

Tasarlanmış Gerçek Yapılarda Asmolen/Plak Döşeme Dönüşümünün Yapı Maliyetine Etkisi

Murat BİKÇE, Bünyamin AKYOL

İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hatay.
muratbikce@yahoo.com

(Geliş/Received: 23.10.2016; Kabul/Accepted: 02.02.2017)

Özet

Tasarımcılar, asmolen döşeme tipini mimari gerekçelerle azımsanmayacak ölçüde ülkemizdeki betonarme yapılarda tercih etmektedir. Asmolen döşemenin plak döşeme tipine göre daha fazla maliyete sahip olduğu görüşü yaygın kanı olsa da, bu fazlalığın oranının ne kadar olduğuyula ilgili bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Asmolen ve plak döşemeler arasındaki, avantaj ve dezavantajlara literatürde rahatlıkla ulaşılabilirken, maliyet mukayeselerine, tasarımcıların özel deneyimlerinden elde ettikleri ve birbirinden çok farklı ölçülerdeki ifadelerin yer aldığı forum sitelerinde sadece karşılaşılmaktadır. Bu çalışmada, beşi asmolen ve beşi plak döşeme tipinde güncel deprem yönetmeliğine göre tasarlanarak inşa edilmiş toplam on yapı seçilerek, döşemelerinin diğer döşeme tipine dönüştürülmesi sonucunda oluşan maliyet farkları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; tüm yapı tiplerinde asmolen döşemeler plak döşemelere göre %1.33-15.37 oranında daha fazla maliyete neden olduğu, asmolen döşemeli projelerde tasarımcıların yapı elemanlarını genellikle güvenlik için yeterli boyutlarının üstünde tasarladıkları görülmüştür. Ayrıca, seçilen yapılar için asmolen döşeme tasarımına bağlı maliyet artışı doğrusal eğriyle gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Asmolen Döşeme, Plak Döşeme, Yapı Maliyeti, Karşılaştırma

Comparison of Cost Structure of Ribbed (Hollow Block) Slab/Solid Plate in the Designed Building

Abstract

Designers, hollow floor type architecture on the grounds of substantial extent in our country prefer the reinforced concrete structure. The idea that the joist floors have more costs than the slab-type even though common sense is not found in a study about what happens as the proportion of the excess. Between Hollow and slabs are advantages and disadvantages to the reachable in literature, comparing the cost, from their specific experience in vastly different sizes and designers in the expression of the forum site is located just encountered. In this study, five and five of hollow slab type by selecting the total current earthquakes on structures designed and built according to regulations, cost differences resulting from the conversion of other types of floor coverings were studied. According to the obtained results; all types of construction joist floors that result in more cost ratio of 1:33-15:37% compared to slabs, hollow structural elements of the designers in their design on upholstered project was generally considered sufficient size for safety. In addition, construction costs depending on the selected design joist floors to increase the linear curve shown.

Keywords: Ribbed (Hollow Block) Slab, Solid Plate, Structure Cost, Comparison

1. Giriş

Düşey ve deprem gibi yatay yükleri yapının kalınlıkları diğer iki boyutuna göre ihmal düşey taşıyıcı elemanlarına aktaran döşemeler, edilebilir olduğundan genede iki boyutlu kabul

edilir. Ayrıca, aynı katların eşit yerdeğiştirme ve dönme yapmalarını sağlamaları nedeniyle, analizlerde dikkate alınan rijit diyafram kabulünü destekleyen elemanlardır [1, 2].

Döşeme türleri üçe ayrılır; Birincisi, kirişli veya diğer adıyla plak döşemedir ki; ülkemizde kullanılan en yaygın döşeme tipidir. Bir doğrultuda veya iki doğrultuda olmak üzere iki şekilde yük aktarırlar. İkincisi, dişli/nervürlü döşemelerdir. Bir veya iki doğrultuda çalışan ve küçük kirişlerin sık teşkil edilmesiyle tasarlanır. Bu döşemede tipinde, kirişler arası hafif malzeme ile doldurulması halinde asmolen döşeme olarak adlandırılırlar. Asmolen döşeme tipinin dezavantajlarının yanı sıra; büyük açıklıkların rahat geçilmesi, kalıp maliyetinin düşmesi, kiriş çıkıntılarının olmadığı düz bir tavanın elde edilmesi ve böylelikle istenilen yerde bölme duvarlarının yapılabilmesi gibi mimari tercihler nedeniyle, kullanımı azımsanmayacak ölçüdedir. Üçüncüsü, kirişsiz döşeme tipidir. Yatay ve düşey yükün doğrudan doğruya taşıyıcı elemanlara aktarıldığı bu döşeme türünün kullanımı ülkemizde yaygın değildir.

Plak döşemeli sistemler, yüksek diyafram rijitliği, gerekli yanıl direnç ve ötelenme rijitliği gibi olgular nedeniyle yapının sünekliğinde çok ciddi rol oynadığı ve modal analiz sonuçlarını etkilediği bilinmektedir [3]. Asmolen döşemeler, plak döşemelere göre daha ağırdır ve rijitliği farklıdır. Diş doğrultusunda döşemeler rijit davranırken, diş dik doğrultudaki kirişlere dişler oturmadığı için bu yönde yeterli rijitliğin sağlanmasında sorunlarla karşılaşılabilir.

Yapı tasarımında; sağlamlık, maliyet ve kullanılışlı olması üç önemli husustur. Hedeflenen yapının taşıyıcı sistemini oluştururken en ekonomik şekilde güvenli yapı oluşturulmasına özen gösterilmelidir. Döşeme tipinin yapı maliyetini doğrudan etkileyen bir husus olması nedeniyle, aynı güvenlikteki yapıya daha fazla maliyetle sahip olunmasının önüne geçmek için, tasarımcılar alternatiflere daha fazla dikkat etmelidir. Yapılara etki eden deprem yükleri yapı kütlelerine bağlı olduğundan, dolgu dişli döşemeler (asmolen döşeme) plak döşemelere göre daha fazla deprem yüküne maruz kalmaktadır. Dolayısıyla asmolen tip döşemeyle tasarlanmış yapıları, görece kat ötelenmelerine karşı güvende

tutabilmek için düşey taşıyıcı eleman boyutlarında artışa ihtiyaç duyulur ki, bu da maliyeti etkiler. Yaygın olan kanı; asmolen döşemenin plak döşeme tipine göre daha fazla maliyete sahip olduğudur. Ancak, mimari tercihlerin cezbedici etkisiyle maliyet artışı genellikle tolere edilmektedir. Maliyet fazlalığının oranı, tasarımcıların özel deneyimlerine dayanarak forum sitelerinde [4] çok geniş aralıkta ifade edilmiş olsa da ayrıntılı bir bilimsel çalışmaya rastlanmamıştır.

Yazarlar tarafından aynı teknik özelliklerde seçilen düzenli bir yapı için, yatay ve düşey parametrik değişimler sonucunda döşeme tiplerinin maliyete etkisi parametrik olarak araştırılmıştır [5]. Yaptıkları çalışmada; yapının x ve y yönlerindeki açıklık sayılarından bağımsız olarak üç kata kadar asmolen ve plak tip döşemelerde maliyetlerinin yaklaşık yakın çıktığı, üç kattan itibaren asmolen döşeme maliyetinin arttığı görülmüştür.

Bu çalışmada, ülke genelinde yaygın olarak kullanılan plak ve asmolen döşeme tiplerinde hâlihazırda yeni inşa edilmiş on farklı binanın projeleri seçilerek döşeme tiplerinin dönüşümüyle oluşan maliyet farkları araştırılmıştır.











2. İncelenmek Üzere Seçilen Gerçek Yapılar

Maliyet açısından farkın ortaya konulması için güncel deprem yönetmeliğine [6] ve standarda [7] göre projeleri tasarlanmış, farklı kat sayılarına sahip, beşi asmolen ve beşi plak döşeme tipinde olmak üzere toplam on farklı binanın projeleri seçilmiştir (Çizelge 1).

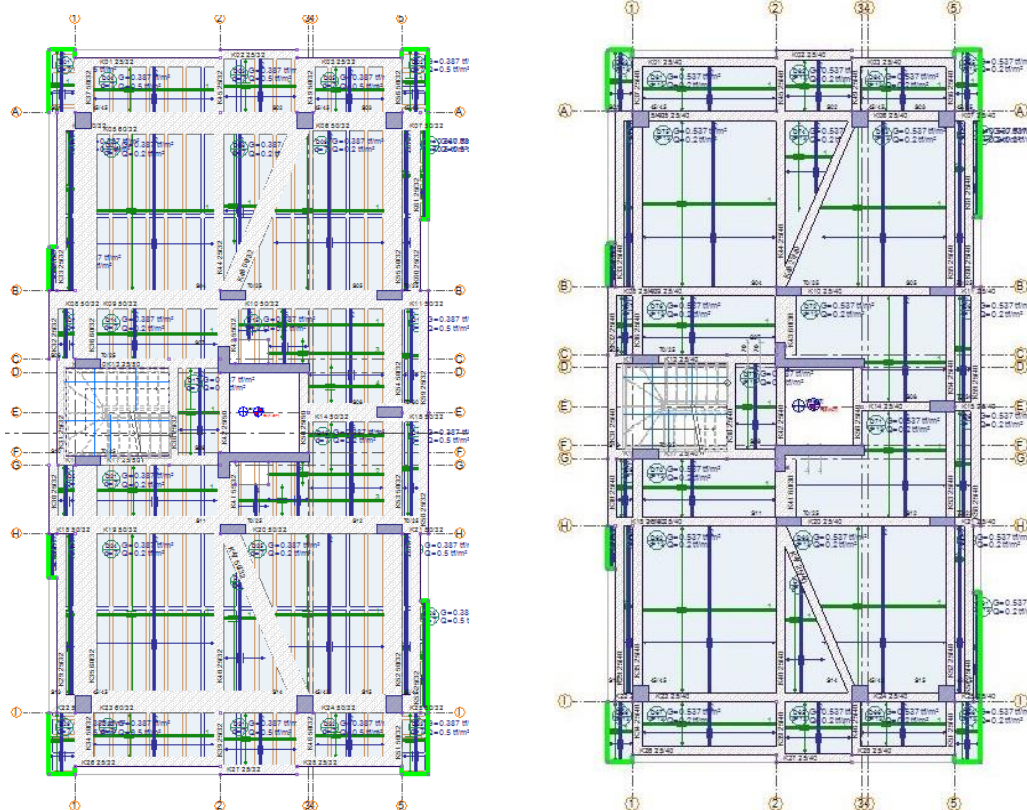
Çizelge 1’de sunulan bina kod sıralamaları, yapıların artan maliyet miktarına göre yapılmıştır. Yapı stokunun genelini yansıtabilmek için, piyasada yaygın kullanılan yapı sistem ve malzemelerinin tercih edildiği, Hatay, Adana ve Ankara’dan olmak üzere beş farklı tasarımcıya ait projeler tercih edilmiştir. Seçilen yapıların döşemesi plak ise asmolen döşemeye, asmolen ise plak döşemeye dönüştürülmüştür (şekil 1a-e). Bu dönüşüm sonucu taşıyıcı elemanlarda oluşan güncel standart ve yönetmeliğe [6, 7] göre yetersizlikler, ilave eleman konulmadan yapının statikine sadık kalınarak optimum ölçülerde büyütülerek veya küçültülerek güncel standartların

ve deprem yönetmeliğinin sağlanması temin döşeme tipine dönüştürülmesiyle oluşan maliyet edilmiştir. Böylelikle mevcut yapının diğer farkının ortaya konulması amaçlanmıştır.

Çizelge 1. Seçilen yapıların teknik özellikleri

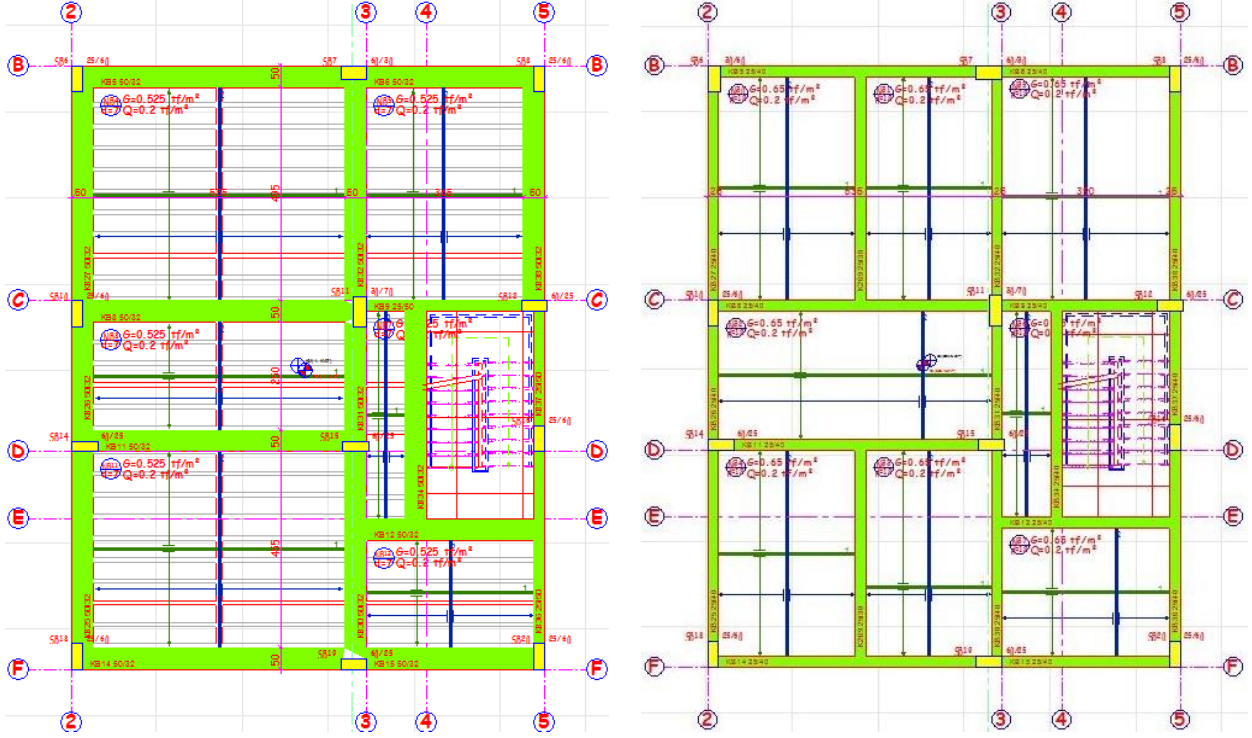
	BK ¹	KA ²	BS ³ MPa	İA ⁴ m ²	DB ⁵	ZBA ⁶ t/m ³	YK ⁷ t/m ³	ZEG ⁸ t/m ²	ZS ⁹	MPDT ¹⁰	DDT ¹¹
	A	4	30	817	1	1,9	3000	18	Z2	Asmolen	Plak
	B	4	25	686	1	2,1	1500	10	Z4	Asmolen	Plak
	C	4	25	949	1	2,1	4000	16	Z3	Asmolen	Plak
	D	6	25	1243	1	2,1	3000	16	Z3	Asmolen	Plak
	E	6	25	1958	4	2,1	3000	15	Z3	Plak	Asmolen
	F	7	25	2678	4	2,1	1500	30	Z2	Plak	Asmolen
	G	6	25	3173	1	2,1	4000	16	Z3	Asmolen	Plak
	H	16	25	6191	4	2,1	9000	25	Z2	Plak	Asmolen
	I	13	25	9181	4	2,1	9000	30	Z2	Plak	Asmolen
	J	14	30	10899	4	2,1	2500	15,6	Z3	Plak	Asmolen

¹Bina Kodu, ²Kat Adeti, ³Beton Sınıfı, ⁴İnşaat Alanı, ⁵Deprem Bölge Sınıfı, ⁶Zemin Birim Ağırlığı, ⁷Yatak Katsayısı, ⁸Zemin Emniyet Gerilmesi, ⁹Zemin Sınıfı, ¹⁰Mevcut Projedeki Döşeme Tipi, ¹¹Dönüştürülen Döşeme Tipi

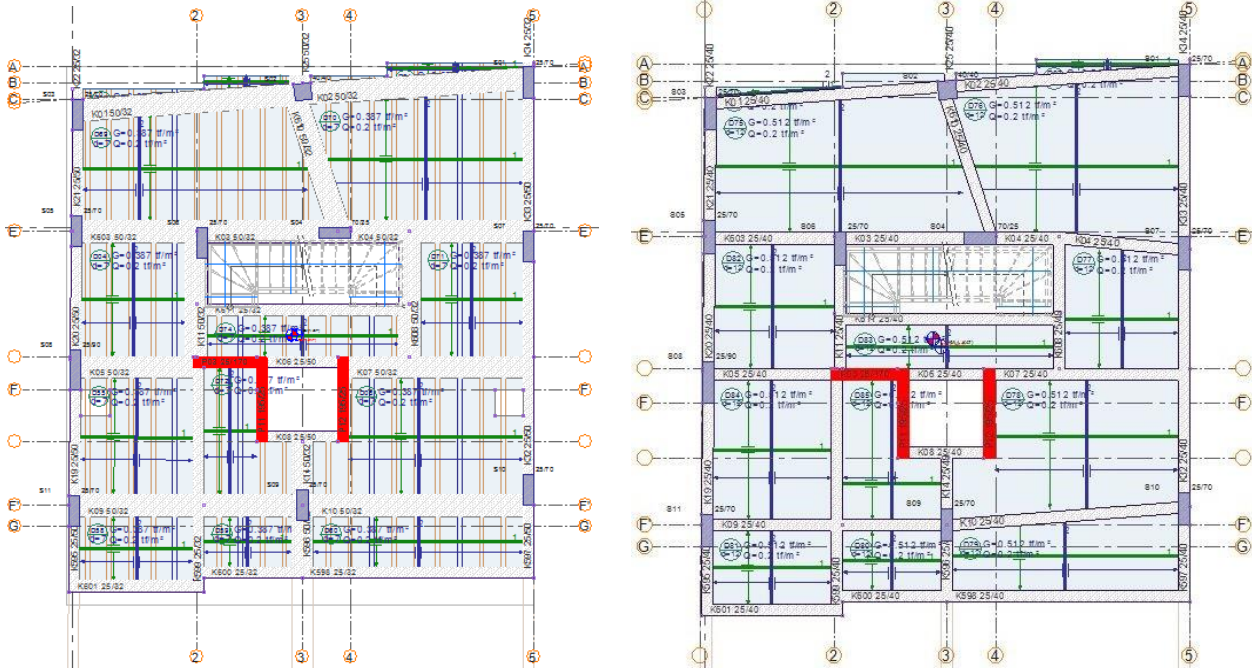


Şekil 1a. Bina kodu D için mevcut asmolen ve dönüştürülmüş plak döşemeli kalıp planları

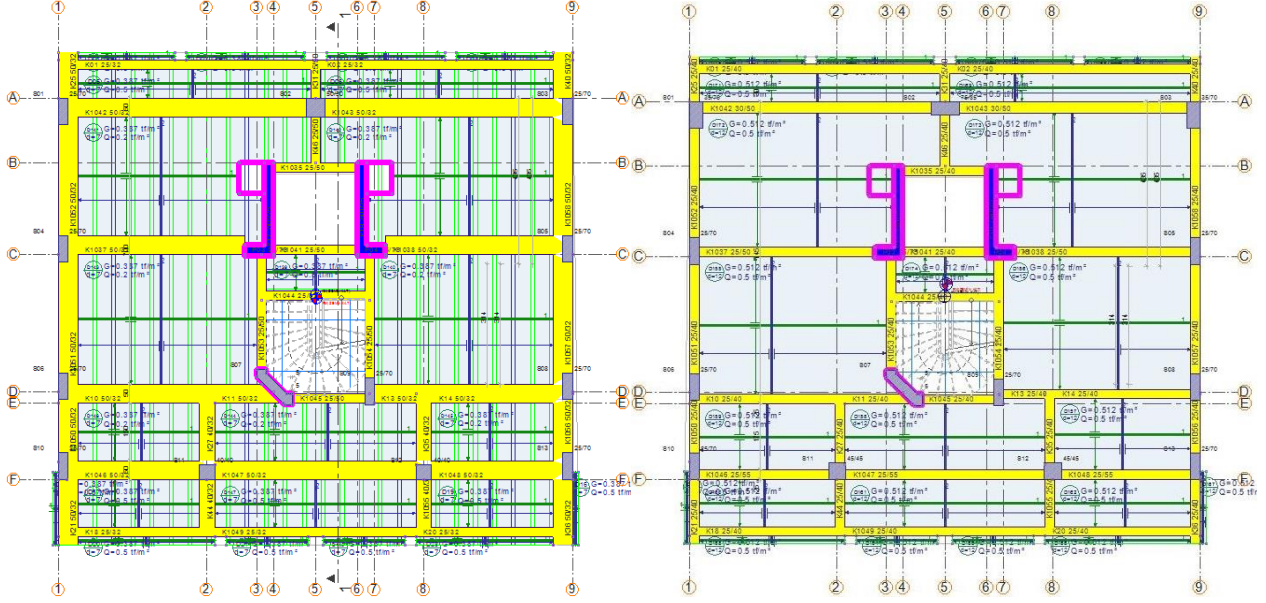
Tasarlanmış Gerçek Yapılarda Asmolen/Plak Döşeme Dönüşümünün Yapı Maliyetine Etkisi



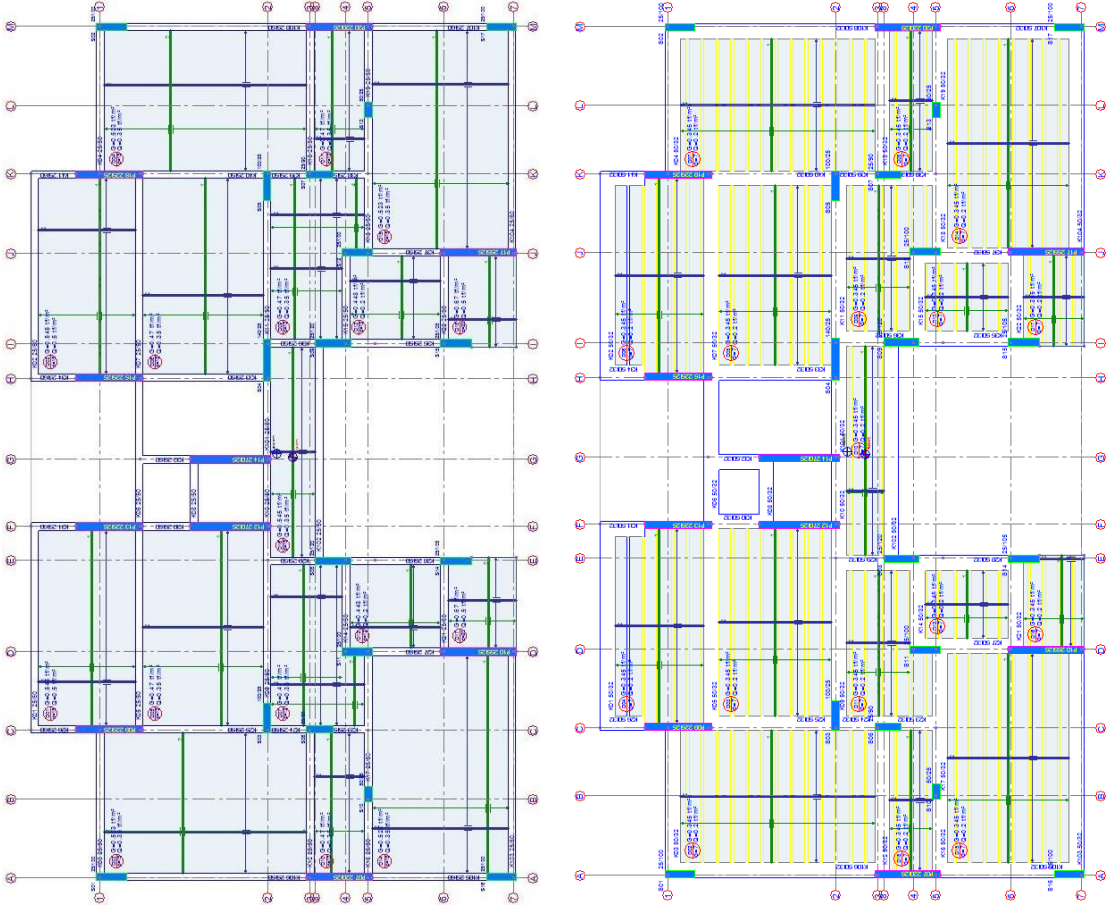
Şekil 1b. Bina kodu A için mevcut asmolen ve dönüştürülmüş plak döşemeli kalıp planları



Şekil 1c. Bina kodu B için plak ve asmolen döşemeli hallere ait kalıp planları

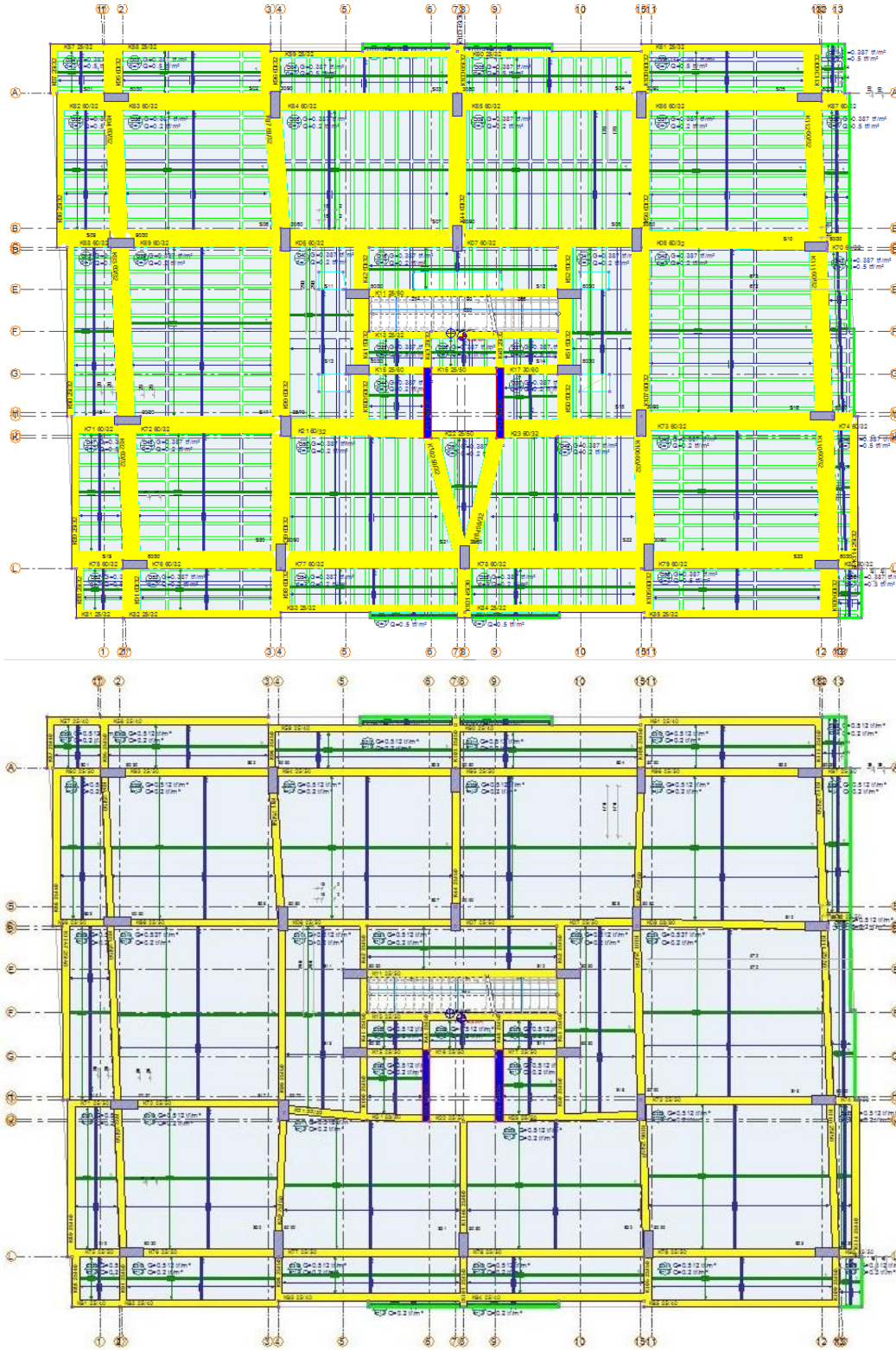


Şekil 1d. Bina kodu C için mevcut asmolen ve dönüştürülmüş plak döşemeli kalıp planları

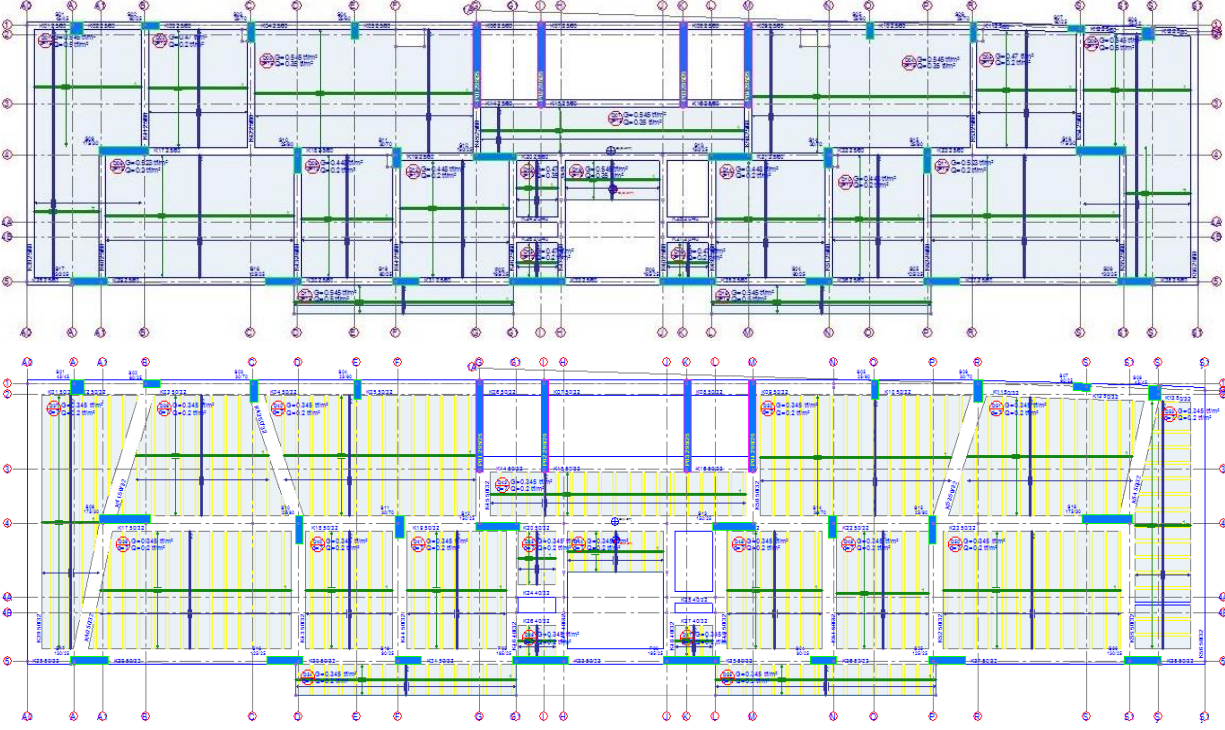


Şekil 1e. Bina kodu F için mevcut plak ve dönüştürülmüş asmolen döşemeli kalıp planları

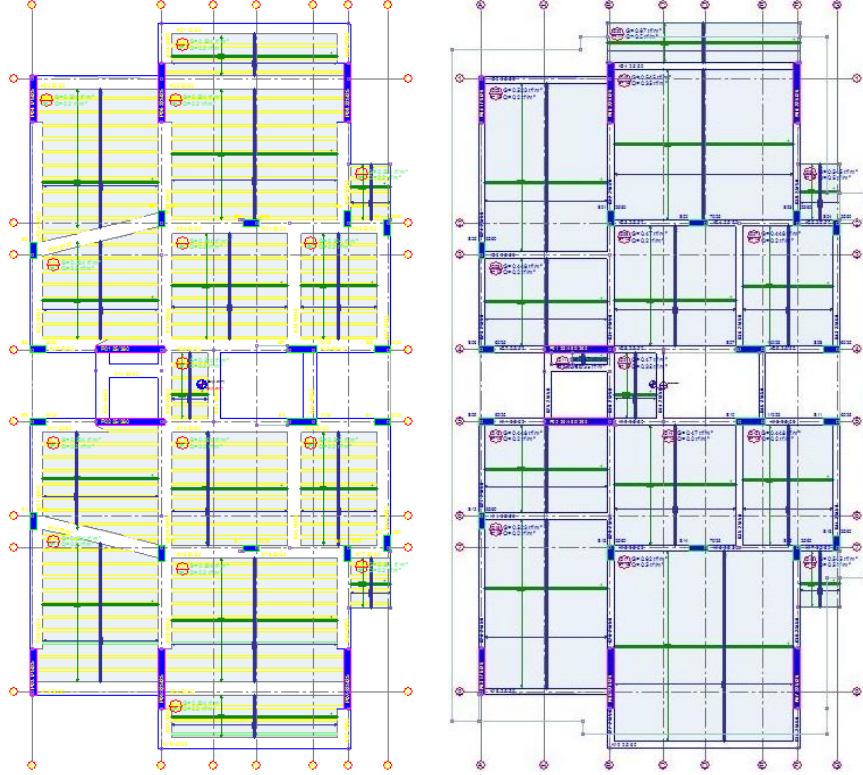
Tasarlanmış Gerçek Yapılarda Asmolen/Plak Döşeme Dönüşümünün Yapı Maliyetine Etkisi



Şekil 1f. Bina kodu G için mevcut asmolen ve dönüştürülmüş plak döşemeli kalıp planları

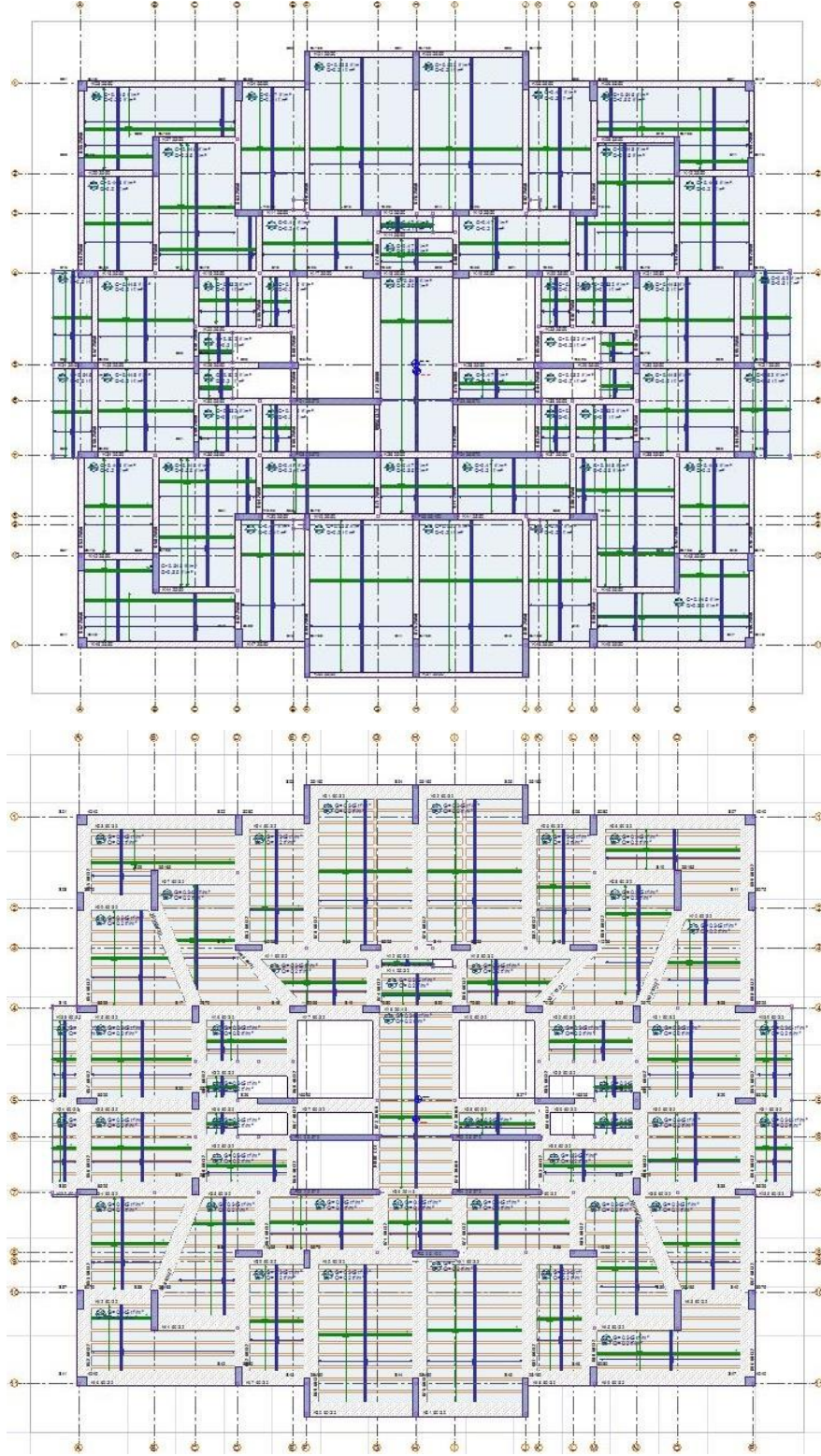


Şekil 1g. Bina kodu H için mevcut plak ve dönüştürülmüş asmolen döşemeli kalıp planları

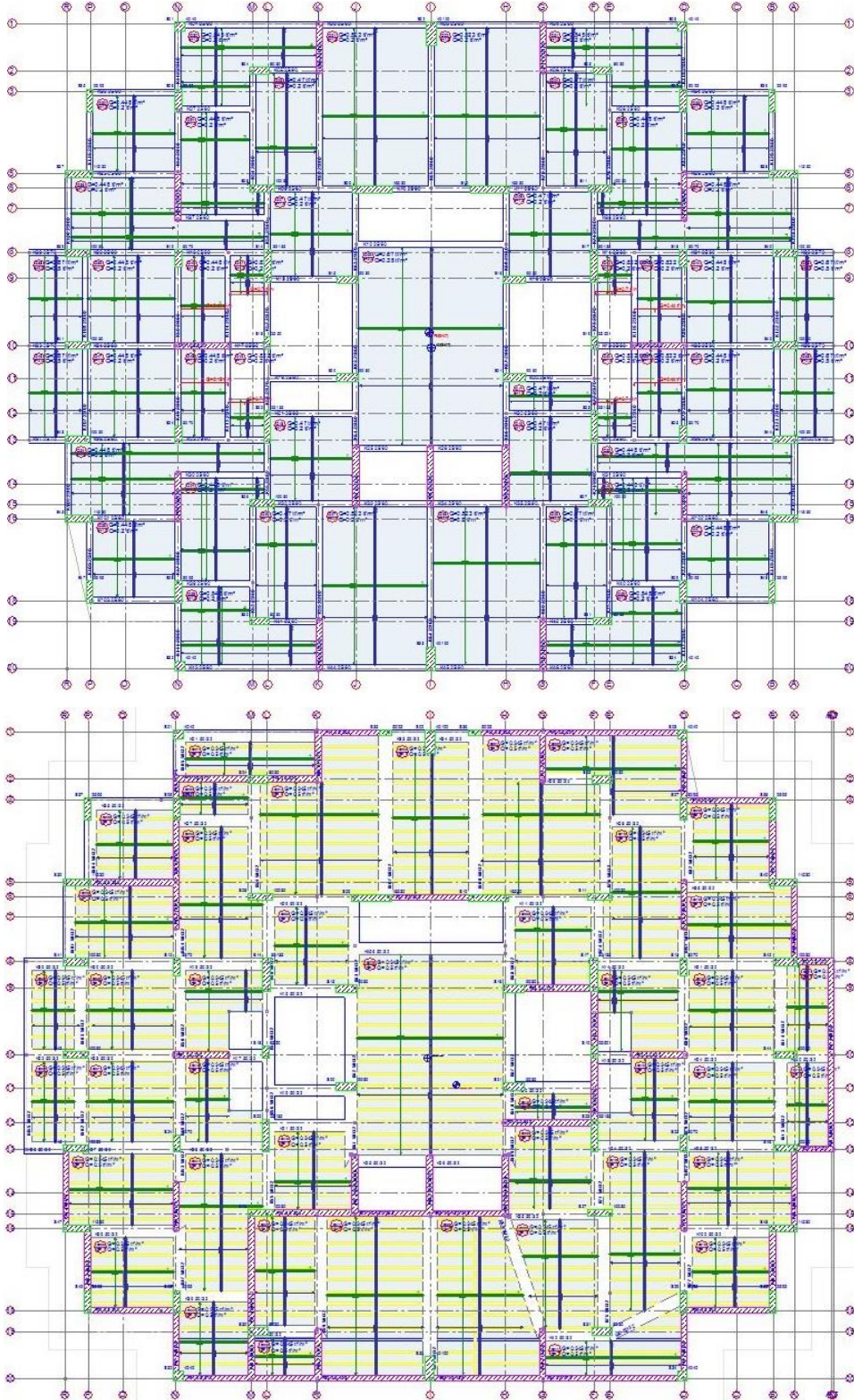


Şekil 1h. Bina kodu E için mevcut plak ve dönüştürülmüş asmolen döşemeli kalıp planları

Tasarlanmış Gerçek Yapılarda Asmolen/Plak Döşeme Dönüşümünün Yapı Maliyetine Etkisi



Şekil 11. Bina kodu I için mevcut plak ve dönüştürülmüş asmolen döşemeli kalıp planları



Şekil 1i. Bina kodu J için mevcut plak ve dönüştürülmüş asmolen döşemeli kalıp planları

2.1. Analizlerle ilgili genel bilgiler

Seçilen yapıların asmolen ve plak döşeme tiplerinin dönüştürülmesiyle oluşan asgari maliyet farklarının karşılaştırılması bu çalışmada amaçlanmıştır. Dönüşümlerde plandaki boyutlar, kat yükseklikleri, malzeme özellikleri gibi diğer tüm değişkenler sabit tutulmuştur. Sadece döşeme tiplerinin dönüştürülmesi nedeniyle ortaya çıkan, standarda/yönetmeliğe göre taşıyıcı eleman kesit boyutlarındaki azaltılması/arttırılması gereken değişimlerin optimum ölçüde tutulmasına özen gösterilmiştir. Asmolen döşeme tasarımlarında dış yükseklikleri kiriş seviyesi ile sınırlandırılmış ve kenar kirişler yaygın olarak tercih edilen yastık kirişleri oluşturulmuştur. Asmolen dolgusu olarak piyasada yaygın olarak kullanılan ve hafif betondan üretilen 25x40x20cm ebatlarında briket tercih edilmiştir. İncelenen yapılarda beton güvenlik katsayısı 1.5, çelik güvenlik katsayısı 1.15 ve beton birim hacim ağırlığı 2.5 t/m³ olarak dikkate alınmıştır. Çizelge 1’de beton sınıfları görülen yapıların tümünün çelik sınıfı S420’dir. Analizlerde kullanılan deprem ve zemin parametreleri çizelge 1’deki gibidir.

Yazarların daha önce konu ile ilgili yaptıkları analitik çalışmada [5] tespit ettikleri; üç kattan sonra döşeme tiplerindeki maliyet farkının ortaya çıkmasından dolayı, bu çalışmada 4 kat ve üstü projeler seçilmiştir. Uygulamada yarısı asmolen yarısı da plak döşeme olarak tasarlanan toplam on adet yapıdan, 4 ve 6 katlı yapılardan üçer adet, 7, 13, 14, 16 katlı yapılardan da birer adet proje seçilmiştir. Daha sonra, mevcut projelere tamamen sadık kalınmış, diğer döşeme tipine dönüşümlerde

yönetmeliğin öngördüğü kurallara göre düşey taşıyıcı eleman boyutlarında optimum değişikliklere gidilerek yapıdır. Böylece, seçilen her yapı (şekil 1a-e) için biri asmolen biri plak döşeme tipiyle tasarlanmış iki model oluşturulmuştur. Maliyet mukayesesinde dikkate alınan malzemelere ait birim fiyatlar çizelge 2’de sunulmuştur.

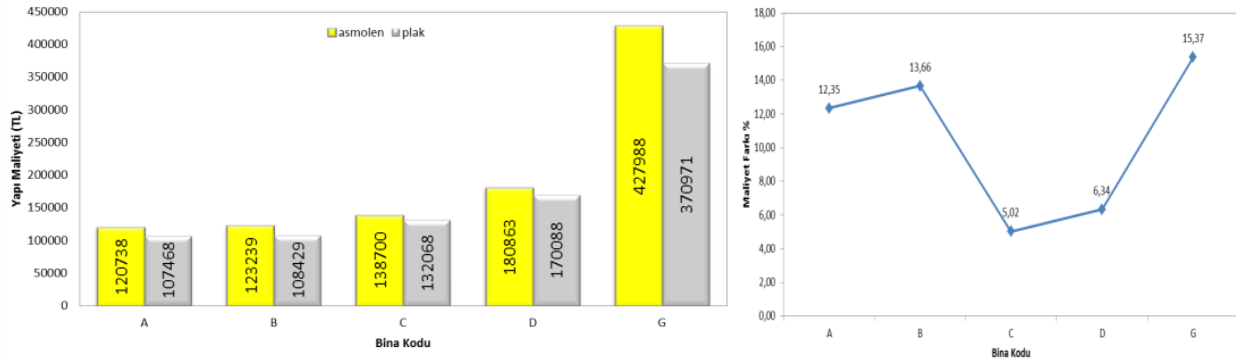
Çizelge 2. Yapı malzemelerinin hesaplarda kabul edilen fiyatları

İnce/Kalın Donatı	Beton	Asmolen Briketi	Kalıp	İşçilik
TL/ton	TL/m ³	TL/adet	TL/m ²	TL/m ³
1350	95	1	13	80

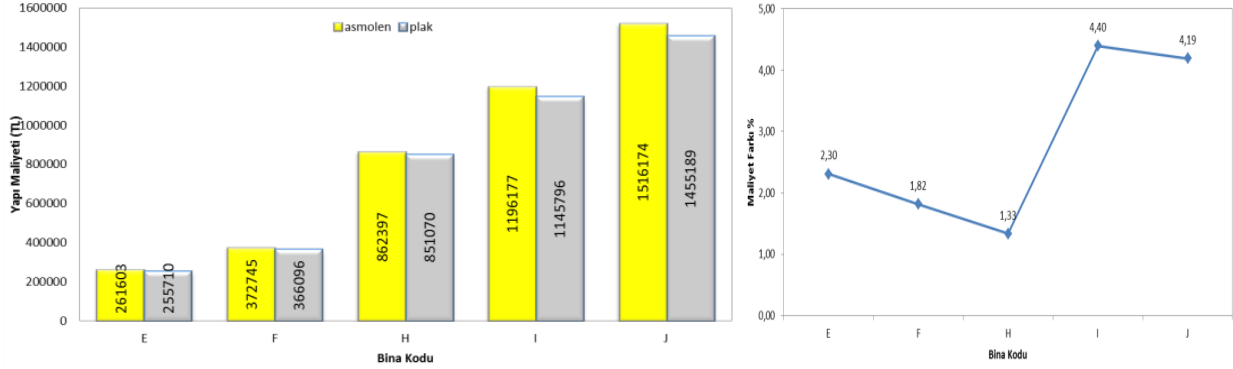
Yapı analizlerinde piyasada yaygın olarak kullanılan ideCAD [8] yapı analizi ve tasarımı paket programı kullanılmıştır. Her bir model için analizler tekrarlanmış ve analiz sonucunda programın sunduğu metraj bilgileri, çizelge 2’de kabul edilen birim fiyatlarla çarpılarak yapı maliyetleri elde edilmiştir.

2.2. Analiz sonucu elde edilen maliyet mukayeseleri

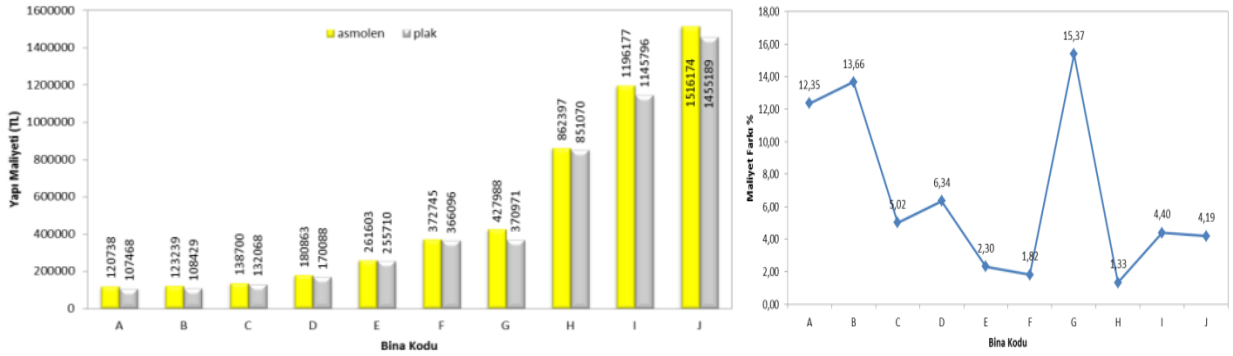
Her iki döşeme türlerinin analizinden elde edilen maliyet mukayesesinde; mevcut uygulama projesinde döşemesi asmolen olup plak döşemeye dönüştürülen yapılara ait sonuçlar şekil 2a,b’de, projesinde döşemesi plak olup asmolen döşemeye dönüştürülen yapılara ait sonuçlar şekil 3a,b’de, tüm yapılara ait sonuçları içeren grafikler ise şekil 4a,b’de sunulmuştur.



Şekil 2. Döşemesi asmolen olup plak döşemeye dönüştürülen yapılara ait, **a.** Maliyetler, **b.** Asmolen döşemenin plak döşemeye göre maliyet fazlalık oranları



Şekil 3. Döşemesi plak olup asmolen döşemeye dönüştürülen yapılara ait, **a.** Maliyetler, **b.** Asmolen döşemenin plak döşemeye göre maliyet fazlalık oranları



Şekil 4. Seçilen tüm yapılara ait, **a.** Maliyetler, **b.** Asmolen döşemenin plak döşemeye göre maliyet fazlalık oranları

Şekil 2-4'te görüldüğü gibi her halükarda asmolen döşeme olarak tasarlanan yapı maliyeti, plak döşeme yapı maliyetine göre daha fazla orandadır. Oransal farklılıklar; yapının geometrisi, malzeme özellikleri, mimari tercihler gibi pek çok parametreye ve özellikle tasarımcıya bağlıdır. Tasarım aşamasında asmolen döşeme olarak tasarlanan yapıların (A, B, C, D ve G), plak döşemeye dönüştürülmesi neticesinde oluşan fazla maliyet artışında, yapıların 1. derece deprem bölgesinde olmasının da etkisi vardır. Neticede tasarımcı 1. derece deprem bölgesinde tasarladığı asmolen yapıda 4. derece deprem bölgesine oranla daha temkinli yaklaşacağı aşikârdır. Elbette ki bu durum yapı maliyetini doğrudan etkilemektedir. Yeni inşa edilmiş yapıların salt döşeme tipinin değiştirilmesiyle oluşan ekonomik mukayesenin yapıldığı bu çalışma, aynı güvenlikteki yapının daha az/fazla maliyetle imal edilebileceğini, tasarımcıların daha iyi anlayabilmeleri bakımından önemlidir. Tasarımcıların mimariyide göz önünde

tutarak yapısal alternatif seçenekleri daha fazla araştırmaları, ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

3. Sonuçlar

Bu çalışmada yarısı asmolen diğer yarısı plak olarak tasarlanmış ve uygulanmış toplam on yapı seçilmiştir. Sadece mevcut döşeme sistemi değiştirilerek oluşan kar/zarar etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, seçilen planlara ve dikkate alınan döşeme dönüşümlerine bağlı olarak farklı maliyet artışlarının elde edildiği unutulmamalıdır. Yapılan yirmi analiz neticesinde elde edilen mukayese sonuçları aşağıda değerlendirilmiştir;

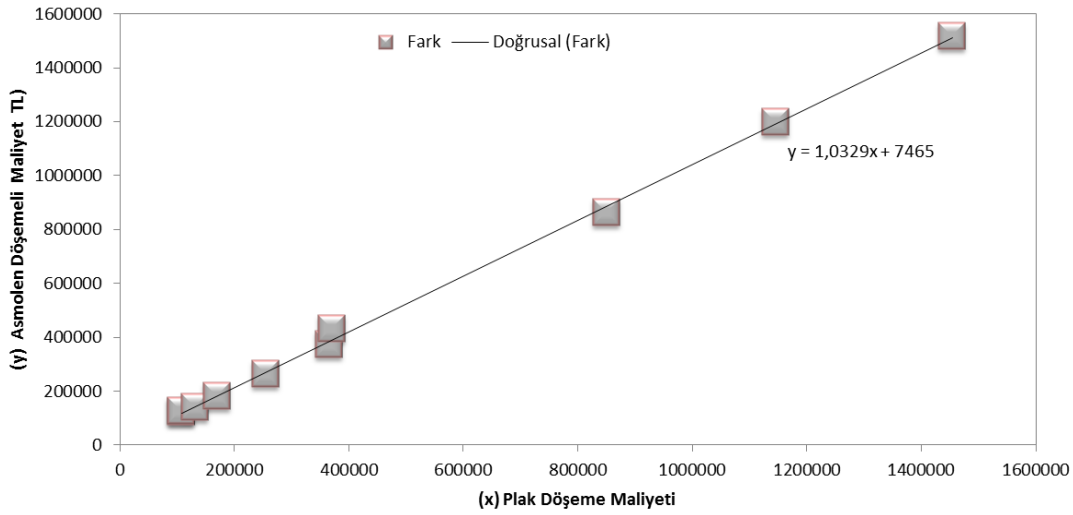
- Seçilen tüm yapı tiplerinin analizinde asmolen döşemeler plak döşemelere göre %1.33-15.37 oranlarında daha fazla maliyete neden olduğu görülmüştür.

Tasarlanmış Gerçek Yapılarda Asmolen/Plak Döşeme Dönüşümünün Yapı Maliyetine Etkisi

• Tasarımda asmolen olan döşemenin plak döşemeye dönüştürülme neticesinde; asmolen döşemenin plak döşemeye göre %5.02-15.37 oranlarında, plak döşemenin asmolen döşemeye dönüştürüldüğü ikinci durumda ise; asmolen döşemenin plak döşemeli hale göre %1.33-4.40 oranlarında fazla maliyette olduğu görülmüştür. Her iki durumda da asmolen döşemeli tasarımın yapı maliyeti fazladır, ancak, ikinci durumdaki oran ilkinin göre daha düşüktür. Bunun nedenini; tasarımcıların, yapılarını plak döşemeli tipte

projelendirirken taşıyıcı sistem boyutlarını gerekli ve yeterli boyutların üstünde tasarlarlarken (asmolen farkı %1,33-4,40), asmolen döşemeli tipte projelendirirken maliyeti düşürebilmek için taşıyıcı sistem boyutlarını asgari ve yeter güvenlik düzeyinde tasarımı (asmolen farkı %5,02-15,37) tercih ettikleri söylenebilir

• Seçilen tüm yapılar için asmolen döşeme tasarımına bağlı maliyet artışı doğrusal eğriyle şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Asmolen döşemenin plak döşemeye göre maliyet değişimini gösteren doğrusal eğri

4. Kaynaklar

1. Punmia, B. C. (2005). Building Construction. Laxmi Publication, New Delhi, p.847.
2. Ersoy, U. (1995). Betonarme 2. Evrim Yaymevi, İstanbul, 253s.
3. Aygün H., 2007. Farklı Döşeme Sistemlerine Sahip Çok Katlı Betonarme Binaların Dinamik Davranışlarının İncelenmesi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, p. 76.
4. www.forum.yapisal.net/dosemeler/30472-asmolen-doseme-plak-doseme-maliyet-farki. Erişim tarihi: 10.02.2015
5. Akyol, B., Bikçe, M. (2016). Parametric study by construction cost of the impact of the slab types. Cukurova University 1st International Mediterranean Science and Engineering Congress,(26-28 October 2016), Adana/Turkey.
6. DBYBHY (2007). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. Ankara.
7. TS 500 (2000). Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
8. www.idecad.com.tr. Erişim tarihi: 10.02.2015.