T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAPI BİLGİ MODELLEME YAZILIMLARI İLE KABA YAPI ELEMANLARI METRAJI: SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Didem ALTINOK

DANIŞMAN
Doç. Dr. Gebrail BEKDAŞ

II. DANIŞMAN
Doç. Dr. Ümit IŞIKDAĞ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İnşaat Mühendisliği Programı

İSTANBUL-2020

Bu çalışma 16.01.2020 Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ

Doç. Dr. Gebrail BEKDAŞ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Salih OFLUOĞLU
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi
Enformatik Bölümü

Doç. Dr. Sinan Melih NİGDELİ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa'nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitim dönemimde öğrencisi olma şansı yakaladığım desteğini ve bilgisini hiç esirgemeyen tez danışmanım değerli hocam Doç.Dr. Gebrail BEKDAŞ'a ve tez konumu belirlememde ve çalışmamı tamamlamamda büyük emeği olan ikinci tez danışmanım değerli hocam Doç.Dr. Ümit IŞIKDAĞ'a, Erasmus dönemim sırasında tezime olan destek ve katkılarından dolayı sayın Prof. Dr. Jörg Blankenbach ve vizyonumu genişleten sayın Dr. Ralf Becker'ya minnetlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Her zaman desteğini ve sevgisini hissettiğim, eğitimim için benden daha çok çabalayan canım babam Mustafa ALTINOK ve canım annem Emine ALTINOK'a, her zaman örnek aldığım, yolumu aydınlatan sevgili ablalarım Duygu ALTINOK DİNDAR ve Derya ALTINOK VILLEMIN'ya, motivasyonlarından dolayı sevgili ağabeylerim Sedat DİNDAR ve Abel VILLEMIN'ya, gerek tezimdeki yardımları gerekse her zaman sabırla destek olduğu için sevgili yol arkadaşım Erkan ŞEN'e, her daim mutluluk kaynağım olan canım yeğenlerim Mustafa ve Arin'e, tez konumu benimle her ayrıntısına kadar tartışıp fikirler üreten, her zaman yüksek lisans eğitimim için zaman ayırmama yardımcı olan sevgili koordinatörüm Erdem ERGİN'e ve destekleri için meslektaşım ve arkadaşım Aziz TÜRK'e çok teşekkür ederim.

Ocak 2020 Didem ALTINOK

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **iv**
TABLO LİSTESİ ..... **ix**
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **x**
ÖZET ..... **xi**
SUMMARY ..... **xii**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL KISIMLAR **5**
2.1 YAPI BİLGİ MODELLEME ÇALIŞMA PRENSİBİ VE AŞAMALARI 5
2.2 YAPI BİLGİ MODELLEMEDE LOD KAVRAMI 7
2.3 YAPI BİLGİ MODELLEMEDE IFC KAVRAMI 8
2.4 YAPI BİLGİ MODELLEME VE METRAJ ANALİZİ 9
2.5 YAPI BİLGİ MODELLEME YAZILIMLARI VE PROJE MALİYET YÖNETİMİ 10
2.6 YAPI BİLGİ MODELLEMENİN YARARLARI 11
2.7 ÇALIŞMADA KULLANILAN YAZILIMLAR 12
2.7.1 AutoCAD 12
2.7.2 Revit 13
2.7.3 Dynamo 13
2.8 ALANYAZINDAKİ BENZER ÇALIŞMALAR 14
3. MALZEME VE YÖNTEM **23**
3.1 MODELİN TASARIMI 24
3.1.1 Kazık Yerleşimi ve Donatılandırılması 26
3.1.2 Temel Çizimi ve Donatılandırılması 29
3.1.3 Kolon Çizimi ve Donatılandırılması 30
3.1.4 Perde Çizimi ve Donatılandırılması 33
3.1.5 Döşeme Çizimi ve Donatılandırılması 34
3.1.6 Kiriş Çizimi ve Donatılandırılması 34
3.1.7 Merdiven Modellemesi 38
3.1.8 Duvarların Modellenmesi 39
3.1.9 Kapı Modelleme 42

3.1.10 Pencere Modelleme 42
3.2 KALIP METRAJ HESABI 42
4. BULGULAR 43
4.1 REVİTTE MODELLEME YAPILIRKEN KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR 43
4.1.1 Temel Döşemesi Donatılandırılması Esnasında Çıkan Zorluklar 43
4.1.2 Kiriş Modellenmesi Sırasında Çıkan Zorluklar 44
4.1.3 Perde Modellemesi Sırasında Çıkan Zorluklar 46
4.1.4 IFC Formatındaki Kodun Dönüşümü Ve Aktarılması Esnasında Oluşan Sorunlar 47
4.1.4.1 IFC Formatının XML Formatına Dönüştürülmesi 48
4.1.4.2 XML Formatının IFC Formatına Geri Dönüştürülmesi 48
4.1.4.3 IFCXML Formatının Revit İçerisine Aktarılması 48
4.1.5 Kalıp Metrajı Alımı Esnasında Çıkan Sorunlar 49
4.1.5.1 Tüm Kolonların Dış Alanının Bulunması (Kalıp Alanının Bulunması) 50
4.1.5.2 Tüm Perde Duvarların Alanın Alınması 51
4.1.5.3 Tüm Döşeme Alanın Alınması 52
4.2 KLASİK YÖNTEM VE YBM YAZILIMLARI İLE METRAJ ALIMI 53
4.2.1 Klasik Yöntem 53
4.2.2 Yapı Bilgi Modelleme Yazılımı Olan Revit ile Metraj Alımı 60
4.2.3 İki Yöntemin Karşılaştırılması 62
4.3 YBM YAZILIMLARI İLE YAPILAN MODELLEMELERİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI 63
4.3.1 Avantajları 63
4.3.2 Dezavantajlar 68
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 70
KAYNAKLAR 75
EKLER 80
ÖZGEÇMİŞ 105

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1: Yapı Yaşam Döngüsü ve Yapı Bilgi Modelleme (Dispenza, 2010). 2

Şekil 2.1: Yapı Bilgi Modellemenin farklı proje aşamalarında kullanım amaçları (Özorhon, 2018). 6

Şekil 2.2: Yapı Bilgi Modelleme ve Yaşam Döngü Evreleri (NIBS, 2008). 6

Şekil 2.3: Level of Development (LOD) Tablosu (practicalBIM.net, 2013). 7

Şekil 2.4: Revit ile çizilip dışa aktarılan IFC formatlı bir yapının BIM Vision ile görüntülenmesi. 8

Şekil 2.5: Örnek dışa aktarılan IFC uzantılı dosya. 9

Şekil 2.6: Geleneksel yöntem ve YBM yazılımları ile alınan metrajların karşılaştırılması..... 15

Şekil 3.1: Türkiye'de YBM kullanımının coğrafi dağılımı (Bimgenius, 2018). 23

Şekil 3.2: AutoCAD ile çizilen kazık aplikasyon planı. 26

Şekil 3.3: Revit'e linklenen AutoCAD ile çizilen kazık aplikasyon planı. 27

Şekil 3.4: AutoCAD ile çizilen kazık kesit detayı. 28

Şekil 3.5: AutoCAD ile çizilen kazık donatı detayı. 28

Şekil 3.6: Revitte donatılandırılmış temel döşemesi. 29

Şekil 3.7: Donatıların görünüşü. 30

Şekil 3.8: Kolon donatılandırılması – kolon donatı adet ve çapı belirlenmesi. 31

Şekil 3.9: Kolon donatılandırılması – Etriye & Çiroz çapı ve aralık belirlenmesi. 31

Şekil 3.10: Kolon donatılandırılması – Etriye & Çiroz yerleşimi. 32

Şekil 3.11: Kolon donatılandırılması – Filiz boyunun ayarlanması. 32

Şekil 3.12: Perde donatılandırılması. 34

Şekil 3.13: Birden fazla ek üst donatı içeren kiriş örneği. 35

Şekil 3.14: Etriye çapı, paspayı ve etriyeler arası mesafe. 36

Şekil 3.15: Sıklaştırma bölgesi ayarları. 36

Şekil 3.16: Ana donatı yerleşimi. 37

Şekil 3.17: Ek donatı yerleşimi. 37

Şekil 3.18: Merdiven dışardan görünüş. 38

Şekil 3.19: Merdiven yakından görünüş. 39

Şekil 3.20: İç duvar katman örneği. 40

Şekil 3.21: İç duvar katman detayları. 40

Şekil 3.22: Dış duvar katman örneği. 41

Şekil 3.23: Dış duvar katman detayları. 41

Şekil 4.1: Temel döşemesi donatılandırılmasında gruplandırılmış donatı örneği..... 43

Şekil 4.2: Temel döşemesi çapraz kesiminin gösterimi. 44

Şekil 4.3: K2023 K2024 birbirinin devamı kirişlerde gövde donatısı gösterimi. 45

Şekil 4.4: Kirişlerin Wireframe görüntüsünde görünümü..... 46

Şekil 4.5: Perdelerin donatılandırılması. 47

Şekil 4.6: Dynamo görsel programı. 49

Şekil 4.7: Yeni yaratılmış Python bloğunun içi. 50

Şekil 4.8: Kolon kalıp hesabı için yapılan kodlama..... 51

Şekil 4.9: Perde kalıp hesabı için yapılan kodlama..... 52

Şekil 4.10: Döşeme kalıp hesabı için yapılan kodlama. 53

Şekil 4.11: Donatı miktarı hesaplamak için yazılan formül. 61

Şekil 4.12: Asma kat döşemesinde kancalı donatı yerleşim gösterimi. 63

Şekil 4.13: 14.90 ~ -11.90 kotları arası E.TIP1E kolonu donatı detayı. 65

Şekil 4.14: -11.90 ~ -7.40 kotları arası E.TIP1E kolonu donatı detayı. 66

Şekil 4.15: Manuel olarak donatılandırma yapılan perde. 67

Şekil 4.16: Eleman dışına çıkan donatıların gösterimi..... 69

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.1: Tez kapsamında gerçekleştirilen araştırma adımları. 4

Tablo 2.1: Metraj alımı için YBM aracı kullanılarak kazanılan zaman (Bečvarovská, Matějka, 2014). 19

Tablo 2.2: Alanyazındaki benzer çalışmalar özet tablosu. 20

Tablo 3.1: İç duvar tipleri ve boyutları. 40

Tablo 3.2: Dış duvar tipleri ve boyutları. 41

Tablo 4.1: Klasik yöntem ile elde edilen donatı metrajı. 54

Tablo 4.2: Klasik yöntem ile elde edilen donatı metraj özeti. 55

Tablo 4.3: Klasik yöntem ile elde edilen beton metraj özeti. 56

Tablo 4.4: Temel kalıp metrajı. 57

Tablo 4.5: Döşeme kalıp metrajı. 58

Tablo 4.6: Kolon perde kalıp metrajı. 59

Tablo 4.7: Toplam kalıp metrajı. 60

Tablo 4.8: YBM yazılımları ve klasik yöntem ile elde edilen metraj tablosu. 62

Tablo 4.9: Revitten alınan donatı metraj tablosu. 68

Tablo 5.1: YBM ve kalsik yöntem karşılaştırma tablosu. 70

Tablo 5.2: Tez çalışma sonuçları ile benzer çalışma sonuçlarının karşılaştırılması. ... 73

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler **Açıklama**

b : Eleman Genişliği
D : Boyut
h : Eleman Yüksekliği
L : Eleman Boyu
φ : Donatı çapı

Kısaltmalar **Açıklama**

BIM : Building Information Modeling
IFC : Industry Function Classes
LOD : Level of Development
cm : Santimetre
cm^2 : Santimetrekare
m : Metre
m^2 : Metrekare
m^3 : Metreküp
mm : Milimetre
NIBS : National Institute of Building Sciences
YBM : Yapı Bilgi Modelleme
XML : eXtensible Markup Language

ÖZET

YAPI BİLGİ MODELLEME YAZILIMLARI İLE KABA YAPI ELEMANLARI METRAJI: SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Didem ALTINOK

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Gebrail BEKDAŞ

II. Danışman: Doç. Dr. Ümit IŞIKDAĞ

Gelişen teknolojilerle birlikte alışkanlıklar yerini değişime bırakmaktadır. Bu değişimler ışığında yapı tasarlama ve inşa etme yöntemleri de değişmektedir. Klasik yöntemlerle yapılan hesaplara güven azalırken aranan yeni yöntemin doğruluğu da tartışma konusudur. Yeni yöntemlerin araştırılması konusunda yoğun bir şekilde çalışmalar yapılmaktadır. Pek çok ülkede kullanımı zorunlu olan Yapı Bilgi Modellemenin Türkiye'de de kullanım oranının gün geçtikçe arttığı bilinmektedir. Yapılan bu çalışmada klasik yöntem ve Yapı Bilgi Modelleme yöntemleri ile yapılan tasarımların metraj alımlarının sonuçları araştırılmıştır. Varılan bulgular doğrultusunda, iki yöntemin de avantaj ve dezavantajları incelenmiş, ortaya çıkan sorunlara çözüm önerileri üretilmeye çalışılmış ve kullanması en doğru olan uygulama saptanmaya çalışılmıştır.

Ocak 2020, 117 sayfa.

Anahtar kelimeler: Yapı Bilgi Modelleme, Metraj, Klasik Yöntem, Revit, Gelişen Teknoloji, Avantaj, Dezavantaj

SUMMARY

COURSE STRUCTURE QUANTITIES WITH USING BUILDING INFORMATION MODELING SOFTWARE: PROBLEMS AND SOLUTION PROPOSALS

M.Sc. THESIS

Didem ALTINOK

Istanbul University-Cerrahpasa

Institute of Graduate Studies

Department of Civil Engineering

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Gebrail BEKDAŞ

Co-Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Ümit IŞIKDAĞ

Together with developing technologies, habits are changing. In the light of these changes, the methods of designing and constructing structures also change. While the confidence in the calculations made with the classical methods decreases, the accuracy of the new methods sought is also a matter of debate. Intensive research is being carried out to investigate new methods. Building Information Modeling is mandatory in many countries. Building Information Modeling the utilization rate in Turkey is known to increase with day by day. In this study, the results of take-off quantity purchases of the designs made with classical method and Building Information Modeling methods were investigated. In line with the findings, the advantages and disadvantages of both methods were examined, suggestions for solutions to problems were tried to be produced and the application that was the most correct to use was tried to be determined.

January 2020, 117 pages.

Keywords: Building Information Modeling, Take off Quantity, Classic Method, Revit, Developing Technologies, Advantage, Disadvantage

1. GİRİŞ

İnşaat projeleri farklı disiplinlerin birlikte çalışmasını gerektirmektedir (Gerber, Rice, 2010). Yapı Bilgi Modelleme, birlikte çalışmayı kolaylaştırmak için bina yapım sürecinin fiziksel ve fonksiyonel özelliklerinin üç boyutlu ve dijital olarak temsil edilmesidir (NBIMS). Yapı Bilgi Modelleme'de (Building Information Modelling) akıllı objeleme kullanılarak oluşturulan dijital modelleme, disiplinler arasındaki koordinasyonu sağlayarak bilgi transferi ve birlikte işlerliği güçlendirmektedir.

YBM modeli nesne tabanlıdır. Yapı elemanlarının nitelikleri, diğer elemanlarla ilişkileri ve fonksiyonları tanımlanmıştır. Bu elemanlar standart formatlar çerçevesinde (IFC,COBie,vb.) oluşturulmakta ve veri paylaşımı bilgisayarlar arasında bu şekilde sağlanmaktadır.

Yapı Bilgi Modelleme için yaygın olarak kullanılan yazılımların başlıcaları, Revit, Navisworks Manage ve Dynamo'dur.

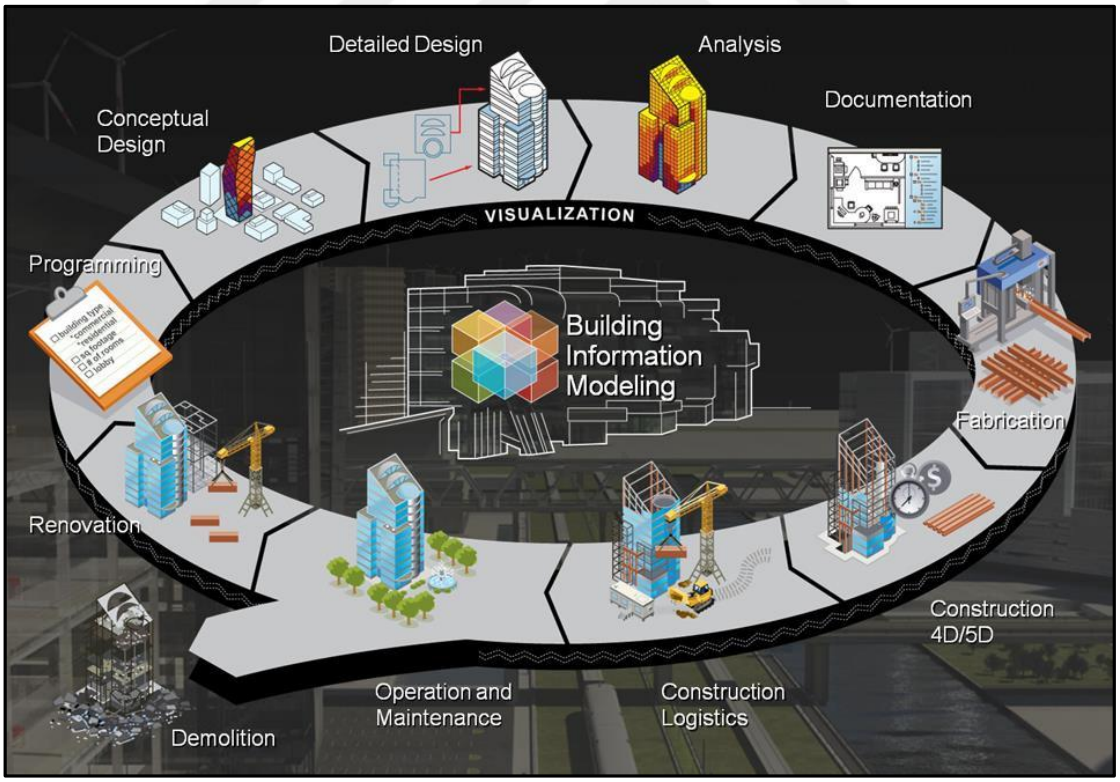
Yapı Bilgi Modelleme sadece tasarım aşamasında değil, inşaat ve işletme süreçlerinde de kullanılmaktadır. Tasarım aşamasında yapılar iki boyutlu planlar, kesitler ve görünüşler üzerinden tanımlanır. Bu çizimleri üç boyutlu hayal etmenin zor olmasının yanı sıra herhangi bir değişiklik yapılması gerektiğinde veya hata olduğu zaman her görünüşten değiştirilmesi ya da düzeltilmesi ve diğer disiplinlere haber verilmesi gerekmektedir (Azhar, Hein, Sketo, 2008). YBM yazılımları ile yapılan tasarımlarda ise her aşamada üç boyutlu görünüme ulaşılabilmekte, bir hata veya değişiklik olduğunda tek görünümden yapılan değişiklik her görünüme işlenmektedir (Jernigan, 2010). Aynı zamanda çizimi kullanmak isteyen diğer disiplinler dosyayı açtıkları zaman bir uyarı almakta ve otomatik olarak kendi çizimlerinde de değişiklik işlenmektedir. Bu da zamandan kazanç sağlamaktadır. İnşaat aşamasında, gecikmeler, yıkıp yeniden yapma, malzeme ve işçilikten kaynaklanan kayıplar gibi bir çok problemin önü kesilebilmekte ve buna bağlı olarak ek maliyetten kaçınılmakta ve proje toplam süresi azalmaktadır. İşletme süreçlerinde ise tesis ve varlık yönetimi yapılmasını ve yapı parçalarının ömrüne göre değiştirme zamanlarının tespit edilmesini sağlar.

YBM, inşaat sektörüne mevcut tasarım, dokümantasyon ve iş programları süreçlerini iyileştirmek için büyük bir fırsat sunmaktadır.

Yapı Bilgi Modellemenin boyut elemanları modelde üstlendikleri işin kapsamını belirtmektedir. Örneğin 3D mevcut durum modelleri yapının görselleştirilmesi ile ilgilidir. 4D iş programı ve proje fazlarının simülasyonunu, 5D maliyet planlaması ve maliyet tahminini desteklemek için metrajı, 6D sürdürülebilirlik ve enerji analizlerini, 7D ise bina işletmesi, yapı elemanlarının yaşam süresi ve yapı keşiflerini içermektedir.

Yani, YBM üç boyutlu modelleme yapmaktan ziyade inşaat projeleri için kültür değişimi, riskleri azaltıp entegrasyonu sağlayan bir çalışma sürecidir.

Günümüzde YBM etkin olarak, üç boyutlu modelleme, çakışmaların tespiti, disiplinler arası koordinasyonun sağlanması, inşaat imalatlarının simülasyonları, metraj, maliyet tahmini ve bütçede kullanılmaktadır.



Şekil 1.1: Yapı Yaşam Döngüsü ve Yapı Bilgi Modelleme (Dispenza, 2010).

Yapılan bu çalışmada Yapı Bilgi Modelleme üzerine yapılmış literatür çalışmaları ele alınmış, kullanım alanları ve avantajlarından bahsedilmiştir. Uygun yöntem bulunabilmesi için

8.197,458 m^2 otopark ve 16.132,707 m^2'lik kullanılabilir alan ile toplamda 24.330,165 m^2'lik alışveriş merkezi olarak kullanılması planlanan 10 katlı bir binanın AutoCAD ile iki boyutlu tasarımı yapılmış, metraj sonuçları alınmış, ardından da her disiplinin beraber çalışmasını kolaylaştıran içerisinde statik, mimari, mekanik ve elektrik tasarımı imkanı barındıran Yapı Bilgi Modelleme yazılımı olan Revit'te, yapının kaba inşaat modellemesi üç boyutlu olarak yapılmış ve metrajı alınmıştır. Revit programından elde edilen metraj sonuçlarıyla, AutoCAD çiziminden elde edilen sonuçlar, klasik yöntem ve Yapı Bilgi Modelleme yazılımı ile alınan metraj başlıkları altında karşılaştırılmıştır. Çalışmada her iki programda da tasarım aşamasında karşılaşılan problemlere değinilmiş, sorunlara çözüm önerileri aramıştır. Her iki programında avantajları ve dezavantajları ile karşılaşılan zorluklar göz önünde bulundurularak tasarım aşaması ve metraj alımında en işlevsel yöntem aranması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda aşağıdaki soruların cevapları aranmış ve bulunan sonuçlar paylaşılmıştır.

1. Yapı Bilgi Modelleme yöntemi ve klasik yöntem ile metraj alımı yapıldığında hangi yöntem daha uygundur?

2. Yapı Bilgi Modelleme yöntemi ile alınan metraj sonuçları klasik yöntem ile alınan metraj sonuçları ile birbirini tutmakta mıdır?

3. Eğer iki yöntemden elde edilen sonuçlar örtüşmemekteyse hatalara ne sebep olmuştur?

4. Zaman ve iş gücü bakımından hangi yöntem daha verimlidir?

5. İki yöntem için de daha kolay bir modelleme yöntemi, metraj alım yöntemi var mıdır?

Çalışmada öncelikle literatür taraması yapılarak benzer çalışmalar incelenmiştir. AutoCAD ve Revit ile tasarım yapılmış, Dynamo'da kodlama yapılarak eksikler giderilmeye çalışılmıştır.

Tablo 1.1: Tez kapsamında gerçekleştirilen araştırma adımları.

İzlenen Adımlar	Araştırılan Sorular	Hedeflenen Amaçlar	İşlenilen Bölümler
Literatür Taraması	Yapı Bilgi Modelleme nedir? Ne için kullanılır?	Yapı Bilgi Modelleme kavramının anlaşılması ve kullanım alanlarının belirlenmesi	Giriş ve Genel Bilgiler
Literatür Taraması	Dünyadaki benzer örnekler nelerdir?	Yapılan çalışmaların amaç ve sonuçlarının incelenmesi	Genel Bilgiler
Tasarım	Klasik ve YBM yöntemleri ile tasarım nasıl yapılmaktadır, farkları nelerdir?	Yapı ihtiyaçlarının belirlenmesi ve bu doğrultuda doğru statik ve mimari tasarımın yapılması	Malzeme ve Yöntem
Çözüm Önerileri ve Yazılım Geliştirme	Autocad ve Revit ile metraj alımı nasıl yapılır, iki yöntemin avantaj ve dezavatajları nelerdir?	İki yöntem ile metraj alımının yapılması. Metraj alımları esnasında oluşan sorunların belirlenmesi,	Bulgular
Karşılaştırma	Uygulanması en doğru yöntem hangisidir?	Elde edilen tasarım sonuçlarının kıyaslanması ile alınyazın benzer örneklerden elde edilen sonuçların karşılaştırılması sonucu, çalışma başında sorulan sorular doğrultusunda en verimli, uygun yöntemin saptanması.	Tartışma ve Sonuç

2. GENEL KISIMLAR

Yapı Bilgisi Modellemesi veya YBM terimi, 2000'li yılların başından itibaren yapı ve inşaat yönetimi ile beraber maliyet kontrolü için yazılım tayin etmek amacıyla kullanılmıştır. Son zamanlarda YBM, tescilli bilgisayar programları kullanılarak, tasarım ve yapım için tam teşekküllü bir araç olarak geliştirilmiştir.

YBM yazılımları, bina süreci boyunca verimliliği, binanın performansını artırmak ve tasarım aşamasını güçlendirmenin çağdaş bir yolunu arayarak, inşaat uygulanması esnasında oluşan problemlere çözümler aramaktadır. Yapı inşası tam boyutlu ele alındığında farklı disiplinler arasında bol miktarda bilgi alışverişi ve koordinasyon gerektirir. Teknik olarak her bir disiplin projenin farklı bölümlerinden veya yönlerinden sorumludur. YBM teknolojisi kısmen bu bilgi çıkmazına bir çözüm olarak geliştirilerek günümüzde disiplinler arası işbirliği ve karar alma için giderek daha etkileşimli bir araç olarak hizmet etmektedir (Garber, 2009).

2.1 YAPI BİLGİ MODELLEME ÇALIŞMA PRENSİBİ VE AŞAMALARI

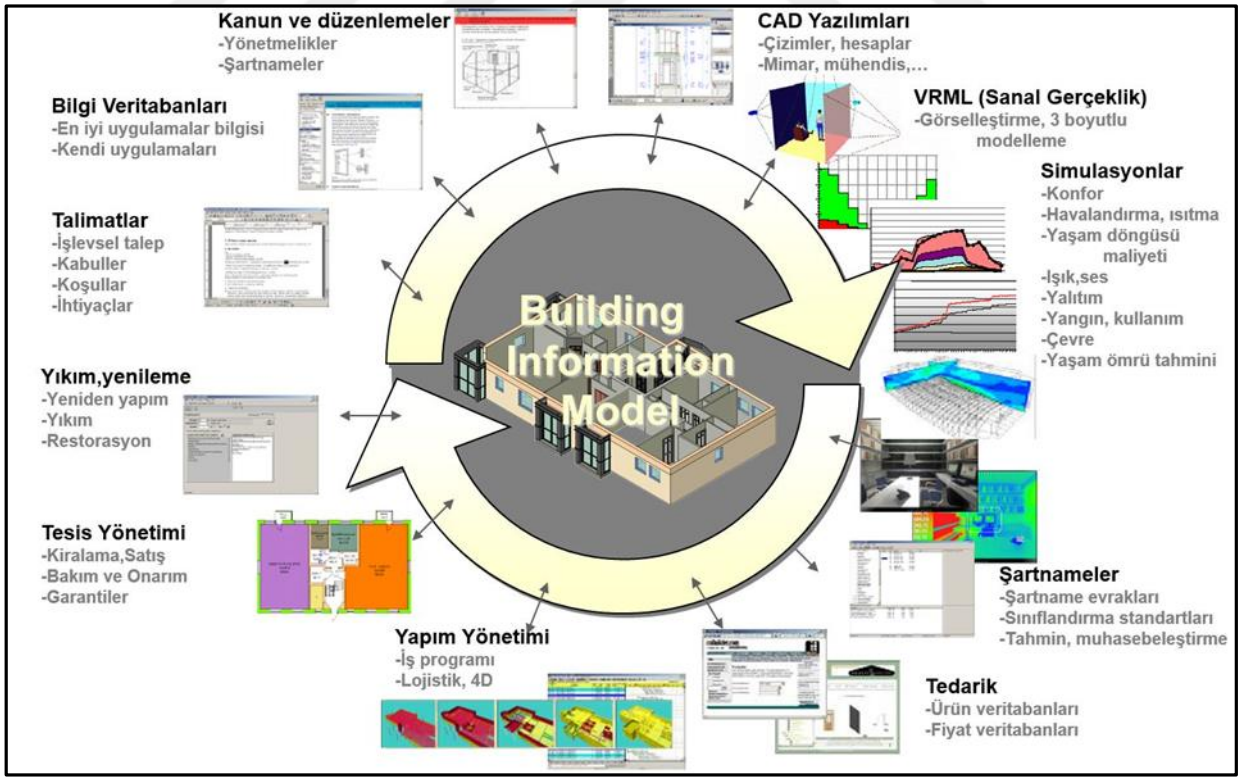
Yapı Bilgi Modelleme; tasarımın ilk aşamasından itibaren çizimlerin Revit üzerinde yapılması ve yapılan her revizyonun Revit üzerinde işlenmesi ile birlikte tüm disiplinlerin birbirinden haberdar olarak ortak çalışması sonucunda yapının bir bütün olarak çalışılarak geliştirilmesidir. Yapı görünüşlere ayrıldığı zaman statik, mimari, mekanik ve elektrik gibi yapının tüm sistemleri elde edilebilmektedir. Bu da inşa aşamasında kullanılacak herhangi bir bilginin tekrar çizilmesine gerek duyulmamasını sağlamaktadır (Dispenza, 2010).

Yapı Bilgi Modellemenin farklı proje aşamalarında kullanım amacı belirlenerek organizasyonsal ve proje uygulama planları oluşturulur.

KAVRAMSAL	TASARIM	YAPIM	YAPIM SONRASI
- Yerleşim planlarının oluşturulması - Görselleştirme - Tasarım alternatiflerinin değerlendirilmesi - Kapsam yönetiminin gerçekleştirilmesi - Yatırım hesabının yapılması	- Yapının boyutlarının belirlenmesi - Enerji simülasyonunun yapılması - Metraj tablosunun çıkarılması - MEP sistemlerinin tanınması	- Detaylı tasarımın yapılması -Yapım için bilgilendirme - Prefabrik elemanların tasarlanması - Üretim planlamasının yapılması	- Tesis yönetimine devredilecek bilgilerin sağlanması(bakım, onarım; mekan ve kullanım yöntemi)

Şekil 2.1: Yapı Bilgi Modellemenin farklı proje aşamalarında kullanım amaçları (Özorhon, 2018).

Ulusal Yapı Bilgi Modeli Standardı-ABD (NBIMS), Yapı Bilgi Modellemeyi, bir yapıyı tanımlayan yapılandırılmış bilgi modeli olarak ürün, yapı bilgi modelinin oluşturulma eylemi olarak süreç ve kaliteyi ve verimliliği arttıran iş yapısı ve iletişim şekli olarak sistem olarak üç kategoride ürün, süreç ve sistem olarak tanımlamıştır.

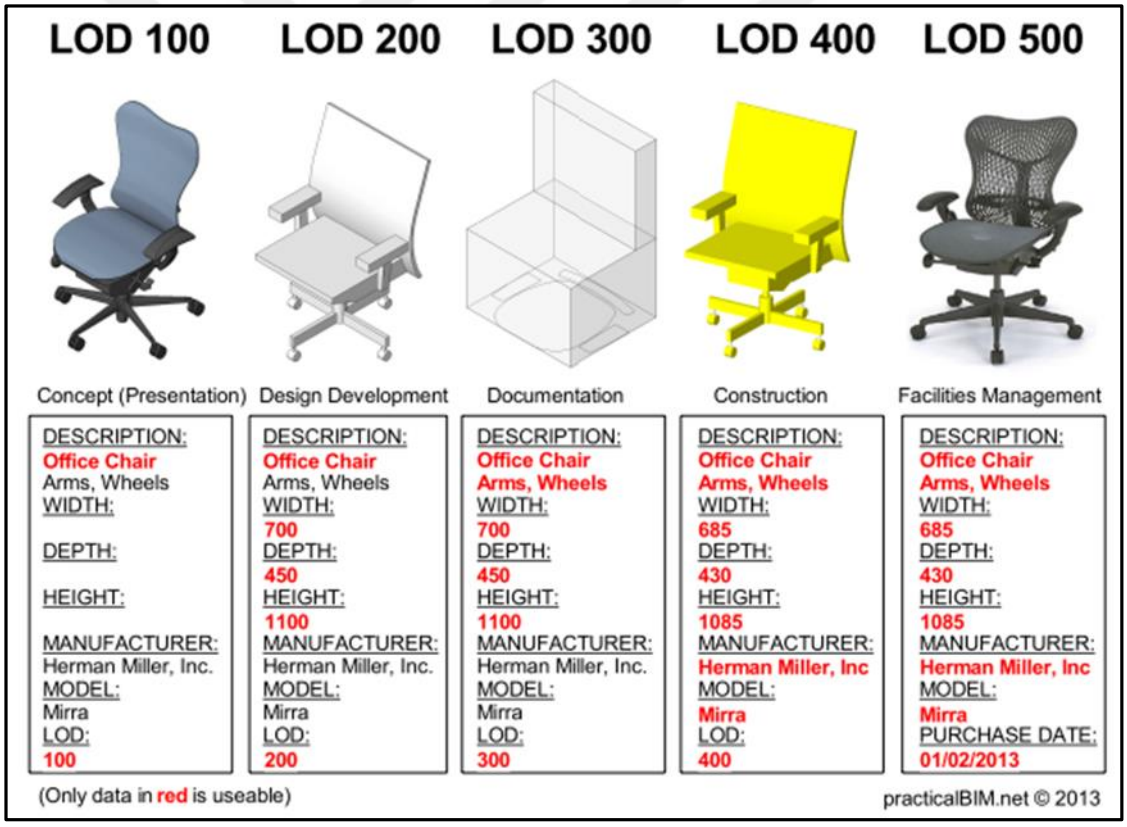


Şekil 2.2: Yapı Bilgi Modelleme ve Yaşam Döngü Evreleri (NIBS, 2008).

2.2 YAPI BİLGİ MODELLEMEDE LOD KAVRAMI

Level of Development (LOD) detay seviyesi ile ilişkili teorik bir kavramdır. Burada tanımlanan detay: modelin kullanımı sırasında elemanın geometrisi ve bileşenleri ile ilgili bilgilerin tasarımcılar tarafından ne derece detaylandırıldığıyla alakalıdır. Başka bir deyişle model öğeleri üzerinde bulunan ayrıntı miktarıdır (Latiffi, Brahim, Mohd, Fathi, 2015).

LOD, geometri ve özellikler arasında farklılık gösterir. Örneğin LOD düzeyi düşük olan bir modelin özellikleriyle ilgili fazla bilgiye gerek duymadan geometrisi oldukça iyi düzeyde tasarlanabilir. Böyle bir durumda, model düşük bir özellik seviyesine ve yüksek bir geometri seviyesine sahiptir. LOD seviyesi düşük olan modelin sahip olduğu detay seviyesi ve güvenilirliği azdır (Grytting, Svalestuan, Lohne, Sommerseth, Augdal, Laedre, 2017).



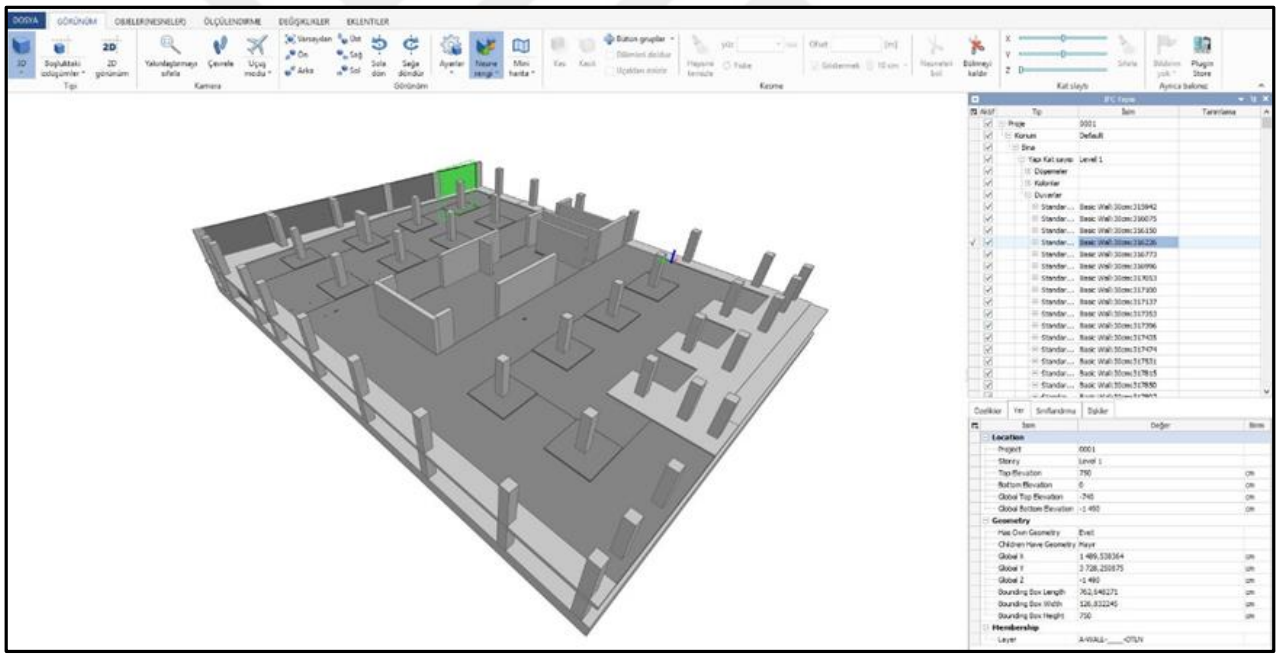
Şekil 2.3: Level of Development (LOD) Tablosu (practicalBIM.net, 2013).

Standart, yeniden kullanılabilir nesnelere LOD durum niteliği ekleyerek başka çalışmalarda da aynı elemanlar kullanılabilirler.

2.3 YAPI BİLGİ MODELLEMEDE IFC KAVRAMI

IFC (Industry Function Classes), nesne odaklı bir kodlama yöntemi olmasının yanında programlar arasında bilgi paylaşımını sağlayan bir veri sunum standartı ve dosya biçimidir (Revit IFC Manuel, 2018). Örneğin Revit programı ile çizilen bir çizim IFC dosya uzantısı olarak kaydedildikten sonra IFC destekli başka bir programla açılabilir. Bu da farklı programlar kullanan proje paydaşlarının beraber çalışabilmesini kolaylaştırır. IFC sayesinde mimar ve mühendisler için CAD araçlarında, bütçe tahminlerinde ve diğer inşaat ile ilgili uygulamalar arasında veri alışverişi yapabilirler.

IFC, modelin geometrisinden çok özelliklerine göre alt gruplama yapan nesne odaklı bir kodlama yöntemidir. International Organization of Standardization (ISO) 16739 ile standardize edilmiştir.



Şekil 2.4: Revit ile çizilip dışa aktarılan IFC formatlı bir yapının BIM Vision ile görüntülenmesi.

Yukarıdaki örnek modelde de görüldüğü gibi Revit programı ile tasarlanan bir yapı ifc uzantısı ile dışa aktarılıp IFC destekli başka bir program ile açıldığında, seçilen elementin tüm özellikleri, oluştuğu materyal, x, y ve z düzlemindeki yeri, yüksekliği, boyu, derinliği, vb. görülebilmektedir. Aynı şekilde IFC formatında alt grup olarak eklendiği grup da soyağacı modeli gibi görüntülenebilmektedir.

```
#144= IFCLOCALPLACEMENT(#124,#143);
#145= IFCCARTESIANPOINT((-2994.16895780389,-2295.));
#147= IFCCARTESIANPOINT((3287.75665080323,-2295.));
#149= IFCCARTESIANPOINT((2700.58126480456,2295.));
#151= IFCCARTESIANPOINT((-2994.1689578039,2295.));
#153= IFCPOLYLINE((#145,#147,#149,#151,#145));
#155= IFCARBITRARYCLOSEDPROFILEDEF(.AREA.,'TEMEL',#153);
#156= IFCCARTESIANPOINT((78.1153953469703,1057.07414022265,0.));
#158= IFCAXIS2PLACEMENT3D(#156,#21,#15);
#159= IFCEXTRUDEDAREASOLID(#155,#158,#19,150.);
#160=
IFCCOLOURRGB($,0.752941176470588,0.752941176470588,0.75294117647
0588);
#161= IFCSURFACESTYLERENDERING(#160,0.,$,$,$,
$,IFCNORMALISEDRATIOMEASURE(0.5),IFCSPECULAREXPONENT(128.),.NOTD
EFINED.);
#162= IFCSURFACESTYLE('Concrete, Cast In Situ',.BOTH.,(#161));
#164= IFCPRESENTATIONSTYLEASSIGNMENT((#162));
#166= IFCSTYLEDITEM(#159,(#164),$);
#169= IFCSHAPEREPRESENTATION(#102,'Body','SweptSolid',(#159));
#172= IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#169));
#176= IFCSLAB('3mx_ceti96tQ5PDpcdIrGx',#41,'Floor:TEMEL:311156',
$,'Floor:TEMEL',#144,#172,'311156',.FLOOR.);
#185= IFCMATERIAL('Concrete, Cast In Situ');
#188= IFCPRESENTATIONSTYLEASSIGNMENT((#162));
#190= IFCSTYLEDITEM($,(#188),$);
#192= IFCSTYLEDREPRESENTATION(#97,'Style','Material',(#190));
#195= IFCMATERIALDEFINITIONREPRESENTATION($,$,(#192),#185);
```

Şekil 2.5: Örnek dışa aktarılan IFC uzantılı dosya.

2.4 YAPI BİLGİ MODELLEME VE METRAJ ANALİZİ

Çizimlerden yola çıkarak kullanılacak olan malzeme miktarı yüksek hassasiyet ile belirlenebilir. Metraj hesabı yapılırken her çizim kontrol edilip, her malzeme ölçü birimleri ile kayıt altına alınmalıdır. Bu işlem yapılırken herhangi bir hesabın atlanmadığı veya birden fazla kez yapılmadığından emin olunması gerekmektedir. İyi hazırlanmış kontrol listeleri sayesinde hataların önüne geçilebilir. Aynı zamanda metraj alınırken, metraj alan kişinin inşaat süresince oluşacak zayiat yüzdesini de göz önünde bulundurması gerekmektedir. Metrajı doğru almak maliyet hesabı için çok önemlidir, çünkü metraj, çalışan sayısı ve yüklenici ekipman maliyeti ile doğrudan ilintilidir (Elbeltagi, 2017).

Metraj sadece proje üzerinden yapılmaz, hakediş çalışmaları için sahada da uygulamaları yapılabilir. Hakediş, 4735 Kamu İhale Sözleşmeleri Kanunu gerekçe madde 6 da belirtilmiş olduğu üzere işlerin özelliği dikkate alınarak oluşturulması gereken üç sözleşme türü olan anahtar teslim götürü bedel, götürü bedel ve birim fiyat sözleşme türlerinden birinin keşfine göre alınan teklif üzerinden sözleşmesi imzalanmış ve uygulaması başlatılmış bir projenin,

sözleşmede belirtilen aralıklar doğrultusunda yapılan imalat karşılığı yükleniciye ödenen bedeldir.

Aynı zamanda metraj, bir yapının maliyet bedel hesabı için yapılan tüm hesaplamaları olan keşif oluşturmanın ilk aşamasıdır. Yani keşfin temelinde metrajdan alınan değerler ve birim fiyat değerleri bulunur.

Kısaca metraj;

- Keşif oluşturmanın ilk aşamasıdır.
- Bütçe ve yaklaşık maliyet hesaplarının temelini oluşturur.
- Hakediş çalışmalarında kullanılır.

Metraj alımı inşaatın her aşamasında yapılır (Monteiro, Martins, 2013)

Klasik yöntemde metraj 2 boyutlu AutoCAD çizimlerinden manuel hesaplanırken, bu işlem uzun zaman almaktadır ve çok fazla değişken içerdiği için bir takım yanlışlıklara ve hatalara yol açabilir (Bečvarovská, Matějka, 2014).

Son yıllardaki 3 boyutlu modellemedeki gelişmeler ölçüm tasarım ve teslim aşamalarını daha verimli hale getirmiştir. YBM yazılımlarındaki hızlı ve daha keskin ölçüm sistemleri inşaat sektörünü klasik yöntemlerden YBM yöntemlerini kullanmaya doğru evriltmiştir. YBM programlarında 3 boyutlu olarak yapılan modellemeler klasik 2 boyutlu yöntemlere göre daha fazla bilgi barındırmakta ve bu bilgiler çerçevesinde her elementin ayrı bir şekilde temsil edildiği akıllı modellemeler yapılmaktadır. Akıllı modelleme, tahmin doğruluğunu arttırırken inşa süresince metraj alım hızını da arttırmaktadır (Olsen, Taylor, 2017).

2.5 YAPI BİLGİ MODELLEME YAZILIMLARI VE PROJE MALİYET YÖNETİMİ

Yapı Bilgi Modelleme proje tedarik ve tesliminde farklı bir düşünce tarzı ve yeni bir yaklaşım getirir. Tipik olarak farklı ve uyumsuz yazılım teknolojilerine sahip ayrı bilgi havuzlarında çalışan proje katılımcılarının geleneksel yaklaşımlarından, katılımcıların aynı bilgileri paylaşıp çalışabilecekleri, tamamen entegre bir ortak platforma geçme ihtiyacıdır, bu yaklaşımın sebebidir. Bunun sonucunda ortak bir YBM ortamında ortak bir model oluşturularak Mimari,

statik, elektrik ve mekanik projeleri bir arada çalıştırılıp çakıştırma yapılabilmektedir. AutoCAD yardımıyla yapılan çakıştırma testlerinin aldığı zaman göz önüne alındığı zaman Revit'te yapılan çakıştırma testleri zamandan ve iş gücünden çok ciddi tasarruf sağlamaktadır. Revit'te yapılan çakıştırma testleri sonucunda oluşabilecek sorunlar önceden belirlenebilmekte, yıkım ve yeniden yapımların ciddi oranda önüne geçilebilmektedir. Aynı şekilde yapılan üç boyutlu ve malzeme odaklı modellemeler sayesinde alınan metrajlar sonucunda henüz projenin başlangıç aşamasında, malzeme ve çalıştırılacak işçi miktarına klasik yöntemlere oranla daha gerçekçi bir yaklaşımla karar verilebilmekte ve çok güçlü tahminler doğrultusunda maliyet analizi çıkarılabilmektedir.

YBM ile metraj alımının otamatikleşmesi buna bağlı olarak zaman ve maliyet analizlerinin daha detaylı yapılması, çalışılan diğer paydaşlarca bu bilgilerin paylaşılması işleri kolaylaştırmış olsa da bu yazılımlara hakim kalifiye elamanlar bulmak gerekmektedir.

Mitchell (2012), proje maliyet yönetimi profesyonellerinin 5. boyutu benimsemesinin ve YBM ortamında "5D Proje Maliyet Yöneticisi" olarak anahtar oyuncu olmasının önemini açıklamaktadır. Muzvimwe (2011), bu görüşü desteklemekte ve maliyet yöneticisinin, gerçek BIM modelinde bütünleşik olarak bağlanmış maliyet verilerini ve miktarlarını alarak, gerçek zamanlı olarak müşteri için çeşitli tasarım ve yapım senaryolarını simüle edebilme ve keşfedebilme değerini açıklamaktadır. Savunulan bu görüşler kesinlikle maliyet yönetimi hizmetinin değerini yükseltir, ancak maliyet yöneticisinin YBM kabiliyetine ve uzmanlığına sahip olması, maliyet verilerini modelde paylaşması ve müşteri tarafından oluşturulan bilgiyi analiz etmek ve eleştirmek için deneyime, uzmanlığa ve sezgiye sahip olmasına bağlıdır (Smith, 2014).

2.6 YAPI BİLGİ MODELLEMENİN YARARLARI

YBM, bir tesisin planlama, tasarım, yapım ve işletmesini simüle etmek için bilgisayarlı bir model geliştirme ve kullanma sürecini temsil eder. Tasarlanan projelerin tüm bilgilerinin tek bir dijital modelde saklanabilmesi ve bir projedeki tüm katılımcılar tarafından ortak kullanılabilirliğin teşvik edilmesi nedeniyle Yapı Bilgi Modelleme'nin inşaat projelerini desteklemek için iyi bir araç olduğu ortaya konmuştur (Sampaio, 2017).

Özetle YBM, hızlı ve daha etkili ilerleme, daha iyi tasarım, tüm yaşam döngüsü maliyet hesabı ve çevresel performans tahmini, otomatik düzeltme ve yenileme, daha iyi müşteri hizmetleri ve yapı yaşam döngüsü boyunca tüm ihtiyaçların belirlenebilmesini sayabiliriz.

Standford Üniversitesi'nin Entegre Tesis Mühendisliği bölümünün (Center of Integrated Facilities Engineering – CIFE) YBM kullanan 32 büyük proje üzerinde yapmış olduğu yarar anketine göre (CIFE, 2007);

- %40 a kadar hesap dışı değişimin engellenmesi
- Maliyet hesabının hata payı %3 çıkmıştır.
- Maliyet tahmini oluşturmak için zamandan %80 e varan kazanç
- Çakışma testleri sayesinde sözleşme değerinde %10 a varan kazanç
- Tüm proje süresinden %7 ye varan azalma

sonuçlarına varılmıştır (Azhar, Hein, Sketo, 2008).

2.7 ÇALIŞMADA KULLANILAN YAZILIMLAR

Bu çalışma kapsamında iki boyutlu çizimler için AutoCAD, kaba yapı elemanlarının Yapı Bilgi Modelleme yazılımında modellenebilmesi ve ardından modellenen çizimin mimari planlar ile çakıştırılmasında sorun yaşanmaması için her disiplini içinde barındıran Revit ve kalıp planlarının Revit'ten alınabilmesi için Dynamo yazılımları kullanılmıştır.

2.7.1 AutoCAD

AutoCAD, bir bilgisayar kullanarak tasarım ve çizim entinlikleri gerçekleştirmemizi sağlayan bir CAD yazılım paketidir.AutoCAD tasarımlar oluşturmamıza ve bu tasarımları belgelemek için çizimler oluşturmamıza olanak tanır.Tasarım,gerçek bir ürüne veya sisteme bir fikir verme sürecini içeren geniş bir alandır. Tasarım süreci, bir çözüm elde edilene kadar üretilen bir ürün veya inşa edilmiş bir sistem bir fikrin veya fikirlerin tekrar geliştirilmesini gerektirir.

Tasarım ve çizim faaliyetleri için kullanılan başka yöntemler olmasına rağmen, CAD birçok durumda diğer yöntemlere göre aşağıdaki avantajları sunar:

1. Doğruluk

2.Tekrarlanan işlemler için verimlilik

3. CAD dosyasını diğer yazılım programlarıyla paylaşma (Leach, Lockhart, Tilleson, 2019).

2.7.2 Revit

Revit adı "Anında Gözden Geçir" den gelir ve kullanıcının parametrik modelleme ve çizim elemanları ile tasarım yapmasına imkan sağlayan Yapı Bilgi Modelleme yazılımıdır. Şu anda, piyasada bir dizi farklı yazılım satıcısı tarafından sağlanan bir dizi YBM uygulaması bulunmaktadır. Günümüz pazarındaki diğer birçok ürün 20 yıldan daha eski olan teknolojiye dayanmakla birlikte, Revit sıfırdan mimarlık, mühendislik ve inşaat (AEC) endüstrisinin sorunlu alanlarını özel olarak ele almak için bir BIM platformu olarak tasarlanmıştır. En önemli özellikleri; iletişim, koordinasyon ve değişim yönetimidir (Demchak, Dzambazova, Krygiel, 2009).

2.7.3 Dynamo

Dynamo uygulama, tek başına "Sandbox" modunda veya Revit veya Maya gibi diğer yazılımlar için eklenti olarak indirilip çalıştırılabilen bir yazılımdır (Dynamo, 2019). Temelleri C# (C Sharp) yazılım dili ile yazılmıştır. Revit'te yapılan çizimler Dynamo'nun sağladığı arayüz sayesinde görsel olarak kod blokları sürükle bırak yapılarak işlevli bir kod yazılabilmektedir. Bu özellik sayesinde kodlama geçmişi olmayanlar da kolaylıkla bu aracı kullanabilmektedir. İstenilen fonksiyon internette araştırıldığında da çokça örnek bulunabilmekte ve hatta .dyn uzantılı dosyalar direk olarak indirilip kullanılabilmektedir. Bu görsel programlamanın tek dezavantajı olarak basit bir kodun yazılmasının görsel olarak çok yer kaplaması gösterilebilir, ama Dynamo'nun bu durum için iki önlemi vardır. Birincisi görsel program blokları bir araya getirilip bir blok içerisine gömülebilir ve girdi-çıktıları devamında kullanılmaya devam edilebilir. İkinci yöntem ise Dynamo içinde Pyton dilinde kod (script) içeren bloklar eklenebiliyor ve bu bloklar içindeki kodlar istenildiği gibi düzenlenebiliyor. Bu sayede bir blok içerisinde onlarca blokluk iş yapılabiliyor ayrıca Dynamo'nun sağlamadığı Python diline has fonksiyonları da çalıştırabiliyorsunuz. Bu blokların bir diğer avantajı da istenirse girdi

verilmeden kullanılıp direk o anki çizimden veri alabilmesi, bu sayede aynı blok başka bir çalışmaya yerleştirilince, herhangi bir değişiklik yapmaya gerek kalmaksızın çalışabilir.

Üç ana başlıkta Dynamo'nun avantajlarını sıralayabiliriz;

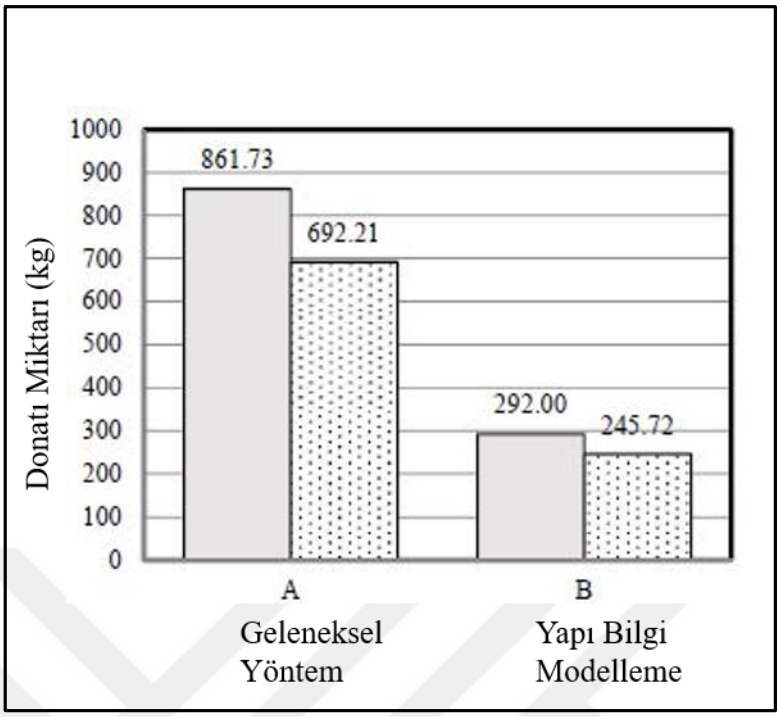
- Revit için ücretsiz, açık kaynak tabanlı uzantı
- Prefabrik bloklarla görsel programlama
- Python ve DesignScript kullanarak özel blok geliştirme.

2.8 ALANYAZINDAKİ BENZER ÇALIŞMALAR

Geleneksel ve BIM Tabanlı Yöntemlerle Alınan Donatı Miktarlarının Karşılaştırılması adlı çalışmada metraj alımın Yapı Bilgi Modelleme yazılım uygulamalarının en güçlü işlevlerinden biri olduğuna değinilerek geleneksel yöntemden ve YBM yazılımından elde edilen donatı metrajının karşılaştırılmasına odaklanılmıştır.

Geleneksel yöntem, AutoCAD kullanılarak donatı sayısının manuel olarak sayılmasıyla gerçekleştirilmiştir. YBM tabanlı yöntemde ise Revit 2016 kullanılmıştır.

Sonuç olarak AutoCAD ile yapılan klasik yöntemde Revit'e oranla %17,76 oranında daha fazla donatı sayılmıştır. Uygulanan optimizasyon programı sonucuna göre ise Revit ile elde edilen donatı sayısının gerçek donatı miktarından %1,11 daha az olduğu, AutoCAD sonucunun ise kesin miktardan %20,29 daha fazla olduğu saptanmıştır (Pratoom, Tangwiboonpanich, 2016).



Şekil 2.6: Geleneksel yöntem ve YBM yazılımları ile alınan metrajların karşılaştırılması.

2011 yılında Amerikada inşaat şirketleri arasında yapılan bir araştırmada ise BIM ile tahmin adında bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada maliyet tahmininin bir inşaat projesinin iş akışında önemli bir unsur olduğu, metraj alımı ve fiyatlandırma gibi tahmin içindeki süreçlerin BIM yazılımı kullanılarak otomatikleştirilebileceğinden bahsedilmiştir.

Araştırmacılar YBM modeli ile elde edilen verilerle birlikte tahmin süreçlerinin ne ölçüde otomatikleştiğini, genel müdür yardımcıları, YBM yöneticileri ve YBM mühendisleri ile mimarların da arasında bulunduğu farklı pozisyonlardaki bireyler ile anket anlamaya çalışmışlardır. Çalışma sonucunda aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

Genel yüklenicilerin süreleri ve maliyetleri doğrudan YBM modeline uygulayarak verimli bir şekilde tahmin edebilmeleri için YBM yazılımında bir yükseltme yapılması gerekmektedir.

Mimarlar ve tasarım mühendisleri, yüklenici tüm modelleri sıfırdan yeniden çizmek zorunda kalmadan maliyet tahminleri oluşturmak için yeterli bilgiye sahip YBM modelleri oluşturmalıdır (Sattineni, Bradford II, 2011).

2019 yılı Eylül ayında Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde yapılan ve yayımlanan Emre Eroğlu'nun yüksek lisans tezinde Yapı Bilgi Modelleme yazılımları ile elde edilen metrajların

güvenilirliği araştırılmış, bu doğrultuda bir binanın seçilen yapı öğelerinin Revit programı ile modellenmesi yapılarak alınan metraj sonuçları Allplan programı ile yapılan modelin metraj sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Yapılan karşılaştırmalar sonucu Revit programından kalıp metrajı almak için eklenen eklentinin sonuçlarının çok doğru olmadığı fakat Revit ve Allplandan elde edilen diğer eleman metrajlarının tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Böylece tezde uygun metraj sonuçları için gerekli olan modellemeler tartışılmaktadır (Eroğlu, 2019).

2019 senesinde Yıldız Teknik Üniversitesinde yapılan bir araştırmaya göre gerçek bir istasyon projesinin modellenmesinde YBM uygulanmıştır. Çalışmada Yapı Bilgi Modelleme modelinin Türkiye yönetmeliklerine ve şartlarına uygun süreçleri çalışılmıştır.

Yapılan çalışmada canlı metraj listeleri başlığı altında verilen bilgilere göre, YBM modeli üç boyutlu olduğu için kullanılan tüm malzemelerin program arka planında otomatik olarak yapıldığı belirtilirken, her metrajın, metraj tablosu oluşturulmak istendiğinde otamatik olarak çağrılabileceği ve elde edilen tüm sonuçların %100 doğru sonuç vereceğinden bahsedilmiştir. Bu çıkarım, YBM üzerinden tasarlanan modelin her modelleme aşamasında direk metraj tablolarıyla bağlantılı olmasına ve kendini güncelliyor olmasına bağlanmıştır (Atabay, Öztürk, 2019).

BIM ile yapı yaklaşık maliyeti hesaplama önerisi adlı çalışmada, Yapı Bilgi Modelleme kullanımının projenin yaklaşık maliyet hesabına katkıları çalışılmıştır. Metraj hesabı ve maliyet hesabının geleneksel yöntemlere göre doğruluk payı ele alınmıştır.

Yapı yaklaşık maliyet hesaplarının, geleneksel yöntem ile hesaplanmasında tahminlere ve kabullere yer verildiğine değinilerek bu kabullerin üç kategoride sıralandığı belirtilmiştir. Bunlar;

- İstatistik- Olasılık Analizleri
- Benzer Projeler ile Karşılaştırma
- Yapa Zeka Teknikleri

olarak sıralanmıştır.

Sektör içerisinde bulunan kişilerden alınan değerler sonucunda oluşturulan ortalama değerlere göre kabul edilen katsayılar doğrultusunda bir metraj hesabı yapılmış, birim fiyatlar ile çarpılarak yapı yaklaşık maliyeti elde edilmiştir. Ancak bu sonuçlar kabullere göre yapılmıştır ve yapılan tahmini maliyet hesaplamalarının metraj verileri doğru olmadığı için yanılma payının yüksek olduğu belirtilmiştir.

Ardından Yapı Bilgi Modellemesinin yaklaşık maliyet üzerine katkısı üzerine durulmuş ve Türkiye'de proje maliyet hesaplarının sağlam verilere dayanmadığı ve Yapı Bilgi Modelleme sayesinde ön tasarım aşamasında doğru metraj tablolarına ulaşabilmenin mümkün olduğu metraj hatalarının azaltıldığı ve maliyet hesaplarının daha doğru yapılabilecek olduğu, bu yüzden de geleneksel yöntemlere oranla doğruluk payının yüksek olduğu, ancak bununla birlikte Yapı Bilgi Modelleme araçlarının hala gelişmekte olduğu sonuçlarına varılmıştır (Karagöz, 2019).

2015 yılında yayımlanan yapı tasarımının erken tasarım aşamasında şematik olarak tahmin edilmesi için OpenBIM programı tabanlı metraj alım sistemi isimli makalede, erken tasarım aşamasında tahminlerin düşük güvenilirliğini geliştirmek için OpenBIM'in yapı çerçevesinde bir metraj süreci ve bir metraj prototip sistemi önerilmektedir. Araştırma aşağıdaki dört adımdan oluşmaktadır:

1) Metraj işlemi ve sistemine uygulamak için erken tasarım aşamasında Ayrıntı düzeyinin (LOD) analiz edilmesi,

2) Open BIM tabanlı metraj için BIM modellemesi,

3) Metraj alımı ve yapılandırılabilirliği geliştirmek için kontrol listesine dayanarak BIM modelinin kalitesini kontrol etmek

4) Bir Metraj prototip sistemi geliştirmek ve doğrulamak.

Yazarlar, erken evrelerde karar vermede önemli bir faktör olan yapı çerçevesi şematik tahmini için bir metraj prototip sistemi geliştirdiler. Bu adımlar sonucunda, önerilen metraj sisteminin, risk faktörlerini azaltarak ve gerekli süreyi kısaltarak şematik tahminin güvenilirliğini artırmak için kullanışlı olduğu sonucuna varılmıştır (Choi, Kim, Kim, 2015).

Moratuqa Üniversitesinde 2013 senesinde yapılan metraj alan kişilerin ihtiyaçları doğrultusunda YBM otomasyonu adlı çalışmada, metraj alımının, herhangi bir bina projesinde hayati öneme sahip bir görev olduğu, çünkü binalara uygulanan ölçüm uygulaması, bir bina projesini birçok farklı açıdan denetlemek için hem doğru hem de tutarlı olmak zorundadır açıklaması yapılmıştır. Ancak geleneksel metraj alım yöntemlerinin sıkıcı ve hataya açık olduğu belirtilmiş, metraj ve keşif yapan kişinin zamanının büyük bir kısmı metraj alımı için harcadığı belirtilmiştir. Araştırmada görsel metraj alımının metraj alan kişinin gereksinimleri doğrultusunda nasıl olması gerektiği araştırılmış ve sonuç olarak metraj alan kişiye olan faydaları sıralanmıştır. Yapı Bilgi Modelleme yazılımı ile alınan metrajın, metraj alan kişinin üretkenliğini arttırdığı saptanmış ve diğer işleri için ayıracak daha çok zamana sahip olduğu ve daha verimli çalıştığı söylenmiştir (Wijayakumar, Jayasena, 2013).

Geleneksel yöntem ile Yapı Bilgi Modelleme araçları ile metraj alımının karşılaştırılmalı analizi isimli çalışmanın odak noktası, YBM yöntemi ile yapılan metraj alımının güvenilirliğidir. Metraj tabloları, geleneksel yöntemler ve YBM araçları (Revit) kullanılarak oluşturulmuş, sonuçlar karşılaştırılmış ve tasarruflar ölçülmüştür.

Çalışmada, Revit 2014 programında bir apartman binası modellenmiştir. Aşağıdaki dört soru için cevaplar aranmıştır. Ardından bu bina için metraj alımları geleneksel yöntem ve YBM yazılımı yardımıyla alınmış, ikisi birbiriyle karşılaştırılmış ve sapma nedenleri araştırılmıştır.

1) YBM yönteminin kullanımı geleneksel yöntemle karşılaştırıldığında daha uygun mu?

2) Yapı Bilgi Modelleme aracıyla alınan metraj sonuçları doğru mu?

3) Eğer değilse, hatalara ne sebep olmuştur?

4) Metot, geleneksel yönteme kıyasla ne kadar zaman kazandırır?

Bu sorulara yanıt olarak, sapmaların genellikle YBM yöntemi ile elde edilen metraj sonuçlarında olduğu fakat bu sapmaların ihmal edilebilir düzeyde olduğu, bulunan metraj sonuçlarının doğru olduğu iddiasında bulunulabileceği ve YBM yöntemi kullanılarak kazanılan zaman miktarının çok yüksek olduğu, geleneksel yönteme oranla %80 daha hızlı metraj alındığı, sonuçlarına varılmıştır. Zamandan tasarruf ve metraj sapmalarının ihmal edilebilir

düzeyde olduğu göz önüne alındığında bu proje için YBM kullanımın avantajlı olduğu söylenmiştir (Bečvarovská, Matějka, 2014).

Tablo 2.1: Metraj alımı için YBM aracı kullanılarak kazanılan zaman (Bečvarovská, Matějka, 2014).

		time [minutes]	
Category	**Contents**	**Manual**	**Revit**
Table of rooms	Floor and ceiling composition	40	20
Foundations	Pads, belts, slabs	125	20
Construction phase	Walls, pillars, girders	420	10
Vertical constructions	Masonry, isolation	450	30
Wall surface	Plasters, paints	330	20
Ceiling composition	Ceiling composition	20	15
Floor composition	Floor composition	40	15
Wall composition	Wall composition	100	20
Facade	Facade	240	20
Roof composition	Roof composition	20	5
Balcony composition	Balcony composition	50	15
Groundwork	Excavations, embankments, removal	120	-
Staircases	Staircases	60	-
Other construction and work	Cleaning, shining, covering	70	20
Tables for take-offs		-	130
Total		**2085**	**340**

Şematik YBM modellerinde mimari duvar metrajının doğruluğunun arttırılması adlı çalışmada her bir duvar katmanı için şematik YBM modelinde yeni bir metraj alım metodu araştırılmıştır. Bulunan metodun henüz ilk tasarım aşamasında, YBM modeli ayrıntılı olmadığı zaman metraj alımının doğruluğunu arttırması hedeflenmiştir. Mimari duvarların her bir katmanının metraj hesabı için Dynamo kullanımı uygun görülmüştür. Ancak tasarımın derinleşmesi ve detay seviyesinin artırımıyla Dynamo'nun doğru sonuçlar vermediği bu yüzden de geliştirilmeye açık olduğu belirtilmiştir (Khasakitchalert, Yabuki, Fukuda, 2018).

Model tabanlı sistemlerde metraj alımı başlığı altında 2010 senesinde yapılan bir çalışmanın amacı, bir yüklenici tarafından uygulandığı şekliyle model tabanlı bir sistemde metraj süreçlerini araştırmaktır.

Stenstrand (2010) 'a göre, şu anda Skanska İnşaat Hizmetleri'nde malzeme siparişi için site yöneticileri ve proje mühendisleri tarafından metraj alımı yapılmaktadır. Mevcut uygulamada, miktarlar kağıt çizimlerden elle hesaplanır ve kağıtta veya Excel elektronik tablolarında belgelenir. Projenin önceki aşamalarında maliyet tahmin edicileri tarafından üretilen metraj

faturaları, tahmini metrajları sahada ölçülen metrajlarla karşılaştırmak için kullanılır. Bu tür YBM öncesi uygulama oldukça verimsizdir.

Vaka çalışmasında metraj alımının çoğunlukla sorunsuz olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, elde edilen metraj sonuçlarının tek kaynak olarak kullanmak için yeterince güvenilir olduğu düşünülmemiştir. Sonuç olarak, programın etkili olabilmesi için, metraj alımının mümkün ve kolay olacağı bir model oluşturulmalı ve ayrıntı düzeyinin, projeye katılan tüm katılımcılar tarafından belirlenmesi gerektiği söylenmiştir (Fırat, Arditi, Hämäläinen, Stenstrand, Kiiras, 2010).

Tablo 2.2: Alanyazındaki benzer çalışmalar özet tablosu.

Pratoom, Tangwiboonpanich, 2016: Geleneksel ve BIM Tabanlı Yöntemlerle Alınan Donatı Miktarının Karşılaştırılması	AutoCAD ve Revit 2016 programlarından alınan donatı metrajları karşılaştırılmıştır. Revit ile elde edilen donatı sayısı gerçek donatı miktarından %1,11 daha az, AutoCAD sonucunun ise %20,29 daha fazla olduğu saptanmıştır.
Sattineni, Bradford II, 2011: Yapı Bilgi Modelleme ile Tahmin: Amerika İnşaat Şirketlerinde Anket	YBM modeli ile maliyet tahmin süreçlerinin ne ölçüde otomatikleştiği çalışılmıştır. Yapılan anketler sonucunda yüklenicinin tüm modelleri yeniden çizmek zorunda kalmadan maliyet tahminleri oluşturmak için yeterli bilgiye sahip YBM modelleri oluşturması gerektiği sonucuna varılmıştır.
Eroğlu, 2019: İnşaat Projelerinde YBM Tabanlı Metraj Alım Süreçlerinin Güvenilirliğinin Değerlendirilmesi	YBM yazılımları ile elde edilen metrajların güvenilirliği araştırılmış, bu doğrultuda bir binanın seçilen yapı öğelerinin Revit programı ile modellenmesi yapılarak alınan metraj sonuçları Allplan programı ile yapılan modelin metraj sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucu Revit programından kalıp metrajı almak için eklenen eklentinin sonuçlarının çok doğru olmadığı fakat Revit ve Allplandan elde edilen diğer eleman metrajlarının tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 2.2 (devam): Alanyazındaki benzer çalışmalar özet tablosu.

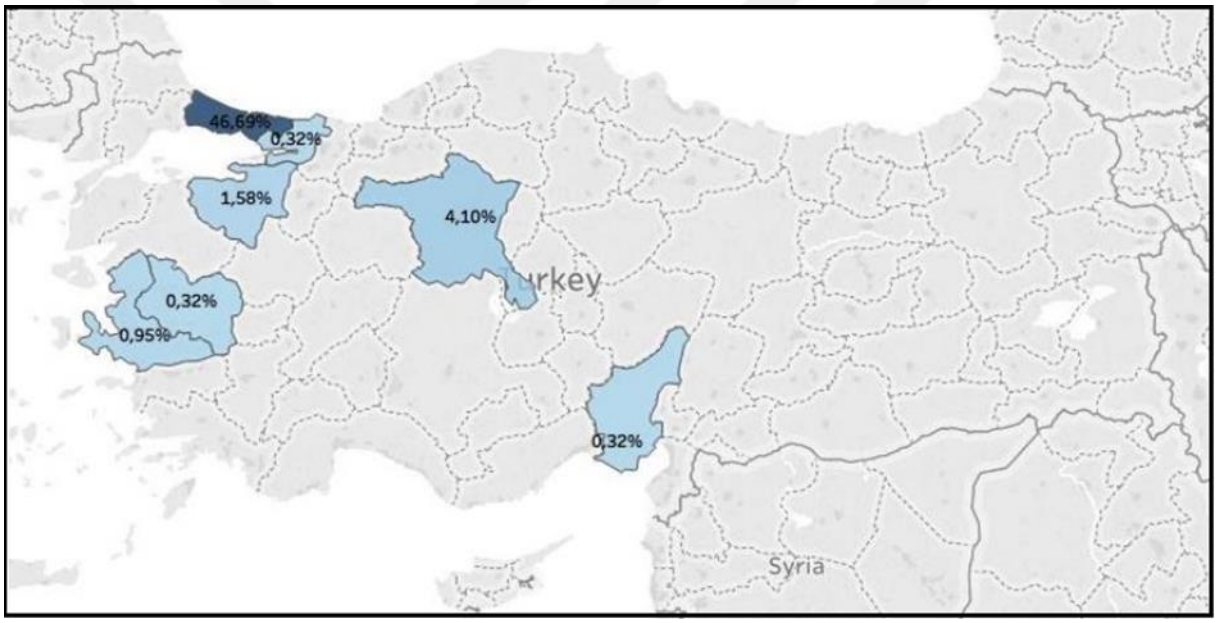
Atabay, Öztürk, 2019: Yapı Bilgi Modellemenin Türk İnşaat Endüstrisinde Kullanımı	YBM'nin Türkiye yönetmeliklerine ve şartlarına uygun süreçleri çalışılmıştır. YBM'nin üç boyutlu olduğundan, otomatik metraj tablolarından ve elde edilen tüm sonuçların %100 doğru sonuç vereceğinden bahsedilmiştir.
Karagöz, 2019: BIM İle Yapı Yaklaşık Maliyet Hesaplama Önerisi	YBM kullanımının projenin yaklaşık maliyet hesabına katkısı çalışılmıştır. Metraj hesabı ve maliyet hesabının geleneksel yöntemlere göre doğruluk payı ele alınmıştır. Türkiye'de proje maliyet hesaplarının sağlam verilere dayanmadığı ve Yapı Bilgi Modelleme sayaseinde ön tasarım aşamasında doğru metraj tablolarına ulaşabilmenin mümkün olduğu, bu yüzden de geleneksel yöntemlere oranla doğruluk payının yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.
Choi, Kim, Kim, 2015: Yapı Tasarımının Erken Tasarım Aşamasında Şematik Olarak Tahmin Edilmesi İçin OpenBIM Programı Tabanlı Metraj Alım Sistemi	Erken evrelerde karar vermede önemli bir faktör olan yapı çerçevesi şematik tahmini için bir metraj prototip sistemi geliştirildi. Önerilen metraj sisteminin, risk faktörlerini azaltarak ve gerekli süreyi kısaltarak şematik tahminin güvenilirliğini artırmak için kullanışlı olduğu sonucuna varılmıştır.
Wijayakumar, Jayasena, 2013: Metraj Alan Kişilerin İhtiyaçları Doğrultusunda YBM Otomasyonu	Metraj alımının metraj alan kişinin gereksinimleri doğrultusunda nasıl olması gerektiği araştırılmış, Yapı Bilgi Modelleme yazılımı ile alınan metrajın, metraj alan kişinin üretkenliğini arttırdığı saptanmış ve diğer işleri için ayıracak daha çok zamana sahip olduğu ve daha verimli çalıştığı sonucuna varılmıştır.
Bečvarovská, Matějka, 2014: Geleneksel Yöntem İle Yapı Bilgi Modelleme Araçları İle Metraj Alımının Karşılaştırılmalı Analizi	Çalışmanın odak noktası, YBM yöntemi ile yapılan metraj alımının güvenilirliğidir. YBM ile elde edilen metraj sonuçlarında ihmal edilebilir düzeyde sapmalar olduğu, bulunan metraj sonuçlarının doğru olduğu iddiasında bulunulabileceği söylenmiştir. Geleneksel yönteme oranla zamandan %80 kazanç sağlanmıştır. Çalışma için YBM yönteminin daha avantajlı olduğu söylenmiştir.

Tablo 2.2 (devam): Alanyazındaki benzer çalışmalar özet tablosu.

Khasakitchalert, Yabuki, Fukuda, 2018: Şematik YBM Modellerinde Mimari Duvar Metrajının Doğruluğunun Arttırılması	Her bir duvar katmanı için şematik YBM modelinde yeni bir metraj alım methodu araştırılmıştır. Metraj hesabı için Dynamo kullanımı uygun görülmüştür. Ancak tasarımın derinleşmesi ve detay seviyesinin arttırımıyla Dynamo'nun doğru sonuçlar vermediği bu yüzden de geliştirilmeye açık olduğu belirtilmiştir.
Fırat, Arditi, Hämäläinen, Stenstrand, Kiiras, 2010: Model Tabanlı Sistemlerde Metraj Alımı	Bir yüklenici tarafından uygulandığı şekliyle model tabanlı bir sistemde metraj süreçleri araştırılmıştır. Metraj alımının çoğunlukla sorunsuz olduğu, bununla birlikte, elde edilen metraj sonuçlarının tek kaynak olarak kullanmak için yeterince güvenilir olmadığı söylenmiştir. Programın etkili olabilmesi için, ayrıntı düzeyi tüm katılımcılar tarafından belirlenen metraj alımının mümkün ve kolay olacağı bir model oluşturulmalı denmiştir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

İnşaat süreçleri incelendiğinde, inşa tekniklerinin gelişen teknolojiye ayak uydurduğu ancak ön hesaplama süreçlerinin uzun yıllardır insana bağlı kaldığı görülmektedir. Gelişen teknoloji sayesinde tasarım ve hesaplama süreçlerinde insan gücüne bağlılık azaltılabilmekte ve hesap hassasiyeti ciddi miktarda arttırılabilmektedir. Henüz bu yöntem ülkemizde tamamen yaygınlaşmamış olsa da dünya çapında artan önemi dikkate alındığında YBM teknolojileri, Türk inşaat şirketlerinin küresel rekabet güçlerini artırmak ve Türk inşaat endüstrisinin performansının sürdürülebilirliğini sağlamak için YBM kullanımına yönelmelidir (Aladağ, Demirdögen, Işık, 2016).



Şekil 3.1: Türkiye'de YBM kullanımının coğrafi dağılımı (Bimgenius, 2018).

Bu projede, gelişen teknolojinin metraj alımına henüz %100 tesir etmemiş olmasının nedeninin teknolojinin eksikliklerinden kaynaklı mı yoksa klasik yönteme bağlı kalma eğilimden mi kaynaklı olduğu sorusuna cevap aranmıştır. Anlamak için, Yapı Bilgi Modelleme yazılımları ile alınan metraj ve klasik yöntem ile alınan metraj karşılaştırılmıştır.

Yapı Bilgi Modelleme yazılımları ile alınan metraj ve klasik yöntem ile alınan metraj arasındaki farkları bulmak, avantaj ve dezavantajları belirleyebilmek için öncelikli olarak klasik yöntem için AutoCAD'de çizimler yapılarak, metraj alınmıştır.

Ardından YBM için tasarımın gerekliliklerini karşılayabileceği düşünülen Revit'e aynı çizimler linklenerek otomatik metraj alma tekniği kullanılarak metraj alınmıştır.

Bu işlemler sonucunda metraj alma esnasında karşılaşılan problemler belirlenerek çözüm önerileri üretilmeye çalışılmıştır. İki yöntem, zaman, iş gücü ve pratiklik konu başlıkları altında kıyaslanmış, iki yöntem arasından en işlevsel olan kullanım bulunmaya çalışılmıştır.

3.1 MODELİN TASARIMI

Öncelikli olarak tasarım, 8.197,458 m^2 otopark ve 16.132,707 m^2'lik kullanılabilir alan ile toplamda 24.330,165 m2'lik alışveriş merkezi olarak kullanılması planlanan 10 katlı bir binanın iki boyutlu (2D) olarak AutoCAD'de yapılmıştır. Kaba yapı için çizimler; kazık aplikasyon planı, tipik kazık detayı, kat planları, kolon aplikasyon planları, kolon donatı açılımları, kolon filiz donatı detayları, perde filiz donatı detayları, perde donatı planları, kiriş donatı detayları, XX ve YY yönü döşeme planları ile ek donatı döşeme planları tasarlanarak tamamlanmıştır.

Ardından kat bazında mimari planlar oluşturulmuştur. Mimari kat planları ile kalıp planları çakıştırılarak hatalar giderilmiştir.

Oluşturulan 2D çizimlerin her kat bazında ve her eleman bazında metrajları çıkarılmıştır.Bu metrajlar, temel beton metrajı, temel kalıp metrajı, betonarme döşeme ve kiriş kalıp metrajı, temel demir metrajı, temel üstü demir metrajı ve temel üstü beton metrajı, duvar metrajı, kapı ve pencere metrajları ve merdiven metrajını içermektedir.

İki boyutlu çizim ve metraj işlemlerinin tamamlanmasından sonra, Revit yazılımında her kat için ayrı bir yükseklik (level) belirlenmiştir. İlk yükseklikten başlanarak ilgili kalıp planları linklenmiştir. Öncelikle temel kalıp planının linklenmesinden sonra temel döşemesi çizilerek kazık yerleşimleri ve donatılandırılması yapılmıştır. Ardından kalıp planları üzerinden yapının kaba inşaatını oluşturan her eleman sırasıyla çizilerek donatılandırılması yapılmıştır. Sırasıyla temel modellenmesi, kazık yerleşimi ve donatılandırılması, temel donatılandırılması, kolon modellenmesi, kolon donatılandırılması, perde modellenmesi ve donatılandırılması, döşeme modellenmesi, döşeme donatı yerleşimi ve son olarak da kiriş modellenmesi ve donatılandırılması yapılmıştır. Modellemede döşemeler için döşeme ailesi oluşturulup program içersine eklenmemiştir. Döşemeler, Structural (yapılsal) sekmesi altında bulunan structural slab

(yapısal döşeme) sekmesinden oluşturulmuştur. Kolon, kiriş ve perdelerde ise boyutları ve malzemelerinin tanımlandığı eleman aileleri (column family,beam family vb.) program içersine Insert (ekle) sekmesi altından Load Family (aile yükle) komutu kullanılarak eklenmiştir Yüklenen elemanların birden fazla yerde kullanılacak olması ve birinde yapılan değişikliğin her birine yansıyacak olmasından dolayı özellikle donatılandırılma işlemi aileler üzerinden değil proje içerisindeki elemanlar üzerinden yapılmıştır. Örneğin 90*90'lık kolon çizmek için yüklenen bir kolon ailesi farklı akslarda bulunan kolonlar için kullanılabilir fakat iki kolonun donatılandırılması bir olmayabilir. Bu yüzden de yüklenen kolonun donatılandırılması yerine her kolonun yerleştirildikten sonra kendi üzerinden donatılandırılması yapılmıştır.

Kolon ve kiriş donatılandırlmasında Revit'in Extension sekmesi kullanılarak girilen donatı çapı, donatı uzunluğu, etriye ve çiroz çapı, uzunluğu ve etriye çiroz aralığı girilerek otomatik donatılandırılma yapılmıştır. Kirişlerde üst ek donatıların yerleştirilmesinde ana donatı sayısına bağlı olarak ek donatılandırmada üç ve katlarının verilmesi ya da iki veya katlarının verilmesinden kaynaklı olarak elle çizime başvurulmuştur. Bununla beraber kiriş gövde donatıları da elle modellenmiştir.

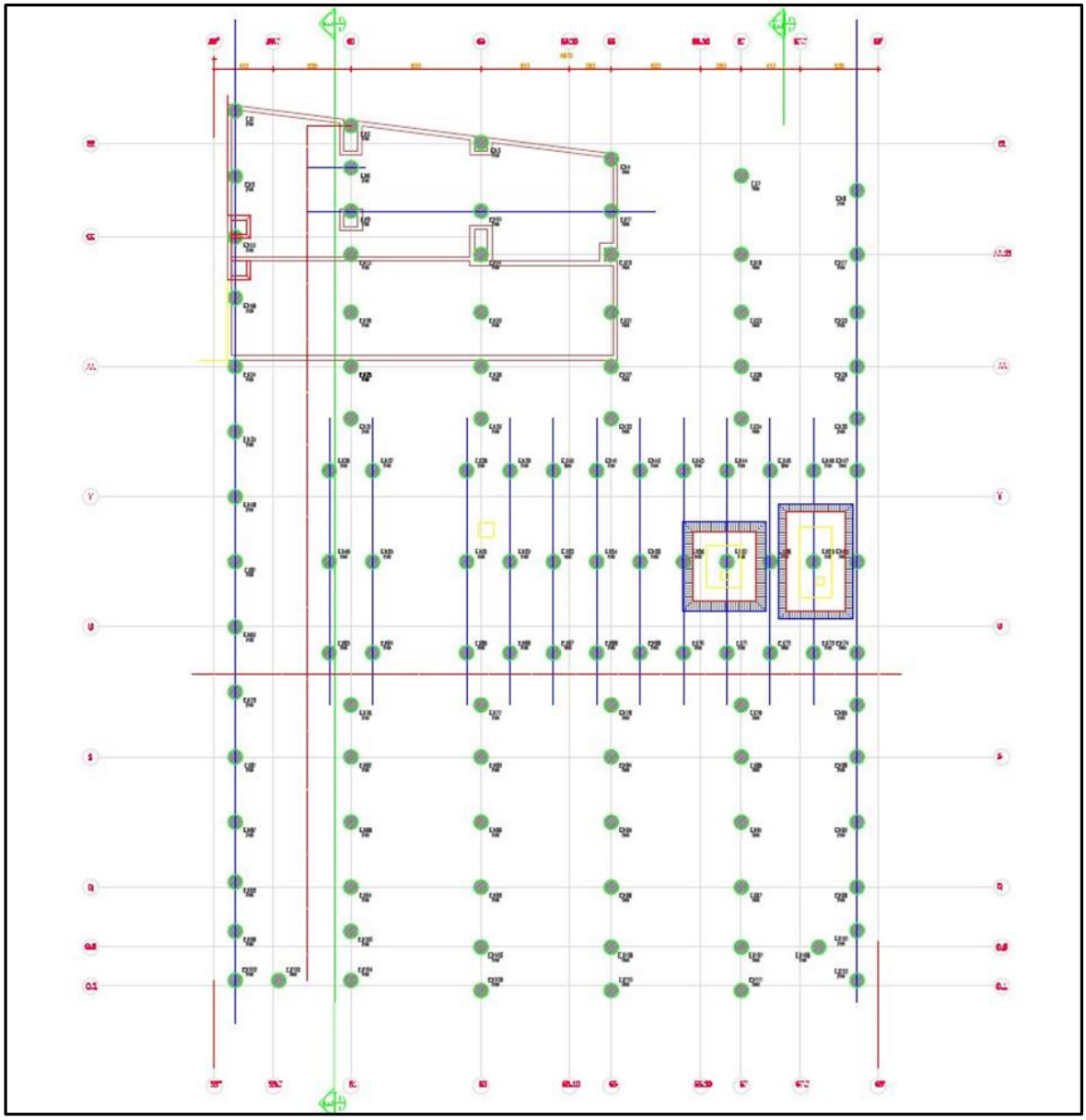
Döşeme donatılandırılmasında ise Structural (yapılsal) sekmesi altında bulunan Structural Slab (yapısal döşeme) sekmesinden oluşturulan döşemelerin köşelerine konulan köşe donatılarının üzerinden donatılar elle yerleştirilmiştir. Elle konulan bir donatı çoğaltılmak istendiğinde adedi ve aralığı girilerek çoğaltılma işlemi yapılmıştır.

Kazıkların çizim ve donatılandırılmasında Structural sekmesi altında bulunan Isolated (Structural Foundation (Yapısal Temel)) sekmesinden kazık ailesi yüklenerek kazıkların yerleşimleri gerçekleştirilmiştir. Kazıkların donatılandırılmasında ise Extension sekmesi altından kazıkların başlıksız seçilmiş olmasından dolayı Piles (kazıklar) seçilerek devam edilmiştir. Kazık donatılandırılmasında Spirel etriye kullanılmıştır.

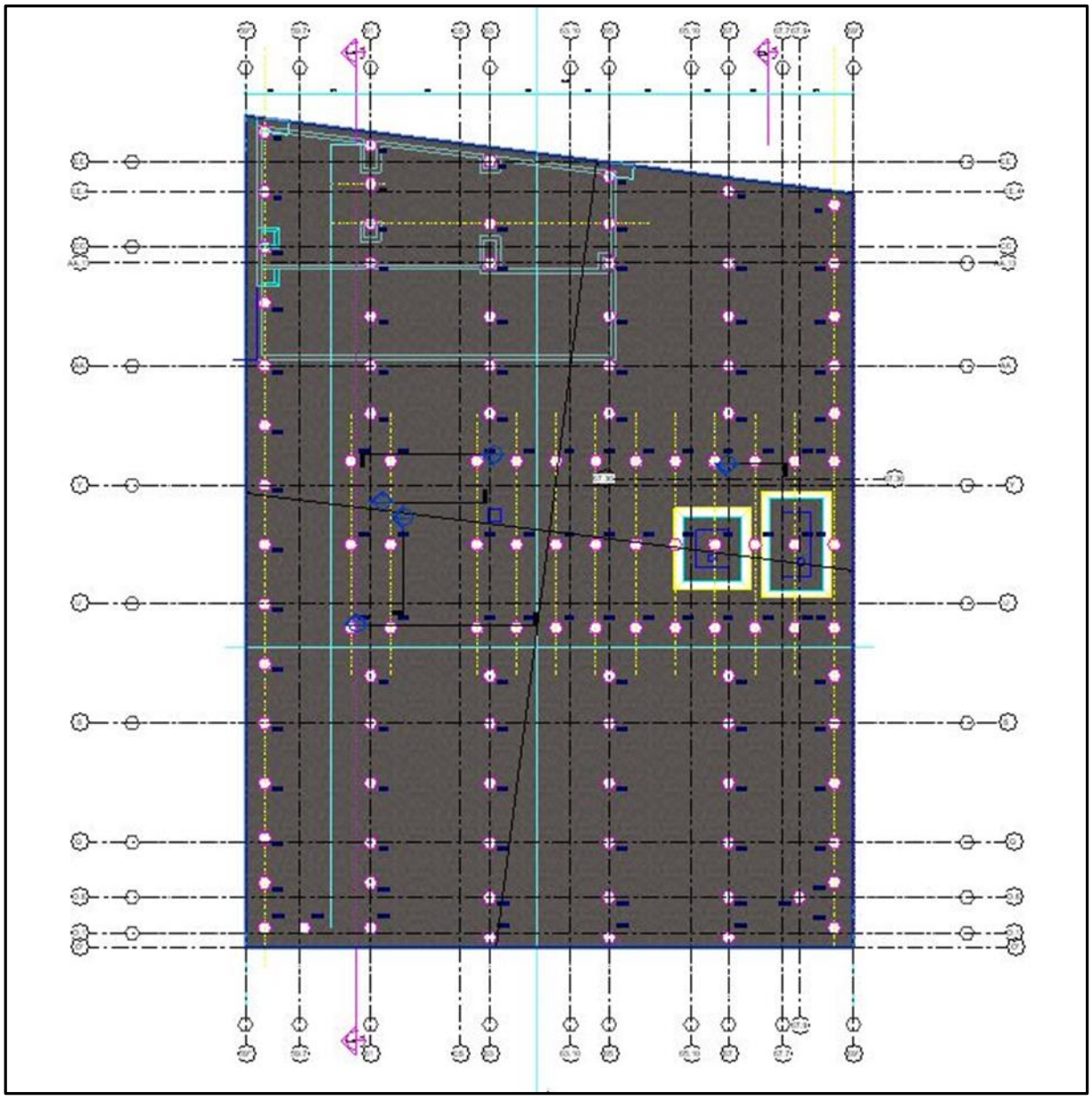
Kaba yapı elemanlarının modellenmesi ve donatılandırılmasından sonra döşeme şarftları (merdiven şaftı, asansör şaftı, mekanik şaftları, vb.) açılarak merdiven modellenmesi yapılmıştır. Merdiven modellenmesinden sonra yapı iç duvarları eklenmiştir. Son olarak dış duvarların modellenmesi, pencere ve kapıların yerleştirilmesi yapılmıştır.

3.1.1 Kazık Yerleşimi ve Donatılandırılması

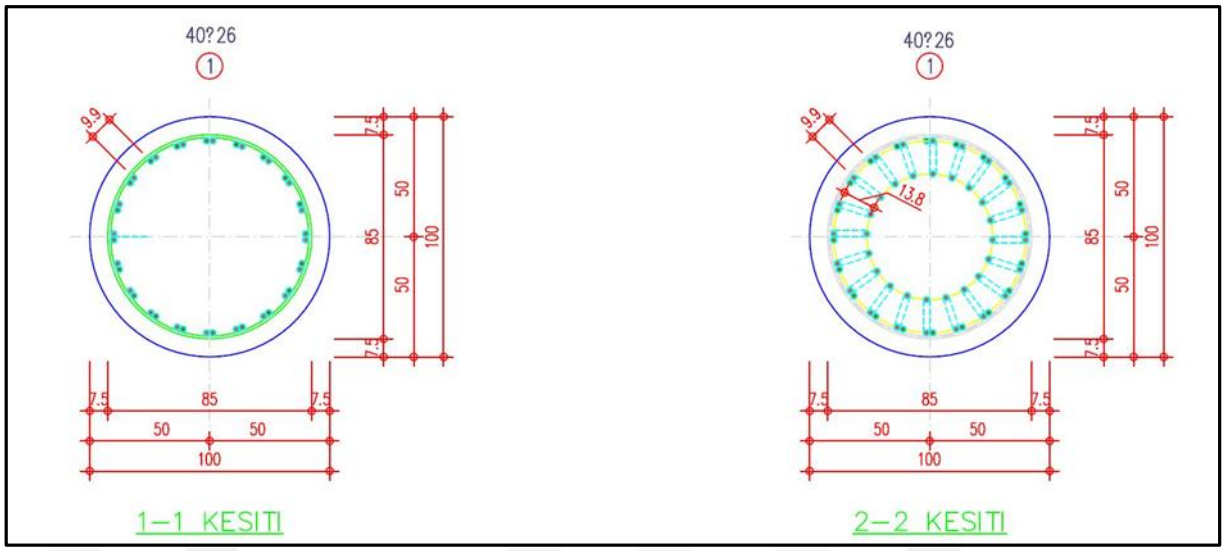
İki boyutlu çizim ve metraj işlemlerinin tamamlanmasından sonra, Revit yazılımında her kat için ayrı bir yükseklik (level) belirlenmiştir. İlk yükseklikten başlanarak ilgili kalıp planları linklenmiştir. Öncelikle temel kalıp planının linklenmesinden sonra temel döşemesi çizilerek AutoCAD'de tasarlanan kazık yerleşim planı (Şekil 3.2), üzerine linklenmiştir (Şekil 3.3). Paspayı 25 mm, çapı 100 cm, boyu 800 olarak belirlenen kazıkların ana donatısı 40Ø26, 83 cm çapında olan spiral etriye ise Ø12/10 olacak şekilde tasarlanmıştır (Şekil 3.4).



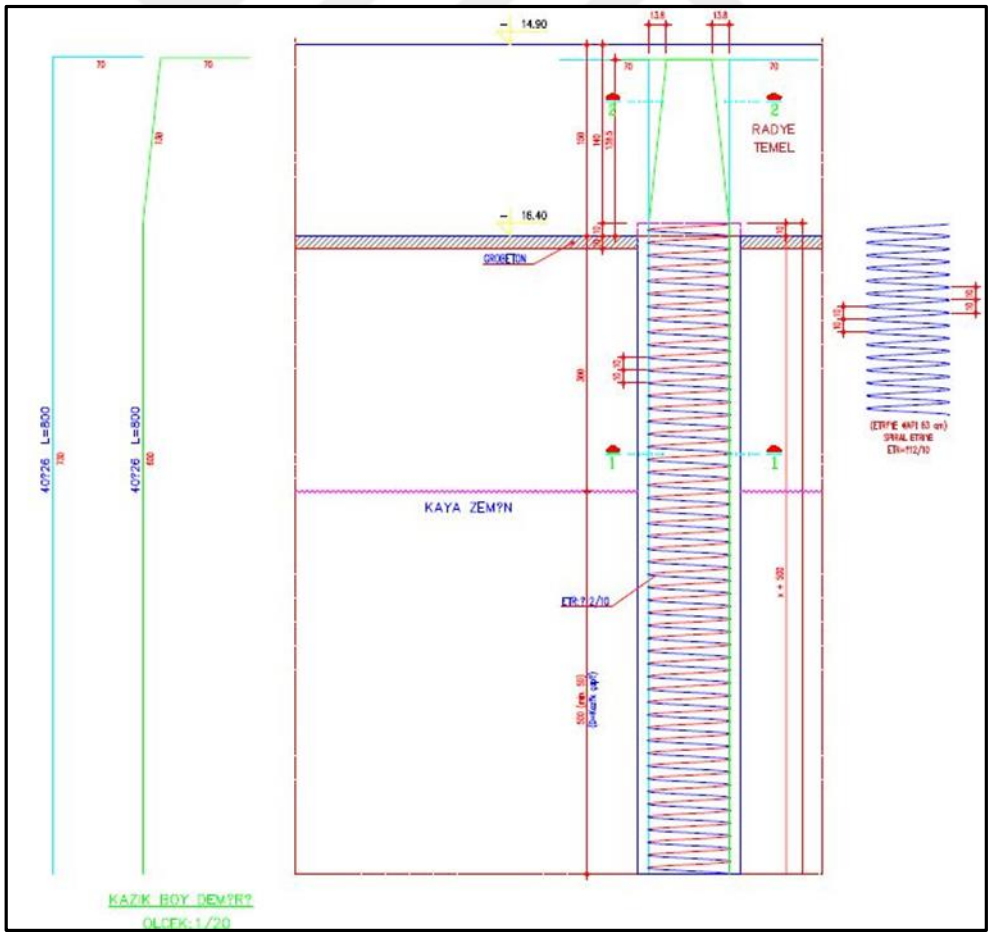
Şekil 3.2: AutoCAD ile çizilen kazık aplikasyon planı.



Şekil 3.3: Revit'e linklenen AutoCAD ile çizilen kazık aplikasyon planı.



Şekil 3.4: AutoCAD ile çizilen kazık kesit detayı.

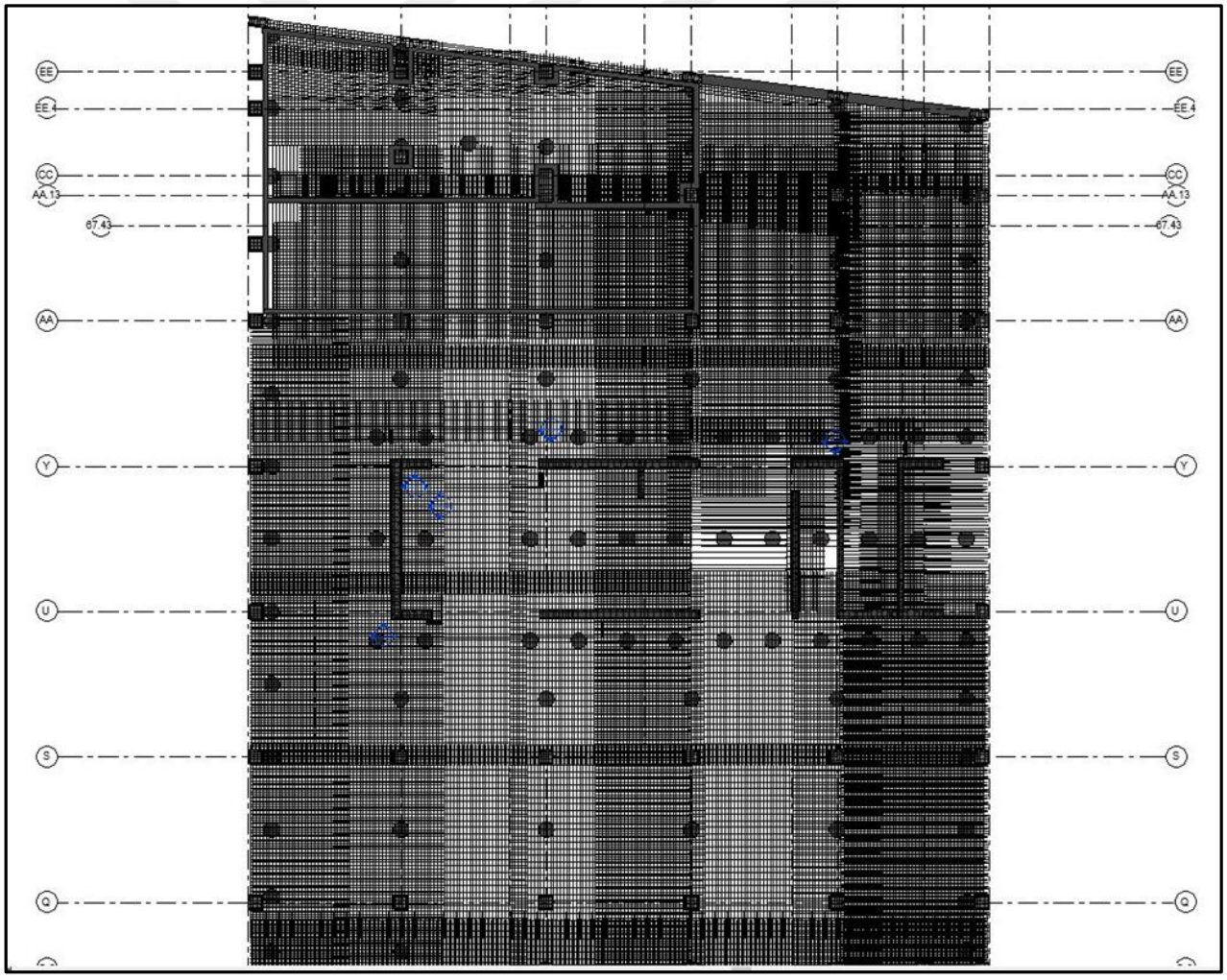


Şekil 3.5: AutoCAD ile çizilen kazık donatı detayı.

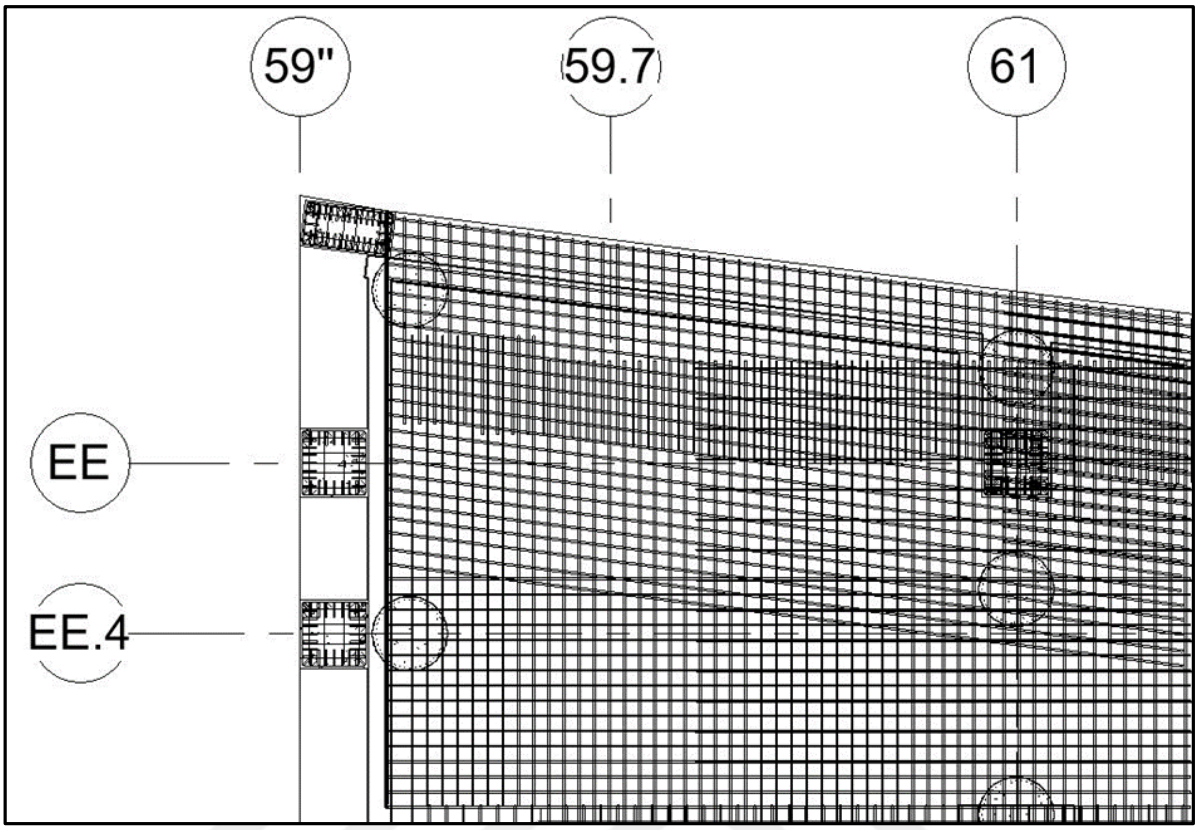
3.1.2 Temel Çizimi ve Donatılandırılması

Kazıkların ardından kalıp planları üzerinden yapının kaba inşaatını oluşturan her eleman sırasıyla çizilerek donatılandırılması yapılmıştır.

Sırasıyla temel döşemesinin özellikleri girilmiştir. Ardından temel donatı yerleşimi yapılmıştır. Temel donatı yerleşimi esnasında tüm döşeme için otomatik donatılandırma seçeneği olmadığı için donatılandırma manuel olarak yapılmıştır. Öncelikle Revit Extension menüsünden Reinforcement altından Slab Corners (döşeme köşeleri) seçilerek döşemenin köşelerine otomatik olarak donatılar yerleştirilmiş ve ardından önce alt sonra gövde ve en son üst donatılar olmak üzere diğer tüm donatılar manuel olarak yerleştirilmiştir (Şekil 3.6). Temel donatılandırılmasının ardından ilgili kat planı linklenerek kolon yerleri belirlenmiştir.



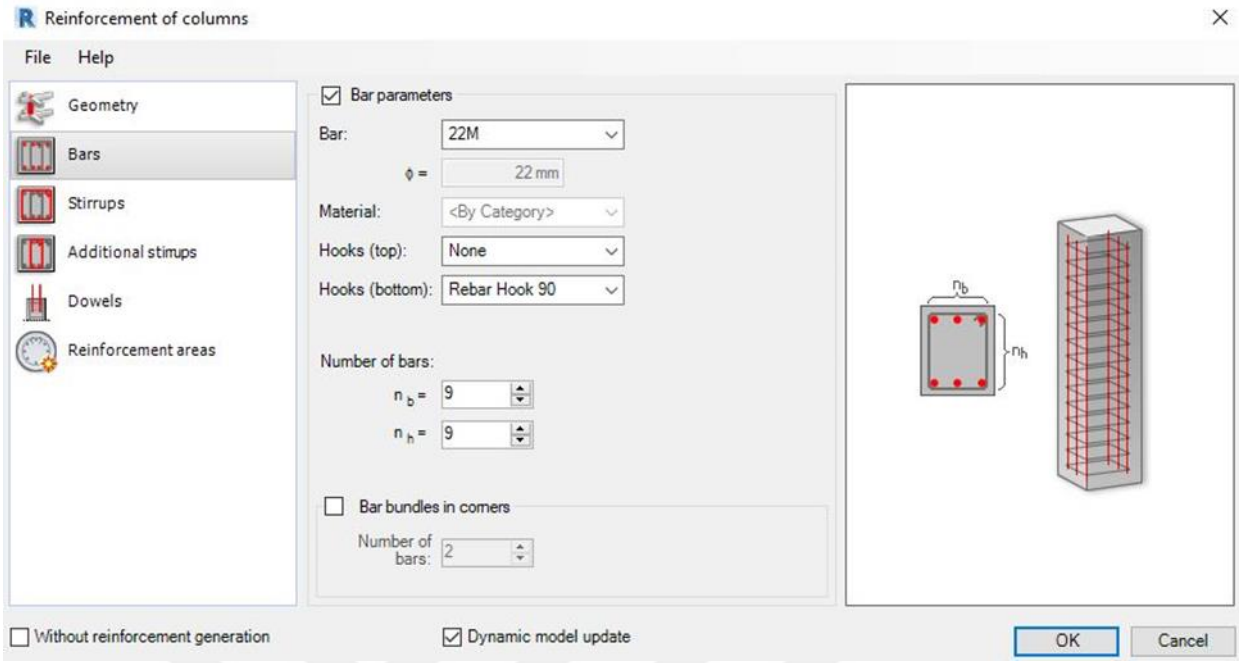
Şekil 3.6: Revitte donatılandırılmış temel döşemesi.



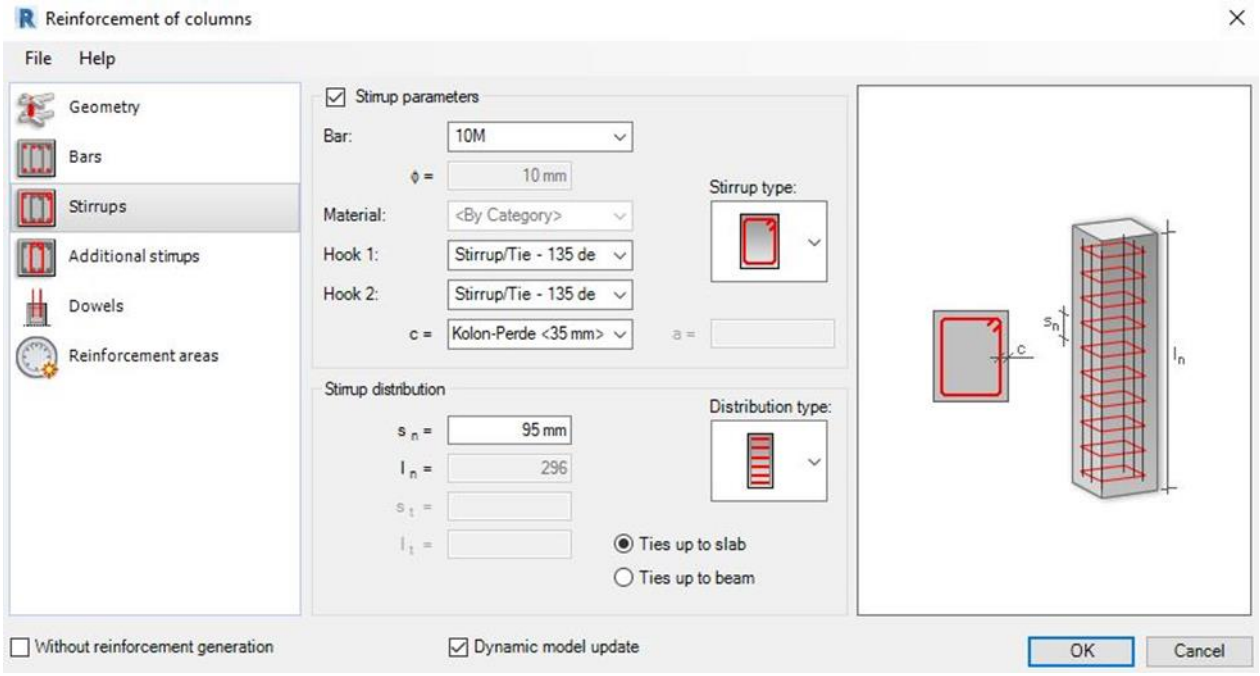
Şekil 3.7: Donatıların görünüşü.

3.1.3 Kolon Çizimi ve Donatılandırılması

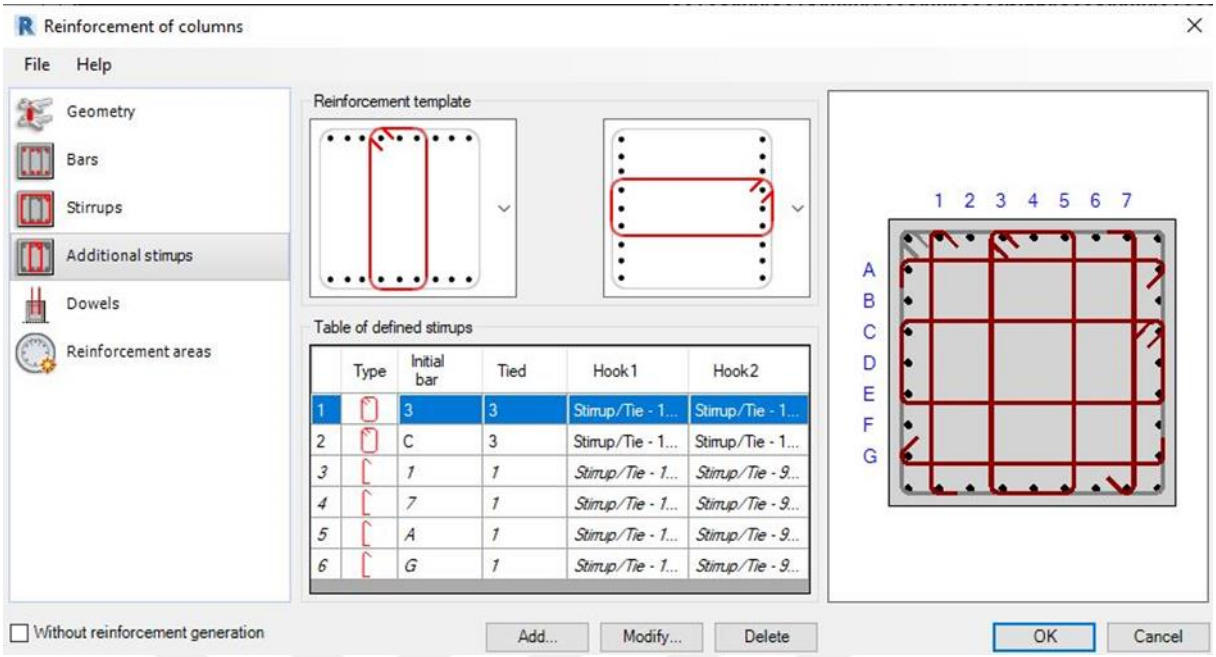
Kolonların yerleşiminin ardından aynı olan kolonların donatılandırılması beraber yapılarak kat kolon donatılandırılması bitirilmiştir. Kolon donatılandırılması için Revit araç çubuğunda bulunan Extension sekmesinden Reinforcement seçilerek Columns (Kolonlar) seçilmiştir. Ardından AutoCAD üzerinden çizilen kolon donatı planı ve kolon filiz planlarından yararlanılarak donatılandırılma yapılmıştır. Tasarım esnasından gruplandırılmış kolonlar olsa da çoğu kolonun donatı, etriye ve çiroz donatı çapı farklıdır. Her bir kolon için projelendirme esnasında yönetmelik doğrultusunda kararlaştırılan paspayı aralığı (35mm) girilmiştir. Ardından donatı çapları tanımlanmış ve donatı sayıları girilmiştir. Temel içerisinde kalan kolon ana donatıları alttan 90 derece açı ile bükülerek kenetlenmeyi sağlaması amaçlanmıştır (Şekil 3.8). Kolon donatısından sonra etriye boyutu girilen kolonların etriye aralıkları ve sıklaştırma bölgeleri bilgileri girilmiştir (Şekil 3.9). Etriye ve çiroz yerleri belirlenerek Şekil 3.10) , filiz boyu projesine göre filiz tipi ve boyu girilmiştir (Şekil 3.11).



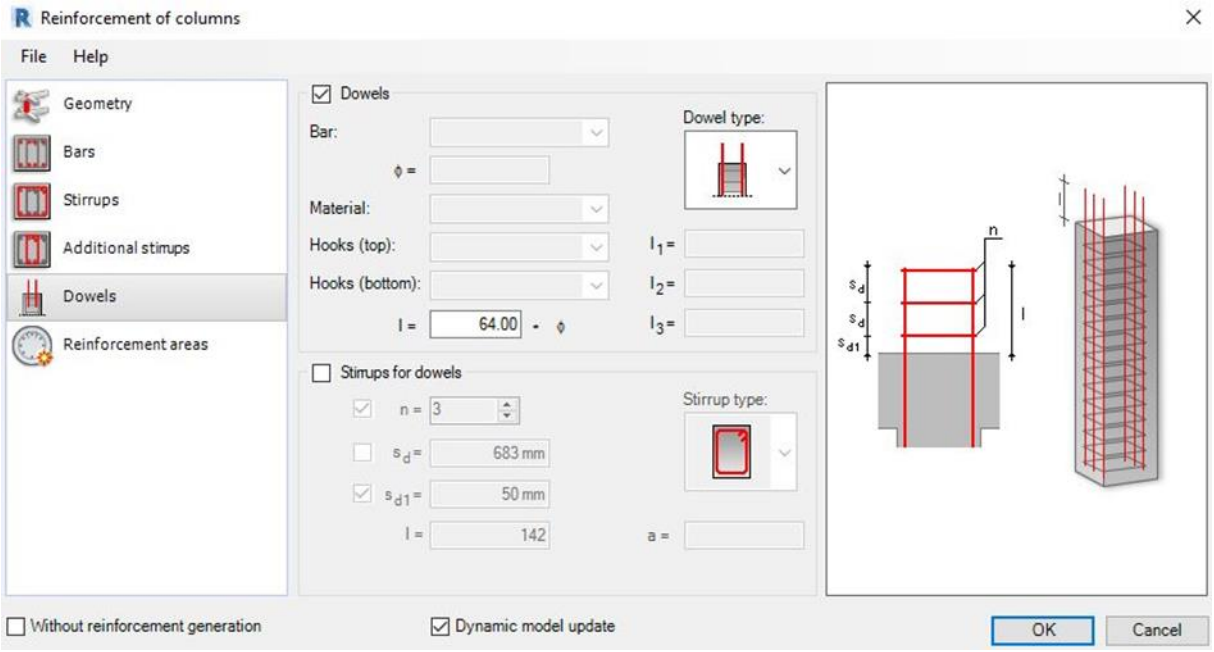
Şekil 3.8: Kolon donatılandırılması – kolon donatı adet ve çapı belirlenmesi.



Şekil 3.9: Kolon donatılandırılması – Etriye & Çiroz çapı ve aralık belirlenmesi.



Şekil 3.10: Kolon donatılandırılması – Etriye & Çiroz yerleşimi.

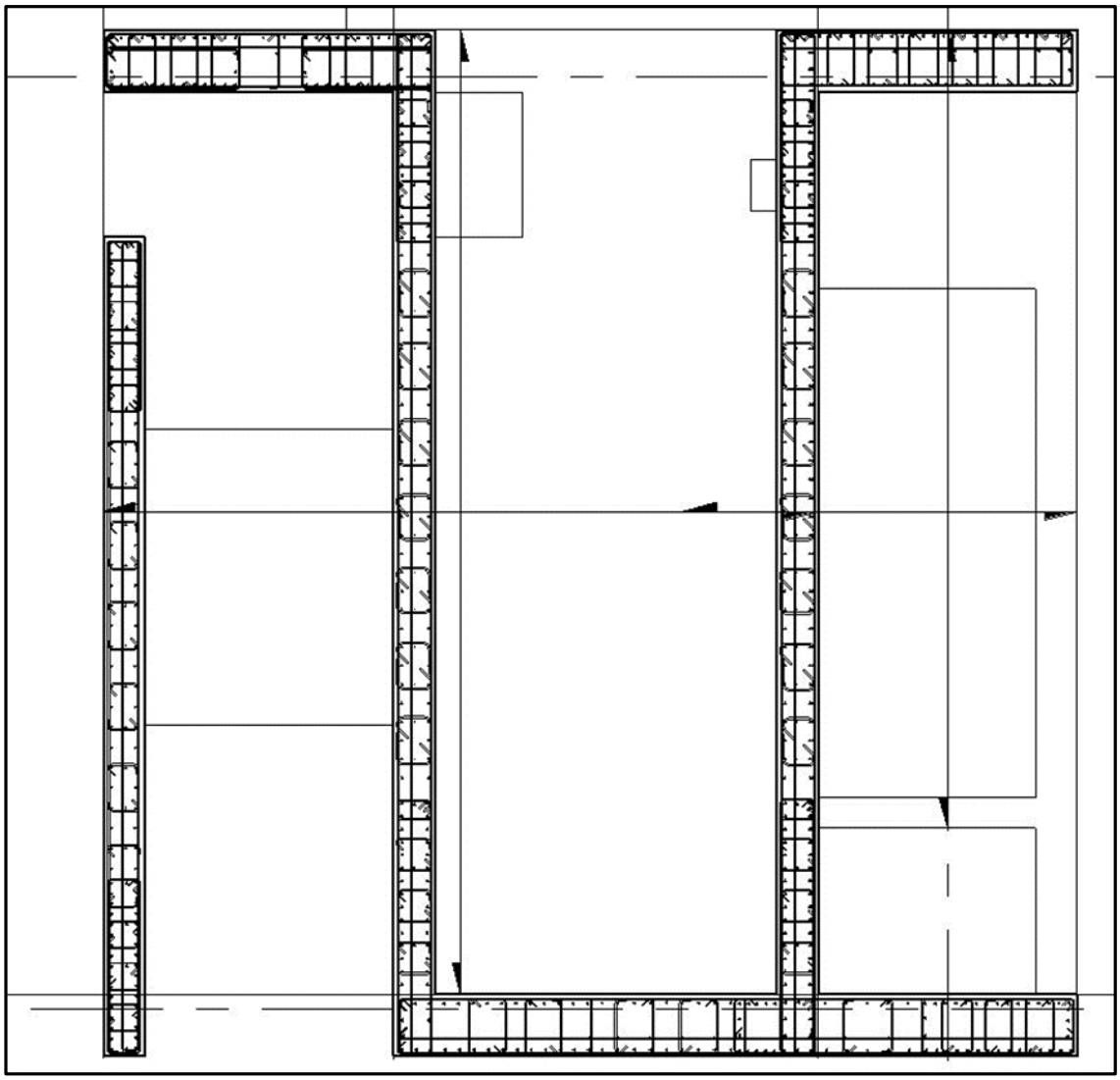


Şekil 3.11: Kolon donatılandırılması – Filiz boyunun ayarlanması.

3.1.4 Perde Çizimi ve Donatılandırılması

Perde AutoCAD çizimi Revit'e linklenerek üzerinden perdelerin yerleri belirlenerek çizilmiştir. Aynı şekilde yeni bir Revit sayfasında da aynı perdeler çizilerek o sayfada donatılandırılarak ana çizime kopyalanmıştır. Perdeler, kolon ve kirişlerden farklı olarak family olarak yüklenmemişlerdir. Structural sekmesi altından Wall (Duvar), Structural Wall (Yapısal Duvar) seçeneği seçilerek, boyut girilip çizilmiştir. Perde modellemeleri birleşim noktalarına Extension sekmesi altından doğru donatı yerleşimi yapılamadığı için elle manuel olarak yapılmıştır. Donatılandırma AutoCAD'de önceden çizilmiş olan perde donatı planı ve perde filiz planlarına göre yapılmıştır (Şekil 3.12). Perdelerin ana donatı çapları Ø18 ila Ø32 arasında, etriye ve çiroz çapları ise Ø12 ila Ø16 arasında değişmektedir.

Bu haliyle AutoCAD'i andırsa da farklı olarak çizilen her donatının üç boyutlu görünümü elde edilebilmiştir.



Şekil 3.12: Perde donatılandırılması.

3.1.5 Döşeme Çizimi ve Donatılandırılması

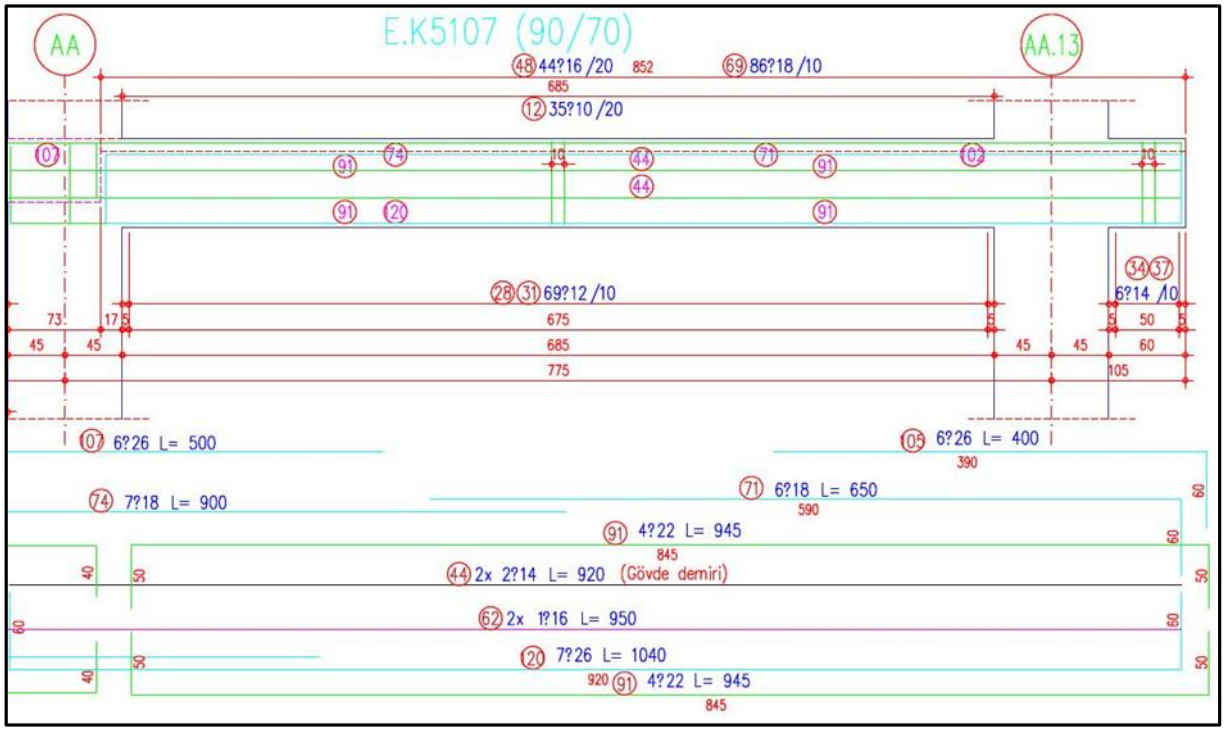
Döşeme çizim ve donatılandırılmasının temel çizim ve donatılandırılmasından hiç bir farkı yoktur.Aynı adımlar izlenerek öncelikle ilgili AutoCAD dosyaları linklenerek Sctrutural sekmesi altından Slab, Structural Slab seçilerek kalınlık ve özellikleri girilip döşemeler çizilmiştir. Ardından köşe noktalarına donatılar yerleştirilerek manuel olarak yerleştirilmiştir.

3.1.6 Kiriş Çizimi ve Donatılandırılması

Kirişler de kolonlar gibi ilgili kalıp planları üzerinden Revitte modellenmişlerdir. Çizimleri tamamlanan kirişler Extension sekmesi altından Reinforcement, Beams seçilerek

donatılandırılmışlardır. Ancak gövde donatıları ve bazı ek donatılar Extension sekmesi altından yapılamayacağı için elle çizilmiştir.

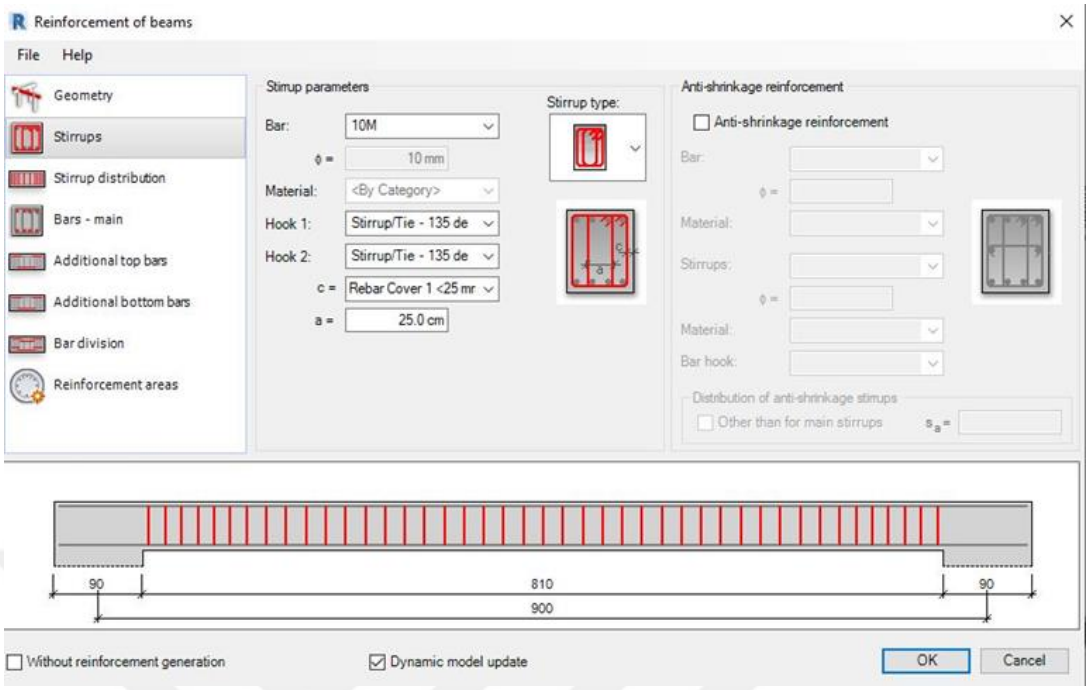
Örneğin Şekil 3.13 te verilen örnekteki gibi birden fazla tipte (çap ve uzunlukta) var olan ek donatılar için Extension sekmesi altında ikinci bir ek donatı girme şansı olmadığı için elle çizim yapılmıştır.



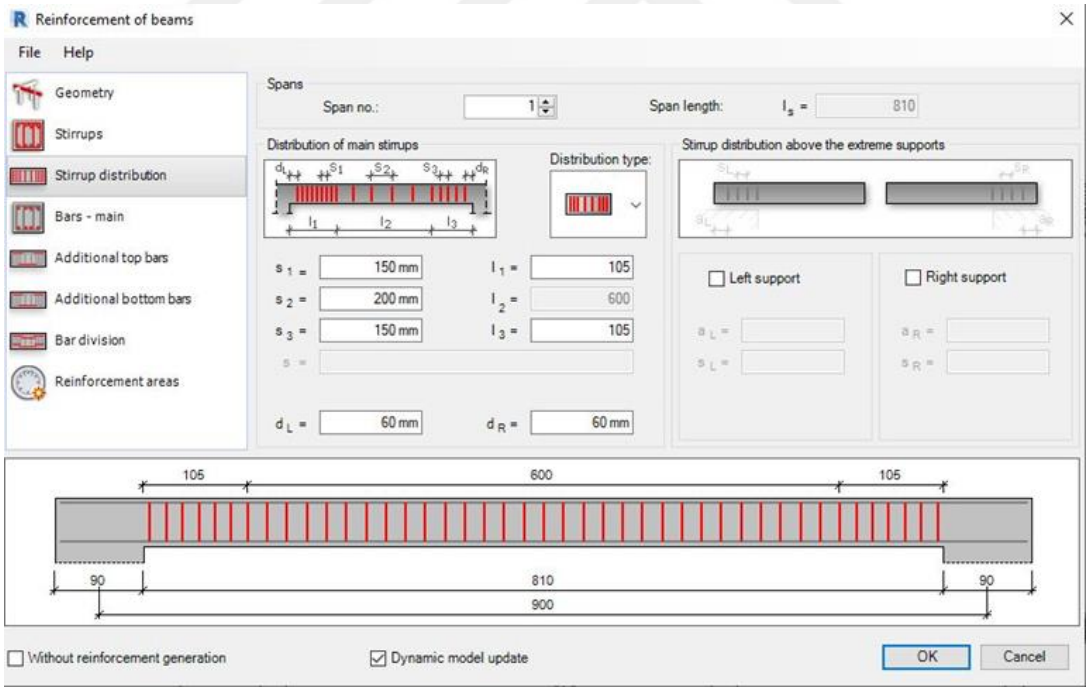
Şekil 3.13: Birden fazla ek üst donatı içeren kiriş örneği.

Bununla birlikte gövde donatısı yerleştirmede ise hali hazırda bir gövde donatısı seçeneği olmadığı için tüm gövde donatıları elle yerleştirilmiştir. Kirişlerin hiçbirinde alt ek donatı olmadığı için alt ek donatılandırma özelliği kullanılmamıştır.

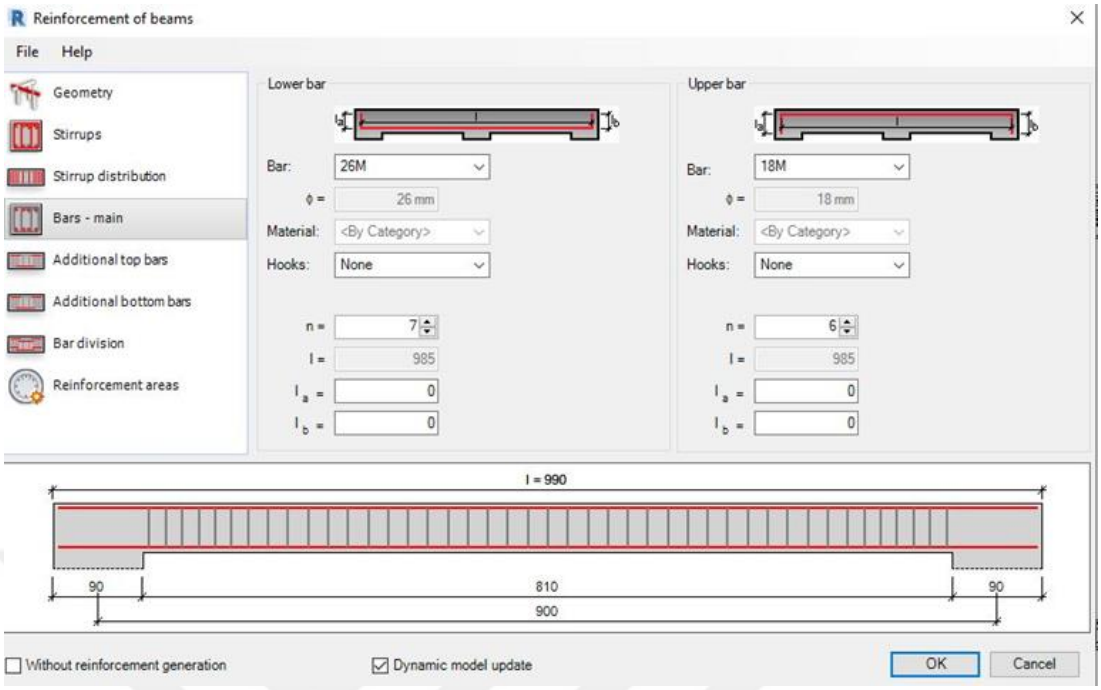
Öncelikli olarak etriye çapı, paspayı aralığı ve iç içe iki etriye arasındaki mesafe girilmiştir (Şekil 3.14). Sonra Türk Deprem Yönetmeliğine göre sıklaştırma bölgesi aralıkları girilmiştir (Şekil 3.15). Ardından sırasıyla ana donatılandırma (Şekil 3.16) ve ek donatıların yerleştirilmesi yapılmıştır (Şekil 3.17).



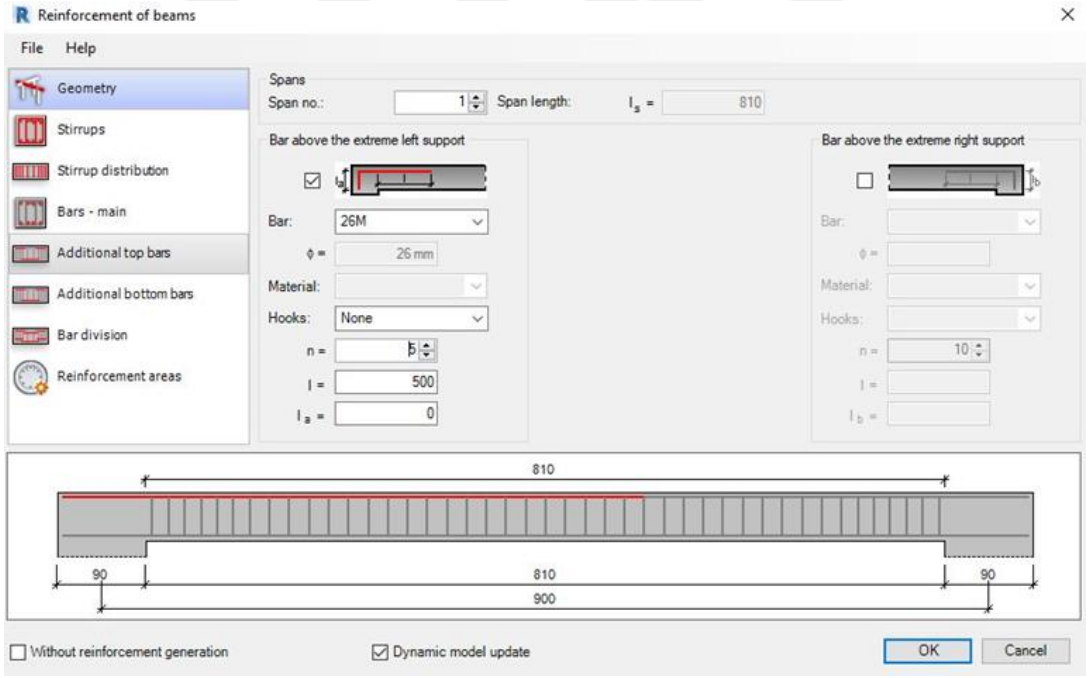
Şekil 3.14: Etriye çapı, paspayı ve etriyeler arası mesafe.



Şekil 3.15: Sıklaştırma bölgesi ayarları.



Şekil 3.16: Ana donatı yerleşimi.



Şekil 3.17: Ek donatı yerleşimi.

3.1.7 Merdiven Modellemesi

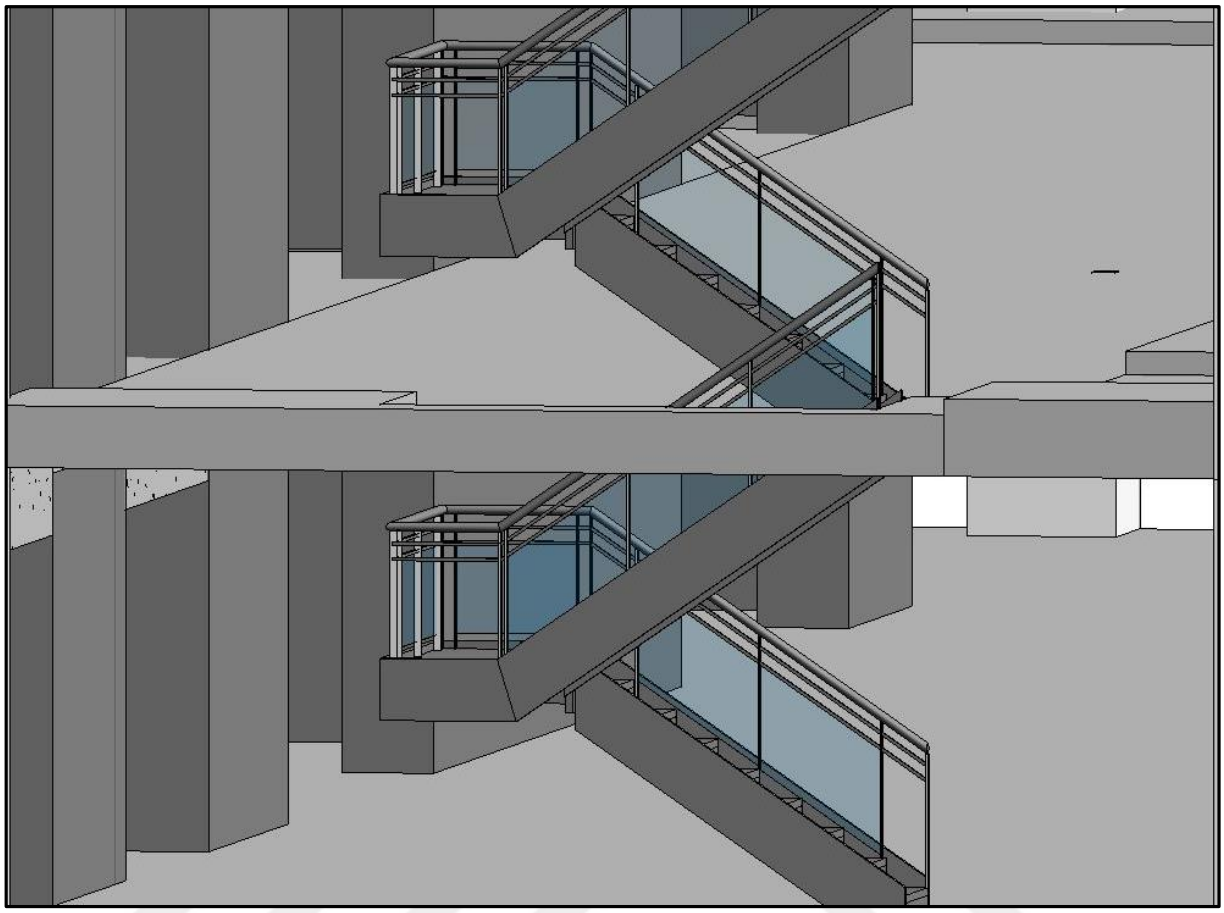
Bina içerisine iki ayrı merdiven modellenmiştir. Bir merdiven otopark giriş kapısı arkasına konulurken diğer merdiven ise bina ana giriş sağ tarafına konumlandırılmıştır.

Merdiven modellemesi yaparken, içe yüklenecek olan merdiven ve tırabzanları öncelikle boş bir revit sayfasında çizilerek family (aile) olarak kaydedilmiş çalışma içerisine insert (ekle) sekmesinden eklenmiştir.

Her iki merdiveninde başlangıç noktası birinci kat yüksekliğinden başlatılarak onuncu kat yüksekliğinde sona erdirilmiştir. Yani merdiven yükseklik 1 ile yükseklik 10 arasında sürekli olarak devam etmektedir.



Şekil 3.18: Merdiven dışardan görünüş.



Şekil 3.19: Merdiven yakından görünüş.

3.1.8 Duvarların Modellenmesi

Kaba yapı elemanlarının modellenmesi yapılırken Structural başlığı altındaki kat yüksekliklerinde (Level) çalışılırken mimari elemanların modellenmesinde Floor seçeneği altında bulunan kat yüksekliklerinde çalışmak gerekmektedir. Böylece hem diğer yapı elemanlarıyla mimari yapı elemanları karıştırılmadan modelleme yapılabilmekte aynı zamanda da yapılan modelleme Structural başlığı altında bulunan kat yüksekliklerine de yansımaktadır.

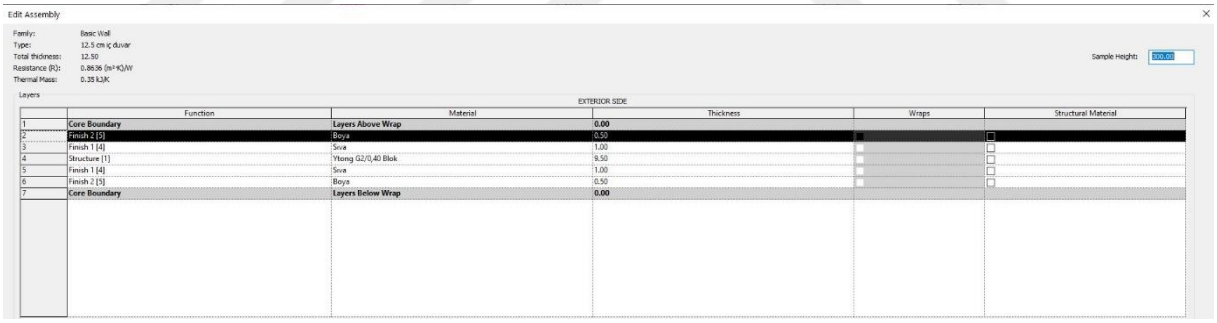
Duvarların modellenmesinden Ytong'un internet sitesinde bulunan Ytong BIM Objeleri (Ytong, 2019) sayfasından Ytong duvar blokları indirilerek Revit dosyasının içine eklenmiştir. Ardından ilgili mimari kat planı Insert (ekle) sekmesi altından LinkCad seçeneği aracılığı ile linklenmiştir. Linklenen dwg çizimi üzerinden duvarların ölçüleri doğrultusunda öncelikle iç duvarlar modellenmiştir. Architectural sekmesi altında bulunan Wall (duvar) seçeneğinden Wall:Architecture seçilerek devam edilmiş ve her bir çeşit duvar için Properties (özellikler)

bölümünde edit type (tipi düzenle) seçeneği ile her duvarın katmanları, bu katmanların ölçüleri, renk ve malzemeleri ayarlanmıştır.

İç duvarlar; 12.5 cm, 22.5 cm ve 26.5 cm olmak üzere üç tip olarak tasarlanmış ve modellenmiştir. Duvarların bitiş malzemesi, kalınlığı ve çekirdek malzemesi Tablo 3.1 de gösterilmektedir.

Tablo 3.1: İç duvar tipleri ve boyutları.

İç Duvar Tipleri	Duvar İç Kısım Bitiş Malzemeleri ve Kalınlıkları (cm)	Duvar Çekirdek Malzemesi ve Kalınlığı (cm)	Duvar Dış Kısım Bitiş Malzemeleri ve Kalınlıkları (cm)
12.5 cm	Sıva 1 cm Boya 0.5 cm	Ytong- 9.5 cm	Sıva 1cm Boya 0.5 cm
22.5 cm	Sıva 1cm Boya 0.5 cm	Ytong- 19.5 cm	Sıva 1cm Boya 0.5 cm
26.5 cm	Sıva 1cm Boya 0.5 cm	Ytong- 23.5 cm	Sıva 1cm Boya 0.5 cm



Şekil 3.20: İç duvar katman örneği.

Function	Material	Thickness
Core Boundary	**Layers Above Wrap**	**0.00**
Finish 2 [5]	Boya	0.50
Finish 1 [4]	Sıva	1.00
Structure [1]	Ytong G2/0,40 Blok	9.50
Finish 1 [4]	Sıva	1.00
Finish 2 [5]	Boya	0.50
Core Boundary	**Layers Below Wrap**	**0.00**

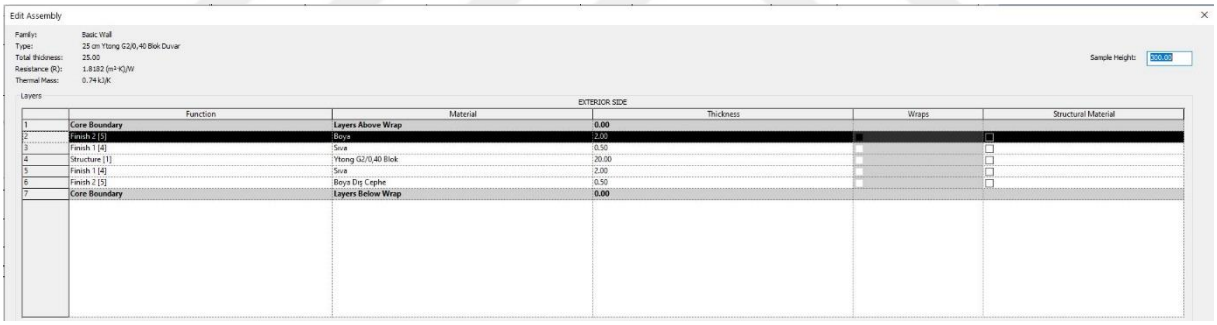
Şekil 3.21: İç duvar katman detayları.

Dış duvarların modellenmesinde ise çoğunlukla 25 cm kalınlığında duvar kullanılmış olup, 11 cm, 22 cm ve 25 cm olmak üzere üç farklı kalınlıkta duvar modellenmiştir. Bu duvarlara ek olarak bina ana giriş kapısı ve otopark giriş kapısı için 22 cm kalınlığında dış bitiş malzemesi

cam olan bir duvar tipi daha tanımlanarak toplamda üç duvar kalınlığında dört farklı tip duvar modellenmiştir. Dış duvarların bitiş malzemesi, kalınlığı ve çekirdek malzemesi Tablo 3.2 de gösterilmektedir.

Tablo 3.2: Dış duvar tipleri ve boyutları.

Dış Duvar Tipleri	Duvar İç Kısım Bitiş Malzemeleri ve Kalınlıkları (cm)	Duvar Çekirdek Malzemesi ve Kalınlığı (cm)	Duvar Dış Kısım Bitiş Malzemeleri ve Kalınlıkları (cm)
11 cm	Sıva 2 cm Boya 0.5 cm	Ytong- 6 cm	Sıva 2 cm Boya 0.5 cm
22 cm	Sıva 2 cm Boya 0.5 cm	Ytong- 17 cm	Sıva 2 cm Boya 0.5 cm
22 cm	Sıva 2 cm Boya 0.5 cm	Ytong- 15 cm	Sıva 2.5 cm Cam 2 cm
25 cm	Sıva 2 cm Boya 0.5 cm	Ytong- 20 cm	Sıva 2 cm Boya 0.5 cm



Şekil 3.22: Dış duvar katman örneği.

Function	Material	Thickness
Core Boundary	**Layers Above Wrap**	**0.00**
Finish 2 [5]	Boya	2.00
Finish 1 [4]	Sıva	0.50
Structure [1]	Ytong G2/0,40 Blok	20.00
Finish 1 [4]	Sıva	2.00
Finish 2 [5]	Boya Dış Cephe	0.50
Core Boundary	**Layers Below Wrap**	**0.00**

Şekil 3.23: Dış duvar katman detayları.

İç duvar ve dış duvar modellemesi bittikten sonra katta bulunan kolon ve perdelerin çevresi 3.5 cm kalınlığında sıva ile kaplanmıştır.

60 cm kalınlığındaki bodrum kat tek cephe duvarlarının modellenmesiyle duvar modelleme bitirilmiştir. Yapının bodrum katlarının otopark olarak kullanılacak olması ve yan binalar ile

bağlantılı olması planlandığı için bodrum katların iç duvar imalatı ve bir cephe haricinde dış duvar imalatı yapılmamıştır.

3.1.9 Kapı Modelleme

Dış duvarların modellenmesinden sonra bina ana giriş kapısı ve otopark giriş kapısı olarak tasarlanan iki kapı ile modellemeye devam edildi. Ana giriş kapısı ve otopark kapısı çift sürgülü cam kapı olarak seçilip, çizildi. Ardından yapı iç duvarlarında kapıların koyulması planlanan yerlere kapılar yerleştirildi. Modelleme esnasında 2 farklı kapı ailesi (family) kullanıldı. Fakat kullanılan kapı ailesi Properties sekmesi altından edit type (tipi düzenle) seçeneğinden duplicate seçeneği seçilerek çoğaltıldı. Çoğaltılan kapılar üzerine konulacağı duvara göre ölçülendirildi ve kapı malzemesi ayarlandı.

3.1.10 Pencere Modelleme

Tasarım yapılırken gün ışığından en yüksek düzeyde yararlanabilmek için çok sayıda pencere konulmasına karar verilip, boyutları olabildiğince büyük planlanmıştır. Percerelerin çoğunda aynı pencere tipi kullanılmış olmakla birlikte katlar arası yükseklikler farklı olduğu için tasarlanan pencerelerin malzeme model ve eleman aileleri aynı iken, ölçüleri üzerinde bulunduğu duvarın iki kat arasındaki yüksekliklerine göre ayarlanmıştır. Sadece bina ana giriş kapısı olan çift sürgülü cam kapıya uygun olarak üzerine tasarlanan pencere için boyutlarla birlikte camın malzemesi de değiştirilmiştir.

3.2 KALIP METRAJ HESABI

Kalıp, mimari ve statik açıdan betonun gerekli formu ve mukavemetini alana kadar betonu taşıyan yapı elamanıdır (Uğur, Akbıyık, Diriklik, Ayyıldız, 2017).

Kalıp metrajı için aşağıdaki kalıp düz ölçü metrajı kabulleri alınarak devam edilmiştir:

1. Tabliye kalıbı alanı AutoCAD tabliye yüzey alanı olarak hesaplandı.

2. AutoCAD için alanı $1m^2$ ‘den küçük olan şaftlar minha edilmedi.

3. Perde kabulleri, dikdörtgen betonarme perdeler, kesitteki uzunluğunun kalınlığına oranı en az 6 (altı) olarak tanımlanan taşıyıcı sistem elemanlarıdır (Türk Deprem Yönetmeliği, 2018) tanımına göre yapılmıştır.

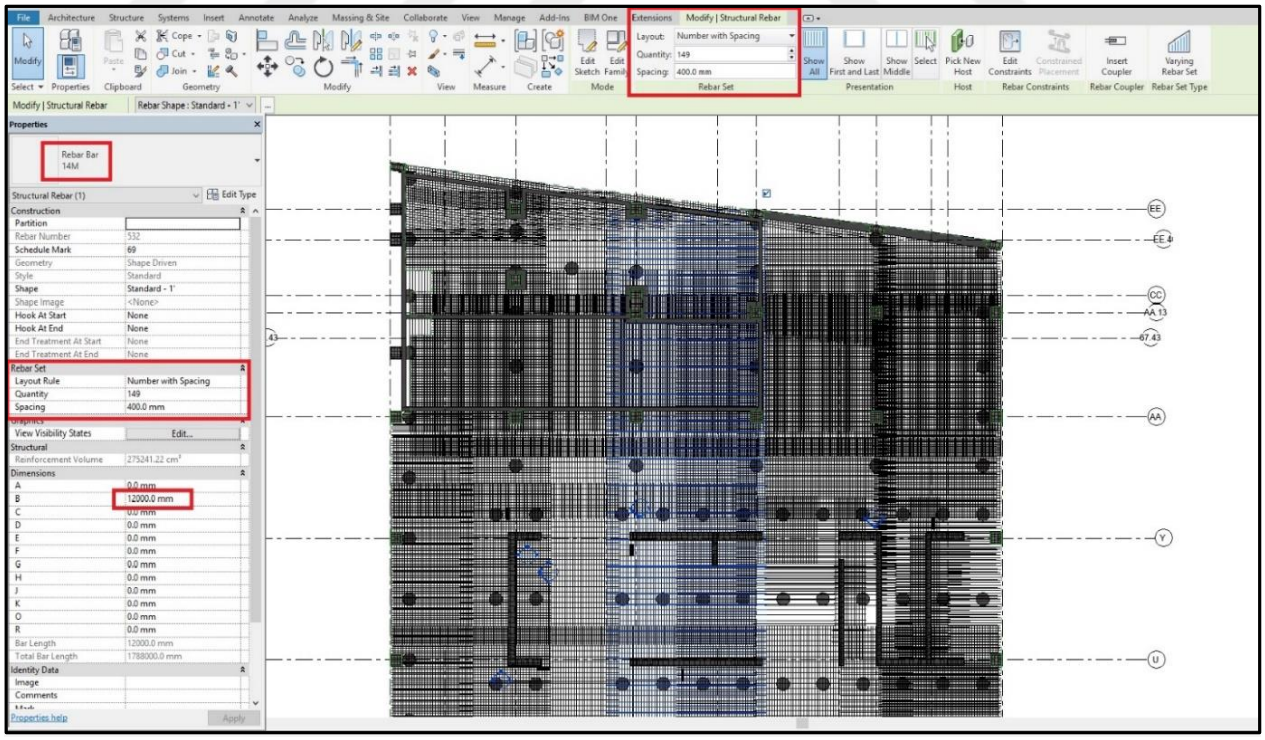
4. BULGULAR

Bu bölümde,Yapı Bilgi Modelleme yazılımı olan Revitte modelleme yapılırken karşılaşılan zorluklar, klasik yöntem ve YBM yazılımları ile elde edilen metraj sonuçları ve karşılaştırılması ve son olarak Revit'in avantaj ve dezavantajları ve işlenmiştir.

4.1 REVİTTE MODELLEME YAPILIRKEN KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR

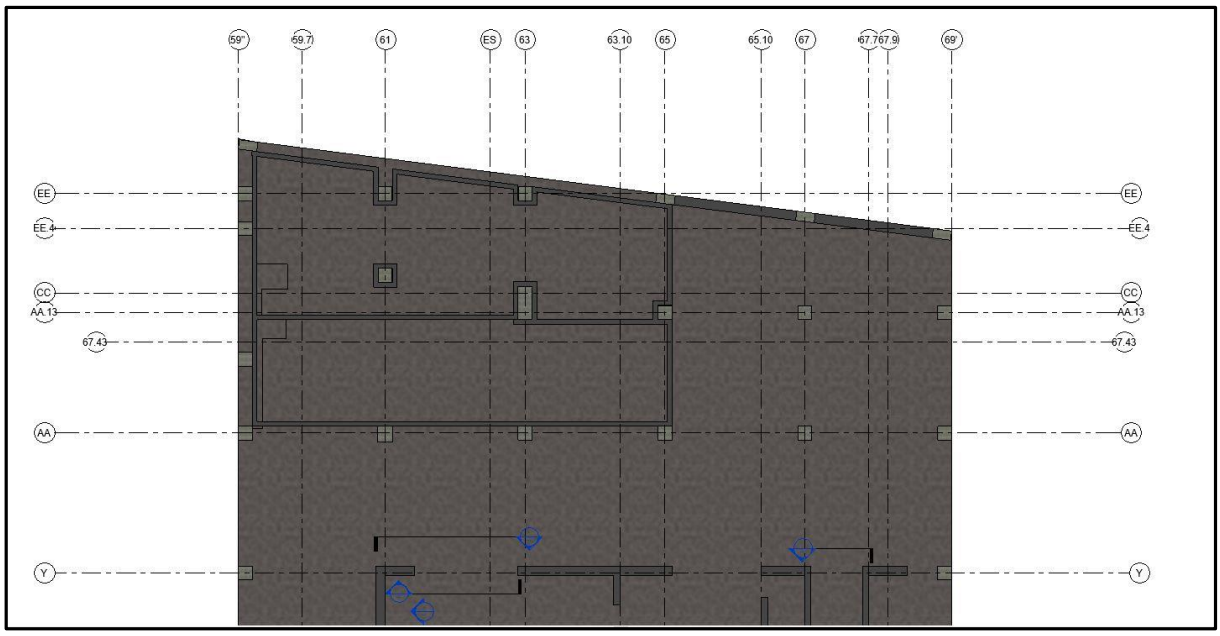
4.1.1 Temel Döşemesi Donatılandırılması Esnasında Çıkan Zorluklar

Temel döşemesi çizildikten sonra, donatılandırılması esnasında donatılandırılma manuel yapıldığı için donatıların yerleştirilmesi çok uzun zaman almıştır. X yönünde (yatayda) ve Y yönünde (dikeyde) yerleştirilen donatıların aynı olanları gruplandırılarak ve belirli aralıklar girilerek yerleştirilmiştir. Örneği 50Ø26/20 L=900cm olarak verilen 26 mm çapında 20 cm aralıklarla yerleştirilmesi gereken her biri 9 metre uzunluğundaki 50 adet donatı uzunluk,donatılar arası mesafesi, çapı ve adedi girilerek gruplandırılmıştır (Şekil 4.1). Ardından bu özelliklere sahip başka donatılar için ise kopyala yapıştır yöntemi uygulanmıştır.



Şekil 4.1: Temel döşemesi donatılandırılmasında gruplandırılmış donatı örneği.

Fakat Şekil 4.2'de de gösterildiği üzere EE ve EE.4 aksları arasında diagonal yerleştirilmesi gereken ve eğim dolayısıyla uzunlukları birbiriyle aynı olmayan donatılar bulunmaktadır. Revit'te donatılar grup haline getirildikten sonra bireysel olarak uzunlukları değiştirilememektedir. Yani uzunluk değişimi yapıldığında bir donatının değil tüm grubun boyu değişmektedir. Aynı zamanda donatılar grup haline getirilirken uzunluk aralığı girilemediği için ya da var olan alanın uzunluğuna göre donatıyı yerleştir seçeneği olmadığı için diyagonal olan donatılar tek tek yerleştirilmiştir. Bu işlemin gerçekleştirilmesi çok uzun zaman almıştır.



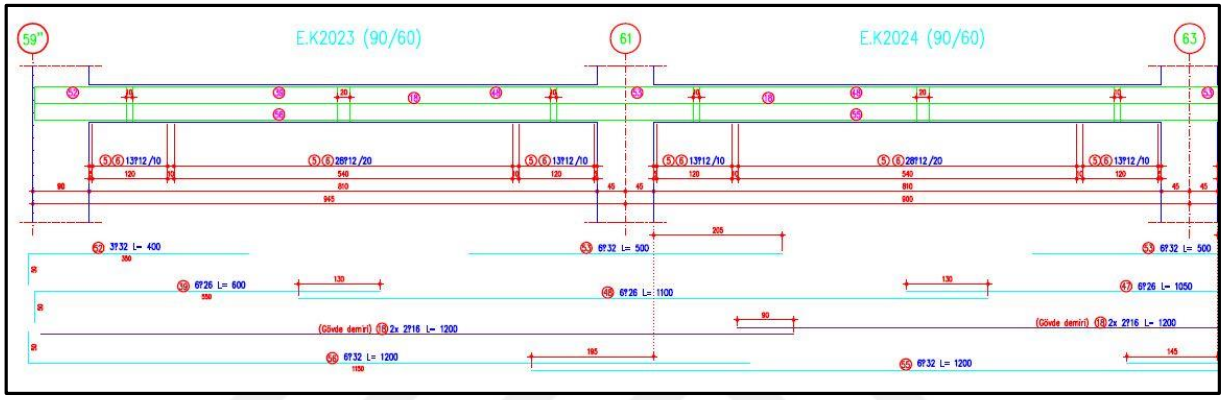
Şekil 4.2: Temel döşemesi çapraz kesiminin gösterimi.

Zamandan kazanmak ve yapılan modellemeyi otomatikleştirebilmek için farklı yöntemler arayışına girilmiştir. X ,Y yönündeki donatıların uzunluklarını girdikten sonra her donatı arası mesafenin girilerek kopyala yapıştır yönteminin yapılabiliyor olması örnek alınarak, diyagonal olan donatılar için ne yapılabileceği düşünülmüştür. Eğer donatı uzunluğu girilmesi yerine uzunluk aralığı girilebilse sorunun çözüleceği düşünülerek bu doğrultuda XML formatta bir kod yazılmasına karar verilmiştir. Ancak Revit programı dışa XML format değil de IFC format aktarabildiği için dışa aktarılan IFC formatın XML formata dönüştürülmesi düşünülmüştür.

4.1.2 Kiriş Modellenmesi Sırasında Çıkan Zorluklar

Kirişlerin donatılandırılması esnasında Extension sekmesi altından yapılan donatılandırmada ana alt ve üst donatıların uzunlukları program tarafından kirişin 'L' boyunca otomatik olarak tanımlanmaktadır. Değiştirmeye izin vermemektedir. Kirişlerin çoğunda boyların girilememiş

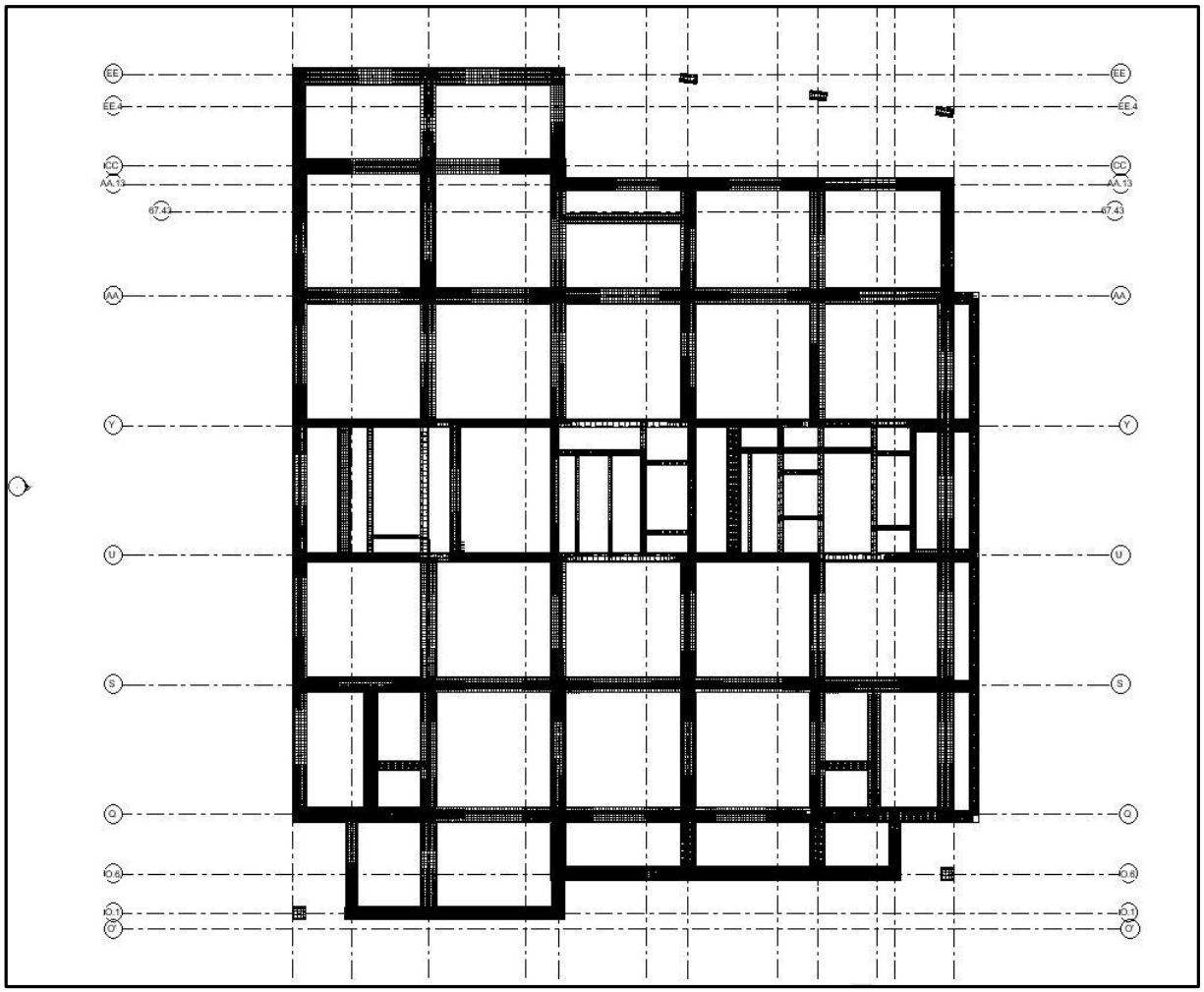
olması büyük problemlere neden olmasa da Şekil 4.3 teki K2023 ve K2024 kirişleri gibi birbirinin devamı olan kirişlerde, gösterildiği gibi donatı üst ana donatı boyu 600 cm olan donatının bindirme boyu 130 cm'dir ve 1100 cm'lik donatı hem K2023 hem de K2024 kirişlerinden geçmektedir. Fakat Revit'in otomatik boyutlandırılmasından dolayı asıl tasarım ile Revit tasarımı birbirini tutmamaktadır. Yani üst ana donatılar otomatik olarak yapıldığı için bindirme boyları dikkate alınmaksızın her bir kiriş için kiriş uzunluğunca üst donatılar yerleştirilmiştir.



Şekil 4.3: K2023 K2024 birbirinin devamı kirişlerde gövde donatısı gösterimi.

Eğer çizim el ile yapılmış olsaydı, bindirme boyları ve donatılandırma aslına uygun yapılabilirdi. Fakat bu da otomatik olarak yapılmasına oranla çok fazla zaman kaybına neden olmaktadır. Büyük projelerde birbirinden farklı her kiriş için tek tek elle modelleme yapılması mümkün değildir.

Başka bir olasılık ise, otomatik olarak donatılandırılan kirişin wireframe görüntüsüne alınarak (Şekil 4.4) her bir donatının seçilmesini sağlamak ve değiştirilmek istenen donatıları seçerek donatı boy ve bindirmelerini elle değiştirmektedir.



Şekil 4.4: Kirişlerin Wireframe görüntüsünde görünümü.

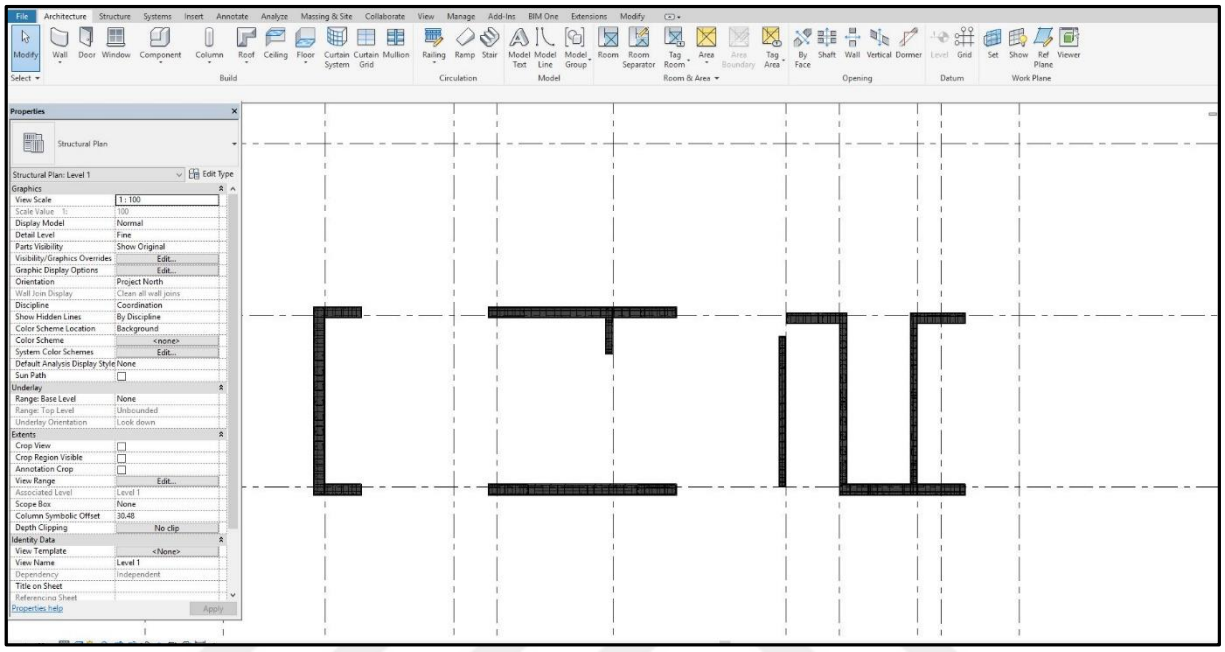
Revitte henüz statik olarak analiz yapılamadığı için bu problemler sadece metraj alımında hatalara sebep olmaktadır ki bu da proje maliyetine etki etmektedir. Eğer Revit'te statik hesap yapılabiliyor olsaydı bu problemler yaptığımız tasarımın kontrol koşullarını sağlayamaz ve yanıltıcı sonuçlar elde etmemize neden olurdu.

Kirişlerin donatılandırılması esnasında yaşanan bir sıkıntı da gövde donatılarının otomatik olarak girilemiyor olması. Her ne kadar bu sorun zaman kaybetmemize neden olsa da aynı zamanda bindirme boylarını ve bundan mütevellit gövde donatı sayısını doğru belirlememizi sağlamaktadır.

4.1.3 Perde Modellemesi Sırasında Çıkan Zorluklar

Perde AutoCAD çizimi Revit'e linklenerek üzerinden perdelerin yerleri belirlenerek çizilmiştir. Fakat perdelerin elle modellenecek olmasından dolayı yeni bir Revit sayfasında da aynı perdeler

çizilerek (Şekil 4.5), o sayfada donatılandırarak ana çizime kopyalanmıştır. Çünkü ana çizime eklenen her eleman ve donatıyla beraber dosya boyutu büyüdüğü için çizimdeki her güncelleme çok uzun zaman almaktadır.



Şekil 4.5: Perdelerin donatılandırılması.

Bu şekilde perdeler daha kısa sürede ve daha doğru şekilde donatılandırılarak ana dosya içerisine aktarılmıştır.

Ancak içe aktarılan perdelerin uzunlukları girildiği zaman bazı katlarda üst katında bulunan kirişlerden dolayı perde boyları olması gerekenden kısa olmuş, perde boyu tekrar girilmek istendiğinde perde içerisindeki bazı donatıların dışa çıkması ya da silinmesi yönünde uyarılar oluşmuştur.

4.1.4 IFC Formatındaki Kodun Dönüşümü Ve Aktarılması Esnasında Oluşan Sorunlar

Temel döşemesinin diyagonal kısmının donatılandırılması esnasında yaşanan sıkıntılar için bir kodlama yapılmak istenmiştir. Bunun için de XML format seçilmiştir. Ancak Revit'in dışa aktarım seçenekleri içerisinde XML format olmadığı, IFC formatında dışa aktarılabildiği için, IFC formatın XML formata dönüşümü çalışılmıştır.

4.1.4.1 IFC Formatının XML Formatına Dönüştürülmesi

IFC formatı ile XML formatı karşılaştırıldığında, XML formatı bilgisayarla ilgili işlerde daha yaygın olarak kullanıldığı için kod yazması ve örnek kod bulması daha kolay bir formattır. Revit'in IFCXML formatına dışa aktarma (export) seçeneği bulunmamaktadır. Bu yüzden XML formatına dönüştürebilmek için internette bir araştırma yapılmıştır. Dönüştürme için izlenebilecek en kolay yol IfcOpenShell (2019) sitesinden indirilen ifcOpenShell .exe dosyasını kullanmaktır. Revit'ten dışa aktarılan IFC2x3 olarak biçimlendirilmiş bir IFC dosyası .exe dosyasına sürükleyip bırakıldığı zaman IFCXML formatında bir dosya oluşturur ki bu da bir XML dosyasıdır.

4.1.4.2 XML Formatının IFC Formatına Geri Dönüştürülmesi

Teorik olarak IFCXML formatı IFC formatına dönüştürülebilir ancak ifcOpenShell sitesinde bulunan kod bu işlevi sağlamamaktadır. Bu nedenle başka bir çözüm yolu aranmış IFC formatı IFCXML ve IFCXML formatını tekrar IFC formatına dönüştürebilen açık kaynak kodlu xBIM araçlar ve kütüphaneleri indirilmiştir. xBIM kütüphane ve araçlarını kullanabilmek için Microsoft'un Visual Studio Code programı indirilmiştir. Öncelikle IFC4 formatında dışa aktarılan dosya xBIM kütüphaneleri kullanılarak IFCXML dosyasına dönüştürülmüştür. Daha sonra bu dosya tekrar IFC4 ve IFC diğer formatlarına dönüştürülmek istenmiş fakat başarılı olunamamıştır. xBIM tarafından örnek olarak sunulan dosyanın dönüştürülmesi denenmiş fakat bu dosyanında dönüşümü sağlanamamıştır. Bu nedenle IFCXML formatına dönüştürülen bir dosyanın tekrar IFC formatına dönüştürülemeyecği ve Revit'e tekrar aktarılamayacağı sonucuna varılmıştır.

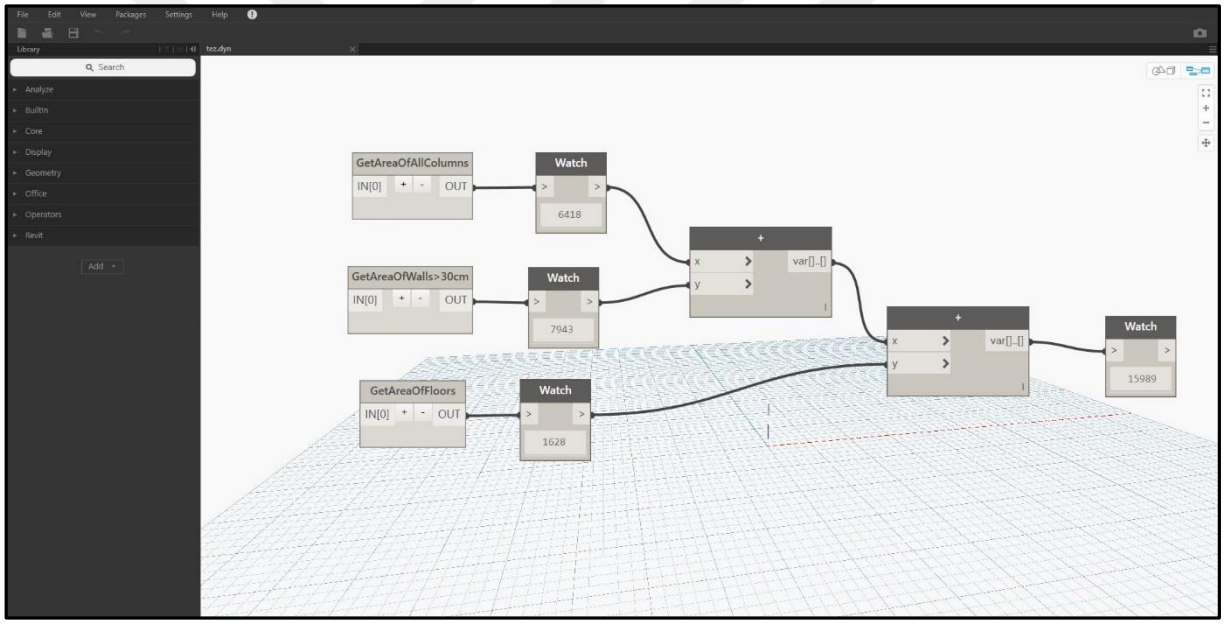
4.1.4.3 IFCXML Formatının Revit İçerisine Aktarılması

IFC formatına geri dönüşümün başarılı olamamasına rağmen, dönüştürülmüş olan IFCXML dosyasının Revit'e aktarılması mümkün olması gerekmektedir. Yukarıdaki iki bölümde anlatılan dönüştürülmüş IFCXML dosyalarının her birinin içe aktarılması denenmiş, bu aktarmalar hiçbir hata vermeksizin başarısız olmuştur. Revit'in IFC içe aktarma (import) seçeneğinde IFCXML formatı kabul ediliyor olmasına rağmen yapılan araştırmalar sonucunda Autodesk'in kendi sitesinde de belirtildiği üzere Revit'in .ifcxml içe aktarımında bilinen bir hata bulunmaktadır.

4.1.5 Kalıp Metrajı Alımı Esnasında Çıkan Sorunlar

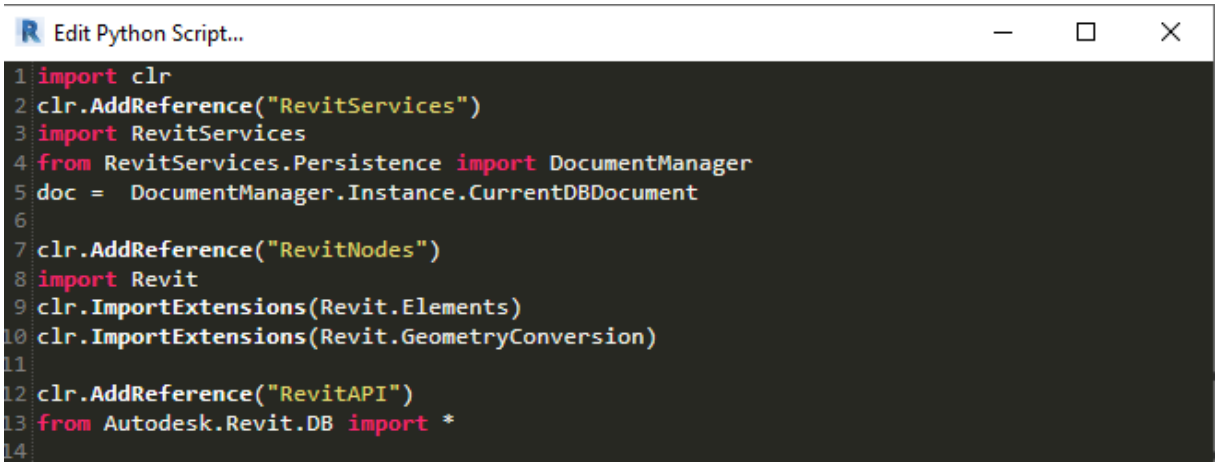
Kalıp metrajının klasik yöntem ile alınması sırasında hiçbir problem yaşanmazken, Revit ile alımı için ekstra bir Yapı Bilgi Modelleme programı kullanmak gerekmiştir. Kalıp metrajı alabilmek için Dynamo kullanılmıştır.

Dynamo projesinde Python kodları kullanılmadan önce test için görsel programlama kullanılmış ancak daha sonra metrajlar, döşemler için bir, kolonlar için bir ve perdeler için bir olmak üzere üç ayrı Python kod bloğu altında toplanmıştır. Üç ayrı blok kullanılmasının sebebi ise bu blokların ileride tekrar kullanılabilecek parçalar halinde tutmak istenmesidir. Daha sonra çıkan üç sonuç toplanmış ve m^2 cinsinden toplam sonuç bulunmuştur. Adları amacına göre değiştirilmiş olan Python blokları Şekil 4.6'nın sol tarafında gösterilmektedir.



Şekil 4.6: Dynamo görsel programı.

Başlangıçta Dynamo'ya yeni bir Python bloğu eklendiğinde Revit dosyası ile bağlantı kurması için gereken bazi komutlarının eklenmesi gerekiyor (Şekil 4.7) .



Şekil 4.7: Yeni yaratılmış Python bloğunun içi.

4.1.5.1 Tüm Kolonların Dış Alanının Bulunması (Kalıp Alanının Bulunması)

Dynamo tüm elemanların içinden istenilen tip ya da aileden elemanların seçilmesini sağlayan filtre kodları içermektedir. Kolon kalıp alanlarını bulmak için sırayla: tüm elemanlardan kolonların seçilmesi, sonrasında her bir kolon için yüksekliğinin alınması, genişlik ve derinlik aile özelliklerinden olduğu için kolonun ailesine gidilip bu parametrelerin alınması, daha sonra yükseklik x derinlik ve yükseklik x genişlik alanlarının ikişer kere alınıp toplam değerin (kolonun kalıp alanı), bütün kolonların toplam alanına eklenmesi lazım. En son çıkan değer cm^2 cinsinden olduğu için 10000 ile bölünerek m^2'ye çevrilmesi gerekmektedir.

```
import clr
clr.AddReference("RevitServices")
import RevitServices
from RevitServices.Persistence import DocumentManager
doc =  DocumentManager.Instance.CurrentDBDocument

clr.AddReference("RevitNodes")
import Revit
clr.ImportExtensions(Revit.Elements)
clr.ImportExtensions(Revit.GeometryConversion)

clr.AddReference("RevitAPI")
from Autodesk.Revit.DB import *

filter=ElementCategoryFilter(BuiltInCategory.OST_StructuralColumns)

StructuralColumns = FilteredElementCollector(doc).WherePasses
(filter).WhereElementIsNotElementType().ToElements()

columnArea = 0
for element in StructuralColumns:
    length = element.LookupParameter('Length').AsValueString()
    typeId = element.GetTypeId()
    elementType = doc.GetElement(typeId)
    b = elementType.LookupParameter('b').AsValueString()
    h = elementType.LookupParameter('h').AsValueString()
    area = (int(b) + int(h)) * int(length) * 2;
    columnArea += area
        #if x.name == abc
        #   OUT = x
columnArea = columnArea / 10000
OUT = columnArea
```

Şekil 4.8: Kolon kalıp hesabı için yapılan kodlama.

4.1.5.2 Tüm Perde Duvarların Alanın Alınması

Bu işlem yapılırken Dynamo'nun duvar ve perde duvar arasında ayırt edici bir özelliği olmadığı fark edildi. Bu iki sınıfı birbirinden ayırmak için ise projenin özelliklerinden faydalanıldı. Projedeki en kalın iç ve dış duvarın 30 cm den ince olması ve en ince perde duvarın 30 cm olması dolayısıyla 30 cm ve üzeri kalınlıktaki duvarlar perde duvar kabul edildi ve sırasıyla aşağıdaki işlemler yapıldı. Tüm duvarlar alınıp her duvar için yükseklik ve uzunluk verileri alındı. Duvarın ailesine gidilip duvar kalınlığı alındı. Her duvar için yükseklik x uzunluk x 2 ve kalınlık x yükseklik x 2 yapıldı ve eğer kalınlık 30 cm veya üzeri ise bu değerler toplam duvar kalıp alanına eklendi.

```
import clr
clr.AddReference("RevitServices")
import RevitServices
from RevitServices.Persistence import DocumentManager
doc =  DocumentManager.Instance.CurrentDBDocument

clr.AddReference("RevitNodes")
import Revit
clr.ImportExtensions(Revit.Elements)
clr.ImportExtensions(Revit.GeometryConversion)

clr.AddReference("RevitAPI")
from Autodesk.Revit.DB import *

#familyTypes = FilteredElementCollector(doc).OfClass
(FamilyInstance).WhereElementIsNotElementType().ToElements()

filter=ElementCategoryFilter(BuiltInCategory.OST_Walls)

Walls = FilteredElementCollector(doc).WherePasses(filter).WhereElementIsNotElementType
().ToElements()
area = 0
for element in Walls:
    length = element.LookupParameter('Length').AsValueString()
    height =  element.LookupParameter('Unconnected Height').AsValueString()
    typeId = element.GetTypeId()
    elementType = doc.GetElement(typeId)
    width = elementType.LookupParameter('Width').AsValueString()
    if int(width) >= 30:
        area += (int(width) + int(length)) * int(height) * 2;
OUT=area/10000
```

Şekil 4.9: Perde kalıp hesabı için yapılan kodlama.

4.1.5.3 Tüm Döşeme Alanın Alınması

Döşeme için yukarıdaki işlemlerin benzeri yapılıp tüm "floor"lar alındı. Floor tipinin alan özelliği kullanılarak döşemelerin alanı bulundu. Revit alanları m^2 cinsinden verdiği için Dynamo toplam alamamaktaydı bu yüzden Revit'ten çekilen sonucun son üç basamağı silinerek ilerlendi, Şekil 4.10 da bulunan 22. Satırdaki kod bunu ifade etmektedir. Her döşeme için alan alınarak toplam sonuç bulundu. Bu sonuçta katta bulunan olası şaft açıklıkları yok sayıldığı için bu alan için gereken kalıplar hesaba katılmamıştır.

```
import clr
clr.AddReference("RevitServices")
import RevitServices
from RevitServices.Persistence import DocumentManager
doc =  DocumentManager.Instance.CurrentDBDocument

clr.AddReference("RevitNodes")
import Revit
clr.ImportExtensions(Revit.Elements)
clr.ImportExtensions(Revit.GeometryConversion)

clr.AddReference("RevitAPI")
from Autodesk.Revit.DB import *

filter=ElementCategoryFilter(BuiltInCategory.OST_Floors)

floors = FilteredElementCollector(doc).WherePasses
(filter).WhereElementIsNotElementType().ToElements()
OUT=floors
area = 0
for element in floors:
    floorArea = element.LookupParameter('Area').AsValueString()
    floorArea = floorArea[:-3];
    area += float(floorArea);
OUT=area

```

Şekil 4.10: Döşeme kalıp hesabı için yapılan kodlama.

4.2 KLASİK YÖNTEM VE YBM YAZILIMLARI İLE METRAJ ALIMI

4.2.1 Klasik Yöntem

Klasik yöntem ile metraj alabilmek için formüllü Excel tabloları oluşturulmuştur. Bu Excel tabloları sayesinde metraj alımı bir nebze kolaylaştırılmış olsa da yine de çok uzun zaman almıştır. Metraj alımı yapılırken çalışmanın %100 tamamlandığı varsayımı yapılarak sırasıyla kazık metrajı, temel metrajı, her kat bazında döşeme ve kiriş, perde ve kolon donatı metrajları ve döşeme kiriş, perde ve kolon beton metrajları alınmıştır. Alınan beton ve donatı metrajlarında merdiven hesaba katılmamıştır. Son olarak YBM yazılımı olan Revit ile eş zamanlı olması için kalıp metrajı alınmıştır. Alınan metrajların özet tabloları çıkarılmıştır.

Tablo 4.1: Klasik yöntem ile elde edilen donatı metrajı.

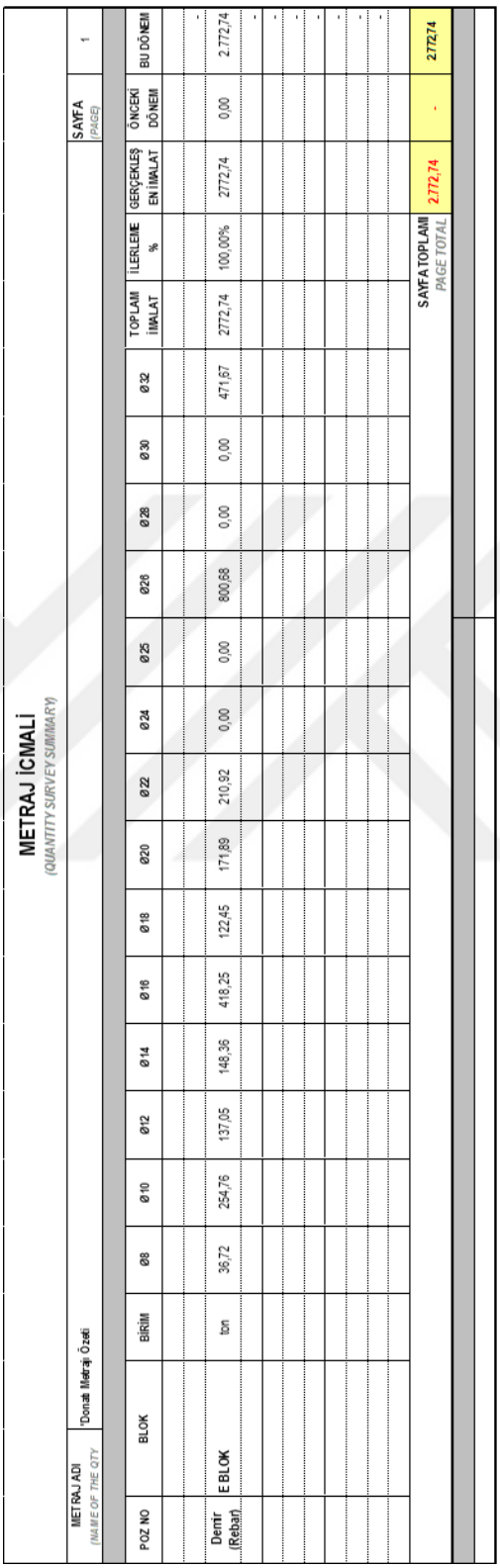
METRAJ İCMALİ
(QUANTITY SURVEY SUMMARY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY)*: Donatı Metrajı

SAYFA *(PAGE)*: 1

POZ NO	BLOK	BİRİM	Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø24	Ø25	Ø26	Ø28	Ø30	Ø32	TOPLAM İMALAT	İLERLEME %	GERÇEKLEŞEN İMALAT	ÖNCEKİ DÖNEM	BU DÖNEM
DMR 02	E BLOK	ton	36,72	254,76	137,05	148,36	418,25	122,45	171,89	210,92	0,00	0,00	800,68	0,00	0,00	471,67	2772,74	100,00%	2772,74	0,00	2.772,74
E 1	-14,90-11,90 Kolon Perde	ton	0,000	12,370	6,974	9,364	1,212	5,897	19,327	8,068	0,000	0,000	14,102	0,000	0,000	18,179	95,49	100,00%	95,49		95,49
E 2	TEMEL	ton	0,000	4,949	9,707	21,562	0,358	17,528	7,895	34,193	0,000	0,000	371,376	0,000	0,000	245,755	713,12	100,00%	713,12		713,12
E 3	-11,90 Döşeme ve Kiriş	ton	0,00	9,21	1,29	2,13	104,92	6,52	0,05	16,24	0,00	0,00	37,71	0,00	0,00	13,18	191,26	100,00%	191,26		191,26
E 4	-11,90/-7,40 Kolon Perde	ton	0,00	12,37	6,97	9,36	1,21	5,90	19,33	8,07	0,00	0,00	14,10	0,00	0,00	18,18	95,49	100,00%	95,49		95,49
E 5	-7,40 Döşeme ve Kiriş	ton	0,00	10,02	5,29	2,32	105,67	6,68	0,05	17,88	0,00	0,00	44,36	0,00	0,00	16,13	208,41	100,00%	208,41		208,41
E 6	-7,40/-3,70 Kolon Perde	ton	0,00	14,97	9,94	5,77	2,91	8,08	16,52	15,07	0,00	0,00	12,14	0,00	0,00	5,89	91,30	100,00%	91,30		91,30
E 7	-3,70 Döşeme ve Kiriş	ton	0,00	10,02	5,29	2,32	105,67	6,68	0,05	17,88	0,00	0,00	44,36	0,00	0,00	16,13	208,41	100,00%	208,41		208,41
E 8	-3,70/0,00 Kolon Perde	ton	0,00	4,22	9,38	5,77	2,91	8,08	5,68	5,74	0,00	0,00	10,60	0,00	0,00	5,89	58,46	100,00%	58,46		58,46
E 9	0,00 Döşeme ve Kiriş	ton	6,12	18,96	7,93	10,33	14,55	6,40	0,00	11,09	0,00	0,00	35,13	0,00	0,00	6,91	117,41	100,00%	117,41		117,41
E 10	0,00/+5,00 Kolon Perde	ton	0,00	12,58	6,93	5,55	1,21	3,74	20,64	4,25	0,00	0,00	7,95	0,00	0,00	18,18	81,03	100,00%	81,03		81,03
E 11	+5,00 Döşeme ve Kiriş	ton	6,12	18,96	7,93	10,33	14,55	6,40	0,00	11,09	0,00	0,00	35,13	0,00	0,00	6,91	117,41	100,00%	117,41		117,41
E 12	+5,00/+10,00 Kolon Perde	ton	0,00	12,58	6,93	5,55	1,21	3,74	20,64	4,25	0,00	0,00	7,95	0,00	0,00	18,18	81,03	100,00%	81,03		81,03
E 13	+10,00 Döşeme ve Kiriş	ton	6,12	18,96	7,93	10,33	14,55	6,40	0,00	11,09	0,00	0,00	35,13	0,00	0,00	6,91	117,41	100,00%	117,41		117,41
E 14	+10,00/+14,25 Kolon Perde	ton	0,00	12,58	6,93	5,55	1,21	3,74	20,64	4,25	0,00	0,00	7,95	0,00	0,00	18,18	81,03	100,00%	81,03		81,03
E 15	+14,25 Döşeme ve Kiriş	ton	6,12	18,96	7,93	10,33	14,55	6,40	0,00	11,09	0,00	0,00	35,13	0,00	0,00	6,91	117,41	100,00%	117,41		117,41
E 16	+14,25/+18,50 Kolon Perde	ton	0,00	12,58	6,93	5,55	1,21	3,74	20,64	4,25	0,00	0,00	7,95	0,00	0,00	18,18	81,03	100,00%	81,03		81,03
E 17	+18,50 Döşeme ve Kiriş	ton	6,12	18,96	7,93	10,33	14,55	6,40	0,00	11,09	0,00	0,00	35,13	0,00	0,00	6,91	117,41	100,00%	117,41		117,41
E 18	+18,50/+21,90 Kolon Perde	ton	0,00	12,58	6,93	5,55	1,21	3,74	20,64	4,25	0,00	0,00	7,95	0,00	0,00	18,18	81,03	100,00%	81,03		81,03
E 19	+21,90 Döşeme ve Kiriş	ton	6,12	18,96	7,93	10,33	14,55	6,40	0,00	11,09	0,00	0,00	35,13	0,00	0,00	6,91	117,41	100,00%	117,41		117,41
E 20	Kazık Planı	ton	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,18	0,00	0,00	0,00	1,18	100,00%	1,18		1,18
																	SAYFA TOPLAMI *PAGE TOTAL*		2772,74	-	2772,74

Tablo 4.2: Klasik yöntem ile elde edilen donatı metraj özeti.



METRAJ İCMALİ
(QUANTITY SURVEY SUMMARY)

METRAJ ADI (NAME OF THE QTY)		Donatı Metrajı Özeti																						SAYFA (PAGE)	1
POZ NO	BLOK	BİRİM	Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø24	Ø25	Ø26	Ø28	Ø30	Ø32	TOPLAM İMALAT	İLERLEME %	GERÇEKLEŞEN İMALAT	ÖNCEKİ DÖNEM	BU DÖNEM
Demir (Rebar)	E BLOK	ton	36,72	254,76	137,05	148,36	418,25	122,45	171,89	210,92	0,00	0,00	800,68	0,00	0,00	471,67	2772,74	100,00%	2772,74	0,00	2.772,74
																				-	-
																				-	-
																				-	-
																				-	-
																				-	-
																	SAYFA TOPLAMI *PAGE TOTAL*		2.772,74	-	2772,74

Tablo 4.3: Klasik yöntem ile elde edilen beton metraj özeti.

METRAJ İCMALİ
(QUANTITY SURVEY SUMMARY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY*	C 40 TEMEL ÜSTÜ BETONU DÖKÜLMESİ					SAYFA *(PAGE)*	
POZ NO	BLOK	BİRİM	TOPLAM İMALAT	İLERLEME %	GERÇEKLEŞEN İMALAT	ÖNCEKİ DÖNEM	BU DÖNEM
BETON (Concrete)	E BLOK	m3	14159,26				
	-14,90/-11,90 Kolon Perde	m3	571,11	100,00%	571,11		
	-11,90 Döşeme	m3	519,60	100,00%	519,60		
	-11,90/-7,40 Kolon Perde	m3	579,62	100,00%	579,62		
	-7,40 Döşeme	m3	519,60	100,00%	519,60		
	-7,40/-3,70 Kolon Perde	m3	351,21	100,00%	351,21		
	-3,70 Döşeme	m3	172,01	100,00%	172,01		
	-3,70/0,00 Kolon Perde	m3	602,60	100,00%	602,60		
	0,00 Döşeme	m3	377,54	100,00%	377,54		
	0,00/+5,00 Kolon Perde	m3	644,73	100,00%	644,73		
	+5,00 Döşeme	m3	377,54	100,00%	377,54		
	+5,00/+10,00 Kolon Perde	m3	644,73	100,00%	644,73		
	+10,00 Döşeme	m3	377,54	100,00%	377,54		
	+10,00/+14,25 Kolon Perde	m3	548,02	100,00%	548,02		
	+14,25 Döşeme	m3	377,54	100,00%	377,54		
	+14,25/+18,50 Kolon Perde	m3	548,02	100,00%	548,02		
	+18,50 Döşeme	m3	377,54	100,00%	377,54		
	+18,50/+21,90 Kolon Perde	m3	438,41	100,00%	438,41		
	+23,20 Döşeme	m3	377,54	100,00%	377,54		
	+23,20/+24,15 Kolon Perde	m3	83,81	100,00%	83,81		
	+24,15 Döşeme	m3	379,59	100,00%	379,59		
	Temel	m3	4110,97	100,00%	4110,97		
	Kazık	m3	1180,00	100,00%	1180,00		
			SAYFA TOPLAMI *PAGE TOTAL*		14.159,26	-	14.159,26

Klasik yöntem ile bulunan sonuçlara göre çalışmanın tamamlanması için 2,272.74 ton demir ve 14.159,26 m^3 beton kullanılmıştır.

Kalıp metrajı düz ölçü kabulü yapılarak temel, döşeme ve perde-kolon kalıp metrajları çıkarılmıştır. Metrajlar alınırken başta merdiven açıklıkları olmak üzere şaftlar ihmal edilmiştir.

Tablo 4.4: Temel kalıp metrajı.

METRAJ İCMALİ

(QUANTITY SURVEY SUMMARY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY*	TEMEL KALIP METRAJI	SAYFA *(PAGE)*	

POZ NO	BLOK	BİRİM	TOPLAM İMALAT	İLERLEME %	GERÇEKLEŞEN İMALAT	ÖNCEKİ DÖNEM	BU DÖNEM
KLP 01	E BLOK	m2	2748,68	100,00%	2748,68		2.748,68
SAYFA TOPLAMI *PAGE TOTAL*					2.748,68	-	2.748,68

Tablo 4.5: Döşeme kalıp metrajı.

METRAJ İCMALİ

(QUANTITY SURVEY SUMMARY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY SURVEY)*	DÖŞEME KALIP METRAJI	SAYFA *(PAGE)*	

POZ NO	BLOK	BİRİM	TOPLAM İMALAT	İLERLEME %	GERÇEKLEŞEN İMALAT	ÖNCEKİ DÖNEM	BU DÖNEM
KLP 02	E BLOK	m2	24112,07	100,00%	24112,07	0,00	24.112,07
	-11,90 Kotu	m2	2724,39	100,00%	2724,39		2724,39
	-7,40 Kotu	m2	2724,39	100,00%	2724,39		2724,39
	-3,70 Kotu	m2	1031,15	100,00%	1031,15		1031,15
	-0,30; 0,00 Kotu	m2	2516,93	100,00%	2516,93		2516,93
	+5,00 Kotu	m2	2516,93	100,00%	2516,93		2516,93
	+10,00 Kotu	m2	2516,93	100,00%	2516,93		2516,93
	+14,25 Kotu	m2	2516,93	100,00%	2516,93		2516,93
	+18,50 Kotu	m2	2516,93	100,00%	2516,93		2516,93
	+21,90; +23,20 Kotu	m2	2516,93	100,00%	2516,93		2516,93
	+24,15 Kotu	m2	2530,58	100,00%	2530,58		2530,58
				SAYFA TOPLAMI *PAGE TOTAL*	24.112,07	-	24.112,07

Tablo 4.6: Kolon perde kalıp metrajı.

METRAJ İCMALİ

(QUANTITY SURVEY SUMMARY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY SURVEY)*	KOLON PERDE KALIP METRAJI	SAYFA *(PAGE)*	1

POZ NO	BLOK	BİRİM	TOPLAM İMALAT	İLERLEME %	GERÇEKLEŞEN İMALAT	ÖNCEKİ DÖNEM	BU DÖNEM
KLP 06	**E BLOK**	**m2**	**14360,99**	**100,00%**	**14360,99**	**0,00**	**14.360,99**
	-14,90/-11,90 Kolon Perde	m2	1150,41	100,00%	1150,41		1150,41
	-11,90/-7,40 Kolon Perde	m2	1725,62	100,00%	1725,62		1725,62
	-7,40/-3,70 Kolon Perde	m2	1418,84	100,00%	1418,84		1418,84
	-3,70/0,00 Kolon Perde	m2	1418,84	100,00%	1418,84		1418,84
	0,00/+5,00 Kolon Perde	m2	1917,36	100,00%	1917,36		1917,36
	+5,00/+10,00 Kolon Perde	m2	1917,36	100,00%	1917,36		1917,36
	+10,00/+14,25 Kolon Perde	m2	1629,75	100,00%	1629,75		1629,75
	+14,25/+18,50 Kolon Perde	m2	1629,75	100,00%	1629,75		1629,75
	+18,50/+21,90 Kolon Perde	m2	1303,80	100,00%	1303,80		1303,80
	+23,50/+24,15 Kolon Perde	m2	249,26	100,00%	249,26		249,26
				SAYFA TOPLAMI *PAGE TOTAL*	**14.360,99**	**-**	**14.360,99**

Tablo 4.7: Toplam kalıp metrajı.

METRAJ İCMALİ *(QUANTITY SURVEY SUMMARY)*							
METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY*	TOPLAM KALIP METRAJI					SAYFA *(PAGE)*	
POZ NO	BLOK	BİRİM	TOPLAM İMALAT	İLERLEME %	GERÇEKLEŞEN İMALAT	ÖNCEKİ DÖNEM	BU DÖNEM
KLP 01	E BLOK	m2	41221,74	100,00%	41221,74		41.221,74
				SAYFA TOPLAMI *PAGE TOTAL*	41.221,74	-	41.221,74

Bu çalışma için metraj alımı yapılırken geçen süre göz önüne alınarak bir firmanın bir proje esnasında bu işi yapması için ekstra bir insana ihtiyaç duyacağına karar verilmiştir.

Metraj çizelgeleri ekler bölümünde paylaşılmıştır.

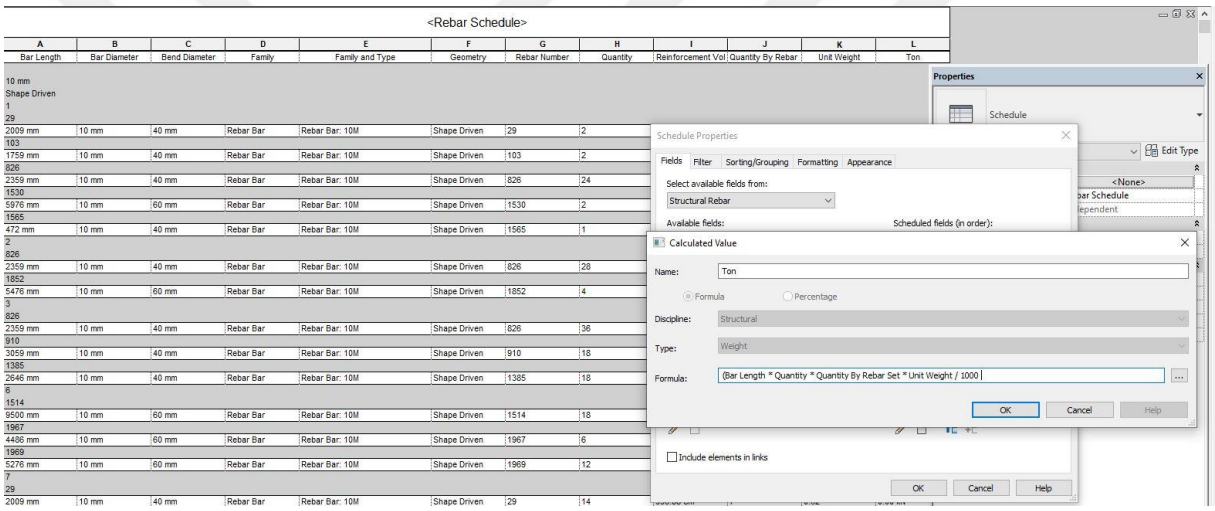
4.2.2 Yapı Bilgi Modelleme Yazılımı Olan Revit ile Metraj Alımı

Metraj alımı yapılırken View (Görünüm) sekmesi altından Schedule seçilerek önce istenilen eleman seçilir ve sonra istenilen özellikleri seçilir. Bu özellikler doğrultusunda program otamatik olarak metraj sonuçlarını vermektedir.

Seçilen kolon, kiriş, döşeme ve perdelerin kat bazında beton metrajları elde edilebilmektedir. Ne yazık ki donatı metrajı alınırken katlara göre ayrım yapılamamaktadır. Buna çözüm olarak, her kat ayrı bir Revit dosyasında çizilerek metraj alınabilir. Daha sonra tüm dosyalar ana Revit dosyasına linklenebilir.

Donatı metrajı alabilmek için, tasarım aşamasında her donatının birim ağırlığı tanımlanmalıdır. Ya da metraj alındıktan sonra yeni bir parametre tanımlayarak metraj listesine eklenmelidir. Tanımlanan parametrede girilen değer proje içerisinde bulunan aynı olan her donatıya otomatik olarak işlenecektir. Donatı birim ağırlığı girilmediği takdirde kullanılan demir tonajını hesaplamak mümkün değildir.

Donatı birim ağırlığı tanımlı olan donatıların metrajı alındıktan sonra tonajı hesaplamak için bir formül yazılarak her bir poz için projede kullanım miktarı belirlenir. Örneğin Ø10 luk bir donatı için Şekil 4.11 de gösterildiği gibi ((donatı boyu * donatı miktarı* benzer)*birim ağırlık)/1000 yapılmalıdır.



Şekil 4.11: Donatı miktarı hesaplamak için yazılan formül.

Beton metrajları alınırken öncelikle kolonlardan başlanmış ve kolonlar hacimlerine göre gruplandırılmıştır. Ardından diğer elemanlar belirgin özelliklerine göre gruplandırılarak devam edilmiştir. Revitten elde edilen metraj sonuçlarına göre kolonlar için 1396,96 m^3, kirişler için 2264,14 m^3, döşemeler için 8528,19 m^3, perdeler için 1675,51 m^3 ve son olarak kazıklar için 709,64 m^3 beton kullanılarak toplamda 14.574,44 m^3 beton kullanılmıştır.

Donatı metrajı klasik yöntemle yapılan metrajdan çok farklı çıkmamıştır. Kiriş,perde ve kolonlar için birebir olarak donatılar yerleştirilmiştir. Fakat döşemeler donatılandırılırken donatılara yer kalmaması nedeniyle bazı donatılar yerleştirilememiştir. Bu da klasik yöntemle tasarım aşamasında yapılan tahminlerin imalat aşamasına göre daha fazla donatı kapsadığını göstermektedir. Revitte 2.271,74 ton donatı kullanılmıştır.

Kalıp metrajları ise Dynamo yardımıyla döşeme, kolon ve perde olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre 27.280 m^2 kalıp döşemeler için, 6.418 m^2 kalıp kolonlar ve 7.943 m^2 kalıp ise perdeler için olmak üzere toplam 41.641 m^2 kalıp kullanılmıştır.

4.2.3 İki Yöntemin Karşılaştırılması

İki yöntemle de yapılan tüm tasarım ve hesaplama sonucunda göürülmüştür ki, YBM yazılımları ile yapılan tasarımlar sayesinde 3 boyutlu olarak görseli görüp problemleri daha net kavrayabiliyoruz. Klasik yöntemle yapılan tasarımlarda ise tasarım aşamasında görsel destekleme zayıf, test aşaması ise projelerin üst üste yerleştirilip, çakıştırılması yapılmadığı sürece mümkün değildir.

Metraj alımında ise, klasik yöntemle alınan metrajlarda her donatı sayılarak Excele işlenmelidir. Oldukça zaman alan bu yöntem, insan hata riskini de barındırmaktadır.

Revit ile alınan metrajlarda ise, tasarım aşamasında donatının yerleştirilmesinde yaşanan zorluklar ve zaman kayıpları dışında metraj tablolarının elde edilmesi oldukça pratiktir.

Elde edilen metraj sonuçlarına göre aşağıdaki Tablo 4.8 elde edilmiştir.

Tablo 4.8: YBM yazılımları ve klasik yöntem ile elde edilen metraj tablosu.

Yapı Bilgi Modelleme Yazılımları ile Elde Edilen Metraj Sonuçları			Klasik Yöntem ile Elde Edilen Metraj Sonuçları		
Kalıp Metrajı	Beton Metrajı	Donatı Metrajı	Kalıp Metrajı	Beton Metrajı	Donatı Metrajı
41.641 m^2	14.574,44 m^3	2.271,74 ton	41.221,74 m^2	14.159,26 m^3	2.272,74 ton

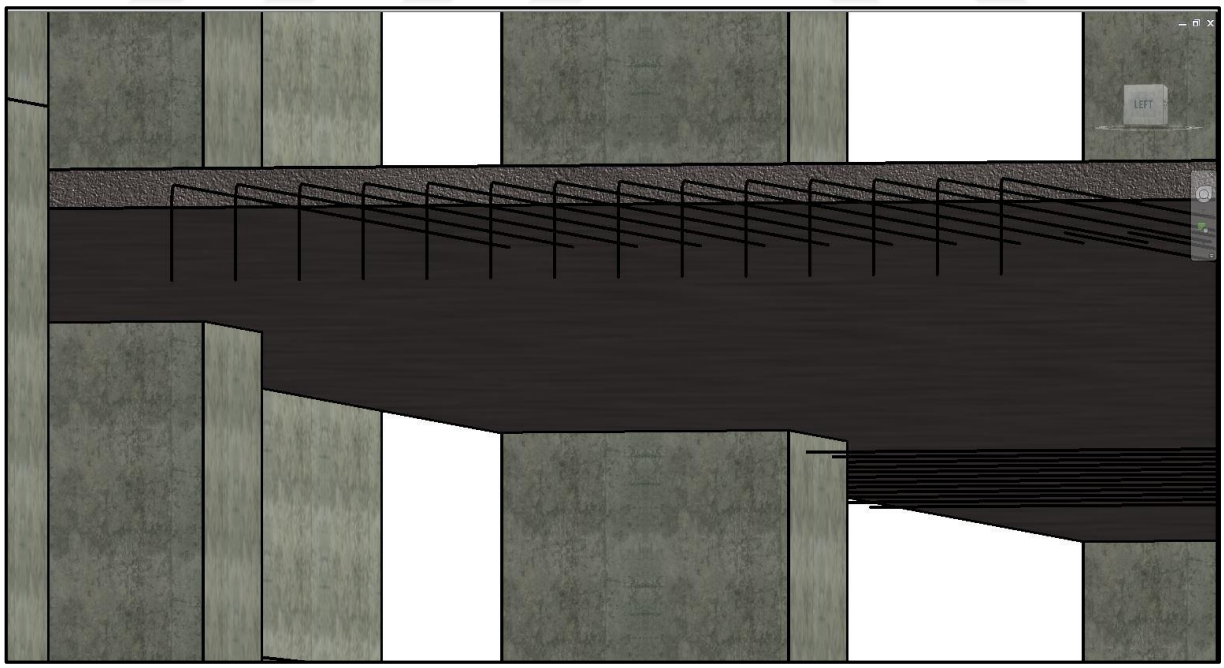
4.3 YBM YAZILIMLARI İLE YAPILAN MODELLEMELERİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

4.3.1 Avantajları

Daha önce 2.6 numaralı kısımda Yapı Bilgi Modelleme yazılımlarının faydalarından bahsedilmiştir. Onlar dışında bu çalışma yapılırken elde edilen faydalar ise bu kısımda anlatılacaktır.

Yapı Bilgi Modelleme yazılımlarından olan Revit ile yapılan modellemelerde donatıların üst üste binmesi, çakışmaları projelendirme aşamasında görülebilmektedir. Böylelikle imalat esnasında oluşabilecek, projede ön görülen kiriş, döşeme yüksekliğinin aşılması, öngörülenden yüksek olması, paspayını koyacak yerin kalmaması gibi sorunlar engellenebiliyor.

Örneğin bu tezde yapılmış olan mezanine kat döşemesinde kancalı olarak AutoCAD'de tasarlanmış olan donatıların, Revitte modellendikten sonra üç boyutlu görünümde döşemenin üzerinde kaldığı, döşeme kalınlığının donatı için ince kaldığı veya donatının kanca boyunun döşeme için uzun olduğu anlaşılmıştır (Şekil 4.12).



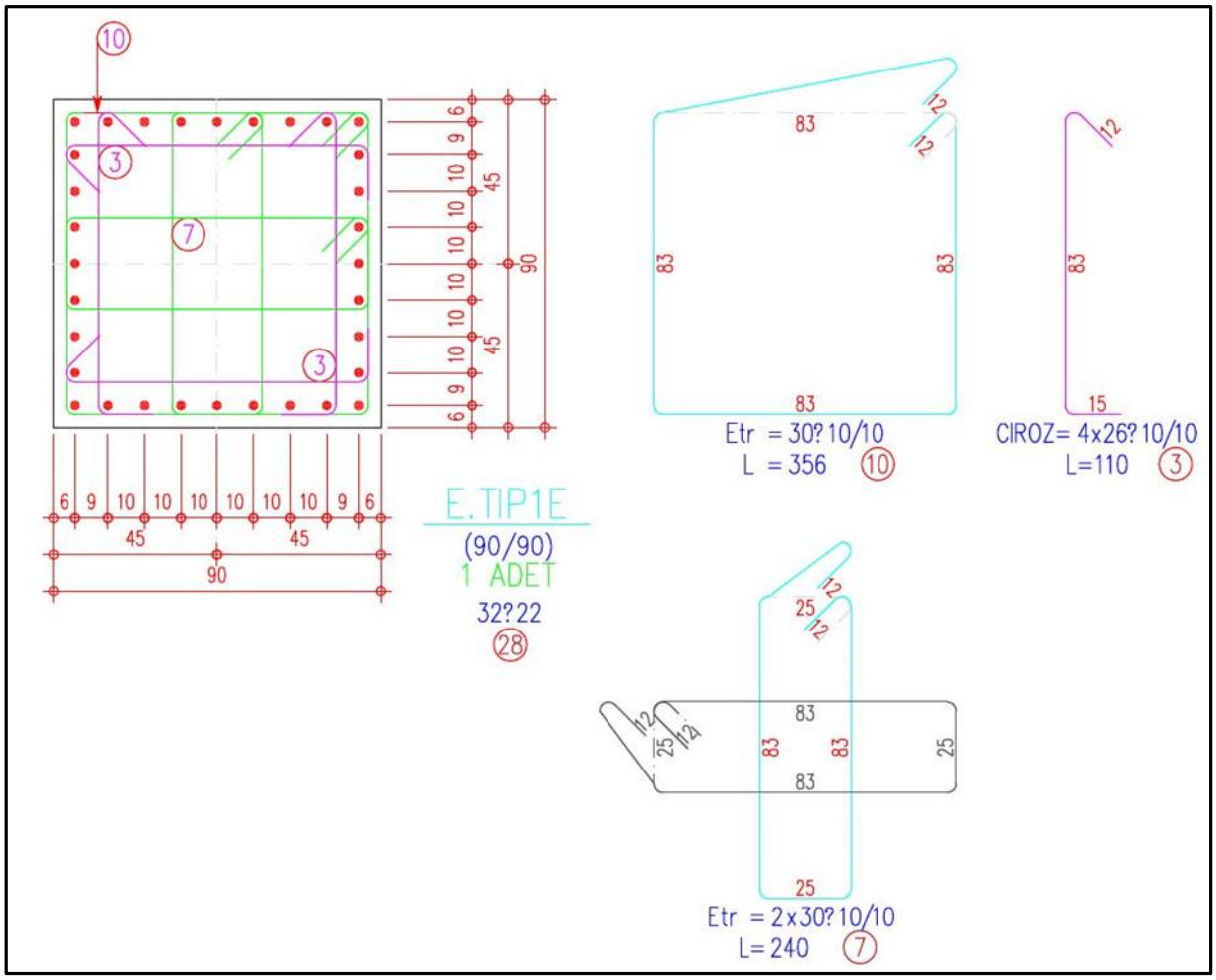
Şekil 4.12: Asma kat döşemesinde kancalı donatı yerleşim gösterimi.

Bir başka yararı ise kolon ve kirişler ölçülerine göre ailelere (column and beam families) ayrılmış ve projeye yüklenmiştir. Kolon ve kirişler projenin içerisinde AutoCAD çizimlerine

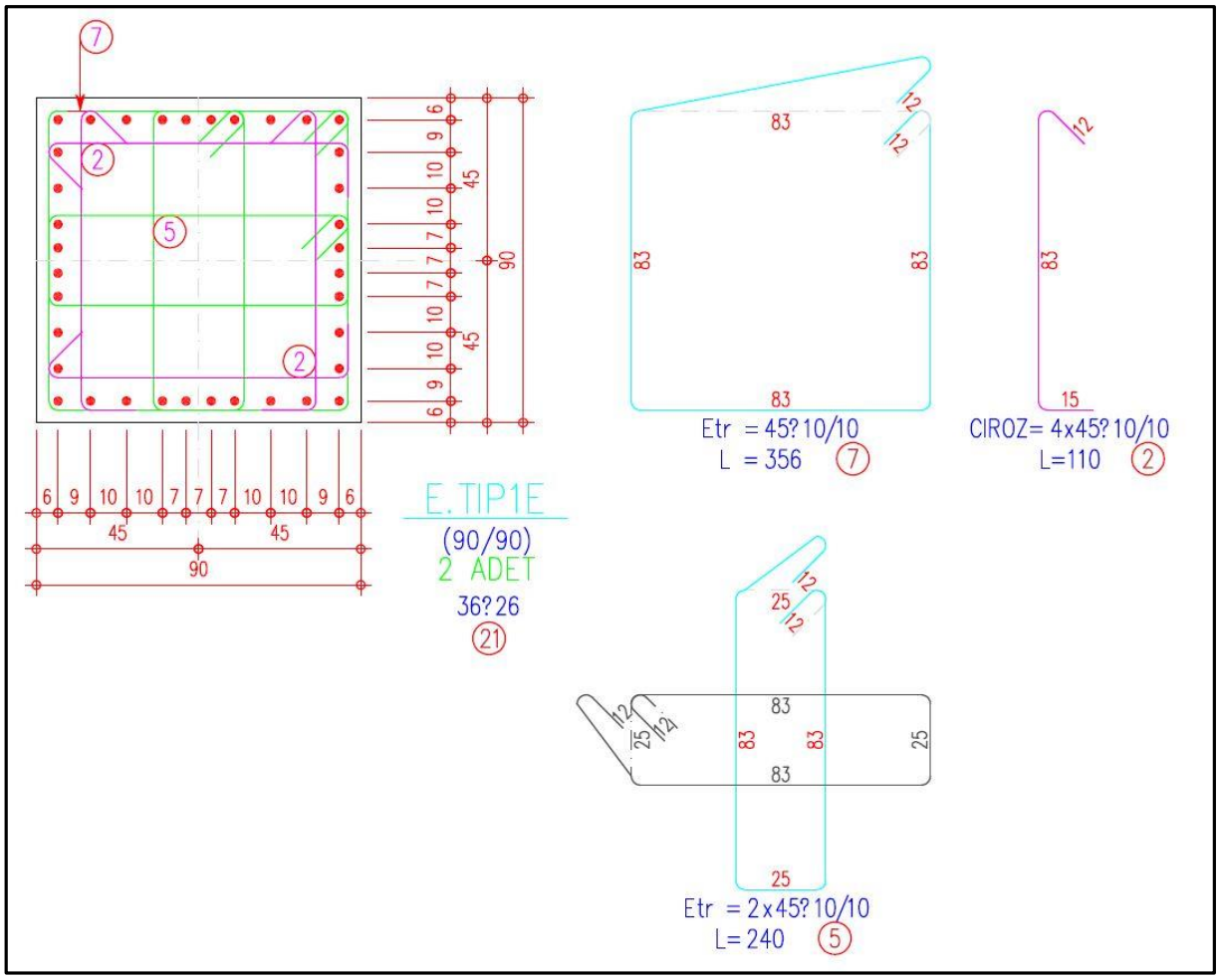
göre donatılandırılmışlardır. Bir kolon veya bir kiriş projede birden fazla yerde kullanılmıştır, çizilmiştir. Ancak aynı donatı özelliklerine sahip olanlar beraber donatılandırılmışken, aynı kolon ölçülerine sahip fakat farklı donatı planına sahip olanlar ayrı donatılandırılmıştır. Başka bir deyişle aynı isimli kolon ve kirişlerin herhangi birinde yapılan donatı değişikliği diğerlerine yansımamıştır.

Bu da gösteriyor ki Revit bize iki seçenek sunmaktadır. Aile olarak dışarıdan yüklenen her bir elemanın aile özelliklerinden herhangi birinin değişimi proje içerisinde aynı olan tüm elemanlara yansımaktadır ki bu büyük projelerde yapılan revizyonların hızlıca tüm projeye işlenmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda aile özelliklerine kaydedilmemiş olan her bir özellik için ise birinde yapılan değişiklik diğerlerine yansımadığı için kopyalama işlemi yapılarak özellikleri değiştirilebilir ki bu da projelerde zamandan ve iş gücünden tasarruf sağlamaktadır.

Örneğin -11.90 kotunda bulunan E.Tip1E kolonu ile -7.40 kotunda bulunan E.Tip1E kolonu aynı isimli, 90cm *90 cm aynı ölçülü ve materyalli kolonların donatı planları farklıdır. -11.90 kotuna konan kolon -7.40 kotuna kopyalanmış ve ardından donatı planı Extension sekmesi altından saniyeler içerisinde değiştirilmiştir (Şekil 4.13 ve Şekil 4.14).

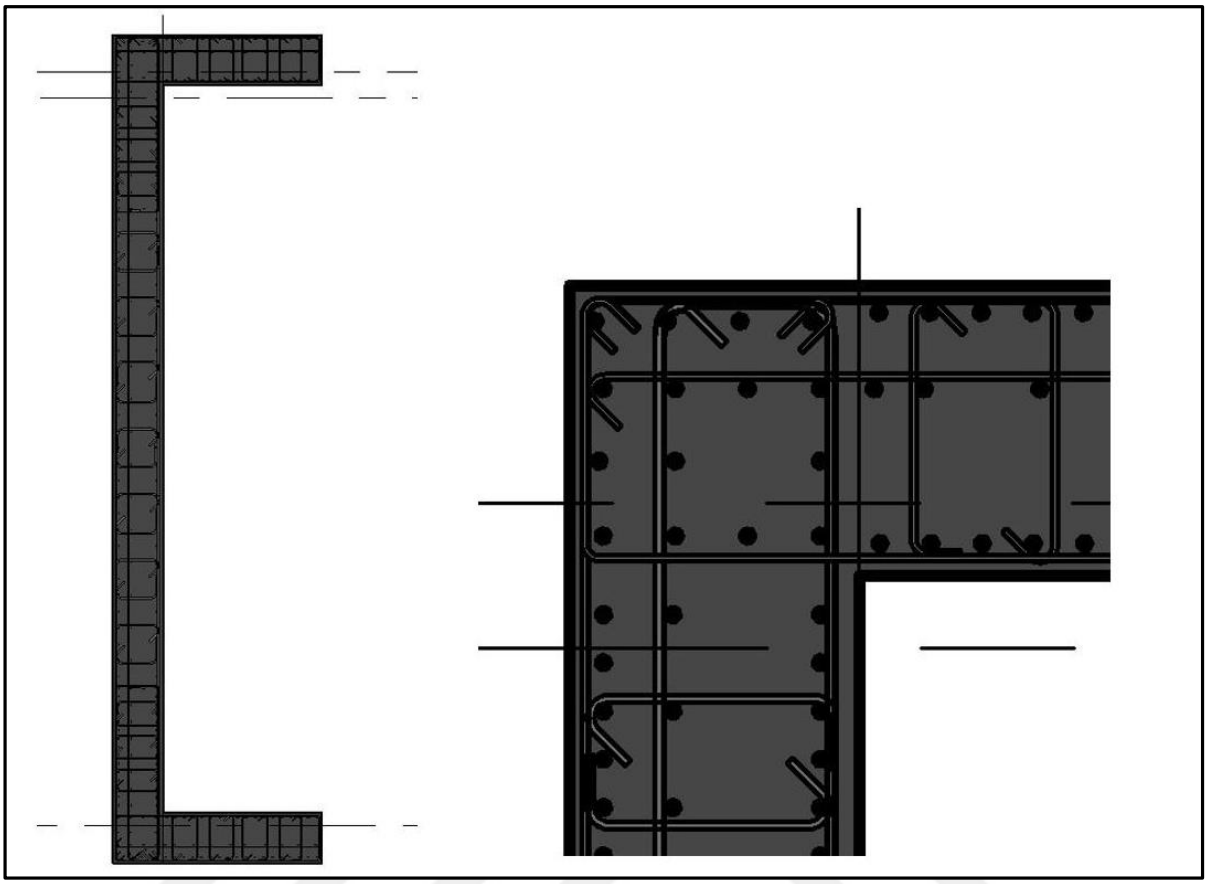


Şekil 4.13: 14.90 ~ -11.90 kotları arası E.TIP1E kolonu donatı detayı.



Şekil 4.14: -11.90 ~ -7.40 kotları arası E.TIP1E kolonu donatı detayı.

Ya da başka bir örnekle, otomatik modelleme dışında aşağıdaki Şekil 4.15 te gösterilen perdedeki gibi perde modellemeleri birleşim noktalarına Extension sekmesi altından doğru donatı yerleşimi yapılamadığı için elle manuel olarak yapılmıştır. Bu haliyle AutoCAD'i andırsa da farklı olarak çizilen her donatının üç boyutlu görünümü elde edilebilmiştir. Bu çalışmada yapılmamış olsa da bu da çakışma testlerinde çok işe yaramaktadır. Herhangi başka bir elemanı engelleyecek donatı fazlalığı olup olmadığını göstermekle beraber, statik hesap yapma özelliği olmasa da programın donatı yerleşimi göstergesi sayesinde paspayının aşılması vb sorunların önüne geçilmesini sağlamaktadır.



Şekil 4.15: Manuel olarak donatılandırma yapılan perde.

Metraj alımında ise çizim tamamlandıktan sonra View (Görünüm) sekmesi altından Schedule (Listeler) seçeneğinden ne metrajı istediği seçilerek metraj alma işlemi tamamlanabilir. Saniyeler içerisinde tamamlanan bu işlem sonucunda oluşan metraj tablosu istenen özelliklere göre filtrelenerek kullanılabilir. Tablo 4.9 da gösterilen örnekteki gibi metraj listesi elemanın istenilen özelliklerine göre yapabilir, donatı boyuna, çapına göre eleman ailesine, şekline veya sayısına göre istenen her özelliği göre sıralama ve filtreleme yapılabilir. Aşağıdaki örnekte donatı uzunluğu, çapı ve bükülme çapına göre filtreleme yapılmıştır.

Klasik yöntemle alınan donatı metrajları uzun sürmesine rağmen AutoCAD üzerindeki tasarım ile birbirini, Revit ile alınan donatı metrajına göre daha yüksek oranda tuttuğu, ancak Revitte yapılan modellemede görülen çakışmalar sonucunda inşa aşamasında Revit ile alınan metrajların daha doğru olduğu sonucuna varılmıştır.

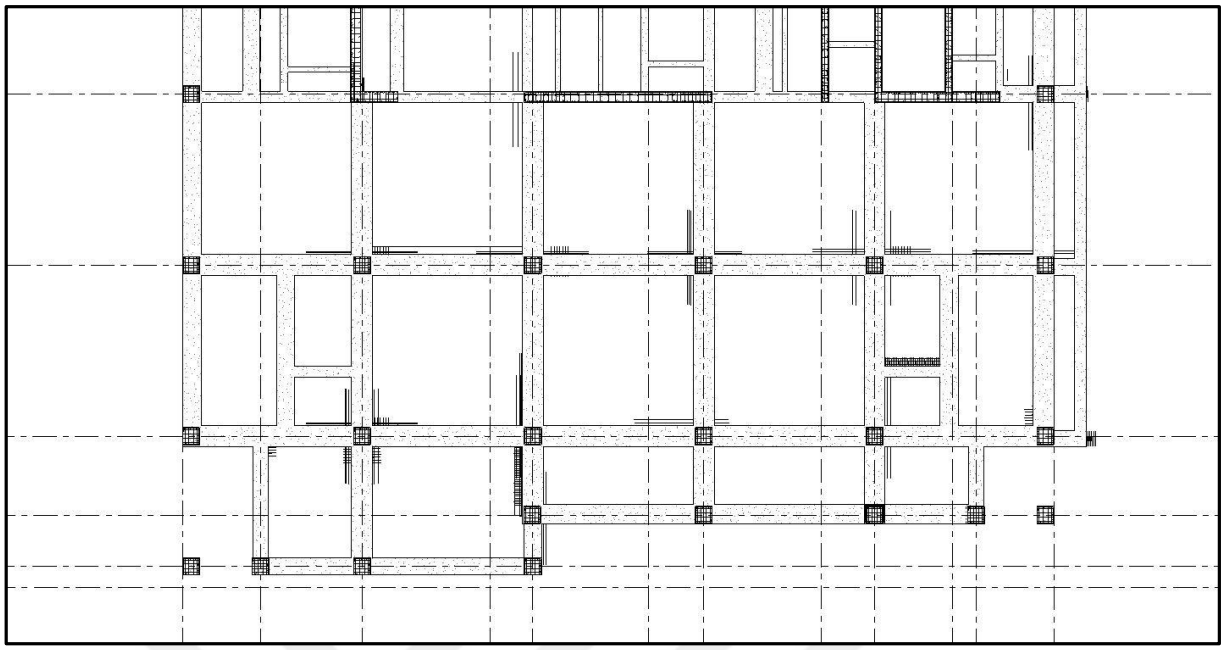
Tablo 4.9: Revitten alınan donatı metraj tablosu.

<Rebar Schedule>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Bar Length	Bar Diameter	Bend Diameter	Family	Family and Type	Geometry	Rebar Number	Quantity	Schedule Mark	Shape
300 mm Shape Driven 1 1329									
300 mm	18 mm	110 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 18M	Shape Driven	1329	1	52	Standard - 1'
300 mm	18 mm	110 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 18M	Shape Driven	1329	1	52	Standard - 1'
300 mm	18 mm	110 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 18M	Shape Driven	1329	1	52	Standard - 1'
461 mm Shape Driven 69 1590									
461 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	1590	69	229	Stirrup - 1
461 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	1590	69	228	Stirrup - 1
465 mm Shape Driven 28 1037									
465 mm	14 mm	55 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 14M	Shape Driven	1037	28	1	M_T9
465 mm	14 mm	55 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 14M	Shape Driven	1037	28	1	M_T9
465 mm	14 mm	55 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 14M	Shape Driven	1037	28	1	M_T9
465 mm	14 mm	55 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 14M	Shape Driven	1037	28	1	M_T9
465 mm	14 mm	55 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 14M	Shape Driven	1037	28	1	M_T9
465 mm	14 mm	55 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 14M	Shape Driven	1037	28	1	M_T9
466 mm Shape Driven 69 28									
466 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	28	69	46	Stirrup - 1
466 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	28	69	46	Stirrup - 1
466 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	28	69	46	Stirrup - 1
70 28									
466 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	28	70	46	Stirrup - 1
466 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	28	70	46	Stirrup - 1
466 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	28	70	46	Stirrup - 1
466 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	28	70	46	Stirrup - 1
466 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	28	70	230	Stirrup - 1
466 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	28	70	230	Stirrup - 1
467 mm Shape Driven 28 1029									
467 mm	14 mm	55 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 14M	Shape Driven	1029	28	1	M_T9
467 mm	14 mm	55 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 14M	Shape Driven	1029	28	1	M_T9
467 mm	14 mm	55 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 14M	Shape Driven	1029	28	1	M_T9
467 mm	14 mm	55 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 14M	Shape Driven	1029	28	1	M_T9
467 mm	14 mm	55 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 14M	Shape Driven	1029	28	1	M_T9

4.3.2 Dezavantajlar

Aynı boyut ve donatı planına sahip kiriş veya kolon gibi elemanların katlardan birine çizilmesi donatılandırılmasından sonra diğer kata kopyalanması yapılabilmektedir. Ancak Revit kopyalama işlemini yaparken donatıların Şekil 4.16 da gösterildiği gibi bir kısmını elemanın içerisinden dışarı kaydırabiliyor. Böyle durumlarda elemanı seçip donatıları içine geri taşımak gerekmektedir ki bu da yapılan işin ikilenmesine neden olmaktadır.



Şekil 4.16: Eleman dışına çıkan donatıların gösterimi.

Bir diğer dezavantaj ise, tezin konusu olan YBM yazılımları ile metraj alımının kalem kalem olarak verilmemesidir. Örneğin kolon, kazık, döşeme beton metrajlarına bakılabiliyorken, eleman bazında donatı miktarına bakılamamıştır. Bunun için parametre ataması gerekmektedir.

IFC formatın da yazılan kodların bir notepad ile açıldığında okunamıyor olmasından kaynaklı XML formatına dönüştürme gereksiniminin henüz karşılanamıyor olması, yapılan bir kaç işlem sonucunda IFC formatı XML formatına dönüştürülebilmiş olsa da kodlama sonucu elde edilen ifcxml uzantılı dosyanın Revite linklediğinde çalışmaması da Revit'in dezavantajlarından biridir.

Statik kontrollerin Revitte yapılamıyor olması da Revitte karşılaşılan eksikliklerdendir. Revitte yapılan tasarımların üç boyutlu görüntülerini elde edebiliyor olsak da statik analizler için başka programlara başvurmamız gerekmektedir. Bu da başka programların satın alınmasını gerektirmekte ve proje bütçesine bir iş kalemi olarak yansımaktadır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan çalışma sonucunda varılan bulgular doğrultusunda görülmüştür ki, Revit'te donatılandırma kaba yapı elemanlarının donatılarının üst üste binmesini ve paspayına yer kalmaması sorununun tespit edilerek önüne geçilmesini sağlamaktadır. Revit'te statik analizin yapılamıyor olmasından dolayı Revitte donatı yerleşimi sadece metraj alımının bir kısmında kolaylık sağlamaktadır. Ancak donatı yerleşiminin aldığı uzun süre göz önünde bulundurulduğunda, Revitte donatı yerleşiminin çok yararlı bir yöntem olmadığı saptanmıştır. Çalışma, donatılandırma tasarım hesaplarında yapılmış olan bir kaç hatanın (döşemeyi aşan kancalı donatılar, vb.) saptanmasını sağlayarak tasarımın düzeltilmesinin inşaat öncesi yapılmasına olanak sağlamıştır.

Klasik yöntem de ise tasarım aşamasında uzun zaman almayan donatılandırma, 2 boyutlu çizimlerin görsel yetersizliğinden dolayı bazı sorunlara yol açmaktadır. Bununla birlikte alınan her kalem metraj için insan hata payı mevcuttur.

Tablo 5.1: YBM ve kalsik yöntem karşılaştırma tablosu.

Yapı Bilgi Modelleme	Klasik Yöntem
Tasarım üç boyutlu yapıldığı için donatıların üst üste binmesi, paspayına yer kalmaması, tasarım hataları, vb. önceden fark edilerek inşaat öncesi tasarım düzeltilebilir.	Tasarım aşamasında donatılandırma uzun zaman almamasına rağmen, iki boyutlu çizimlerin görsel yetersizliği hatalara neden olabilir.
Donatılandırma çok uzun zaman almaktadır, metraj alımı çok kısa sürmektedir ve hata payı düşüktür.	Metraj alımında insan hata payı yüksektir.

İki yöntemde de birbirine benzer Excel dosyaları elde edilmektedir. Bu da gösteriyor ki Yapı Bilgi Modelleme yazılımları her bir disiplinin beraber çalışmasını sağlayarak proje bütünlüğü ve projenin geliştirilmesi aşamasında önemli olsa da donatılandırma işleminde iki boyutlu klasik yönteme oranla çok büyük bir gelişim, farklılık göstermemekte ve bir farkındalık sağlamamaktadır.

Oluşturulan metaj tabloları göstermiştir ki, iki yöntem ile elde edilen metraj sonuçları neredeyse birbiri ile aynıdır. Oluşan farklılıkların nedenleri araştırıldığında, insan hata payı ve iki programda projelendirmede yaşanan farklılıklar gösterilebilir. Örneğin, AutoCAD'de tasarımı yapılan kirişlerin bindirme boyları istendiği ölçüde girilebilmişken, Revit'te otamatik donatılandırma yapıldığında bindirme boyları girilememektedir. Çalışmada her kirişe kendi boyunca üst donatı yerleştirilmiştir. Halbuki her kiriş için bindirme boyları elle ayarlanabilmektedir ve eğer projede bindirme boyları ihmal edilmeyip, elle ayarlansaydı demir metrajında oluşan farklılıklar giderilebilirdi.

Varılan bu sonuçlarla beraber tez çalışmasında karşılaşılan tüm olumsuzluklar için birer çözüm yolu aranmıştır. Bunlar;

• Revitte metraj alırken elemanların kat bazında metrajlarının alınması mümkündür. Fakat donatı metrajı alınırken kat bazından metraj alınamamaktadır. Kat bazında donatı metraj alınamamasına çözüm olarak, her bir katın başka Revit dosyalarında çizilerek bir bütün halinde ana dosyaya linklenmesi yapılabilir. Tıpkı farklı disiplinlerin aynı proje için çalışıp bulut sistem üzerinden çakıştırma kontrolleri yapabilmek için dosyalarını birleştirmesi gibi.

• Donatı metrajının toplam ağırlığa ne yazık ki ulaşılamamaktadır. Bu problem için bir formül yazılması gerekmektedir. Bölüm 4.2.2 de de anlatıldığı gibi formül Revit içerisinde yazılabileceği gibi dışa aktarılan Excel üzerinden de yapılabilir.

• Eğimli döşeme donatılandırılmasında yaşanan sıkıntılar için ise kod yazılarak çözüm üretilmek istenmiştir. Revit'in XML formatta dışa kod aktaramıyor olmasından dolayı IFC formatında dışa aktarılan kodlar XML'e dönüştürülmeye çalışılmıştır. Bölüm 4.3 te de anlatılan yollar izlenerek ifcxml uzantılı bir dosya elde edilmiştir. Fakat bu dosya Revit'e linkledindiğinde herhangi bir sonuç vermemiştir. Autodesk'in de kabul ettiği gibi bu durum Revit için büyük bir eksikliktir.

• Kalıp metrajının, Dynamo yardımı ile elde edilmesi mümkündür ve neredeyse klasik yöntem ile elde edilen sonucun aynısına ulaşılmaktadır. Bu da gösteriyor ki Revit ile birlikte Dynamo kullanımı Yapı Bilgi Modelleme yazılımlarının etkinliğini arttıracak olmakla birlikte zamandan kazanç da sağlamaktadır.

• Kalıp metrajı alımında görülmüştür ki Dynamo yardımı ile metraj alımları ve donatı yerleşimleri çok daha kolay yapılabilmektedir.

Varılan sonuçlar doğrultusunda, Revit donatı yerleştirilmesi, donatı metrajı ve XML format veya dışa dosya aktarımında IFC format dışında yararlanılabilecek bir format konusunda geliştirilmelidir.

Çalışma sonuçları yapılan literatür araştırmasından varılan sonuçlarla kıyaslandığında, daha önce Revit'te bu tez çalışmasındaki kadar ayrıntılı bir donatılandırma yapılmadığı sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda yapılan literatür incelemelerinde görülmüştür ki Yapı Bilgi Modelleme ile yapılan tasarımların metraj alımlarında gerçeğe daha yakın sonuçlar elde edilmiştir. Yapı Bilgi Modelleme tasarım programlarına ek olarak Dynamo yazılım programı kullanılmış ve tasarımın kodlama yolu ile çok daha kısa sürede yapılabileceği aynı zamanda YBM tasarım programlarının metraj alımına izin vermediği elemanların örneğin iç duvar katmanları gibi elemanların metrajlarının alınabileceği belirtilmiştir. Yapılan araştırmalarda YBM methodunun klasik yönteme oranla hata payını düşürmesinin yanında verimliliği arttırdığı belirtilmiş, zamandan kazanç sağlandığının altı çizilmiştir. Yapılan literatür çalışmalarından elde edilen bir başka önemli sonuç ise, bir binanın seçilen elemanlarının Revit programı ile modellenmesi yapılarak alınan metraj sonuçları Allplan programı ile yapılan modelin metraj sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Yani iki YBM programı karşılaştırılmıştır. Revit programından kalıp metrajı almak için eklenen eklentinin sonuçlarının çok doğru olmadığı fakat Revit ve Allplandan elde edilen diğer eleman metrajlarının tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu tez çalışmasında da Revit ile metrajı alınamayan kalıp metrajı Dynamo yardımıyla elde edilmiş ve klasik yöntem ile karşılaştırılmıştır, iki yöntemin metraj sonuçları ihmal edilebilir oranda farklı çıkmıştır. İncelenen çalışmalardan birinde Yapı Bilgi Modelleme yazılımının %100 doğru sonuç verdiği sonucuna varılmıştır. Bu tez çalışmasında ise iki yöntemle alınan metraj sonuçları arasında az da olsa bir fark vardır ve bunun nedeni bahsedilen çalışmadan farklı olarak donatılandırma yapılmış olması ve donatı yerleşiminin iki boyutlu tasarımla birebir aynı olarak yapılamamış olmasıdır.

Tablo 5.2: Tez çalışma sonuçları ile benzer çalışma sonuçlarının karşılaştırılması.

Yapılan Tez Çalışmasında Elde Edilen Sonuçlar	Alanyazındaki Benzer Çalışmalardan Elde Edilen
Ayrıntılı bir donatılandırma yapılmıştır. AutoCAD ve Revitten alınan metraj sonuçları karşılaştırılmıştır.	AutoCad ve Revit programlarından alınan metraj sonuçları karşılaştırılmış, Revitten alınan sonuçlar gerçek donatı miktarına daha yakın çıkmıştır.
Dynamo kullanılarak kalıp metrajı alınmıştır. Elde edilen metraj sonuçları,klasik yöntem ile elde edilen metraj sonuçları ile neredeyse aynı çıkmıştır.	Yapılan bir çalışmada Dynamo kullanılarak duvar iç katmanlarının metrajı alınmıştır. Bir başka çalışmada ise bir binanın seçilen elemanlarının Revit programı ile modellenmesi yapılarak alınan metraj sonuçları Allplan programı ile yapılan modelin metraj sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Revit programından kalıp metrajı almak için eklenen eklentinin sonuçlarının çok doğru olmadığı fakat Revit ve Allplandan elde edilen diğer eleman metrajlarının tutarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Klasik yönteme oranla YBM yöntemi ile alınan metrajın verimliliği arttırdığı, zamandan kazanç sağladığı belirtilmiştir. Donatı yerleşiminin ise çok zaman aldığı belirtilmiştir.	Klasik yönteme oranla YBM yöntemi ile alınan metrajın verimliliği arttırdığı, zamandan kazanç sağladığı belirtilmiştir.
İki yöntemle alınan metraj sonuçları arasında az da olsa bir fark vardır ve bunun nedeni donatılandırma yapılmış olması ve donatı yerleşiminin iki boyutlu tasarımla birebir aynı olarak yapılamamış olmasıdır.	YBM ile alınan metrajın %100 doğru sonuç verdiği belirtilmiştir.

Bu tez çalışmasında YBM yöntemi ve klasik yöntem ile metraj alımı yapıldığında hangi yöntemin daha uygun olduğu, iki yöntemle elde edilen sonuçların arasında bir fark olup olmadığı, varsa farkın nedenleri, iki yöntem için hangi yöntemin kullanımın daha verimli ve kolay olduğu sorularına cevaplar aranmıştır. Çalışma esnasında çıkan sorun ve problemlere çözüm önerileri aranmış ve bulunan sonuçlar açıklanmıştır. Varılan sonuçlar doğrultusunda metraj alımının Yapı Bilgi Modelleme yöntemi ile daha kısa sürede alınmasının yanında donatı tasarımının uzun süre aldığı bu yüzden Dynamo kullanımının yararlı olabileceği, klasik

yöntemin insan hatasına çok açık olduğu, alınan metrajların kontrolleri yapıldığında anlaşılmıştır.

Her iki yöntem ile de alınan metrajların arasında neredeyse yok sayılabilecek kadar farklara rastlanmıştır.

Yukarıda önerilen çözümler doğrultusunda, Yapı Bilgi Modelleme ile alınan metrajların, gerçeklik oranının daha doğru olduğu, kontrollerin daha kolay yapılabileceği, ek yazılımlarla tasarımın da kolaylaştırılabileceği sonuçlarına varılmış ve insan hata payı ve zaman kavramları göz önüne alındığında YBM yazılımı olan Revit ile metraj almanın daha verimli bir yol olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

4735 Kamu İhale Sözleşmeleri Kanunu, 2002, https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.4735.pdf, [Ziyaret Tarihi: 3 Aralık 2019]

Aladağ, H., Demirdögen, G., Işık, Z., 2016, Building Information Modeling (BIM) Use in Turkish Construction Industry, Procedia Engineering, 161, 174-179

Atabay, Ş., Öztürk, M.B., 2019, Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Uygulama Planı Üzerine İnceleme, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi,* 7(2), 418 – 430

Azhar, S., Hein, M., Sketo, B., 2008, *Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges*, http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2008/paper/CPGT182002008.pdf, [Ziyaret Tarihi: 5 Eylül 2019]

Başyazıcı, U.İ., 2018, Türkiye BIM Raporu Genel Eğilim ve Beklentiler Araştırma Raporu, https://www.bimgenius.org/uploads/6/3/9/9/63997129/bImgenius_p0001_turkiye_bIm_raporu_rev_1.pdf , [Ziyaret Tarihi: 28 Aralık 2019]

Bečvarovská, R., Matějka, P., 2014, *Comparative Analysis of Creating Traditional Quantity Take Off Method and Using a BIM Tool*, http://www.conference-cm.com/podklady/history5/Prispevky/paper_becvarovska.pdf, [Ziyaret Tarihi: 15 Ağustos 2019]

Building Information Modeling and Life Cycle Phases, 2008, https://www.nibs.org/, [Ziyaret Tarihi: 17 Mayıs 2019]

Cheung, K.T.F., Rihan, J., Tah, J., Duce, D., Kurul, E., 2012, Early stage multi-level cost estimation for schematic BIM models, Automation in Construction 27 (2012), 67-77

Choi, J., Kim, H., Kim, I., 2015, Open BIM-based Quantitiy Take-off System for Schematic Estimation of Building Frame in Early Design Stage, *Computational Design and Engineering*, 2, 16-25

CIFE, 2007, CIFE Technical Reports http://cife.stanford.edu/Publications/index.html , [Ziyaret Tarihi: 21 Ağustos 2019]

Demchak, G., Dzambazova, T., Krygiel, E., 2009, Introducing Revit Architecture 2009 BIM for Beginners, Wiley Publishing,Indianapolis- Indiana, ISBN: 978-0-470-26098-2

Dispenza, K., 2010, *The Daily Life of Building Information Modeling (BIM),* http://buildipedia.com/aec-pros/design-news/the-daily-life-of-building-information-modeling-bim , [Ziyaret Tarihi: 17 Temmuz 2019]

Elbeltagi, E., 2017, Cost Estimating Chapter 2 Quantity Take-Off , http://www.deltauniv.edu.eg/new/engineering/wp-content/uploads/Cost-Ch2.pdf, [Ziyaret Tarihi: 6 Kasım 2018]

Eroğlu, E., 2019, Evaluation of The Reliability of BIM-Based Quantity Take-Off Processes in Construction Projects, Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü

Fırat, C.E., Arditi, D., Hämäläinen, J.P., Stenstrand, J., Kiiras, J., 2010, *Quantity Take-Off In Model Based Systems,* https://pdfs.semanticscholar.org/c15f/bfbc8bd7860dab1eb6d964f5312586d959ca.pdf?_ga=2.196813548.1583225589.1579821041-867269371.1566033176, [Ziyaret Tarihi: 16 Kasım 2019]

Garber, R., 2009, *Closing the Gap: Information Models in Contemporary Design Practice*, AD Profile, United State, ISBN: 978-0-470-99820-5

Garber, R., 2009, *Optimisation Stories: The Impact of Building Information Modelling on Contemporary Design Practice*, https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/ad.842, [Ziyaret Tarihi: 19 Temmuz 2019]

Gerber, B.B., Rice, S., 2010, The perceived value of building information modeling in the U.S. building industry, *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, Vol. 15, pg. 185-201

Grytting, I., Svalestuen, F., Lohne, J.,Sommerseth, H., Augdal, S., Lædre, O.,2017, Use Of LOD Decision Plan In BIM-Projects, *Creative Construction Conference 2017*, 19 – 22 June 2017, Primosten, Croatia, Curran Associates Inc., ISBN: 978-1-5108-4836-8, 407-415

http://ifcopenshell.org/ifcconvert, [Ziyaret Tarihi: 21 Ağustos 2019]

https://knowledge.autodesk.com/search-result/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/Fail-to-import-or-link-some-IFCXML-files-in-Revit.html, [Ziyaret Tarihi: 21 Ağustos 2019]

https://www.srinsofttech.com/bim-level-of-development-lod-300-400-500.html, [Ziyaret Tarihi: 3 Haziran 2019]

https://ytong.com.tr/bim-dosyalari.asp, [Ziyaret Tarihi: 16 Kasım 2019]

International Organization of Standardization (ISO) 16739, https://www.iso.org/standard/51622.html, [Ziyaret Tarihi: 3 Aralık 2019]

Jernigan, F., 2010, *BIG BIM little bim-The Practical Approach to Building Information Modeling -Integrated Practice Done the Right Way,*4Site Press, Salisbury, Maryland, United States, ISBN-13: 978-0979569920, ISBN-10: 0979569923

Karagöz, M.E., 2019, BIM İle Yapı Yaklaşık Maliyeti Hesaplama Önerisi, *Yapı Bilgi Modelleme*, 1(1), 39-45

Khosakitchalert, C., Yabuki, N., Fukuda, T., 2018, The Accuracy Enhancement of Architectural Walls Quantity Takeoff for Schematic BIM Models, *35th International Symposium on Automation and Robotics in Construction,* 20-25 July 2018, Berlin, New York, Curran Associates, 761-765

Latiffi, A.A., 2015, Building Information Modeling (BIM): Exploring Level of Development (LOD) in Construction Projects, Applied Mechanics and Materials, 773-774(2015), 933-937

Leach, A.J., Lockhart, S., Tilleson, E., 2019, *AutoCAD 2020 Instructor*, SDC Publications, United States of America, ISBN-13:978-1-63057-257-0

Mitchell, D., 2013, *5D – Creating Cost Certainty and Better Buildings*, https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC27547.pdf, [Ziyaret Tarihi: 15 Haziran 2019]

Monteiro, A., Martins, J.P., 2013, A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design, Automation in Construction, 35, 238-253

Muzvimwe, M., 2011, *5D BIM Explained*, http://www.fgould.com/uk/articles/5d-bim-explained, [Ziyaret Tarihi: 15 Haziran 2019]

National Building Information Model Standard Project Committee (NBIMS), 2013, *Practical BIM*, http://practicalbim.blogspot.com/2013/03/what-is-this-thingcalled-lod.html., [Ziyaret Tarihi: 15 Ağustos 2019]

Olsen, D., Taylor, J.M., Quantity Take-Off Using Building Information Modeling (BIM) and Its Limiting Factors, *Creative Construction Conference 2017*, 19-22 June 2017, Primošten, Croatia, Procedia Engineering 196 (2017), 1098 – 1105

Özorhon, B.,2018, Yapı Bilgi Modellemesi (BIM), *YTONG Aktüel*, 44, 14

Pratoom, W., Tangwiboonpanich, S., 2016, *A Comprasion of Rebar Quantities Obtained by Traditional vs BIM-Based Methods*, http://www.thaiscience.info/Journals/Article/SJST/10984536.pdf, [Ziyaret Tarihi: 19 Temmuz 2019]

Revit IFC Manuel, Detailed Instructions for Handling IFC Files, 2018, https://abcdblog.typepad.com/abcd/2018/Success_Stories/IFC-Manual-2018-ENU.PDF, [Ziyaret Tarihi: 3 Aralık 2019]

Sattineni, A., Bradford II, R.H., 2011, Estimating with BIM: A Survey of Us Construction Companies, 28th International Symposium on Automation and Robotics in Construction,29th June to 2nd July 2011, Seoul, Korea (South), 2011 Proceedings of the 28th ISARC, 564-569

Smith, P., 2014, BIM & the 5D Project Cost Manager, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* , 119 (2014), 475 – 484

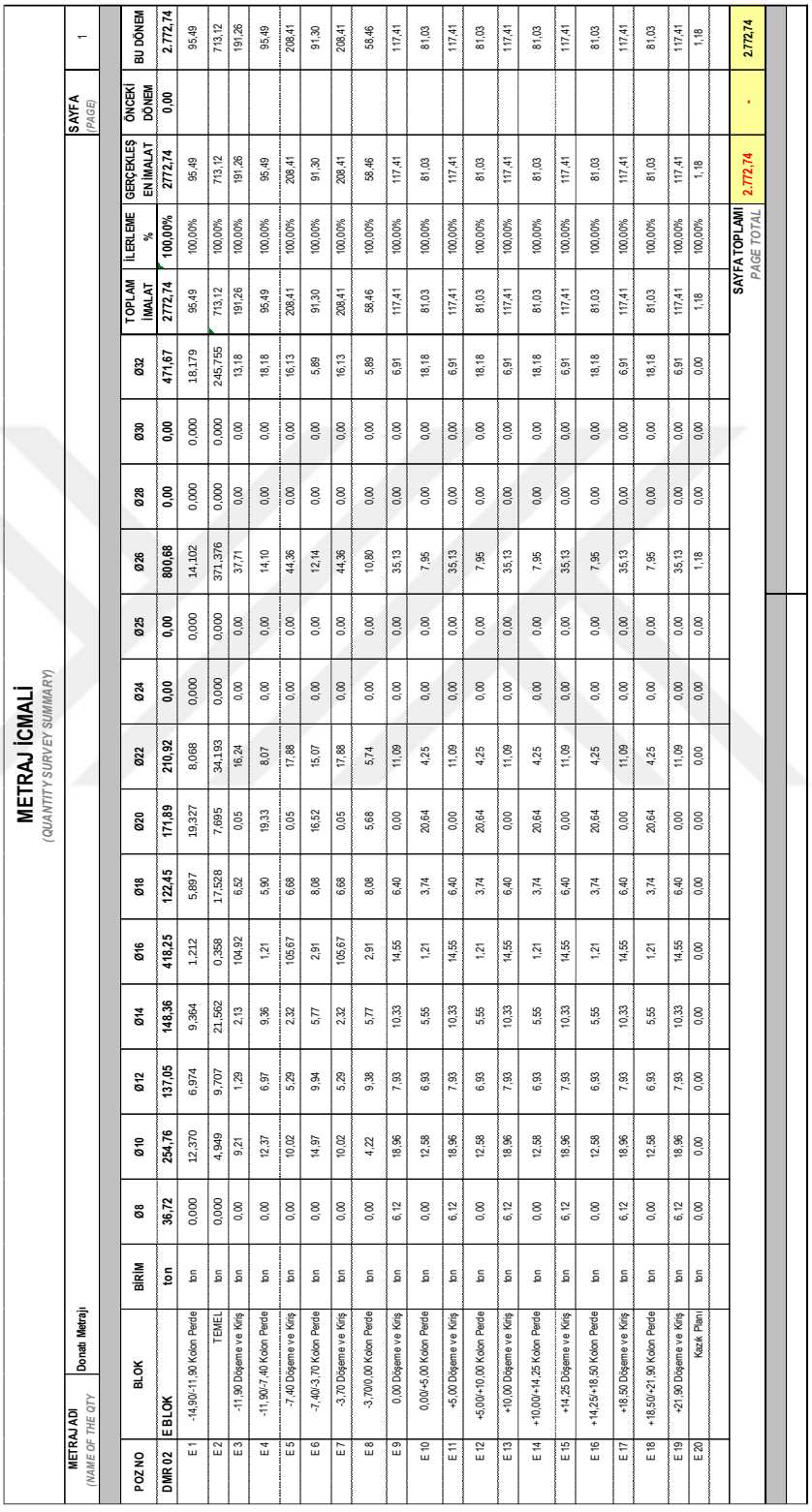
Türk Deprem Yönetmeliği 2018, 2018, https://www.mevzuat.gov.tr, [Ziyaret Tarihi: 15 Haziran 2019]

Uğur, O.L., Akbıyık, R., Diriklik, M.A., Ayyıldız, A.A., 2017, Tünel Kalıp Sitemlerinin Geleneksel Kalıp Sistem Maliyeti İle Karşılaştırılması, *Uluslararası Katılımlı 7. İnşaat Yönetimi Kongresi*, 6-7 Ekim 2017 Samsun, İstanbul, Erol Ofset, 567-578

What is Dynamo, 2019, https://primer.dynamobim.org, [Ziyaret Tarihi: 20 Kasım 2019]

Wijayakumar, M., Jayasena, H.S., 2013, Automation of BIM Quality Take-Off To Suit QS's Requirements, The Second World Construction Symposium: Socia-Economic Sustainability in Construction, 14-15 June 2013 Colombo, Colombo, 70-80

EKLER



METRAJ İCMALİ
(QUANTITY SURVEY SUMMARY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY)*: Donatı Metraji

SAYFA *(PAGE)*: 1

POZ NO	BLOK	BİRİM	Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø24	Ø25	Ø26	Ø28	Ø30	Ø32	TOPLAM İMALAT	İLERLEME %	GERÇEKLEŞEN İMALAT	ÖNCEKİ DÖNEM	BU DÖNEM
DMR 02	E BLOK	ton	36,72	254,76	137,05	148,36	418,25	122,45	171,89	210,92	0,00	0,00	800,68	0,00	0,00	471,67	2772,74	100,00%	2772,74	0,00	2.772,74
E 1	-14,90/-11,90 Kolon Perde	ton	0,000	12,370	6,974	9,364	1,212	5,897	19,327	8,068	0,000	0,000	14,102	0,000	0,000	18,179	95,49	100,00%	95,49		95,49
E 2	TEMEL	ton	0,000	4,949	9,707	21,562	0,358	17,528	7,695	34,193	0,000	0,000	371,376	0,000	0,000	245,755	713,12	100,00%	713,12		713,12
E 3	-11,90 Döşeme ve Kiriş	ton	0,00	9,21	1,29	2,13	104,92	6,52	0,05	16,24	0,00	0,00	37,71	0,00	0,00	13,18	191,26	100,00%	191,26		191,26
E 4	-11,90/-7,40 Kolon Perde	ton	0,00	12,37	6,97	9,36	1,21	5,90	19,33	8,07	0,00	0,00	14,10	0,00	0,00	18,18	95,49	100,00%	95,49		95,49
E 5	-7,40 Döşeme ve Kiriş	ton	0,00	10,02	5,29	2,32	105,67	6,68	0,05	17,88	0,00	0,00	44,36	0,00	0,00	16,13	208,41	100,00%	208,41		208,41
E 6	-7,40/-3,70 Kolon Perde	ton	0,00	14,97	9,94	5,77	2,91	8,08	16,52	15,07	0,00	0,00	12,14	0,00	0,00	5,89	91,30	100,00%	91,30		91,30
E 7	-3,70 Döşeme ve Kiriş	ton	0,00	10,02	5,29	2,32	105,67	6,68	0,05	17,88	0,00	0,00	44,36	0,00	0,00	16,13	208,41	100,00%	208,41		208,41
E 8	-3,70/0,00 Kolon Perde	ton	0,00	4,22	9,38	5,77	2,91	8,08	5,68	5,74	0,00	0,00	10,80	0,00	0,00	5,89	58,46	100,00%	58,46		58,46
E 9	0,00 Döşeme ve Kiriş	ton	6,12	18,96	7,93	10,33	14,55	6,40	0,00	11,09	0,00	0,00	35,13	0,00	0,00	6,91	117,41	100,00%	117,41		117,41
E 10	0,00/+5,00 Kolon Perde	ton	0,00	12,58	6,93	5,55	1,21	3,74	20,64	4,25	0,00	0,00	7,95	0,00	0,00	18,18	81,03	100,00%	81,03		81,03
E 11	+5,00 Döşeme ve Kiriş	ton	6,12	18,96	7,93	10,33	14,55	6,40	0,00	11,09	0,00	0,00	35,13	0,00	0,00	6,91	117,41	100,00%	117,41		117,41
E 12	+5,00/+10,00 Kolon Perde	ton	0,00	12,58	6,93	5,55	1,21	3,74	20,64	4,25	0,00	0,00	7,95	0,00	0,00	18,18	81,03	100,00%	81,03		81,03
E 13	+10,00 Döşeme ve Kiriş	ton	6,12	18,96	7,93	10,33	14,55	6,40	0,00	11,09	0,00	0,00	35,13	0,00	0,00	6,91	117,41	100,00%	117,41		117,41
E 14	+10,00/+14,25 Kolon Perde	ton	0,00	12,58	6,93	5,55	1,21	3,74	20,64	4,25	0,00	0,00	7,95	0,00	0,00	18,18	81,03	100,00%	81,03		81,03
E 15	+14,25 Döşeme ve Kiriş	ton	6,12	18,96	7,93	10,33	14,55	6,40	0,00	11,09	0,00	0,00	35,13	0,00	0,00	6,91	117,41	100,00%	117,41		117,41
E 16	+14,25/+18,50 Kolon Perde	ton	0,00	12,58	6,93	5,55	1,21	3,74	20,64	4,25	0,00	0,00	7,95	0,00	0,00	18,18	81,03	100,00%	81,03		81,03
E 17	+18,50 Döşeme ve Kiriş	ton	6,12	18,96	7,93	10,33	14,55	6,40	0,00	11,09	0,00	0,00	35,13	0,00	0,00	6,91	117,41	100,00%	117,41		117,41
E 18	+18,50/+21,90 Kolon Perde	ton	0,00	12,58	6,93	5,55	1,21	3,74	20,64	4,25	0,00	0,00	7,95	0,00	0,00	18,18	81,03	100,00%	81,03		81,03
E 19	+21,90 Döşeme ve Kiriş	ton	6,12	18,96	7,93	10,33	14,55	6,40	0,00	11,09	0,00	0,00	35,13	0,00	0,00	6,91	117,41	100,00%	117,41		117,41
E 20	Kazık Plan	ton	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,18	0,00	0,00	0,00	1,18	100,00%	1,18		1,18
																	SAYFA TOPLAMI *PAGE TOTAL*		2.772,74	-	2.772,74

Ek 1. Klasik yöntem ile elde edilen donatı metrajı.

METRAJ İCMALİ
(QUANTITY SURVEY SUMMARY)

METRAJ ADI (NAME OF THE QTY)	'Donatı Metrajı Özeti																	SAYFA (PAGE)	1

POZ NO	BLOK	BİRİM	Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22	Ø24	Ø25	Ø26	Ø28	Ø30	Ø32	TOPLAM İMALAT	İLERLEME %	GERÇEKLEŞEN İMALAT	ÖNCEKİ DÖNEM	BU DÖNEM
Demir (Rebar)	E BLOK	ton	36,72	254,76	137,05	148,36	418,25	122,45	171,89	210,92	0,00	0,00	800,68	0,00	0,00	471,67	2772,74	100,00%	2772,74	0,00	2.772,74
																					-
																					-
																					-
																					-
																					-
																					-
																	SAYFA TOPLAMI PAGE TOTAL		2.772,74	-	2.772,74

Ek 2. Klasik yöntem ile elde edilen donatı metraj özeti.

METRAJ
(QUANTITY SURVEY)

METRAJ ADI (NAME OF THE QTY SURVEY)	DMR 01 / TEMEL DEMİRİ (Sarf Malzemesi ve Uygulama)	SAYFA (PAGE)	1

E BLOK TEMEL

PAFTA NO	KOTLAR	AÇIKLAMA	POZ NO	ÇAP	ADET	BENZER	BOY	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	TOPLA
								0,395	0,617	0,888	1,208	1,578	1,998	2,466	2,980	3,550	3,853	4,168	4,830	5,550	6,313	TON
							TOPLAM BOY (MT)	0,000	8.021,200	10.930,840	17.849,180	226,800	8.772,880	3.120,400	11.474,200	0,000	0,000	89.101,825	0,000	0,000	38.928,450	
							TOPLAM AĞIRLIK (KG)	0,000	4.949,080	9.706,590	21.561,810	357,890	17.528,210	7.694,910	34.193,120	0,000	0,000	371.376,410	0,000	0,000	245.755,300	
							TOPLAM AĞIRLIK (TON)	0,000	4,949	9,707	21,562	0,358	17,528	7,695	34,193	0,000	0,000	371,376	0,000	0,000	245,755	**713,123**
							NAKLİ YEKÜN (TON)															
							GENEL TOPLAM (TON)	0,000	4,949	9,707	21,562	0,358	17,528	7,695	34,193	0,000	0,000	371,376	0,000	0,000	245,755	**713,123**
																		İMALAT TOPLAMI		713,12		

Ek 3. Klasik yöntem ile elde edilen temel donatı metrajı.

METRAJ
(QUANTITY SURVEY)

METRAJ ADI (NAME OF THE QTY SURVEY)	DMR 02 / TEMEL ÜSTÜ DEMİRİ (Sarf Malzemesi ve Uygulama)	SAYFA (PAGE)	1

E BLOK -14,90/-11,90 KOLON PERDE

PAFTA NO	KOTLAR	AÇIKLAMA	POZ NO	ÇAP	ADET	BENZER	BOY	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	TOPLA
								0,395	0,617	0,888	1,208	1,578	1,998	2,466	2,980	3,550	3,853	4,168	4,830	5,550	6,313	TON
							TOPLAM BOY (MT)	0,000	18.984,650	11.422,000	5.926,740	768,000	2.671,340	5.277,260	2.542,200	0,000	0,000	3.065,900	0,000	0,000	2.879,600	
							TOPLAM AĞIRLIK (KG)	0,000	11.713,529	10.142,736	7.159,502	1.211,904	5.337,337	13.013,723	7.575,756	0,000	0,000	12.778,671	0,000	0,000	18.178,915	
							TOPLAM AĞIRLIK (TON)	0,000	12,370	6,974	9,364	1,212	5,897	19,327	8,068	0,000	0,000	14,102	0,000	0,000	18,179	**87,112**
							NAKLİ YEKÜN (TON)															
							GENEL TOPLAM (TON)	0,000	12,370	6,974	9,364	1,212	5,897	19,327	8,068	0,000	0,000	14,102	0,000	0,000	18,179	**87,112**
																		İMALAT TOPLAMI		87,11		

Ek 4. -14.90 / -11.90 kolon ve perde donatı metrajı.

METRAJ
(QUANTITY SURVEY)

METRAJ ADI (NAME OF THE QTY SURVEY)	DMR 02 / TEMEL ÜSTÜ DEMİRİ (Sarf Malzemesi ve Uygulama)	SAYFA (PAGE)	1

E BLOK -11,90/-7,40 KOLON PERDE

PAFTA NO	KOTLAR	AÇIKLAMA	POZ NO	ÇAP	ADET	BENZER	BOY	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	TOPLA
								0,395	0,617	0,888	1,208	1,578	1,998	2,466	2,980	3,550	3,853	4,168	4,830	5,550	6,313	TON
							TOPLAM BOY (MT)	0,000	20.048,500	7.853,400	7.751,740	768,000	2.951,340	7.837,260	2.707,400	0,000	0,000	3.383,500	0,000	0,000	2.879,600	
							TOPLAM AĞIRLIK (KG)	0,000	12.369,925	6.973,819	9.364,102	1.211,904	5.896,777	19.326,683	8.068,052	0,000	0,000	14.102,428	0,000	0,000	18.178,915	
							TOPLAM AĞIRLIK (TON)	0,000	12,370	6,974	9,364	1,212	5,897	19,327	8,068	0,000	0,000	14,102	0,000	0,000	18,179	**95,493**
							NAKLİ YEKÜN (TON)															
							GENEL TOPLAM (TON)	0,000	12,370	6,974	9,364	1,212	5,897	19,327	8,068	0,000	0,000	14,102	0,000	0,000	18,179	**95,493**
																		İMALAT TOPLAMI		95,49		

Ek 5. -11.90 / -7.40 kolon ve perde donatı metrajı.

METRAJ
(QUANTITY SURVEY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY SURVEY)*	DMR 02 / TEMEL ÜSTÜ DEMİRİ (Sarf Malzemesi ve Uygulama)	SAYFA *(PAGE)*	1

E BLOK (-11,90 KOTU) DÖŞEME VE KİRİŞ

PAFTA NO	KOTLAR	AÇIKLAMA	POZ NO	ÇAP	ADET	BENZER	BOY	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	TOPLA
								0,395	0,617	0,888	1,208	1,578	1,998	2,466	2,980	3,550	3,853	4,168	4,830	5,550	6,313	TON
							TOPLAM BOY (MT)	0,000	14.921,400	1.450,800	1.764,600	66.486,480	3.265,650	21,000	5.451,050	0,000	0,000	9.048,150	0,000	0,000	2.088,100	
							TOPLAM AĞIRLIK (KG)	0,000	9.206,504	1.288,310	2.131,637	104.915,665	6.524,769	51,786	16.244,129	0,000	0,000	37.712,689	0,000	0,000	13.182,175	
							TOPLAM AĞIRLIK (TON)	0,000	9,207	1,288	2,132	104,916	6,525	0,052	16,244	0,000	0,000	37,713	0,000	0,000	13,182	**191,258**
							NAKLİ YEKÜN (TON)															
							GENEL TOPLAM (TON)	0,000	9,207	1,288	2,132	104,916	6,525	0,052	16,244	0,000	0,000	37,713	0,000	0,000	13,182	**191,258**
																		İMALAT TOPLAMI		191,26		

Ek 6. -11.90 kotu döşeme ve kiriş donatı metrajı.

METRAJ
(QUANTITY SURVEY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY SURVEY)*	DMR 02 / TEMEL ÜSTÜ DEMİRİ (Sarf Malzemesi ve Uygulama)	SAYFA *(PAGE)*	1

E BLOK -7,40 DÖŞEME VE KİRİŞ

PAFTA NO	KOTLAR	AÇIKLAMA	POZ NO	ÇAP	ADET	BENZER	BOY	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	TOPLA
								0,395	0,617	0,888	1,208	1,578	1,998	2,466	2,980	3,550	3,853	4,168	4,830	5,550	6,313	TON
							TOPLAM BOY (MT)	0,000	16.237,900	5.961,980	1.921,800	66.967,680	3.342,250	21,000	5.999,500	0,000	0,000	10.642,000	0,000	0,000	2.555,300	
							TOPLAM AĞIRLIK (KG)	0,000	10.018,784	5.294,238	2.321,534	105.674,999	6.677,816	51,786	17.878,510	0,000	0,000	44.355,856	0,000	0,000	16.131,609	
							TOPLAM AĞIRLIK (TON)	0,000	10,019	5,294	2,322	105,675	6,678	0,052	17,879	0,000	0,000	44,356	0,000	0,000	16,132	**208,405**
							NAKLİ YEKÜN (TON)															
							GENEL TOPLAM (TON)	0,000	10,019	5,294	2,322	105,675	6,678	0,052	17,879	0,000	0,000	44,356	0,000	0,000	16,132	**208,405**
																		İMALAT TOPLAMI		208,41		

Ek 7. -7.90 kotu döşeme ve kiriş donatı metrajı.

METRAJ
(QUANTITY SURVEY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY SURVEY)*		SAYFA *(PAGE)*	1

E BLOK -7,40/-3,70 KOLON PERDE

PAFTA NO	KOTLAR	AÇIKLAMA	POZ NO	ÇAP	ADET	BENZER	BOY	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	TOPLA
								0,395	0,617	0,888	1,208	1,578	1,998	2,466	2,980	3,550	3,853	4,168	4,830	5,550	6,313	TON
							TOPLAM BOY (MT)	0,000	24.270,380	11.190,380	4.775,595	1.843,050	4.045,260	6.700,800	5.057,600	0,000	0,000	2.913,200	0,000	0,000	932,800	
							TOPLAM AĞIRLIK (KG)	0,000	14.974,824	9.937,057	5.768,919	2.908,333	8.082,429	16.524,173	15.071,648	0,000	0,000	12.142,218	0,000	0,000	5.888,766	
							TOPLAM AĞIRLIK (TON)	0,000	14,975	9,937	5,769	2,908	8,082	16,524	15,072	0,000	0,000	12,142	0,000	0,000	5,889	**91,298**
							NAKLİ YEKÜN (TON)															
							GENEL TOPLAM (TON)	0,000	14,975	9,937	5,769	2,908	8,082	16,524	15,072	0,000	0,000	12,142	0,000	0,000	5,889	**91,298**
																		İMALAT TOPLAMI		91,30		

Ek 8. -7.40/ -3.70 kolon ve perde donatı metrajı.

METRAJ
(QUANTITY SURVEY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY SURVEY)*	DMR 02 / TEMEL ÜSTÜ DEMİRİ (Sarf Malzemesi ve Uygulama)	SAYFA *(PAGE)*	1

E BLOK -3,70 DÖŞEME VE KİRİŞ

PAFTA NO	KOTLAR	AÇIKLAMA	POZ NO	ÇAP	ADET	BENZER	BOY	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	TOPLA
								0,395	0,617	0,888	1,208	1,578	1,998	2,466	2,980	3,550	3,853	4,168	4,830	5,550	6,313	TON
							TOPLAM BOY (MT)	0,000	16.237,900	5.961,980	1.921,800	66.967,680	3.342,250	21,000	5.999,500	0,000	0,000	10.642,000	0,000	0,000	2.555,300	
							TOPLAM AĞIRLIK (KG)	0,000	10.018,784	5.294,238	2.321,534	105.674,999	6.677,816	51,786	17.878,510	0,000	0,000	44.355,856	0,000	0,000	16.131,609	
							TOPLAM AĞIRLIK (TON)	0,000	10,019	5,294	2,322	105,675	6,678	0,052	17,879	0,000	0,000	44,356	0,000	0,000	16,132	**208,405**
							NAKLİ YEKÜN (TON)															
							GENEL TOPLAM (TON)	0,000	10,019	5,294	2,322	105,675	6,678	0,052	17,879	0,000	0,000	44,356	0,000	0,000	16,132	**208,405**
																		İMALAT TOPLAMI		208,41		

Ek 9. -3.70 kotu döşeme ve kiriş donatı metrajı.

METRAJ
(QUANTITY SURVEY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY SURVEY)*		SAYFA *(PAGE)*	1

E BLOK -3,70/0,00 ARASI KOLON PERDE

PAFTA NO	KOTLAR	AÇIKLAMA	POZ NO	ÇAP	ADET	BENZER	BOY	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	TOPLA
								0,395	0,617	0,888	1,208	1,578	1,998	2,466	2,980	3,550	3,853	4,168	4,830	5,550	6,313	TON
							TOPLAM BOY (MT)	0,000	6.837,340	10.559,100	4.775,595	1.843,050	4.045,260	2.304,000	1.924,800	0,000	0,000	2.590,000	0,000	0,000	932,800	
							TOPLAM AĞIRLIK (KG)	0,000	4.218,639	9.376,481	5.768,919	2.908,333	8.082,429	5.681,664	5.735,904	0,000	0,000	10.795,120	0,000	0,000	5.888,766	
							TOPLAM AĞIRLIK (TON)	0,000	4,219	9,376	5,769	2,908	8,082	5,682	5,736	0,000	0,000	10,795	0,000	0,000	5,889	**58,456**
							NAKLİ YEKÜN (TON)															
							GENEL TOPLAM (TON)	0,000	4,219	9,376	5,769	2,908	8,082	5,682	5,736	0,000	0,000	10,795	0,000	0,000	5,889	**58,456**
																		İMALAT TOPLAMI		58,46		

Ek 10. -3.70 / 0.00 kolon ve perde donatı metrajı.

METRAJ
(QUANTITY SURVEY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY SURVEY)*		SAYFA *(PAGE)*	1

E BLOK 0,00/+5,00 ARASI KOLON PERDE

PAFTA NO	KOTLAR	AÇIKLAMA	POZ NO	ÇAP	ADET	BENZER	BOY	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	TOPLA
								0,395	0,617	0,888	1,208	1,578	1,998	2,466	2,980	3,550	3,853	4,168	4,830	5,550	6,313	TON
						TOPLAM BOY	(MT)	0,000	20.384,960	7.801,800	4.597,740	768,000	1.871,340	8.368,460	1.426,600	0,000	0,000	1.907,506	0,000	0,000	2.879,600	
						TOPLAM AĞIRLIK	(KG)	0,000	12.577,520	6.927,998	5.554,070	1.211,904	3.738,937	20.636,622	4.251,268	0,000	0,000	7.950,487	0,000	0,000	18.178,915	
						TOPLAM AĞIRLIK	(TON)	0,000	12,578	6,928	5,554	1,212	3,739	20,637	4,251	0,000	0,000	7,950	0,000	0,000	18,179	**81,028**
						NAKLİ YEKÛN	(TON)															
						GENEL TOPLAM	(TON)	0,000	12,578	6,928	5,554	1,212	3,739	20,637	4,251	0,000	0,000	7,950	0,000	0,000	18,179	**81,028**
																		İMALAT TOPLAMI			81,03	

Ek 11. 0.00/ +5.00 kolon ve perde donatı metrajı.

METRAJ
(QUANTITY SURVEY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY SURVEY)*	DMR 02 / TEMEL ÜSTÜ DEMİRİ (Sarf Malzemesi ve Uygulama)	SAYFA *(PAGE)*	1

E BLOK +5,00 DÖŞEME VE KİRİŞ

PAFTA NO	KOTLAR	AÇIKLAMA	POZ NO	ÇAP	ADET	BENZER	BOY	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	TOPLA
								0,395	0,617	0,888	1,208	1,578	1,998	2,466	2,980	3,550	3,853	4,168	4,830	5,550	6,313	TON
						TOPLAM BOY	(MT)	15.491,800	30.725,250	8.926,890	8.552,400	9.223,020	3.202,300	0,000	3.720,950	0,000	0,000	8.429,150	0,000	0,000	1.094,000	
						TOPLAM AĞIRLIK	(KG)	6.119,261	18.957,479	7.927,078	10.331,299	14.553,926	6.398,195	0,000	11.088,431	0,000	0,000	35.132,697	0,000	0,000	6.906,422	
						TOPLAM AĞIRLIK	(TON)	6,119	18,957	7,927	10,331	14,554	6,398	0,000	11,088	0,000	0,000	35,133	0,000	0,000	6,906	**117,415**
						NAKLİ YEKÛN	(TON)															
						GENEL TOPLAM	(TON)	6,119	18,957	7,927	10,331	14,554	6,398	0,000	11,088	0,000	0,000	35,133	0,000	0,000	6,906	**117,415**
																		İMALAT TOPLAMI			117,41	

Ek 12. +5.00 kotu döşeme ve kiriş metrajı.

METRAJ
(QUANTITY SURVEY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY SURVEY)*	Kazık Donatı Metrajı	SAYFA *(PAGE)*	1

E BLOK Kazık Donatı Metrajı

PAFTA NO	POZ NO	ÇAP	ADET	BENZER	BOY	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	TOPLAM
						0,395	0,617	0,888	1,208	1,578	1,998	2,466	2,980	3,550	3,853	4,168	4,830	5,550	6,313	TON
Kazık Donatı Detayı	1	26	40	1	7,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	284,00	0,00	0,00	0,00	**1,184**
					TOPLAM BOY (MT)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	284,000	0,000	0,000	0,000	
					TOPLAM AĞIRLIK (KG)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.183,712	0,000	0,000	0,000	
					TOPLAM AĞIRLIK (TON)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,184	0,000	0,000	0,000	**1,184**
					NAKLİ YEKÛN (TON)															
					GENEL TOPLAM (TON)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,184	0,000	0,000	0,000	**1,184**
																İMALAT TOPLAMI			1,18	

Ek 13. Kazık donatı metrajı.

METRAJ İCMALİ

(QUANTITY SURVEY SUMMARY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY*	C 40 TEMEL ÜSTÜ BETONU DÖKÜLMESİ	SAYFA *(PAGE)*	

POZ NO	BLOK	BİRİM	TOPLAM İMALAT	İLERLEME %	GERÇEKLEŞEN İMALAT	ÖNCEKİ DÖNEM	BU DÖNEM
BETON (Concrete)	E BLOK	m3	14159,26				
	-14,90/-11,90 Kolon Perde	m3	571,11	100,00%	571,11		
	-11,90 Döşeme	m3	519,60	100,00%	519,60		
	-11,90/-7,40 Kolon Perde	m3	579,62	100,00%	579,62		
	-7,40 Döşeme	m3	519,60	100,00%	519,60		
	-7,40/-3,70 Kolon Perde	m3	351,21	100,00%	351,21		
	-3,70 Döşeme	m3	172,01	100,00%	172,01		
	-3,70/0,00 Kolon Perde	m3	602,60	100,00%	602,60		
	0,00 Döşeme	m3	377,54	100,00%	377,54		
	0,00/+5,00 Kolon Perde	m3	644,73	100,00%	644,73		
	+5,00 Döşeme	m3	377,54	100,00%	377,54		
	+5,00/+10,00 Kolon Perde	m3	644,73	100,00%	644,73		
	+10,00 Döşeme	m3	377,54	100,00%	377,54		
	+10,00/+14,25 Kolon Perde	m3	548,02	100,00%	548,02		
	+14,25 Döşeme	m3	377,54	100,00%	377,54		
	+14,25/+18,50 Kolon Perde	m3	548,02	100,00%	548,02		
	+18,50 Döşeme	m3	377,54	100,00%	377,54		
	+18,50/+21,90 Kolon Perde	m3	438,41	100,00%	438,41		
	+23,20 Döşeme	m3	377,54	100,00%	377,54		
	+23,20/+24,15 Kolon Perde	m3	83,81	100,00%	83,81		
	+24,15 Döşeme	m3	379,59	100,00%	379,59		
	Temel	m3	4110,97	100,00%	4110,97		
	Kazık	m3	1180,00	100,00%	1180,00		
			SAYFA TOPLAMI *PAGE TOTAL*		14.159,26	-	14.159,26

Ek 14. Toplam beton metrajı.

METRAJ İCMALİ

(QUANTITY SURVEY SUMMARY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY SURVEY)*	KOLON PERDE KALIP METRAJI	SAYFA *(PAGE)*	1

POZ NO	BLOK	BİRİM	TOPLAM İMALAT	İLERLEME %	GERÇEKLEŞEN İMALAT	ÖNCEKİ DÖNEM	BU DÖNEM
KLP 06	E BLOK	m2	14360,99	100,00%	14360,99	0,00	14.360,99
	-14,90/-11,90 Kolon Perde	m2	1150,41	100,00%	1150,41		1150,41
	-11,90/-7,40 Kolon Perde	m2	1725,62	100,00%	1725,62		1725,62
	-7,40/-3,70 Kolon Perde	m2	1418,84	100,00%	1418,84		1418,84
	-3,70/0,00 Kolon Perde	m2	1418,84	100,00%	1418,84		1418,84
	0,00/+5,00 Kolon Perde	m2	1917,36	100,00%	1917,36		1917,36
	+5,00/+10,00 Kolon Perde	m2	1917,36	100,00%	1917,36		1917,36
	+10,00/+14,25 Kolon Perde	m2	1629,75	100,00%	1629,75		1629,75
	+14,25/+18,50 Kolon Perde	m2	1629,75	100,00%	1629,75		1629,75
	+18,50/+21,90 Kolon Perde	m2	1303,80	100,00%	1303,80		1303,80
	+23,50/+24,15 Kolon Perde	m2	249,26	100,00%	249,26		249,26
				SAYFA TOPLAMI *PAGE TOTAL*	14.360,99	-	14.360,99

Ek 15. Kolon perde kalıp metrajı.

METRAJ İCMALİ

(QUANTITY SURVEY SUMMARY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY*	TEMEL KALIP METRAJI	SAYFA *(PAGE)*	

POZ NO	BLOK	BİRİM	TOPLAM İMALAT	İLERLEME %	GERÇEKLEŞEN İMALAT	ÖNCEKİ DÖNEM	BU DÖNEM
KLP 01	E BLOK	m2	2748,68	100,00%	2748,68		2.748,68
SAYFA TOPLAMI *PAGE TOTAL*					2.748,68	-	2.748,68

Ek 16. Temel kalıp metrajı.

METRAJ İCMALİ

(QUANTITY SURVEY SUMMARY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY SURVEY)*	DÖŞEME KALIP METRAJI	SAYFA *(PAGE)*	

POZ NO	BLOK	BİRİM	TOPLAM İMALAT	İLERLEME %	GERÇEKLEŞEN İMALAT	ÖNCEKİ DÖNEM	BU DÖNEM
KLP 02	E BLOK	m2	24112,07	100,00%	24112,07	0,00	24.112,07
	-11,90 Kotu	m2	2724,39	100,00%	2724,39		2724,39
	-7,40 Kotu	m2	2724,39	100,00%	2724,39		2724,39
	-3,70 Kotu	m2	1031,15	100,00%	1031,15		1031,15
	-0,30; 0,00 Kotu	m2	2516,93	100,00%	2516,93		2516,93
	+5,00 Kotu	m2	2516,93	100,00%	2516,93		2516,93
	+10,00 Kotu	m2	2516,93	100,00%	2516,93		2516,93
	+14,25 Kotu	m2	2516,93	100,00%	2516,93		2516,93
	+18,50 Kotu	m2	2516,93	100,00%	2516,93		2516,93
	+21,90; +23,20 Kotu	m2	2516,93	100,00%	2516,93		2516,93
	+24,15 Kotu	m2	2530,58	100,00%	2530,58		2530,58
				SAYFA TOPLAMI *PAGE TOTAL*	24.112,07	-	24.112,07

Ek 17. Döşeme kalıp metrajı.

METRAJ İCMALİ

(QUANTITY SURVEY SUMMARY)

METRAJ ADI *(NAME OF THE QTY*	TOPLAM KALIP METRAJI	SAYFA *(PAGE)*	

POZ NO	BLOK	BİRİM	TOPLAM İMALAT	İLERLEME %	GERÇEKLEŞEN İMALAT	ÖNCEKİ DÖNEM	BU DÖNEM
KLP 01	E BLOK	m2	41221,74	100,00%	41221,74		41.221,74
SAYFA TOPLAMI *PAGE TOTAL*					41.221,74	-	41.221,74

Ek 18. Toplam kalıp metrajı.

<Kolon Metrajı>						
A	B	C	D	E	F	G
Base Level	Base Offset	Length	Material: Unit weig	Material: Volume	Volume	Count
2.03 m³ level 10						
level 10	0	265	23.6 kN/m³	2.03 m³	2.03 m³	39
2.16 m³ Level 1						
Level 1	0	300	23.6 kN/m³	2.16 m³	2.16 m³	4
2.30 m³ Level 1						
Level 1	0	300	23.6 kN/m³	2.30 m³	2.30 m³	1
2.31 m³ level 9						
level 9	0	300	23.6 kN/m³	2.31 m³	2.31 m³	39
2.38 m³ Level 3						
Level 3	0	370	23.6 kN/m³	2.38 m³	2.38 m³	2
2.39 m³ Level 3						
Level 3	0	370	23.6 kN/m³	2.39 m³	2.39 m³	1
2.43 m³ Level 1						
Level 1	0	300	23.6 kN/m³	2.43 m³	2.43 m³	77
2.59 m³ Level 3						
Level 3	0	370	23.6 kN/m³	2.59 m³	2.59 m³	2
2.66 m³ Level 4						
Level 4	0	370	23.6 kN/m³	2.66 m³	2.66 m³	3
2.67 m³ Level 3						
Level 3	0	370	23.6 kN/m³	2.67 m³	2.67 m³	32
2.68 m³ Level 3						
Level 3	0	370	23.6 kN/m³	2.68 m³	2.68 m³	2
2.79 m³ Level 3						
Level 3	0	370	23.6 kN/m³	2.79 m³	2.79 m³	2
2.84 m³ Level 3						
Level 3	0	370	23.6 kN/m³	2.84 m³	2.84 m³	2
2.90 m³ Level 4						
Level 4	0	370	23.6 kN/m³	2.90 m³	2.90 m³	17
2.93 m³ Level 4						
Level 4	0	370	23.6 kN/m³	2.93 m³	2.93 m³	1
2.95 m³ Level 2						

Ek 19. Revitten elde edilen kolon beton metrajı-1.

Level 2						
Level 2	0	450	23.6 kN/m³	2.95 m³	2.95 m³	3
2.97 m³						
Level 2						
Level 2	0	450	23.6 kN/m³	2.97 m³	2.97 m³	1
3.00 m³						
Level 1						
Level 1	0	300	23.6 kN/m³	3.00 m³	3.00 m³	1
Level 4						
Level 4	0	370	23.6 kN/m³	3.00 m³	3.00 m³	22
3.24 m³						
Level 2						
Level 2	0	450	23.6 kN/m³	3.24 m³	3.24 m³	1
3.32 m³						
Level 2						
Level 2	0	450	23.6 kN/m³	3.32 m³	3.32 m³	35
level 7						
level 7	0	425	23.6 kN/m³	3.32 m³	3.32 m³	39
level 8						
level 8	0	425	23.6 kN/m³	3.32 m³	3.32 m³	39
3.42 m³						
Level 2						
Level 2	150	300	23.6 kN/m³	3.42 m³	3.42 m³	1
3.44 m³						
Level 2						
Level 2	0	450	23.6 kN/m³	3.44 m³	3.44 m³	2
3.48 m³						
Level 2						
Level 2	0	450	23.6 kN/m³	3.48 m³	3.48 m³	2
3.93 m³						
Level 5						
Level 5	0	500	23.6 kN/m³	3.93 m³	3.93 m³	39
Level 6						
Level 6	0	500	23.6 kN/m³	3.93 m³	3.93 m³	39
4.84 m³						
level 10						
level 10	0	265	23.6 kN/m³	4.84 m³	4.84 m³	1
5.51 m³						
level 9						
level 9	0	300	23.6 kN/m³	5.51 m³	5.51 m³	1
5.81 m³						
Level 1						
Level 1	0	300	23.6 kN/m³	5.81 m³	5.81 m³	2
6.39 m³						
Level 3						
Level 3	0	370	23.6 kN/m³	6.39 m³	6.39 m³	1
6.93 m³						
Level 4						
Level 4	0	370	23.6 kN/m³	6.93 m³	6.93 m³	1
7.93 m³						
Level 2						

Ek 20. Revitten elde edilen kolon beton metrajı-2.

Level 2						
Level 2	0	450	23.6 kN/m³	7.93 m³	7.93 m³	1
level 7						
level 7	0	425	23.6 kN/m³	7.93 m³	7.93 m³	1
level 8						
level 8	0	425	23.6 kN/m³	7.93 m³	7.93 m³	1
9.38 m³						
Level 5						
Level 5	0	500	23.6 kN/m³	9.38 m³	9.38 m³	1
Level 6						
Level 6	0	500	23.6 kN/m³	9.38 m³	9.38 m³	1
Grand total: 459						459

Ek 21. Revitten elde edilen kolon beton metrajı-3.

<Döşeme Metrajı>

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Count	Volume	Family	Family and Type	Level	Mark	Model	Structural	Structural Material
1	1.44 m³	Floor	Floor: 15cm mez m	Level 4			☑	Concrete, Cast In S
1.44 m³: 1								
2	3.15 m³	Floor	Floor: 40 cm b2 cer				☑	Concrete, Cast In S
3.15 m³: 2								
2	4.44 m³	Floor	Floor: 50cm b2				☑	Concrete, Cast In S
4.44 m³: 2								
1	11.20 m³	Floor	Floor: 20cm mez m	Level 4			☑	Concrete, Cast In S
11.20 m³: 1								
2	11.34 m³	Floor	Floor: 25cm es-69				☑	Concrete, Cast In S
11.34 m³: 2								
1	17.10 m³	Floor	Floor: 50cm b1 kos	Level 3			☑	Concrete, Cast In S
17.10 m³: 1								
2	30.60 m³	Floor	Floor: 40 cm b2 kol				☑	Concrete, Cast In S
30.60 m³: 2								
2	32.40 m³	Floor	Floor: 40 cm b2 kol				☑	Concrete, Cast In S
32.40 m³: 2								
1	33.13 m³	Floor	Floor: 110cm temel	Level 1			☑	Concrete, Cast In S
33.13 m³: 1								
2	41.49 m³	Floor	Floor: 40 cm b2 kol				☑	Concrete, Cast In S
41.49 m³: 2								
1	52.88 m³	Floor	Floor: 12 cm mez	Level 4			☑	Concrete, Cast In S
52.88 m³: 1								
2	66.37 m³			Level 3			☑	Concrete, Cast In S
66.37 m³: 2								
1	68.80 m³	Floor	Floor: 20cm b2 mer	Level 2			☑	Concrete, Cast In S
68.80 m³: 1								
1	70.86 m³	Floor	Floor: 12 cm mez	Level 4			☑	Concrete, Cast In S
70.86 m³: 1								
2	90.28 m³	Floor	Floor: 40cm es-69				☑	Concrete, Cast In S
90.28 m³: 2								
2	100.33 m³	Floor	Floor: 40 cm b2 cer				☑	Concrete, Cast In S
100.33 m³: 2								
2	155.34 m³	Floor	Floor: 25cm b2 dos				☑	Concrete, Cast In S
155.34 m³: 2								
1	238.84 m³	Floor	Floor: 25cm b2 dos	Level 3			☑	Concrete, Cast In S
238.84 m³: 1								
1	239.79 m³	Floor	Floor: 25cm b2 dos	Level 2			☑	Concrete, Cast In S
239.79 m³: 1								
6	377.54 m³	Floor	Floor: 15cm birinci				☑	Concrete, Cast In S
377.54 m³: 6								
1	379.59 m³	Floor	Floor: 15cm birinci	level 11			☑	Concrete, Cast In S
379.59 m³: 1								
1	4077.84 m³	Floor	Floor: TEMEL	Level 1			☑	Concrete, Cast In S
4077.84 m³: 1								
Grand total: 37								

Ek 22. Revitten elde edilen döşeme metrajı.

<Donatı Metrajı>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Bar Length	Bar Diameter	Bend Diameter	Family	Family and Type	Geometry	Rebar Number	Quantity	Reinforcement Vol	Quantity By Rebar	Unit Weight	Ton
10 mm											
Shape Driven											
1											
29											
2009 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	29	2	142.41 cm³	1	0.62	0.00 kN
103											
1759 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	103	2	124.69 cm³	1	0.62	0.00 kN
826											
2359 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	826	24	167.22 cm³	1	0.62	0.00 kN
1530											
5976 mm	10 mm	60 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	1530	2	423.56 cm³	1	0.62	0.00 kN
1565											
472 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	1565	1	33.42 cm³	1	0.62	0.00 kN
2											
826											
2359 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	826	28	334.44 cm³	2	0.62	0.00 kN
1852											
5476 mm	10 mm	60 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	1852	4	776.24 cm³	2	0.62	0.00 kN
3											
826											
2359 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	826	36	501.66 cm³	3	0.62	0.00 kN
910											
3059 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	910	18	650.51 cm³	3	0.62	0.00 kN
1385											
2646 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	1385	18	562.75 cm³	3	0.62	0.00 kN
6											
1514											
9500 mm	10 mm	60 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	1514	18	4040.28 cm³	6	0.62	0.00 kN
1967											
4486 mm	10 mm	60 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	1967	6	1907.75 cm³	6	0.62	0.00 kN
1969											
5276 mm	10 mm	60 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	1969	12	2243.67 cm³	6	0.62	0.00 kN
7											
29											
2009 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	29	14	996.88 cm³	7	0.62	0.00 kN
103											
1759 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	103	84	872.84 cm³	7	0.62	0.00 kN
819											
2459 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	819	168	1220.16 cm³	7	0.62	0.00 kN
826											
2359 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	826	2800	1170.54 cm³	7	0.62	0.00 kN
837											
2209 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	837	84	1096.12 cm³	7	0.62	0.00 kN
1337											
3285 mm	10 mm	40 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	1337	434	1629.70 cm³	7	0.62	0.00 kN
1479											
3000 mm	10 mm	60 mm	Rebar Bar	Rebar Bar: 10M	Shape Driven	1479	14	1488.53 cm³	7	0.62	0.00 kN

Ek 23. Revitten elde edilen donatı metrajı

Not: Donatı metraj sayfaları çok uzun olduğu için örnek olması amacıyla bir kısmı paylaşılmıştır.

Kazık Metrajı Özet

A	B	C	D	E
Diameter	Count	Family and Type	Level	Volume
Drilled_Pier_4862: 100cm pile				
	113	Drilled_Pier_4862:	Level 1	6.28 m³
Grand total: 113				

Ek 24. Revitten elde edilen kazık metraj özeti.

<Kazık Metrajı>

A	B	C	D	E
Height Offset From	Level	Material: Volume	Material: Unit weig	Volume
-140	Level 1	6.28 m³	23.6 kN/m³	6.28 m³

<Kiriş Metrajı>

A	B	C	D	E
Length	Count	Volume	Family and Type	Estimated Reinforc
75	1		M_Concrete-Rectangular Beam: 90*60 K1015	
0.33 m³				
138	6	0.33 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 40*60 K5094	19412.57 cm³
0.34 m³				
190	2	0.34 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 40*60 K2020	
0.38 m³				
	5	0.38 m³		
0.39 m³				
250	1	0.39 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 30-60 K1008	11553.87 cm³
0.40 m³				
250	1	0.40 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 30-60 K1010	11601.98 cm³
0.41 m³				
270	12	0.41 m³		
0.43 m³				
280	16	0.43 m³		
0.44 m³				
338	12	0.44 m³		
0.48 m³				
280	2	0.48 m³		
0.51 m³				
322	1	0.51 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 40*50 K5023	20040.62 cm³
0.52 m³				
322	5	0.52 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 40*50 K5023	20040.62 cm³
0.58 m³				
280	3	0.58 m³		
0.59 m³				
	11	0.59 m³		
0.64 m³				
280	1	0.64 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 40*60 K1005	17033.83 cm³
0.70 m³				
	4	0.70 m³		
0.71 m³				
	12	0.71 m³		
0.75 m³				
215	1	0.75 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*60 K1014	32201.07 cm³
0.79 m³				
370	8	0.79 m³		
0.82 m³				
370	1	0.82 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 40*60 K1006	18522.78 cm³
0.85 m³				
730	12	0.85 m³		
0.86 m³				
	11	0.86 m³		
0.87 m³				
392	6	0.87 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*50 K5046	18864.10 cm³
0.90 m³				

Ek 26. Revitten elde edilen kiriş beton metrajı-1.

403	6	0.90 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*50 K5045	19336.97 cm³
0.92 m³				
	12	0.92 m³		
0.93 m³				
280	3	0.93 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*60 K5036	
0.94 m³				
195	5	0.94 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 90*60 K5019	43472.37 cm³
0.95 m³				
230	6	0.95 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 90*60 K5037	
0.96 m³				
280	1	0.96 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*60 K1013	21049.12 cm³
0.97 m³				
180	1	0.97 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 90*60 K2041	28506.87 cm³
0.99 m³				
180	1	0.99 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 90*60 K2041	28429.10 cm³
1.05 m³				
195	1	1.05 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 90*60 K5019	44169.51 cm³
1.08 m³				
140	6	1.08 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 90*60 K5044	26810.65 cm³
1.14 m³				
	12	1.14 m³		
1.19 m³				
370	2	1.19 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*60 K2003	
1.22 m³				
415	6	1.22 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 80*50 K5101	
1.28 m³				
370	1	1.28 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*60 K1003	22349.86 cm³
1.36 m³				
730	6	1.36 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 40*50 K5085	
1.38 m³				
290	6	1.38 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 90*85 K5075	
1.46 m³				
	6	1.46 m³		
1.49 m³				
	5	1.49 m³		
1.68 m³				
	12	1.68 m³		
1.71 m³				
410	6	1.71 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 110*50 K5076	
1.76 m³				
	10	1.76 m³		
1.89 m³				
640	1	1.89 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 90*70 K5063	96851.14 cm³
2.04 m³				
640	6	2.04 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*60 K5035	
2.05 m³				
620	6	2.05 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*60 K5017	
2.07 m³				
625	6	2.07 m³		
2.08 m³				
630	2	2.08 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*60 K2005	37831.23 cm³
2.09 m³				

Ek 27. Revitten elde edilen kiriş beton metrajı-2.

930	8	2.09 m³		
2.12 m³				
930	1	2.12 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 40*60 K5102	74464.81 cm³
2.18 m³				
930	1	2.18 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 40*60 K1023	76518.39 cm³
2.19 m³				
680	2	2.19 m³		
2.20 m³				
680	8	2.20 m³		
2.22 m³				
930	4	2.22 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 40*60 K5102	74269.91 cm³
2.27 m³				
930	1	2.27 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 40*60 K5102	74269.91 cm³
2.29 m³				
715	1	2.29 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*60 K5016	73350.37 cm³
2.30 m³				
	6	2.30 m³		
2.32 m³				
715	1	2.32 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*60 K5034	82456.25 cm³
2.33 m³				
715	1	2.33 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*60 K5016	68902.77 cm³
2.34 m³				
	9	2.34 m³		
2.36 m³				
715	1	2.36 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*60 K5034	82330.67 cm³
2.38 m³				
715	1	2.38 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*60 K5016	72366.51 cm³
2.39 m³				
	9	2.39 m³		
2.40 m³				
	12	2.40 m³		
2.42 m³				
930	5	2.42 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 55*50 K5089	75992.20 cm³
2.43 m³				
900	6	2.43 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*50 K5110	
2.44 m³				
715	3	2.44 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*60 K5034	
2.45 m³				
904	6	2.45 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*50 K5108	90195.47 cm³
2.46 m³				
910	6	2.46 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*50 K5109	79516.03 cm³
2.55 m³				
620	6	2.55 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 100*50 K5082	
2.81 m³				
640	5	2.81 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 110*50 K5073	57616.34 cm³
2.92 m³				
	9	2.92 m³		
2.96 m³				
900	6	2.96 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 75*50 K5008	76405.76 cm³
2.97 m³				
930	1	2.97 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*60	72251.91 cm³
3.04 m³				

Ek 28. Revitten elde edilen kiriş beton metrajı-3.

3.05 m³				
930	1	3.05 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 70*50 K5074	67455.28 cm³
3.13 m³				
930	2	3.13 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*60 K2019	
3.17 m³				
947	3	3.17 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 70*50 K5074	65960.10 cm³
3.20 m³				
900	6	3.20 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 90*45 K5005	
3.21 m³				
	6	3.21 m³		
3.22 m³				
685	6	3.22 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 110*50 K5069	
3.23 m³				
930	1	3.23 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 70*50 K5074	66647.86 cm³
3.26 m³				
964	1	3.26 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 70*50 K5074	65115.63 cm³
3.28 m³				
930	3	3.28 m³		
3.33 m³				
535	6	3.33 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 90*85 K5056	
3.34 m³				
	12	3.34 m³		
3.37 m³				
930	1	3.37 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 60*60 K1018	105109.92 cm³
3.55 m³				
	7	3.55 m³		
3.60 m³				
852	6	3.60 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 90*50K5007	
3.74 m³				
580	6	3.74 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 100*85 K5055	
3.75 m³				
900	12	3.75 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 95*50 K5066	
3.80 m³				
	12	3.80 m³		
3.92 m³				
930	6	3.92 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 90*50 K5065	
3.95 m³				
	11	3.95 m³		
4.00 m³				
900	12	4.00 m³		
4.08 m³				
900	6	4.08 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 100*50 K5060	
4.13 m³				
930	6	4.13 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 95*50 K5092	
4.14 m³				
775	5	4.14 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 110*50 K5081	111322.11 cm³
4.18 m³				
775	1	4.18 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 110*50 K5081	115009.34 cm³
4.29 m³				
900	6	4.29 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 110*50 K5043	
4.34 m³				
900	12	4.34 m³		
4.35 m³				

Ek 29. Revitten elde edilen kiriş beton metrajı-4.

4.35 m³				
900	54	4.35 m³		
4.37 m³				
	16	4.37 m³		
4.38 m³				
811	2	4.38 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 90*60 K2023	
4.40 m³				
	11	4.40 m³		
4.41 m³				
882	1	4.41 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 110*50 K5071	112438.46 cm³
4.42 m³				
	17	4.42 m³		
4.43 m³				
930	2	4.43 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 80*60 K2017	
4.45 m³				
885	6	4.45 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 110*50 K5098	
4.46 m³				
900	12	4.46 m³		
4.47 m³				
900	6	4.47 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 110*50 K5104	
4.49 m³				
900	6	4.49 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 110*50 K5039	
4.54 m³				
	7	4.54 m³		
4.55 m³				
900	12	4.55 m³		
4.57 m³				
900	6	4.57 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 110*50 K5010	
4.60 m³				
885	18	4.60 m³		
4.63 m³				
885	6	4.63 m³		
4.66 m³				
895	5	4.66 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 110*50 K5003	109672.51 cm³
4.69 m³				
	18	4.69 m³		
4.96 m³				
900	6	4.96 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 120*50 K5002	
5.16 m³				
900	6	5.16 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 120*50 K5001	
5.47 m³				
895	1	5.47 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 110*50 K5003	98861.57 cm³
6.27 m³				
900	6	6.27 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 90*85 K5056	
6.85 m³				
958	5	6.85 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 100*85 K5054	177749.84 cm³
6.99 m³				
958	1	6.99 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 100*85 K5054	181763.53 cm³
7.15 m³				
903	6	7.15 m³	M_Concrete-Rectangular Beam: 100*85 K5053	
Grand total: 786				

Ek 30. Revitten elde edilen kiriş beton metrajı-5.

<Perde Metrajı>

A	B	C	D	E	F	G	H
Base Constraint	Length	Material: Volume	Width	Volume	Type	Structural Material	Count
0.67 m³ 30							
Level 1	87	0.67 m³	30	0.67 m³	30cm	<By Category>	1
0.70 m³ 30							
Level 1		0.70 m³	30	0.70 m³	30cm	<By Category>	3
0.79 m³ 30							
Level 1	103	0.79 m³	30	0.79 m³	30cm	<By Category>	1
0.92 m³ 30							
Level 1	120	0.92 m³	30	0.92 m³	30cm	<By Category>	1
0.93 m³ 30							
Level 1	121	0.93 m³	30	0.93 m³	30cm	<By Category>	4
0.94 m³ 30							
Level 1	123	0.94 m³	30	0.94 m³	30cm	<By Category>	1
1.15 m³ 30							
Level 1	120	1.15 m³	30	1.15 m³	30cm	<By Category>	1
1.32 m³ 30							
Level 1	203	1.32 m³	30	1.32 m³	30cm	<By Category>	1
1.64 m³ 30							
Level 1	245	1.64 m³	30	1.64 m³	30cm	<By Category>	1
1.66 m³ 30							
Level 1	217	1.66 m³	30	1.66 m³	30cm	<By Category>	1
1.87 m³ 30							
Level 1	215	1.87 m³	30	1.87 m³	30cm	<By Category>	1
2.01 m³ 40							
level 10	220	2.01 m³	40	2.01 m³	40	<By Category>	1
2.13 m³ 40							
Level 1	220	2.13 m³	40	2.13 m³	40	<By Category>	1
2.28 m³ 40							
level 9	220	2.28 m³	40	2.28 m³	40	<By Category>	1
2.66 m³ 60							
level 10	209	2.66 m³	60	2.66 m³	60cm	<By Category>	1
2.81 m³ 40							

Ek 31. Revitten elde edilen perde beton metrajı-1.

2.81 m³							
40							
	220	2.81 m³	40	2.81 m³	40	<By Category>	2
3.02 m³							
60							
level 9	209	3.02 m³	60	3.02 m³	60cm	<By Category>	1
3.19 m³							
60							
Level 1	220	3.19 m³	60	3.19 m³	60cm	<By Category>	1
3.23 m³							
40							
	220	3.23 m³	40	3.23 m³	40	<By Category>	2
3.42 m³							
40							
Level 2	220	3.42 m³	40	3.42 m³	40 cm perde	<By Category>	1
3.62 m³							
60							
level 10	209	3.62 m³	60	3.62 m³	60cm	<By Category>	1
3.80 m³							
40							
	220	3.80 m³	40	3.80 m³	40	<By Category>	2
3.98 m³							
60							
level 10	270	3.98 m³	60	3.98 m³	60cm	<By Category>	1
4.10 m³							
60							
level 9	209	4.10 m³	60	4.10 m³	60cm	<By Category>	1
4.20 m³							
60							
Level 1		4.20 m³	60	4.20 m³	60cm	<By Category>	2
4.22 m³							
60							
	220	4.22 m³	60	4.22 m³	60cm	<By Category>	2
4.27 m³							
60							
	209	4.27 m³	60	4.27 m³	60cm	<By Category>	2
4.50 m³							
60							
level 9	270	4.50 m³	60	4.50 m³	60cm	<By Category>	1
4.74 m³							
30							
Level 1	619	4.74 m³	30	4.74 m³	30cm su perdesi	<By Category>	1
5.00 m³							
30							
Level 1	654	5.00 m³	30	5.00 m³	30cm su perdesi	<By Category>	1
5.03 m³							
60							
Level 6	209	5.03 m³	60	5.03 m³	60cm	<By Category>	1
5.10 m³							
60							
level 10	302	5.10 m³	60	5.10 m³	60cm	<By Category>	1
5.13 m³							
60							

Ek 32. Revitten elde edilen perde beton metrajı-2.

5.13 m³							
60							
Level 2	220	5.13 m³	60	5.13 m³	60cm perde	<By Category>	1
5.38 m³							
60							
Level 1	300	5.38 m³	60	5.38 m³	60cm	<By Category>	1
5.40 m³							
60							
Level 5	209	5.40 m³	60	5.40 m³	60cm	<By Category>	1
5.55 m³							
60							
		5.55 m³	60	5.55 m³	60cm	<By Category>	4
5.76 m³							
60							
level 9	302	5.76 m³	60	5.76 m³	60cm	<By Category>	1
5.80 m³							
60							
	209	5.80 m³	60	5.80 m³	60cm	<By Category>	2
6.24 m³							
30							
Level 1	785	6.24 m³	30	6.24 m³	30cm	<By Category>	1
6.27 m³							
30							
Level 1	804	6.27 m³	30	6.27 m³	30cm	<By Category>	1
6.38 m³							
60							
	270	6.38 m³	60	6.38 m³	60cm	<By Category>	2
6.70 m³							
30							
Level 1	876	6.70 m³	30	6.70 m³	30cm	<By Category>	1
6.75 m³							
60							
Level 2		6.75 m³	60	6.75 m³	60cm perde	<By Category>	2
6.86 m³							
60							
Level 6	209	6.86 m³	60	6.86 m³	60cm	<By Category>	1
7.10 m³							
60							
		7.10 m³	60	7.10 m³	60cm	<By Category>	3
7.20 m³							
60							
Level 5	209	7.20 m³	60	7.20 m³	60cm	<By Category>	1
7.50 m³							
60							
Level 6	270	7.50 m³	60	7.50 m³	60cm	<By Category>	1
7.65 m³							
90							
Level 2	151	7.65 m³	90	7.65 m³	90cm	<By Category>	1
8.05 m³							
40							
level 10	767	8.05 m³	40	8.05 m³	40cm2 perde	<By Category>	1
8.10 m³							
30							

Ek 33. Revitten elde edilen perde beton metrajı-3.

8.10 m³							
30							
Level 1	915	8.10 m³	30	8.10 m³	30cm su perdesi	<By Category>	1
8.16 m³							
60							
	302	8.16 m³	60	8.16 m³	60cm	<By Category>	2
8.64 m³							
60							
Level 2	300	8.64 m³	60	8.64 m³	60cm perde	<By Category>	1
8.85 m³							
40							
Level 1	790	8.85 m³	40	8.85 m³	40cm2 perde	<By Category>	1
9.03 m³							
40							
level 9	767	9.03 m³	40	9.03 m³	40cm2 perde	<By Category>	1
9.60 m³							
60							
	302	9.60 m³	60	9.60 m³	60cm	<By Category>	2
9.86 m³							
40							
level 10		9.86 m³	40	9.86 m³	40	<By Category>	2
9.89 m³							
60							
level 10	629	9.89 m³	60	9.89 m³	60cm	<By Category>	1
10.42 m³							
40							
Level 1	930	10.42 m³	40	10.42 m³	40	<By Category>	2
60							
Level 1	640	10.42 m³	60	10.42 m³	60cm	<By Category>	1
11.16 m³							
40							
level 9		11.16 m³	40	11.16 m³	40	<By Category>	2
11.20 m³							
60							
level 9	629	11.20 m³	60	11.20 m³	60cm	<By Category>	1
11.69 m³							
40							
	790	11.69 m³	40	11.69 m³	40cm2 perde	<By Category>	2
12.79 m³							
40							
	767	12.79 m³	40	12.79 m³	40cm2 perde	<By Category>	2
13.76 m³							
40							
	930	13.76 m³	40	13.76 m³	40	<By Category>	4
60							
	640	13.76 m³	60	13.76 m³	60cm	<By Category>	2
13.77 m³							
60							
Level 1	765	13.77 m³	60	13.77 m³		<By Category>	2
14.18 m³							
60							
Level 1	788	14.18 m³	60	14.18 m³		<By Category>	2

Ek 34. Revitten elde edilen perde beton metrajı-4.

14.22 m³							
40							
Level 2	790	14.22 m³	40	14.22 m³	40cm2 perde	<By Category>	1
14.79 m³							
60							
level 10	949	14.79 m³	60	14.79 m³	60cm	<By Category>	1
14.84 m³							
30							
Level 1	1679	14.84 m³	30	14.84 m³	30cm su perdesi	<By Category>	1
15.36 m³							
30							
Level 1	1750	15.36 m³	30	15.36 m³	30cm su perdesi	<By Category>	1
15.58 m³							
40							
	767	15.58 m³	40	15.58 m³	40cm2 perde	<By Category>	2
15.62 m³							
60							
Level 1	930	15.62 m³	60	15.62 m³	60cm	<By Category>	1
15.74 m³							
60							
level 10	992	15.74 m³	60	15.74 m³	60cm	<By Category>	2
15.81 m³							
40							
		15.81 m³	40	15.81 m³	40	<By Category>	4
15.87 m³							
60							
	629	15.87 m³	60	15.87 m³	60cm	<By Category>	2
16.63 m³							
60							
Level 1	990	16.63 m³	60	16.63 m³	60cm	<By Category>	2
16.74 m³							
40							
Level 2	930	16.74 m³	40	16.74 m³	40 cm perde	<By Category>	2
60							
		16.74 m³	60	16.74 m³		<By Category>	2
17.82 m³							
60							
level 9	992	17.82 m³	60	17.82 m³	60cm	<By Category>	2
18.60 m³							
40							
		18.60 m³	40	18.60 m³	40	<By Category>	4
18.67 m³							
60							
	629	18.67 m³	60	18.67 m³	60cm	<By Category>	2
18.82 m³							
60							
Level 2	765	18.82 m³	60	18.82 m³	60cm	<By Category>	1
19.38 m³							
60							
Level 2	788	19.38 m³	60	19.38 m³	60cm	<By Category>	1
20.65 m³							
60							

Ek 35. Revitten elde edilen perde beton metrajı-5.

20.65 m³							
60							
	930	20.65 m³	60	20.65 m³	60cm	<By Category>	2
21.98 m³							
60							
	990	21.98 m³	60	21.98 m³	60cm	<By Category>	4
23.72 m³							
60							
	949	23.72 m³	60	23.72 m³	60cm	<By Category>	2
24.03 m³							
30							
Level 1	2683	24.03 m³	30	24.03 m³	30cm su perdesi	<By Category>	1
25.11 m³							
60							
Level 2	930	25.11 m³	60	25.11 m³	60cm perde	<By Category>	1
25.24 m³							
60							
	992	25.24 m³	60	25.24 m³	60cm	<By Category>	2
25.25 m³							
60							
	992	25.25 m³	60	25.25 m³	60cm	<By Category>	2
26.73 m³							
60							
Level 2	990	26.73 m³	60	26.73 m³	60cm perde	<By Category>	2
27.84 m³							
60							
Level 6	949	27.84 m³	60	27.84 m³	60cm	<By Category>	1
27.90 m³							
60							
Level 5	949	27.90 m³	60	27.90 m³	60cm	<By Category>	1
29.70 m³							
60							
	992	29.70 m³	60	29.70 m³	60cm	<By Category>	4
46.61 m³							
60							
Level 1	2591	46.61 m³	60	46.61 m³		<By Category>	2
63.79 m³							
60							
Level 2	2593	63.79 m³	60	63.79 m³	60cm	<By Category>	1
Grand total: 155							

Ek 36. Revitten elde edilen perde beton metrajı-6.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Didem ALTINOK
Doğum Yeri	Fatih / İstanbul
Doğum Tarihi	16.05.1993
Uyruğu	☑ T.C. ❒ Diğer:
Telefon	0535 678 19 98
E-Posta Adresi	altinokdidem@gmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Kültür Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	İnşaat Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2016

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	İnşaat Mühendisliği