

HIGHWAY PROJECT CALCULATIONS

Prof. Dr. Murat YAKAR
Öğr. Gör. Atilla KARABACAK

HIGHWAY PROJECT CALCULATIONS

Prof. Dr. Murat YAKAR
Instructor Atilla KARABACAK

2023



HIGHWAY PROJECT CALCULATIONS

ISBN: 978-625-8101-38-6

© 1. Edition

© Copyright 2023, ATLAS AKADEMİ

All rights of this edition belong to Atlas Akademi.

Without the written permission of the publisher, all or part of the book may be electronic, mechanical
It cannot be printed, published, reproduced or distributed by photocopying.

CERTIFICATE NO: 49704

Cover & Composition
Atlas Akademi

Print and Binding
Dizgi Ofset
Yeni Matbaacılar Sitesi Konya
Tel: 0332 342 07 42

LIBRARY INFORMATION CARD

Authors:

YAKAR, Murat
KARABACAK, Atilla

Keywords:

Preliminary gradeline, Deflection angle, Stopping and Passing Distace,
Horizontal Geometry, Vertical Geometry, Superelevation, Kilometer
Calculation, Coordinate calculation, Area calculation with crossection,
Area calculation,Volume calculation.



Akademi Mah. Yeni İstanbul Cad.

No: 22 Selçuklu / KONYA

Tel: 0332 241 30 59

PREFACE

This book covers the Universities, such as Survey Engineering, Civil Engineering, Map and Cadastro Technician, Civil Technician and Transportation Technician etc. Road Project, Road Design etc. which are taught in the departments. Designed for use in classes. Since the road project is related to other engineering fields, it can be used as a source book for those who want to benefit from it in all engineering fields.

The road project is an engineering in itself, and its calculations are generally used in cartography and calculations specific to the road. We tried to collect the most used calculations for the road to be designed in this book. We explained the most used accounts in the book with Example applications.

In our book, we have benefited from the books, lecture notes and articles of many valuable teachers, and foreign sources have been scanned, thank you to all of them. We hope that the book will contribute to students, users and our profession.

Atilla KARABACAK - Murat YAKAR
Mersin – 2023

CONTENTS

PREFACE	iii
CONTENTS	v
INTRODUCTION	1
1. PRELIMINARY GRADELINE	3
2. CALCULATION OF DEFLECTION ANGLE	9
3. STOPPING AND PASSING SIGHT DISTANCES	17
3.1. Stopping Sight Distance	17
3.2. Passing Sight Distance (PSD).....	21
4. HORIZONTAL CURVE	29
4.1. Simple Horizontal Curves	29
4.2. Minimum Curve Radius	32
4.2. Combined Horizontal Curve.....	33
5. KILOMETER CALCULATION	43
6. SUPERELEVATION.....	53
6.1. Transition Length at Curve.....	69
6.2. Transition Curve Superelevation Transition Length	86
6.3. Transition Curve	88
6.3.1. Transition Curve Length.....	90
6.3.2. Clotoid	93
6.4. Extending Curves	100
6.5. Sight Distances on Curves	103
7. VERTICAL GEOMETRY	107
7.1. Calculation of Grade Slopes and Intermediate Point Levels	109
7.2. Vertical Curves	115
7.2.1. Length Determination on Vertical Curves	117
7.3. Vertical Curve Calculation in Parabolic Curves	139
8. COORDINATE CALCULATION	151
8.1. Coordinate Calculation (X and Y) in Alignment and Simple Horizontal Curves.....	151
8.2. Elevation Calculation (Z)	153

9. AREA CALCULATION FROM THE SECTIONS	173
9.1. Area Calculation by Cross Method	173
9.2. Area Calculation from Coordinate Values.....	174
10. VOLUME CALCULATIONS	183
REFERENCES	195

INTRODUCTION

The road can be said to be a long and hard surface used for transportation purposes. It can occur naturally or is usually made by humans. People need to find food, shelter, security, etc. For reasons, it has felt the need to relocate since its existence. It can be said that the history of the road is as old as the history of humanity. Even though it is not like today, with the invention of the wheel, road construction started in the BC. It can be said that it started in 5000 BC. The oldest known roads today date back to BC. Stone roads in Ur, Iraq, dating back to 4000 B.C., and plank-paved roads in Glastonbury, England. The first steam powered motor land vehicle was built by the French Nicolas Joseph Cugnot in 1769, it could travel 3.6 km per hour. In 1885, German engineer Karl Friedrich Benz built the first internal combustion, 3-wheel land vehicle that could travel 15 km per hour, in 1896 the USA In, Henry Ford built the first automobile.

In the years when Türkiye republic was newly established, it focused on railway transportation and was seen as a complement to the highway in places where railway and seaway could not reach. After the 1950s, transportation methods other than highways were almost ignored among the transportation types in our country. According to the data of the Ministry of Transport and Infrastructure in 2018, 88.8% in passenger transportation and 89.2% in freight transportation started to be used. At the end of the 2nd World War, our country, which received American Marshal aid, put the highway instead of the railway in its transportation policy. Automotive and oil companies in the USA are effective in this change in our country. The choice of highway in our country has increased the foreign dependency with the foreign-dependent automotive sector and the increasing oil need. Road transport is quite expensive compared to rail transport. In addition, the use of highways in freight transport deteriorates the roads due to the heavy tonnage of trucks and trailers, increasing maintenance and repair costs. In addition, maritime transport, which is almost free in our country, which is surrounded by sea on three sides, has fallen behind. In order for our country to be fully independent and to reduce its foreign dependency, it is necessary to focus on railway and sea transportation.

REFERENCES

- Akpınar, M. V. (2017). *Examplelerle Karayolu Tasarımı*, Birsen yayınevi, 280, İstanbul.
- Alptekin, A., Çelik, M. Ö., Doğan, Y., & Yakar, M. (2019). Mapping of a rockfall site with an unmanned aerial vehicle. *Mersin Photogrammetry Journal*, 1(1), 12-16.
- Alptekin, A., Çelik, M. Ö., Kuşak, L., Ünel, F. B. & Yakar, M. (2019). Anafı Parrot'un heyelan bölgesi haritalandırılmasında kullanımı. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 1(1), 33-37.
- Alptekin, A. & Yakar, M. (2020). Mersin Akyar Falezinin 3B modeli . *Türkiye Lidar Dergisi* , 2 (1) , 5-9 .
- Alptekin, A., & Yakar, M. (2020). Heyelan bölgesinin İHA kullanarak modellenmesi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), 17-21.
- Alptekin, A. & Yakar, M. (2020). Determination of pond volume with using an unmanned aerial vehicle. *Mersin photogrammetry journal*, 2(2), 59-63.
- Avcıoğlu, M. (2011). *Karayolu İnşaatı Birsen Yayınevi*, 713, İstanbul.
- Çetin, B., Barış, S. & Saroğlu, S. (2011) Türkiye'de karayollarının gelişimine tarihsel bir bakış. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1.1: 123-150.
- Çetinkaya, S. (2010). *Taşıt Mekaniği*, Nobel yayın dağıtım 5. Baskı.
- Devlet Planlama Teşkilatı (1992). *Karayolu Ulaştırması*, VI. Beş yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT:2306- ÖİK:413, Ankara, ISBN 975-19-0561-3.
- Karabacak, A. (2001). *Yol Projesi Ders Notları*, 2001, Basılmamış, Mersin.
- Karayolları Genel Müdürlüğü (2008). *Esnek Üst Yapılar Projelendirme Rehberi*
- Karayolları Genel Müdürlüğü (2016). *Karayolu Tasarımı El Kitabı*
- Karayolları Genel Müdürlüğü (2021). *Karayolu Tasarımı El Kitabı*
- Karayolları Genel Müdürlüğü (2022). *Karayolları Kontrol Mühendisliği El Kitabı*.
- Kemer, N. (2018). Anadolu'nun Tarihi Yolları ve Ankara için Bir Yeşil Yol Planlama Olanağı. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9.2: 136-143.
- Kiper, T. (2002). *Karayolu Projesi Temel Bilgileri*, Yollar Türk Milli Komitesi Yayın No:23, Ankara.
- Kök, B. V. (2019). *Karayolu Mühendisliği ve Tasarımı*, Nobel Yayıncılık.
- Kumaş, H., Gencer, C. & Maraş, H. (2013). Ağır araçlar için yol eğimi ve viraj yarıçapı dikkate alınarak en hızlı güzergahın belirlenmesi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27 (2), <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gazimmfd/issue/6692/88653>

- Kusak, L., Unel, F. B., Alptekin, A., Celik, M. O., & Yakar, M. (2021). Apriori association rule and K-means clustering algorithms for interpretation of pre-event landslide areas and landslide inventory mapping. *Open Geosciences*, 13(1), 1226-1244.
- Özgöz, G. (2013). Karayollarında Çevresel Etki Değerlendirmesi Çalışmaları, Yollar Türk Milli Komitesi Bülteni 2013 / 02 / Nisan- Mayıs- Haziran.
- Pancar, E. B. (2018). Yol Bilgisi Ders Notları. OMÜ İnşaat Mühendisliği B., 53, Samsun.
- Tombaklar, Ö. H. (1990). Yol Bilgisi, Yayınlanmamış Ders Notları, Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü.
- Tükenmez, F. (2021). Harita mühendisliğinde İHA ile karayolu projelendirme. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 3(2), 53-61.
- Tükenmez, F. (2022). Karayolu Projelerinde Güzergâh Haritalarının İnsansız Hava Aracı (İHA) ile Üretilmesi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 4(2), 58-72.
- Tükenmez, F. (2021). Usage of unmanned aerial vehicles on highways and application areas: a case study of Kozan Mansurlu Road. *Advanced UAV*, 1(1), 1-7.
- Tükenmez, F. & Yakar, M. (2023). Production of road maps in highway projects by unmanned aerial vehicle (UAV). *Advanced Engineering Days (AED)*, 6, 94-96.
- Umar F. & Yayla, U. (1997). Yol İnşaatı. İTÜ Matbaası, İstanbul.
- Unal, M., Yakar, M. & Yildiz, F. (2004). Discontinuity surface roughness measurement techniques and the evaluation of digital photogrammetric method. In *Proceedings of the 20th international congress for photogrammetry and remote sensing, ISPRS (Vol. 1103, p. 1108)*.
- Unel, F. B., Kusak, L. & Yakar, M. (2020). GeoValueIndex Definition for Valuation of Public Property Assets. *Intercontinental Geoinformation Days*, 1, 88-91.
- Yakar, M. (2009). Digital elevation model generation by robotic total station instrument. *Experimental Techniques*, 33, 52-59. <https://doi.org/10.1111/j.1747-1567.2008.00375.x>
- Yakar, M. (2011). Using close range photogrammetry to measure the position of inaccessible geological features. *Experimental Techniques*, 35, 54-59. <https://doi.org/10.1111/j.1747-1567.2009.00583.x>
- Yakar, M. & Fidan, Ş. (2019). *Topografya 1*. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-21-3, Konya.
- Yakar, M. & Karabacak, A. (2019). *Bilgisayar Destekli Harita Çizimi (Netcad 5.0)*. 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-10-7, Konya.
- Yakar, M. & Karabacak, A. (2021). *Harita Mühendisliğinde Kestirme Hesabı*. 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-65-7, Konya.
- Yakar, M., Fidan, Ş & Karabacak, A (2019). *Mesleki Trigonometri (Solution:lü Examplelerle)*. 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-03-9, Konya.

- Yakar, M., Fidan, Ş. & Karabacak, A. (2020). Harita ve Kadastroda Arazi Ölçmeleri 1. 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-39-8, Konya.
- Yakar, M., Fidan, Ş. & Karabacak, A. (2020). Mesleki Trigonometri (Solution:lü Examplelerle). 2. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-40-4, Konya.
- Yakar, M., Fidan, Ş. & Karabacak, A. (2022). Setting out. 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-625-8101-12-6, Konya.
- Yakar, M., Güngör, M. & Kanun, E. (2021). Excel ve Matlab Uygulamaları ile Sayısal Analiz. 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 78-605-7839-91-6, Konya.
- Yakar, M., Karabacak, A. & Fidan, Ş. (2019). Harita ve Kadastro'da Mesleki Hesaplamalar (Solution:lü Examplelerle). 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-27-5, Konya.
- Yakar, M., Karabacak, A. & Fidan, Ş. (2020). Harita ve Kadastroda Arazi Ölçmeleri 2. 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-32-9, Konya.
- Yakar, M., Karabacak, A. & Fidan, Ş. (2020). Harita ve Kadastroda Arazi Ölçmeleri 3. 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-41-1, Konya.
- Yakar, M., Karabacak, A. & Fidan, Ş. (2020). Harita ve Kadastroda Arazi Ölçmeleri 4. 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-35-0, Konya.
- Yakar, M., Karabacak, A. & Tükenmez, F. (2022). The Essentials of Microstation, 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-625-8101-08-9, Konya.
- Yakar, M., Karabacak, A. & Tükenmez, F. (2022). Yol Projesi: Netpro, 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-625-8399-30-1, Konya.
- Yakar, M., Karabacak, A. & Yiğit, A. Y. (2021). Harita Çizimi (Netcad 8.0). 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-69-5, Konya.
- Yakar, M., Karabacak, A., Demir, V. & Tükenmez, F. (2022). Mühendislikte Yol Bilgisi ve Projesi. 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-625-8101-11-09, Konya
- Yakar, M., Kuşak, L. & Ünel, F. B., (2020). Ölçme Bilgisi II, 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-25-1, Konya.
- Yakar, M., Kuşak, L., Ünel, F. B. & Çelik, M. Ö. (2020). Poligon Hesabı (Solution:lü Exampleler). 1.Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-23-7, Konya.
- Yakar, M., Kuşak, L., Ünel, F. B. & İban, M. C. (2020). SURVEYING A Comprehensive Guide to Geomatics Engineering Applications, 1, Baskı, Atlas Akademi, ISBN: 978-605-7839-46-6, Konya.
- Yakar, M., Kuşak, L., Ünel, F. B. & Kanun, E. (2020). Nivelman Hesabı (Solution:lü Exampleler). 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-30-5, Konya.
- Yakar, M., Kuşak, L., Ünel, F. B. & Oğuz, M. (2019). Küçük-Yan Nokta ve Kesişim Hesabı (Solution:lü Exampleler). 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-26-8, Konya.
- Yakar, M., Kuşak, L., Ünel, F. B., Oğuz, M. & Kanun, E. (2020). Koordinat Dönüşümü. 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-34-3 Konya.

- Yakar, M., Tükenmez, F. & Karabacak, A. (2022). Microstation Temel Bilgiler. 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-625-8101-06-5, Konya.
- Yakar, M., Ulvi, A., Fidan, Ş., Karabacak, A., Villi, O., Yiğit, A. Y., Çelik, M. Ö. & Hamal, S. N.G. (2022). İnsansız Hava Aracı Teknolojisi Ve Operatörlüğü Eğitim Kitabı. 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-, Konya.
- Yakar, M., Ulvi, A., Yiğit, A. Y. & Hamal, S. N.G. (2022). İnsansız Hava Aracı Uygulamaları / Agisoft – Metashape. 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-8101-02-07, Konya.
- Yakar, M., Ulvi, A., Yiğit, A. Y. & Hamal, S. N.G. (2022). Step By Step Agisoft – Metashape. 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-625-8101-02-07, Konya.
- Yakar, M., Ünel, F. B. & Çınar, S. (2022). İmar Bilgisi ve Projesi. 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-62-58101-01-0, Konya.
- Yakar, M., Ünel, F. B. & Kuşak, L. & Demirtaş H. G. G. (2020). Parsellerin Bölünmesi. 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-36-7, Konya.
- Yakar, M., Ünel, F. B. & Kuşak, L. (2019). Ölçme Bilgisi I, 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-14-5, Konya.
- Yakar, M., Ünel, F. B., Kuşak, L. & Çelik, M. Ö. (2019). Temel Ödevler (Solution:lü Exampleler). 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-22-0, Konya.
- Yakar, M., Ünel, F. B., Kuşak, L. & Hamal, S. N. G. (2020). Hacim Hesabı (Solution:lü Exampleler). 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-31-2, Konya.
- Yakar, M., Ünel, F. B., Kuşak, L. & Hamal, S.N.G. (2019). Ölçü Hataları ve Alan Hesapları (Solution:lü Exampleler). 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-24-4, Konya.
- Yakar, M., Ünel, F. B., Kuşak, L., Büyükaltunel, M. A., Fidan, Ş., Karabacak, A. & Çelik, M. Ö. (2020). Alet Bilgisi. 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-42-8, Konya.
- Yakar, M., Ünel, F. B., Kuşak, L., Doğan, Y. & Öztürk, İ. L. (2020). Takeometri Hesabı (Solution:lü Exampleler). 1. Baskı, Atlas Akademi, ISBN 978-605-7839-33-6, Konya.
- Yakar, M. & Yılmaz, H. M. (2008). Using in volume computing of digital close range photogrammetry. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B3b.
- Yakar, M., Yılmaz, H. M. & Mutluoğlu, Ö. (2010). Close range photogrammetry and robotic total station in volume calculation. International Journal of Physical Sciences, 5(2), 086-096.
- Yakar, M., Yılmaz, H. M. & Mutluoğlu, Ö. (2010). Comparative evaluation of excavation volume by TLS and total topographic station based methods. Lasers in Engineering 19, 331–345.
- Yakar, M., Yılmaz, H. M. & Mutluoğlu, Ö. (2009). Hacim Hesaplamalarında Laser Tarama Ve Yersel Fotogrametrinin Kullanılması. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

- Yakar, M., Yılmaz, H. M. & Mutluoğlu, Ö. (2008). Lazer tarama teknolojisi ve fotogrametrik yöntem ile hacim hesabı. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
- Yakar, M., Yılmaz, H. M. & Mutluoglu, O. (2014). Performance of Photogrammetric and Terrestrial Laser Scanning Methods in Volume Computing of Excavtion and Filling Areas. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 39, 387-394. <https://doi.org/10.1007/s13369-013-0853-1>
- Yakar, M., Yılmaz, H. M. & Yurt, K. (2010). The effect of grid resolution in defining terrain surface. *Experimental Techniques*, 34, 23-29. <https://doi.org/10.1111/j.1747-1567.2009.00553.x>
- Yaman, N. & Yaman, F. (1979). *Yol Bilgisi*, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.
- Yılmaz, H. M., Karabörk, H., & Yakar, M. (2000). Yersel fotogrametrinin kullanım alanları. *Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4(1), 1.
- Yılmaz, H. M. & Yakar, M. (2008). Computing of volume of excavation areas by digital close range photogrammetry. *The Arabian Journal for Science and Engineering*, 33(1A), 63-79.
- Yılmaz, H. M. & Yakar, M. (2006). Lidar (Light Detection And Ranging) Tarama Sistemi. *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2(2), 23-33.
- Yılmaz, H. M., Yakar, M. & Yıldız, F. (2008). Digital photogrammetry in obtaining of 3D model data of irregular small objects. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37, 125-130.
- Yılmaz, H. M., Yakar, M., Yıldız, F., Karabork, H., Kavurmaci, M. M., Mutluoglu, O., & Goktepe, A. (2009). Monitoring of corrosion in fairy chimney by terrestrial laser scanning. *Journal of International Environmental Application & Science*, 4(1), 86-91.
- Yılmaz, H. M., Yakar, M., Mutluoğlu, Ö., & K, YURT (2010). İklimsel Faktörlerin Kapadokya Bölgesindeki Toprak Aşınmasına Etkisi. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2(1), 13-19.
- Yılmaz, H. M., & Yakar, M. (2006). Yersel lazer tarama Teknolojisi. *Yapı teknolojileri Elektronik dergisi*, 2(2), 43-48.
- Yılmaz, H. M., & Yakar, M. (2006). Lidar (Light Detection And Ranging) Tarama Sistemi. *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2(2), 23-33
- Yılmaz, H. M., Yakar, M., & Yıldız, F. (2008). Digital photogrammetry in obtaining of 3D model data of irregular small objects. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37, 125-130.