

İnşaatı tamamlanmış binaların ekomiklik ve güvenlik durumları göz önünde bulundurularak farklı temel türleri ile yeniden çözümünün karşılaştırmalı analizi

¹Ömer ARSLAN, ¹İnan KESKİN, ²Ali ATEŞ

¹ Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Müh. Bölümü, KARABÜK
omer_arslan@outlook.com.tr

^{1*} Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Müh. Bölümü, KARABÜK
inankeskin@karabuk.edu.tr

² Düzce Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İnşaat Müh. Bölümü Konuralp, DÜZCE

Özet

Bu çalışma kapsamında Karabük (Merkez), Safranbolu (Karabük) Kastamonu (Merkez), ve Çerkezköy (Tekirdağ) yerleşkelerindeki inşaatı bitmiş yada bitmek üzere olan 9 adet mühendislik yapısının temel projesi incelenmiş ve mevcut projeye alternatif proje oluşturulmuştur. İnşaat sektöründe artan rekabet ortamı, projelerde kar paylarının düşmesine yol açmaktadır. Buna bağlı olarak da hem işveren hem de yüklenici yönünden yapım maliyetinin azaltılması oldukça önemli olmaktadır. Günümüzde mühendislik projelerinin temelleri tasarlanırken güvenlik kaygısının maksimum tutulması nedeniyle oldukça ekonomik olamayan temel çözümlerinin yapılmasına sebep olduğu tezinden yola çıkılarak bu çalışma planlanmıştır. Çalışmanın sonucunda da görülmüştürki hem ekomik hemde güvenli temel projeleri mevcut yapılar için tasarlanabilmektedir.

Key words: Taşıma gücü, sığ temel, temel projesi, ideCAD

Abstract

In this scope, 9 kind of foundation projects belong to the engineering structure about to finish were examined and alternative project instead of existence project were prepared in Karabuk, Safranbolu, Kastamonu, Çerkezköy and Tekirdağ districts. The Increasing competition in the construction sector causes to a decrease in profit shares in the projects. Accordingly, it is very important to reduce the construction cost in terms of both the employer and the contractor. This study is planned based on the thesis that while the basis of engineering projects is being designed today, it causes basic solutions which are not economical foundation solutions to be done due to the maximum security concern. As a result of the study, both economical and safety basic projects can be designed for existing structures.

Key words: Soil boring, shallow foundation, basic project, ideCAD

1. Giriş/Introduction

İnşaat sektöründe artan rekabet ortamı, projelerde kar paylarının düşmesine yol açmaktadır. Buna bağlı olarak da hem işveren hem de yüklenici yönünden yapım maliyetinin azaltılması oldukça

Corresponding author: Address: ^{1} Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Müh. Bölümü, Karabük
Omer_arslan@outlook.com.tr,

önemli olmaktadır [1]. Yapı ekonomisi açısından en kritik maliyet tahmininin ön karar (ön tasarım) evresinde ortaya çıktığı kabul edilmektedir [2]. İnşaat sektörü gerek strüktürel yapısı gerek sonuç ürünün fiziksel yapısı itibariyle diğer sektörlerden farklıdır. İnşaat sektöründe ortaya çıkan ürün geniş çaplı, yüksek maliyetli ve tek defaya öngü olduğundan prototip oluşturmak ekonomik olmadığı gibi pratikte değıldir [3]; [4] bu nedenle dirki tararımların doğruluğı ve ekonomikliği oldukça önemlidir.

Konut ve endüstriyel yapı inşaatlarında bilinçsizce ekonomikliğe öncelik verilmesi kadar aşırı ve gereksiz boyutta güvenliğede öncelik verilmesi mühendislik felsefesi açısından sorunlu bir yaklaşımdır. Zira Mühendislik; üretimde sağlamlık, estetik ve ekonomi arasındaki optimum çözümü bulabilme sanatı olarak ifade edilebilir. Bunun en önemli sebebi ekonomik koşullardan daha ziyade bilgisizliktir [5]. Bir yapı, dayanım, durabilite (dayanıklılık), ekonomi, fonksiyon ve estetiğı birlikte sağlamalıdır. Bu konuda mühendislerin üzerine düşen en önemli görev de bu unsurları birleştirmektir [6].

Günümüzde mühendislik projelerinin temelleri tasarlanırken güvenlik kaygısının maksimum tutulması nedeniyle oldukça ekonomik olamayan temel çözümlerinin yapılmasına sebep olduğu tezinden yola çıkılarak bu çalışma planlanmıştır. Yapılan bu çalışma ile ülkemizdeki temel tasarım alışkanlığının tartışmaya açılması planlanmıştır. Bu kapsamda yapıyı tamamlanmış veya devam eden farklı ebatlardaki 9 proje İdeCAD 8.62 betonarme programı kullanılarak proje bilgilerine sadık kalınarak mevcut temel sitemi ve alternatif temel sitemi ile yeniden çözülmüştür. Her iki çözümde de deprem bölgelerinde yapılacak binalar kakkında yönetmelik [7] esaslarını sadık kalınmıştır. Çalışma kapsamında Karabük (Merkez), Safranbolu (Karabük) Kastamonu (Merkez), ve Çerkezköy (Tekirdağ) yerleşkelerindeki inşaatı bitmiş yada bitmek üzere olan 9 adet mühendislik yapısının temel projesi incelenmiş ve mevcut projeye alternatif proje oluşturulmuştur. Her iki yapı çözümü içinde yapı maliyeti T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından düzenlenen yapı yaklaşık maliyetleri (birim alan maliyeti yöntemi, BAMY), dikkate alınarak yapılmıştır. BAMY hem kamu kesimine hem de özel kesime ait yapıların tasarım evresinde yapı maliyeti tahmini için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada yapı maliyet hesaplamalarında T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanan 2017 yılı yapı yaklaşık maliyeti birim fiyatları kullanılmıştır. Yapılan analizlerde incelemesi yapılan 9 projeden sadece 1 proje haricinde radye temel ile aşırı dizyan yapıldığı sonucuna varılmıştır.

2. Temel projeleri ve alternatif projeler

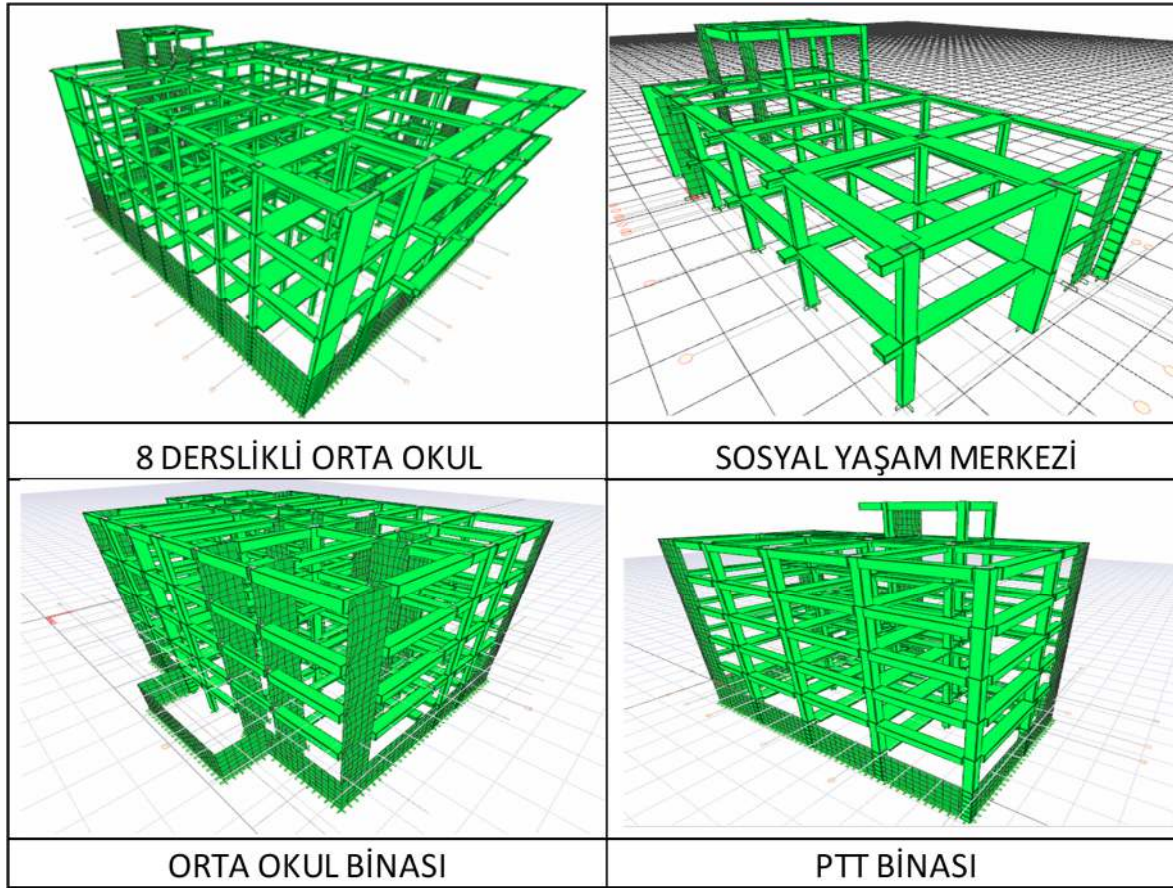
Case 1:

İlk olarak Karabük merkezde inşaatı bitmiş yada devam eden çeşitli boyularda 4 farklı proje bu çalışma kapsamında irdelenmiştir. İncelemesi yapılan bu projelerin yaklaşık kaba inşaat maliyetleri mevcut projelerindeki temel seçeneğıyle çevre ve şehircilik bakanlığı birim fiyatlarına (2017) göre 1.012.364 TL, 88.442 TL, 589.726 TL ve 499.178TL. Söz konu bu yapıların temel zemini ve proje bilgileri tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Case 1 zemin ve betonarme proje bilgileri

	İşin adı	Zemin emniyet gerilmesi (tf/m ²)	Zemin sınıfı	Yatak katsayısı (tf/m ³)	Beton miktarı (m ³)	Kalıp Miktarı (m ²)	Demir miktarı (ton)	Kat sayısı	Projede seçilen temel Türü
Proje_1	Sekiz derslikli orta okul	15	Z4	5000	1611,02	7241,07	237,213	5	Radye
Proje 2	Sosyal yaşam merkezi	20	Z4	2500	193.05	1008.30	19,364	2	Radye
Proje 3	Orta okul binası	16.20	Z2	2500	995.21	4763.41	84.822	5	Radye
Proje 4	Postahane binası	30	Z2	2500	880,51	3905.33	78.490	7	Radye

Bu mühendislik projelerinin, temel sistemi ekomomi ve maksimum güvenlik koşulları göz önüne bulundurularak alternatif temel tasarımı ideCAD 8.62 ile yeniden çözülmüştür (Şekil 1). Alternatif çözümde radye temel yerine sürekli temel kullanılmış olup analizleri yapılan bu 4 projedeki yapılar hem güvenlik ilkerlerini karşılamış hem de mevcut projeye nazaran daha ekonomik bir maliyet ile yapılabileceği gözlenmiştir. Alternatif çözümden elde edilen yapı girdi parametreleri ve proje çözümleri ise Tablo 2 deki gibidir. Bu projeler için uygulanan mevcut temel sistemlerinin ekonomik bir çözüm olmadığı alternatif çözümde ortaya çıkmaktadır.



Şekil 1. İDECAD 8.62 Betonarme Sonuç Ekranı

Tablo 2. Case 1 alternatif zemin ve betonarme proje bilgileri

Proje 1	Projede seçilen temel türü	Beton miktarı (m ³)	Kalıp Miktarı (m ²)	Demir miktarı (ton)
		Sürekli Temel	1363,80	7670,40
		Fark		
		-247,22	+429,33	-89,079
	ÇŞB birim fiyat (2017)	189,53 TL	39,63 TL	2503,25 TL
	Maliyet farkı	-46.855,6 TL	+15.726,36 TL	-222.987,0 TL
		TOPLAM MALİYET FARKI		254.116,24TL

Proje 2		Projede seçilen temel türü	Beton miktarı (m ³)	Kalıp Miktarı (m ²)	Demir miktarı (ton)
		Sürekli Temel	164,10	1078,05	17,967
		Fark			
			-28,95	+69,75	-1,397
		ÇŞB birim fiyat (2017)	189,53 TL	39,63 TL	2503,25 TL
		Maliyet farkı	-5.486,9TL	+2.764,2TL	-3.497,04TL
TOPLAM MALİYET FARKI					6.219,74TL
Proje 3		Projede seçilen Temel	Beton miktarı (m ³)	Kalıp Miktarı (m ²)	Demir miktarı (ton)
		Sürekli Temel	798,70	4892,02	70,318
		Fark			
			-196,51	+128,61	-14,504
		ÇŞB birim fiyat (2017)	189,53 TL	39,63 TL	2503,25 TL
		Maliyet farkı	-37.244,5TL	+5.096,8TL	-36.307,1TL
TOPLAM MALİYET FARKI					68.454,8TL
Proje 4		Projede seçilen temel türü	Beton miktarı (m ³)	Kalıp Miktarı (m ²)	Demir miktarı (ton)
		Sürekli Temel	665,73	3992,64	68,907
		Fark			
			-214,78	+87,31	-9,583
		ÇŞB birim fiyat (2017)	189,53 TL	39,63 TL	2503,25 TL
		Maliyet farkı	-42.206,4TL	+3.460,1TL	-23.988,6TL
TOPLAM MALİYET FARKI					62.734,9TL

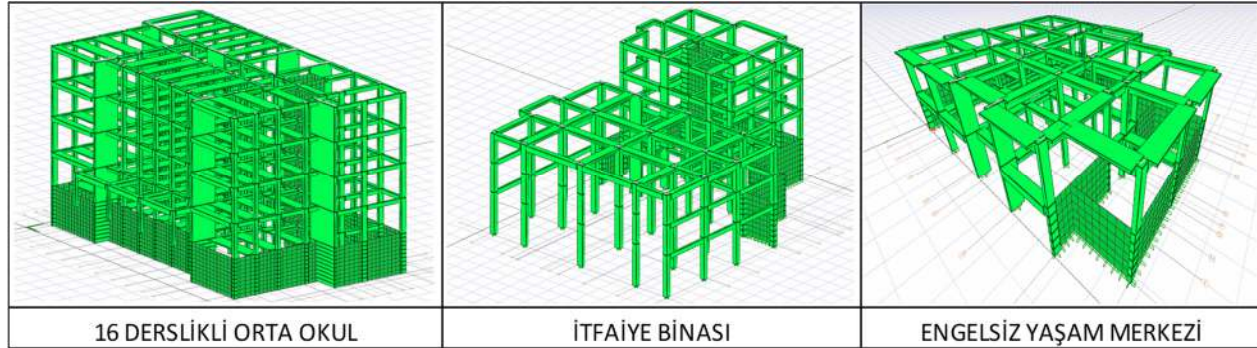
Case 2:

Case 1 deki çalışmaya benzer bir araştırma Safranbolu' da (Karabük) yapımı devam eden yada tamamlanmış 3 proje içinde gerçekleştirilmiştir. İncelemesi yapılan bu projelerin yaklaşık kaba inşaat maliyetleri projelerindeki temel seçeneğiyle çevre ve şehircilik bakanlığı birim fiyatlarına (2017) göre 846.781 TL, 600.696 TL ve 194.096 TL'dir. Söz konu bu projelerdeki yapıların temel zemini ve statik projelerine ilişkin bilgileri Tablo 3 te verilmiş olup, alternatif tasarımda bu bu bilgiler göz önünde bulundurularak analizler gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizlerde çalışmaya altlık oluşturan bu mühendislik projeleri ekomomi ve maksimum güvenlik koşulları göz önüne bulundurularak alternatif temel tasarımı yine ideCAD 8.62 ile yeniden çözülmüştür (Şekil 2).

Tablo 3. Case 2 zemin ve betonarme proje bilgileri

	İşin adı	Zemin emniyet gerilmesi (tf/m ²)	Zemin sınıfı	Yatak katsayısı (tf/m ³)	Beton miktarı (m ³)	Kalıp Miktarı (m ²)	Demir miktarı (ton)	Kat sayısı	Projede seçilen temel Türü
Proje 5	16 derslikli orta okul binası	34,50	Z2	4140	1277,47	6463,34	135,665	5	Radye
Proje 6	İtfaiye Binası	20	Z4	2500	1141,68	3573,21	93,224	4	Radye
Proje 7	Engelsiz Yaşam Merkezi	20	Z2	2500	325,32	1648,28	25,905	2	Radye

Alternatif çözümde radye temel yerine sürekli temel kullanılmış olup analizleri yapılan bu projelerdeki yapılar da hem güvenlik ilkerlerini karşılamış hem de mevcut projeye nazaran daha ekonomik bir maliyet ile yapılabileceği gözlenmiştir. İncelemesi yapılan projelerin birinde sürekli temelden başka tekil temelinde uygulanabilir olduğu değerlendirilmiştir. Alternatif çözümden elde edilen yapı girdi parametreleri ve proje çözümleri ise Tablo 4 te gösterilmiştir. Bu projeler içinde radye temel olarak uygulanan mevcut temel sistemlerinin ekonomik bir çözüm olmadığı alternatif çözümlerle ortaya konulmuştur.



Şekil 2. İDECAD 8.62 Betonarme Sonuç Ekranı

Tablo 4. Case 2 alternatif zemin ve betonarme proje bilgileri

Proje 5		Projede seçilen Temel Türü	Beton miktarı (m ³)	Kalıp Miktarı (m ²)	Demir miktarı (ton)
			Sürekli Temel	1009,35	6617,78
		Fark			
			- 268,12	+154,44	-21,385
	ÇŞB birim fiyat (2017)		189,53 TL	39,63 TL	2503,25 TL
	Maliyet Farkı		-	+	-

			50.816,78TL	6.120,45	53.532,00TL
	TOPLAM MALİYET FARKI				98.228,33TL
Proje 6		Projede seçilen Temel Türü	Beton miktarı (m ³)	Kalıp Miktarı (m ²)	Demir miktarı (ton)
		Sürekli Temel	753,32	3792,31	66,575
		Fark			
			-388,36	+219,10	-26,64
		ÇŞB birim fiyat (2017)	189,53 TL	39,63 TL	2503,25 TL
		Maliyet Farkı	-73.605,87TL	+8.682,93TL	-66.686,58TL
		TOPLAM MALİYET FARKI			
Proje 7		Projede seçilen Temel Türü	Beton miktarı (m ³)	Kalıp Miktarı (m ²)	Demir miktarı (ton)
		Sürekli Temel	273,75	1756,94	22,892
		Fark			
			-51,57	+108,66	-3,013
		ÇŞB birim fiyat (2017)	189,53 TL	39,63 TL	2503,25 TL
		Maliyet Farkı	-9.774,06TL	+4.306,19TL	-7.542,29TL
		TOPLAM MALİYET FARKI			

Case 3:

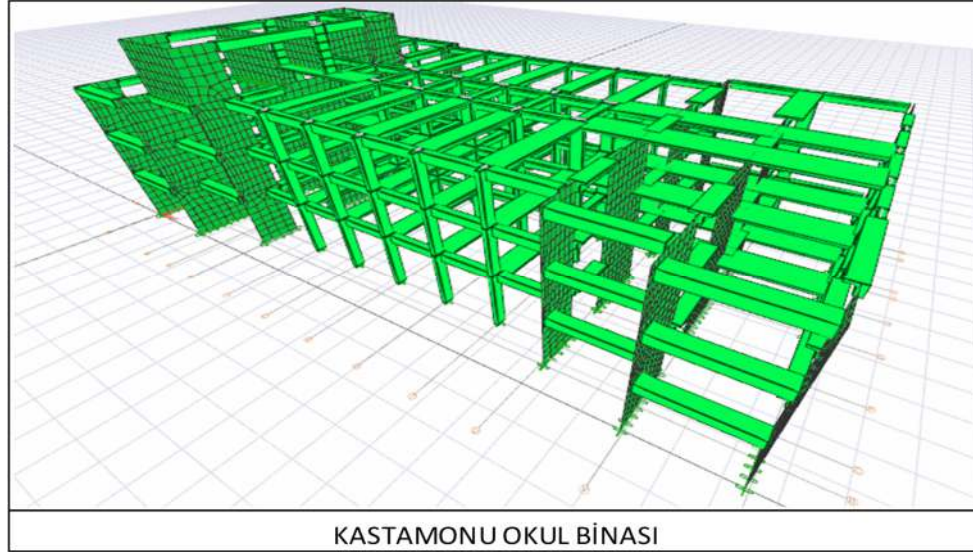
Yapı temel sistemi için aşırı dizayn alışkanlığının yalnızca bir bölgeye has bir durum olmadığına ortaya koulması için proje bilgilerine ulaşılan bir yapı için benzer bir araştırma Kastamonu'da yapımı devam eden bir proje içinde gerçekleştirilmiştir. İncelemesi yapılan bu projenin yaklaşık kaba inşaat maliyeti mevcut projenin temel seçeneğiyle çevre ve şehirclik bakanlığı birim fiyatlarına (2017) göre 680.891 TL'dir. Söz konu bu projedeki yapının temel zemini ve statik projesine ilişkin bilgileri Tablo 5 te verilmiştir.

Tablo 5. Case 1 zemin ve betonarme proje bilgileri

	İşin adı	Zemin emniyet gerilmesi (tf/m ²)	Zemin sınıfı	Yatak katsayısı (tf/m ³)	Beton miktarı (m ³)	Kalıp Miktarı (m ²)	Demir miktarı (ton)	Kat sayısı	Projede seçilen temel Türü
Proje 8	Okul Binası	20	Z3	2500	1228,61	5268,35	95,575	4	Radye

Bu mühendislik projesinin için alternatif yapı çözümünde yine ekomomi ve maksimum güvenlik koşulları göz önüne bulundurularak ideCAD 8.62 ile çözülmüştür (Şekil 3). Alternatif

çözümde radye temel yerine maksimum güvenlik göz önünde bulundurularak sürekli temel ile çözülmüştür. Analizleri yapılan bu projedeki yapı alternatif temel sistemi ile güvenlik koşullarını sağlamanın yanı sıra ekonomik olarak tamamlanabilmiştir. Alternatif çözümden elde edilen yapı girdi parametreleri ve proje çözümleri ise Tablo 6'da gösterilmiştir. Bu Tablodan da değerlendirilebileceği üzere yapı mevcut projeye göre daha az maliyetle inşaa edilebilmektedir.



Şekil 3. İDECAD 8.62 Betonarme Sonuç Ekranı

Tablo 6. Case 1 alternatif zemin ve betonarme proje bilgileri

Proje 8	Projede seçilen Temel Türü	Beton miktarı (m ³)	Kalıp Miktarı (m ²)	Demir miktarı (ton)
	Sürekli Temel	927,73	5471,40	81,831
Fark				
Poz		-300,88	+203,05	-13,744
ÇŞB birim fiyat (2017)		189,53 TL	39,63 TL	2503,25 TL
Maliyet Farkı		-57.025,79TL	+8.046,87TL	-34.404,67TL
TOPLAM MALİYET FARKI				83.383,59TL

Case 4:

Tekirdağ ili Çerkezköy ilçesinde yapımı devam eden 1 proje içinde benze çalışma gerçekleştirilmiştir. İncelemesi yapılan bu projenin yaklaşık kaba inşaat maliyeti mevcut projedeki temel seçeneğiyle çevre ve şehircilik bakanlığı birim fiyatlarına (2017) göre 1.129.685

TL'dir. Söz konu bu projelerdeki yapının temel zemini ve statik projesine ilişkin bilgileri Tablo 7'de verilmiştir. Bu mühendislik projelerinin temel sistemi ekomomi ve maksimum güvenlik koşulları göz önüne bulundurularak alternatif temel tasarımı yine ideCAD 8.62 ile yeniden çözülmüştür. Ancak yapınının katayısı, kolon perde yerleşimi ve zemin parametreleri göz önüne alındığında daha ekonomik bir çözüm yapılamadığı görülmüştür. Bu proje için radye temel olarak uygulanan mevcut temel sistemi en ekonomik çözüm olduğu değerlendirilmiştir.

Tablo 7. Case 1 zemin ve betonarme proje bilgileri

	İşin adı	Zemin emniyet gerilmesi (tf/m ²)	Zemin sınıfı	Yatak katsayısı (tf/m ³)	Beton miktarı (m ³)	Kalıp Miktarı (m ²)	Demir miktarı (ton)	Kat sayısı	Projede seçilen temel Türü
Proje 9	Çerkezköy Okul	18	Z3	1440	2008,17	8627,38	162,658	6	Radye

3. Sonuçlar/Conclusions

Bir yapının genel güvenliği, zemin, proje, üretim, uygulama ve denetim gibi öğelerin bir bütün halinde kaliteli ve doğru olarak gerçekleşmesi ile sağlanabilir. Konut ve endüstriyel yapı inşaatlarında bilinçsizce ekonomikliğe öncelik verilmesi kadar aşırı ve gereksiz boyutta güvenliğede öncelik verilmesi mühendislik felsefesi açısından sorunlu bir yaklaşımdır. Bu çalışma kapsamında yapıların aşırı dizaynla yapılp yapılmadığını analiz etmek için yapımı tamamlanmış veya devam eden farklı ebatlardaki 9 proje İdeCAD 8.62 betonarme programı kullanılarak proje bilgilerine sadık kalınarak mevcut temel sistemi ve alternatif temel sistemi ile yeniden çözülmüştür. Çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre inceleme yapılan 9 yapıdan sadece birinde kullanılan temel sisteminden başka bir çözüm mümkün görülmemiştir. Analizi yapılan bir proje ise hem sürekli hemde tekil temel ile çözülebilmekle birlikte sürekli temellin uygun olacağı değerlendirilmiştir. Geriye kalan 7 proje ise radye temele alternatif olarak sürekli temel ile çözülebilmekte olup hem güvenlik hemde ekonomik olma koşulunu sağlamaktadır. Söz konusu bu 7 projenin alternatif temel sistemi ile çözülmesi durumunda yaklaşık olarak yapım maliyeti açısından %12 kazanç sağlamaktadır.

4. Kaynaklar/References

- [1] Bisen, Ö., ve Dikmen, S.Ü., 2009. " Üst yapı inşaat projelerinde öngörülemeyen maliyetlerin belirlenmesine yönelik bir karar destek modeli ", 5. Yapı İşletmesi/Yapım Yönetimi Kongresi, Eskişehir,.
- [2] Göktürk, İ., 2000. "İnşaat sektöründe fizibilite aşamasında maliyet tahmini yapmakta karşılaşılan zorluklar ve çözüm önerileri üzerine bir değerlendirme", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi,
- [3] Stewart, R.D., 1991. Cost Estimating, Wiley Publication, U.S.A.
- [4] Göktürk, İ., 2007. İnşaat Sektöründe Fizibilite Aşamasında Maliyet Tahmini Yapmakta Karşılaşılan Zorluklar Ve Çözüm Önerileri Üzerine Bir Değerlendirme, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 210 s.
- [5] Akman, M., S., 1999. "Deprem Hasarları ve Yapı Malzemeleri", Hazır Beton, Yıl 6, Sayı 35, Eylül-Ekim, 1999.
- [6] Taşdemir, M., A., Özkul, H., 1999. "Marmara Depremi Beton Araştırması", Hazır Beton, Yıl 6, Sayı 35, Eylül-Ekim, 1999
- [7] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığından: Resmi Gazete Tarih ve Sayısı: 6.3.2007/26454