**Endüstriyel Tesislerde Yapılan Mühendislik Ölçmeleri ve Betonarme Baca Güçlendirme Çalışması Uygulaması**

**M. Serhan Özdoğan1,\*, A. Gökhan Uzun1**, **Özgür Taşdelen1,\*, Eyüp Şişman1**, **Erdem Büyükkaya1, A. Selami Sadık1**

*1Ereğli Demir ve Çelik Fabrikası, Ereğli, Zonguldak.*

*Özet*

*Harita ve Kadastro Mühendisliği, genellikle toprak ölçümleri yapan bir mühendislik dalı olarak bilinir. Teknolojinin gelişimine bağlı artan talepler doğrultusunda günümüzde bu mühendislik dalında görev yapan mühendisler farklı ve daha geniş alanlarda çalışma imkânı bulmaktadırlar.*

*Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları‘nda (ERDEMİR) yapılan mühendislik ölçümlerini yapılan ölçmelerin özelliği ve planlanmasına bağlı olarak iki bölümde inceleyebiliriz.*

1. *Çalışan tesislerde yapılan endüstriyel ölçmeler; Deformasyon ölçmeleri, Makine Topografyası, Makine Parçalarının Eksenel Kaçıklıkları (durumu), Makine Montajları vs.*
2. *İşletme dışında, yatırım ve/veya sabit kıymet ilaveleri kapsamında yeni yapılacak ve/veya ilave düşünülen yapıların planlama ve kurulması sırasında yapılan ölçümler; Sondaj ve kazık yerlerinin belirlenmesi, eksen ve kot ayarlamaları ankraj elemanlarının eksen ve kotlarının ayarlanması, kolon diklik ayarları, vs.*

*Bu çalışmaları yürüten harita mühendisleri, ölçümler sırasında kullanılan alet ve cihazların kalibrasyon ve kontrollerinin yapılmasını planlayıp, bu işlere eşlik ederler.*

*Tesisimizde yapılan işlerin özellikleri ve çalışma koşullarına bağlı olarak yapılacakların planlanması ve yürütülmesi farklı disiplinlerden mühendislerin birlikte çalışmasıyla yapılmaktadır. Bu sayede çıkabilecek sorunların ve çözüm yöntemlerinin sağlıklı ve en iyi şekilde öngörülmesi mümkün olmaktadır. Mühendislik birimlerinin disiplinler arası koordinasyonlu çalışması üretimin verimini önemli derecede etkiler. Bunların yanında çalışma alanlarındaki aşırı toz, ışık yetersizliği, yüksek ısı ve/veya ses ve aşırı vibrasyon gibi fiziksel faktörler çalışma koşullarını zorlaştıran etkenlerdendir.*

*Bu çalışmada bahsedilecek örnek uygulama Fabrikanın üretimi için son derece önemli olan Kok tesisine ait betonarme bacanın depreme karşı güçlendirilmesidir. Bu kapsamda çelik plakalar ile güçlendirilen bacanın, inşaat ve harita mühendisliğinin ortak çalışması ile yapılan mühendislik ölçme uygulamasından bahsedilecektir.*

Anahtar Sözcükler

Mühendislik Ölçmeleri, Harita Mühendisi, Ölçme Mühendisi, Endüstriyel Ölçmeler, Güçlendirme Uygulamaları, İnşaat Mühendisliği

**1. Giriş**

ERDEMİR **15 Mayıs 1965**'te yaklaşık **0,5 milyon ton ham çelik** ve **0,4 milyon ton yassı çelik** kapasitesiyle üretim yolculuğuna başlamıştır. Türkiye'nin en büyük sanayi yatırımlarından olan **1,5 milyar dolar** tutarındaki **Kapasite Artırma ve Modernizasyon Yatırımları'nı** (**KAM I ve KAM II) 1996'da** tamamlamıştır. **1998** yılında Karadeniz'in ve Türkiye'nin en büyük limanlarından olan **Yeni Liman Tesisleri** hizmete girmiştir. **2008** yılında bütünüyle kendi mühendis ve işçilerimizin bilgi birikimi ve emeğinin ürünü olan **Yeni 1 No.lu Yüksek Fırınımız Ayşe** üretime başlamıştır.

Kapasite artırımı yatırımlarının yanı sıra büyüme stratejilerimiz doğrultusunda yeni şirketler kurarak, yurt içinde ve yurt dışında satın almalar yaparak bir şirketler topluluğuna dönüşmüştür.

ERDEMİR Grubu 27 Şubat 2006 tarihinden itibaren Türkiye'nin en büyük gruplarından olan OYAK'ın uluslararası piyasalardaki tecrübesi, finansal gücü ve çağdaş yönetim ilkeleri ışığında faaliyetlerini sürdürmektedir.

**Mühendislik Ölçmeleri:** Erdemir’ de yapılan Mühendislik Ölçmelerini iki bölümde inceleyebiliriz.

1. Mevcut İşletme içerisinde yapılan Endüstriyel Ölçmeler,
2. İşletme dışında, yeni yapılacak bir tesisin kurulması veya mevcut sistemin modernizasyonu sırasında yapılan ölçümler,

Makine montajında, montajın belli eksende ve kotta yapılması gerekir. Makine şasesi proje ekseni ve kotunda yerleştirilir ve somunlar sıkılır. Makine montajında hassasiyet mikron derecesinde olmasına karşım inşaat aşamasında mm ve cm hassasiyetindedir. Kuruluşunda sıfır hatayla çalışan sistemler zamanla yüksek sıcaklık, vibrasyon, yüksek tonaj vs dış etkenler ile deformasyonlara maruz kalır. Deformasyonlar ölçme ekibinin yapmış olduğu hassas ölçümlerle tespit edilerek, montaj ekiplerine destek olarak düzeltme yoluna gidilir.

Erdemir kendi sınırları içinde kullandığı dik koordinat sistemine sahiptir. Ayrıca fabrika içerisinde kuruşunda tesis edilen kot röperleri mevcuttur. Tüm tesis içindeki birimler bu koordinat ve kot sistemine göre inşa edilir ve montajı yapılır. Yani fabrika içerisindeki en ufak bir ankraj cıvatasının bile koordinat ve kot değeri mevcuttur. Yeni yapılacak tesisler mevcut koordinat ve kot sistemine göre tesis edilirler.

2. Bildirinin Amacı

Tesisimizde çok sayıda endüstriyel baca bulunmaktadır. Bu bacalar, üretim sırasında meydana gelen filtrelenmiş gaz ve tozları çevreye veren yüksek yapılardır. Fabrikanın üretimi için önemli olan Kok Fabrikası tesisine ait betonarme bacanın depreme karşı çelik plakalar ile güçlendirme çalışmalarında, disiplinler arası ölçme ekibinin yapmış olduğu ölçmeler ile diğer inşaat mühendisliği mesleki disiplinine verilen katkıların anlatımı amaçlanmaktadır.

3. Kok Bacası Hakkında Teknik Bilgi

**3.1. 2 Nolu Kok Bacasının Yapısal Güvenlik Değerlendirmesi ve Güçlendirme Projeleri**

Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları T.A.Ş (ERDEMİR) ile Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) arasında “2 No.lu Kok Bacası” yapısının mevcut durumu ve yapısal güvenlik düzeyinin tespiti amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. Bu kapsamda yapılan testler, ölçümler ve gözlemler ile yapının betonarme projeleri incelenip gerekli analizler yapılmış ve yürürlükte olan yönetmelikler açısından yapının güvenlik düzeyi belirlenmiştir.

İncelemesi yapılan -1,5 m ile 84 m kotları arasındaki yaklaşık 85,5 m yüksekliğindeki dairesel kesitli betonarme yapıda yatay ve düşey donatılar sadece beton kabuk dış yüzeyinde kullanılmıştır. Projenin düzenlendiği 1974 tarihinde geçerli olan ACI307-69 yönetmeliğine uygun olan bu durum 1979 yılından sonra değiştirilmiş ve donatının her iki yüzeyde kullanılması gereği getirilmiştir. Baca türü yapılar için ülkemizde yönetmelik bulunmamaktadır. Bu tür yapılar davranışları ve maruz kalacakları zorlamalar açısından bina türü yapılara göre bazı farklı özellikler taşır. Bundan dolayı yapılan incelemelerde Amerika da yürürlükte olan ACI307-08 yönetmeliği esas alınarak değerlendirmeler yapılmış ve güçlendirme projeleri hazırlanmıştır.

Hazırlanan projelere göre baca gövdesinde gerekli eğilme kapasitesini sağlamak üzere +4.61m ile +65.00 m kotları arasında gövde çevresine boyuna şeritler halinde ve belirli aralıklarla gövdeye ankrajlı çelik plakalar yerleştirilmesi şeklinde uygulama projeleri hazırlanmıştır.

**4. Proje Kapsamında Yapılan Ölçme Çalışmaları**

## Projeler incelenerek, ön hazırlık çalışması başlatılmıştır. Ölçümler sırasında hassas nitelikte teodolit, nivo, çelik metreler kullanılarak sırasıyla yapılan işler aşağıda özetlenmiştir.

* Bacanın yapım projelerinden faydalanarak konik şekilli bacanın merkez ve eksenel (x ve y ) koordinatları ile inşaatta uygulanan kotlar belirlenmiştir.
* Baca yüzeyinden dışarıya doğru röperleme yapılmıştır.
* Öncelikle mevcut yapının projesiyle olan farklılıkları tespit edilmiştir.
* Buradan elde edilen bilgiler kullanılarak baca çevresinde koordinatlı bir poligon ağı kurulmuştur. Kot röper noktalarının yerlerinin teşkilinde sağlam noktalar kullanılmıştır.
* Uygulama projesinde baca hava girişi orijin noktasından 90 derece diğer eksenler 45 derece açılı şekilde harita programında (Netcad) güçlendirmeye esas 7 sanal eksen oluşturuldu. Sonrasında mevcut baca yüzeyi ile sanal eksenlerin kesiştiği nokta koordinatları alınıp baca yüzeyinde aplikasyon çalışması yapıldı.
* Bu noktalara beton çivisi çakılarak, bacanın en üst ve en alt çivileri arasına piyano teli gerildi ve plakanın başlangıç noktaları kotlandırıldı.
* Plaka altlarının sıvaya hazırlanması için mevcut piyano telinden plaka genişliğindeki yer tebeşirle çizilip boyasını çıkartmak üzere kumlama yapacak personele teslim edildi.
* Kritik öneme sahip plaka altı düzlem yüzeyin oluşturulmasında; konik baca yüzeyinde 55cm genişliğinde 62.5m yüksekliğindeki plakanın oturacağı düzlem oluşturma işi el becerisine ve ustalık maharetine bırakılmadan ölçme ekibi tarafından yapıldı.
* 12m boyunda 40\*60’lık profilden şablon temin edildi. Her 3m’de bir ayar vidaları kondu.
* Şablon ayarı için bacaya teğet poligon noktaları sahaya aplike edildi.(Harita programından hesaplanan poligonlar) Şablona kot verilerek şablon bava yüzeyine montajlandı.
* Teodolit teğet hatta kurularak karşı poligona bakılarak alet yatay açısı sıfırlandı.
* Teodolite dik oküler (deveboynu) takıldı. Eksenlere çekilen piyano teli çizgisinden ilk şablon boyunca, ayar vidaları yanlarından (beton yüzeylerden) dört adet metre ile yatay mesafeler okundu.
* Bu okumalar değerlendirilip minimum 3mm sıva uygulanacak şekilde 12m’lik eğimli okuma değerleri belirlendi.
* Bu değerler şablon üzerinden çelik cetvel tutulup teodolitle ayarlamak suretiyle uygulandı. Böylelikle ilk şablonun ayarı yapılmıştır.
* Daha sonra Sıva işine başlanarak proje düzlem yüzey oluşturulmuştur.
* 12m’lik kısımlar halinde ölçümler yapılarak benzer işlemler tekrarlanmıştır.

5. Sonuç

Yapılan ölçümler ve ayarlamalar ile proje tamamlanmıştır. Projenin tamamlanmasıyla ele edilen kazanımlar ve yapılan çıkarımlar özetlenecek olursa;

* Bacanın analizi ve mühendislik çalışmaları sonucunda, **saha** **uygulamasının ölçme ve kontrol yardımıyla yapılabilirliğine kanaat getirildiği için,** ihtiyaca cevap verecek şekilde sadece eğilme kapasitesinin arttırılmasına yönelik, en ekonomik ve hızlı çözüm yolu olan plakalarla mevcut yapının güçlendirmesi sağlanmıştır. Uygulamanın ölçme ve kontrolünün sağlanamaması durumunda düşünülecek projelerden biri olan bacanın dıştan ilave betonarme perdelerle güçlendirilmesi ilave maliyetin yanında yapım yöntemi açısından işletme faaliyetlerini olumsuz etkilemesi kaçınılmaz olacaktır.
* Bunun yanı sıra betonun geniş bir aralıkta değişen toleransları sonucu (+-5mm) plakaların sağlıklı bir şekilde kuvveti aktarabilmesi için düşünülen beton yüzeyinin düzlem yüzey durumuna getirilmesi (+/-1mm) sırasında kullanılan özel sıvanın sarfiyat miktarı ve işin süresi mühendislik ölçmeleri sayesinde minimum düzeyde tutularak projenin kendi bütçesinde yapılan ölçüm maliyetlerinin yanında kayda değer bir maliyet avantajı sağlamıştır.
* Ölçme çalışmaları sayesinde hızlı, doğru ve kontrol edilebilir bir mühendislik çalışması olmuştur.
* Disiplinler arası harita mühendisliği – inşaat mühendisliği çalışmanın proje öncesi-sırası ve sonrasında iyi bir şekilde yapılmasının gerekliliği ve sonuçları ortaya konulmuştur.