

Kazıkların Yanal Yüklenmesi ve Deprem Etkisi

U. Ergun

*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
06531 Ankara*

ÖZET: Ambarlı-İstanbul sahilinde ana tabii gaz boru hattını heyelan itki ve deplasmanlarından korumak amacı ile yapılan betonarme yerinde dökme kazıklardan bazıları derinlikle yatay deplasman değişimini ve donatıda birim boy değiştirmelerini takip etmek amacı ile aletsel gözleme alınmıştır. Tebliğde gözlemler sonucu yüklemeler değerlendirilmektedir. 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminin kazıklara yaptığı yükleme belirgin şekilde gözlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Aletsel gözlem, deprem yüklemesi, heyelan, yanal yüklü kazıklar

ABSTRACT: Some the reinforced concrete bored piles constructed on the Ambarlı-İstanbul coast to protect the main natural gas pipelines from the thrust and displacements of a landslide were instrumented for monitoring in-depth lateral displacement profile and strains on the reinforcement. The loading on the piles are evaluated based on the observations. The loading on the piles due to the 17 August 1999 Kocaeli earthquake is clearly observed.

Giriş

Ambarlı-İstanbul sahilinde Trakya'dan gelen ana doğalgaz boru hattı Marmara Denizi'ne girerek Pendik'ten tekrar karaya çıkmaktadır. Denize giriş mahallinde boru hattı bir heyelan kütesinin üzerinden geçmektedir. Yapılan saha gözlemleri, etüd ve inklinometrik ölçümler sonucunda heyelanın çok büyük olduğu, boru mahallinin heyelanın kenarı olduğu ve kayan kütesinin denize girdiği tespit edilmiştir. Sahilde kayma yüzeyi 15-16 m derinliktedir. Şev yukarı kayma yüzeyi derinlikleri azalmaktadır.

Heyelanın aşırı büyük olması nedeniyle doğrudan stabilizasyonu mümkün görülmemiş ve kenar kısmındaki ikiz boru hattını koruma amaçlı bir kazıklı dayanma yapısı tasarlanmış ve imal edilmiştir. Bazı kazıklarda aletsel gözlemler yapılmış ve yüklenme seviyeleri takip edilmiştir.

Altsel Gözlemler

Deprem yapısındaki 1.65 m çaplı kazıklar çoğu kesimde 2.50 m ara ile tasarlanmıştır. 8 m başlık genişliği ile çift sıra planlanmış sadece denize uzanan tekli sırada kazık araları 4.00m'dir. Kazık boyları üst sıralarda 20 m altta 24 m'dir.

Kazıklı dayanma yapısının performansını takip ve kontrol etmek için bazı kazıkların içine inklinometre boruları ve donatı üzerine belli aralarla zorlanma beklenen taraflarda (titreşimli tel tekniği ile çalışan) birim uzama ölçerler monte edilmiştir. Sahaya ayrıca piyezometreler ve inklinometre boruları yerleştirilmiştir. Aşağıda kazıkların yatay yüklenmeleri sonucu oluşan deplasmanlar ve birim boy değiştirmeleri birkaç kazıkta gösterilmektedir. Altsel gözlemlerin başladığı Temmuz 1998'den itibaren yaklaşık 6 aylık periyodlarla yapılan ölçümler Şekil 1, 2 ve 3'te 'de görülmektedir. Şekil 1 ve 2'de 'de sırasıyla 24 m uzunlukta A kazığı ile 20 m uzunlukta B kazığı boyunca oluşan yatay deplasmanlar ve çeşitli derinliklerde ölçülen birim boy uzama değerleri görülmektedir. C, D ve E kazıklarında ise (Şekil 3) sadece birim boy uzama profilleri görülmektedir. 17 Kasım 1999 depremi öncesi ve sonrası değerlere bakıldığında statik yüklemelere göre daha büyük bir dinamik yükleme ve beraberinde kalıcı deformasyon açıklıkla farkedilmektedir. Deprem sonrası statik yüklemeler adeta durmuş görünmektedir ve deprem yükü sanki bir ön yükleme görevi görmüştür.

Momentler ve Kazıkların Durumu

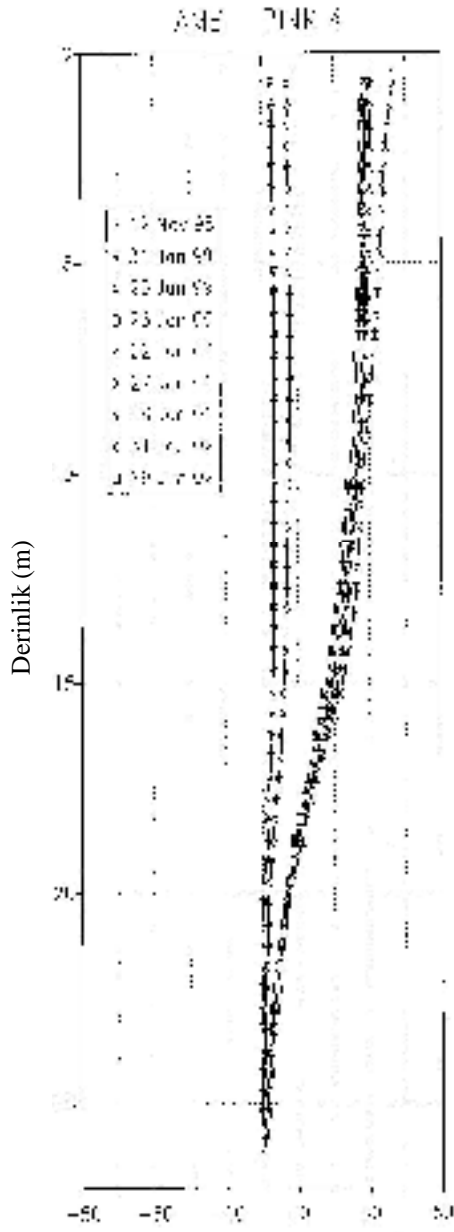
Konvansiyonel olarak yanal yüklü kazıklar kazık başına etkiyen yatay kuvvet ve/veya moment nedeniyle yüklenirler ve kazıkta zeminin derinliği boyunca oluşan defleksiyon, kesme ve moment etkileri genellikle p-y (zemin reaksiyon basıncı – yanal deplasman) çözümü denilen yöntemlerle bulunur. Yanal zemin basınçları yatak katsayısı kullanılarak (zemin yaylar ile temsil edilerek) temsil edilir. Elastik teori ile yapılan çözümler de vardır. Zemin hareketlerinden kaynaklanan (pasif) kazık problemlerinde ise yanal kazığın yüklenmesi yanal yönde ve belirli bir derinlikte deplasman gösteren zeminin kazıklara yük bindirmesi şeklindedir.

Üzerinde eksenel yük bulunmayan ve zemin hareketleri ile yüklenen bir kazıkta

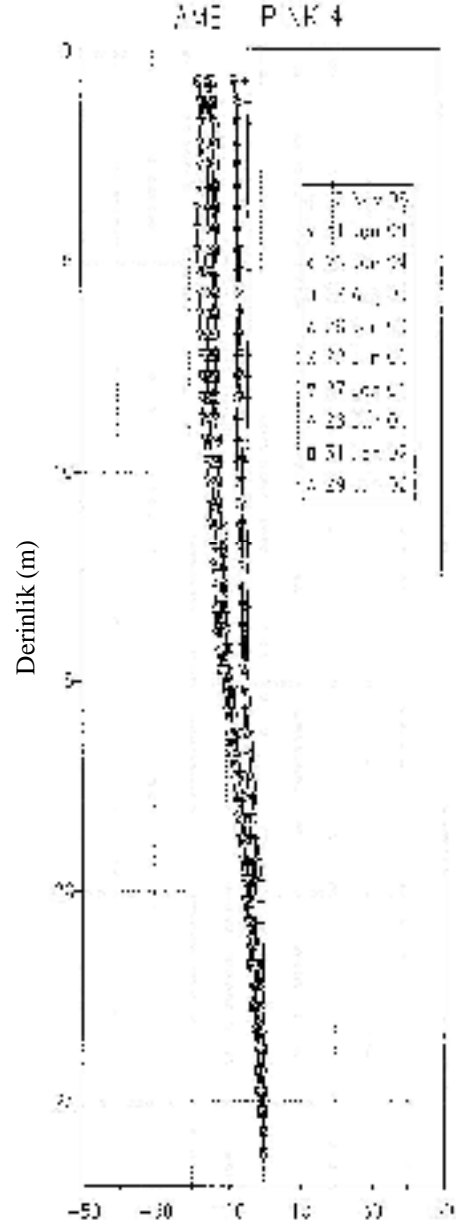
$$EI \frac{d^4 y}{dz^4} = p(z) \quad (1)$$

ifadesi moment, kesme, deplasman ve yük ilişkileri için yazılabilir. Kayma yüzeyi üst ve altı için $p_1(z)$ ve $p_2(z)$ şeklinde iki ayrı bağıntı ele alınmalıdır. Zemin tipine göre $p_1(z)$ ve $p_2(z)$ den biri veya her ikisi sabit olabilir. Burada z; derinlik, y; yanal deplasman, EI; kazığın rijitliğidir.

Altsel gözleme alınan kazıklarda gözlenen deplasman özellikleri ve birim boy değiştirmeler kullanılarak kazıkların eğilme momenti eğrileri çizilmiştir. (Şekil 4). Moment diyagramları, deplasman eğrileri ikili türev alınarak, birim boy uzama diyagramları ise doğrudan kullanılarak elde edilmiştir. Kazıklara etkiyecek en fazla momentler 24 m uzunlukta olanlarda kayma yüzeyi altında 9250 kN*m, üstünde 5830 kN*m, 20 m'liklerde ise sırasıyla 7970 ve 7650 kN*m hesaplanmış ve gerekli donatı yerleştirilmiştir.

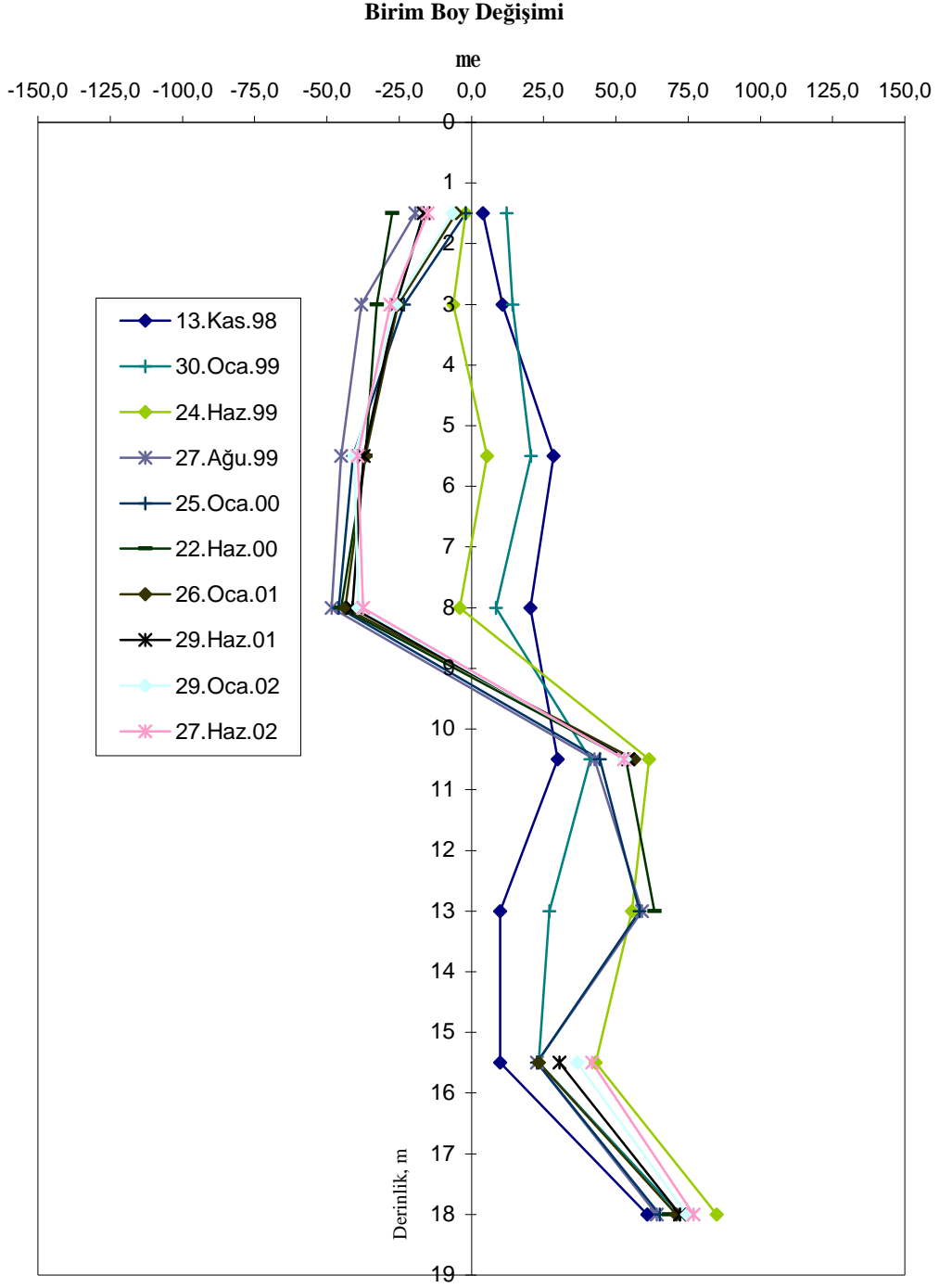


(A) Yanal Deplasman (mm)

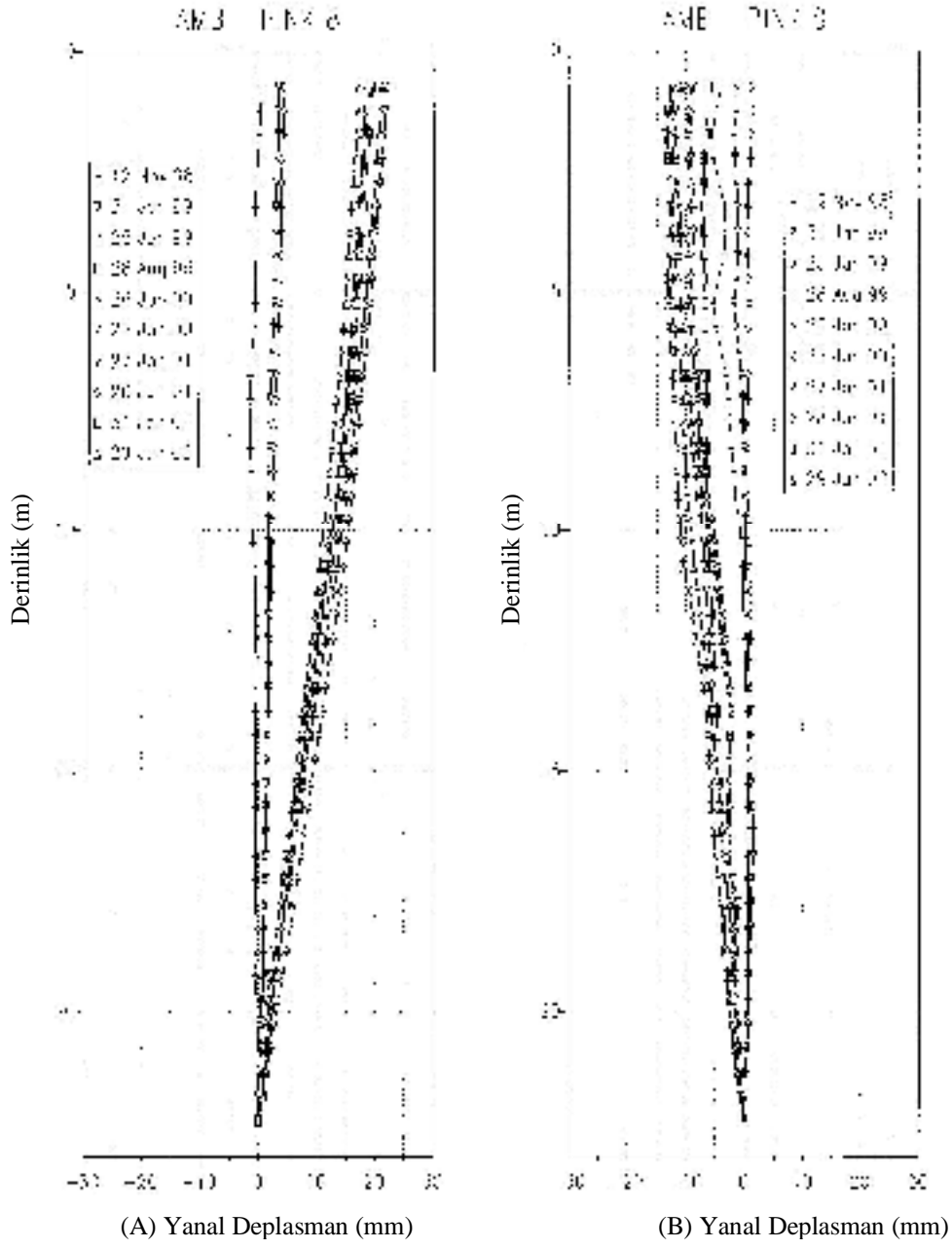


(B) Yanal Deplasman (mm)

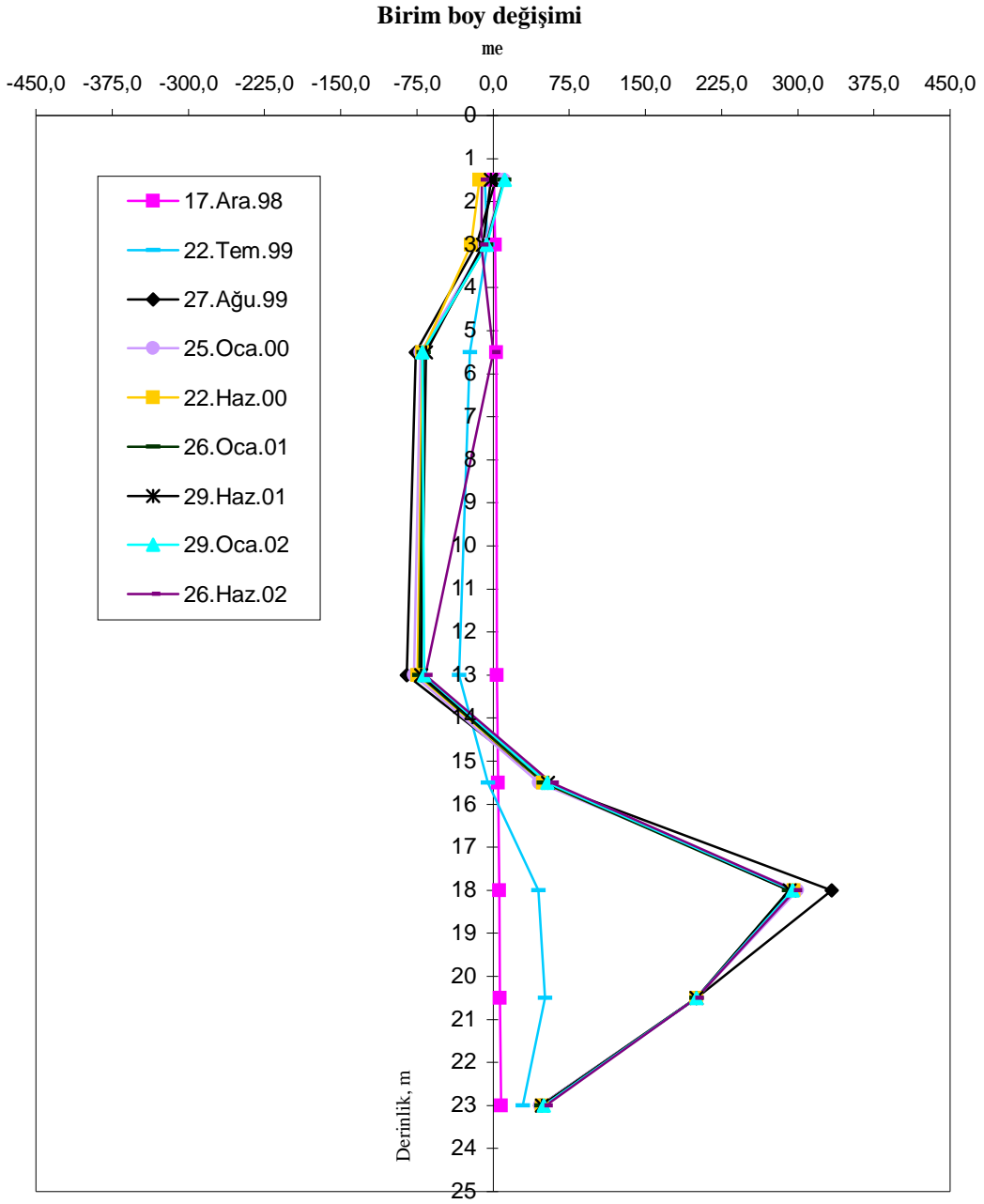
Şekil 1(a). A Kazığı, İki yönde inklinometrik profiller



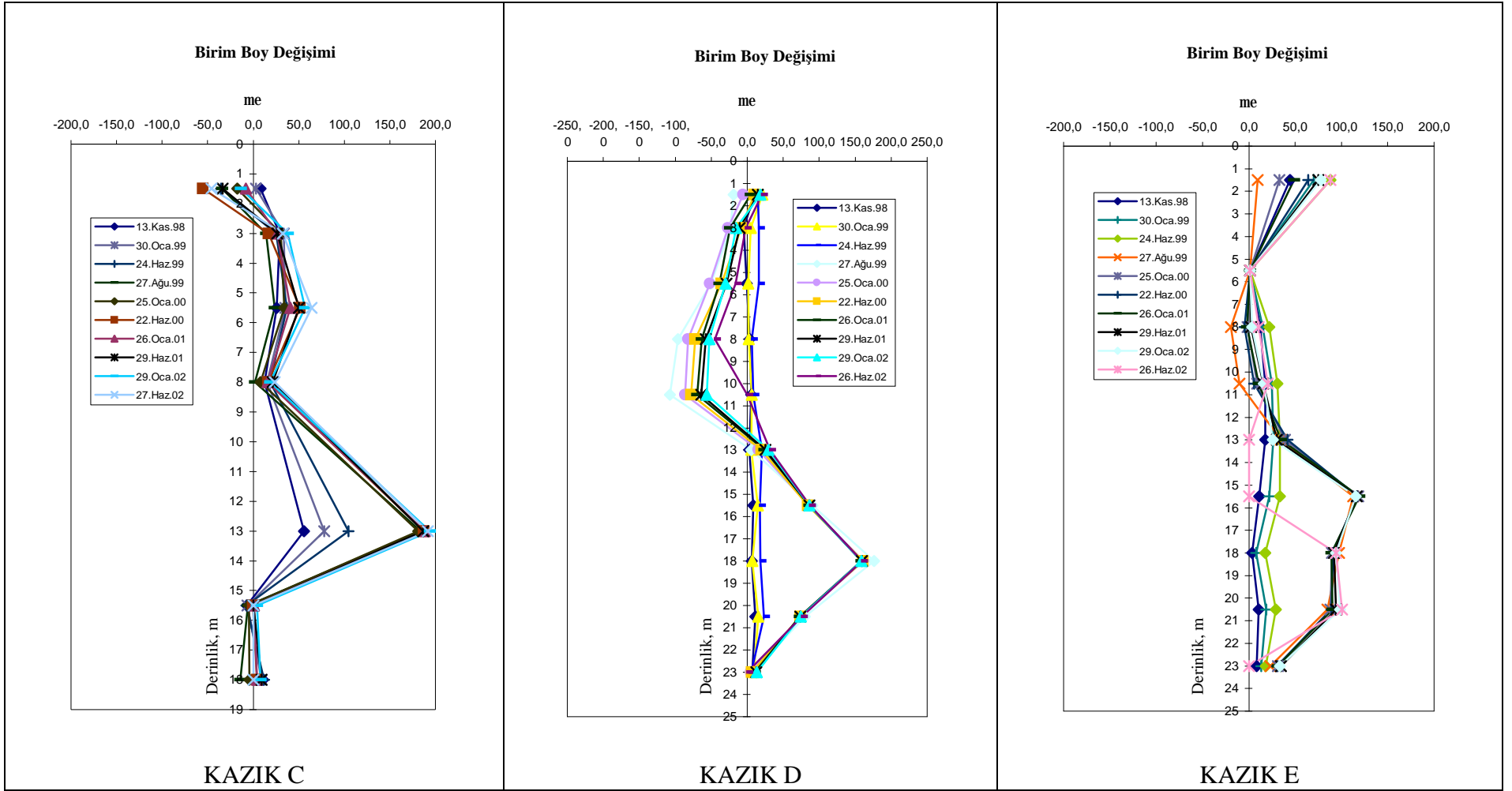
Şekil 1(b) A Kazığı, Derinlik-donatıda birim boy değişimi profili ($\mu\epsilon$)



Şekil 2(a). B Kazığı, İki yönde inklinometrik profiller



şekil 2(b). B Kazığı, Derinlik-donatıda birim boy değişimi profili ($\mu\epsilon$)

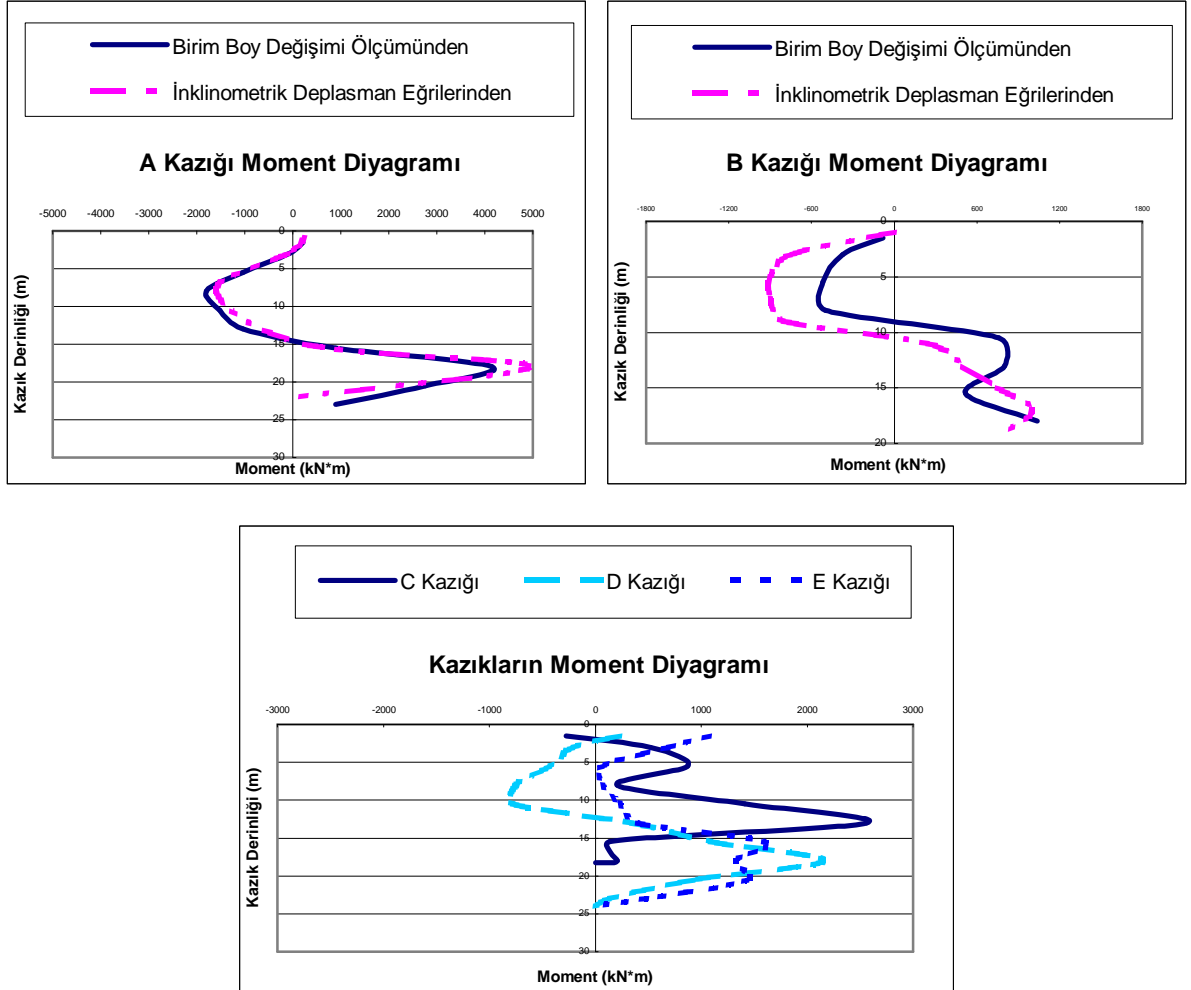


Şekil 3. C, D ve E Kazıklarında derinlik ile birim boy değişimi profili

Görüldüğü gibi moment yüklemeleri müsaade edilen seviyelerin en fazla yarısına erişmiştir. Değiniilmesi gereken diğer bir husus ise birim ölçerlerin konumudur. Her ne kadar kayma hareketi doğrultusunda yerleştirilmeye çalışılmışsa da 20-24 m boyunda donatı kafesinin foraj kuyusuna indirilmesi sırasında dönme yapması kaçınılmazdır. Bu bakımdan birim deformasyon ölçerler en fazla zorlanan doğrultuda olmayabilir. Ayrıca genelde düşey yönde 2.5 m'de bir (bazen 5 m) yerleştirilen ölçerler en fazla değerleri yine atlayabilir.

Sonuç

Boru hatlarını heyelan itkisinden korumak amacıyla inşa edilen dayanma yapısında bulunan 1.65 m çaplı betonarme fore kazıklardan bazıları inklinometrik borular ve birim uzama ölçerler ile aletsel gözleme alınmış ve gerilmeler-deplasmanlar izlenmiştir. Yüklemeler halen tasarlanan kapasitelerin en fazla yarısı mertebesinde-dir. Diğer ilgi çekici husus ise 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminin kazıkları nasıl yüklediğinin bariz şekilde takip edilmesi olmuştur.



Şekil 4. Aletsel gözleme alınan kazıkların moment yüklemesi