

# JOURNAL OF ICIVILTECH

INNOVATIONS IN CIVIL ENGINEERING AND TECHNOLOGY

YEAR: 2020 VOLUME: 2 ISSUE: 2

EARTHQUAKE **ENGINEERING**

BUILDING MATERIALS **ENGINEERING**

STRUCTURAL **ENGINEERING**

CONSTRUCTION MANAGEMENT **ENGINEERING**

TRANSPORTATION **ENGINEERING**

GEOTECHNICAL **ENGINEERING**

e-ISSN: 2687-2129

HYDRAULIC AND WATER RESOURCES **ENGINEERING**

Journal of Innovations in Civil  
Engineering and Technology

**Volume 2, Issue 2, Year 2020**  
**(30.12.2020)**

# Journal of Innovations in Civil Engineering and Technology (JICIVILTECH)

2020, Volume 2, Issue 2

## The Journal Information

**Publisher:** Hüseyin AKBULUT

**Editor-in-Chief:** Hüseyin AKBULUT

**Editors:** Cahit GÜNER, Gökhan GÖRHAN, Gökhan KÜRKLÜ

**Field Editor:** Murat HİÇYILMAZ

**Secretary of Publication:** Ayfer ELMACI, Burak Enis KORKMAZ, Şule YARCI

**Access:** Open Access

**Language of Publication:** English and Turkish

**Publication Frequency:** Twice a year (in December and June)

**Type of Publication:** Peer-reviewed and periodical

**e-ISSN:** 2687-2129

**Telephone:** +90 272 2182 30 00 (2324)

**E-mail:** [j.civiltech@gmail.com](mailto:j.civiltech@gmail.com)

**Webpage:** <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jiciviltech>

**Correspondence Address:** Afyon Kocatepe University, Engineering Faculty, Civil Engineering Department, Ahmet Necdet Sezer Campus, 03200, Afyonkarahisar, TURKEY.

## Advisory Board of the 2nd Issue

## Reviewer List of the 2nd Issue

**Alan WOODSIDE**, *Brunel University, United Kingdom*  
**Bojan ZLENDER**, *University of Maribor, Slovenia*  
**Erol TUTUMLUER**, *University Of Illinois At Urbana-Champaign, United States*  
**Hasan TOSUN**, *Eskisehir Osmangazi University, Turkey*  
**Hashem R. AL-MASAEID**, *Jordan University of Science and Technolog, Jordan*  
**Hüseyin Yılmaz ARUNTAŞ**, *Gazi University, Turkey*  
**Imad L. AL-QADI**, *University Of Illinois At Urbana-Champaign, United States*  
**İlhami DEMİR**, *Kırıkkale University, Turkey*  
**İsmail DEMİR**, *Afyon Kocatepe University, Turkey*  
**João Pedro SILVA**, *Polytechnic Institute of Leiria, Portugal*  
**Masayasu OHTSU**, *Kyoto University, Japan*  
**Mehmet SALTAN**, *Süleyman Demirel University, Turkey*  
**Meor Othman HAMZAH**, *University Sains Malaysia, Malaysia*  
**Mujib RAHMAN**, *Brunel University, United Kingdom*  
**Iqbal KHAN**, *King Saud University, Saudi Arabia*  
**Serdal TERZİ**, *Süleyman Demirel University, Turkey*  
**Dunja PERIC**, *Kansas State University, United States*  
**Murat KANKAL**, *Uludağ University, Turkey*  
**Paula FOLINO**, *University of Buenos Aires, Argentina*  
**Roumiana ZAHARIEVA**, *University of Architecture, Bulgaria*  
**Sri Atmaja P. ROSYIDI**, *Muhammadiyah University of Yogyakarta, Indonesia*  
**Ivanka NETINGER**, *University of Osijek, Croatia*  
**Veli BAŞARAN**, *Afyon Kocatepe University, Turkey*  
**Ahmet Raif BOĞA**, *Afyon Kocatepe University, Turkey*  
**Murat Vergi TACİROĞLU**, *Mersin University, Turkey*  
**Tamer BAYBURA**, *Afyon Kocatepe University, Turkey*

**Bekir AKTAŞ**, *Erciyes University, Turkey*  
**Cahit GÜRER**, *Afyon Kocatepe University, Turkey*  
**Hümeyra BOLAKAR**, *Aksaray University, Turkey*  
**Hüseyin AKBULUT**, *Afyon Kocatepe University, Turkey*  
**Meltem SAPLIOĞLU**, *Süleyman Demirel University, Turkey*  
**Murat Vergi TACİROĞLU**, *Mersin University, Turkey*

## Contents / İçindekiler

Articles / Makaleler	Sayfa
<b>Riyadul Hashem RİYAD, Al AMİN, Milan MAZUMDER</b> A Study of Noise Pollution by Traffic during Peak and Off Peak Hour in Dhaka City <i>Dakka Şehrinde Yoğun ve Yoğun Olmayan Saatlerde Trafikten Kaynaklanan Gürültü Kirliliği alışması</i>	43-53
<b>Fatih TAŞTEMÜR, Mesut TİGDEMİR</b> Duraysız Şevlerde Yapılan Stabilite alışmaları ve Maliyet Analizi <i>Stability Studies on Unstable Slopes and Cost Analysis</i>	55-70

**Araştırma Makalesi / Research Article**

**A Study of Noise Pollution by Traffic during Peak and Off Peak Hour in Dhaka City**

\*<sup>1</sup>Riyadul Hashem RİYAD, <sup>2</sup>Al AMİN, <sup>3</sup>Milan MAZUMDER

<sup>1</sup>European University of Bangladesh,, Faculty of Science & Engineering, Department of Civil Engineering, Dacca, Bangladesh, riyadhashem.aust@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1436-1088>

<sup>2</sup>European University of Bangladesh,, Faculty of Science & Engineering, Department of Civil Engineering, Dacca, Bangladesh, alamin.ce18@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6517-0105>

<sup>3</sup> European University of Bangladesh,, Faculty of Science & Engineering, Department of Civil Engineering, Dacca, Bangladesh, milaneng.duet@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9348-6753>

Geliş / Received: 29.08.2020;

Kabul / Accepted: 27.11.2020

**Abstract**

Noise may be a phenomenon that has physiological and psychological effects on human. It's a big environmental as well as health hazards in many suburbs. There are different sorts of noise sources. Traffic noise is extremely effective within the center of cities especially in Dhaka city. This phenomenon has not been properly acquainted until it's gradually growing in developing countries like Bangladesh. Now a day there are different studies to decrease the negative aspects of noise pollution on health of human being. The aim of this research is to work out the traffic noise in Dhaka city and to research possible solutions to scale back the traffic noise. Noise maps are one among these studies. These maps are a cartographic representation of the background level distribution during a determined area and period of your time peak (09.00 - 11.00) and off peak (12.00-15.00) hour. The minimum and maximum noise density measured at the main road is 78.1 dB and 119.7 dB respectively in peak hour and 57.4 dB and 89.3 dB respectively in off peak hour.

**Keywords:** Noise pollution, Peak hour, Off peak hour, Passenger Car Unit (PCU), Decibel (dB).

\*<sup>1</sup>Sorumlu yazar / Corresponding author

*Bu makaleye atıf yapmak için*

Riyad, R. H., Amin, A. & Mazumder, M. (2020). A study of noise pollution by traffic during peak and off peak hour in dhaka city. *Journal of Innovations in Civil Engineering and Technology (JICIVILTECH)*, 2(2), 43-53.

## Dakka Şehrinde Yoğun ve Yoğun Olmayan Saatlerde Trafikten Kaynaklanan Gürültü Kirliliği Çalışması

### Öz

Gürültü, insan üzerinde fizyolojik ve psikolojik etkileri olan bir durumdur. Birçok yerleşim yerinde büyük bir çevre ve sağlık tehlikesi oluşturur. Farklı türde gürültü kaynakları vardır. Özellikle şehirlerin merkezlerinde ve Dakka şehrindeki trafik gürültüsü son derece etkilidir. Bu durumun önemi, Bangladeş gibi gelişmekte olan ülkelerde, sorun yavaş yavaş büyüyene kadar net olarak anlaşılamamıştır. Günümüzde gürültü kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için farklı çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Dakka şehrindeki trafik gürültüsü sorununu çözmek ve azaltmak için olası seçenekleri araştırmaktır. Gürültü haritaları bu seçeneklerden birisidir. Bu haritalar, en yoğun (09.00 -11.00) ve yoğun olmayan (12.00-15.00) saatlerin belirli bir alan ve periyodu boyunca, arka plan seviyesi dağılımının kartografik bir temsilidir. Ana yolda ölçülen minimum ve maksimum gürültü yoğunluğu, en yoğun saatlerde 78,1 dB ve 119,7 dB, yoğun olmayan saatlerde ise 57,4 dB ve 89,3 dB'dir.

**Anahtar kelimeler:** Gürültü kirliliği, Pik saat, Pik olmayan saat, Binek Araç Eşdeğeri (PCU), Desibel (dB).

## **1. Introduction**

Noise pollution could also be a big environmental hazards in many swiftly municipal areas. Within the 2000 Century we face the man-made disaster of environmental noise from which there's morally no escape for us, loud music, and people talking on phone, the traffic and even pets barking at any time of the day. of those activities became an area of the urban culture and sometimes disturb us. Like many other big cities of developing countries, noise pollution in Dhaka city of Bangladesh is a huge concern. Here noise is produced from different sources like traffic, loud speaker, people gathering etc. However, when of those sounds exceed the bounds and provides you a headache, it stops becoming just noise and start turning into noise pollution. In order to manage it, noise pollution has become an unfortunate fact of life worldwide. Hence, it is the necessity of the hour to recollect about the extent of noise in our surroundings soon be able to take correct preventive act and actions to avoid further increase within the extent of noise pollution. There's growing example that noise pollution isn't merely a molestation; like other kinds of pollution, its comprehensive adverse health, social, and economic issues. Because of the population growth and as sources of noise become more affluent and more cogent, there's thriving exposure to noise pollution, which has dormant public health impactions. Noise, even at levels that are not detrimental to hearing, is realized subconsciously as a jeopardy signal, even during sleep. The body arose to

noise with a "fight or flight" response, with resultant anxiety, hormonal, and vascular changes that have far reaching consequences.

### **1.1. Background study**

A study of DOE indicates that noise pollution has aggravated in different portion of Dhaka City. The survey shows that at Shaheen School; noise level is 83 dB during day time (peak hour) and 74 dB at night time. Motijheel Government High School; noise level is 83 dB during day time(peak hour) and 79 dB at night time, Dhanmondi Government Boys School 80 dB during day time (peak hour) and 75 dB at night, Azimpur Girls' College 80 dB during day time(peak hour) and 74 dB at night, Tejgaon Girls' College 75 dB during day time(peak hour) and 67 dB at night, Bangabandhu Sheikh Mujib Medical University 82 dB during day time (peak hour) and 74 dB at night, Dhaka Medical College Hospital 80 dB during the day time (peak hour) and 69 dB at night, Mitford Hospital 76 dB during the day time (peak hour) and 73 dB at night, Shishu Hospital 72 dB during the day time(peak hour) and 69 dB at night (BEMP, 2005a). Banglamotor (highest average value 86.7dB and lowest average value 75dB), Shahbag - front of BSMMU and BIRDEM (highest average value 85.6 dB and lowest average value 75 dB), Maghbazar (highest average value 85 dB and lowest average value 76.7 dB), Mouchak (highest average value 85 dB and lowest average value 74.3 dB), Kakrail-Road Crossing (highest average value 84.6 dB and lowest average value 73.7 dB), Hotel Sonargaon (highest average value 84 dB



and lowest average value 72 dB), Malibag-Road Crossing (highest average value 84 dB and lowest average value 71.7 dB), front of Matsa Bhaban (highest average value 83.7 dB and lowest average value 73.7 dB), Sheraton/Ruposhi Bangla (highest average value 83 dB and lowest average value 71.3 dB), and Shantinagar-Road Crossing (highest average value 82 dB and lowest average value 72.2 dB) (Islam, 2012).

### 1.2. Objective

The research holds the matter of this sound pollution in terms of road traffic. The work begins with a background cover of sound pollution, its outcome among the individuals, and therefore the literature review with identical actions

### 1.3. Vehicular Traffic Noise

Dhaka is one among the foremost densely populated places within the world, with a density of 23,234 people per square kilometer within a complete area of 300 square kilometers. Traffic noise may be a leading contributor to overall sound pollution. Traffic noise from main roads generates problems for surrounding areas, especially when there are high traffic volumes at high speeds. Vehicular traffic noise is mainly contributed by automobiles such as cars, bikes, trucks and buses. Noise caused by

around the world and also in Bangladesh. This study is established to gather environmental data in reference to road. Traffic noise by process of monitoring and reserving them for further salvation, editing, and exploration and promoting their use for the simplest possible purpose:

- Knowing the explanation for sound pollution by traffic;
- To see various noise generating factors for his or her correlation with background level;
- Knowing the bad effect of sound pollution;
- To emulate the measurement of sound pollution.

traffic is proportional to the magnitude of traffic volume which depends upon urbanization, industrialization and growth in population. All automobiles generate noise. Various factors that affect the magnitude of noise includes size of the engine, maintenance of the engine, speed of vehicle, tyre quality and road condition. There are quite 771812 registered automobiles in Dhaka at the present the amount and sort of auto in Dhaka.

**Table 1.** Number of Motor vehicles in Dhaka in 2020

Types of vehicles	Number	Types of vehicles	Number
Ambulance	2891	Truck	55429
Bus	28628	Auto Rickshaw	65159
Covered van	17751	Pick up	469888
Delivery van	19160	Motor cycle	69588
Jeep	34010	Micro bus	34010

## 2. Materials and Methodology

### 2.1 Materials

The noise levels are surveyed with the assistance of a transportable precision digital sound level meter named Model-CEL-231. This apparatus is designed for community noise survey. An outsized alphanumeric display provides one value indication of the utmost ‘A’ weighted RMS (root mean square) instantaneous sound pressure level observed during the previous second. It’s prepared with high sensitivity Bruel and Kjaer Prepolarized capacitor microphone Type 4176. Measurements from 30 to 135 dB are often administered with this instrument.



**Figure 1.** Sound measured meter (Model-CEL-231)

### 2.2 Survey and Methodology

Noise levels and traffic density are measured at fifteen different locations

(fifteen spots), covered under main road, link road and residential road in Dhaka city. The noise levels are measured using noise meter software (mobile application) placed at 1.5m above the road surface. The surrounding noise level is tracked with Noise Meter during day timings in lean hrs. (09:00-11:00 hrs.) & peak hrs. (12:00-15:00 hrs.). The sound intensity is observed in sound pressure levels (SPL) and common measurement unit adopted worldwide is decibel, db. This measurement scale features the aural vibes of human ear and changes in loudness by variation in sound level are footnoted. Surveys are done at various locations in Dhaka city. Precautions are taken to avoid echo or resonance of sound by conducting the surveys at suitable distances from the sources. Noise level readings are recorded for an approximate duration of 6-10 minutes (as per standard practice). Classified traffic volume count is done manually at all the survey locations. The plotting of tile survey locations on map is done using GPS, the latitude and longitude points are noted down for exact measurement. The subsequent data is recorded at the site during day and night timings:

- Physical details of the roadway.

- Classified Traffic volume count.



**Figure 2.** Traffic and traffic noise measured in selected location.

Road condition of all the measuring points is flexible pavement with smooth surface. The details of measurement sites and their number spread over peak (09:00-11:00) and off peak (12:00-15:00) time in Dhaka city is shown in Table 2.

**Table 2.** Description of measured location and their number augmentation over peak and off peak time in Dhaka city

Location	Number of spots	Remarks
Main Road	05	Minimum of 05 and maximum of 25 noise measurements are taken.
Link Road	05	
Residence Area	05	

**Table 3.** Noise levels by air horn of motor vehicles in Dhaka (Shyamoli)

Types of Traffic	No. Of Observations	Average Sound Levels, (dB)	
		Min.	Max.
Motor Cycles	10	99.8	107.3
Buses	10	98.3	121.0
Private Car	10	85.0	92.3
Motor Van	10	91.2	101.3
Other	10	87.6	91.2

### 2.3 Traffic Volume Count and Classification

**Table 4:** Average traffic load and noise in the Mirpur road (Shyamoli) of Dhaka (peak hour)

Types of Vehicle	Traffic Load (Per Hours)	Passenger Car Unit (PCU)	Peak Hour (Noise)	
			Min. (dB)	Max. (dB)
Motor cycles	380	190	78.1	119.7
Buses	170	510		
Private car	320	320		
Motor van	110	330		
Other	60	42		
<b>Total</b>	<b>1040</b>	<b>1392</b>		

**Table 5:** Average traffic load and noise in the Mirpur road (shyamoli) of Dhaka (off peak hour)

Types of Vehicle	Traffic Load (per hours)	Passenger Car Unit (PCU)	Peak Hour (Noise)	
			Min. (dB)	Max. (dB)
Motor cycles	320	160	57.4	89.3
Buses	110	330		
Private car	60	60		
Motor van	55	165		
Other	30	21		
<b>Total</b>	<b>575</b>	<b>736</b>		

### 3. Result and Discussion

The vehicles sound observed at the location along main road, link road and commercial areas is shown in Table below. There have been altogether 15 locations chosen in Dhaka city which are

main, link and commercial area. The source is principally due to motorized vehicles. The allowable sound level for road vehicles noise is 70 dB.

**Table 6.** Traffic sound in the Main Road of Dhaka (peak & off peak hours)

S.L.	Location	No Of Observations	Sound Pressure Levels, dB			
			Peak Hours		Off Peak Hours	
			Min.	Max.	Min.	Max.
01	Jahangir Gate	15	78.0	120.2	54.2	90.5
02	Bangladesh Air Force Officers' Mess	10	75.5	117.2	53.1	88.5
03	Awlad Hossain Market	20	71.2	112.5	50.6	84.4
04	Farmgate Bus Stop	20	73.5	110.5	48.6	81.2
05	Bijoy Sarani	25	72.6	109.9	48.2	80.6

Measurements are done by at a range of 8-10 m between main road and therefore the closest building. the origin is vehicles density of traffic and every one the residents have an forthcoming

hazard from the patent noise levels. The mini. And max. noise levels noticed of the most road are 71.2 dB, 120.2 dB in peak time and 48.2 dB, 90.5 dB in off peak time respectable.

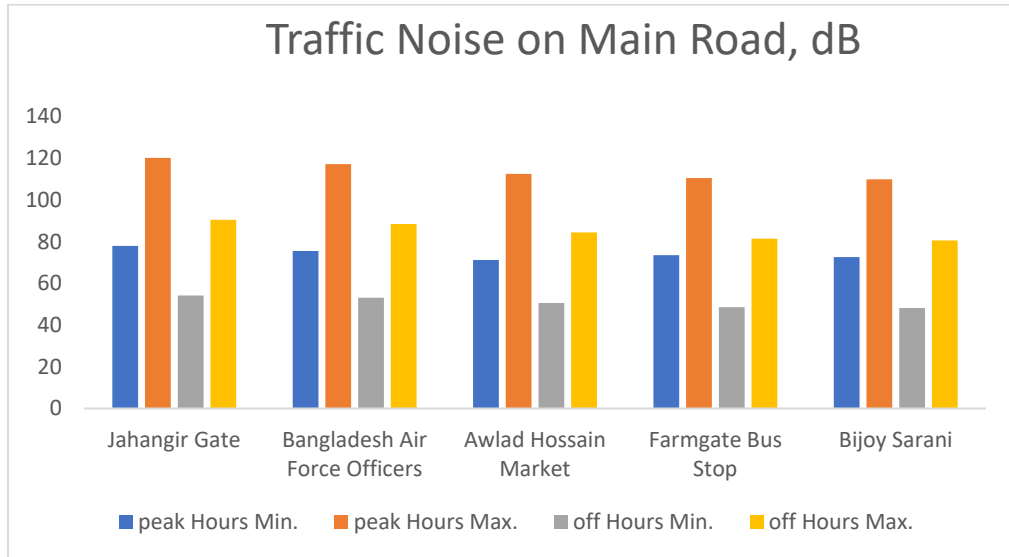


Figure 3. Different point noise pollution on main road in Dhaka city.

Table 7. Traffic noise density at the nearest house from the link road (peak & off peak hours)

S.L.	Location	No of observations	Sound Pressure Levels, dB			
			Peak Hours		Off Peak Hours	
			Min.	Max.	Min.	Max.
01	Indira Road	13	73.7	102.2	48.1	80.2
02	Khamar Bari Road,	15	65.5	106.5	45.4	75.7
03	Tejgaon Link Road	10	79.0	105.5	44.5	74.2
04	Bir Uttom Major General Azizur Rahman Road	15	69.0	109.5	43.6	72.7
05	Shaheed Sharani Road	20	75.5	107.0	42.2	70.4

Link roads are subways heading to and of the main road. The minimum and maximum noise

density measred of the link road are 65.5 dB, 109.5 dB in peak time and 42.2 dB, 80.2 dB in off peak time respectively.

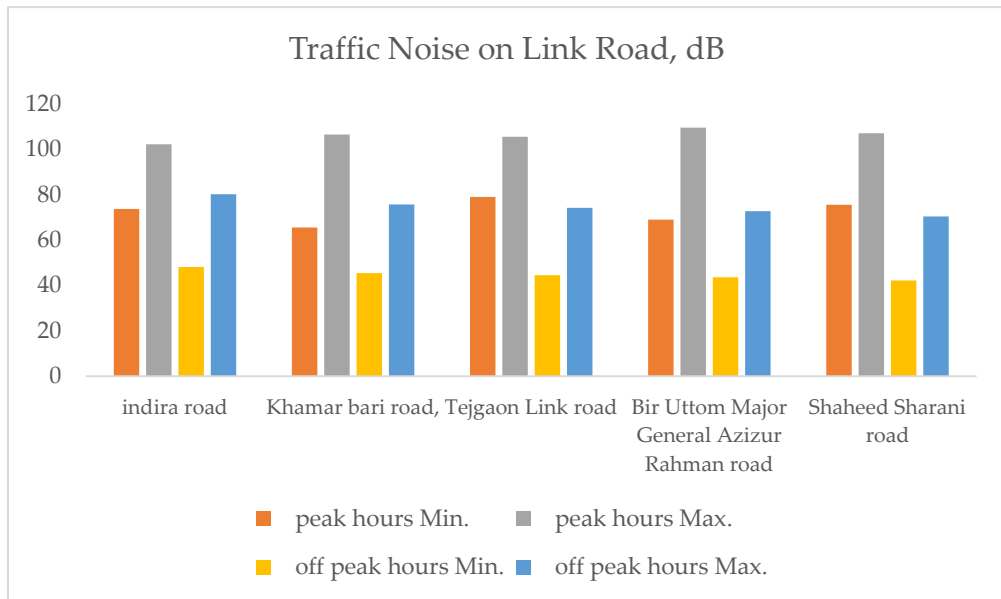


Figure 4. Different point noise pollution on link road in Dhaka city.

Table 8. Traffic noise density at the nearest house from the commercial area (peak & off peak hour)

S.L	Location	No of observations	Sound Pressure Levels, dB			
			Peak Hours		Off Peak Hours	
			Min.	Max.	Min.	Max.
01	Tejgaon college Bangabandhu Sheikh	14	68.2	98.5	53.2	88.4
02	Mujibur Rahman Novo Theatre Bangladesh	18	71.8	105.7	51.3	85.5
03	Agriculture Research council	20	70.8	94.8	50.5	84.3
04	Rangs bhaban	15	69.7	98.4	49.4	82.4
05	Suzuki Express Service	10	66.8	99.2	46.9	78.2

There are plenty of commercial shops located within the bus parking area which are liable of the noise levels. The mini. and Max. noise levels measured at

the most road are 66.8 dB, 105.7 dB in peak time and 49.4 dB, 88.4 dB in off peak time respectively.

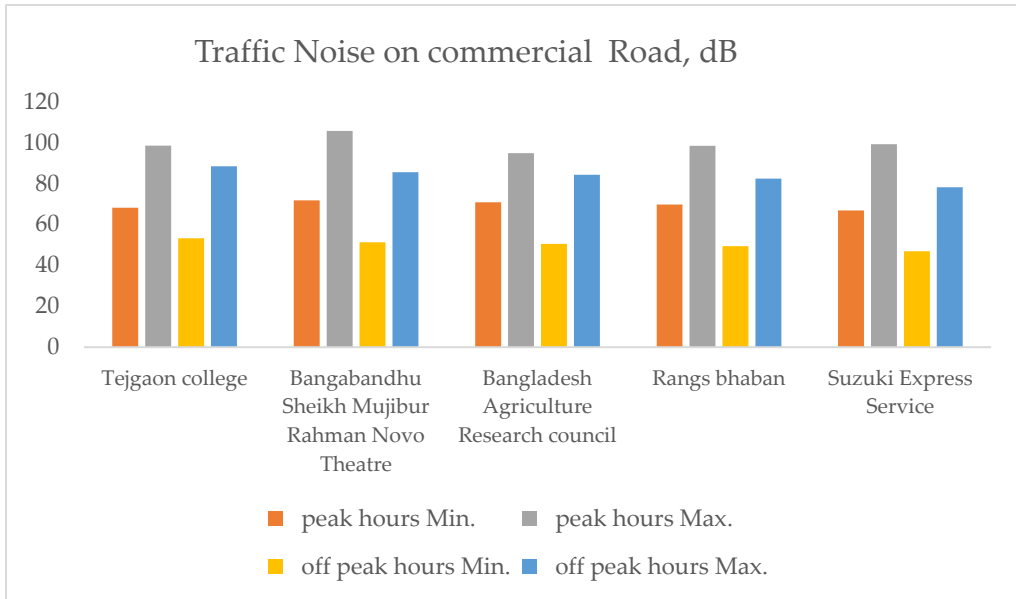


Figure 5. Different point noise pollution on commercial areas in Dhaka city.

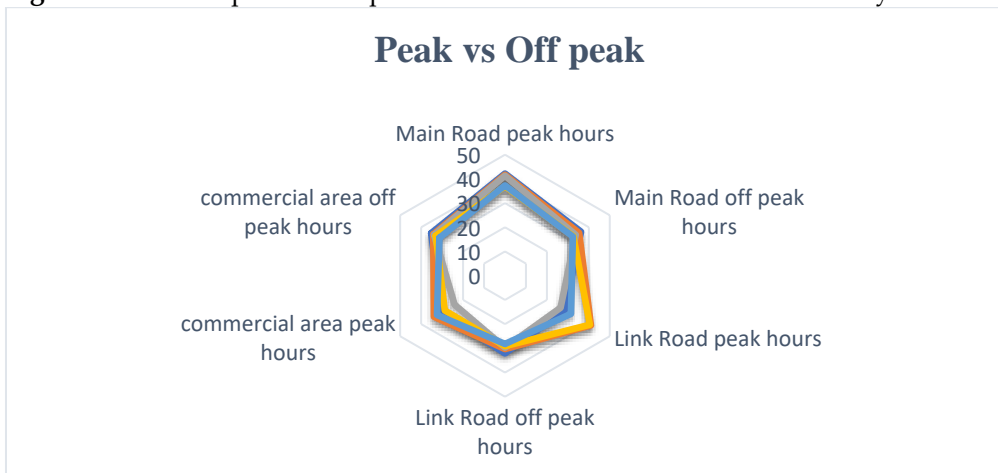


Figure 6. Difference peak and off peak time in three location.

#### 4. Conclusion

The study is administered to gauge the environmental sound pollution within capital of Bangladesh; Dhaka. Very high environmental noise density is observed during the work causing oppression as well as numerous health hazards. Based on research findings that are often

deduced that there's an insistent got to found out sound standards within country to regulate the noise pollution. The resultant research of examining deafness and health survey is warranted. The epitome of short and brutality of sound pollution at Dhaka propagated by a well-liked article submitted to the national and native newspaper

## Recommendations

Suggestions like plantation of trees on each side of the road, development streamlining of the roads, parking system, dejection of high noise conducting traffic, industries, public awareness could be conducive of diminishing of this background level in Dhaka city. If the govt. office as well as others office start in different times, the vehicles besides vehicles sound will

## References

Ahmed, K. (1998). A study of noise pollution in Dhaka City. *Department of Environment (DOE), Bangladesh*.

Alam, M. J. B., Rauf, A. F. M. A. and Ahmed, M. F. (2001). Traffic induced noise pollution in Dhaka city, *Journal of Civil Engineering, IEB, Bangladesh*, 29(1), 55-63.

Bangladesh Environmental Management Project (BEMP). (2005a). The Dhaka Environment Programme: A One Generation Strategy to Save the City from Environmental Catastrophe. Report for Ministry of Environment and Forests and CIDA.

Haq, M. A., Islam, M. M., Ali, M. S., Haque, M. F., & Akhand, M. M. R. (2012). Status of noise pollution in mixed areas of Dhaka city: a GIS approach. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*, 5(1), 09-17

Bond, M. (November, 1996). Plagued by noise. *New Scientist*, 152 (2056), 14-15.

Chowdhury, S. C., Razaque, M. M., Helali, M. M. and Bodén, H. (2010). Assessment of noise pollution in Dhaka city. *17th International Congress on Sound and Vibration (ICSV 17)*, Cairo, Egypt.

Dey, A. R. and Kabir, N. (2006). Noise pollution: Devastated life and suggested action, *Work for a Better Bangladesh and The Univ. of Asia Pacific, Dhaka*.

reduce and remain in constant traffic all day.

## Acknowledgment

We disclose our deep sense of gratitude to Dept. of civil Engineering, European University of Bangladesh for being constant support of inspiration, proper guidance and firm encouragement to us especially for disposing the problems that we have faced while performing this study.

Dey, A. R., Kabir, N. and Effroymsen, D. (2004). *Noise pollution in Dhaka: current situation and suggestions for action*. Work for a better Bangladesh, Dhaka.

G. H. Pandya. (2003). Assessment of traffic noise and its impact on the community – case study of Surat city, India. *International Journal of Environmental Studies*, 60(6), 595–602.

Murthy, V. K., Majumder, A. K., Khanal, S. N., & Subedi, D. P. (2007). Assessment of traffic noise pollution in Banepa, a semi urban town of Nepal. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology*, 3(2), 12-20.

Golmohammadi, R., Abbaspour, M., Nassiri, P., and Mahjub, H. (2007). Road traffic noise model. *Journal of research in health sciences*, 7(1), 13-17.

Kiernan, V. (May, 1997). Noise pollution robs kids of language skills. *New Scientist*, 154(2081), 5.

Mohammadi, G. (1998). An Investigation of Community Response to Urban Traffic Noise. *Iran Journal of Environmental Health Science*, 2(4), 229-236.

Singh, N. and Davar, S. C. (2004). Noise pollution-sources, effects and control, *Journal of Human Ecology*, 16(3), 181-187. doi: 10.1080/09709274.2004.119057





**Araştırma Makalesi / Research Article**

**Duraysız Şevlerde Yapılan Stabilite Çalışmaları ve  
Maliyet Analizi**

\*<sup>1</sup>Fatih TAŞTEMÜR, <sup>2</sup>Mesut TIĞDEMİR

<sup>1</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, Türkiye, [fatihastemur@gmail.com](mailto:fatihastemur@gmail.com), ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-1919-199X>

<sup>2</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Isparta, Türkiye, [mesuttigdemir@sdu.edu.tr](mailto:mesuttigdemir@sdu.edu.tr), ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5303-2722>

Geliş / Recieved: 30.12.2019;

Kabul / Accepted: 18.12.2020

**Öz**

Bu çalışmada şevlerin problemlerinden genel olarak bahsedildi ve bu problemleri kontrol altına alabilme yöntemleri anlatıldı. Örnek olarak seçilen Antalya-Kemer karayoluna ait bir yarma şevi hattı alındı ve duraysızlık problemi yaşayan şevlerin deterministik çözümleme yöntemleri hakkında bilgi verildi. Veriler ışığında şevlerin duraylılıklarını yitirme nedenleri incelendi. Sonra problemi oluşturan kaya kütlelerinin hareketini sınırlamak ve yol platformunu güvenlik altına almak için parametreler hesaplandı. Hesaplamalar sonucu şevlerin stabilitesi sağlandı ve birbirinden farklı şev parametreleri karşılaştırmalı olarak ortaya konuldu. Ortaya konulan alternatifler arasında maliyet analizi yapılarak en ekonomik tahkimat sistemine karar verildi.

**Anahtar kelimeler:** Şev stabilizasyonu, Duraysızlık analizleri, Maliyet analizi.

\*<sup>1</sup>Sorumlu yazar / Corresponding author

*Bu makaleye atıf yapmak için*

Taştemür, F., & Tığdemir, M., (2020). Duraysız şevlerde yapılan stabilite çalışmaları ve maliyet analizi. *Journal of Innovations in Civil Engineering and Technology (JICIVILTECH)*, 2(2), 55-70.

## Stability Studies on Unstable Slopes and Cost Analysis

### Abstract

---

In this study, the problems of slopes are generally mentioned and methods of controlling such problems were explained. A cut slope line belonging to the Antalya-Kemer highway was selected as an example was discussed and information was given about the deterministic analysis methods of slopes experiencing instability problem. In the light of the data, the reasons for the loss of stability of the slopes were examined. Parameters were then calculated to limit the movement of the rock masses that posed the problem and to ensure the safety of the road platform. As a result of the calculations, the stability of the slopes was provided and the different slope parameters were presented comparatively. Among the alternatives, the most economical reinforcement system was decided by cost analysis.

**Keywords:** *Slope stabilization, Instability analysis, Cost analysis.*

## 1. Giriş

Kapıdan kapıya ulaşım sağlaması, esnek hareket imkânı, diğer ulaşım türlerine göre daha az yatırım gerektirmesi vb. gibi nedenlerden dolayı karayolu ulaşımı, ülkemizde ve Dünya'da en yaygın kullanılan ulaşım türüdür. Gün geçtikçe artan insan nüfusu ve araç sayısı mevcut karayolu altyapısına gelen yükü daha da arttırmaktadır.

Nüfusun artması, teknolojinin ilerlemesi ve insanların daha güvenli seyahat etme istekleri daha güvenli karayollarının yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Birçok ülkede yatırımlarının çoğu alt yapının yenilenmesi, geliştirilmesi ve uzun ömürlü projeler yapılması için ayrılmaktadır. Bu durum sınırlı kamu kaynaklarının en verimli şekilde kullanılmasını gerektirmektedir.

Günümüzde karayolu projeleri boyutlandırılırken, yol platformunun taşıyacağı trafik yükü, şerit genişliği, şerit sayısı ve üstyapı kesitleri ölçümler ışığında oluşan verilerle rahatlıkla hesaplanabilmektedir (Umar ve Yayla, 2006). Karayolu kapasitesinin yetersiz kaldığı kesitlerde platform genişletmesi sıkça başvurulan yöntemlerden biridir. Düz arazilerde platform genişletmesi, kamulaştırma maliyeti ve yapım çalışmaları dışında özel bir durum gerektirmezken, dağlık arazilerde durum böyle değildir. Toprak işlerinin çokça olduğu, derin yarma şevlerine mecbur kalındığı en kesitlerde yol hizmete açıldığında sorun teşkil etmeyen şevler, sonraki zaman zarfında can ve mal güvenliğini tehlikeye düşürecek hareketliliğe sebep

olabilmektedir. Sadece can ve mal kaybı değil, trafiğin olmadığı durumlarda ise yol üstyapısına zarar vererek yenileme ve onarım çalışmaları için mali değeri yüksek zararlara yol açmaktadır (Geotechnical Engineering Office, 2000; Harabinova, 2017).

Yeni otoyol ve yol iyileştirme projelerinin planlanmasında, planlama sürecinin ilk aşamalarında geoteknik hususlar diğer gereksinimlerle birlikte dikkate alınmalıdır. Geçki belirlenmesi ve güzergâh boyunca ilgili optimum tasarım seçenekleri, geoteknik gereklilik dahil olmak üzere tüm faktörler dikkate alınarak olası alternatiflerin maliyet etkinliğinin dengeli bir değerlendirilmesine dayalı olarak seçilmelidir (Geotechnical Engineering Office, 2000., Önalp ve Arer, 2004 Coduto&Mollamahmutoğlu, 2006).

Şevlerde oluşabilecek tehlikeleri önleyebilmek için şevi tanımak, hareket potansiyelini doğru sınıflamak ve bu parametreleri doğru analiz etmek gerekmektedir. Bilgisayar programları ile çözümlenecek modellerde; şevden kopmuş ve yerçekimi etkisi ile hareket yeteneği kazanmış parçaların izleyeceği yatayda ve düşeyde yol/mesafe, hız, sıçrama yüksekliği ve parçaların kinetik enerjisi tahmin edilebilmektedir. Analiz ile belirlenmesi en kritik parametreler ise süreksizlik takımlarının tespiti ile şevin sürtünme açısıdır. Şev stabilitesinin zorunlu hale geldiği gözlem sahasına ait geri verme katsayısı normal ( $R_n$ ) ve teğetsel bileşen ( $R_t$ ) ile zeminin içsel sürtünme açısı literatürden veya deneysel çalışmalar neticesinde belirlenebilmektedir (KGM,

1985; Coduto&Mollamahmutoğlu, 2006; Hoek 2007). Gözlem sahası ile literatürü kıyaslayacak olan araştırmacı jeolojik faktörleri iyi analiz etmek zorundadır. Çünkü problemleri şevlerin bulunduğu jeolojik formasyon, depremler, yağışlar, donma-çözünme olayı, fiziksel ve kimyasal ayrışmaların tetikleyicisi olmaktadır (Hoek & Bray, 1977; Harp & Noble, 1993;). Bu makale çalışmasında gerçek bir yol kesimine ait şev için dört farklı şev stabilitesi tahkiki için maliyet kıyaslaması yapılmıştır.

## 2. Literatür İncelemesi

Şevler belli bir eğim ile herhangi bir desteğe ihtiyaç durmadan stabil kalabilirler. Zemin yapısına göre yatayla yaptığı bu eğim değişebilmektedir. Stabilitesi daha yüksek olan zemin sınıflarında, yol yapım çalışmalarında şev eğimleri azaltılarak kazı, işçilik, yakıt maliyetleri azaltılabilir ve zamandan tasarruf sağlanır.

### 2.1. Şevlerde Duraysızlık Nedenleri

Şevlerde duraysızlığı etkileyen faktörler geometrik yapı, kayaç yapısı ve dışardan etkiyen yükler olarak gruplandırılabilir. Geometrik yapı bakımından şevin yüksekliği ve platform ile yaptığı açı önemli bir faktördür (Önalp ve Arel, 2004).

Yeraltı su seviyesinin değişimi, yağış sızıntıları, şev yüzeyinde boşluk suyu basıncının artması, mineralojik yapı değişimi ile çatlakların büyümesi kayaç yapısını etkilemekte ve kaya şevlerin

stabilitesine etki etmektedir (Pan et al., 2020).

Deprem, tektonik hareketler, kazı sırasında yapılan patlatmalar, jeoloji, jeomorfoloji, iklim şartları, atmosferik aktiviteler vb. etkenler de şevde hareket etme enerjisini tetikleyecektir (Komadja et al, 2020).

Halihazırda, kuvvetlerin, momentlerin veya enerji dengelerinin dengesine dayalı olarak şev stabilitesini hesaplamak için birkaç yöntem kullanılmaktadır. Çoğu zaman, kayma yüzeyine doğru arızanın meydana geldiği varsayımına dayanan yöntemler vardır. Kayma yüzeyinin şekli, temel olarak zeminlerin fiziksel ve mekanik özelliklerine veya bunların profilde düzenlenmesine bağlıdır. Söz konusu stabilize analizi, her iki temel prensibi de dikkate alır. Birincisi, geliştirilen kayma yüzeyinin dairesel olacağı varsayımı (Pettersen ve Bishop Yöntemleri) ve ikinci prensip, kayma yüzeyinin çokgen olacağıdır (Sarma Yöntemi). Bir güvenlik faktörü, harekete direnen kuvvetlerin (böylece şev stabilitesini sağlayan) tahrik hareketine (dolayısıyla şev stabilitesini tehdit eden) oranı, yani aktif ve pasif kuvvetler arasındaki oran olarak tanımlanabilir. Genel olarak, bir şevin güvenlik faktörü 0 ile 1.0 arasındaki aralık içindeyse, şev aktif olarak kararsızdır. 1.0'ın üzerindeki değer, şevin stabil kabul edildiğini gösterir (Harabinova 2017).

Literatürde konuyla ilgili olarak çok sayıda çalışma yapıldığı görülmektedir. Matsui ve San (1992) kayma mukavemeti azaltma tekniği ile sonlu

elemanlar yöntemi ile şev stabilitesi analizi gerçekleştirmişlerdir. Yapılan analiz sonucunda dolgu ve yarma şevlerinin başarıyla simüle edildiği görülmüştür. Cheng vd. (2007) limit denge ve mukavemet azaltma yöntemiyle iki boyutlu bir şev stabilitesi analizi gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılara göre her iki yöntem de güvenlik faktörünün ve olası arıza mekanizmasının bir tahminini sağlar olarak görülmelidir, ancak mühendisler analizlerinin sonuçlarını değerlendirirken her yöntemin sınırlamalarını da gözönünde bulundurulmalıdır. Komadja et al. (2020) iki farklı kesimden seçilen bir Himalaya yol kesimine ait şevlerin stabilite analizini yapmışlardır. Phase2 yazılımını kullanarak eğim kesitlerini simüle etmek için sonlu elemanlar yöntemine dayalı mukavemet azaltma faktörü (SRF) yöntemini kullanmışlardır. Sonuçlar, nispeten düşük bir toplam açığa sahip, tamamen ayrılmış şev profili bölümünün kritik SRF'sinin, orta ila yüksek derecede ayrılmış profil bölümünde elde edilen değerden yaklaşık %50 daha düşük olan 1.25 olarak bulunduğunu gösterdi. Bu sonuçlar, bir eğimin geometrisinin ayrışma derecesini etkilediğini ve bunun da şevi dengesizleştirdiğini ortaya koyan diğer yayınlanmış çalışmalarla uyumludur. Çalışmanın sonuçları, hava etkisinin etkisini dikkate alan şev tasarımına yardımcı olacağı düşünülmüştür. Su and Shao (2021) limit denge yöntemine ve sonlu elemanlar yöntemi gerilme hesaplamasına dayanan üç boyutlu bir şev stabilitesi analizi yöntemi önermiştir. Sonlu elemanlar yöntemi ile gerilme

hesaplamasında doğrusal elastik ideal plastik modeli ve Mohr-Coulomb akma kriteri kullanılmıştır. Kayma yönü, kayma yüzeyindeki kayma gerilmesi vektörlerinin toplamına göre elde edilir. Yerel güvenlik faktörü, kayma gerilimi ve kayma yönüne göre belirlenmiştir.

## **2.2. Şev Destekleme Yöntemleri**

Şevler her zaman müsaade edilen eğimlerle yükselemeyebilirler. Çünkü şev başı denilen noktalar bazen kamulaştırma sınırlarını geçebilirler. Şevi destekleme sebepleri sadece yol platformunu tehlikeye sokan durumlar değildir. Yüksek gerilim direkleri, özel mülkler, doğal yaşamı koruma adına büyük miktarda toprak hareketini önlemek için şev destekleme uygulamaları da yapılabilmektedir.

Bu uygulamalar yapılırken zeminin jeolojik yapısına en uygun metod seçilmelidir.

Ankraj sistemi seçilerek ana kaya bloğu veya ana kütle olarak tanımlanan kesimin stabilizasyonu sağlandıktan sonra yüzeyinde çelik aklar ya da püskürtme beton yöntemiyle desteklenmesi gerekebilir. Bu iki sistem birbirinin eksiklerini tamamlayarak destekleme işlemini tamamlarlar (KGM 2013).

Ankarajlar uygulama metodu olarak 4'e ayrılırlar. Bunlar;

1-SN Bulon,

2-PG Bulon,

3-IBO Bulon,

4-Swallex Bulon'dur (Taştëmür, 2019).

**Tablo 1.** Zemin yapısına göre önerilen bulon tipi

Önerilen Bulon Tipi	Zemin Yapısı
SN Bulon	BütünleŐmiŐ kaya kütlelerinde
PG Bulon	Kırıklı, atlaklı yapıdaki kaya kütlelerinde
IBO Bulon	BoŐluklu, atlaklı ve delgi esnasında ilerlemenin zor olduĝu kaya kütlelerinde
Swellax Bulon	Bloklu, atlaklı yapıdaki kaya kütlelerinde

### 2.2.1. SN Bulon Yöntemi

En yaygın uygulama olarak kullanılan zemin çivileme yöntemidir.

Önceden karelağı ve çapı belli olan delgiler, delici makinalarla tamamlanır. Ardından deliklere elik çubukların yerleŐtirilir ve içine su-imento karıŐımlı enjeksiyon uygulanır (KGM 2013; Taştemür, 2019).

### 2.2.2. PG Bulon Yöntemi

PG bulon imalatı SN bulon imalatı ile benzer özellik taŐımaktadır. En belirgin farklılığı enjeksiyon yapılma yöntemidir. PG bulonda donatıya dıŐ açılır. Bulon takımının başına plakası ve somunu geçirilir. SN bulondaki gibi kuyuya önceden enjeksiyon verilmez.

PG bulonda donatı boyunca enjeksiyon borusu bağlanır. İkinci kılavuz hortuma sadece bulon baŐından 30 cm içerde kalacak Şekilde bağlanır. Uzun olan borudan enjeksiyon verilir ve kuyu dolduktan sonra diğer kılavuz borudan çıkması beklenir. Bulon kuyuya yerleŐtirilince etrafı da hızlı donan alıyla tıkanır. Enjeksiyon kılavuz borudan gelene kadar enjeksiyon kesilmez (KGM 2013; Taştemür, 2019).

### 2.2.3 IBO Bulon Yöntemi

Enjeksiyon kazanlarında Őartnameye göre hazırlanan su ve imento karıŐımı enjeksiyon borularıyla iletilerek kurt ağzı denilen aparatlarla IBO bulonların uçlarına sabitlenir. Yaklaşık 5-6 bar basıncında basılan enjeksiyonlar IBO bulonların içinden geçerek bitin ucundan kuyuyu doldurmaya baŐlar. Bit ucundan çıkan enjeksiyon eğer zeminde çatlak varsa ve ana kayaya kadar giderken sızıntı yapıyorsa enjeksiyon kesilmez. Enjeksiyon gerekirse 24 saat aralıksız yapılmalıdır. Bunun sebebi de bu doldurulmayan çatlaklar ilerde daha büyük hareketleri tetikleyecek olmasındır.

Enjeksiyon iŐlemi tamamlandıktan sonra bulonların başına plakaları geçirilir. Plakalar bulonun baş noktasında oluşan gerilmeleri Şev yüzeyine aktarır. Plakalar en son somunlarla torklanarak yüzeye tamamıyla ankraje edilmiŐ sayılır (KGM 2013; Taştemür, 2019).

## 2.2.4. Swellex bulon yöntemi

Swellex bulonlar, bulonlama ihtiyacı hemen duyulması durumunda kullanılmaktadır. Kopmakta olan kaya kütlelerinin enerjisini kırmak için veya deformasyon ölçümleri sonucunda hareket eğiliminde olan şev yüzeylerinin deformasyonunu durdurmak için kullanılır (Taştëmür, 2019).

## 2.3. Çelik Ağ Yöntemi

Çelik tutucu ağ sistemleri çalışma sistemine göre iki alt gruba ayrılırlar. Şev yüzeyinde kopması veya düşmesi muhtemel kaya kütlelerinin hareketini önlemek ve stabilite kontrolü sağlamak amacıyla kullanılan sistemler aktif önleyici sistemler olarak adlandırılırlar (KGM, 2013; Taştëmür, 2019).

Yüzey güçlendirme sistemleri çelik ağ formunda birleştirilmiş farklı türde çelik tel ve çelik halatlar, ankrajlar ile şev yüzeyine sabitlenerek oluşturulur.

Pasif sistemler ise, yüzeysel olarak ana kaya kütlelerinden kopan parçaların yüzey boyunca hareketini kısıtlayarak şevin alt kısmının düşme olayından etkilenmesini minimize etmek ve daha güvenli olmasını sağlamak amacıyla kullanılan sistemlerdir (KGM, 2013).

Şev yüzeyinden kopup gelerek yol platformuna zarar verme ihtimali olan kaya kütlelerinin tutulabilmesi amacıyla yapılan bu iyileştirme yöntemiyle, düşen kayaların sıçrayarak yola ulaşmasını engellemek ve şev dibinde toplanmasını sağlamak amaçlanmaktadır (Taştëmür, 2019).

## 3. Materyal ve Yöntem

Bu makale çalışmasında Şekil 1’de verilen haritada gösterilen Antalya-Kemer karayolundaki bir şev için dört farklı alternatif şev stabilite analizi çalışmasının maliyet kıyaslaması yapılmış ve sonuçları karşılaştırmalı olarak verilmiştir (Şekil1).



Şekil 1. Şev stabilitesi maliyet kıyaslaması yapılan güzergahın yer bulduru haritası.



Şev stabilitesi alternatif seçimlerinde SWedge® yazılımı kullanılmıştır. SWedge, kaya şevlerinde yüzey kamalarının geometrisini ve stabilitesini değerlendirmek için hızlı ve kullanımı

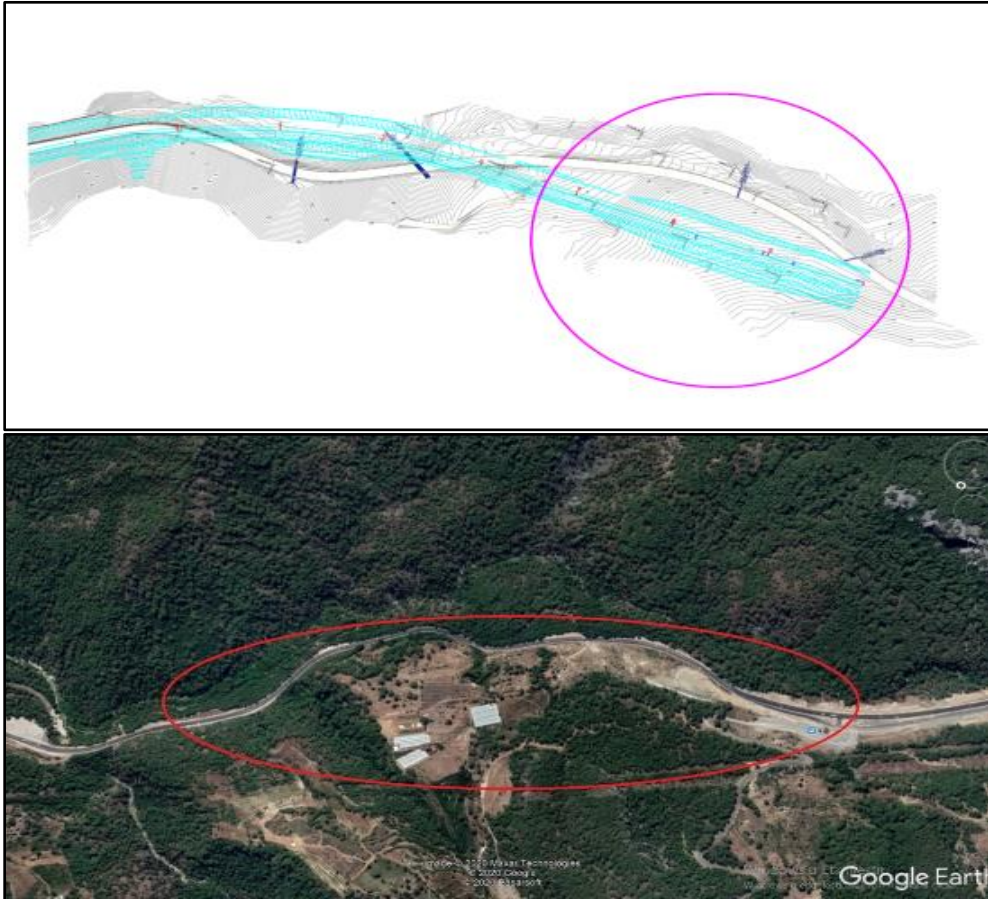
kolay bir analiz aracıdır. Yaygın olarak kullanılan SWedge, kaya şev stabilitesinin analizi için önemli bir programdır (İnt Kaynağı 2020).

#### 4. Bulgular

##### 4.1 Örnek Bir Kesitte Maliyet Analizi

Tek platformda çift yön trafik akışının olduğu bir yolu, bölünmüş yola çevirme çalışmalarından bir kesim ele alınmıştır. Belirlenen yeni hat eski yol platformuna

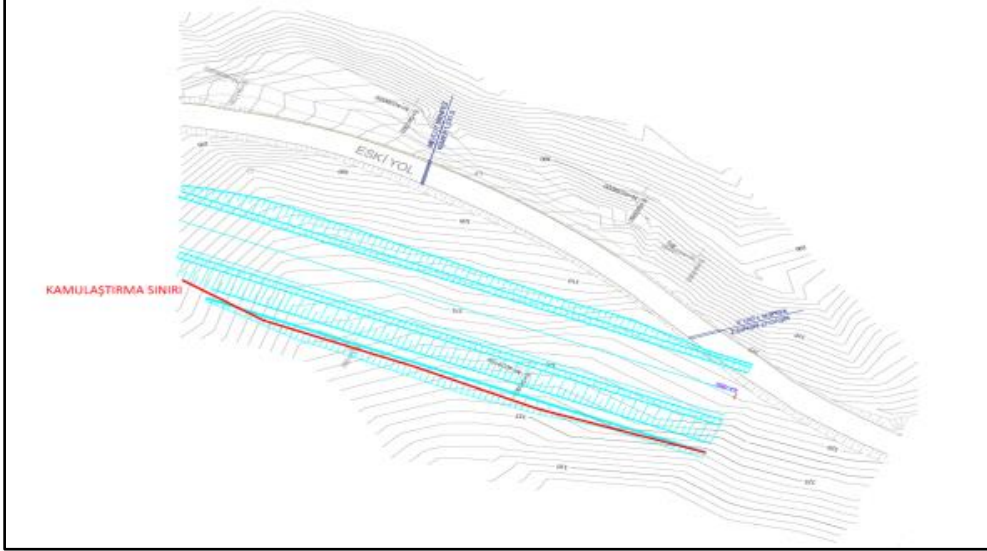
ne kadar yakın seçilirse toprak hareketi o oranla az olacaktır. Fakat yeni yol yapım çalışmalarında platformun yatay ve düşey geometrik standartlarının artırılması istenebilir. Şekil 2'de bulunan şevli planda böyle bir durum ele alınmıştır.



Şekil 2. Şevli plan

Eski yol platformunun yarıçapı küçük olan kurpları büyütülmüş ve yolun yatay standardı artırılmıştır. Fakat bu işlem sonunda yol platformu eğimi yüksek araziye girmiş ve yarma kazısı

yapılması ihtiyacı doğurmuştur. Şekil 3'de kazının başlayacağı şev başı noktasının kamulaştırma sınırını geçtiği görülmektedir.

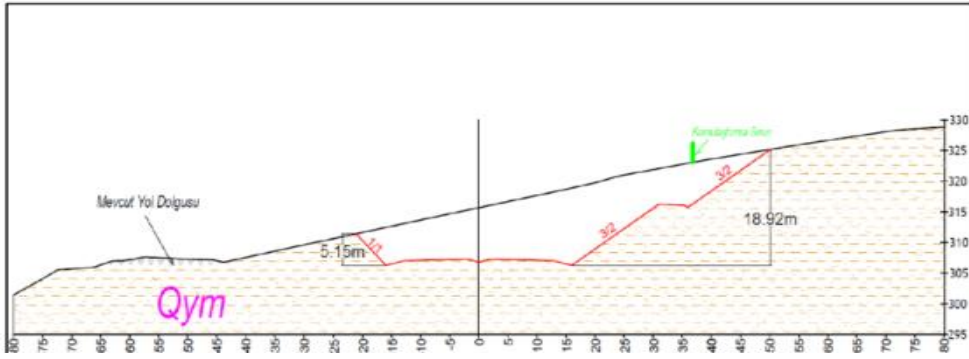


Şekil 3. Kamulaştırma sınırını geçen kesim

Yol platformunun sağ ve sol köşelerinden kesit üzerinde şevlerin baş noktaları bulunmuş ve kazı kesileri oluşturulmuştur. Ancak yapacağımız kazı projesine göre gerekli eğimlerde yatırılan şevler, karayolu için tahsis edilen kamulaştırma sınırının dışına çıkmak zorunda kalmıştır. Bu durumda kuruma ek kamulaştırma maliyetleri çıkar ve çoğu zamanda çözülebilir. Ancak kamulaştırma seçeneği mümkün olmadığı durumlarda şev başın noktalarının kamulaştırma çizgisinin içinde kalıp, şev eğimlerinin artırılıp, şevlerin dik duruma getirilmesi tercih edilebilir. Bu durumda da limit değerleri zorlanan şevler ileriki yıllarda hareket eğilimi gösterebilecektir. Bunun önüne geçmek için yapılacak alternatif kazı çalışmalarını tasarlayıp tahkimat

planları oluşturulmalıdır. Bu çalışmalarının sonunda finansal analizler yapılabilecektir.

Mevcut yol platformu ile yeni tasarlanan yol platformu aynı kesitte Şekil 4'te görülmektedir. Zayıf zemin grubunda bulunan yamaç molozu sınıfında bir zeminde projeye göre şev eğiminin 3Y/2D şeklinde olması öngörülmektedir. Bu durumda yeni yol platformunun sağ ekseninde kalan şevin baş noktası kamulaştırma sınırını geçmektedir. Bu durumda şevin tepesinde bulunan arazinin idareye tahsisi istenebilir. Bu mümkün değil ise (tarihi eser bir yapı bulunması vb.) şevin baş noktası kamulaştırma sınırının içine çekilmelidir.



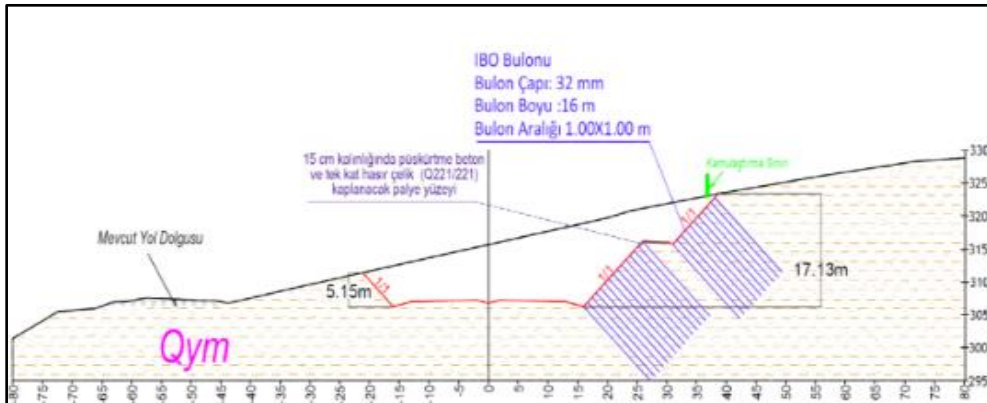
Şekil 4. 1 nolu alternatif

Tablo 2. 1 nolu alternatife ait maliyet analizi

Poz Adı	Birim	Miktar	Birim Fiyat (TL/m <sup>2</sup> )	Tutar (TL)
Kamulaştırma Bedeli	m <sup>2</sup>	800	900	720.000
Kazı	m <sup>3</sup>	5300	16	84.800
Bulon	-	-	-	-
Barbakan	-	-	-	-
Hasır Çelik	-	-	-	-
Püskürtme Beton	-	-	-	-
<b>TOPLAM</b>				<b>804.800</b>

Tahkimat analizleri sonunda elde edilen kesit Şekil 5'te gösterilmiş ve 1 adet palye bırakılarak şev eğimi 1Y/1D olarak değiştirilmiştir. Bunun sonunda 1.00 X 1.00 kareajla 16 m derinliğinde bulon

imalatı ve şev yüzeyinin tek kat hasır çelik ve 15 cm kalınlığında püskürtme betonu ile kaplanması önerisi sunulmaktadır. Tablo 3'te 2 nolu alternatifin detayları gösterilmiştir.



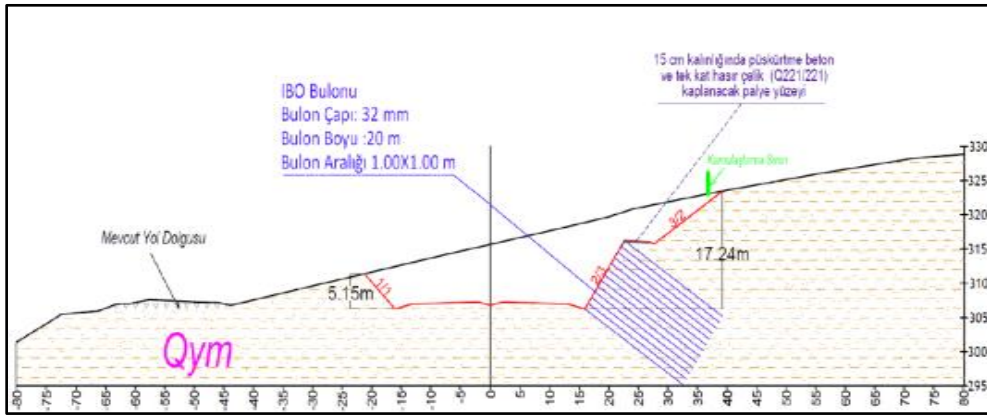
Şekil 5 2 nolu alternatif

**Tablo 3.** 2 nolu alternatifte ait maliyet analizi

Poz Adı	Birim	Miktar	Birim Fiyat	Tutar (TL)
<b>Kamulaştırma Bedeli</b>			(TL/m <sup>3</sup> )	
<b>Kazı</b>	m <sup>3</sup>	4200	16	67.200
<b>Bulon</b>	m	6800	80 TL/m	544.000
<b>Barbakan</b>	m	240	35 TL/m	7.350
<b>Hasır Çelik</b>	kg	1200	12 TL/kg	14.400
<b>Püskürtme Beton</b>	m <sup>3</sup>	54	500 TL/m <sup>3</sup>	27.000
<b>TOPLAM</b>				<b>659.950</b>

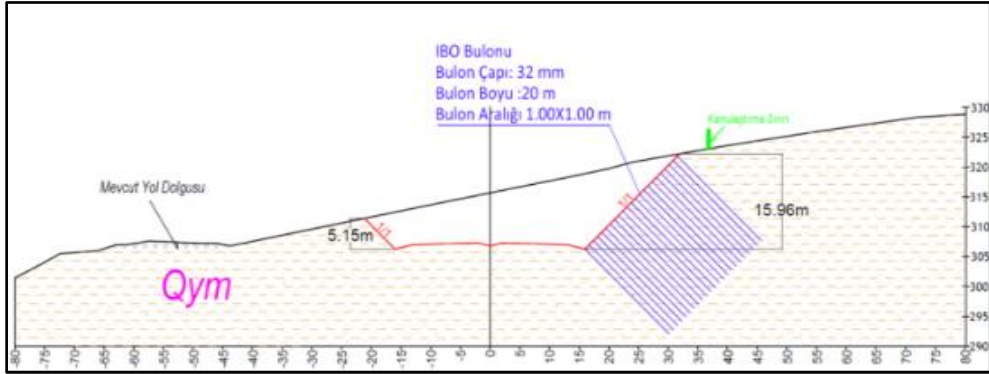
Şekil 6'da gösterilen 3 nolu alternatifte, 2Y/3D eğimle gösterilen ilk şevde 20m uzunluğunda 1.00 X 1.00 m kareli IBO bulon, tek kat hasır çelik ve 15 cm kalınlığında püskürtme beton uygulanması önerilmiştir. İkinci şevde

tahkimat önerilmemiş, 3Y/2D eğimle sadece kazı yapılması önerilmiş ve kamulaştırma sınırına yaklaşılmıştır. Tablo 4'te 3 nolu alternatifin detayları gösterilmiştir.



Şekil 7’de gösterilen 4 nolu alternatifte şev 1Y/1D eğimle dik bir şekilde kazılmıştır. 1.00 X 1.00m karela 20 m uzunluğunda IBO bulon uygulaması ile desteklenmesinin yeterli olduğu öngörülmüştür. Tablo 5’te 4 nolu alternatifin detayları gösterilmiştir. Şekil

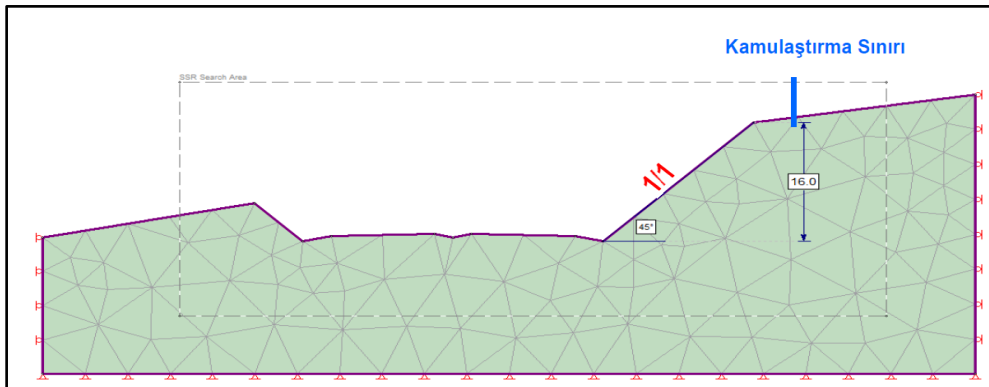
8, 9 ve 10’da SWedge yazılımı ile yapılan sonlu elemanlar ağı, destekli ve destekless analiz sonuçları görülmektedir. Şekil 11’de ise 4 nolu alternatifte ait bulon yerleşim planı verilmiştir.



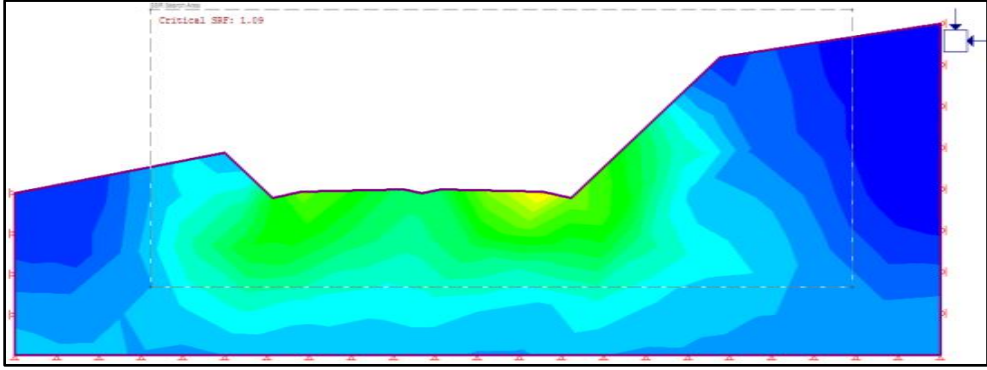
Şekil 7. 4 nolu alternatif

Tablo 5. 4 nolu alternatifte ait maliyet analizi

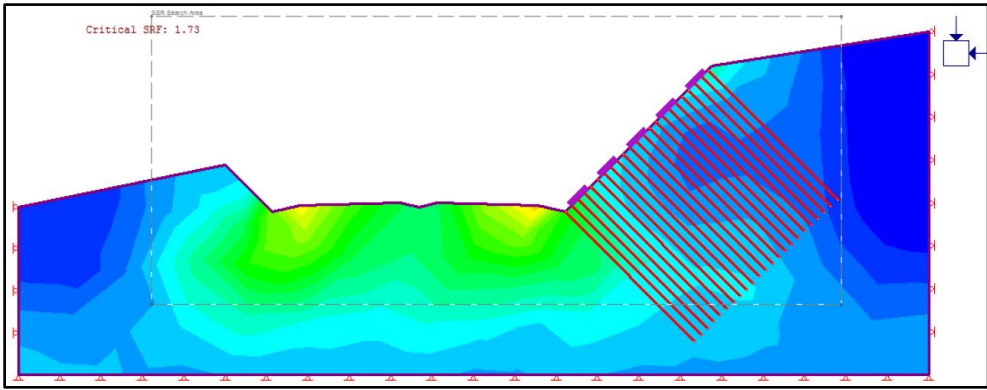
Poz Adı	Birim	Miktar	Birim Fiyat	Tutar (TL)
<b>Kamulaştırma Bedeli</b>				
<b>Kazı</b>	m <sup>3</sup>	3200	16 TL/m <sup>3</sup>	51.200
<b>Bulon</b>	m	6000	80 TL/m	480.000
<b>Barbakan</b>	m	200	35 TL/m	7.000
<b>Hasır Çelik</b>	kg	1000	12 TL/kg	12.000
<b>Püskürtme Beton</b>	m <sup>3</sup>	50	500 TL/m <sup>3</sup>	25.000
<b>TOPLAM</b>				<b>575.200</b>



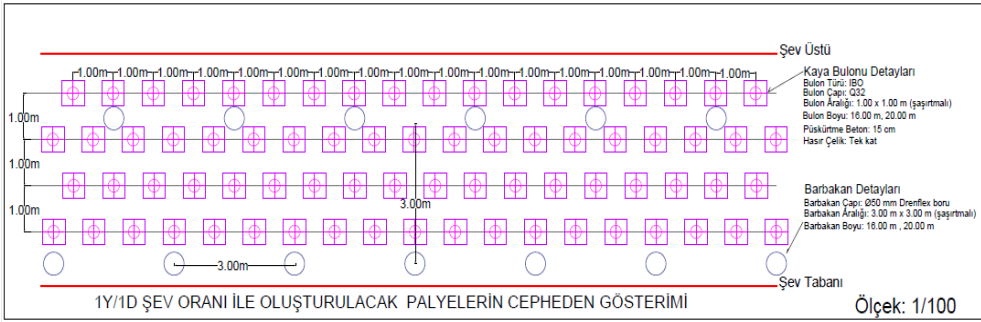
Şekil 8. 4 nolu alternatifte ait analiz modeli



Şekil 9. Desteksiz statik durum



Şekil 10. Destekli statik durum



Şekil 11. Bulon yerleşim planı

Tablo 6'da verilen mukayese değerlerinden, maliyet açısından en uygun seçenek 3 nolu alternatif olarak görülmektedir.

Tablo 6. Maliyet mukayese tablosu

Yapım Seçenekleri	Tutar
1 Nolu alternatif	804.800 TL
2 Nolu alternatif	659.950 TL
3 Nolu alternatif	532.100 TL
4 Nolu alternatif	575.200 TL

#### 4.Sonuçlar

Şevlerin yapısını oluşturan parametreler değerlendirildiğinde, teknik şartlara uygun eğimli kazılar yapılırsa şevlerin ayakta durabildiği gözlemlenmiştir. Bu parametreler sonradan değişir veya değişmek zorunda kalırsa ek destekleme ihtiyacı doğmaktadır. Destekleme sistemleri kütlenin stabilizasyonunu sağlamak için ayrı, şev yüzeyinin stabilizasyonu için ayrı değerlendirilirse ortaya daha az maliyetli destekleme sistemi çıkarılabilir. Şevlerin yapısına uygun bulonlama sistemi seçilmeli ve şev yüzeylerine gerek duyulursa püskürtme beton ya da çelik ağ sistemi uygulaması yapılmalıdır.

Bulon uygulamalarında teknik nezaretçi, yapılan bulon delgilerini, bulon-kuyu birleşimini ve enjeksiyon uygulamalarını tekniğine uygun yaptırmalıdır. Çünkü seçilen bulon metodu, uygulama sırasında değişebilir. Yapılan bulon analizlerinde dinamik ve statik durumda seçilen güvenlik katsayıları genelde 1-2 arasında seçilmektedir. Bu yüzden bulon başına istenen performans uygulama sırasında sağlanmak zorundadır. Zemine ve şev yapısına uygun olmayan metotta bulon uygulanması durumunda, yapılan uygulama zaman içerisinde şevin hareket enerjisine yenik düşebilir ve göçükler meydana gelebilir.

Çalışma yapılacak alanın mevsimsel ısı farklılıkları ve bulunduğu bölgeye ait yağış grafiği modelleme yapılırken göz önünde bulundurulmalıdır. Mevsimsel ısı farklılıkları çok değişken olan

bölgelerde yüzeysel çatlaklar sıkça görülmektedir. Eğer yağış oranı yüksek bir bölgede ise bu çatlakların arasından yağmur suları geçer ve çatlakların büyümesine sebep olur. Yüzeysel başlayan çatlaklar derinlere iner ve kamasal kayma zonunu oluştururken tespit etmediğimiz süreksizlikler, en ağır kaya kütlesini seçerken yapılan hesaplarda yanıltıcı değerlere ulaşmamıza sebep olur. Bu durumun önlenmesi ve seçilen tahkimat sisteminin daha uzun ömürlü olması için uygun drenaj sistemi seçilmeli ve tahkimat sistemi ile bir bütün çalıştırılmalıdır. Tahkimat yapılan yüzeylerde bulon delikleri ile barbakan deliklerinin eğimi mutlaka kontrol edilmelidir. Şev başlarında ve şev diplerinde beton hendekler yapılmalı, ayrıca palye bırakılacak şevlerde muhakkak yatay eğim verilmeli ve palye üzerinde biriken su şev yüzeyinden akmamalıdır.

Çelik ağ uygulamalarında tepe ve topuk ankrajları çelik ağ sisteminin ömrünü arttırmaktadır. Kullanılacak çelik ağlar düşey düzlemde mümkün olduğunca tek parça halinde örtülmelidir. Yatayda yan yana gelip birleşecek çelik ağlar ise en az iki göz birbirine bindirilmeli ve bu çelik halatlar ile bindirme yerleri dikilmelidir. Dikey yönlerde ise üretim esnasında en kritik şev uzunluğu boyu kadar üretim tek parça halinde yaptırılmalıdır.

Yol yapımı devam ederken toprak işleri seviyesinde kazı çalışmaları bitirilmeden tahkimat gerekliliği sorgulanmalıdır. Eğer şevlerde hareketlilik veya bu tarz davranışlara

eğilim varsa muhakkak destekleme ihtiyacı tartışılmalıdır. Toprak işleri aşamasında verilen kararlar doğru verilir ise hizmete açılan yolda tekrar yapım, bakım ve onarım gibi giderler önlemiş olur.

Toprak işleri kısmında verilen kararlar seçenek açısından çokça zengindir. Şev imalatlarında ilerleme için karar seçilirken maliyet analizi de sağlam verilerle tekrar denetlenebilir. Ülkemizde kullanılan kaynakların verimli harcanması için yolun servis ömrü kadar tahkimat sistemi de hizmet vermelidir. Maliyet mukayesesi için hazırlanan tablolar sonucunda verilen güzergâh modeli emniyetlilik, ekonomiklik ve estetiklik yönünden sorgulanabilir.

Tahkimat sistemleri yapılırken oluşturulacak maliyet mukayesesinde

## Kaynaklar

Coduto, D. P., Mollamahmutoğlu, M., & Kayabalı, K. (2006). *Geoteknik mühendisliği: ilkeler ve uygulamalar*. Gazi Kitabevi.

Cheng Y.M., Lansivaara, T., Wei, W.B. (2007). Two-dimensional slope stability analysis by limit equilibrium and strength reduction methods. *Computers and Geotechnics* 34 (2007) 137–150.

Geotechnical Engineering Office. (2000). *Highway Slope Manual*. Civil Engineering Department The Government of the Hong Kong, Special Administrative Region. Hong Kong.

güncel rayiç fiyatların baz alınması yeterli gibi görünse de işin bitim süresine ve yolun hizmet süresine göre ileriki yıllarda oluşabilecek birim fiyatların yaklaşık değerine göre analiz yapılmalıdır. Japonya’da derin yarma ve dolgu şevlerinden uzak durulur. Yüksek dolgu şevlerinde oluşan eğim nedeniyle kaybedilen toprak tarıma elverişli arazi ise kısa açıklıklı çelik köprülerle geçilmesi tercih edilmektedir. Bunun sebebi ileriki yıllarda tarım arazilerinin nüfusa oranla yetersiz kalacağıdır. Bir diğer unsurda çelik köprü yaparak ülkelere hammadde stoğu yapılmaktadır. Ömrünü tamamlamış çelik köprüler demonte edilerek başka bir amaç için de kullanılabilir.

Harabinova, S. (2017). Assessment of Slope Stability on the Road. *Procedia Engineering*, 190: 390-397.

Harp, E. L., & Noble, M. A. (1993). An engineering rock classification to evaluate seismic rock-fall susceptibility and its application to the Wasatch Front. *Environmental and Engineering Geoscience*, 30(3), 293-319.

Hoek, E, & Bray, J. W., (1977). *Rock Slope Engineering*. Institute of Mining and Metallurgy, London, 402 p.

Hoek, E. (2007). *Rock engineering*, available online at: <http://www.rocscience.com>.

Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM). (1985). *Şev Projelendirme Rehberi*.



- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. Ankara.
- Karayolları Genel Müdürlüğü. (2013). *Karayolu Teknik Şartnamesi*. Ankara.
- Komadja G.C., Pradhan S.P., Roul, A.R., Adebayo, B., Habinshuti, J.B. Glodji, L.A., Onwualu, A.K. (2020). Assessment of stability of a Himalayan road cut slope with varying degrees of weathering: A finite-element-model-based approach. *Heliyon*, 6, e05297.
- Matsui T., San, K-C. (1992). Finite element slope stability analysis by shear strength reduction technique. *Soils and Foundations*. Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering. 32(1), 59-70.
- Önalp, A., & Arel, E. (2004). *Geoteknik Bilgisi II, Yamaç ve Şevlerin Mühendisliği*. Birsen Yayınevi Ltd. Şti., İstanbul.
- Pan, Y., Wu, G., Zhao, Z., He, L. (2020). Analysis of rock slope stability under rainfall conditions considering the water-induced weakening of rock. *Computers and Geotechnics*. 128, 103806, Article in press. <https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2020.103806>.
- Su, Z., Shao, L. (2021). A three-dimensional slope stability analysis method based on finite element method stress analysis. *Engineering Geology*. 280 (2021). 105910. Article in press. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2020.105910>
- Taştemür,F. (2019). Duraysız şevlerde yapılan stabilite çalışmaları ve maliyet analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta. [https://www.rocscience.com/software/s\\_wedge](https://www.rocscience.com/software/s_wedge). Erişim 13.08.2020.