



ISSN:1306-3111  
e-Journal of New World Sciences Academy  
2009, Volume: 4, Number: 4, Article Number: 1A0048

## **ENGINEERING SCIENCES**

Received: June 2009  
Accepted: September 2009  
Series : 1A  
ISSN : 1308-7231  
© 2009 [www.newwsa.com](http://www.newwsa.com)

**Mustafa Altın<sup>1</sup>**  
**Recep Kanıt<sup>2</sup>**  
Selcuk University<sup>1</sup>  
Gazi University<sup>2</sup>  
maltin@selcuk.edu.tr  
Konya-Turkey

### **AYNI İKİ TİP OKUL BİNASININ GÜÇLENDİRME ÖNCESİ VE SONRASI KARŞILAŞTIRILMASI**

#### **ÖZET**

Bu çalışmada, Konya ili sınırları içerisinde, 1. Derece deprem bölgesinde yer alan ve deprem güvenliği açısından incelenerek güçlendirilmesine karar verilen Ilgın ilçesi Argıthanı Milli Eğitim Vakfı Çok Programlı Lisesi ile Doğanhisar Endüstri Meslek Lisesi binalarının incelenmesi ve bu iki tip okuldan elde edilen sonuçların karşılaştırılması yapılmıştır. İki tip okul binası betonarme perde duvar ilavesi ve kolon mantolama yöntemiyle güçlendirilmiş, bu iki bina 2007 birim fiyatları ile birim imalat yöntemine göre yapım maliyeti hesaplanmıştır. Binanın statik analizleri için gerekli veriler oluşturulmuş, analizler yapılmış, ilave edilecek betonarme perde duvarlar ile mantolanacak kolonlar belirlenmiştir. Sonuç olarak, iki tip okul binasının 2007 fiyatlarıyla yapım maliyetleri ve güçlendirme maliyetleri bulunmuş ve iki tip okul binasının, güçlendirme maliyetlerinin yapım maliyetlerine oranı yaklaşık %32 ile %40'a ulaştığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Okul Binası, Deprem, Yapım Maliyeti, Güçlendirme, Güçlendirme Maliyeti

### **THE COMPARISON OF THE TWO SAME TYPE SCHOOL BUILDINGS BEFORE AND AFTER STRENGTHENING**

#### **ABSTRACT**

In this study, the buildings of Argıthanı Milli Eğitim Vakfı Çok Programlı Lisesi (a multi-program Lycee of the Foundation of the Turkish National Education in Argıthanı) in Ilgın and Doğanhisar Endüstri Meslek Lisesi (A Lycee of Industry and Vocational Education) in Doğanhisar (both of which are in the first grade earthquake zone in Konya province) were analysed in terms of resistance to earthquakes. Then, the results obtained from these two types of school buildings were compared. Following the analysis, these two buildings were strengthened by adding reinforced concrete shear wall and by using column jacket technique. The cost of construction was calculated according to unit construction method based on the pricing list in 2007. The essential data were obtained for the static analysis of the buildings, and they were put under analysis and, thus, the concrete shear walls to be added and the columns to be jacketed were determined. In conclusion, following the calculation of the construction cost and strengthening cost, the two cost types were compared. It was found that the rate of the strengthening cost to the construction cost was between 32% and 40%.

**Keywords:** School Building, Earthquake, Construction Cost, Strengthening, Strengthening Cost



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Yurdumuzda son yıllarda meydana gelen depremlerde büyük acılar yaşanmıştır. Önemli ölçüde can ve mal kaybına sebep olan bu depremlerde, başta kamu binaları olmak üzere birçok bina yıkılmış ve ağır hasarlar meydana gelmiştir.

Depremlerde hasar gören kamu binalarının başında da okul binaları gelmektedir. Ülkemiz topraklarının geneline dağılmış vaziyette yaklaşık 56500 okul binası bulunmaktadır. Bu okul binalarından 1996 yılından önce yapılmış yaklaşık %80'ninin depreme karşı güçlendirilmesi gerekmektedir [1 ve 2].

Bu çalışmada Milli Eğitim Bakanlığınca tip proje kapsamında ve aynı tip proje olmaları sebebiyle; 1993 yılında inşa edilen Doğanhisar EML binası ile 2000 yılında inşa edilen Argıthanı Milli Eğitim Vakfı Ç.P.Lisesi mevcut durumları Konya Bayındırlık ve İskân Müdürlüğü teknik elemanlarınca güçlendirilmesi karar verildiği için incelenmiştir. Bu iki okul binasına ait güçlendirme projeleri hazırlanarak, güçlendirme maliyetleri hesap edilmiş ve güçlendirme maliyetinin yapım maliyetine oranı tespit edilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada, Milli Eğitim Bakanlığı tarafından Konya ili bölgesinde uygulanmış ve Afyon - Bolvadin merkezli depremden sonra güçlendirilmesi raporu verilmiş olan Doğanhisar EML binası ile Argıthanı Milli Eğitim Vakfı Ç.P.Lisesi incelenmiştir. Okul binaları, "Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Daire Başkanlığı"nın yayımladığı "Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası"na göre 1. Derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Bu çalışmanın metodolojisi aşağıda gösterilmiştir.

- Okul binalarının (mimari ve statik röleve) hazırlanması,
- Zemin etüt çalışmalarının yapılması,
- Temel araştırmalarının yapılması,
- Beton basınç dayanımlarının belirlenmesi,
- Mevcut donatı kalite ve düzenlerinin belirlenmesi,
- Mevcut durum analiz çalışmalarının yapılması,
- Güçlendirme proje çalışmalarının yapılması,
- Okul binası yapım maliyetinin belirlenmesi ve
- Okul binası güçlendirme maliyetinin bulunması.

## 3. ANALİTİK ÇALIŞMA (ANALYTICAL STUDY)

### 3.1. Mimari ve Statik Rölevelerin Hazırlanması

#### (Preparation of the Architectural and Static Measured Drawings)

Binalara ait mevcut mimari ve betonarme statik proje kapsamında; sadece mimari projenin üç kat planı pafta rölevesi ve betonarme statik proje ile ilgili olarak paftalar olmadığı; mevcut kullanıma göre yapılan incelemelerde bazı sınıfların duvarlarının yerlerinin değiştirildiği, bazı duvarların kaldırıldığı ve kullanım amacı dışında farklı mekânlar olarak düzenlendiği gözlenmiştir. Bu nedenle röleve çalışmaları mimari ve taşıyıcı sistem olarak iki aşamada yapılmıştır. Mevcut Doğanhisar Endüstri Meslek Lisesine (DEML) ve Argıthanı Milli Eğitim Vakfı Ç.P.Lisesine (AMEVÇPL) ait fotoğraflar Şekil 1'de verilmiştir.



a. DEML mevcut durum görüntüleri (Present images of DEML)



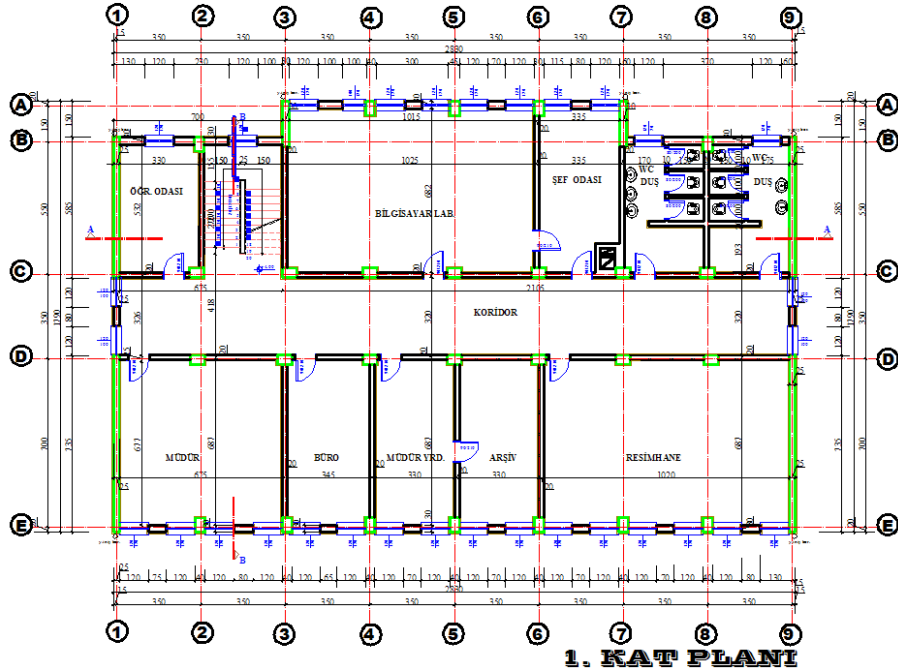
b. AMEVÇPL mevcut durum görüntüleri (Present images of AMEVÇPL)

Şekil 1. Mevcut DEML VE AMEVÇPL'ye ait görüntüler  
(Figure 1. Present images of AMEVÇPL and DEML)

### 3.1.1. Mimari Röleve Çalışmaları

#### (The Architectural Measured Drawings)

Hâlihazır proje ile mevcut durum incelenmiş ve farklılıklar proje üzerinde gösterilmiştir. Ölçülerin tek tek kontrolleri sağlanarak doğrulukları tespit edilmiş, gerekli değişiklikler yapılmıştır. Mimari röleve çalışması proje ve yerinde yapılan gözlemler doğrultusunda alınan ölçülere göre büro çalışması olarak, AutoCAD 2007 paket programı ile çizilmiştir. Şekil 2'de DEML'ye ait 1. Kat planı çizimi ve Şekil 3'de AMEVÇPL binasına ait 1. Kat planı çizimi verilmiştir.



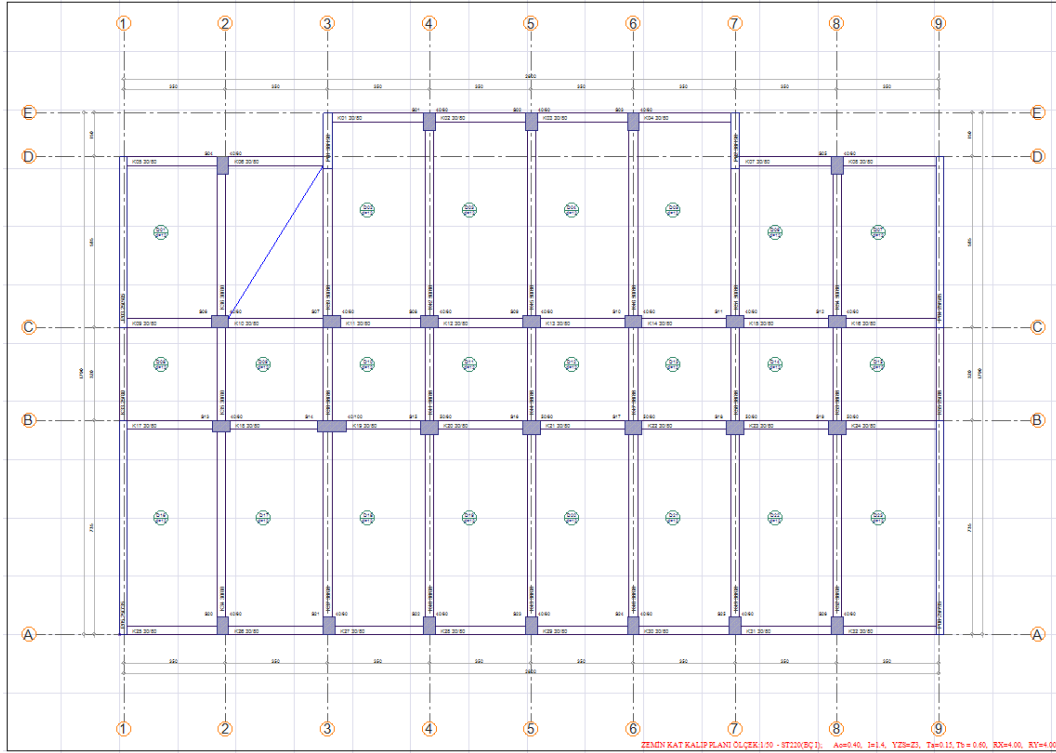
Şekil 2. DEML mevcut 1. Kat planı  
(Figure 2. Present 1st floor plan of DEML)



Şekil 3. AMEVÇPL mevcut 1. Kat planı  
(Figure 3. Present 1st floor plan of AMEVÇPL)

### 3.1.2. Betonarme Taşıyıcı Sistem Rölevesi (The Reinforced Concrete Bearing System Measured Drawings)

Mimari rölemler ile birlikte bina taşıyıcı sistemini oluşturan kolon, kiriş ve döşemelerin ölçüleri alınmış, alınan ölçüler doğrultusunda güçlendirme projelerine esas olacak kalıp planları hazırlanmış ve tüm ölçüler plan üzerine işlenmiştir. Hazırlanan projelerin yerindeki ölçülerin doğruluğu kontrol edilmiştir. Şekil 4'de DEML'ye ve AMEVÇPL'ye ait mevcut betonarme taşıyıcı sistem rölevesi verilmiştir.



Şekil 4. DEML ve AMEVÇPL'ye ait mevcut betonarme taşıyıcı sistem planı  
(Figure 4. Present reinforcement concrete bearing system plan of  
AMEVÇPL and DEML)

### 3.2. Zemin Etüt Çalışmaları (The Ground Research)

Zemin etütleri için sondaj çalışmaları yapılmıştır. Okulları kat sayısı aynı olduğu için ve okul yüksekliklerine göre 15m derinlikte sondajlar gerçekleştirilmiş, gerekli görülen seviyelerde standart penetrasyon deneyleri yapılmış, her kuyudan en az iki adet örselenmemiş (UD) örnek ve laboratuvar deneyleri ve yerinde yapılan gözlemler doğrultusunda her sondaj kuyusundan en az 3-4 adet örselenmiş örnek alınmıştır. Arazi gözlemleri, SPT değerleri ve laboratuvar sonuçları birlikte değerlendirilerek zemin etüt raporu hazırlanmıştır. Tablo 1'de DEML ve AMEVÇPL'ye ait zemin etüt sonuç değerleri verilmiştir. Şekil 5'de sondaj çalışmalarına ait görüntü verilmiştir.

Tablo 1. Zemin etüt sonuç değerleri  
(Table 1. Result values of the ground research)

Okul Adı	Deprem Bölgesi	Zemin Emniyet Gerilmesi (kg/cm <sup>2</sup> )	Zemin Sınıfı	Zemin Grubu	Sıvılaşma Durumu	Yatak Katsayısı (t/m <sup>3</sup> )	Bina Önem Katsayısı (I)
DEML	I	1.35	Z3	B	Yok	1500	1.4
AMEVÇPL	I	1.10	Z3	B	Yok	1350	1.4



Şekil 5. AMEVÇPL’de yapılan zemin etüt çalışmalarından görüntü  
(Figure 5. Ground research image of AMEVÇPL)

### 3.3. Temel Araştırmaları (Foundation Investigation)

Zemin etüt çalışmaları ile birlikte binaların temel araştırmaları yapılmıştır. Temellerle ilgili olarak DEML uygun köşesinden kazı yapılmış ve temel sisteminin 100/40 cm ölçüsünde mütemadi temel olduğu tespit edilmiştir. Elde olmayan sebeplerden dolayı AMEVÇPL’de temel araştırması yapılamamış tip proje olması nedeniyle DEML’de bulunan temel değerleri aynı kabul edilmiştir. DEML ve AMEVÇPL’ye ait mevcut betonarme statik projeleri ve temel aplikasyon planları olmadığı için araştırmalar sonucunda elde edilen değerler mevcut temel sistemi olarak kabul edilmiştir. Şekil 6’da DEML ait temel araştırmalarına ait görüntü yer almaktadır.



Şekil 6. DEML temel araştırmaları görüntüsü  
(Figure 6. Foundation investigation image of DEML)

### 3.4. Beton Basınç Dayanımının Belirlenmesi (The Determination of the Concrete Pressure Level)

DBYBHY 2007 Bölüm 7’de tanımlanan betonarme binalarda orta bilgi düzeyi’ne göre okul binasının; her kattaki kolonlarından toplam üç adetten az olmamak üzere ve binadan toplam 9 adetten az olmamak üzere, her 400 m<sup>2</sup>’den bir adet beton örneği (karot) TS-10465’de belirtilen koşullara uygun şekilde karot örnekleri alınmıştır. Buna ilişkin görüntüler Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. DEML ve AMEVÇPL'ye ait karot numune alımı  
(Figure 7. Obtaining drilling core sample from DEML and AMEVÇPL)

Karot örneklerinin beton basınç deneyleri Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Laboratuvarında Ele marka 300 ton kapasiteli beton presinde ve yük hızı 2 kgf/cm<sup>2</sup>/saniye olarak uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen karot numune sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Karot numune sonuç değerleri  
(Table 2. Result values for drilling core sample)

Okul Adı	Numune Ebatları		Numune sayısı (adet)	Eşdeğer 28 günlük 15 / 30 Silindirik Numune Dayanımı $f_k = f_{y,ort} / \gamma_k$
	Çap (cm)	Boy (cm)		
DEML	10	10	9	93.84
AMEVÇPL	10	10	9	98.23

### 3.5. Mevcut Donatı Kalite ve Düzeninin Belirlenmesi (The Determination of the Quality and Arrangement of the Reinforcing Bars)

Okullardaki yapı elemanlarında bulunan donatıların sayı ve çaplarına dair bilgiler Hilti Ferroskan RG10 donatı analiz cihazı kullanılarak ve yerinde yapılan gözlemlerle yapılmıştır.

Betonarme projeler veya uygulama çizimlerindeki eksiklikler için, betonarme elemanlardaki donatı miktarı ve detaylarının binanın yapıldığı tarihteki minimum donatı koşullarını sağladığı varsayılmıştır. Bu varsayımın doğrulanması veya hangi oranda gerçekleştiğinin belirlenmesi için uygun olan yerlerde sıyırma işlemi yapılmıştır. Sıyrılan yüzeyler daha sonra yüksek dayanımlı tamir harcı ile kapatılmıştır. Ayrıca pas payı sıyrılmayan elemanların yeteri sayıda (en az %20) taraması yapılarak, enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazı ile belirlenmiştir. Donatı tespit cihazı ve yapılan incelemeler sonucunda hazırlanan rapor Tablo 3'de verilmiştir.



Tablo 3. AMEVÇPL VE DEML'ye ait donatı tespit raporları  
(Table 3. Reinforcing bars fixing reports for DEML and AMEVÇPL)

ARGITHANI M.E.V. Ç.P.L.					DOĞANHISAR E.M.L.			
Kat No	Kolon Adı	Kolon Boyutu	Mevcut Binadaki Düşey Donatı Değeri	Mevcut Binadaki Yatay Donatı Değeri	Kolon Adı	Kolon Boyutu	Mevcut Binadaki Düşey Donatı Değeri	Mevcut Binadaki Yatay Donatı Değeri
ZEMİN	S15	50/60	10Φ14	Φ8/20	S8	50/60	8Φ16	Φ8/20
ZEMİN	P2	25/585	Φ12/20	Φ12/20	S17	50/60	8Φ16	Φ8/22
ZEMİN	P1	25/735	Φ12/20	Φ12/20	S18	50/60	10Φ16	Φ8/21
ZEMİN	P3	25/735	Φ12/20	Φ12/20	S12	50/60	8Φ16	Φ8/23
ZEMİN	P4	25/585	Φ12/20	Φ12/20	P3	25/735	Φ10/30	Φ10/25
ZEMİN	S23	40/60	8Φ14	Φ8/21	S21	50/60	8Φ16	Φ8/20
1.KAT	S16	40/60	10Φ14	Φ8/22	S11	30/190	16Φ14	Φ8/23
1.KAT	S10	40/60	10Φ14	Φ8/20	S9	40/60	10Φ16	Φ8/23
1.KAT	P1	25/735	Φ12/16	Φ12/22	P1	25/735	Φ10/24	Φ10/22
1.KAT	S12	40/60	10Φ14	Φ8/20	S16	40/100	12Φ16	Φ8/24
1.KAT	P3	25/585	Φ10/21	Φ10/30	S19	40/60	8Φ16	Φ8/22
1.KAT	S13	40/60	8Φ14	Φ8/22	S13	40/60	8Φ16	Φ8/24
2.KAT	S6	40/60	10Φ14	Φ8/22	S21	40/60	8Φ16	Φ8/23
2.KAT	S8	40/60	8Φ14	Φ8/20	P2	25/585	Φ10/25	Φ10/24
2.KAT	P4	25/735	Φ10/15	Φ10/20	S8	40/60	10Φ16	Φ8/24
2.KAT	S12	40/60	8Φ14	Φ8/21	S16	40/100	12Φ16	Φ8/23
2.KAT	S1	30/190	20Φ14	Φ8/21	S19	40/60	8Φ16	Φ8/24
2.KAT	S2	30/190	20Φ14	Φ8/20	S13	40/60	6Φ16	Φ8/25
3.KAT	S25	40/60	8Φ14	Φ8/22	S14	40/60	8Φ16	Φ8/24
3.KAT	S22	40/60	8Φ14	Φ8/25	P3	25/735	Φ10/23	Φ10/23
3.KAT	S8	40/60	8Φ14	Φ8/27	S9	40/60	8Φ16	Φ8/20
3.KAT	S13	40/60	8Φ14	Φ8/23	S17	40/60	8Φ16	Φ8/22
3.KAT	S21	40/60	8Φ14	Φ8/23	S24	40/60	8Φ16	Φ8/20
3.KAT	S13	40/60	8Φ14	Φ8/20	S12	40/60	8Φ16	Φ8/22

### 3.6. Mevcut Durum Analiz Çalışmaları Yapılması (The Analysis of Present Condition)

Okul binasının analiz hesapları ideCAD Statik 5.509 versiyonu ile yapılmıştır. Bu program 2007 Deprem Yönetmeliği'ne ve 2000 yılında yayımlanan TS500'e tam uyumlu olduğu için seçilmiştir.

Yapılmış olan mevcut mimari ve statik röleve çalışmalarında elde edilmiş olan veriler doğrultusunda; akslar, kolonlar, kirişler, döşemeler ve temeller ölçülerine göre programa girilmiştir. Döşeme yükleri TS498 "Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri" standardındaki değerlere eşit, sınıflarda G=500 kg/cm<sup>2</sup> (Zati yük) ve Q=350 kg/cm<sup>2</sup> (Hareketli yük) olarak tanımlanmıştır. Ayrıca koridorlarda Q=500 kg/cm<sup>2</sup> olarak verilmiştir.





Aynı doğrultuda kirişlerin üzerinde duvar olup olmama durumuna göre yük tanımlaması yapılmıştır. Ayrıca; bina önem katsayısı  $I=1.4$ , taşıyıcı sistem davranış katsayısı  $R=4$ , süneklik düzeyi=Normal, deprem Bölgesi=1 olarak tanımlanmıştır. Tablo 4'de iki okul'a ait mevcut statik hesap verileri ve Tablo 5'de ise dinamik hesap verileri görülmektedir.

Tablo 4. Okullara ait statik hesap verileri (Mevcut durum)  
(Table 4. Statics calculating data (present condition) of the school buildings)

	DEML	AMEVÇPL
Kat sayısı	4	4
Yapı önem katsayısı	1.40	1.40
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (girilen) X/Y	4.00 / 4.00	4.00 / 4.00
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (seçilen) X/Y	4.00 / 4.00	4.00 / 4.00
Süneklik X/Y	NORMAL / NORMAL	NORMAL / NORMAL
Deprem bölgesi	1	1
Etkin yer ivme katsayısı	0.40	0.40
Zemin sınıfı	Z3, $T_a = 0.15$ , $T_b = 0.60$	Z3, $T_a = 0.15$ , $T_b = 0.60$
Rifit bodrum katı numarası	-1	-1
Rijit bodrum katı sayısı	1	1
Zemin emniyet gerilmesi	13.50 t/m <sup>2</sup>	11.00 t/m <sup>2</sup>
Yatak katsayısı	1500.00 t/m <sup>3</sup>	1350.00 t/m <sup>3</sup>
Beton Sınıfları	10	10
Çelik Sınıfları	420	420
Beton birim hacim ağırlığı	2.50 t/m <sup>3</sup>	2.50 t/m <sup>3</sup>
Beton güvenlik katsayısı	1.50	1.50
Çelik güvenlik katsayısı	1.15	1.15
Zati yük faktörü	1.40	1.40
Hareketli yük faktörü	1.60	1.60
Yönetmelik	TS500-2000; TDY 2007	TS500-2000; TDY 2007
Betonarme hesap yöntemi	Taşıma gücü	Taşıma gücü
Deprem belirleme yöntemi	Mod birleştirme yöntemi (dinamik)	Mod birleştirme yöntemi (dinamik)
Temel analiz yöntemi	Elastik zemine oturan temel	Elastik zemine oturan temel

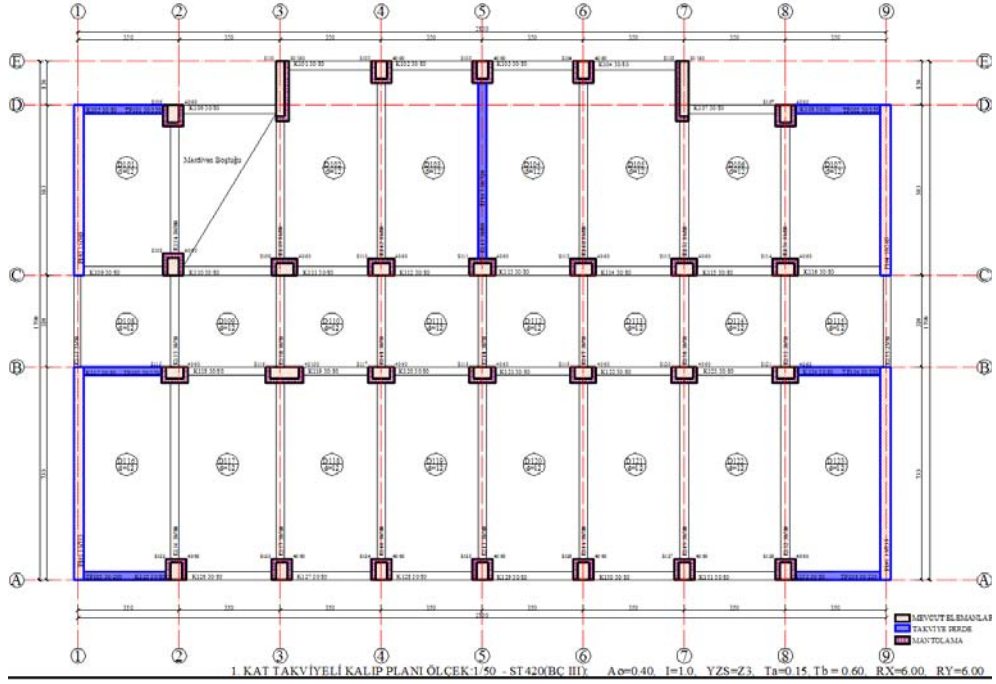


Tablo 5. Okullara ait dinamik hesap verileri (Mevcut durum)  
(Table 5. Dynamics calculating data (present condition)) of the school  
buildings)

DİNAMİK HESAP MEVCUT DURUM		
	DEML	AMEVÇPL
W	2150.79	2239.84
T1a	0.51	0.51
Hn	14	14
$\Delta F_n(x)$	0	0
$\Delta F_n(y)$	0	0
Vt(x)	752.78	805.99
Vt(y)	752.78	805.99
VtB(x)	687.2	731.94
VtB(y)	623.95	666.04
Vt(x) / VtB(x)	1.1	1.1
Vt(y) / VtB(y)	1.21	1.21
$\beta$	1	1
$\beta$ Vt(x) / VtB(x)	1.1	1.1
$\beta$ Vt(y) / VtB(y)	1.21	1.21
Ao	0.40	0.40
I	1.40	1.40
Spektrum ordinat çarpanı	1	1

### 3.7. Güçlendirme Proje Çalışmalarının Yapılması (The Strengthening Project Work)

Okulların mevcut yeterlilik analizi sonucunda DEML'de 230 elemanın yetersiz olduğu, AMEVÇPL'de ise 226 elemanın yetersiz olduğu tespit edilmiş ve bu sonuçlara göre güçlendirme yapılmasının gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. 1. derece deprem bölgesinde inşa edilen ve güçlendirme kararı verilen okulda betonarme perde ilavesi ve kolon mantolama yöntemi ile güçlendirme projesi aşamasına geçilmiştir. İki okulunda tip proje olması karot numune sonuç değerlerinin ve donatılarının birbirine uygun değerlerde olmasından dolayı betonarme perde ilavesi ve kolon mantolamalarında iki projede ortak değerlendirilmiştir. Şekil 8'de güçlendirme sonrası 1. kat planı görülmektedir.



Şekil 8. Okullara ait takviyeli 1.kat kalıp planı  
(Figure 8. 1st floor strengtning framework plan of the school buildings)

Perde ilavesinden sonra tekrar analizler yapılmış ve eleman bazında kolonlarda mantolama işlemlerine geçilmiştir. Beton kalitesinin düşük olması tüm kolonlarımızda mantolama ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Mantolama işlemi tamamlanarak, temel güçlendirme aşamasına geçilmiştir. Mevcut temel ölçüleri programa girilmiş ve temellerin tamamı güçlendirilmiştir

### 3.8. Okul Binaları Yapım Maliyetlerinin Bulunması (Calculation of the Construction Cost of the School Buildings)

Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından 10 Mart 2007 günü 26458 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan tebliğine göre, mimarlık ve mühendislik hizmet bedellerinin hesabında kullanılacak 2007 yılı yapı yaklaşık birim maliyetlerindeki IV sınıf A Grubu yapılar içinde yer alan eğitim yapılarının TL/m<sup>2</sup> birim maliyeti olan 482.00 Ytl esas alınarak, kat sayısı, kat alanı, toplam bina alanı hesap edilmiş ve birim maliyetle çarpılarak binanın toplam maliyeti bulunmuştur. Bulunan bu değerler Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Okul binalarının toplam yapım maliyetleri  
(Table 6. Total construction costs of the School buildings)

S. No	Okul Adı	Kat Sayısı	Bodrum Kat Alanı (m <sup>2</sup> )	Zemin Kat Alanı (m <sup>2</sup> )	Normal Katlar Alanı (m <sup>2</sup> )	Toplam Alan (m <sup>2</sup> )	Toplam Yapı.Mal (Ytl/m <sup>2</sup> )	Toplam Maliyet (Ytl)
1	DEML	Zemin+3kat	-	486	1.458	1.944	482	937.008
2	AMEVÇPL	Zemin+3kat	-	486	1.458	1.944	482	937.008

### 3.9. Okul Güçlendirme Maliyetlerinin Bulunması (Calculation of the Construction Strengtning Cost of the School Buildings)

Güçlendirme maliyeti hazırlanan güçlendirme projesi bilgilerine dayalı olarak hesaplanmıştır. Bu aşamada Tablo 7’de görüleceği gibi güçlendirme için gerekli imalatların miktarları bulunmuş ve 2007 yılı birim fiyatları ile çarpılarak toplamı alınmış ve binanın yapım



maliyetinin hesabında olduğu gibi %8 elektrik ve pis-temiz su tesisatları maliyeti ilave edilmiştir.

Tablo 7. AMEVÇPL güçlendirme maliyeti  
(Table 7. AMEVÇPL strengthening cost)

No	Poz No	Tanım	Birim	Miktar	Birim Fiyat (Ytl)	Toplam Fiyat (Ytl)
1	21,011	Düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı	m <sup>2</sup>	1.610	13,60	21.896,00
2	16.044/4MK	Hazır Beton (BS20)	m <sup>3</sup>	246,5	88,90	21.913,85
3	23.001/1	İnce Demir	ton	26	1.479,38	38.463,88
4	23.001/2	Kalın Demir	ton	21,619	1.479,38	31.982,72
5	27,506/MK	Alt tabakası 350 kg. çimento dozlu, üst tabakası 500 kg çimento dozlu harçla düz sıva yapılması	m <sup>2</sup>	295	7,69	2.268,55
6	27,507	500 kg çimento dozlu harçla tek kat düz sıva yapılması	m <sup>2</sup>	762	10,58	8.061,96
7	25.048/1A	Plastik Boya Badana	m <sup>2</sup>	762	6,75	5.143,50
8	YBF.007	Rot Delik Açılması ve Epoksi Uygulanması - Perde	adet	640	39,89	25.529,60
9	YBF.007	Rot Delik Açılması ve Epoksi Uygulanması - Kolon	adet	3.836	39,89	153.018,04
10	YBF.007	Rot Delik Açılması ve Epoksi Uygulanması - Temel	adet	500	39,89	19.945,00
11	21,054	Kalıp İskele	m <sup>3</sup>	560	2,34	1.310,40
12	21,065	İskele	m <sup>2</sup>	1.196	2,95	3.528,20
13	18,189	Parke Sökülmesi	m <sup>2</sup>	20,75	3,45	71,59
14	27,565	Zemin Kaplama	m <sup>2</sup>	28	16,95	474,60
15	27.560/7	Dış Cephe Boyası	m <sup>2</sup>	72,8	9,41	685,05
16	18.185/1	Makine ile demirli ve demirsiz beton inşaatın yıkılması	m <sup>3</sup>	73,99	29,79	2.204,16
17	18.183	Patlayıcı madde kullanmadan çimento harçlı kargir ve horasan inşaatın yıkılması	m <sup>3</sup>	270,97	25,79	6.988,32
19	YBF.008	Plastik pencere tadilatı	m <sup>2</sup>	203,68	15	3.055,20
		Toplam				346.540,61
		%8 Isıtma ve Aydınlatma Tesisatı Yapım Maliyeti				27.723,25
		Toplam Güçlendirme Maliyeti				374.263,86

Güçlendirme maliyeti DEML içinde aynı yöntemle hesap edilmiş ve güçlendirme maliyeti 299.950 TL olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre Tablo 8'de görüleceği gibi AMEVÇPL'de güçlendirme maliyetinin yapım maliyetine oranı 0.399 iken DEML'de bu oran 0.320'de kalmıştır.



Tablo 8. Okulların yapım maliyetleri ve güçlendirme maliyetleri  
(Table 8. The construction and strengthening costs of the school buildings)

Sıra No	Okul Adı	Okul Alanı (m <sup>2</sup> )	Yapım Maliyeti (Ytl)	Güçlendirme Maliyeti (Ytl)	Oran
1	DEML	1.944	937.008	299.950	0,320115
2	AMEVÇPL	1.944	937.008	374.264	0,399425

##### 5. SONUÇ (CONCLUSIONS)

Görüldüğü gibi DEML ve AMEVÇPL okul binalarının 2007 yılı fiyatları ile yapım maliyetleri 937.008.00 TL, betonarme perde duvar ilavesi ve kolon mantolama yöntemi ile güçlendirme maliyeti yine aynı yıl fiyatlarına göre DEML'de 299.950.00 TL ve AMEVÇPL'de ise 374.264.00 TL'dir. Bu sonuçlara göre DEML okulu ve uygulanan güçlendirme yöntemi ile sınırlı kalmak koşuluyla; güçlendirme maliyetinin yapım maliyetinin yaklaşık %32'si olduğu ve AMEVÇPL okulunda ise bu oranın %0.40 olduğu söylenebilir.

Ülkemizde uygulanan bütçe ve mali mevzuata göre; okul binalarının güçlendirilmesinde kaynak talebi ve yönetimi için, güçlendirme maliyetinin önceden tahmin edilmesi ve bütçede yer alması gerekmektedir.

Bu çalışma ile ulaşılan değer kullanılarak, yapım maliyeti bilinen veya hesaplanan bir okul inşaatının anılan yöntemle güçlendirilmesi amacıyla kaynak talebi yönetimi gerçekleştirilebilir.

Uygulanan tip projelerde gerek yapım gerek kullanım esnasında gerekli fen ve teknik kaidelere uyulmaması sonucu yapılan hatalar aynı projeler uygulansa bile güçlendirme maliyetlerini farklı çıkarabilmektedir.

##### TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENTS)

Bu çalışma, Dr.Mustafa ALTIN'ın Prof.Dr.Recep KANIT danışmanlığında tamamladığı ve S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından kabul edilen "Betonarme Perde Duvar İlavesi ve Kolon Mantolama Yöntemiyle Güçlendirilen Eğitim Yapılarında Maliyet Analizi" isimli doktora tezinden faydalanılarak hazırlanmış ve S.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 06401056 numaralı araştırma projesi kapsamında desteklenmiştir.

##### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Sezer, H., Whittaker, A.S., Elwood, K.J., and Mosalam, K.M., (2003). "Performance of reinforced concrete buildings during the August 17, 1999 Kocaeli, Turkey earthquake, and seismic design and construction practise in Turkey", Engineering Structures Journal; 25(1):104-14.
2. Çağatay, I., (2005). "Experimental evaluation of building damages in recent earthquakes in Turkey", Engineering Failure Analysis;12(3): 440-52.
3. ABYYHY, (1998). "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik", Ankara, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı.
4. DBYBHY, (2007). "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar", Ankara, T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı.
5. TS 500, (2000). "Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları", Ankara, TSE.
6. TS EN 12390-3, (2003). "Beton-Sertleşmiş Beton Deneylemleri-Bölüm 3: Dene Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini", Ankara, TSE



7. TS 498, (1997). "Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri", Ankara, TSE.
8. TS 10465, (1992). "Beton Deney Metotları", Yapı ve Yapı Bileşenlerinde Sertleşmiş Betondan Numune Alınması ve Basınç Mukavemetinin Tayini", Ankara, TSE.
9. Altın, M., (2008). "Betonarme Perde Duvar İlavesi ve Kolon Mantolama Yöntemiyle Güçlendirilen Eğitim Yapılarında Maliyet Analizi", Doktora Tezi, Konya; Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

**Web Siteleri**

- [www.bayindirlik.gov.tr](http://www.bayindirlik.gov.tr)
- [www.birimfiyat.com](http://www.birimfiyat.com)
- [www.deprem.gov.tr](http://www.deprem.gov.tr)
- [www.ideyapi.com.tr](http://www.ideyapi.com.tr)
- [www.meb.gov.tr](http://www.meb.gov.tr)