



Determination of Biogas Potential from Animal Waste in Turkey: A Case Study for Yozgat Province

Tanzer Eryilmaz^{1*}, Murat Kadir Yesilyurt¹, Osman Gokdogan², Bilal Yumak³

¹Department of Biosystems Engineering, Faculty of Engineering-Architecture, Bozok University, Yozgat, Turkey, tanzer.eryilmaz@bozok.edu.tr

²Department of Biosystems Engineering, Faculty of Engineering-Architecture, Nevsehir Haci Bektas Veli University, Nevsehir, Turkey

³Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering-Architecture, Bozok University, Yozgat, Turkey

(First received 2 December 2014 and in final form 29 May 2015)

Abstract

The constantly rising energy prices, decreasing fossil resources and the consequent environmental problems, have led to an increased interest towards alternative energy resources. It is both eco-friendly and cheaper when compared to other energy resources, therefore biogas energy is among the top alternative energy resources to be chosen. Biogas is highly important in rural areas, because it is being used as an energy resource as well as a fertilizer resource. In this research, the production potential of biogas from animal waste in Yozgat province and its districts has been defined. Biogas from animal waste has become one of the important renewable energy resources. In addition, the production potential of biogas from animal waste in Central Anatolia Region and Turkey in general has also been determined and comparisons have been made. When 2012 data are taken into account, the province of Yozgat has a potential of 45.070 million m³ biogas potential from animal waste. With 6.546 million m³ biogas, the Central district is placed first, while with 6.521 million m³, Akdagmadeni district is in second, and with 5.166 million m³, Sorgun district is in third place. Yozgat's animal waste biogas energy potential makes up 7.024% of Central Anatolia Region, and 1.266% of Turkey.

Key Words: Biogas, Central Anatolia Region, Yozgat, Turkey.

Türkiye Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi: Yozgat İli için Örnek Çalışma

Özet

Sürekli artan enerji fiyatları, azalan fosil kaynaklar ve bunların gerçekleştirdiği çevresel sorunlar nedeniyle dünyada alternatif enerji kaynaklarına olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Biyogaz enerjisi hem çevreci hem de diğer enerji kaynaklarına göre daha ucuz olması nedeniyle tercih edilmesi gereken alternatif enerji kaynakları arasındadır. Kırsal alanlarda biyogaz, hem enerji kaynağı hem de gübre kaynağı olarak kullanımından dolayı önem taşımaktadır. Bu çalışmada günümüzde önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan hayvansal atık kaynaklı biyogazın Yozgat ili ve ilçelerindeki üretim potansiyeli belirlenmiştir. Ayrıca; İç Anadolu Bölgesi ve Türkiye genelindeki hayvansal atık kaynaklı biyogaz üretim potansiyeli de belirlenerek karşılaştırmalar yapılmıştır. 2012 verileri dikkate alındığında Yozgat ili 45.070 milyon m³ değerinde hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeline sahiptir. 6.546 milyon m³ biyogaz ile Merkez ilçe ilk sırayı alırken 6.521 milyon m³ ile Akdagmadeni ilçesi ikinci, 5,166 milyon m³ ile Sorgun ilçesi üçüncü sırayı almaktadır. Yozgat ilinin hayvansal atık kaynaklı biyogaz enerjisi potansiyeli İç Anadolu bölgesinin %7.024'ünü, Türkiye'nin ise %1.266'sını oluşturmaktadır.

Key Words: Biyogaz, İç Anadolu Bölgesi, Yozgat, Türkiye.

1. Introduction

With the world population growing fast, the existing resources are constantly decreasing. Most of these resources are limited, and in order to keep them at the service of humanity for a longer period of time, these need to be used appropriately, renewed, or replaced by new resources [1]. In recent years, the usage of hydraulic, solar, geo-thermal and wind based energy production became common and energy production by direct burning from bio-mass has become widespread [2, 3]. However, resources biogas production in an oxygen-free environment from vegetative and animal resources, which are defined as bio-mass renewable energy, is almost non-existent [2]. Biogas is methane gas which is formed after fermentation of energy plants, organic

wastes in an airless (anaerobic) environment. Biogas is a color-free, odorless, and lighter than air gas with a density rate of 0.83 against air and has an octane rating of 110. It burns with a bright blue colored flame, and consists of 40-70% methane (CH₄), 30-60% carbon-dioxide (CO₂), 0-3% hydrogen sulphur and low amounts of nitrogen and hydrogen [3-5]. Being an eco-friendly gas, biogas can replace natural gas, one of the fossil fuels, contributes to the reduction of greenhouse gas in atmosphere. In Table 1, natural gas and biogas compounds have been given. As it can be understood from Table 1, methane and carbon-dioxide are the main components of biogas. Methane content within natural gas is 92% in volume, while in biogas; it is 55-70%. However, carbon-dioxide amount within natural gas is 0.61% in volume (almost non-existent), but within biogas, it is about 35-45% [6].

Table1. Composition of natural gas and biogas [6]

Parameters	Units	Natural-gas	Biogas
Methane	% in vol.	92	55-70
Ethane	"	5.1	0
Propane	"	1.8	0
Butane	"	0.9	0
Pentane	"	0.3	0
CO ₂	"	0.61	35-45
Nitrogen gas	"	0.32	0-2
H ₂ S	mg m ⁻³	1	0-15.000
NH ₃	"	0	0-450
Water dew point	°C	Dew point at -5	Saturated
Net Comb. Heat	MJ kg ⁻¹	48.4	20.2
Density	kg Nm ⁻³	0.809	1.16
Rel. Density	(-)	0.625	0.863
Wobbe Index (W)	MJ Nm ⁻³	54.8	27.3

As it is known, being released to the atmosphere by the burning of fossil fuels, CO₂ is one of the most important elements effecting global warming (global climate change). Producing biogas also releases CO₂ into the atmosphere. However, this amount is only as much as the CO₂ amount absorbed by the plants from the atmosphere [7, 8]. The remaining products following biogas production are named fertilizers. Nitrogen, phosphorus and potassium, which are found within organic matters and needed by plants, are preserved inside the fertilizer and this product can be used as agricultural fertilizer [9]. When the remaining organic matters, following biogas production are used as fertilizer, serious increases will be observed in product fertility, thus, biogas production must be considered not only for energy value, but also for its contribution to the environment. During this production, many harmful microorganisms are terminated by fermentation, and also, the fertilizer odor is also eliminated [10].

In this study, the production potential of biogas from animal waste in Yozgat province and districts has been defined, as this form of energy has become one of the important renewable energy resources. In addition; the production potential of biogas from animal waste in Central Anatolia Region and in Turkey in general has also been defined and comparisons have been made.

2. Materials and Methods

Within the scope of this study, Turkish Statistical Institute's (TUIK) [11] 2012 animal statistic data has been used as material. The amount of fertilizer acquired from the animals can vary, depending on the type of the animal. In order to determine the animal waste potential, 3.6 ton/year has been taken as a basis for a bovine, 0.7 ton/year for an ovine and 0.022 ton/year for a poultry animal [1, 12]. The biogas amount produced from a ton of usable fertilizer is deemed to be 33 m³ for bovine, 58 m³ for ovine and 78 m³ for poultry [1, 13, 14]. In addition to these, the heat amount produced by 1 m³ of biogas is equal to 0.63 liter of gas oil, 3.47 kg wood, 0.43 kg LPG, 4.7 kWh electric and 0.8 liter gasoline [15].

The land area of Yozgat is 1412300 hectares and in terms of land size, the province is ranked 15th in Turkey. Yozgat covers 1.82% of the total land area of Turkey [16]. Looking at Table 2, we see that in the province of Yozgat, there are a total of 1361535 animals. These animals consist of 57% poultry, 25% ovine and the remaining 18% is bovine animal. When we look at it on the basis of districts, the total animal existence is distributed by 24% in Sorgun district, 20% in Central district and 14% in Akdagmadeni (Figure 1).

Table 2.Yozgat province and districts' animal existence (Pcs) [11]

Districts	Bovine	Ovine	Poultry	Total
Central	35468	49420	190180	275068
Akdagmadeni	45912	21180	120950	188042
Aydincik	8000	6510	8060	22570
Bogazliyan	10785	87100	37256	135141
Candır	1148	5744	2323	9215
Cayiralan	9070	14540	6079	29689
Cekerek	35155	17898	4200	57253
Kadisehri	19843	10918	19280	50041
Saraykent	13797	4910	15523	34230
Sarikaya	19840	21214	20020	61074
Sorgun	32662	20316	269122	322100
Sefaati	8008	21290	12096	41394
Yenifakili	2965	14680	10162	27807
Yerkoy	10264	41724	55923	107911
Total	252917	337444	771174	1361535

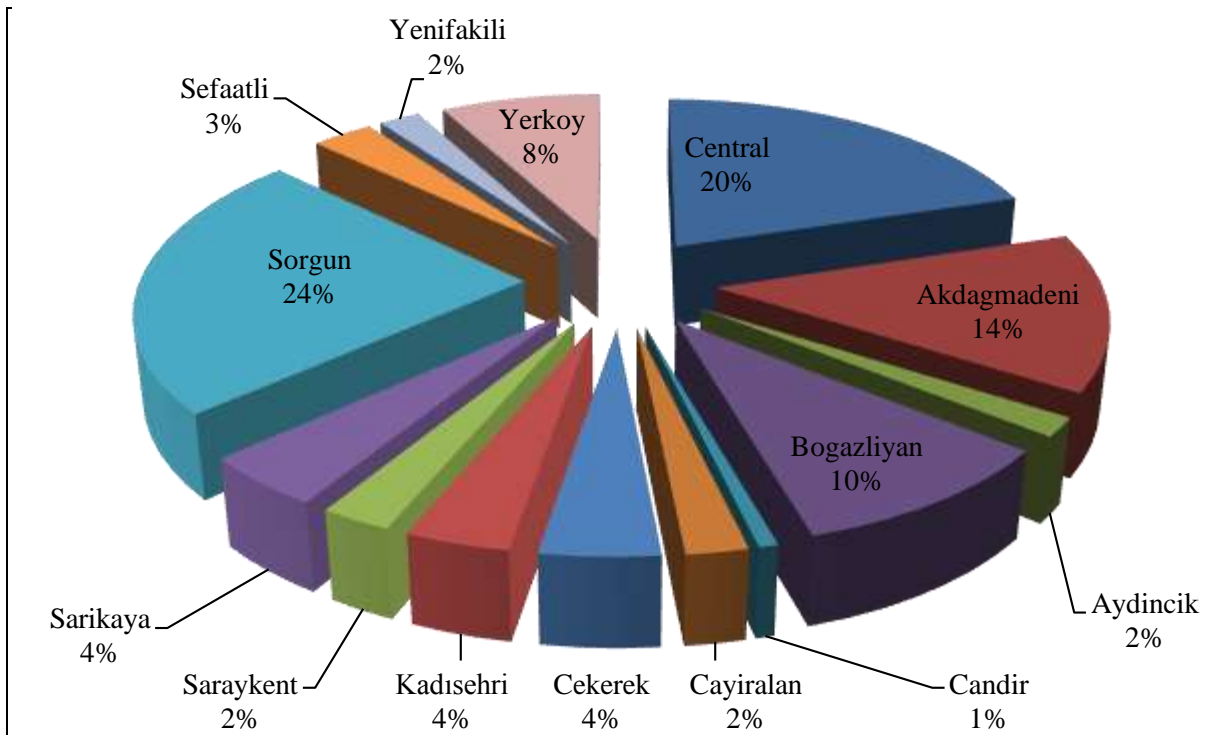


Figure 1.Animal existence distribution per district

Taking the animal existence amounts into consideration, Yozgat's animal waste potential and producible biogas amount have been given in Table 3. As it can also be seen in Table 3, animal waste potential in Yozgat is 1.163 million ton/year, and the total biogas

amount that can be produced is 45.070 million m³ / year. If we were to evaluate it per district, the Central district is first with 15%, Akdagmadeni is second with 14%, and Bogazliyan, Cekerek and Sorgun are third with 11%.

Table 3.Animal waste potential and producible biogas amounts in Yozgat province and districts [11]

Districts	Animal Waste Potential (ton/year)	Biogas Production Amount (m ³)
Central	166462	6546399
Akdagmadeni	182770	6521803
Aydincik	33534	1228536
Bogazliyan	100615	4881449
Candır	8204	373575
Cayiralan	42963	1678271
Cekerek	139179	4910280
Kadısehri	79501	2833703
Saraykent	53447	1865067
Sarikaya	86714	3252634
Sorgun	137725	5166888
Sefaati	43997	1836481
Yenifakili	21173	965687
Yerkoy	67387	3009321
Total	1163677	45070100

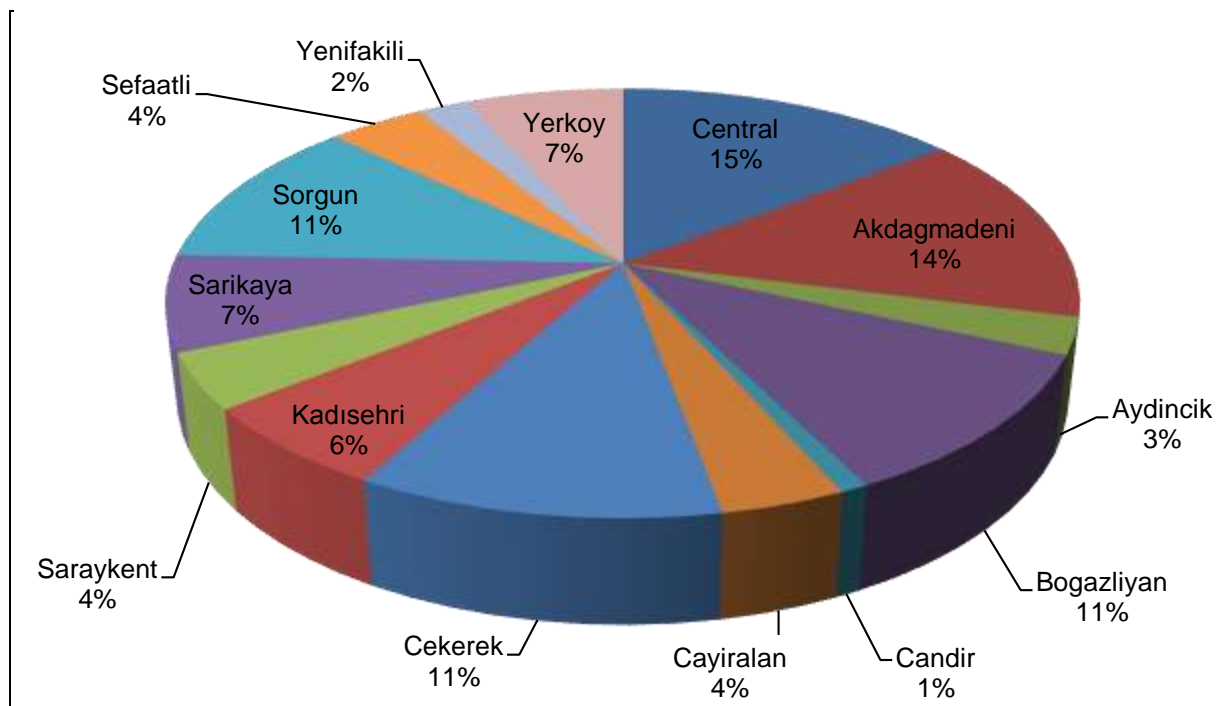


Figure 2.Biogas Production Potential per District in Yozgat Province

In the province of Yozgat, it is possible to produce an annual total of 45.070 million m³ biogas energy, and the equivalent of this amount in other energy resources has been given in Table 3. As it can be seen from this table, biogas production potential from animal waste in Yozgat in total are approximately equal to 36.056 million litre gasolines, 19.38 million kilogram LPG, and 211.829

million kWh electricity energy. The comparison of the potential biogas in Yozgat province compared to other fuels has been given in Table 4.

Table 4. The equivalent of the producible biogas in Yozgat to other fuels [11]

Districts	Gas oil (L)	Wood (Ton)	LPG (Kg)	Gasoline (L)	Electricity (kWh)
Central	4124231	22176005	2814951	5237119	30768076
Akdagmadeni	4108736	22630659	2804375	5217443	30652477
Aydincik	773978	4263023	528270	982829	5774123
Bogazliyan	3075313	16938629	2099023	3905159	22942811
Candir	235352	1296305	160637	298860	1755802
Cayralan	1057311	5823602	721656	1342617	7887876
Cekerek	3093476	17038671	2111420	3928224	23078316
Kadisehri	1785233	9832951	1218492	2266962	13318407
Saraykent	1174992	6471782	801978	1492053	8765815
Sarikaya	2049159	11286642	1398632	2602107	15287383
Sorgun	3255139	17929103	2221762	4133510	24284376
Sefaati	1156983	6372589	789686	1469184	8631461
Yenifakili	608383	3350937	415245	772550	4538733
Yerkoy	1895872	10442345	1294008	2407457	14143810
Total	28394163	156393249	19380143	36056080	211829472

The animal waste biogas production potential of Yozgat Province covers 7.024% of Central Anatolia Region. Approximately 18.022% of the production potential of biogas from animal waste in Turkey is covered by the Central Anatolia

Region, while the province of Yozgat has a share of 1.266%. Central Anatolia Region's biogas production potential from animal waste has been given in Table 5.

Table 5. Animal waste biogas production potential of central Anatolia region [11]

	Bovine	Ovine	Poultry	Total	Animal	Biogas	%
Ankara	275805	895906	8323864	9495575	1803157	83423168	2.343
Konya	646816	1918662	10662482	13227960	3906175	173036237	4.860
Kirikkale	65762	146467	743121	955350	355618	15034281	0.422
Kayseri	277546	510040	4288270	5075856	1450535	61038760	1.714
Sivas	339843	486575	437855	1264273	1573670	60879652	1.710
Karaman	52127	485035	1280875	1818037	555360	28083090	0.789
Aksaray	172715	379554	329024	881293	894700	36493039	1.025
Nigde	124475	501065	621511	1247051	812528	36197381	1.017
Nevsehir	70347	98869	780905	950121	339637	13711337	0.385
Kirsehir	101642	109957	420485	632084	452131	17260876	0.485
Eskisehir	118881	603963	5621913	6344757	974427	48291163	1.356
Cankiri	134283	110196	1579760	1824239	595310	23137646	0.650
Yozgat	252917	337444	771174	1361535	1163677	45070100	1.266
Central	2633159	6583733	35861239	45078131	14876932	641656735	18.022
Turkey	14022347	35782519	257505341	307310207	81193330	3560504260	100

3. Conclusion

In recent years, biogas technology made it possible to process wastes which cause environmental problems, and make them harmless, while producing energy. This technology is highly important in terms of producing alternative energy. Even though there is an animal waste potential to be utilized in Turkey, it is not being benefited as well as it should be. There is an 81.2 million tonnes of animal waste potential in Turkey. Using this potential is likely to result in a great input in economic terms. In this study, the animal existence figures have been taken as a basis, and an attempt was made to define the production potential of biogas from animal waste in the province of Yozgat, Central Anatolia Region, and Turkey. Within the province of Yozgat, the total amount of animals is 1.361 million, and the total biogas amount that can be produced from the excrement of these animals is 45.070 million m³. Looking at the districts, we see that the central district is first with 6.546 million m³. The central district is followed by 6.521 million m³ in Akdagmadeni, and 5.166 million m³ in Sorgun districts. In addition, Central Anatolia Region's biogas production amount from animal waste makes up 18.22% of Turkey. Yozgat on the other hand, makes up 7.024% of Central Anatolia Region, and 1.266% of Turkey. When we evaluate these rates, we can see that Yozgat's animal waste sourced biogas production potential is an issue worth examining. The possible amount of biogas that can be produced in Yozgat is approximately equal to 28.394 million liter gas oil, 156393249 kg wood, 19380143 kg LPG, 36056080 liter gasolines and 211829472 kWh electric energy. These values show that biogas is an alternative resource of energy resource which can meet the energy needs of the region and the province of Yozgat, but it is not being used. Another important benefit to be provided by the biogas production in Yozgat province and districts is the positive effect of biogas production on the environment and the fertilizer which is brought into a usable form. The province of Yozgat and the surrounding towns have an economy dependent on agriculture, and this production will meet the fertilizer needs of the region. All these findings need to be analyzed and before it is too late, biogas potential from animal waste in Yozgat province and districts needs to be benefited from.

References

- [1] Naçar Koçer, N., Öner, C., Sugözü, İ. 2006. Türkiye'de hayvancılık potansiyeli ve biyogaz üretimi, Doğu Anadolu Bölgesi araştırmaları. Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Elazığ, Türkiye, s. 17-20 (Turkish).
- [2] Kaya, D., Eyidoğan, M., Çoban, V., Çağman, S., Aydoğan, C., Tırıs, M., 2009. Türkiye'nin hayvan kaynaklı biyogaz potansiyeli ve ekonomisi. ICCI, s. 59-62 (Turkish).
- [3] Çankakılıç, F. 2011. Biyogaz, önemi, genel durumu ve Türkiye'deki yeri. Mühendis ve Makine, Cilt: 52, Sayı: 617, s. 94-106 (Turkish).
- [4] Selimoğlu, G. 2008. Büyükbaş hayvan dışkısından biyogaz üretimi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye (Turkish).
- [5] Anonymous, 2011. Biogas can do it; facts, arguments and potentials. Fachverband Biogas e.V.
- [6] Gül, N. 2006. Tavuk gübresinden biyogaz üretim potansiyelinin araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, Türkiye (Turkish).
- [7] Gürel, A., Senel, Z. 2010. Organik atıklardan biyogaz üretimi. Uluslararası II. Trakya Bölgesi Kalkınma-

- Girişimcilik Sempozyumu, Cilt: 1, s. 123-133, 1-2 Ekim, Kırklareli, Türkiye (Turkish).
- [8] Anonymous, 2011. Türkiye'de biyogaz yatırımları için geçerli koşulların ve potansiyelinin değerlendirilmesi. Türk-Alman Biyogaz Projesi (Turkish).
- [9] Yılmaz, V. 2009. Sürdürülebilir bir sistemde biyogaz yeri. V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, s. 203-207, Diyarbakır, Türkiye (Turkish).
- [10] Avcioğlu, A. O., Türker, U., 2012. Status and potential of biogas energy from animal wastes in Turkey. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 26: 1557-1561.
- [11] Anonymous, 2012. Hayvan istatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK), (Turkish).
- [12] Anonymous, 2013. Yenilenebilir enerji kaynakları. Biyogaz (Turkish).
- [13] Kaya, D., Çankakılıç, F., Dikeç, S., Baban, A., Güneş, K., 2005. Türkiye'de tarımsal atıkların değerlendirilmesi rehberi. LIFE 03 TCY/TR/000061 Proje Raporu, Tübitak (Turkish).
- [14] Altıkat, S., Çelik, A., 2012. Iğdır ilinin hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeli. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(1): 61-66, (Turkish).
- [15] Yıldız, O. 2004. Biyogaz teknolojisi ders kitabı. Akdeniz Üniversitesi Yayınları, No: 78, s. 181, Antalya, Türkiye (Turkish).
- [16] Eryılmaz, T., Yeşilyurt, M. K., Cesur, C., Eroğlu, M., C. 2013. Yozgat İli Biyodizel Amaçlı Yağlı Tohumlu Bitki Üretim Potansiyeli. 28. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, 4-6 Eylül, s.219-230 Konya, Türkiye, (Turkish).



Survey of Instant Messaging Applications Encryption Methods

Abdullah Talha Kabakus^{1*}, Resul Kara²

¹ Abant İzzet Baysal University, IT Center, 14280, Bolu, Turkey

² Duzce University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, 81620, Duzce, Turkey

(First received 15 February 2015 and in final form 29 May 2015)

Abstract

Instant messaging applications has already taken the place of traditional Short Messaging Service (SMS) and Multimedia Messaging Service (MMS) due to their popularity and usage easement they provide. Users of instant messaging applications are able to send both text and audio messages, different types of attachments such as photos, videos, and contact information to their contacts in real time. Because of instant messaging applications use internet instead of Short Message Service Technical Realization (GSM), they are free to use and they only require internet connection which is the most common way of communication today. The critical point here is providing privacy of these messages in order to prevent any vulnerable points for hackers and cyber criminals. According to the latest research by PricewaterhouseCoopers, percentage of global cyber attacks is increased to 48% with 42.8 million detected incidents. Another report that is published by security company Postini indicates that 90% of instant messaging targeted threats are highly destructive worms. In this study, instant messaging applications encryption methods are comparatively presented. Instant messaging applications are investigated considering three different target platforms: (1) Desktop clients, (2) web clients, and (3) mobile phone clients. Instant messaging applications are compared through the critical criteria that most research studies emphasize: (1) Text conversation over internet, (2) text conversation after encryption, and (3) text conversation after enabling Secure Sockets Layer (SSL). Finally, authors highlight key requirements of a secure instant messaging application should provide.

Keywords: Instant messaging, digital forensics, message encryption, mobile security

Özet

Anlık mesajlaşma uygulamaları, kolay kullanımları ve popüleritelerinden dolayı geleneksel Kısa Mesajlaşma Servisi (SMS) ve Çoklu Medya Mesajlaşma Servisi (MMS)'in yerini aldı. Anlık mesajlaşma uygulama kullanıcıları, bu uygulamalar aracılığıyla metin, ses mesajları, fotoğraf, video, kişi bilgisi gibi çeşitli türlerdeki ekleri arkadaşlarıyla gerçek zamanlı olarak paylaşabilmektedir. Anlık mesajlaşma uygulamaları Kısa Mesaj Servisi Teknik Gerçekleşmesi (GSM) yerine sadece günümüzde en çok kullanılan iletişim aracı olan internete ihtiyaç duyduğundan dolayı ücretsizdir. Buradaki kritik nokta, siber saldırganlarına ve bilgisayar korsanlarına karşı herhangi açık nokta bırakmamak için bu mesajların güvenliğinin sağlanmasıdır. PricewaterhouseCoopers tarafından yapılan son rapora göre, 2014 yılında tespit edilen uluslararası siber saldırılar sayısı 42.8 milyona çıkarak %48'e yükselmiştir. Postini güvenlik şirketi tarafından yayınlanan başka bir rapor ise anlık mesajlaşmayı hedefleyen tehditlerin %90'ının oldukça yıkıcı soluncanlar olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmada, anlık mesajlaşma uygulamalarının şifreleme yöntemleri karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Anlık mesajlaşma uygulamaları üç farklı platform göz önüne alınarak incelenmiştir: (1) Masaüstü istemcileri, (2) web istemcileri ve (3) mobil telefon istemcileri. Anlık mesajlaşma uygulamaları, birçok araştırmada en çok üzerinde durulan kritik kriterler olan (1) internet üzerinden metin dönüşümü, (2) şifreleme sonrası metin dönüşümü ve (3) Güvenli Giriş Katmanı (SSL) kullanıldıktan sonra yapılan metin dönüşümüne göre karşılaştırılmıştır. Son olarak yazarlar, güvenli bir mesajlaşma uygulamasında bulunması gereken kritik gereksinimleri vurgulamıştır.

Anahtar Kelimeler: Anlık mesajlaşma, adli bilişim, mesaj şifreleme, mobil güvenlik

1. Introduction

Instant messaging applications let users to send both text and audio messages, different types of attachments such as photos, videos and contact information in real time. Most of instant messaging applications provide two types of communication: (1) peer-to-peer, (2) group chat. Advantages of instant messaging applications can be listed as: (1) They are free and just require

internet connection, (2) there is no restriction on the length or the number of messages, (3) they automatically import contacts on mobile phone or another service they support, and (4) they provide users to create richer profiles. Instant messaging applications always top download lists for different platforms. For example, WhatsApp¹ – a cross-platform instant messaging application acquired by Facebook² – is currently (January 2015) the most popular third application on Google Play Store³ – the

* Abdullah Talha Kabakus, E-posta: talha.kabakus@ibu.edu.tr, Tel.: 0374 254 10 00 / 1807, Fax: 0374 253 45 26

¹ <http://www.whatsapp.com>

² <https://www.facebook.com>

³ <https://play.google.com/store>

official application market for Android. According to the recent report of Technoduce⁴, WhatsApp is the most popular instant messaging application with 450 million active monthly users (“Infographic Top 10 Most Popular Instant Messaging Apps In The World,” 2014). Similarly, Facebook Messenger – official messenger application of Facebook - is the most popular second application on Google Play Store with more than 500 million downloads as January 2015. The key reason behind this popularity is that instant messaging applications use internet instead of Short Message Service Technical Realization (GSM), they are free to use and they only require internet connection which is the most common way of communication today. According to the latest research by PricewaterhouseCoopers (“Global Information Security Survey: 2015 Results by Industry,” 2015), average of global cyber attacks is increased to 48% with 42.8 million detected incidents. According to a recent report by security company Postini⁵ (“Instant messaging targeted for malicious worm attack,” 2006), instant messaging threats are increased by 1700% in 2005 and 90% of these threats are highly destructive worms. According to Sanchez J. (Sanchez, 2014), most of these highly-popular instant messaging applications including WhatsApp have some known vulnerabilities.

Yusof and Abidin (Yusof and Abidin, 2011) propose a secure model for instant messaging by adding additional “secure model” and apply a hash algorithm to encrypt the path between transceiver and routing modules as it is shown in Fig. 1.

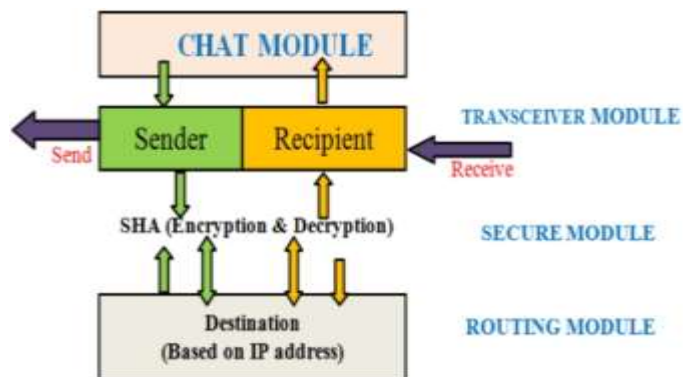


Fig. 1. Proposed instant messaging secure model by Yusof and Abidin (Yusof and Abidin, 2011)

Bodriagov and Buchegger (Bodriagov and Buchegger, 2011) propose a new approach that combines asymmetric and symmetric cryptography methods to encrypt the communication channel. The proposed method does not have sufficient efficiency and functionality for peer-to-peer social networks.

The paper is structured as follows: In section 2, encryption tools that are used by different encryption methods are presented. In section 3, instant messaging applications encryption methods are presented. Section 4 presents results and discussion. Finally, section 5 concludes the paper.

2. Encryption Tools

In this section, encryption tools such as Simp, DB Browser for SQLite that are commonly used by different encryption methods are presented.

2.1. Simp

Simp⁶ secures popular instant messengers such as Google Talk, Yahoo, ICQ, AIM, MSN Messenger by encrypting text messages and file transfers (“Secway,” n.d.). Simp can also encrypt instant messages before they leave the client (“Secway,” n.d.). Simp’s configuration wizard user interface to select instant messaging applications is presented in Fig. 2. Symmetrical algorithms provided by Simp to encrypt messages can be listed as (Barghuthi and Said, 2013):

- AES (128 bits)
- 3DES (Triple DES, 128 bits)
- CAST (128 bits)
- Twofish (128 bits)
- Serpent (128 bits)

Simp provides asymmetrical algorithms for authentication and key agreement such as (Barghuthi and Said, 2013):

- RSA (2048 or 4096 bits)
- Diffie-Hellman
- ElGamal/DSA
- Elliptic curves



Fig. 2. Simp’s configuration wizard user interface

Simp encrypts private keys with a password and a symmetrical algorithm. Hence, the private key is not accessible even the data is stolen (“Secway,” n.d.).

2.2. DB Browser for SQLite

DB Browser for SQLite⁷ is an open-source cross-platform tool to create, design and edit database files compatible with SQLite⁸ (“DB Browser for SQLite,” n.d.). SQLite is a powerful, embedded relational database management system in a compact C library (Owens, 2003). SQLite databases are commonly used by mobile applications to store their artifacts such as message content, contact list (Anglano, 2014; Mahajan et al., 2013). DB Browser for SQLite graphical user interface is shown in Fig. 3.

⁴ <http://www.technoduce.com>

⁵ <http://postini-solutions.com>

⁶ <https://www.secway.fr>

⁷ <http://sqlitebrowser.org>

⁸ <http://www.sqlite.org>

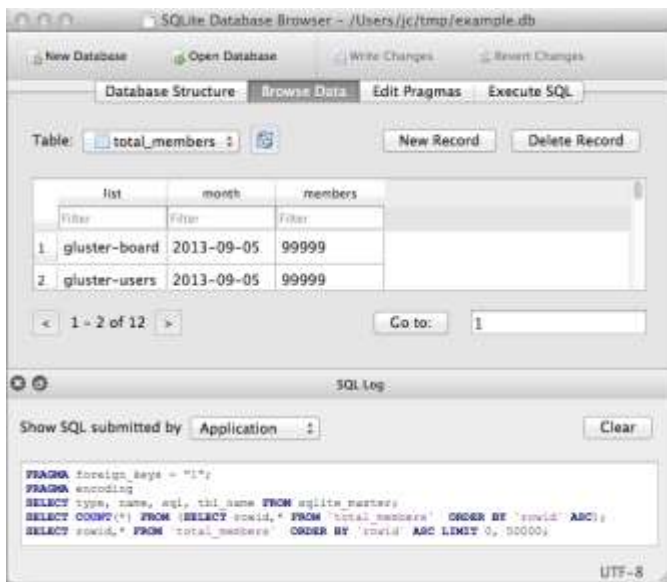


Fig. 3. DB Browser for SQLite graphical user interface (“DB Browser for SQLite,” n.d).

2.3. Wireshark

Wireshark⁹ is a multi-platform, open-source network protocol analyzer that captures, analyzes, and filters network traffic (Kendall, 2007). Wireshark provides a graphical user interface to start-stop packet capturing and analyze captured packets as it is shown in Fig. 4. Barghuthi and Said (Barghuthi and Said, 2013) used Wireshark to analyze instant message encryptions of several instant messengers.

3. Instant Messaging Encryption Tools & Methods

In this section, commonly used instant messaging encryption tools and methods such as secure socket layers, off-the-record messaging and private browsing are described.

3.1. Secure Sockets Layer (SSL)

Secure Sockets Layer (SSL) is the most widely deployed and used security protocol on the internet that offers encryption, source authentication and integrity protection for data exchanged over insecure, public networks (Gupta et al., 2002). SSL has the flexibility to accommodate different cryptographic algorithms for key agreement, encryption and hashing (Gupta et al., 2002). SSL has two main components:

- Handshake protocol provides negotiation between SSL client and server in order to authenticate each other and establish a shared master secret using public-key cryptographic algorithms (Gupta et al., 2002).
- Record layer formats application protocol messages with providing a header for each message and a hash that is generated from Message Authentication Code (MAC)

(McKinley, 2003).

SSL handshake process is shown in Fig. 5 and its steps can be listed as (“The good-to-know’s of SSL and SSL Certificates,” 2009):

- Browser requests a secure session from web server.
- Web server responds this request by sending its certificate that contains information about the site and the established connection such as certificate authority, connection protocol version, and key exchange mechanism.
- If the browser verifies the certificate, it sends a one-time session key that is encrypted with server's public key.
- Server decrypts this one-time session key using its private key.

⁹ <https://www.wireshark.org>

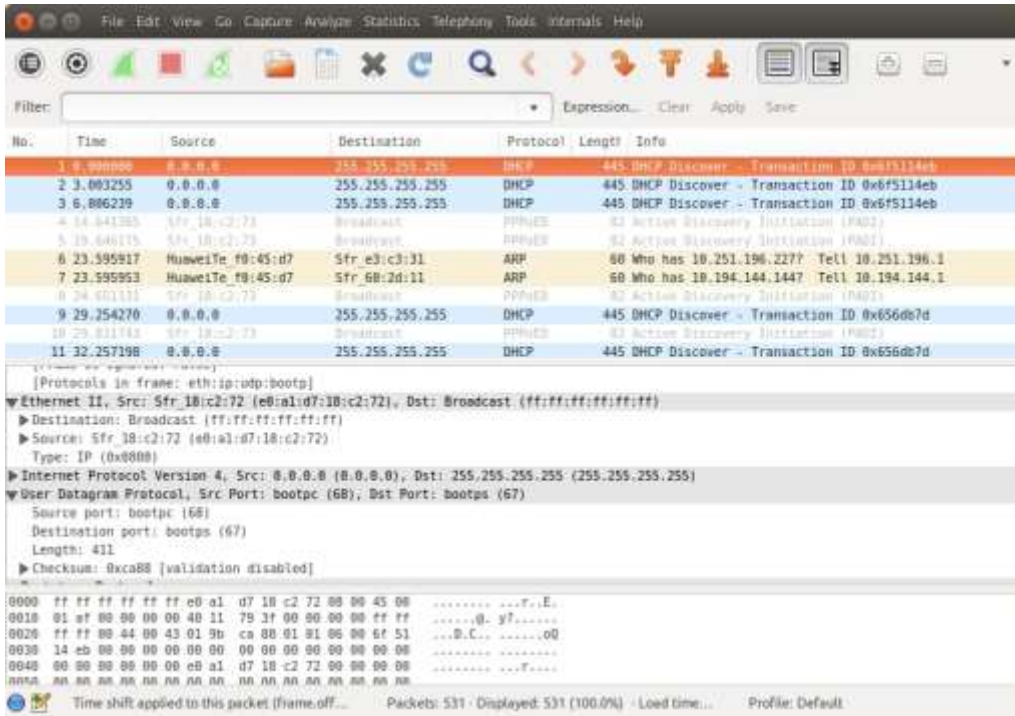


Fig. 4. Wireshark graphical user interface

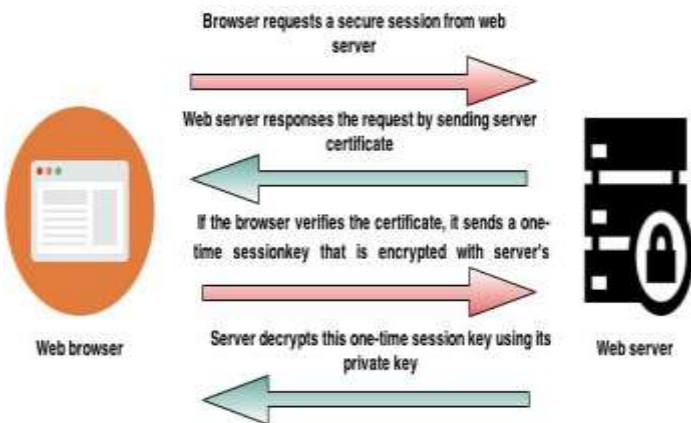


Fig. 5. SSL handshake process

3.2. Off-the-Record (OTR) Messaging

Off-the-record (OTR) messaging is a software that provides private conversations over instant messaging with providing encryption, authentication, perfect forward secrecy, deniability and integrity (Bonneau and Morrison, n.d.; Goldberg, 2006). OTR uses a combination of AES symmetric-key algorithm with 128 bits key length, the Diffie–Hellman key exchange with 1536 bits group size, and the SHA-1 hash function (“Off-the-Record Messaging,” 2014).

3.3. Private Browsing

Private browsing keeps the entire browsing session private by not recording your history of pages visited, by blocking all cookies and temporary internet files that visited websites use (Harvell, 2013; Schneider et al., 2009; Schneider and Evans, 2012). In addition to this, private browsing blocks all installed third-party extensions by default. All modern web browsers such as Google Chrome, Mozilla Firefox, Apple Safari, Opera, and Microsoft Internet Explorer support private browsing. Authors recommend to use web-based instant messaging applications in private browsing mode.

4. Results and Discussion

Instant messengers' encryption methods differ through installed devices. Barghuthi and Said (Barghuthi and Said, 2013) compares instant messaging encrypting methods for three different platforms: (1) Personal computers (PC), (2) web clients, (3) mobile devices. Instant messengers' encryption methods are compared through text conversations. Table 1 presents instant messengers' encryption methods comparisons for PC and Table 2 presents instant messengers' encryption methods comparisons for mobile.

Table 1. Comparison of instant messengers' encryptions for PC (Barghuthi and Said, 2013)

Messenger	Text conversation sent over internet	Text conversation after encryption	Text conversation after enabling SSL
Skype	Encrypted message	Encrypted message	-
Facebook Web Messenger	Plain text	-	Encrypted message
Gmail Web Messenger	Encrypted message	-	Encrypted message
Yahoo Web Messenger	Encrypted message	Encrypted message	-

Messenger	Text conversation sent over internet	Text conversation after encryption	Text conversation after enabling SSL
eBuddy Web Messenger	Plain text	-	Plain text
Google Talk Web Messenger	Plain text	-	Encrypted message

Table 2. Comparison of instant messengers' encryptions for mobile (Barghuthi and Said, 2013)

Messenger	Text conversation sent over internet	Text conversation after encryption	Text conversation after enabling SSL
Skype	Encrypted message	-	-
Facebook Web Messenger	Plain text	-	-
Gmail Web Messenger	Plain text	-	-
Yahoo Web Messenger	Encrypted message	Encrypted message	Encrypted message
eBuddy Web Messenger	Plain text	-	Encrypted message
Google Talk Web Messenger	Plain text	-	Encrypted message

5. Conclusion

Security requirements for instant messengers depend the platform they target. For example, a web-based instant messenger does not in need to store artifacts. But it is a critical process for both PC and mobile instant messengers. These requirements can be combined into a list such as:

- Messages should be sent through SSL protocol
- Web-based instant messengers should service over HTTPS
- If the browser does not support SSL protocol, Virtual Private Network (VPN) should be used to connect a SSL proxy server
- Web-based instant messengers should be used in private browsing mode
- If instant messenger does not encrypt messages, an encryption tool such as Simp must be used for security

References

- Anglano, C., 2014. Forensic analysis of WhatsApp Messenger on Android smartphones. *Digit. Investig.* 11, 201–213. doi:10.1016/j.diin.2014.04.003.
- Barghuthi, N.B. Al, Said, H., 2013. Social Networks IM Forensics: Encryption Analysis. *J. Commun.* 8.
- Bodriagov, O., Buchegger, S., 2011. Encryption for peer-to-peer social networks, in: *Proceedings - 2011 IEEE International Conference on Privacy, Security, Risk and Trust and IEEE International Conference on Social Computing, PASSAT/SocialCom 2011.* pp. 1302–1309. doi:10.1109/PASSAT/SocialCom.2011.158.
- Bonneau, J., Morrison, A., n.d. Finite-State Security Analysis of OTR Version 2. Analysis 2–6.
- DB Browser for SQLite [WWW Document], n.d. URL <http://sqlitebrowser.org> (accessed 27.01.15).
- Global Information Security Survey: 2015 Results by Industry [WWW Document], 2015. PricewaterhouseCoopers. URL <http://www.pwc.com/gx/en/consulting-services/information-security-survey/index.jhtml> (accessed 27.01.15).
- Goldberg, I., 2006. Off-the-Record Messaging.
- Gupta, V., Gupta, S., Chang, S., Stebila, D., 2002. Performance analysis of elliptic curve cryptography for SSL, in: *WiSE '02: Proceedings of the 1st ACM Workshop on Wireless Security.* pp. 87–94. doi:10.1145/570681.570691.
- Harvell, B., 2013. *iConnected: Use AirPlay, iCloud, Apps, and More to Bring Your Apple Devices Together*, 1st ed. Wiley.
- Infographic Top 10 Most Popular Instant Messaging Apps In The World [WWW Document], 2014. URL <http://www.infographicscreator.com/2014/08/30/infographic-top-10-most-popular-instant-messaging-apps-in-the-world/> (accessed 27.01.15).
- Instant messaging targeted for malicious worm attack [WWW Document], 2006. ComputerWeekly. URL <http://www.computerweekly.com/feature/Instant-messaging-targeted-for-malicious-worm-attack> (accessed 27.01.15).
- Kendall, K., 2007. Practical Malware Analysis, Black Hat Conference, USA. doi:10.1016/S1353-4858(12)70109-5.
- Mahajan, A., Dahiya, M., Sanghvi, H., 2013. Forensic Analysis of Instant Messenger Applications on Android Devices. *Int. J. Comput. Appl.* 68, 38–44. doi:10.5120/11602-6965.
- McKinley, H.L., 2003. *SSL and TLS: A Beginners Guide*, Information Security.
- Off-the-Record Messaging [WWW Document], 2014. Wikipedia. URL http://en.wikipedia.org/wiki/Off-the-Record_Messaging (accessed 27.01.15).
- Owens, M., 2003. Embedding an SQL database with SQLite. *Linux J.* 2003, 2.
- Sanchez, J., 2014. Malicious Threats, Vulnerabilities and Defenses in WhatsApp and Mobile Instant Messaging Platforms.
- Schneider, G., Evans, J., Pinard, K.T., 2009. *The Internet - Illustrated*, 6th ed. Cengage Learning.
- Schneider, G.P., Evans, J., 2012. *New Perspectives on the Internet: Comprehensive*, 9th ed. Cengage Learning.
- Secway [WWW Document], n.d. URL <https://www.secway.fr> (accessed 27.01.15).

- The good-to-know's of SSL and SSL Certificates [WWW Document], 2009. doteasy. URL <http://blog.doteasy.com/2009/06/15/the-good-to-knows-of-ssl-and-ssl-certificates/> (accessed 27.01.15).
- Yusof, M.K., Abidin, A.F.A., 2011. A secure private instant messenger, in: 17th Asia-Pacific Conference on Communications, APCC 2011. pp. 821–825. doi:10.1109/APCC.2011.6152921.



Bir Kireçtaşı Ocağında Şev Stabilitesi Durum Çalışmalarının Değerlendirilmesi

Kadir Karaman^{1*}, Şener Aliyazıcıoğlu¹, Ayhan Kesimal¹

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Trabzon

(Dergiye gönderilme tarihi: 29 Ocak 2015, kabul tarihi: 5 Haziran 2015)

Özet

Taşönü (Araklı-Trabzon) kireçtaşı ocağı 2005–2007 yılları arasında üç büyük ölçekli düzlemsel kaymaya maruz kalmıştır. Yenilmelerin killi tabakalar üzerinde gerçekleştiği anlaşılmıştır. Ocaktaki şevlerin eğim açısı ve yüksekliklerinin fazla olması, kontrolsüz patlatmaların yapılması ve aşırı yağış gibi faktörlerin yenilmelere neden olduğu 2004–2015 yılları arasında yapılan çalışmalarda araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Bu makale, kireçtaşı ocağına yönelik yapılan araştırmaların değerlendirmesini yaparak gelecek çalışmalara yön vermeyi amaçlamaktadır. Bu amaca yönelik olarak farklı araştırmacıların yaptığı çalışmalar konularına göre sınıflandırılmış ve elde edilen bulgular tartışılmıştır. Sonuç olarak heyelan sahasında yeni çalışmalara ihtiyaç duyulduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: Şev duraylılığı, Düzlemsel kayma, Patlatma, Kil düzlemi

A Review of Slope Stability Case Studies in a Limestone Quarry

Abstract

Taşönü (Araklı-Trabzon) limestone quarry has been exposed to three large-scale planar failures between 2005 and 2007 years. It is figured out that the failures occurred on clay layers. The factors such as high slope angle and bench height in the quarry, uncontrolled blasting operations and intense rainfall have been reported to cause failures by studies carried out between 2004 and 2015 years. This paper is intended to help the scientists for future works by making the assessment of limestone quarry. For this purpose, the studies performed by different researchers were classified according to their topics, and the results were discussed. Resultantly, it seems that further studies may be implemented in the landslide area.

Key Words: Slope stability, Planar failure, Blasting, Clay layer

1. Giriş

Araklı Taşönü kireçtaşı ocağı, Türkiye ekonomisine önemli katkılar sağlayan Aşkale Çimento Fabrikasının hammadde ihtiyacının yaklaşık % 80'ini karşılamaktadır. Söz konusu ocak sahasında 2005–2007 yılları arasında, yoğun yağıştan sonra 3 ayrı düzlemsel kayma/heyelan meydana gelmiştir. Oluşan kaymanın şev dışına eğimli bir kil dolgu üzerinde düzlemsel kayma şeklinde gerçekleştiği ve bunun nedenleri olarak ocaktaki üretim aynalarının düzensiz, yüksekliklerinin ve eğiminin büyük olması, kontrolsüz patlatmaların yapılması ve bölgenin aşırı miktarda yağış alması gösterilmiştir (Erçikdi ve ark., 2006).

Sahada düzlemsel kaymalardan sonra oluşan şevlerde gerilme çatlakları meydana gelmiştir. Oluşan gerilme çatlakları ile heyelan alanı arasında kalan kaya kütlelerinin de söz konusu killi seviye boyunca kayma olasılığı bulunduğundan üretim açısından şevlerin risk içerdiği görülmüştür. Bu nedenle, ocakta üretim 2009 yılından itibaren heyelan sahasının güney ve güney-doğusunda devam etmiştir. Üretim sahasının yatay uzunluğu yaklaşık 400 metre civarında, düşey derinliği ise 10–70 metre arasında değişmektedir. Ocakta Kireçhane Formasyonuna ait kireçtaşları

(biyomikritik kireçtaşı, killi/kumlu kireçtaşı, karstik boşluklu ve makro fosilli kireçtaşı vb.) bulunmaktadır. Kireçtaşı ocağında büyük ölçekli düzlemsel kaymaların meydana gelmesi, birçok araştırmacının çalışma alanı olarak bu sahayı seçmesine yol açmıştır (Erçikdi ve ark., 2004; Cihangir ve ark., 2005; Kesimal ve ark., 2008; Ceryan ve ark., 2009a; Karaman ve ark., 2013; Aliyazıcıoğlu ve ark., 2015). Bu çalışmanın amacı Araklı Taşönü kireçtaşı ocağında geçmişten günümüze kadar farklı konularda yapılan çalışmaları değerlendirmek ve ocakta gelecekte yapılacak çalışmalara yön vermektir. Bu amaca yönelik olarak kireçtaşı sahasındaki çalışmalar farklı sınıflara ayrılarak aşağıda sunulmuştur.

2. Kireçtaşı Ocağında Yapılan Çalışmalar

2.1. Patlatma kaynaklı parametrelerin (ivme, hava şoku vb.) yapılara ve şev duraylılığı üzerine etkisi

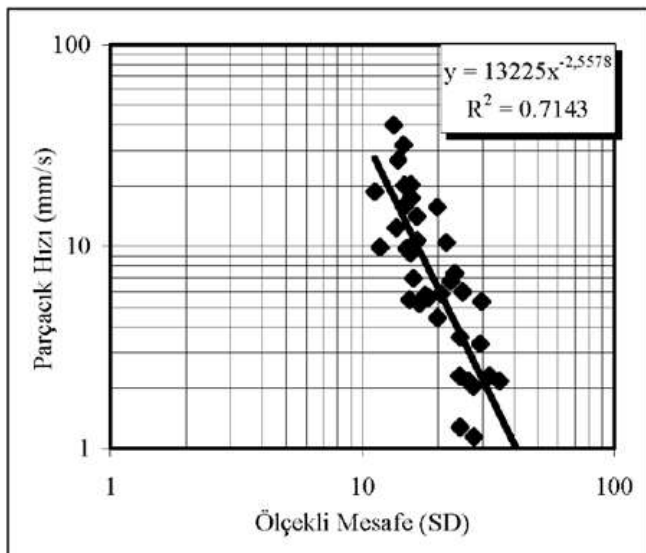
Erçikdi ve ark., (2004a) Araklı-Taşönü kalker ocağında patlatmadan kaynaklanan yer titreşimlerinin çevre yapılara olan etkilerini araştırmıştır (Şekil 1). Yazarlar, yapılarda oluşan

çatlakların büyük bir kısmının ocakta daha önceden yapılan kontrolsüz büyük atımlardan; bir kısmının, inşa yönteminden dolayı atmosferik olaylardan (yağmur ve kar sularının iyi drene edilememesi); bir kısmının ise, yapının zamanla taşıyıcı özelliklerini kaybetmesinden dolayı oluştuğunu ifade etmişlerdir. Bu bağlamda 2003 yılında kireçtaşı ocağında yapılan 31 adet atımın yersarsıntısı unsurları ölçülerek elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, maksimum parçacık hızı (PPV) ile ölçekli mesafe (SD) arasında $PPV = 7236.7 SD^{-2.2616}$ eşitliği 0.68 kararlılık katsayısı ile bulunmuştur. Elde edilen genel eşitlik kullanılarak bundan sonra bu bölgede yapılacak patlatmalar için bir kılavuz görevi görececek bir ölçekli mesafe tablosu oluşturulmuş ve patlatmadan kaynaklanan çevresel etkilerin en aza indirilmesi ile patlatma koşullarının iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Tüm hava şoku kayıtları, gürültüden rahatsız olma seviyesi olan 140 dB değerinden düşük çıkmıştır. Bununla beraber, 31 adet ölçüm sonuçları sonrasında, 17 atımın yer değiştirme değerinin, aşılmaması gereken değerden (0.1 mm) yüksek olduğu görülmüştür. Yazarlar hasar riskini azaltmak için çalışma sahasında kontrollü patlatma işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.



Şekil 1. Çevredeki yapılarda önceki atımlar sonucu oluştuğu düşünülen çatlaklar (Erçikdi ve ark., 2004a)

Erçikdi ve ark., (2004b) yer sarsıntısı, hava şoku ve kaya fırlaması gibi başlıca çevresel sorunları en aza indirmek adına patlatma kaynaklı yer sarsıntısının tahminine yönelik yaptıkları çalışmada, 2003-2004 yılları arasında yapılan toplam 38 adet atımın ölçüm sonuçlarını değerlendirmişlerdir. PPV ile SD arasında $PPV(mm/sn)=13225SD^{-2.5578}$ bağıntısı $R^2=0.71$ kararlılık katsayısı ile hesaplanmıştır (Şekil 2). Maksimum parçacık hızının artmasıyla birlikte ivme ve yer değiştirme değerleri de paralel olarak artış göstermiştir. Yazarlar bazı atımların yer değiştirme değerinin aşılmaması gereken değerden (0.1 mm) yüksek olduğu ve düşük frekansların yer değiştirme değerini artırıcı yönde etki ettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca yazarlara göre maksimum parçacık hızı uzaklık arttıkça düşmüş ve gecikme başına kullanılan patlayıcı miktarının azaltılması titreşimlerin düşürülmesinde olumlu sonuç vermiştir.



Şekil 2. Parçacık hızı ve ölçekli mesafe arasındaki ilişki (Erçikdi ve ark., 2004b)

Cihangir ve ark., (2005) yer sarsıntısı, hava şoku, kaya fırlaması, toz ve zehirli gazlar gibi açık ocak patlatmalarında ortaya çıkan çevresel sorunları irdeleme adına yaptıkları çalışmada, 2003-2004 yılları arasında yapılan 49 farklı atım ölçüm sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda PPV ve SD değerleri arasındaki ilişki $PPV=4104.4xSD^{2.1458}$ 0.62 kararlılık katsayısı ile bulunmuştur. Hava şokları kayıtları en yüksek 132.4 dB, en düşük 104.9 dB değerlerinde olmuştur. Bu değerler standartlardaki gürültüden rahatsız olma seviyesi olan 140 dB değerinden düşüktür. Dolayısıyla çevresel rahatsızlık oluşturmayacağı anlaşılmıştır. Yazarlar, titreşim ölçümü kaydedilen atımların ilk 25'ine herhangi bir müdahalede bulunmamış, 26-31 arasındaki 6 atımda değişik tasarımlar uygulamış ve elde edilen değerlere göre geri kalan 18 atımı, geliştirtirdikleri optimum patlatma tasarımına göre gerçekleştirmişlerdir.

Erçikdi ve ark., (2006) Taşönü kireçtaşı ocağında meydana gelen heyelan sonrası geride kalan nihai şevin uzun dönemli durabilitesini değerlendirmek ve alınması gereken tedbirleri belirlemek için şev durabilite analizleri yapmışlardır (Şekil 3). Yazarlar tarafından yerinde yaptıkları incelemeler sonucunda, oluşan kaymanın düzlemsel kayma şeklinde gerçekleştiğini ve ocaktaki üretim aynalarının düzensiz ve dike yakın olması, kontrolsüz atımların yapılması, yeraltı suyu seviyesinin yüksekliği ve bölgenin aşırı miktarda yağış alması bu kaymanın nedenleri olarak gösterilmiştir. Kayma sonucu şev gerisinde oluşan gerilme çatlaklarının (Şekil 4) da dikkate alındığı çalışmada yazarlar, heyelan sonrası oluşan şevlerin güvenlik katsayısının 1.2 limit seviyesinin altında olduğunu ve bu nedenle bölgede olası yeni heyelanların oluşabileceğini ortaya koymuşlardır.



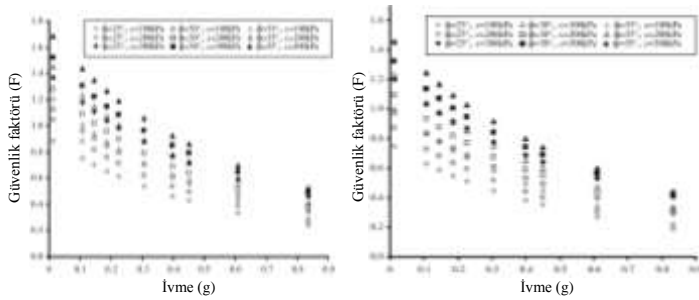
Şekil 3. Şevlerin kayma oluştuktan sonraki (a) ve yakından görünümü (b) (Erçikdi ve ark., 2006)



Şekil 4. Kayma sonucu şev gerisinde oluşan gerilme çatlakları (Erçikdi ve ark., 2006)

Kesimal ve ark., (2008) çalışma sahasında patlatma kaynaklı ivmelerin şev duraylılığına etkisini limit denge analizleri ile araştırmışlardır. Düzlemsel kayma sonrasında oluşan gerilme çatlaklarının kuru ve suya doymun olduğu durumu patlatma ivmeleriyle birlikte değerlendirmişlerdir. Yazarlar limit denge analizlerine göre düşük patlatma ivmelerinin şev duraylılığı

üzerinde pozitif etki yaptığını ifade etmişlerdir (Şekil 5). Patlatma ivmesi 0.2g değerinin üzerinde olduğunda ise şevlerde yenilmelerin olduğunu ve güvenli şevler için söz konusu ivmenin 0.1g ve altında olması gerektiğini vurgulamışlardır. Çalışma sahasının genel olarak yağışlı bir iklime sahip olmasından dolayı, bunun şev duraylılığını olumsuz olarak etkilediğini belirtmişlerdir.



Şekil 5. Güvenlik faktörlerinin kuru (a) ve yağışlı durum için değişimi (Kesimal ve ark., 2008)

2.2. Kayma düzlemindeki kil tabakasının özelliklerinin araştırılması

Ceryan ve ark., (2009a) yaptığı çalışmada, düzlemsel yenilmelerin oluştuğu kil tabakasının (15 cm kalınlığındaki) mühendislik özelliklerini irdelemiştir. Yazarlar, killi tabakalardan aldıkları örneklerin ağırlıkça kil yüzdeleri, killerin türlerini, makaslama dayanımlarını, aktivitelelerini, şişme potansiyelini, likit ve plastik limit değerlerini ve zemin sınıflamasını belirlemişlerdir.

Ceryan ve ark., (2009b) benzer bir çalışmada, kireçtaşı ocağında gelişen 3 farklı düzlemsel kayma tipi yenilmeyi kolaylaştıran kil içeren tabakanın jeomekanik ve jeofizik özelliklerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda killi seviyelerden alınan örneklerin yüksek plastisiteli kil (CH) grubuna girdiği, ayrıca kil içindeki metal kirlilik oranları da irdelenerek demir oksit oranı (%3.6-6.8) değişimine bağlı olarak kil çeşitliliği ortaya konulmuştur. Yazarlar XRD analizleri sonucunda söz konusu kırmızı renkli killi seviyeden aldıkları örneklerdeki kil minerallerinin büyük çoğunlukla (% 85-90'ı) montmorillonit az miktarda (%10-15'i) illit türünde olduklarını belirlenmiştir. Tabaka düzlemlerine ait kil dolgularındaki killer ise kaolinit olarak yazarlar tarafından belirlenmiştir. Kırmızı renkli killi seviyeden alınan örnekler “yüksek plastisiteli kil”, tabaka düzlemlerindeki kil dolgularından alınan örnekler ise “düşük plastisiteli kil” grubuna dahil olmuştur. Yazarlar, killi seviyeler ve dolgu malzemesi için elde edilen indeks ve makaslama dayanım değerlerini ocaktaki açılacak kazı şevlerinin duraylılığının araştırılmasında kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

2.3. Kaya malzemesi üzerine yapılan deneysel çalışmalar

Karaman ve ark., (2010) kireçtaşı ocağından alınan silindirik killi kireçtaşı numunelerinde ultrasonik P dalga hızı değerlerinin karot uzunluğuna ve su içeriğine göre değişimlerini irdelemiştir. Çalışmada kullanılan NX (54.7 mm) çaplı karot örneklerinin boy (L)/çap (D) oranları 0.46, 0.91, 1.37, 1.83 ve 2.29 şeklinde olmuştur. Yazarlar, kireçtaşı örneklerinde numune boyutu arttıkça suya doygun halde kil içeriğinden dolayı örneklerde yumuşama gerçekleşebildiğini ifade etmişlerdir. Buna bağlı olarak suya doygun durumda örnek boyutunun artmasıyla ultrasonik P dalga hızının azaldığı gözlenmiştir. Çalışmada ayrıca killi kireçtaşı örnekleri için en uygun L/D oranı aralığının $1.1 \leq L/D \leq 2$ olması gerektiğini tavsiye etmişlerdir.

Karaman ve ark., (2011) yaptığı çalışmada kireçtaşlarını içsel özellikleri, renkleri ve fiziko-mekanik deney sonuçlarını dikkate alarak 4 farklı bölgeye ayırmışlardır. Örneklerin schmidt sertlik, ultrasonik dalga hızı ve ağırlıkça su emme yüzde değerlerini sahanın ayrışma durumunu değerlendirmek için belirlemişlerdir. Bu değerler neticesinde kireçtaşlarının ayrışma durumunu yansıtabilen ağırlıkça su emme yüzdesine göre bir ayrışma sınıfı ortaya koymuşlardır. Kireçtaşlarının ana minerali olan kalsitin erime proseslerinin de tartışıldığı çalışmada, kimyasal analizler ve paleontolojik ince kesitler ile erime ve ayrışma durumları da tartışılmıştır. Ayrışma sonucunda kil ve kuvars minerallerinin arttığı vurgulanmıştır. Yapılan deney ve analizler sonucunda çalışılan kayaçlar genel olarak taze, az ayrılmış ve orta ayrılmış sınıflarına dahil olmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Kayaçların ayrışma durumları (Karaman ve ark., 2011)

Zonlar	Schmidt sertliği	P-dalga hızı (m/s)	Ağırlıkça su emme yüzdesi
Zon – 1	Az ayrılmış	Az ayrılmış	Az ayrılmış
Zon – 2	Ayrılmamış (taze)	Az ayrılmış	Ayrılmamış (taze)
Zon – 3	Orta derece ayrılmış	Orta ayrılmış	Orta ayrılmış
Zon – 4	Az ayrılmış	Az ayrılmış	Az ayrılmış

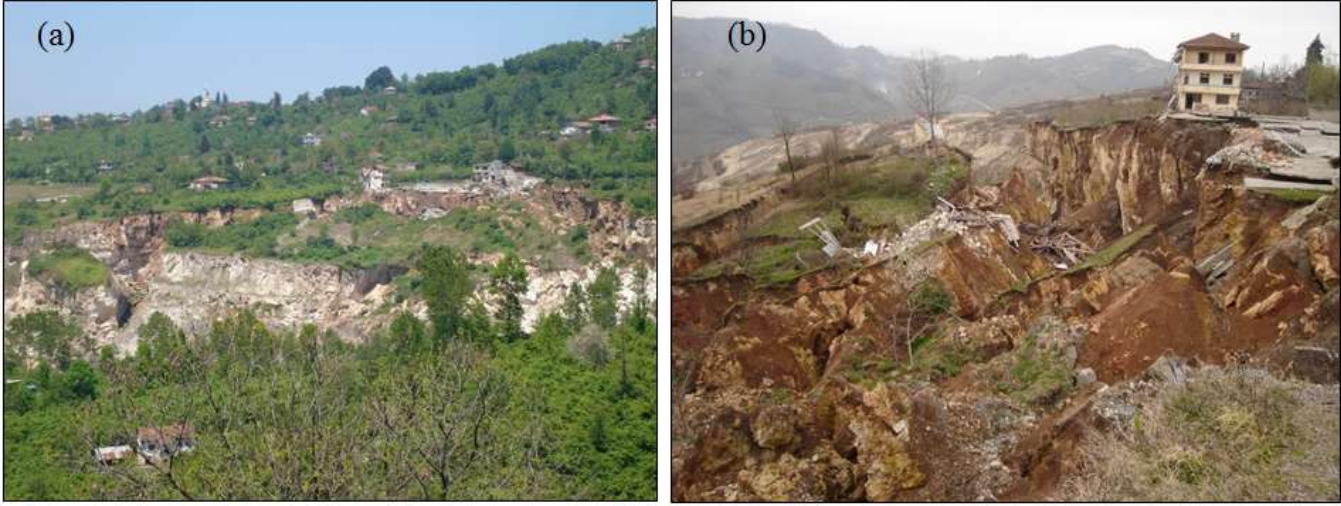
Ceryan ve ark., (2012) kireçtaşı ocağına ait kayaçların tek eksenli basınç dayanımını (UCS) tahmin etmede geliştirilmiş regresyon sinir ağı (GRSA) modelinin geliştirilmesini amaçlamışlardır. Bu kapsamda, kayaçların toplam ve efektif porozitesi, suda dağılma dayanım indeksi ve P dalga hızı parametreleri kullanılmıştır. Farklı lineer regresyon analizlerin kombinasyonu neticesinde bir tahmin modeli geliştirilerek, GRSA oluşturulmuştur. Çalışmada yazarlar UCS tahmininde alternatif bir yapay sinir ağı kullanmışlardır. Ceryan ve ark., (2013) ise yukarıdaki çalışmaya ilave olarak mineralojik özellikleri de modele katarak UCS değerlerini tahmin etmeye çalışmışlardır.

2.4. Yeni üretim sahası ile ilgili yapılan çalışmalar

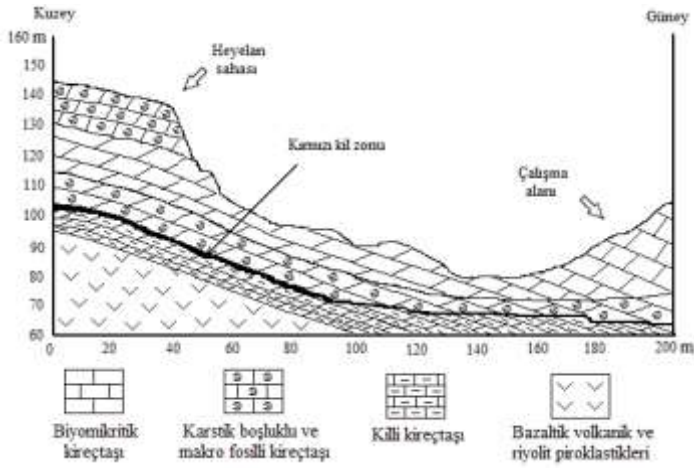
Düzlemsel kaymalar sonrasında oluşan şevlerin arkasında gerilme çatlaklarının olması, kil düzlemlerinin mevcudiyetini koruması gibi nedenlerle heyelan sahasında üretim yapılamaz duruma gelmiştir (Şekil 6). Bu nedenle heyelan sahasının güney ve güneydoğusunda üretim başlamıştır. Karaman ve ark., (2013) heyelan sahasının karşısında 2009 yılında üretime başlayan yeni sahadaki şevlerin duraylılığı ve kayaçların kazılabilirliği konusunda çalışma yapmışlardır (Şekil 7). Yazarlar sahadaki şevleri süreksizlik ve jeolojik özelliklerinden yararlanarak üç farklı bölgeye ayırmış ve detaylı arazi ve laboratuvar çalışmaları yapmışlardır. Şev duraylılıkları önce kinematik analizler ile değerlendirilmiş, daha sonra Şev Duraylılığı Olasılık Sınıflama (SSPC) sistemi ve Şev Kütle Puanlamasına (SMR) göre değerlendirilmiştir. Çalışmada ayrıca sahadaki kayaçların kazılabilirliği ile kazıcı türünün (patlatma ve makinalı) şev duraylılığı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Kinematik analiz sonuçları yeni sahada düzlemsel, kama tipi ve devrilme türü yenilmelerin olmayacağını göstermiştir. SSPC süreksizliklerin yönelimine bağlı duraylılık analizleri şev-2'nin eğim açısı 66°'dan büyük olması durumunda kayma yenilmesi gerçekleşebileceğini ortaya çıkarmıştır. Yönelime bağımlı duraylılık analizleri ayrıca yeni sahadaki süreksizliklerin (1. süreksizlik takımı) görünür eğim açısının şev içine doğru olduğundan duraylılığı artırdığını göstermiştir. Heyelan sahasındaki süreksizliklerin ise şev dışına eğimli olmasından dolayı heyelan sahasındaki şevlerin duraylılığının olumsuz yönde

etkileneceğini belirtmişlerdir. Kayaçlar kazılabilirlik açısından kolay sıyrılabilir sınıfa dahil olmuştur. Kayaç kazısı patlatma ile yapılması durumunda şevlerin duraylılığının olumsuz etkilendiği görülmüştür (Şekil 8). Yazarlar kinematik, SSPC ve SMR analizleri sonuçlarına göre güvenli şev eğimlerinin şev-1, şev-2

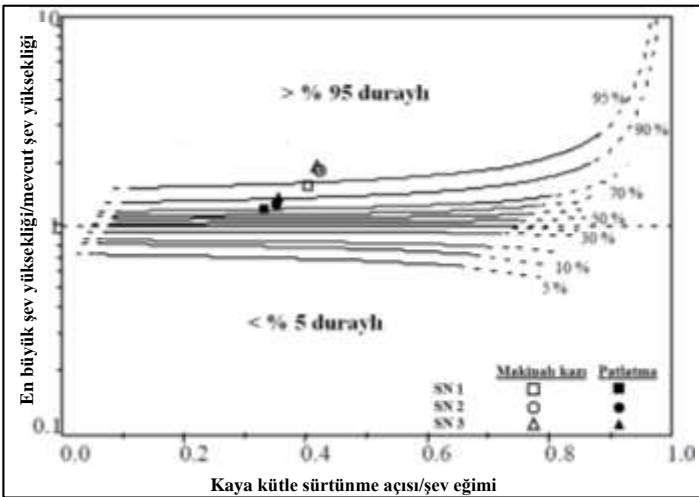
ve şev-3 için sırasıyla 70°, 66° ve 75°, şev yüksekliklerinin ise 8 metre olması gerektiğini vurgulamışlardır.



Şekil 6. Heyelanların uzaktan (a) ve yakından (b) görünümü (Karaman ve ark., 2013)



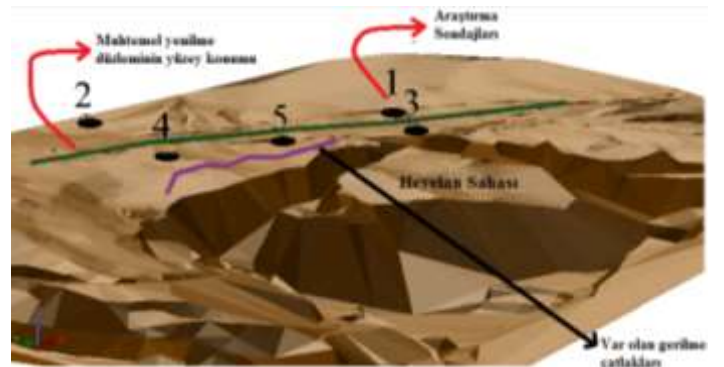
Şekil 7. Heyelan ve yeni saha için jeolojik en kesit (Karaman ve ark., 2013)



Şekil 8. Kazıcı türünün şev duraylılığı üzerine etkisi (Karaman ve ark., 2013)

2.5. Heyelan sahasının modellenmesi

Aliyazıcıoğlu ve ark., (2015) kil tabakasının mevcut durumunu gözlemek ve potansiyel yenilme zonlarını araştırmak amacıyla yapılan 5 adet araştırma sondajını (toplam 193 metre) değerlendirmişlerdir. Sondaj bulguları kil tabakasına ilave olarak çalışma sahasında olası bir yenilme düzleminin de olabileceğini göstermiştir. Olası yenilme düzleminin eğim açıları ile arazi gözlemleri değerlendirilerek yenilmenin boyutları ile içerdiği riskler ortaya konulmuştur. Sondaj verileri ile arazi modeli 3 boyutlu (3D) olarak Gemcom Surpac 6.2 programında oluşturulmuştur (Şekil 9). Heyelan sahasına ait araştırma sondaj noktaları, heyelanlar sonrası kayan bloklar, şev gerisindeki gerilme çatlakları ve muhtemel yenilme düzleminin yüzey konumu Şekil 9'da görünmektedir. Yazarlar bu çalışma ile olası yenilmenin mevcut gerilme çatlağının gerisine kadar uzanabileceğini göstermişlerdir. Aliyazıcıoğlu ve ark., (2015) heyelan sahasındaki araştırma sondajlarından elde ettikleri mevcut durumu yansıtan verileri değerlendirmişlerdir. Ancak heyelan sahasındaki şevlerin uzun dönemde duraylılıklarının sağlanması adına ilave çalışmaların (tasarım ve modellemeler, sayısal analiz ve bulanık yöntemler vb.) yapılması gerektiği anlaşılmaktadır.



Şekil 9. Olası kayma düzleminin yüzey konumunun 3D görünümü (Aliyazıcıoğlu ve ark., 2015)

3. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma kapsamında Taşönü (Araklı-Trabzon) kireçtaşı ocağında 2004–2015 yılları arasında yapılan bilimsel çalışmaların sonuçları değerlendirilmiştir. Çalışmalar genel olarak 5 grup altında (patlatmanın şev duraylılığına etkisi, heyelana neden olan kil malzemesinin özellikleri, kaya malzemesi üzerine yapılan çalışmalar, yeni üretim sahasının değerlendirilmesi ve heyelan sahasının modellenmesi) toplanmıştır.

Patlatma ile ilgili yapılan çalışmalarda genel olarak farklı sayıda atım sonuçları değerlendirilerek patlatma kaynaklı çevresel sorunları en aza indirme adına ölçüm sonuçları değerlendirilmiş ve kireçtaşı ocağında yapılacak patlatmalar için maksimum parçacık hızı, ölçekli mesafe hesaplanmış, gürültü değerleri analiz edilerek çevresel sorunlar ile çözüm önerileri ortaya konulmuştur.

Killer üzerine yapılan çalışmada, düzlemsel yenilmelerin üzerinde olduğu kil tabakasının mühendislik özellikleri (ağırlıkça kil yüzdeleri, killerin türleri, makaslama dayanımları, aktiviteleri, şişme potansiyeli, likit ve plastik limit değerleri ve zemin sınıflaması) belirlenmiştir. Yazarlar, killi seviyeler ve dolgu malzemesi için elde edilen indeks ve makaslama dayanım değerlerinin ocaktaki açılacak kazı şevlerinin duraylılığının araştırılmasında kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Kaya malzemesi üzerine yapılan çalışmalarda ilk olarak karot örneklerinin su içeriği ve uzunluk değişimine bağlı olarak ultrasonik P dalga hızındaki değişimler araştırılmıştır. Suyun killi örneklerde kaya sertliğini bozarak yumuşamaya neden olduğu ve karot uzunluğunun artışına paralel olarak P dalga hızında azalma meydana geldiği vurgulanmıştır. Bir diğer çalışma ise sahadaki kayaçların ayrışma durumunun değerlendirilmesi olmuştur. Yazarlar 4 farklı bölgeye ayırdıkları kayaçların ayrışma durumlarını belirlemiş ve pratik olması açısından ağırlıkça su emme yüzdesine göre çalışma sahası için yeni bir ayrışma sınıflaması önermişlerdir. Bir diğer çalışmada da kaya malzemesinin UCS parametresinin pratik yoldan tahminine yönelik geliştirilmiş regresyon sinir ağı modeli kullanılmıştır.

Heyelan sahasının karşısındaki üretim şevlerinin duraylılığı ve kayaç kazılabilirliği araştırılmıştır. Bu kapsamda yeni sahanın patlatma gerektirmediği belirlenmiştir. Ayrıca optimum şev yüksekliği ve şev açıları da yapılan analizler sonucunda önerilmiştir. Heyelan sahasının modellenmesi çalışmasında ise araştırma sondajlarının önemli olduğu vurgulanmıştır. Arazi gözlemleri ile elde edilemeyen muhtemel yenilme zonlarının araştırma sondajları ile tespit edilmesi ve üç boyutlu olarak modellenmesi ile yenilmenin hangi alanlarda etkili olacağı geniş bir açıdan ele alınmıştır.

Sahada yapılan bilimsel çalışmaların her biri kendi alanlarında literatüre önemli katkılar sunmuştur. Bu sahadan elde edilen teknik bilgi ve tecrübelerin benzer özellikteki ocaklara uygulanması önerilmektedir. Ayrıca araştırma sondajlarının önemli olduğu açıktır. Üretim öncesinde araştırma sondajları ile muhtemel yenilme zonları tespit edilmelidir. Kayaç kazılabilirliği araştırılmalı eğer patlatma gerekiyor ise bunun kontrollü bir şekilde yapılması gerekmektedir. Ayrıca muhtemel şev yenilmelerini en aza indirmek için optimum şev açısı ve yüksekliğinin tasarımı, maden ve taş ocakları için büyük önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Aliyazıcıoğlu Ş., Karaman K., Kesimal A., Cihangir F., Erçikdi B. 2015. Bir kireçtaşı ocağında (Araklı-Trabzon) sondajların 3 boyutlu analizi yoluyla kaya şev duraylılığı değerlendirmesi. Türkiye 24. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi, 14-17 Nisan, 2015, Antalya, 242-248.
- Ceryan N., Celtek S., Kesimal A. 2009. Taşönü (Araklı/Trabzon) heyelanının kayma düzlemindeki killerin mühendislik özellikleri. 14. Ulusal Kil Sempozyumu, 1-3 Ekim, 2009, Trabzon.
- Ceryan N., Kesimal A., Aydın A. 2009. Trabzon-Taşönü malzeme ocağındaki killerin mühendislik özellikleri. Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi 15 (3), 447-456.
- Ceryan N., Okkan U., Kesimal A. 2012. Application of generalized regression neural networks in predicting the unconfined compressive strength of carbonate rocks. Rock Mech Rock Eng 453, 1055-1072.
- Ceryan N., Okkan U., Kesimal A. 2013. Prediction of unconfined compressive strength of carbonate rocks using artificial neural networks. Environ Earth Sci 68, 807-819.
- Cihangir F., Kesimal A., Erçikdi B., Durmuş O. 2005. Bir kalker ocağında patlatmak kazılardan kaynaklanan çevresel etkilerin analizi. Madencilik ve Çevre Sempozyumu, 5-6 Mayıs, 2005, Ankara.
- Erçikdi B., Kesimal A., Yılmaz E. 2004. Araklı-Taşönü kalker ocağında patlatma kaynaklı yer sarsıntılarının değerlendirilmesi. VII. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, 21-22 Ekim, 2004, Sivas.
- Erçikdi B., Kesimal A., Yılmaz E., Cihangir F. 2004. Patlatma kaynaklı yersarsıntısı ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 7, 195-215.
- Erçikdi B., Cihangir F., Kesimal A. 2006. Düzlemsel kaymanın olduğu bir kireçtaşı ocağında güvenlik katsayılarının belirlenmesi: örnek bir uygulama. İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi 19 (2) 121-129.
- Karaman K., Cihangir F., Erçikdi B., Kesimal A. 2010. Killi-karbonatlı kayaçlarda numune uzunluğunun ultrasonik P-dalga hızı üzerindeki etkisi. Madencilik Dergisi 49 (4), 37-45.
- Karaman K., Cihangir F., Erçikdi B., Kesimal A. 2011. Kireçtaşlarının ağırlıkça su emme yüzdelere göre bir ayrışma sınıflaması. İstanbul Yerbilimleri Dergisi 24 (2), 119-128.
- Karaman K., Erçikdi B., Kesimal A. 2013. The assessment of slope stability and rock excavatability in a limestone quarry. Earth Sci. Res. SJ. 17 (2) 169-181.
- Kesimal A., Erçikdi B., Cihangir F. 2008. Environmental impacts of blast-induced acceleration on slope instability at a limestone quarry. Environ Geol 54, 381-389.



Microwave-Assisted Synthesis of Some Benzimidazole Derivatives Containing Imine Function

Gülay Akyüz, Fatih Yılmaz, Emre Mentese*

Department of Chemistry, Faculty of Art and Sciences, Recep Tayyip Erdogan University, Rize, emre.mentese@erdogan.edu.tr

(First received 25 March 2015 and in final form 9 June 2015)

Abstract

Benzimidazole is an important pharmacophore in modern drug discovery. Many benzimidazole derivatives have been synthesized by organic chemists to obtain new drug candidates. In this work, seven new benzimidazole derivatives containing imine function have been synthesized by using microwave irradiation and conventional heating procedure. The results showed that microwave heating has many advantages on classical heating procedure on yields, purity of product and reduced times.

Keywords: Benzimidazole, Schiff base, Microwave irradiation, Imine function

İmin Fonksiyonu İçeren Bazı Benzimidazol Türevlerinin Mikrodalga Destekli Sentezi

Özet

Benzimidazol modern ilaç keşfinde önemli bir farmakofordur. Birçok benzimidazole türevi yeni ilaç adayı bileşikler elde etmek amacıyla organik kimyacılar tarafından sentezlenmektedir. Bu çalışmada, imin fonksiyonu içeren yedi yeni benzimidazol türevi bileşik mikrodalga ışıma ve geleneksel yöntemle sentezlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre mikrodalga ısıtmanın geleneksel ısıtmaya göre verim, üründeki saflık ve zaman yönünde avantajları olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Benzimidazol, Schiff bazı, Mikrodalga Işıma, İmin fonksiyonu

1. Introduction

Benzimidazoles are heterocyclic aromatic organic compounds. These compounds are bicyclic in nature which consists benzene and imidazole (Barker et al. 1960). The use of benzimidazole dates many years back (Patil et al. 2008). In 1990 various benzimidazole derivatives were synthesized with substitution of fluorine, propylene and tetrahydroquinoline. These new compounds resulted in increased stability, biological activity and bioavailability (Kubo et al. 1990; Uchida et al. 1990). So, some benzimidazole drugs used in both human and veterinary medicine (Velik et al. 2004) such as anti-inflammatory (Kulkarni et al. 2013), analgesic (Achar et al. 2010), antimicrobial (Soni et al. 2012), antitumor (Gowda et al. 2009), anticancer (Rashid et al. 2012), antibacterial (Tuncbilek et al. 2009), antihypertensive (Wang et al. 2012), protein kinase inhibitory (Sarno et al. 2011), antitubercular activity (Kumar et al. 2011), lipase inhibition (Mentese et al. 2014), anti urease (Bekircan et al. 2014). Because of these biological and pharmacological activities, nowadays there has been an increasing interest in the chemistry of imidazole fused benzimidazole (Chen et al. 2011). There are some ways to synthesis of benzimidazoles. In recent years synthetic methods have been used but because of poor yields, use of expensive reagents and long reaction time need more economical and environmental conditions (Dawood et al. 2011; Varma 2012). The use of microwave irradiation for synthesis; the reaction rates, the yields

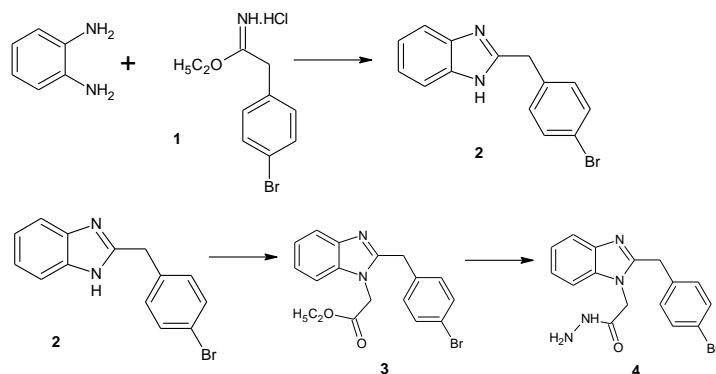
of products can be increased (Kappe 2004). Because of these reasons many benzimidazole derivatives have been synthesised with microwave irradiation (Yılmaz et al. 2013).

In this work, we have synthesized some benzimidazole derivatives containing imine function by using microwave irradiation and conventional heating procedure. The yields of these two methods were compared.

2. Result and Discussion

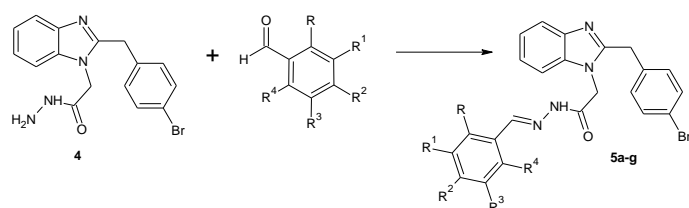
In this study, we have synthesized some benzimidazole derivatives containing imine function by using microwave heating and conventional procedures. Firstly, compound **1**, ethylimido-p-bromophenylacetate hydrochloride, was prepared according to the literature (Kahveci 2005). Then, this compound (**1**) was treated with *o*-phenylenediamine in methanol to synthesize 2-(4-bromobenzyl)-1*H*-benzimidazole (**2**). The compound **2** was treated with ethyl bromoacetate in acetone with dry K₂CO₃ to synthesize ethyl [2-(4-bromobenzyl)-1*H*-benzimidazol-1-yl]acetate (**3**). Ethoxy group is an easy leaving group. Treatment of compound **3** with hydrazine monohydrate in ethanol gave 2-[2-(4-bromobenzyl)-1*H*-benzimidazol-1-yl]acetohydrazide (**4**) (Scheme 1.) (Mentese et al. 2015).

Scheme 2. Synthesis of compounds 5a-g



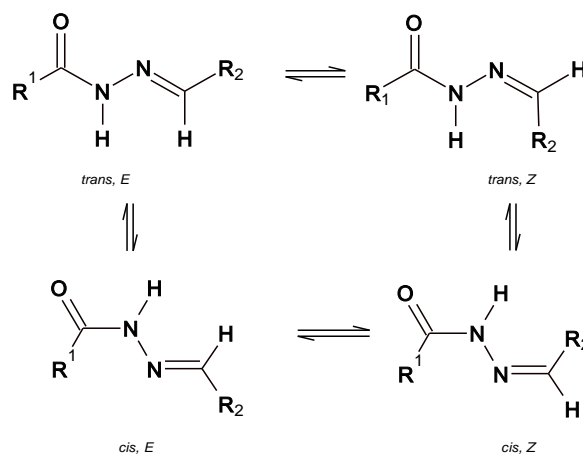
Scheme 1. Synthesis of compound 4

After the synthesis of compound 4, this compound was treated with 7 different aromatic aldehyde to synthesize benzimidazole derivatives containing imine function, compounds 5a-g.



	R	R ¹	R ²	R ³	R ⁴
5a	OH	H	H	H	H
5b	H	H	Cl	H	H
5c	H	H	Br	H	H
5d	H	H	N(CH ₃) ₂	H	H
5e	OH	H	H	Cl	H
5f	OH	H	H	Br	H
5g	H	Br	Cl	H	H

The structure of these compounds were identified by Infrared (IR) and Proton Nuclear Magnetic Resonance (¹H-NMR) spectroscopy data. IR spectra of these compounds gave NH band between 3109-3204 cm⁻¹, C=O band between 1687-1709 cm⁻¹ and C=N band between 1602-1660 cm⁻¹. ¹H-NMR spectra of compounds 5a-g gave the correct signals with proposed structures. NH signals were shown at about 11.50 ppm, N=CH signals were shown between 8.00-9.00 ppm and NCH₂ signals were shown between 5.00-5.50 ppm. When ¹H-NMR spectra of these compounds have been compared, it has been seen that some of the protons have 2 sets of signal at different ppm. This is because of the compounds, which have arylenehydrazide structure, exist as *E/Z* geometrical isomer from C=N double bond and *cis/trans* amide conformer at the CO-NH single bond. According to the literature (Kahveci et al. 2014), compounds which have C=N double bond prefers *E* geometrical isomer in DMSO-*d*₆ and *Z* isomers can be preferred in less polar solvents. N-CH₂ and N-H signals were observed 2 sets of signals because of *cis/trans* conformer. The ratio in each case has been calculated by using ¹H-NMR data. *E/Z* and *cis/trans* geometrical isomer of compounds 5a-g and selected ¹H-NMR spectrum has been given in scheme 3 and figure 1.

Scheme 3. *E/Z* geometrical isomer and *cis/trans* amid conformer of compounds 5a-g

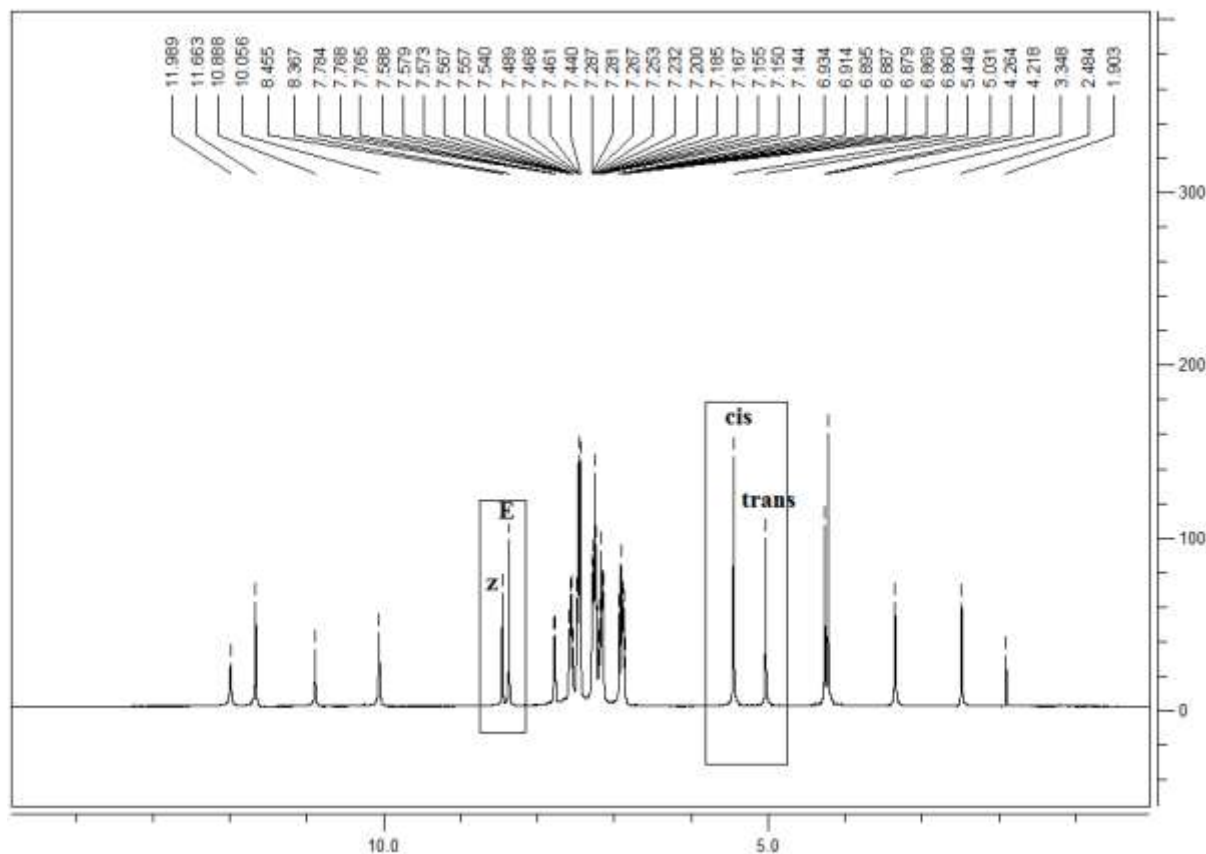


Figure 1. $^1\text{H-NMR}$ spectrum of compound **5a**.

3. Experimental

All the chemicals were supplied from Merck, Aldrich and Fluka. Melting points were taken on capillary tubes on a Büchi oil heated melting point apparatus and are uncorrected. $^1\text{H-NMR}$ spectra were recorded on a Varian-Mercury 400 MHz spectrometer (DMSO- d_6 as solvent, TMS as internal standard). A mono mode CEM-Discover Microwave was used in the standard configuration as delivered, including proprietary software. All experiments were carried out in microwave process vials (30 mL) with control of the temperature by infrared detection temperature sensor. It was monitored by a computer and maintained constant at a constant value by a discrete modulation of delivered microwave power. After completion of the reaction, the vial was cooled to 60 °C via air jet cooling.

Synthesis of Compounds **5a-g**

Method A (Conventional): A mixture of compound **4** (0.01 mol) and corresponding aromatic aldehyde (0.01 mol) in ethanol/acetic acid (10/1 mL) was refluxed for 5 hours. After the reaction was completed (monitored by TLC, ethyl acetate/hexane, 3:1), the crude product was formed. This product was washed with hot ethanol, filtrated off and dried.

Method B (Microwave): A mixture of compound **4** (0.01 mol) and corresponding aromatic aldehyde (0.01 mol) in acetic acid (0.5 mL) was irradiated in microwave oven for 5 min. at 130 °C and 300 watt maximum microwave power. After the reaction was completed, above purification method was applied.

2-[2-(4-Bromobenzyl)-1H-benzimidazol-1-yl]-N'-[(2-hydroxyphenyl)methylidene]acetohydrazide (5a)

Yield: % 65 (for conventional method), % 86 (for microwave method) mp: 290-291 °C, IR (KBr) cm^{-1} : 3290 (OH), 3182 (NH), 1698 (C=O), 1621 (C=N). $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, DMSO- d_6): δ 4.21+4.26 (s, 2H, CH_2), 5.03+5.44 (s, 2H, NCH_2 , trans and cis amid conformer, cis/trans ratio 59/41), 6.86-6.93 (m, 2H, Ar-H), 7.14-7.28 (m, 5H, Ar-H), 7.44-7.58 (m, 4H, Ar-H), 7.76-7.78 (m, 1H, Ar-H), 8.36+8.45 (s, 1H, CH, E/Z geometrical isomer, E/Z ratio 55/45), 10.05+10.88 (s, 1H, OH), 11.66+11.95 (s, 1H, NH).

2-[2-(4-Bromobenzyl)-1H-benzimidazol-1-yl]-N'-[(4-chlorophenyl)methylidene]acetohydrazide (5b)

Yield: % 60 (for conventional method), % 82 (for microwave method) mp: 270-271 °C, IR (KBr) cm^{-1} : 3128 (NH), 1695 (C=O), 1606 (C=N). $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, DMSO- d_6): δ 4.22+4.26 (s, 2H, CH_2), 5.03+5.47 (s, 2H, NCH_2 , trans and cis amid conformer, cis/trans ratio 73/27), 7.16-7.28 (m, 4H, Ar-H), 7.43-7.59 (m, 6H, Ar-H), 7.70-7.78 (m, 2H, Ar-H), 8.04-8.23 (s, 1H, CH, E/Z geometrical isomer, E/Z ratio 72/28), 11.81+11.88 (s, 1H, NH).

2-[2-(4-Bromobenzyl)-1H-benzimidazol-1-yl]-N'-[(4-bromophenyl)methylidene]acetohydrazide (5c)

Yield: % 64 (for conventional method), % 84 (for microwave method) mp: 272-273 °C, IR (KBr) cm^{-1} : 3182 (NH), 1695 (C=O), 1609 (C=N). IR (KBr) cm^{-1} : $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, DMSO- d_6): δ 4.22+4.25 (s, 2H, CH_2), 5.01+5.46 (s, 2H, NCH_2 ,

trans and cis amid conformer, cis/trans ratio 71/29), 7.14-7.24 (m, 4H, Ar-H), 7.43-7.58 (m, 6H, Ar-H), 7.69-7.76 (m, 2H, Ar-H), 8.05+8.23 (s, 1H, CH, E/Z geometrical isomer, E/Z ratio 75/25), 11.74+11.81 (s, 1H, NH).

**2-[2-(4-Bromobenzyl)-1H-benzimidazol-1-yl]-N'-
 {[4-(dimethylamino)phenyl]methylidene}
 acetohydrazide (5d)**

Yield: % 70 (for conventional method), % 92 (for microwave method) mp: 275-276 °C, IR (KBr) cm^{-1} : 3204 (NH), 1687 (C=O), 1602 (C=N). $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, DMSO- d_6): δ 4.23+4.27 (s, 2H, CH_2), 4.98+5.42 (s, 2H, NCH_2 , trans and cis amid conformer, cis/trans ratio 75/25), 6.69-6.74 (m, 2H, Ar-H), 7.15-7.29 (m, 4H, Ar-H), 7.42-7.60 (m, 6H, Ar-H), 7.95+8.11 (s, 1H, CH, E/Z geometrical isomer, E/Z ratio 69/31), 11.49+11.56 (s, 1H, NH).

**2-[2-(4-Bromobenzyl)-1H-benzimidazol-1-yl]-N'-
 {[5-chloro-2-
 hydroxyphenyl]methylidene]acetohydrazide (5e)**

Yield: % 70 (for conventional method), % 92 (for microwave method) mp: 267-268 °C, IR (KBr) cm^{-1} : 3350 (OH), 3185 (NH), 1702 (C=O), 1660 (C=N). $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, DMSO- d_6): δ 4.21+ 4.26 (s, 2H, CH_2), 5.03+5.49 (s, 2H, NCH_2 , trans and cis amid conformer, cis/trans ratio 64/36), 6.92-7.83 (m, 12H, Ar-H+CH), 8.31+8.42 (s, 1H, OH), 11.73 (s, 1H, NH).

**2-[2-(4-Bromobenzyl)-1H-benzimidazol-1-yl]-N'-
 {[5-bromo-2-
 hydroxyphenyl]methylidene]acetohydrazide (5f)**

Yield: % 70 (for conventional method), % 92 (for microwave method) mp: 272-273 °C, IR (KBr) cm^{-1} : 3380 (OH), 3171 (NH), 1702 (C=O), 1659 (C=N). $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, DMSO- d_6): δ 4.21+4.25 (s, 2H, CH_2), 5.02+5.49 (s, 2H, NCH_2 , trans and cis amid conformer, cis/trans ratio 64/36), 6.89-7.95 (m, 12H, Ar-H+CH), 8.29+8.41 42 (s, 1H, OH), 11.73 (s, 1H, NH).

**2-[2-(4-Bromobenzyl)-1H-benzimidazol-1-yl]-N'-
 {[3-bromo-4-
 chlorophenyl]methylidene]acetohydrazide (5g)**

Yield: % 70 (for conventional method), % 92 (for microwave method) mp: 252-253 °C, IR (KBr) cm^{-1} : 3109 (NH), 1709 (C=O), 1614 (C=N). $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, DMSO- d_6): δ 4.21+4.23 (s, 2H, CH_2), 5.01+5.49 (s, 2H, NCH_2 , trans and cis amid conformer, cis/trans ratio 70/30), 7.13-8.19 (m, 12H, Ar-H+CH), 11.81+11.92 (s, 1H, NH).

4. Conclusion

It has been described an efficient method for the synthesis of benzimidazole derivatives containing imine function using the microwave technology. All reactions have been carried out with conventional heating in order to compare. All compounds are new and identified by spectral data.

References

Achar, K. C., K. M. Hosamani, and H. R. Seetharamareddy. 2010. In-vivo analgesic and anti-inflammatory activities of

newly synthesized benzimidazole derivatives. *European Journal of Medicinal Chemistry* 45 (5):2048-2054.

Barker, H. A., R. D. Smyth, H. Weissbach, J. I. Toohey, J. N. Ladd, and B. E. Volcani. 1960. Isolation and properties of crystalline cobamide coenzymes containing benzimidazole or 5, 6-dimethylbenzimidazole. *Journal of Biological Chemistry* 235:480-488.

Bekircan, O., E. Mentese, S. Ulker, and C. Kucuk. 2014. Synthesis of Some New 1,2,4-Triazole Derivatives Starting from 3-(4-Chlorophenyl)-5-(4-methoxybenzyl)-4H-1,2,4-triazol with Anti-Lipase and Anti-Urease Activities. *Archiv Der Pharmazie* 347 (6):387-397.

Chen, L. H., Y. S. Hsiao, G. S. Yellol, and C. M. Sun. 2011. Microwave Promoted Simple, Efficient and Regioselective Synthesis of Trisubstituted Imidazo[1,2-a]benzimidazoles on Soluble Support. *Acs Combinatorial Science* 13 (2):112-119.

Dawood, K. M., N. M. Elwan, and B. F. Abdel-Wahab. 2011. Recent Advances on the Synthesis of Azoles, Azines and Azepines Fused to Benzimidazole. *Arkivoc* 1:111-195.

Gowda, N. R. T., C. V. Kavitha, K. K. Chiruvella, O. Joy, K. S. Rangappa, and S. C. Raghavan. 2009. Synthesis and biological evaluation of novel 1-(4-methoxyphenethyl)-1H-benzimidazole-5-carboxylic acid derivatives and their precursors as antileukemic agents. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* 19 (16):4594-4600.

Kahveci, B. 2005. Synthesis of 4-amino-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazole-5-ones and their isatin-3-imine derivatives. *Molecules* 10 (2):376-382.

Kahveci, B., F. Yilmaz, E. Mentese, M. Ozil, and S. A. Karaoglu. 2014. Microwave-Assisted Synthesis of Some Novel Benzimidazole Derivatives Containing Imine Function and Evaluation of Their Antimicrobial Activity. *Journal of Heterocyclic Chemistry* 51 (4):982-990.

Kappe, C. O. 2004. Controlled microwave heating in modern organic synthesis. *Angewandte Chemie-International Edition* 43 (46):6250-6284.

Kubo, K., K. Oda, T. Kaneko, H. Satoh, and A. Nohara. 1990. Synthesis of 2-[[4-(4-fluoroalkoxy-2-pyridyl)methyl]sulfinyl]-1H-benzimidazoles as antiulcer agents. *Chem Pharm Bull (Tokyo)* 38 (10):2853-2858.

Kulkarni, R. G., S. A. Laufer, C. V. M., and A. Garlapati. 2013. Synthesis, p38 kinase inhibitory and anti-inflammatory activity of new substituted benzimidazole derivatives. *Med Chem* 9 (1):91-99.

Kumar, K., D. Awasthi, S. Y. Lee, I. Zanardi, B. Ruzsicska, S. Knudson, P. J. Tonge, R. A. Slayden, and I. Ojima. 2011. Novel trisubstituted benzimidazoles, targeting Mtb FtsZ, as a new class of antitubercular agents. *Journal of Medicinal Chemistry* 54 (1):374-381.

Mentese, E., H. Bektas, S. Ulker, O. Bekircan, and B. Kahveci. 2014. Microwave-assisted synthesis of new benzimidazole derivatives with lipase inhibition activity. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry* 29 (1):64-68.

Mentese, E., S. Ulker, and B. Kahveci. 2015. Synthesis and study of α -glucosidaseinhibitory, antimicrobial and antioxidant activities of some benzimidazole derivatives containing triazole, thiadiazole, oxadiazole, and morpholine rings. *Chemistry of Heterocyclic Compounds* 50 (12):1671-1682.

Patil, A., S. Ganguly, and S. Surana. 2008. Asystematic review of benzimidazole derivatives as an antiulcer agent. *Rasayan J Chem* 1 (3):447-460.

Rashid, M., A. Husain, and R. Mishra. 2012. Synthesis of benzimidazoles bearing oxadiazole nucleus as anticancer agents. *European Journal of Medicinal Chemistry* 54:855-866.

- Sarno, S., E. Papinutto, C. Franchin, J. Bain, M. Elliott, F. Meggio, Z. Kazimierczuk, A. Orzeszko, G. Zanotti, R. Battistutta, and L. A. Pinna. 2011. ATP Site-Directed Inhibitors of Protein Kinase CK2: An Update. *Current Topics in Medicinal Chemistry* 11 (11):1340-1351.
- Soni, L. K., T. Narsinghani, and A. Sethi. 2012. Anti-microbial benzimidazole derivatives: synthesis and in vitro biological evaluation. *Medicinal Chemistry Research* 21 (12):4330-4334.
- Tuncbilek, M., T. Kiper, and N. Altanlar. 2009. Synthesis and in vitro antimicrobial activity of some novel substituted benzimidazole derivatives having potent activity against MRSA. *European Journal of Medicinal Chemistry* 44 (3):1024-1033.
- Uchida, M., M. Chihiro, S. Morita, H. Yamashita, K. Yamasaki, T. Kanbe, Y. Yabuuchi, and K. Nakagawa. 1990. Synthesis and antiulcer activity of 4-substituted 8-[(2-benzimidazolyl)sulfinylmethyl]-1,2,3,4-tetrahydroquinolines and related compounds. *Chem Pharm Bull (Tokyo)* 38 (6):1575-1586.
- Varma, R. S. 2012. *Microwave in organic synthesis*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Velik, J., V. Baliharova, J. Fink-Gremmels, S. Bull, J. Lamka, and L. Skalova. 2004. Benzimidazole drugs and modulation of biotransformation enzymes. *Research in Veterinary Science* 76 (2):95-108.
- Wang, P., G. J. Zheng, Y. P. Wang, X. J. Wang, H. G. Wei, and W. S. Xiang. 2012. Highly practical and cost-efficient synthesis of telmisartan: an antihypertensive drug. *Tetrahedron* 68 (11):2509-2512.
- Yilmaz, F., E. Mentese, N. Karaali, and B. Kahveci. 2013. Microwave-assisted synthesis of some 5(6)-nitro-1H-benzimidazoles and their hydrazide derivatives. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia* 27 (2):265-271.



Hasta Memnuniyetine Yanıt Yüzeyi Yaklaşımı

Esra Çiftçi¹ ve Serpil Aktaş²

¹T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık Araştırmaları Genel Müdürlüğü, kuyumcuesra@hotmail.com

²Hacettepe Üniversitesi İstatistik Bölümü, 06800 Beytepe Ankara

(Dergiye gönderilme tarihi: 19 Nisan 2015, kabul tarihi: 15 Haziran 2015)

Özet

Yanıt yüzeyi metodolojisi süreçlerin ve ürünlerin optimizasyonunda kullanılır ve sağlık alanında kısıtlı uygulama alanına sahiptir. Bu çalışmada yanıt yüzeyi yöntemi sağlık kurumlarında hasta memnuniyetini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Hastane hizmetlerinden genel memnuniyet değişkenini açıklayan bağımsız değişkenler belirlenmiş ve optimal tasarım seçilerek hastane hizmetlerinden genel memnuniyet yanıt değişkeni tahmin edilmiştir. T.C. Sağlık Bakanlığı ikinci ve üçüncü basamak sağlık kurumlarında ayakta hasta memnuniyet anketi verilerinden yararlanılmıştır. T.C. Sağlık Bakanlığı'nın 2014 yılı devlet hastanelerinden genel memnuniyet hedef değeri %70'e ulaşmayı sağlayan değişken değerleri saptanmıştır. Randevu sistemi, doktor ve hastane personelinden memnuniyetin mümkün olduğunca artırılması gerekmektedir. Sağlık hizmetlerinin kalitesinin belirlenmesinde önemli bir unsur olan hasta memnuniyeti yanıt yüzeyi yöntemi ile açıklanmıştır. Randevu sisteminden, doktordan, laboratuvar ve görüntüleme tetkiklerinden memnuniyet ve hastane personelinden memnuniyet genel memnuniyete etki etmektedir. Memnuniyetin artırılması için bu değişkenler dikkate alınmalıdır. Sağlık hizmetlerinin kalitesinin artırılması hasta memnuniyetinin de artmasını sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yanıt yüzeyi yöntemi, yanıt yüzeyi modelleri, hasta memnuniyeti

Response Surface Approach to Patient Satisfaction

Abstract

The response surface methodology that has limited applications in the health area is used for the optimization of processes and products. In this study this methodology is used to determine patient satisfaction in health institutions. Explanatory variables identifying the general satisfaction with hospital care variable are determined and the general satisfaction with hospital care response variable is estimated by selecting the optimal design. Answers of 234 questionnaires from The Ministry of Health of Turkey Secondary and tertiary health care outpatient satisfaction survey are used. The Ministry of Health the target value 70% for the overall satisfaction from public hospitals by 2014 is assigned the variables to attain. Satisfaction from the appointment system, doctor and hospital staff should be increased as much as possible. Patient satisfaction which is an important factor in determining the quality of health care is described using the response surface methodology. The satisfaction from the appointment system, physician, laboratory and imaging examinations and hospital staff affects the general satisfaction with hospital care. These variables must be evaluated in order to increase the satisfaction. Also increasing the quality of health care services increases patient satisfaction, as well.

Keywords: Response surface methodology, response surface models, patient satisfaction

1. Yanıt Yüzeyi Yöntemi

Yanıt yüzeyi yöntemi (YYY), süreçlerin oluşturulması, geliştirilmesi ve optimizasyonu için kullanılan matematiksel ve istatistiksel tekniklerin birleşimidir (Myers and Montgomery, 2002). YYY süreçteki bağımsız değişkenlerin ve birleşiminin etkilerini araştırmaktadır. Bağımsız değişkenlerin etkilerini analiz etmenin yanında, deneysel yöntem ile bütün süreci tanımlayan bir matematiksel model oluşturulur (Jurado et al., 2002; Box and Draper, 1975; Box and Draper, 1987 ; Cook-Anderson et.al., 2009 ; Montgomery, 2001).

k tane bağımsız değişkene sahip bir yanıt yüzeyi,

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k) + \varepsilon \quad (1)$$

olarak tanımlanır. Burada:

Y: yanıt değişkeni (bağımlı değişken)

X_1, X_2, \dots, X_k : k tane kontrol altına alınabilen bağımsız değişken,

ε : hata terimini ifade etmektedir ($\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$).

Beklenen yanıt $E(Y)$ olmak üzere,

$$E(Y) = \eta = E[f(X_1, X_2, \dots, X_k)] + E(\varepsilon) = f(X_1, X_2, \dots, X_k) \quad (2)$$

İle gösterildiğinde, $\eta = f(X_1, X_2, \dots, X_k)$ terimine “yanıt yüzeyi” adı verilir.

Değişkenlere göre uygun bir ikinci dereceden yanıt yüzeyi modeli tahmin edildikten sonra; tahmin edilen yanıt değişkenini optimum yapan X_1, X_2, \dots, X_k değişkenlerinin düzeyleri belirlenmelidir. Yanıt değişkenini optimum yapan bu nokta (eğer varsa) X_1, X_2, \dots, X_k değişkenlerine göre kısmi türevlerin alınıp sifıra eşitlenmesi ile bulunmaktadır.

$$\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \mathbf{X}'\mathbf{b} + \mathbf{X}'\mathbf{B}\mathbf{X} \quad (3)$$

Burada:

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_k \end{bmatrix}, \mathbf{b} = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \vdots \\ \hat{\beta}_k \end{bmatrix} \text{ ve } \mathbf{B} = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_{11} & \hat{\beta}_{12}/2 & \dots & \hat{\beta}_{1k}/2 \\ & \hat{\beta}_{22} & \dots & \hat{\beta}_{2k}/2 \\ & & \ddots & \\ \text{simetrik} & & & \hat{\beta}_{kk} \end{bmatrix}$$

olarak tanımlanır (Gilmour and Draper, 2003 ; Khuri and Cornell, 1996).

Modelde yer alan $\hat{\beta}_0$, sabit terim; \mathbf{b} , birinci dereceden regresyon katsayılarının $k \times 1$ boyutlu vektörüdür. \mathbf{B} , ikinci dereceden model katsayılarının $k \times k$ boyutlu simetrik matrisidir. Denklem çözülmesi ile durağan nokta,

$$\hat{Y}_{Dur.} = \hat{\beta}_0 + \frac{1}{2} \mathbf{X}'_{Dur.} \mathbf{b} \quad (4)$$

şeklinde tahmin edilmiş olur (Myers and Montgomery, 2002).

Uygulamalarda genellikle birinci ve ikinci dereceden modeller kullanılmaktadır. Birinci dereceden modelin yetersiz kalması durumunda ikinci dereceden model tercih edilmektedir. Modellerden parametre tahminlerinin yapılabilmesi için “En Küçük Kareler (EKK)” tahmin yöntemi kullanılmaktadır. Ardından uygun yüzey kullanılarak yanıt yüzeyi analizi yapılmaktadır. Eğer bulunan uygun yüzey gerçek yanıt fonksiyonunun yeterli bir yaklaşımı ise, uygun yüzeyin analizi gerçekleştirilerek uygun yüzeyin gerçek yüzeye eş olduğu kabul edilmektedir. Yöntemin mantığında değişkenlerin eş yükseklik eğrilerine bakılarak optimum yanıt veren bölgenin belirlenmesi vardır. Ancak değişken sayısının artması durumunda eş yükseklik eğrileri ve yanıt yüzeyi grafikleri karmaşık bir hal almaktadır ve grafiklere bakarak karar vermek zorlaşmaktadır.

Hasta memnuniyeti hastaların beklentilerini, değerlerini ve deneyimlerini yansıtan çok boyutlu bir yapıdır (Russell, 1990; Naidu, 2009; Yılmaz, 2001). Hasta memnuniyeti var olan sistemin hastanın beklentilerinin ne düzeyde karşılandığı ortaya koymaktadır. Hasta memnuniyeti, kişilere sunulan sağlık hizmetlerinin etkinliğinin veya kalitesinin önemli göstergelerindedir. Sağlık hizmetlerinin oluşturulmasında, sunulmasında, sürdürülmesi ve geliştirilmesinde hasta merkezli çalışmaların dikkate alınması gerekmektedir. Hastaların beklentilerine ve ihtiyaçlarına cevap veren bir sağlık sistemi vatandaşlardan da olumlu tepkiler alır. Bu nedenle gelişmiş ülkelerde sağlık hizmetlerinde hasta memnuniyeti ölçülmekte ve takip edilmektedir. Bu ölçüm işlemi ise hastalarla yapılan anketler vasıtasıyla gerçekleştirilebilmektedir.

2. Hasta Memnuniyeti Analizi

Hastalardan alınan geri bildirimlere göre sağlık hizmetlerinin kalitesinin ve hizmetlerde memnuniyetin gittikçe artırılması amaçlanmaktadır.

YYY endüstri, kimya, tıp, ziraat, psikoloji, ekonomi, sanayi, eğitim vb. birçok alanda uygulama ve kullanım alanına sahip olmasına rağmen sağlık alanında uygulaması çok azdır. Hasta memnuniyetinde yanıt yüzeyi yönteminin kullanımı ise bu çalışma ile bir ilk olmuştur.

Bu çalışmada kullanılan veriler, Sağlık Bakanlığı Hıfzıssıhha Mektebi Müdürlüğü (şimdiki Sağlık Araştırmaları Genel Müdürlüğü)’nden temin edilmiştir. Türkiye’de 2010 yılında yapılan ikinci ve üçüncü basamak sağlık kurumlarında ayaktan hizmet alan hastalar üzerinde yapılan hasta memnuniyeti anketlerinden 234 tanesi ele alınmıştır (Cronbach $\alpha = 0,923$). Hastaların hastane hizmetlerinden genel memnuniyeti (0 ile 100 arasında) bağımlı değişkenini etkileyen bağımsız değişkenler araştırılmıştır. Bağımsız değişkenler birden çok sorunun birleşiminden oluşmaktadır ve her bir soru beşli ya da üçlü likert şeklindedir.

Y değişkeni hastane hizmetlerinden genel memnuniyet (Genel Memnuniyet) olmak üzere bağımsız değişkenler Tablo 1’de verilmiştir. Altı bağımsız değişkenin hastanın hastaneden genel memnuniyetine etki ettiği düşünülmektedir. Bağımsız değişkenlerin her biri düşük (-1), orta (0) ve yüksek (1) olmak üzere 3 düzeylidir. 234 anket üzerinden MINITAB’da özel tasarım geliştirilerek değişkenler ve düzeyleri tanımlanmış ve yanıt yüzeyi analizi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan bağımsız değişkenler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. YYY’de kullanılacak bağımsız değişkenler

Değişken	Değişkenin Adı
X_1	Randevu Sisteminden Memnuniyet (Randevu Sistemi)
X_2	Doktordan Memnuniyet (Doktor)
X_3	Laboratuvar Tetkiklerinden Memnuniyet (Laboratuvar Tetkikleri)
X_4	Görüntüleme Tetkiklerinden Memnuniyet (Görüntüleme Tetkikleri)
X_5	Hastane Personelinden Memnuniyet (Hastane Personeli)
X_6	Fiziki Şartlardan Memnuniyet (Fiziki Şartlar)

İlk olarak birinci dereceden model denenmiştir. Genel memnuniyet yanıt değişkeni için kurulan birinci dereceden regresyon modelinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($P < 0,01$)

ancak yanıt yüzeyini tahmin etmek için kurulan birinci dereceden modele uyum eksikliği olduğu saptanmıştır (P<0,01). Birinci dereceden modele ait hata terimi S=14,20 bulunmuştur. Doğrusal model yanıt yüzeyi tahmininde yetersiz bulunduğu için ikinci dereceden model tahminine geçilmiştir.

Hastane hizmetlerinden genel memnuniyet değişkeni için kurulan ikinci dereceden modele uyum vardır (P>0,01) ve kurulan regresyon modelinin anlamlı olduğu görülmüştür (P<0,01). Bu modelde doğrusal terimler (P<0,05), etkileşim terimleri (P<0,01) ve karesel terimler (P<0,10) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 2). Hastane hizmetlerinden genel memnuniyetin %46,2'si bağımsız değişkenler tarafından açıklanmaktadır. Modelin hata terimi de doğrusal modele göre daha düşük çıkmıştır (S=13,24). İkinci dereceden modelde hatadan kaynaklanan değişkenlik birinci dereceden modele göre azaltılmıştır.

Kurulan regresyon modelinde randevu sistemi, görüntüleme tetkikleri, doktorun karesel terimi, laboratuvar tetkiklerinin karesel terimi, randevu sistemi ve görüntüleme tetkikleri etkileşimi, randevu sistemi ve hastane personeli etkileşimi, doktor ve laboratuvar tetkikleri etkileşimi, doktor ve görüntüleme tetkikleri etkileşim terimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Tablo 2. Genel memnuniyet değişkeninin ikinci dereceden modeli için elde edilen ANOVA tablosu

Kaynak	Sd	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F	P
Regresyon	27	30998	1148,1	6,55	0,000
Doğrusal	6	21356	489,7	2,79	0,012
Karesel	6	1827	369,4	2,11	0,054
Etkileşim	15	7815	521	2,97	0,000
Artık Hatası	206	36117	175,3		
Uyum eksikliği	23	5428	236	1,41	0,112
Saf Hata	183	30689	167,7		
Toplam	233	67115			

İkinci dereceden model denklemi,

$$\text{Genel Memnuniyet} = 73,709 - 17,043 X_1 - 24,61X_2 - 16,631X_3 + 31,11X_4 - 6,385X_5 + 12,458X_6 + 1,536X_1^2 + 11,011X_2^2 - 9,168X_3^2 + 2,247X_4^2 + 5,735X_5^2 - 2,868X_6^2 + 14,022X_1 * X_2 + 5,588X_1 * X_3 - 12,845X_1 * X_4 + 10,197X_1 * X_5 + 4,913X_1 * X_6 + 17,735X_2 * X_3 - 18,899X_2 * X_4 + 1,624X_2 * X_5 + 7,782 X_2 * X_6 + 5,846X_3 * X_4 + 5,12X_3 * X_5 - 7,552X_3 * X_6 - 5,01X_4 * X_5 + 2,921X_4 * X_6 - 1,914X_5 * X_6 \quad (5)$$

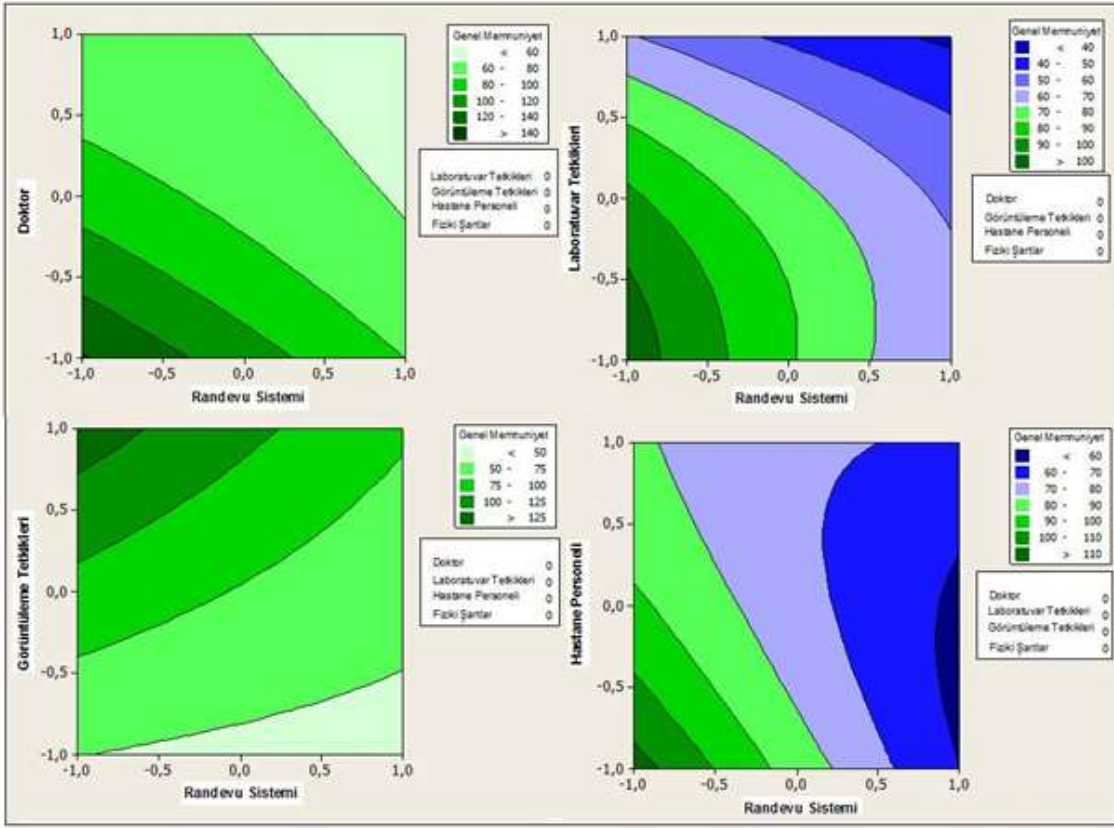
şeklinde dir.

Optimum noktayı veren bağımsız değişken değerleri ve sabit terim modelde yerine konulduğunda 1, 1, 0, -1, -1, -1 için durağan nokta 173,3946 değerini almıştır. Ancak modelden sabit terim çıkarılırsa durağan noktanın değeri 99,6856 olmaktadır. Özdeğerlerin işaretleri hem negatif hem de pozitif değer aldığı için durağan nokta bir eyer noktası çıkmıştır.

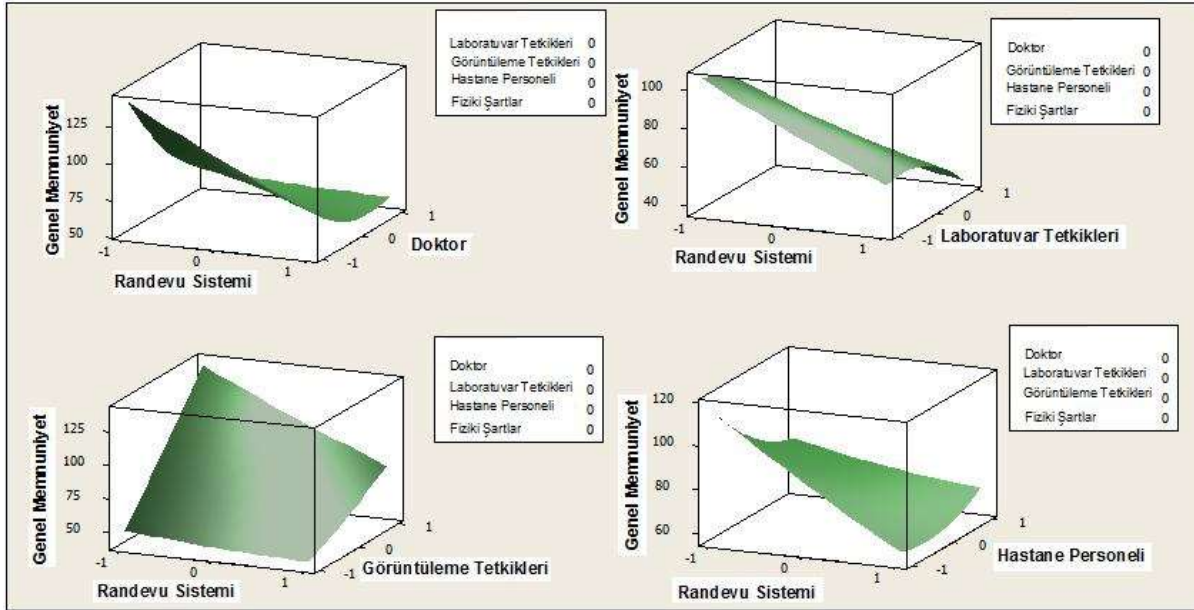
Eş yükseklik eğrileri ve yanıt yüzeyi grafiklerinde anlamlı olan değişkenler; randevu sistemi, doktor, laboratuvar tetkikleri, görüntüleme tetkikleri ve hastane personeli değişkenleri ele alınmıştır. Grafiklerde yer almayan değişkenler orta seviyede (0) sabit olarak alınmıştır.

Eş yükseklik eğrileri ve yanıt yüzeyi grafiklerinde bütün değişkenler için yapılan tahminlerde memnuniyetin maksimum noktaya yakın olduğu yani 100'e yakın olduğu alanlar tercih edilmiştir. Randevu sistemi değişkeninin diğer değişkenler ile eş yükseklik eğrileri ve yanıt yüzeyi grafikleri incelendiğinde laboratuvar tetkikleri ve hastane personeli değişkenlerinde maksimum değeri veren aralıkların daha kısa olduğu görülmüştür. Doktor değişkeni için 80-100 aralığında, laboratuvar tetkikleri değişkeni için 90-100 aralığında, görüntüleme tetkikleri için 75-100 aralığında ve hastane personeli için 90-100 aralığında maksimum değerlere ulaşılabilceği görülmektedir (Şekil 1-2).

YYY grafiklerinde bağımlı değişken değerleri farklı renkteki alanlarla belirtilir. Optimum değeri veren alanı sınırlayan bağımsız değişken değerleri ilgili renkli alan üzerinden değerlendirilir.

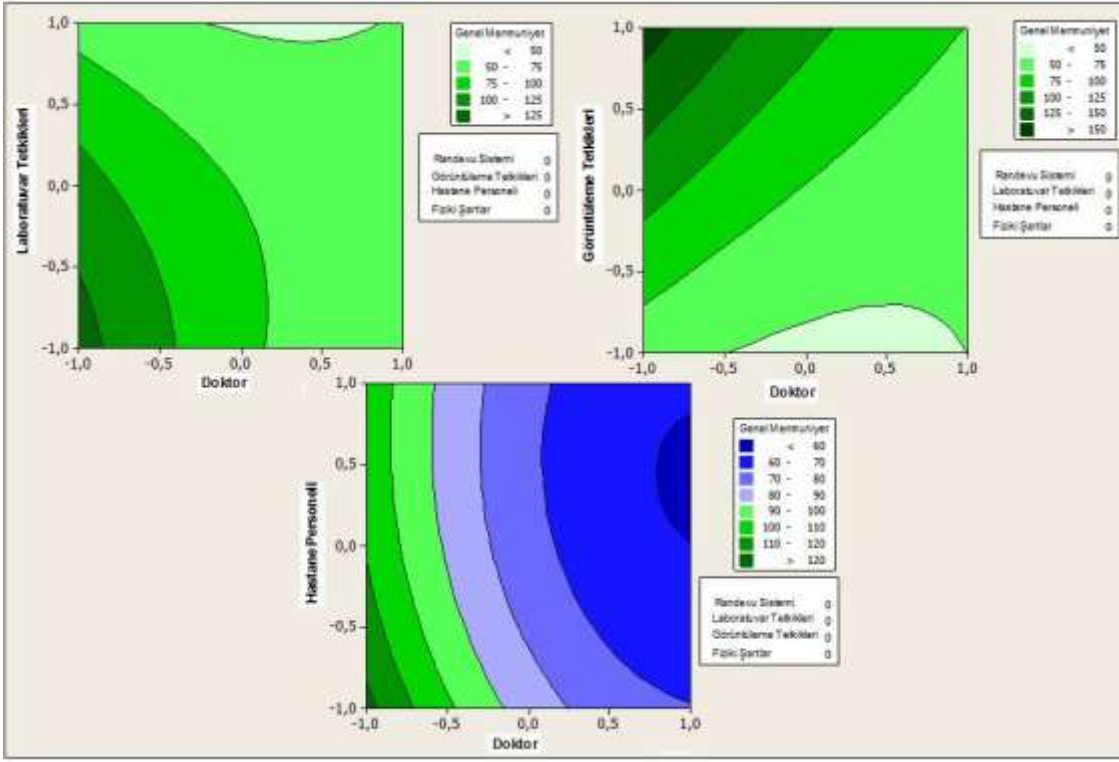


Şekil 1. Randevu sisteminden memnuniyet değişkeninin diğer değişkenlerle eş yükseklik eğrileri

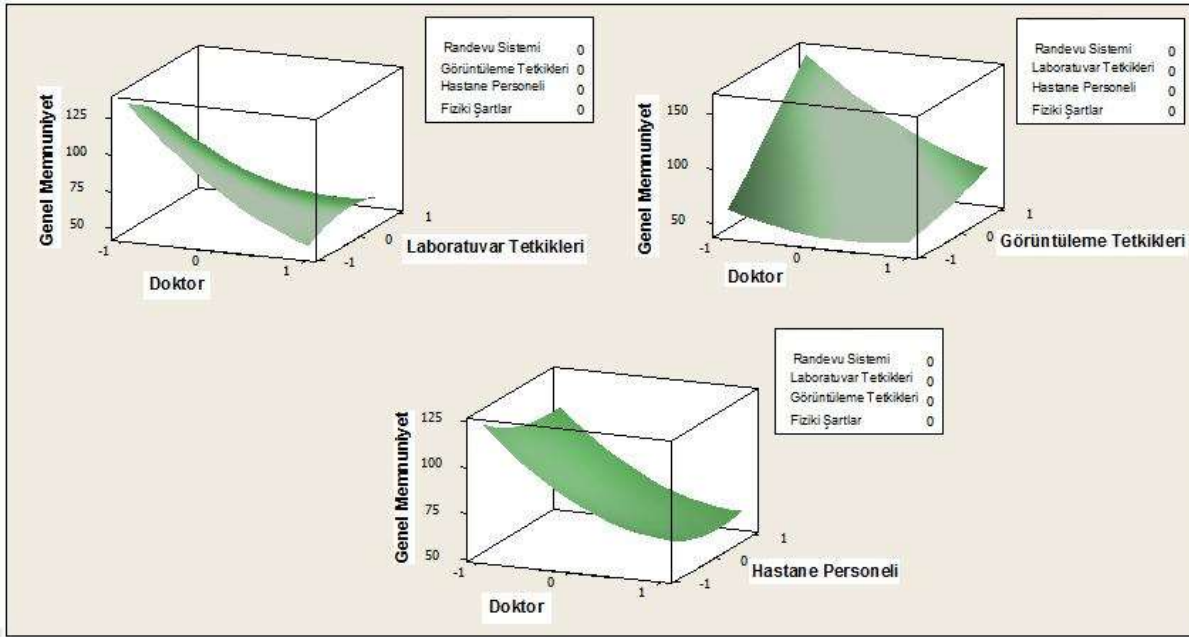


Şekil 2. Randevu sisteminden memnuniyet değişkeninin diğer değişkenlere göre yanıt yüzeyi grafikleri

Doktor değişkenin diğer değişkenlerle eş yükseklik eğrileri ve yanıt yüzeyi grafiklerine göre en kısa aralığın hastane personeli ile 90-100 aralığında olduğu görülmektedir (Şekil 1-4).

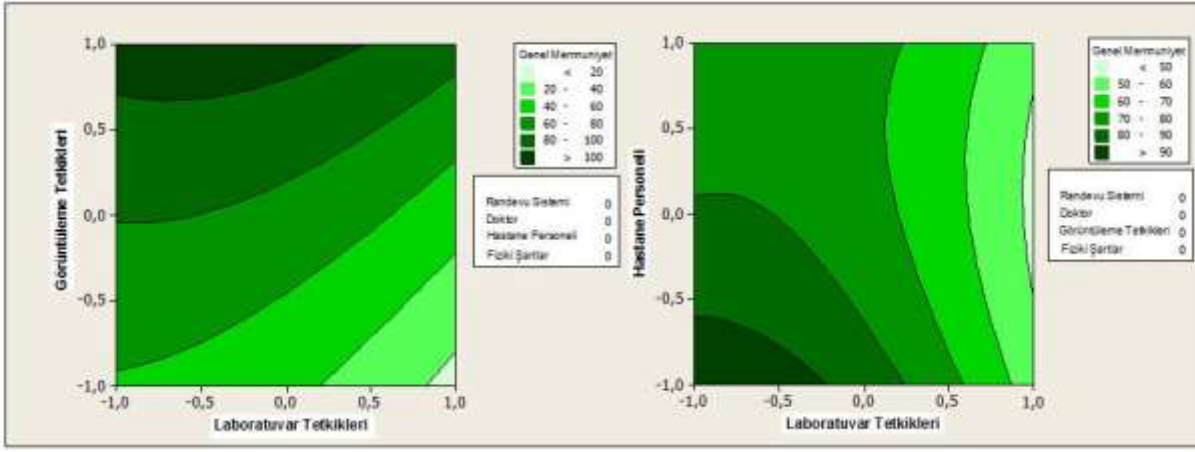


Şekil 3. Doktordan memnuniyet değişkeninin diğer değişkenlerle eş yükseklik eğrileri

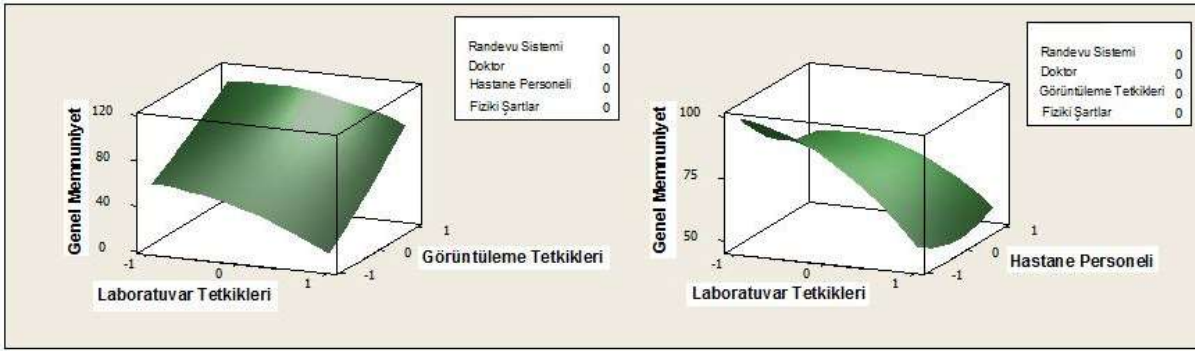


Şekil 4. Doktordan memnuniyet değişkeninin diğer değişkenlere göre yanıt yüzeyi grafikleri

Laboratuvar tetkikleri değişkeninin diğer değişkenlerle eş yükseklik eğrileri ve yanıt yüzeyi grafiklerine göre en kısa aralık randevu sistemi ve hastane personeli ile çizilen grafiklerde görülmüştür ve maksimum değeri elde etmek için 90-100 aralığının ele alınması gerekmektedir (Şekil 1-2, Şekil 5-6)

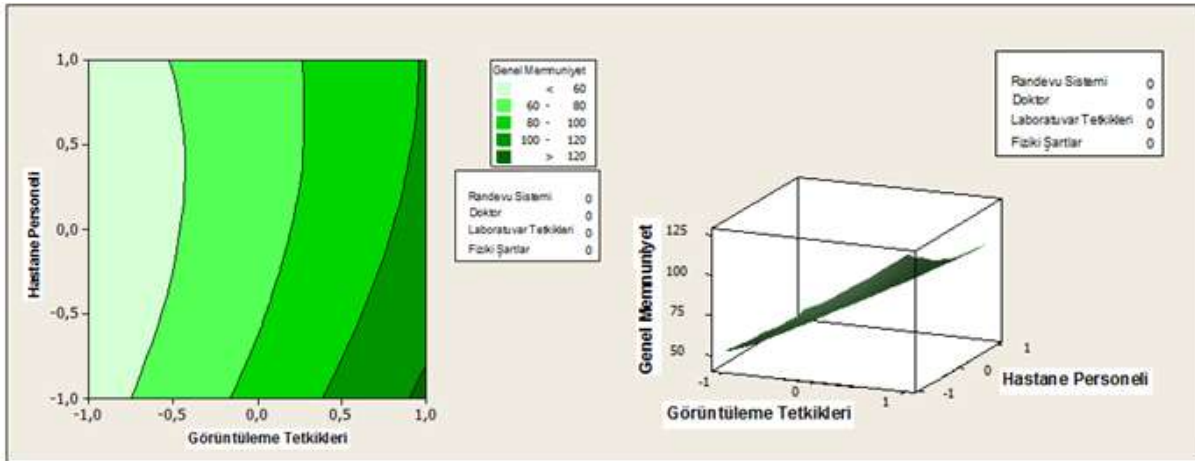


Şekil 5. Laboratuvar tetkiklerinden memnuniyet değişkeninin diğer değişkenlerle eş yükseklik eğrileri



Şekil 6. Laboratuvar tetkiklerinden memnuniyet değişkeninin diğer değişkenlere göre yanıt yüzeyi grafikleri

Görüntüleme tetkikleri değişkeninin diğer değişkenlerle eş yükseklik eğrileri ve yanıt yüzeyi grafiklerine göre en kısa aralığın randevu sistemi için 90-100 aralığında olduğu görülmüştür (Şekil 1-2, Şekil 7). Maksimum değeri verebilecek tahminler en yüksek değerleri veren aralıklardan elde edilmektedir.



Şekil 7. Görüntüleme tetkiklerinden memnuniyet değişkeninin hastane personelinden memnuniyet ile eş yükseklik eğrisi ve yanıt yüzeyi grafiği

234 deney noktasından oluşan veri kümesinden daha az deney noktasından oluşan optimal tasarım D optimallik kriterine göre seçilmiştir. Yanıt yüzeyi analizinde modelde; randevu sistemi, görüntüleme tetkikleri, doktorun karesel terimi, laboratuvar tetkiklerinin karesel terimi, randevu sistemi ve görüntüleme tetkikleri etkileşimi, randevu sistemi ve hastane personeli etkileşimi, doktor ve laboratuvar tetkikleri etkileşimi, doktor ve görüntüleme tetkikleri etkileşim terimlerinin önemli olduğu görülmüştür. Ana etkilerin ve bu etkileşim terimlerinin yer aldığı model için oluşturulan 12 noktalık bu optimal tasarıma göre

hastane hizmetlerinden genel memnuniyet yanıt değişkenini etkileyen değişkenlere ait son model Eş. 6'da verilmiştir.

$$\begin{aligned} \text{Genel Memnuniyet} = & 32,8125 - 4,6875X_1 + 6,2500X_2 - \\ & 3,1250X_3 + 4,687X_4 - 25,00X_5 + 6,25X_2 * X_2 - \\ & 15,625X_3 * X_3 + 4,6875X_1 * X_4 + 3,97464E-15X_1 * X_5 - 12,50X_2 * \\ & X_3 + 6,25X_2 * X_4 \end{aligned} \quad (6)$$

Eş. 6'da verilen modele göre bağımsız değişkenlerin farklı kombinasyonlarından elde edilen hastane hizmetlerinden genel memnuniyet yanıt değişkenine ait tahminler yapılmıştır.

Bu tahminlerin değişkenlerin 3 düzeyi için verdiği tahminler Tablo 3’de verilmiştir. Modeldeki bütün değişkenler yüksek değerini aldığı anda memnuniyetin alabileceği en yüksek değere yani 100’e ulaşılmıştır. Memnuniyetin 100 olması istenen fakat uygulamada sağlanması çok zor olan bir durumdur.

Tablo 3. Bağımsız değişkenlerin yüksek, orta ve düşük düzeyi için model tahminleri

Değişkenler	Yüksek	Orta	Düşük
Sabit	32,8125	32,8125	32,8125
Randevu Sistemi	1	0	-1
Doktor	1	0	-1
Laboratuvar Tetkikleri	1	0	-1
Görüntüleme Tetkikleri	1	0	-1
Hastane Personeli	1	0	-1
Doktor*Doktor	1	0	1
Laboratuvar Tetkikleri*Laboratuvar Tetkikleri	1	0	1
Randevu Sistemi*Görüntüleme Tetkikleri	1	0	1
Randevu Sistemi*Hastane Personeli	1	0	1
Doktor*Laboratuvar Tetkikleri	1	0	1
Doktor*Görüntüleme Tetkikleri	1	0	1
GENEL MEMNUNİYET	100	32,8125	43,75

SB stratejik planında devlet hastanelerinde sağlık hizmetlerinden memnuniyet oranını 2014 yılında %70 ve üzerine çıkarmayı hedeflemiştir. (SB, Stratejik Plan 2010-2014). %70 genel memnuniyeti veren bağımsız değişken noktaları için MINITAB’da yanıt optimizasyonu (response optimizer) seçeneği kullanılmıştır. Hedef değer olarak 70 değeri, alt sınır ve üst sınır olarak da sırasıyla 0 ve 100 değerleri girilmiştir. Hedef değer %70’i veren değişken düzeyleri Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. %70 genel memnuniyeti veren tasarım noktaları

Değişken	Düzy
Randevu Sistemi	1
Doktor	0,97771
Laboratuvar Tetkikleri	-1
Görüntüleme Tetkikleri	-1
Hastane Personeli	-0,08968

Tablo 4’de verilen tasarım noktaları modelde yerine konulduğunda 69,9997 değerine ulaşılmıştır. Hedef değer %70’e; randevu sisteminden memnuniyetin 1, doktordan memnuniyetin 0,97771, laboratuvar tetkiklerinden memnuniyetin -1, görüntüleme tetkiklerinden memnuniyetin -1 ve hastane personelinden memnuniyetin -0,0897 olması durumunda ulaşılmaktadır. Hedef değere ulaşılması için randevu sistemi, doktor ve hastane personelinden memnuniyetin yüksek olması gerekmektedir. Laboratuvar tetkiklerinden ve görüntüleme tetkiklerinden memnuniyetin ise düşük çıkması durumunda da %70 genel memnuniyete ulaşılmıştır.

1. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada hastane randevu sisteminden, doktordan, laboratuvar tetkiklerinden, görüntüleme tetkiklerinden ve hastane personelinden memnuniyet hastane hizmetlerinden genel memnuniyetin tahmin edilmesinde istatistiksel olarak anlamlı birer etken olarak tespit edilmiştir. Sağlık hizmeti sunan personelin kişilik özellikleri, gösterilen nezaket, merhamet, alaka ve anlayış, profesyonel tavırları, bilgi ve becerilerini ifade etme biçimleri, hasta memnuniyeti üzerinde çok önemli rol oynamaktadır (Yılmaz, 2001). Doktorun ve diğer hastane personelinin davranışı hastane hakkındaki hasta tutumunun belirleyicilerinin merkezindedir (Lovdal and Peerson,1989). Hastanede sunulan bütün hizmetlerin kalitesi hastanın genel memnuniyetinin belirlenmesinde etkili olmaktadır. Hastanelerin bölümlerindeki ve hizmetlerindeki memnuniyet ardından hastaneden genel memnuniyeti de getirmektedir.

İncelenen bağımsız değişkenlerden hastanenin fiziki şartlarından memnuniyet değişkeni anlamsız çıkmıştır. Hasta memnuniyeti ile ilgili literatür incelendiğinde hastanenin fiziki şartlarının memnuniyeti etkileyen ana unsurlardan olduğu belirlenmiştir. Bir hastanedeki temizlik, çevre, donanım gibi fiziksel hizmetlerin özelliklerinin iyi durumda olması hasta memnuniyetini arttıran bir unsurdur (Naidu, 2009) ve sağlık hizmetleri literatürünün ortak bulgusu fiziksel özelliklerin hasta sağlık hizmetleri gelişiminin bir bileşeni olduğudur. (Woodside et al., 1989) Bu çalışmada ise fiziki şartlar hastane hizmetlerinden genel memnuniyet yanıt yüzeyi için literatürden farklı olarak anlamsız bulunmuştur.

Hastane hizmetlerinden genel memnuniyetin tahmin edilmesi için anlamlı olan terimler ele alınmıştır. Bundan dolayı, yapılan yanıt yüzeyi analizinde anlamlı çıkan terimler için optimal tasarım seçilmiştir. Bu optimal tasarıma göre tahminler yapılmıştır. Bütün değişkenlerin yüksek seviyede olması durumunda hastane hizmetlerinden genel memnuniyet seviyesinde maksimum değer olan 100’e ulaşılmıştır.

Hastane hizmetlerinden genel memnuniyet değişkeninin değerinin 0 ile 100 arasında değer aldığı bilinmektedir. Memnuniyet katsayısı en yüksek değerini 100 olarak almaktadır. Ancak modelde bazı bağımsız değişken değerlerinin yerine konulması durumunda 100’ü aşan durumlar tespit edilmiştir. Memnuniyetin en fazla %100 olacağı bilindiğinden bu durumda genel memnuniyet 100 olarak kabul edilmiştir. Bu durum çalışmanın bir kısıtlılığıdır.

Ana etkiler ve etkileşim terimlerinden oluşan optimum tasarıma ait modelden yanıt optimizasyonu seçeneği kullanılarak hedef genel memnuniyet seviyesi araştırılmıştır. Hedef değer %70’i randevu sisteminden memnuniyetin 1, doktordan memnuniyetin 0,97771, laboratuvar tetkiklerinden memnuniyetin -1, görüntüleme tetkiklerinden memnuniyetin -1 ve hastane personelinden memnuniyetin -0,0897 olması durumunda ulaşılmıştır. SB 2014 hastane hizmetlerinden genel memnuniyet hedefi %70 oranına ulaşılması için randevu sistemi, doktor ve hastane personelinden memnuniyetin mümkün olduğunca artırılması gerekmektedir. Bu çalışma Kuyumcu (2011) tarafından tamamlanmış olan yüksek lisans tezinden türetilmiştir. Dolayısıyla hedef değer o tarihte 2014 olarak alınmıştır.

Memnuniyetin artırılması için bu değişkenler dikkate alınarak sağlık hizmetlerinin kalitesi artırılabilir. Laboratuvar tetkiklerinden ve görüntüleme tetkiklerinden memnuniyetin düşük olmasına rağmen memnuniyetin yüksek çıkmasının nedeni, hastaların laboratuvar tetkikleri ve görüntüleme tetkiklerinden aldıkları düşük seviyedeki hizmetlere alışmış olabilmesi ile

açıklanabilir. Laboratuvar tetkiklerinden ve görüntüleme tetkiklerinden memnuniyetin düşük olmasına rağmen memnuniyetin yüksek çıkmasının bir diğer nedeni de kişilerin hastane dışında başka sağlık kuruluşlarını tercih etmesi olabilir.

Sağlık hizmetlerinde laboratuvar ve görüntüleme tetkiklerinde verilen hizmetlerin kalitesinin artırılması ile kişilerin tetkik hizmetlerinden memnuniyeti de artırılabilir. Hastane hizmetlerinden genel memnuniyetin artırılması için bütün bölümlerdeki memnuniyetin de artırılması gerekmektedir.

Bu çalışma ile YYY ilk defa sağlık kurumları ile ilgili bir çalışmada kullanılmıştır ve YYY ile hasta memnuniyeti analiz edilmiştir. Hastaların hastane hizmetlerinden genel memnuniyeti ve genel memnuniyeti etkileyen değişkenler açıklanmaya çalışılmıştır. Hastane hizmetlerinden genel memnuniyet değişkeni için yanıt yüzeyi modeli kurularak optimum noktaya ulaşılmış, ardından minimum sayıda deney noktası ile optimum tasarımın belirlenmesi için D optimallik kriterine göre 234 denek üzerinden optimum nokta seçim işlemi yapılmıştır. Bu seçilen optimum tasarıma göre de model kurularak tahminler yapılmıştır. Yanıt yüzeyi yönteminin hasta memnuniyeti kavramına adapte edilmesi ile hasta memnuniyetini etkileyen değişkenler ve hedeflenen memnuniyet değerleri elde edilebilir.

Kaynaklar

1. Box, G. E. P., Draper, N. R. 1987. Empirical Model Building and Response Surfaces, John Wiley and Sons, New York.
2. Box, G. E. P., Draper, N. R. 1975. Robust designs, *Biometrika*, 62, 347-352.
3. Cook-Anderson, C. M., Borror, C. M., Montgomery, D. C. 2009. Response surface design evaluation and comparison, *Journal of Statistical Planning and Inference*, 139, 629-641.
4. Gilmour, S. G., Draper, N. R. 2003. Confidence regions around the ridge of response on fitted second order model response surfaces, *Technometrics*, 45(4), 333-339.
5. Jurado, E., Camacho, F., Luzon, G., Vicaria, J. M. 2002. A new kinetic model proposed for enzymatic hydrolysis of lactose by a β -galactosidase from *Kluyveromyces fragilis*, *Enzyme and Microbial Technology*, 31, 300-309.
6. Khuri, A.I., Cornell, J. A. 1996. Response Surfaces: Designs and Analyses 2nd edition, Marcel Dekker, New York.
7. Kuyumcu E., Yüksek Dereceden Yanıt Yüzeyi Modelleri Üzerine Bir Çalışma, Hacettepe Ünivesitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2011.
8. Lovdal, L., Peerson, R. 1989. Wanted-doctors who care, *Journal of Health Care Marketing*, 9(1), 37-41.
9. Montgomery, D. C. 2001. Design and Analysis of Experiments, John Wiley and Sons, New York.
10. Myers, R.H., Montgomery, D.C. 2002. Response Surface Methodology Process and Product optimization Using Designed Experiments, John Wiley and Sons, New York.
11. Naidu, A. 2009. Factors affecting patient satisfaction and healthcare quality, *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 22(4), 366-381.
12. Russell, M. N. 1990. Consumer satisfaction: an investigation of contributing factors, *J. Soc. Serv. Res.*, 13(4), 43-56.
13. T. C. Sağlık Bakanlığı, Stratejik Plan 2010-2014, ISBN 978-975-590-315-6, 94s.
14. Woodside, A.G., Frey, L.L., and Daly, R.T. 1989. Linking service quality, customer satisfaction and behavior intention, *Journal of Health Care Marketing*, 9(4), 5-17.
15. Yılmaz, M. 2001. Sağlık bakım kalitesinin bir ölçütü: hasta memnuniyeti, *Cumhuriyet Üniversitesi Hemşirelik Yüksek Okulu Dergisi*, 5 (2), 69-74.



Considerations on the Stability Analyses of Geomembrane Faced Embankment Dams and Slope Optimization - Kızık Dam Case

Uğur Şafak Çavuş

¹Civil Engineering Department, Technology Faculty, Suleyman Demirel University, Isparta, Turkey

(First received 18 February 2015 and in final form 17 June 2015)

Abstract

It is not so common in dam engineering to design and construct earthfill dams with waterproof geomembrane liners instead of using clay cores. Since any dam failure cause catastrophic results and disasters over large areas located on the downstream side of the dams, dam design engineers generally avoid using geomembrane liners wherein any holes on the liners may cause seepage forces within the embankment materials. Therefore, engineers mostly prefer to use with well known traditional materials such as concrete face, clay fill, and asphalt membrane to provide water tightness for embankment dams. However, in recent years, in the World, there is an attempt to use geomembranes on the upstream faces of embankment dams as water barriers. There are recently some small dams with geomembrane water barriers constructed less than 30 meter heights in Turkey and in the World. In this study, for dam design engineers, it is shown that critical slope loading cases for dam slopes with geomembrane liners are different than those for conventional embankment dams with clay cores. So, this study will provide a technical source and a guide for dam engineers by the way of explaining some important criterions to analyze and design the slope of the geomembrane faced embankment dams along with Kızık dam. In addition this study briefly discusses also some other design principles of geomembrane faced dams. Moreover, the study shows how to optimize the outer slopes of geomembrane faced embankment dams in terms of safety and economy.

Keywords: Geomembrane liners, embankment dams, slope stability, critical loading, optimum slope design

Özet

Baraj mühendisliğinde, dolgu barajların geçirimsizlik perdesini kil çekirdek yerine geomembran malzeme kullanarak sağlamak uygulamada ve tasarımda tercih edilen yaygın bir uygulama değildir. Çünkü bir barajın yıkılması durumunda, barajın mansabındaki geniş alanlar boyunca çok büyük zararlar ve kayıplar meydana gelir. Bundan dolayı baraj mühendisleri barajların su geçirimsizliğini sağlamakta geomembranları kullanmak noktasında geomembranların üzerinde oluşacak bir yırtılma ve delik neticesinde baraj dolgusunda sızma basınçları oluşur diye çekingen davranmaktadırlar. Bu sebeple, mühendisler tasarımlarında daha ziyade geleneksel ama mühendislik davranışları iyi bilinen beton kaplama, kil dolgu veya asfalt membran gibi malzeme ve yöntemleri tercih etmektedirler. Fakat bununla birlikte son yıllarda dünyada barajın su geçirimsizliğini temin etmek için, geomembran kaplı küçük dolgu baraj tasarım ve inşaatları görülmeye başlanmıştır. Türkiye’de ve dünyada 30 yüksekliğin altında bu tür bazı barajlar tasarlanmış ve inşa edilmiş olup bir kısmı da inşaat aşamasındadır. Bu çalışmada, memba şevi geomembran kaplı dolgu barajların şev stabilitesi açısından kritik yüklenme şekillerinin klasik kil çekirdekli barajlardan farklı olduğu baraj tasarım mühendisleri için gösterilmiştir. Bu çalışma, baraj mühendisleri için, Kızık barajı şev stabilite analizleri vasıtasıyla, geomembran kaplı dolgu barajların stabilite analizlerindeki önemli kriterleri ve analiz şekillerini anlatan teknik bir kaynak ve rehber hükmünde olacaktır. Ayrıca bu çalışma geomembran kaplı baraj tasarımında dikkat edilmesi gereken diğer önemli hususları da izah etmektedir. Bunlara ilave olarak, geomembran kaplı dolgu barajların şevlerini ekonomik ve teknik açıdan nasıl optimum olarak analiz edileceği sunulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Geomembran sentetikler, dolgu barajlar, şev stabilitesi, kritik yüklenme, optimum şev tasarımı

1. Introduction

For highly populated regions, any dam failure may cause many deaths and give big damages to the facilities located on the downstream of the dam. Therefore, as a custom, dam designers and contractors usually prefer to work with well-known and experienced materials such as clay cores, concrete, asphalt for water barriers of earth fill/rock fill dams instead of using new types of materials such as geomembranes. However, if there is no clay core material with good engineering properties within an economical distance, then geomembrane faced type of dams may be considered for any earth fill dam design. Kızık Dam was one

example of these. Since impervious clay core materials of the dam were located almost 25 km far from the site, Kızık dam

Originally was designed as a geomembrane faced earthfill dam at first. But, later, existing of clay core material source in a reasonably economical distance to the dam site was discovered after a further investigation, geomembrane faced embankment dam design changed to a conventional embankment dam with a central clay core. At the time of the design stage of the geomembrane faced earth fill dam (Kızık dam), many evaluations and discussions were performed among the engineers since a safe design of Kızık dam having a quite large storage volume and 44 m height from foundation level was so important. The dam was also located on highly populated area and on a highly earthquake

potential region. The dam was originally designed as a geomembrane faced dam to save from transportation costs of clay core material. However, any irrigation or energy purposed large and high geomembrane faced earth fill dams with high storage capacities (more than 1000000 m³) comparing to the other dam types are not so common on the earth up to now. According to 2010 ICOLD Bulletin, relatively high number of fill dams with uncovered geomembranes are 47. And, most of the constructed geomembrane faced embankment dams are relatively small and also around 106 with a covered material. So, we can conclude that many geomembrane faced fill dams constructed on the earth are usually either quite small dams or have low storage capacities (generally less than 500000m³). In addition some are also mostly located on the places far from the highly populated regions. Therefore, design of Kızık dam being a geomembrane faced type was left out at final design stage and instead conventional earth fill dam with a clay core was again preferred for the construction by the engineers.

Kızık Dam is located on Sandıklı province of the city of Afyonkarahisar in Turkey. It is now under construction and an irrigation purposed dam. The dam is also located on a region wherein it is mostly probable to have a strong earthquake over 6.0 magnitude. Reservoir volume at the normal water level of the dam is 2070000 m³. The height of Kızık dam is 37 m from the riverbed and 44 m from the bedrock. Therefore, the alluvium thickness on the dam axis is almost 7 m deep. Spillway structure of the Kızık dam is located on the left abutment. Its discharge capacity is 9.97 m³/s for a 10000 years of return period. Derivation conduit as well as bottom outlet is a 1 m diameter steel pipe and located on the right abutment. Upstream and downstream slopes of Kızık dam were originally designed as 3 horizontal to 1 vertical and 2.5 horizontal to 1 vertical respectively for the geomembrane faced earth fill type as same for the conventional clay core earth fill dam design in the final stage since the engineers hesitated to make steeper slopes for geomembrane faced type of the dam.

In this study critical slope loading cases, loading types, ranges of safety factors, optimum design of outer slopes of geomembrane faced earthfill dams are all discussed and presented along with the Kızık dam which is also under the effect of an earthquake loading. Optimum design of the upstream and downstream slopes are so much important in terms of safety and economy in dam engineering. Since, if outer slopes are designed so gentle, then the volume of the dam and its foundation area increase which also cause larger foundation treatment areas, excavations and refilling with earth fills. Gentle slopes also cause farther and more costly spillway and derivation facilities. Therefore, designing slopes of dams as possible as steep are very important to decrease costs and safety. So, this study, in brief, also provides a good example how to design slopes optimally in terms of the dam's safety and economy. Moreover, some other important design principles of geomembrane faced dams are given.

2. Materials and Methods

2.1. Literature review and evaluation of past studies for embankment dams with geomembrane liners as water barriers of embankments dams

Koerner, R. M. and Wilkes, J. A. (2012) stated that 183 earth or rock fill dams (most of them are small) incorporating geomembranes are available in the world. 45% of those are in Europe, 18% are in USA, 18% are in China and other remaining are scattered in other countries and locations.

Poulain et al (2011) provided a feedback and guidelines for geomembrane lining systems of mountain reservoirs in France
www.ejosat.com ISSN:2148-2683

Mendoza et al (2009) developed safety factor monograms for homogeneous earth dams less than ten meters high. In their study, they accepted 1.4 as a minimum safety factor for slopes of an earth fill dam to be sufficiently stable for both the cases of dynamic stability and static stability. However, like in our study, safety factors of dynamic and static stability cases should be different. Since an earthquake loading cause a short time extra loading on any slope sliding surface, required minimum slope dynamic safety factor is usually taken less than minimum static safety factor for a slope to be accepted as safe. In addition, if dynamic threshold slope safety factor is taken as same as the static threshold safety factor, this cause slopes of dams to be flatter and uneconomical. Further, in their study, Mendoza et al did not consider reservoir water pressure as a boundary force on top of the geomembrane. However, this is the real case and has to be certainly considered in the geomembrane faced earth fill dams like in the cases of concrete or asphalt faced dams.

Toioyana et al (2009) analyzed a channel embankment reinforced by a nonwoven geotextile using two methods: The first method only considered the tensile strength and soil-geotextile interface friction. The second method also considered the drainage function. In both cases, the reinforced embankment was modeled in rapid drawdown condition by the authors

Briancon et al (2002) were discussed outcomes of some experimental modelling of friction at geosynthetic interfaces for different hydraulic conditions to which GLS are exposed, such as rainfall leading to partial or total saturation of the landfill covers on top of the GLS. They also gave some equations to calculate friction angle between geotextile and geomembrane.

2.2. Geology of the site, configuration and material characteristics of the dam

Bedrock on the dam site consists of andesite, agglomerate and tuff. For the Maximum Credible Earthquake on the site, the horizontal earthquake coefficient used for the slope stability analyses of the dam is taken as 0.2g for pseudo static slope stability analyses since the region is in the 1st degree (the most risky) earthquake region in Turkey.

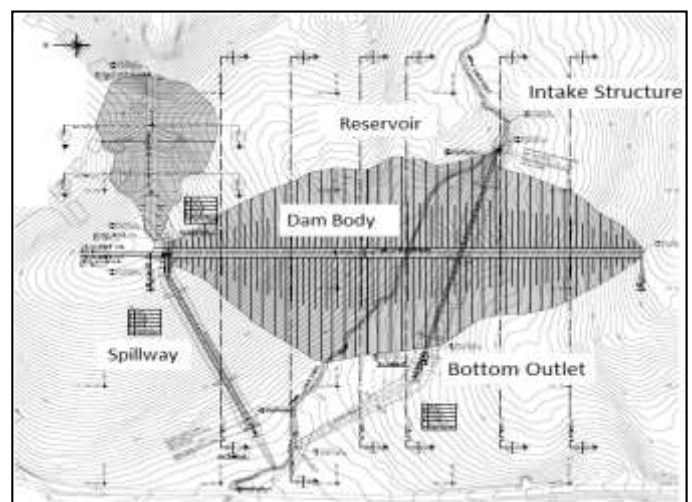


Fig.1. General Layout of Kızık Dam (State Hydraulic Works, 2013)

All possible configurations of the Kızık dam studied carefully at the design stage to find out the safety and least costly dam. It was found that a concrete dam for this irrigation purposed dam would not be feasible. Therefore, dam has to be either rock fill or

earth fill type. Since a rockfill dam is generally much more expansive than an earthfill dam, Kızık dam was selected to be an embankment. However, a good clay core material source within a reasonably economical distance at first was not found on the site, then the design was progressed on a sandy fill embankment with a geomembrane faced on the upstream side. This embankment was located on the bedrock after excavating and removing the alluvium completely on the site. The embankment's material, sandy fill behind geomembrane, would be obtained from the sources as much as close to the site. Thus, the general layout of the kızık dam taken into consideration in the first design stage is given in Fig. 1.

Maximum cross section of the dam is also provided in Fig.2. In this stage embankment upstream outer slope with geomembrane face and downstream slope were selected 3 horizontal to 1 vertical and 2.5 horizontal to 1 vertical respectively as same as the slopes chosen in conventional designs. However, since appropriate clay core material was later on finally found in a reasonable distance to the dam axis, the embankment design with a geomembrane faced was left and the design revised to a conventional embankment type with a clay core. However, originally designed upstream and downstream slopes are 3 horizontal to 1 vertical and 2.5 horizontal to 1 vertical respectively remained same for both types of the designs.

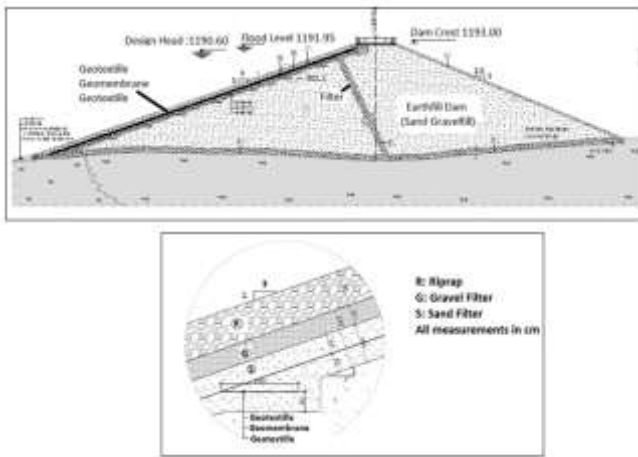


Fig.2. Maximum Cross section and a cross section on the abutment of Kızık Dam in the first alternative of the designs (State hydraulic Works, 2013)

3. Critical Slope Stability Cases for Embankment Dams and Safety Factors

The most critical cases for upstream slopes of conventional embankment dams with a clay core are i) At the end of the construction ii) Sudden drawdown of the reservoirs. However, for downstream slope, the most critical cases are i) At the end of the construction ii) Full of reservoir. On the contrast, for geomembrane faced embankment dams, critical loadings for slope safety differs. In this case, for upstream slope stability analyses, the most critical cases are i)at the end of the construction ii) Full storage and minimum storage level at the end of the irrigation session for irrigation purposed dams. When reservoir is in its highest level (maximum water level) for geomembrane faced embankment dams, reservoir water pressure acts completely on the geomembrane face resulting in increasing of normal soil pressure on the sliding surfaces and as a consequence of it, increasing of shear strength along the sliding surface. Therefore, full storage case is actually not the critical loading for geomembrane faced embankments. Instead, when reservoir water lowered at the end of irrigation or in case of any danger, acting of

upstream water pressure on the geomembrane decreases. In such case, shear strength increase on the sliding surfaces due to normal soil stress increase on the sliding surface because of the reservoir water pressure is much less than that of the full storage case. That is why we can accept that minimum reservoir level is much more critical than full storage case for upstream slope of geomembrane faced earth fill/rock fill dams. However, a dam designer has to also analyze full storage loading case for upstream upstream slope design.

For downstream slope stability analysis, critical loadings are as same as those in conventional earth fill/rock fill dams with a clay core wherein those cases are i) At the end of the construction ii) Full of reservoir. A summary of comparison for critical slope failure analyses for both types of embankment dams is given in Table 1.

Table 1. Comparison for critical slope failure analyses for different embankment dams

Earthfill/rockfill dams with clay core		Earthfill/rockfill dams with geomembrane face	
UPSTREAM SLOPE	DOWNSTREAM SLOPE	UPSTREAM SLOPE	DOWNSTREAM SLOPE
End of construction	End of construction	End of construction	End of construction
Sudden drawdown	Full storage case	Full storage and minimum storage case after irrigation	Full storage case

As proved in this study, we can say that in terms of slope safety, properly designed well constructed undamaged geomembrane faced earthfill dams may be safer than conventional embankment dams with a clay core. Since, as opposed to the conventional earthfill/rockfill dams with a clay core, in geomembrane faced embankment dams, water pressure acts only on the upstream geomembrane. This means reservoir water does not act within the embankment to cause pore water pressure which decreases shear strength along the sliding surface and also may cause piping or soil erosion due to seepage within the embankment.

Table 2. Minimum required safety factors against slope sliding for earth fill/rock fill dams in Turkey

Upstream slope		Downstream slope	
End of construction		End of construction	
Without Earthquake (1.5)	With Earthquake (1.2)	Without Earthquake (1.5)	With Earthquake (1.2)
Sudden drawdown or min reservoir level		Full storage case	
Without Earthquake (1.0)	With Earthquake (1.0)	Without Earthquake (1.5)	With Earthquake (1.2)

In Turkey, when a pseudo static earthquake slope stability analysis is done, the minimum accepted safety factors for upstream embankment slopes are 1.2 for the end of construction case and 1.0 for the drawdown case. Minimum acceptable safety factors for

downstream embankment slopes are, however, 1.2 for both the end of construction and full of reservoir cases (Table 2).

4. Slope Stability Analyses of the Kızık Dam with an Upstream Geomembrane Face

In the design stage of the geomembrane faced Kızık dam, slopes were selected 3 horizontal to 1 vertical for the upstream slope and 2.5 horizontal to 1 vertical for the downstream slope as same as those normally selected for the conventional earthfill dams with a central clay core. However, as proved and discussed in this paper, it is possible to make steeper slopes and then as a consequence it is possible to make the cost of the dam less and save Money. Since, if we design sufficiently safe steeper slopes, then embankment volume and foundation treatment beneath the embankment decrease. In addition due to steeper slopes, upstream and downstream embankment lay out on the river bed and abutments do not spread to larger areas. This also cause some decrease in the length of bottom outlet and spillway structures. All these result in cost savings.

Therefore sufficiently safe and economical slope design for geomembrane faced embankment dams have to be sought in all designs instead of designing slopes conventionally. Steeper slope design is more possible for geomembrane faced earth fill dams than that for conventional embankment dams with a clay core since there is no water normally within the embankment due to prevention of seepage of reservoir water into the embankment by the impervious geomembrane barrier.

4.1. Pre-evaluations before running slope stability analyses

Possible slopes to be chosen for the design are 3H/1V, 2.5H/1V or 2H/1V for the upstream slope and 2.5H/1V or 2H/1V for the downstream slope. Steeper upstream slope than the 2H/1V is not considered for sandy gravel earth fill material due to the risk of the segregation and construction difficulties of the geomembrane placement. For the upstream slope we decided the most critical slope loading cases for the stability as:

- Earthquake effect at the end of construction and
- Earthquake effect when the reservoir is full with water

Since, the dam is an irrigation dam, then only five months of irrigation season, reservoir water will get gradually and partly lower levels and finally it will reach the minimum level only at the end of the irrigation session for a short period of time. Therefore, the risk of the having a maximum design earthquake considered for the region just when the water level is in its lowest time is quite low. So, most of the year dam will have high storage levels causing high pressures on the geomembrane face and a high seepage risk if any damage occurs on the geomembrane barrier. Thus we concluded that the full storage case with an earthquake coefficient to run a pseudo static slope stability analyses is much more critical than the case of the storage with a minimum reservoir level.

When full storage case considered dynamic reservoir water pressure acting on the geomembrane barrier due to earthquake should also be taken in the analysis for example by using westergard calculation. However, this dynamic water pressure causes additional pressure to the static water pressure and as a consequence it also causes strength increase along the sliding surfaces. Therefore, in our cases we did not considered dynamic reservoir water pressures to stay on safer side. Minimum acceptable safety factors are 1.5 for static case and 1.2 for earthquake case. Ice effect on the upstream slope is also not

considered for the upstream slope stability analyses since the region is although located on a cold region. Freezing of the reservoir water is not so common. However, it should be marked that for very cold regions, freezing of reservoir water may damage geomembrane if not protected well and also cause additional horizontal load on the upstream face the dam. Embankment material properties used in slope stability analyses in this study are also given in Table 3.

Table 3. Material properties of the Kızık Embankment

	γ_{moist} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	c_{dry} (kN/m ²)	c_{sat} (kN/m ²)	ϕ	Γ_u
sandy fill	16.5	17.6	0	0	38	0

5. Pseudo Static Slope Analyses and Optimum Design of Outer Slopes of Kızık Dam

To determine the design safety factors of the upstream and downstream slopes of the Kızık dam for the maximum horizontal seismic acceleration coefficient of 0.2g obtained for the maximum credible earthquake with a magnitude of 6.5 for the region, we run slope stability analyses using the WinStabl program, adapted to windows platform by Peter J. Bosscher, from the original Purdue University STABL code developed by Ronald A. Siegel (1975). This program analyses slopes by one of the limit equilibrium methods such as Swedish circle, modified Bishop and Janbu. In all of our analyses we preferred modified Bishop method for calculating factor of safeties of the sliding surfaces. Sliding surfaces are selected as circles. If an embankment is consist of homogeneous earthfill material then any slope sliding is most probably either circular or near circular. In all analyses we used 100 trial surfaces to obtain the most critical one with the lowest factor of safety. At the outcome of the analyses, ten most critical sliding surfaces among hundred tried surfaces are obtained as seen on the figures 3,4,5,6 and 7 with lowest factor of safeties. The first one with the lowest factor of safety indicates that this sliding surface is the most critical one. Loading types for the critical cases are also summarized in Table 4 below:

Table 4. Loadings for different cases

At the end of construction	Full Storage
Embankment weight on the sliding surface	Embankment weight on the sliding surface
Earthquake horizontal earthquake coefficient	Upstream reservoir water pressure applied on the geomembrane as boundary surface load: Linearly varying water pressure by depth is idealized with several linear incremental loads
No water pressure	Earthquake horizontal earthquake coefficient

5.1. Upstream slope optimization

As opposed to the customized design we first started slope analyses with a 2.5 horizontal/1 vertical upstream slope to check whether the slope is sufficiently safe instead of analyzing the slope 3 horizontal to 1 vertical upstream slope which was chosen in the original design. Then, we obtained that calculated safety factors for the end of construction and full storage cases of the upstream slope are 1.39 and 1.58 respectively (Fig. 3 and 4) which are much higher than the required minimum value of 1.2 in case of earthquake effect.

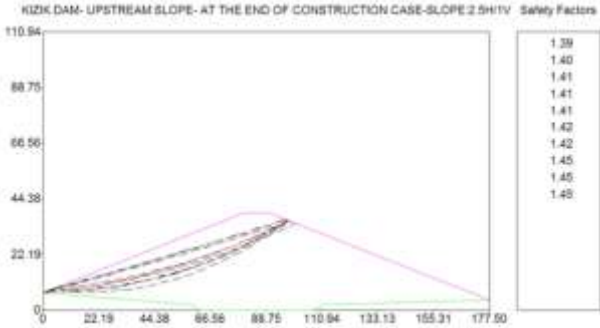


Fig. 3. Ten most critical sliding surfaces and minimum safety factors of Upstream slope of the Dam: Slope is 2.5H/1 V for the end of construction case with 0.2g earthquake coefficient

As seen on the figures, safety factors for the 2,5H/1V slope for full storage case with the earthquake coefficient of 0.2g are quite high (almost 1.6) comparing to the safety factors of the end of construction case. In both cases, calculated lowest factor of safeties for critical sliding surfaces are still much higher than the required Turkish criteria wherein factor of safety of the dam slopes has to be higher than 1.2 for earthquake cases. The reason for increasing of safety factors when reservoir water is full that the water pressure acts directly on the upstream of the geomembrane which positively increases the shear strength of the failure surfaces.

Thus, it is concluded that the upstream slope of the dam with 3H:1V is over conservatively and uneconomically designed which means that the slope is so gentle. Even 2.5 horizontal to 1 vertical slope is found quite safe for both loading cases. So, it is concluded that the upstream slope of the dam was designed conservatively and costly. This showed us how important to find an optimum solution for the upstream slope design of the Kızık dam.

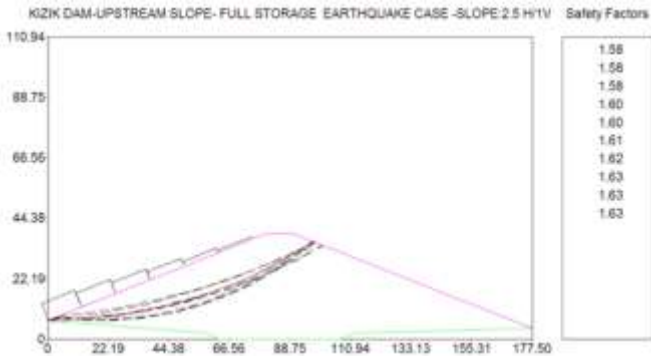


Fig.4. Ten most critical sliding surfaces and minimum safety factors of Upstream slope of the Dam: Slope is 2.5H/1 V for the full storage case with 0.2g earthquake coefficient

Then the upstream slope is taken as 2 horizontal to 1 vertical to seek further whether more economical solution is possible along with safety. In this case, minimum calculated safety factors

for ten most critical sliding surfaces are around 1.0 (Fig.5) for an earthquake coefficient of 0.2g which is lower than the required 1.2 meaning slope is not so safe in this situation and the slope is almost limit equilibrium state with values of 1.0.

However, a designer may still consider that this slope may be accepted as safe since there will be no reservoir water at the end of construction to danger livings downstream in case of any slope failure. In addition, Kızık dam will also never completely become empty during operation after the reservoir was filled. So, when it has a full reservoir 2H/1V upstream slope becomes quite safe even in case of the earthquake effect with a minimum safety factors around 1.3 (see Fig. 6). The reason for increasing of safety factors in full reservoir case is due to the water pressure acting directly on the upstream of the geomembrane which increases the shear strength of the failure surfaces. Since, the dam is an irrigation dam, then only five months of irrigation season, reservoir water level decreases gradually and partly until the minimum water level. So, most of the year dam will have full storage and the other times will operate with partial upstream water pressure. Partial water pressure even causes some increase in the slope safety factor values in some degree. In addition, the risk of an earthquake strike to the dam along with five months of irrigation and to the time in which the reservoir water is at the lowest level is quite low.

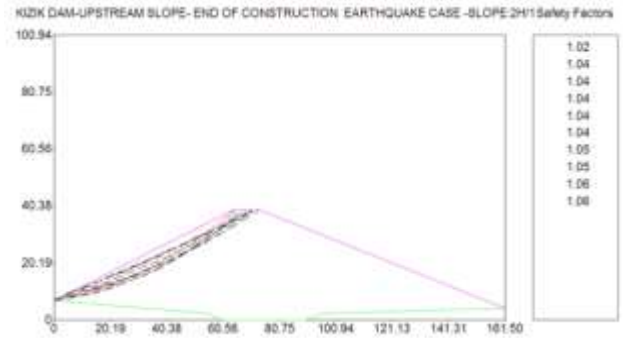


Fig.5 Ten most critical sliding surfaces and minimum safety factors of Upstream slope of the Dam: Slope is 2H/1 V for the end of construction case with 0.2g earthquake coefficient

Thus, we can conclude that even 2H/1V upstream slope is sufficiently safe and can be chosen for the design as well since in this case, bottom outlet structure length and embankment volume considerably decrease which cause the dam to be much more economical.

However, if a designer wants to stay on safer side, then it is recommended that he/she should prefer 2,5H/1V slope which will be sufficiently safe and less costly comparing to the original design with 3H/1V slopes.

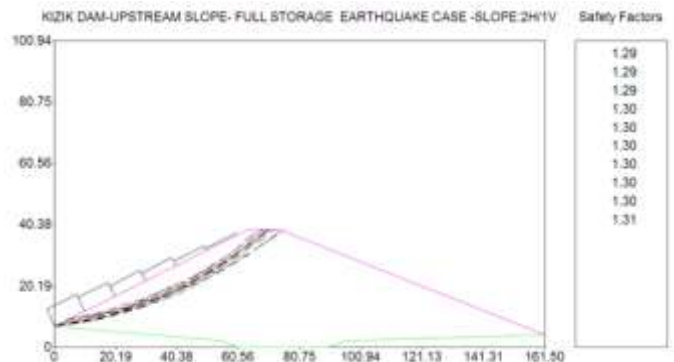


Fig.6. Ten most critical sliding surfaces and minimum safety factors of Upstream slope of the Dam: Slope is 2.5H/1 V for the full storage case with 0.2g earthquake coefficient

5.2. Downstream slope optimization

The most critical loadings for the downstream slope are at the end of construction and full storage cases. However, strength properties will be same and pore water pressure will be zero within the embankment for both cases resulting in same factor of safeties in the slope stability analyses. Since, there is no seeping water affecting downstream slope stability for geomembrane faced dams due to geomembrane water barrier on the upstream face of the dam, and dam is also always in dry state if geomembrane is not damaged, material. So, calculated minimum safeties for ten most critical sliding surfaces of downstream slope of Kızık dam for end of construction and also full reservoir cases are found a little higher than 1.2 (Fig. 7) indicating that downstream slope is designed sufficiently safe and economical. So, no need to make a steeper downstream slope.

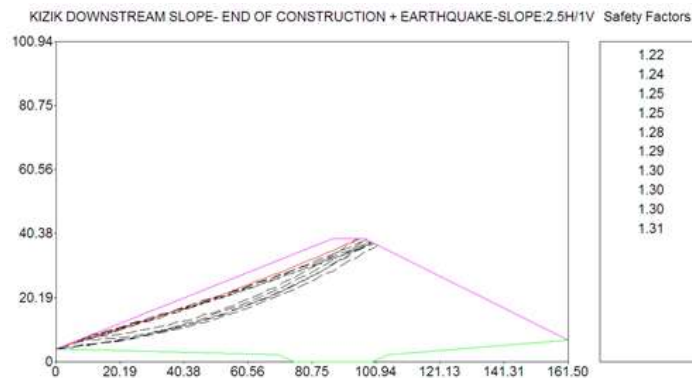


Fig.7. Ten most critical sliding surfaces and minimum safety factors of Downstream slope of the Dam: Slope is 2.5H/1 V for the end of construction and full storage cases with 0.2g earthquake coefficient

6. Other Considerations, Fundamental Design and Construction Principles for Large Geomembrane Faced Embankment Dams

Beside other dam types, geomembrane faced dams should only be considered to construct under those circumstances:

- i) Reservoir volume < 1000000 m³,
- ii) If there is no available good quality and/or sufficient amount of clay core within economical distances
- iii) If it is not possible to construct other conventional well known dam types such as concrete faced or asphalt faced embankments.

However, it may also be possible to design and construct medium high geomembrane faced embankment dams with quite large reservoir volumes. However in this case important care have to be given for the design and construction since any damage of the geomembrane face may result in seepage erosion within the embankment and a complete failure of the dam. So, if a designer decides to construct an embankment dam with geomembrane barrier instead of impervious clay core, then the designer has to give special care to those:

- iv) Geomembrane should be located on the upstream face of the dam instead of locating it within the embankment as a central impervious core. Since a geomembrane liner on the upstream slope of the dam resist whole reservoir water pressure from the upstream side of the dam which increases normal forces applied on the sliding surfaces and also increases the shear

resistance along the sliding surfaces. On the contrast, if geomembrane liner is located within the embankment as a water barrier, then the earth fill becomes saturated at upstream side of the membrane and dry at the downstream of the membrane barrier wherein some differential settlements and damages to the geomembrane barrier may occur.

- v) Geomembrane has to be protected by geotextiles both on top and bottom of the liner
- vi) Placement of the geomembrane at the valley abutments have to be carefully done not to cause any seepage of the reservoir water.
- vii) If the rock foundation is pervious and needs to make grouting, then toe slabs at the abutments have to be provided and geomembrane liner is extended the toe slabs and tightly fixed there.
- viii) Grouting has to be performed from the top of concrete toe slabs.
- ix) For cold regions, to prevent any ice force and disturbances on the geomembrane, it should be protected with some earth fill materials like a sandy- clay fill on the upstream side,

7. Evaluations and Conclusions

For slope design of the geomembrane faced earth fill/rock fill dams, some guidelines are summarized below:

- ✓ For upstream slope stability analyses, the most critical cases are i) at the end of the construction ii) Full storage and minimum storage level at the end of the irrigation session for irrigation purposed dams.
- ✓ For downstream slope stability analysis, critical loadings are as same as those in conventional earth fill/rock fill dams with a clay core wherein those cases are i) At the end of the construction ii) Full of reservoir.
- ✓ For full storage case, dynamic reservoir water pressure acting on the geomembrane barrier due to an earthquake should not be taken into consideration in limit equilibrium slope stability analyses to stay on the safer side. Since this dynamic water pressure causes additional pressure to the static water pressure and then cause strength increase along the sliding surfaces.

In conclusion, in this study, safety of the outer slopes of the conventional type earth fill dam, Kızık Dam is first checked by running circular type slope stability analyses. Then, optimum slopes are also determined in terms of safety and economy. The downstream slope is found sufficiently safe and economical. Therefore, it is not changed. However, since upstream slope is designed conservatively, this slope is designed steeper with a 2.5H:1V slope. So, upstream slope become more economical. Thus, the other dam facilities such as spillway and derivation structures also become much more economical since their lengths is possible to be less.

Finally, we can concluded that well-constructed undamaged geomembrane faced earth fill dams may be safer than conventional embankment dams with a clay core. Since, as opposed to the conventional earth fill/rock fill dams with a clay core, in geomembrane faced embankment dams, water pressure acts only on the upstream geomembrane. This means reservoir water does not act within the embankment to cause pore water pressure which decreases shear strength along the sliding surface and also may cause piping or soil erosion due to seepage within the embankment.

References

- Koerner, R. M. and Wilkes, J. A. 2012. 2010 ICOLD Bulletin on Geomembrane Sealing Systems for Dams, Geosynthetics, April.
- Poulain, D., Peyras, L., and Meriaux, P. 2011. Feedback and guidelines for geomembrane lining systems of mountain reservoirs in France, geotextiles and Geomembranes 29, Elsevier, 415-424.
- Mendoza, C.F.J., Gisbert, A.F., Izquierdo, A.G. and Bovea, M.D. 2009. Safety factor monograms for homogeneous earth dams less than ten meters high, Engineering Geology 105, Elsevier, 231-238.
- Toloyana, A., Abustana, I., Selamata, M.R. and Ghaffari, Sh. 2009. A comprehensive method for analyzing the effect of geotextile layers on embankment stability, geotextiles and Geomembranes 27, Elsevier, 399-405.
- Briancon, L., Girard H., and Poulain D. 2002. Slope stability of lining systems- experimental modelling of friction at geosynthetic interfaces, Geotextiles and geomembranes-20, Elsevier, 147-172.
- State Hydraulic Works. 2013. Kızık Dam Studies, Isparta, Turkey.
- STABL. 1975. Ronald A. Siegel, Purdue University code.
- WinStabl software 1997, Peter J. Bosscher, University of Wisconsin, Madison, USA.