

UZUNA YAKIN PANOSU ÜZERİNDE OLUŞAN TASMANIN YÜZEYDEKİ ENERJİ İLETİM HATTI PİLLONLARINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION INTO SUBSIDENCE OCCURRING OVER A LONGWALL PANEL AND ITS EFFECT ON POWER-TRANSMISSION-LINE PYLONS

Erdal ÜNAL, *ODTÜ, Müh Fak, Maden Müh Böl., 06531 Ankara*

Güray ÇAKMAKÇI, *ODTÜ, Müh Fak., Maden Müh. Böl, 06531 Ankara*

Bülent ERDEM, *CÜ. Müh Fak., Maden Müh. Böl., 58140 Sivas*

Yusuf AYDIN, *Park Teknik A.Ş, Çayırhan /Ankara*

ÖZET

Bu çalışmada TKİ-OAL işletmesi B-14 uzunayak panosunun ilerlemesi sonucu yüzeyde oluşan tasman hareketlerinin Keban-İstanbul enerji iletim hattı üzerinde bulunan iki adet pillonun duraylılığına etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmalar sırasında yüzeydeki hareketleri ortaya çıkarmak amacıyla çeşitli ölçüm hatları oluşturulmuş, ayrıca değişik özellikteki beton temellerin davranışını belirlemek amacıyla deneme direkleri dikilmiştir. Ölçüm hatları üzerindeki istasyonlardan düzenli olarak alınan topoğrafik deplasman verileri değerlendirilmiş, pillonların duraylılığı konusunda yorumlarda bulunulmuş ve çıkması olası sorunlara değişik çözüm önerileri getirilmiştir.

ABSTRACT

This study aims at investigating the effect of subsidence mechanism occurring over longwall panel B-14 of TKİ-OAL Mine on the stability of the two pylons located on the Keban-İstanbul power-transmission line. In this respect, several lines consisting of displacement-measuring stations have been formed. Besides, representative test poles have been installed on the area to investigate the behaviour of concrete foundations having different characteristics. The topographical data regularly obtained from the stations have been evaluated. Then, discussions were made on the stability of the two pylons and several alternatives have been set forward for preventing possible problems.

1. GİRİŞ

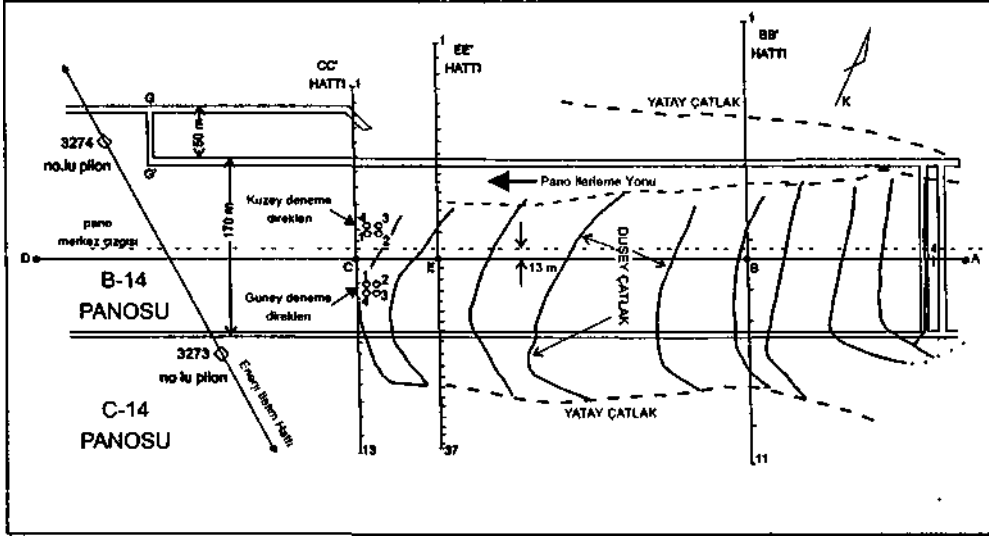
Keban-İstanbul enerji iletim hattında bulunan 3273 ve 3274 no.lu pylonlar, B-14 panosunun kuzey ve güney kenarlarında, göçertmeli uzunayak kazısı sonucunda oluşan yüzey hareketlerinin en fazla olduğu bölgelere düşmektedir (Şekil 1). Halen 170 m genişliğinde olan B-14 panosu 3274 no.lu pylonun bulunduğu tarafta ve pylonun yaklaşık 40 m gerisinde, 50 m genişletilerek 220 metreye çıkartılacaktır.

Dünyada tasman hareketlerinin analiz edilmesinde en çok pano ilerleme yönüne dik ve buna paralel kesitler üzerinde alınan ölçümler kullanılmaktadır (Peng, 1992). Pano ilerleme yönündeki ölçüm noktaları genelde pano merkez hattı üzerinden geçmekle beraber bazen merkez hattına paralel başka doğrultulardan alınan ölçümlerden de faydalanılmaktadır. Çayırhan Linyit Kömür Ocağı'nın B-14 panosu üzerinde oluşan tasmanın, pylonlara olabilecek etkisinin belirlenmesi için 4 adet ölçüm hattı (AD, BB', EE' ve CC) oluşturulmuş ve bu hatlar üzerinde yaklaşık 7.5-10 m aralıkla deplasman ölçüm istasyonları yerleştirilmiştir. BB', EE' ve CC hatları uzunayak ilerleme yönüne dik doğrultularda, AD hattı ise pano merkez çizgisinin 13 metre güneyindeki hatta yer almaktadır (Şekil 1). Uzunayağın üretime geçtiği Haziran 1997'de pano üzerindeki çatlakların incelenmesi amacıyla başlayan izleme çalışmaları daha sonra tasman ölçümlerine dönüştürülmüştür. Mart 1997 tarihi itibarıyla bu ölçümler halen sürdürülmekte olup, uzunayak güneyde bulunan 3273 no'lu pylonun altından geçmiş, kuzeydeki 3274 no'lu pilona yaklaşmaktadır.

Arazide tasman sahası üzerinde yapılan ölçümler, zeminin tasmandan nasıl etkilendiğini ortaya çıkartmaktadır. Halbuki, bu zemin içine atılan değişik kalitede ve derinlikteki beton temellerin üzerine oturtulan yapıların tasman hareketlerinden nasıl etkileneceği konusunda tatmin edici standartlar yoktur. Özellikle pylon gibi taban boyutları yüksekliğine oranla oldukça küçük olan yapıların, tasmandan nasıl etkileneceği konusunda yeterli bir bilgi birikimi mevcut değildir. Beton temellerin, tasmandan kaynaklanan hareketlerin en şiddetli olduğu bölgelerdeki davranışlarını tahmin etmek amacıyla değişik özellikteki temellere sahip deneme direklerinin dikilmesi kararlaştırılmıştır.

Önceleri 170 m. olan pano genişliği, Şekil 1 'de gösterilen 50 metrelik GG' bölümünün de eklenmesi ile 220 m'ye çıkartılacaktır. Bu durumda kuzeydeki 3274 no.lu pylon, tasman etkilerinin daha şiddetli olduğu bir bölge içerisinde kalacaktır. Güneyde yer alan 3273 no.lu pylon ise mevcut B-14 panosunun güneyindeki C-14 panosunun da kenarında olduğundan, yerinde bir değişiklik olmadığı takdirde, her iki panonun da etkisinde kalacaktır. Bu durumda, her iki pylonun da duraylılığının etkilenmemesi için uzun \adede mümkün olduğunca yeni sorunlar yaratmayacak çözüm alternatiflerinin sunulması gerekmektedir.

Ölçüm hatları ve deneme direklerine ek olarak, çalışma kapsamında, yüzeyde oluşan çatlakların gelişimleri de izlenip haritalara işlenmektedir. Böylece pylonların muhtemel bir çatlak bölgesine düşüp düşmeyeceği önceden belirlenmiş olacaktır.



Şekil 1. B-14 panosu üzerinde, yüzeyde kurulan ölçüm istasyon hatları, deneme direkleri ve çatlakların genel görünümü.

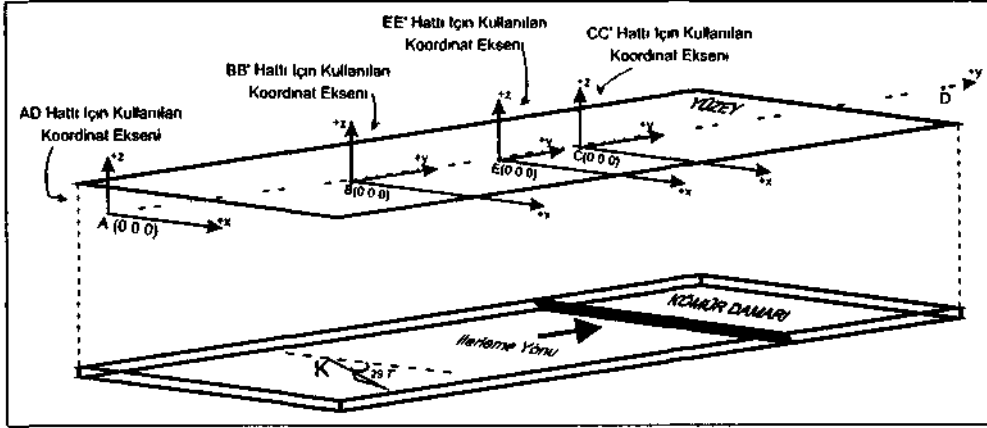
2. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

B-14 panosu üzerinde, tasman hareketlerinin olduğu sahada yapılan ölçümler, bunların değerlendirilmesi ve sonuçları ile ilgili detay bilgi ileriki bölümlerde sunulmaktadır.

2.1. Ölçüm Hatları ve Yüzey Çatlakları

Daha önce de belirtildiği gibi, tasman ölçümleri için uzunayağın ilerleme yönüne paralel bir hat (AD) ve ilerleme yönüne dik olarak da 3 ölçüm hattı (BB', EE' ve CC) oluşturulmuştur (Şekil 1). Her ölçüm hattı için oluşturulan yerel koordinat sistemleri Şekil 2'de gösterilmektedir. Yapılan analizler sonucu ortaya çıkan ilişkileri gösteren bütün grafiklerde bu koordinat sistemleri dikkate alınmıştır. Ölçüm sonuçlarının işlenmesi ve grafiksel ilişkilerin kurulması bir tablolama programı yardımı ile yapılmıştır.

Her hat için alınan okumalar ilk ölçüme göre mutlak deplasman değerlerine çevrilmekte ve x , v ve z yönlerindeki deplasmanlar sırası ile u , v ve w olarak isimlendirilmektedir. Dolayısı ile w oturma miktarını (tasman) temsil etmekte ve oturmalar aşağı yönlü olduğu için negatif değerler almaktadır. Tasmandan kaynaklanan deplasmanları ve yüzey hareketlerini belirlemek için kullanılan parametre ve açılar ile aralarındaki ilişki Şekil 3'de gösterilmiştir (Brauner, 1973). Bunlardan pylonlar için kritik olan eğim (i), kavislenme (eğrilik) (k) ve yatay birim deformasyon (e) parametrelerinin hesaplanması ile ilgili bağıntılar Eşitlik 1, 2 ve 3'de verilmiştir (Peng, 1992; Adamek ve ark., 1988).



Şekil 2. Tasman hareketlerinin analizinde kullanılan koordinat sistemlerinin B-14 panosuna göre konumları.

1. Eğim, / (mm/m),

$$\text{Seçilen yöne göre } i_v = \frac{d w}{d x} \text{ veya } i_y = \frac{d w}{d y} \quad [1]$$

2. Kavislenme (eğrilik), k (1/km²),

$$\text{Seçilen yöne göre } k = \frac{d^2 w}{d x^2} \text{ veya } k_y = \frac{d^2 w}{d y^2} \quad [2]$$

3. Yatay birim deformasyon, ϵ (mm/m),

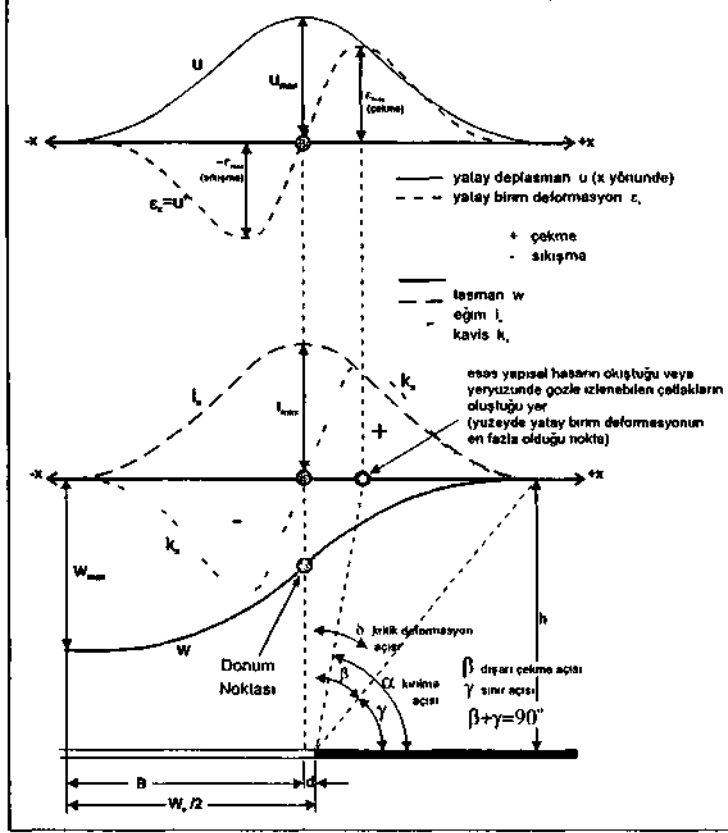
$$\text{Seçilen yöne göre } \epsilon_x = \frac{d u}{d x} \text{ veya } \epsilon_y = \frac{d v}{d y} \quad [3]$$

Seçilen pozitif yön ve eğim açısının baktığı tarafa göre eğimin işareti artı veya eksi olabilmektedir. Kavislenmenin artı işaretli olması tasman profilinde dışbükey bir yüzeyi, eksi olması ise içbükey bir yüzeyi ifade eder. Birim deformasyon değerlerinde pozitif bir sayı ise uzamayı (herhangi iki nokta arasındaki mesafenin artışını), negatif bir sayı da kapanmayı göstermektedir.

Bahsedilen parametrelere ek olarak burkulma (t) ve makaslama birim deformasyonları (y) da tasmandan kaynaklanan hareketlerin değerlendirilmesinde faydalı olmaktadır (Peng, 1992; Adamek ve ark., 1988). Ancak bu parametreler tasmanın geniş bir tabana yayılan yapılarda oluşan etkilerinin belirlenmesinde kullanıldığından, pilon için yapılan hesaplarda kullanılmasına gerek duyulmamıştır.

Tasman hareketleri ile ilgili bütün parametreler hesaplandıktan sonra sonuçlar ölçüme yapılan tarihteki ayak konumu baz alınarak grafiksel olarak sunulmaktadır. Grafiklerde verilen ayak konumu negatif bir değer aldığı anda bu durum, pano aynasının ilgili ölçüm hattının gerisinde olduğunu, pozitif olduğunda ise panonun ölçüm hattını geçtiğini göstermektedir. Çalışmalar sırasında aşağıdaki ilişkileri belirten grafikler hazırlanmış ve bu profiller üzerinde tasmanın yarattığı hareketlerin ve sonuçlarının yorumu yapılmıştır (Ünal ve ark., 1997).

- i) Bir ölçüm hattı üzerindeki istasyonların uzunayak ilerlemesine bağlı olarak yatay (x-y) ve düşey (x-z veya y-z) düzlemlerde yer değiştirmeleri sonucu oluşan yeni yüzey profilleri,
- ii) İstasyonların ayak ilerlemesine bağlı tasman profilleri,
- iii) Her ölçüm hattı üzerindeki istasyonların x, y ve z eksenleri boyunca zamana ve uzunayak ilerlemesine bağlı olarak yer değiştirmeleri,
- iv) Ölçüm hattı boyunca eğim profilleri,
- v) Ölçüm hattı boyunca kavislenme (eğrilik) profilleri,
- vi) Ölçüm hattı boyunca yatay birim deformasyon ve yatay deplasman profilleri,
- vii) Ayak ilerleme yönüne dik ölçüm hatlarındaki (BB', EE' ve CC) nihai tasman profillerinin karşılaştırılması.



Şekil 3 Tasmandan kaynaklanan deplasmanları ve yüzey hareketlerini belirlemek için kullanılan parametre ve açıları (Brauner, 1973).

2.2. Deneme Direkleri

Pilonlarda olduğu gibi küçük taban alanına sahip yüksek yapılarda (kule ve su deposu gibi) duraylılığı belirleyici en önemli parametrelerden biri eğimdir. Karşılıklı ayak temellerinde oluşan oturma farklılıkları, yapının eğiminde önemli değişikliklere ve

böylece devrilmelere neden olabilmektedir. Ayrıca yatay düzlem üzerindeki birim deformasyonlar, yapı ayaklarının birbirine göre göreceli olarak aşırı şekilde oynaması sonucunu doğurmaktadır. Bu da yapıyı oluşturan çelik konstrüksiyon tipindeki elemanların zarar görmesi ve yapının duraysızlığı şeklinde sonuçlanabilmektedir.

Pilon ayaklarının bağımsız beton temellere bağlı olduğu göz önüne alınarak, iki grup deneme direği tasman sahasında dikdörtgen düzende yerleştirilmiş ve tasman hareketlerine bağlı olan yer değiştirme ve eğim değişimleri izlemeye alınmıştır.

Daha önce sunulan Şekil 1 'de gösterildiği gib tasman sahasına 4'er adet direktten oluşan 2 ayrı grup direk yerleştirilmiştir. Bunlardan ilki, tasman tabanı içinde kalacak şekilde AD hattının yaklaşık 35 m güneyi ve CC hattının 15 in gerisine, diğeri ise ayaklar arasında en fazla farklı oturmanın olacağı tahmin edilen AD hattının yaklaşık 35 m kuzeyi ve CC hattının 15 m gerisine yerleştirilmiştir. Deneme direklerinin pylonların bulunduğu yerden daha geriye yerleştirilmesinin iki ana amacı vardır: (i) çıplak zemin ve betonlu zemin (temel) davranışı arasındaki farkı gördükten sonra, tasman parametrelerinin izin verilebilir değerini belirlemek, (a) ölçümler baz alınarak hesaplanan parametrelerin izin verilen en yüksek değerlerin üzerinde olması durumunda pylonların sökülüp başka bir yerde monte edilmesi için gerekli olan süreyi sağlamak.

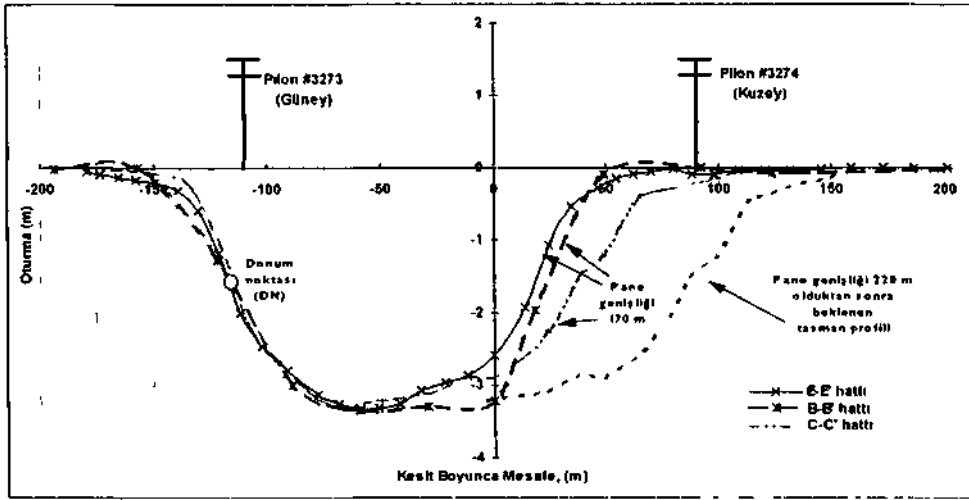
Pilon ayaklarının bağımsız temellere bağlı olmasına karşın bunları birbirine bağlayan çelik elemanların ayak hareketlerini engelleyici veya azaltıcı etkisi olması beklenmelidir. Ancak, deneme direklerinin birbirinden bağımsız olarak dikilmesi, ayakların serbest olarak hareket etmesini sağlayacağından direk temelini pylon temeline göre daha yüksek eğim değerlerine ulaşacağı tahmin edilmiştir.

3. ÖLÇÜMLERİN DEĞERLENDİRMESİ

Kömür damarı, B-14 panosunun ilerleme yönünde yaklaşık 5°'lik, ilerleme yönüne dik doğrultuda ve panonun güney sınırında yaklaşık 20°-23°'lik bir yatım göstermektedir. Topografyanın da ilerleme yönünde bir düşme göstermesi sonucunda kömür kazısı devam ettikçe yüzeyden derinlik miktarı hemen hemen aynı kalmaktadır. Örneğin pano merkezindeki derinlik; BB' kesiti üzerinde 110 m, EE' kesiti üzerinde 105 m ve CC kesiti üzerinde ise 113 m'dir. BB', CC ve EE' hatlarında oluşan nihai tasman profilleri en yüksek oturma miktarının uzunayak boyunca istikrarlı olduğunu göstermekte ve tasman faktörü (subsidence factor) ortalama 3.25 m'lik maksimum oturma miktarı ile 3.45 m'lik kömür kalınlığı dikkate alındığında yaklaşık %95 olmaktadır (Şekil 4). Ölçüm hatlarından elde edilen tasman profilleri incelendiğinde, maksimum oturmanın yatay bir taban boyunca olduğu gözlenmiş ve tasman profil tipinin aşırı kritik (supercritical) olduğu belirlenmiştir. Uzunayak boyu 220 m olduğunda da, tasman tipinin aşırı kritik olması beklenmekte ve tasman tabanının kuzeye doğru 50 m civarında genişleyeceği tahmin edilmektedir.

Uzunayak ilerleme doğrultusuna dik üç farklı ölçüm hattı incelendiğinde, EE' ve CC hatları birbirine yakın olmasına rağmen BB' ve EE' hatlarına ait nihai tasman

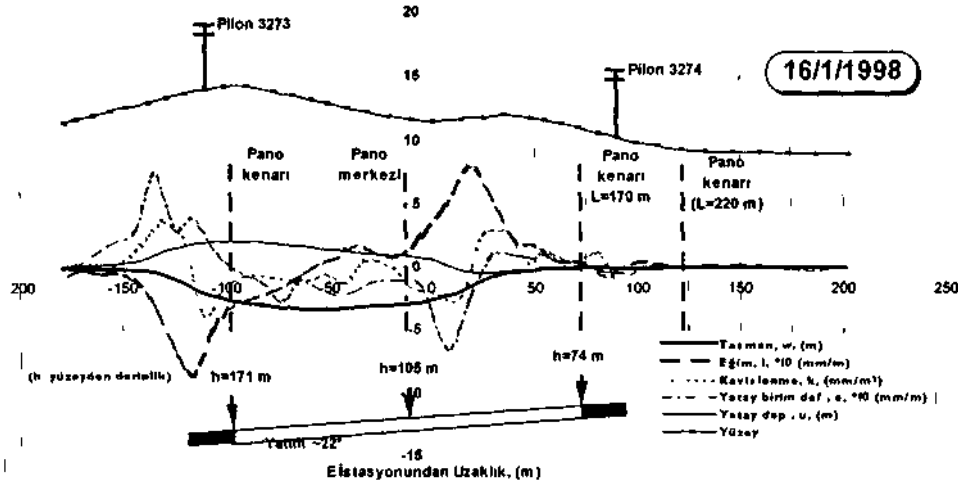
profillerinin birbirine daha çok benzediği ancak CC hattı tasman çanağının kuzey kesiminde genişleme eğilimine girdiği gözlenmektedir (Şekil 4). Bu durum, topografya ve jeolojik şartların değişimine bağlı olarak açıklanabilir.



Şekil 4. BB', EE' ve CC hatlarındaki nihai tasman profillerinin karşılaştırılması.

Güneydeki 3273 no.lu pilon, eğim değerinin en yüksek olduğu dönüm noktasına yakın bir bölgeye düşmekte ve bu da duraylılık açısından riskli bir bölgede olduğunu göstermektedir. Kuzeydeki 3274 no.lu pilon ise halen (pano genişliği 170 m olduğunda) tasman alanı sınırında bulunduğu yüzey hareketlerinden etkilenmeyecek gibi görünmektedir. Ancak, uzunayak boyunun 50 m artırılması sonucu pano genişliği 220 m'ye ulaştığında, bu pilon tasmanın etki alanı içine diğer bir deyişle hareketler açısından daha aktif bir bölgeye gireceği belirlenmiştir.

EE' hattından 16.1.1998 tarihinde alınan verilerin değerlendirilmesiyle elde edilen nihai tasman (v), eğim (i), kavışma (eğrilik) (k), yatay deplasman (M) ve yatay birim deformasyon (e) eğrileri Şekil 5'de verilmektedir. Tasman profilinin dışbükey ve içbükey yüzeylerini birleştiren ve kavışmasının sıfır olduğu nokta dönüm noktası olarak tanımlanmaktadır. Dönüm noktasının olduğu yer en yüksek eğim değerlerinin olduğu yere karşılık gelmektedir. Çayırhan tasman sahasında kavışma eğrisinin sıfır olduğu noktalarda eğim eğrisinin yerel aşırı değerler gösterdiği görülmektedir. Verilerin incelenmesi sonucunda, pano ilerlemesine dik eksenler (v doğrultusunda) üzerindeki en yüksek yatay birim deformasyon değerlerinin elde edildiği noktalarda pano kenarlarına paralel çatlakların olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 1). Bu da, çatlakların yatay birim deformasyonların en yüksek değerlere ulaştığı bölgelerde oluşabileceği konusunda fikir vermektedir. Yatay deformasyonların ise, özellikle AD hattının güney kesiminde fazla miktarda ve kuzeye doğru ($+x$ yönünde) olduğu da Şekil 5'den izlenmektedir.



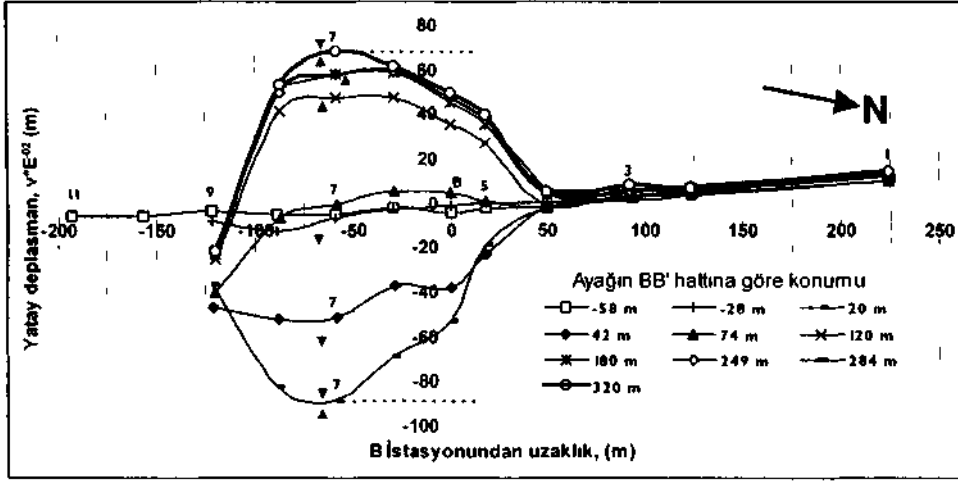
Şekil 5. EE' hattına ait tasman parametrelerinin nihai durumları.

Analizler sırasında ölçüm istasyonlarının yatay düzlem üzerindeki yer değiştirmeleri de incelenmiştir. BB' hattı üzerindeki 4. ve 10. istasyonlar arasında kalan noktaların, uzunayak hattın 28 m gerisinde iken ayağa doğru (-y yönünde) yer değiştirmeye başladığı görülmektedir. Uzunayak, hattı 20 m kadar geçtikten sonra bu hareket en yüksek değere ulaşmış ve daha sonra hareket yönü değişmiştir. Uzunayağı izlemeye başlayan istasyonlar, y eksenini boyunca ayakla aralarında 120 m'lik bir mesafe oluşturduktan sonra durağanlaşmaya başlamış ve yer değiştirme süreci bittiğinde, 7 no.lu istasyon orijinal konumuna göre yaklaşık 0.7 m önde kalmıştır (Şekil 6).

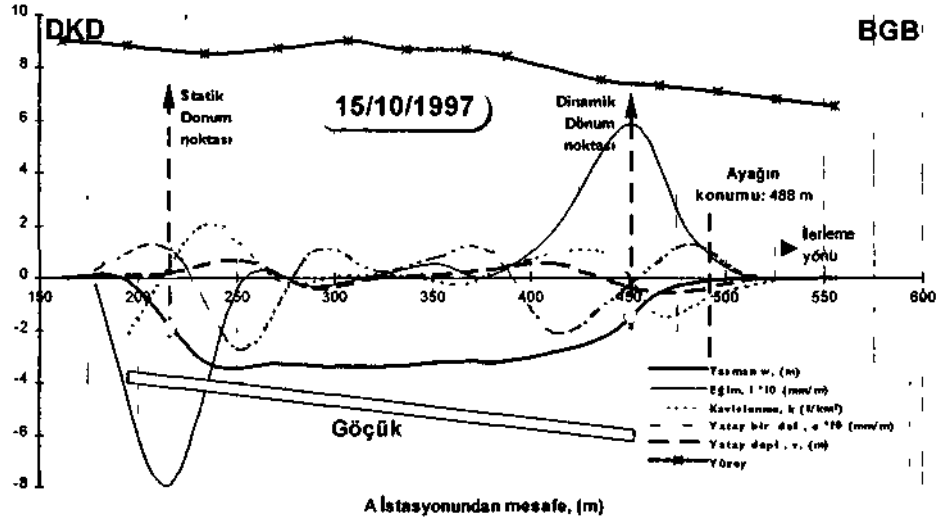
Tasman profilleri pano ilerleme yönünde de incelenmiş ve dinamik tasman hareketinin özellikleri burada gözlenmiştir. Şekil 7'de 15.10.1997 tarihli verilere göre belirlenen tasman parametrelerine ait eğriler görülmektedir. Tasman tabanının uzunayak ilerleme yönünde (+y) kalan bölümü tasman hareketlerinin dinamik olarak kabul edilen bölümdür. Arının önü ve arkasında kalan bu bölge için hesaplanan parametreler ayağın ilerlemesi ile birlikte sürekli olarak değişmektedir. Örneğin bir noktadaki eğim, ayak kazısı ilerledikçe artmakta, ayak bu noktanın 35-40 m ilerisine gittiğinde en yüksek değerini almakta, daha sonra ayak 75-100 m kadar ilerideyken sıfır veya oldukça küçük bir değere düşerek sabitlenmektedir. Bu artma-azalma süreci kavislenme, yatay birim deformasyon ve yatay defoninasyon parametreleri için de geçerlidir. Diğer parametrelerdeki değişmelere karşın tasman miktarı (w), en yüksek değerine ulaşıncaya dek sürekli olarak artmaktadır.

Güneydeki deneme direklerindeki hareketler kuzeydekilere göre daha erken başlamıştır. Her iki gruptaki daha zayıf temelli kısa direkler 1 no'lu uzun direklere göre daha fazla eğim göstermişlerdir. Deneme direklerine ait oturumların, eğimlerin ve direk diplerinden alınan ölçümlere göre hesaplanan maksimum zemin eğim değerleri Şekil 8'de verilmektedir. X eksenini doğrultusunda verilen negatif değerler direğin güneye doğru, y eksenini boyunca verilen negatif değerler ise direğin pano ilerlemesine ters

yönde eğildiğini belirtmektedir. Hareketlerin en fazla olduğu direklerden birisi olan Güneydeki 2 no'lu direğe ait, pano ilerleme (+ y) ve buna dik (+x) doğrultuda oluşan hareketler de Şekil 9'da gösterilmiştir. Direğin dibinden geçen ve kesikli çizgilerle gösterilen eğriler, bu direğin ayak konumuna göre nasıl bir yol izlediğini belirtmektedir.



Şekil 6. BB' hattı üzerindeki istasyonların yatay düzlemdeki yer değiştirmeleri.



Şekil 7. AD hattına ait tasman parametrelerinin 15.10.1997 tarihine göre durumları.

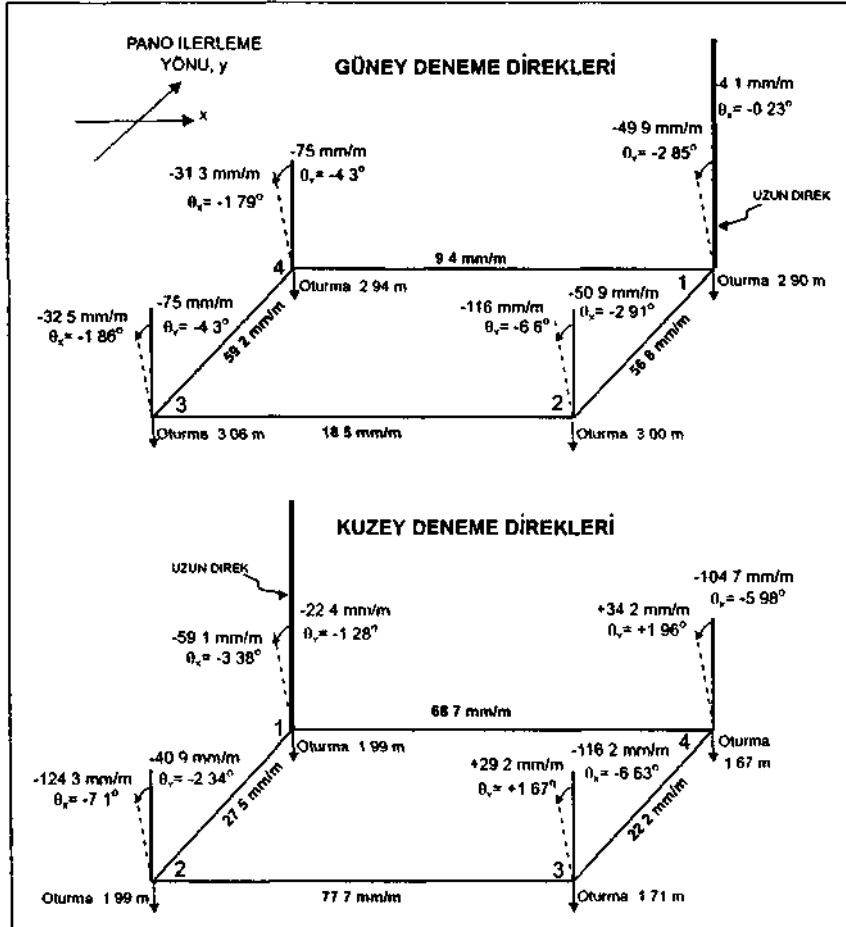
Yapılan değerlendirmeler sonucunda deneme direklerinin tehlikeli olabilecek derecede büyük olan hareketlerin etkisinde kaldığı sonucuna varılmıştır. Peng (1992), yaptığı çalışmalar sonucunda bir uzunayak panosunun tasman sahasında yer alan ve 3 m'lık beton temellere sahip iki ayrı pilonun altından, oluşan 1.4° ve 1.7°Mik yatımlara rağmen emniyetli bir şekilde geçtiğini belirtmiştir. Bu yatım açıları pilonlarda 24.4 mm/m ve

29.7 mm/m'lik eğimlere karşılık gelmektedir. Ancak B-14 panosu üzerinde kurulan deneme direklerine ait yatım değerleri bunların çok üstündedir. Pilonlarda çelik bağlantı elemanlarının ayak hareketlerini engelleyici olumlu bir etkisi olmasına karşın bir deneme pilonu kurularak bunun izlenmesi de mümkün olmamıştır.

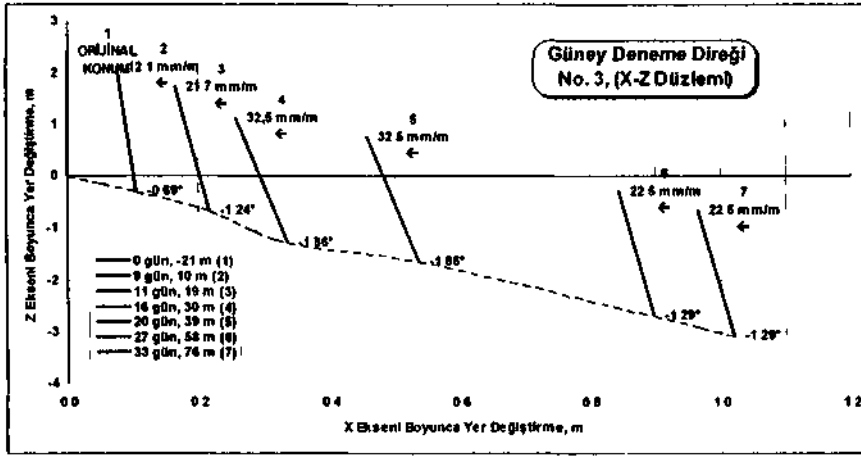
4. SONUÇLAR

Ölçümlere dayanılarak yapılan analizlere bağlı olarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

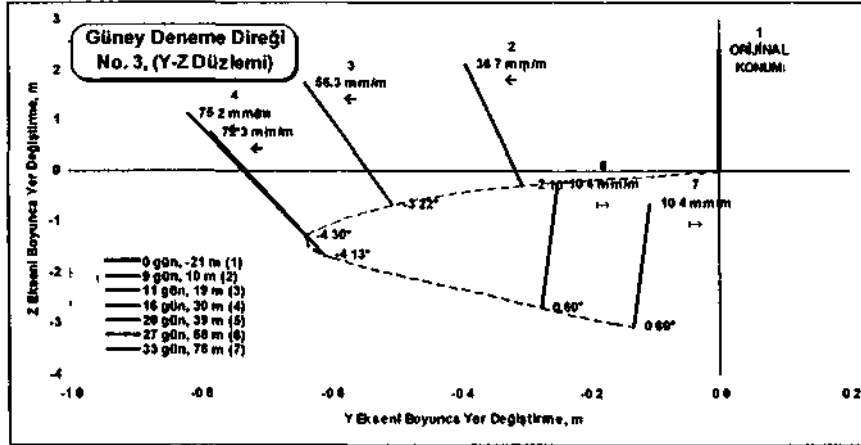
1. 3273 no.lu pilon'un tasmandan etkilenerek enerji iletim hattında duraylılık (stabilite) sorunu yaratacaktır. Bu nedenle bu pilonun yen değiştirilmelidir.
2. B-14 panosu 220 m'ye çıkartıldığında 3274 no.lu tasman hareketleri içerisinde kalacaktır. Dolayısı ile bu pilonun duraylılığının olumsuz yönde etkilenmesi söz konusudur. Bu nedenle, bu pilon sürekli olarak izlenmeli, gerekli görülürse acil önlem (enerji kesilmeli, pilon civarına insanların yaklaşması engellenmeli) alınmalıdır.



Şekil 8. Deneme direklerine ait panoya dik ve paralel yönlerde maksimum zemin eğimleri.



Şekil 9a. 2 no.lu güney deneme direğinde pano konumuna bağlı olarak, ilerleme eksenine dik yönde oluşan eğim ve yer değiştirmeler



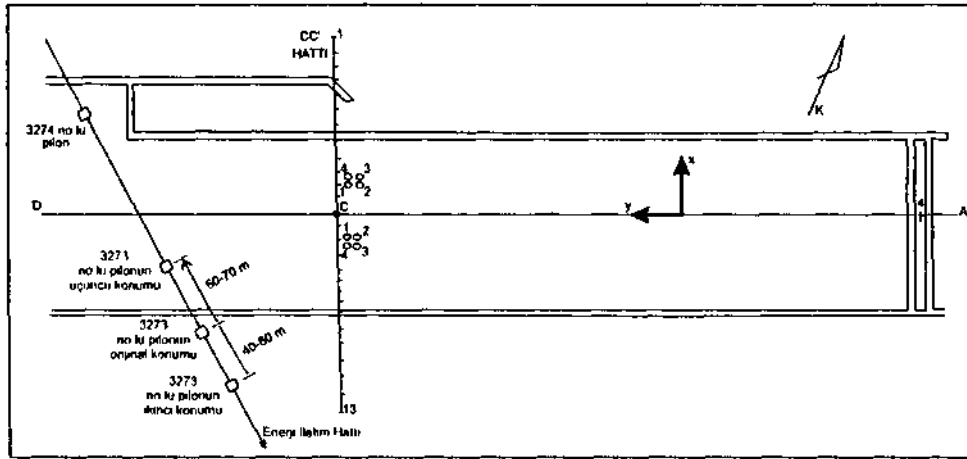
Şekil 9b. 2 no.lu güney deneme direğinde pano konumuna bağlı olarak, ilerleme eksenine paralel yönde oluşan eğim ve yer değiştirmeler.

Bu çalışma sırasında yapılan ölçümlerin sonuçları değerlendirilerek pylonların olası bir duraysızlığına karşı dört çözüm alternatifi önerilmiştir. Doğal olarak nihai ve ortak seçim Türkiye Elektrik Anonim Şirketi (TEAŞ) ve PARK TEKNİK A.Ş.'nin hem ekonomik hem de teknik olasılıklarının değerlendirilmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Uygulanan yöntem aşağıda sıralananlardan dördüncüsüdür.

1. Enerji iletimi 50 günlük bir süre boyunca başka bir hattan sağlanacak ve bu süre içinde pylonlar yerinde bırakılmalıdır.
2. Her iki pylon da, topografyanın elverdiği ölçüde ve iletim hattı boyunca B-14 panosunun içine doğru çekilmelidir.
3. Topografyanın izin verdiği ölçülerde kısa bir varyant yapılmalı ve enerji hattı mevcut tasman sahasının dışından geçmelidir.

4. Ayak genişliği 170 ırı'den 220 m'ye çıkartılırken, genişleyen tarafta kalan 3274 no.lu pilon yerinde bırakılmalı fakat hareketleri sürekli şekilde izlenmelidir. Aslında, pilonu yerinde bırakmak yerine ayak genişletme işleminin pilonun 40-50 m ötesine taşınması veya en azından ayak genişledikten sonra 80-100 m'lik mesafede bu bölümde ramble yapılması çok daha güvenli olacaktır. Ancak bu uygulama için zaman çok yetersizdir. Tasman çalışmalarının başladığı tarihten sonraki zaman içerisinde böyle bir uygulamanın yapılması teknik olarak mümkün görülmemiştir.

Diğer taraftan, 3273 no.Tu pilon enerji hattı boyunca C-14 panosu içine doğru çekilmeli, ayak yeterince ilerledikten sonra ise B-14 panosu içinde kalacak şekilde geri alınmalıdır. Bu işlem yaklaşık 1.5 yıl içerisinde gerçekleştirildiği takdirde yeni kurulan pilon ilende çalışılacak olan C-14 panosunun tasman etkisinden kurtulmuş olacaktır (Şekil 10).



Şekil 10. 3273 ve 3274 no.lu pilonların tasman etkisinden kurtarılabilmesi için önerilen 4 no.lu çözüm alternatifi.

5. KAYNAKLAR

Adamek, V., Jeran, P.W. ve Trevitz, M.A. (1988). *Prediction of Surface Deformations over Longwall Panels in the Northern Appalachian Coalfields*, USBM Report of Investigations 9142, 19 s.

Brauner, G. (1973). *Subsidence due to Underground Mining, I, Theory and Practices of Predicting Surface Deformation*, USBM Information Circular 8571, 56 s.

Peng, S.S. (1992). *Surface Subsidence Engineering*. AIME, 161 s.

Ünal, E., Özkan, Y., Erdem, B. ve Çakmakçı, G., (1997). *Çayırhan Yeraltı Ocağı B-14 Panosu Üzerindeki Arazide Oluşan Tasman Sorunlarının incelenmesi*, Gelişme Raporu, Proje No: AGUDÖS 97-03-05-01-12, ODTÜ Maden ve İnşaat Müh. Böl., Ankara, 30 s.