgenlerin kenarlarındaki kot değişimleri doğrusal olarak kabul edilmektedir. Şekil 1.2'de arazinin üçgen modelinin oluşturulmuş hali gösterilmektedir.



Şekil 1.2. Arazinin üçgen modelinin oluşturulmuş görünümü

1.4. İzohips (Eşyüksekti) Eğrilerinin Oluşturulması

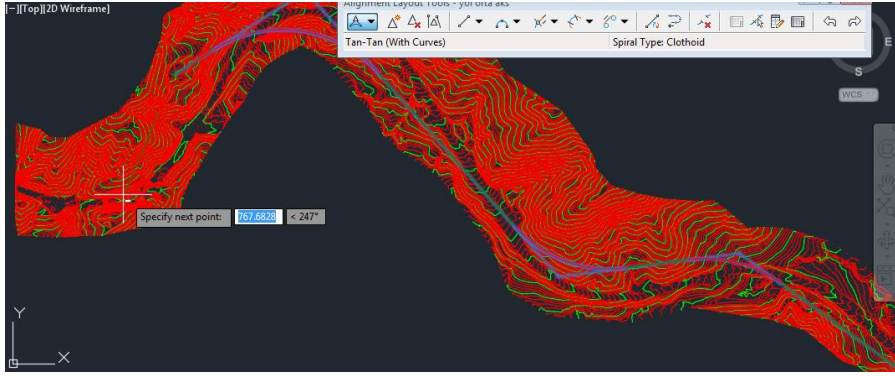
Arazi parçasının üçgen modeli oluşturulduktan sonra bu üçgenlere bağlı olarak eşyüksekti eğrileri oluşturulmaktadır. İzohips eğrilerinin oluşturulduktan sonraki hali Şekil 1.3'te gösterilmektedir.



Şekil 1.3. İzohips Eğrilerinin Oluşturulması

1.5. Yatay Güzergâh Oluşturulması

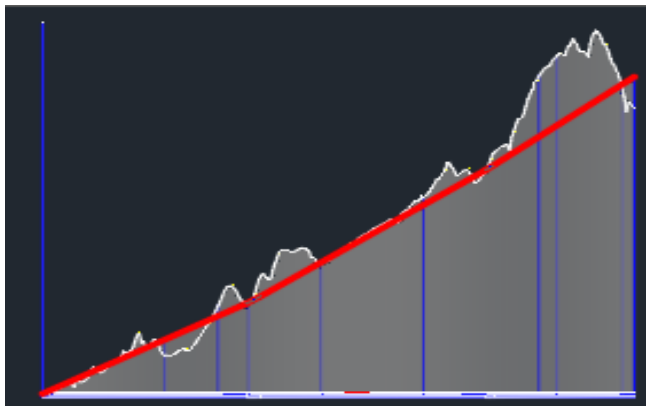
Arazi modeli oluşturulduktan sonra yatay güzergâh belirleme kısmına geçilmektedir. Yatay güzergâh belirlenirken yolda sağlanması gereken proje hızı, arazinin Topografik yapısı ve emniyet gibi unsurlar belirleyici etkenlerdir. Yapılan yatay güzergâh çizimi Şekil 1.4'te gösterilmektedir.



Şekil 1.4. Yatay güzergâh görünümü

1.6. Düşey Güzergâh Oluşturulması

Yol tasarım projesinde bir sonraki aşamada arazi profilinin oluşturulmasına geçilmektedir. Arazi enkesitleri dikkate alınarak arazinin boy profili çıkarılmaktadır (Şekil 1.5). Bu boy profiline en uygun düşey güzergâh bilgisayar programları üzerinde rahatlıkla yapılabilmektedir. Hatta hacim hesaplarından sonra düşey güzergâh üzerinde değişiklikler yapılarak dolgu ve yarma hacim değerlerinin düşmesine katkı sağlanabilmektedir. Bilgisayar programlarının bu ve buna benzer birçok kolaylaştırıcı destekleri vardır.

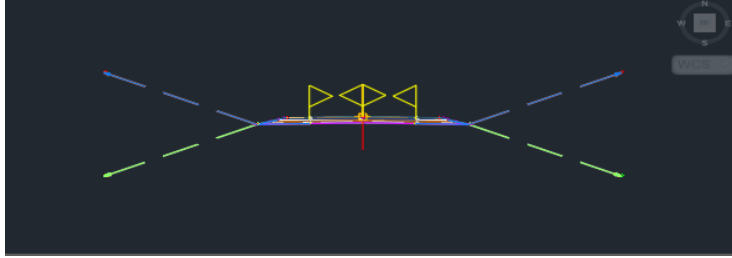


Şekil 1.5. Arazi modelinin boy profil ve düşey güzergâhın gösterimi

1.7. Tip Enkesit Oluşturulması

Yol tasarım projesinde son aşama olan karayolu projesinde kullanılacak olan tip kesitin belirlenmesidir. Tip kesit hesaplarında da bilgisayar programları çok yardımcı olmaktadır. Özellikle programların kütüphanelerinde bulunan tip kesit çeşitleri projelendirmede

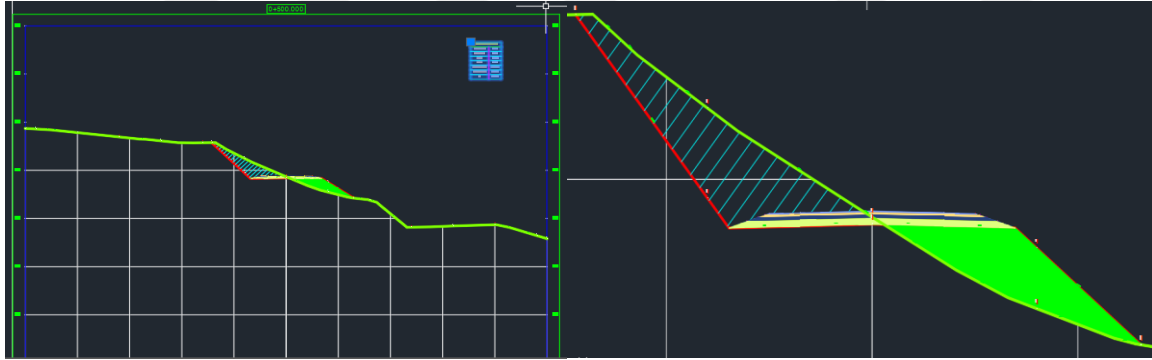
oldukça fayda sağlamaktadır. Şekil 1.6’da CAD programında kullanılan bir tip kesit örneği gösterilmektedir.



Şekil 1.6. Yol projede kullanılan tip kesit

1.8. Enkesit Oluşturulması

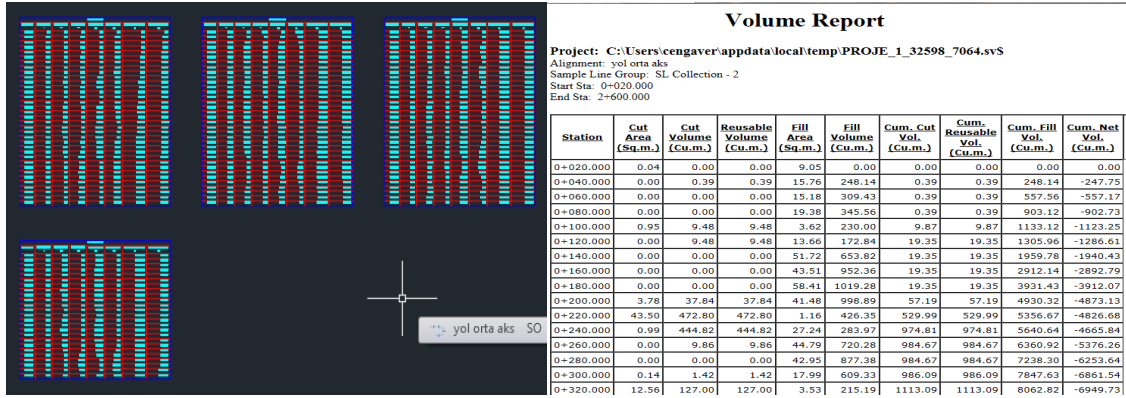
Karayolu projesinde yatay güzergâh, düşey güzergâh ve tip kesit oluşturulduktan sonra yarma ve dolgu hacim değerlerinin alınması için enkesitlerin yapılması gerekmektedir. Şekil 1.7’de yol projeden bir enkesit gösterilmektedir.



Şekil 1.7. Yol projeden bir enkesitin görünümü

1.9. Kazı ve Dolgu Hacimlerinin Hesaplanması

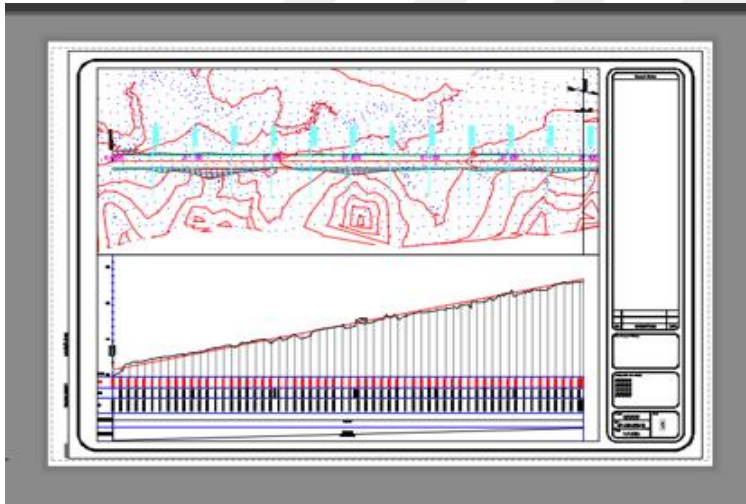
Yol projede enkesitler aracılığı ile kübaj (toprak işleri) hesabı yapılmaktadır. Kübajın alınmasında yarma ve dolgu hacminin ne derecede olduğu tespit edilmektedir. Şekil 1.8’de yol projeden alınan Kübaj tablosu raporu görülmektedir.



Şekil 1.8. Kübaj tablosu raporu

1.10. Proje Paftalarının Hazırlanması

Yol projelerin paftalanmasının sebebi uygulama kısmında yardımcı olmasıdır. Yapılan yol projenin paftalanmış hali Şekil 1.9'da gösterilmektedir.



Şekil 1.9. Pafta Gösterimi

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Abanda ve ark. (2015), bina bilgi modellemesi (BIM) inşaat sektöründe köklü değişiklikler yapma potansiyeline sahip olduğuna inanılan bir küresel dijital teknolojidir. Bu da küresel çapta devletlerin, BIM 'in inşaat projeleri dağıtımındaki etkisini ve kalitesini artırma amaçlı teşvik desteği vermesinin bir sonucudur. Bu destek de çok büyük miktardaki BIM yazılım sistemlerinin piyasaya dağılımını beraberinde getirdi. Bu olumlu bir gelişme gibi görünse de, birçok profesyonelin bu yazılım sistemlerinin kullanımını ayırt edebilmesinin zorluğu aşikârdır. Bu çalışma, şu anda inşaat proje bilgilerini yönetmekte kullanılan çok çeşitli BIM yazılım sistemlerinin kapsamlı ve kritik bir değerlendirmesini yapmayı amaçlamaktadır. Bunu gerçekleştirmek için 5 ana method kullanıldı. Bunlar arasında literatürün sistematik bir incelemesi, yapılandırılmış bir anket, eylem öğrenme, odak grup tartışmaları ve e-posta anketleri bulunmaktadır. Bilinmelidir ki, BIM sistemlerinin tamamını incelemek mümkün olmamasına rağmen, çalışma, BIM sistem kategorilerinin büyük çoğunluğuna bakarak bütünsel bir yaklaşım benimsemiştir.

Yi ve Lu (2016), geçici nakliye yolu, ağır inşaatta düşük maliyet ve başarılı proje teslimatı sağlamada önemli bir rol oynamaktadır. Geçici geçici yol yerleşimi tasarımı, saha yöneticileri, şefler ve hatta kamyon sürücüleri tarafından deneysel olarak gerçekleştirilmiştir ki bu burum da bilimsel değil, daha çok tecrübeye dayalıdır. Önceki araştırmalar hafriyat araştırmalarında toplam hafriyat maliyetini en aza indirmek için analitik algoritmalar geliştirildi ve Hafriyat kaynaklarını ve süreçlerini optimize etmek için simülasyon modelleri geliştirdi. Aynı alanda, bu araştırma geçici mesafeli yol yerleşimi tasarımını kolaylaştırmak amacıyla bir optimizasyon metodolojisi getirmiştir. Kesme düzlemi yöntemi, optimizasyon formülasyonunu hassaslaştırmak için kullanılır. Böylece alan erişilebilirliği ve taşıma yolundaki sürekliliği, analitik çözümün pratik uygulanabilirliği sağlanır.

Hare ve ark. (2015), yol tasarımının dikey hizalama aşamasında, güvenlik ve bina kodu kısıtlamaları korunurken yolun farklı bölümleri arasında hareketli malzemenin maliyeti en aza indirilir. Mevcut dikey hizalama modelleri inşaat alanındaki nehirleri, dağları vs. dikkate almaz. Bu çalışmada, bu iki konuyu da dikkate alan dikey hizalama problemi için yeni bir karma tam sayılı doğrusal programlama modeli sunuyoruz.

Baek ve Choi (2017), açık ocaklı bir maden için bir yük yolunun tasarımı, ilgili maliyeti önemli ölçüde etkileyebilir. Bu çalışma, açık ocak madenciliğinde yol tasarımı için yeni bir yöntem önermektedir. Açık ocaklarda yol düzeni raster tabanlı en düşük maliyetli yol analizi kullanılarak optimize edilmiş ve sonuçtaki zikzak yol bölümleri Douglas-Peucker algoritmasını uygulayarak basitleştirmiştir.

Marschallinger ve ark. (2015), AutoCAD katı modelleri jeolojik ve jeoteknik 3D modellemede giderek daha fazla tanınmaktadır. AutoCAD katı modeller ve ızgara modelleme alanı arasındaki mevcut boşluğu doldurmak için, aVisual AutoCAD katı modellerini voksel dizilerine dönüştüren LISP programı sunulmuştur.

Cheng ve ark. (2016), bina bilgi modellemesi (BIM), inşaat sektöründe geniş ölçüde benimsenmiştir. Endüstri ve akademi, BIM çalışma ve uygulamasına giderek daha fazla çaba sarfediyor. Ancak şimdiye kadar bu konuda kapsamlı bir inceleme olmamıştır. Bu yazı Çeşitli sivil altyapı tesisleri için BIM'in kabul edilme uygulamalarını değerlendirebilecek bir çerçeve sunmaktadır.

Karatai (2018), geniş kilin hizalama toprağının kütlelerini oluşturduğu alanlarda döşeme yapımı pahalıdır. Kenya'daki yaygın uygulama, istenmeyen malzemeyi çıkarmak ve alanı daha kararlı malzemelerle doldurmaktır, bu tür inşaat yöntemlerinin maliyeti gereksiz yere çok yüksektir. Bu çalışma, deneysel tasarımlar ve S2 sınıfı asfalt döşeme inşaatı için maliyet fayda analizi yoluyla Rice Husk Kül (RHA) ve Doğal Kireç (NL) kullanılarak sorunlu geniş killi toprakların stabilizasyonunun teknik ve ekonomik uygulanabilirliğini değerlendirmiştir.

Fathi ve ark. (2015), sivil altyapının görüntü tabanlı 3D rekonstrüksiyonu, inşaat endüstrisinin hem bilimsel hem de ticari sektörlerinde ilgi uyandıran bir konudur. Güvenilir bilgisayar görüntü temelli algoritmalar son ol yılda kullanıma sunuldu ve şu an kontrol edilemeyen çevrelerdeki günlük hayat problemlerini çözmek amaçlı kullanılıyorlar. Bu makale görüntü tabanlı 3D rekonstrüksiyonunu analiz etmeyi ve varolan algoritmaları kategorize etmeyi amaçlamaktadır.

Costin ve ark. (2018), ulaştırma altyapısı bir ülkenin ekonomisi, güvenliği ve refahı için kritik bir bileşendir. Artan nüfusa ayak uydurmak amacıyla daha verimli ve uygun

maliyetli teknolojilere sadece altyapıyı onarmak için değil aynı zamanda ulaştırma altyapısını geliştirmek ve genişletmek için büyük bir ihtiyaç vardır. Bu yazının amacı ulaşım altyapısı için BIM'in literatür taramasını ve eleştirel analizini sunmaktır.

Lopes ve ark. (2019), bu çalışma, TCP-MDT, AutoCAD Civil 3D ve TopoGRAPHY yazılımları kullanılarak otoyol geometrik tasarım geliştirmede elde edilen sonuçları karşılaştırmıştır. Ulusal Ulaştırma Bakanlığı'nın teknik önerilerini dikkate alarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Değerlendirilen parametreler şunlardır: kontür çizgileri ile modelleme, yatay düzen, dikey düzen, superwidth, dever ve hafriyat taşıma hesabı.

Hosseini ve ark. (2012), ormandaki yol gelişiminin çevre üzerinde bazı olumsuz ve olumlu etkileri vardır. Bu yüzden, geometrik ve teknik özelliklerinin standardize edilmesi için gereklidir. Bu çalışmada, orman yolu bölümünün edafik işlem hacmi, standardize edilmiş ve olmayan bakış açıları incelenmiştir. Ayrıca, edafik hacmin artması nedeniyle fazla harcamalar işlemler hesaplandı.

Pu ve ark. (2019), demiryolu konum tasarımı kompleks ve zaman alıcı bir işittir. Demiryolu arasındaki karmaşık etkileşimler hizalama ve istasyon yerleri dikkate alınmalıdır. Çoğu optimizasyon yöntemi hizalama optimizasyonu veya istasyon konumları optimizasyonu ile ilgilidir. Bunlar demiryolu düzenlemesi ve istasyon yerleri için bağlantı kısıtlarını göz ardı ederler. Bu makale demiryolu düzenlemesi ve istasyon yerleri için eşzamanlı bir optimizasyon yöntemi sunuyor.

Dols ve ark. (2016), Son yıllarda, sürüş simülatörleri kullanan yol bazlı çalışmaların sayısı önemli ölçüde artmaktadır. Bu, diğer şekilde zaman ve maliyet açısından sorun yaratacak durumları kontrol altına almayı sağlar.

Garach ve ark. (2014), bu makale, bir yoldaki hizalamaların ve ilgili eğrilik değerlerinin saha verilerinden elde edilen UTM koordinatları tarafından belirlenen bir yaklaşım noktasından belirlenmesini sağlayan hızlı, basit ve otomatik bir yaklaşım yöntemi sunmaktadır. Metot, yolun geometrisini düzleştirici, değişken bir kübik spline ile yeniden yapılandırır, bu spline'in eğrilik fonksiyonunu hesaplar ve abscises ekseninde trapezoidler tarafından oluşturulan bir poligonal fonksiyon kullanarak eğrilik fonksiyonuna yaklaşır. Bu

yöntem, belirli özelliklere sahip herhangi bir yol sistemini incelemek için kullanılabilecek düzenlemeler elde etmeyi sağlar.

Mohamed (2019), hacim hesabına çoğu sivil mühendislik projelerinde ihtiyaç duyulur. Son zamanlarda hacim hesabı için, Civil 3D, Surfer ve GIS gibi birçok yazılım paketi kullanılmaktadır. Bu çalışmanın ana amacı, bu yazılım paketleri kullanılarak kesme ve doldurma hacimlerinin nasıl hesaplanacağını açıklamaktır. Ayrıca, farklı yazılım paketleri kullanılarak gerçekleştirilen interpolasyon teknikleri incelenmiştir. Bu araştırmada kullanılan test sahası Ain El Sokhna- Zafarana Yolu, Kızıl Deniz, Mısır konumundadır, 126000 m²'lik bir yüzey alanı üzerindedir. Civil3D, Surfer ve ArcMap yazılım paketlerine bağlı olarak veri şebekesi ve hacim hesabının kesinlik methodları incelendi.

Guo ve ark. (2010), bu çalışma yol tasarımcılarının, tasarladıkları yolları, minimum manuel çalışma ile tamamlayabilme olanağı sunan bir yazılım çözümünü inceler. Yollar, yol tasarımı yazılımında çizgiler ve kavisler olarak görünürler. Yolların renklendirme ile görselleştirilmesi, yol geometrilerinin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olur. Ancak yol görselleştirme işlemi çok fazla zaman harcayıcı bir işlemdir bundan dolayı düzenli olarak yol tasarımında kullanılmaz. Bu çalışmada tanımlanan yazılım çözümü yol tasarımını, Computer Aided Design and Drafting (CADD) tasarım standartlarına göre, otomatik olarak görselleştirir.

Manole ve ark. (2015), CaDapps Australia şirketi tarafından geliştirilen Advanced Road Design (ARD) uygulaması Autocad platformunu kullanır ve Romanya standartlarına göre yol tasarımları konusunda iyileştirici çözümler sunar. Yolun geometrik şekilleri çizimi, kesişimlerin otomatik bağlantısı, uzunlamasına ve enine profillerin otomatik oluşturulması ve doldurma ve kesme hacimlerinin hesabına dair temel komutları içinde barındırır. Ülkemizdeki yol tasarımı mühendisleri tarafından da bilindiği üzere, ARD uygulaması, uzunlamasına ve enine profillerin ve alan planının interaktif tasarımına olanak tanır. Böylece tasarım aşamasında projede yapılan değişiklikler hızlı bir şekilde güncellenebilir.

Zanen ve ark. (2013), otoyol inşası çalışmalarının, kamuya, zaman ve mekana bağlı olarak değişen çok büyük etkileri vardır. Tasarım stratejilerinde bu etkileri yönetmek ve azaltmak için zamanlama ve mekânsal dağılım açısından derinlemesine analiz önemlidir. Ancak pratikte bu çeşit bir derinlemesine analiz çok zordur çünkü bu etkilerin doğası değişken

özelliik gösterir. Proje planlayıcılarını destek amaçlı, otoyol inşası projelerinin etkilerini açık bir şekilde ele alarak, kamuya en fazla etki oluşturan etkenleri ortaya çıkaran bir 4D modelleme methodu geliştirdik.

Eliseev ve ark. (2017), bu makale 3D trafik ağı modellemesi tekniği ile ilgilidir ve bu modelin yol güvenliğini artırmak amaçlı bir takım uygulamaları üzerinde durur. Burada tanımlanan yüksek doğruluk modellemeleri, yol altyapı bileşenleri, bitki örtüsü ve trafik katılımcılarını içeren yol trafik durumları ile ilgili detaylı bir analizdir. Modelleme araçları olarak, Maya, Autocad, Civil 3D, Civil View 3ds Max Design, InfraWorks 360, Bridge Design for InfraWorks, AutoCAD Map3D kullanılmıştır. Oluşturulan modeller, üreticileri tarafından “interaktif kaza risk haritası” adı verilen ve yol güvenliğini arttırmayı amaçlayan bir birleştirilmiş sisteme entegre edilmiştir. Bu yazılım, yol trafik kazalarında bilgi analizi problemlerini çözen ve sürücülerden geri bildirim alan bir sistemdir.

Julge ve ark. (2019), insansız hava araç fotogrametrisi, nokta bulutları,3D yüzey modelleri ve ortofoto mozaikleri üretmeyi sağlayan bir araştırma tekniğidir. İnsansız bir hava aracına yerleştirilen bir kamera vasıtası ile fotoğraflama yapılır. İnsansız hava aracı fotogrametri çalışmaları kum ve çakıl setleri üzerinde yapılmıştır. Amaç yüzey modellerinin düşey doğruluğunun değerlendirilmesidir. Uçuş yüksekliği, yer kontrol noktaları ve kameralar değiştirilir. Ve değişen etkenlerin çeşitli etkileri gözlemlenir.

Blanco ve Chen (2014), bu makale, Bina Bilgi Modellemesi tekniği uygulamasının AEC endüstrisi içindeki çıkarım ve yansımalarını değerlendirir. Aynı zamanda, profesyonelerin, müşterilerin, müteahhitlerin ve devletin mevcut eğilimlerini araştırmayı hedefler. Ulaşım altyapı projeleri geliştirirken gerçekleşen yaygın problemleri ve tutarsız durumları hafifletmek ve yok etmek amacıyla bir teknik geliştirmek bu çalışmanın ana konusunu oluşturur. Geleneksel bilgisayar destekli tasarım (CAD) yaklaşımı kullanılır. Bu çalışma, bu yeni çalışma yaklaşımının, endüstrideki uygulamasındaki tasarruf, çevreye etki, engelleri değerlendirme, kısıtlılıklar, avantaj ve eksiklikleri hesaplama amacı taşır.

Salih ve Ahmed (2014), sivil mühendislik ve inşaat sürecinde bilgisayarların kullanımı çok büyük bir gelişme gösterdi. Program ve yazılımların geliştirilmesi ile bilgisayarlar iş yükünü aza indirdi. Sivil mühendislik altyapısında bilgisayarların kullanımı mühendislere kompleks hesaplamalar, modelleme, dizayn ve analiz süreçlerinde yardımcı oldu. Birçok

müşterisi olan yazılım şirketi piyasada mevcuttur. Ancak son gereklilikler, birçok kullanıcıya hitap eden ve birçok mühendislik dalında kullanıma açık etkili yazılım programları oluşturmaktır. Bu makale, sivil mühendislik uygulamalarına katkı sağlayan belli başlı yazılım uygulamalarının listesini içermektedir.

Sume (2018), bu çalışmanın amacı üç T-baş groin sistemlerinin tortu yakalama karakteristiğini hesaplamak ve karşılaştırmaktır. 31 t-baş groin hesaplamaları Kıyıcık(13), Eskipazar(10), İyidere(8) de bulunmaktadır. Karadenizin doğu kıyılarında bulunur. Bu çalışmada, groinlerin interaktif etkileri, dolun karakteristikleri, tortu derinlikleri değişimleri (sağ ve sol topukları arasındaki) hesaplanmıştır. 2000 yılındaki inşalarından bu yana, her bir groin sisteminde çok büyük miktarda tortu birikmesi olmuştur. Tortu büyümesi üzerine yapılan analizler gösteriyor ki Kıyıcık ve İyidere groin sistemleri en büyük tortu büyümesi karakteristiğine sahipler. Tortu derinliği profilleri karşılaştırması, groin alanlarındaki tortu birikiminin hala arttığını gösteriyor.

Booto ve ark. (2019), bu makale Norveç'teki yol düzeni dizayn sürecinin ana faktörlerini açığa çıkarmak amaçlıdır. Ana amaç, yol tasarımcıları için öncelikli yapılması gerekenleri tespit etmek ve bu gerekliliklerin devletin taşımacılık planlarına uygunluğunun analizi. Akademik yayınlar da dahil olmak üzere geniş çaplı bir literatür taraması ile analiz yapılmıştır. Bazı anahtar faktörlerin çevresel ve sosyal boyutları nasıl etkilediği ve karar aşamasında bu boyutlara ne kadar önem verildiğinin dikkatli incelemesi yapıldı.

Jiang ve ark. (2015), büyük çapta taşımacılık projeleri çevre kalitesinin görsel algısını olumsuz yönde etkileyebilir. Bu çalışmada yol projelerinin karakteristik etkileri incelendi. Ve eldeki bulgulara göre GIS temelli tahmin modeli geliştirildi. Motoryolu senaryosu simülasyonu başlangıç olarak yol yok iken, orijinal motoryolu, kereste gürültü bariyerli yol, transparant gürültü bariyerini içerir. Üç farklı bölgede binaların ve ağaçların yüzey kaplamaları değiştirilerek farklı manzara senaryoları oluşturuldu. Her bir görüntünün manzara bileşeni GIS ile ölçüldü. Sonuçlar gösteriyor ki, motoryollarının varlığı (özellikle kereste bariyerli) görüntü kalitesini büyük ölçüde düşürüyor.

Ghanizadeh ve Heidarabadizadeh (2018), otoyolu inşa maliyetini etkileyen en önemli faktörlerden biri hafriyat masrafıdır. Diğer yandan, hafriyat masrafları çok büyük ölçüde

düşey hizalama dizaynına veya proje çizgisine bağlılık gösterir. Bu çalışmada, ilk olarak, düşey hizalama problemi optimizasyonu formülasyonu çıkarıldı.

Ouma ve ark. (2014), kentsel baypas otoyol seçimi alternatifleri kendi içinde bir çok farklı kriter barındırır. Bunun için de multikriter karar analizi gerekir. Analitik hiyerarşi süreci (AHP) en çok kullanılan multikriter karar oluşturma (MCDM) methodlarından biridir. Bu method fiziksel veya fiziksel olmayan parametrelerde kişisel tercihleri uzaysal analizde entegre eder. Bu makalede, geleneksel AHP, belirsiz AHP ye göre modifiye edilir. Bu işlem Kenya Eldoret kasabesindeki optimal baypas güzergâhını hesaplamak için yapılır. Belirsiz AHP baypas lokasyonunun hesabındaki belirsizliği ortadan kaldırmak amacıyla sunulmuştur.

Casal ve ark. (2017), bu makale yatay yol düzenlemesi optimizasyonu ile alakalı genel bir formülasyon sunar. Bu düzenleme, teğet segmentleri ve geçiş eğrileri ile birleştirilmiş dairesel eğrileri içerir. Bu zorlayıcı bir optimizasyon problemidir. Amaç fonksiyonu alan boyunca alınan bir çizgi integrali ile verilir. İntegrand fonksiyonu her bir nokta boyunca yolun maliyetini temsil eder. Ve bir çok farklı maliyet için, geniş ölçüde bir çok problem bu formülasyona dahil edilebilir. Bunu göstermek için bu metodolojiyi üç farklı duruma uyguladık. İlk iki durum yeni bir yol düzeninin dizaynı ile alakalı. Üçüncü durum varolan yasaya uygun olarak eski yola uygun olacak şekilde bir yolu geliştirmektir.

Shen ve ark. (2014), Bu makale otoyol dizaynında otoyol projeleri bilgilerini elektronik olarak gösteren 3D görselleme modeli sunar. 3D modeli STEP (Ürün modeli verilerinin değişimi için standart) temellidir. Bu açık bir standarttır dolayısıyla veri yapısı için kullanılabilir. Bu dizayn modeli 3D geometrik şekilleri ve altyapının proje kontrolü bilgisini görüntülemek için birbirine bağlı kaynaklar kullandığından dolayı en son kullanıcının gerekli veriyi 3D modelden çekebilmesine olanak tanır. Entegre data modeli dizayn sürecini geliştirmek için pratik mühendislik çözümleri sunar.

Yang ve ark. (2014), bu makale GIS tabanlı çok amaçlı optimizasyon modeli sunar. Bu model, otoyol mühendislerine ve planlayıcılarına otoyol düzenlemesi konularında yardımcı olur. Yeni bir otoyolu inşa ederken veya var olan otoyol genişletileceği zaman. Hibrit çok amaçlı genetik algoritması, ki bu da tasarımcıların seçim yapma tercihlerine yardımcı olur, kabul edilebilir çeşitlilikte Pareto-optimal çözümleri araştırmak amaçlı geliştirilmiştir.

Al-Bayari (2019), mobil haritalama sistemi kullanımı konusuna artan bir ilgi vardır. Özellikle mühendislik ve planlama uygulamaları için araştırma ve proje implementasyonunda. Mühendislik projelerinin dizaynı 3 kısımdan oluşur; kavramsal, ön ve detaylı dizayn kısımları araştırma ve site tasarımı, hem planlamada hem de mühendislik altyapı implementasyonunda bu üçünün en önemlisidir. Mobil haritalama sistemi kullanılırken karşılaşılan problemlerle alakalı çözüm önerileri ve methodoloji uygulamaları sunuyoruz.

Siebert ve Teizer (2014), sivil mühendisliğin bir çok araştırma uygulamalarında insansız hava aracı sistemleri bir data tanıma platformu ve ölçüm enstrümanı olması açısından çekici bir hale gelmiştir. Ama bu belli başlı görevler açısından performansları çok iyi anlaşılabilmiş değildir. Bu makalenin amacı insansız hava aracı sistemlerinin performans hesabıdır. Bu sistemler hızlıca ve otomatik olarak mobil üç boyutlu mobil haritalama verisini gerçekleyebilir. Bu sistemin elemanlarının detayları makalede açıklanmıştır.

Goktepe ve ark. (2010), bu makale hafriyat optimizasyonu için gerekli olan toprak parametrelerini ele alırken bir methodoloji sunuyor ve genetik algoritma tabanlı sınırlı ve otoban düşey hizalama süreci için gerekli olan curve-fitting tekniğini geliştiriyor. The weighted ground line methodu bir hafriyat optimizasyon methodudur. Hiypotetik referans çizgisi temellidir ve üç toprak özelliğini dikkate alır. Böylece gerçekçi kesim dolum hacimleri, yani şişme potansiyelleri, kompaktibilite yüzdesi ve materyal uyumluluk yüzdesi hesaplanabilir.

Vandanjon ve ark. (2019),bu makale yolların uzunlamasına profilini optimize etmek için bir methodoloji sunar. Bunu ya enerji harcanma durumuna göre ya da küresel ısınma potansiyeli kriterine göre yapar. Bu kriterler hem inşa hem de operasyon süreçleri içindir. İnşa süreci değerlendirmesi için, bu methodoloji bir hafriyat modeli temellidir. Bu model doğal arazi ve uzunlamasına yol profili arasındaki geometrik farkları hesaplar. Ve gerçek deneylerle onaylanmış çevresel verileri kullanır. Operasyon fazı ise on yıllık bir periyotta trafiği simüle ederek değerlendirilir.

Bystrov ve Kozak (2018), bu makale modern yol taşımacılığı yapılarının yapısal güvenliği ile alakalı sorunların analizini sunuyor. Çalışma sonuçlarına göre, köprüler, tüneller ve

diğer yapıların dizayn, inşa ve operasyon alanlarında ulusal düzenleme sisteminin geliştirilmesi durumları gözden geçirildi. Ulusal ve uluslararası tecrübelerle göre, etkili düzenleme sistemi açısından, bu gibi ilerlemiş yenilikçi yapılar ve teknolojilerin kullanımı hakkında tavsiyeler verildi. Yazar ayrıca bina bilgi modellemesi kullanarak modern dizayn ve inşa operasyon yönetimi uygulanabilirliğini analiz etti.

Li B. ve ark. (2019), trafik emisyonları kentsel atmosferik kirlenmeye çok büyük oranda etki eder. Rüzgârda aynı şekilde trafik emisyonlarından gelen hava kirlerini dağıtmada önemli rol oynar. Farklı bölgesel rüzgâr alanlarının difüzyon paternleri üzerindeki etkisi bazı kentsel yerleşimlerde hala temiz değildir ve yeterli ölçümden yoksundur. Kentsel planlama ve dizayn alanında, rüzgarın trafikten salınan kirliliği hangi düzeyde yaydığını bilmek çok önemlidir. Bu rüzgar etkisini anlayabilmek için, bu makalede, alan hesabı ve nümerik simülasyonlar incelenmiştir.

Li C. ve ark. (2019), dağlı otoyollarda mühendislik dizaynı güvenliği teminat altına almayı gerektirir. Ancak sadece masrafı minimize etmek, yüksek risk faktörleri oluşturabilir çünkü otopanların genel risk seviyesi tasarımcılar için bilinen bir şey değildir. Makale dağlık arazideki otoyollarında planlama ve tasarım açısından maliyet yükünü ve güvenlik riskini optimum seviyede tutacak bir metodoloji sunar.

Raji ve ark. (2017), yol geometrisi tasarımı, yol hizalamasını oluşturma ve yatakları veya koordinatları kullanarak hizalama profilini çizme gibi görevleri içerir. Manuel olarak yapıldığında, geometrik tasarım çok zahmetli, zaman alıcı ve masraflı ve hatalara karşı oldukça hassastır. Mevcut trendler karayolu geometrisi tasarımı için bilgisayar programlarının kullanımına yöneliktir. Programlar inanılmaz hassasiyet sunar ve çok fazla zaman ve emek tasarrufu sağlar. Bu makale, AutoCAD Civil 3D yazılımı kullanan tipik bir otoyolun eksiksiz bir geometrik tasarımını sunar. Projenin amacı karayolları geometrik tasarımının çok kısa sürede ve kolaylıkla gerçekleştirilebileceğini göstermektir. AutoCAD Civil 3D kullanan yol tasarım prosedürü sunulmuştur. Aynı yolun elle geometrik tasarımı da yapıldı. Sonuçlar AutoCAD Civil 3D ile karşılaştırıldı.

Tang ve ark. (2018), dikey hizalama, güvenliği etkileyen karayolu tasarım politikasının kritik bir yönüdür. Otoyolları güvenliğinde dikey derece ve segment uzunluğunun iyi bir şekilde anlaşılması, işi yapacak olanlara tasarım politikalarını hesaplama ve uygulama

açısından yardımcı olur. Bunu yaparken dikey hizalama tasarım özellikleri kullanılır. Bu yüzden tasarım özellikleri ile güvenlik konusu arasındaki ilişkinin iyi bir şekilde değerlendirilmesi yararlı olacaktır. Bu makale, tasarım özellikleri ve güvenlik arasındaki ilişkiyi belirlemek için eyaletler arası segmentlerden veriler kullandı.

Subramani ve Pari (2015), yeni bir yol veya otoyol planlamak pahalı ve zaman alıcı bir süreç olabilir. Ele alınması gereken çok sayıda çevresel sorun var. Uyum, hizmetlerin yerinden, mevcut yollardan ve binalardan ve arazinin yeniden başlatılmasının finansal, sosyal ve politik maliyetlerinden etkilendiğinde sorun daha da artmaktadır. Coğrafi alanla ilgili derleme, yönetim ve görüntüleme verilerinin güçlü bir aracı olan GIS, dijital haritaların ve analiz amaçlarının hazırlanmasında kullanılır. Geleneksel manuel yöntemler zor, zaman alıcı ve pahalıydı. Bu çalışmada en kısa ve ekonomik yol GIS yazılımı kullanılarak tanımlanmıştır. Değerlendirilen faktörler temel olarak arazi kullanımı, jeoloji, arazi değeri ve toprakla ilgilidir. GIS analizi için uzman görüşüne göre, yukarıdaki temaların her birine ağırlıklar ve dereceler verilmiştir. Ağırlıklar ve dereceler verdikten sonra, bu temalar üst üste binmiş bir harita elde etmek için üst üste bindirilir.

Zhao ve ark. (2019), otoyol düzenlemesi, otoyol planlama ve tasarım aşamasının önemli bir parçasıdır. Çevre düzenlemelerinin çevreden izolasyonu planlama sürecini geciktiriyor. Bu nedenle, bu çalışma, otoyol düzenlemesini daha geniş bir manzara bağlamında yönetmek için bina bilgi modellemesi (BIM) ve coğrafi bilgi bilimi (GIS) yeteneklerini birleştiren bir model önermektedir. Entegrasyonu desteklemek için, semantik web teknolojileri, verileri semantik seviyede entegre etmek için kullanılır. Yöntem, planlama ve tasarım aşamasına görselleştirme, simülasyon ve analiz ekleyerek otoyol hizalama optimizasyonunu kolaylaştırır. Önerilen projenin 3B görselleştirilmesi, tasarım hatalarını ve yanlış iletişimi azaltmaya yardımcı olabilir, bu da proje riskini azaltır. Ayrıca, jeolojik analizler yapılması, jeolojik tehlikelerin belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Ek olarak, genetik algoritmalara dayanarak, optimum hizalama üretilebilir. Önerilen yöntem, kullanıcıların inşaat sırasında projeyi yönetmeleri için organize, güvenilir ve dinamik yöntemler edinmelerini sağlar.

Bonenberg ve Wei (2015), bu yazının amacı, sürdürülebilir altyapılarda BIM (Bina Bilgi Modellemesi) uygulamalarını araştırmaktır. Küresel ısınmaya, enerji kaynaklarının yetersizliğine ve çevresel bozulmanın zorluklarına yanıt olarak insanlar düşük karbonlu

eko-şehirler kurmaya ve düşük karbonlu yeşil binaları popüler hale getirmeye çalışıyor. Bina “yeşil” - kaynakların (enerji, su, toprak ve malzeme) korunmasını maksimize etmeyi, çevreyi korumayı, kirliliği azaltmayı, insanlara sağlıklı, konforlu ve verimli bir kullanım alanı sağlamayı içeren binanın tüm yaşam döngüsünü ifade eder. Ve doğa ile mimari arasında bir uyum kurmayı amaçlar. Yeşil ve sürdürülebilir binalar alanında, BIM, analog enerji binalarına, hava akış analizine ve binaların güneş ekosistemlerine entegre edilebilir. BIM kullanarak atıkları azaltmak ve inşaat kalitesini artırmak mümkündür. BIM, tasarımcılar, mimarlar, kamu hizmetleri mühendisleri, geliştiriciler ve hatta son kullanıcılar için bilimsel işbirliği platformlarının "simülasyonunu ve analizini" sağlayan çok boyutlu bir dijital tasarım çözümleriyle dijital bina modellerinin "görselleştirilmesini" sağlıyor. Ayrıca, BIM, projelerin tasarım ve yapımında ve operasyonel yönetimde üç boyutlu dijital modellerden faydalanmalarına yardımcı olur.

Enji ve ark. (2010), düşük görünürlük koşulları ve kamyonların kör noktaları ile ilgili yüzey madenciliği kazalarının sayısını azaltmak ve kamyon sürücüleri için 3B bilgi sağlamak ve uzaktan dağıtıcı için gerçek zamanlı izlenen kamyon bilgileri, 3 boyutlu yardımcı bir sürüş sistemi (3D-ADS) GPS'te, kablosuz ağlar ve grafik arayüzü ve mayın haritalama sunucusu olarak Google-Earth motoru Virginia Tech'te geliştirildi. Araştırma sonuçları, bu 3B-ADS sisteminin yerel 3B dijital madencilik haritasını özelleştirerek, 3B kamyon modelleri inşa ederek, bir 3B arayüzü kullanarak gerçek zamanlı olarak araçları izleyerek ve mevcut olduğunu belirterek açık ocak madenciliği operasyonlarında güvenilirliği artırma ve belirsizliği azaltma potansiyeline sahip olduğunu gösteriyor.

Babapour ve ark. (2018), tasarım kısıtlamalarını ve maliyetlerini göz önünde bulundurarak en uygun dikey hizalama tasarımı, yol planlama ve inşaatın en karmaşık sorunlarından biridir. Birçok farklı değişken kullanarak toplam yol yapım maliyetini en aza indirgeyebilecek tasarım kabiliyetini artırabilen birçok lineer, lineer olmayan ve sezgisel tekniklerin sonuçları iyi bilinmektedir. Genetik algoritmanın (GA) ve parçacık sürüşü optimizasyonunun (PSO), yol dikey hizalama tahsisi için etkili bir şekilde uygulanabileceği varsayılmaktadır. Bu makale meta-sezgisel algoritmalar kullanarak dikey hizalama optimizasyon problemini çözmeye odaklanmıştır. Global optimal cevabı araştırmak için popülasyon büyüklüğü ve geçişi ve GA'da mutasyon hızı ve ayrıca PSO'daki en iyi grup ve partikül pozisyonu gibi bir dizi ayar parametresi test edilmiştir.

Türk (2019), günümüzde geliştirilen teknolojik araçlar ile arazideki orman yollarının projelerini ve uygulamalarını yapmak daha kolaydır. Bilgisayar destekli yazılımlarla yol planlama ve tasarımları yol mühendisleri için çok zorlu bir görev haline geldi. Bu çalışmada, Bolu Orman Bölge Müdürlüğü (BFRD) sınırları dâhilinde toplam 14 orman yolu CAD tabanlı Civil 3D ve Plateia yazılımı ile tasarlanmıştır. Yazılımın uygunluğu araştırılmış ve elde edilen saha ölçümleri ile yazılım sonuçları karşılaştırılmıştır. Ek olarak, yazılımın orman yolu tasarım aşamalarının tasarım hızı ve kalitesi ortaya çıkarıldı. Onlarla birlikte, 14 orman yolunun her biri için 1000 m'lik bir bölümün tasarımı gerçekleştirildi. Stil veri tabanı (GDF) orman yolunun geometrik standartlarına göre hazırlandı ve çizim stili yolların tasarım aşamalarında kullanıldı. Civil 3D ve Plateia yazılımının uygunluğunu belirlemek için 14 orman yolu için Kazı ölçümleri ve yazılım kazı değerleri karşılaştırıldı. Saha kazı ölçümleri ile yazılım kazı hacmi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığından, yazılımın orman yolu tasarımı için uygun olduğunu gösterir.

Göksu (2015), Ortahisar Kalesi, Kapadokya bölgesindeki Türkiye'nin değerli tarihi yerlerinden biridir. Peri bacalarının en büyüğü olmasının yanı sıra, düzensiz şekli yapısal değerlendirme çalışmaları yapılmasını zorlaştırır. Bu tez, Ortahisar Kalesi'nin deprem, rüzgâr ve sıcaklık yükleri altında yapısal olarak değerlendirilmesi amacıyla ayrıntılı bir 3B Sonlu Elemanlar Modeli (FEM) oluşturulması ve b) 48 çatlak metre, bir ivme ölçer, bir sıcaklık ve Kale üzerine monte edilmiş nem sensörü, bir anemometre ve bir rüzgar yönü pervanesi. Kale'nin FEM'i, Kale'nin 3D lazer taramasından elde edilen veriler kullanılarak oluşturulur ve daha sonra Kale'nin deneysel olarak elde edilen doğal titreşim frekanslarına karşı kontrol edilerek kalibre edilir. Yapısal analizlerden elde edilen stres sonuçları, Kalenin maddi kapasitesinin aşılp aşılmadığını görmek için Coulomb-Mohr Teorisi ve Modifiye-Mohr Teorisi ile kontrol edilir. Toplanan uzun vadeli sağlık izleme verileri, zaman genliği grafikleri halinde işlenir ve ilgili sonuçlar çıkarılır. Sonuç olarak, tüm üyelerin % 97,5'i deprem yükleri altında malzeme kapasitelerinin %10' undan daha az strese sahiptir.

Akgül ve ark. (2018), yol planlama ve inşaat işleri karmaşık ve zaman alıcı bir süreçtir. Bu süreçte en önemli bileşenlerden biri hafriyatın tahmin edilmesidir. Yol planlama aşamasında sıkça kullanılan DEM' in kararı, toprak işleri tahmininde ve inşaat maliyetlerinde başarıyı doğrudan etkilemektedir. Bu çalışma kapsamında DEM üretimi için iki farklı veri toplama sisteminin (UAV ve GNSS) yetenekleri karşılaştırılmıştır.

Çalışmada, Bursa Teknik Üniversitesi Kestel kampüsü bölgesindeki iki grup DEM, hem İHA hem de GNSS tabanlı yöntemler kullanılarak üretildi. Daha sonra, üç farklı yol için referans düzlemine bağlı olarak, UAV tabanlı DEM ve GNSS tabanlı DEM dikkate alınarak kesilmiş ve tamamlanmış hacimler karşılaştırılmıştır. NRTK-GNSS bazlı anket sonuçlarına göre, nokta yoğunluğu 35 punto / ha, UAV bazlı ölçüm nokta yoğunluğu ~234,385 punto / ha olarak hesaplandı. Referans düzlem olarak UAVbased DEM kullanılarak, birim başına ortalama kazı (yani 1 m) yol uzunluğu hesaplandığında kazı ve dolgu hacimlerinin birbirine çok yakın olduğu tespit edildi.

Kim ve ark. (2016), bu çalışma, karayolu yapımında ISO 10303 uluslararası standardına dayalı karayolu projelerinde büyük miktarda bilgiyi elektronik olarak temsil etmek için 3D akıllı nesne modeli önermektedir. STEP (Ürün Değişimi için Standart) olarak da bilinen ISO 10303 açık bir standarttır ve AEC endüstrilerinin bina projelerinde veri alışverişinde kullanılmıştır. Yapı endüstrisindeki başarının motive ettiği bu araştırma, 3B otoyol modellemesinde nesne tabanlı akıllı bir model uygulamaya çalışmaktadır. Önerilen yaklaşımın uygulanabilirliğini test etmek için, Kore Yapı Teknolojileri Enstitüsü (KICT) liderliğindeki bir ekiple birlikte, Seul, Kore'deki bir otoyol projesinde bir prototip geliştirildi ve test edildi. Önerilen 3B akıllı model, 3B model oluşturmak ve otomatik olarak 3B nesne modelinden maliyet / zamanlama tahminlerini almak için uygulandı. Karayolu yol yapımında bir 3B nesne modeli geliştirmek için, bu yazı Endüstri Vakfı Sınıfları (IFC'ler) ve LandXML gibi farklı seçenekleri araştırıyor ve yollar, köprü ve tünel gibi farklı bileşenlere sahip karayolu yapıları için kapsamlı bir nesne modeli oluşturuyor.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Sanal Ortamda Belirlenen Arazinin Alınması

Yol projesinin yapılacağı arazinin verilerini elde etmek için, araziye gidilip ölçümler yapılmaktadır. Arazi ölçümlerinin alınması genelde Topografik cihazlarla yapılırken son yıllarda İHA cihazları kullanılmaktadır. Bu durum genel anlamda uzun uğraşlar gerektiren ve zaman alan işlemlerdir. Yapılan bu çalışmada bir yol projesinin yapılırken ki bütün adımların sanal ortamda nasıl yapılacağını göstermektir. Bunun için Google Earth yazılımı ile yolun yapılacağı arazi parçası seçilerek işleme başlanmaktadır. Bu çalışmada arazi parçası rastgele seçilmektedir. Yol projesinde kullanılan arazi parçası Şekil 3.1’de gösterilmektedir. Buna ek olarak Dünya’da çeşitli yerlerden alınan arazi parçası örnekleri Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’de verilmektedir.



Şekil 3.1. Seçilen arazi parçasının görünümü



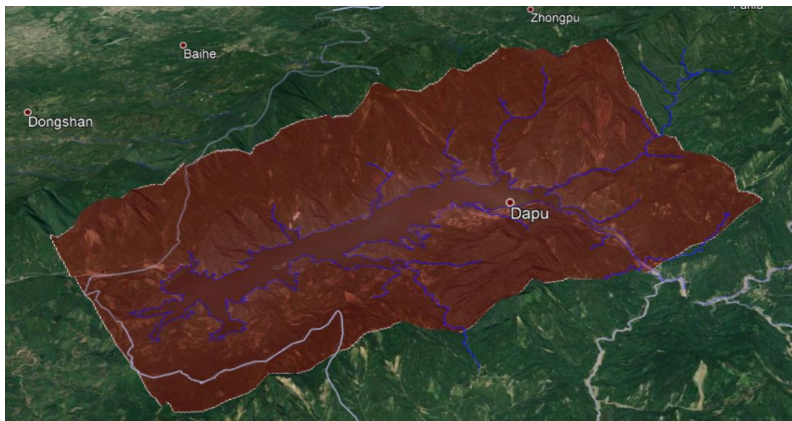
Şekil 3.2. Paris’ten alınan arazi parçasının görünümü



Şekil 3.3. Avusturya' dan alınan arazi parçasının görünümü



Şekil 3.4. Honkong' tan alınan arazi parçasının görünümü



Şekil 3.5. Tayvan' dan alınan arazi parçasının görünümü



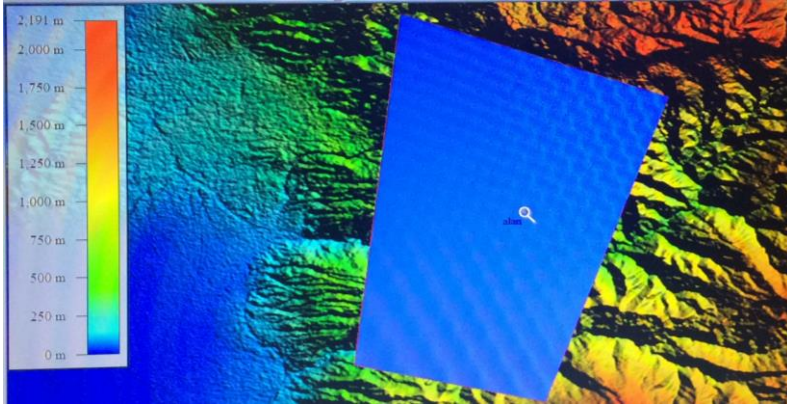
Şekil 3.6. Colorado' dan alınan arazi parçasının görünümü



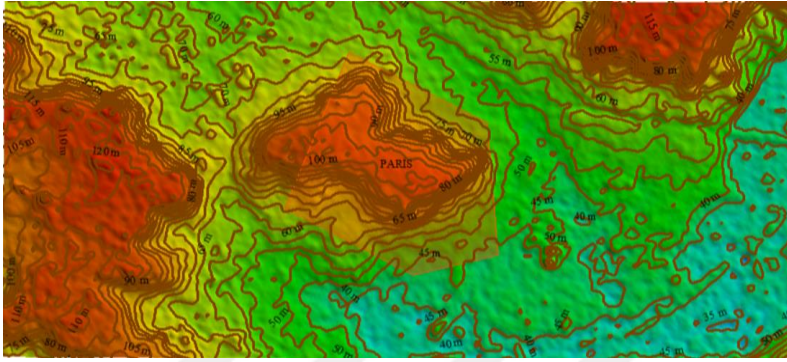
Şekil 3.7. Almanya' dan alınan arazi parçasının görünümü

3.2. Arazinin Üç Boyutlu Modelinin Oluşturulması

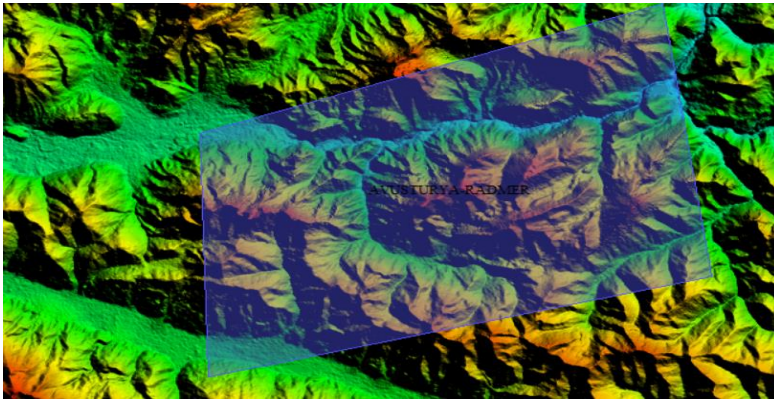
Arazi parçası belirlendikten sonra Global Mapper yazılımı ile arazi parçası üç boyutlu hale getirilmektedir. Üç boyutlu hale getirilirken arazinin nerden alındığına ve alınan yerin bilgilerinin girildiğine dikkat edilmesi gerekmektedir. Arazi parçası üç boyutlu hale getirildikten sonra yo proje aşamalarına geçilebilir. Şekil 3.8'de yol projede kullanılacak olan arazinin üç boyutlu hale getirilişi gösterilmektedir. Dünya'dan alınan örneklerin üç boyutlu hale getirilişleri Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11, Şekil 3.12, Şekil 3.13 ve Şekil 3.14'te verilmektedir.



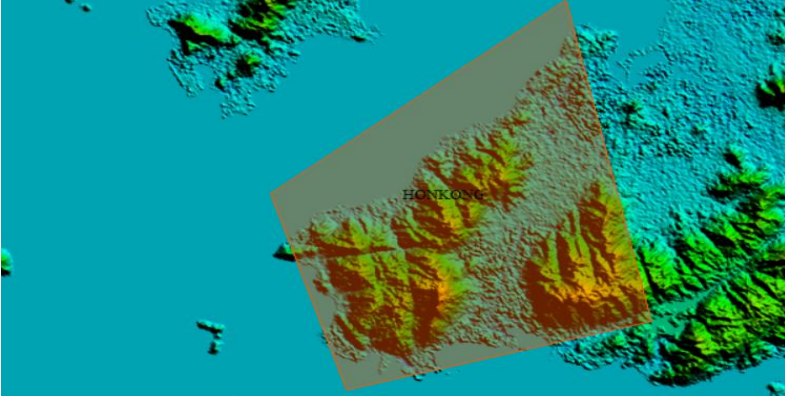
Şekil 3.8. Seçilen arazinin üç boyutlu gösterimi



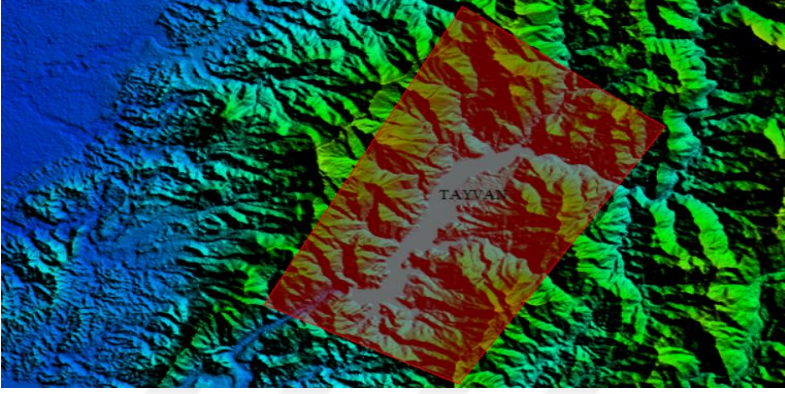
Şekil 3.9. Paris'ten alınan arazi parçasının üç boyutlu görünümü



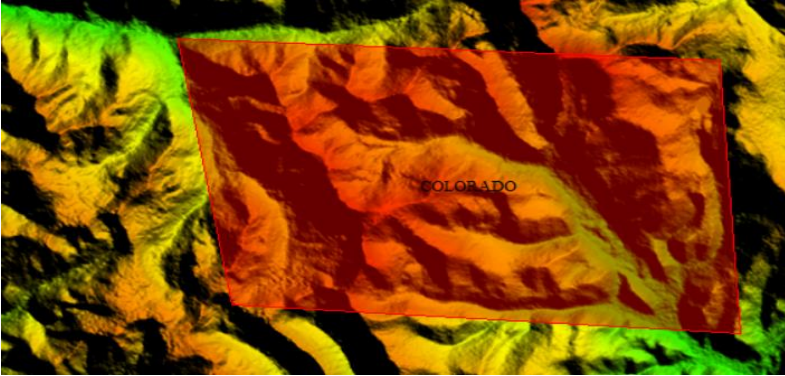
Şekil 3.10. Avusturya'dan alınan arazi parçasının üç boyutlu görünümü



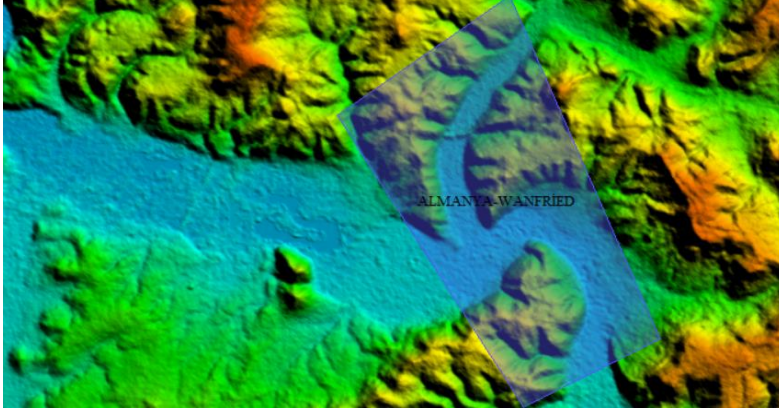
Şekil 3.11. Honkong'dan alınan arazi parçasının üç boyutlu görünümü



Şekil 3.12. Tayvan'dan alınan arazi parçasının üç boyutlu görünümü



Şekil 3.13. Colorado'dan alınan arazi parçasının üç boyutlu görünümü

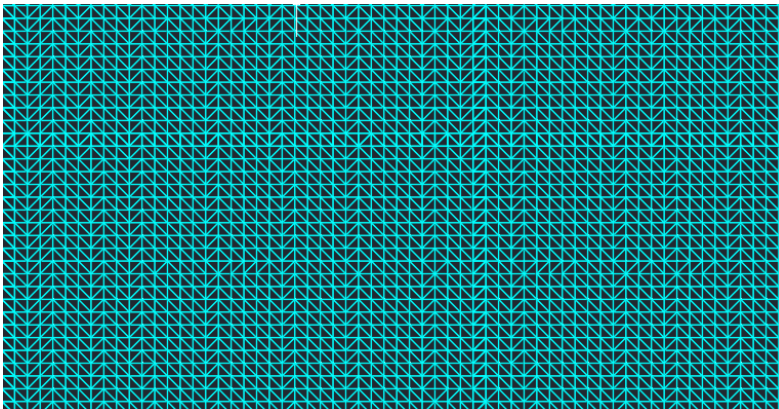


Şekil 3.14. Almanya'dan alınan arazi parçasının üç boyutlu görünümü

3.3. Yazılım 1 İle Proje Aşamalarının Yapılması

3.3.1. Üçgen model oluşturulması

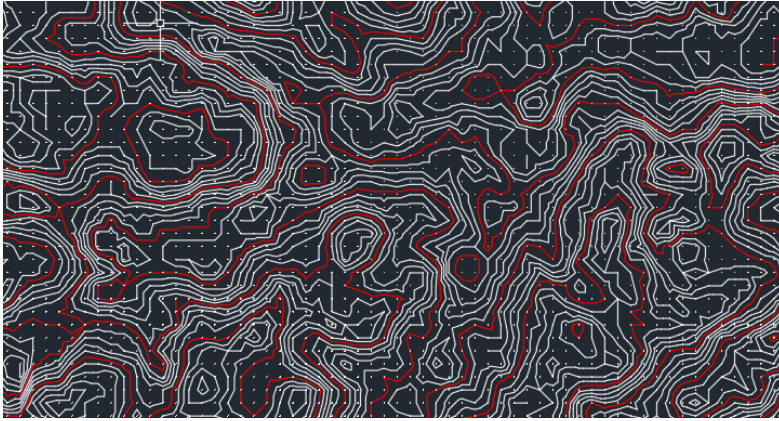
Arazinin üçgenlenmesindeki etken arazinin rastgele alınmış kotlu noktalardan oluşmasından kaynaklanmaktadır. Bu noktalardan arazi modeli üretmek için genel olarak kullanılan bir yöntemdir. Üçgenlerin kenarlarındaki kot değişimleri doğrusal olarak kabul edilmektedir. Arazi parçasının şekline bağlı olarak bozuk üçgenlerde oluşabilmektedir. Yazılım 1'de oluşan bozuk üçgenler giderilebilmektedir ve arazinin gerçek şekli korunabilmektedir. Şekil 3.15'te arazinin üçgen modelinin oluşturulmuş hali gösterilmektedir.



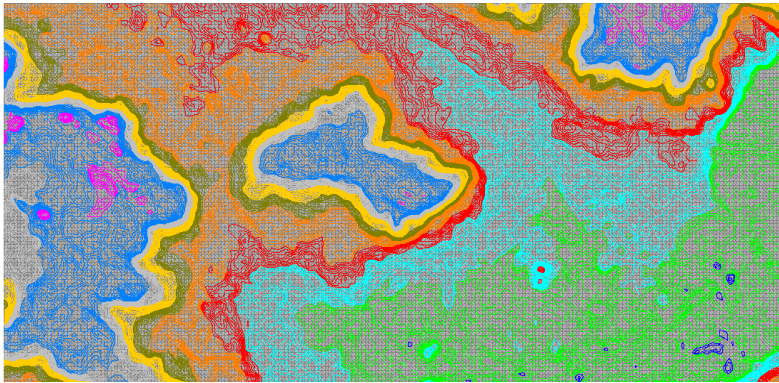
Şekil 3.15. Seçilen arazinin parçasının üçgen modelinin gösterimi

3.3.2. Eşyükselti eğrilerinin oluşturulması

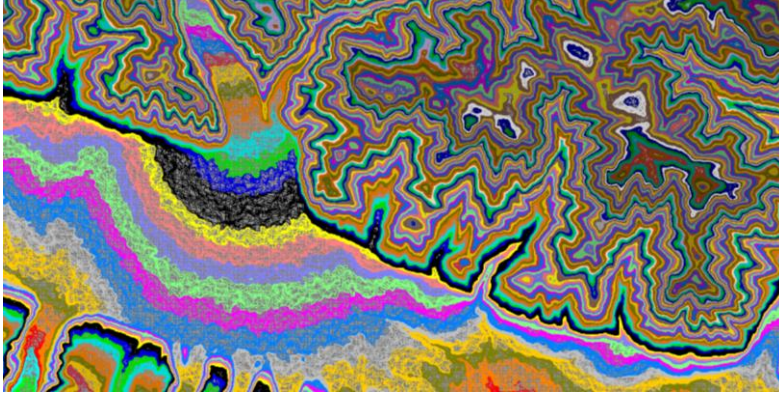
Arazi parçasının üçgen modeli oluşturulduktan sonra bu üçgenlere bağlı olarak eşyükselti eğrileri oluşturulmaktadır. Oluşturulan eşyükselti eğrilerine bağlı olarak arazi modeliden tepeler görülmektedir ve buna bağlı olarak yolun nerden geçirileceğine karar vermede yardımcı olmaktadır. Şekil 3.16'da arazi modelinin eşyükselti eğrilerinin oluşturulduğu hali gösterilmektedir. Bir önceki konuda üç boyutlu arazi parçası oluşturulan Paris ve Azerbaycan' na ait arazilerin eşyükselti eğrilerinin oluşturulmuş hali Şekil 3.17 ve 3.18'de verilmektedir.



Şekil 3.16. Seçilen arazinin parçasının eşyükselti eğrilerinin gösterimi



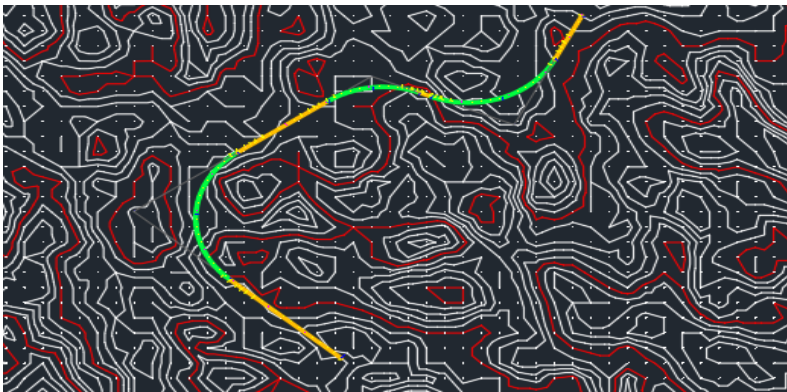
Şekil 3.17. Paris'e ait arazinin parçasının eşyükselti eğrilerinin gösterimi



Şekil 3.18. Azerbaycan'a ait arazinin parçasının eşyükselti eğrilerinin gösterimi

3.3.3. Yatay güzergâhın oluşturulması

Oluşturulan arazi modelinden sonra yol proje aşamasında ilk adım yatay güzergâhın belirlenmesidir. Yatay güzergâh belirlenirken yolda sağlanması gereken proje hızı, arazinin Topografik yapısı ve emniyet gibi unsurlar belirleyici etkenlerdir. Yazılım 1'de yatay güzergâh oluşturulurken ekrandan rahat bir şekilde some noktaları ve kurplar taşınabilmekte ve yerleri değiştirilebilmektedir. Yatay kurplar için klotoid, dairesel eğriler parabolik eğriler gibi özel eğriler kullanılabilir. Yazılım 1'de yapılan yatay güzergâh çizimi Şekil 3.19'da gösterilmektedir.

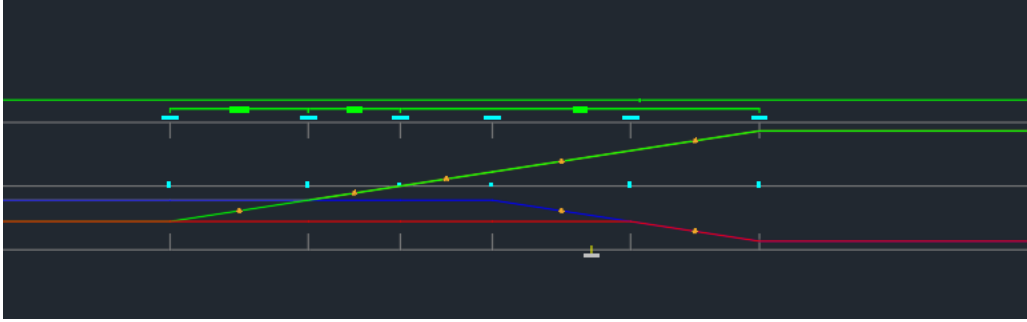


Şekil 3.19. Yazılım 1'e ait yatay güzergâhın gösterimi

3.3.4. Dever hesaplarının yapılması

Yapılan yol projesinde kullanılan dever uygulaması AASHTO standartlarına uygun şekilde yapılmaktadır. Bu standartlar yazılım 1'in kendi bünyesinde bulunması bize kolaylık

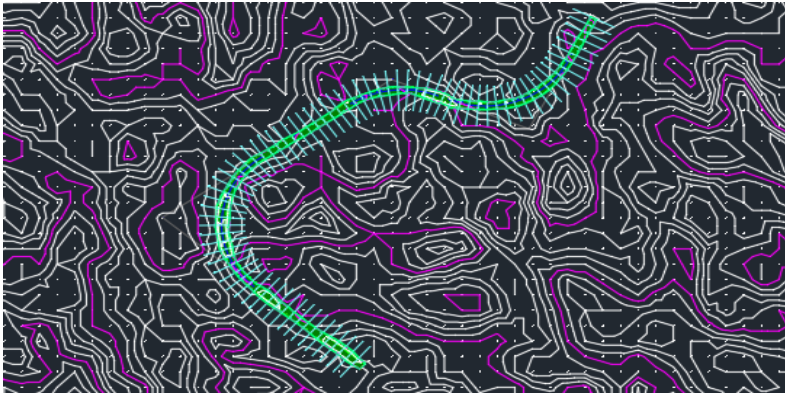
sağlamaktadır. Yatay güzergâha bağlı olarak yazılım 1 dever değerlerini otomatik hesaplamaktadır ve seçilen dever eğimine göre min yarıçap kullanımında zorunluluk kılmaktadır. Şekil 3.20’de yazılım 1 de oluşturulan dever diyagramı gösterilmektedir.



Şekil 3.20. Yazılım 1’e ait dever diyagramının gösterimi

3.3.5. Arazi enkesitlerinin oluşturulması

Arazi enkesitlerinin oluşturulmasına bağlı olarak arazi modelinin boy kesit planı çizilmektedir. Arazi modeli çok değişkenlik göstermesinden dolayı alınan enkesit parçaları arasındaki mesafe çok büyük olmadığına dikkat edilmelidir. Arazi enkesit parçaları 20 metre de bir alınmaktadır. Şekil 3.21’de enkesit çizgilerinin çizildiği hali gösterilmektedir.

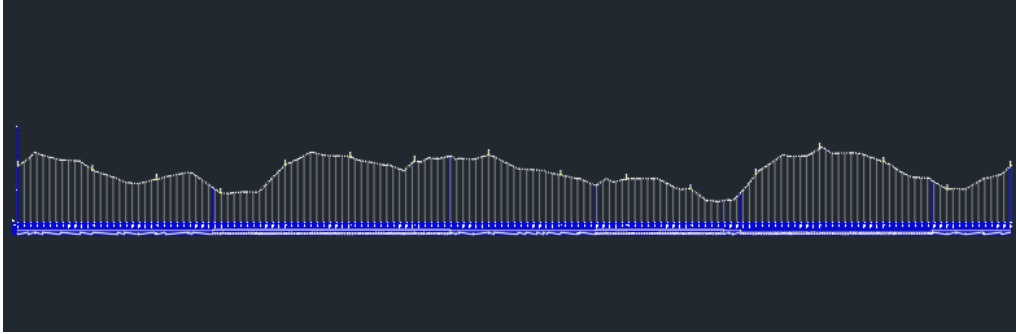


Şekil 3.21. Yazılım 1’e ait enkesit çizgilerinin gösterimi

3.3.6. Boy profilinin oluşturulması

Yol proje aşamasında ikinci adım olan boy profilinin oluşturulmasıdır. Boy profil yolun geçeceği arazi şeklini göstermektedir. Bu durum yol projesinde yapılacak toprak işlerinin genel olarak nerelerde olduğunda göstermektedir. Şekil 3.22’de yatay güzergâha bağlı

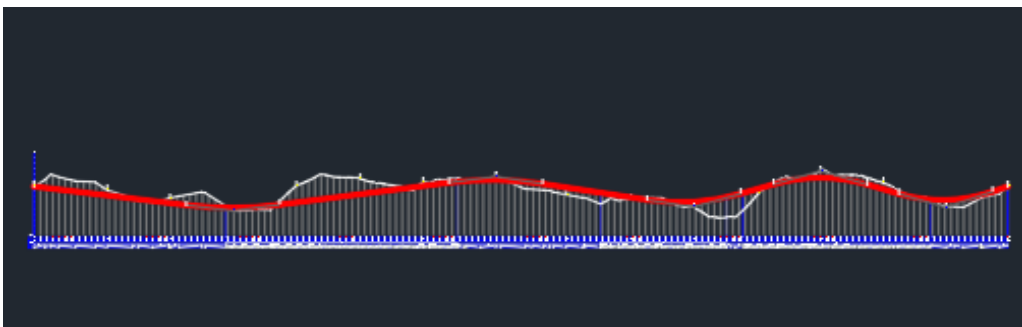
olarak çizilen boy profil gösterilmektedir.



Şekil 3.22. Yazılım 1'e ait boy profilin gösterimi

3.3.7. Düşey güzergâhın oluşturulması

Boy profili oluşturulduktan sonra düşey güzergâhın belirlenmesi işlemine geçilmektedir. Düşey güzergâh belirlenirken araziye takip etmek en iyi çözüm yöntemidir. Yazılım 1'de düşey güzergâh oluşturmada özel eğriler bulundurmaktadır. Düşey güzergâh ekranda istenildiği gibi oynatılabilmekte ve üstünde değişiklikler yapılabilmektedir. Bu durum bizim için kolaylık sağlamaktadır. Yazılım 1'de düşey güzergâh için bir editör bulunmaktadır. Bu editör sayesinde düşey güzergâha ait bilgiler edinebilmekte editör içinde de oynamalar yapılabilmektedir. Şekil 3.23'te düşey güzergâhın çizilmiş hali gösterilmektedir.

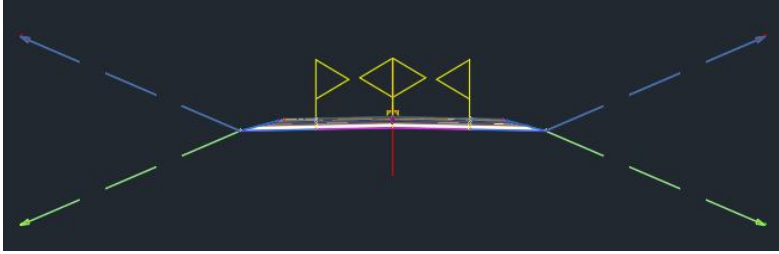


Şekil 3.23. Yazılım 1'e ait düşey güzergâhın gösterimi

3.3.8. Tip enkesitlerin oluşturulması

Yolun üçüncü ve son aşaması olan işlem yolun tip kesitinin belirlenmesidir. Yazılım 1'de hazır olarak bulunan birçok tip kesit bulunmaktadır. Yapılacak yol projesine uygun tip

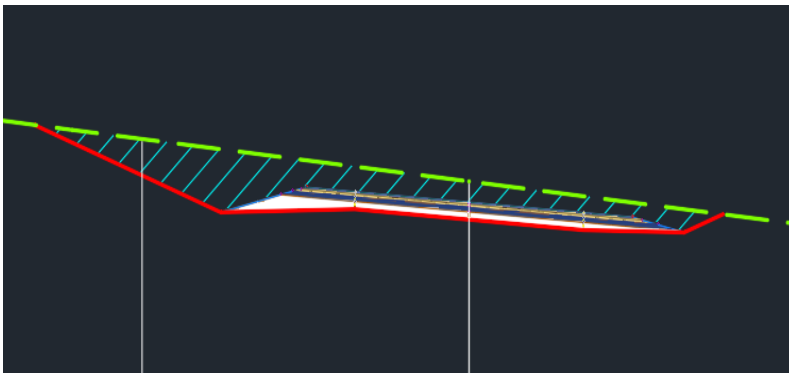
kesit seçiminde yardımcı olmaktadır. Yazılım 1’de yapılacak tip kesit yok ise kendi modülleri arasında bulunan başka bir editörden rahatlıkla tip kesit üretilebilmektedir. Yapılan bu yol projesinde kullanılan tip kesit Şekil 3.24’te gösterilmektedir.



Şekil 3.24. Yazılım 1’e ait tip kesitin gösterimi

3.3.9. Enkesitlerin oluşturulması

Yol proje aşamasında oluşturulan enkesit çizgilerine bağlı olarak yolun enkesitleri çizilmektedir. Çizilen enkesitlere bağlı olarak yol projedeki yarma ve dolgu hacim değerleri belirlenmektedir. Yazılım 1’de enkesit çizimi yapılabilmektedir. Yazılım 1’ de istenilen km deki enkesit çizdirilebilir veya bütün enkesit çizimi yapılabilmektedir. Enkesitler istenilen genişlikte ve aralıkta almamızı sağlamaktadır. Bu projede enkesitler 20 metre aralıklarla ve 50 metre genişlikte alınmaktadır. Yazılım 1’de çizdirilen bir enkesite ait görsel Şekil 3.25’te verilmektedir.



Şekil 3.25. Yazılım 1’e ait enkesitin gösterimi

3.3.10. Yarma ve dolgu hacimlerinin hesaplanması

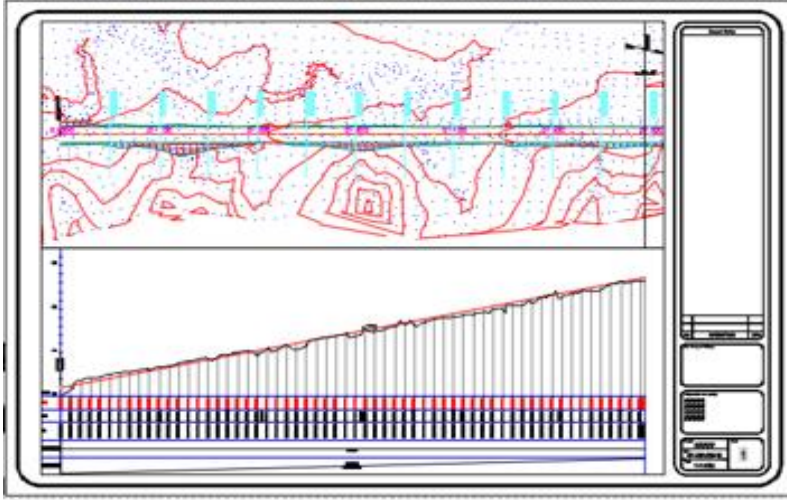
Yarma ve dolgu hacim değerleri tüm enkesitlerin çiziminin ardından elde edilmektedir. Kübaj değerleri yazılım 1 hem ekranda gösterilebilmekte hemde rapor şeklinde alınarak excell ortamına aktarılarak muhafaza edilebilmektedir. Yarma ve dolgu hacimlerine bağlı olarak brükner eğrisi çizilmektedir ve bu eğriye bağlı olarak harfiyatın nerelerde olduğu gösterilebilmektedir. Yazılım 1'de brükner eğrisi çizimi yapılamamaktadır. Yazılım 1'e ait yarma-dolgu hacim tablosunun alındığı görsel Şekil 3.26'da verilmektedir.

Volume Report									
Project: C:\Users\cengaver\appdata\local\temp\PROJE_1_32598_7064.svs									
Alignment: yol orta aks									
Sample Line Group: SL Collection - 2									
Start Sta: 0+020.000									
End Sta: 2+600.000									
Station	Cut Area (Sq.m.)	Cut Volume (Cu.m.)	Reusable Volume (Cu.m.)	Fill Area (Sq.m.)	Fill Volume (Cu.m.)	Cum. Cut Vol. (Cu.m.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.m.)	Cum. Fill Vol. (Cu.m.)	Cum. Net Vol. (Cu.m.)
0+020.000	0.04	0.00	0.00	9.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.000	0.00	0.39	0.39	15.76	248.14	0.39	0.39	248.14	-247.75
0+060.000	0.00	0.00	0.00	15.18	309.43	0.39	0.39	557.56	-557.17
0+080.000	0.00	0.00	0.00	19.38	345.56	0.39	0.39	903.12	-902.73
0+100.000	0.95	9.48	9.48	3.62	230.00	9.87	9.87	1133.12	-1123.25
0+120.000	0.00	9.48	9.48	13.66	172.84	19.35	19.35	1305.96	-1286.61
0+140.000	0.00	0.00	0.00	51.72	653.82	19.35	19.35	1959.78	-1940.43
0+160.000	0.00	0.00	0.00	43.51	952.36	19.35	19.35	2912.14	-2892.79
0+180.000	0.00	0.00	0.00	58.41	1019.28	19.35	19.35	3931.43	-3912.07
0+200.000	3.78	37.84	37.84	41.48	998.89	57.19	57.19	4930.32	-4873.13
0+220.000	43.50	472.80	472.80	1.16	426.35	529.99	529.99	5356.67	-4826.68
0+240.000	0.99	444.82	444.82	27.24	283.97	974.81	974.81	5640.64	-4665.84
0+260.000	0.00	9.86	9.86	44.79	720.28	984.67	984.67	6360.92	-5376.26
0+280.000	0.00	0.00	0.00	42.95	877.38	984.67	984.67	7238.30	-6253.64
0+300.000	0.14	1.42	1.42	17.99	609.33	986.09	986.09	7847.63	-6861.54
0+320.000	12.56	127.00	127.00	3.53	215.19	1113.09	1113.09	8062.82	-6949.73

Şekil 3.26. Yazılım 1'e ait hacim tablosunun gösterimi

3.3.11. Proje paftalarının oluşturulması

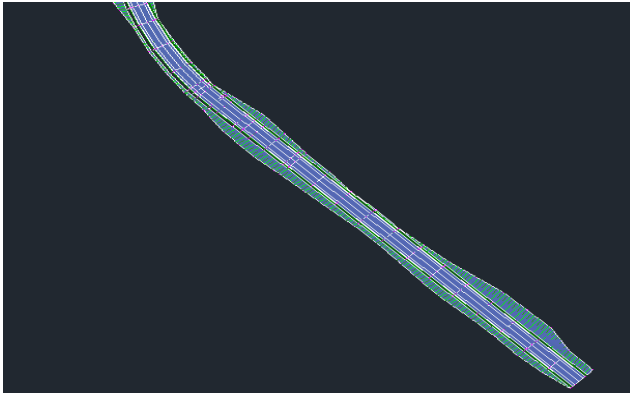
Yazılımda 1'de proje paftaları oluşturulabilmektedir. Oluşturulan paftalar istenilen boyutta ve istenilen sayıda alınabilmektedir. Paftada projeye ait bütün bilgiler bulunmaktadır. Paftaların oluşturulması uygulama kısmında yardımcı olmaktadır. Yazılım 1'e ait oluşturulan pafta görünümü Şekil 3.27'de gösterilmektedir.



Şekil 3.27. Yazılım 1'e ait pafta görünümü

3.3.12. Projenin üç boyutlu tasarımı

Yazılım 1' de arazi modelinin, yapılan yolun ve yol ve arazinin birleştirildikleri halleri üç boyutlu şekilde gösterilebilmektedir. Bu durum yapılacak yol projenin genel olarak nasıl görüneceğine dair kazanımlar sağlamaktadır. Şekil 3.28'de yazılım 1 e ait yolun üç boyutlu şekildeki gösterimi verilmektedir.

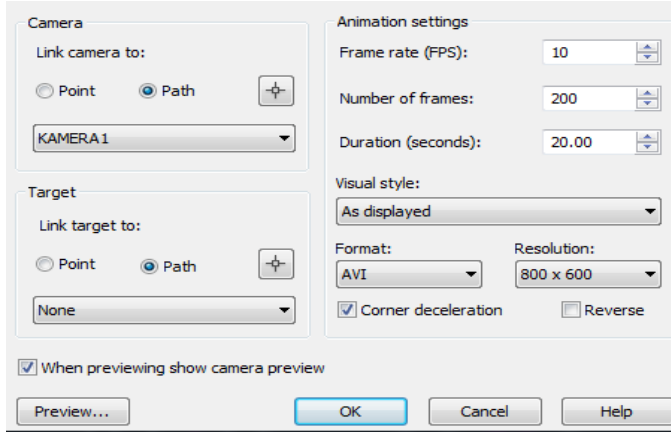


Şekil 3.28. Yazılım 1'e ait yol güzergâhının üç boyutlu gösterimi

3.3.13. Proje animasyonunun hazırlanması

Yazılım 1'in bir diğer güzel özelliği de yapılan yolun animasyonunun hazırlanmasıdır. Yapılan animasyonda yolun nasıl gözüktüğü görülmektedir. Yapılan yoldaki eğimler, şevler rahatlıkla görülmektedir. Yazılım 1'e ait animasyon editörünün ve animasyon

ayarlamalarının yapıldığı pencere Şekil 3.29’da gösterilmektedir.

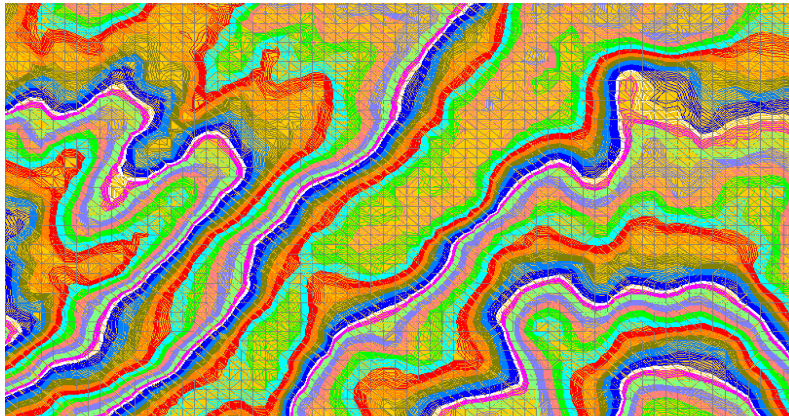


Şekil 3.29. Yazılım 1’e yol animasyon panelinin gösterimi

3.4. Yazılım 2 İle Proje Aşamalarının Yapılması

3.4.1. Üçgen model oluşturulması

Arazinin üçgenlenmesindeki etken arazinin rastgele alınmış kotlu noktalardan oluşmasından kaynaklanmaktadır. Bu noktalardan arazi modeli üretmek için genel olarak kullanılan bir yöntemdir. Üçgenlerin kenarlarındaki kot değişimleri doğrusal olarak kabul edilmektedir. Arazi parçasının şekline bağlı olarak bozuk üçgenlerde oluşabilmektedir. Şekil 3.30’da arazinin üçgen modelinin oluşturulmuş hali gösterilmektedir.



Şekil 3.30. Yazılım 2’ye ait üçgen modelin gösterimi

3.4.2. Yatay güzergâhın oluşturulması

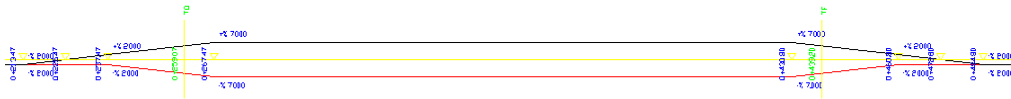
Oluşturulan arazi modelinden sonra yol proje aşamasında ilk adım yatay güzergâhın belirlenmesidir. Yatay güzergâh belirlenirken yolda sağlanması gereken proje hızı, arazinin Topografik yapısı ve emniyet gibi unsurlar belirleyici etkenlerdir. Yazılım 2’de yatay güzergâh oluşturulurken ekrandan yatay güzergâh üzerinde oynama yapılamamaktadır. Yatay güzergâh üzerinde değişiklikler sadece editörden yapılabilmektedir. Yazılım 2’de yapılan yatay güzergâh çizimi Şekil 3.31’de gösterilmektedir.



Şekil 3.31. Yazılım 2’ye ait yatay güzergâhın gösterimi

3.4.3. Dever hesaplarının yapılması

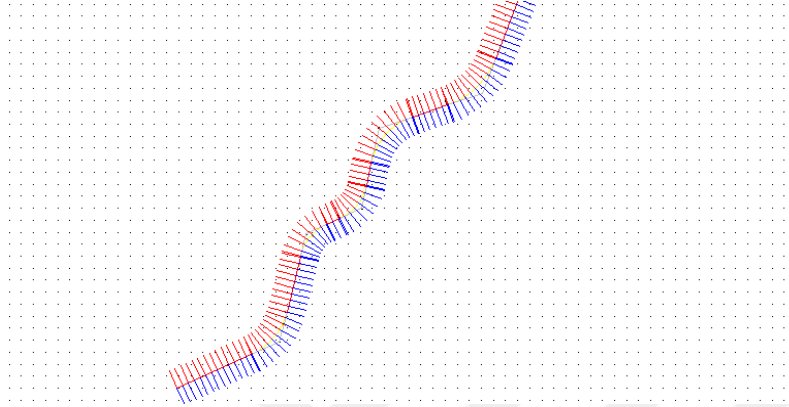
Yapılan yol projesinde kullanılan dever uygulaması AASHTO standartlarına uygun şekilde yapılmaktadır. Bu standartlar yazılım 2’de kendi bünyesinde bulunması bize kolaylık sağlamaktadır. Yatay güzergâha bağlı olarak yazılım 2 dever değerlerini otomatik hesaplamaktadır ve seçilen dever eğimine göre min yarıçap kullanımında zorunluluk kılmaktadır. Şekil 3.32’de yazılım 1 de oluşturulan dever diyagramı gösterilmektedir.



Şekil 3.32. Yazılım 2’ye ait dever diyagramının gösterimi

3.4.4. Arazi enkesitlerinin oluşturulması

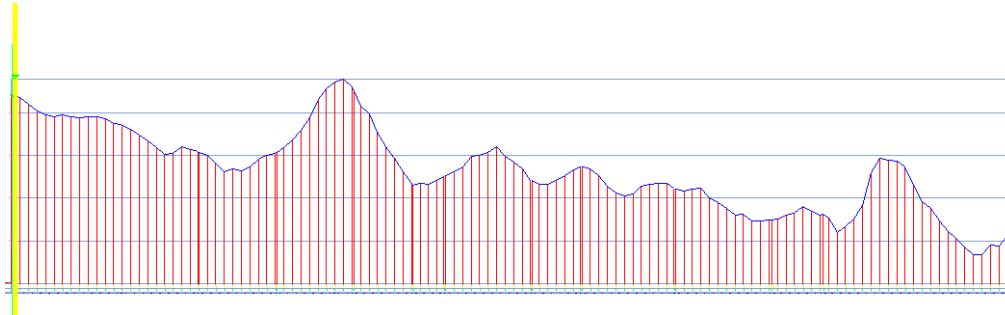
Arazi enkesitlerinin oluşturulmasına bağlı olarak arazi modelinin boy kesit planı çizilmektedir. Arazi modeli çok değişkenlik göstermesinden dolayı alınan enkesit parçaları arasındaki mesafe çok büyük olmadığına dikkat edilmelidir. Arazi enkesit parçaları 20 metre de bir alınmaktadır. Şekil 3.33'te enkesit çizgilerinin çizildiği hali gösterilmektedir.



Şekil 3.33. Yazılım 2'ye ait enkesit çizgilerinin gösterimi

3.4.5. Boy profilinin oluşturulması

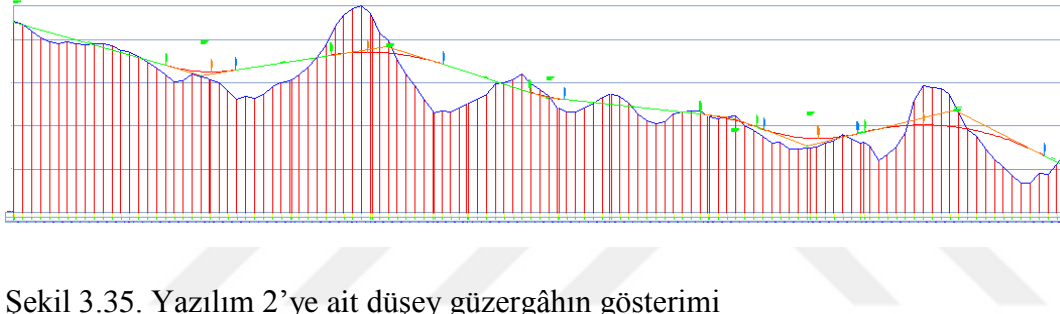
Yol proje aşamasında ikinci adım olan boy profilinin oluşturulmasıdır. Boy profilinin yolun geçeceği arazi şeklini göstermektedir. Bu durum yol projesinde yapılacak toprak işlerinin genel olarak nerelerde olduğunu göstermektedir. Şekil 3.34'te yatay güzergâha bağlı olarak çizilen boy profilinin gösterimi yapılmıştır.



Şekil 3.34. Yazılım 2'ye ait boy profilinin gösterimi

3.4.6. Düşey güzergâhın oluşturulması

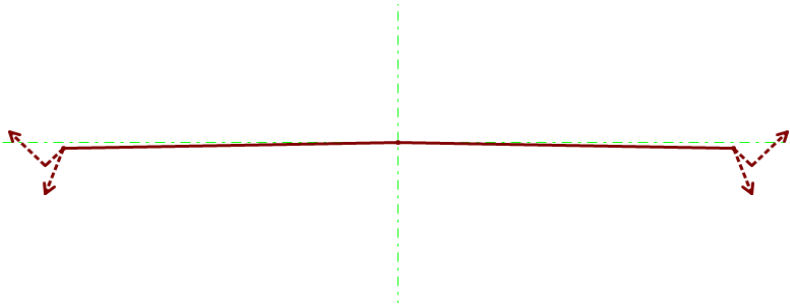
Boy profili oluşturulduktan sonra düşey güzergâhın belirlenmesi işlemine geçilmektedir. Düşey güzergâh belirlenirken araziye takip etmek en iyi çözüm yöntemidir. Yazılım 1’de düşey güzergâh oluşturmada özel eğriler bulundurmaktadır. Düşey güzergâh ekranda istenildiği gibi oynatılamamakta sadece editörde bu tür işlemler gerçekleştirilmektedir. Yazılım 2’de düşey güzergâh için bir editör bulunmaktadır. Bu editör sayesinde düşey güzergâha ait bilgiler edinebilmekte editör içinde de oynamalar yapılabilmektedir. Şekil 3.35’te düşey güzergâhın çizilmiş hali gösterilmektedir.



Şekil 3.35. Yazılım 2’ye ait düşey güzergâhın gösterimi

3.4.7. Tip Enkesitlerin Oluşturulması

Yolun üçüncü ve son aşaması olan işlem yolun tip kesitinin belirlenmesidir. Yazılım 2’de hazır olarak bulunan birçok tip kesit bulunmaktadır. Yapılacak yol projesine uygun tip kesit seçiminde yardımcı olmaktadır. Yapılan bu yol projesinde kullanılan tip kesit Şekil 3.36’da gösterilmektedir.



Şekil 3.36. Yazılım 2’ye ait tip kesitin gösterimi

3.4.8. Yarma ve dolgu hacimlerinin hesaplanması

Yarma ve dolgu hacim değerleri tüm enkesitlerin çiziminin ardından elde edilmektedir. Kübaj değerleri yazılım 2 hem ekranda gösterilebilmekte hemde direk olarak excel ortamına aktarılarak muhafaza edilebilmektedir. Yarma ve dolgu hacimlerine bağlı olarak brükner eğrisi çizilmektedir ve bu eğriye bağlı olarak harfiyatın nerelerde olduğu gösterilebilmektedir. Yazılım 2’de brükner eğrisi çizimi yapılabilmektedir. Yazılım 2’e ait yarma-dolgu hacim tablosunun alındığı görsel Şekil 3.37’te verilmektedir.

Sıra	Kilometre	Kazı Alanı	Dolgu Alanı	S/K	Kazı Hacmi	Dolgu Hacmi	Brükner Değeri
1	0+000.00	14.889	1.108	1.000	0.000	0.000	0.000
2	0+020.00	8.703	2.856	1.000	235.920	39.640	196.280
3	0+040.00	0.626	12.411	1.000	93.290	152.670	136.900
4	0+060.00	0.000	23.918	1.000	0.160	363.290	-226.230
5	0+080.00	0.000	27.173	1.000	0.000	510.510	-737.140
6	0+100.00	0.000	25.067	1.000	0.000	522.400	-1259.540
7	0+120.00	0.102	12.261	1.000	0.004	373.280	-1632.816
8	0+140.00	0.152	10.507	1.000	2.540	227.680	-1857.956
9	0+160.00	1.147	5.068	1.000	12.990	155.750	-2000.716
10	0+180.00	11.056	0.000	1.000	122.030	15.329	-1894.616
11	0+200.00	15.406	0.000	1.000	264.620	0.000	-1629.996
12	0+220.00	20.619	0.000	1.000	360.250	0.000	-1269.746
13	0+240.00	13.944	0.000	1.000	345.630	0.000	-924.116
14	0+259.07	13.064	0.000	1.000	257.467	0.000	-666.648
15	0+260.00	12.945	0.000	1.000	12.146	0.000	-654.502
16	0+280.00	5.917	0.275	1.000	188.620	0.057	-465.939
17	0+300.00	1.066	5.091	1.000	69.830	53.660	-449.769
18	0+320.00	0.000	14.189	1.000	0.745	192.800	-641.824
19	0+340.00	0.000	23.070	1.000	0.000	372.590	-1014.414
20	0+360.00	0.000	37.342	1.000	0.000	604.120	-1618.534
21	0+380.00	0.000	26.320	1.000	0.000	636.620	-2255.154
22	0+400.00	0.466	5.553	1.000	0.081	318.730	-2573.803
23	0+420.00	0.000	10.568	1.000	0.197	161.210	-2734.817
24	0+439.20	0.000	13.753	1.000	0.000	233.494	-2968.310
25	0+440.00	0.000	14.051	1.000	0.000	11.108	-2979.418
26	0+460.00	0.000	21.098	1.000	0.000	351.490	-3330.908
27	0+480.00	0.000	45.859	1.000	0.000	669.570	-4000.478
28	0+500.00	0.000	79.667	1.000	0.000	1255.260	-5255.738
29	0+520.00	0.000	74.085	1.000	0.000	1537.520	-6793.258
30	0+540.00	0.000	90.895	1.000	0.000	1649.700	-8442.958
31	0+560.00	0.000	74.578	1.000	0.000	1654.630	-10097.588
32	0+580.00	0.000	55.510	1.000	0.000	1300.880	-11398.468
33	0+600.00	0.000	45.217	1.000	0.000	1007.270	-12405.738
34	0+620.00	0.000	41.972	1.000	0.000	871.890	-13277.628
35	0+624.02	0.000	40.022	1.000	0.000	164.931	-13442.559
36	0+640.00	0.000	31.161	1.000	0.000	568.645	-14011.204
37	0+660.00	0.000	17.522	1.000	0.000	496.630	-14498.034
38	0+680.00	3.344	0.285	1.000	5.359	178.070	-14670.745
39	0+700.00	51.403	0.000	1.000	547.470	0.016	-14123.291
40	0+720.00	146.387	0.000	1.000	1977.900	0.000	-12145.391

Şekil 3.37. Yazılım 2’ye ait hacim tablosunun gösterimi

3.4.9. Proje Animasyonunun Hazırlanması

Yazılım 2’de yol projenin animasyon hazırlanması için herhangi bir modül bulunmamaktadır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Yapılan bu çalışmada, kullanılan her iki yazılımın karşılaştırılması yapılmaktadır. Karşılaştırmalar; sadece düz yolda, sadece yatay güzergâhlı yolda, sadece düşey güzergâhlı yolda ve hem yatay hem düşey güzergâhtan oluşan yolda yapılmaktadır. Bu yapılan yol projelerinde karşılaştırılan değerler; yol uzunlukları, semt açıları, yatay kurp bilgileri, düşey kurp bilgileri ve yarma-dolgu hacimleridir. Bu çalışmada ele alınan bir diğer konu ise Google Earth ve Global Mapper programları kullanılarak yol projenin yapılacağı arazinin üç boyutlu halinin oluşturulmasıdır. Araziye çıkmadan tamamen sanal ortamda arazi parçasının alınması anlatılmaktadır. Bu çalışmada alınan arazi parçası Antakya ilinin Arsuz ilçesinin Kale-Çevlik yolunun yapıldığı arazi parçasıdır. Elimizde bulunan İHA ile alınan arazi bilgilerinin, Global Mapper programı sonucu elde edilen arazi bilgilerinin karşılaştırılması yapılmaktadır.

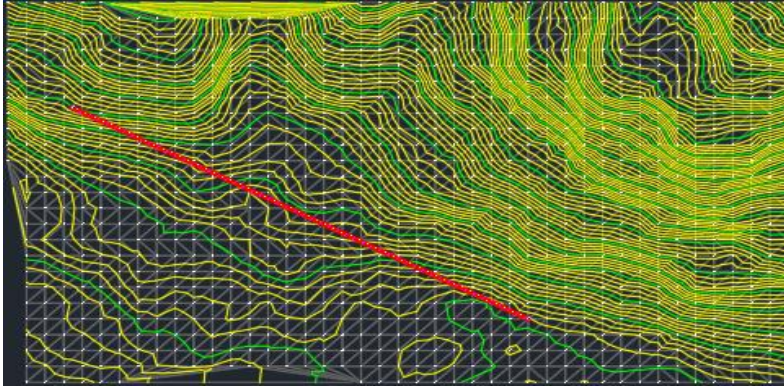
4.1. Düz Yolda Karşılaştırmanın İncelenmesi

4.1.1. Yol uzunluğunun karşılaştırılması

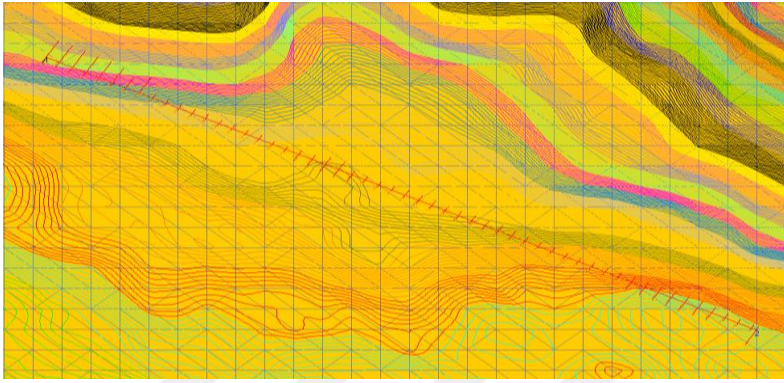
Bu çalışmada yatay güzergâhın ve düşey güzergâhın düz yoldan oluştuğu yol projenin çiziminde kullanılan her iki yazılımın çıktıları karşılaştırılmıştır. Yapılan yolun koordinatları;

1. nokta için y değeri 470760.905, x değeri 268935.230,
2. nokta için y değeri 471697.615, x değeri 268424.538'dir.

Kullanılan bu koordinatları her iki yazılım programlarında yazarak elde edilen yol uzunlukları yazılım 1'de elde edilen değer 1066.88 m, yazılım 2'de elde edilen değer 1066.88 m olarak bulunmaktadır. Her iki yazılımda da çizilen yol güzergâhının görünümü Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de verilmektedir.



Şekil 4.1. Yazılım 1'e ait düz yolda yol güzergâhının görünümü



Şekil 4.2. Yazılım 2'de düz yola ait yol güzergâhının görünümü

4.1.2. Semt açılarının karşılaştırılması

Yapılan yol projede yatay güzergâha bağlı olarak oluşan semt açıları değerleri Çizelge 4.1'de verilmektedir.

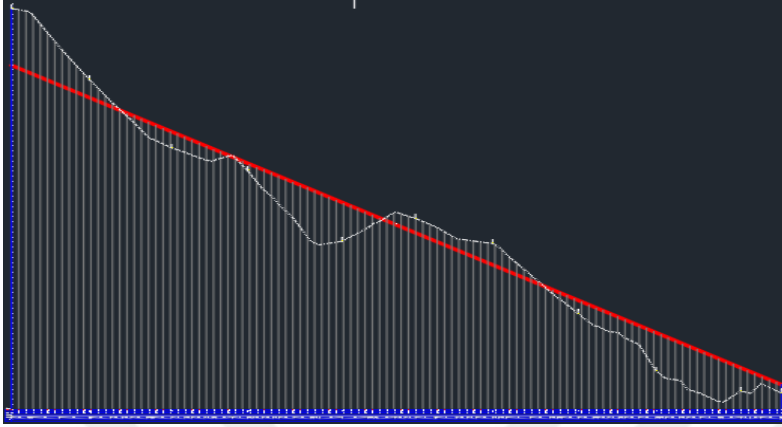
Çizelge 4.1. Düz yola ait semt açılarının karşılaştırılması

			Yazılım 1	Yazılım 2
Km	X koordinatı	Y koordinatı	Semt açısı	Semt açısı
0+000,00	268466.826	470760.905	0,00	0,00
1+066,88	268424.538	471697.615	131,7767	131,7799

4.1.3. Düşey güzergâhın karşılaştırılması

Her iki yazılımda da yarma ve dolgu hacim değerlerinin karşılaştırılması amacı ile düşey güzergâh bilgileri aynı girilmiştir. Bu durumdan dolayı düşey güzergâhta bulunan düşey

kurp bilgilerinde herhangi bir farklılık bulunmamaktadır. Düşey güzergâhlara ait görünüm Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te verilmektedir.



Şekil 4.3. Yazılım 1'de düz yola ait düşey güzergâhın görünümü



Şekil 4.4. Yazılım 2'de düz yola ait düşey güzergâhın görünümü

4.1.4. Yarma ve dolgu hacimlerinin karşılaştırılması

Bu çalışmada her iki yazılımda yapılan düz yolda elde edilen yarma ve dolgu değerleri Çizelge 4.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.2. Düz yola ait yarma-dolgu hacim değerlerinin karşılaştırılması

	Yazılım 1	Yazılım 2
Yarma Hacmi (m³)	51165,97	45298,015
Dolgu Hacmi (m³)	71093,23	45503,976
Toplam Hacim (m³)	122259,20	90801,991

Yazılım 1’de elde edilen toplam yarma hacmi 51165.97 m^3 iken yazılım 2’de elde edilen değer $45298,015 \text{ m}^3$ tür. Yazılım 1’de hesaplanan dolu değeri 71093.23 m^3 iken yazılım 2’de hesaplanan dolgu değeri ise $45503,976 \text{ m}^3$ tür.

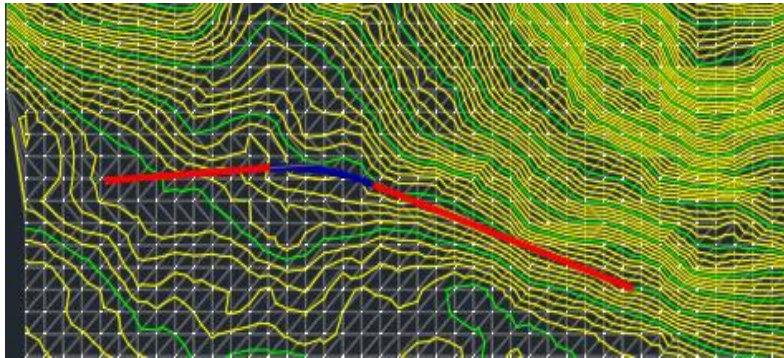
4.2. Tek Yatay Kurplu Yolda Karşılaştırmanın İncelenmesi

4.2.1. Yol uzunluklarının karşılaştırılması

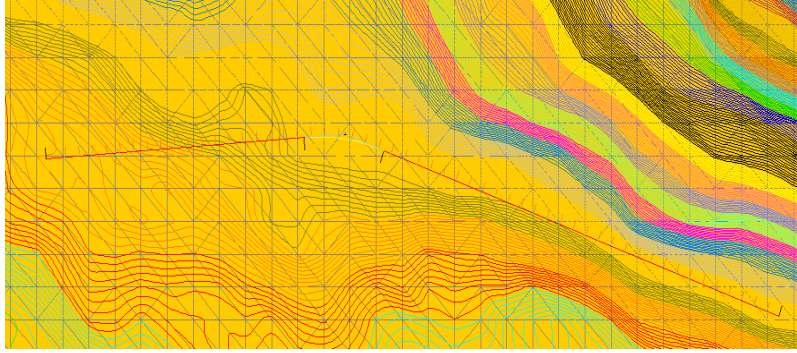
Bu çalışmada yatay güzergâhta bir adet yatay kurbun bulunduğu ve düşey güzergâhın düz yoldan oluştuğu yol projenin çiziminde kullanılan her iki yazılımın çıktıları karşılaştırılmıştır. Yapılan yolun koordinatları;

1. nokta için y değeri 471905.814, x değeri 268466.826,
2. nokta için y değeri 471270.757, x değeri 268679.571,
3. nokta için y değeri 470832.567, x değeri 268650.993’tür.

Kullanılan bu koordinatları her iki yazılım programlarında yazarak elde edilen yol uzunlukları yazılım 1’de elde edilen değer 1105,89 m, yazılım 2’de elde edilen değer 1105,89 m olarak bulunmaktadır. Her iki yazılımda da çizilen yol güzergâhının görünümü Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da verilmektedir.



Şekil 4.5. Yazılım 1’de tek yatay kurplu yola ait yol güzergâhının görünümü



Şekil 4.6. Yazılım 2’de tek yatay kurplu yola ait yol güzergâhının görünümü

4.2.2. Semt açılarının karşılaştırılması

Yapılan yatay güzergâha bağlı olarak oluşam semt açıları değerleri her iki yazılımda da aynı değerleri vermektedir. Bu değerler Çizelge 4.3’te verilmektedir.

Çizelge 4.3. Tek yatay kurplu yola ait semt açılarının karşılaştırılması

			Yazılım 1	Yazılım 2
Km	X koordinatı	Y koordinatı	Semt açısı	Semt açısı
0+000.000	268466.826	471905.814	0.00	0.00
0+668,260	268679.571	471270.757	320.5788	320.57867
1+105,890	268650.993	470832.567	295.8539	295.85397

4.2.3. Yatay Kurp Değerlerinin Karşılaştırılması

Yapılan güzergâhta yatay kurba ait hesaplanan bilgiler her iki yazılımda da aynı olarak bulunmaktadır. Bu değerler Çizelge 4.4’te verilmektedir.

Çizelge 4.4. Tek yatay kurplu yola ait yatay kurp değerlerinin karşılaştırılması

	Yazılım 1	Yazılım 2
Yarıçap	600	600
T	118	118
Delta Açısı	24.7249	24.72486
Kurp Boyu	233,026	233,03

4.2.4. Dever değerlerinin karşılaştırılması

Her iki yazılım sonucu elde edilen dever değerleri Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da verilmektedir. Yazılım 1'de görüldüğü gibi daha detaylı olarak verilmektedir.

Çizelge 4.5. Yazılım 1'e ait dever değerleri

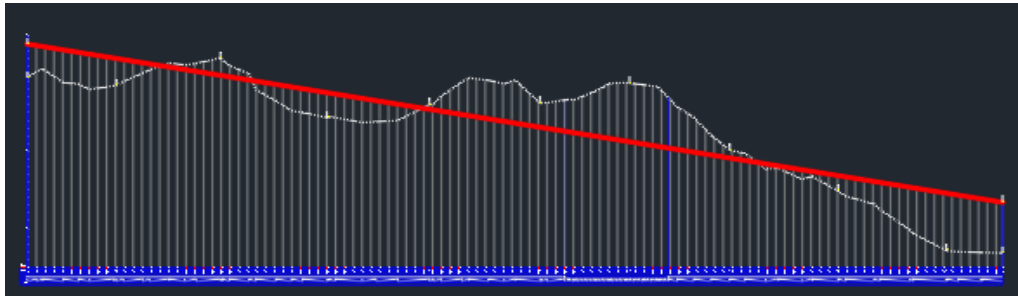
Yazılım 1			
Baş. Km	Bitiş km	Baş. Değ.	Bitiş değ.
0+000,000	0+505,740	-2,00	-2,00
0+505,740	0+521,080	-2,00	0,00
0+521,080	0+536,410	-2,00	2,00
0+536,410	0+567,080	-6,00	6,00
0+567,080	0+769,440	-6,00	6,00
0+769,440	0+800,110	-2,00	2,00
0+800,110	0+815,440	-2,00	0,00
0+815,440	0+830,770	-2,00	-2,00
0+830,770	1+105,892	-2,00	-2,00

Çizelge 4.6. Yazılım 2'ye ait dever değerleri

Yazılım 2			
Baş. Km	Bitiş km	Baş. Değ.	Bitiş değ.
0+000,000	0+504,255	-2,00	-2,00
0+504,255	0+534,893	-2,00	2,00
0+534,893	0+565,532	-6,00	6,00
0+565,532	0+770,984	-6,00	6,00
0+770,984	0+801,622	-2,00	2,00
0+801,622	0+832,260	-2,00	-2,00
0+832,260	1+105,892	-2,00	-2,00

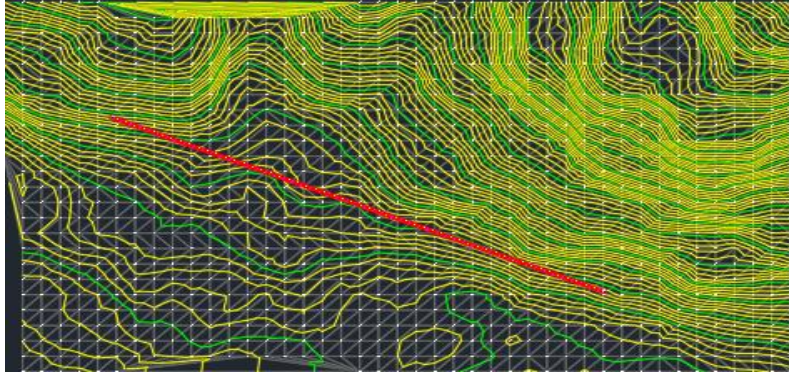
4.2.5. Düşey güzergâhın karşılaştırılması

Her iki yazılımda da yarma ve dolgu hacim değerlerinin karşılaştırılması amacı ile düşey güzergâh bilgileri aynı girilmiştir. Bu durumdan dolayı düşey güzergâhta bulunan düşey kurp bilgilerinde herhangi bir farklılık bulunmamaktadır. Düşey güzergâhlara ait görünüm Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de verilmektedir.

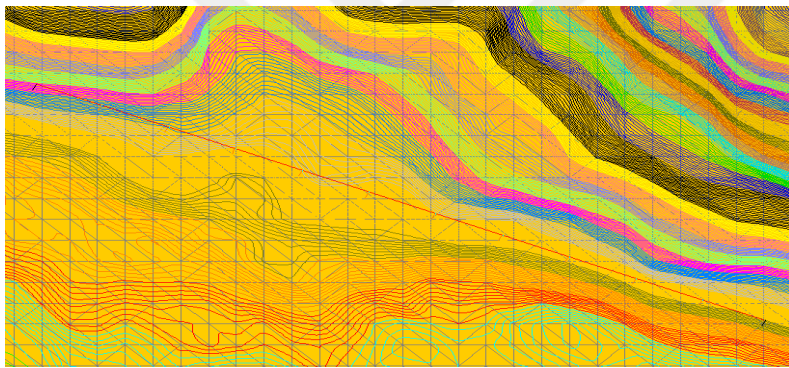


Şekil 4.7. Yazılım 1'de tek yatay kurplu yola ait düşey güzergâhın görünümü

1092,37 m olarak bulunmaktadır. Her iki yazılımda da çizilen yol güzergâhının görünümü Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da verilmektedir.



Şekil 4.9. Yazılım 1'de tek düşey kurplu yola ait yatay güzergâhın görünümü



Şekil 4.10. Yazılım 2'de tek düşey kurplu yola ait yatay güzergâhın görünümü

4.3.2. Semt açılarının karşılaştırılması

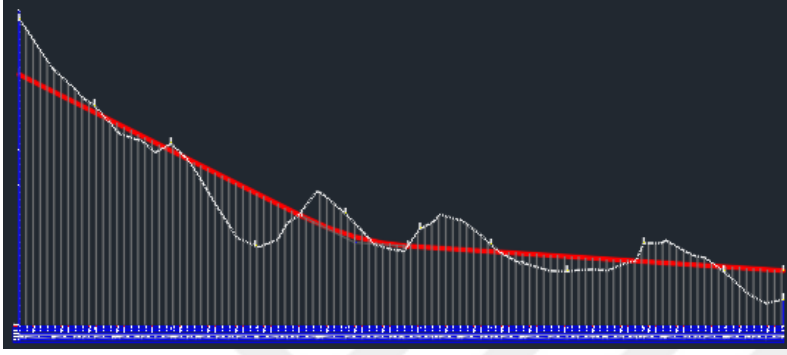
Yapılan yatay güzergâha bağlı olarak oluşam semt açıları değerleri Çizelge 4.8'de verilmektedir.

Çizelge 4.8. Tek düşey kurplu yola ait semt açılarının karşılaştırılması

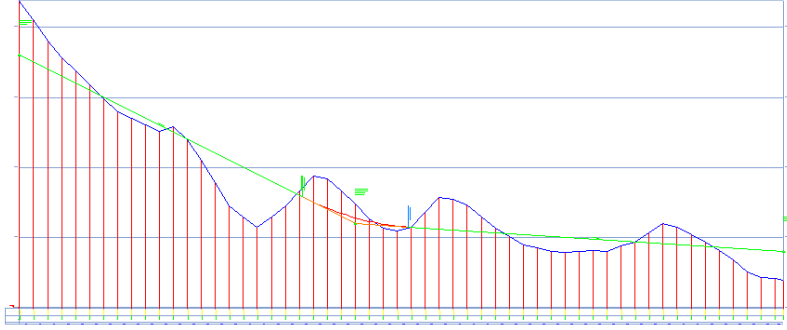
			Yazılım 1	Yazılım 2
Km	X koordinatı	Y koordnatı	Semt açısı	Semt açısı
0+000,000	268466.826	471905.814	0,00	0,00
1+092,370	268650.993	470832.567	125,874	125,87422

4.3.3. Düşey kurp değerlerinin karşılaştırılması

Her iki yazılımda da yarma ve dolgu hacim değerlerinin karşılaştırılması amacı ile düşey güzergâh bilgileri aynı girilmiştir. Bu durumdan dolayı düşey güzergâhta bulunan düşey kurp bilgilerinde herhangi bir farklılık bulunmamaktadır. Düşey güzergâhlara ait görünüm Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de verilmektedir.



Şekil 4.11. Yazılım 1’de tek düşey kurplu yola ait düşey güzergâhın görünümü



Şekil 4.12. Yazılım 2’de tek düşey kurplu yola ait düşey güzergâhın görünümü

4.3.4. Yarma ve dolgu hacimlerinin karşılaştırılması

Bu çalışmada yatay güzergâhta bir adet yatay kurbun bulunduğu ve düşey güzergâhın düz yoldan oluşturduğu yol projenin çiziminde kullanılan her iki yazılımın yarma ve dolgu değerleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen hacim değerleri Çizelge 4.9’da gösterilmektedir.

Çizelge 4.9. Tek düşey kurplu yola ait yarma ve dolgu hacim değerlerinin karşılaştırılması

	Yazılım 1	Yazılım 2
Yarma Hacmi (m ³)	30175,090	33666,906
Dolgu Hacmi (m ³)	49829,740	18251,651
Toplam Hacim (m ³)	80004,830	51918,557

Yazılım 1’de elde edilen toplam yarma hacmi 30175,090 m³ iken yazılım 2’de elde edilen değer 33666,906 m³’tür. Yazılım 1’de hesaplanan dolgu değeri 49829,740 m³ iken yazılım 2’de hesaplanan dolgu değeri ise 18251,651 m³’tür.

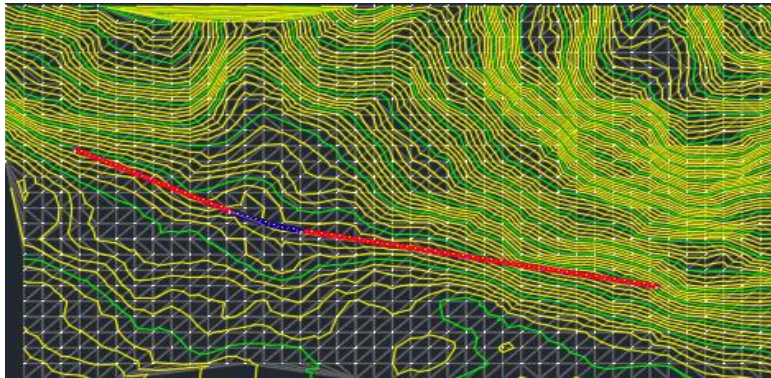
4.4. Hem Yatay Hem de Düşey Kurplu Yolda Karşılaştırmanın İncelenmesi

4.4.1. Yol uzunluklarının karşılaştırılması

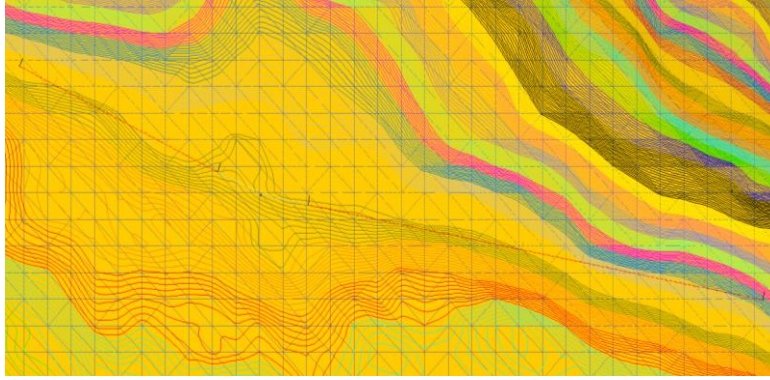
Bu çalışmada yatay güzergâhta tek yatay kurbun olduğu ve düşey güzergâhta tek düşey kurbun bulunduğu yol projenin çiziminde kullanılan her iki yazılımın çıktıları karşılaştırılmıştır. Yapılan yolun koordinatları;

1. nokta için y değeri 471905.814, x değeri 268466.826,
2. nokta için y değeri 471270.757, x değeri 268679.571,
3. nokta için y değeri 470832.567, x değeri 268650.993’tür.

Kullanılan bu koordinatları her iki yazılım programlarında yazarak elde edilen yol uzunlukları yazılım 1’de elde edilen değer 1261,17 m, yazılım 2’de elde edilen değer 1261,17 m olarak bulunmaktadır. Her iki yazılımda da çizilen yol güzergâhının görünümü Şekil 4.13 ve Şekil 4.14’te verilmektedir.



Şekil 4.13. Yazılım 1’de hem yatay hem düşey yola ait yol güzergâhının görünümü



Şekil 4.14. Yazılım 2'de hem yatay hem düşey yola ait yol güzergâhın görünümü

4.4.2. Semt açılarının karşılaştırılması

Yapılan yatay güzergâha bağlı olarak oluşan semt açıları değerleri her iki yazılımda da aynı değerleri vermektedir. Bu değerler Çizelge 4.10'da verilmektedir.

Çizelge 4.10. Hem yatay hem düşey kurplu yola ait semt açılarının karşılaştırılması

			Yazılım 1	Yazılım 2
Km	X koordinatı	Y koordnatı	Semt açısı	Semt açısı
0+000,000	268500.110	471979.814	0,00	0,00
0+433,209	268650.937	471164.823	128,1266	128,12656
1+261,170	268836.162	470773.204	111,6430	111,64930

4.4.3. Yatay kurp değerlerinin karşılaştırılması

Yapılan güzergâhta yatay kurba ait hesaplanan bilgiler her iki yazılımda da aynı olarak bulunmaktadır. Bu değerler Çizelge 4.11'de verilmektedir.

Çizelge 4.11. Hem yatay hem düşey kurplu yola ait yatay kurp bilgilerinin karşılaştırılması

	Yazılım 1	Yazılım 2
Yarıçap	600	600
T	78,075	78,08
Delta Açısı	16,4755	16,47701
Kurp Boyu	155,278	155,28

4.4.4. Dever değerlerinin karşılaştırılması

Her iki yazılım sonucu elde edilen dever değerleri Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13'te verilmektedir. Yazılım 1'de görüldüğü gibi daha detaylı olarak verilmektedir.

Çizelge 4.12. Yazılım 1'e ait dever değerleri

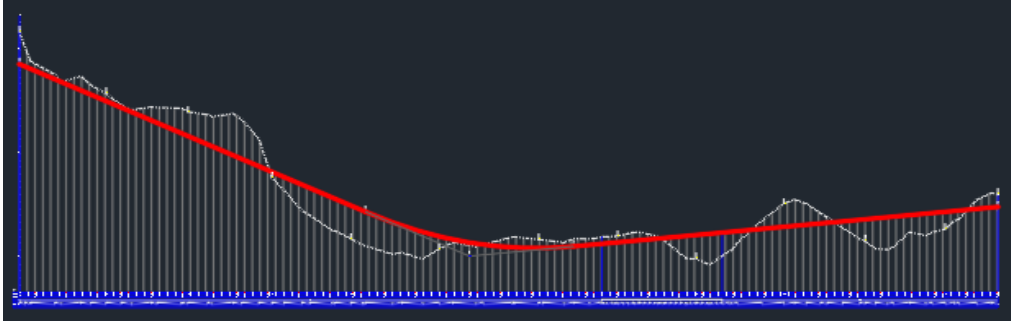
Yazılım 1			
Baş. Km	Bitiş km	Baş. Değ.	Bitiş değ.
0+000,000	0+704,750	-2,00	-2,00
0+704,750	0+720,090	0,00	-2,00
0+720,090	0+735,420	2,00	-2,00
0+735,420	0+758,420	5,00	-5,00
0+758,420	0+766,090	6,00	-6,00
0+766,090	0+890,700	6,00	-6,00
0+890,700	0+898,370	5,00	-5,00
0+898,370	0+921,370	2,00	-2,00
0+921,370	0+936,700	0,00	-2,00
0+936,700	0+952,030	-2,00	-2,00
0+952,030	1+261,170	-2,00	-2,00

Çizelge 4.13. Yazılım 2'ye ait dever değerleri

Yazılım 2			
Baş. Km	Bitiş km	Baş. Değ.	Bitiş değ.
0+000,000	0+703,257	-2,00	-2,00
0+703,257	0+733,895	-2,00	2,00
0+733,895	0+764,533	-6,00	6,00
0+764,533	0+892,251	-6,00	6,00
0+892,251	0+922,889	-2,00	2,00
0+922,889	0+953,528	-2,00	-2,00
0+953,528	1+261,170	-2,00	-2,00

4.4.5. Düşey kurp değerlerinin karşılaştırılması

Her iki yazılımda da yarma ve dolgu hacim değerlerinin karşılaştırılması amacı ile düşey güzergâh bilgileri aynı girilmiştir. Bu durumdan dolayı düşey güzergâhta bulunan düşey kurp bilgilerinde herhangi bir farklılık bulunmamaktadır. Düşey güzergâhlara ait görünüm Şekil 4.15 ve 4.16'da verilmektedir.



Şekil 4.15. Yazılım 1'de hem yatay hem düşey yola ait düşey güzergâhın görünümü



Şekil 4.16. Yazılım 2'de hem yatay hem düşey yola ait düşey güzergâhın görünümü

4.4.6. Yarma ve dolgu hacimlerinin karşılaştırılması

Bu çalışmada yatay güzergâhta bir adet yatay kurbun bulunduğu ve düşey güzergâhın düz yoldan oluştuğu yol projenin çiziminde kullanılan her iki yazılımın yarma ve dolgu değerleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen hacim değerleri Çizelge 4.14'te gösterilmektedir.

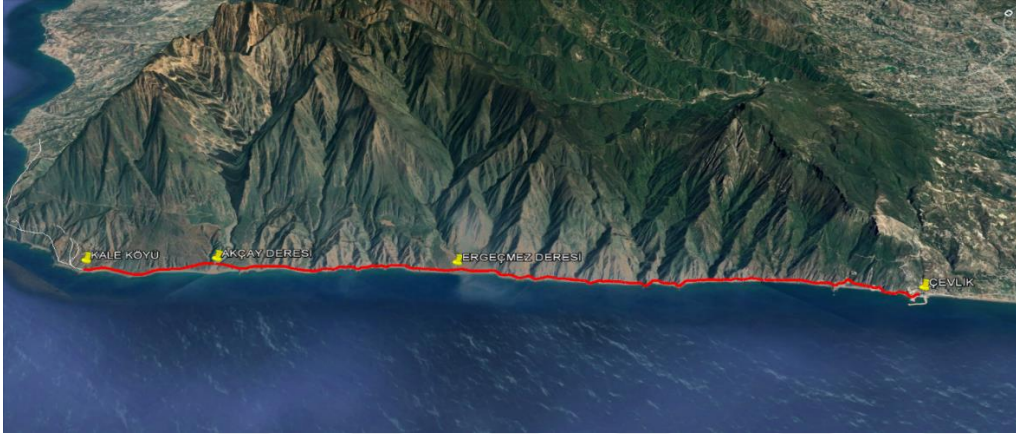
Çizelge 4.14. Hem yatay hem düşey kurplu yola ait yarma ve dolgu hacim değerlerinin karşılaştırılması

	Yazılım 1	Yazılım 2
Yarma Hacmi (m³)	45445,060	45582,502
Dolgu Hacmi (m³)	36255,670	18881,831
Toplam Hacim (m³)	81700,730	64464,333

Yazılım 1'de elde edilen toplam yarma hacmi 45445,06 m³ iken yazılım 2'de elde edilen değer 45582,502 m³'tür. Yazılım 1'de hesaplanan dolgu değeri 36255,67 m³ iken yazılım 2'de hesaplanan dolgu değeri ise 18881,831 m³'tür.

4.5. Çevlik-Kale Yol Projesinde Karşılaştırma

Hatay ilinin Samandağ ilçesi çevlik mahallesi ile Arsuz ilçesi Kale mahallesini birbirine bağlayan yaklaşık 25 km uzunluğundaki yol karşılaştırma için incelemeye alınmıştır. Yolun yersel yöntem ile harita alımı yapılmıştır. Bizde sanal ortamda bilgisayar programları kullanarak sayısal arazi modeli oluşturularak karşılaştırmalar yapılmıştır. Yol projeye ait güzergâh Şekil 4.17’de verilmektedir.



Şekil 4.17. Çevlik-Kale yol güzergâh görünümü

4.5.1. Çevlik-Kale arazi parçasının sanal ortamda oluşturulması

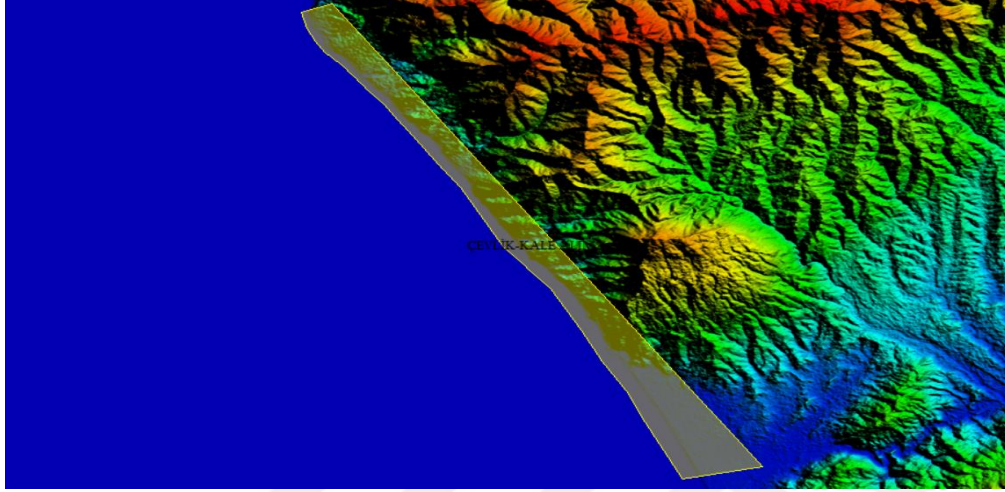
Google Earth yazılımı ile yolun yapılacağı arazi parçası seçilerek işleme başlanmaktadır. Yol projede kullanılan arazi parçası Şekil 4.18’de gösterilmektedir.



Şekil 4.18. Çevlik-Kale arazi parçasının görünümü

4.5.2. Çevlik-Kale arazi parçasının üç boyutlu modelinin oluşturulması

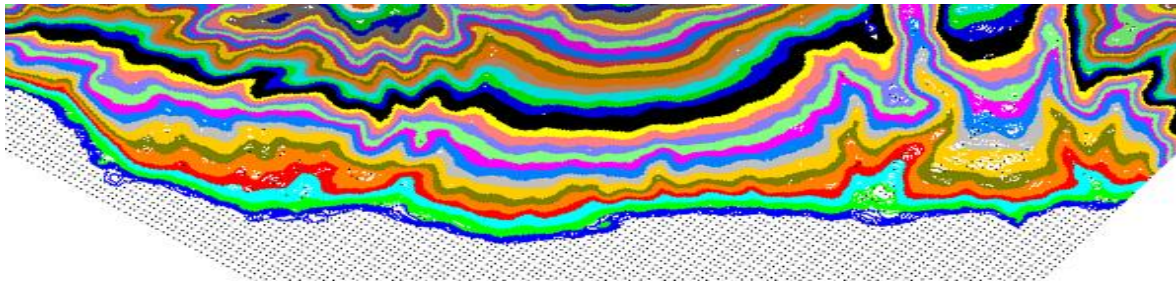
Google Earth' da kmz uzantılı olarak hazırlanan dosya Global Mapper programında üç boyutlu modele dönüştürülmektedir. Global Mapper programındaki arazi parçasının görünümü Şekil 4.19'da verilmektedir.



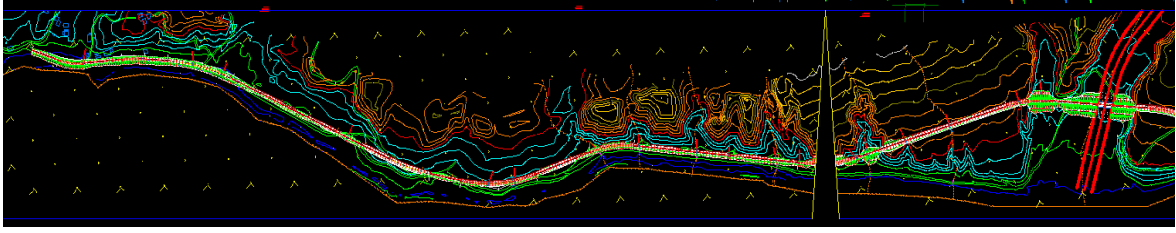
Şekil 4.19. Çevlik-Kale arazi parçasının üç boyutlu modelinin görünümü

4.5.3. Çevlik-Kale arazi parçasının izohips eğrilerinin oluşturulması

Global Mapper programında hazırlanan .dxf uzantılı dosya yazılım 2 programına atılarak izohips eğrileri oluşturulup sayısal arazi modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan sayısal arazi modeli Şekil 4.20'de verilmektedir. Çevlik-Kale yol güzergâhının geçtiği arazi parçasının gerçek değerlerle elde edilen sayısal arazi modeli de Şekil 4.21'de verilmektedir.



Şekil 4.20. Global Mapper ile oluşturulan Çevlik-Kale arazi parçasının izohips eğrilerinin görünümü



Şekil 4.21. Yersel yöntem ile elde edilen Çevlik-Kale arazi parçasının izohips eğrilerinin görünümü

Global Mapper programı ile oluşturulan arazi parçası ile yersel yöntemler ile alınan değerle oluşturulan arazi parçasının karşılaştırılması yapılmıştır. Ele alınan bu iki arazi parçasında yapılan işlemler sonucu elde edilen kazı dolgu değerleri Çizelge 4.14'te verilmektedir.

Çizelge 4.15. Çevlik-Kale yol güzergâhında hacim değerlerinin karşılaştırılması

	Ölçümle yapılan arazi	Sanal ortamda oluşturulan arazi	Fark (%)
TOPRAK İŞLERİ (Kazı+Dolgu m³)	346311,74	338171,388	2,35

Çevlik-Kale Arazi parçasının sanal ortamda üretilen sayısal veri ile yerinde ölçülerek üretilen sayısal veri haritalarında yol güzergâhının incelenmesinde aynı güzergâhın haritaya işlenmesi ile elde edilen hacim değerlerinde % 2,35 fark bulunmuştur.

5. BİLGİSAYAR PROGRAMLARI İLE PROJE AŞAMALARINDA ELDE EDİLEN KAZANIMLAR

Yapılan bu çalışmada, karayolu projesindeki geometrik unsurlardan bazılarının ve bu unsurlara bağlı olarak hesaplamaların belirli çıktılar doğrultusunda değerlendirilmesi yapılarak; zaman, kullanım kolaylığı, projenin çok alternatifli üretilmesi gibi aşamalarda programın performansının değerlendirilmesi yapılmaktadır.

Zaman yönünden bilgisayar programları müthiş katkı sağlamaktadır. Yani karayolu projesinin angarya diye tabir edebileceğimiz çok zaman alan aşamaları bilgisayar programlarında çok hızlı bir şekilde yapılabilmektedir. Yaptığımız değişikliklerle projede meydana gelen hesap farklılıkları ve çizimsel farklılıklar programa dinamik olarak yansıtılmaktadır. Böylece yatay güzergâhı, düşey güzergâhı, enkesitleri ve hacim değerlerine düzenlemek için yaptığımız değişiklikler yüzünden tekrar proje aşamalarını hesaplamak zorunda kalmamaktayız. Karayolu projesi bittikten sonra yolun üç boyutlu animasyonunun alabiliriz. Böylece yaptığımız karayolu projesi üzerinde gezerek arazi ile olan uyumunu kontrol edebiliriz. Bilgisayar programları ile elde edilen kazanımlar;

- Arazi verileri sanal ortamda alınarak dışarıda ölçüm yapılmamaktadır.
- Böylece iş gücünden önemli oranda kar sağlamaktadır.
- Zamandan kazanım sağlanmaktadır.
- Ölçüm ve proje maliyetleri büyük oranda azalmaktadır.
- Kontroller artırılarak daha geçeğe yakın ölçümler yapılabilmektedir.
- Ölçüm için yatırım maliyeti azalmaktadır.
- Hiç araziye gidilmeden proje hakkında hem güzergâh hem de hacim ve maliyet anlamında fikir sahibi olunmaktadır.
- İstenilen yerde ve rakımlarda, ulaşamayacak noktalarda bile arazi sanal ortamda oluşturulup proje geliştirilebilmektedir.
- Ölçümlerde çalışma koridoru istenilen ölçülerde yapılabilmektedir.
- Yol projelerinin tasarımı ve maliyeti hakkında çok kısa zamanda fikir sahibi olunabilmektedir.
- Yol proje eğitimlerinde arazinin daha iyi anlaşılması ve daha alternatifli yollar yapılmasında katkı sağlayabilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Arazinin tespit edilmesi ve karayolunun yapılacağı koridorun kot değerlerinin bulunması Google Earth programı ile yapılmaktadır. Elde edilen .kmz uzantılı dosya Global Mapper programında açılarak Autocad programının alabileceği .dem uzantılı dosya haline getirilmektedir. Daha sonra yazılım 1 programı ile üçgenleme ve tekrar eşyükselti eğrileri oluşturularak proje çözümüne devam edilmektedir. Güzergâhın oluşturulması, boy profilinin çizilmesi, enkesitlerin meydana getirilmesi ve dolgu ve yarma hacimlerine ulaşılması gibi işlemler yine yazılım 1 programında yapılmaktadır. Benzer olarak yazılım 2 programı ile üçgenlemeden dolgu ve yarma hacimlerine kadar bütün işlemler gerçekleştirilmektedir. Böylece karayolu projesinde, arazi işlemlerinden paftalamaya kadar geçen bütün süreç sanal ortamda bilgisayar programları ile yapılmaktadır.

Karayolu projesi bittikten sonra yolun üç boyutlu animasyonunun alabiliriz. Böylece yaptığımız karayolu projesi üzerinde gezerek arazi ile olan uyumunu kontrol edebiliriz. Karayollarının projelendirmesi uzun ve zahmetli bir sürecin sonunda gerçekleşmektedir. Arazi ölçümlerinden, yarma ve dolgu hacimlerine ulaşılmasına kadar yorucu ve zaman alıcı çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu tezde yapılan çalışma ile bu yorucu ve zahmetli süreçler kısa sürede bilgisayar başında halledilebilmektedir.

Her iki yazılım ile yapılan yol projelerinde; sadece düz yolda yapılan işlemler sonucunda girilen koordinatlar ile yol uzunluğu değerlerinin aynı bulunduğu görülmüştür. Oluşturulan yatay güzergâha bağlı olarak oluşan semt açıları değerleri aynı çıkmıştır. Yapılan işlemler sonucunda yazılım 1'de elde edilen toplam yarma hacmi 51165.97 m^3 iken yazılım 2'de elde edilen değer $45298,015 \text{ m}^3$ 'tür. Yazılım 1'de hesaplanan dolgu değeri 71093.23 m^3 iken yazılım 2'de hesaplanan dolgu değeri ise $45503,976 \text{ m}^3$ 'tür.

Her iki yazılım ile yapılan yol projelerinde; tek yatay kurplu yolda yapılan işlemler sonucunda girilen koordinatlar ile yol uzunluğu değerlerinin aynı bulunduğu görülmüştür. Çizilen yatay güzergâha bağlı olarak elde edilen semt açıları değerleri her iki yazılımda da aynı çıkmıştır. Yatay kurba ait bilgiler her ik yazılımda da aynı çıkmıştır. Uygulanan dever değerlerinde ufakta olsa farklar bulunmaktadır. Yazılım 1'de elde edilen toplam yarma hacmi 46834.79 m^3 iken yazılım 2'de elde edilen değer $36722,514 \text{ m}^3$ 'tür. Yazılım 1'de

hesaplanan dolu değeri 51239.39 m³ iken yazılım 2'de hesaplanan dolgu değeri ise 20284,315 m³'tür.

Her iki yazılım ile yapılan yol projelerinde; düz yatay güzergâhlı ve tek düşey kurplu yolda yapılan işlemler sonucunda girilen koordinatlar ile yol uzunluğu değerlerinin aynı bulunduğu görülmüştür. Çizilen yatay güzergâha bağlı olarak elde edilen semt açıları değerleri her iki yazılımda da aynı çıkmıştır. Her iki yazılımda da yarma ve dolgu hacim değerlerinin karşılaştırılması amacı ile düşey güzergâh bilgileri aynı girilmiştir. Bu durumdan dolayı düşey güzergâhta bulunan düşey kurp bilgilerinde herhangi bir farklılık bulunmamaktadır. Yazılım 1'de elde edilen toplam yarma hacmi 30175,09 m³ iken yazılım 2'de elde edilen değer 33666,906 m³'tür. Yazılım 1'de hesaplanan dolu değeri 49829,74 m³ iken yazılım 2'de hesaplanan dolgu değeri ise 18251,651 m³'tür.

Her iki yazılım ile yapılan yol projelerinde; hem yatay kurplu hemde düşey kurplu yolda yapılan işlemler sonucunda girilen koordinatlar ile yol uzunluğu değerlerinin aynı bulunduğu görülmüştür. Çizilen yatay güzergâha bağlı olarak elde edilen semt açıları değerleri her iki yazılımda da aynı çıkmıştır. Yatay kurba ait bilgiler her ik yazılımda da aynı çıkmıştır. Her iki yazılımda da yarma ve dolgu hacim değerlerinin karşılaştırılması amacı ile düşey güzergâh bilgileri aynı girilmiştir. Bu durumdan dolayı düşey güzergâhta bulunan düşey kurp bilgilerinde herhangi bir farklılık bulunmamaktadır. Yazılım 1'de elde edilen toplam yarma hacmi 45445,06 m³ iken yazılım 2'de elde edilen değer 45582,502 m³ tür. Yazılım 1'de hesaplanan dolu değeri 36255,67 m³ iken yazılım 2'de hesaplanan dolgu değeri ise 18831,831 m³'tür.

Karayollarının projelendirmesi uzun ve zahmetli bir sürecin sonunda gerçekleşmektedir. Arazi ölçümlerinden, yarma ve dolgu hacimlerine ulaşılmasına kadar yorucu ve zaman alıcı çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu tezde yapılan çalışma ile bu yorucu ve zahmetli süreçler kısa sürede bilgisayar başında halledilebilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abanda, F. H., Vidalakis, C., Oti, A. H., & Tah, J. H. (2015). A Critical Analysis Of Building Information Modelling Systems Used In Construction Projects. *Advances In Engineering Software*, 90, 183-201.
- Akgul, M., Yurtseven, H., Gulci, S., & Akay, A. E. (2018). Evaluation Of UAV-And GNSS-Based Dems For Earthwork Volume. *Arabian Journal For Science And Engineering*, 43(4), 1893-1909.
- Al-Bayari, O. (2019). Mobile Mapping Systems In Civil Engineering Projects (Case Studies). *Applied Geomatics*, 11(1), 1-13.
- Babapour, R., Naghdi, R., Ghajar, I., & Mortazavi, Z. (2018). Forest Road Profile Optimization Using Meta-Heuristic Techniques. *Applied Soft Computing*, 64, 126-137.
- Baek, J., & Choi, Y. (2017). A New Method For Haul Road Design In Open-Pit Mines To Support Efficient Truck Haulage Operations. *Applied Sciences*, 7(7), 747.
- Blanco, F. G. B., & Chen, H. (2014). The Implementation Of Building Information Modelling In The United Kingdom By The Transport Industry. *Procedia-Social And Behavioral Sciences*, 138, 510-520.
- Bonenberg, W., & Wei, X. (2015). Green BIM In Sustainable Infrastructure. *Procedia Manufacturing*, 3, 1654-1659.
- Booto, G. K., Born, R. O., Ebrahimi, B., Vignisdottir, H. R., Brattebo, H., Pittera, K., ... & Bohne, R. A. (2019). Road Planning And Route Alignment Selection Criteria In The Norwegian Context. In *IOP Conference Series: Materials Science And Engineering* (Vol. 471, No. 6, P. 062007). IOP Publishing.
- Bystrov, V., & Kozak, N. (2018). Issues And Concepts Of Road Transport Structures' Development And Provision Of Traffic And Pedestrian Safety. *Transportation Research Procedia*, 36, 103-107.
- Casal, G., Santamarina, D., & Vázquez-Méndez, M. E. (2017). Optimization Of Horizontal Alignment Geometry In Road Design And Reconstruction. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 74, 261-274.
- Cheng, J. C., Lu, Q., & Deng, Y. (2016). Analytical Review And Evaluation Of Civil Information Modeling. *Automation In Construction*, 67, 31-47.
- Costin, A., Adibfar, A., Hu, H., & Chen, S. S. (2018). Building Information Modeling (BIM) For Transportation Infrastructure—Literature Review, Applications, Challenges, And Recommendations. *Automation In Construction*, 94, 257-281.

- Dols, J. F., Molina, J., Camacho, F. J., Marín-Morales, J., Pérez-Zuriaga, A. M., & Garcia, A. (2016). Design And Development Of Driving Simulator Scenarios For Road Validation Studies. *Transportation Research Procedia*, 18, 289-296.
- Eliseev, M., Tomchinskaya, T., Lipenkov, A., & Blinov, A. (2017). Using 3D-Modeling Technologies To Increase Road Safety. *Transportation Research Procedia*, 20, 171-179.
- Enji, S., Nieto, A., & Zhongxue, L. I. (2010). GPS And Google Earth Based 3D Assisted Driving System For Trucks In Surface Mines. *Mining Science And Technology (China)*, 20(1), 138-142.
- Fathi, H., Dai, F., & Lourakis, M. (2015). Automated As-Built 3D Reconstruction Of Civil Infrastructure Using Computer Vision: Achievements, Opportunities, And Challenges. *Advanced Engineering Informatics*, 29(2), 149-161.
- Garach, L., De Oña, J., & Pasadas, M. (2014). Determination Of Alignments In Existing Roads By Using Spline Techniques. *Mathematics And Computers In Simulation*, 102, 144-152.
- Ghanizadeh, A. R., & Heidarabadizadeh, N. (2018). Optimization Of Vertical Alignment Of Highways In Terms Of Earthwork Cost Using Colliding Bodies Optimization Algorithm. *Int. J. Optim. Civil Eng*, 8(4), 657-674.
- Göksu, O. (2015). *Finite Element Modelling, Earthquake Analysis, And Structural Health Monitoring Of The Ortahisar Castle* (Doctoral Dissertation, Middle East Technical University).
- Göktepe, A. B., Altun, S., & Ahmedzade, P. (2010). Optimization Of Vertical Alignment Of Highways Utilizing Discrete Dynamic Programming And Weighted Ground Line. *Turkish Journal Of Engineering And Environmental Sciences*, 33(2), 105-116.
- Guo, D., Yan, X., Zalewski, J., & Villiers, C. (2010). Visualization Of Road Geometries Based On CADD Design Standards. *Advances In Engineering Software*, 41(4), 561-568.
- Hare, W., Lucet, Y., & Rahman, F. (2015). A Mixed-Integer Linear Programming Model To Optimize The Vertical Alignment Considering Blocks And Side-Slopes In Road Construction. *European Journal Of Operational Research*, 241(3), 631-641.
- Hosseini, S. A., Khalilpour, H., Nejad, A. M., Moafi, M., & Foumani, B. S. (2012). Comparing the Expenses Of Forest Road Cut And Fill Operations With Standard Rules (Study Area: Northern Forests Of Iran). *European Journal Of Experimental Biology*, 2(4), 1023-1028.
- Jiang, L., Kang, J., & Schroth, O. (2015). Prediction Of The Visual Impact Of Motorways Using GIS. *Environmental Impact Assessment Review*, 55, 59-73.

- Julge, K., Ellmann, A., & K ok, R. (2019). Unmanned Aerial Vehicle Surveying For Monitoring Road Construction Earthworks. *The Baltic Journal Of Road And Bridge Engineering*, 14(1), 1-17.
- Karatai, T. R. (2018). *Technical And Economic Evaluation Of Soil Stabilization Using Rice Husk Ash (RHA) And Natural Lime (NL) As An Alternative To Cutting And Filling In Road Construction*(Doctoral Dissertation, JKUAT).
- Kim, H., Shen, Z., Moon, H., Ju, K., & Choi, W. (2016). Developing A 3D Intelligent Object Model For The Application Of Construction Planning/Simulation In A Highway Project. *KSCE Journal Of Civil Engineering*, 20(2), 538-548.
- Li, B., Li, X. B., Li, C., Zhu, Y., Peng, Z. R., Wang, Z., & Lu, S. J. (2019). Impacts Of Wind Fields On The Distribution Patterns Of Traffic Emitted Particles In Urban Residential Areas. *Transportation Research Part D: Transport And Environment*, 68, 122-136.
- Li, C., Ding, L., & Zhong, B. (2019). Highway Planning And Design In The Qinghai-Tibet Plateau Of China: A Cost-Safety Balance Perspective. *Engineering*.
- Lopes, E. C., Menezes, R. R. V., Da Silva, T. O., Pitanga, H. N., Dos Santos, A. D. P., & Ferraz, A. S. (2019). Comparative Study Of Software For Road Geometric Design. *Acta Scientiarum. Technology*, 41, E36959.
- Manole, M., Nistor, M., & Marchis, D. (2015). Using Modern Software In Surveying, Gis And Agricultural Road Design. *Research Journal Of Agricultural Science*, 47(4), 104-114.
- Marschallinger, R., Jandrisevits, C., & Zobl, F. (2015). A Visual LISP Program For Voxelize Autocad Solid Models. *Computers & Geosciences*, 74, 110-120.
- Mohamed, M. H. (2019). Volume Calculation Of Irregular Object Using Multiple Software Packages. *Journal Of Al-Azhar University Engineering Sector*, 14(50), 75-86.
- Ouma, Y. O., Yabann, C. E., Kirichu, M., & Tateishi, R. (2014). Optimization Of Urban Highway Bypass Horizontal Alignment: A Methodological Overview Of Intelligent Spatial MCDA Approach Using Fuzzy AHP And GIS. *Advances In Civil Engineering*, 2014.
- Pu, H., Zhang, H., Li, W., Xiong, J., Hu, J., & Wang, J. (2019). Concurrent Optimization Of Mountain Railway Alignment And Station Locations Using A Distance Transform Algorithm. *Computers & Industrial Engineering*, 127, 1297-1314.
- Raji, S. A., Zava, A., Jirgba, K., & Osunkunle, A. B. (2017). Geometric Design Of A Highway Using Autocad Civil 3d. *Journal Of Multidisciplinary Engineering Science And Technology (JMEST)*, 4(6).

- Salih, A. G., & Ahmed, H. A. (2014). The Effective Contribution Of Software Applications In Various Disciplines Of Civil Engineering. *International Journal Of Civil Engineering And Technology*, 5(12), 316-333.
- Shen, Z., Orr, K., Choi, W., Kim, N., & Kim, H. (2014, May). Object-Based 3D Intelligent Model For Construction Planning/Simulation In A Highway Construction. In *ASCE Conf Construct Res Congress*.
- Siebert, S., & Teizer, J. (2014). Mobile 3D Mapping For Surveying Earthwork Projects Using An Unmanned Aerial Vehicle (UAV) System. *Automation In Construction*, 41, 1-14.
- Subramani, T., & Pari, D. Highway Alignment Using Geographical Information System. *IOSR Journal Of Engineering*, 5(5), 32-42.
- Sume, V. (2018). Shoreline Changes In Three Groin Fields On The Eastern Black Sea Coast. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(1), 125-131.
- Tang, Z., Chen, S., Cheng, J., Ghahari, S. A., & Labi, S. (2018). Highway Design And Safety Consequences: A Case Study Of Interstate Highway Vertical Grades. *Journal Of Advanced Transportation*, 2018.
- Turk, Y. (2019). Forest Road Design With Cad Software: A Case Study In The Western Black Sea Region Of Turkey.
- Vandanjon, P. O., Vinot, E., Cerezo, V., Coiret, A., Dauvergne, M., & Bouteldja, M. (2019). Longitudinal Profile Optimization For Roads Within An Eco-Design Framework. *Transportation Research Part D: Transport And Environment*, 67, 642-658.
- Yang, N., Kang, M. W., Schonfeld, P., & Jha, M. K. (2014). Multi-Objective Highway Alignment Optimization Incorporating Preference Information. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 40, 36-48.
- Yi, C., & Lu, M. (2016). A Mixed-Integer Linear Programming Approach For Temporary Haul Road Design In Rough-Grading Projects. *Automation In Construction*, 71, 314-324.
- Zanen, P. P. A., Hartmann, T., Al-Jibouri, S. H., & Heijmans, H. W. N. (2013). Using 4D CAD To Visualize The Impacts Of Highway Construction On The Public. *Automation In Construction*, 32, 136-144.
- Zhao, L., Liu, Z., & Mbachu, J. (2019). Highway Alignment Optimization: An Integrated BIM And GIS Approach.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ERYILMAZ, Avni
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 03.06.1981, Antakya
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (533) 021 65 62
 Faks : -
 e-mail : erylilmazavni@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	İskenderun Teknik Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Mustafa Kemal Üniversitesi/İnşaat Mühendisliği	2004
Lise	Antakya Lisesi	1998

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2014- Halen	Hatay Valiliği Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlığı	Yapı Kontrol Amiri
2007-2014	Hatay İl Özel İdaresi Yol ve Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü	Kontrol Mühendisi
2006-2007	Onur Elk. İnş. Ltd.Şti.	Şantiye Şefi
2005-2006	Dinamik Güç Yapı Denetim	Yrd. Kontrol Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Yüzme, Yürüyüş, Kitap Okuma

DİZİN

A

Abstract · v
 Arazi · iv, vii, viii, x, xii, xiii, xiv,
 1, 2, 3, 4, 14, 15, 16, 18, 20,
 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28,
 29, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 51,
 52, 53, 54, 55, 56
 Açt · ix, xi, 38, 39, 42, 45, 48, 55,
 56

B

Boy profil · iv, viii, xii, xiii, 4,
 28, 29, 35, 36, 55

Ç

Çalışma · iv, vii, xv, 1, 7, 8, 9,
 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 19,
 20, 38, 40, 41, 44, 46, 47, 50,
 54, 55, 56

D

Dolgu · iv, vii, ix, xi, 4, 5, 19, 30,
 31, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44,
 46, 47, 49, 50, 53, 55, 56
 Düşey · vii, viii, ix, xi, xii, xiii,
 xiv, 2, 4, 5, 11, 13, 14, 29, 36,
 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46,
 47, 48, 49, 50, 54, 56
 Dever · viii, ix, xi, xiii, 9, 27, 28,
 34, 43, 49, 55
 Düz · ix, xi, xiii, xiv, 38, 39, 40,
 41, 44, 46, 50, 55, 56

E

Eğri · iv, vii, viii, x, xii, xiii, xiv,
 3, 13, 26, 27, 29, 31, 36, 37,
 52, 53, 55
 Eşyükselti · iv, vii, viii, xiii, 3,
 26, 27, 55
 Enkesit · iv, vii, xii, xiii, 4, 5, 28,
 29, 30, 31, 35, 36, 37, 54, 55

G

Güzergâh · iv, vii, viii, ix, xi, xii,
 xiii, xiv, 2, 3, 4, 5, 13, 27, 28,
 29, 32, 34, 35, 36, 38, 39, 40,
 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48,
 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56

Görünüm · xii, xiii, xiv, 2, 3, 4, 5,
 20, 21, 22, 23, 24, 25, 31, 32,
 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45,
 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53

H

Hesap · vii, viii, 1, 2, 3, 4, 5, 9,
 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 27,
 28, 31, 34, 37, 41, 44, 47, 48,
 50, 54, 55, 56
 Hacim · iv, vii, viii, ix, xiii, 4, 5,
 10, 14, 16, 30, 31, 37, 38, 39,
 40, 43, 44, 46, 47, 49, 50, 53,
 54, 55, 56

K

Kurp · ix, xi, xiv, 27, 38, 40, 41,
 42, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49,
 50, 55, 56
 Karayolu · iv, 1, 2, 4, 5, 15, 19,
 54, 55
 Kübaj · xii, 5, 6, 31, 37

M

Model · vii, viii, x, xii, xiii, xiv,
 xv, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 13,
 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 25,
 26, 27, 28, 32, 33, 34, 35, 51,
 52

Ö

Özet · iv
 Ölçüm · iv, 14, 15, 18, 19, 20, 53,
 54, 55, 56

P

Pafta · iv, vii, viii, xii, xiii, 6, 31,
 32, 55
 Proje · iv, vii, viii, x, xii, 1, 2, 3,
 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14,
 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 25,
 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34,
 35, 36, 37, 38, 39, 41, 44, 46,
 47, 50, 51, 54, 55, 56

S

Sanal ortam · iv, vii, x, xii, 1, 2,
 20, 38, 51, 53, 54, 55

T

Tip kesit · xii, xiii, 4, 5, 29, 30,
 36

U

Uzunluk · ix, 38, 41, 44, 47

Ü

Üçgen · iv, vii, viii, xii, xiii, 2, 3,
 25, 26, 33, 55
 Üç boyut · vii, viii, x, xii, xiii, 14,
 17, 22, 23, 24, 25, 26, 32, 38,
 52, 54, 55

Y

Yarma · iv, viii, ix, xi, 4, 5, 30,
 31, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44,
 46, 47, 49, 50, 55, 56
 Yatay · vii, viii, ix, xi, xii, xiii,
 xiv, 2, 3, 4, 5, 9, 13, 27, 28,
 34, 35, 38, 39, 41, 42, 43, 44,
 45, 46, 47, 48, 50, 54, 55, 56



TEKNOVERSİTE



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

İSTE

