

121174

T.C.

GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

17 AĞUSTOS 1999 MARMARA
DEPREMİNDEN SONRA İSTANBUL'DAKİ
İLK VE ORTA DERECELİ EĞİTİM
KURUMLARININ REHABİLİTASYON
ÇALIŞMALARININ İRDELENMESİ

Abdulgani YILDIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DEPREM VE YAPI BİLİMLERİ

ANABİLİMDALI

TEZ DANIŞMANI

Yrd.Doç.Dr.V.Atilla ÖVEN

GEBZE

2005



**GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ
ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

Abdülgani YILDIZ'ın tez çalışması, G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 10.03.2005 Tarih ve 2005/11 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından Deprem ve Yapı Bilimleri Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE

:Prof. Dr. Mehmet PALAMUTOĞLU

ÜYE

:Yrd. Doç. Dr. Eren UÇKAN

ÜYE

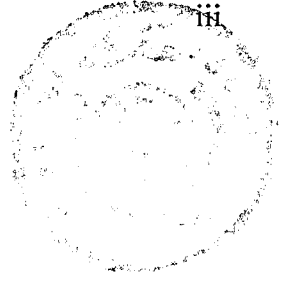
: Yrd. Doç. Dr. Bülent HEKİMBASI

ONAY

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 04.07.2005 Tarih ve 2005/124 sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

Yrd. Doç. Dr. Ahmet CAPOĞLU
G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bil.
Enstitüsü Müdür Yardımcısı



Sayın VASIF ATILLA ÖVEN hocam;

Ansızın çekip gittiniz aramızdan zamansız ve talihsiz bir şekilde,
Oysa daha birçok paylaşımımız olacaktı
Mavinin ve yeşilliklerin derinliklerindeki güzellikler adına,
Yaşam sizle daha anlamlı ve keyifliydi,
Son yolculuğunuzda dostlarınız sizi unutmadı,
Yıldızlar ülkesine yüreğimin derinliklerinden sıcacık selamlar....

Tezimin son aşamasında çok değerli hocamı talihsiz ve zamansız bir şekilde kaybetmiş bulunmaktayım. Buradaki tüm çalışmalarında büyük emekleri olduğu ve yine hasta haliyle zamanını esirgmeden çalışmalarına katkılarından dolayı bu çalışmayı **YRD. DOÇ. DR. V. ATILLA ÖVEN'e** atfediyorum.

ÖZET

Kentlerde meydana gelebilecek deprem zararlarını azaltmanın iki temel koşulu bulunmaktadır. Bunlardan ilki, yeni yapılacak yapıların afet yönetmeliğine uygun olarak yapım ve kontrolünün sağlanması; ikincisi ise, deprem hasar riskini belirlemeye yönelik çalışmalar yürütülmesi ve gerekli önlemlerin alınmasıdır. Olası bir depremde, mevcut yapıların hasar riskinin tahmini ve buna bağlı olarak uzun vadeli önlem alınması, can ve mal kaybını minimize etmek bakımından hayati önem taşımaktadır. Söz konusu ikinci koşul kapsamında, İstanbul'da meydana gelebilecek olası bir yer sarsıntısının İstanbul yerleşimi üzerindeki etkilerinin, özelde eğitim yapıları genelde tüm yapılarına etkisinin, incelenmesi güçlendirme kapsamında yapılacak rehabilitasyon çalışmalarına ışık tutacaktır.

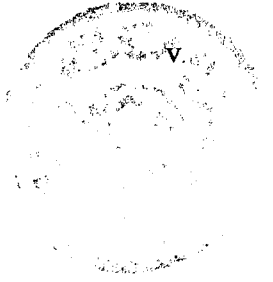
Birinci bölümde; İstanbul ili dahilinde eğitim binalarının deprem güvenliklerinin tespit edilmesine yönelik çalışmanın yürütülmesine neden olan problemler kısaca özetlenmiş, çalışmanın amaç, önem ve sınırlılıkları açıklanmıştır.

İkinci bölümde; yapılan güçlendirme rehabilitasyon çalışmalarının çözüm metotları irdelenmiştir.

Üçüncü bölümde; önerilen sistematik çerçevesinde, elde edilen sonuçlara ilişkin bulgular ayrıntılı olarak değerlendirilmiş, İstanbul ilinde olası bir deprem sonrası eğitim kurumlarının muhtemel problemleri tahmin edilmiştir.

Dördüncü bölümde; çalışmanın temel bulguları ve sonuçları özetlenmiştir.

Beşinci bölümde; genel öneriler ve sonuçlar verilerek, gelecekte yapılabilecek çalışmalara ilişkin öneriler sunulmuştur.



SUMMARY

There are two ways to decrease the harmful effects of potential earthquakes that may take place in cities. Firstly, design and monitoring of new constructions should comply with the Disaster Regulation. Secondly, Damage Risk Assessments for the present structures should be carried out and necessary precautions should be taken. Damage Risk Assessment for the present structures and consequently taken long term precautions are essential to minimize the loss. Regarding the second condition, in the event of a possible earthquake in İstanbul, a comprised study of strengthening applications will be utilized as guidance for other rehabilitation works.

The thesis consists of five chapters. In the first chapter, the reasons behind the earthquake safety studies are summarized and the purpose, necessity and limitations of the study are presented.

In the second chapter, the solution methods of the strengthening application in the building rehabilitation are investigated.

In the third chapter, based on the suggested systematic method, the main findings of the study were presented, and the problems of the educational building for the condition of the possible earthquake in Istanbul are also predicted.

In the fourth chapter, the main findings and results are summarized.

In the fifth and final chapter, the general comments and results are presented, and some suggestions were also made for the future works.

TEŞEKKÜR



Tez çalışma süresince, tezin kurgusunu planlamada sürekli araştırmaya teşvik eden, yapılan güçlendirme proje bulgularının değerlendirilmesi aşamasında bilimsel düşünce sistemi çerçevesinde bir vizyon kazanmamı sağlayan değerli hocam, ve danışmanım Yrd. Doç. Dr. V. Atilla ÖVEN'e teşekkürü borç bilirim.

Tezimin oluşması için bana gerekli imkanları sağlayan, Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü Proje Şb. Md. Beysan TAŞÇI'ya yine çalışanlar Şaziye ERKOÇ'a, Sevgi SIRMA'ya, Deniz KAHRAMAN'a, Erkan KAYA'ya, Mücahit Taha AKTÜRKOĞLU'na, yine STA4-CAD programı konusunda yardımlarından dolayı inşaat mühendisi Murat ŞAHİN'e teşekkür ederim.

Tezimin son düzenlemesi ve çalışma bulgularımın değerlendirilmesi ve düzenlenmesinde yardımlarını esirgemeyen Sayın Araş.Gör. Dilek PEKDEMİR'e teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım süresince, desteklerinden dolayı aileme ayrıca teşekkür ederim.

Mayıs 2005 ,
Abdulgani YILDIZ.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	iv.
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem	1
1.2. İstanbul'un Depremselliği	5
1.3. İstanbul'un Jeolojik Yapısı	7
1.3.1 İstanbul Grubu	8
1.3.2. Çatalca Grubu	8
1.3.3. Terkos Grubu	9
1.3.4. Halkalı Grubu	10
1.3.5. Büyükdere ve Beykoz Grubu	10
1.3.6. Kuşdili Grubu	10
1.3.7. Alüvyon Alanlar	11
1.4. İstanbul'un Deprem sonrası Durumu	11
1.4.1. Bina Hasarları	12
1.4.2. Can Kaybı ve Yaralanmalar	12
1.4.3. Ulaşım Hasarları	13
1.4.4. Yangınlar	13
1.4.5. Şebeke Hattı Hasarları	13
1.5. Deprem Güvenliğinin Hızlı Araştırılma Yöntemleri	14
1.6. Amaç, Önem ve Sınırlılıklar	16
2. YÖNTEM	19
2.1. Yapıların Güçlendirme Öncesi ve Sonrası Durumlarının Tespiti	19
2.2. STA4-CAD Yazılımı ile Yapıların Dinamik Analizi	22
3. ALAN ÇALIŞMASI	26
3.1. Güçlendirme Çalışmalarının Genel Değerlendirilmesi	27
3.1.1. Yapı Düzensizlikleri	27

3.1.2. Beton kalitesi ve Donatı Durumu	31
4. BULGULAR	33
4.1. Yapıların Güçlendirme Öncesi ve Sonrası Durumlarının Değerlendirilmesi	33
4.2. STA-4CAD ile Analiz Tekrarı	39
5. GENEL ÖNERİLER VE SONUÇLAR	42
5.1. Sonuçlar	42
5.2. Öneriler	43
KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ	48
EKLER	
Ek 1. Değerlendirmeye Alınan Okulların Listesi	
Ek 2. Yapıların Güçlendirme Öncesi ve Sonrası Durumlarının Grafikleri	
Ek 3. Ali Kul Çok Programlı Lisesinin STA4-CAD Analiz Kalıp Planları	
Ek 4. Sabri Çalışkan Lisesinin STA4-CAD Analiz Kalıp Planları	
Ek 5. Yeşilköy 50.Yıl Lisesinin STA4-CAD Analiz Kalıp Planları	
Ek 6. Küçükçekmece Lisesinin STA4-CAD Analiz Kalıp Planları	
Ek 7. Avcılar Lisesinin STA4-CAD Analiz Kalıp Planları	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Fay çeşitleri	2
1.2. Deprem bölgeleri haritası	3
1.3. Levha hareketleri ve Kuzey Anadolu Fayı	3
1.4. Sismik-1'in Marmara'da yaptığı çalışma neticesinde yeni fay hattı	7
1.5. Sismik-1 raporuna göre İstanbul'un ilçelerine göre zemin durumu	11
1.6. İstanbul ili deprem haritası	18
3.1. A1 burulma düzensizliği durumu	28
3.2. A2 döşeme süreksizliği durumu	29
3.3. A3 planda çıkıntılarının olması durumu	29
3.4. A4 taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması durumu	29
3.5. B3 Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği durumu	31
4.1. Yapıların bulunduğu deprem bölgeleri	34
4.2. Yapıların proje (mimari-betonarme) varlığı	34
4.3. Güçlendirme öncesi ve sonrasında düzensizlik durumu	35
4.4. Güçlendirme öncesi ve sonrasında düşey doğrultuda düzensizlik durumu.	36
4.5. Güçlendirme öncesi ve sonrasında kullanılan çelik sınıfı.	37
4.6. Güçlendirme öncesi ve sonrası beton basınç dayanımlarının dağılımı.	38

TABLÖLAR DİZİNİ



Tablo

Sayfa

1.1.	Deprem riski değerlendirme sistematiikleri ve kullanıldıkları ülkeler.	14
2.1.	Yapının durumunu gösteren değerlendirme kriterleri.	20
4.1.	STA4-CAD programı ile analiz yapılan okullar.	39



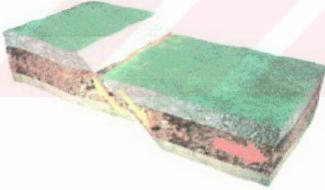
1.GİRİŞ

1.1. Problem

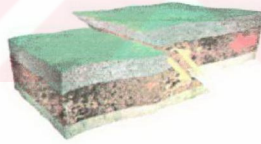
İncelenen yapı envanterinin deprem bölgesinde bulunması sebebiyle öncelikle Türkiye'nin depremselliği ve buna bağlı İstanbul'un konumunu incelenecektir.

Dünyanın oluşumundan beri, sismik yönden aktif bulunan bölgelerde depremlemlerin ardışıklı olarak oluştuğu ve sonucunda da milyonlarca insanın ve barınakların yok olduğu bilinmektedir.

Manto üzerinde hareket eden levhalar birbirleri üzerine kuvvet uygulamaktadır. Bu kuvvet yer kabuğundaki kayaçların direnç göstermesi yüzünden belli bölgelerde enerji birikimine yol açmaktadır. Bu enerji, kayaçların kırılma sınırını aştığı anda da kırılma (faylanma) oluşmakta ve biriken enerji depremlerle açığa çıkmaktadır (bkz. Şekil.1.1).



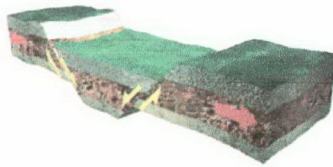
a) Normal fay



b) Ters fay

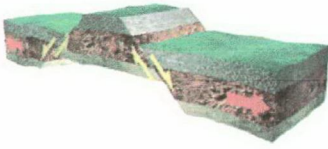


c) Doğru atımlı fay



d) Çöküntü fayı

Şekil.1.1. Fay çeşitleri.



e) Yükselti fayı

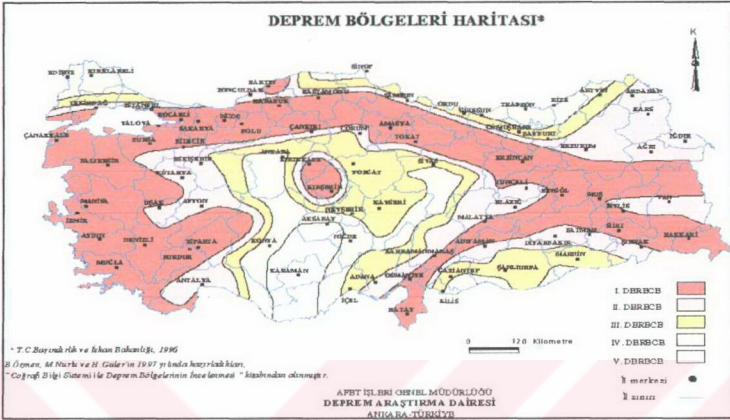
Şekil.1.1. Fay çeşitleri (devam).

Türkiye dünyanın en etkin deprem kuşaklarından birinin üzerinde bulunmaktadır. Geçmişte birçok yıkıcı depremler olduğu gibi, gelecekte de depremler sıklıkla beklenmektedir.

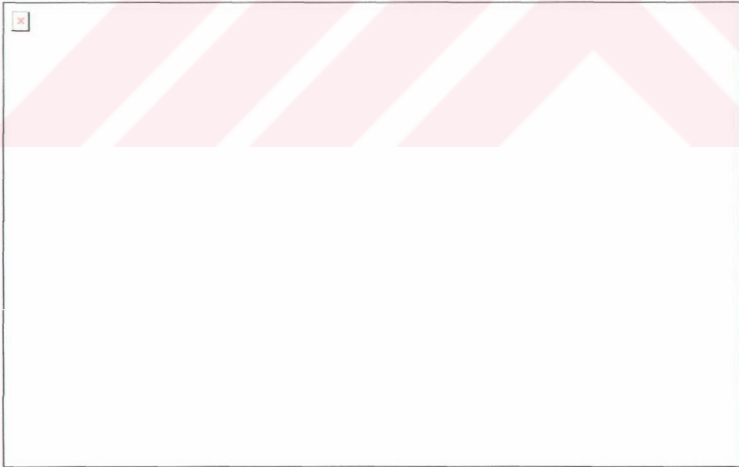
Deprem Bölgeleri Haritası'na göre, Türkiye'nin %92'si deprem riski yüksek bölgeler içerisinde yer almaktadır (bkz. Şekil.1.2). Ayrıca, nüfusumuzun %95'inin deprem tehlikesi altında yaşadığı ve büyük sanayi merkezlerinin %98'inin ve barajların %93'ünün deprem tehlikesi altında bulunduğu belirtilmektedir [T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi, 2004].

Son 58 yıl içerisinde meydana gelen depremlerden, 58.202 kişi hayatını kaybetmiş, 122.096 kişi yaralanmış ve yaklaşık olarak 411.465 bina yıkılmış veya ağır hasar görmüştür. Bu sonuçlara göre, depremlerden her yıl ortalama 1.003 kişinin ölmekte olduğu ve 7.094 binanın yıkıldığı rapor edilmektedir [T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi, 2004].

Türkiye, Akdeniz'den Asya'ya Batı-Doğu doğrultusunda uzanan Alp-Himalaya orojenik sisteminin Akdeniz'deki parçasıdır. Alp orojenezi, Avrupa ve Asya arasındaki sıkışma hareketinin, Himalaya orojenezi ise Hindistan-Asya çarpışmasının birer sonucudur. Türkiye; Afrika, Avrasya, ve Arap plakalarıyla sınırlanmış olup, Ege ve Anadolu mikroplakaları olarak adlandırılan iki küçük plakadan oluşmaktadır (bkz. Şekil.1.3) [McKenzie, 1972; Dewey, et al, 1973; Şengör, 1979].



Şekil.1.2. Deprem bölgeleri haritası [T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi, 2004].



Şekil 1.3. Levha Hareketleri ve Kuzey Anadolu Fayı [Tüysüz, 2004].

Türkiye'nin tektonik gelişimi, Afrika kıtasının kuzeye doğru olan hareketi sonucu Afrika ve Avrasya plakaları arasındaki Levantin Okyanusunun kapanıp kara haline gelmesiyle ilişkilidir [Ketin, 1973]. Arap plakasının Afrika plakasına göre kuzeye doğru devam eden göreceli hareketi, Avrasya plakasının güney bölümünde kısılmaya ve daralmaya neden olmuş ve Doğu Anadolu plakasının gelişmesine yol açmıştır. Bu hareketin yarattığı kısıp-daralma, Avrasya plakasının güney kesiminin Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) olmak üzere iki büyük kırık boyunca parçalanarak Anadolu plakasının oluşmasına neden olmuştur. Anadolu plakası, yaklaşık 4 milyon yıldır KAFZ ve DAFZ boyunca 1-3 cm/yıl bir hızla Batı-Güneybatı'ya doğru hareketini sürdürmektedir. Dolayısıyla bu iki fay zonu, günümüze değin ülkemizde meydana gelen pek çok deprem için birer deprem kuşağı yaratmıştır.

Kuzey Anadolu Fay Zonu; Marmara denizi kuzeyindeki uzantı muntazam olmayıp ötelenmiş sağ-yönlü doğrultu-atımlı fay parçaları ile çek-ayır tipinde havzalar oluşmuştur. Fay düzlemi çözümlerinde yanal atımlı faylanmalar yanında az sayıda düşey atımlı normal atımlı faylanmalara da rastlanmaktadır [Barka ve Kadinsky-Cade, 1988].

İstanbul'u etkileyebilecek büyük bir depremin merkezi, Marmara denizi içinden geçen Kuzey Anadolu fay hattı üzerinde olacağı muhtemeldir. İstanbul'a uzaklığı ise 30 km. civarındadır. Deprem beklentisi yüksek olan İstanbul ilinde özellikle ilk-orta öğrenim okullarının Marmara depreminden sonra güçlendirilmeleri gerektiği ve öncelikler arasında yer aldığı İstanbul Valiliği Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü tarafından bildirilmektedir [T.C. İstanbul Valiliği İl Genel Meclisi Daimi Encümeni, 2003].

Bu çerçevede iki kurum, Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü ile İl Millî Eğitim Müdürlüğü, ortak hareket ederek, İstanbul Teknik Üniversitesi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi ve Sakarya Üniversiteleri ile sözleşme yapılmak suretiyle İstanbul'da eğitim kurumlarının (ilköğretim ve lise) olası bir yer sarsıntısında deprem güvenliklerinin belirlenmesi ve yeterli güvenliğe sahip olmayan

yapıların güçlendirme projelerinin hazırlanmasını amaçlayan bir çalışma yürütmektedir.

Tez çalışması kapsamında toplam 65 adet betonarme karkas eğitim yapısı incelenmiştir. Bunlardan 22'sini İstanbul Üniversitesi, 24'ünü İstanbul Teknik Üniversitesi, 3'ünü Boğaziçi Üniversitesi ve 16'sını Sakarya Üniversitesi üstlenmiştir. Ayrıca halihazırda İstanbul genelinde 300 okula ait incelemeler devam etmektedir.

Tamamlanmış çalışmalarda önerilen güçlendirmelerin geniş bir yelpazelenme gösterdiği gözlenmektedir. Kimi öneriler beton mantolaması tekniğine yönelirken, bir kısım projede de FRP kaplama tekniği ile güçlendirme önerileri sunulmuştur. Güçlendirme önerilerine temel oluşturan ayrıntılı teknik raporlar her proje için ayrıca sunulmuştur. İlgili raporlarda incelenen hasarların Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'te [Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1998] belirtilen şartları sağlaması temin edilmiştir. Dolayısı ile bu raporlar bir yerde, yapıların deprem sonrası durumları ile ilgili ayrıntılı ve güvenilir bilgileri de içermektedir. Bu bilgilerin ışığında hazırlanan güçlendirme önerilerinin olumsuz kriterleri karşılamada emsal oluşturdıkları, üstlenici kurumların konularında otorite sayılmaları nedeniyle, kuşkusuzdur. Ancak farklı bakış açılarının, deprem dayanım kriterlerini karşılamada ne derece etkili olduklarını araştırmak gerekmektedir.

Böylece, tez bulgularının ve çalışma içinde sunulan ve tartışılan güçlendirme çalışması raporlarının ileride yapılacak benzer çalışmalarda yol gösterici rol oynaması temin edilmiş olacaktır.

1.2. İstanbul'un Depremselliği

İstanbul'un depremselliğini Marmara Bölgesi'nin tektoniği içerisinde incelemek gerekirse; Ege-Anadolu levhasının kuzey sınırını Kuzey Anadolu Fay Zonu oluşturmaktadır. Kuzey Anadolu Fay Zonu doğuda Karlıova'dan başlayarak batıda Ege denizine kadar uzanmaktadır. Fay hattı'nın toplam uzunluğunun 1500-1600 km'yi bulduğu yapılan araştırmalar sonucunda tespit edilmiştir [İstanbul Büyük Şehir

Belediyesi Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü, 2005]. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Karlıova ile Adapazarı arasındaki yaklaşık 1000 km'lik bölümü morfolojik olarak oldukça iyi tanımlanmış ve iyi bir rift (yarılımı) morfolojisi göstermiştir. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Marmara bölgesindeki uzantıları ile ilgili çelişkili görüşler vardır. Bu çelişkilerin ana sebepleri şunlardır:

Kuzey Anadolu Fay Zonu Adapazarı'nın batısında bir açılma rejimi içine girmektedir. Kuzey Anadolu Fayı Marmara denizinde genel olarak Kuzey-Doğu Güney-Batı doğrultusunda çek-ayır (pull-apart) havzalar denilen çukurlarla, birçok kısa parçalanmalara maruz kalmıştır [Şengör, 1979; Barka ve Kadinsky-Cade, 1988].

Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun batı uzantılarından bir kısmı Marmara ve Ege denizlerinin altında devam etmekte olup, bu uzantılar hakkında mevcut bilgi sınırlıdır. Böylece Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun batı uzantıları üzerinde meydana gelen son büyük depremlerde oluşan yırtılmalar yakın zamana kadar gözlenememiştir. Ancak yakın zamanda tamamlanan denizaltı araştırmaları bu konuda açıklık getirebilmektedir. MTA'ya ait Sismik-1'in yaptığı çalışmalar, Marmara fay haritasının son şeklini ortaya çıkartmıştır (bkz. Şekil.1.4). Veriler doğrultusunda, dümdüz bir hat olan 105 kilometrelik orta Marmara fayının 30 yıl içinde ve tek seferde kırılması beklenmektedir. Kırılması beklenen Orta Marmara fayının Avcılar, Ataköy ve Bakırköy'e 10 kilometre, Tekirdağ 21 km, Çorlu 39 km, Silivri 23.5 km, Çatalca 29 km, Büyükçekmece 15.5 km, Marmara Adası 16 km, Bandırma 53 km, Kadıköy: Kuzey sınır fayı 1894 depreminde kırılmışsa, kırılacak faya olan uzaklığı 26 km, eğer kırılmadıysa Orta Marmara fayı ile birlikte kırılacak ve uzaklığı 16 km olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde fayın kırılmış olma olasılığına göre Adalar 29 km aksi halde 10 km uzaklıkta olduğu belirlenmiştir. [Okay, 2004].

Adapazarı'nın batısında Kuzey Anadolu Fay Zonu muhtemelen üç kola ayrılarak Marmara Denizi ve Biga yarımadası üzerinden kuzey Ege denizine kadar devam etmektedir [Barka ve Kadinsky-Cade, 1988]. Marmara Denizi kuzeyindeki uzantı muntazam olmayıp ötelenmiş sağ-yönlü doğrultu-atımlı fay parçaları ile çek-ayır tipinde havzalar olduğu rapor edilmektedir. Fay düzlemi çözümlerinde yanal atımlı faylanmalar yanında düşey atımlı faylanmalara rastlanmaktadır.



Şekil 1.4. Sismik-1'in Marmara Denizi çalışmasına göre yeni fay hattı [MTA, 1999].

Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara denizinin kuzeyindeki kolu Sakarya nehrinden başlayarak İzmit körfezinin ve Marmara denizin kuzey sahilini izleyerek Tekirdağ-Mürefte-Şarköy üzerinden Saroz Körfezi'ne ve Kuzey Ege Denizi'ne ulaşmaktadır. Güneyde ise ortadaki kol Geyve'nin kuzeyinden başlayarak Marmara Denizi'nin güney kıyısını izleyerek İznik, Gemlik, Bandırma, Biga ve Bayramiç üzerinden Ege Denizi'ne erişmektedir. Güneydeki kolun bir uzantısı da Sakarya'dan başlayarak Geyve, Yenişehir, Bursa, Mustafakemalpaşa, Manyas, Gönen ve Pazarköy üzerinden Edremit Körfezi'nin kuzeyinde Ege Denizi'ne ulaşmaktadır. Gerek tarihsel dönem, gerek ise aletsel dönem deprem verileri Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Marmara bölgesindeki depremselliğinin yukarıda anlatılan üç kol üzerinde etkilediğini doğrulamaktadır.

1.3. İstanbul'un Jeolojik Yapısı

İstanbul, yaklaşık 450 milyon yıldan bu yana bir çok evrede ilgili tektonik hareketlere bağlı olarak çoğunlukla sedimanter, kısmen magmatik ve çok az miktarda da metamorfik kayalar gruplarından oluşmaktadır. Bu kaya gruplarının bulunduğu alanların imara açılmalarında çoğunlukla litolojilerden, kısmen de geçirdikleri

deformasyonlar sonucu kırılanmalarından, bir de mostra yüzeylerinde ve içlerinde gelişmiş olan kimyasal ayrışma ve çürüme zonları nedenleriyle sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Kaya gruplarına göre yapı güvenliğini ilgilendiren sorunlar 7 ayrı grupta ele alınabilmektedir [Oktay ve Eren, 2005]:

1.3.1. İstanbul Grubu

İstanbul metropoliten alanının en yaşlı kaya grubu olan bu grup içerisindeki birimler genelde en az sorunlu kayaları oluştururlar. Grup içerisindeki, Kurtköy ve Aydos formasyonları, üzerindeki ayrışım zonları temizlendikten sonra her türlü yapıyı taşıyabilecek niteliktedir. Sert kaya türünden kayalar olan bu litolojilerde çok yüksek binalar için çatlaklı oluşları sorun yaratabilir. Bu problem de ankraj ile çözümlenebilir ancak pahalı temel sistemlerine yol açabilecektir. Gözdağ, Kartal ve Trakya formasyonları çoğunlukla şeyllerden oluşmaları nedeniyle su alma sonucu, yüzeye yakın kesimlerde ayrışabilirler. Yine, çatlaklı oluşları, yüksek açılım ve derin şevlerde ankraj zorunluluğu getirmektedir. Orta-yumuşak kaya özelliğindeki bu birimler sökülebilirlik açısından yerine göre sert-yumuşak küskülük kayalar olarak tanımlanmaktadır. Yalnız Gözdağ formasyonu içerisindeki kuvars arenit mercikleri, Kartal formasyonu'nun üst kesimindeki kireçtaşı ara tabakaları ve Trakya formasyonu içerisindeki çakıl taşı mercikleri sert kaya niteliğindedir ve kullanım açısından sorunsuzdur. İstanbul Grubu içerisindeki Dolayoba ve Tuzla formasyonları kireçtaşlarından yapılmış olmaları sebebiyle sert kaya niteliğindedirler. Yalnız, bunlar içinde jeolojik zamanlar boyunca gelişmiş mikro ve makro karstik boşluklar yüksek binalarda tasman nedeniyle oturma deformasyonlarına sebep olmaktadır [Oktay ve Eren, 2005].

1.3.2. Çatalca Grubu

Harita alanı içerisinde yaygın olarak Küçükçekmece-Büyükçekmece gölleri kuzeyinde paleozoyik temel üzerinde yüzeyleyen bu grubun Hamamdere ve Soğucak formasyonları yine sert kaya niteliğindedir. Bu birimlerden yapılaşma açısından beklenebilecek en önemli sorun mikro ölçekten mağara büyüklüğüne varan karstik boşluklardır.

Grubun son birimi olan Ceylan formasyonu genellikle konsolide ve zayıf tutturulmuş çamur taşı nitelikli ve zayıf kaya türündendir. Şu alınca şişme özelliğinden dolayı dik şevlerde akma ve dönel kayma türü kütle hareketleri gelişebilir. Yapılaşma açısından şev düzenlemeleri ve derin drenaj gerekli olup, alçak binalar da dahil, radyejeneral temel ve önlerinde şev bulunduğu takdirde, betonarme istinat duvarı şart koşulmaktadır. Bu birim içerisinde çamur taşları yük altında plastik davranış gösterebileceklerinden yapılarda sıvılaşma ve oturma deformasyonları yıkımlara yol açabilecektir [Oktay ve Eren, 2005].

1.3.3. Terkos Grubu

Harita alanında yalnızca İstanbul yarımadasında, Küçükçekmece kıyılarından başlayarak Büyükçekmece gölü kuzeyine kadar geniş alanlarda ve Terkos gölü çevresinde kıyırı izleyen genişçe bir şerit halinde izlenen bu grubun Karaburun formasyonu alt birimi Kilyos ile Yalıköy arasında konumlanmaktadır. Bu birimin neredeyse tamamı zayıf zemin nitelikli killerin egemenliğindedir. Bu kesimlerin yapılaşmaya açılması, yapı tiplerinin ve özelliklerinin çok iyi seçilmesi, ancak 1-2 katlı seyrek yapılaşmaya imkan tanıdığı belirtilmektedir [Oktay ve Eren, 2005].

Terkos grubu'nun ikinci birimi olan ve Gürpınar beldesi çevresinde görülen Gürpınar formasyonu İstanbul metropoliten alanının en sorunlu zemin tipini oluşturmaktadır. Zayıf zemin özelliğindeki bu birimin Marmara Denizi kıyısı boyunca uzanan bölgeleri, genişliği yerel olarak 1 km.'nin üzerinde bir zon içinde, biçimde kapsadığı da belirtilmektedir. Bu alanların yapılaşmaya kesinlikle açılmaması ve yeşil alan olarak muhafazası gerekmektedir. Bu zon dışındaki civar birimlerde de killerin bentonitik olmaları yüzünden su alınca şişmeleri dolayısıyla yüksek plastisiteli olmaları, üzerlerine yerleştirilecek yüksek yapıların farklı oturmalar yapmasına ve değişen derecelerde deprem hasarlarına uğramalarına sebep olabilecektir. Halihazırda Gürpınar Beldesi kooperatifler alanındaki yüksek binalarda bu tür hasarlardan kaynaklı önemli çatlak ve kırıklar mevcuttur. Ayrıca, birim içindeki kum mercleklerinin su taşınması nedeniyle sıvılaşma ihtimalinin yüksek olacağı belirtilmektedir [Oktay ve Eren, 2005].

1.3.4. Halkalı Grubu

Halkalı grubu yaygın olarak İstanbul yarımadasında Halkalı-Bakırköy çevresinde bulunan formasyonlardır. Grubun en yaşlı birimi olan Çukurçeşme formasyonu blok-çakıl-kum ve çok az kilden oluşmuştur. Zayıf-orta dayanımlı zemin olarak nitelenebilecek bu zemin kum mercekli kil içerdiğinden sıvılaşma davranışı gösterebilmektedir. Bakırköy formasyonunda kum-çakıl olarak yüzeylendiği yerlerde konsolide olmasıyla yapılaşmaya elverişlidir. Ancak, deprem etkisini büyütebileceği nedeniyle yapı ve temel türünün böyle hareketlere dayanacak biçimde tasarlanması gerektiği bildirilmektedir [Oktay ve Eren, 2005].

Güngören formasyonu yine kum mercekli killerden oluşması İstanbul metropoliten alanının yapılaşma yönünden sorunlu bir diğer zemin tipini oluşturmaktadır. Litolojik yapısıyla zayıf zemin olarak nitelenebilecek olan bu birim içinde özellikle Küçükçekmece Gölü çevresinde birçok dönel kayma türü kütle hareketi geliştirmiştir. Yine, bu birimdeki kum sıvılaşma ihtimali çok yüksektir.

1.3.5. Büyükdere ve Beykoz Grubu

Bu grupta yer alan zemin grubu konsolide ve zayıf orta zemin olarak nitelendirilmektedir. Gevşek blok-çakıl-kum-kil'den oluşmaları nedeniyle deprem etkisini artırıcı özellikleri bulunmaktadır. Gevşek olmaları yüzünden dik şevlerde yıkılmalar meydana gelebileceği vurgulanmaktadır. Bu nedenle, yapılaşma için şev tanzimi ve düzeltilmesi ile zemin iyileştirici tedbirlerin öngörülmesi tavsiye edilmektedir [Oktay ve Eren, 2005].

1.3.6. Kuşdili Grubu

Genellikle Holosen yaşlı ve egemen olarak kil ve çamurdan oluşmuş birimler olmaları nedeniyle yapılaşma açısından uygun olmayan zayıf zeminleri içermektedir. Killerin plastik davranışlarıyla yüksek binalarda tasman ve deprem sırasında sıvılaşma olması beklenmektedir [Oktay ve Eren, 2005].

1.3.7. Alüvyon Alanlar

Gevşek çakıl-kum-silt-kilden oluşmuş zayıf zemin olarak sınıflandırılan akarsu yatak dolgularıdır. Bu tür zeminlerin deprem etkisini artırıcı yönde davrandıkları bilinmekte yapılar da tasman olaylarına ve sıvılaşma problemlerine yol açtıkları belirtilmektedir [Oktay ve Eren, 2005].

Şekil 1.5'te MTA ya ait Sismik-1'in yaptığı çalışmalar sonucunda, İstanbul'un ilçelerine göre zemin durumunu ortaya koyan harita sunulmaktadır.



Şekil 1.5. Sismik-1 raporuna göre İstanbul'un ilçelerine göre zemin durumu [MTA, 1999].

1.4. İstanbul'un Deprem Sonrası Durumu

İstanbul'un Deprem Senaryosu için, İstanbul'u etkileyebilecek yıkıcı bir depremin yol açacağı can kaybı, yaralanmalar, bina, yol, haberleşme, su, elektrik, gaz şebekesi hasarları, yangınlar, su baskınları, baraj patlamaları, tsunami vb. gibi olumsuzlukların en aza indirgenebilmesi için kurtarma ve yardım planlarının hazırlanması kaçınılmaz bir gerçektir. Bu planların gerçekçi temeller oturması içinde

o il sınırları içerisinde meydana gelebilecek afetler için doğru senaryolar üretilmesi gerekmektedir.

Gelecekte bu fay üzerinde $M_s = 7-7.5$ büyüklüğünde bir deprem olacağı kabul edilerek, böyle bir depremin etkilerinin bugünkü İstanbul'u nasıl etkileyeceği ve ne tür yapısal hasarlar meydana getireceği Afet İşleri Genel Müdürlüğü ve Kandilli Rasathanesinin hazırlamış olduğu "*Deprem Senaryosu*" ile ortaya konulmaktadır [Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2004].

Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü konuyla ilgili mikro bölgeleme, deprem risk haritaları ve özgün deprem senaryosu konusunda diğer kurumlarla ortak hareket ederek konuyla ilgili faaliyetlerine devam etmektedir. Yapılan senaryolara göre muhtemel deprem etkileri aşağıdaki başlıklar altında toplanmaktadır.

1.4.1. Bina Hasarları

Yapı tipi olarak kullanılan çok katlı betonarme binalarda $M_s = 7.5$ büyüklüğünde bir depremde İstanbul'un Avcılar, Küçükçekmece, Bakırköy, Bağcılar, Bahçelievler, Zeytinburnu, Fatih, Kadıköy, Maltepe, Kartal ve Pendik semtlerini içeren bölgede ve Adalar'da çok katlı, orta yükseklikte betonarme binalardan %50'sinin tekrar kullanamayacak derecede hasar göreceği veya yıkılacağı tahmin edilmektedir [Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2004].

Bayrampaşa, Eyüp, Beyoğlu, Beşiktaş, Üsküdar ve Ümraniye bölgelerinde ise betonarme binalardan %20'sinin, Beykoz, Sarıyer ve Kağıthane'de %10'unun ağır hasar göreceği veya yıkılacağı öngörülmektedir [Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2004].

1.4.2. Can Kaybı ve Yaralanmalar

Ölüm ve yaralanmalar mevsime ve o andaki yapı nüfus yoğunluğuna göre değişeceği rapor edilmektedir. Yapı hasarlarının daha fazla olacağı ilçelerde can kaybı oranı ve yaralanmalarında fazla olacağı belirtilmektedir. Bu gruptaki ilçeler de her bin kişiden 6'sının hayatını kaybedeceği tahmin edilmektedir. İstatistiklere göre

yaralı sayısı, ölüm sayısının en az 3 katı olduğu düşünülürse İstanbul için bu oranın daha fazla olacağı varsayılmaktadır. Örneğin Bakırköy’de 7.200 kişinin hayatını kaybetmesi, buna karşılık yaklaşık 24.000 kişinin de yaralanması, beklenmektedir. Yine Kartal da 3.700 can kaybına karşılık 11.000 kişinin yaralanabileceği öngörülmektedir [Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2004].

1.4.3. Ulaşım Hasarları

Beklentilere göre E5 otoyolunun ulaşımına kapanacağı belirtilmektedir. Ayrıca TEM otoyolunun da hasar görebileceği ve ulaşımına kapanacağı tahmin edilmektedir. Her iki otoyolda bulunan viyadük, alt ve üst geçitlerde %10-%20 oranlarında hasar meydana gelebileceği belirtilmektedir [Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2004].

1.4.4. Yangınlar

Büyük sanayi yangınları, çıkabilecek bina yangınları dahil edilmeksizin, 120 civarında olacağı öngörülmektedir. Örneğin Bakırköy’de 20, Kartal’da 15 civarında sanayi yangını beklenmektedir [Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2004].

1.4.5. Şebeke Hattı Hasarları

Elektrik ve telefon hatlarının yaklaşık %25-30’unda hasar oluşacağı, İstanbul’un güneyinde bulunan doğalgaz şebekesinin her bir kilometre boru hattı için en az 2 hasar noktası olacağı beklenmektedir. İçme suyu boru hattının her kilometresinde 4, atıksu şebekesinde 8 hasar noktası olacağı belirtilmektedir [Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2004].

Doğalgaz şebekelerinde meydana gelebilecek hasarların “*Erken Uyarı*” sistemi ile basınç azaltılmasına gidilmediği takdirde büyük patlamalara ve yangınlara yol açabileceği uyarısında bulunmaktadır. Deprem açısından çok tehlikeli bölgede

kurulmuş olan Ambarlı termik santralının hasar göreceği ve şehre elektrik verme noktasında, uzun süre sıkıntı yaşanacağı belirtilmektedir [Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2004].

Benzer şekilde Botaş ana boru hattının deprem açısından riskli bölgede bulunduğu da dikkat çekilmektedir [Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2004].

1.5. Deprem Güvenliğinin Hızlı Araştırılma Yöntemleri

Dünya çapında kullanılan ve geniş kesimlerce kabul görmüş çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Kabul gören yöntemler arasında, Japonya’da yaygın olarak kullanılanlar Sismik İndeks Yöntemi [Japan Building Disaster Prevention Association, 1990] ile ABD’de kullanılan başlıca yöntemler; FEMA-154, 155, [Federal Emergency Management Agency, 1988], FEMA-178 [Federal Emergency Management Agency, 1992] ve FEMA-310’dur [Federal Emergency Management Agency, 1998]. ABD’de kullanılan yöntemlerin sistematığıyla, diğer bazı ülkelere de kullanılan ve aynı paralelde olan farklı yöntemlerde bulunmaktadır. Bu yöntemler uygulandıkları ülkelere ve farklılıklarına göre Tablo 1.1’de gösterilmektedir.

Tablo 1.1. Deprem riski değerlendirme sistematiği ve kullanıldıkları ülkeler.

Yöntem Adı	Yöntemin İçeriği	Ülke
Sismik İndeks Yöntemi	Hızlı tarama, analiz ve gerekiyorsa detaylı değerlendirme	Japonya
FEMA-154 ve 155	Hızlı davranış değerlendirme	A.B.D.
FEMA-178	Yapısal zayıf noktalarının değerlendirilmesi	A.B.D.
FEMA-310	Hızlı tarama, değerlendirme ve gerekiyorsa detaylı inceleme (lineer olmayan analiz)	A.B.D.
HAZUS 99	Doğrusal olmayan davranışa göre ‘kapasite spektrumu’ hesabı ve ‘deprem spektrumuyla’ karşılaştırılması	A.B.D.
Risk İndeks Yöntemi	Yapının temel özelliklerinin incelenmesi ve 3 ayrı indis yardımıyla değerlendirme.	İsviçre

Deprem güvenliklerinin tespitinde kullanılan ve geniş kesimlerce uygulanabilirliği kabul edilen yöntemler kısaca ifade edilecek olursa; FEMA-154 [Federal Emergency Management Agency, 1988] hızlı tarama yöntemi; yapıların gözlenmesiyle, deprem güvenliğinin değerlendirilmesi ve daha ayrıntılı yöntemlere ihtiyaç olup olmadığının belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Böylece, FEMA-154 değerlendirme yöntemi, ilk etapta yapı kimliği hakkında bilgi vermesi ve daha detaylı bir değerlendirme yapıp yapılmayacağı hakkında ilk adımı sunmaktadır. Yöntemin uygulanması esnasında taşıyıcı sistem ile ilgili herhangi bir mühendislik hesabı yapılmamaktadır. Değerlendirme, sadece toplanan bilgilerin puan skalası dahilinde sayısallaştırılmasını içermektedir ve genel anlamda yapının fotoğrafları, kullanım amacı, taşıyıcı sistem türü, mimari özelliklerinin bulunduğu bir veri toplama formunda, her yapı için bir değerlendirme puanı hesaplanmakta ve bu puanın, meydana gelebilecek muhtemel bir depremde, hasar görme riskini temsil ettiği kabul edilmektedir.

FEMA-178 [Federal Emergency Management Agency, 1992], FEMA-154'te verilen yönteme göre daha detaylı bir değerlendirme içermekte olup; depremde yapının tümünün veya bazı bölümlerinin göçmesi ve giriş-çıkış rotalarını bloke olması durumunda, yapının muhtemel bir depremde güvenli olmayacağı kabul edilmektedir. Bu yüzden, bu tür hasarlara sebep olacak yapısal zayıf noktaların belirlenmesi amaçlanmaktadır.

FEMA-310 değerlendirme yöntemi [Federal Emergency Management Agency, 1998], FEMA-178 davranış değerlendirme yöntemini temel almaktadır. FEMA-310 değerlendirilmesi üç aşamadan oluşmaktadır; Birinci aşama, gözlem aşamasıdır ve bu değerlendirme neticesinde, yapısal yetersizlikler, hasar görebilecek yapı kısımları ortaya konulmaktadır. İkinci aşamada, belirlenmiş olan yetersizliklerin tümünü içeren detaylı bir analiz yapılmaktadır. Üçüncü aşamada ise detaylı sismik değerlendirme aşamasıdır. Eğer ikinci aşamada yetersizlikler saptanırsa, incelemeler sonlandırılabilen yada detaylı bir sismik değerlendirme lineer olmayan analiz yöntemiyle incelenebilmektedir.

Japon Sismik İndeks Yöntemi [Japan Building Disaster Prevention Association, 1990] betonarme çerçeve, perde-çerçeve veya sadece perdelerden oluşan taşıyıcı

sisteme sahip yapılara uygulanabilmektedir. Sismik İndeks Yöntemi, FEMA-310 yöntemine benzer üç aşamalı bir yöntemdir. İlk aşamada taşıyıcı sistem, temeller ve taşıyıcı olmayan elemanlar, malzeme kalitesi, yapıdaki düzensizlikler, yüklerin aktarımı, zayıf kat, yumuşak kat gibi durumları incelenerek yapı hakkında ilk inceleme tamamlanmaktadır. Yapı, her kat için yaklaşık olarak hesaplanan kayma gerilmelerinin sınır kayma gerilmeleri ile karşılaştırılması yoluyla incelenmektedir. İkinci aşamada, tüm yapı yada sadece yetersizliklerin bulunduğu kısımların, üç ayrı yöntemden (Lineer Statik Yöntemi, Lineer Dinamik Yöntemi, Özel Yöntem) birini kullanarak analiz ve değerlendirilmesinin yapılmasını içermektedir. Üçüncü ve son aşama ise yapının lineer olmayan analiz yöntemiyle incelenmesini kapsamaktadır.

ABD’de 1997 yılında gerçekleştirilen HAZUS projesi [NIBS, 1997] çerçevesinde, modern yöntemler kullanılarak geliştirilen bir hasar tahmin yöntemidir. Bu yaklaşım “yer değiştirme esaslı tasarım” çerçevesinde, 1990’lı yıllarda geliştirilen “Kapasite Spektrumu Yöntemi’ne” [Applied Techonology Council, 1996] dayanmaktadır.

İsviçre’de kullanılan hızlı değerlendirme yönteminde, yapının mimari planı ve fotoğraflarının kullanılması sonucu elde edilen risk indeksine bağlı olarak sonuç elde edilmektedir. Bu yöntemde, yapının özelliklerine bağlı gözlemler ile üç ayrı indis oluşturulmaktadır. Birinci indis; kayıp indeksi, yapının değerini ve yaşayan kişi sayısını sorgulamaktadır. İkinci indis, yıkım ihtimali indeksi, yapının sismik güvenilirliğini sorgulamaktadır. Son indis olan risk indeksi ise, yukarıda açıklanan diğer iki indeksin çarpımıyla hesaplanmaktadır [Lateltin and Kaspar, 2003].

1.6. Amaç, Önem ve Sınırlılıklar

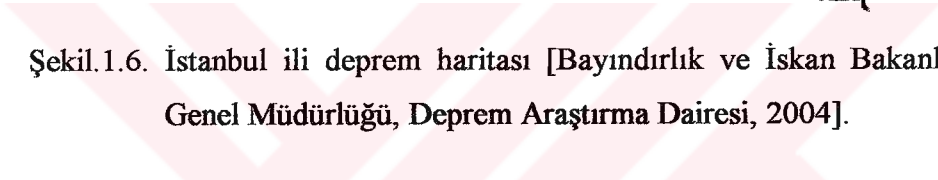
Devlet İstatistik Enstitüsü’nün 2000 Genel Nüfus Sayımı bilgilerine göre, İstanbul ili 5220 km²’lik yüzölçümü ile Türkiye’nin yaklaşık %0.67’sini oluşturmaktadır. İstanbul ilinin nüfusu 10.018.735 ve 1990-2000 dönemi yıllık nüfus artış hızı %33.09 olarak açıklanmaktadır [DİE, 2004].

Karşılaşılabilecek bir deprem felaketinin zararlarını en aza indirmek için, yeni yapılacak yapılarda zemin incelemelerinden başlayarak depreme dayanıklı üretimin gerçekleştirilmesi, risk haritalarından ve oluşturulan deprem senaryolarından faydalanılabilir. Bununla birlikte, mevcut yapıların depreme dayanıklı hale getirilmesi konusu bir program dahilinde gerçekleştirilmek zorundadır. Bu tezin kapsamında ise, öncelikli yapılar değerlendirilmekte ve özellikle eğitim-öğretim yapılarına ağırlık verilmektedir.

Kentlerde oluşabilecek muhtemel depremlerdeki zararları asgariye indirmek ve gerekli önlemleri almak için rehabilitasyon çalışmaları yapmak mümkündür. Özellikle İstanbul'daki eğitim kurumları (bu yapıların tamamı mühendislik hizmeti almıştır) incelendiğinde, yapıların teknik durumu genel anlamda diğer yapı stokları hakkında da bir fikir edinilmesi için değerli bulgular temin edebilecektir.

Bölüm 1.2 ve 1.3'te özetlenen durum çerçevesinde, yukarıda verilen istatistiksel veriler değerlendirildiğinde her geçen yılın, beklenen İstanbul depreminden kaynaklanacak mal ve can kaybını artırdığı ve artırmaya devam edeceği ortadadır. Bu bağlamda yürütülen yapı güçlendirme çalışmalarının yaşanacak can kaybını azaltmada önemli bir adım oluşturduğu kesindir. Buna paralel olarak sınırlı bütçelerin ve ekonomik imkanların olduğu Türkiye'de bu çalışmaların öncelik sırası dahilinde yürütülmesi mantıklı bir yaklaşım oluşturmaktadır. Yine sınırlı sayıda yapılan bu çalışmaların hiç olmasa yapılan işin kalitesinden ödün vermemek amacıyla uzman kurum ve kişilere tahsis edilmiş olması probleme yaklaşım açısının doğru olduğu izlenimi yaratmaktadır.

Tez kapsamında incelenen yapılar, önemli öncelik taşıyan en riskli yerleşim bölgelerinde (1. Derece Deprem Bölgesi) (bkz. Şekil.1.6) yer alan, 1998'den önce inşa edilmiş, betonarme karkas yapılarıdır. Alan çalışmasına dahil edilen yapı sayısı, 65 adet ilköğretim ve lise düzeyinde eğitim-öğretim veren okul yapılarının muhtelif uzman kurumlarca hazırlanan güçlendirme çalışmalarıyla sınırlandırılmıştır.



Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi, 2004].

Tezin amacı, sunulan güçlendirme çalışmalarının değerlendirilmesinde, ilgili kuruluşların teknik raporlarından faydalanılarak tez danışmanı ve tez yazarının deneyim ve bilgilerini de katmak suretiyle hangi depreme dayanıklı tasarım kriterlerinin ön plana alınarak sonuca ulaşıldığının sistematik ve karşılaştırmalı bir yaklaşımla diğer araştırmacılara sunumudur.

Güçlendirme projelendirmeleri yapılırken bazı güçlendirilecek eleman kararları yapıyı depreme dayanıklı yapı tasarım ilkelerinden uzaklaştırabilmektedir. Optimal bir çözüm ise uzun ve öngörü isteyen bir süreçtir. Bu süreç ideal sonuca ulaşmasa da, en ideal çözüme mümkün mertebe yakın olmalıdır. Uzman kurumlarca yürütülen bu ve benzeri çalışmalar, bu konuda çalışma yürütecek bürolara da emsal oluşturmaktadır. Ancak uzman kurumların teknik raporları bu süreci anlatan bilgileri içermemektedir. Kuşkusuz ki, bu süreç ulaşılan noktanın “*nihai öneri*” içinde saklıdır. Tezin bu süreci ve süreci etkileyen parametreleri daha açıkça sergileme yaklaşımının yapılacak diğer çalışmalarda bir temel oluşturacağı kanaatiyle, çalışma önem arz etmektedir.

2. YÖNTEM

Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü sorumluluğu altında bulunan, İstanbul genelinde 65 adet ilk ve orta dereceli eğitim yapılarının muhtemel bir depremde daha az hasarla atlatılabilmesi amacıyla, yapıların deprem güvenlik tespit projeleri yaptırılmış ve yürürlükteki yönetmelikler doğrultusunda rehabilitasyonunun yapılması hedeflenmiştir.

Bu amaçla, yürürlükteki yönetmelikler doğrultusunda, yapıya etki edecek önemli kriterlerin irdelenerek güçlendirme öncesi ve sonrası durumlarının tespiti Bölüm 2.1’de ele alınmaktadır. Bölüm 2.2’de ise güçlendirme projelerinin %80’inin çözüldüğü bilgisayar yazılımı olan STA4-CAD [STructural Analysis FOR Computer Aided Design, V.10.0, 2002] program algoritmasının kapsamı ve kabulleri incelenerek araştırmaya yön verilmektedir.

2.1. Yapıların Güçlendirme Öncesi ve Sonrası Durumlarının Tespiti

Yapılan güçlendirme çalışmalarının öncesi ve sonrası için, yapının depreme karşı sergileyebileceği davranışlarının tespitinde yürürlükteki deprem yönetmeliği (Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1998) kapsamındaki önemli kriterler ve saha çalışmalarında olumsuz etkileyecek faktörler göz önünde bulundurularak yapı durum tablosu çıkartılmıştır.

Yöntemde bina envanteri çıkartılarak, tez danışmanı ve yazarının bilgi ve tecrübeleri doğrultusunda, her binanın değerlendirilmesi yapılarak elde edilen grafikler ile görsel olarak yapının güçlendirme öncesi ve sonrası durumu açıkça gösterilebilmektedir. Bu yöntemde değerlendirmeye alınan kriterler Tablo.2.1’de özetlenmektedir.

Tablo.2.1. Yapının durumunu gösteren değerlendirme kriterleri.

Değerlendirilmeye Alınan Kriterler		Sınır Değerleri	Yapının Durumu
1	Deprem Bölgesi	1	En kötü
		2	Kötü
		3	İyi
		4	En iyi
2	Projeler		
2a	Mimari Proje	Evet	En iyi
		Hayır	Kötü
2b	Betonarme Proje	Evet	En iyi
		Hayır	Kötü
3	Düzensizlikler	1	En iyi
		2-3	İyi
		4-5	Kötü
		6-7	En kötü
4	Zemin Parametreleri		
4a	Zemin Emniyet gerilmesi	≥ 3	En iyi
		2,0-3,0	İyi
		1,0-2,0	Kötü
		$\leq 1,0$	En kötü
4b	Zemin Sınıfı	Z1	En iyi
		Z2	İyi
		Z3	Kötü
		Z4	En kötü
5	Malzeme Sınıfları		
5a	Basınç Dayanımı	≥ 25 Mpa	En iyi
		16-25 Mpa	İyi
		12-16 Mpa	Kötü
		< 12 Mpa	En kötü
5b	Çelik Sınıfı	BÇI	Kötü
		BÇIII	En İyi

Tablo.2.1’de özetlenen kriterlerin sınır değerleri aşağıda verildiği gibi ele alınmıştır:

- Yapının bulunduğu alanın deprem bölgesi ile olası bir depremde oluşabilecek hasar oranının doğru orantılı olduğu düşünülürse; 1. Derece Deprem Bölgesi için “çok kötü”, 2. Derece Deprem Bölgesi için “kötü”, 3. Derece Deprem

Bölgesi için “iyi”, 4. Derece Deprem Bölgesi için “çok iyi” olarak sınıflandırma yapılmaktadır.

- Güçlendirilmesi yapılacak yapının mevcut projelerinin olması (Mimari ve Betonarme) durumu “çok iyi”, olmaması durumu ise “kötü” olarak sınıflandırılmaktadır.
- Güçlendirilmesi yapılacak yapının ABYYHY’de belirtilen düzensizliklerin [Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1998] sayısına göre (A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3) herhangi birinin ve/veya birkaçının olması durumuna göre; bir tane düzensizlik olması durumu “çok iyi”, 2-3 tane düzensizlik olması durumu “iyi”, 4-5 tane düzensizlik olması durumu “kötü”, 6-7 tane düzensizlik olması durumu “çok kötü” olarak sınıflandırılmaktadır.
- Güçlendirilmesi yapılacak yapının bulunduğu alanın zemin sınıfı ve zemin emniyet gerilmesi durumuna göre; $\sigma \geq 3,0 \text{ kg/cm}^2$ olması durumunda “çok iyi”, $\sigma = 2,0-3,0 \text{ kg/cm}^2$ olması durumunda “iyi”, $\sigma = 1,0-2,0 \text{ kg/cm}^2$ olması durumunda “kötü”, $\sigma \leq 1,0 \text{ kg/cm}^2$ olması durumunda “çok kötü” olarak sınıflandırılmıştır. Zemin sınıfı ise, Z1 için “çok iyi”, Z2 için “iyi”, Z3 için “kötü”, Z4 için “çok kötü” olarak sınıflandırılmaktadır.
- Yapıda kullanılan malzemeler beton ve donatı sınıfı olarak ikiye ayrılmıştır. Beton sınıfı için; $\sigma \geq 25 \text{ Mpa}$ olması durumunda “çok iyi”, $\sigma = 16-25 \text{ Mpa}$ olması durumunda “iyi”, $\sigma = 12-16 \text{ Mpa}$ olması durumunda “kötü”, $\sigma < 12 \text{ Mpa}$ olması durumunda “çok kötü” olarak sınıflandırılmaktadır. Donatı sınıfı için BÇI kullanılmışsa “kötü”, BÇIII kullanılmışsa “iyi” olarak sınıflandırılmaktadır.

Değerlendirmeye alınan kriterler betonarme ve mimari projelerinin etkinliği açısından bakıldığında; birinci aşamada mimari projeler yoksa yapının röleve çalışmasının yeniden yapılarak çiziminin yapılması gerekmektedir ve bu aşamada hatalar oluşabilmektedir. İkinci aşamada betonarme projesi yoksa karot ve schmidt ölçümü yapılarak beton mukavemetinin tespit edilmesi, donatılar için ise çeşitli yerlerden alınan okumalarla diğer taşıyıcı elemanların da buna göre tasarımının

yapılması gerekmektedir. Bu iki aşamada da hata ihtimali yüksektir, bu nedenle bu kriterlerin göz önünde bulundurulmasında fayda vardır. Ancak bu kriterlere de çeşitli sınırlandırmalar getirilmiştir. Bu durum, bazı kriterler için yapının güçlendirme öncesi ve sonrasında bu değerlerin değişmemesinden kaynaklanmaktadır. Örneğin; spektrum katsayısı, okullar az katlı olduğu için yapı periyodu değeri T_A , T_B aralığında olduğu için $S(T) = 2,5$ çıkmaktadır. Benzer bir şekilde, yapı önem katsayısı da değişiklik arz etmemektedir. Bu karşın, deprem bölgesine bağlı olarak etkin yer ivme katsayısı değişmektedir. Yine beton ve donatı sınıfına göre yapı davranışı da değişiklik göstermektedir. Yapıyı etkileyen bir başka durum ise zemin-yapı ilişkisidir ve buna bağlı olarak zemin emniyet gerilmesi de önem kazanmaktadır. Değerlendirmeye alınan diğer önemli bir kriter ise yapının düzensizlik durumunun incelenmesidir. ABYYHY sınırları [Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1998] çerçevesinde düzensizlikler incelenmiş ve güçlendirme sonrasında düzensizliklerin ne kadar giderildiği gözlemlenmiştir.

2.2. STA4-CAD Yazılımı ile Yapıların Dinamik Analizi

İncelenen eğitim yapılarının rehabilitasyonunda statik analiz ve tahkiklerin çoğunlukla STA4-CAD yazılımına dayandırıldığı ilgili kurum teknik raporlarından gözlemlenmektedir. Bu nedenle STA4-CAD program algoritmasının kapsamı ve kabulleri incelenerek araştırmaya yön verilmektedir.

STA4-CAD programı; çok katlı betonarme yapıların 3 boyutlu analizini boyutlandırılmasını ve teknik çizimlerini entegre olarak gerçekleştirebilen bir paket programdır [STRUCTURAL Analysis FOR Computer Aided Design, V.10.0, 2002]. Algoritma “Matris Yöntem”e dayandırılmakta, rijitlik matrisi global koordinat düzleminde kurularak elemanların düğüm noktası deplasmanları Denklem 1’ de verildiği gibi çözülmektedir. Rijitlik matrisi bloklama tekniği kullanılarak çözülmekte ve deplasmanlar bulunmaktadır. Kat düzlemindeki plakların yatay düzlemde sonsuz rijit kabul edilmektedir. Elemanların uç düğüm noktalarında 3 doğrusal ve 3 dönel olmak üzere, toplam 6 serbestlik derecesi ile rijitlik matrisi oluşturulmaktadır. Böylece kiriş ve kolon elemanlarında kayma deformasyonları ve burulma etkileri dikkate alınabilmektedir. Matris çözümünün hızlı olabilmesi için

düğüm noktası numaraları, program tarafından “Nokta Optimizasyonu” yöntemi ile minimum hafıza gerektirecek biçimde çözümlenmektedir. Yapı ve temel birlikte çözülebilmekte olup, temelin rijitlik matrisi “Winkler Hipotezi” ile kurulmaktadır.

$$\{ \delta \}_i \times [K]_{ij} = \{ P \}_i \quad (1)$$

Burada, “ δ ”deplasman vektörünü, “K” rijitlik matrisini ve “P” ise yük vektörünü ifade etmektedir.

Global rijitlik matrisinde aşağıdaki kabuller uygulanmaktadır:

- Kirişlerin kolon ve perdelerle olan bağlantıları sonsuz rijit alınmaktadır.
- Geniş perdelerle zayıf yönde saplanan kirişlerin, dönel rijitlikleri fiktif kolon kontrollü elastik ankastre olarak kabul edilmektedir.
- Geniş perdelerle rijitliği yönünde saplanan kirişlerde, kayma deformasyonları ihmal edilmemektedir.
- Olası bir eksenel yük eksantrikliğinin rijitlik matrisinin çözümünde etkisi ihmal edilmemektedir.
- Deprem analizleri “Mod Süperpozisyon” yöntemiyle; CQC (Complete Quadratic Combination) nümerik çözümleme tekniği kullanılarak ve %5 sönüm yüzdesi kabulü yapılarak gerçekleştirilmektedir.

Güçlendirme projelendirmesi, 1998 yılında yürürlüğe giren Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik [Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1998] ve ülkemizde yürürlükte olan aşağıda verilen diğer standartlara göre hesaplanan düşey yükler ve deprem yükleri altında yatay yük ve diğer yatay yük kombinasyonları kullanılarak incelenmektedir:

- 1- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik [Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1998].

- 2- TS.498, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri [TSE, 1997].
- 3- TS.500, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları [TSE, 2000].

Hesaplarda, yapının süneklilik düzeyine bağlı olarak deprem yükü azaltma katsayısı için $R=5$ değeri kullanılması öngörülmüştür. Binanın kullanım amacına uygun olarak, bina önem katsayısı için $I=1,4$ değerinin kullanıldığı yapıda, hareketli yük hesap değerleri $q=5,00 \text{ kN/m}^2$, $q=3,50 \text{ kN/m}^2$ ve $q=2,00 \text{ kN/m}^2$ alınarak ilgili döşeme gözlerinde kullanılmaktadır.

Eşdeğer statik deprem yükü yönteminin uygulandığı deprem hesaplarında, her iki doğrultudaki yapı periyotlarına bağlı olarak bulunan deprem yükü katsayıları (toplam eşdeğer deprem yükünün binanın etkin toplam ağırlığına oranı) bulunarak çözümlenmeye gidilmektedir.

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'te deprem hesap raporlarına ilişkin olarak bulunulması ve dikkat edilmesi gereken kurallar aşağıda belirtilmektedir [Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1998].

- 1- Tasarımı yapılacak bina için düzensizlik türleri irdelenecek, eğer varsa yapıda hangi düzensizlik tipi olduğu vurgulanacaktır.
- 2- Seçilen süneklilik düzeyi yüksek veya normal taşıyıcı sistemin tipi açık olarak tanımlanacak ve taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) katsayısının seçim nedeni belirtilecektir.
- 3- Binanın bulunduğu deprem bölgesi, bina yüksekliği ve taşıyıcı sistem düzensizlikleri göz önüne alınarak, seçilecek hesap yönteminin seçim nedeni açık olarak ifade edilecektir.
- 4- Düğüm noktalarının ve elemanlarının numaralarını gösteren üç boyutlu taşıyıcı sistem şeması hesap raporunda yer alacaktır.
- 5- Tüm giriş bilgileri ile iç kuvvetleri ve değiştirmeleri de içeren çıkış bilgileri, kolayca anlaşılır biçimde mutlaka hesap raporunda yer alacaktır.

- 6- Hesapta kullanılan bilgisayar yazılımının adı, müellifi ve versiyonu hesap raporunda açık olarak belirtilecektir.
- 7- Proje kontrol makamının talep etmesi durumunda, bilgisayar yazılımının teorik açıklama kılavuzu ve kullanma kılavuzu hesap raporuna eklenecektir.

Bu çalışmada yukarıda bahsi geçen maddelerin uygulama durumu raporlar incelenerek ortaya konulacaktır. Ayrıca şu an yürürlükte olan mevcut yönetmelikten önceki 1975 yılındaki “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik” esaslarına göre analiz yapılmakta (yeterli olup-olmadığı kontrol edilmekte) beton ve donatı sınıfı proje verilerine göre girilmektedir, projeler mevcut değilse röleve çalışmasında elde edilen değerler girilmektedir [Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1975]. Analiz sonucunda yetersiz bir durum hasıl olmuş ise mimari projeye göre uygun yerlere perde panel duvarlar ilave edilmek suretiyle ve analiz neticesinde yüklerin %67’sini yeni perde elemanları karşılayacak şekilde yeniden tasarım yapılmaktadır. Analiz neticesinde mevcut kolonların kesitleri yetersiz kaldığı durumlarda, mevcut taşıyıcı elemanların kesitleri artırılarak manto uygulaması yapıldığı vurgulanmaktadır.

İncelenen yapı envanteri yürürlükteki yönetmelikler doğrultusunda STA4-CAD bilgisayar yazılımı ile analiz edilerek elde edilen bulgular Bölüm 4.2.’de detaylı olarak irdelenmektedir.

3. ALAN ÇALIŞMASI

Tez kapsamında, İstanbul ilinde önemli öncelik tanıyan en riskli yerleşim bölgelerinde yer alan 1998'den önce inşa edilmiş betonarme karkas 65 adet ilköğretim ve lise düzeyinde eğitim-öğretim veren okul yapıları değerlendirmeye alınmıştır. Bu yapılara ait muhtelif uzman kurumlarca hazırlanan güçlendirme çalışmaları incelenmiş olup, incelenen eğitim binalarının listesi Ek 1'de sunulmaktadır.

İlk aşamada, incelenen eğitim yapıları “Bölüm 2. Yöntem” kısmında verilen kriterler doğrultusunda incelenerek, her okulun güçlendirme öncesi ve sonrası durumu bu kriterler çerçevesinde irdelenmiştir. Değerlendirme sonucu elde edilen bulgular detaylı olarak Bölüm 4.1’de sunulmaktadır.

İkinci aşamada, incelenen yapılardan rastgele inceleme yöntemiyle 5 adet proje seçilmiş ve bu projeler üzerinde yeniden çalışmalar yapılarak projelerin hangi hassasiyetle irdelendiği gözlemlenmiştir. STA4-CAD yazılımı kullanılarak yapılan çözümler Bölüm 4.2’de detaylı olarak verilmektedir.

İlgili kurumların yaptıkları güçlendirme çalışmaları her okul için güçlendirme öncesi ve sonrası olarak irdelendiğinde bazı kriterler ön plana çıkmaktadır. Özellikle, binalar “Yapı Düzensizlikleri” ve “Beton kalitesi” kriterleri açısından önemli değişimler göstermektedir. Çalışmada, yapının temel davranışını sergileyen yapı malzemesi beton mukavemeti ile çelik sınıfı ve yapı düzensizlikleri irdelenerek bu değerlerin yapıya etkileri ve hangi derecede düzeltildiği incelenmektedir.

Değerlendirmeye alınan kriterler, depreme dayanıklı tasarım kuralları çerçevesinde ele alındığında, bu faktörlerin önemli bir oranda yapının davranışını etkilemekte olduğu ve yapının bulunduğu yere göre farklılık gösterebildiği görülmektedir. Seçilen kriterler, her yapıda zeminin durumu ve deprem bölgesine bağlı olarak farklı değerler alabilmektedir. Ayrıca, taşıyıcı sistemi oluşturan

elemanların malzeme sınıfı da önemli farklılıklar gösterebilmektedir. Bu nedenle, incelenen eğitim yapılarının özellikle yapıyı olumsuz yönde etkileyecek olan yapı düzensizliği ve malzeme sınıfı üzerinde daha detaylı bir inceleme yapılarak mevcut olumsuzlukların güçlendirme sonrasında ne kadarı giderildiği araştırılmıştır.

3.1. Güçlendirme Çalışmalarının Genel Değerlendirmesi

3.1.1. Yapı Düzensizlikleri

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'te de belirtildiği gibi, depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken “Yapı Düzensizlikleri”nin tanımlanması ile ilgili olarak planda ve düşey doğrultuda düzensizlikler olarak iki kısımda incelenmektedir. Bunlar “A planda düzensizlik durumları” ve “B düşey doğrultuda düzensizlik durumları” olarak iki kategoride ifade edilmektedir [Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1998].

A-Planda düzensizlik durumları, 4 farklı ana başlıkta değerlendirilerek ifade edilmektedir. Bunlar;

- a) A1 burulma düzensizliği,
- b) A2 döşeme süreksizliği,
- c) A3 planda çıkıntıların bulunması,
- d) A4 taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması durumları, olarak belirtilmektedir.

A1 planda düzensizlik durumları; birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden burulma düzensizliği katsayısı η_{bi} 'nin 1.2'den büyük olması durumu, görelî kat ötelenmelerinin +/- %5 ek dışmerkezlik etkileri de göz önüne alınarak Denklem (2)'de verilen formül ile kontrol edilmektedir (bkz.Şekil.3.1).

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}}$$

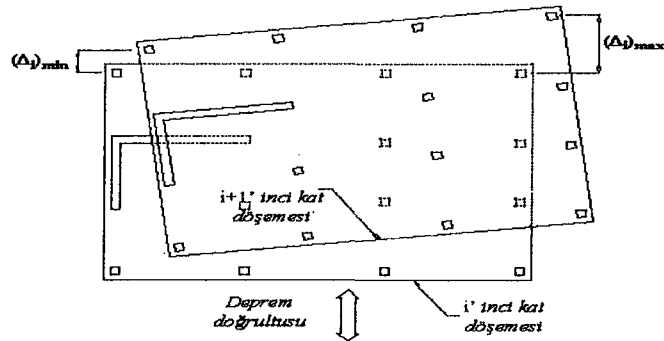
(2)

Burada; “ η_{bi} ” i’inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısını, “ $\Delta_{i\text{ort}}$ ” binanın i’inci katındaki ortalama görel kat ötelemesini, “ $\Delta_{i\text{max}}$ ” binanın i’inci katındaki maksimum görel kat ötelemesini ifade etmektedir.

A2 döşeme süreksizlikleri; herhangi bir kattaki döşemede, merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3’ünden fazla olması durumu, deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarının güvenli aktarabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu, döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmalarının olması durumu ile kontrol edilmektedir (bkz. Şekil.3.2).

A3 planda çıkıntılar bulunması; bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultuda boyutlarının her ikisinin de, binanın o katın aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının %20’sinden daha büyük olması durumu ile kontrol edilmelidir (bkz. Şekil.3.3).

A4 taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması; taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin göz önüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumu kontrol edilerek bu tip bir düzensizliğin olup olmadığına bakılarak değerlendirilmelidir (bkz. Şekil 3.4).



Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda

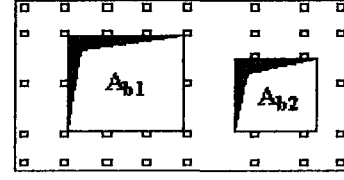
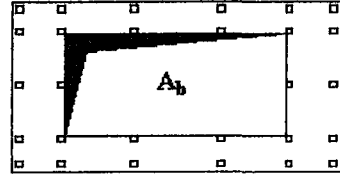
$$(\Delta_i)_{\text{ort}} = 1/2 [(\Delta_i)_{\max} + (\Delta_i)_{\min}]$$

Burulma düzensizliği katsayısı :

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}}$$

Burulma düzensizliği durumu : $\eta_{bi} > 1.2$

Şekil 3.1. A1 Burulma Düzensizliği Durumu.



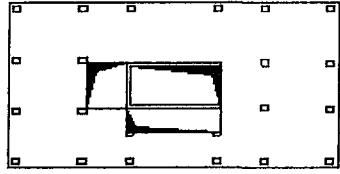
$$A_b = A_{b1} + A_{b2}$$

A2 türü düzensizlik durumu - I

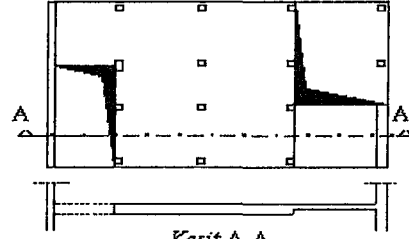
$$A_b / A > 1/3$$

A_b : Boşluk alanları toplamı

A : Brüt kat alanı



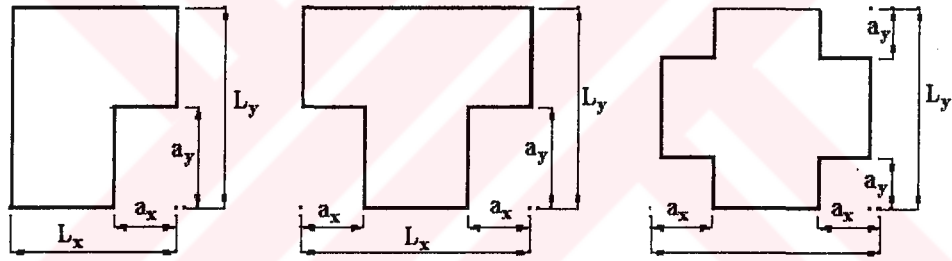
A2 türü düzensizlik durumu - II



Kesit A-A

A2 türü düzensizlik durumu - II ve III

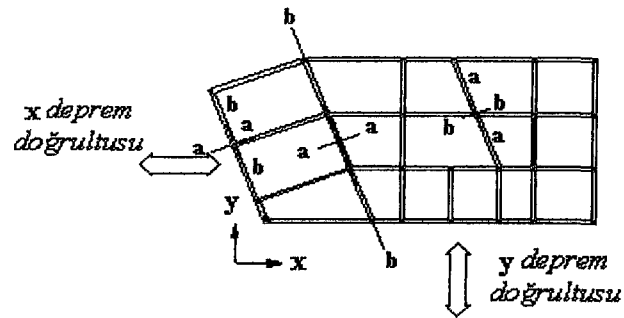
Şekil.3.2. A2 Döşeme Süreksizliği Durumu.



A3 türü düzensizlik durumu:

$$a_x > 0.2 L_x \text{ ve aynı zamanda } a_y > 0.2 L_y$$

Şekil.3.3. A3 Planda Çıkıntılar Olması Durumu.



Şekil.3.4. A4 Taşıyıcı Eleman Eksenlerin Planda Paralel Olmaması Durumu.

B-Düşey doğrultuda düzensizlik durumları ise üç ana grupta toplanabilmektedir:

- a) B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (Zayıf kat),
- b) B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (Yumuşak kat),
- c) B3 taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği.

B1; betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanı'nın, bir üst kattaki etkili kesme alanı'na oranı olarak tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı η_{ci} 'nin 0.80'den küçük olması durumu:

$$\eta_{ci} = (\sum A_e)_i \div (\sum A_e)_{i+1} < 0.80$$

Burada; herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı Denklem (3)'te verildiği şekilde ifade edilebilmektedir:

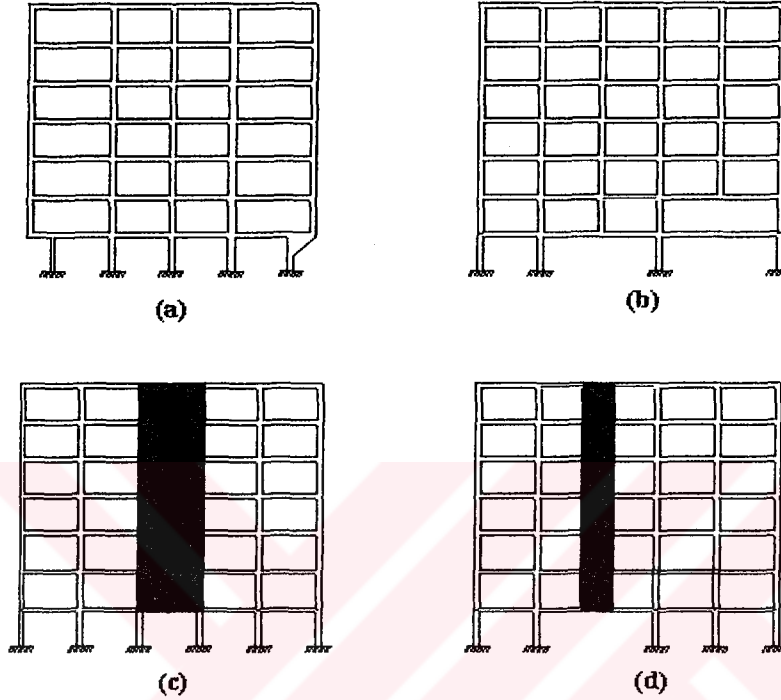
$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k \quad (3)$$

Burada; " η_{ci} " i'inci katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısını, " A_e " herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanını, " A_w " kolon enkesiti etkin gövde alanını (depreme dik doğrultudaki kolon çıkıntılarının alanı hariç), " A_g " herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanını, ve " A_k " herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel kargir dolgu duvar alanını (kapı ve pencere boşlukları hariç) ifade etmektedir.

B2; birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı η_{ki} 'nin 1.5'tan fazla olması durumu:

$$\eta_{ki} = (\Delta i)_{ort} / (\Delta i+1)_{ort} > 1.5$$

B3; taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, yada üst kattaki perdelerin altta kolonlara veya kirişlere oturtulması durumu (bkz. Şekil.3.5.).



Şekil.3.5. B3 Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği Durumu.

3.1.2. Beton Kalitesi ve Donatı Durumu

Beton kalitelerinin belirlenmesinde, her ilköğretim okulunda gerçekleştirilen Schmidt çekici deneyi ile söz konusu binanın muhtelif yerlerinden alınan karot numuneleri üzerinde gerçekleştirilen basınç deneyi sonuçları esas alınmıştır. Karot numunelerinde alt ve üst başlıklar kesildikten sonra çimento harcı ile başlık yapılmaktadır. Başlıkların sertleşmesinden sonra numuneler üzerinde basınç deneyi uygulanmakta ve her bir karotun basınç mukavemeti bulunmaktadır. Beton karotların alınması sırasında kaçınılmaz örselenmeleri ve diğer belirsizlikleri karşılamak için elde edilen karot basınç mukavemetleri 1.10 katsayısı ile çarpılmaktadır. İncelenen numunelerde, karotların çap/yükseklik oranları farklı

olduğundan, buradan eşdeğer küp mukavemeti Denklem (4)'te verilen formül yardımı ile yeniden bulunmaktadır.

$$f_{c,u} = f_{c,karot} \times 2,5 \div [1,5 + (\text{çap/yükseklik})] \quad (4)$$

Bu karot neticeleri ile Schmidt okumaları arasında korelasyon bulunmaktadır. Karot basınç deneylerinden elde edilen “ $f_{c,karot}$ ” basınç mukavemetleri ile “S” Schmidt sayıları arasındaki ilişki için Denklem (5) kullanılmaktadır.

$$f_{c,karot} = a \times e^{b \times S} \quad (5)$$

Burada “a” ve “b” katsayıları, deney sonuçlarından bulunmaktadır. Karakteristik beton küp dayanımı Denklem (6) ile, silindir küp dayanımı ise Denklem (7) ile bulunmaktadır.

$$f_{cu} = f_{c,karot} - 1,28 \times \sigma \quad (6)$$

$$f_{ck} = 0,80 \times f_{cu,karot} \quad (7)$$

Burada, “ $f_{c,u}$ ” karakteristik beton küp dayanımını, “ $f_{c,k}$ ” karakteristik silindir küp dayanımını, “ $f_{c,karot}$ ” ortalama beton küp dayanımını ve “ σ ” ise standart sapmayı ifade etmektedir.

Donatı durumu ise Ferroskan aleti ile yine söz konusu binanın muhtelif yerlerinden alınan okumalarla x ve y yönünde donatının korozyon durumu, etriye çapı, etriye aralığı, boyuna donatı çapı ve boyuna donatı çapları belirlenmektedir.

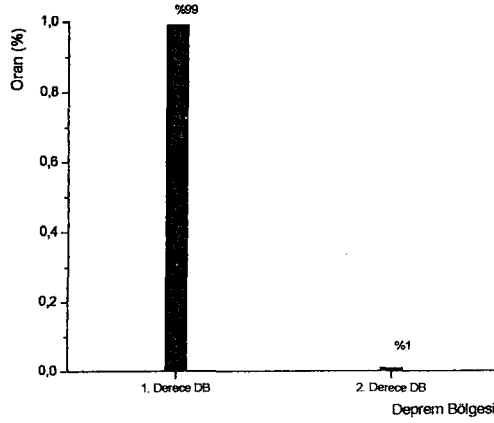
4. BULGULAR

İncelenen yapıların, Bölüm 2’de sunulan kriterler çerçevesinde, güçlendirme öncesi ve sonrası durumlarının değerlendirilmesi Ek 2’de verilen grafikler ile sunulmaktadır.

Tüm okulların genel değerlendirmesi sonucunda yapıların güçlendirme öncesi ve sonrası durumları tespit edilmiştir. Değerlendirme sonucunda, güçlendirme çalışmaları sonrasında yapıların yaklaşık tamamında bir iyileşme kaydedildiği görülmektedir. Güçlendirme öncesinde tüm okulların ortalama yapı durumunun “kötü” ile “iyi” arasında olduğu gözlemlenmiştir. Bu okulların güçlendirme çalışması sonrasında bir iyileşme kaydettiği ve incelenen kriterlerin ortalamasının “iyi” seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Burada, güçlendirme öncesi ve sonrasında, en fazla iyileşmenin beton mukavemeti ve çelik sınıfı kriterlerinde meydana geldiği görülmektedir. Değişim göstermeyen kriterler ise zemine bağlı olarak değişen zemin emniyet gerilmesi ve zemin sınıfı, yapının bulunduğu deprem bölgesi gibi kriterlerdir. Bu kriterler yapının konumu ve yer seçimi kararları ile ilgili olan ve değiştirilmesi mümkün olmayan, ancak mühendislik hizmetlerinde ve hesaplamalarda yol gösterici olan parametrelerdir.

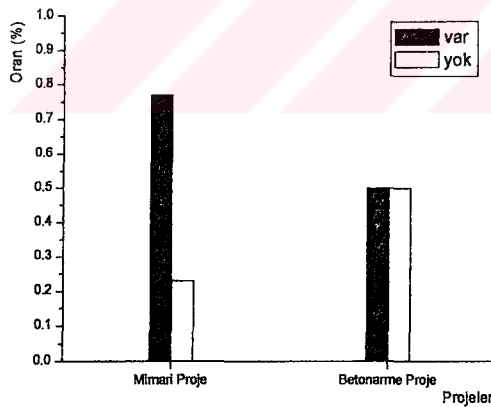
4.1. Yapıların Güçlendirme Öncesi ve Sonrası Durumlarının Değerlendirilmesi

İncelenen eğitim yapıları bulundukları deprem bölgesine göre değerlendirildiğinde; yapıların %99’unun birinci derece deprem bölgesinde, kalan %1’nin ise ikinci derece deprem bölgesinde yer aldığı tespit edilmiştir (bkz. Şekil 4.1). Bu kriterin güçlendirme öncesi ve sonrasında da değişiklik göstermeyeceği bilinmektedir.

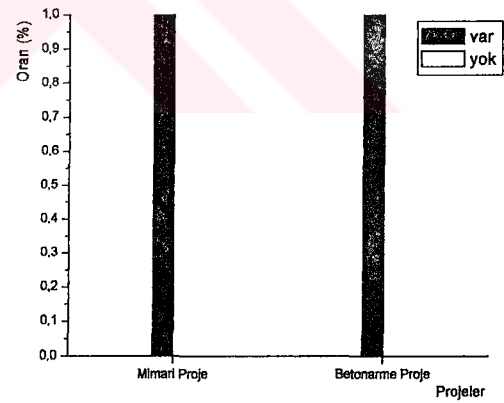


Şekil 4.1. Yapıların bulunduğu deprem bölgeleri.

Diğer bir önemli kriter her yapıya ait mevcut projelerinin (mimari ve betonarme) olup olmaması durumudur. Değerlendirmeye alınan eğitim yapılarının %23'ünün mimari projesinin ve %50'sinin betonarme projesinin olmadığı tespit edilmiştir (bkz. Şekil 4.2.a). Güçlendirme sonrasında her okula ait projeler (mimari ve betonarme) yapılmıştır (bkz. Şekil 4.2.b).



(a) Güçlendirme öncesi



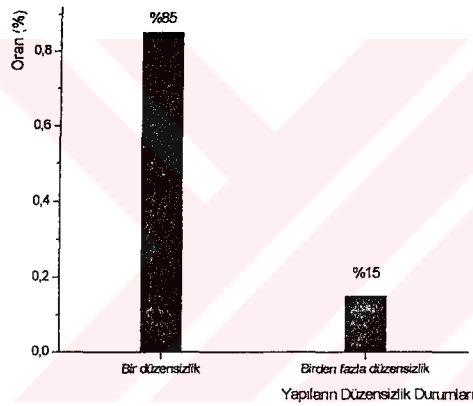
(b) Güçlendirme sonrası

Şekil 4.2. Yapıların proje (mimari-betonarme) varlığı.

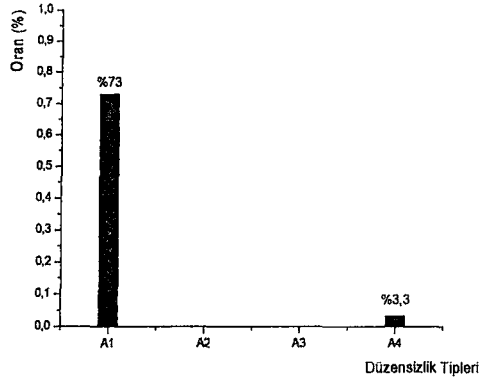
Diğer önemli bir kriter ise yapıda bulunan düzensizlik durumlarıdır. İncelenen yapıların %15'inde birden fazla düzensizlik durumu olduğu ve %85'inde ise bir tane yapı düzensizliği olduğu tespit edilmiştir (bkz. Şekil 4.3.a). Bu düzensizlik

durumu incelendiğinde okulların tamamına yakınında güçlendirme sonrasında A1 burulma düzensizliğinin giderilemediği gözlemlenmiştir (bkz. Şekil 4.3.c).

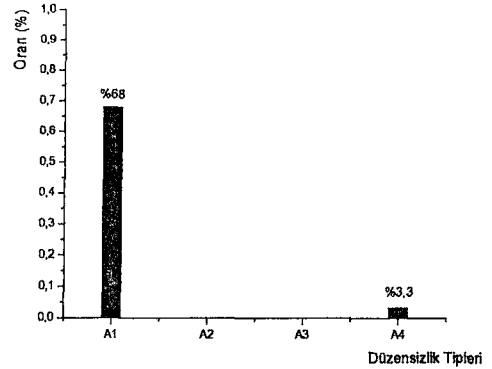
Güçlendirme öncesi planda düzensizlik durumlarına bakıldığında A1 burulma düzensizliği güçlendirme öncesi durumda %73 sonrasında ise %68 olduğu tespit edilmiştir. A2 döşeme süreksizliği güçlendirme öncesi ve sonrası durumda hiçbir yapıda bulunmadığı tespit edilmiştir. A3 planda çıkıntıların bulunması düzensizliği güçlendirme öncesi ve sonrasında ABYYHY’de belirtilen sınırları aşmadığı tespit edilmiştir. A4 taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması düzensizliği güçlendirme öncesi ve sonrasında da %3.3 olduğu tespit edilmiştir (bkz. Şekil.4.3.(b-c)).



(a) Yapıların düzensizlik dağılımları



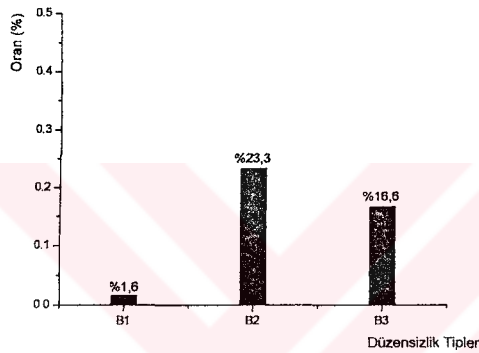
(b) Planda düzensizlik durumu güçlendirme öncesi



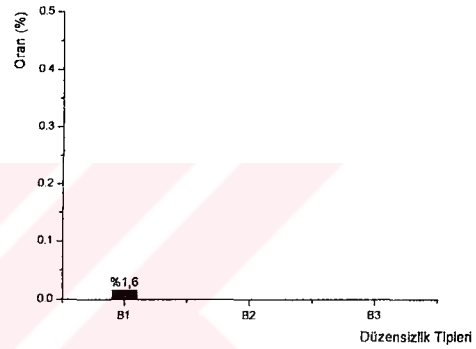
(c) Planda düzensizlik durumu güçlendirme sonrası

Şekil 4.3. Güçlendirme öncesi ve sonrasında düzensizlik durumu.

Güçlendirme öncesi düşey doğrultuda düzensizlik durumlarına bakıldığında B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği güçlendirme öncesi ve sonrasında %1.6 olduğu tespit edilmiştir. B2 komşu katlar arasında rijitlik düzensizliği (yumuşak kat) güçlendirme öncesi %23.3 sonrasında ise bu düzensizlik tipinin tamamının giderildiği tespit edilmiştir. B3 taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği durumu güçlendirme öncesi durumda %16.6 sonrasında ise bu düzensizliğin tamamının giderildiği tespit edilmiştir. B3 düzensizlik tipinde projesinde var olan kolon ve/veya perde duvar elemanların yapılmadığı tespit edilmiştir. Güçlendirme sonrasında bu olumsuzluk durumu giderilmiştir (bkz. Şekil.4.4).



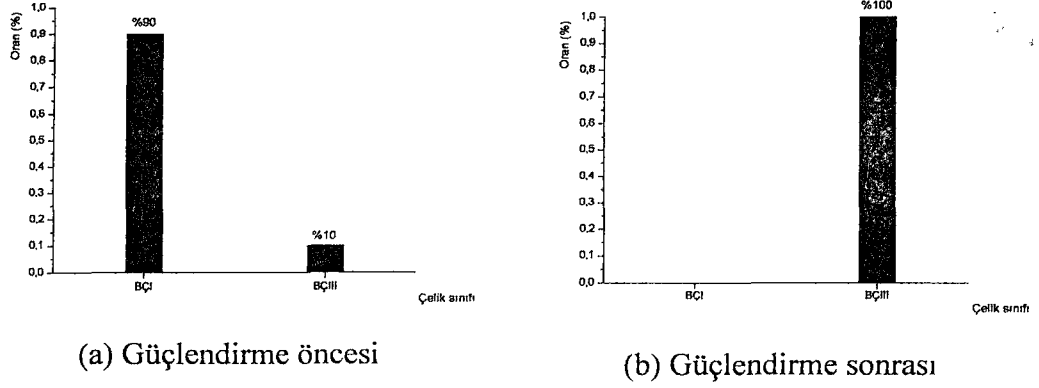
(a) Güçlendirme öncesi



(b) Güçlendirme sonrası

Şekil 4.4. Güçlendirme öncesi ve sonrasında düşey doğrultuda düzensizlik durumu.

İncelen yapılar malzeme sınıflarına göre değerlendirildiğinde, yapıların %90'ında güçlendirme öncesi kullanılan çelik sınıfının BÇI (S220) olduğu tespit edilmiştir. Bu değer yönetmelikte belirtilen BÇIII (S420) değerinin altında kalmaktadır [Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1998]. Ancak önceki yönetmelikte bu sınır değerlerinin BÇI (S220) olarak ifade edilmektedir [Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1975]. İncelen yapıların inşa tarihlerinin 1998 yılı öncesi olduğu ve 1975 yılı yönetmelik şartlarına tabi oldukları da göz önünde bulundurulmalıdır. Güçlendirme sonrasında ise kullanılan malzeme sınıfının BÇIII (S420) olduğu görülmektedir (bkz. Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Güçlendirme öncesi ve sonrasında kullanılan çelik sınıfı.

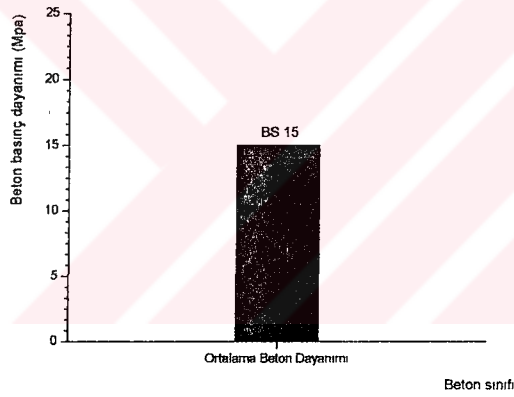
Yapılar beton basınç mukavemeti açısından değerlendirildiğinde, güçlendirme öncesi okulların ortalama beton basınç mukavemet değerinin BS 15 (15 Mpa) olduğu görülmektedir (bkz. Şekil 4.6.a). ABYYHY’de birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde kullanılacak malzemelerde BS 20 (C20) ve daha yüksek dayanımlı olan beton kullanılması zorunluluğu bulunmaktadır [Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1998]. Ancak incelenen yapıların beton basınç dayanımı bu değer oldukça altında kalmaktadır.

İncelenen okulların, güçlendirme öncesinde, beton basınç dayanımlarının %26.6’sının BS 12 (12 Mpa) basınç değerinin altında olduğu, %21.6’sının BS 12-BS16 (12-16 Mpa) aralığında olduğu, %31.6’sının BS 16-BS 20 (16-20 Mpa) aralığında olduğu ve %20’sinin BS 20 (20 Mpa) basınç mukavemetinin üstünde olduğu tespit edilmiştir (bkz. Şekil 4.6.b). Ancak 01/01/1998’de uygulamaya giren Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelikten önceki şartname ve yönetmelik sınırlarına göre kullanılacak malzeme sınıfları beton basınç dayanımı için B 225 (BS18) olarak belirtilmektedir [Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 1975].

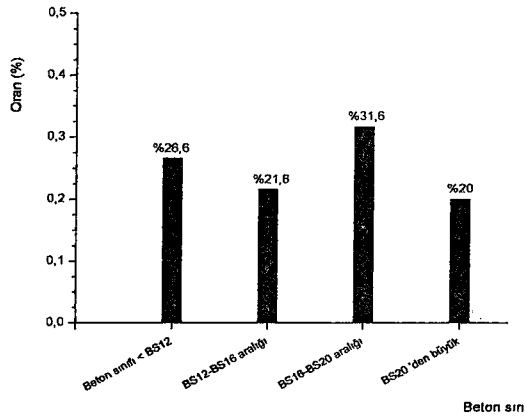
Yapıların güçlendirme sonrası durumları değerlendirildiğinde, genel anlamda bir iyileşme kaydedildiği gözlemlenmiş fakat yine de bazı olumsuzluklar giderilemediği tespit edilmiştir.

Tüm okul yapılarının yeniden mimari röleveler alınarak mimari projeleri oluşturulmuş ve gerekli noktalara deprem yükünü karşılayacak perde duvarlar eklemek suretiyle güçlendirme yapılmıştır. Perde duvarlarının major yönde saplandığı kolonları perde başlığı şeklinde çalışmaya zorlamasından dolayı, mevcut betonarme kolonlar da kapasite yetersizlikleri meydana gelmektedir. Bu gibi durumlarda betonarme manto yapılarak mevcut kolon kesiti ve donatısı arttırılabilir.

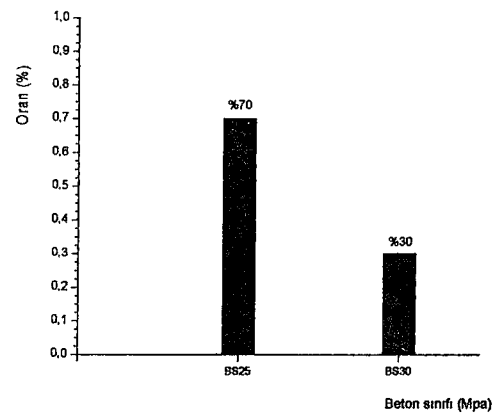
Betonarme projelerinde ABYYHY’de belirtilen sınır değerler doğrultusunda projelendirilmiştir. Beton sınıfı %70’inde BS 25 (25 Mpa), %30’unda BS 30 (30 Mpa) mukavemetinde beton seçilerek yönetmelikte belirtilen sınır değerin sağlandığı görülmüştür (bkz. Şekil 4.6.c). Yine çelik sınıfı yönetmelikte belirtilen şartlarla uyumlu BÇIII (S420) kullanıldığı tespit edilmiştir [ABYYHY, 1998].



(a) Güçlendirme öncesi tüm okulların ortalama beton basınç dayanımı.



(b) Güçlendirme öncesi



(c) Güçlendirme sonrası

Şekil 4.6. Güçlendirme öncesi ve sonrası beton basınç dayanımlarının dağılımı.

Ayrıca incelenen eğitim binalarının tespit edilen inşaat yaşlarına bakıldığında hazır beton teknolojisinin ağırlıklı olarak kullanılmaya başlandığı 1990 yılından önce yapılanların oranı %50, sonra yapılan okulların oranı %50 olarak gözlenmektedir.

4.2. STA4-CAD Yazılımı ile Yapıların Dinamik Analizlerinin Değerlendirmesi

İncelenen yapı envanterinde projelerin yaklaşık %10'unu temsil edecek şekilde rastgele seçilen 5 adet okul yeniden incelenmiş ve kullanılan STA4-CAD programı ile projelerin tasarımları yenilenmiştir (bkz. Tablo.4.2.1).Yapılan tasarımlar tez danışmanı ve tez yazarının deneyimlerinden de faydalanılarak çözülmüştür. Analiz bulguları aşağıda sunulmaktadır.

Tablo.4.1. STA4-CAD programı ile analiz yapılan okullar.

Sıra No	Okulun Adı	İlçesi	Kat Sayısı	Toplam Alanı(m ²)
1	Bakırköy Sabri Çalışkan Lisesi	Bakırköy	Z+3	1311.87
2	Ali Kul Çok Programlı Lise	Büyüçekmece	B+Z+2	2592
3	Avcılar Lisesi	Avcılar	B+Z+1	3503.34
4	Yeşilköy 50.Yıl Anadolu Lisesi B Blok	Bakırköy	B+Z+2	2745.8
5	Küçükçekmece Lisesi A Blok	K.çekmece	Z+1+2	2300

Ali Kul Çok Programlı Lise; bu projede öncelikle yeni tanımlanan perde elemanlarından dolayı yapının rijitlik merkezi ile geometrik merkezi arasında eksantristeye sebep olmaktadır. Güçlendirme sonrası çözümde kesitleri yetersiz kalan kolon ve kirişler görülmektedir, özellikle kolonların kesitleri artırılması gerekmektedir. Yaklaşık kolonların %30'unun kesiti artırılmalı ve ilave donatılar konulmalıdır. S101, S109, S148, S153, S132, S120, S201, S209, S248, S253, S301, S309, S348, S353, S350, S351 kolonların kesitleri yetersiz kaldığı ve taşıma

kapasitesinin aşıldığı görülmektedir. Kaset döşemede bulunan kirişler sonlu elemanlar yöntemine göre çözülmelidir, bu kiriş elemanların tanımı sonlu elemanlara göre yapılmalıdır. Duvar yükleri değerlerinin bir çok noktada girilmesi unutulmuş, bazı kolon donatıları girilmemiştir (bkz. Ek 3).

Sabri Çalışkan Lisesi; güçlendirme öncesinde data girişinde temel mütemadi kirişlerinin yanlış tanımlandığı, kolon, perde duvar taşıyıcı elemanlarının donatı sayılarının (S101, S102, S103) yanlış girildiği tespit edilmiştir. Yapıda A1 Burulma düzensizliği, B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat) ve B3 taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği olduğu tespit edilmiştir. Güçlendirme sonrasında yapıya betonarme panel duvar ilave edilerek, binada yeterli yanal dayanımın oluşturulması hedeflenmiştir. Fakat aks aralıklarının fazla büyük olmasından dolayı (yaklaşık=6.0 m.) iki kolon arasına yapılan çok rijit panel duvarların mevcut başlık kolonlarda G-E yüklemesinden dolayı kolonların moment taşıma kapasitelerini ciddi biçimde azaltmaktadır. Mevcut okullarda bazen yapının mimarisinin elverişsiz olmasından dolayı da bu olumsuzluklar giderilememektedir. Güçlendirme projesinde duvar yük değerleri kısmen tanımlanmamıştır (bkz. Ek 4).

Yeşilköy 50.Yıl Anadolu Lisesi; bu projede güçlendirme panel duvar ilave edilen akslarda panele komşu kolonların panel major yönüne dik olmasından dolayı kolon taşıma gücü zayıftır. Dolayısıyla sistemin G-E yük kombinasyonunda mevcut kolonların kapasitelerinde yetersizliklere rastlanmaktadır. Güçlendirme sonrasında S171, S208, S212, S215, S218, S264, S265, S269 kesitleri yetersiz kalmaktadır (bkz. Ek 5). Güçlendirme projesinde duvar yük değerleri kısmen tanımlanmamıştır.

Küçükçekmece Lisesi A Blok; güçlendirme sonrası hesaplamalarda panel duvar ilavesinden dolayı temelde oluşan olumsuzluklar dikkate alınmamış ve temeller taşıma gücü kapasitesini çok aşmaktadır. S101, S102, S110, S114, S116, S126, S148, S151, S153, S155, S159, S163, S164, S258, S264, S357, S358, S364 kolon kesitleri yetersiz kalmaktadır (bkz Ek 6). Güçlendirme projesinde duvar yük değerleri kısmen tanımlanmamıştır.

Avcılar Lisesi; güçlendirme sonrası ilave edilen panel duvarların iki aks arası mesafenin çok büyük olmasından dolayı burada da mevcut kolon başlıklarının G-E

yüklemesinde taşıma kapasitelerinin aşıldığı tespit edilmiştir. S101, S102, S106, S110, S111, S112, S116, S118, S119, S121, S126, S130, S140, S145, S150, S163, S167, S169, S201, S206, S210, S211, S216, S218, S219, S221, S226, S230, S236, S240, S245, S250, S256, S258, S263, S267, S269, S315, S326, S330, S340, S345, S402, S404, S406, S412, S414, S416, S419, S426, S430, S440, S445, S463, S465, S467 numaralı kolon kesitleri yetersiz kalmaktadır (bkz. Ek 7). Burada da temel dataları yanlış tanımlanmış ve taşıma gücünü aşmaktadır. Güçlendirme projesinde duvar yükleri kısmen tanımlanmamıştır.



5. GENEL ÖNERİLER VE SONUÇLAR

İncelenen eğitim yapılarının güçlendirme projelerine ilişkin bulguları sonuçlar ve öneriler olarak iki alt başlık altında ortaya konulmaktadır.

5.1. Sonuçlar

1. Yapılarda güçlendirme öncesi durumda genellikle A1 burulma düzensizliği tespit edilmiştir. Güçlendirme sonrasında da A1 burulma düzensizliklerinin büyük oranda giderilemediği tespit edilmiştir.
2. Güçlendirme öncesi beton kalitesi ortalama olarak BS 15 (15 Mpa) düzeyinde olduğu tespit edilmektedir. Bu yapıların %72'si kalitesiz olduğu tespit edilmektedir.
3. Yapılarda panel duvar ilavesi ile karma taşıyıcı sistem oluşturularak her iki yönde α_M katsayıları 2/3 'ünün üzerine çekilmesine rağmen taşıyıcı sistem duktilitesi R=6 yerine R=5 alınarak güçlendirme elemanlarının tasarım yükleri gereksiz artırılmıştır.
4. İncelenen yapılarda uygulama sırasında projelere uyulmadığı, çoğu zaman kolon kesitlerinin projelerde olması gerekenden daha küçük kesitlerin uygulandığı tespit edilmiştir. Yine uygulanan tip okul projelerinde panel perde duvarların her okulda farklı uygulandığı ve bazı kolonların üst katlarda devam ettirilmediği tespit edilmiştir. Bu yüzden yapı denetim hizmetlerinin daha hassas ve dikkatli yapılması gerektiği görünen uygulamalardan anlaşılmaktadır.
5. Yapı denetim hizmetlerinin bu kadar kötü olduğu ülkemizde güçlendirme projelerinin ne kadar hassas uygulanacağı da tartışma konusudur.

6. Mühendislik ve yapı denetim hizmeti aldığı varsayılan eğitim yapılarında sonuçların bu derece kötü olması, özel yapılarda ne tür tehlike ve risklerin bulunduğu yönünde endişe yaratmaktadır.
7. Yeni yapılacak olan tüm yapıların yapı denetim teşkilatının uygulama safhasında çok daha fazla dikkat etmesi imalatların ilgili yönetmelik ve şartnamelerde belirtilen fen ve sanat kurallarına göre uygulamanın yaptırılması konusunda gereken hassasiyet gösterilmelidir.
8. Saha çalışmalarında verileri kontrol eden teknik personelle ofiste ilgili yazılım programlarıyla yapıyı tasarlayan teknik personel uyumlu çalışmalı ve bilgi alış-verişi sağlıklı yapılmalıdır.

5.2. Öneriler

1. İncelenen yapılar, eski deprem yönetmeliğine ve eski teknolojiye göre inşa edildiğinden, güçlendirme sonrası yapının ne kadar sağlıklı davranış sergileyebileceği tartışma konusudur.
2. Yapının güçlendirme projesine göre inşasının yapılması, normal yapıyı yeniden inşa etmeye nazaran çalışma şartları daha zor ve inşası için kalifiye eleman gerektirdiğinden ekonomik durumu tartışma konusudur. Tez yazarı, bu konuda yeniden yapılanmayı öngörmektedir.
3. Beton kalitesi bu kadar düşükken güçlendirme yapılmasının ne kadar sağlıklı olduğu tartışma konusudur.
4. Yapılan güçlendirme çalışmaların hesap raporları ile beraber program verilerinin de verilmesi önerilir.
5. Standart bir betonarme projesinde olmadığı gibi daha fazla dikkat ve mühendislik nosyonu gerektiren güçlendirme projelerine gereken ehemmiyet verilmediği, yeterli zaman ayrılmadığı statik hesaplamalardan ve

data dosyalarından anlaşılmaktadır. Bu sebepten dolayı dikkatsiz yapılmış güçlendirme projelerinin yapıya faydadan çok zarar vermesi muhtemeldir.

6. Gelecekte yapılara uygulanacak güçlendirme çalışmalarında daha fazla dikkat, zaman ayrılması ve mutlaka konusunda uzman kişilerin yapması önerilir.
7. Yeni yapılacak güçlendirme projelerinde yeterli sayıda tecrübeli teknik personelle çalışılmalıdır.



KAYNAKLAR

1. BAYINDIRLIK ve İSKAN BAKANLIĞI AFET İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ DEPREM ARAŞTIRMA DAİRESİ, web sitesi: <http://www.deprem.gov.tr>, 2004.
2. MCKENZIE, D.P., Active Tectonics Of The Mediterranean Region. Geophys. J.R. Astr. Soc., 30, 109-185, 1972.
3. DEWEY, J.F., PITMAN, W.C., RYAN, W.B.F., BONNIN, J., Plate Tectonics and The Evalution of the Alpine System. Geological Society of America Bulletin, 84, 3137-3180, 1973.
4. ŞENGÖR, A.M.C., On Some 50% Extension in the Aegean Area and Its Implications for Orogenic Reconstructions in the Taurides, Rapp. Comm. Int. Mer. Mediterranean, 25/26, 2a, 41-42 p., 1979.
5. TÜYSÜZ, O., Doğa Hareketleri Araştırma Derneği, websitesi: http://www.sismikhaber.org/makaleler/documents/marmara_denizi.asp, (2004).
6. KETİN, İ., Umumi Jeoloji, İTÜ Yayınları, 4. Baskı, 1973.
7. BARKA, A., KADINSKY-CADE, K., Strike-Slip Fault Geometry In Turkey and, Its Influence on Earthquake Activity, Tectonics, 7, 663-684, 1988.
8. T.C. İSTANBUL İL GENEL MECLİSİ DAİMİ ENCÜMENİ, 1066/974 sayılı kararı, 2003
9. BAYINDIRLIK VE İSKAN BAKANLIĞI, ANKARA, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1998.

10. İSTANBUL BÜYÜK ŞEHİR BELEDİYESİ ZEMİN VE DEPREM İNCELEME MÜDÜRLÜĞÜ, websitesi: <http://www.ibb.gov.tr/tr-TR/Kurumsal/YonetimSemasi/Baskan/GenelSekreter/ImarGenelSekreterYarimcisi/PlanlamaveImarDaireBsk/ZeminveDepremIncelemeMud>, (2005).

11. OKAY, A., Deprem, websitesi:

<http://www.neyokki.com/egitim/deprem/deprem.htm>, (2004)

12. MTA Sismik-1 Raporu, Deprem, websitesi:

<http://www.neyokki.com/egitim/deprem/deprem.htm>, (2004)

13. OKTAY, F.Y., EREN, R.H., İstanbul Megapol Alanının Jeolojik Sorunları, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, web sitesi: <http://www.ibb.gov.tr/tr-TR/Kurumsal/YonetimSemasi/Baskan/GenelSekreter/ImarGenelSekreterYarimcisi/PlanlamaveImarDaireBsk/ZeminveDepremIncelemeMud/DepremMiniSite/IstanbulunJeolojikYapisi>, (2005).

14. BOĞAZİÇİ ÜNİVERSİTESİ KANDİLLİ RASATHANESİ ve DEPREM ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ, web sitesi: <http://www.koeri.boun.edu.tr>, (2004).

15. JAPAN BUILDING DISASTER PREVENTION ASSOCIATION, Standard For Evaluation of seismic Capacity of Existing Reinforced Concrete Buildings, Tokyo, 1990.

16. FEMA-154, Rapid Visual Screening of Buldings for Potential Seismic Hazards: A Handbook, Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C, 1998.

17. FEMA-155, Rapid Visual Screening of Buldings for Potential Seismic Hazards: A Handbook, Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C, 1998.

18. FEMA-178, NEHRP., Handbook for the Seismic Evaluation of Existing Buildings, Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C, 1992.
19. FEMA-310, Handbook for the Seismic Evaluation of Existing Buildings-A Prestandard, Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., 1998.
20. APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, Rapid Visual Screening of Buldings For Potential Seismic Hazards: A Handbook, California, 1996.
21. LATELTIN O., KASPAR P., Seismic Evaluation of Existing Federal Buldings in Switzerland, web sitesi: <http://www.bwg.admin.ch/themen/natur/e/inventar.htm>, (2003).
22. NIBS, National Institute of Bulding Sciences, web sitesi: <http://www.nibs.org>, (2003).
23. DEVLET İSTATİSTİK ENSTİTÜSÜ, web sitesi: <http://www.die.gov.tr>, (2004).
24. STA4-CAD, STructural Analysis FOR Computer Aided Design, Version 10.0, 2002.
25. TS.498, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1997.
26. TS.500, Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000.
27. BAYINDIRLIK VE İSKAN BAKANLIĞI, ANKARA, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1975.

ÖZGEÇMİŞ

Abdulgani YILDIZ, 1976 yılında Mardin'in Nusaybin ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini sırasıyla Atatürk İlköğretim Okulundan, Nusaybin Ortaokulundan ve 1993 yılında Nusaybin Lisesinden, 1998 yılında Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2002 yılında Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde Deprem ve Yapı Anabilim dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. Halen T.C. İstanbul Valiliği Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü'nde kontrol mühendisi olarak çalışmaktadır.



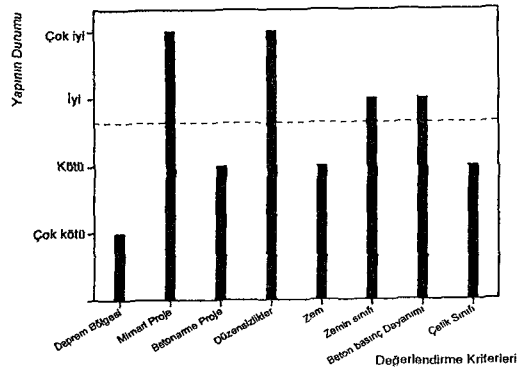
EK.1. Değerlendirmeye Alınan Eğitim Yapıları

	Okulun Adı	İlçe	Kat Sayısı	Toplam Alan (m ²)
1	Bakırköy Sabri Çalışkan Lisesi	Bakırköy	Z+3	1311,87
2	Ali Kul Çok Programlı Lise A Blok	Büyükçekmece	Z+2	3899,34
3	Ali Kul Çok Programlı Lise B Blok	Büyükçekmece	B+Z+2	2592
4	Zehra Mustafa Dalgıç Lisesi	Küçükçekmece	Z+3	3407,64
5	Kumburgaz Mehmet Erçağ Lisesi	Büyükçekmece	Z+2	976,8
6	75.Yıl Cumhuriyet Lisesi A Blok	Büyükçekmece	B+Z+3	2045,3
7	Küçükçekmece Ticaret Meslek Lisesi	Küçükçekmece	B+Z+3	7232,77
8	Avcılar Lisesi	Avcılar	Z+3	3348,84
9	Bakırköy Yeşilköy 50.Yıl Anadolu Lisesi	Bakırköy	B+Z+2	2745,8
10	Büyükçekmece Esenyurt Lisesi	Büyükçekmece	Z+2	1866,24
11	Bakırköy Ticaret Meslek Lisesi B Blok	Bakırköy	Z+3	5874,83
12	Atatürk Anadolu Meslek Lisesi	Küçükçekmece	Z+3	1947,92
13	75.Yıl Cumhuriyet Lisesi B Blok	Büyükçekmece	B+Z+3	2409,06
14	Avcılar İnsa Lisesi A Blok	Avcılar	B+Z+1	3503,34
15	Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi A Blok	Zeytinburnu	B+Z	1023,52
16	Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi B Blok	Zeytinburnu	B+Z+2	3056,08
17	Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi C-E Blok	Zeytinburnu	B+Z+2	1527,2
18	Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi D Blok	Zeytinburnu	B+Z+1	1831,68
19	Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi H Blok	Zeytinburnu	B	60,32
20	Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi F Blok	Zeytinburnu	B	594,87
21	Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi I Blok	Zeytinburnu	Z	8196,85
22	Şerife Baldöktü K.M. Lisesi	Silivri	B+Z+3	1609,65
23	Şehit Binbaşı Bedir Karabıyık Lisesi 1.Blok	Küçükçekmece	Z+3	3680
24	Büyükçekmece Lisesi A Blok	Büyükçekmece	Z+3	3436,96
25	Süleyman Nazif Lisesi A Blok	Avcılar	Z+3	3865,72
26	Süleyman Nazif Y.Dil Lisesi	Avcılar	Z+2	2264,95
27	Ataköy cumhuriyet Lisesi	Bakırköy	B+Z+3	6675,20
28	Silivri tek.Endüstri M. Lisesi	Silivri	Z+3	1930,96
29	Ayşe Ege Kız M. Lisesi	Beyoğlu	B+Z+5/3	8939,81
30	Sefaköy Lisesi A Blok	Küçükçekmece	Z+3	2794,91
31	Avcılar Tic. M. Lisesi A Blok	Avcılar	Z+3	3656,84
32	F. Kerim Gökay Anadolu Lisesi	Küçükçekmece	Z+3	3293,44
33	Halkalı Tic. M. ve Akşam Tic. M. Lisesi 1.Blok	Küçükçekmece	Z+3	3402,40
34	Silivri Değirmenköy Lisesi	Silivri	B+Z	418,90
35	Bakırköy Ticaret Meslek Lisesi A Blok	Bakırköy	Z+2	2406,00

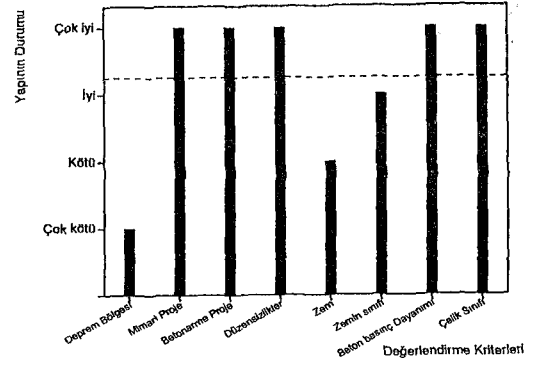
EK.1. Değerlendirmeye Alınan Eğitim Yapıları (devam).

	Okulun Adı	İlçe	Kat Sayısı	Toplam Alan (m ²)
36	Adalar H.R.Gürpınar Ç. Prog. Lise A Blok	Adalar	B+Z+1	1810,14
37	Halkalı Tic. M. ve Akşam Tic. M. Lisesi 2.Blok	Küçükçekmece	Z+3	3402,40
38	Adalar H.R.Gürpınar Ç. Prog. Lise C Blok	Adalar	Z+1	979,80
39	Avcılar E. M. L. (Tenis Atöl.) A Blok	Avcılar	Z	414,83
40	Avcılar E. M. L. (Tenis Atöl.) B Blok	Avcılar	Z	414,83
41	Avcılar E. M. L. (Tenis Atöl.) C Blok	Avcılar	Z+Asma	566,85
42	Avcılar E. M. L. (Tenis Atöl.) D Blok	Avcılar	Z+Asma	481,26
43	Avcılar E. M. L. (Tenis Atöl.) E Blok	Avcılar	Z	249,80
44	Avcılar E. M. L. (Tenis Atöl.) F Blok	Avcılar	Z+1	868,21
45	Avcılar E. M. L. (Tenis Atöl.) G Blok	Avcılar	Z+1	636,31
46	Avcılar E. M. L. (Tenis Atöl.) H Blok	Avcılar	Z	249,56
47	Avcılar E. M. L. (Elektrik Atöl.) A Blok	Avcılar	B+Z+2	1627,28
48	Avcılar E. M. L. (Elektrik Atöl.) B Blok	Avcılar	B+Z+2	1969,91
49	Avcılar E. M. L. Derslik Bloğu	Avcılar	B+Z+3	4406,00
50	Bakırköy Ticaret Meslek Lisesi C Blok	Bakırköy	B+Z	2800,60
51	Süleyman Nazif Lisesi B Blok	Avcılar	Z+3	3865,00
52	Süleyman Nazif Lisesi C Blok	Avcılar	Z+3	3865,00
53	Şehit Binbaşı Bedir Karabıyık Lisesi 2.Blok	Avcılar	Z+3	3680,00
54	Şehit Binbaşı Bedir Karabıyık Lisesi 3.Blok	Avcılar	Z+3	3680,00
55	Sefaköy Lisesi B Blok	Küçükçekmece	Z+3	2794,91
56	Büyükçekmece Lisesi B Blok	Büyükçekmece	Z+3	3436,96
57	Büyükçekmece Lisesi C Blok	Büyükçekmece	Z+3	3436,96
58	Avcılar Tic. M. Lisesi B Blok	Avcılar	Z+3	3656,84
59	Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi E Blok	Zeytinburnu	B	500,87
60	Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi J Blok	Zeytinburnu	Z	2500,85
61	Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi K Blok	Zeytinburnu	Z	2400,05
62	Avcılar Endüstri Meslek Lisesi Ana Bina	Avcılar	Z+2	2600,15
63	Avcılar Tic. M. Lisesi C Blok	Avcılar	Z+3	3656,84
64	Avcılar Endüstri Meslek Lisesi A Blok	Avcılar	Z+3	3400,50
65	Halkalı Tic. M. ve Akşam Tic. M. Lisesi 2.Blok	Küçükçekmece	Z+3	3402,40

EK 2. Yapıların Güçlendirme Öncesi ve Sonrası Durumlarının Grafikleri.

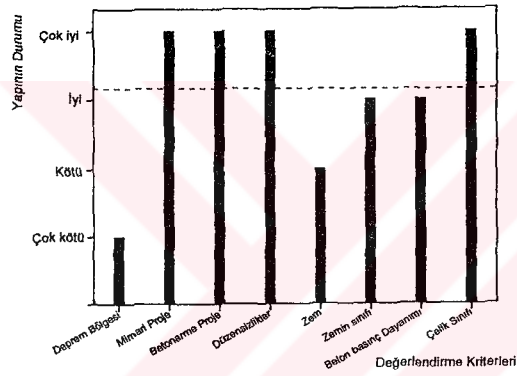


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

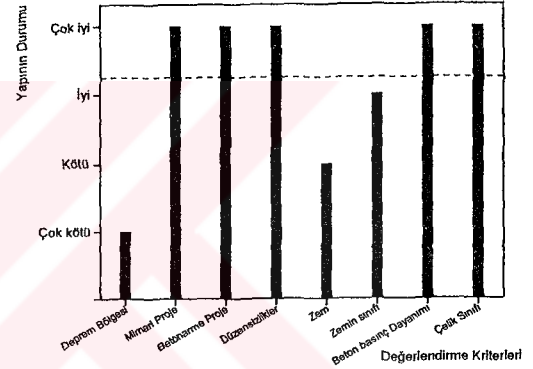


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil 3.1. Avcılar Anadolu Teknik Lisesi Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi(E Blok)

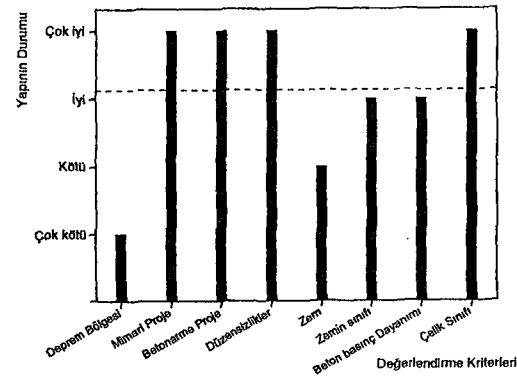


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

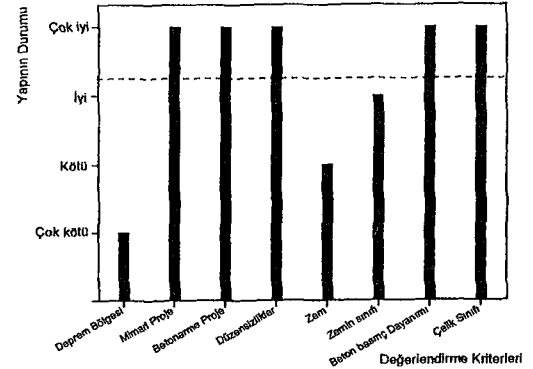


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.2. Avcılar Anadolu Teknik Lisesi Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi(A Blok)

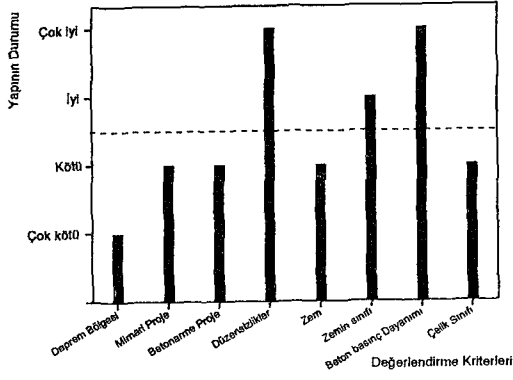


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

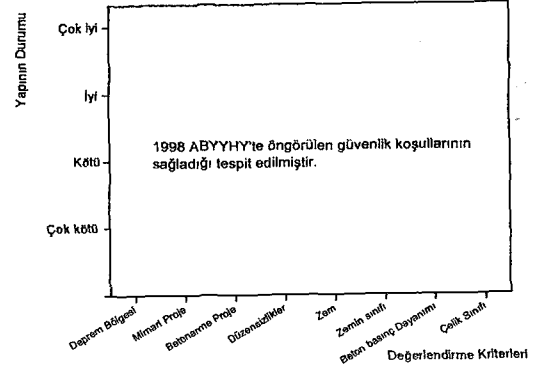


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

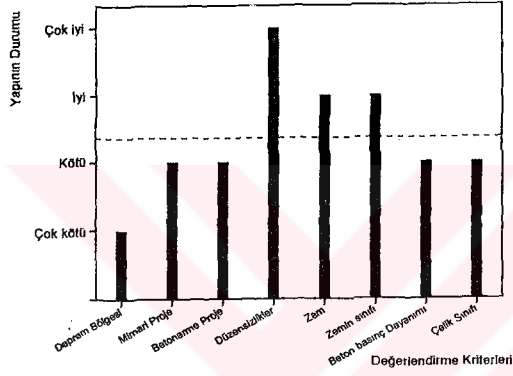
Şekil.3.3. Avcılar Anadolu Teknik Lisesi Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi(B Blok)



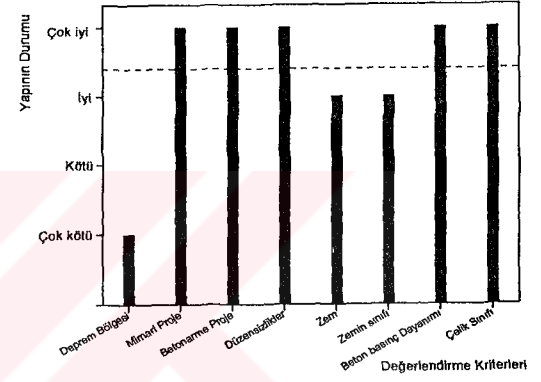
(a) Güçlendirme Öncesi Durum
Şekil.3.4. Silivri Değirmenköy Lisesi



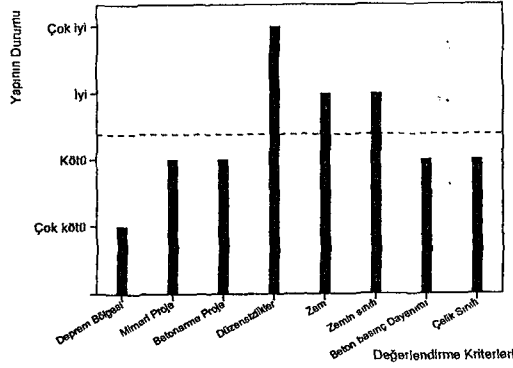
(b) Güçlendirme Sonrası Durum



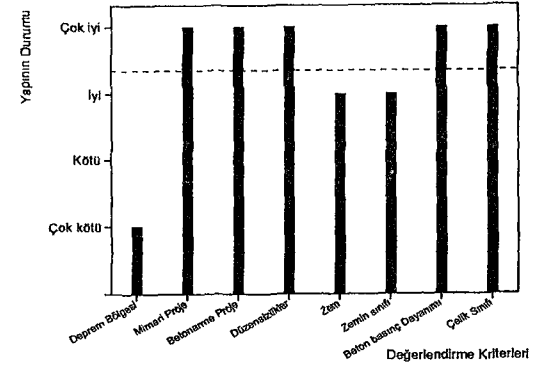
(a) Güçlendirme Öncesi Durum
Şekil.3.5. Heybeli Ada Hüseyin Rahmi Gürpınar Lisesi A Blok



(b) Güçlendirme Sonrası Durum

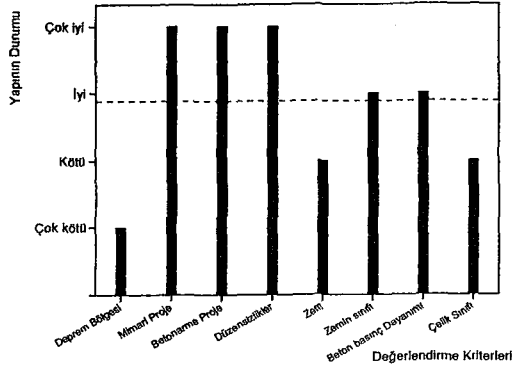


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

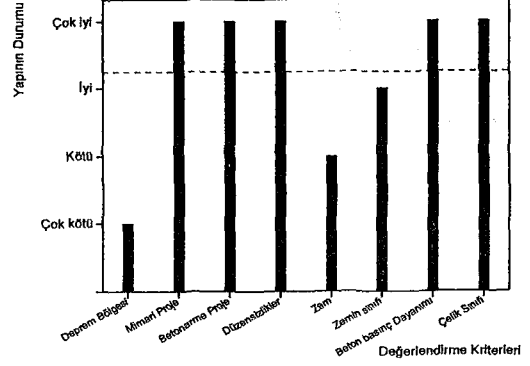


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.6. Heybeli Ada Hüseyin Rahmi Gürpınar Lisesi 1.Kısım C Blok

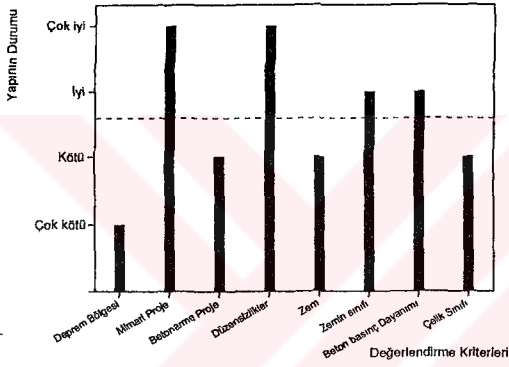


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

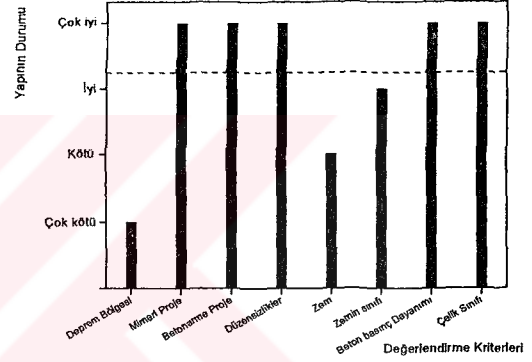


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.7. Avcılar Anadolu Teknik Lisesi, Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi Ana Bina.

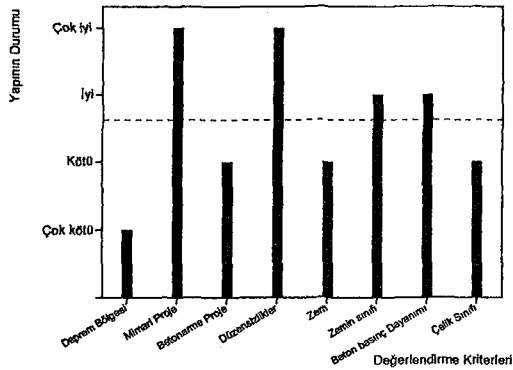


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

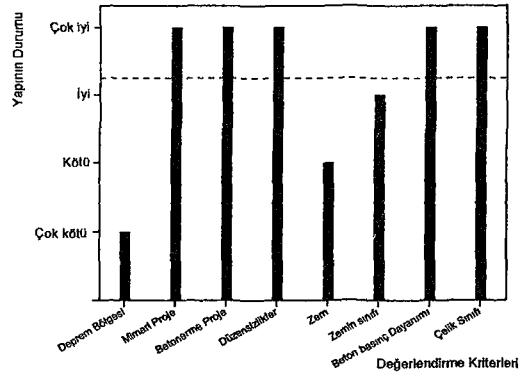


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.8. Avcılar Anadolu Teknik Lisesi, Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi Teknisyen Atölyesi A Blok.

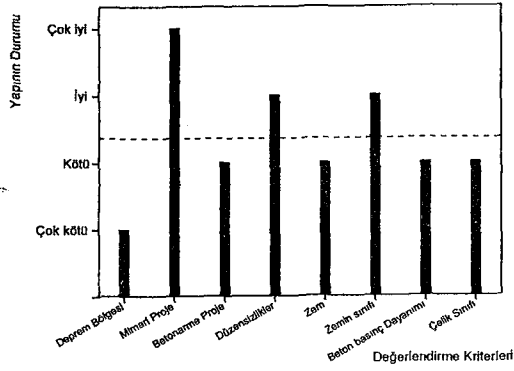


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

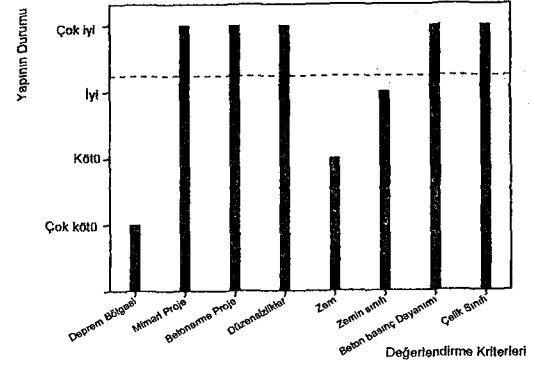


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.9. Avcılar Anadolu Teknik Lisesi, Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi Teknisyen Atölyesi B Blok.

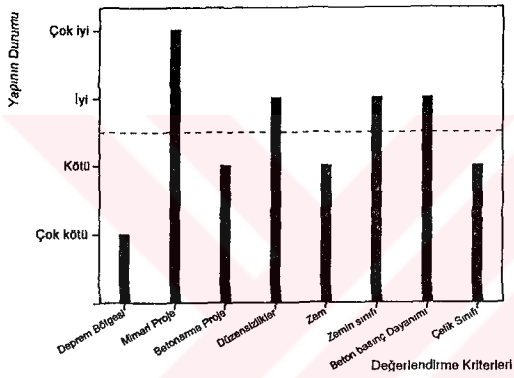


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

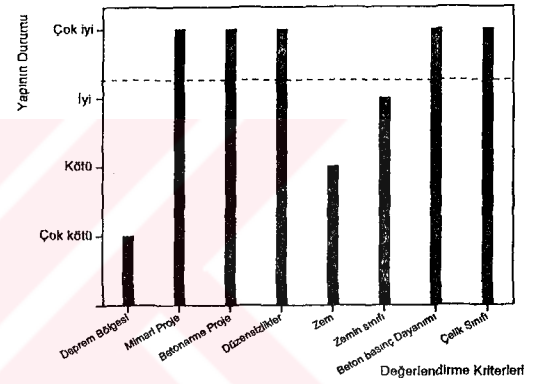


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.10. Avcılar Anadolu Teknik Lisesi, Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi Teknisyen Atölyesi C Blok.

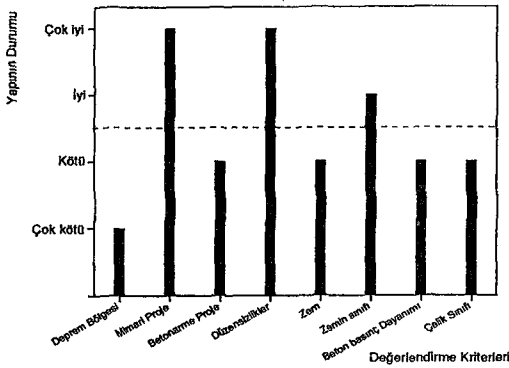


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

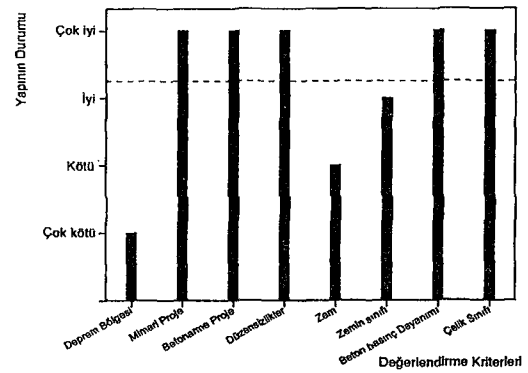


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.11. Avcılar Anadolu Teknik Lisesi, Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi Teknisyen Atölyesi D Blok.

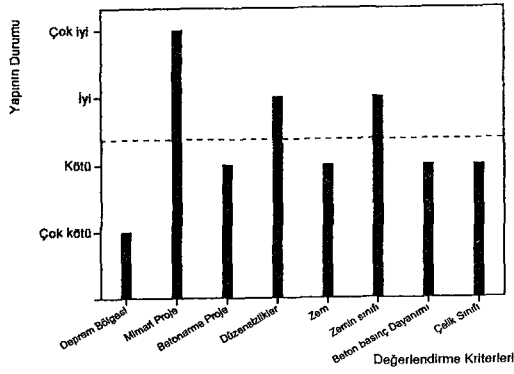


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

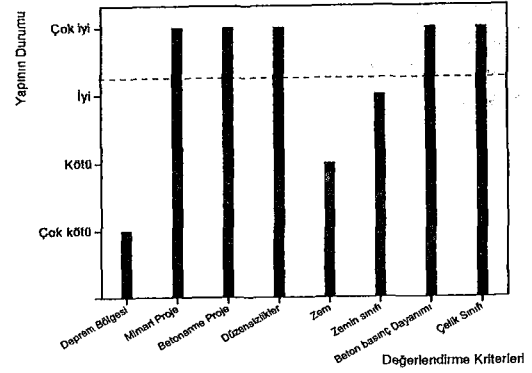


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.12. Avcılar Anadolu Teknik Lisesi, Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi Teknisyen Atölyesi F Blok.

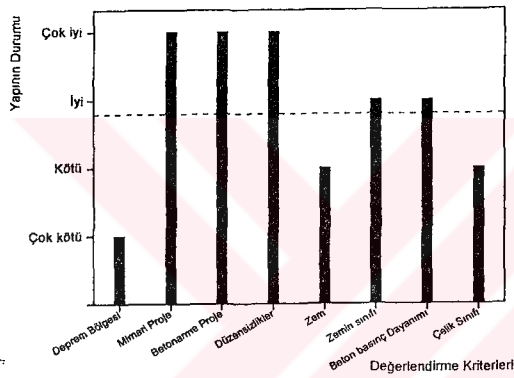


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

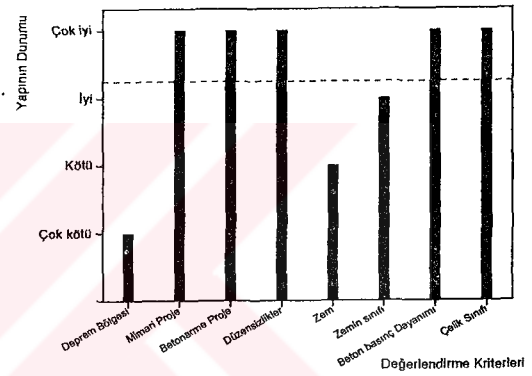


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.13. Avcılar Anadolu Teknik Lisesi, Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi Teknisyen Atölyesi G Blok.

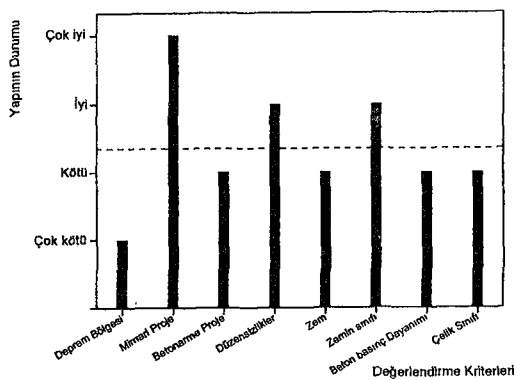


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

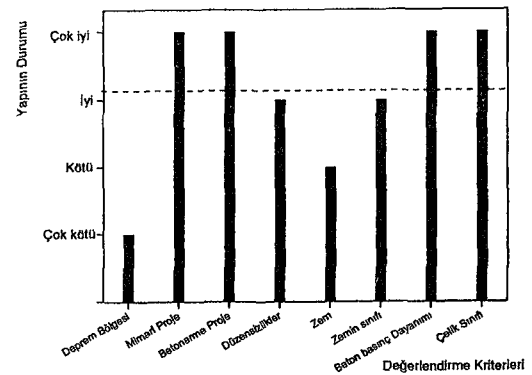


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.14. Büyükçekmece Esenyurt Lisesi.

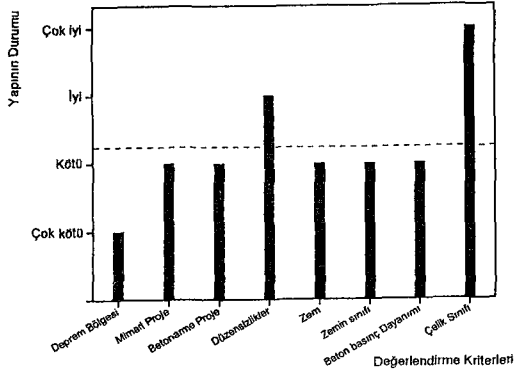


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

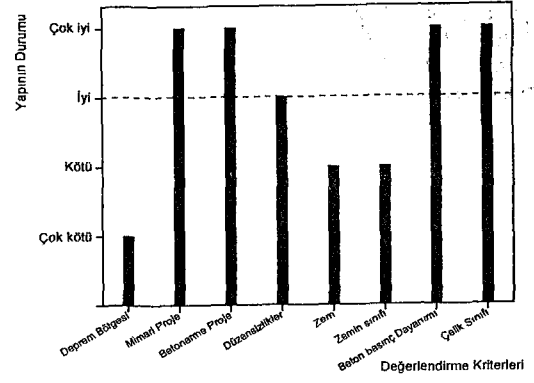


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.15. Bakırköy Ticaret Meslek Lisesi (A Blok).

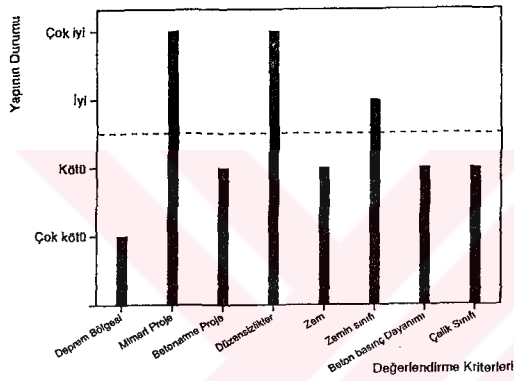


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

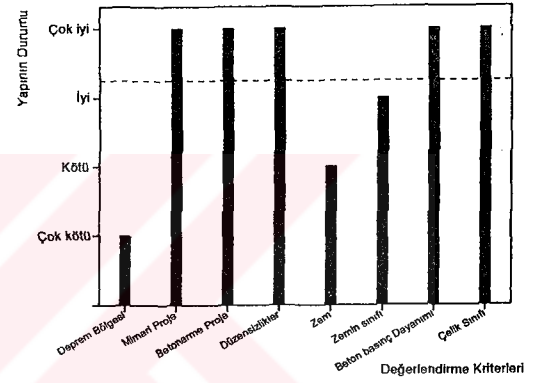


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.16. Avcılar Lisesi

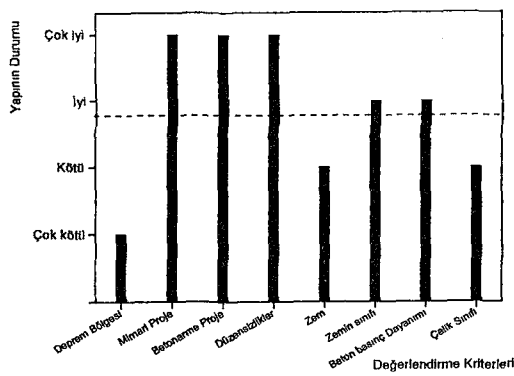


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

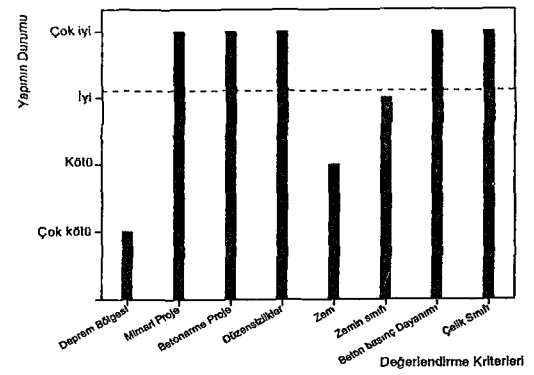


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.17. Bakırköy Ticaret Meslek Lisesi C Blok.

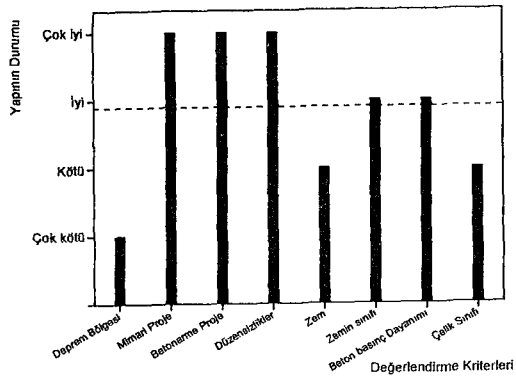


(a) Güçlendirme Öncesi Durum



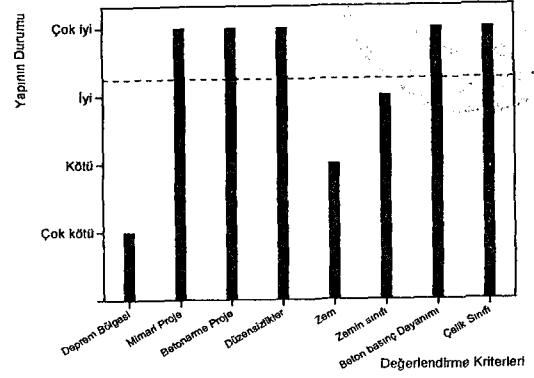
(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.18. Süleyman Nazif Lisesi (A Blok).

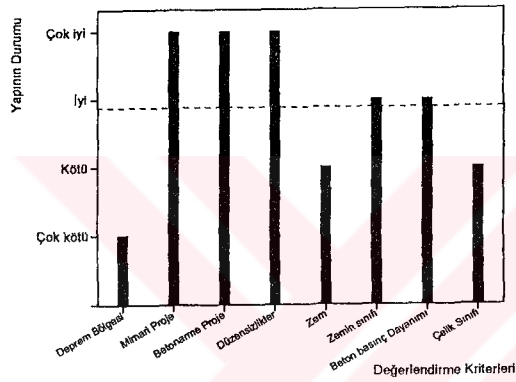


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

Şekil.3.19. Süleyman Nazif Lisesi (B Blok).

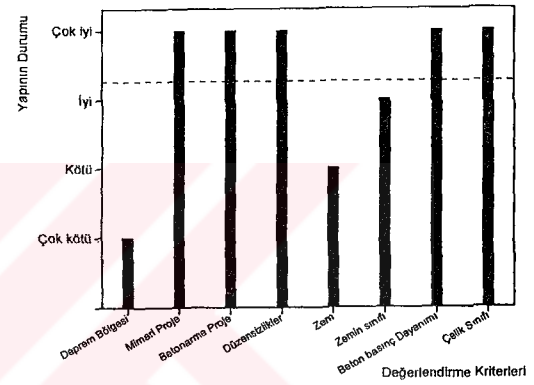


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

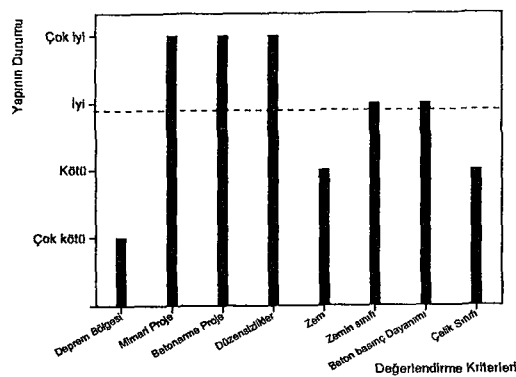


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

Şekil.3.20. Süleyman Nazif Lisesi (C Blok).

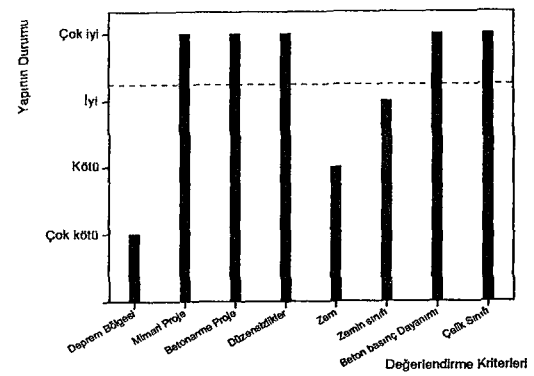


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

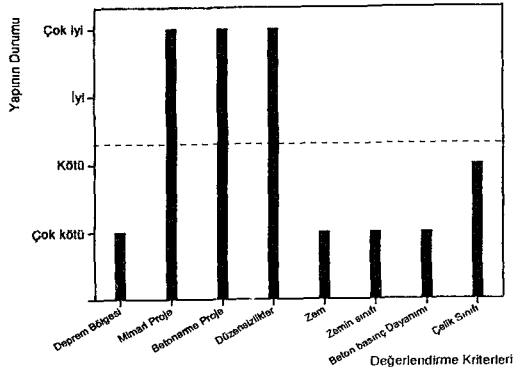


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

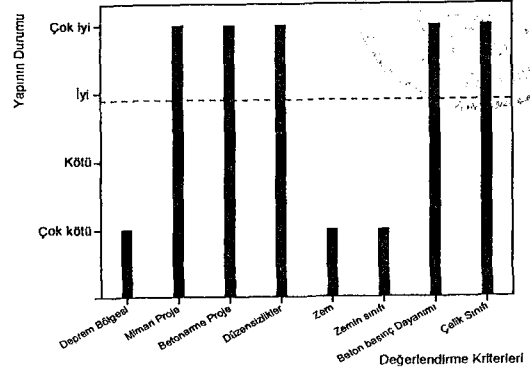
Şekil.3.21. Süleyman Nazif Lisesi Yabancı Dil Okul Binası.



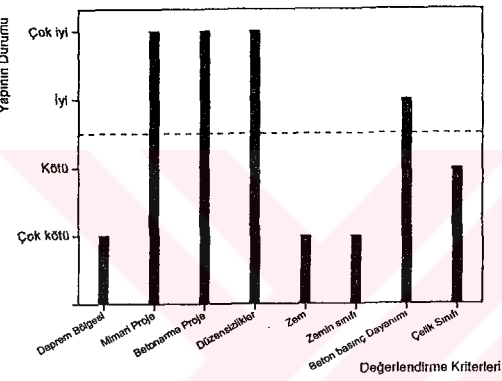
(b) Güçlendirme Sonrası Durum



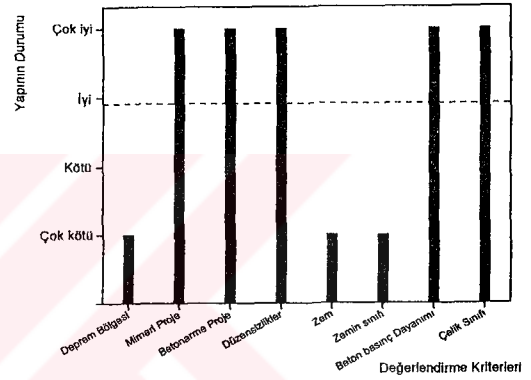
(a) Güçlendirme Öncesi Durum



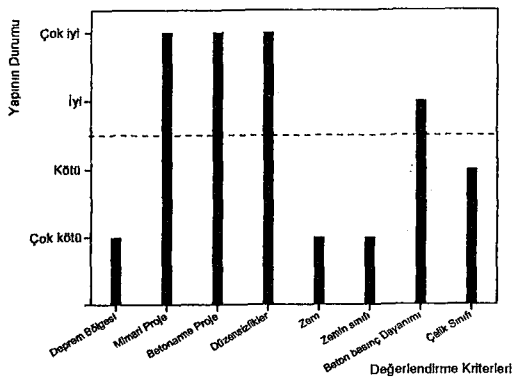
(b) Güçlendirme Sonrası Durum



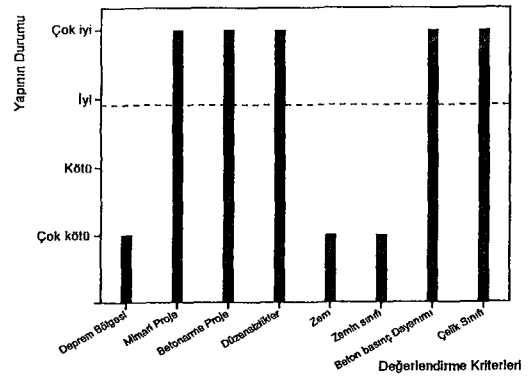
(a) Güçlendirme Öncesi Durum



(b) Güçlendirme Sonrası Durum

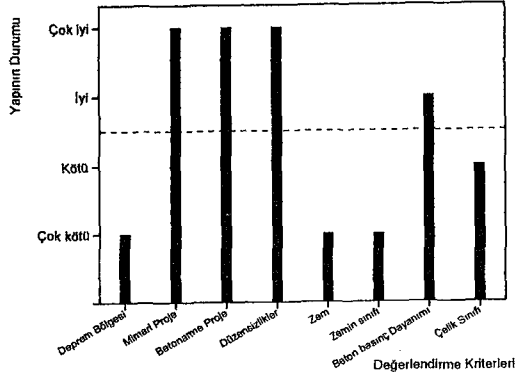


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

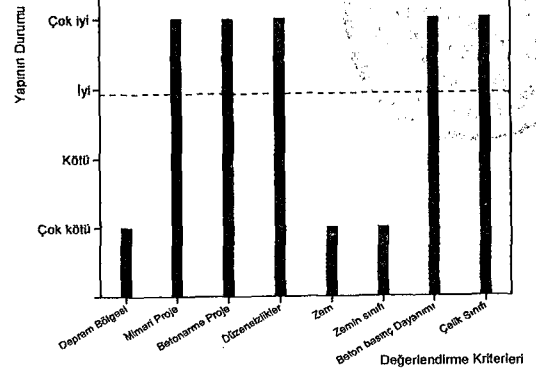


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.24. K.Çekmece Şehit Binbaşı Bedir Karabıyık Lisesi (2. Blok)

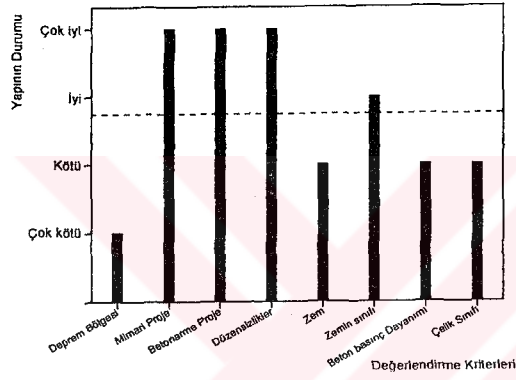


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

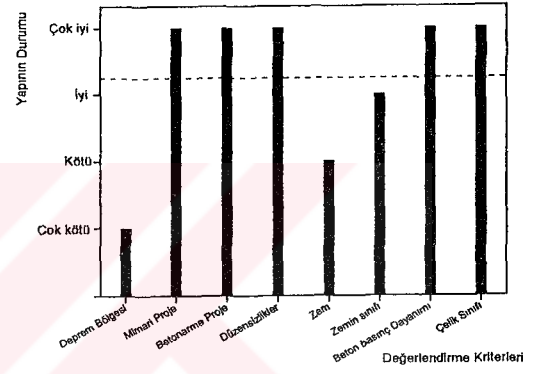


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.25. K.Çekmece Şehit Binbaşı Bedir Karabıyık Lisesi (3. Blok)

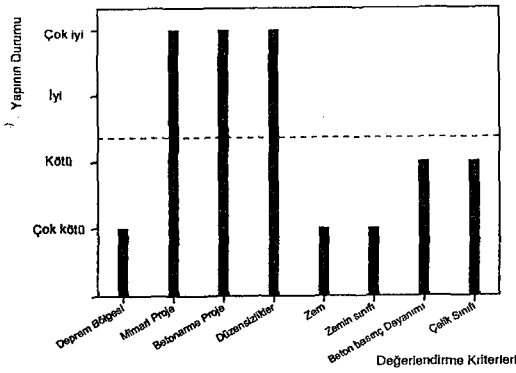


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

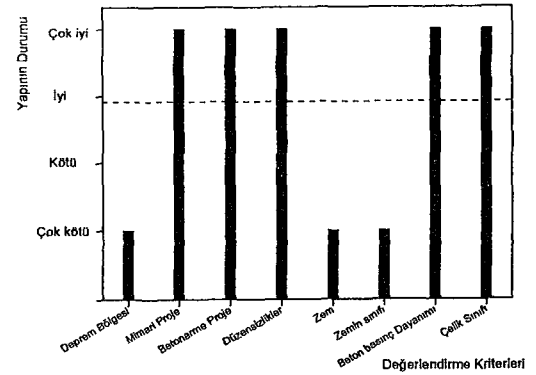


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.26. Silivri Şerife Baldöktü Kız Meslek Lisesi.

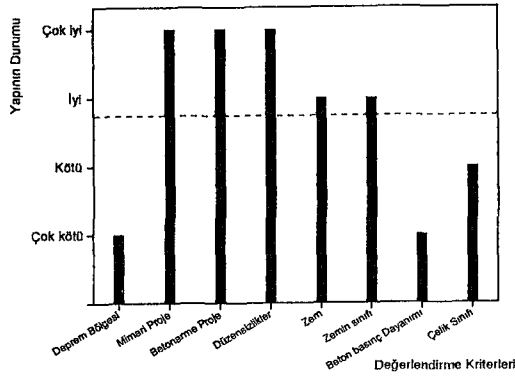


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

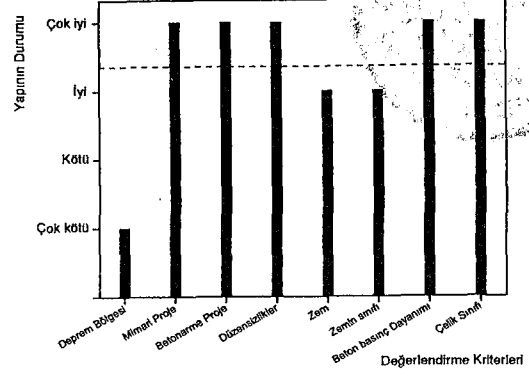


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.27. Silivri Endüstri Meslek Lisesi.

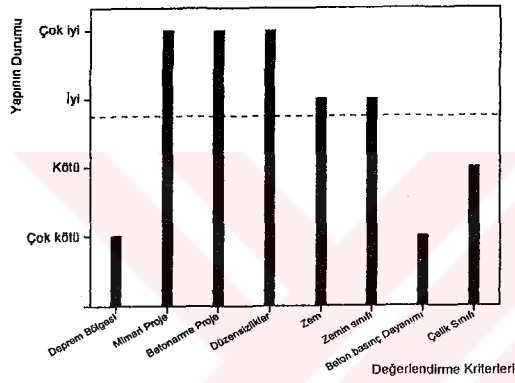


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

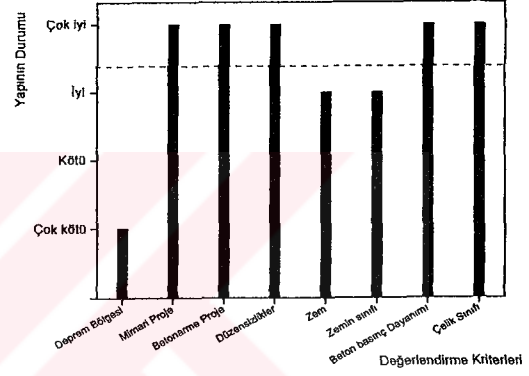


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.28. K.Çekmece Sefaköy Lisesi (A Blok).

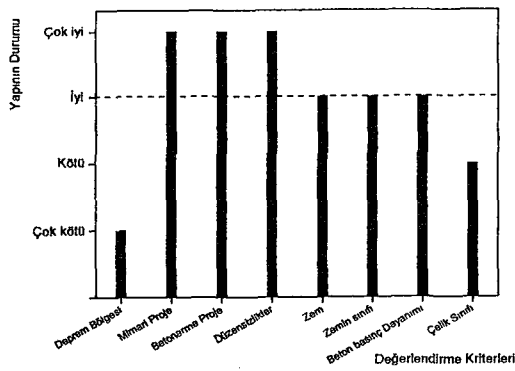


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

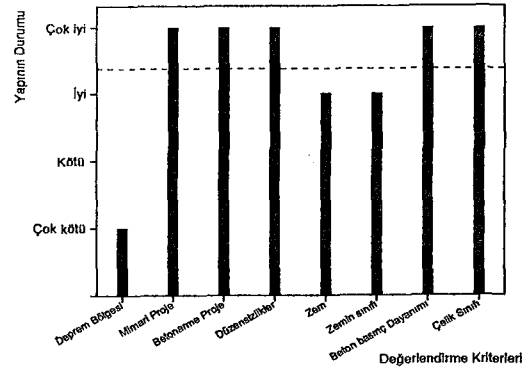


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.29. K.Çekmece Sefaköy Lisesi (B Blok).

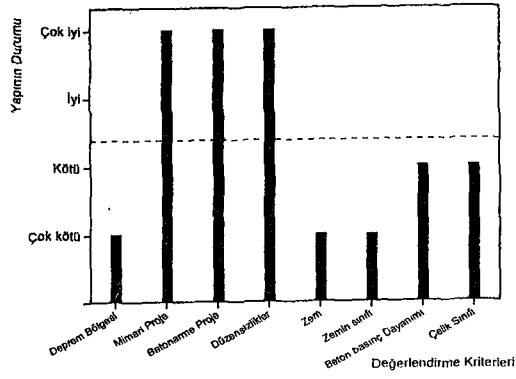


(a) Güçlendirme Öncesi Durum



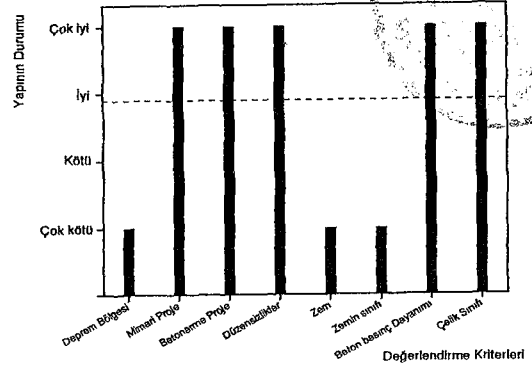
(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.30. Ataköy Cumhuriyet Lisesi

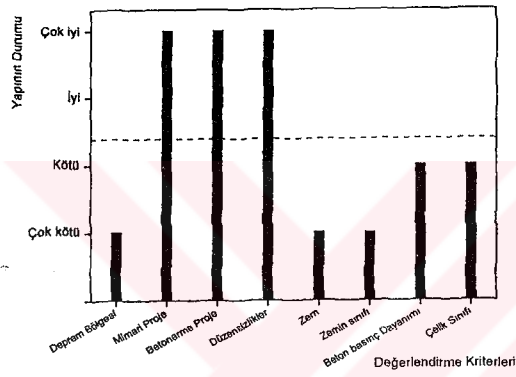


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

Şekil.3.31. Büyükçekmece Lisesi (A Blok)

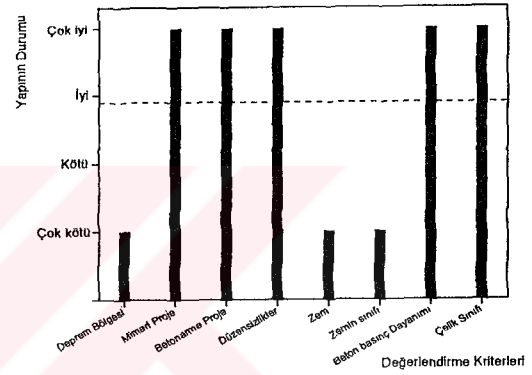


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

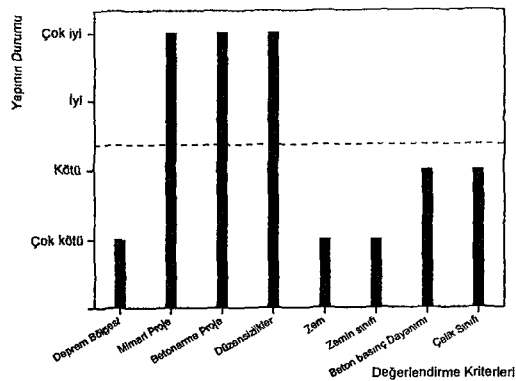


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

Şekil.3.32. Büyükçekmece Lisesi (B Blok)

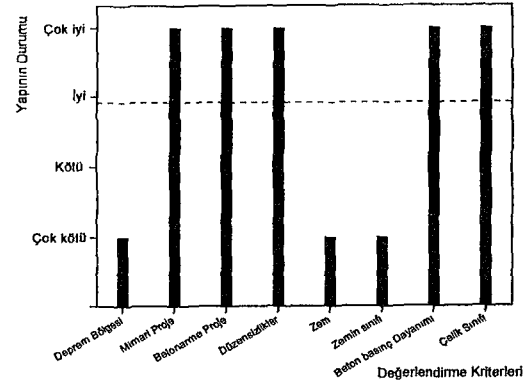


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

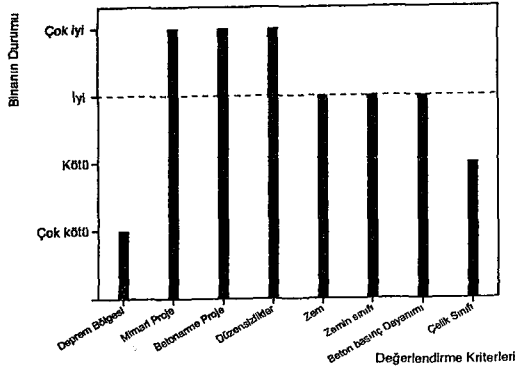


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

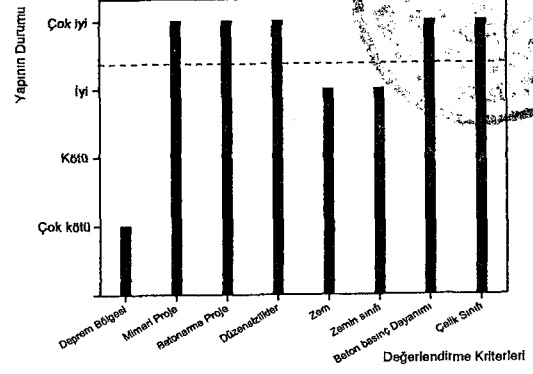
Şekil.3.33. Büyükçekmece Lisesi (C Blok)



(b) Güçlendirme Sonrası Durum

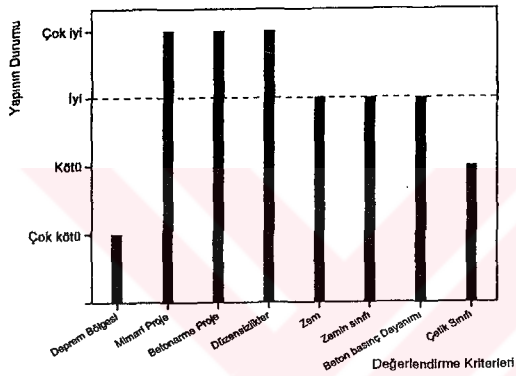


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

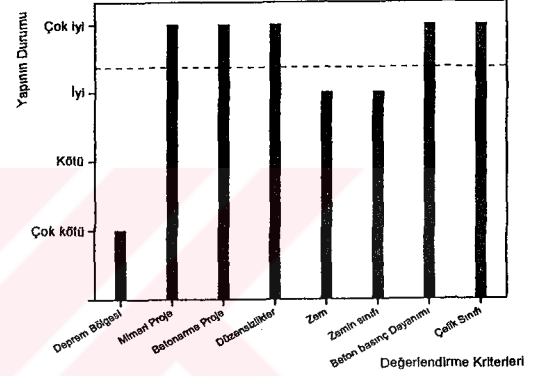


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.34. Avcılar Ticaret Meslek Lisesi (A Blok)

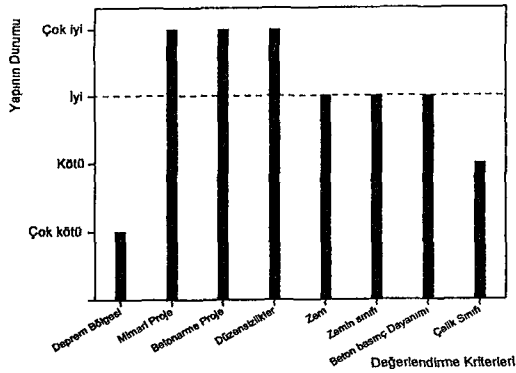


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

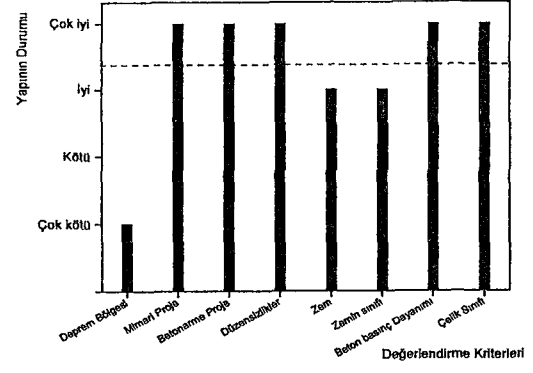


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.35. Avcılar Ticaret Meslek Lisesi (B Blok)

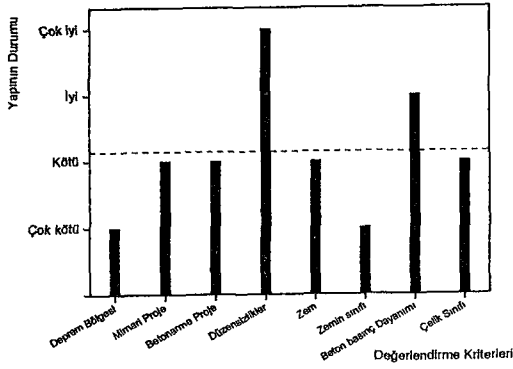


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

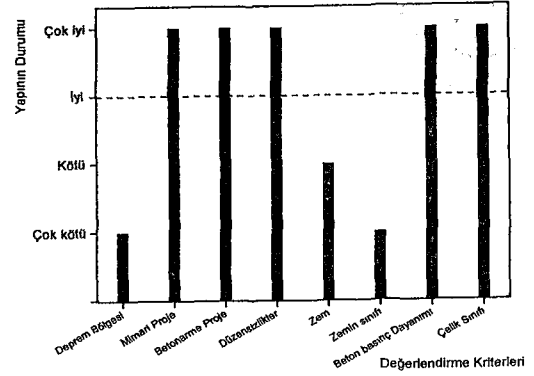


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.36. Avcılar Ticaret Meslek Lisesi (C Blok)

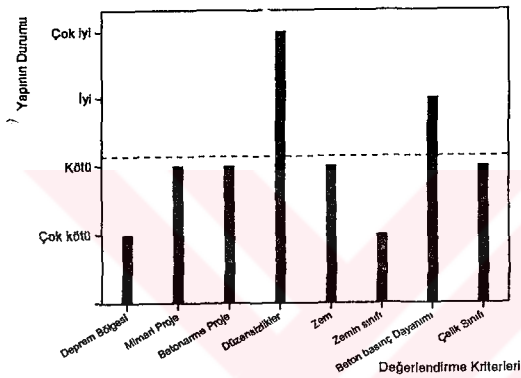


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

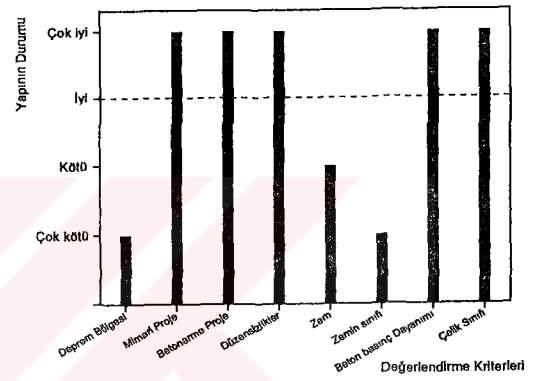


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.37. K.Çekmece Fahrettin Kerim Gökay Anadolu Lisesi

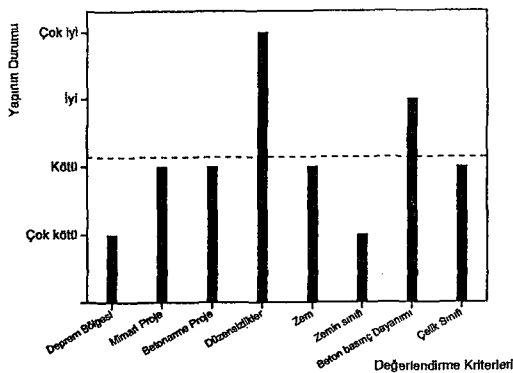


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

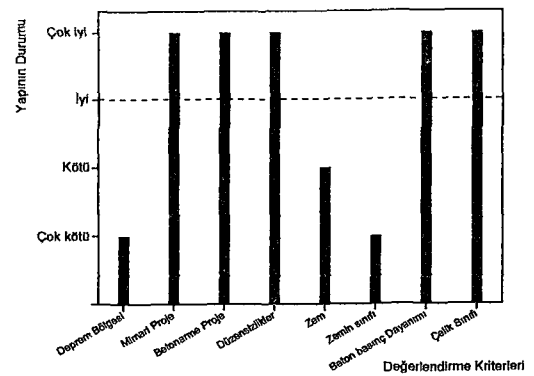


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.38. K.Çekmece Halkalı Ticaret Meslek ve Akşam Ticaret Meslek Lisesi (1. Blok)

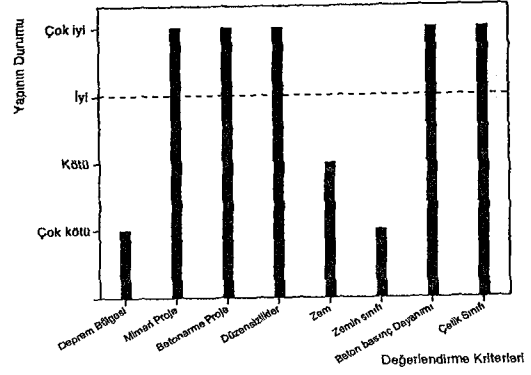
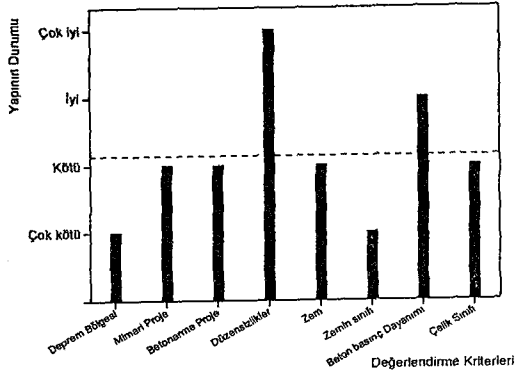


(a) Güçlendirme Öncesi Durum



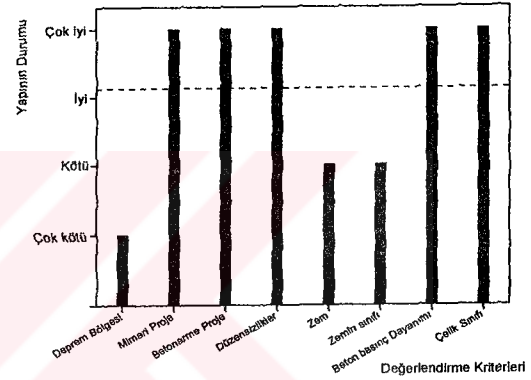
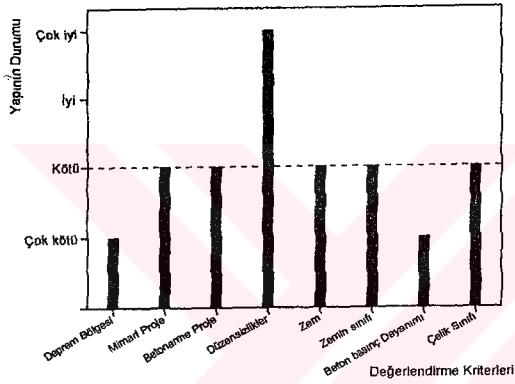
(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.39. K.Çekmece Halkalı Ticaret Meslek ve Akşam Ticaret Meslek Lisesi (2. Blok)



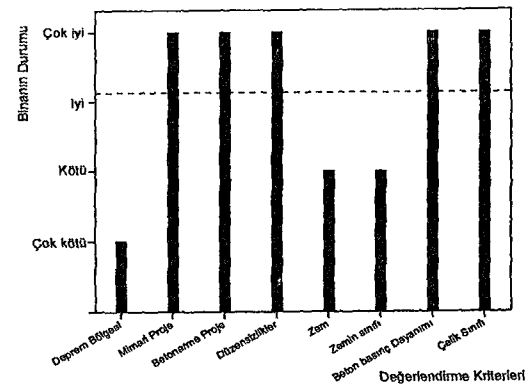
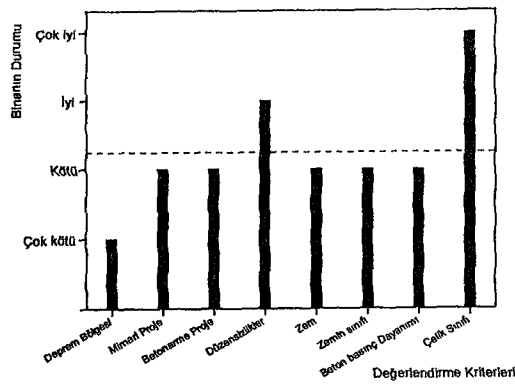
(a) Güçlendirme Öncesi Durum
Şekil.3.40. K.Çekmece Halkalı Ticaret Meslek ve Akşam Ticaret Meslek Lisesi
(3. Blok)

(b) Güçlendirme Sonrası Durum



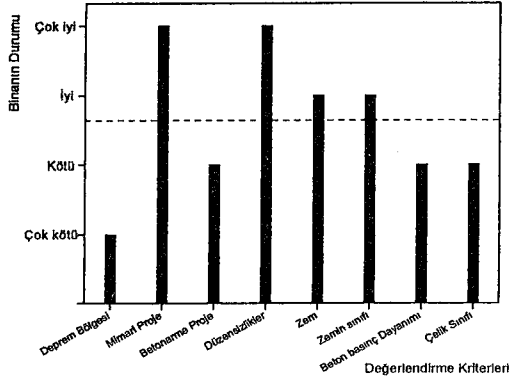
(a) Güçlendirme Öncesi Durum
Şekil.3.41. Süleyman Nazif Lisesi (Yabancı Dil)

(b) Güçlendirme Sonrası Durum

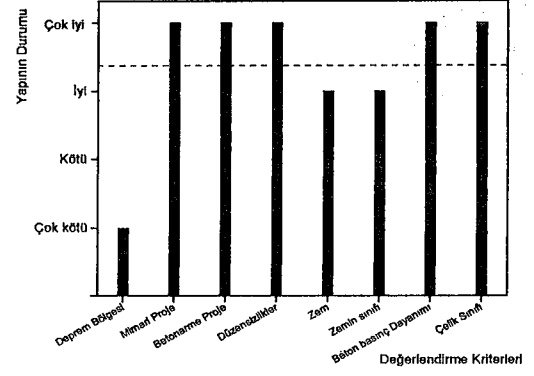


(a) Güçlendirme Öncesi Durum
Şekil.3.42. Avcılar İnsa Lisesi (A Blok)

(b) Güçlendirme Sonrası Durum

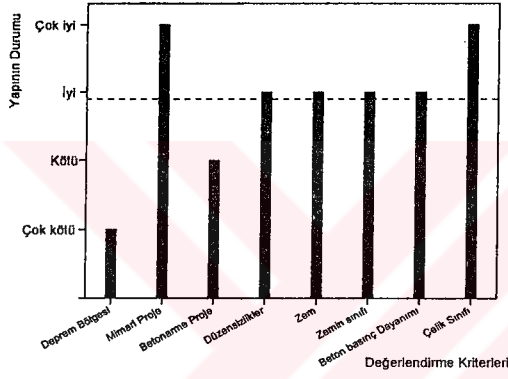


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

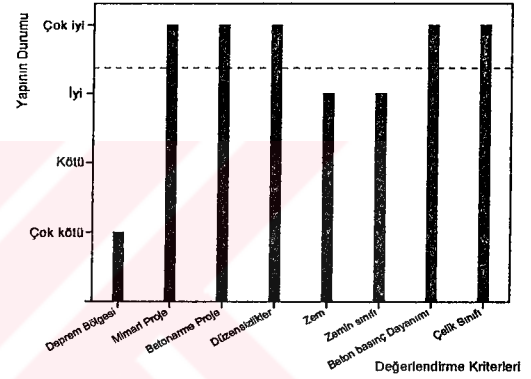


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.43. Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi (A Blok)

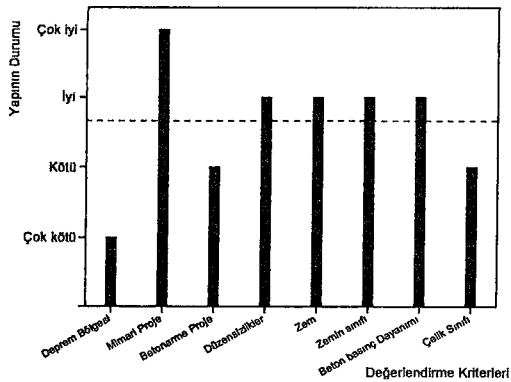


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

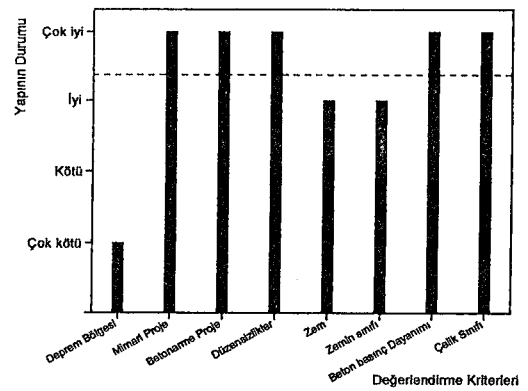


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.44. Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi (B Blok)

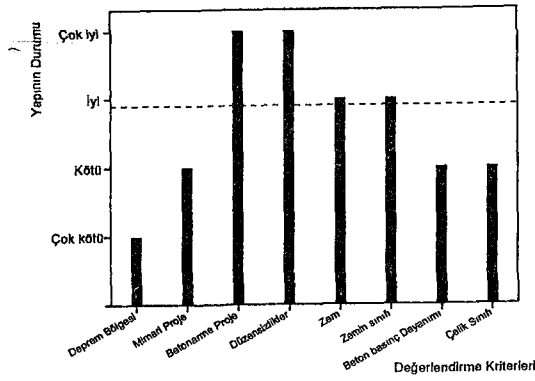


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

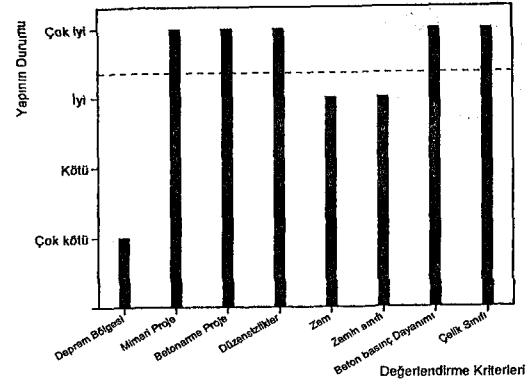


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.45. Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi (C Blok)

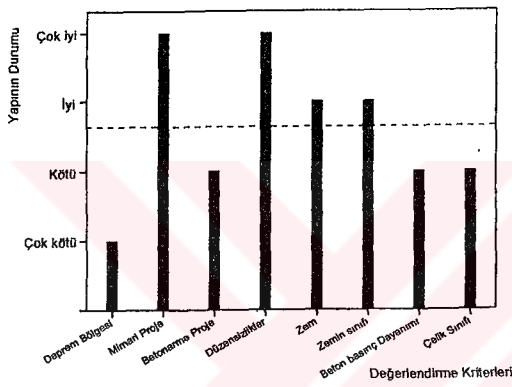


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

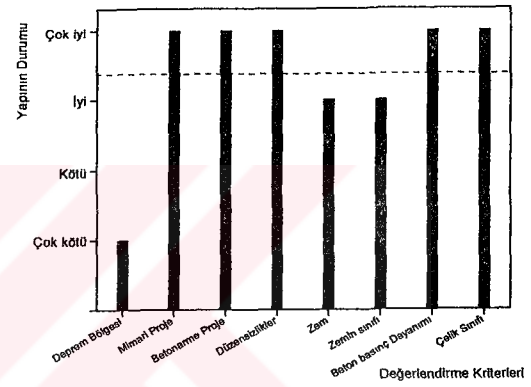


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.46. Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi (E Blok)

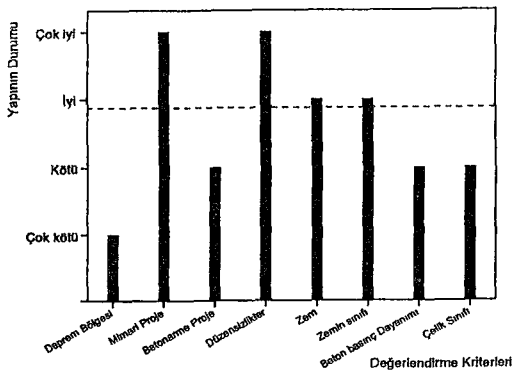


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

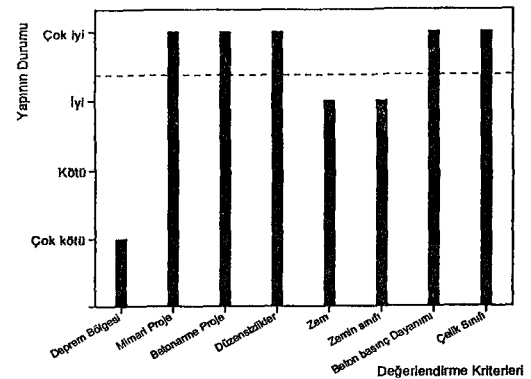


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.47. Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi (H Blok)

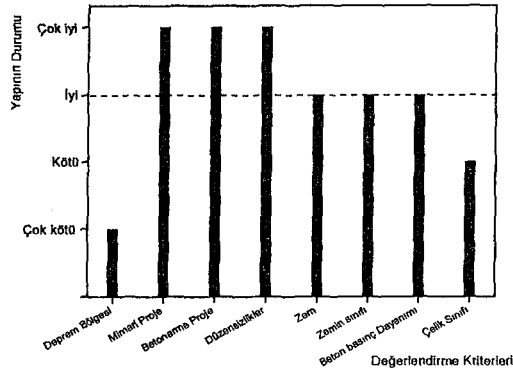


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

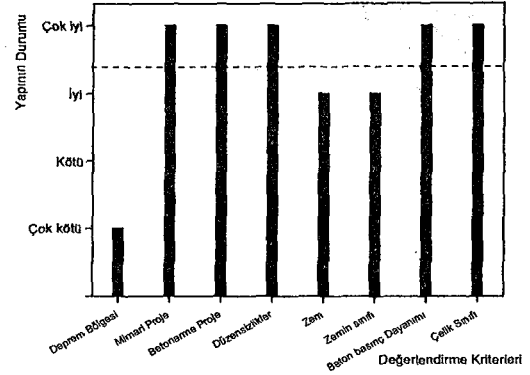


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.48. Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi (F Blok)

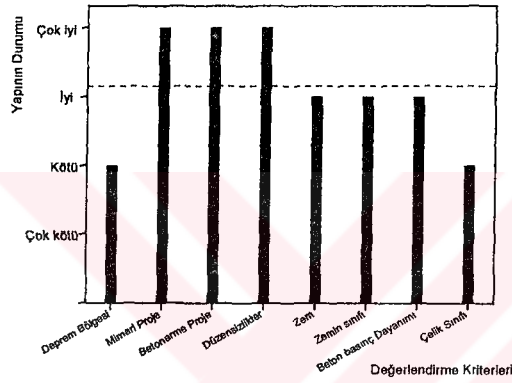


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

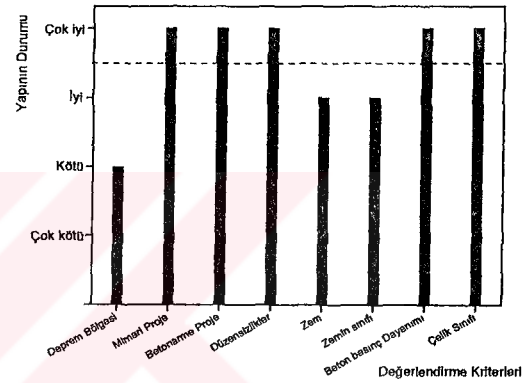


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.49. B.Çekmece 75. Yıl Cumhuriyet Lisesi (B Blok)

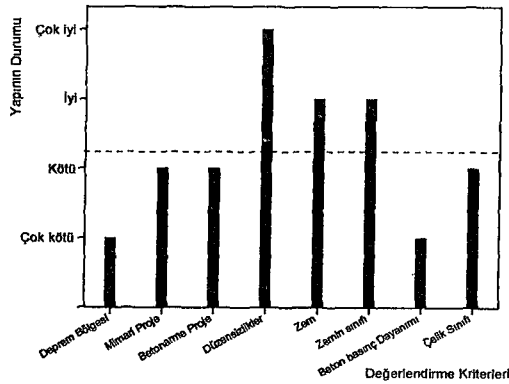


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

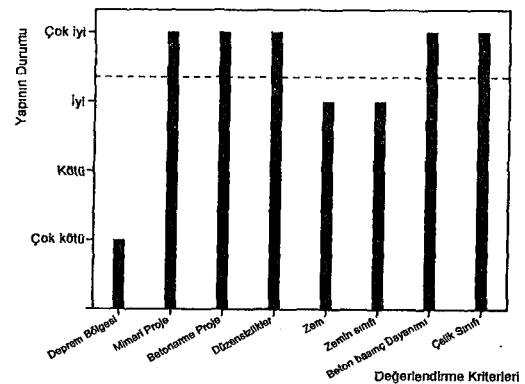


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.50. B.Çekmece 75. Yıl Cumhuriyet Lisesi (A Blok)

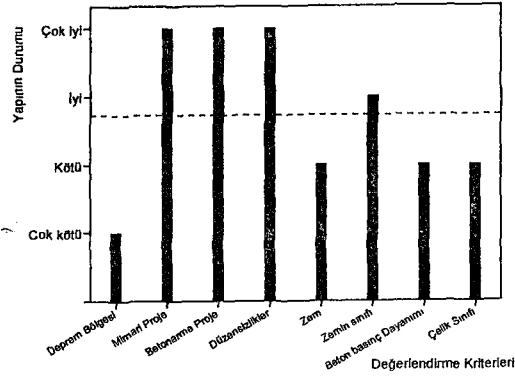


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

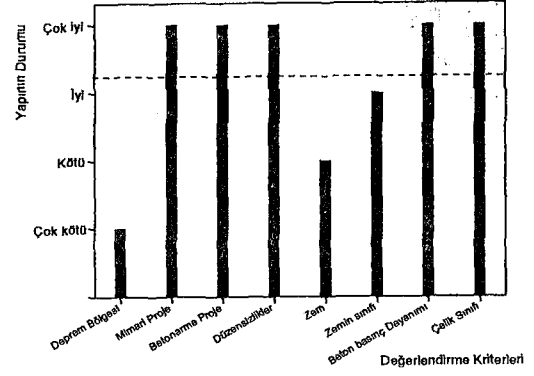


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

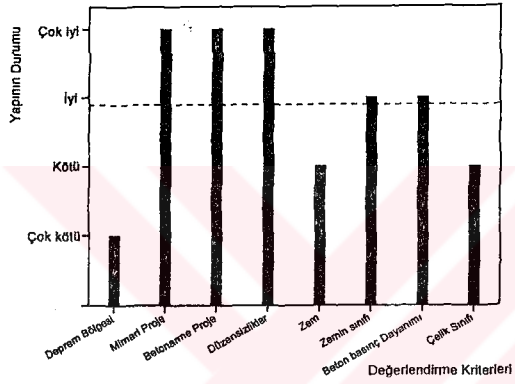
Şekil.3.51. B.Çekmece Kumburgaz Mehmet Erçağ T.M. Lisesi



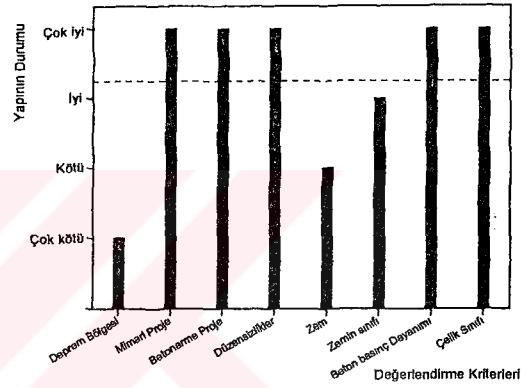
(a) Güçlendirme Öncesi Durum
Şekil.3.52. B.Çekmece Esenyurt Lisesi



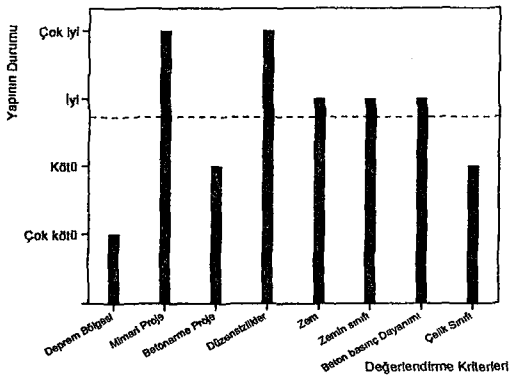
(b) Güçlendirme Sonrası Durum



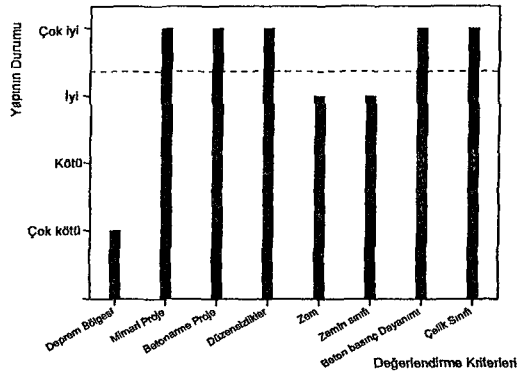
(a) Güçlendirme Öncesi Durum
Şekil.3.53. K.Çekmece Ticaret Meslek Lisesi



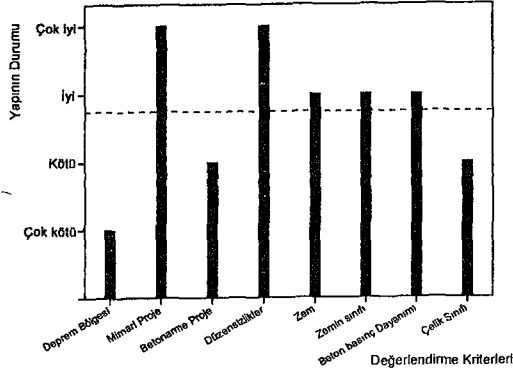
(b) Güçlendirme Sonrası Durum



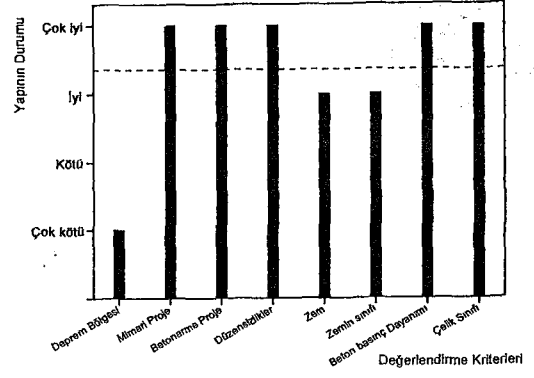
(a) Güçlendirme Öncesi Durum
Şekil.3.54. Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi (D Blok)



(b) Güçlendirme Sonrası Durum

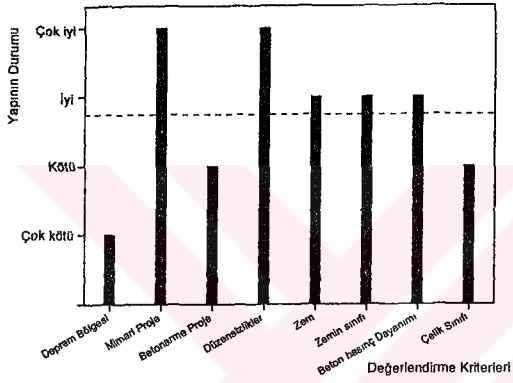


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

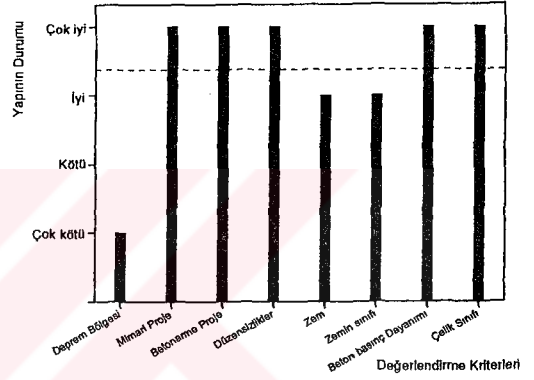


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.55. Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi (I Blok)

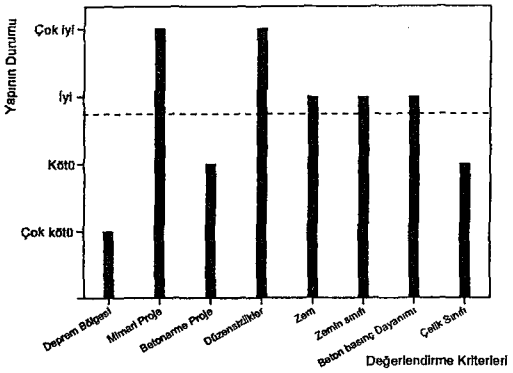


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

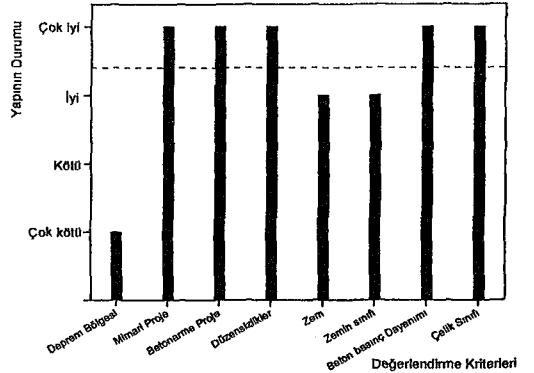


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.56. Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi (J Blok)

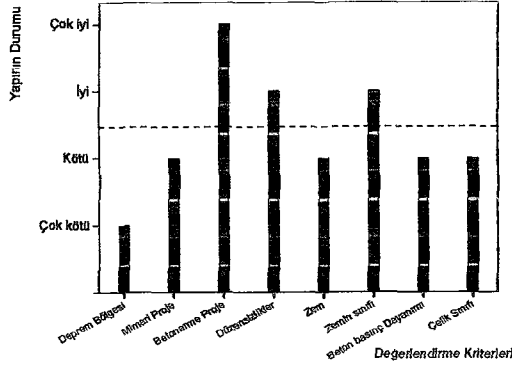


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

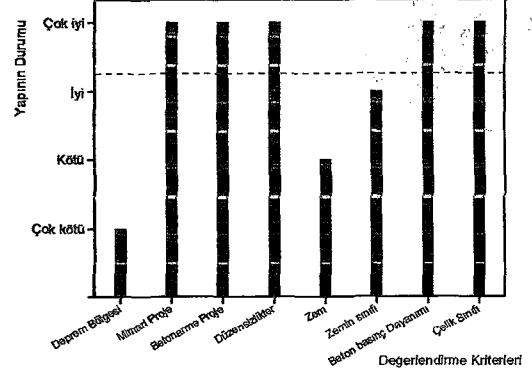


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.57. Zeytinburnu Tekstil Meslek Lisesi (K Blok)

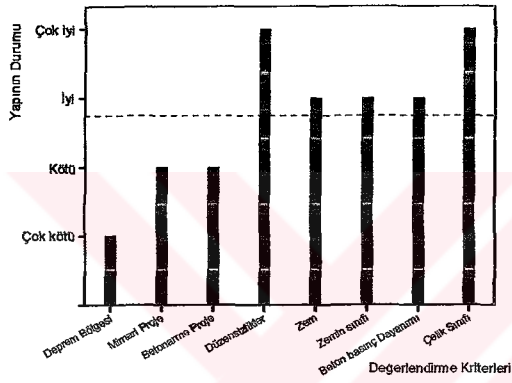


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

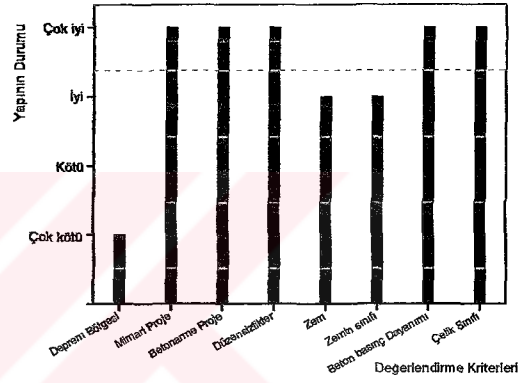


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.58. Bakırköy Ticaret Meslek Lisesi (B Blok)

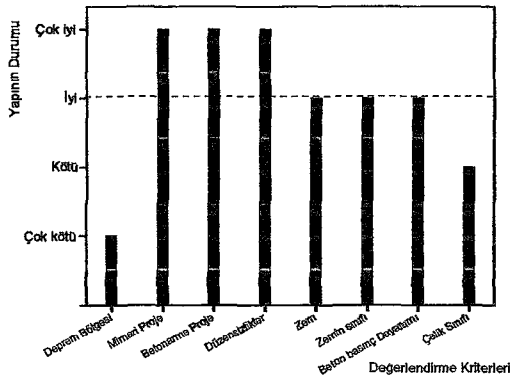


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

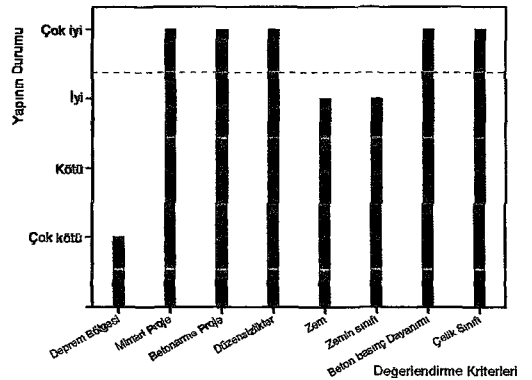


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

Şekil.3.59. K.Çekmece Atatürk Anadolu Meslek Lisesi

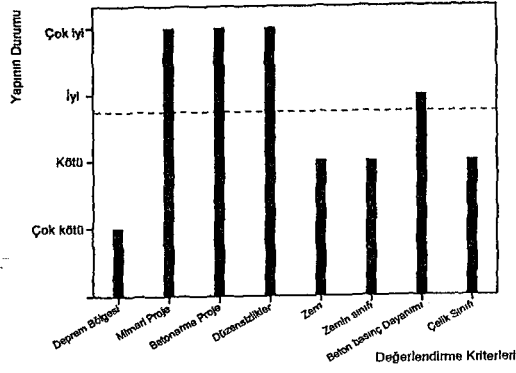


(a) Güçlendirme Öncesi Durum

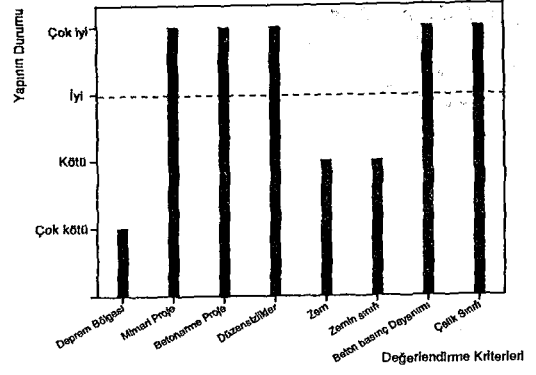


(b) Güçlendirme Sonrası Durum

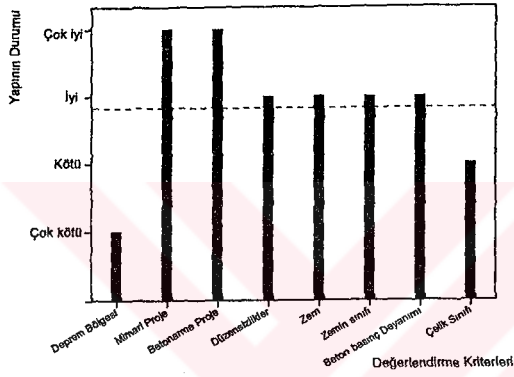
Şekil.3.60. K.Çekmece Zehra Mustafa Dalgıç T.M. Lisesi



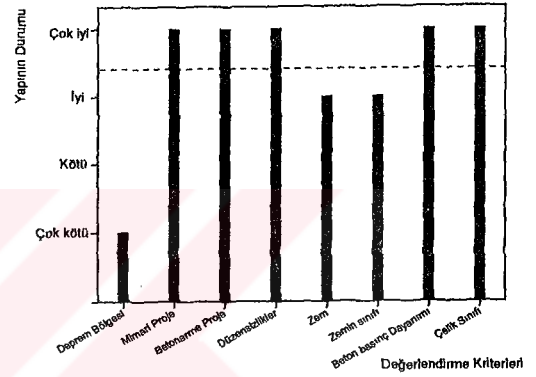
(a) Güçlendirme Öncesi Durum
Şekil.3.61. Sabri Çalışkan Lisesi



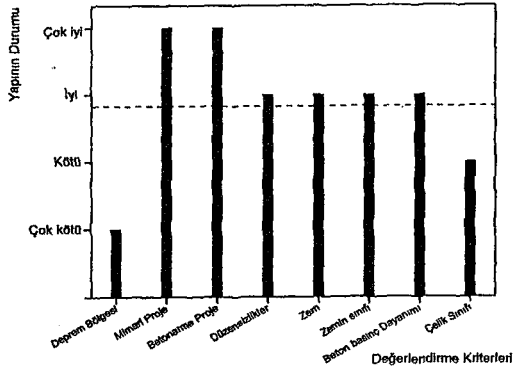
(b) Güçlendirme Sonrası Durum



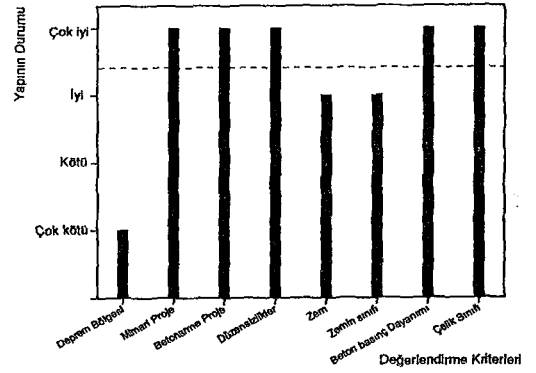
(a) Güçlendirme Öncesi Durum
Şekil.3.62. B.Çekmece Ali Kul Çok Programlı Lise (A Blok)



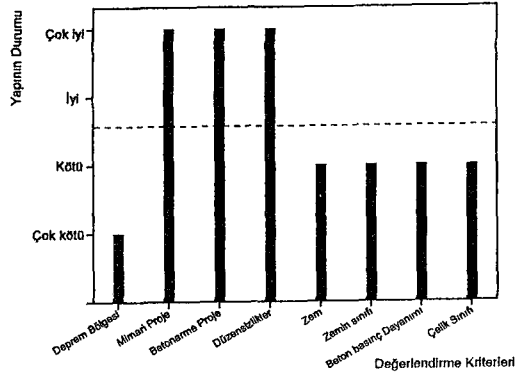
(b) Güçlendirme Sonrası Durum



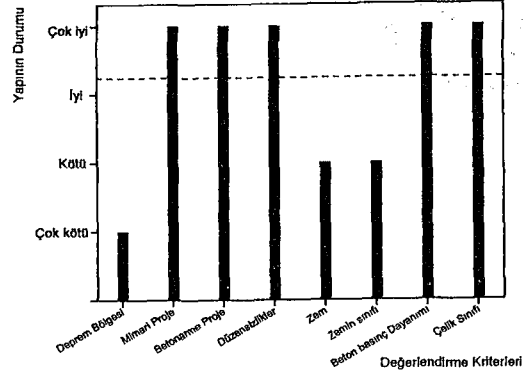
(a) Güçlendirme Öncesi Durum
Şekil.3.63. B.Çekmece Ali Kul Çok Programlı Lise (B Blok)



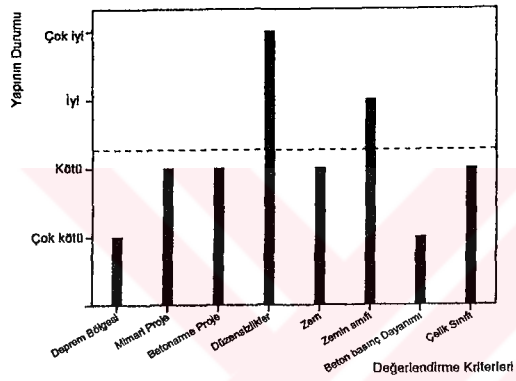
(b) Güçlendirme Sonrası Durum



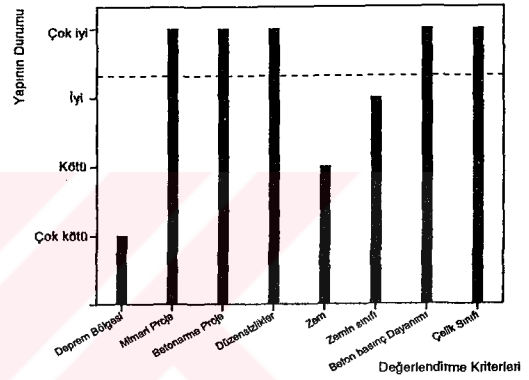
(a) Güçlendirme Öncesi Durum
Şekil.3.64. K.çekmece Lisesi (B Blok)



(b) Güçlendirme Sonrası Durum



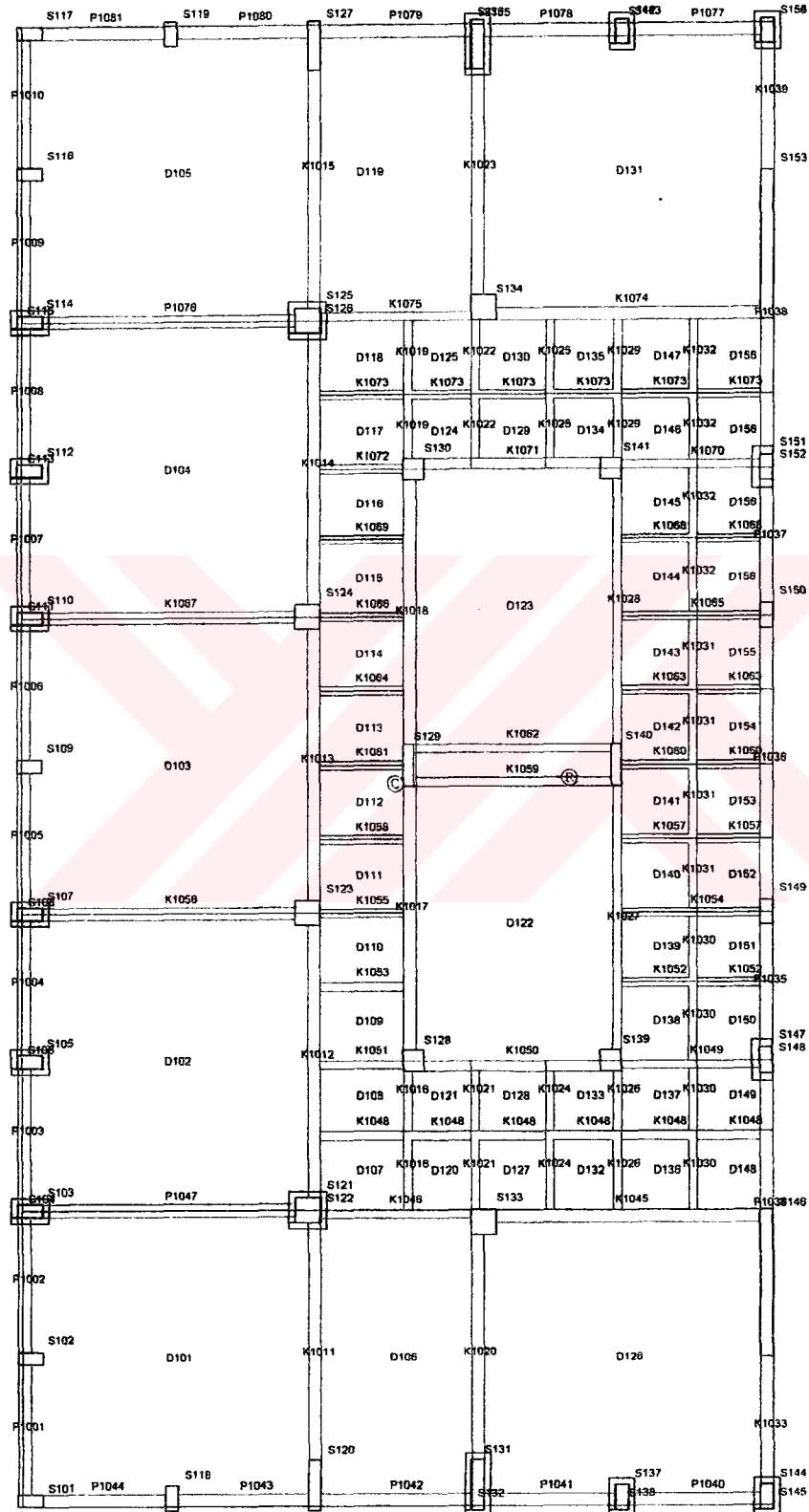
(a) Güçlendirme Öncesi Durum
Şekil.3.65. Yeşilköy 50.Yıl Anadolu Lisesi



(b) Güçlendirme Sonrası Durum

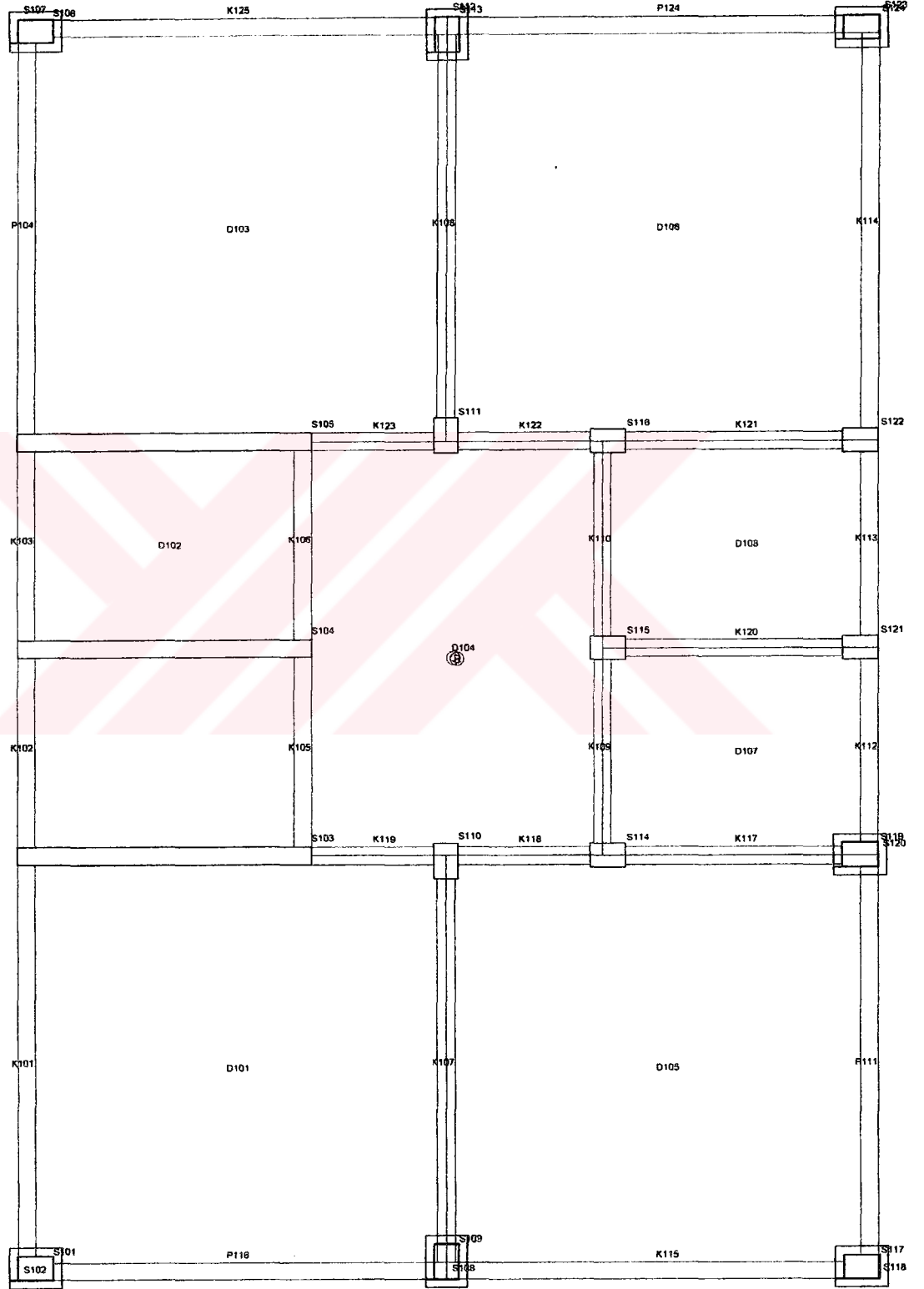
EK 3. Ali Kul Çok Programlı Lisesinin STA4-CAD Analiz Kalıp Planı.

1. KAT KALIP APLIKASYON PLANI



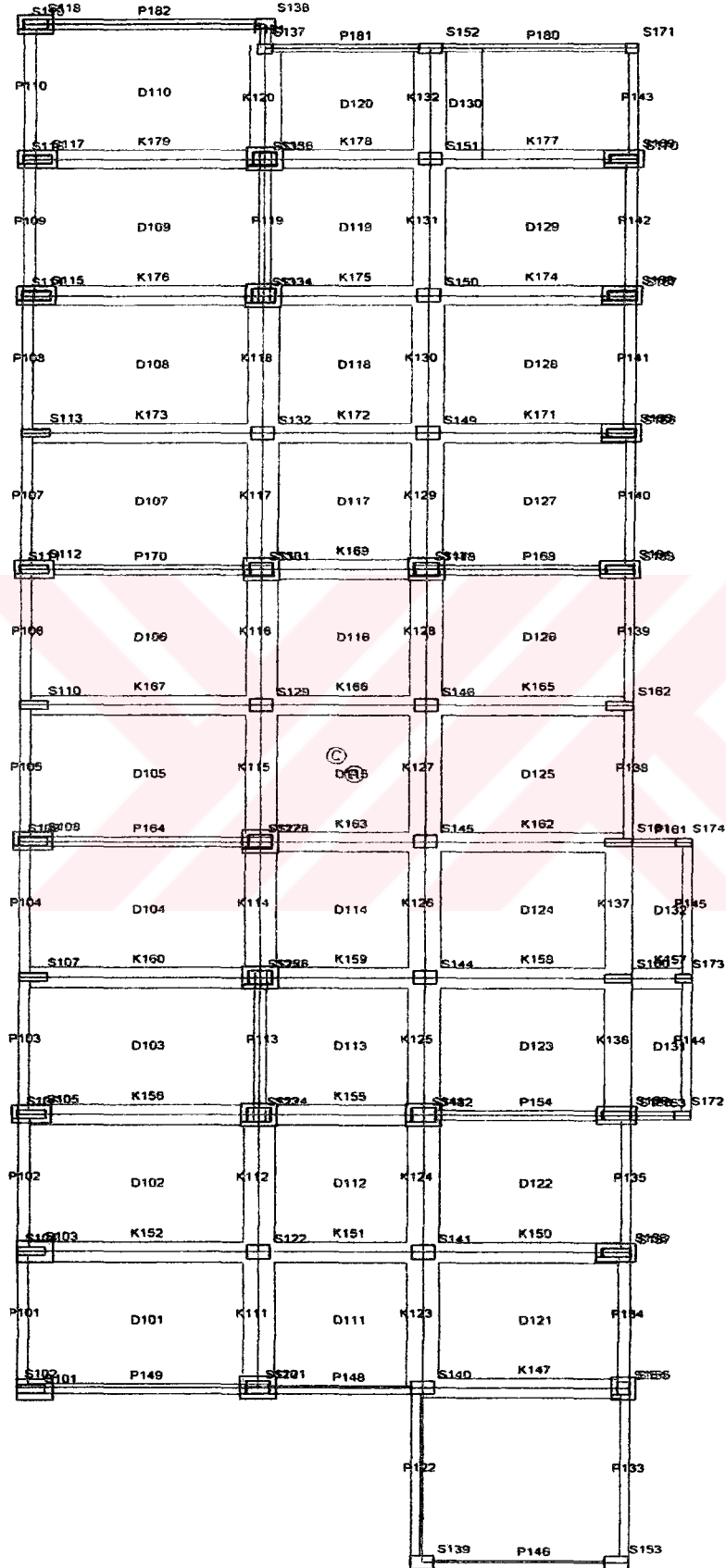
EK 4. Sabri Çalışkan Lisesinin STA4-CAD Analiz Kalıp Planı.

1. KAT KALIP APLIKASYON PLANI



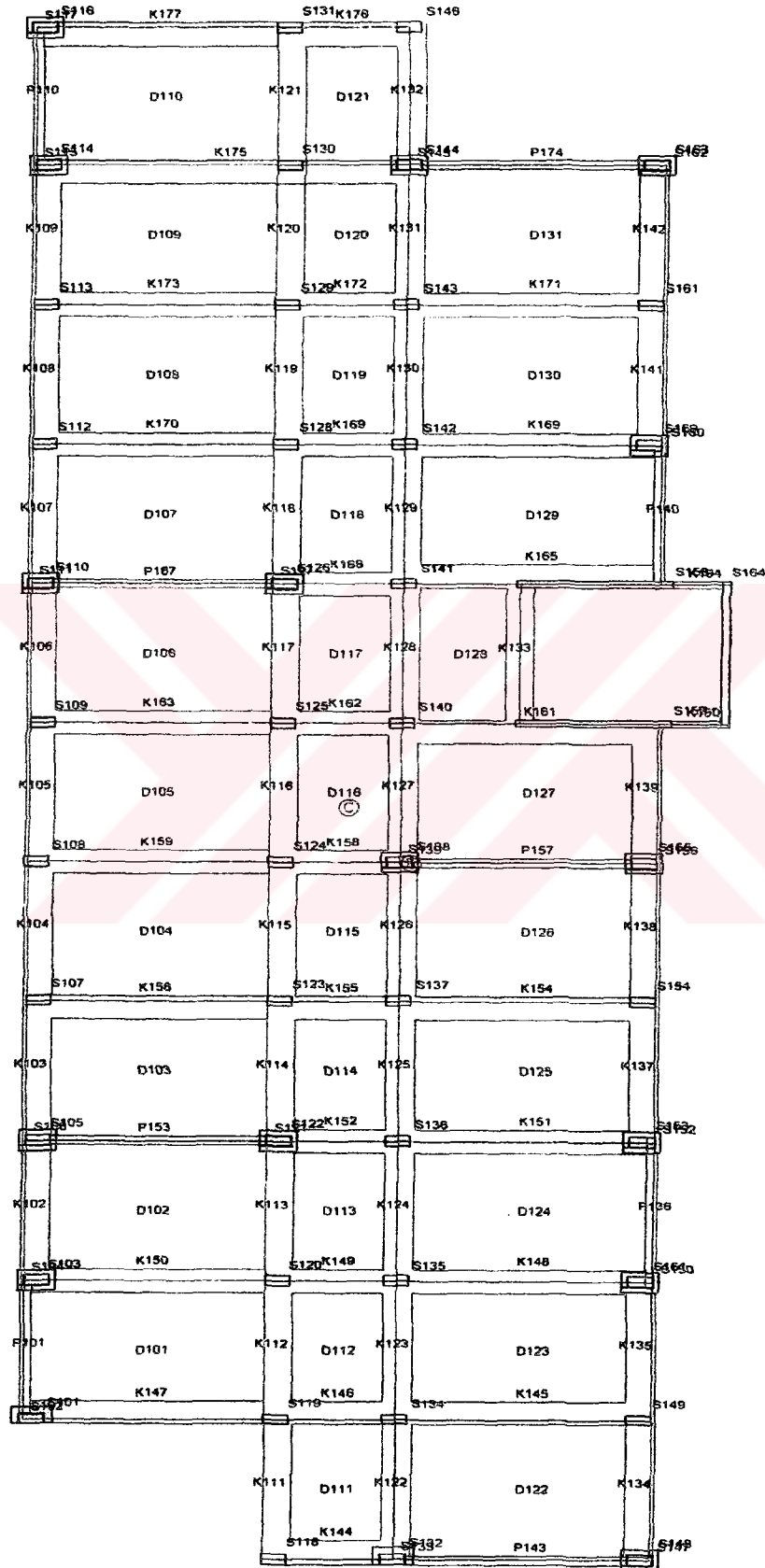
EK 5. Yeşilköy 50.Yıl Lisesinin STA4-CAD Analiz Kalıp Planı

1. KAT KALIP APLIKASYON PLANI

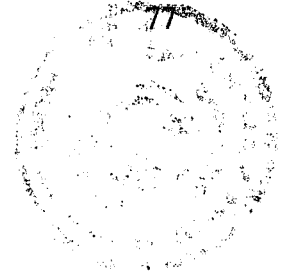


EK 6. Küçükçekmece Lisesinin STA4-CAD Analiz Kalıp Planı

1. KAT KALIP APLIKASYON PLANI



EK 7. Avcılar Lisesinin STA4-CAD Analiz Kalıp Planı



1. KAT KALIP APLIKASYON PLANI

