



Kısa Makale

Eğri Minarenin Eğilmesinin Statik Analizi

Temel BAYRAK, H. Murat YILMAZ

Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Aksaray

ÖZET

Türkiye'nin İç Anadolu kısmında yer alan Aksaray İlinde bulunan Eğri Minare eğri olmasından dolayı halk arasında "Eğri Minare", tuğlalarının kırmızı olmasından dolayı da "Kızıl Minare" olarak tanınmaktadır. Kitabesi günümüze gelemeyen minare, mimari ve süsleme özelliklerinden hareketle I. Alâeddin Keykubad dönemine (1221-1236) tarihlendirilmektedir. Yaklaşık 770 yıldır ayakta kalabilmeyi başarabilen bu benzersiz yapı bilinmeyen nedenlerden dolayı Batı-Kuzeybatı yönünde ünlü Pisa Kulesi (1173) gibi eğilmiştir.

Bu çalışmada minarenin eğilmesinin devam edip etmediği sorusunun cevabı araştırılmıştır. Minare eğilme yönünde tesis edilen bir pilye yardımıyla yaklaşık bir yıldır devam eden tekrarlı düşey açı ölçülerinden yararlanarak statik olarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarından yaklaşık 27 derecelik eğime sahip bulunan minarenin ölçü periyotları süresince hareket etmediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kızıl (Eğri Minare), Eğilme, Statik analiz

1. GİRİŞ

Aksaray ili sınırları içerisinde bulunan Kızıl Minare 1221-1236 yılları arasında yapılmış bir Selçuklu eseridir. Geçen süre içerisinde kitabesi kayıp olmasından dolayı sanatkarı bilinmemektedir.



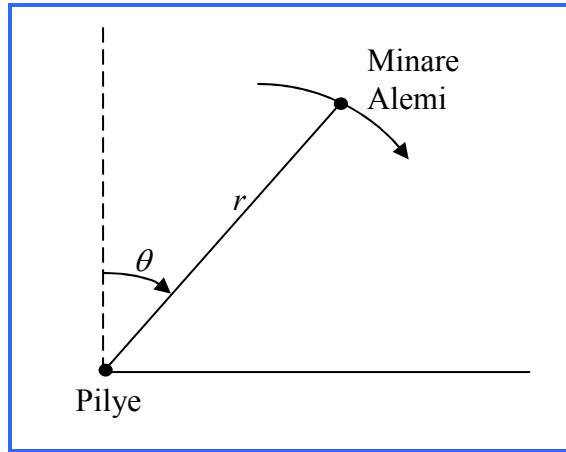
Şekil 1. Kızıl (Eğri) Minareden bir görünüş

Yaklaşık 27 derece eğime sahip olan minare horasan harcıyla yapıştırılmış kırmızı tuğlalardan yapılmıştır. Dört köşe bir kaide üzerine silindirik gövde, ince bir silme ile iki kısma bölünmüştür. Alt kısmı zikzak, üst kısmı mavi ve yeşil çini mozaiklerle kaplanmıştır. Bir şerefesi ve 92 basamağı vardır (Şekil 1). Minarenin süsleme ve tarihi süreci hakkında daha fazla bilgi için ilgili kaynaklardan edinilebilir [1], [2], [3].

Eğri Minare İtalya'daki ünlü Pisa Kulesi gibi eğik olmasından dolayı yerli ve yabancı turistlerden oldukça ilgi gören tarihi bir yapıdır. Korunması ve gelecek nesillere miras olarak bırakılmasına yönelik önlemler almaya çalışan İl Trafik Komisyonu 1995 yılında önünden geçen Aksaray-Nevşehir karayolunu trafiğe kapatma kararı almış ve yıkılmasını önlemek amacıyla da Vakıflar Genel Müdürlüğü minareyi halatla kelepçelemiştir. Günümüze kadar minarenin eğilmesinin devam edip etmediği konusunda çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada minarenin eğilmesinin devam edip etmediği sorusuna cevap aranmıştır.

2. EĞİLMENİN STATİK ANALİZİ

Bu çalışma Eğri Minarenin korunmasına ve deformasyonunun belirlenmesine yönelik jeodezik anlamda ilk örnek bilimsel çalışmadır [4]. Eğilmenin analizi için öncelikle minarenin eğilme yönünde zorunlu merkezleştirme yapısıyla donatılmış bir pilye tesis edilmiştir. Pilye tesis etmenin amacı alet kurma sırasında oluşabilecek hataları elimine etmektir.

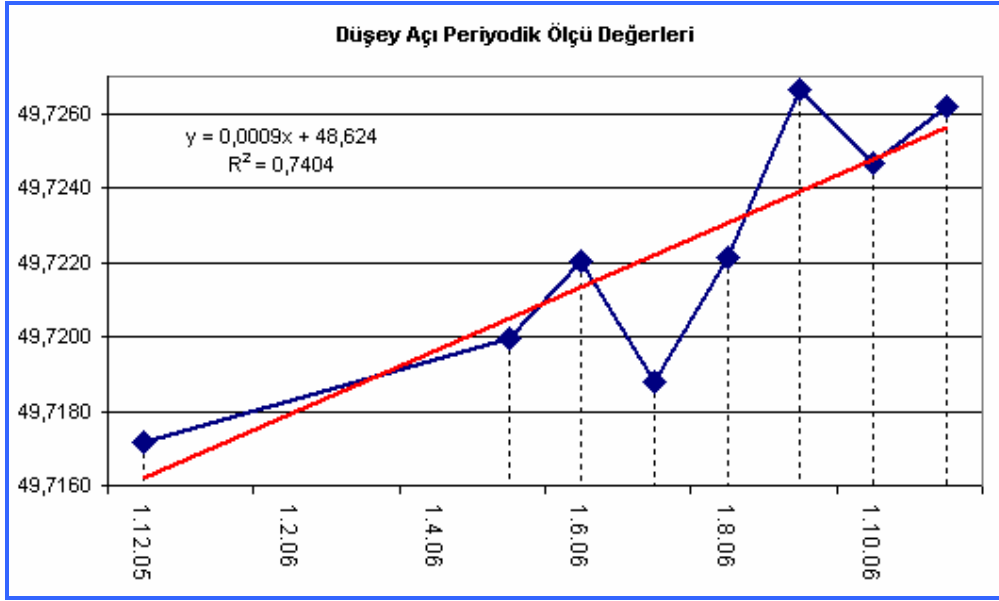


Şekil 2. Kızıl (Eğri) Minare'de düşey açı ölçüsü

Pilye tesisinden sonra eğilmenin tespiti için pilyeden minare alemine düşey açı (θ) gözlemleri yapılmıştır (Şekil 2). Bu gözlemler yaklaşık bir yıldır devam etmektedir. Ölçüler ayda bir kez yapılacak şekilde devam edilmiştir. Şu ana kadar eğri minare sistemin mevcut durumunun belirlenebilmesi için sekiz periyotluk düşey açı gözlemleri yapılmıştır. Düşey açı değerleri ve kesin değerlerin ortalama hataları Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'deki düşey açıların zamana göre değişimine ait grafik Şekil 3'te verilmiştir.

Tablo 1. Düşey açı değerleri ve ortalama hataları

Periyot	Tarih	Düşey Açı Grad (g)	Kesin Değerin Ortalama Hatası Grad saniyesi (cc)
1	12.12.2005	49.7172	1.7
2	03.05.2006	49.7199	3.7
3	14.06.2006	49.7220	6.2
4	11.07.2006	49.7188	6.3
5	08.08.2006	49.7222	4.5
6	20.09.2006	49.7266	8.9
7	18.10.2006	49.7247	3.1
8	08.11.2006	49.7262	5.2



Şekil 3. Düşey açı ölçülerinin zamana göre değişimi

Düşey açılardan statik analiz yapılması amacıyla ilk periyottaki düşey açı ölçüsü başlangıç ölçüsü olarak kabul edilmiştir. Sonraki her periyottaki düşey açı ölçüleri ile bu periyot arasındaki düşey açı farklarında nokta hareketini gösteren vektör (deformasyon vektörü) aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

$$d_i = \sqrt{(\theta_2 - \theta_1)^2} \quad (1)$$

Deformasyon vektörünün anlamlı olup olmadığını belirlemek için test büyüklükleri, m_d , d vektörünün ortalama hatası olmak üzere,

$$T_i = \frac{d_i}{m_d} \quad (2)$$

eşitliğinden hesaplanıp, t -tablo değeriyle karşılaştırılmıştır. $T_i > t_{f,0.975}$ ise minare aleminin geçen süre içerisinde hareket ettiğine karar verilir. Aksi durumda hareket etmemiştir kanaatine varılır [5], [6]. Düşey açıların değerlendirilmesinden elde edilmiş statik analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Deformasyon analiz sonuçları

Periyotlar	d (cc)	m_d (cc)	Test Büyüklüğü	Karar
1. Per - 2. Per	5,3	4,6	1,14	Def. YOK
1. Per - 3. Per	7,0	7,2	0,97	Def. YOK
1. Per - 4. Per	4,0	7,3	0,55	Def. YOK
1. Per - 5. Per	7,1	5,4	1,30	Def. YOK
1. Per - 6. Per	9,7	10,1	0,96	Def. YOK
1. Per - 7. Per	8,7	4,0	2,18	Def. YOK
1. Per - 8. Per	9,5	6,1	1,55	Def. YOK
Sınır değer: $q = t_{8,0.975} = 2.306$				

3. SONUÇ

Eğri minare yaklaşık bir yıldır devam eden düşey açı gözlemleriyle izlenmiştir. Düşey açı gözlemleri kullanılarak düşey açı değerinin değişimini gösteren bir grafik çizilmiştir. Grafikten lineer ilişkinin derecesi $R=0.84$ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçtan zamanla ölçülen düşey açı değerinin azda olsa lineer olarak atış eğiliminde olduğu görülmektedir.

Eğri minarenin sekiz periyotluk ölçülerden eğilmesine ilişkin sonuçları hesaplanmış ve statik olarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarından tüm karşılaştırma periyotlarında test büyüklüğü değerlerinin sınır değerlerden (*t*-tablo) küçük çıktığı görülmüştür. Bu sonuçlara dayanarak tüm karşılaştırma periyotlarında deformasyon oluşmadığına karar verilmiştir. Verilere dayanarak eğri minare sisteminin hareket etmediğini söylemek mümkün olmuştur. Ancak bu sonuca bir yıllık tekrarlı sonuçlarla ulaşıldığı göz önüne alındığında ölçü işlemlerinin devam etmesi gerektiği sonucuna da varılmıştır.

4. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Niğde üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP) tarafından desteklenmiş bir proje çalışmasıdır. Ayrıca yazar çalışmaya verdiği desteklerden dolayı Konya Vakıflar Genel Müdürlüğü, Aksaray Belediyesi ve Kültür ve Turizm Müdürlüğüne teşekkür eder.

5. KAYNAKLAR

1. Görür, M., “Aksaray’da Anadolu Selçuklu Döneminden İki Tuđla Minare: Kızıl (Eğri) Minare ve Yıkık (Sırçalı) Minare”, İlgı Dergisi, İstanbul, 2002.
2. Bakırer, Ö., Anadolu’da 13.Yüzyıl Tuđla Minarelerinin Konum, Şekil, Malzeme ve Tezyinat Özellikleri, Vakıflar Dergisi, 9 (1971)s. 339.
3. Çetintürk, E. N., Aksaray (Niğde) ve Çevresindeki Türk Eserleri, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İslam Sanatları ve Mimarisi Bilim Dalı, Doktora Tezi, 1986, Ankara
4. Bayrak, T., Yılmaz, H. M., Akköse, M., Eğri Minarenin Zamansal Davranışlarının İzlenmesi, 2. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, Sayfa 10-17, 23-25 Kasım 2005, ITU, İstanbul
5. Yalçınkaya, M., Satır, B., Tünellerde Oluşan Hareketlerin Farklı Ölçü Yöntemleri ve Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Belirlenmesi, 2. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, Sayfa 51-63, 23-25 Kasım 2005, ITU, İstanbul.
6. Wolf, P. R., Ghilani, C. D., Adjustment Computation: Statistics and Least Squares İn Surveying and GIS, John Wiley and Sons Inc., ISBN: 0-471-16833-5.